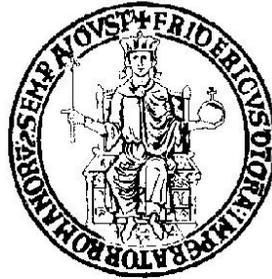


UNIVERSITÀ DI NAPOLI FEDERICO II



Dottorato in Ingegneria dei Sistemi Civili

29° ciclo

Metodi e modelli per l'analisi e la stima della qualità nel trasporto collettivo: gli effetti dell'estetica e delle esperienze di viaggio nelle scelte di spostamento

Ilaria Henke

Coordinatore dottorato:

Prof. Ing. Andrea Papola
Prof. Arch. Elvira Petroncelli

Tutors:

Prof. Ing. Ennio Cascetta
Prof. Ing. Armando Carteni

a.a. 2016-2017

ABSTRACT

The quality in public transport is a relevant factor affecting travellers' behaviour. Recently, research has improved methods and models to evaluate the attributes that mostly influence users' satisfaction about the trip. The role of quality in the field of travel choices is an under-researched topic. Existing contributions mainly focus the attention on service reliability and travel time, travel information, ticket, access to the terminals, while little attention was dedicated on the influence of the comfort and safety perception produced by the architectural design and the public spaces of the transport terminals. Starting from this gap in the literature, the objective of this research was to evaluate the effects of quality in public transport (aesthetics, comfort, perception of security and travel experiences) in users' choices. Specifically, original element of this research has been to propose methods and models (functional forms and/or specific attributes) unconventional, aimed at better reproduce the decision-making process, including the specification of measures able to quantify users' attitude and perception not directly measurable (e.g. latent variables) and function of the traveler. Innovative element of the estimated models is also related to their application fields, that are, a greater ability to quantify (evaluate) the impacts arising from high quality public transport infrastructures and services (e.g. transport terminals of high aesthetic and architectural standard, more services to travelers, on-board comfort, infomobility).

Among the estimations proposed in this thesis there were:

- (A.). Non-conventional attributes able to quantify the quality attributes and applied to a bus transport extra urban case study
- (B).non-conventional model specifications using latent variables applied to a rail transport urban case study

In the first part of research for the case study of bus public transport, a mobility survey was carried at national scale, considering the bus terminals in Milan, Rome, Naples, Avellino end Crotone. SP scenario were proposed to 1,100 respondents allowing to estimate a switching (change vs. not changes) model (with serial correlation in residuals) toward an high-quality terminal increasing the ticket price or reducing the bus frequency but could use of the high quality of the terminal.

Estimation results show that the hedonic value (at national scale) related to a high quality bus terminal is 2.5 €/trip (the 19% of the ticket price). This value increases for the cities in the Centre and North Italy, and decreases for the South ones (5.9 €/trip (31% of the ticket price and 136% greater than the average value of the panel) for Milan-Nord and 0.6 €/trip (16% of the ticket price and 76% less than the average value of the panel) for Avellino-South). A “travel experience effect” was also observed; the average hedonic value (of an high quality bus terminal) decrease to 2,1€/trip (-16%) if the user carry out a “long trip” (travel time greater than 2 hours and/or more than one transport mode used) under a medium-low quality. The opposite occurs for the “short trips” (hedonic value equal to 3.0 €/trip +20%). This means that if a passenger has to face a long journey under medium-low quality, he will assign a lower value to the high quality terminal, since he will benefit them for shorter time (lower willingness to pay in a travel experience context).

For the second model estimation (No-conventional modeling specifications using latent variables applied to urban rail quality), the case study was the metro system of Naples where there are several origin-destination pairs (e.g. historical center of Naples towards central station) that are served by two different lines competing each other in terms level of service attributes (e.g. travel time, waiting time, fare), but completely different in terms of aesthetic and quality of the stations. A mobility survey was carried in 2016, interviewing about 550 users in three different stations belonging to the investigated lines, asking to describe their travel details, socioeconomic characteristics and to respond to specific psychological tests (e.g. cognitive behavioural assessment) aimed to capture users' attitudes and perceptions. A Hybrid Choice Model was calibrated considering different latent variables in order to grasp aesthetic, comfort and safety attitudes. Estimation results showed that users who have a greater perception of art and comfort and safety attitude, were more likely to choose the metro-line with high architectural and aesthetic standards (with no differences for other attributes).

Indice

Introduction and resume of the research	5
1. Premessa e sintesi	22
2. Introduzione metodologica alla modellazione del comportamento degli utenti	41
2.1. Le teorie del comportamento cognitivo	42
2.2. La teoria dell'utilità aleatoria.....	47
2.3 Modelli di scelta discreta per la stima del comportamento degli utenti	49
2.3.1. Specificazione e Calibrazione del modello	54
2.3.2. I test di validazione dei modelli	56
2.4. Modelli a variabili latenti.....	58
2.4.1. L'approccio dei modelli di scelta Ibridi	62
2.4.2. La struttura del Modello Ibrido	64
2.4.3. La stima dei parametri del modello	66
3. La qualità del trasporto collettivo: uno stato dell'arte	68
3.1. Gli elementi infrastrutturali che influenzano la qualità percipita	69
3.2. Le esperienze di viaggio nelle scelte degli spostamenti	77
3.3. Attributi e metodi per l'analisi e la stima della qualità nel trasporto collettivo	79
4. Specificazioni modellistiche non convenzionali negli attributi di qualità: applicazione al trasporto collettivo su gomma	89
4.1. Il Caso studio	90
4.2. Le indagini di mobilità.....	103
4.2.1. La progettazione del questionario d'indagine	104

4.2.2. I risultati delle indagini	105
4.3. Analisi dei risultati e stima del “valore edonico” delle autostazioni ..	110
5. Specificazioni modellistiche non convenzionali per la stima della qualità tramite l'utilizzo di variabili latenti: applicazione al trasporto ferroviario metropolitano	116
5.1. Il caso studio	117
5.2. Le indagini di mobilità.....	123
5.2.1. La progettazione del questionario d'indagine.....	124
5.2.2. I risultati delle indagini	127
5.3. La percezione dell'arte, del comfort e l'attitudine della sicurezza nelle scelte di viaggio degli utenti	132
5.4. I campi di applicazione del modello proposto: l'esempio della riqualificazione di una stazione ferroviaria	140
Allegato 1: Il questionario d'indagine-autostazioni	143
Allegato 2: Il questionari d'indagine-servizio ferroviario.....	147
BIBLIOGRAFIA.....	151

Introduction and resume of the research

In industrialized countries, characteristic of public transport as reliability, regularity of services, aesthetics and comfort onboard terminals and in the stations, play an increasingly important role in the choices of individuals. These characteristics are part of the *quality of public transport*. In the scientific community there is an ongoing debate as to which is the best definition of quality, while it is widely recognized that this is intrinsically related to the perception that a customer has of a transport service (Berry et al, 1990; Gatta e Marcucci 2007; Cascetta and Carteni 2014a). The public transport's quality can be analyzed from two different perspectives:

- from the point of view of the service provider so the quality- is linked to the service level targets that the vendor plans to offer (expected quality) and the level of service that actually delivers (actual quality) (Cascetta and Carteni, 2014a)
- from the user's perspective by distinguishing between the perceived quality of the journey (Wen et al, 2005; oil et al, 2010; Cascetta and Carteni, 2014a) and desired quality of that service, which is the target of quality that the customer would wish for that transportation service (Eboli and Mazzulla 2008, Dell'olio et al, 2011a, Nkurunziza et al, 2012).

The quality of transport service perceived by the customer, depends on both from attributes directly measured and related to the trip (e.g. wait time, service reliability) and attributes that aren't directly measurable as transport infrastructure's aesthetic (intended as architecture/design of the terminal, chosen color for the walls, artwork displayed), comfort (benches, music, lighting), perception of safety and chance to do other activities during the trip (i.e. Wi-Fi, restaurant business or shopping in terminals of transport). Furthermore, everything else being equal, the perceived quality of a transport service is strongly influenced by the overall quality of the trip faced/to tackle (travel experience). This means that if you are facing a long trip maybe low quality on average (i.e. more modes of transport and travel times), the crossing of a particular artistic value and high comfort, may not stimulate feelings of wellbeing (perceived quality) in the traveler like the same station across from a commuter who, by contrast, is facing a shift of short duration. Indeed, in the case of your trip is short lived, the wait time at the station of particular value, represents a significant percentage compared to the total travel time.

Scientific evidence has shown that the architectural and aesthetic quality's effect of transport terminals, play a key role and non-negligible on the perception of the quality of the public transport's costumers and affect their travel choices (e.g. Cascetta et al, 2013; Cascetta and Carteni, 2014a, 2014b; Cantu et al, 2014; Carteni et al, 2014a, 2014b, 2014c; Henke, 2015). For example, Cascetta et al (2014) have shown that, for a particular origin/destination pair, where there are two rail services in perfect competition compared to service level attributes (time and cost of travel) and the only difference in the aesthetics of the stations, the breakdown of costumers between the two rail services is not homogeneous. In fact, if it hadn't existed a condition related to architecture and aesthetics, in the face of travel attributes measured almost identical between the two services, we would have expected an equal distribution of users between the two alternatives. Instead, through a campaign of investigation at the stations on two railway lines was observed that 80% of users on this specific origin-destination pair prefers to use the alternate with high aesthetic and architectural standards confirming the idea that the aesthetics of the stations has a significant effect on travel choices. In the same study it was also estimated that the economic value of the "quality of the train stations" for a commuter is approximately 43 euro cents per trip; in other words a commuter is willing to wait up to 6 more minutes, or walk up to 9 minutes more to reach a "nice" station.

Besides the aesthetic also has effects on the extent of the catchment area of a station and then on potential users of rail services. Carteni et al, (2014a) compared the catchment area of a station designed and built with artistic and architectural Standards (SES) with a station designed with "traditional" standard (TS), that is, without special attention to art and aesthetics. The results of the estimates showed a significant difference between the extension of the basin of influence of the two stations; in particular the extension of the catchment has a 99% of the area observed SES more extensive than that of ST. The average radius of the circle that is equivalent (in terms of area) of the area of influence of the SES is Station 750 m, 42% more than the ST (530 m). Comfort plays a significant role in the choices of costumers. For example, Carteni et al, 2017 high speed rail services, demonstrated that the value relative to hedonic board services is approximately 38 % of the quantifiable average ticket (worth 13 euro per trip). The intuition that most beautiful railway stations, more comfortable can be a competitive advantage for public transport services offered, has spread to many major cities in Europe and around the world. Notable examples are there in major

cities and were also ranked first by the British newspaper Telegraph and then by CNN, which have collected some proclaiming the line 1 of the Naples metro station Toledo as one of Europe's most beautiful station.

Even bus stations and stops (poles) of the service of road transport, in many world cities are designed with a particular prestige to the quality and aesthetics of the terminals (eg. Spaarne Hospital bus station, Hoofddorp-Netherlands; Slough bus station, Slough-United Kingdom; World Trade Center Transportation Hub, New York-United States; San Francisco-United States; Gujarat, Vadodara-India; Crotona, Coach Romano-Italy). In the railway sector, in parallel with the construction of transport terminals with artistic and architectural standards develops an architectural movement aiming at identifying, (Station Renaissances) through qualitative analyses, design elements of the construction and redevelopment of railway stations with high architectural standards.

In the scientific literature, public transport's quality has been widely analyzed (Table 1) with different valuation methods (which can be aggregated into three different categories: *(i)* qualitative methods, *(ii)* quantitative methods not behaviour *(iii)* behaviour quantitative methods) in order to identify and in some cases to estimate, what are the attributes and variables that determine the perceived quality of the service offered. Less attention, however, was devoted to the analysis of how the quality of transport can affect the users' travel choices (eg. Beirao and Cabral, 2007 and Rojo et al, 2012 in the context of modal choice; Hess and Polak, 2005 in the choice of the airport; Cascetta et al, 2014 and Cascetta and Carteni, 2014b in the choice of rail service). The public transport's perceived quality is influenced both by attributes related to the service level (e.g. reliability-punctuality and frequency are features that further contribute to the quality and overall customer satisfaction relative to the trip user are making) and comfort-related attributes (e.g. air temperature, benches, crowding) to the staff's friendliness, security and services offered (eg, shops and restaurants in the terminal or in the case of air transport food offered during the flight). Little attention has been devoted to the analysis of users' perceived quality compared to attributes related to the design, the terminal's architecture and the attention to the environment both in the construction of infrastructures and in the exercise (i.e. construction of terminal with recyclable material and use of vehicles with low environmental impact Table 1).

Table 1: State of art about the attribute methods to inspect the quality of public transport

Attribute/	Evaluation metod		
	Qualitative	Quantitative- No Behavioral	Quantitative Behavioral
Cost of ticket	Eboli, Mazzulla, 2011, 2012b; de Oña et al, 2012; de Oña, 2013; Freitas, 2013; Eboli et al, 2016	Hensher, Prioni, 2002; Joewono e Kubota, 2008	Hess, Polak, 2005; Eboli, Mazzulla, 2008; Espino et al, 2008; dell'Olio et al, 2010; Nkurunziza et al, 2012; Rojo et al, 2012
Reliability/ punctuality of the service	Beirao,Cabral,2007; Wachs,2007; Fellesson,Friman, 2008;Nathanail,2008 Tam et al, 2010; Chou et al,2011; de Oña et al, 2012; de Oña, 2013; Freitas, 2013; Eboli, Mazzulla 2011, 2012b; Eboli et al, 2016	Hensher e Prioni, 2002; Nathanail,2008; Joewono, Kubota, 2008; Iseki, Taylor, 2009,2010	Eboli e Mazzulla, 2008; Espino et al, 2008; Tyrinopoulos, Antoniou, 2008; Dell'Olio et al, 2010; Chou et al, 2011; Cirillo et al, 2011; Rojo et al, 2011, 2012; Bordagaray et al, 2014;
Distance of the terminal / pedestrian access time	Transportation Research Board2003 Eboli,Mazzulla 2011, 2012b;de Oña et al, 2012; de Oña, 2013;	Hensher e Prioni, 2002; Joewono, Kubota, 2008; Iseki, Taylor, 2009	Eboli e Mazzulla, 2008; Dell'Olio et al, 2010; Cirillo et al, 2011; Rojo et al, 2011, 2012;
wait time/ Frequency	Transportation Research Board2003; Beirao,Cabral,2007 Fellesson e Friman, 2008; de Oña et al, 2012; de Oña, 2013; Eboli e Mazzulla, 2011, 2012b;	Hensher, Prioni, 2002;	Hess, Polak, 2005; dell'Olio et al, 2011a; Eboli, Mazzulla, 2008; Tyrinopoulos, Antoniou 2008; Espino et al, 2008; Hensher et al, 2010; dell'Olio et al, 2010;Tam et al, 2010; Cirillo et al, 2011
Travel time	Transportation Research Board2003; de Oña et al, 2012; de Oña, 2013	Ieda et al, 2001; Hensher, Prioni, 2002;	Hess, Polak, 2005; Tam et al,2010; Dell'Olio et al, 2011b; Nkurunziza et al, 2012; Bordagaray et al, 2014

Attribute/	Evaluation method		
	Qualitative	Quantitative-No Behavioral	Quantitative Behavioral
Comfort	Beirao, Cabral, 2007; Wachs, 2007; Felleson e Friman, 2008; Nathanail, 2008; Chou et al, 2011; Chen e Chang; 2005; Eboli e Mazzulla, 2011, 2012b; Freitas, 2013; Eboli et al, 2016	Ieda et al, 2001; Hensher, Prioni, 2002; Joewono, Kubota, 2008; Nathanail, 2008	Espino et al, 2008; Dell'Olio et al, 2010, 2011a; Chou et al, 2011; Rojo et al, 2011, 2012; Eboli e Mazzulla, 2011, 2012b; Nkurunziza et al, 2012
Cleaning	Weinstein, 2000; Chen, Chang; 2005; Nathanail, 2008; Freitas, 2013; Eboli, Mazzulla, 2011, 2012b; Paquette et al, 2012; Eboli et al, 2016	Weinstein, 2000; Hensher, Prioni, 2002; Nathanail, 2008	Dell'Olio et al, 2011a; Eboli, Mazzulla, 2008; Tyrinopoulos, Antoniou, 2008; Dell'Olio et al, 2010; Eboli, Mazzulla, 2012b;
Safety	Nathanail, 2008; Wachs, 2007; Felleson, Friman, 2008; de Oña et al, 2012 de Oña, 2013; Weinstein, 2000; Chou et al, 2011; Freitas, 2013; Eboli, Mazzulla, 2011, 2012b; Eboli et al, 2016	Weinstein, 2000; Hensher, Prioni, 2002; Joewono, Kubota, 2008; Nathanail, 2008; Iseki, Taylor, 2009, 2010;	Hensher et al, 2010; Chou et al, 2011; Eboli e Mazzulla, 2012b
Travel info (es. timetable, delays)	Weinstein, 2000 Transportation Research Board 2003, Chen, Chang, 2005; Nathanail, 2008; Eboli, Mazzulla, 2011, 2012b; Paquette et al, 2012; Eboli et al, 2016	Weinstein, 2000; Joewono, Kubota, 2008; Nathanail, 2008; Iseki e Taylor, 2009	Eboli, Mazzulla, 2008; Dell'Olio et al, 2011b; Cirillo et al, 2011; Eboli, Mazzulla, 2012b; Bordagaray et al, 2014

Kindness of staff	Fellesson, Friman, 2008; Chen, Chang; 2005; Freitas, 2013; Eboli, Mazzulla, 2011, 2012b; Eboli et al, 2016	Hensher ,Prioni, 2002; Joewono, Kubota, 2008	Dell'Olio et al, 2010; Bordagaray et al, 2014; Tyrinopoulos, Antoniou, 2008; Eboli, Mazzulla, 2012b;
Service offered (es. shops, restaurants, bathrooms)	Weinstein, 2000, Transportation Research Board 2003, Chen, Chang; 2005; Wachs, 2007; Paquette et al 2012; Freitas, 2013	Weinstein, 2000; Iseki, Taylor, 2009; Freitas, 2013;	Dell'Olio et al, 2011b; Tyrinopoulos, Antoniou, 2008; Espino et al, 2008; Tam et al, 2010; Eboli, Mazzulla, 2012b.
Design ed architecture	Chou et al, 2011		Chou et al, 2011, Cascetta ,Carteni 2014b, Cascetta et al, 2014
Attention to the enviroments	Eboli, Mazzulla, 2011;2012b	Joewono, Kubota, 2008	

Starting from these considerations, the objective of this research was to evaluate the effects of quality in public transport (aesthetics, comfort, perception of security and travel experiences) in to users' choices. Specifically, original element of this research has been to propose methods and models (functional forms and/or specific attributes) unconventional, aimed at better reproduce the decision-making process, including through the specification of attributes, of attitude and perception not directly measurable (i.e. latent variables) and linked to the individual traveler (i.e. perception of art and comfort, attitude to safety). Innovative element of the estimated models is also related to their application fields, that are, a greater ability to quantify (evaluate) the impacts arising from public transport infrastructures and services of "quality" (i.e. transport terminals of particular aesthetic and architectural services to travelers, and on-board comfort, infomobility).

Between the calibrations modeling implemented in this thesis have been suggested:

- A. non-conventional modeling specifications (quality attributes) designs by applying reliable choice models dicerta (multinomial Logit model) to public transport by truck to urban scale (long distance);
- B. unconventional modeling specifications using latent variables applied to urban rail quality.

A. Unconventional multinomial Logit modeling Specifications (quality attributes): application to public transport by truck to long distance suburban scale

An analysis of international best practices of the main bus stations and bus stops and most beautiful in the world , it was found that the success' features used to enhance the value of hedonic bus terminal are : **architecture, service to travellers** (eg WiFi bar, shopping arcade, comfortable waiting rooms), **modal integration** (both physical and between modes of transport (bus terminal, railway station and car park long layover) and functional (bus and train schedules synchronized and mobility) and **environmental sustainability** (eg. Through the use of terminal building recycled or recyclable materials and energy saving both for lighting and for the conditioning of the rooms).

To evaluate how the quality of a Terminal users ' choices influence and how much someone is willing to "pay" for a terminal with special attention to aesthetics and innovative services to travelers (i.e. outlets, WiFi, info point, commercial gallery, waiting room) were planned and carried out a survey of mobility **at the main bus stations in some Italian cities**. The criteria used for selection of terminals to be considered in the analysis were those panels to consider both major cities and small towns; consider both the North, Central and southern Italy; analyze terminal with standard and high architectural quality; consider both intermodal road-rail nodes that simple mono-modal terminal. Were also interviewed the only users on suburban commutes.

The survey conducted in May 2016 at bus stations in Milan (Lampugnano), Rome (*Tibus*), Naples (*NapoliPark*), Avellino, Crotone (*F.lli Romano*) was performed with the CAWI (*Computer-Assisted Web Interviewing*), developing a mobile application (App) and arriving to interview **more than 1,100 travelers** overall. The questionnaire has allowed us to detect socio-economic information, information related to the trip (e.g. ticket, reason and trip frequency, modes of transport used), travel's perceived quality , preference for new services to our community and willingness to pay for these services. In particular, in the second part of the questionnaire, through surveys of type SP (*Stated Preferences*) it was possible to estimate a binomial Logit model with serial correlation-panel data of perception of the bus station (I perceive/I don't perceive) that allowed it to quantify the value of the quality of a shipping terminal bus.

Table 2: The results of estimating the model of perception of bus station

	Italy	Milan	Rome	Avellino	Naples	Crotone
Time [1/h] <i>(Robust T-TEST)</i>	-8.61 <i>(-12.74)</i>	-8.50 <i>(-8.49)</i>	-7.89 <i>(-5.62)</i>	-26.2 <i>(-6.98)</i>	-8.46 <i>(-4.06)</i>	-8.46 <i>(-4.06)</i>
Cost [1/€] <i>(Robust T-TEST)</i>	-0.56 <i>(-7.57)</i>	-0.43 <i>(-4.60)</i>	-0.61 <i>(-3.76)</i>	-5.54 <i>(-4.87)</i>	-0.65 <i>(-2.22)</i>	-0.65 <i>(-2.22)</i>
Costant Specifies Alternative <i>(Robust T-TEST)</i>	+1.41 <i>(+7.32)</i>	+2.50 <i>(+7.18)</i>	+1.60 <i>(+4.36)</i>	+3.60 <i>(+5.76)</i>	+1.36 <i>(+2.32)</i>	+1.36 <i>(+2.32)</i>
Sigma	+2.16 <i>(12.09)</i>	+1.77 <i>(+7.18)</i>	-1.20 <i>(-4.01)</i>	+2.13 <i>(+5.65)</i>	+1.71 <i>(+4.49)</i>	-0.72 <i>(-2.12)</i>
<i>rho-quadro-corretto</i>	+0.30	+0.27	+0.27	+0.56	+0.30	+0.30

The results of the estimates show that a **passenger would pay up to 2.5 €/day plus (19% of the average cost of a ticket) for a high-quality bus station** (aesthetics and services to travelers). More detailed analysis it was possible to estimate the monetary value of quality increases for occasional trips (€ 4.0/day, 23% of the ticket) and decreases in those high-frequency (€ 1.1/day, 21% of ticket) for which commuters notoriously are more careful about saving (less willing to pay for aesthetics and services to travelers). It has also been estimated the effect of the travel experience on the willingness to pay for quality terminal. The results of the estimates were allowed to quantify that for long trips (more than 2 hours) and/or using multiple modes of transport (eg. bus + train) the monetary value on the quality of the bus terminal only decreases by 15% (2.1 €/day; lower incidence of high quality bus terminal on the entire trip); the opposite was observed for users who make a trip that takes less than 2 hours and/or uses a single mode (+21% and equal to 3.0 €/journey).

This result, very importantly, leads to the conclusion that **sustainable mobility policies that road-rail modal integration could increase the total value** (perceived quality) **of the whole trip resulting in direct benefits for all users of the system and all operators modal** (more passengers both for road and rail and higher quality for offering service).

It's interesting to note that the monetary value of the bus terminal quality is different for each city of the panel and, in particular, greater for those in the north and less for those in the south (eg. 5.9 € for Milan, 2.1€ Naples) (Figure 1),

perfectly in line with the observed differences in the living cost according to those reported by ISTAT.

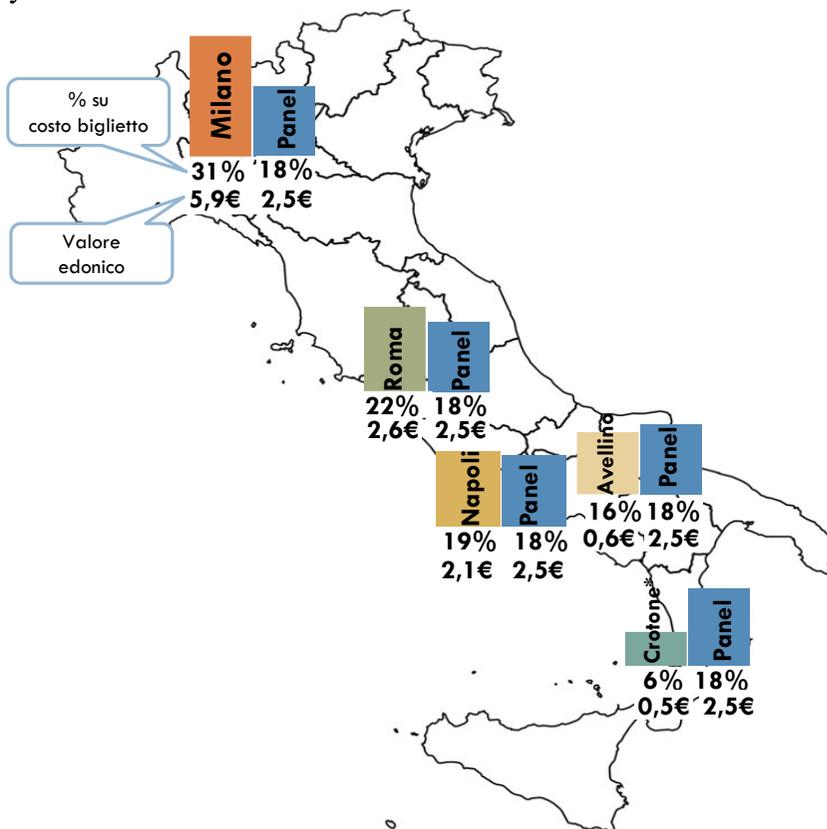


Figure 1: Some results of calibrations: the territorial distribution of the hedonic value (monetary) for a bus terminal of high quality

The monetary value of quality for every single city of the panel was therefore not possible to quantify the annual mean willingness to pay for a high-quality bus terminal (aesthetics and services to travelers). For example, the Rome terminal (*Tibus*), compared to over 7 million passengers per year, the willingness to pay more than £ 18 million total would be/year. Also, considering that the average passenger would be willing to spend € 5 per trip to purchase products or services in the terminal (result obtained from surveys), the direct commercial induced terminal Rome (*Tibus*), resulting from its redevelopment, would correspond to 18-24 million €/year (useful for an eventual financial analysis resulting from this type of investment). Similarly for the terminal of Crotona (Romano) compared with more than 900 thousand passengers per year who make suburban shifts there

would be a willingness to pay off about 0.5 million €/year to have more additional services to our community (in addition to the already high architectural quality of terminal and services that already exist).

In conclusion, this research' first part has allowed us to quantify as, a high-quality bus terminal, could produce both greater qualities offered to travelers (greater availability to pay), but also an induced cheap for the Territories concerned (jobs and greater profits for the operators).

B. Non-conventional modeling specifications using latent variables are applied to quality urban rail

In this phase, in order to better assess the influence of the quality of public transport on decision making, unconventional design specifications have been proposed which take into account explicitly of attributes for the aptitude¹ and/or perception² not directly measurable (i.e. latent variables) and linked to the single traveler. The idea, in fact, is what the attitudes and perceptions of individual transport's users can affect the travel choices. For example, a user more "*sensible*" art and culture in general, probably will be more inclined to choose a quality public transport.

Case study on which the models were calibrated is the metropolitan railway system of the city of Naples. In particular, within the metropolitan transport network is currently using a particular source-target relationship (Naples historical centre – center station in Piazza Garibaldi) on which there are two metro in perfect competition compared to service level attributes (travel time and cost of the ticket) with the only difference being its own quality of transport terminals. In fact, if the stations of line 2 (Montesanto and Garibaldi) are designed and crafted with architectural standards as "traditional", without particular attention to aesthetics and comfort, the stations of line 1 (Dante, Toledo and Garibaldi), by

¹ The attitude reflects the "as you are", which is the attitude, values, tastes and abilities of the individual (Walker and Ben-Akiva, 2002). The attitude is therefore an individual's greatness that forms over time as a result of experience (e.g. study followed, so friends, professional work, and hobbies).

² Perceptions can be defined as the process by which an individual experiences the surrounding environment (Lindsay and Norman, 1972) and depend on both the characteristics of the person (the "How are you", or what attitudes do you own), that the characteristics related to the external environment that surrounds you (the "How are you" or how you put yourself to be influenced by external factors). With regard to transport, perceptions are therefore an estimate/measure of value that a passenger Associates attribute levels of modal alternatives (Pickens, 2005; Bolduc and Alvarez-Daziano, 2008)

contrast, were designed by internationally renowned architects (es. Oscar Tusquets Blanca, Gae Aulenti, Alessandro Mendini) and enriched with works of art of great value (eg. by William Kentridge, Oliviero Toscani, Michelangelo Pistoletto).

Starting from the exceptional nature of this case study, a search was conducted to identify the attributes and the functional forms that best were able to reproduce the effects of aesthetics, comfort and feel safe on choices (in the process). In particular, through the application of hybrid models and then using latent variables it was possible:

- identify what and how the latent variables affect this type of mobility choice;
- quantify and compare the weight of attributes (significant results) related to perceived quality (aesthetic, safety quality and perception) with those "traditional" service level (time and travel costs) and socio-economic (e.g. gender, income);
- evaluate the potential applications of this type of unconventional models in terms of estimating the impacts of transport policies to upgrade / change the quality of public transport services.

Crucial part of the study was to design a survey questionnaire that would further the goals of this phase of the research. This was done through the provision of **direct and indirect questions** aimed at investigating the attitude and perception of aesthetics, comfort and safety of the individual passenger public transport. For the design of the questionnaire of investigations, we started from questions in a consolidated test of psychology's theory , such as the test CBA (*Cognitive Behavioral Assessment*) and one based on "*personality traits*" of Hurka (2012) that allows you to profile (defining some sort of identikit) users with reference to his "*sensitivity to beauty*".

The survey questionnaire was then subjected at the historic centre of Naples metro stations (line 1 Dante and Toledo Station and line 2 Montesanto Station), a random sample of surveyed passengers while they were waiting for a train to Stazione Garibaldi (Central station). To prevent the location of stations of origin, could influence user choices on which rail service use (avoids the *bias* arising from the dominance of a station (es. much closer) relative to the origin of the move), were interviewed the only users who went on foot the choose stations and came (their origin declared) from buildings that fall in the catchment areas of

influence line stations³ competing (station line 1 vs station line 2). This made it possible to consider the users who actually had the two rail services in perfect competition, that is, two alternative pedestrian access than indifferent.

A total of 526 travelers who were interviewed were complying with the working hypothesis (direct users to Garibaldi and belonging to the intersection of two rail services pedestrian basins).

In the first phase of the thesis research, it was calibrated the choice of rail service models (line 1 vs. line 2) type Binomial Logit, considering only attributes "conventional" such as service and socio-economic level (models MNL_0 and MNL_1 in Table3. To better assess the performance of unconventional models proposed in the first phase of this part, were also

The next step was to particularize the Logit Binomial models by introducing attributes of "attitude to quality." This was done by introducing three different 1/0 binary variables (dummies) systematic utility of the alternative line 1 (the one with high quality standards) taking the value 1 for those travelers who said they were "careful" when choosing the means of transport to be used, respectively, to the comfort station, aesthetics and security (MNL_2 model in Table 3). This essentially allowed it to particularize the perceived usefulness associated with the line 1 for the different user classes (those careful / careful not to comfort, aesthetics and safety).

Subsequently, in order to better shape (through specific behavioral attributes) traveler attitudes and perceptions that influence travel decisions, it implemented a hybrid model (in recent years, several researchers have helped to define the most appropriate methodology among these include: Ben-Akiva et al, 1999; Walker, 2001; McFadden, 2001; Ben-Akiva et al, 2002a; Walker and Ben-Akiva, 2002; Raveau et al, 2010;. Correia et al, 2010; Bolduc and Alvarez-Daziano, 2010), which is composed of one part of discrete choice Model MNL and part of latent variables model (LVM). In the model LVM latent attributes were estimated through a Multiple Indicator model MIMIC (Multiple causes; Bollen, 1989) itself composed of two equations: a Structural Equation, which measures the relationship between latent variables and variables directly observable (such as socio-economic characteristics of a population and/or service features) and a Mesurament Equation that measures the relationship between psychometric indicators and attitudes/perceptions. Specifically, we tested different

³ the pedestrian influences of the stations was estimated by investigation and found to be equal to the area not more than 1 km walk (to minimum path) from the corresponding station

specifications with different latent attitude and perception variables believed they could influence the choice of line 1 (quality standards).

Table 3: The results of estimating: Specification and Calibration of choice model of railway services (Binomial Logit)

	Model MNL_0		Model MNL_1		Model BEST MNL_2	
Attributes	Line 1	Line 2	Line 1	Line 2	Line 1	Line 2
Time	X	X	X	X	X	X
Cost	X	X	X	X	X	X
Number of cars/ number household members. (Proxy income)			X		X	
“Careful” comfort in station					X	
“Careful” aesthetics					X	
“Careful” security					X	
Costant Specifies Alternative (CSA)		X		X		X
	Model 0 MNL_0		Model MNL_1		Model BEST MNL_2	
Time [1/minutes] <i>(Robust T-TEST)</i>	-0.24 <i>(-10.69)</i>		-0.24 <i>(-10.72)</i>		-0.23 <i>(-10.01)</i>	
Cost [1/€] <i>(Robust T-TEST)</i>	-1.00 <i>(-2.62)</i>		-1.25 <i>(-3.08)</i>		-1.37 <i>(-3.25)</i>	
Proxy income <i>(Robust T-TEST)</i>			+1.54 <i>(+2.99)</i>		+1.65 <i>(+2.99)</i>	
“Careful” Comfort in station <i>(Robust T-TEST)</i>					+0.41 <i>(+1.24)</i>	
“Careful” aesthetics <i>(Robust T-TEST)</i>					+1.06 <i>(+3.96)</i>	
“Careful” security <i>(Robust T-TEST)</i>					+1.47 <i>(+2.36)</i>	
CSA <i>(Robust T-TEST)</i>	-1.71 <i>(-1.51)</i>		-1.17 <i>(-5.54)</i>		+1.39 <i>(+1.98)</i>	
<i>rho-2-correct</i>	+0.29		+0.31		+0.35	

At best (compared to validation tests) obtained specification, it was found that the latent variables: comfort's perception, art's perception and attitude to safety, are the attributes that proportionally affect the utility to choose the Line 1 (as is high their greatest value is the usefulness of choosing this alternative).

For the estimation of the parameters is a simultaneous approach was used (Everitt, 1984; Bollen, 2005; Bolduc et al, 2008; Raveau et al, 2010), that is, estimating the same time the part MNL and the LVM. Some of the main results of the model estimates are presented in Table 4. From the LVM model estimates proving significant latent different attributes:

- **perception of the comforts**⁴: found a direct function of the individual's income and the long pedestrian access to the station (previous time) . A richer user has, on average, a greater aptitude for comfort. In addition, income item, a user who took a long time (pedestrian) to reach the chosen station, descent has a greater perception of comfort in station (in other words, if you have walked so far, will be looking forward to arriving at the station and find a comfortable place to remarry waiting for the train).
- **perception of art**⁵ : it is higher for women, the employed, those with a high income and for those who must take a short trip (travel experience). This means that if a Traveler woman, busy and well-off will probably have more stimuli in life (the "things you are") that make it more "sensible and careful" art and aesthetics. In addition, with the same all the rest, if a specific travel is long and tiring (eg. More modes of transport and long times on board), that same traveler will be less sensitive to aesthetics because probably "distracted and disturbed" by the fatigue of the journey that awaits him or who has partly completed (the "how are you").
- **attitude to safety**⁶: is the personal safety is greater for women (usually more attentive to their safety) and for the age groups both younger and older. Specifically, from the analysis of the sample it showed a pseudo-

⁴ To measure the perception of comfort has been brought to you a direct question such as: "What is important to you in choosing public transport service comfort of environments within the station (es. benches, music, lighting): not at all, little, pretty much

⁵ To measure the perception of art were presented the user with three overhead questions: (i) "she likes to watch plays (eg. Ballet, opera, classical concerts)?" -not at all, little, pretty much (ii) "happen to experience strong emotions while listening to music?" -not at all rare, often, always (iii) "interest in observing the details of the architectural works?" -not at all, little, pretty much.

⁶ To measure aptitude for safety were subjected to the user two overhead questions: (i) "do you personally feel uncomfortable when in dark environments?" -not at all rare, often, always (ii) "when she walks she happens to look around?" -not at all rare, often, always

parabolic trend of safety with respect to age. It was observed responses of greater attention to safety for the very young, followed by decreasing values with increasing age and up to a minimum value (corresponding to about 35 years of age), and then start to increase with advancing years. This phenomenon was modeled by introducing the structural part of the model LVM a parabolic attributes age.

Table 4: the results of the estimates: Calibration of hybrid models

	Parameter	“Hybrid” Model
LOS	Time <i>(Robust t-test)</i>	-0.24 <i>(-10.58)</i>
	Cost <i>(Robust t-test)</i>	-1.39 <i>(-3.33)</i>
Perception Comfort	Pedestrian egress time at station <i>(Robust t-test)</i>	+3.72 <i>(+1.33)</i>
	Income Proxy <i>(Robust t-test)</i>	
Perception Art	Busy <i>(Robust t-test)</i>	+2.09 <i>(+1.08)</i>
	Travel Experience <i>(Robust t-test)</i>	
	Woman <i>(Robust t-test)</i>	
Attitude Safety	Fun. Age <i>(Robust t-test)</i>	+0.40 <i>(+1.91)</i>
	CSA <i>(Robust t-test)</i>	+6.00 <i>(+1.79)</i>
	Rho 2 correct	+0.49

From the results of the calibrations it was possible to compare the best MNL with the Model calibrated Hybrid (Table 6). The comparison showed that:

- the Hybrid model is **better** than 42% compared to MNL_2 model in reproducing the choices observed with reference to the rho2 correct;
- the Hybrid model is **better** than 46% compared to MNL_2 model in reproducing the choices observed with reference to the MSE;

- the hybrid model is **worse** than 11% from the MNL_2 model in reproducing the choices observed with reference to the percentage of preferences observed in the data set that the model is able to reproduce returning a greater chance of selection than or equal to 0.85 (% clearly right; Cantarella and de Luca, 2005);
- the hybrid model is **better** than 37% compared to MNL_2 model compared to the chance of playing in a totally wrong choices observed in the dataset returning a greater chance of selection than or equal to 0.85 (% clearly wrong, Cantarella and De Luca, 2005)

Table 5: The results of the model structure latent

STRUCTURAL MODEL	
(VARIABLE COMFORT PERCEPTION)	
β_{MEAN} (<i>intercetta</i>)	+1.09 (+10.79)
Income Proxy (0,1)	+0.28 (+2.00)
Previous Pedestrian time (<i>min</i>)	+0.01 (+1.42)
(VARIABLE ART PERCEPTION)	
β_{MEAN1} (<i>intercetta</i>)	+0.96 (+14.11)
Income 1 Proxy (0,1)	+0.25 (+2.27)
Busy (0/1)	+0.135 (+3.34)
Female (0/1)	+0.11 (+1.89)
Travel Experiences (0/1)	+0.0332 (+0.82)
(VARIABLE SAFETY ATTITUDE)	
β_{MEAN2} (<i>intercetta</i>)	+0.119 (+3.24)
Funz. Age (<i>num</i>)	+0.25 (+18.98)
Female1 (0/1)	+0.15 (+5.61)

Although the hybrid model is better on almost all validation indicators estimated, the point on which it appears that this specification modeling is more powerful, with respect to a MNL tradition, is in its ability to reproduce the

decision-making process (ie the attributes that influence it) related to travel behavior in public transport. In fact, on this aspect, the Model Hybrid, introducing latent variables of perceptions and user attitudes (in turn explained by transport terms and socio-economic attributes), is a more "skillful" to evaluate the impact of both infrastructure and / or public transport services 'quality' (eg. new transport terminals of particular aesthetic and architectural value), both socio-economic changes in a region (e.g. variations in wealth, employment, age of a population indirectly, for when estimated, affecting the "sensitivity" of a population to high-quality transport services).

Table 6: Synthetic indicators to compare the best Hybrid with the best MLN

	%clearly right	%unclear	%clearly wrong	rho-quadro-correct	MSE
MNL 2	48%	46%	6%	0.346	0.20
Hybrid	43%	54%	4%	0.49	0.29
Δ (Hybrid-MNL)	-11%	8%	-37%	42%	46%

To better understand the potential applications of the hybrid model estimated, in the latter part of the search was made an application to evaluate operational financial convenience (e.g. business plan business) resulting from the redevelopment of stations of line 2. To do this, starting by ISTAT figures of the last decade, it is estimated the temporal trend of socio-economic characteristics of the population of the city of Naples (e.g. gender breakdown, income, age, occupation) which, as mentioned, latent attributes influencing attitude and perception.

Starting from this, assuming invariant attributes (the variations between the two rail services) level of service (travel time and costs), it applied the estimated model year by year (for a 30-year analysis period). Was estimated that average daily demand from line 2 once redeveloped would increase of 136% (more tickets sold to the operator Trenitalia), compared with a 47% reduction in demand on the line 1. That result from a purely financial point of view (competition between players of Public Transport) would produce a financial surplus (discounted) from ticket sales of 53 million euros that could be partly used to cover retraining costs leaving a profit for the company. By contrast, in the view of a public transport policy operators of redevelopment of line 2 might be aimed at rebalancing the flow of questions and actually increasing the capacity of the rail network without having to add new trains for operation.

1. Premessa e sintesi

Nei paesi industrializzati, caratteristiche del trasporto collettivo come affidabilità, regolarità dei servizi, estetica dei terminali e comfort a bordo e nelle stazioni, rivestono un ruolo sempre più importante nelle scelte degli individui e ricadono in quella che comunemente nel mondo scientifico è nota come *qualità del trasporto collettivo*. Nella comunità scientifica è in atto un dibattito riguardo a quale sia la migliore definizione di qualità, mentre è ampiamente riconosciuto che questa è intrinsecamente correlata alla percezione che un utente ha di un servizio di trasporto (Berry et al, 1990; Gatta e Marcucci, 2007; Cascetta e Carteni, 2014a). La qualità del trasporto collettivo può essere analizzata da due differenti punti di vista:

- dal punto di vista del fornitore del servizio per cui la qualità è legata al target del livello di servizio che il fornitore prevede di offrire (*qualità prevista o qualità progettata*) e al livello di servizio che effettivamente offre (*qualità effettiva o qualità erogata*) (Cascetta e Carteni, 2014a)
- dal punto di vista dell'utente distinguendo tra *qualità percepita* del viaggio (Wen et al, 2005; dell'Olio et al, 2010; Cascetta e Carteni, 2014a) e *qualità desiderata* per quel servizio, ovvero il target di qualità che l'utente desidererebbe per quel servizio di trasporto (Eboli e Mazzulla, 2008; dell'Olio et al, 2011a; Nkurunziza et al, 2012).

La qualità di un servizio di trasporto percepita dall'utente dipende sia da attributi direttamente misurabili e legati alle caratteristiche del viaggio (es. tempo di attesa, affidabilità del servizio), sia da attributi non direttamente misurabili come **estetica** delle infrastrutture di trasporto (inteso come architettura/design del terminal, colore scelto per le pareti, opere d'arte esposte), **comfort** (panchine, musica, illuminazione), **percezione di sicurezza e possibilità di fare altre attività** durante il viaggio (es. connessione wi-fi, attività di ristorazione o di shopping nei terminal di trasporto). Inoltre, a parità di tutto il resto, la qualità percepita di un servizio di trasporto è fortemente influenzata anche dalla qualità complessiva del viaggio affrontato/da affrontare (**esperienze di viaggio o travel experience**). Ciò significa che se si sta affrontando un lungo viaggio magari mediamente di bassa qualità (es. più modi di trasporto e tempi di viaggio elevati), l'attraversamento di una stazione di particolare pregio artistico e di elevato comfort potrebbe non stimolare sensazioni di benessere (*qualità percepita*) nel viaggiatore al pari della stessa stazione attraversata da un pendolare che, per

contro, sta affrontando uno spostamento di breve durata. Infatti, nel caso in cui il viaggio è di breve durata, il tempo di attesa in stazione di particolare pregio, rappresenta una percentuale rilevante rispetto al tempo di viaggio complessivo.

Evidenze scientifiche hanno mostrato che gli effetti della **qualità estetica e architettonica dei terminali di trasporto** rivestono un ruolo centrale e non trascurabile sulla percezione della qualità da parte degli utenti del trasporto collettivo ed influenzano le loro scelte di viaggio (es. Cascetta et al, 2013; Cascetta e Carteni, 2014a, 2014b; Cascetta et al, 2014; Carteni et al, 2014a, 2014b, 2014c; Henke, 2015).

Ad esempio, Cascetta et al (2014) hanno dimostrato che, per una particolare coppia-origine destinazione, dove coesistono due servizi ferroviari in perfetta competizione rispetto agli attributi del livello di servizio (tempi e costi di viaggio) e con l'unica differenza nell'estetica delle stazioni, la ripartizione degli utenti tra i due servizi ferroviari non risulta omogenea. Infatti, qualora non fosse esistito un condizionamento legato all'architettura e all'estetica, a fronte di attributi di viaggio misurati pressoché uguali tra i due servizi, ci sarebbe stato da attendersi una uguale distribuzione dell'utenza tra le due alternative di percorso. Invece, attraverso una campagna di indagine presso le stazioni delle due linee ferroviarie è stato osservato che 80% degli utenti su questa specifica coppia origine-destinazione preferisce utilizzare l'alternativa con alti standard estetici ed architettonici confermando l'idea che l'estetica delle stazioni ha un effetto non trascurabile sulle scelte di viaggio. Nello stesso studio è stato, inoltre, stimato che il valore economico della "qualità delle stazioni ferroviarie" per un pendolare è pari a circa 43 centesimi di euro per viaggio; in altri termini, un pendolare è disposto ad aspettare fino a 6 minuti in più, o a camminare sino a 9 minuti in più per raggiungere una stazione "bella".

Inoltre l'estetica ha effetti anche sull'estensione del bacino d'utenza di una stazione e quindi sui potenziali utenti del servizio ferroviario. Carteni et al. (2014a) hanno confrontato il bacino di utenza di una Stazione progettata e realizzata con Elevati Standard artistici e architettonici (SES) con una Stazione progettata con standard "Tradizionali" (ST), ovvero senza particolare attenzione all'arte e all'estetica. I risultati delle stime hanno mostrato una differenza significativa tra l'estensione del bacino d'influenza delle due Stazioni; in particolare l'estensione del bacino osservato della SES ha un'area il 99% più estesa di quella della ST. Il raggio medio del cerchio equivalente (in termini di

area) all'area d'influenza della Stazione SES è pari a 750 m, 42% maggiore rispetto a quello della ST (pari a 530 metri).

Anche il comfort riveste un ruolo rilevante nelle scelte degli utenti. Ad esempio, Carteni et al. (2017), nel caso dei servizi ferroviari ad Alta Velocità, hanno dimostrato che il valore edonico relativo ai soli servizi di bordo è quantificabile pari a circa il 38% del costo medio di un biglietto (pari a 13 euro a viaggio).

L'intuizione che stazioni ferroviarie più belle e più confortevoli possano essere un vantaggio competitivo per i servizi di trasporto collettivo offerti è diffusa in molte delle principali città europee e mondiali. Di esempi illustri ce ne sono nelle principali città e sono stati anche classificati prima dal quotidiano Inglese *Telegraph* e poi dalla *CNN*, che ne hanno raccolte alcune proclamando la stazione *Toledo* della Linea 1 della metropolitana di Napoli come una della stazione più belle d'Europa.

Anche le autostazioni e le fermate (paline) del servizio di trasporto su gomma, in molte città mondiali, sono state progettate dando particolare lustro alla qualità e all'estetica dei terminali (es. Spaarne Hospital bus station, Hoofddorp – Olanda; Slough bus station, Slough – United Kingdom; World Trade Center Transportation Hub, New York - United States; San Francisco - United States; Gujarat, Vadodara – India; Crotone, Autolinee Romano - Italia).

Nell'ambito ferroviario, parallelamente alla realizzazione di terminali di trasporto con elevati standard artistici e architettonici si sviluppa un movimento architettonico (*Station Renaissances*) volto ad individuare, attraverso **analisi qualitative**, gli elementi progettuali volti alla costruzione ed alla riqualificazione delle stazioni ferroviarie con standard architettonici elevati.

Nella letteratura scientifica la qualità del trasporto pubblico è stata largamente analizzata (Tabella 1) con differenti metodi di valutazione (che è possibile aggregare in tre differenti categorie: (i) metodi qualitativi, (ii) metodi quantitativi non comportamentali, (iii) metodi quantitativi comportamentali) al fine di individuare, ed in alcuni casi stimare, quali sono gli attributi e le variabili che determinano la qualità percepita del servizio offerto. Minore attenzione, invece, è stata dedicata all'analisi di come la qualità del trasporto possa influenzare le scelte di viaggio degli utenti (es. Beirao e Cabral, 2007 e Rojo et al, 2012 nel contesto di scelta modale; Hess e Polak, 2005 nella scelta dell'aeroporto; Cascetta et al, 2014 e Cascetta e Carteni, 2014b nella scelta del servizio ferroviario).

Tabella 1: Stato dell'arte sugli attributi metodi per l'analisi/stima della qualità del trasporto collettivo

Attributo	Metodi di valutazione per l'analisi/stima della qualità		
	Qualitativo	Quantitativo-Non Comportamentale	Quantitativo Comportamentale
Costo del biglietto	Eboli, Mazzulla, 2011, 2012b; de Oña et al, 2012; de Oña, 2013; Freitas, 2013; Eboli et al, 2016	Hensher, Prioni, 2002; Joewono e Kubota, 2008	Hess, Polak, 2005; Eboli, Mazzulla, 2008; Espino et al, 2008; dell'Olio et al, 2010; Nkurunziza et al, 2012; Rojo et al, 2012
Affidabilità / puntualità del servizio	Beirao,Cabral,2007; Wachs,2007; Fellesson,Friman, 2008;Nathanail,2008 Tam et al, 2010; Chou et al,2011; de Oña et al, 2012; de Oña, 2013; Freitas, 2013; Eboli, Mazzulla 2011, 2012b; Eboli et al, 2016	Hensher e Prioni, 2002; Nathanail,2008; Joewono, Kubota, 2008; Iseki, Taylor, 2009,2010	Eboli e Mazzulla, 2008; Espino et al, 2008; Tyrinopoulos, Antoniou, 2008; Dell'Olio et al, 2010; Chou et al, 2011; Cirillo et al, 2011; Rojo et al, 2011, 2012; Bordagaray et al, 2014;
Distanza del terminal/ tempo di accesso pedonale	Transportation Research Board2003 Eboli,Mazzulla 2011, 2012b;de Oña et al, 2012; de Oña, 2013;	Hensher e Prioni, 2002; Joewono, Kubota, 2008; Iseki, Taylor, 2009	Eboli e Mazzulla, 2008; Dell'Olio et al, 2010; Cirillo et al, 2011; Rojo et al, 2011, 2012;
Tempo di attesa/ Frequenza	Transportation Research Board2003; Beirao,Cabral,2007 Fellesson e Friman, 2008; de Oña et al, 2012; de Oña, 2013; Eboli e Mazzulla, 2011, 2012b;	Hensher, Prioni, 2002;	Hess, Polak, 2005; dell'Olio et al, 2011a; Eboli, Mazzulla, 2008; Tyrinopoulos, Antoniou 2008; Espino et al, 2008; Hensher et al, 2010; dell'Olio et al, 2010;Tam et al, 2010; Cirillo et al, 2011
Tempo di viaggio	Transportation Research Board2003; de Oña et al, 2012; de Oña, 2013	Ieda et al, 2001; Hensher, Prioni, 2002;	Hess, Polak, 2005; Tam et al,2010; Dell'Olio et al, 2011b; Nkurunziza et al, 2012; Bordagaray et al, 2014

Metodi di valutazione per l'analisi/stima della qualità			
Attributo	Qualitativo	Quantitativo-Non Comportamentale	Quantitativo Comportamentale
Comfort	Beirao, Cabral, 2007; Wachs, 2007; Felleson e Friman, 2008; Nathanail, 2008; Chou et al, 2011; Chen e Chang; 2005; Eboli e Mazzulla, 2011, 2012b; Freitas, 2013; Eboli et al, 2016	Ieda et al, 2001; Hensher, Prioni, 2002; Joewono, Kubota, 2008; Nathanail, 2008	Espino et al, 2008; Dell'Olio et al, 2010, 2011a; Chou et al, 2011; Rojo et al, 2011, 2012; Eboli e Mazzulla, 2011, 2012b; Nkurunziza et al, 2012
Pulizia	Weinstein, 2000; Chen, Chang; 2005; Nathanail, 2008; Freitas, 2013; Eboli, Mazzulla, 2011, 2012b; Paquette et al, 2012; Eboli et al, 2016	Weinstein, 2000; Hensher, Prioni, 2002; Nathanail, 2008	Dell'Olio et al, 2011a; Eboli, Mazzulla, 2008; Tyrinopoulos, Antoniou, 2008; Dell'Olio et al, 2010; Eboli, Mazzulla, 2012b;
Sicurezza	Nathanail, 2008; Wachs, 2007; Felleson, Friman, 2008; de Oña et al, 2012; de Oña, 2013; Weinstein, 2000; Chou et al, 2011; Freitas, 2013; Eboli, Mazzulla, 2011, 2012b; Eboli et al, 2016	Weinstein, 2000; Hensher, Prioni, 2002; Joewono, Kubota, 2008; Nathanail, 2008; Iseki, Taylor, 2009, 2010;	Hensher et al, 2010; Chou et al, 2011; Eboli e Mazzulla, 2012b
Informazioni di viaggio (es. orario, ritardi)	Weinstein, 2000 Transportation Research Board 2003, Chen, Chang, 2005; Nathanail, 2008; Eboli, Mazzulla, 2011, 2012b; Paquette et al, 2012; Eboli et al, 2016	Weinstein, 2000; Joewono, Kubota, 2008; Nathanail, 2008; Iseki e Taylor, 2009	Eboli, Mazzulla, 2008; Dell'Olio et al, 2011b; Cirillo et al, 2011; Eboli, Mazzulla, 2012b; Bordagaray et al, 2014
Gentilezza del personale	Felleson, Friman, 2008; Chen, Chang; 2005; Freitas, 2013; Eboli, Mazzulla, 2011, 2012b; Eboli et al, 2016	Hensher, Prioni, 2002; Joewono, Kubota, 2008	Dell'Olio et al, 2010; Bordagaray et al, 2014; Tyrinopoulos, Antoniou, 2008; Eboli, Mazzulla, 2012b;

Servizi offerti (es. negozi, ristoranti, bagni)	Weinstein, 2000, Transportation Research Board 2003, Chen, Chang; 2005; Wachs, 2007; Paquette et al 2012; Freitas, 2013	Weinstein, 2000; Iseki, Taylor, 2009; Freitas, 2013;	Dell'Olio et al, 2011b; Tyrinopoulos, Antoniou, 2008; Espino et al, 2008; Tam et al, 2010; Eboli, Mazzulla, 2012b.
Design ed architettura	Chou et al, 2011		Chou et al, 2011, Cascetta, Carteni 2014b, Cascetta et al, 2014
Attenzione per l'ambiente	Eboli, Mazzulla, 2011; 2012b	Joewono, Kubota, 2008	

La qualità percepita del trasporto collettivo è influenzata sia da attributi legati al livello di servizio (es. affidabilità-puntualità e frequenza sono le caratteristiche che maggiormente contribuiscono alla qualità e la soddisfazione complessiva del cliente rispetto al viaggio che si sta compiendo) sia da attributi legati al comfort (es. temperatura dell'aria, panchine, affollamento) alla cordialità del personale, alla sicurezza e ai servizi offerti (es. negozi e ristoranti nei terminal o nel caso del trasporto aereo cibo offerto durante il volo). Poca attenzione è stata invece dedicata all'analisi della qualità percepita degli utenti rispetto ad attributi relativi al design, all'architettura del terminal e all'attenzione per l'ambiente sia nella costruzione delle infrastrutture che nel esercizio (es. costruzione dei terminal con materiale riciclabile e utilizzo di veicoli a basso impatto ambientale Tabella 1).

A partire da queste considerazioni, la finalità del presente elaborato di tesi è di **valutare gli effetti della qualità nel trasporto collettivo** (intesa come estetica, comfort, percezione di sicurezza ed esperienze di viaggio) **sulle scelte di spostamento**. Nello specifico, elemento originale di tale ricerca è proporre **metodi e modelli** (forme funzionali e/o attributi specifici) **non convenzionali, finalizzati a meglio riprodurre il processo decisionale, anche tramite la specificazione di attributi, di attitudine e percezione non direttamente misurabili (es. variabili latenti) e legati al singolo viaggiatore** (es. percezione dell'arte e del comfort, attitudine alla sicurezza).

Elemento **innovativo** dei modelli stimati è anche **legato ai loro campi di applicazione, ovvero una maggiore capacità di quantificare (valutare) gli impatti derivanti da infrastrutture e/o servizi di trasporto collettivo di**

“qualità” (es. terminali di trasporto di particolare pregio estetico ed architettonico, servizi ai viaggiatori, comfort a bordo, infomobilità).

Tra le calibrazioni modellistiche implementate nel presente elaborato di tesi sono state proposte:

- A. specificazioni modellistiche non convenzionali (negli attributi di qualità) tramite l'applicazione di modelli di scelta discreta (Logit Multinomiale – MNL) al trasporto collettivo su gomma alla scala extraurbana (di lunga percorrenza);
- B. specificazioni modellistiche non convenzionali per la stima della qualità tramite l'utilizzo di variabili latenti: applicazione al trasporto ferroviario metropolitano

A. Specificazioni modellistiche Logit Multinomiale non convenzionali (negli attributi di qualità): applicazione al trasporto collettivo su gomma alla scala extraurbana di lunga percorrenza

Da un'analisi delle best practices internazionali delle principali e più belle autostazioni e fermate di autobus al mondo, è stato riscontrato che le caratteristiche di successo adoperate per accrescere il valore edonico dei terminal bus risultano: **architettura, servizi ai viaggiatori** (es. bar Wi-Fi, galleria commerciale, sale d'attesa confortevoli), **integrazione modale** sia fisica tra i modi di trasporti (terminal bus, stazione ferroviarie e parcheggio auto lunga sosta) che funzionale (orari bus e treno sincronizzati ed infomobilità) e **sostenibilità ambientale** (es. attraverso l'utilizzo per la costruzione dei terminal di materiali riciclati o riciclabili e risparmio energetico sia per l'illuminazione che per la climatizzazione degli ambienti).

Per valutare **quanto la qualità di un terminale influenza le scelte degli utenti e quanto un utente è disposto a “pagare” per usufruire di un terminale con particolare attenzione all'estetica e con innovativi servizi ai viaggiatori** (es. punti ristoro, Wi-fi, info point, galleria commerciale, sala attesa) è stata progettata ed eseguita un'indagine di mobilità **presso le principali autostazioni di alcune città italiane**. I criteri utilizzati per la selezione dei terminali da considerare nel panel di analisi sono stati quelli di considerare sia grandi che piccole città; considerare sia il nord, che il centro e sud Italia; analizzare terminal con qualità architettonica sia standard che elevata; considerare sia nodi intermodale gomma-ferro che semplici terminal mono modali. Inoltre sono stati intervistati i soli utenti su spostamenti extraurbani.

L'indagine condotta a Maggio 2016 presso le autostazioni di Milano (*Lampugnano*), Roma (*Tibus*), Napoli (*NapoliPark*), Avellino, Crotone (*F.lli Romano*) è stata eseguita con il metodo CAWI (*Computer-Assisted Web Interviewing*), sviluppando un'applicazione mobile (App) dedicata ed arrivando ad intervistare **oltre 1.100 viaggiatori complessivi**. Il questionario predisposto ha permesso di rilevare informazioni socio-economiche, informazioni relative al viaggio (es. titolo di viaggio, motivo e frequenza dello spostamento, modi di trasporto utilizzati), qualità percepita del viaggio, preferenza per nuovi servizi ai viaggiatori e disponibilità a spendere per questi servizi. In particolare, nella seconda parte del questionario, attraverso delle indagini di tipo SP (*Stated Preferences*) è stato possibile stimare un modello matematico di tipo switch (cambio/non cambio) con serial correlation-panel data (i risultati delle stime sono riportati in **Tabella 2**) che ha permesso di quantificare il valore della qualità di un terminale di trasporto bus.

Tabella 2: I risultati di stima del modello di percezione dell'autostazione

	Italia	Milano	Roma	Avellino	Napoli	Crotone
Tempo [1/h] <i>(Robust T-TEST)</i>	-8.61 <i>(-12.74)</i>	-8.50 <i>(-8.49)</i>	-7.89 <i>(-5.62)</i>	-26.2 <i>(-6.98)</i>	-8.46 <i>(-4.06)</i>	-8.46 <i>(-4.06)</i>
Costo [1/€] <i>(Robust T-TEST)</i>	-0.56 <i>(-7.57)</i>	-0.43 <i>(-4.60)</i>	-0.61 <i>(-3.76)</i>	-5.54 <i>(-4.87)</i>	-0.65 <i>(-2.22)</i>	-0.65 <i>(-2.22)</i>
Costante Specifica Alternativa <i>(Robust T-TEST)</i>	+1.41 <i>(+7.32)</i>	+2.50 <i>(+7.18)</i>	+1.60 <i>(+4.36)</i>	+3.60 <i>(+5.76)</i>	+1.36 <i>(+2.32)</i>	+1.36 <i>(+2.32)</i>
Sigma	+2.16 <i>(12.09)</i>	+1.77 <i>(+7.18)</i>	-1.20 <i>(-4.01)</i>	+2.13 <i>(+5.65)</i>	+1.71 <i>(+4.49)</i>	-0.72 <i>(-2.12)</i>
<i>rho-quadro-corretto</i>	+0.30	+0.27	+0.27	+0.56	+0.30	+0.30

Il risultato delle stime mostrano che **un passeggero sarebbe disposto a pagare sino a 2.5 €/viaggio in più (il 19% del costo medio di un biglietto) per usufruire di una autostazione di alta qualità** (estetica e servizi ai viaggiatori). Da un'analisi di maggiore dettaglio è stato possibile stimare che tale valore monetario della qualità aumenta per i viaggi occasionali (4.0 €/viaggio, 23% del biglietto) e diminuisce per quelli ad alta frequenza (1.1 €/viaggio, 21% del biglietto) per i quali i pendolari notoriamente sono più attenti a risparmiare (meno disponibili a pagare per estetica e servizi ai viaggiatori). È stato inoltre stimato l'effetto dell'esperienza di viaggio (*travel experience*) sulla disponibilità a pagare per terminal di qualità. I risultati delle stime hanno permesso di quantificare che

per i viaggi lunghi (più di 2 ore di viaggio) e/o che utilizzano più modi di trasporto (es. bus+treno) il valore monetario relativo alla qualità del solo terminal bus diminuisce del 15% (2.1 €/viaggio; minore incidenza di un terminal bus di alta qualità sull'intero viaggio); l'opposto è stato invece osservato per gli utenti che effettuano un viaggio che dura meno di 2 ore e/o utilizza un solo modo di trasporto (+21% e pari a 3.0 €/viaggio).

Tale risultato, molto importante, permette di concludere che **politiche sostenibili di mobilità volte all'integrazione modale gomma-ferro potrebbero aumentare il valore complessivo** (la qualità percepita) **di tutto il viaggio con conseguenti benefici diretti per tutti gli utenti del sistema e tutti gli operatori modal** (più passeggeri sia per la gomma che per il ferro e maggiore qualità per i servizi offerti).

È interessante evidenziare che il valore monetario della qualità del terminal bus è differente per ogni singola città del panel ed in particolare, maggiore per quelle del nord e minore per quelle del sud (es. 5.9 € per Milano, 2.1 per Napoli) (Figura 1), perfettamente in linea con le differenze osservate sul costo della vita secondo quanto riportato dall'ISTAT.

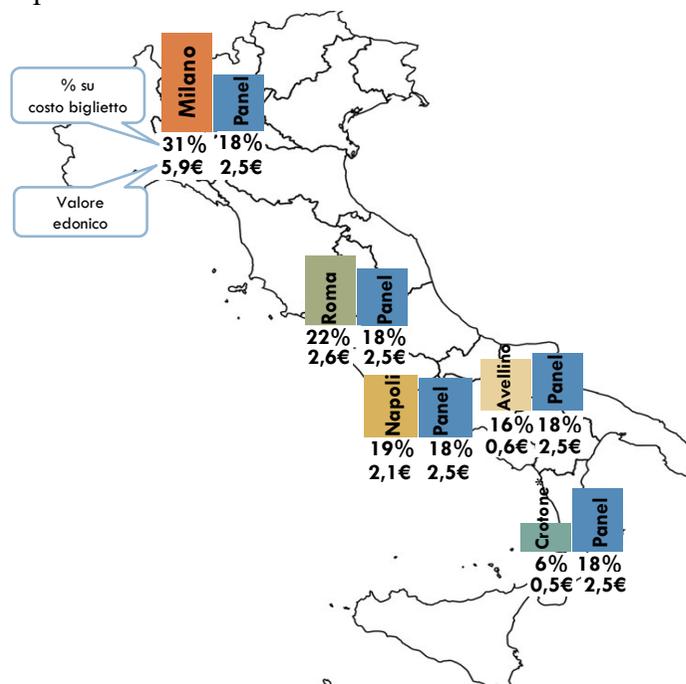


Figura 1: Alcuni risultati delle calibrazioni: la distribuzione territoriale del valore edonico (monetario) per un terminal bus di “alta qualità”

Noto il valore monetario della qualità per ogni singola città del panel è stato quindi possibile quantificare la disponibilità a pagare media annua per fruire di un terminal bus ad alta qualità (estetica e servizi ai viaggiatori). Ad esempio, per il terminal di Roma (*Tibus*), a fronte degli oltre 7 milioni di passeggeri/anno, la disponibilità a pagare complessiva sarebbe di oltre 18 milioni €/anno. Inoltre, considerando che mediamente un passeggero sarebbe disposto a spendere 5 € a viaggio per acquistare prodotti o servizi nel terminal (risultato ottenuto dalle indagini condotte), l'indotto commerciale diretto per il terminal di Roma (*Tibus*), derivante da una sua riqualificazione, corrisponderebbe a 18-24 milioni di €/anno (risultato utile per una eventuale analisi finanziaria derivante da questa tipologia di investimento). Analogamente per il terminal di Crotona (*Romano*) a fronte di oltre 900 mila passeggeri/anno che compiono spostamenti extraurbani vi sarebbe una disponibilità a pagare di circa 0.5 milioni €/anno per disporre di ulteriori servizi aggiuntivi ai viaggiatori (oltre alla già elevata qualità architettonica del terminal ed i servizi già presenti).

In conclusione questa prima fase del lavoro di tesi ha permesso di quantificare come un terminal bus ad alta qualità potrebbe produrre sia una maggiore qualità offerta ai viaggiatori (maggiore disponibilità a pagare), ma anche un indotto economico per i territori interessati (posti di lavoro e maggiori profitti per gli operatori).

B. Specificazioni modellistiche non convenzionali per la stima della qualità tramite l'utilizzo di variabili latenti: applicazione al trasporto ferroviario metropolitano

In questa fase della ricerca, al fine di meglio valutare l'influenza della qualità del trasporto pubblico sul processo decisionale, sono state proposte delle specificazioni modellistiche non convenzionali che tengono conto in maniera esplicita di attributi relativi all'attitudine e/o percezione non direttamente misurabili (es. variabili latenti) e legati al singolo viaggiatore. L'idea, infatti, è quella che le attitudini⁷ e le percezioni⁸ dei singoli utenti del trasporto possano

⁷ L'attitudine riflette il "*come sei*", ovvero l'atteggiamento, i valori, i gusti e le abilità del singolo individuo (Walker e Ben-Akiva, 2002). L'attitudine è quindi una grandezza individuale che si forma nel tempo a seguito delle esperienze maturate (es. corsi di studio seguiti, amici frequentati, lavoro professionale, hobbies).

⁸ Le percezioni possono essere definite come il processo attraverso il quale un individuo sperimenta l'ambiente circostante (Lindsay e Norman, 1972) e dipendono sia dalle caratteristiche dalla persona (il "*come sei*", ovvero quali attitudini possiedi), che dalle caratteristiche relative

influenzare le scelte di viaggio. Ad esempio, un utente più “*sensibile*” all’arte ed alla cultura in generale, probabilmente sarà più propenso a scegliere un trasporto collettivo di qualità.

Il caso studio sul quale sono stati calibrati i modelli proposti è quello del sistema ferroviario metropolitano della città di Napoli. In particolare, all’interno della rete di trasporto metropolitana è stata individuata una particolare relazione origine-destinazione (Napoli centro storico – Stazione RFI di Piazza Garibaldi) sulla quale coesistono due servizi metro in perfetta competizione rispetto agli attributi del livello di servizio (tempo di viaggio e costo del biglietto) con l’unica differenza relativa proprio alla qualità dei terminali di trasporto. Infatti, se le stazioni della Linea 2 (Montesanto e Garibaldi) sono state progettate e realizzate con standard architettonici “tradizionali”, senza particolare attenzione all’estetica e al comfort, le stazioni della Linea 1 (Dante, Toledo e Garibaldi), per contro, sono state progettate da architetti di fama internazionale (es. Oscar Tusquets Blanca, Gae Aulenti, Alessandro Mendini) nonché arricchite con opere d’arte di particolare pregio (es. di William Kentridge, Oliviero Toscani, Michelangelo Pistoletto).

Partendo dall’eccezionalità di questo caso studio, è stata condotta una ricerca volta ad individuare gli attributi e le forme funzionali che meglio fossero in grado di riprodurre gli effetti dell’estetica, del comfort e della percezione di sicurezza sulle scelte (nel processo) di viaggio. In particolare, attraverso l’applicazione di modelli ibridi e quindi l’ausilio delle variabili latenti (“*variabili nascoste*”) è stato possibile:

- individuare quali e quanto le variabili latenti influenzano questa tipologia di scelta di mobilità;
- quantificare e confrontare il peso degli attributi (risultati significativi) riferiti alla qualità percepita (estetica, qualità e percezione di sicurezza) con quelli “tradizionali” di livello di servizio (tempi e costi di viaggio) e socio economici (es. genere, reddito);
- valutare le potenzialità applicative di questa tipologia di modelli non convenzionali in termini di stima degli impatti derivanti da politiche di

all’ambiente esterno che ti circonda (il “*come stai*”, ovvero come ti poni ad essere condizionato da fattori esterni). Con riferimento ai trasporti, le percezioni rappresentano quindi una stima/misura del valore che un passeggero associa ai livelli degli attributi delle alternative modali (Pickens, 2005; Bolduc e Alvarez-Daziano, 2008).

trasporto volte a riqualificare/modificare la qualità dei servizi di trasporto collettivo.

Parte cruciale dello studio è stata la progettazione di un questionario d'indagine che permettesse di perseguire gli obiettivi di questa fase della ricerca. Ciò è stato fatto attraverso la predisposizione di **domande dirette e indirette** volte ad investigare l'attitudine e la percezione dell'estetica, del comfort e della sicurezza del singolo passeggero del trasporto collettivo. Per la progettazione del questionario d'indagine si è partiti dalle domande presenti in test consolidati di teoria psicologica, come ad esempio il test CBA (*Cognitive Behavioural Assessment*) e quello basato sui "tratti della personalità" di Hurka (2012) che permette di profilare (definendone una sorta di identikit) l'utenza con riferimento alla sua "sensibilità alla bellezza".

Il questionario d'indagine è stato poi sottoposto presso le stazioni della metropolitana del centro storico di Napoli (Stazione Dante e Toledo per la Linea 1 e Stazione Montesanto per la Linea 2), ad un campione casuale di passeggeri intervistati mentre erano in attesa di un treno per la Stazione Garibaldi (Stazione Centrale RFI di Napoli). Per evitare che la localizzazione delle stazioni d'origine potesse influenzare le scelte degli utenti su quale servizio ferroviario utilizzare (evitare il *bias* derivante dalla dominanza di una stazione (es. molto più vicina) rispetto all'origine dello spostamento), sono stati intervistati **i soli utenti che hanno raggiunto a piedi le stazioni di analisi e che provenivano** (la loro origine dichiarata) **da edifici ricadenti nell'intersezione dei bacini di influenza delle stazioni⁹ delle linee in competizione (stazione Linea 1 vs. stazione Linea 2).** Ciò ha permesso di considerare i soli utenti che avevano realmente i due servizi ferroviari in perfetta competizione, ovvero due alternative indifferenti rispetto ai tempi di accesso pedonale.

Complessivamente sono stati intervistati 526 viaggiatori che rispettavano le ipotesi di lavoro (utenti diretti a Garibaldi e appartenenti all'intersezione del bacino pedonale dei due servizi ferroviari).

Per meglio valutare le performances dei modelli non convenzionali proposti, nella prima fase di questa parte della ricerca di tesi, sono stati anche calibrati dei modelli di scelta del servizio ferroviario (Linea 1 vs. Linea 2) di tipo Logit

⁹ Il bacino di influenza pedonale delle stazioni è stato stimato tramite indagine ed è risultato pari all'area territoriale distante non più di 1 km a piedi (su minimo percorso) dalla corrispettiva stazione.

Binomiale, considerando solo attributi “convenzionali” come quelli di livello di servizio e socio-economici (modelli MNL_0 e MNL_1 in Tabella 3).

Tabella 3: I risultati delle stime: Specificazione e Calibrazione di modelli di scelta del servizio ferroviario di tipo logit binomiale

Attributi	Modello 0 Base MNL_0		Modello BASE MNL_1		Modello BEST MNL_2	
	Linea 1	Linea 2	Linea 1	Linea 2	Linea 1	Linea 2
Tempo	X	X	X	X	X	X
Costo	X	X	X	X	X	X
Num. Auto/Num. comp. famiglia (Proxy Reddito)			X		X	
Attenti al Comfort in stazione					X	
Attenti all'estetica					X	
Attenti alla Sicurezza					X	
Costante specifica alternativa (ASC)		X		X		X
	Modello 0 Base MNL_0		Modello BASE MNL_1		Modello BEST MNL_2	
Tempo [1/minuti] <i>(Robust T-TEST)</i>	-0.24 <i>(-10.69)</i>		-0.24 <i>(-10.72)</i>		-0.23 <i>(-10.01)</i>	
Costo [1/€] <i>(Robust T-TEST)</i>	-1.00 <i>(-2.62)</i>		-1.25 <i>(-3.08)</i>		-1.37 <i>(-3.25)</i>	
Proxy Reddito <i>(Robust T-TEST)</i>			+1.54 <i>(+2.99)</i>		+1.65 <i>(+2.99)</i>	
Attenti al Comfort in stazione <i>(Robust T-TEST)</i>					+0.41 <i>(+1.24)</i>	
Attenti estetica <i>(Robust T-TEST)</i>					+1.06 <i>(+3.96)</i>	
Attenti alla Sicurezza <i>(Robust T-TEST)</i>					+1.47 <i>(+2.36)</i>	
ASC <i>(Robust T-TEST)</i>	-1.71 <i>(-1.51)</i>		-1.17 <i>(-5.54)</i>		+1.39 <i>(+1.98)</i>	
<i>rho-quadro-corretto</i>	+0.29		+0.31		+0.35	

Passo successivo è stato quello di particularizzare i modelli Logit Binomiale attraverso l'introduzione di attributi di "attitudine alla qualità". Ciò è stato fatto introducendo tre differenti variabili binarie 1/0 (variabili *dummy*) nell'utilità sistematica dell'alternativa Linea 1 (quella con elevati standard di qualità) che assumono il valore 1 per quei viaggiatori che hanno dichiarato di essere "attenti", quando scelgono il mezzo di trasporto da utilizzare, rispettivamente al comfort in stazione, all'estetica ed alla sicurezza (modello MNL_2 in Tabella 3). Ciò in sostanza ha permesso di particularizzare l'utilità percepita associata alla Linea 1 per le differenti classi di utente (quelli attenti/non attenti a comfort, estetica e sicurezza).

Successivamente, al fine di meglio modellare (tramite specifici attributi comportamentali) le attitudini e le percezioni dei viaggiatori che influenzano le scelte di viaggio, è stato implementato **un Modello Ibrido** (negli ultimi anni diversi ricercatori hanno contribuito a definire la metodologia più corretta tra questi si citano: Ben-Akiva et al, 1999; Walker, 2001; McFadden, 2001; Ben-Akiva et al, 2002a; Walker e Ben-Akiva, 2002; Raveau et al, 2010; Correia et al, 2010; Bolduc e Alvarez-Daziano, 2010), ovvero composto da una parte di Modello di Scelta Discreta MNL ed una parte di Modello a Variabili Latenti (LVM). Nel modello LVM gli attributi latenti sono stati stimati attraverso un modello MIMIC (*Multiple Indicator Multiple Cause*; Bollen, 1989) a sua volta composto da due equazioni: una *Structural Equation*, che misura la relazione tra le variabili latenti e le variabili direttamente osservabili (come ad esempio le caratteristiche socio-economiche di una popolazione e/o le caratteristiche del servizio) e una *Mesurament Equation* che misura la relazione tra gli indicatori psicometrici e le attitudini/percezioni. Nello specifico sono state testate differenti specificazioni con differenti variabili di attitudine e percezione latente che si riteneva potessero influenzare la scelta della linea 1 (elevati standard qualità).

Nella migliore (rispetto ai test di validazione) specificazione ottenuta, si è riscontrato che le variabili latenti: percezione del comfort, percezione dell'arte ed attitudine alla sicurezza, sono gli attributi che influenzano proporzionalmente l'utilità di scegliere la Linea 1 (più è alto il loro valore maggiore sarà l'utilità di scegliere questa alternativa).

Per la stima dei parametri è stato utilizzato un approccio simultaneo (Everitt, 1984; Bollen, 2005; Bolduc et al, 2008; Raveau et al, 2010), ovvero stimando contemporaneamente la parte MNL e quella LVM. Alcuni dei risultati principali

delle stime del modello sono riportati in **Tabella 4**. Dalla stima del modello LVM (**Tabella 5**) sono risultate significative diversi attributi latenti:

- **percezione del comfort**¹⁰: risultata funzione diretta del reddito dell'individuo e del tempo pedonale di accesso alla stazione (tempo pregresso). Un utente più ricco ha, mediamente, una maggiore attitudine al comfort. Inoltre, a parità di reddito, un utente che ha impiegato molto tempo (pedonale) per raggiungere la stazione scelta, dalla propria origine avrà una maggiore percezione del comfort in stazione (in altre parole, se ha camminato tanto, non vedrà l'ora di arrivare in stazione e trovare un posto confortevole dove risposarsi aspetta il treno).
- **percezione dell'arte**¹¹: risulta maggiore per le donne, gli occupati, chi ha un reddito alto e per chi deve compiere un viaggio breve (*travel experience*). Ciò sta a significare che un viaggiatore se donna, occupato e benestante avrà probabilmente avuto maggiori stimoli nella vita (il “*cosa sei*”) tali da renderlo più “*sensibile ed attento*” all'arte e all'estetica. Inoltre, a parità di tutto il resto, se uno specifico viaggio risulta lungo e faticoso (es. più modi di trasporto e lunghi tempi a bordo), quello stesso viaggiatore sarà meno sensibile all'estetica perché probabilmente “*distratto e turbato*” dalla fatica del viaggio che lo attende o che ha in parte già compiuto (il “*come stai*”).
- **attitudine alla sicurezza**¹²: la sicurezza personale è risultata maggiore per le donne (in genere più attente alla loro incolumità) e per le fasce di età sia più giovani che più anziane. Nello specifico, dall'analisi del campione

¹⁰ Per misurare la percezione del comfort è stata sottoposta all'utente una domanda diretta del tipo: “*Quanto è importante per lei nella scelta del servizio di trasporto pubblico il comfort degli ambienti all'interno della stazione (es. panchine, musica, illuminazione) : per niente, poco, abbastanza molto*”

¹¹ Per misurare la percezione dell'arte sono state sottoposte all'utente tre domande indirette:
(i) “*Le piace guardare opere teatrali (es. balletto, opera lirica, concerti di musica classica)?*” (per niente, poco, abbastanza molto)
(ii) “*Le capita di provare forti emozioni mentre ascolta musica?*” (per niente, raramente, spesso, sempre)”
(iii) “*Prova interesse nell'osservare i dettagli delle opere architettoniche?*” (per niente, poco, abbastanza molto)”

¹² Per misurare l'attitudine alla sicurezza sono state sottoposte all'utente due domande indirette:

(i) “*Le capita di sentirsi a disagio quando si trova in ambienti poco illuminati?*” (per niente, raramente, spesso, sempre)”
(ii) “*Quando cammina le capita di guardarsi intorno?*” (per niente, raramente, spesso, sempre)”

intervistato, è emerso un andamento pseudo-parabolico della sicurezza rispetto all'età. Si sono osservate risposte di maggiore attenzione alla sicurezza per i giovanissimi, seguiti da valori decrescenti al crescere dell'età e sino ad un valore minimo (corrispondente a circa 35 anni di età), per poi ricominciare ad aumentare con l'avanzare degli anni. Tale fenomeno è stato modellato introducendo nella parte *structural* del modello LVM un attributo parabolico dell'età.

Tabella 4: I risultati delle stime: Calibrazione di modelli ibridi

	Parametri	Modello "ibrido"
LOS	Tempo <i>(Robust t-test)</i>	-0.24 <i>(-10.58)</i>
	Costo <i>(Robust t-test)</i>	-1.39 <i>(-3.33)</i>
Perception Comfort	Tempo di egresso pedonale alla stazione <i>(Robust t-test)</i>	+3.72 <i>(+1.33)</i>
	Proxy Reddito <i>(Robust t-test)</i>	
Perception Arte	Occupato <i>(Robust t-test)</i>	+2.09 <i>(+1.08)</i>
	Travel Experience <i>(Robust t-test)</i>	
	Donna <i>(Robust t-test)</i>	
Attitudine Sicurezza	Fun. Età <i>(Robust t-test)</i>	+0.40 <i>(+1.91)</i>
	CSA <i>(Robust t-test)</i>	+6.00 <i>(+1.79)</i>
rho-quadro-corretto		+0.49

Tabella 5: I risultati della parte di Struttura del modello Latent

STRUCTURAL MODEL	
(VARIABILE PERCEZIONE COMFORT)	
β_{MEAN} (<i>intercetta</i>)	+1.09 (+10.79)
Proxy Reddito (0,1)	+0.28 (+2.00)
Tempo_pedonale pregresso (<i>min</i>)	+0.01 (+1.42)
(VARIABILE PERCEZIONE ARTE)	
β_{MEAN1} (<i>intercetta</i>)	+0.96 (+14.11)
Proxy Reddito1 (0,1)	+0.25 (+2.27)
Occupato (0/1)	+0.135 (+3.34)
Femmina (0/1)	+0.11 (+1.89)
Travel Experiences (0/1)	+0.0332 (+0.82)
(VARIABILE ATTITUDINE SICUREZZA)	
β_{MEAN2} (<i>intercetta</i>)	+0.119 (+3.24)
Funz. Età (<i>num</i>)	+0.25 (+18.98)
Femmina1 (0/1)	+0.15 (+5.61)

Dai risultati delle calibrazioni è stato possibile confrontare il migliore MNL con il Modello Ibrido calibrato (Tabella 6). Dal confronto è emerso che:

- il Modello Ibrido è **migliore** del 42% rispetto al modello MNL_2 nel riprodurre le scelte osservate con riferimento al rho quadro corretto;
- il Modello Ibrido è **migliore** del 46% rispetto al modello MNL_2 nel riprodurre le scelte osservate con riferimento all'MSE;
- il Modello Ibrido è **peggiore** dell'11% rispetto al modello MNL_2 nel riprodurre le scelte osservate con riferimento alla percentuale di preferenze osservate nel dataset che il modello è in grado di riprodurre restituendo una probabilità di scelta maggiore o uguale a 0.85 (% *cleary right*; Cantarella e de Luca, 2005);

- Il modello ibrido è **migliore** del 37% rispetto al modello MNL_2 rispetto alla probabilità di riprodurre in maniera del tutto sbagliata le scelte osservate nel dataset restituendo una probabilità di scelta maggiore o uguale a 0.85 (*%clearly wrong*, Cantarella e de Luca, 2005)

Benché il modello ibrido risulta migliore su quasi tutti gli indicatori di validazione stimati (Tabella 6), il punto su cui appare che questa specificazione modellistica sia più performante, rispetto ad un tradizione MNL, è nella sua capacità di riprodurre il processo decisionale (ovvero gli attributi che lo influenzano) legato ai comportamenti di viaggio nel trasporto collettivo. Infatti, su questo aspetto, il Modello Ibrido, introducendo variabili latenti su percezioni ed attitudini degli utenti (a loro volta spiegate da attributi trasportistici e socio-economici), risulta uno strumento più “abile” a valutare gli impatti derivanti sia da infrastrutture e/o servizi di trasporto collettivo di “qualità” (es. nuovi terminali di trasporto di particolare pregio estetico ed architettonico), sia da variazioni socio-economiche di un territorio (es. variazioni nella ricchezza, occupazione, età di una popolazione che, indirettamente, per quanto stimato, influenzano la “sensibilità” di una popolazione verso servizi di trasporto di qualità elevata).

Tabella 6: Gli indicatori sintetici per confrontare il miglior Ibrido con il miglior MLN

	%clearly right	%unclear	%clearly wrong	rho-quadro-corretto	MSE
MNL_2	48%	46%	6%	0.346	0.20
Ibrido	43%	54%	4%	0.49	0.29
Δ (Ibrido-MNL)	-11%	8%	-37%	42%	46%

Per meglio comprendere le potenzialità applicative del modello ibrido stimato, nell’ultima parte della ricerca è stata effettuata un’applicazione operativa volta a valutare la convenienza finanziaria (es. business plan aziendale) derivante dalla riqualificazione delle stazioni della Linea 2. Per fare ciò, a partire dai dati ISTAT dell’ultimo decennio, è stato stimato il trend temporale (tendenziale) delle caratteristiche socio-economiche della popolazione della città metropolitana di Napoli (es. ripartizione per genere, reddito, età, occupazione) che, come detto, influenzano gli attributi latenti di attitudine e percezione stimati

A partire da ciò, ipotizzando invarianti gli attributi (le variazioni tra i due servizi ferroviari) di livello di servizio (tempi e costi di viaggio), si è applicato il modello stimato anno per anno (per un periodo temporale di analisi di 30 anni). È

stato così stimato che la domanda media giornaliera dalla Linea 2 una volta riqualificata aumenterebbe del 136% (più biglietti venduti per l'operatore Trenitalia), a fronte di una diminuzione della domanda su Linea 1 del 47%. Tale risultato da un punto di vista meramente finanziario (competizione tra operatori del TPL) produrrebbe un surplus finanziario (attualizzato) dalla vendita dei biglietti di 53 mln€ che potrebbero essere in parte usati per coprire i costi di riqualificazione lasciando un utile per l'azienda.

Per contro, nell'ottica di un operatore pubblico, una politica di trasporto di riqualificazione della Linea 2 potrebbe essere finalizzata a riequilibrare i flussi di domanda e di fatto aumentare quindi la capacità della rete ferroviaria senza dover aggiungere nuovi treni all'esercizio.

Tabella 7: Principali campi di applicazione delle specificazioni modellistiche proposte

Modello	Campo di applicazione			
	Riprodurre le scelte osservate in contesti caratterizzati da servizi di TPL tradizionali	Riprodurre le scelte osservate in contesti caratterizzati da servizi di TPL di qualità vs. tradizionali	Nuovi/riqualificate infrastrutture e/o servizi di trasporto collettivo di "qualità"	Variazioni socio-economiche di un territorio
MNL tradizionale				
MNL "non convenzionale" negli attributi				
Modello ibrido				

2. Introduzione metodologica alla modellazione del comportamento degli utenti

Modellare correttamente il comportamento e le scelte discreta degli utenti, permette di fornire previsioni, valutare gli impatti di un intervento e giungere ad una decisione razionale sui sistemi di trasporto. Il desiderio di modellare i comportamenti e le scelte degli individui è d'interesse per una vasta gamma di discipline (trasporti, economia, psicologia, ecc.) per una serie di motivi, tra cui proprio quella di fornire previsioni che possono essere di supporto alle decisioni politiche. Alla base delle analisi quantitative vi è l'individuazione di modelli e attributi in grado di riprodurre le scelte degli individui. A tal fine, nel corso degli anni si sono formalizzati paradigmi interpretativi volti ad individuare i fattori ed i processi comportamentali che influenzano le scelte degli individui. Empiricamente è facile osservare che di fronte ad una scelta difficilmente gli individui si comportano in maniera razionale. La limitatezza cognitiva, le circostanze che si delineano nel momento in cui si compie una scelta, i fattori psicologici (le emozioni, le intenzioni, le attitudini individuali), lo stile di vita, le abitudini pregresse, influenzano la scelta finale e fanno sì che il comportamento umano sia caratterizzato da una sfera irrazionale (Simon, 1955). La Teoria dell'Azione Ragionata (Fishbein, 1963; Fishbein e Ajzen, 1980), e la Teoria del Comportamento Pianificato (Ajzen, 1985; 1991, Gärling et al, 1998; Bamberg et al, 2003; Bamberg e Schmidt, 2003) si pongono l'obiettivo di individuare gli aspetti psicologici propri dell'individuo che determinano i comportamenti. In particolare il processo comportamentale che conduce alla scelta finale dipende dall'intenzione di compiere un certo comportamento. L'intenzione, a sua volta, è influenzata dalle attitudini e dalle norme personali dell'individuo (ovvero dal giudizio personale - favorevole o meno - per un determinato comportamento), dalle norme sociali (dalle pressioni sociali per un determinato comportamento) e dal controllo del comportamento pianificato (PBC) che ha l'obiettivo di misurare la percezione che un soggetto ha di poter mettere in atto un comportamento voluto.

La complessità di riuscire ad individuare forme funzionali (modelli matematici) in grado di riprodurre tali paradigmi teorici ha condotta a sviluppare delle ipotesi di base a tali teorie. I modelli comportamentali largamente utilizzati nel campo della pianificazione dei trasporti (così come nel campo della microeconomia) si basano sul principio dell'utilità aleatoria e tentano di

riprodurre i risultati dei comportamenti di scelta “come se” i decisori si comportassero secondo certe ipotesi e non preoccupandosi del meccanismo psicologico che porta alle decisioni.

Esistono, però, particolari fenomeni che, i modelli e gli attributi tradizionalmente utilizzati (es. modelli di scelta discreta basati sul paradigma dell'utilità aleatoria), non riescono a riprodurre come ad esempio l'influenza della qualità percepita di un terminal di trasporto nel caso della scelta del servizio di trasporto. Obiettivi di questo lavoro scientifico è di riuscire a simulare anche fenomeni meno convenzionali individuando metodi e modelli (forme funzionali e/o attributi specifici) non convenzionali, finalizzati a meglio riprodurre il processo decisionale, anche tramite la specificazione di attributi, di attitudine e percezione non direttamente misurabili (es. variabili latenti) e legati al singolo viaggiatore (es. percezione dell'arte e del comfort, attitudine alla sicurezza).

Al fine di individuare come la qualità percepita di un terminal di trasporto, l'attitudine all'arte, al comfort e alla sicurezza possano influenzare le scelte di viaggio degli utenti è stato progettato un questionario d'indagine seguendo la Teoria del Comportamento Pianificato (Ajzen, 1999), i tratti della personalità dei soggetti sensibili alla bellezza (Hurka, 2012) ed i test di personalità *Neo Personality Inventory* (Paul Costa, Robert McCrae, 1989) e del *Cognitive Behavioural Assessment CBA* (Vidotto, 2010). Dall'analisi di tali teorie, sono state individuate domande relative all'emozione, alle azioni e alla percezione degli individui al fine di individuare il comportamento psicologico che conduce alla scelta finale. L'implementazione di tecniche di indagine funzionali ad osservare differenti tipologie di variabili in grado di caratterizzare la qualità di un servizio di trasporto collettivo ha permesso di:

- specificare modelli comportamentali non convenzionali negli attributi di qualità
- specificare modelli non convenzionali tramite l'utilizzo di variabili latenti.

L'analisi della significatività e quantificazione del ruolo di suddette variabili nelle scelte di viaggio degli utenti, ha permesso di individuare il ruolo di variabili non direttamente osservate (come la qualità percepita) nelle scelte degli utenti.

2.1. Le teorie del comportamento cognitivo

La limitatezza cognitiva, le circostanze che si delineano nel momento in cui si compie una scelta, i fattori psicologici (le emozioni, le intenzioni, le attitudini

individuali), lo stile di vita, le abitudini pregresse, influenzano la scelta finale e fanno sì che il comportamento umano sia caratterizzato da una sfera irrazionale (Simon, 1955). Nel campo della sociologia sono state sviluppate diverse teorie volte a individuare il processo decisionale che conduce alle scelte degli individui.

La Teoria del comportamento pianificato (*TPB*, dall'inglese *Theory Of Planned Behavior*) introdotta per la prima volta nel 1991 da Icek Ajzen ha l'obiettivo di superare i limiti della Teoria dell'Azione Ragionata (TRA) consolidata in precedenza da Martin Fishbein e lo stesso Ajzen (1980). Entrambe le teorie hanno l'obiettivo di spiegare in che modo e con che "peso" attributi come ad esempio le informazioni, le attitudini e le motivazioni personali, influenzino il comportamento finale.

La Teoria dell'Azione Ragionata (TRA) (Fishbein e Ajzen 1981) si sofferma solo su comportamenti volutivi ipotizzando che il comportamento e le scelte degli individui, siano sotto il controllo della sola volontà. A determinare un certo comportamento volitivo è proprio l'intenzione, che rappresenta la motivazione di una persona a compiere un dato comportamento (Fishbein, 1963).

La Teoria del comportamento pianificato (TPB) cerca di espandere la TRA anche a comportamenti non volutivi, e stabilisce che il comportamento è funzione non solo della volontà personale, ma dipende dalle opportunità o dalle risorse disponibili. Si assume che le scelte degli individui scaturiscano dall'intenzione di compiere una determinata scelta. L'intenzione è influenzata dalle attitudini e dalle norme personali dell'individuo (ovvero dal giudizio personale - favorevole o meno - per un determinato comportamento), dalle norme sociali (dalle pressioni sociali per un determinato comportamento) e dal controllo del comportamento pianificato (PBC). Il PBC ha l'obiettivo di misurare la percezione che un soggetto ha di poter mettere in atto un comportamento voluto. La percezione è ponderata per la convinzione che ciascun fattore faciliti o inibisca il comportamento (Ajzen, 1988, 1991). Gli individui che percepiscono di avere le risorse necessarie e di possedere l'opportunità (oppure che non ci siano ostacoli) per eseguire il comportamento possono avere un elevato grado di PBC (Ajzen, 1991). Le attitudini personali, le norme sociali e il PBC si influenzano a vicenda e determinano l'intenzione di compiere un certo comportamento.

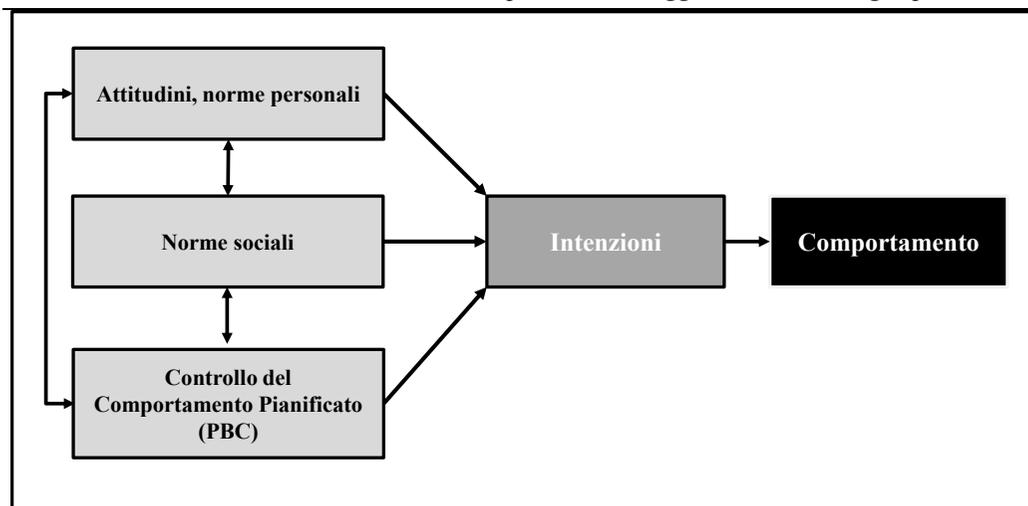


Figura 2: La teoria del comportamento pianificato.

Le **norme personali** contribuiscono al comportamento finale in maniera direttamente proporzionale alla forza delle convinzioni (b_i) per la valutazione analizzata (e_i)

$$\sum_{i=1}^n b_i e_i$$

La forza della convinzione è definita come la probabilità che una persona, data una certa credenza, attuerà un certo comportamento e può essere misurata con una scala unipolare (da 0 a 7 o da 1 a 7) oppure con una scala bipolare (da -3 a 3).

La credenza, invece, è misurata utilizzando una scala bipolare: valutazioni positive incidono positivamente sul comportamento finale valutazioni negative in maniera negativa (vedi Pratkanis, 1989, per maggiori dettagli sulla discussione di atteggiamenti bipolari vs. atteggiamento unipolare). Nel background di ogni individuo esistono un numero elevato di conoscenze e convinzioni su un determinato comportamento ma solo parte di queste sono salienti ed intervengono nelle scelte dell'individuo. Accertare quali credenze siano salienti è stato lungamente dibattuto in letteratura; Ajzen et al. (1995) e Fishbein e Ajzen (1975) propongono di considerare le prime 5/8 credenze che sono state menzionate più volte dagli intervistati in un discorso aperto.

Norme sociali: rappresentano la probabilità con cui individui o gruppi di individui approvano o disapprovano un certo comportamento. Bisogna innanzitutto individuare i gruppi d'individui che possono influenzare il decisore

(es. i genitori, gli amici, i parenti) e in seguito investigare il loro parere (approvo vs. disapprovo, con una scala solitamente a 7 punti) relativamente alla decisione da prendere. Il valore della credenza sociale (s) deve essere moltiplicato per la motivazione (m) che il decisore ha di confrontarsi con quel gruppo d'individui.

$$\sum_{i=1}^j s_i m_i$$

Il controllo del comportamento Pianificato può essere basato sulle esperienze del passato, dalle conoscenze di amici e da altri fattori che amplificano o riducono la difficoltà percepita di eseguire un certo comportamento. Quindi il PBC è dato dalla sommatoria estesa alle q credenze salienti del prodotto del controllo delle credenze (c_i) per la potenza percepita del particolare fattore di controllo (p_i) per facilitare o inibire le prestazioni del comportamento.

$$\sum_{i=1}^q c_i p_i$$

Oltre alle convinzioni, credenze e attitudini personali, molti studi (es. Conner, Armitage, Godin et al, 1993) evidenziano come **l'esperienza del passato** influenzi in maniera significativa le decisioni future.

Il comportamento/le scelte comportamenti abituali, fungono come fonte d'informazione, in quanto quando si è abituali ad un certo comportamento non si cercano/valutano altre alternative. Le scelte passate possono incidere anche in maniera negativa, in particolare se un individuo anticipa sensazione di rammarico dopo l'esecuzione di un comportamento, allora sarà improbabile che ripeterà il medesimo comportamento (van der Pligt, Zeelenberg, van Dijk, de Vries, e Richard, 1998).

Nella teoria del comportamento pianificato, le intenzioni sono gli unici predittori che determinano e spiegano il comportamento finale; tuttavia, al contrario di quanto sostiene Bagozzi (1992), non tutti gli individui si comportano coerentemente con le loro intenzioni (le intenzioni e il PBC spiegano solo il 34% del comportamento finale). Gollwitzer (1990) introduce un ulteriore variabile definendo due fasi volte all'individuazione del processo comportamentale che conduce alle scelte finali:

la prima fase è motivazionale, analoga a quella descritta da Ajzen. In questa prima fase si valutano i benefici ed i costi per perseguire un obiettivo e culmina

con la formulazione di un'intenzione in merito ad un certo comportamento (es. ho intenzione di realizzare x);

la seconda fase è attuativa, nella quale sono formulati dei piani su come garantire che la propria intenzione venga eseguita. Saranno quindi, comprensivi di dettagli relativi all'esecuzione del comportamento (es. sarà specificato cosa si ha intenzione di fare e dove). Più è dettagliato il piano, maggiore è la probabilità che l'intenzione si trasformi in comportamento.

È evidente che, modellare il processo comportamentale che conduce alla scelta finale, così come descritto, ha un elevato grado di difficoltà. Progettare un questionario d'indagine capace d'individuare quanto le norme sociali, le attitudini e la percezione del viaggio possa influenzare la scelta finale è la prima difficoltà da affrontare. Per la progettazione del questionario d'indagine è possibile consultare i test psicologici consolidati nella letteratura scientifica. Sono infatti numerosi i modelli dimensionali per l'assessment della personalità.

La personalità, come è definita da Allport (1977), è una unità dinamica nella quale si coniugano fattori biologici (personali), psicologici e sociali (norme sociali dettate dall'ambiente) che integrandosi formano un'individualità unica (Migone, 2009). La personalità governa l'organismo mediandone il rapporto con l'ambiente: programma il raggiungimento degli scopi (il compimento della scelta) e guida il comportamento; la personalità è dunque, ciò che consente la previsione del comportamento in una specifica situazione (Cattell, 1965; 1985).

Rapaport, Gill e Schafer alla fine degli anni '60 sono i primi a ritenere opportuno definire strumenti quantitativi per l'analisi della personalità e quindi dei comportamenti degli individui. Diversi test psicologici sono stati così progettati, ad esempio:

Raymond B. Cattell (1905-1998), propose una classificazione di 16 fattori di personalità, rappresentati dalle seguenti coppie di tratti opposti (Riservato vs. Socievole, Meno intelligente vs. Più intelligente, Stabile (forza dell'Io) vs. Emotività, Umile vs. Sicuro di sé, Assennato vs. Spensierato, Opportunista vs. Coscienzioso, Timoroso vs. Avventuroso, Realistico vs. Ottimista, Fiducioso vs. Sospettoso, Pratico vs. Fantasioso, Franco vs. Astuto, Calmo vs. Apprensivo, Conservatore vs. Sperimentatore, Dipendente dal gruppo vs. Autosufficiente, Indisciplinato vs. Controllato, Rilassato vs. Teso. Cattell (1965, 1985) elaborò, tra le altre cose, il 16 Personal Factor (PF) Questionnaire, un questionario per la rilevazione di questi fattori.

Uno dei modelli storicamente più noti è quello di Hans J. Eysenck (1916-1997), che prevede tre dimensioni: estroversione, nevroticismo, e psicoticismo, misurate con uno strumento chiamato Eysenck Personality Inventory (EPI).

In Nordamerica il modello a tre fattori di Eysenck è stato ormai sostituito da un modello a cinque fattori (chiamato Big Five, o Five-Factor Model [FFM]), formulato da Costa e McCrae (1992). Le cinque dimensioni sono nevroticismo, estroversione, apertura, gradevolezza e scrupolosità, e ciascuna di esse è suddivisa in varie sottodimensioni o facets (facce, sfaccettature), per un totale ben 25 sottodimensioni. Per misurare i Big Five Costa e McCrae (1992) hanno messo a punto un questionario intitolato NEO-PI-R (NEO sono le iniziali di Nevroticismo, Estroversione e Psicoticismo, PI significa Personality Inventory e R sta per Revised perché è stato revisionato). I primi due fattori (Nevroticismo ed Estroversione) sono praticamente gli stessi di Eysenck.

Cloninger (1999), propone il test Temperament and Character Inventory (TCI), uno dei modelli più importanti e più studiati. È diviso in due parti, il Temperamento (tratti innati, non acquisiti, con 4 dimensioni contenenti 4 sottodimensioni ciascuna, per un totale di 16 sottodimensioni) e il Carattere (acquisito socio-culturalmente, con 3 dimensioni che includono un totale di 13 sottodimensioni).

A partire dai test psicologici, è possibile progettare un questionario d'indagine capace di individuare i fattori psicologici che influenzano il processo comportamentale e quindi la scelta finale.

2.2. La teoria dell'utilità aleatoria

La difficoltà nel riuscire a misurare la probabilità di scelta, partendo dalle teorie cognitive (illustrate nel paragrafo precedente), fa sì che i modelli di utilità aleatoria largamente diffusi nelle scienze dei trasporti si basano su ipotesi semplificate basate sulla teoria comportamentale dell'utilità aleatoria.

La teoria dell'utilità aleatoria si basa sull'ipotesi dell'*homo economicus* ovvero è un **decisore razionale** che:

- nell'effettuare una scelta conosce perfettamente l'insieme di tutte le possibili alternative;
- associa a ciascuna alternativa j appartenente al suo insieme di scelta I una utilità percepita U_j^i e sceglie l'alternativa che massimizza tale utilità;

- l'utilità U_j^i che associa ad ogni alternativa è misurabile ed è funzione sia degli attributi specifici dell'alternativa che degli attributi relativi al generico utenti i
- l'utilità U_j^i per l'analista è una grandezza ignota visto che non conosce tutti gli attributi e i meccanismi che determinano la scelta del singolo individuo (Manski, 1977) e pertanto è rappresentata come una variabile aleatoria.

$$U_j^i = V_j^i + \varepsilon_j^i \quad [1]$$

Dove:

V_j^i è l'utilità sistematica media o valore atteso dell'utilità percepita tra tutti gli utenti che hanno lo stesso insieme di scelta dell'utente i ; è funzione lineare degli attributi relativi alle alternative e al decisore $V_j^i(X_j^i)$. Gli attributi del vettore X possono essere relativi al livello di servizio (LOS) (es. tempi e costi), attributi del sistema di attività dipendenti dall'uso del territorio dell'area di studio (es. numero di negozi o numero di scuole di una zona), attributi socio-economici relativi all'utente (es. genere, età, possesso di patente, numero di autovetture possedute in famiglia).

ε_j^i è il residuo aleatorio (rappresenta lo scostamento dell'utilità percepita dal valore medio).

Sulla base di tali ipotesi e considerando che anche utenti con stesse caratteristiche socio economiche possono compiere scelte diverse, non è possibile definire con certezza l'alternativa che sceglierà il generico decisore. È, invece, possibile esprimere la probabilità che egli scelga l'alternativa j in funzione dell'insieme delle alternative appartenenti all'insieme di scelta I^i , come la probabilità che tale alternativa abbia una utilità percepita maggiore di tutte le altre alternative disponibili (Cascetta, 2009). Quindi la probabilità che l'utente i scelga l'alternativa j è pari alla probabilità che l'utilità associata all'alternativa j sia maggiore dell'utilità associata a tutte le altre alternative di scelta disponibili.

$$p^i[j/I^i] = Pr[U_j^i > U_k^i \quad \forall k \neq j, k \in I^i] \quad [2]$$

In considerazione della [1] e posto:

$$V_j^i = E[U_j^i] \quad \sigma_{ij}^2 = Var[U_j^i] \quad [3]$$

Si ha che:

$$\begin{aligned} E[V^j] &= V^j & \text{Var}[V^j] &= 0 \\ E[\mathcal{E}^j] &= 0 & \text{Var}[\mathcal{E}^j] &= \sigma_{ij}^2 \end{aligned}$$

Sostituendo la [2] nella [1], si ottiene che:

$$p^i[j/F] = Pr[V^j - V^{k^i} > \mathcal{E}^{k^i} - \mathcal{E}^j \quad \forall k \neq j, k \in F] \quad [4]$$

La probabilità che il generico individuo i scelga j dipende dai valori delle utilità sistematiche di tutte le alternative disponibili, e dalla legge di distribuzione congiunta dei residui aleatori ε .

Le ipotesi dell'utilità aleatoria, permettono di poter determinare e quantificare la probabilità di una determinata scelta e sono la base dei Modelli di Scelta Discreta. I diversi modelli associati (Logit Multinomiali, Logit Gerarchizzato, Valore Estremo Generalizzato GEV, Logit Misto) si ottengono a partire dalle diverse ipotesi relative alla distribuzione dei residui aleatori \mathcal{E}_j^i . **Nel seguito saranno analizzati quelli funzionali all'elaborazione del seguente elaborato di tesi.**

Le ipotesi che sono alla base dei modelli di utilità aleatoria, permettono la formulazione dei modelli di scelta discreta, ma nello stesso tempo rappresentano dei limiti. Nei Modelli di Scelta Discreta, si assume che le scelte degli individui dipendono da una serie di attributi (es. relativi al livello di servizio (LOS), attributi del sistema di attività, attributi socio-economici) senza però considerare il **processo comportamentale** che conduce alla scelta finale.

2.3 Modelli di scelta discreta per la stima del comportamento degli utenti

Le scelte connesse alla domanda di trasporto sono prevalentemente di natura discreta ovvero avvengono fra un numero finito di alternative. Pertanto i modelli utilizzati per simulare e riprodurre le scelte degli individui nel settore dei trasporti sono Modelli di Scelta Discreta. Come descritto nel paragrafo precedente l'ipotesi comportamentale di base è quella dell'utilità aleatoria e, a partire dalle differenti distribuzioni dei residui aleatori \mathcal{E}_j , è possibile definire i diversi modelli (Logit Multinomiali, Logit Gerarchizzato, Valore Estremo Generalizzato GEV, Logit Misto, Probit, Cross Nest Logit, Mixed Logit). A partire dalla forma matematica

generale della struttura GEV, specificando la funzione caratteristica, è possibile derivare le diverse specificazioni. Tali modelli sono ben consolidati nella letteratura scientifica del settore dei trasporti e, pertanto, nel seguente elaborato di tesi è riportata la descrizione del solo modello (il Logit Multinomiale) implementato per il caso studio.

Il modello Logit Multinomiale si basa sull'ipotesi che i residui aleatori ε_j sono indipendenti e identicamente distribuiti come una variabile aleatoria di Gumbel (i.i.d Gumbel) con media nulla, varianza σ^2 e parametro Θ :

$$E[\varepsilon_j]=0 \quad \forall j$$

$$Var[\varepsilon_j]=\sigma^2_\varepsilon=\frac{\pi}{6}\Theta \quad \forall j$$

Essendo i residui aleatori indipendenti, la covarianza è nulla per qualunque coppia:

$$Cov(\varepsilon_i, \varepsilon_h)=0 \quad \forall j, h \text{ appartenente all'insieme di scelta}$$

Come definito nel paragrafo 2.1.4, le utilità percepite (U_j) sono somma dell'utilità sistematica (V_j), che è una costante e dei residui aleatori (ε_j) che sono variabili aleatorie di Gumbel. Per questo motivo anche U_j possono essere definite come variabili aleatorie di Gumbel con media V_j e varianza in funzione del parametro Θ :

$$E[U_j]=V_j \quad \forall j$$

$$Var[\varepsilon_j]=\frac{\pi^2}{6}\Theta^2 \quad \forall j$$

La distribuzione Gumbel offre il vantaggio che la funzione di densità presenta un integrale definito e quindi la probabilità di scelta può essere espressa in forma chiusa. In particolare, la funzione di distribuzione di probabilità è pari:

$$F_{U_j}(U) = Pr[V_j + \varepsilon_j \leq U] = Pr[\varepsilon_j \leq U - V_j] = \exp[-\exp(-(U - V_j)/\Theta - \phi)]$$

Per le ipotesi fatte, la matrice di Varianza-Covarianza è una matrice diagonale proporzionale alla matrice identità secondo σ^2_ε .

L'ipotesi che il residuo aleatorio, quindi l'utilità sistematica, sia una variabile i.i.d. Gumbel permette di sfruttare la proprietà di stabilità rispetto alla massimizzazione della Gumbel. Grazie a tale proprietà il massimo di variabili di Gumbel indipendenti e di uguale parametro θ è ancora una variabile di Gumbel di parametro θ e quindi:

$$U_m = \max_j [U_j]$$

dove:

U_j sono le variabili indipendenti e di uguale parametro θ e con medie V_j ;

U_m è ancora una variabile Gumbel di parametro θ e media V_m

$$V_m = E[U_m] = \theta \ln \sum_j \exp(V_j/\theta) \quad [4]$$

In considerazione delle ipotesi fatte, la probabilità di scegliere l'alternativa j all'interno dell'Insieme di scelte $(1, 2, \dots, m)$ può essere espressa in forma chiusa e risulta pari a:

$$p[j] = \frac{\exp(V_j/\theta)}{\sum_{k=1}^m \exp(V_k/\theta)} \quad [5]$$

La [5] è l'espressione del Logit Multinomiale. Si assume che il parametro θ è indipendente dal valore della utilità sistematica e quindi dagli attributi che la compongono.

Per tale ragione il Logit Multinomiale è un modello additivo e gode di alcune importanti proprietà:

1. dipendenza dalle differenze di utilità sistematiche;
2. influenza della varianza dei residui;
3. indipendenza delle Alternative Irrilevanti.

La prima proprietà permette di asserire che la probabilità di scelta di una qualunque alternativa dipende dalle differenze delle utilità sistematiche di tutte le altre alternative. Tale proprietà permette di aggiungere o sottrarre una costante alle utilità sistematiche di tutte le alternative senza fare variare le relative probabilità di scelta. Ad esempio nel caso più semplice, in cui l'insieme di scelta è composto da solo due alternative A, B (in questo caso il modello è definito Logit Binomiale), la probabilità di scegliere A è pari a:

$$p[A] = \frac{\exp(V_A/\theta)}{\exp(V_A/\theta) + \exp(V_B/\theta)} = \frac{1}{1 + \exp[(V_B - V_A)/\theta]}$$

Quindi la probabilità di scegliere A dipende dalla differenza dei valori dell'utilità sistematica ed è uguale a 0,5 se $V_A = V_B$, ad 1 se V_A è molto maggiore di V_B , a 0 nel caso opposto ($V_A \ll V_B$).

Stessa espressione può essere ricavata nel caso generico del Logit Multinomiale:

$$p[j] = \frac{1}{1 + \sum_{j \neq k} \exp[(V_k - V_j)/\theta]}$$

Se quindi in tutte e due le alternative sono inseriti gli Attributi specifici delle alternative (ASA) ed i relativi coefficienti, la probabilità di scegliere l'alternativa è uguale a quella che si otterrebbe introducendo gli ASA in tutte meno una qualunque delle alternative appartenenti all'insieme di scelta (quindi nel caso Logit Binomiale in una sola delle due alternative) e sostituendo i relativi coefficienti con le differenze rispetto al coefficiente della ASA eliminata. Indicando con ASA_j la costante specifica dell'alternativa j e V'_j la restante parte dell'utilità è possibile scrivere la probabilità di scegliere j :

$$p[j] = \frac{\exp[(ASA_j + V'_j) / \theta]}{\sum_{k=1}^m \exp(ASA_k + V'_k) / \theta} = \frac{\exp(V'_j / \theta)}{\exp(V'_j / \theta) + \sum_{j \neq k} \exp[(ASA_k - ASA_j) + V'_k] / \theta}$$

In definitiva, in un modello Logit Multinomiale è possibile introdurre la costante specifica dell'alternativa in al più $m-1$ alternative. In questo modo le costanti sono indipendenti e non è possibile ottenere i relativi coefficienti come una combinazione lineare degli altri. In caso contrario si riscontrano problemi computazionali nella fase di calibrazione del modello.

La seconda proprietà del Logit Multinomiale (Influenza della varianza dei residui) permette di formulare considerazioni sull'influenza della variazione dei residuo aleatorio sulla probabilità di scelta. In particolare, una minore variazione dei residui aleatori ϵ_j corrisponde un parametro θ più piccola e una maggiore probabilità di scegliere l'alternativa. Al crescere della variazione dei residui, il parametro θ aumenta ed $\exp(V'_j / \theta)$ tende a 0 e le diverse alternative tendono ad essere equiprobabili (nel caso Logit Binomiale la probabilità tenderà a 0,5).

Un'altra proprietà generale del modello Logit è l'indipendenza delle alternative irrilevanti ovvero il rapporto delle probabilità di scelta di due alternative è costante e indipendente dalla numerosità e dalla utilità sistematica delle altre alternative di scelta. Questa proprietà deriva dalle ipotesi di indipendenza dei residui aleatori e può condurre a risultati irrealistici. Ad esempio, nel caso in cui vi siano delle alternative non indipendenti applicando il Logit Multinomiale e venendo meno le ipotesi definite, i risultati ottenuti sarebbero errati perché risultano eccessive le probabilità di scelta di alternative correlate.

Per quanto esplicitato in questo paragrafo è evidente che il modello Logit Multinomiale gode della semplicità analitica, di poter esprimere la probabilità

della scelta in forma chiusa, ma deve essere applicato nei contesti di scelta in cui le sue ipotesi siano valide e quindi quando le alternative di scelta sono distinte ed è plausibile l'ipotesi di indipendenza dei residui aleatori.

Il Logit Multinomiale fa parte della famiglia dei modelli GEV che costituiscono una classe di modelli di utilità aleatoria, di seguito brevemente sono menzionati gli altri modelli desumibili.

Modello Logit Gerarchizzato a un livello; pur conservando un'espressione analitica chiusa, permette di superare, in parte, i limiti del Modello Logit Multinomiale in particolare sulle ipotesi di indipendenza dei residui aleatori. In particolare, si ipotizza che il residuo aleatorio ϵ_j si compone nella somma di due variabili aleatorie con media nulla e statisticamente indipendenti: η_k costante per tutte le alternative appartenenti allo stesso gruppo e $\tau_{j/k}$ che assume valori diversi per le diverse alternative appartenenti a ciascun gruppo. Da questa ipotesi deriva che esiste una covarianza fra i residui aleatori delle alternative appartenenti ai diversi gruppi, mentre la covarianza è costante tra le alternative appartenenti allo stesso gruppo. Il modello Logit Gerarchizzato, generalmente, è rappresentato con una struttura di scelta ad albero nel quale il decisore partendo dal nodo radice, sceglie dapprima il gruppo k fra quelli disponibili e poi l'alternativa j appartenenti al gruppo k .

Modello Logit Gerarchizzato a più livelli; permette delle generalizzazioni rispetto al Modello Logit Gerarchizzato ad un livello. In particolare si ammettono più livelli di correlazione e la struttura di scelta ad albero è composta da più livelli. Le alternative elementari di scelta, appartenenti all'insieme di scelta totale I , sono sempre rappresentate dalle foglie (nodi) finali dell'albero. Ciascun nodo intermedio, rappresenta una scelta condizionata, in cui l'utente sceglie il nodo intermedio in funzione delle alternative elementari disponibili, ovvero raggiungibili direttamente o indirettamente a partire dal nodo intermedio in esame.

Modello Cross Nest Logit; permette una struttura più generale della matrice di covarianza, ma è comunque un modello omoschedastico (la varianza è uguale per tutti i residui aleatori delle utilità percepite delle alternative di scelta). Il modello può essere definito come una generalizzazione del modello Logit Gerarchizzato dove ciascuna alternativa può contemporaneamente appartenere a più di un gruppo con differenti gradi di appartenenza.

Modello Probit; perde il vantaggio di una trattazione analitica in forma chiusa, ma permette di superare tutti i limiti dei modelli Logit. Si assume che il residuo aleatorio ϵ_j sia distribuito secondo una variabile Normale Multivariata con media nulla e covarianza qualsiasi. Inoltre, i residui aleatori delle utilità percepite delle diverse alternative di scelta hanno varianze diverse (eteroschedasticità). Per il calcolo delle probabilità di scelta si utilizzano dei metodi analitici approssimati i più utilizzati sono: *Metodo Monte-Carlo* (attraverso un'estrazione pseudo causale di utilità percepite per le diverse alternative, stima la probabilità di ogni alternativa come la frazione di volte in cui quell'alternativa è risultata quella di massima utilità percepita), *Metodo GHK* (fornisce contemporaneamente una stima delle probabilità di scelta di tutte le alternative, tale metodo è oneroso nel caso di un numero elevato di alternative), *Metodo dell'approssimazione di Clark* (si basa sui risultati ottenuti da Clark sui momenti del massimo di variabili aleatorie Normali).

Modello Mixed Logit; fa parte di una nuova classe di modelli implementata per risolvere i problemi applicativi del Modello Probit. La struttura di base del Modello Mixed Logit segue quella dei Modelli di Scelta Discreta in cui l'utilità percepita U_j è la somma dell'utilità sistematica V_j e del residuo aleatorio ϵ_j . La differenza di questo modello, rispetto ai precedenti, è che il residuo aleatorio è additivo, ovvero è somma di due aliquote (τ_j e λ_j) tra loro indipendenti. In generale, si assume che un'aliquota τ_j è una variabile aleatoria indipendente di Gumbel con media nulla e parametro Θ , l'altra aliquota λ_j è una variabile aleatoria Normale con media nulla e matrice di covarianza qualsiasi. In queste ipotesi generiche, il modello è conosciuto con il nome di *Multinomial Probit with Logit Kernel*. Nell'ipotesi che il residuo aleatorio τ_j si distribuisca come una variabile aleatoria di Gumbel indipendente e identicamente distribuita, il modello è definito come Mixed Logit

2.3.1. Specificazione e Calibrazione del modello

Individuata la forma funzionale più idonea per riprodurre le scelte osservate, è necessario specificare le variabili e gli attributi che determinano l'utilità percepita di una determinata scelta.

I modelli di utilità aleatoria possono essere visti come delle relazioni matematiche che forniscono la probabilità $p_i[j]$ (X_i, β, θ) che l'individuo i scelga

l'alternativa j in funzione del vettore (X_i) degli attributi di tutte le alternative disponibili e dei vettori di parametri relativi alla utilità sistematica (β) e alla funzione di probabilità congiunta dei residui aleatori (θ). La dipendenza delle probabilità di scelta da X e β avviene attraverso le funzioni di utilità sistematica che di solito si assumono come combinazioni lineari degli attributi X_z (o loro trasformazioni funzionali) con coefficienti dati dai parametri β

$$V_j (X^{i_j}) = \sum_z \beta_z X^{i_{zj}} = \beta^T X_j$$

In funzione della conoscenza della fenomeno da riprodurre sono introdotti gli attributi significativi (X) in grado di riprodurre le scelte osservate. In linea generale è possibile definire tre macro-categoria di attributi relativi:

- alle caratteristiche socio-economiche dell'utente i (costanti per tutte le alternative, variabili da utente ad utente);
- alle caratteristiche oggettive dell'alternative (es. relativi al Livello di Servizio LOS ovvero tempi e costi dell'alternativa, variano da utente ad utente e per le diverse alternative di scelta);
- alle caratteristiche osservate dell'alternativa i (Costante specifica dell'alternativa CSA).

L'introduzione della Costante Specifica (che può essere introdotta in $n-1$ alternative di scelta) è giustificata dal fatto che non tutti gli attributi che influenzano le scelte degli utenti possono essere misurati, per cui CSA tiene conto di tutto ciò che non è direttamente esplicitato nella specificazione dell'utilità sistematica.

Oltre ad individuare le variabili e gli attributi che influenzano le scelte degli utenti, bisogna definire la forma più idonea per cui le variabili possono essere inserite all'interno della funzione di utilità. Per cui le variabili possono essere classificate anche come variabili continue o variabili discrete. Le variabili continue possono assumere un valore qualunque all'interno di un range di valori dati, mentre le variabili discrete possono assumere solo determinati valori prefissati e comunque sempre ordinati e ordinabili. Un'importante categoria di variabili discrete è quelle delle variabili dummy che possono assumere valore pari a uno o zero. Le variabili dummy sono introdotte, ad esempio, per rappresentare una variabile socioeconomica e di fatto suddividere il campione in sottogruppi. Tramite la stima dei coefficienti (tramite calibrazione) è possibile misurare la differenza di comportamento tra i due sotto-gruppi.

Specificata l'utilità sistematica, bisogna stimare il vettore dei pesi per i diversi attributi considerati nell'utilità dell'alternativa. Calibrare un modello significa stimare il vettore dei parametri sulla base delle scelte effettuate dal campione. Le tecniche più diffuse per la calibrazione sono due:

- minimi quadrati, utilizzata nelle regressioni;
- massima verosimiglianza, utilizzata nei modelli probabilistici.

Il metodo di massima verosimiglianza, consiste nel determinare il vettore dei parametri β che rendono massima la funzione di verosimiglianza. La funzione di verosimiglianza esprime la probabilità di osservare l'insieme delle scelte degli utenti del campione, condizionatamente ai valori assunti dai parametri oggetto di stima. Con tale metodo si stimano i parametri β tali da massimizzare la probabilità di osservare le scelte realmente effettuate da ciascun utente.

Poiché le probabilità $p_i[j](X_i, \beta, \theta)$ dipendono dal vettore di coefficienti ($\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_K, \theta_1, \theta_2, \dots, \theta_R$), anche la probabilità L di osservare l'intero campione risulta funzione dei parametri incogniti (Cascetta, 2009):

$$L(\beta, \theta) = \prod_{i=1..n} p_i[j](X_i, \beta, \theta)$$

La stima di massima verosimiglianza dei vettori di parametri β e θ è ottenuta massimizzando la funzione di probabilità o , in maniera più agevole dal punto di vista computazionale per il suo logaritmo naturale (funzione log-likelihood) (Cascetta, 2009):

$$[\beta, \theta]_{ML} = \arg \max \ln L(\beta, \theta) = \arg \max \sum_{i=1..n} \ln p^i[j(i)](X^i, \beta, \theta)$$

2.3.2. I test di validazione dei modelli

Una volta specificato e calibrato un modello di domanda, questo deve essere validato, ovvero deve essere verificata la ragionevolezza e la significatività dei parametri stimati, la capacità del modello di riprodurre le scelte effettuate da un campione di utenti e vanno verificate le ipotesi alla base della forma funzionale assunta per il modello. Tutte queste verifiche possono essere condotte attraverso una serie di indicatori statistici (Cascetta, 2009).

I primi test da effettuare sui coefficienti sono definiti come test informali, ovvero si valuta la "ragionevolezza" dei segni dei coefficienti calibrati (esempio i coefficienti relativi ai costi devono avere segno negativo) e sui loro reciproci

rapporti (ad esempio confrontare il valore del tempo (VOT) con i valori riportati in letteratura).

I test formali sui coefficienti più utilizzati sono:

Test t-Student su singoli coefficienti: il test fornisce di verificare la significatività dei singoli parametri, ovvero il livello di significatività per cui è possibile rifiutare l'ipotesi nulla. Si assume che la t-student si distribuisca come una Normale Standard $N(0,1)$.

$$t = \frac{\theta_k - \theta_k^*}{\sqrt{\text{Var}\theta^*}}$$

Dove:

θ_k si assume essere nullo

θ_k^* valori stimati da calibrazione

L'ipotesi nulla è rifiutata ad un livello di confidenza del 95% se il valore di t è maggiore di 1,96.

Test chi-quadro su vettori di coefficienti

Questi test verificano l'ipotesi nulla che il vettore vero dei coefficienti β , ovvero un sottovettore da esso ottenuto estraendo alcune componenti, sia pari ad un determinato vettore β^* , ad esempio il vettore nullo, e che la stima β_{ML} sia diversa da β^* solo per errori campionari, ($H_0 : \beta = \beta^*$) (Cascetta, 2009).

$$\text{Chi}^2(\beta^*) = (\beta^{ML} - \beta^*)^T \Sigma_{\beta}^{-1} (\beta^{ML} - \beta^*)$$

Oltre ai test sui parametri è utile validare il modello anche con test statistici che valutano la bontà del modello nel riprodurre le scelte osservate degli utenti. Il test statistico più utilizzato è il ρ^2 . È un indice che varia tra 0 ed 1, vale zero se il modello non ha alcuna capacità esplicativa, vale 1 se il modello fornisce una probabilità pari a uno di osservare le scelte effettivamente fatte.

$$\rho^2 = 1 - \frac{\ln L(\beta^*)}{\ln L(\beta_0)}$$

Il test ρ^2 è utilizzato soprattutto per confrontare diversi modelli, ma, a parità del numero di parametri in quanto il valore della verosimiglianza nel massimo diminuisce all'aumentare del numero di parametri. Per confrontare modelli con differenti numeri di parametri è possibile applicare il ρ^2 corretto:

$$\rho^2 = 1 - \frac{\ln L(\beta^*) - N_{\beta}}{\ln L(\beta_0)}$$

Dove N_{β} sono il numero di parametri stimati nel modello.

È possibile utilizzare altri test statistici per valutare la bontà del modello nel riprodurre le scelte osservate e confrontare le performances di diverse specificazioni. Ad esempio come proposto da Canterella e de Luca (2005) ulteriori test formali sono:

- %clearly right: la percentuale di scelte osservate nel dataset che il modello è in grado di riprodurre restituendo una probabilità percezione maggiore o uguale a 0.90
- %clearly wrong è la percentuale di scelte osservate nel dataset che il modello non è in grado di riprodurre restituendo una probabilità di scelta inferiore o uguale a 0.10.
- %unclear è uguale a $1 - \%clearly\ right - \%clearly\ wrong$.

2.4. Modelli a variabili latenti

Nel corso degli anni la ricerca scientifica ha proposto diverse formulazioni per superare ed estendere i Modelli di Scelta Discreta che, come descritto nei paragrafi precedenti, si basano sull'ipotesi che l'uomo è un decisore razionale, conosce perfettamente l'insieme delle alternative, associa ad ogni alternativa una utilità percepita e sceglie quella cui corrisponde il massimo valore. Inoltre, si assume che le scelte degli individui dipendano da una serie di attributi (es. relativi al livello di servizio, LOS, attributi del sistema di attività, attributi socio-economici) senza tener conto del **processo comportamentale** che conduce alla scelta finale. Infatti, in questi modelli, il processo di scelta è interpretato come una scatola nera nella quale sono forniti in input gli attributi direttamente osservabili ed l'output è direttamente la scelta finale, ritenendo che il processo comportamentale interno della scatola nera sia rilevato implicitamente dal modello.

Come riportato nel paragrafo 2.1 esistono diverse teorie (es. Teorie dell'Azione Ragionata, Teoria del viaggio Pianificato) che palesano l'importanza di considerare esplicitamente la sfera cognitiva all'interno del processo decisionale. Il processo comportamentale che conduce alla scelta, essendo legato alla sfera dell'individuo, è per sua natura complesso e, quindi, non può essere spiegato dai soli attributi direttamente osservabili, ma risulta necessario

considerare variabili che tengano conto di aspetti psicologici, attitudini e percezioni degli individui.

In tale direzione, diverse ricerche hanno proposto delle estensioni alle formulazione dei Modelli di Scelta Discreta che superassero i limiti dell'utilità aleatoria e tenessero esplicitamente in conto dell'influenza degli aspetti psicologici e cognitivi nelle scelte di viaggio degli utenti.

Ad esempio, il lavoro di Ben-Akiva e Morikawa (1990), introducendo un termine casuale (*serial correlation*) all'interno dell'utilità aleatoria del generico individuo i , permette di considerare congiuntamente i dati raccolti tramite indagini RP (*Preferenza Rilevata*) e indagini di tipo SP (*Preferenza dichiarata*). Kamakura e Russell (1989) per primi hanno proposto modelli a classi latenti ovvero una segmentazione del campione in funzione di caratteristiche non direttamente osservabili.

Ortuzar e Hutt (1984), McFadden (1986), Cambridge Systematics (1986), Ben-Akiva e Boccara (1987) hanno proposto e valutato la possibilità di introdurre dati psicometrici, quindi variabili soggettive e latenti, in un modello di scelta discreta.

Relativamente all'introduzione di dati psicometrici nel processo decisionale nel settore urbanistico e della pianificazione dei trasporti è possibile citare diversi studi ed applicazione. Nel contesto di scelta modale, ad esempio, è stato dimostrato che attributi latenti (legati ad esempio al comfort o alla propensione per la salvaguardia dell'ambiente) influenzano significativamente i comportamenti degli utenti (Johansson e Heldt, 2006; Politis et al, 2012; Jing et al, 2014). Conoscere gli attributi che condizionano le scelte modali permette di implementare efficaci politiche di trasporto volte ad esempio ad incentivare l'utente verso modalità di trasporto più sostenibili (Tsirimpa et al, 2010; Sottile et al, 2015) o garantire una maggiore accettazione di politiche di tariffazione come ad esempio il *road pricing* (Di Ciommo et al, 2013).

Variabili legate all'attitudine e alla percezione sono state introdotte anche per meglio comprendere quali sono gli attributi che influenzano: le scelte degli utenti sull'utilizzo di veicoli elettrici (He et al, 2012; de Luca et al, 2015; Valeri et al, 2016), i comportamenti in seguito a innovazioni tecnologiche (Bolduc et al, 2008), la scelta dell'aeroporto (Jung e Yoo, 2016) e delle residenza (Walker e Li, 2007; Kitrinou et al, 2010;).

Operativamente, per tener conto, all'interno di un modello di scelta discreta, di variabili legate all'attitudine e alla percezione della popolazione, bisogna affrontare due problemi:

- come individuare le variabili latenti;
- come misurare ed introdurre tali variabili all'interno dell'utilità aleatoria (forma funzionale idonea).

In alcuni casi di studio, semplicemente dall'osservazione del campione, è possibile individuare delle variabili latenti che influenzano le scelte degli utenti (es. il comfort nelle scelte modali). In questi casi il problema da risolvere è limitato a come misurare tali variabili e a come considerarle all'interno dell'utilità.

Per altre variabili, come ad esempio *il rischio di incidentalità*, è necessario investigare se, all'interno delle scelte modali, gli utenti percepiscono e valutano tale beneficio (Johansson e Heldt, 2006). La riduzione del numero d'incidenti è un beneficio importante quando si redigono progetti di infrastrutture stradali, nelle analisi costi-benefici (CBA) della Swedish National Road Administration (SNRA) il valore di una maggiore sicurezza rappresenta circa un terzo di tutti i benefici monetizzati da progetti infrastrutturali (Naturvårdsverket, 2003), ma difficilmente tale variabile risulta significativa in un modello di swich relativo alla scelta modale (Hammit e Graham, 1999; Jones-Lee et al, 1985; Smith e Desvousges, 1987).

Johansson e Heldt (2006), sempre nel caso di un modello di scelta modale, hanno investigato se comportamenti sostenibili dal punto di vista ambientale (ad esempio se ricicla vetro, carta, batterie e metallo) comportino una maggiore predisposizione a scegliere modalità di trasporto più sostenibile.

La significatività di attributi latenti, all'interno delle scelte degli utenti, è valuta dopo aver stimato il modello di scelta, con il supporto di test statistici (Nunnally, 1978).

La complessità di considerare esplicitamente variabili legate alle attitudini e alle percezioni dell'individuo è ovviamente dovuta al fatto che tali variabili non sono direttamente osservabili ma sono nascoste (appunto latenti); è necessario quindi **individuare variabili causali** (direttamente osservabili) **che spiegano la variabile latente**.

Se le variabili casuali sono legate a solo caratteristiche socio-economiche del campione è possibile definire la variabile latente come **un'attitudine**. Al

contrario, nel caso in cui oltre a caratteristiche socio-economiche è opportuno introdurre variabili legate al livello di servizio, è possibile definire la variabile latente come una **percezione** (Bahamonde-Birke et al, 2015).

L'attitudine riflette il "come sei", ovvero l'atteggiamento, i valori, i gusti e le abilità del singolo individuo (Walker e Ben-Akiva, 2002). L'attitudine è quindi una grandezza individuale che si forma nel tempo a seguito delle esperienze maturate (es. percorso di studi intrapreso, amici frequentati, lavoro professionale, hobbies).

Le percezioni possono essere definite come il processo attraverso il quale un individuo sperimenta l'ambiente circostante (Lindsay e Norman, 1972) e dipendono sia dalle caratteristiche della persona (il "come sei", ovvero quali attitudini possiedi), che dalle caratteristiche relative all'ambiente esterno che ti circonda (il "come stai", ovvero come ti poni ad essere condizionato da fattori esterni). Con riferimento ai trasporti, le percezioni rappresentano quindi una stima/ misura del valore che un passeggero associa ai livelli degli attributi delle alternative modali (Pickens, 2005; Bolduc e Alvarez-Daziano, 2008).

Dopo aver individuato quali sono le variabili latenti che condizionano le scelte degli utenti, occorre disporre di una **loro misurazione** ed individuare la **forma funzionale** che tenga conto di tali variabili all'interno dell'utilità della scelta.

In alcune ricerche per tenere in conto delle variabili legate alla personalità, al gusto, sono state introdotte delle variabili Dummy. Le variabili Dummy però contengono errori di misura e per ottenere stime consistenti, la probabilità di scelta deve essere integrata sulla distribuzione delle variabili latenti, dove la distribuzione dei fattori si ottiene dal modello di analisi fattoriale (Walker, 2001).

Il metodo ad oggi più consolidato è quello di introdurre le attitudini e le percezioni all'interno dell'utilità della scelta attraverso indicatori psicometrici che non sono altro che manifestazioni della variabile latente. Partendo dall'approccio proposto dalla Jöreskog, (1970) incentrato sullo studio tra le variabili latenti e la misurazione degli indicatori psicometrici, diversi ricercatori hanno contribuito alla definizione di un quadro metodologico (Ben-Akiva et al, 1999; Walker, 2001; McFadden, 2001; Ben-Akiva et al, 2002a; Walker e Ben-Akiva, 2002; Raveau et al, 2010; Correia et al, 2010; Bolduc e Alvarez-Daziano, 2010).

2.4.1. L'approccio dei modelli di scelta Ibridi

Per tener conto congiuntamente sia di variabili osservate che di variabili latenti è stato proposto un modello di scelta Ibrido (*Hybrid Choice Model*) (Ben-Akiva, 1999). I modelli Ibridi sono composti da Modelli a Variabili Latenti (LVM) e da Modelli di Scelta Discreta (Figura 3). In questo costrutto, come nei modelli di utilità aleatoria, la scelta (choice) degli utenti è misurata attraverso l'utilità (variabile casuale). L'utilità è influenzata oltre che da attributi direttamente osservabili (relativi al livello di servizio, specifici dell'alternativa e/o caratteristiche socio-economiche) anche da fattori psicologici relativi all'attitudine e alla percezione degli individui. Tenuto conto di quanto illustrato nel paragrafo precedente, le attitudini riflettono gli atteggiamenti, i valori, i gusti e sono influenzate da variabili socio-economiche; le percezioni, che rappresentano la stima o una misura del valore che gli individui associano agli attributi dell'alternativa, sono influenzate sia dalle caratteristiche dell'individuo (socio-economiche) che dalle caratteristiche relative al servizio (Bahamonde-Birke et al, 2015).

L'output del Modello a Variabili Latenti è la misurazione degli attributi latenti (attitudine o percezione) attraverso degli indicatori psicometrici (I_n e I_s).

Gli indicatori psicometrici sono desunti dalle risposte degli utenti (tipicamente su una scala Likert) in funzione all'accordo o al disaccordo rispetto a generiche affermazioni che in maniera indiretta consentono di individuare le attitudini, i gusti e la personalità dell'intervistato.

I risultati della misurazione delle variabili latenti possono essere inserite nel modello di scelta discreta attraverso tre diversi approcci (Figura 4):

1. gli indicatori psicometrici sono trattati come misure dirette degli atteggiamenti (e non come funzione di atteggiamenti) e sono introdotti direttamente nell'utilità (Koppelman and Hauser, 1978; Green, 1984; Harris and Keane, 1998) (Figura 4 (1));
2. le variabili latenti sono individuate attraverso un'analisi fattoriale e successivamente introdotte all'interno dell'utilità (Prashker, 1979) (Figura 4 (2)) ;
3. Gli attributi latenti sono stimati attraverso MIMIC modello (*Multiple Indicator Multiple Cause*; Bollen, 1989) ed inseriti all'interno dell'utilità aleatoria associata alla generica alternativa in cui la variabile latente influenza la scelta finale. Per la stima degli attributi latenti sono specificate due differenti equazioni (*structural equation*

e *measurement equation*). Attraverso l'equazione strutturale (*structural equation*) è possibile misurare la relazione tra le variabili latenti e le caratteristiche socio-economiche della popolazione e/o caratteristiche del servizio, attraverso l'equazione di misurazione (*measurement equation*) è quantificata la relazione tra gli atteggiamenti e gli indicatori di percezione. Con questo approccio gli attributi latenti sono inseriti direttamente all'interno dell'utilità della generica alternativa (Figura 4 (3)).

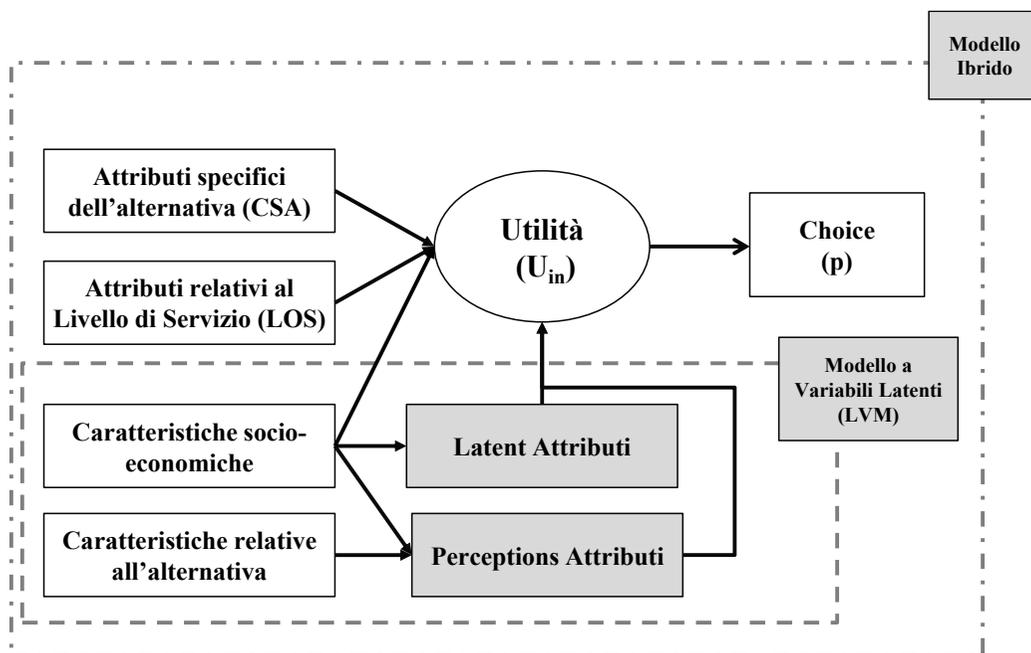


Figura 3: La struttura dei modelli Ibridi (*Hybrid Choice Model*)

Il terzo approccio, benché più complesso, è il modo più "s sofisticato" di considerare le variabili latenti all'interno del modello di scelta discreta. Nei paragrafi successivi sono riportate le equazioni relative al modello di scelta Ibrido (*Hybrid Choice Model*) considerando l'approccio MIMIC.

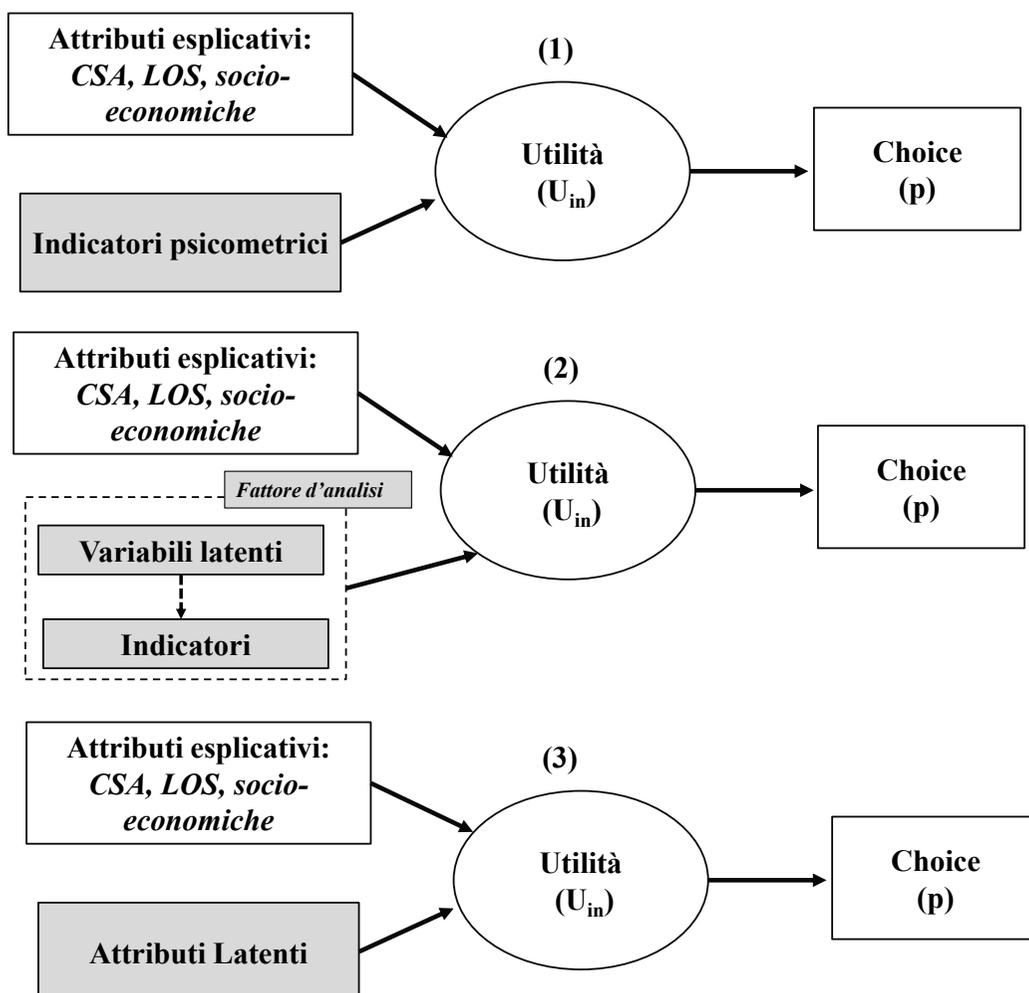


Figura 4: L'introduzione delle variabili Latenti all'interno dei modelli di scelta discreta attraverso: (1) indicatori psicometrici, (2) fattore d'analisi (3) attributi latenti (fonte: Ben-Akiva et al, 1999; Daly et al, 2012).

2.4.2. La struttura del Modello Ibrido

Nel modello a Variabili Latenti sono misurate le n Attitudini e le s Percezioni attraverso gli indicatori psicometrici I_n ed I_s . Il modello è composto da due equazioni: una parte strutturale (*structural equation*) ed una di misurazione (*measurement equation*).

Per le n attitudini e le s percezioni è definita l'equazione strutturale:

$$Att_n = \beta_{MEAN,n} + \sum_i \beta_{n,i} X_{n,i} + \omega_n$$

$$Per_s = \beta_{MEAN,s} + \sum_i \beta_{s,i} X_{s,i} + \sum_i \beta'_{s,i} X'_{s,i} + \omega_s$$

dove:

$X_{n,i}$; ed $X_{s,i}$; sono le caratteristiche socio-economiche che spiegano l'attitudine n e la percezione s ;

$X'_{s,i}$ sono le caratteristiche del servizio che influenzano la percezione s ;

$\beta_{MEAN,n}$, $\beta_{MEAN,s}$, $\beta_{n,i}$, $\beta_{s,i}$ e $\beta'_{s,i}$ sono i parametri da stimare;

ω_n ed ω_s i termini di errore.

Le attitudini e le percezioni sono introdotte all'interno dell'equazione di misurazione attraverso gli indicatori di percezione. L'equazione di misurazione è specificata per ogni indicatore, cioè per ogni domanda del sondaggio che contribuisce ad individuare l'attitudine e la percezione dell'individuo:

$$I_{n,k} = \alpha_{n,i} + \lambda_{n,i} Att_n + v_{n,i}$$

$$I_{s,j} = \alpha_{s,j} + \lambda_{s,i} Per_s + v_{s,j}$$

dove:

$\alpha_{n,i}$ e $\alpha_{s,i}$ sono l'intercetta

$\lambda_{n,i}$ e $\lambda_{s,j}$ sono i parametri da stimare

$v_{n,i}$ e $v_{s,j}$ sono i termini d'errore che si distribuiscono come una Normale con media 0 e matrice di covarianza nota.

Utilizzando l'approccio MIMIC (*Multiple Indicator Multiple Cause*; Bollen, 1989), l'utilità sistematica nel modello di scelta discreta (ibrido) è specificato come combinazione lineare degli attributi latenti (attitudini Att_n e/o percezioni Per_s), degli attributi relativi al livello di servizio X_j , degli attributi socio-economici X_n tutti moltiplicati per il relativo peso (β_j , β_k , γ_n , γ_s) opportunamente stimato.

Nell'utilità sistematica è inserito anche il termine d'errore ε_{in} indipendenti e identicamente distribuito (IID):

$$V_k = \sum_j \beta_j X_j + \sum_n \beta_k X_{n,k} + \sum_n \gamma_n Att_n + \sum_s \gamma_s Per_s + \varepsilon_{in}$$

2.4.3. La stima dei parametri del modello

Per poter stimare i parametri del modello ibrido è possibile distinguere due approcci (Ashok et al, 2002; Johansson et al, 2006; Tam et al, 2009):

- **Approccio sequenziale**
- **Approccio simultaneo**

Nel primo caso (approccio sequenziale) sono distinte due differenti e sequenziali fasi di stima. Inizialmente, attraverso gli indicatori di attitudine e percezione, sono stimati gli attributi latenti. La stima è effettuata riducendo al minimo la differenza tra la matrice di covarianza delle variabili osservate e la matrice di covarianza teorica prevista dalla struttura del modello, che è una funzione dei parametri sconosciuti.

Gli attributi latenti così stimati sono inclusi nel modello di scelta discreta come variabili esogene (così come gli attributi tradizionali direttamente osservabili). Nella seconda fase sono stimati i parametri relativi al modello di scelta discreta.

Questo metodo ha il vantaggio di essere semplice, per questo fino ad ora nella letteratura scientifica è il metodo più utilizzato, ma è stato dimostrato che non garantisce stime corrette dei parametri coinvolti che possono contenere un errore di bias (Ben-Akiva et al, 2002; Bahamonde-Birke e Ortuzar 2014) e la deviazione standard dei parametri tende ad essere sottostimata (Bollen, 2005).

Murphy e Topel (1985), per superare tale limite, propongono dei complicati metodi di correzione statistica delle varianze dei parametri.

L'approccio simultaneo si basa su una procedura di stima congiunta dei parametri del modello latente e del modello di scelta discreta. Con questo approccio all'interno dell'utilità non è inserito il valore atteso della variabile latente, ma direttamente l'attributo stimato congiuntamente. La stima simultanea è più complessa rispetto alla stima sequenziale, ma rappresenta un netto miglioramento (Everitt, 1984; Bollen, 2005; Bolduc et al, 2008; Raveau et al, 2010); infatti, con questo approccio l'inferenza è basata sulla distribuzione congiunta. La funzione di densità di distribuzione può essere riscritta come:

$$g(I_{n,k}, I_{s,j}) = \int f(I_{n,k}/Att_n, \lambda_{n,l}; I_{s,j}/Per_s, \lambda_{s,j}) h(Att_n/X_{n,i}, \beta_{n,l}; Per_s / \beta_{s,j}, X_{s,i}, \beta'_{s,j}, X'_{s,i}) dAtt_n dPer_s$$

La probabilità congiunta di osservare la scelta $y_{i,n}$ è espressa come:

$$P(y_{i,n}/X_{n,i}; X_{s,i}, \beta_j, \beta_k, \lambda_{n,i}, \beta_{n,i}, \beta_{s,i},) = \int_{Att_n; Pers} P(y_{in}/X_{n,i}, \beta_j, \beta_k) f(I_{n,k}/Att_n, \lambda_{n,l}; I_{s,j}/Per_s, \lambda_{s,j}) h(Att_n/X_{n,i}, \beta_{n,l}; Per_s / \beta_{s,j}, X_{s,i}, \beta'_{s,j}, X'_{s,i}) dAtt_n dPer_s$$

Per stimare i parametri del modello è possibile utilizzare il metodo della verosomiglianza, lo stimatore è definito:

$$L = \prod_{ij} P(y_{i,n}/X_{n,i}; X_{s,i}, \beta_j, \beta_k, \lambda_{n,i}, \beta_{n,i}, \beta_{s,i},) = \int_{Att_n; Pers} P(y_{in}/X_{n,i}, \beta_j, \beta_k) f(I_{n,k}/Att_n, \lambda_{n,l}; I_{s,j}/Per_s, \lambda_{s,j}) h(Att_n/X_{n,i}, \beta_{n,l}; Per_s / \beta_{s,j}, X_{s,i}, \beta'_{s,j}, X'_{s,i}) dAtt_n dPer_s$$

Dato il numero di parametri da stimare, la stima dei modelli richiede integrali multidimensionali con dimensione pari al numero di variabili latenti. Per questo motivo la stima è approssimata utilizzando integrazione numerica, dove i parametri della probabilità congiunta $P(y_{i,n}/X_{n,i}; X_{s,i}, \beta_j, \beta_k, \lambda_{n,i}, \beta_{n,i}, \beta_{s,i})$ sono stimati massimizzando la funzione di log verosimiglianza ed in particolare nell'equazione dello stimatore è sostituito il valore medio della probabilità congiunta $\tilde{P}(y_{i,n}/X_{n,i}; X_{s,i}, \beta_j, \beta_k, \lambda_{n,i}, \beta_{n,i}, \beta_{s,i})$ (Walker e Ben-Akiva, 2002; Bolduc e Giroux, 2005).

Nell'elaborato di tesi il modello ibrido proposto è stato calibrato con il metodo di stima simultaneo utilizzando il software PythonBiogeme (Bierlaire and Fethiarison, 2009).

3. La qualità del trasporto collettivo: uno stato dell'arte

Nei paesi industrializzati, la qualità, l'arte ed in genere l'estetica, la bellezza, rivestono un ruolo sempre più importante nella quotidianità e nelle scelte degli individui. Storicamente la bellezza, l'estetica hanno assunto dimensioni ideali ed elevate: nell'epoca neoplatonica il bello rappresentava la purezza, nel medioevo il divino e per Hegel era espressione dell'Assoluto (Conte et. al, 2016). Nell'ultimo secolo la ricerca del bello ha interessato non solo il campo della filosofia e della sociologia e ha assunto dimensioni sempre più reali e meno ideali.

Anche nel campo dei Sistemi di Trasporto, il ruolo dell'estetica è divenuto sempre meno trascurabile. Infatti, nell'allegato al Documento di Economia e Finanza (DEF, 2016) meglio conosciuto come *Connettere l'Italia*, tra gli obiettivi e le strategie della nuova politica infrastrutturale dei trasporti in Italia vi è proprio quello di progettare e realizzare delle infrastrutture belle. Infrastrutture di trasporto pubblico realizzate con particolare attenzione alla qualità, rispettando l'ambiente e l'architettura del contesto in cui sono costruite, rappresentano un valore aggiunto per la popolazione che risiede nelle aree d'influenza oltre che per l'utente stesso.

Nella comunità scientifica è in atto un dibattito riguardo a quale sia la migliore definizione di qualità, mentre è ampiamente riconosciuto che questa è intrinsecamente correlata alla percezione che un utente ha di un servizio di trasporto (Berry et al, 1990; Gatta e Marcucci, 2007; Cascetta e Carteni, 2014a).

Berry et al. (1900) definiscono cinque caratteristiche che rendono un servizio di qualità ovvero: *i)* strutture fisiche dotate di attrezzature di comunicazione all'avanguardia, *ii)* affidabilità, *iii)* reattività, ovvero la volontà di aiutare il cliente e di fornire un servizio rapido, *iv)* la conoscenza e la cortesia dei dipendenti e la loro capacità di trasmettere fiducia e sicurezza, *v)* la cura, l'attenzione rivolta ai clienti.

Gatta e Marcucci (2007) collegano il concetto di qualità ad attributi direttamente misurabili legati al livello di servizio (es. tempo di attesa, tempo di viaggio, costo del biglietto, affidabilità del servizio).

La qualità del trasporto collettivo può essere analizzata da due differenti punti di vista: dal punto di vista del fornitore del servizio per cui la qualità è legata al target del livello di servizio che il fornitore prevede di offrire (qualità prevista) e al livello di servizio che effettivamente offre (qualità effettiva) (Cascetta e

Carteni, 2014a) e dal punto di vista dell'utente distinguendo tra qualità percepita del viaggio (Wen et al, 2005; dell'Olio et al, 2010; Cascetta e Carteni, 2014a) e qualità desiderata per quel servizio, ovvero il target di qualità che l'utente desidererebbe per quel servizio di trasporto (Eboli e Mazzulla, 2008; dell'Olio et al, 2011a; Nkurunziza et al, 2012).

La qualità percepita di un servizio di trasporto dipende sia da attributi direttamente misurabili e legati alle caratteristiche del viaggio (es. tempo di attesa, affidabilità del servizio), sia da attributi non direttamente misurabili come **estetica** delle infrastrutture di trasporto (inteso come architettura/design del terminal, colore scelto per le pareti, opere d'arte esposte), **comfort** (panchine, musica, illuminazione), **percezione di sicurezza**, **possibilità di fare altre attività** durante il viaggio (es. connessione wi-fi, attività di ristorazione o di shopping nei terminal di trasporto). Inoltre, a parità di tutto il resto, la qualità percepita di un servizio di trasporto è fortemente influenzata anche dalla qualità complessiva del viaggio affrontato/da affrontare (**esperienze di viaggio o travel experience**). Ciò significa che se si sta affrontando un lungo viaggio magari mediamente di bassa qualità (es. più modi di trasporto e tempi di viaggio elevati), l'attraversamento di una stazione di particolare pregio artistico e di elevato comfort potrebbe non stimolare sensazioni di benessere (qualità percepita) nel viaggiatore al pari della stessa stazione attraversata da un pendolare che, per contro, sta affrontando uno spostamento di breve durata nel quale questa attività di attesa in stazione ed in un contesto particolarmente gradevole, rappresenta una percentuale molto rilevante del tempo di viaggio complessivo. In questi casi percezione della qualità del viaggio compiuto dipende, oltre che dalla lunghezza dello spostamento, dalla qualità dell'interscambio modale.

In considerazione di quanto detto, nei prossimi paragrafi sarà approfondito il ruolo dell'estetica, della qualità e del comfort nelle scelte di viaggio degli utenti per poi analizzare metodi e modelli riportati nella letteratura scientifica volti a quantificare il ruolo della qualità nel trasporto collettivo.

3.1. Gli elementi infrastrutturali che influenzano la qualità percepita

La qualità percepita dagli utenti rispetto al servizio di trasporto pubblico, ha degli effetti sulla percezione delle caratteristiche oggettive del servizio (es. tempi) e quindi sulle conseguenti **scelte di viaggio**.

Ad esempio, evidenze scientifiche hanno dimostrato che, nel caso di un servizio di trasporto di qualità, **il tempo di viaggio** percepito dall'utente è minore rispetto al tempo di viaggio effettivamente trascorso (viceversa nel caso che il servizio di trasporti sia di bassa qualità) (Iseki e Taylor, 2009).

Fan et al. (2016) dimostrano che il tempo di attesa percepito presso terminal sprovvisti di servizi di base come ad esempio panchine o pensiline è 1.3 volte maggiore rispetto al tempo oggettivamente trascorso.

Cascetta et al. (2013) dimostrano che gli utenti di un servizio di trasporto caratterizzato da elevati standard di qualità tendono a sottostimare di circa il 30% i tempi viaggio ed oltre il 50% il tempo di attesa.

Una maggiore percezione da parte dell'utente della qualità del servizio offerto, genera una maggiore domanda per quel modo/servizio di trasporto.

Ad esempio Cascetta et al. (2014) hanno dimostrato che per una particolare coppia-origine destinazione, dove coesistono due servizi ferroviari in perfetta competizione rispetto agli attributi del livello di servizio (tempi e costi di viaggio) e con l'unica differenza nell'estetica delle stazioni, la ripartizione degli utenti tra i due servizi ferroviari non risulta omogenea. Infatti, qualora non fosse esistito un condizionamento legato all'architettura e all'estetica, a fronte di attributi di viaggio misurati pressoché uguali tra i due servizi, ci sarebbe stato da attendersi una uguale distribuzione dell'utenza tra le due alternative di percorso. Invece, attraverso una campagna di indagine presso le stazioni delle due linee ferroviarie è stato osservato che 80% degli utenti su questa specifica coppia origine-destinazione preferisce utilizzare l'alternativa con alti standard estetici ed architettonici confermando l'idea che l'estetica delle stazioni ha un effetto non trascurabile sulle scelte di viaggio. Nello stesso studio è stato inoltre stimato che il valore economico della "qualità delle stazioni ferroviarie" per un pendolare è pari a circa 43 centesimi di euro per viaggio; in altri termini un pendolare è disposto ad aspettare fino a 6 minuti in più, o a camminare sino a 9 minuti in più per raggiungere una stazione "bella".

Inoltre infrastrutture di trasporto di maggiore qualità hanno effetti anche **sull'estensione del bacino d'utenza** di una stazione e quindi sui potenziali utenti del servizio ferroviario.

Carteni et al. (2014a) hanno confrontato il bacino di utenza di una Stazione progettata e realizzata con Elevati Standard artistici e architettonici (SES) con una Stazione progettata con standard "Tradizionali" (ST), ovvero senza particolare attenzione all'arte e all'estetica. I risultati delle stime hanno mostrato una

differenza significativa tra l'estensione del bacino d'influenza delle due Stazioni; in particolare l'estensione del bacino della SES ha un'area il 99% più estesa di quella della ST. Il raggio medio del cerchio equivalente (in termini di area) dell'area d'influenza della Stazione SES è pari a 750 m, 42% maggiore rispetto a quello della ST (pari a 530 metri).

Anche il comfort riveste un ruolo rilevante nelle scelte degli utenti. Ad esempio, Carteni et al. (2017) nel caso dei servizi ferroviari ad Alta Velocità, hanno dimostrato che il valore edonico relativo ai soli servizi di bordo è quantificabile pari a circa il 38% del costo medio di un biglietto (pari a 13 euro a viaggio).

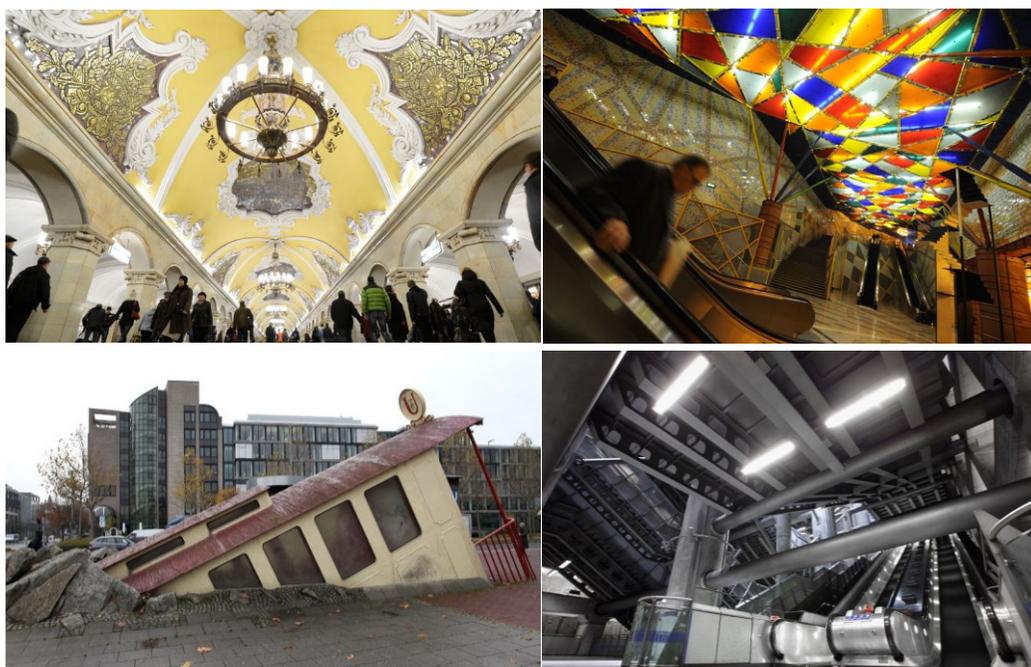


Figura 5: Alcune delle stazioni più belle d'Europa riportate dal *Telegraph*

Stazione Komsomolskaya- Mosca, Fotografo: Mario Laporta ; Stazione Olaias- Lisbona, Miguel Riopa; Stazione Bockenheimer Warte- Francoforte, Fotografo: Daniel Roland; Stazione Westminster Underground- Londra, Fotografo: Dan Kitwood.

L'intuizione che stazioni ferroviarie più belle, più confortevoli possano essere un vantaggio competitivo per i servizi di trasporto collettivo offerti è diffusa in molte delle principali città europee e mondiali. Di esempi illustri ce ne sono nelle principali città e sono stati anche classificati prima dal quotidiano Inglese *Telegraph* (Figura 5) e poi dalla CNN, che ne hanno raccolte alcune proclamando la stazione Toledo della Linea 1 della metropolitana di Napoli come una della stazione più belle d'Europa (Figura 6).

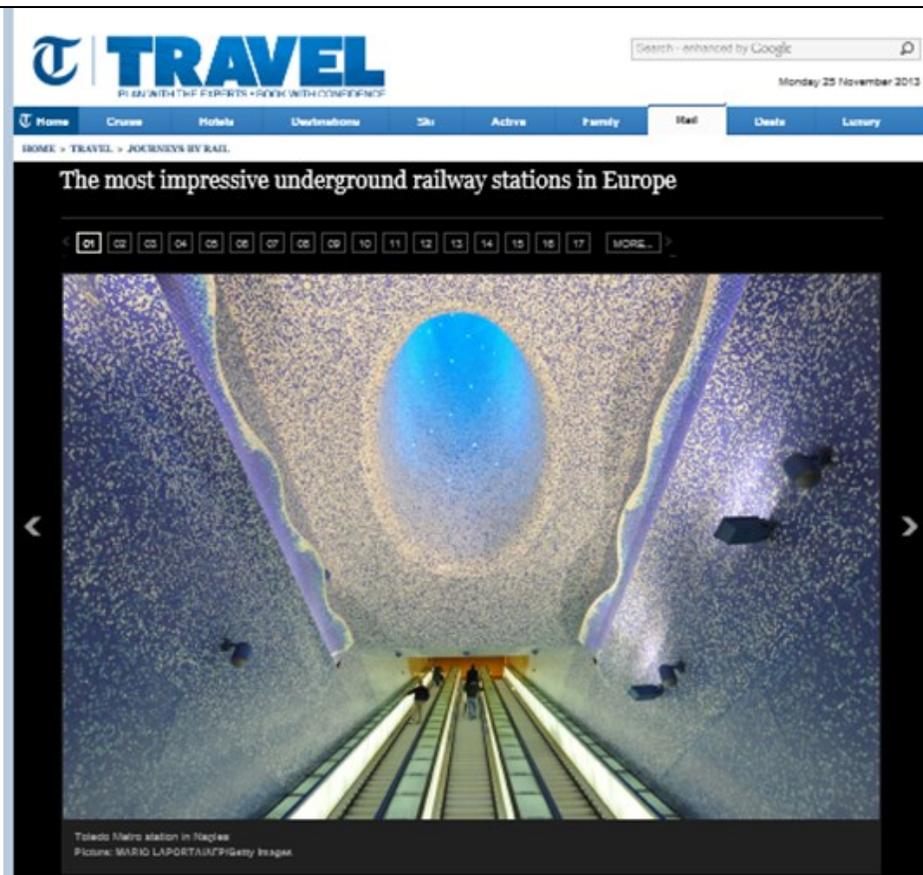


Figura 6: Dal sito del giornale Daly Telegraph, la stazione di Toledo
(Fonte: <http://www.telegraph.co.uk/travel>)

Anche le autostazioni e le fermate (paline) del servizio di trasporto su gomma, in molte città mondiali sono state progettate dando particolare lustro alla qualità e all'estetica dei terminali. Di seguito (Figura 7 e Figura 8), a titolo di esempio, sono riportate alcune tra le autostazioni e fermate (paline) più belle al mondo.

In Italia, invece, nell'ultimo decennio si è puntato ad uno sviluppo della mobilità incentrato sul sistema di trasporto ferroviario, dando poca importanza al servizio di trasporto su gomma. Ne consegue che i terminali di trasporto (le autostazioni) e le fermate (pensiline) degli autobus sono degli edifici anonimi senza nessuna attenzione alla qualità e al comfort. L'unica eccezione è rappresentata dall'autostazione di Crotone (Autolinee Romano); il Terminal è un unico complesso polifunzionale ubicato proprio nel cuore della città. All'interno del terminal sono concentrate una serie di servizi e attività (ristoranti, negozi, info

point ecc). Il terminal inoltre ha assunto un ruolo di riqualificazione urbanistica dell'area adiacente; infatti, esso tende a dare un ruolo ed una vivibilità all'intero quartiere che era un agglomerato di case popolari, privo anche dei servizi minimi.



Figura 7: Alcune delle Autostazioni intermodali più belle al mondo

Gare do Oriente- Lisbona (fonte: <https://geolocation.ws> e <http://wikimapia.org>); Gujarat, Vadodara- India (Fonte: <http://www.rediff.com>); World Trade Center Transportation Hub, Transbay Transit Center- San Francisco (fonte: <http://pcparch.com>); Oculus-New York (Fonte: <http://www.panynj.gov>).

Metodi e modelli per l'analisi e la stima della qualità nel trasporto collettivo: gli effetti dell'estetica e delle esperienze di viaggio nelle scelte degli spostamenti.

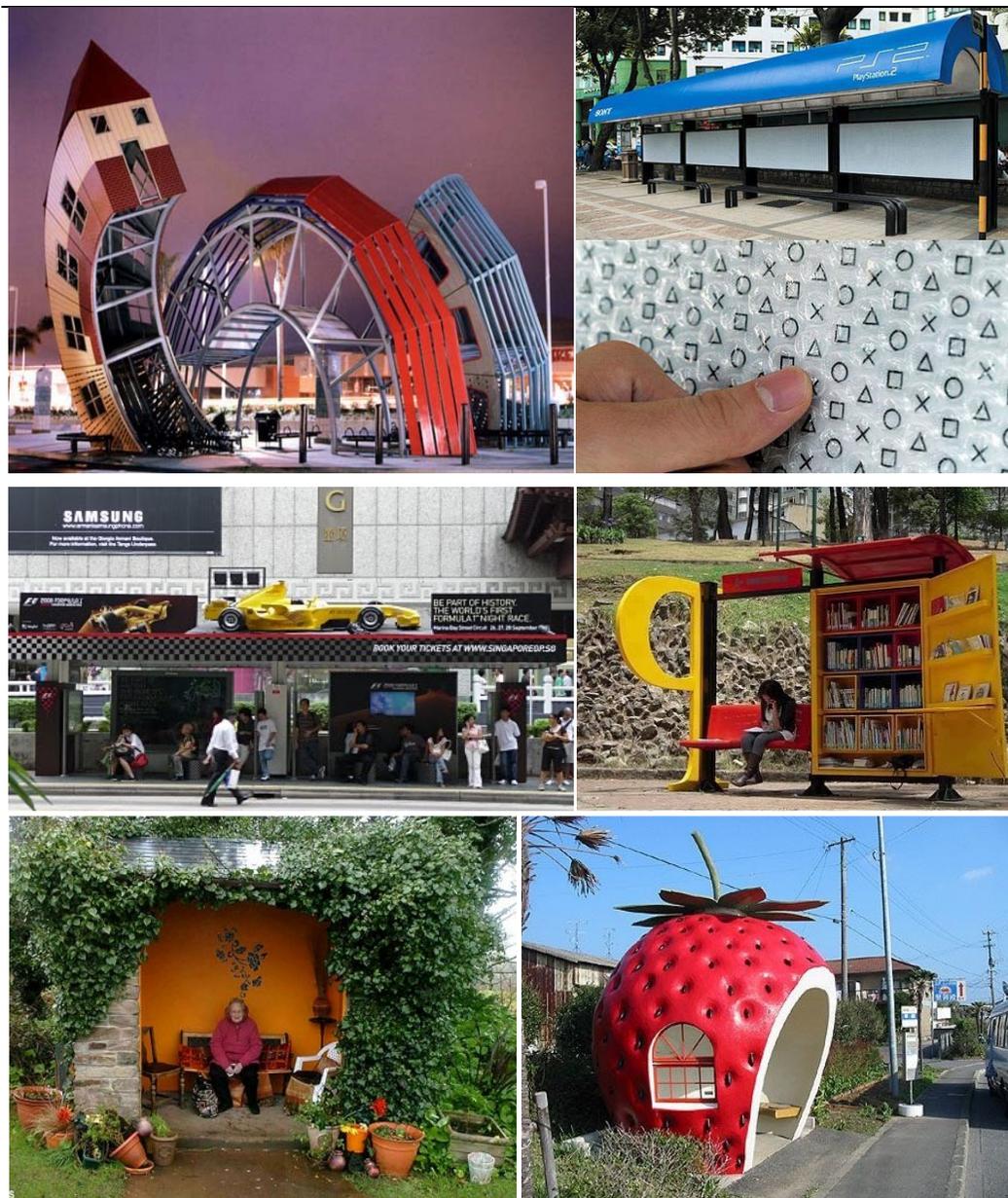


Figura 8: Alcuni esempi di fermate (paline) più belle al mondo

Bus Home- California (fonte: www.dennis-oppenheim.com); PlayStation 2 bus stop-Malesia (fonte: <http://walyou.com>); F1 bus stop- Singapore (fonte: <http://walyou.com>), Moroccan style bus stop- Inghilterra (fonte: <http://walyou.com>); Japanese Fruit bus stop-Giappone (fonte: <http://walyou.com>).

Nell'ambito ferroviario, parallelamente alla realizzazione di terminali di trasporto con elevati standard artistici e architettonici si sviluppa un movimento architettonico (*Station Renaissances*) volto ad individuare, attraverso **analisi**

qualitative, gli elementi progettuali volti alla costruzione ed alla riqualificazione delle stazioni ferroviarie con standard architettonici elevati.

La *Station Renaissance* è un movimento architettonico che si diffonde a partire dal 1980 in Europa, promosso dagli stessi operatori ferroviari, che ha nell'estetica, nella qualità architettonica, nell'integrazione con il paesaggio circostante e nell'accessibilità ed interscambio tra i terminali di trasporto i suoi punti di maggiore originalità (Edwards, 1997). Fino a quel momento le stazioni avevano avuto come unica funzione quella di accogliere i treni, erano, citando il sociologo Mark Auge, dei "non luoghi", ovvero dei posti privi di identità nei quali il passeggero non ha la percezione di essere in un luogo. Al contrario, altri luoghi delle città, come ad esempio le piazze (si pensi a piazza del Plebiscito a Napoli o piazza della Signoria a Firenze), sono sempre state realizzate con l'intento di suscitare delle emozioni in un individuo che le attraversa rappresentando luoghi ben definiti e riconoscibili.

I principi della *Station Renaissance* inizialmente vengono rivolti esclusivamente alla riqualificazione delle stazioni dismesse, ma ben presto si estendono anche alla progettazione delle nuove stazioni oltre che alla pianificazione urbanistica. Infatti, per le nuove realizzazioni viene privilegiato l'uso di forme architettoniche semplici, l'armonia dei materiali e dei colori impiegati, ma sempre in perfetta armonia con l'identità storica delle città e delle aree in cui vengono realizzate. Nello stesso periodo, lo sviluppo delle reti ferroviarie ad alta velocità ha radicalmente modificato le esigenze di mobilità degli individui, trasformando anche il ruolo stesso delle stazioni che, oltre a nodi del sistema dei trasporti (Meeks, 1995), diventano anche luoghi della città con una propria ben chiara e distinta identità (Edwards, 1997); partecipando attivamente al sistema delle attività urbane (Thorne, 2001).

Dal 1990, i principi della *Station Renaissance* migrano dall'Europa agli Stati Uniti d'America, dove si inizia a diffondere il cosiddetto *Context Sensitive Design for Railways* (CSDR), un movimento basato sull'analisi degli impatti sociali e ambientali causati dalla realizzazione delle nuove infrastrutture (Otto, 2000). Anche per questo movimento l'estetica diventa parametro cruciale nella progettazione di nuove infrastrutture di trasporto al fine di aumentarne la qualità dei servizi offerti oltre che la vivibilità delle aree circostanti. Nel CSDR il concetto di estetica non si limita alla semplice qualità visiva basata sulle forme, sulle dimensioni e sui colori ma include anche aspetti più soggettivi per il viaggiatore come l'utilità stessa di compiere uno spostamento (Holgate, 1992).

Vengono così definiti dei veri e propri standard progettuali per le nuove realizzazioni (si veda ad esempio la stazione di Metro Center di Washington DC):

- **spazio:** preferibilmente grandi realizzazioni, ma sempre a misura d'uomo, sia in termini di sicurezza che di comfort;
- **illuminazione:** prediligere l'illuminazione naturale perché più sostenibile e per la maggiore percezione di sicurezza;
- **toponomastica:** utilizzare regole semplici e precise per i nomi delle stazioni, per aumentarne la memorizzazione e la creazione di una identità propria;
- **colore:** preferire colorazioni confortevoli ed attraenti;
- **pubblicità:** spazi per la sponsorizzazione di prodotti standardizzati ben visibili ma al contempo non invasivi.

In questo contesto, nelle principali città europee e mondiali è possibile ammirare delle stazioni sempre più caratterizzati da elevati standard di bellezza e qualità (es. stazioni Cincinnati in Ohio, USA; Khalid bin Al Waleed Wilhelminaplein a Dubai).

Per i terminali di trasporto su gomma, non è stato riscontrato un movimento e/o delle teorie volte ad individuare i standard progettuali per le nuove realizzazioni. Da un'analisi delle best practices internazionali emerge che le caratteristiche di successo adoperate per accrescere il valore edonico dei terminal bus risultano: **architettura, servizi ai viaggiatori, integrazione modale e sostenibilità ambientale** (Figura 9).

Per tutti i principali casi studio analizzati (es. Spaarne Hospital bus station, Hoofddorp – Olanda; Slough bus station, Slough - United Kingdom; Busbahnhof Poppenbüttel, Poppenbüttel - Germany; Avenida de America, Madrid - Spain; Transbay Transit Center, World Trade Center Transportation Hub, New York - United States; San Francisco - United States; Gujarat, Vadodara - India), emerge infatti una attenta cura per l'architettura ed il design degli edifici, insieme all'offerta di numerosi servizi di qualità ai viaggiatori (es. bar, ristoranti, Wi-Fi, galleria commerciale, sale d'attesa confortevoli).

Molti di questi terminal sono inoltre anche efficaci ed efficienti **nodii intermodali gomma-ferro** permettendo e favorendo integrazione modale sia fisica tra i modi di trasporti (terminal bus, stazione ferroviarie a parcheggio auto lunga sosta) che funzionale (orari bus e treno sincronizzati ed Info-mobilità) ma anche tariffaria (biglietto integrato gomma-ferro). Non ultimo vi è anche una

particolare attenzione all'ambiente tramite l'utilizzo per le autostazioni di materiali riciclati o riciclabili e risparmio energetico sia per l'illuminazione che per la climatizzazione degli ambienti.

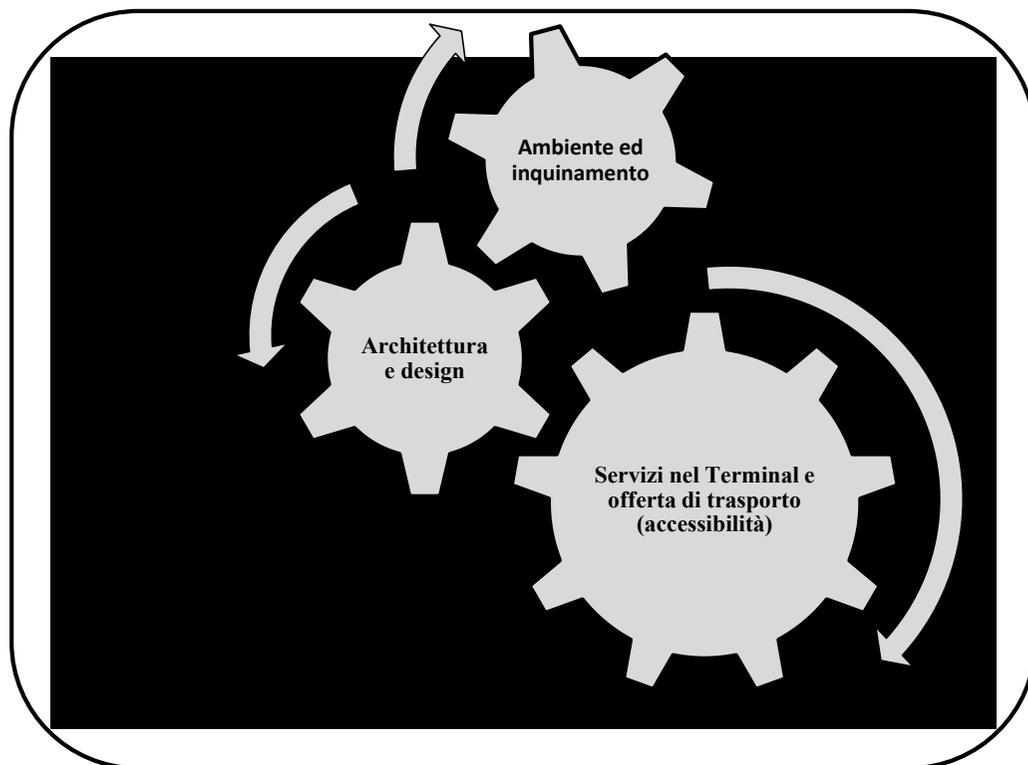


Figura 9: Caratteristiche di un'autostazione di qualità; gli elementi distintivi caratteristici delle best practices internazionali.

3.2. Le esperienze di viaggio nelle scelte degli spostamenti

Come evidenziato nei paragrafi precedenti, è ormai consolidato che le scelte di viaggio degli utenti sono influenzate dalla qualità del trasporto, ma ulteriori ricerche hanno dimostrato che le esperienze di viaggio pregresse condizionano le decisioni future. Ad esempio, nella scelta del percorso, se nei giorni precedenti al viaggio il decisore ha riscontrato un elevato livello di congestione, tenderà ad individuare percorsi alternativi. È quindi ovvio che per poter valutare le prestazioni di una rete di trasporto è importante individuare i principali elementi che influenzano le scelte del percorso come ad esempio: *i)* la percezione soggettiva dei tempi di percorrenza, *ii)* l'esperienza pregressa ottenuta

direttamente sulla rete da parte dell'utente, *iii*) nel caso disponibili, le informazioni acquisite attraverso sistemi di informazione avanzati (De Maio et al, 2013).

Esempi analoghi è possibile ricondurli anche al caso di scelta modale (e.g. Nerhagen, 2008; Schmitt et al, 2013).

Per valutare il “peso” delle esperienze di viaggio pregresse nelle scelte di mobilità, bisogna distinguere il caso in cui gli spostamenti sono abituali o occasionali. Nel caso di spostamenti abituali, l'influenza delle esperienze passate di viaggio sulle scelte future sono più trascurabili; infatti, quando un comportamento diventa abituale è come se fosse automatizzato e, quindi, difficilmente si verificano shift modali verso altre modalità di trasporto o verso altri percorsi (Aarts et al 1997; Verplanken e Orbell, 2003; Thøgersen, 2009). Diversamente, per spostamenti occasionali, lo sforzo cognitivo del decisore nella ricerca di informazioni è maggiore; quindi, le poche esperienze di viaggio pregresse assumono un ruolo predominante nelle scelte future (Aarts et al, 1997; Van Exel e Rietveld, 2001; Klockner e Matthies, 2004; Klöckner e Friedrichsmeier, 2011) e i comportamenti futuri risultano più malleabili. Schmitt et al. (2013) dimostrano che le prime impressioni di viaggio influenzano in maniera consistente le esperienze complessive- *first impressions*.

Sempre nel contesto di scelta modale De Vos et al. (2015) hanno dimostrato che la soddisfazione per il mezzo di trasporto scelto è fortemente influenzata dal contesto urbano in cui l'utente risiede (utenti che vivono in aree urbane sono più propensi ad utilizzare mezzi pubblici rispetto a chi vive in periferia) e dalle proprie abitudini di mobilità (a parità di spostamento, l'utente che ha una maggiore propensione per il trasporto pubblico, ma vive in aree periferiche dove l'offerta è scarsa, sarà più insoddisfatto ad utilizzare l'auto rispetto a chi è abituato).

Negli studi riscontrati nella letteratura scientifica, però, non è stato investigato come **la travel experiences** o le esperienze di viaggio passate incidono **sulla percezione della qualità** del viaggio che si intende effettuare o si sta affrontando.

Le ricerche scientifiche condotte sino ad oggi hanno rilevato che la soddisfazione dell'utente per il viaggio effettuato con il trasporto collettivo, è condizionata dalla qualità dell'interscambio modale (Guo e Wilson, 2007; Hernandez, 2016).

Migliorare la qualità dell'interscambio risulta una delle misure più efficaci per attrarre maggiore domanda sul trasporto collettivo (Deb e Chakroborty, 1998; Terzis e Last, 2000; Guihaire e Hao, 2008; Iseki e Taylor, 2010; Lopez-Lambas e Monzon, 2010; Guo e Wilson, 2011). A tal fine sono state investigate in diversi contesti geografici (es. Iseki e Taylor, 2010-Los Angeles, USA; Dell'Olio et al., 2011b-Santander, Spagna; Cherry e Townsend, 2012- Bangkok, Thailandia; Abreu e Silva e Bazrafshan, 2013-Lisbona, Portogallo; Hernandez et al., 2016-Madrid, Spagna) quali sono le caratteristiche ed i servizi di un "buon" interscambio modale. Attraverso indagini di *Customer Satisfaction* (es. Hernandez et al, 2016, utilizzando scala Likert 1-5) o metodi di regressione (es. Iseki e Taylor, 2010, specificano una regressione logistica) è stato evidenziato che le informazioni di viaggio chiare relative agli orari di viaggio, ai possibili ritardi sono insieme all'affidabilità e alla sicurezza del terminal le caratteristiche principali di un "buon" interscambio modale. Quindi, la qualità dell'interscambio modale è stata ricondotta alle sole caratteristiche relative all'offerta del trasporto pubblico (es. affidabilità del servizio, informazioni agli utenti), senza tener conto esplicitamente di caratteristiche relative all'estetica e all'architettura del terminal. Per gli interscambi modali di grandi dimensioni è stato dimostrato che la varietà e la numerosità dei negozi influenzano positivamente la qualità percepita dagli utenti (Hernandez et al, 2016), al contrario scritte sui muri e graffiti riducono la sicurezza percepita del terminal e quindi la soddisfazione per il viaggio (Abreu e Silva e Bazrafshan, 2013).

Non risultano però ricerche volte a quantificare quanto le esperienze pregresse, la conoscenza delle caratteristiche del viaggio complessivo (travel experience), influenzino la qualità percepita del viaggio che si è in procinto di compiere.

3.3. Attributi e metodi per l'analisi e la stima della qualità nel trasporto collettivo

Al fine di valutare e quantificare gli effetti dell'estetica, della qualità e del comfort nelle scelte di viaggio degli utenti è necessario individuare gli **attributi e i metodi** che meglio interpretano il fenomeno da riprodurre.

Per quanto riguarda **gli attributi**, nella comunità scientifica vi è un continuo dibattito riguardo al fatto che gli indicatori di qualità dovrebbero essere oggettivi e/o soggettivi. La normativa dell'UE propone di definire misure sia oggettive che

soggettive perché solo la loro combinazione permette di valutare e misurare efficacemente la qualità.

Infatti, gli attributi oggettivi sono misure dirette degli indicatori di prestazione dell'offerta che influenzano la qualità percepita del servizio di trasporto pubblico (Transportation Research Board, 1999 e 2003). Come esempio, gli indicatori tradizionali del livello di servizio (es. tempo a bordo o percentuale di passeggeri partiti/arrivati in anticipo/ritardo) possono considerarsi, dal punto di vista del fornitore del servizio, come misure oggettive di prestazione. Ma non tutti gli attributi di qualità sono misurabili (ad esempio comodità del posto a sedere o qualità estetica). Le misure soggettive sono basate sulla percezione diretta (dichiarazioni) e indiretta (scelte) della qualità del servizio da parte dell'utente.

La principale critica agli indicatori soggettivi è il loro ruolo limitato nel progettare (pianificare) i servizi, poiché essi non possono essere rilevati in maniera affidabile per servizi non esistenti e sono strettamente legati all'opinione dell'utente sul trasporto collettivo rispetto allo specifico viaggio che sta compiendo.

Nella letteratura scientifica del settore, la qualità del trasporto pubblico è stata analizzata soprattutto rispetto agli attributi oggettivi legati a livello di servizio come ad esempio l'affidabilità-puntualità, la frequenza, il tempo di viaggio ed il costo Tabella 8. L'affidabilità del servizio è per molti autori una delle caratteristiche che maggiormente contribuisce a rendere di qualità il trasporto pubblico (Eboli e Mazzulla, 2010) ed ad attrarre maggiore domanda (Wilson et al 1992; Strathman et al, 2003). La localizzazione delle fermate e delle stazioni, la capillarità della rete, quindi il tempo di accesso pedonale, è una variabile che influenza la percezione che l'utente ha della qualità del servizio offerto.

Oltre ad attributi relativi al servizio offerto, diverse ricerche hanno investigato come, ed in alcuni casi quanto, la qualità percepita dell'utente dipendesse da attributi non direttamente misurabili come ad esempio le informazioni durante e prima del viaggio, la cortesia del personale, la sicurezza del terminal e del mezzo di trasporti, il comfort (inteso come temperatura dell'aria, panchine ecc.) più della stazione che del mezzo (Wachs, 2007).

Tabella 8: Metodi di valutazione ed Attributi direttamente misurabili per l'analisi/ stima della qualità percepita del servizio di trasporti

Attributo	Metodi di valutazione per l'analisi/la stima della qualità		
	Qualitativo	Quantitativo- Non Comportamentale	Quantitativo Comportamentale
Costo del biglietto	Eboli, Mazzulla, 2011, 2012b; de Oña et al, 2012; de Oña, 2013; Freitas, 2013; Eboli et al, 2016	Hensher, Prioni, 2002; Joewono e Kubota, 2008	Hess, Polak, 2005; Eboli, Mazzulla, 2008; Espino et al, 2008; dell'Olio et al, 2010; Nkurunziza et al, 2012; Rojo et al, 2012
Affidabilità / puntualità del servizio	Beirao,Cabral,2007; Wachs,2007; Fellesson,Friman, 2008;Nathanail,2008 Tam et al, 2010; Chou et al,2011; de Oña et al, 2012; de Oña, 2013; Freitas, 2013; Eboli, Mazzulla 2011, 2012b; Eboli et al, 2016	Hensher, Prioni, 2002; Nathanail, 2008;Joewono, Kubota, 2008; Iseki, Taylor, 2009,2010	Eboli e Mazzulla, 2008; Espino et al, 2008; Tyrinopoulos, Antoniou, 2008; Dell'Olio et al, 2010; Chou et al, 2011; Cirillo et al, 2011; Rojo et al, 2011, 2012; Bordagaray et al, 2014;
Distanza del terminal/ tempo di accesso pedonale	Transportation Research Board 2003; Eboli,Mazzulla 2011, 2012b;de Oña et al, 2012; de Oña, 2013;	Hensher, Prioni, 2002; Joewono e Kubota, 2008; Iseki, Taylor, 2009	Eboli e Mazzulla, 2008; Dell'Olio et al, 2010; Cirillo et al, 2011; Rojo et al, 2011, 2012;
Tempo di attesa/ Frequenza	Transportation Research Board2003; Beirao,Cabral,2007 Fellesson e Friman, 2008; de Oña et al, 2012; de Oña, 2013; Eboli e Mazzulla, 2011, 2012b;	Hensher, Prioni, 2002;	Hess, Polak, 2005; dell'Olio et al, 2011a; Eboli, Mazzulla, 2008; Tyrinopoulos, Antoniou 2008; Espino et al, 2008; Hensher et al, 2010; dell'Olio et al, 2010; Tam et al, 2010; Cirillo et al, 2011
Tempo di viaggio	Transportation Research Board2003; de Oña et al, 2012; de Oña, 2013	Ieda et al, 2001; Hensher, Prioni, 2002;	Hess, Polak, 2005; Tam et al, 2010; Dell'Olio et al, 2011b; Nkurunziza et al, 2012; Bordagaray et al, 2014

Tabella 9: Metodi di valutazione ed Attributi non direttamente misurabili per l'analisi/stima della qualità percepita del servizio di trasporti

Attributo	Metodi di valutazione per l'analisi / stima della qualità		
	Qualitativo	Quantitativo-Non Comportamentale	Quantitativo Comportamentale
Comfort	Beirao, Cabral, 2007; Wachs, 2007; Fellesson e Friman, 2008; Nathanail, 2008; Chou et al, 2011; Chen e Chang; 2005; Eboli e Mazzulla, 2011, 2012b; Freitas, 2013; Eboli et al, 2016	Ieda et al, 2001; Hensher, Prioni, 2002; Joewono, Kubota, 2008; Nathanail, 2008	Espino et al, 2008; Dell'Olio et al, 2010, 2011a; Chou et al, 2011; Rojo et al, 2011, 2012; Eboli e Mazzulla, 2011, 2012b; Nkurunziza et al, 2012
Pulizia	Weinstein, 2000; Chen, Chang; 2005; Nathanail, 2008; Freitas, 2013; Eboli, Mazzulla, 2011, 2012b; Paquette et al, 2012; Eboli et al, 2016	Weinstein, 2000; Hensher, Prioni, 2002; Nathanail, 2008	Dell'Olio et al, 2011a; Eboli, Mazzulla, 2008; Tyrinopoulos, Antoniou, 2008; Dell'Olio et al, 2010; Eboli, Mazzulla, 2012b;
Sicurezza	Nathanail, 2008; Wachs, 2007; Fellesson, Friman, 2008; de Oña et al, 2012, de Oña, 2013; Weinstein, 2000; Chou et al, 2011; Freitas, 2013; Eboli, Mazzulla, 2011, 2012b; Eboli et al, 2016	Weinstein, 2000; Hensher, Prioni, 2002; Joewono, Kubota, 2008; Nathanail, 2008; Iseki, Taylor, 2009, 2010;	Hensher et al, 2010; Chou et al, 2011; Eboli e Mazzulla, 2012b
Informazioni di viaggio (es. orario, ritardi)	Weinstein, 2000; Transportation Research Board 2003; Chen, Chang, 2005; Nathanail, 2008; Eboli, Mazzulla, 2011, 2012b; Paquette et al, 2012; Eboli et al, 2016	Weinstein, 2000; Joewono, Kubota, 2008; Nathanail, 2008; Iseki e Taylor, 2009	Eboli, Mazzulla, 2008; Dell'Olio et al, 2011b; Cirillo et al, 2011; Eboli, Mazzulla, 2012b; Bordagaray et al, 2014

Gentilezza del personale	Fellesson, Friman, 2008; Chen, Chang; 2005; Freitas, 2013; Eboli, Mazzulla, 2011, 2012b; Eboli et al, 2016	Hensher, Prioni, 2002; Joewono, Kubota, 2008	Dell'Olio et al, 2010; Bordagaray et al, 2014; Tyrinopoulos, Antoniou, 2008; Eboli, Mazzulla, 2012b;
Servizi offerti (<i>es. negozi, ristoranti, bagni</i>)	Weinstein, 2000, Transportation Research Board 2003, Chen, Chang; 2005; Wachs, 2007; Paquette et al 2012; Freitas, 2013;	Weinstein, 2000; Iseki, Taylor, 2009; Freitas, 2013	Dell'Olio et al, 2011b; Tyrinopoulos, Antoniou, 2008; Espino et al, 2008; Tam et al, 2010; Eboli, Mazzulla, 2012b.
Design ed architettura	Chou et al, 2011		Chou et al, 2011, Cascetta, Carteni 2014b, Cascetta et al, 2014
Attenzione per l'ambiente	Eboli, Mazzulla, 2011; 2012b	Joewono, Kubota, 2008	

Alcuni autori (es. Richardset al, 1977; Rickenbacher, et al 2008) hanno investigato quali caratteristiche del servizio rendere più o meno confortevole il servizio di trasporti, le caratteristiche risultate più significative sono il rumore, le vibrazioni, il numero di posti a sedere e la temperatura dell'aria.

Poca attenzione è stata invece dedicata nell'analisi della qualità percepita degli utenti rispetto ad attributi relativi al design, all'architettura del terminal, all'attenzione per l'ambiente per la costruzione delle infrastrutture e per l'esercizio del servizio (es. costruzione dei terminal con materiale riciclabile e utilizzo di veicoli a basso impatto ambientale) (Tabella 9).

È stato dimostrato che i diversi attributi pesano in maniera differente in funzione delle caratteristiche socio-economiche (le donne giudicano più importante la sicurezza rispetto agli uomini) (Fan et al, 2016) e al motivo dello spostamento (chi si sposta per svago è più attento al comfort rispetto a chi si sposta per motivo lavoro che invece prediligerà caratteristiche relative all'affidabilità e alla facilità di reperire informazioni di viaggio) (Eboli et al, 2016).

Nel caso del trasporto aereo e della frequenza (Espino et al, 2008), gli attributi che influenzano la percezione degli utenti sulla qualità offerta sono: il costo del biglietto, il costo della penale nel caso di mancato viaggio, il cibo gratis durante

il volo oltre alle caratteristiche comuni alle altre modalità di trasporto come ad esempio il comfort, l'affidabilità

I metodi proposti per analizzare e stimare la qualità del trasporto collettivo possono essere distinti in tre categorie: **(i) metodi qualitativi, (ii) metodi quantitativi non comportamentali, (iii) metodi quantitativi comportamentali.**

Attraverso **analisi qualitative**, diversi autori (Tabella 8 e Tabella 9) hanno **individuato** quali sono **i principali attributi** che influenzano e determinano la qualità percepita del viaggio. La prima categoria include gli indicatori analizzati attraverso tecniche di analisi statistica, come quadrant and gap analysis, scatter graphs, cluster analysis (Cronin e Taylor, 1992; Swanson et al, 1997; Bollen, 1989; Teas, 1993; Hill, 2000; Hill et al, 2003; Grønholdt e Martensen, 2005).

Importance-performance analysis (IPA) è uno degli approcci più diffusi per la valutazione della qualità del servizio pubblico, si basa su una tecnica grafica che attraverso una griglia bidimensionale permette di valutare in maniera immediata le caratteristiche del servizio (che determinano la qualità percepita dall'utente del servizio di trasporto pubblico) da migliorare. Questo approccio si basa su domande dirette sottomesse all'utente riguardanti sia la **percezione** (es. su una scala (likert) da 1 (molto bassa) a 5 (molto alta) è richiesto all'utente "come reputa la pulizia degli ambienti interni al terminal?") **che la rilevanza** (es. su una scala (likert) da 1 (molto bassa) a 5 (molto alta) è richiesto all'utente: "quanto reputa importante la pulizia degli ambienti interni al terminal?") di singoli attributi rispetto alla soddisfazione globale dell'intero viaggio compiuto. Le informazioni raccolte sono poi organizzate in una griglia bidimensionale dove sull'asse verticale è riportata la rilevanza dell'attributo (1 bassa rilevanza, 5 alta rilevanza) e sull'asse orizzontale la percezione media di soddisfazione degli utenti (1 bassa soddisfazione, 5 alta soddisfazione) rispetto ai diversi attributi. In questo modo è immediato individuare quali sono le caratteristiche più urgenti da migliorare (perché hanno ottenuto un valore di percezione bassa, ma sono ritenuti importanti).

Questa tecnica è stata utilizzata per valutare la qualità: del sistema BART (Bay Area Rapid Transit) a San Francisco (Weinstein, 2000), delle ferrovie ad alta velocità a Taiwan e in Corea (Chou et al, 2011), del trasporto aereo a Taiwan (Chen e Chang, 2005) e del trasporto passeggeri su strada intercity in Brasile (Freitas, 2013).

Tecnica simile è stata implementata da Nathanail (2008) che attraverso un'analisi multicriteria fornisce agli operatori ferroviari un metodo per monitorare

e controllare la qualità dei servizi offerti ai loro passeggeri per diversi orizzonti temporali.

Tra i metodi basati su analisi qualitative più utilizzati, è interessante citare l'algoritmo di CART che permette di determinare l'albero ottimale di attributi che determinano la soddisfazione dell'utente sul viaggio compiuto (de Oña, 2013; Oña, et al 2014, 201). Il metodo si compone di due fasi sequenziali: nella prima fase con l'ausilio di domande dirette formulate all'utente, sono individuati gli attributi che maggiormente influenzano la qualità percepita dell'utente; nella seconda fase attraverso l'algoritmo di CART e con l'ausilio di test statistici d'inferenza è possibile determinare l'albero ottimale degli attributi significativi per determinare la qualità del servizio di trasporto.

Appartengono alla seconda categoria i metodi di valutazione che **misurano la qualità precipita dall'utente attraverso indicatori non comportamentali stimati ad esempio attraverso metodi di regressione** (es. Joewono, Kubota, 2008; Iseki e Taylor, 2009).

Hensher e Prioni (2002), misurano un indicatore di qualità, funzione di diversi attributi, da inserire nel bando di gara per l'affidamento del servizio di trasporto pubblico su gomma.

Iseki e Taylor (2009) stimano il peso degli singoli attributi (attraverso il rapporto reciproco tra i coefficienti stimati), all'interno della qualità/soddisfazione, globali dell'utente.

Ieda et al (2001) hanno sottoposto agli utenti della metropolitana di Tokyo un indagine SP (*Stated Preferences*) per stimare la curva di disponibilità a pagare il costo del biglietto in funzione della riduzione del livello di congestione (affollamento).

I metodi basati su misure comportamentali, si basa sull'assioma che la percezione della qualità varia tra gli individui che utilizzano il servizio. Questi metodi si basano sui modelli di scelta discreta (per dettagli vedi Ben-Akiva e Lerman, 1985; Cascetta, 2009; Train, 2009) e l'attributo di qualità è:

- assunto come parametro causale (Hensher et al, 2010; Cirillo et al, 2011);
- identificato come variabile latente misurata attraverso analisi fattoriale del campione e strutture di modello più complesse ad esempio Modellazione di Equazioni Strutturali (SEM) (Wen et al, 2005; Eboli e Mazzulla 2007, 2012b).

Per esaminare l'eterogeneità osservata e non osservata tra gli utenti del trasporto pubblico sono stati specificati modelli di scelta discreta di tipo *Mixed e*

Logit (ML) che permettono di introdurre attributi con differenti forme funzionali come normale, triangolare, uniforme e log-normale (es. Yang et al, 2003, nel caso del trasporto pubblico su gomma; Espino et al, 2008, nel caso di scelta della compagnia aerea; Hess e Polak, 2005, nel caso di scelta dell'aeroporto in cui la forma funzionale individuata come ottimale per i parametri è di tipo log-normale; Hensher, 2001, analizza l'eterogeneità degli utenti del bus confrontando tre differenti specificazioni dei modelli ML con diverse distribuzioni dei parametri causali: normale, uniforme, e triangolare).

Hensher et al. (2003) hanno proposto un modello Nested-Logit per confrontare i livelli della qualità del servizio in e tra le aziende di trasporto pubblico locale (TPL).

La qualità percepita del servizio di trasporto pubblico e la conseguente soddisfazione dell'utente può essere effettuata anche mediante analisi fattoriale dei dati attraverso tre differenti metodi: *Principal Component Analysis* (PCA), *Confirmatory Factor Analysis* (CFA) che sono metodi semplici che permettono di esaminare la struttura e la relazione tra le variabili e valutare la validità del costruito (per dettagli si veda Bryant e Yarnold, 1995; Arruda et al, 1996; Williams et al, 2010) e *Modellazione di Equazioni Strutturali* (SEM) che è una metodologia più avanzata in cui la qualità del servizio è definita come variabili latente.

Tra gli esempi di applicazione di analisi fattoriale con metodo PCA è possibile citare:

- Rahaman e Rahaman (2009), nel caso del trasporto ferroviario nella zona sud-ovest del Bangladesh, propongono un modello per definire la relazione tra la soddisfazione globale del viaggio rispetto a venti attributi relativi alla qualità del servizio;
- Lai (2010), nel caso di una nuova società di trasporto pubblico a Tawan, esplora le relazioni tra le intenzioni comportamentali rispetto ad attributi relativi alla qualità percepita e la soddisfazione degli utenti;
- Pantouvakis (2010), a partire da dati raccolti al porto del Pireo (Grecia), stima l'influenza della qualità nella soddisfazione del cliente, indagando su quanto lo strumento di misurazione possa influenzare il risultato finale;
- Sezhian et al. (2011), mira a valutare le aspettative dei clienti del trasporto pubblico in India.

Il metodo CFA è sempre una tecnica di analisi fattoriale, consente di individuare il numero di costrutti latenti ed il fattore di base di un insieme di

variabili (per dettagli si veda Bryant e Yarnold, 1995). Ricerche che hanno applicato il metodo CFA per individuare e misurare gli attributi che influenzano la qualità percepita degli utenti sono ad esempio:

- Yu e Lee (2011), nel caso di una compagnia aerea low-cost, esaminano l'importanza della qualità percepita del servizio e la relazione tra qualità percepita, soddisfazione e l'intenzione comportamentale di un utente (ovvero l'intenzione di avere un comportamento e di conseguenza compiere una scelta);
- Changa e Chen (2007) hanno studiato quali attributi maggiormente influenzano la "fedeltà" dei viaggiatori aerei di Taiwan.

Metodi più innovativi per misurare la qualità percepita dell'utente è attraverso *Modelli di Equazione Strutturale* (SEM):

Kim e Lee (2001), attraverso equazioni strutturali, analizzano la relazione tra la qualità del servizio offerto e qualità percepita per poi spiegare l'intenzione di compiere la scelta;

Karlaftis et al. (2001), a partire dalle osservazioni degli utenti del sistema di autobus e filobus di Atene (Grecia), hanno dimostrato la potenzialità dell'uso di modelli di equazioni strutturali per misurare la soddisfazione del cliente;

Eboli e Mazzulla (2007) hanno stimato la *Satisfaction* attraverso le variabili latenti: progettazione delle linee, affidabilità del servizio, comfort e altri fattori;

Irfan et al. (2011), relativamente ad un viaggio in treno in Pakistan, individua le variabili latenti (es. affidabilità, cibo offerto, informazioni, sicurezza) che determinano la qualità percepita dell'utente;

Eboli e Mazzulla (2012b) introducono 7 variabili latenti (sicurezza, pulizia, comfort, servizi, servizi aggiuntivi, informazioni e cordialità del personale) dedotte da 33 indicatori direttamente osservati, per misurare la qualità percepita dell'utente.

I parametri dei modelli comportamentali sono stimati usando sia indagini sull'effettivo comportamento di viaggio in un contesto reale (Revealed Preference - indagini RP) sia indagini dell'ipotetico comportamento di viaggio in scenari immaginari (Stated Preference - indagini SP; p.e. Pearmain et al, 1991; Eboli e Mazzulla, 2008; Eboli e Mazzulla, 2011). Il maggior vantaggio dei dati SP rispetto ai dati RP è dato dalla possibilità di uno spazio attributi più esteso, considerando scenari (es. nuove linee di alta qualità del servizio) ed attributi (es. qualità estetica delle stazioni o sistemi di informazione) ipotetici. Per contrasto, le principali limitazioni delle tecniche SP riguardano l'affidabilità delle risposte

dell'utente agli ipotetici, e a volte eccessivamente complessi, scenari (es. Bradley e Daly, 1992). Per poter analizzare e/o misurare la qualità percepita dell'utente (o con misure comportamentali o con misure non comportamentali) sono state effettuate delle indagini di tipo *Customer Satisfaction* ovvero, attraverso domande dirette, è stato richiesto all'utente la sua percezione/soddisfazione o aspettativa/importanza sulla qualità del servizio (es. *come reputa la qualità del servizio di trasporti che sta utilizzando?*) o sulle differenti variabili che determinano la qualità del servizio (es. *come reputa l'affidabilità del servizio di trasporto che sta utilizzando?*). Nella maggior parte dei casi, le risposte degli utenti sono state misurate attraverso una scala Likert su scala 1-3 o 1-5 (dove 1 è molto basso e 3 o 5 molto alto). Con l'ausilio delle indagini SP è possibile individuare un'ulteriore metodologia ricadente nella seconda categoria della classificazione adottata (metodi basati su misure comportamentali): *Contingent Valuation Method* (CVM). Cascetta e Carteni (2014b) e Cascetta et al. (2014) nel caso del sistema metropolitano regionale, implementando congiuntamente indagini SP ed indagini RP e specificando un modello *Multinomial Logit* (per dettagli si veda capitolo 2.3) hanno stimato che un pendolare è disposto a pagare per l'utilizzo di un servizio caratterizzato da stazioni con elevati standard estetici ed architettonici 43 centesimi di euro per viaggio. A prescindere dal metodo di valutazione utilizzato, la maggior parte delle ricerche citate in Tabella 8 e Tabella 9 hanno l'obiettivo di individuare gli elementi che contribuiscono a rendere più o meno di qualità il servizio di trasporti, in alcuni casi misurando anche il valore complessivo di *qualità percepita* (es. Henser e Prior, 2002; Chen e Chang, 2005; Wachs, 2007; Felleson e Friman, 2008; Kim e Lee, 2011; Nkurunziza et al, 2012; Eboli et al, 2016). Minore attenzione è stata, invece, dedicata alla valutazione di come la qualità del trasporto pubblico (o attributi che determinano la qualità) influenza le scelte di viaggio degli utenti (es. Beirao, Cabral, 2007 e Rojo et al, 2012 nel contesto di scelta modale; Hess e Polak, 2005 nella scelta dell'aeroporto; Cascetta et al, 2014 e Cascetta e Carteni 2014b nella scelta del servizio ferroviario). Dallo studio condotto, non risultano ricerche volte a stimare e misurare quanto i diversi attributi che compongono la qualità, influenzano le scelte degli utenti. Inoltre, caratteristiche relative alla bellezza, all'estetica non sono state considerate come variabili che possano modificare la qualità percepita dell'utente e quindi le sue scelte di viaggio.

4. Specificazioni modellistiche non convenzionali negli attributi di qualità: applicazione al trasporto collettivo su gomma

La percezione complessiva di un viaggio (*Travel Experience*) è spesso influenzata dalla qualità dall'interscambio modale (presso ai terminali/nodi di trasporto) più che/oltre dai servizi di trasporto utilizzati (paragrafo 3.2).

Le scelte politiche degli ultimi anni hanno indotto a definire il trasporto ferroviario come l'unica modalità di trasporto da incentivare al fine di giungere ad una mobilità sostenibile per le aree urbane. Ne consegue che la qualità del trasporto pubblico su gomma è scarsa e nell'immaginario comune il bus è il servizio di trasporto pubblico da utilizzare per necessità e non per scelta.

La capillarità dell'estensione territoriale che può garantire il trasporto pubblico su gomma rende questa modalità di trasporto indispensabile nell'ottica di un sistema integrato gomma-ferro e per garantire anche a città minori (con minore densità abitativa sprovviste quindi di stazioni ferroviarie/metropolitane a distanza pedonale) l'accessibilità verso le aree del territorio nazionale. Ma la programmazione delle linee non sempre segue tale logica, molto spesso i percorsi su gomma e sul ferro sono in competizione e il servizio offerto al cliente è di qualità limitata.

Partendo da tali considerazioni è stata eseguita una ricerca volta ad **individuare le principali caratteristiche** (sia infrastrutturali che di servizi) di **un buon terminal di bus** (autostazione) e stimare **quanto la qualità di un terminale influenzi le scelte degli utenti e quanto un utente è disposto a "pagare" per usufruire di un terminale con particolare attenzione all'estetica e con innovativi servizi ai viaggiatori.**

Dopo un'analisi delle *best practices* internazionali, delle più belle e funzionali autostazioni al mondo (paragrafo **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**) è stato riscontrato che le caratteristiche di successo adoperate per accrescere il valore edonico dei terminal bus risultano: **architettura, servizi ai viaggiatori** (es. bar Wi-Fi, galleria commerciale, sale d'attesa confortevoli), **integrazione modale** (sia fisica tra i modi di trasporti (terminal bus, stazione ferroviarie e parcheggio auto lunga sosta) che funzionale (orari bus e treno sincronizzati ed infomobilità) **e sostenibilità ambientale** (es. attraverso l'utilizzo

per la costruzione dei terminal di materiali riciclati o riciclabili e risparmio energetico sia per l'illuminazione che per la climatizzazione degli ambienti).

Per valutare la disponibilità a pagare degli utenti per usufruire di un servizio di qualità, è stato calibrato un modello Logit Multinomiale a scala nazionale. La ricerca condotta è stata articolata in tre fasi:

- 1) **individuazione del Panel di analisi** e analisi dell'offerta;
- 2) **indagine di mobilità** presso le autostazioni di alcune delle principali città italiane al fine di fotografare le abitudini di mobilità degli utenti del trasporto collettivo su gomma extraurbano;
- 3) **stima del "valore edonico"** per le autostazioni italiane in termini di:
 - maggiore disponibilità a pagare a fronte di terminal bus di maggiore qualità estetica e con più servizi ai viaggiatori;
 - maggiore domanda di mobilità trasportata;
 - effetti dell'integrazione modale (e di qualità) gomma-ferro e gomma-gomma.

4.1. Il Caso studio

Le autostazioni che compongono il Panel di analisi sono state scelte al fine di garantire una capillarità e varietà delle caratteristiche di diverse tipologie di autostazioni (Tabella 10). In particolare, sono state scelte autostazioni che garantiscono un servizio bus extraurbano collocate al nord, al centro e al sud Italia presso città sia di grande che di piccola dimensione; è stata, poi, analizzata una delle autostazioni più belle d'Italia (autostazione di Crotone). Inoltre, per poter stimare quanto la qualità dell'interscambio modale possa influenzare la qualità percepita dell'intero viaggio, sono state individuate autostazioni che fungono da nodo intermodale (ovvero a distanza pedonale dall'autostazione è collocato un parcheggio d'interscambio-park-and-ride e/o una stazione ferroviaria/metropolitana), e autostazioni non inserite all'interno del sistema integrato del trasporto collettivo.

Tabella 10: La composizione e le caratteristiche del Panel

		Città	Qualità architettonica	Nodo intermodale
Nord	Milano	grande	standard	Si
Centro	Roma	grande	standard	Si
Sud	Napoli	grande	standard	Si
	Avellino	piccola	standard	No
	Crotone	piccola	di particolare pregio	Si

Autostazione di Milano(Lampugnano): è situata nel comune di Milano a nord della città ed è ben collegata rispetto alla viabilità ordinaria; infatti, essa dista 18 km dall'A50, Tangenziale di Milano Ovest (A1, Milano-Napoli; A7 Milano-Genova; A8 Milano- Varese), 28 km dall'A51, Tangenziale di Milano Est (A1, Milano-Napoli), 16 km dall'A52, Tangenziale di Milano Nord. È un importante nodo d'interscambio, oltre ad un grande parcheggio, dista pochi metri dalla omonima stazione della metropolitana Linea 1.



Figura 10: Inquadramento territoriale dell'autostazione di Milano Lampugnano (fonte: elaborazioni a partire da google earth)

Nell'autostazione operano 19 aziende di trasporto extraurbano, di cui 4 effettuano viaggi internazionali con destinazione in Germania, Francia, Regno Unito e Croazia, per un totale complessivo **di 181 corse al giorno** ripartite in 155 nazionali e 26 internazionali.

In Figura 11 è riportata l'offerta extraurbana in un giorno medio feriale (mercoledì 11 maggio 2016); è possibile notare che i collegamenti sono ben distribuiti durante l'arco della giornata con un picco tra le 8:00 e le 9:00. L'autostazione è operativa per 24 ore.

Tra le principali città italiane con cui è connessa l'Autostazione ci sono: Torino, Novara, Alessandria, Trento, Bolzano, Trieste, Udine, Venezia, Verona, Padova, Genova, Bologna, Parma, Modena, Reggio Emilia, Pesaro, Ascoli Piceno, Firenze, Siena, Perugia, Roma, l'Aquila, Pescara, Teramo, Avellino, Napoli, Salerno, Caserta, Reggio Calabria, Cosenza, Palermo, Siracusa, Agrigento.

Le destinazioni con maggiori collegamenti sono le città di Bergamo e Torino. Per Bergamo, capoluogo di provincia nello stesso territorio regionale lombardo con circa 119.000 abitanti, distante da Milano circa 50 km, partono dall'Autostazione 29 autobus al giorno. Per Torino, capoluogo del Piemonte con circa 890.000 abitanti, distante da Milano circa 145 km, partono dall'Autostazione 19 autobus al giorno.

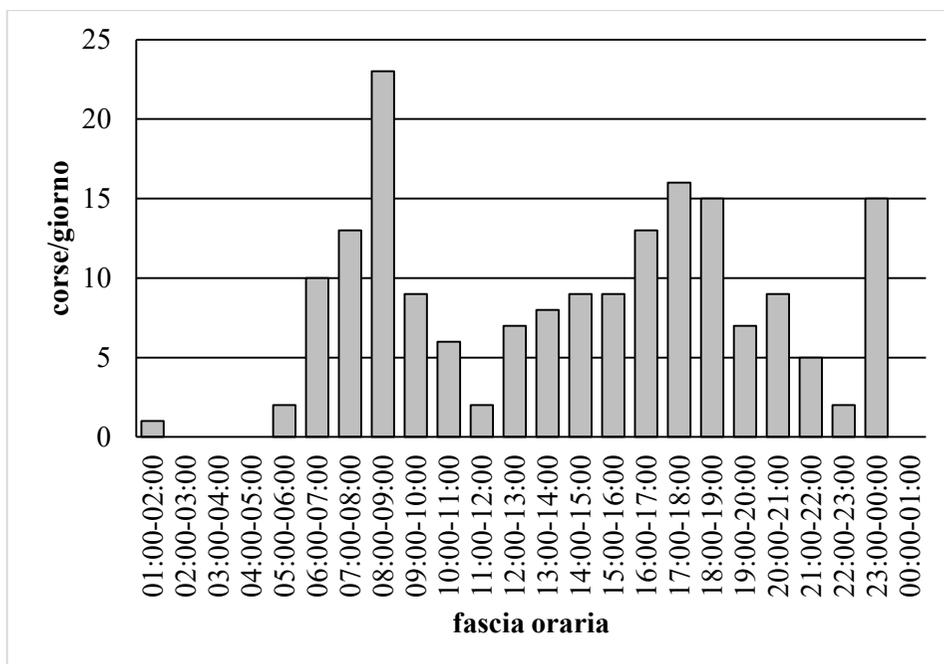


Figura 11: Numero di collegamenti extraurbani nazionali ed internazionali per fascia oraria

Il terminal è stato realizzato senza particolare attenzione per l'architettura e la qualità degli ambienti; sono offerti ai clienti i servizi minimi come biglietteria, servizi igienici distinti e bar.



Figura 12: Architettura e servizi del terminal Lampugnano di Milano. (fonte: <http://www.chamonix.net>)

Autostazione di Roma (Tibus): è situata nel Comune di Roma di fronte stazione ferroviaria di *Trenitalia Roma Tiburtina*. È un importante nodo d'interscambio multimodale (Figura 13) ed è ben collegata anche con la viabilità

stradale: dista 14,5 km dall'A91, autostrada Roma-Fiumicino che collega la capitale con l'aeroporto internazionale Leonardo da Vinci; 19 km dall'A90, Grande Raccordo Anulare, autostrada/tangenziale, senza pedaggio, che circonda anularmente la città di Roma e che la collega al sistema autostradale nazionale A1 Milano-Napoli e A24 Roma-L'Aquila-Teramo.

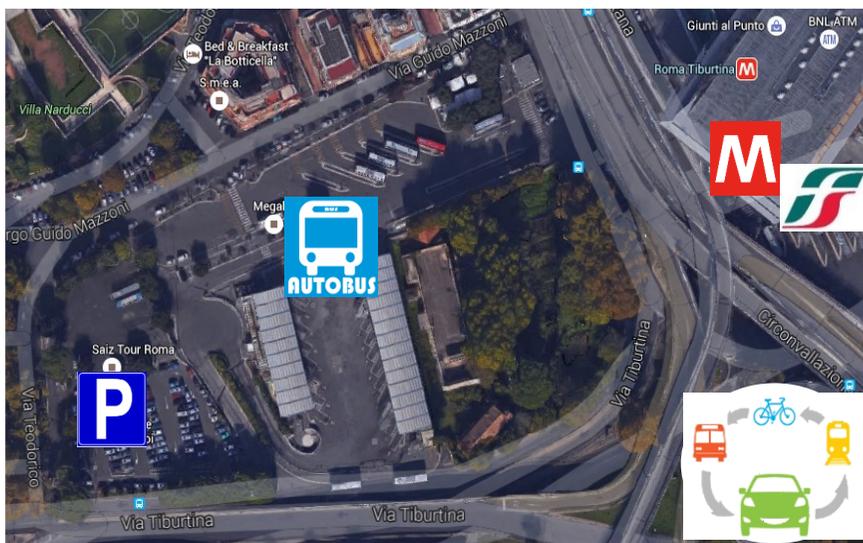


Figura 13: Inquadramento territoriale dell'autostazione di Roma Tibus (fonte: elaborazioni a partire da google earth)



Figura 14: Mappa dei principali collegamenti nazionali (fonte: <http://www.sitabus.it>)

L'Autostazione di *Roma Tibus* connette la capitale con alcune città del Lazio, con le principali città italiane e con molte città europee.

Nell'Autostazione operano 69 aziende di trasporto extraurbano, di cui 5 effettuano viaggi internazionali con destinazione in Polonia, Romania, Germania e Francia, per un totale complessivo di **413 corse al giorno** ripartite in 405 nazionali e 8 internazionali.

Tra le principali città con cui è connessa l'Autostazione ci sono: Agrigento, Trapani, Reggio Calabria, Crotone, Cosenza, Taranto, Bari, Matera, Avellino, Napoli, Salerno, Campobasso, L'Aquila, Pescara, Perugia, Bologna, Firenze, Pisa, Siena, Livorno, Genova, La Spezia, Novara, Bergamo, Milano, Torino, Trieste, Padova, Venezia, Verona (Figura 14). La destinazione con maggiori collegamenti è la città di Monterotondo (68 corse al giorno), comune nella provincia di Roma con circa 41.000 abitanti.

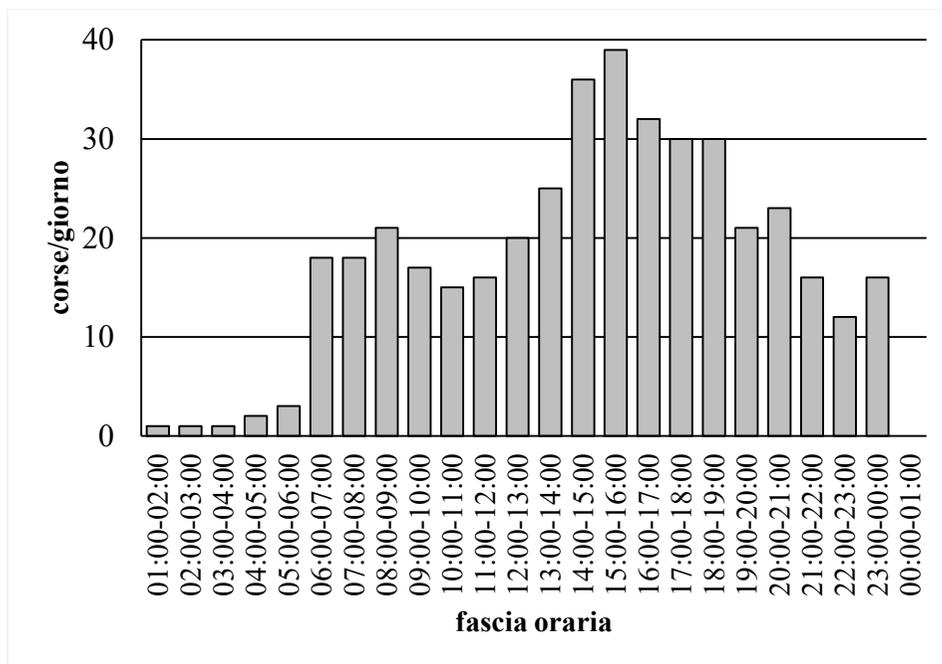


Figura 15: Numero di collegamenti extraurbani nazionali ed internazionali per fascia oraria

In Figura 15 è riportata l'offerta extraurbana in un giorno medio feriale (giovedì 5 maggio 2016); è possibile notare che i collegamenti sono ben distribuiti durante l'arco della giornata con un picco tra le 13:00 e le 18:00. L'autostazione è operativa per 24 ore.

L'autostazione si colloca in prossimità della stazione ferroviaria Roma Tiburtina, per cui gli utenti spesso usufruiscono dei servizi offerti dalla stazione ferroviaria. Infatti, il terminal bus, che dal punto di vista architettonico è un porticato, è sprovvisto di panchine nelle aree al coperto e sono presenti edicola, giornali, tabacchi ed un piccolo bar-rosticceria.



Figura 16: Architettura e servizi del terminal Tibus a Roma (fonte: <http://digilander.libero.it>, <https://it.foursquare.com>)

L'Autostazione di Napoli (Metropark), è situata adiacente alla stazione ferroviaria Trenitalia, Napoli Centrale. E' un importante nodo d'interscambio con

le altre modalità di trasporto (Figura 17) ed è ben collegata anche con la viabilità stradale; dista 650 m dall'A3, autostrada Napoli- Reggio Calabria, secondo tronco dell'Autostrada del Sole, A1 Milano- Napoli, che collega il nord e il sud della Penisola, interconnesse dall'A16, Autostrada dei Due Mari, con l'A14 a Canosa di Puglia; 3,3 km dall'A56, la tangenziale di Napoli, che costituisce l'asse di attraversamento urbano principale della città.

L'Autostazione di *Napoli Metropark* connette la città campana con gli altri capoluoghi della regione, con le principali città italiane e con diverse città europee tra cui Vienna, Parigi, Monaco e Budapest. Tra le principali città con cui è connessa l'Autostazione ci sono: Catania, Bari, Brindisi, Lecce, Taranto, Cosenza, Crotona, Salerno, Potenza, Matera, Campobasso, Isernia, Roma, L'Aquila, Teramo, Pescara, Ancona, Perugia, Pisa, Firenze, Bologna, Parma, Piacenza, Genova, Milano, Mantova, Brescia, Torino, Alessandria, Venezia, Verona, Padova. La destinazione con maggiori collegamenti è la città di Avellino con 49 corse al giorno distribuite durante tutto l'arco della giornata.

In particolare 27 aziende di trasporto extraurbano operano nell'Autostazione, di cui 2 effettuano viaggi internazionali con destinazione in Francia, Austria, Germania, Polonia, Ungheria, Spagna per un totale complessivo di 149 **corse al giorno** ripartite in **140** nazionali e 9 internazionali.

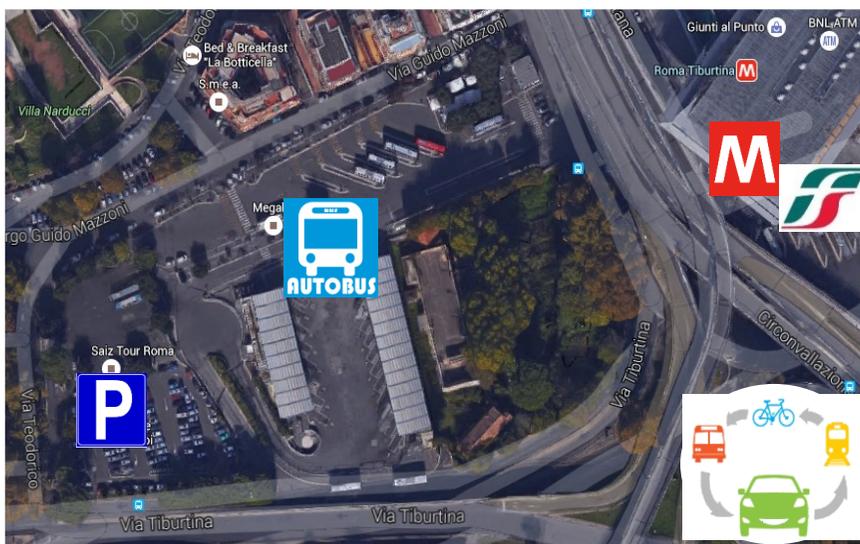


Figura 17: Inquadramento territoriale dell'autostazione di Metropark Napoli (fonte: elaborazioni a partire da google earth)

In Figura 18 è riportata l'offerta extraurbana in un giorno medio feriale (mercoledì 11 maggio 2016); è possibile notare il picco dei collegamenti è nella mattina tra le 8:00 e le 9:00.

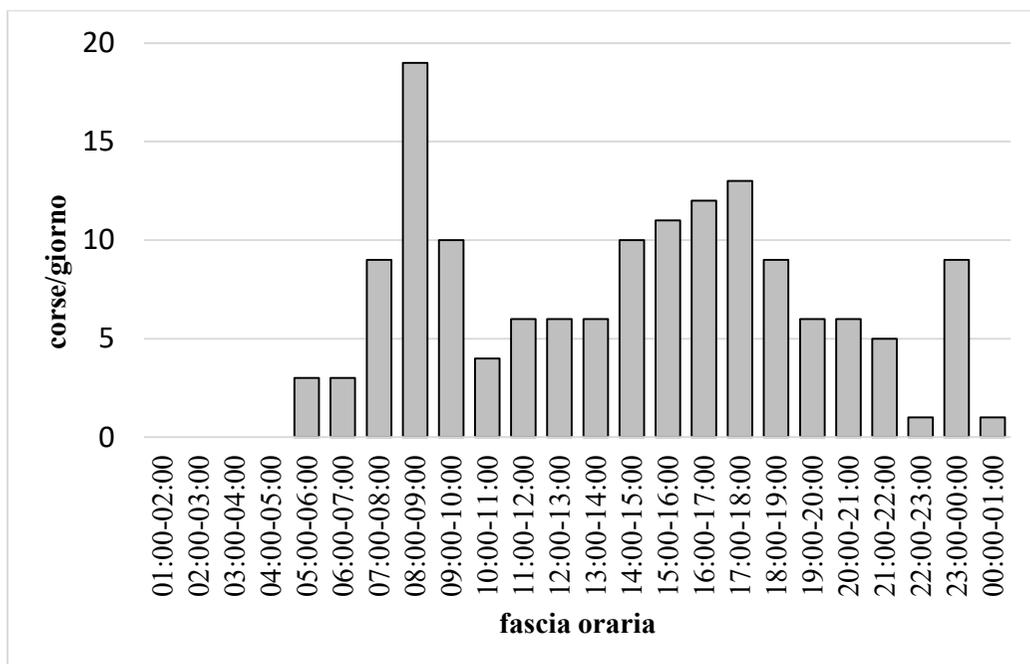


Figura 18: Numero di collegamenti extraurbani nazionali ed internazionali per fascia oraria



Figura 19: Architettura e servizi del terminal Metropark a Napoli (fonte: <http://www.buscenter.it/>)

Come nel caso dell'autostazione *Tibus*, l'autostazione di Napoli è adiacente alla stazione ferroviaria *Napoli Centrale*, per cui gli utenti usufruiscono dei servizi offerti dalla stazione. L'autostazione è composta da una stretta

pensilina, dove gli utenti possono aspettare l'arrivo del bus ed è possibile acquistare il biglietto solo presso distributori automatici (o all'interno della stazione ferroviaria).

L'Autostazione di Avellino (Piazzale Kennedy) è collocata al centro di un grosso nucleo abitativo e nelle adiacenze di giardinetti pubblici da poco rinverditi e rigenerati. Il che comporta problemi legati alla congestione, nonché all'inquinamento urbano.



Figura 20: Inquadramento territoriale dell'autostazione di Avellino (fonte: elaborazioni a partire da google earth)

Non è considerato come nodo d'interscambio, infatti la stazione ferroviaria dista circa 3km dall'autostazione e non sono presenti parcheggi destinati all'interscambio modale.

I principali collegamenti sono verso Napoli ed i più attrattivi comuni della regione Campania. Il numero di linee che transitano presso l'autostazione sono decisamente inferiori rispetto ai casi precedentemente illustrati, ma coerenti con le dimensioni della città dove è collocata. In totale sono state osservate **32 linee** di cui 18 con destinazioni extraurbane (Roma, Napoli, Benevento, Caserta, Foggia).

Dal punto di vista architettonico l'autostazione è composta da un piazzale, dove non sono presenti pensiline, panchine o altri servizi ai viaggiatori.

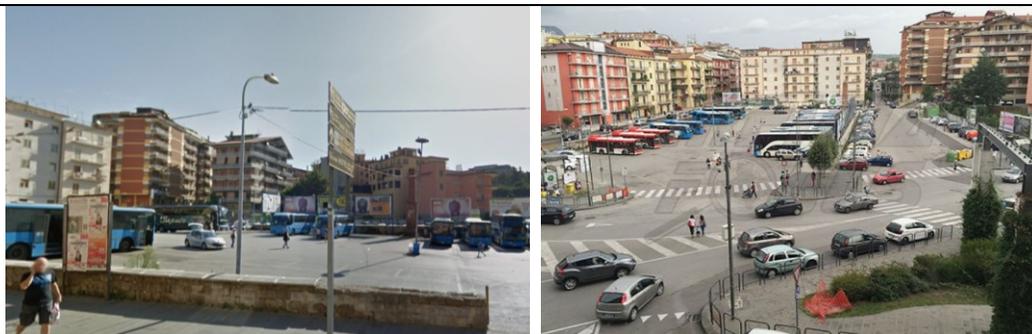


Figura 21: Architettura e servizi del terminal di Avellino (fonte: <http://www.irpiniafocus.it>, <http://www.irpinia24.it>)

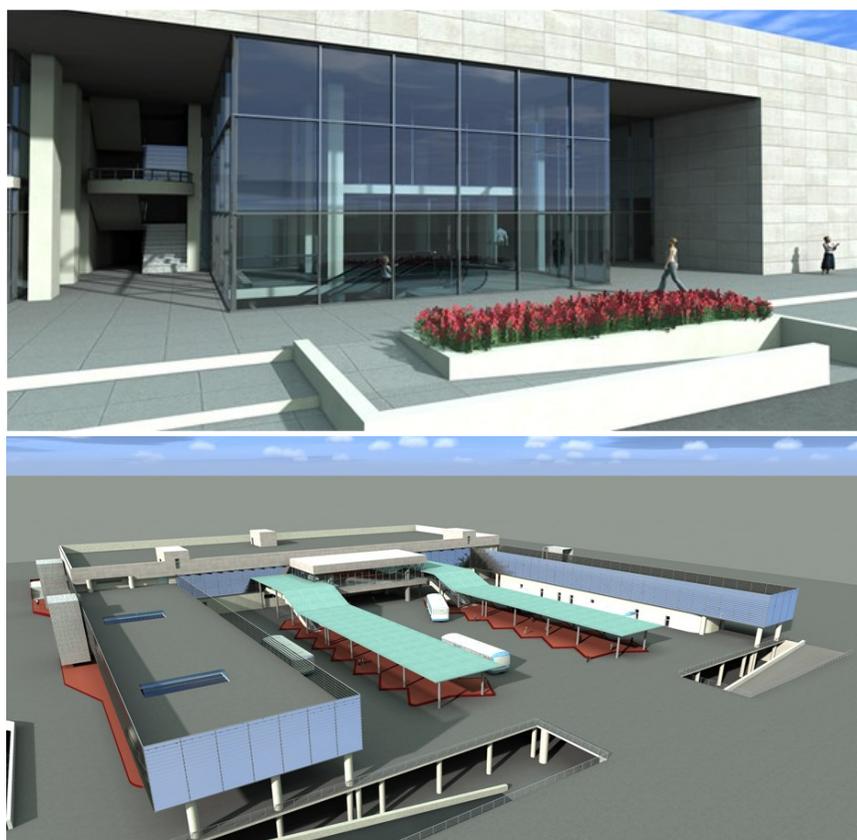


Figura 22: Il progetto della nuova Autostazione di Avellino (Parco dell'Autostazione) (fonte: <http://www.italromingenerie.com/it/>)

L'autostazione di Avellino appartiene al Panel di anaisi, sia perché garantisce una eterogeneità delle autostazioni analizzate, sia perché presso la città di Avellino è da tempo in corso un progetto di realizzare (recentemente completato,

ma non ancora aperto al servizio) un'autostazione con particolare attenzione all'architettura e alla riqualificazione urbanistica delle aree adiacenti.

Il progetto della nuova Autostazione (Figura 22), prevede una riqualificazione urbanistica delle aree adiacenti e la realizzazione di un edificio bello e moderno destinato ad accogliere le funzioni dell'Autostazione e le attività esterne alle linee di trasporto, ad esempio quelle di tipo commerciale.

Gli abitanti di Avellino, quindi, hanno una elevata conoscenza delle caratteristiche di un'autostazione riqualificata e la stima della disponibilità a pagare per usufruire di un terminale con particolare attenzione all'estetica e con innovativi servizi ai viaggiatori, risultano più verosimili.

L'Autostazione di Crotona (Autolinee Romano), è tra le Autostazioni più belle d'Italia. La struttura a tre piani con un'area di circa 20.000 m², fornisce agli utenti servizi come bar, ristorante, tavola calda, edicola, bancomat, galleria commerciale e uffici dell'azienda. L'architettura ed il design degli interni sono ricercati e curati.

Ha un ampio parcheggio d'interscambio che permette il *park-and-ride*. Inoltre, sono offerte 180 corse al giorno che attraverso linee dirette collegano l'autostazione con i principali nodi di interscambio della città (stazione ferroviaria e aeroporto).

Il Terminal *Autolinee Romano* connette la città di Crotona con le principali città in Calabria e nel resto d'Italia. L'Autostazione è gestita dalla società F.Ili Romano S.p.a., ed operano 6 linee interregionali, 43 regionali, 15 urbane, per un totale di circa **280 corse/giorno** di cui **96** extraurbane.

Oltre ai collegamenti regionali, tra le principali città nazionali raggiungibili dall'Autostazione ci sono: Taranto, Bari, Sala Consilina, Salerno, Napoli, Roma, Perugia, Siena, Pisa, Firenze, Bologna, Modena, Reggio Emilia, Mantova, Ancona, Pesaro, Rimini, Parma, Milano, Torino, Genova, Savona. La destinazione con maggiori collegamenti è la città di Catanzaro.

Per Catanzaro, provincia nello stesso territorio regionale calabro con circa 90.769 abitanti, distante da Crotona circa 70 km, partono dall'Autostazione 15 autobus al giorno.

In Figura 24 è riportata l'offerta extraurbana in un giorno medio feriale (mercoledì 25 maggio 2016); il servizio è offerto dalle 5:00 alle 23:00, con un picco la mattina dalle 6:00 alle 7:00 ed il pomeriggio dalle 14:00 alle 15:00.

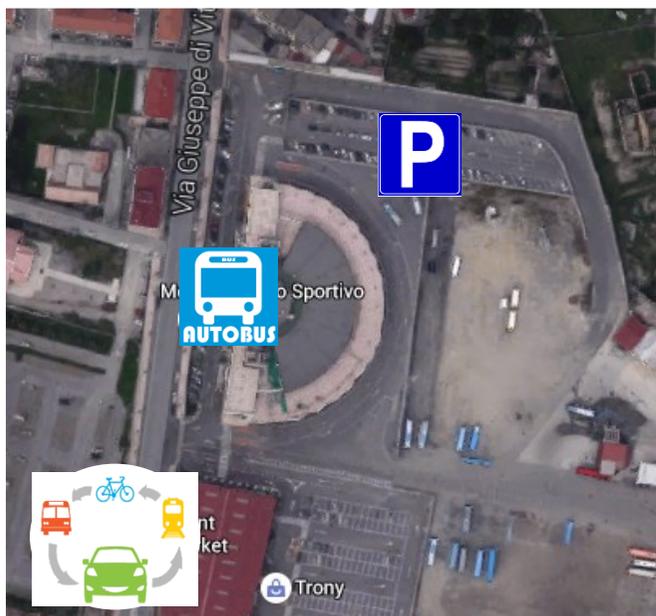


Figura 23: Inquadramento territoriale dell'autostazione di Crotone (fonte: elaborazioni a partire da google earth)

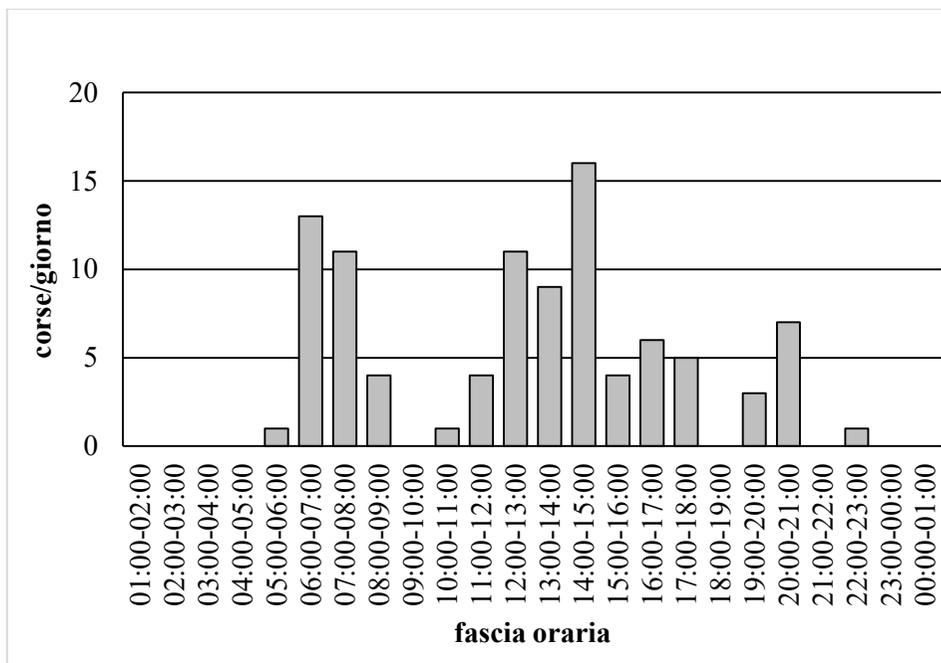


Figura 24: Numero di collegamenti extraurbani nazionali ed internazionali per fascia oraria



Figura 25: Architettura e servizi del terminal di Crotona (fonte: <http://www.autolineeromano.com>)

4.2. Le indagini di mobilità

L'indagine è uno strumento statistico mediante il quale si acquisiscono informazioni su uno o più fenomeni attinenti ad una popolazione. L'indagine di mobilità permette di osservare le scelte di viaggio della domanda attuale (indagini RP *Relevated Preferences*), e proporre agli utenti scenari ipotetici (indagini SP *Stated Preferences*). Attraverso delle indagini di *Customer Satisfaction* è possibile valutare la soddisfazione dell'utente rispetto alle caratteristiche del servizio offerto.

Tipicamente, attraverso delle interviste su un campione di utenti, utilizzando le tecniche della statistica inferenziale, è possibile ottenere delle stime dirette della

domanda. Con l'ausilio delle informazioni raccolte durante le campagne d'indagine è possibile, inoltre, calibrare modelli matematici tipici dell'ingegneria dei trasporti che permettono di stimare la domanda (attuale o futura) di mobilità. La stima da modello richiede che i modelli siano specificati (cioè sia scelta la forma funzionale e le variabili che vi compaiono), calibrati (cioè siano stimati i valori dei coefficienti in essi contenuti) e validati (cioè ne sia valutata la capacità di riprodurre i dati disponibili).

Al fine di poter osservare i comportamenti e le scelte degli utenti di alcune delle principali Autostazioni italiane appartenenti al Panel e stimare la disponibilità a pagare per usufruire di un terminale con particolare attenzione all'estetica e con innovativi servizi ai viaggiatori, nel mese di maggio 2016 è stata effettuata un'indagine di mobilità campionaria di tipo CAWI (*Computer-Assisted Web Interviewing*) sviluppando un'applicazione mobile (App) dedicata. Sono stati **così intervistati oltre 1,100 utenti complessivamente** in tutte le Autostazioni di analisi che stavano utilizzando (o avevano utilizzato) il **servizio bus extraurbano**.

4.2.1. La progettazione del questionario d'indagine

Il questionario d'indagine predisposto (riportato nell'Allegato 1) è stato diviso in quattro parti:

La prima parte del questionario ha permesso di rilevare informazioni socio economiche (es. genere, età, professione) ed inerenti al viaggio (es. titolo di viaggio, frequenza e motivo dello spostamento, modi di trasporto utilizzati).

Nella seconda parte del questionario sono state rilevate informazioni inerenti il giudizio dell'utente su estetica ed architettura del terminal, sui servizi offerti ai viaggiatori (es. bar ristoranti, giornalaio, Wi-Fi, WC) e sulla qualità dell'offerta (intesa come frequenza, puntualità del servizio, ecc.).

Nella terza parte del questionario si è investigato quali sono le caratteristiche dell'autostazione più rilevanti per gli utenti al fine di aumentare la soddisfazione del viaggio. In questa sezione è stato richiesto all'utente di indicare quali sono le attività ed i servizi dell'autostazione di cui l'utente mediamente usufruisce indicando anche una spesa media al giorno per singolo viaggio.

Nella quarta e ultima parte del questionario attraverso delle indagini SP (*Stated Preferences*) sono state valutate le preferenze dei viaggiatori circa la

riqualificazione estetica ed architettonica dei terminal bus nonché l'offerta di nuovi servizi di qualità ai viaggiatori (punti ristoro, Wi-fi, info point, galleria commerciale, sala attesa e WC decorosi).

Ad ogni intervistato è stato chiesto di scegliere tra più scenari ipotetici valutando la disponibilità a pagare in più il biglietto del bus (es. +10%, +30%, +50%, +100%) per disporre di questi servizi, ovvero a rinunciare ad alcune corse/giorno o a parte della regolarità degli autobus (es. servizi bus meno frequenti del 10%, 30%, 50%, 100%). La progettazione dello schema del piano fattoriale degli scenari da proporre all'utente è stata definita tenendo conto che la concentrazione degli intervistati tende ad essere ridotta di fronte a un ampio questionario (Ortuzar e Willumsen, 1994). Ad ogni intervistato sono stati proposti 8 scenari in cui l'utente doveva scegliere se utilizzare il servizio bus riqualificato (ovvero con autostazioni più belle e con più servizi ai viaggiatori) o continuare ad utilizzare l'attuale servizio. Gli scenari proposti differivano dall'attuale esperienza di viaggio (ovvero il servizio usato al momento dell'intervista) per la variazione di attributi di livello di servizio (regolarità del servizio e costi di viaggio) e per la qualità estetica ed i servizi offerti nell'autostazione.

Per testare il questionario è stata condotta una indagine preliminare, rivolta a soli 20 utenti (come suggerito da Rossi et al, 1983) del servizio bus extraurbano.

4.2.2. I risultati delle indagini

Il questionario d'indagine è stato sottoposto presso tutte le stazioni del Panel, intervistando complessivamente 1,100 utenti del servizio bus extraurbano.

L'analisi dei risultati ha permesso di evidenziare come per i terminal bus osservati, la percentuale di **spostamenti per motivi sistematici** (lavoro e studio) sia mediamente elevata e compresa tra il 54% e il 57%. Per le autostazioni di Crotone e Avellino (città di minori dimensioni rispetto a Milano, Roma e Napoli) la percentuale di spostamenti per motivi sistematici è più elevata (Figura 26).

La frequenza dei viaggi è occasionale per il 56% degli spostamenti effettuati nei terminal di Milano, Roma e Napoli a fronte di una frequenza quasi quotidiana per il 62% degli spostamenti interessanti le autostazioni di Avellino e Crotone.

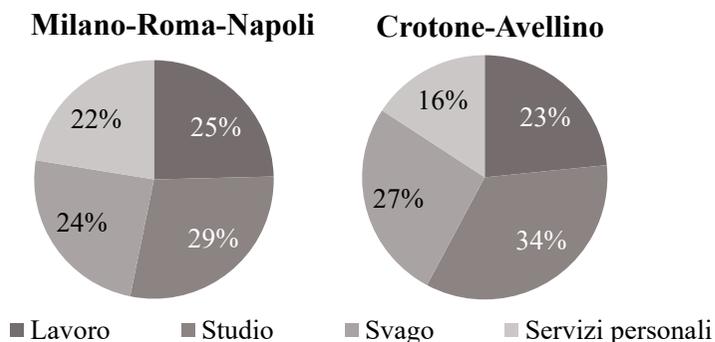


Figura 26: Il motivo dello spostamento per gli utenti intervistati presso le Autostazioni del Panel

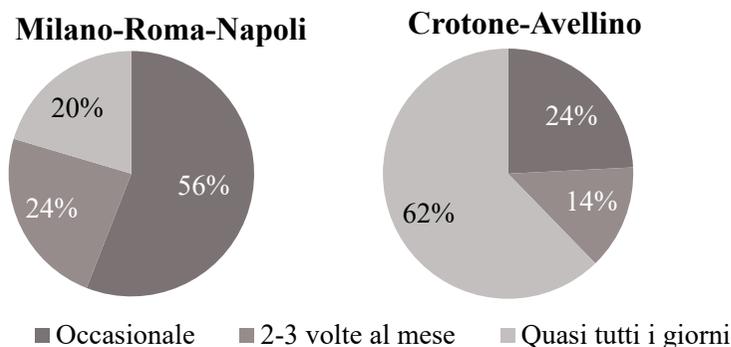


Figura 27: La frequenza degli spostamenti con l'autobus per gli utenti intervistati presso le autostazioni del Panel

L'analisi dei modi di trasporto utilizzati, per (o da) raggiungere l'autostazione in esame, mostra modelli di mobilità molto differenti tra le autostazioni analizzate.

Per Milano (*Lampugnano*), si osserva come la "travel experience" dovuta ad altri modi di trasporto sia molto significativa poiché il 67% degli intervistati utilizza la metropolitana per raggiungere il terminal bus, il 24% altri bus, 8% l'automobile (utilizzando il parcheggio di interscambio presente nell'autostazione) e solo l'1% utilizza esclusivamente il bus in partenza dal terminal. Per contro, per il terminal di Roma (*Tibus*), si osserva che il 15% dei viaggiatori non utilizza altre modalità di trasporto a fronte del 47% che utilizza anche la metro o il treno, il 19% l'automobile ed il 19% altri bus.

A metà tra questi due casi vi è quello del terminal bus di Napoli (*Metropark*) con il 7% dei passeggeri che utilizza il solo collegamento bus extraurbano a fronte del 56% che utilizza anche la metro o il treno, il 22% altri bus ed il 16% l'automobile privata. Abitudini di mobilità molto differenti si osservano invece per l'autostazione di Crotone (*Romano*) dove la percentuale di spostamenti che utilizza esclusivamente il bus extraurbano è molto più elevata e pari al 55%, a fronte di quelli che utilizzano anche altre modalità di trasporto per raggiungere il terminal o per raggiungere la destinazione finale (il 31% degli intervistati utilizza altri servizi bus durante il viaggio), vedi Figura 28.

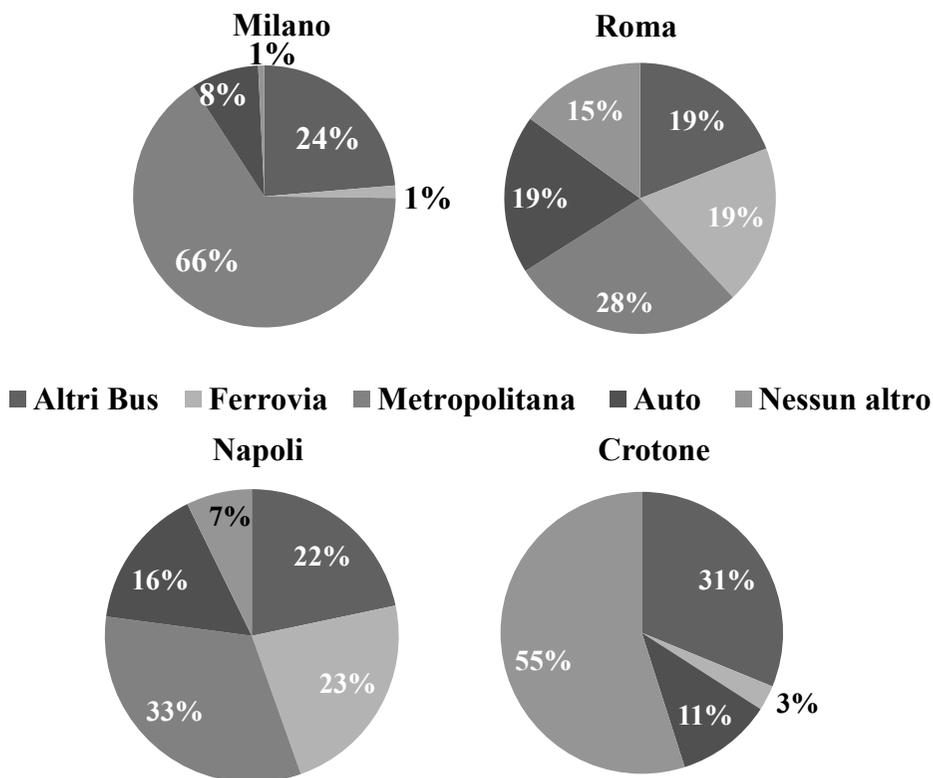


Figura 28: I mezzi di trasporto utilizzati oltre al bus extraurbano per gli utenti intervistati presso le autostazioni del panel d'interscambio modale

Discorso diverso per l'autostazione di Avellino, vedi Figura 29. Come visto nel paragrafo precedente è l'unico terminal considerato che non è un nodo d'interscambio ed è localizzato nel centro della città; infatti, il 45% degli utenti utilizza solo il bus extraurbano per il viaggio affrontato. Una percentuale significativa (il 16%) di utenti utilizzano anche la metropolitana-ferrovia per il loro spostamento.

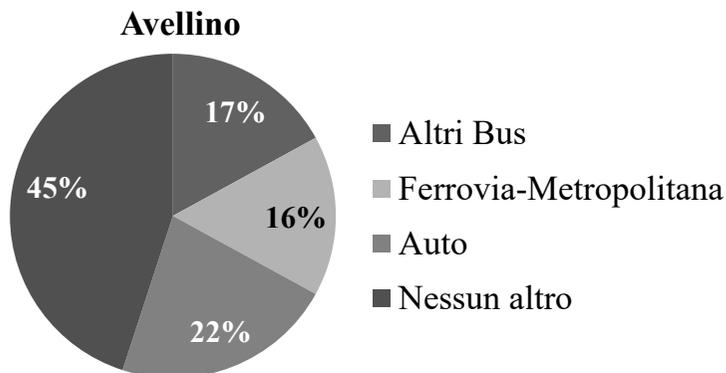
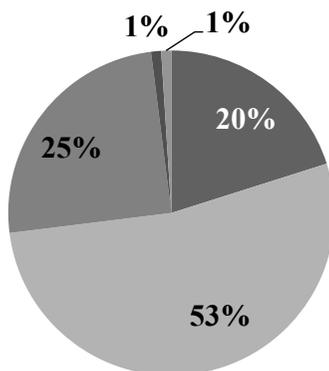


Figura 29: Altri mezzi di trasporto utilizzati oltre al bus extraurbano per gli utenti intervistati presso l'autostazione di Avellino

Con riferimento alla **qualità dei servizi di linea**, per tutti i terminal analizzati si osserva una qualità percepita in termini di tempi di viaggio, tempi di attesa e regolarità del servizio molto soddisfacente (alta per il 73% e media per 25% degli intervistati), vedi Figura 30.

La qualità percepita in termini di caratteristiche del servizio



■ Molto buono ■ Buono ■ Medio ■ Scarso ■ Molto scarso

Figura 30: La percezione della qualità in termini di tempi di viaggio, tempi di attesa e regolarità del servizio per gli utenti del servizio bus extraurbano

Dall'analisi dei giudizi espressi circa la qualità dei servizi ai passeggeri offerti nei terminal bus utilizzati, si osserva come per le autostazioni di Milano, Roma ed Avellino la qualità percepita sia bassa per il 73%, per Crotona sia alta per il 70%, mentre per Napoli sia media per il 63%, vedi Figura 31.

Alla richiesta di esprimere un giudizio circa la qualità estetica ed architettonica del terminal utilizzato, il 75% dei viaggiatori intervistati a Milano, Roma, Napoli ed Avellino hanno risposto che questa era bassa mentre l'80% dei passeggeri di Crotone percepisce come elevato lo standard estetico dell'autostazione.

La Qualità percepita in termini di servizi ai viaggiatori

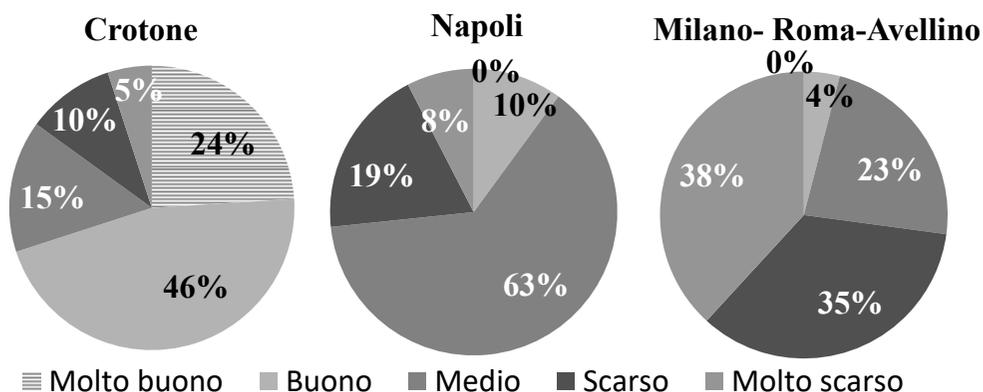


Figura 31: La percezione della qualità in termini di servizi come wi-fi, ristoranti ecc per gli utenti del servizio bus

La qualità percepita in termini di estetica del terminal

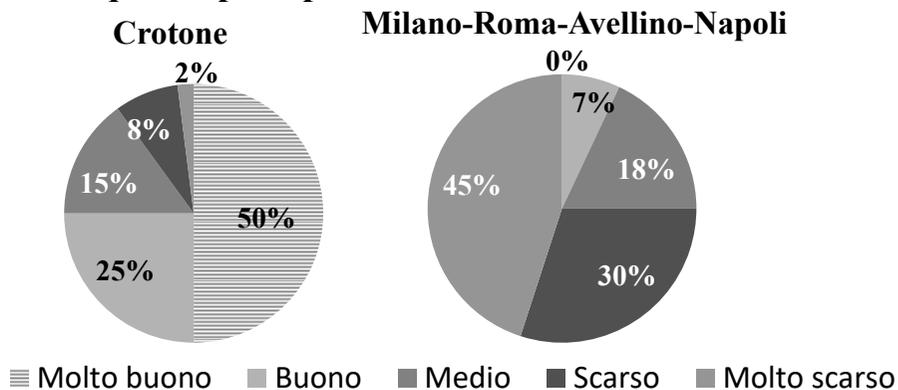


Figura 32: La percezione della qualità in termini di qualità estetica ed architettonica del terminal per gli utenti del servizio bus

4.3. Analisi dei risultati e stima del “valore edonico” delle autostazioni

La quarta parte del questionario d'indagine (paragrafo 0), inerente alle domande di tipo SP, ha permesso di valutare le preferenze dei viaggiatori circa la riqualificazione estetica ed architettonica dei terminal bus nonché l'offerta di nuovi servizi ai viaggiatori di qualità (punti ristoro, Wi-fi, info point, galleria commerciale, sala attesa e WC decorosi).

Per stimare il valore edonico del terminal bus è stato specificato e calibrato un modello di tipo *switch modale* (switch verso un servizio di maggiore qualità sia in termini di estetica che di servizi offerti) con *serial correlation* per tener conto che il generico individuo i risponde ad una molteplicità di scenari. L'approccio con le *serial correlation* consiste nel considerare un termine d'errore (γ_p^i) all'interno di $n-1$ utilità (in questo caso all'interno dell'utilità di continuare ad utilizzare il servizio bus attuale) (Cantillo et al, 2007; Morikawa, 1994).

A partire dalla [1] paragrafo, l'utilità delle due alternative è formulata:

$$U_{ns}^i = V_{ns} + \varepsilon^i + \gamma_{ns}^i$$

$$U_s^i = V_s + \varepsilon^i$$

dove:

V_{ns}^i è l'utilità sistematica, per il generico utente i , di continuare ad utilizzare il servizio attuale, ε^i è il termine d'errore che si distribuisce come una variabile aleatoria Normale Standard, γ_{ns}^i il termine d'errore che si distribuisce come una variabile aleatoria di Gumbel identicamente e indipendentemente distribuita (i.i.d Gumbel);

V_s^i è l'utilità sistematica, per il generico utente i , di “switchare” verso un servizio di trasporto di maggiore qualità, ε^i è il termine d'errore che si distribuisce come una variabile aleatoria Normale Standard.

L'utilità sistematica per il generico utente è specificata come:

$$V_{ns} = \beta_{tempo} * Tempo_{od} + \beta_{costo} * Costo_{od}$$

$$V_{ns} = \beta_{tempo} * Tempo_{od} + \beta_{costo} * Costo_{od} + CSA$$

dove:

Tempo_{od} è il tempo totale di viaggio con il bus del generico utente *i* (dichiarato dall'utente durante le indagini);

Costo_{od} è il costo del biglietto del bus (dichiarato dall'utente durante le indagini);

CSA è la costante specifica dell'alternativa con elevati standard di qualità;

β_{tempo} , β_{costo} e CSA sono i parametri da calibrare.

I parametri del modello sono stati stimati attraverso lo stimatore Maximum Likelihood, utilizzando il software di calibrazione BIOGEME (Bierlaire, 2003). I risultati sono riportati in Tabella 11.

Tabella 11: I risultati della stima del modello di switch

	Italia	Milano	Roma	Avellino	Napoli	Crotone
Tempo [1/h] <i>(Robust T-TEST)</i>	-8.61 <i>(-12.74)</i>	-8.50 <i>(-8.49)</i>	-7.89 <i>(-5.62)</i>	-26.2 <i>(-6.98)</i>	-8.46 <i>(-4.06)</i>	-8.46 <i>(-4.06)</i>
Costo [1/€] <i>(Robust T-TEST)</i>	-0.56 <i>(-7.57)</i>	-0.43 <i>(-4.60)</i>	-0.61 <i>(-3.76)</i>	-5.54 <i>(-4.87)</i>	-0.65 <i>(-2.22)</i>	-0.65 <i>(-2.22)</i>
Costante Specifica Alternativa <i>(Robust T-TEST)</i>	+1.41 <i>(+7.32)</i>	+2.50 <i>(+7.18)</i>	+1.60 <i>(+4.36)</i>	+3.60 <i>(+5.76)</i>	+1.36 <i>(+2.32)</i>	+1.36 <i>(+2.32)</i>
Sigma	+2.16 <i>(12.09)</i>	+1.77 <i>(+7.18)</i>	-1.20 <i>(-4.01)</i>	+2.13 <i>(+5.65)</i>	+1.71 <i>(+4.49)</i>	-0.72 <i>(-2.12)</i>
<i>rho-quadro-corretto</i>	+0.30	+0.27	+0.27	+0.56	+0.30	+0.30

Dal calcolo del rapporto reciproco tra la Costante Specifica dell'Alternativa (CSA) ed il costo, è possibile stimare il “valore edonico” dell'autostazione ovvero la disponibilità a pagare per avere un'autostazione caratterizzata da elevati standard di qualità e con più servizi innovativi ai viaggiatori. In media un passeggero italiano sarebbe disposto a pagare sino a **2.5 €/viaggio in più (il 19% del costo medio di un biglietto)** per usufruire di una autostazione di alta qualità. Ciò significa che un'autostazione di alta qualità, riqualificata, con più servizi (punti ristoro, negozi, info point ecc.) ai passeggeri comporterebbe:

- più qualità percepita dai viaggiatori (livello di servizio) e quindi;
- più passeggeri trasportati che sceglierebbero di utilizzare i servizi bus extraurbani a discapito di altre modalità di trasporto meno sostenibili (es. auto privata);

- maggiore disponibilità a pagare (es. per un biglietto) e/o per accedere al terminal o attendere il bus.

È interessante evidenziare che il valore monetario della qualità del terminal bus è differente per ogni singola città del panel ed in particolare, maggiore per quelle del nord e minore per quelle del sud (es. 5.9 € per Milano, 2.1 per Napoli) (Figura 33), perfettamente in linea con le differenze osservate sul costo della vita secondo quanto riportato dall'ISTAT.

Nota il valore edonico per ogni singola città del panel è possibile quantificare la disponibilità a pagare media annua per avere un terminal bus di alta qualità (estetica e servizi ai viaggiatori). Ad esempio, per il terminal di Roma (Tibus), a fronte degli oltre 7 milioni di passeggeri/anno si stima in oltre 18 milioni €/anno la disponibilità a pagare complessiva. Analogamente per il terminal di Crotone (Romano) a fronte di oltre 900 mila passeggeri/anno che compiono spostamenti extraurbani vi sarebbe una disponibilità a pagare di circa 0,5 milioni €/anno per disporre di ulteriori servizi aggiuntivi ai viaggiatori (oltre alla già elevata qualità architettonica del terminal).

Da un'analisi di maggiore dettaglio è stato possibile stimare come varia la disponibilità a pagare degli utenti in funzione della tipologia di viaggio. In particolare (Tabella 12) tale valore edonico aumenta per i viaggi occasionali (4,0 €/viaggio, 23% del biglietto) e diminuisce per quelli ad alta frequenza (1,1 €/viaggio, 21% del biglietto) per i quali i pendolari notoriamente sono più attenti a risparmiare (meno disponibili a pagare per estetica e servizi ai viaggiatori). Inoltre, il valore edonico del solo terminal bus aumenta per i viaggi più brevi (durata inferiore a 2 ore) e/o per i viaggi in cui non sono stati utilizzati altri mezzi di trasporto (3,0 €/viaggio, - 21% del costo); viceversa si riduce per viaggi più lunghi e/o che utilizzano più modi di trasporto (es. bus+treno) (2,1 €/viaggio, - 15% del costo del biglietto). Da questo risultato emerge che la *travel experiences* ha effetti non trascurabili sull'incidenza di un terminal bus di alta qualità sull'intero viaggio.

Tale risultato, molto importante, permette di concludere che **politiche sostenibili di mobilità volte all'integrazione modale gomma-ferro potrebbero aumentare il valore edonico complessivo di tutto il viaggio** con conseguenti benefici diretti per tutti gli utenti del sistema e tutti gli operatori modali (più passeggeri sia per la gomma che per il ferro e maggiore qualità per i servizi offerti).

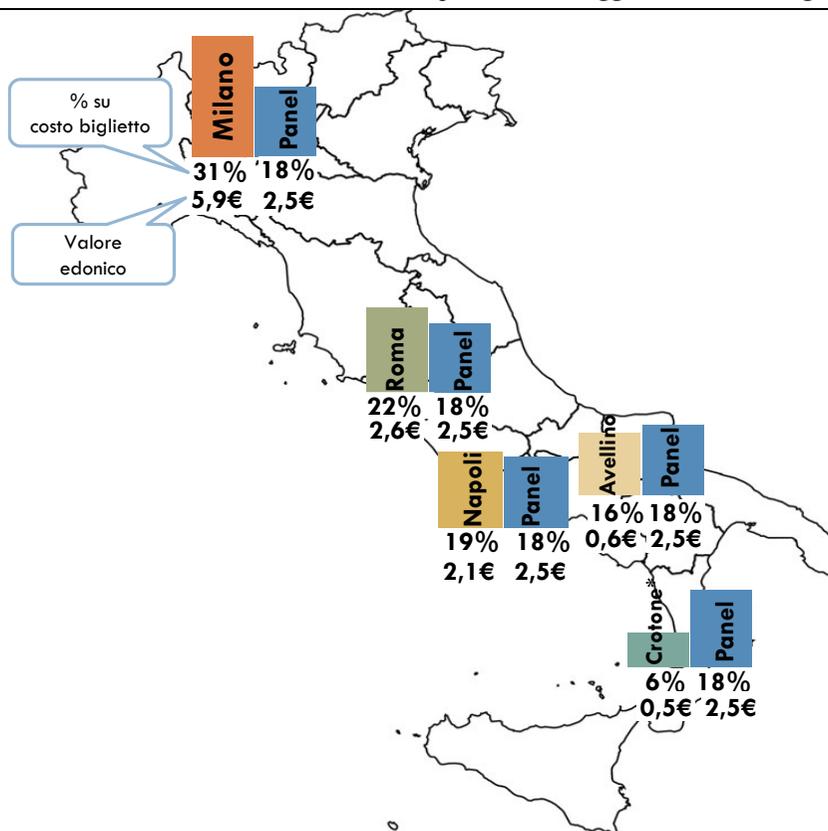


Figura 33: La distribuzione territoriale della disponibilità a pagare per un terminal bus di “alta qualità”

Tabella 12: Il valore edonico segmentato per tipologia di viaggio

Tipologia di viaggio	Valore edonico	% sul biglietto
Viaggi frequenti	1.07	21%
Viaggi occasionali	3.97	23%
Viaggi brevi e/o con un solo modo	3.01	21%
Viaggi lunghi e/o con più modi di trasporto	2.10	15%

Nell’ultima parte dello studio è stato anche stimato **quali servizi aggiuntivi il viaggiatore medio gradirebbe trovare in un terminal bus di alta qualità, nonché quanto sarebbe disposto a spendere per fruire di tale servizi (es. acquistare un pasto, un quotidiano, un articolo da regalo).**

I risultati delle indagini hanno permesso di stimare che i servizi maggiormente preferiti sarebbero il bar con il Wi-Fi gratuito (per l'81% degli intervistati), la ristorazione di qualità (per il 42%) ed una galleria commerciale per fare dello shopping prima/dopo il viaggio (per il 31%), vedi Figura 34.

A quali servizi saresti interessato?

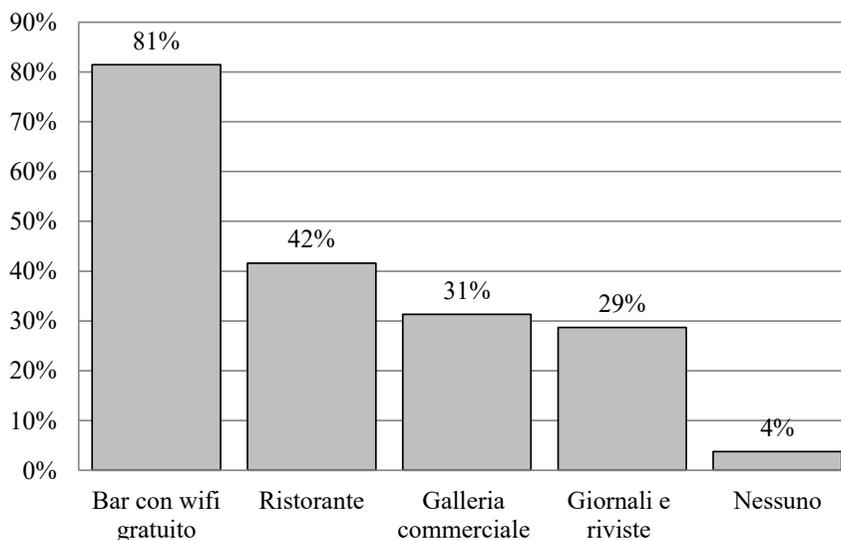


Figura 34: I servizi offerti in autostazione maggiormente desiderati dagli utenti

Disponibilità a spendere nei servizi offerti

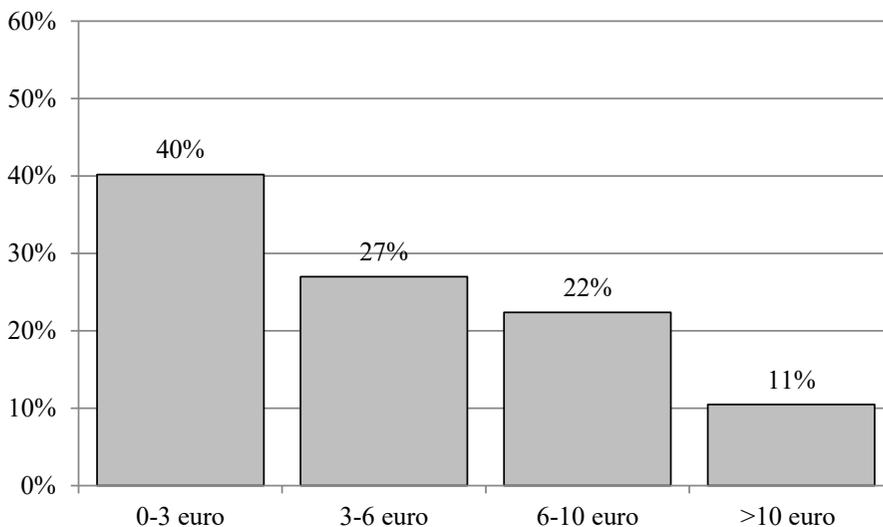


Figura 35: La disponibilità degli utenti a spendere nei servizi commerciali dell'autostazione

Mediamente si stima che un passeggero sarebbe disposto a spendere 5 € a viaggio per acquistare prodotti o servizi nel terminal. Ciò significa che ad esempio per il terminal di Roma *Tibus*, a fronte di oltre 7 milioni di passeggeri/anno, l'indotto economico per le attività economiche corrisponderebbero a 18-24 milioni di €/anno (stime prudenziali considerando il 50-70% della spesa media/viaggio dichiarata).

La presente parte della ricerca ha permesso di quantificare il valore della qualità estetica e dei servizi ai viaggiatori per un **terminal bus di alta qualità** che si è stimato potrebbe produrre:

- **più qualità offerta ai viaggiatori** (maggiore diponibilità a pagare);
- **indotto economico per i territori interessati** (posti lavoro e maggiori profitti per gli operatori).

Parallelamente, lo studio ha permesso di evidenziare come politiche di **integrazione modale ferro-gomma** permetterebbero di efficientare il sistema di trasporto complessivo, ovvero:

- **più passeggeri complessivi trasportati** (non competizione ma cooperazione);
- **maggiore qualità percepita del sistema complessivo** (maggiore diponibilità a pagare);
- **economie di scala** che porterebbero anche ad una riduzione dei costi di esercizio (es. manutenzione mezzi per servizi di lungo raggio su tutta la rete).

Tra gli sviluppi della ricerca vi è sicuramente la valutazione della fattibilità economico-finanziaria della riqualificazioni dei terminal bus esistenti nonché delle politiche di integrazione gomma-ferro.

5. Specificazioni modellistiche non convenzionali per la stima della qualità tramite l'utilizzo di variabili latenti: applicazione al trasporto ferroviario metropolitano

Le scelte di mobilità degli utenti sono influenzate dalla qualità del servizio di trasporto che, come scritto nei capitoli precedenti, dipende oltre che da caratteristiche relative al servizio di trasporto (es. puntualità, tempi e costi) anche da caratteristiche non direttamente misurabili (es. il comfort, la pulizia, la qualità architettonica delle infrastrutture). In relazione al gusto, alle attitudini e alle percezioni individuali, la qualità del trasporto pubblico è percepita in maniera differente. Ad esempio, un utente più "sensibile" all'arte e alla cultura in generale, probabilmente, sarà più propenso a scegliere un trasporto collettivo di qualità.

A partire da tali considerazioni, in questa fase della ricerca, al fine di meglio valutare l'influenza della qualità del trasporto pubblico sul processo decisionale, sono state proposte delle specificazioni modellistiche non convenzionali che tengono conto in maniera esplicita di attributi relativi all'attitudine e/o percezione non direttamente misurabili (es. variabili latenti) e legati al singolo viaggiatore. Attraverso la specificazione e calibrazione di un modello di scelta Ibrido (*Hybrid Choice Model*) è stato stimato quanto la percezione dell'arte e del comfort, piuttosto che l'attitudine alla sicurezza, influenzino le scelte degli utenti sul servizio ferroviario da utilizzare.

La ricerca condotta è stata articolata in quattro fasi:

- 1) **individuazione del caso studio** ed analisi dell'offerta ferroviaria e della domanda di mobilità sulle linee oggetto di studio;
- 2) **progettazione ed esecuzione delle indagini di mobilità** presso le stazioni appartenenti al caso studio individuato;
- 3) **calibrazione di un modello di scelta Ibrido** dei due servizi ferroviari al fine di:
 - valutare il peso delle attitudini e delle percezioni nella scelta del servizio ferroviario;
 - stimare gli effetti dell'estetica, del comfort e della *Travel Experiences* sulla domanda di mobilità;
 - confrontare le performances di un modello di scelta ibrido con un modello di scelta discreta di tipo Logit Multinomiale.

4) **applicazione operativa** del modello ibrido stimato per meglio comprendere e valutare le potenzialità della forma funzionale.

5.1. Il caso studio

Per poter valutare e quantificare il peso della qualità del trasporto collettivo nelle scelte di viaggio degli utenti è stato individuato un particolare caso studio appartenente al Sistema Metropolitano della Regione Campania (SMR) ed in particolare del comune di Napoli.

L'area metropolitana di Napoli parte da una tradizione importante nel trasporto ferroviario: nel 1839 fu inaugurata la linea Napoli-Portici, prima ferrovia d'Italia, nel 1889 apre la linea Cumana, seconda linea ferroviaria metropolitana al mondo dopo quella di Londra ed ancora nel 1925, la Direttissima Pozzuoli-Gianturco è il primo passante ferroviario d'Europa (Assante et al, 2006; Cascetta et al, 2013). Il processo di accumulo del capitale ferroviario si arresta però nel dopoguerra, quando in Campania, come nel resto d'Italia, si iniziò a puntare su un modello di sviluppo della mobilità basato sul binomio strade-autostrade relegando il trasporto ferroviario ad un ruolo sempre più marginale. Ma il territorio campano presentava delle notevoli potenzialità per il recupero ed il rilancio del trasporto ferroviario; ad esempio, l'area metropolitana di Napoli è tra le più densamente abitate del pianeta e la densità è, soprattutto per il trasporto pubblico locale, uno degli elementi che favoriscono l'uso della ferrovia. Solo negli anni '90, con il Piano Comunale dei Trasporti di Napoli, si decise formalmente di tornare a puntare su un modello di sistema dei trasporti integrato basato sulla ferrovia al fine di aumentare l'accessibilità per le diverse aree del territorio (il Sistema Metropolitano Regionale - SMR). Parallelamente e congiuntamente si avvia anche un processo di riqualificazione urbanistica delle aree adiacenti alle nuove stazioni, secondo i principi del *Transit Oriented Development* (TOD), ovvero quel movimento urbanistico introdotto per la prima volta da Calthorpe nel 1993 che sintetizza teorie e metodi (es. Lund, 2006; Dill, 2008; Papa, 2008) volti a favorire uno sviluppo metropolitano policentrico, i cui poli centrali sono le stazioni ferroviarie ed intorno a queste vanno sviluppati dei sistemi urbani "misti" ad alta densità (Cervero, 2004). Esempi significativi a Napoli sono la riqualificazione di P.zza Dante, una delle piazze simbolo della città, che prima della riqualificazione urbana, era utilizzata come parcheggio, o via Salvator Rosa che nel 1956 presentava sul suolo dell'attuale stazione una

discarica a cielo aperto, e che, dopo la riqualificazione a cura degli architetti Francesco e Alessandro Mendini, è diventata il simbolo di integrazione del quartiere circostante, valorizzando anche i resti di un ponte romano rinvenuti in loco (Figura 36).



Figura 36: Riqualificazione urbanistica: Piazza Dante e Salvator Rosa prima e dopo i lavori di riqualificazione (fonte Cascetta e Gravagnuolo, 2014)

Nell'idea generale del progetto di Sistema di Metropolitana Regionale le stazioni diventano un simbolo per il “nuovo” trasporto collettivo. Per tale ragione le stazioni della metropolitana di Napoli e della Campania sono state spesso arricchite da opere d'arte di artisti contemporanei scegliendo quindi specifici architetti ed opere in funzione della localizzazione della stazione al fine di conferire ad ogni stazione una propria e distinta identità. Si decise di rifarsi all'arte contemporanea perché quelle stazioni potessero divenire il simbolo della Napoli del futuro. Sono stati coinvolti nel progetto metropolitano architetti di fama internazionale tra cui Zaha Hadid, Rogers, Perrault, Eisenman, Fuksas, Kapoor, D'Ascia, Aulenti, Mendini, Podrecca, Siola, Botta e Pagliara, oltre a tanti giovani architetti napoletani e campani. Questo nuovo modo di concepire le stazioni ferroviarie è stato anche formalizzato tramite la Delibera Regionale n.637 del

2006 che riporta le *linee guida per la progettazione e realizzazione delle stazioni della metropolitana regionale*, definendo gli standard di gradevolezza (intesa come qualità e comfort ambientale), comodità d'uso (funzionalità) e sicurezza che le nuove stazioni ferroviarie devono possedere.

Seguendo tali direttive si è progettata e realizzata la Linea 1 che attualmente collega Piscinola con Piazza Garibaldi. La Linea 1 è lunga 18 Km con 18 stazioni progettate e realizzate con elevati standard architettonici e artistici, per la cui costruzione si è scelto di affidare i vari progetti ad architetti di fama internazionale. La stazione della Linea 1 sono state riconosciute a livello internazionale per la loro bellezza e attenzione all'arte, in particolare la pluripremiata stazione Toledo.

Il Sistema Metropolitano di Napoli rappresenta un caso studio molto interessante; infatti, oltre alla nuova linea metropolitana (Linea 1) di particolare pregio artistico-architettonico, esiste la storica linea ferroviaria (la Napoli-Portici) che ad oggi offre un servizio metropolitano alla città (Linea 2) caratterizzata da stazioni ed infrastrutture standard, ovvero senza particolare attenzione all'arte e all'estetica.

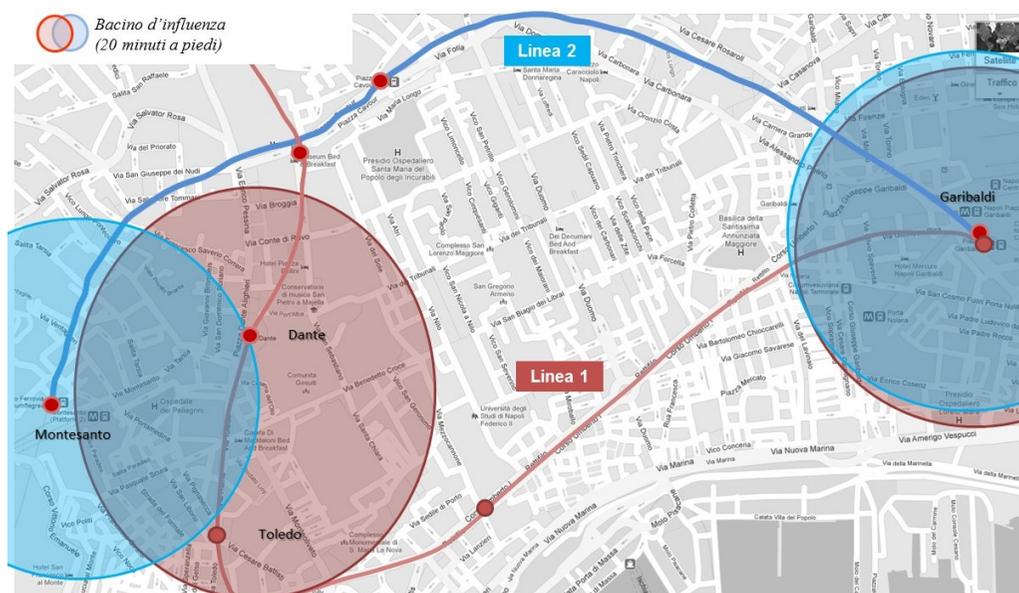


Figura 37: Il caso studio individuato

L'eccezionalità del caso studio individuato sta nel fatto che all'interno del Sistema Metropolitano napoletano esiste una particolare relazione origine-destinazione per la quale, un utente che decide di spostarsi tra la stazione RFI

Garibaldi ed il centro storico di Napoli ha oggi a disposizione due servizi ferroviari (Figura 37) in perfetta competizione rispetto ai tempi e ai costi di viaggio (Tabella 13) e per i quali le principali e più evidenti differenze sono nell'estetica delle stazioni (Figura 38 e Figura 39).

In Tabella 13 è riportato il tempo di attesa ed il tempo a bordo per la coppia o/d oggetto dello studio, osservati durante la campagna d'indagine. Per quanto riguarda la tariffa, gli utenti del sistema metropolitano campano possono scegliere tra una tariffa integrata (pari a 1.50 €) ed utilizzare tutti i mezzi di trasporto pubblico nel comune di Napoli per 60 minuti o una tariffa aziendale valida per una singola corsa (es. Metronapoli per Linea 1 ed RFI per Linea 2). Il costo delle altre tariffe (es. abbonamento mensile, annuale) sono uguali per le due aziende (Metronapoli ed RFI), per questo motivo in Tabella 13 è riportato il solo costo differente per i due servizi metropolitani (biglietto corsa singola).

Tabella 13: I tempi e costi osservati dei due servizi metropolitani

Attributi del Livello di Servizio	Linea 1	Linea 2
Tempo di attesa	10	10
Tempo bordo (Centro Storico-Garibaldi)	10	13
Costo biglietto singolo	1,00	1,20

Le stazioni della Linea 1 oggetto dello studio sono state: Dante e Toledo collocate al centro storico di Napoli, progettate rispettivamente dagli architetti Oscar Tusquets Blanca e Gae Aulenti e la stazione Garibaldi (che attraverso un collegamento interno è direttamente collegata alla stazione RFI Napoli Centrale) progettata da Dominique Perrault.

Le stazioni della Linea 2 oggetto dello studio sono state: Montesanto collocata al centro storico di Napoli e distante 800metri dalla stazione Toledo e 550 metri dalla stazione Dante e la stazione Napoli Centrale (anche essa collegata con un passaggio interno diretto alla stazione ferroviaria RFI).

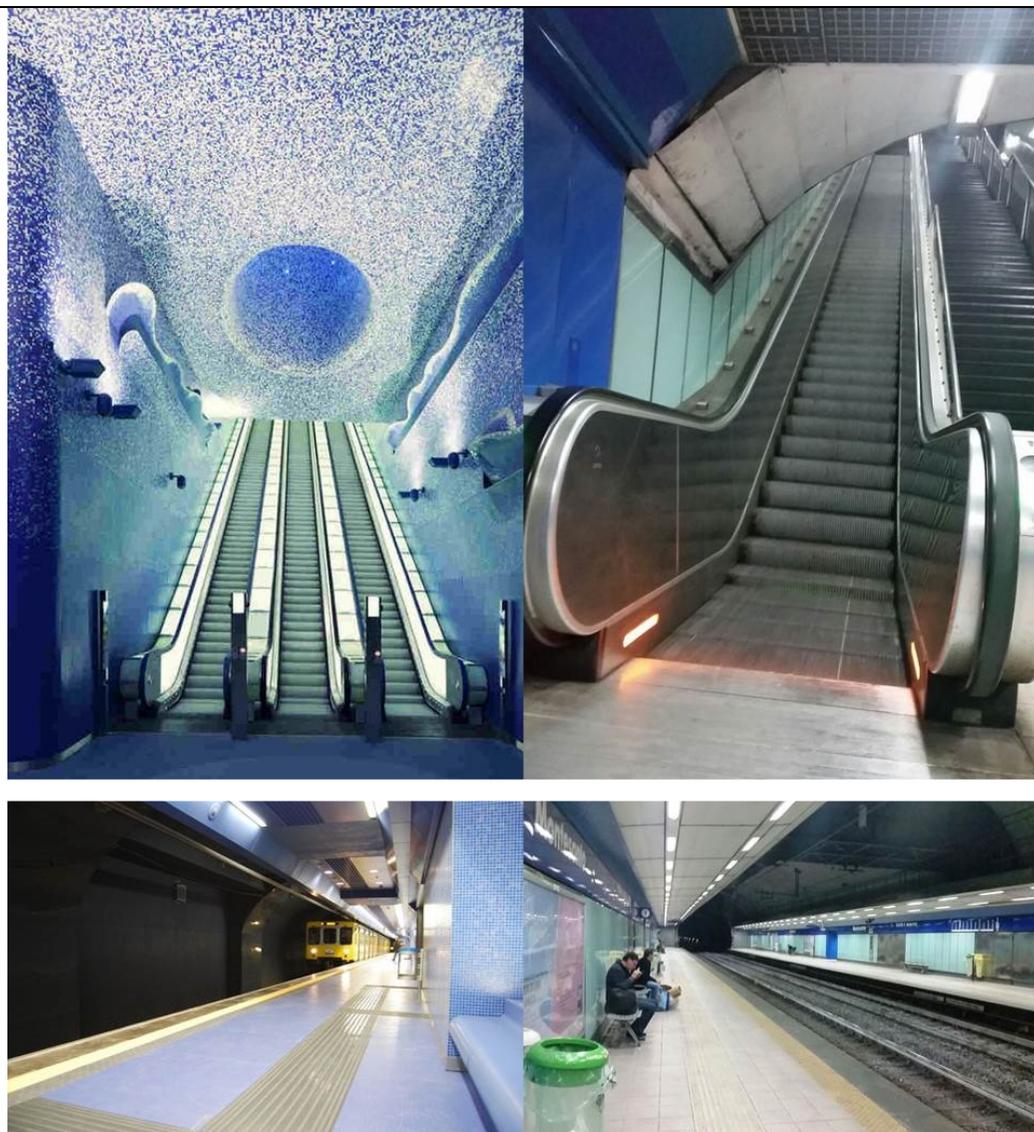


Figura 38: La stazione Toledo Linea 1 (a sx) e la stazione Montesanto Linea 2 a (Fonte: <http://www.domusweb.it/>).

Per evitare che la localizzazione delle stazioni d'origine potesse influenzare le scelte degli utenti su quale servizio ferroviario utilizzare (evitare il bias derivante dalla dominanza di una stazione - es. molto più vicina - rispetto all'origine dello spostamento), sono stati considerati i soli utenti che hanno raggiunto a piedi le stazioni di analisi e che provenivano (la loro origine dichiarata) da edifici ricadenti nell'intersezione dei bacini di influenza delle stazioni delle linee in competizione (stazione Linea 1 vs. stazione Linea 2). Ciò

ha permesso di considerare i soli utenti che avevano realmente i due servizi ferroviari in perfetta competizione, ovvero due alternative indifferenti rispetto ai tempi di accesso pedonale. Non sono stati considerati gli utenti che precedentemente avevano utilizzato altre modalità di trasporto (auto, funicolari, bus, ferrovia, ecc.) per evitare che la percezione del viaggio già compiuto potesse influenzare il giudizio sulla qualità del servizio metropolitano.



Figura 39: La stazione di Garibaldi Linea 1 (a sx) e Linea 2 (a dx) (fonte: Cascetta, Gravagnuolo, 2014; <http://web.tiscalinet.it/>)

Dai conteggi effettuati all'ingresso delle stazioni del centro storico di Napoli (Dante e Toledo per la Linea 1 e Montesanto per la Linea 2), è emerso che ogni

giorno in totale oltre 17 mila utenti utilizzano le due linee metropolitane, di questi oltre 4 mila sono diretti alla stazione Garibaldi ed hanno raggiunto la stazione del centro storico a piedi senza, quindi, utilizzare altre modalità di trasporto (Tabella 14).

I risultati dei conteggi mostrano che mediamente l'80% degli utenti che si spostano tra il centro storico di Napoli e piazza Garibaldi scelgono la Linea 1, nonostante gli attributi del livello di servizio delle due alternative ferroviarie sono pressoché gli stessi.

Tabella 14: Il numero di utenti di un giorno medio feriale delle stazioni appartenenti al caso studio

Stazione	Totali Ingressi	Di cui da Garibaldi con accesso pedonale
Dante	5,688	1,122
Toledo	6,244	2,081
Totale Linea 1	11,932	3,203
Montesanto	5,849	1,003
Totale	17,781	4,206

5.2. Le indagini di mobilità

Le indagini di mobilità condotte per lo specifico caso studio sono del tipo RP (*Preferences Relevated*) al fine di valutare le abitudini di mobilità degli utenti. Oltre alle indagini RP, sono state sottoposte agli utenti delle domande inerenti le loro abitudini di vita e caratteristiche caratteriali che, in maniera indiretta, permettono di identificare le attitudini e le percezioni degli utenti. Per progettare tali domande si sono consultati test specifici della psicologia comportamentale. Infine, le indagini di *Customer Satisfaction* hanno permesso di valutare la qualità percepita degli utenti rispetto al viaggio compiuto.

Per poter stimare se e quali attitudini e percezioni influenzino le scelte di mobilità degli utenti, sono **stati intervistati 526 viaggiatori** tra novembre 2016 e gennaio 2016, presso le stazioni della metropolitana del centro storico di Napoli (Stazione Dante e Toledo per la Linea 1 e Stazione Montesanto per la Linea 2). I viaggiatori sono stati intervistati mentre erano in attesa di un treno per la Stazione Garibaldi, i 526 considerati nello studio rispettavano le ipotesi di lavoro (utenti diretti a Garibaldi e appartenenti all'intersezione del bacino pedonale dei due servizi ferroviari).

5.2.1. La progettazione del questionario d'indagine

Fase cruciale dello studio è stata la progettazione del questionario d'indagine (riportato nell'Allegato 2). Il questionario è stato suddiviso in quattro parti:

Nella prima parte, oltre a selezionare l'utente che rispondesse alle ipotesi di lavoro formulate, sono state richieste informazioni socio-economiche (genere, età, professione, numero di auto in famiglia, ecc.) e informazioni sullo spostamento (motivo del viaggio, frequenza, titolo di viaggio, ecc.).

Nelle seconda parte del questionario d'indagine è stato investigato, con **domande dirette**, quanto la sicurezza dell'ambiente interno ed esterno delle stazioni, la pulizia, il comfort e la qualità degli ambienti potessero essere per ciascun intervistato caratteristiche importanti nella scelta del servizio di trasporto pubblico.

Nella terza parte del questionario d'indagine è stato investigato, attraverso **domande indirette**, l'attitudine all'arte, alla qualità architettonica degli utenti delle due linee metropolitane.

Per sviluppare questa parte del questionario è stato instaurato un rapporto di collaborazione con ricercatori dell'ambito della psicologia e della psicomетria.

La psicomетria è il campo della psicologia che si occupa di misurare le conoscenze, le abilità, gli atteggiamenti e le caratteristiche della personalità. Coinvolge due aspetti importanti della ricerca, vale a dire: la costruzione degli strumenti e delle procedure per la misura; lo sviluppo ed il perfezionamento dei metodi teorici della misura.

Come riportato nel paragrafo 2.1., nella letteratura scientifica del settore esistono diversi strumenti/test per valutare la personalità. Ponendo l'attenzione sulla sfera della sensibilità estetica degli individui gli strumenti proposti in letteratura sono ad esempio:

- Visual Aesthetic Sensitivity Test, (VAST, Gotz, 1979), basati sulla percezione visiva dell'estetica
- CVPA: volti a valutare l'importanza degli aspetti visivi per i consumatori (usato nelle strategie di marketing) (Bloch et al, 2003)
- Aesthetic Judgment Ability measure (Bamosy et al, 1983): esamina come i giudizi estetici sono influenzato da fasi di sviluppo

Questi strumenti, però, non sono in grado di valutare le caratteristiche di personalità. In una recente ricerca Hurka (2012) identifica i tratti della personalità dei soggetti sensibili alla bellezza:

- hanno una più ricca e complessa vita emotiva;
- sono intellettualmente curiosi;
- sono flessibili e non dogmatici nei loro atteggiamenti e nei loro valori.

Il più ampio test di personalità è stato sviluppato da Paul Costa, Jr. e Robert McCrae: il *Neo Personality Inventory* (1989) che è costituito da 240 domande (*item*) volte a misurare la presenza dei 5 tratti della personalità: estroversione, gradevolezza, coscienziosità, nevroticismo e apertura all'esperienza.

Dal 1989 ad oggi sono stati proposti diverse formulazioni e rivisitazioni del Neo Personality Inventory; ad esempio il test CBA (2010) validato da prof. Vidotto. Esso è composto da 48 item selezionati, oltre che sulla base delle analisi fattoriali conservative, considerando le correlazioni osservate tra le scale di tre test di personalità: EPQ-R, *Revised Neo Personality Inventory* (NEO PI-R) e *International Personality Item Pool* (IPIP) test.

Il test è suddiviso in 4 gruppi di 12 domande. La sottoscala di interesse per il lavoro di ricerca è quella che approfondisce la tendenza all'estetica: apertura all'esperienza. La sottoscala si riferisce all'apertura al mondo e all'esperienza; al grado personale d'immaginazione e fantasia, attrazione per l'arte, la musica, l'estetica e il bello in generale; curiosità intellettuale, contatto con il proprio mondo emotivo (Vidotto, 2010). Ad ogn'una delle 12 domande è associata una scala likert (da 0 a 5 o da 0 a 7) ed al termine del questionario ogni utente avrà raggiunto un certo punteggio che dovrà essere confrontato con il punteggio medio delle sotto scale (*cut off*) che rappresenta il valore medio della popolazione. Gli utenti che ottengono, in questa area, un punteggio minore rispetto al valore medio hanno una bassa sensibilità all'estetica, se maggiore viceversa.

Partendo da tali considerazioni, dalle 12 domande individuate nel test CBA per la sottoscala d'interesse, sono state formulate **9 domande volte a individuare, in maniera indiretta, la personalità/attitudine** degli utenti delle due linee metropolitane verso l'arte. Nelle domande formulate sono state considerate le diverse forme d'arte (musica, paesaggio naturalistico, monumenti e musei) considerando:

- **le azioni:** 4 domande indirette sono riferite all'azione (es. ho un'attitudine all'arte e quindi vado a vedere opere teatrali) (nell'Allegato 2 le domande in grassetto della sezione 3 sono riferite all'azione);
- **le emozioni:** 2 domande indirette sono inerenti alle emozioni scaturite dalle diverse forme d'arte (es. ho un'attitudine all'arte e vedere un'opera d'arte mi provoca emozione) (nell'Allegato 2 le domande in carattere standard della sezione 3 sono riferite alle emozioni);
- **percezioni:** 2 domande indirette sono inerenti alla percezione di sicurezza ed 1 alla percezione dell'arte e dell'architettura (nell'Allegato 2 le domande in corsivo della sezione 3 sono riferite alle percezioni).

Inoltre, per analizzare la percezione di sicurezza di ciascun utente, sono state utilizzate delle immagini (fotografie, Figura 40) ed è stato richiesto (attraverso **2 domande**) all'utente la sua sensazione di disagio (su una scala likert da molto poco a molto) nel caso dovesse aspettare un amico nelle specifiche condizioni mostrate in fotografia. Per evitare che elementi architettonici potessero influenzare le risposte degli utenti, è stata mostrata la stessa strada, con la stessa prospettiva in due condizioni differenti:

- di giorno, affollata
- di sera, poco affollata



Figura 40: Le immagini mostrate agli utenti per valutare la percezione di sicurezza in differenti situazioni

Nella **quarta e ultima parte** del questionario d'indagine è stato di tipo *Customer Satisfaction*, ovvero è stato richiesto all'utente (**domande direttissime**)

un giudizio sulla qualità delle stazioni e del servizio scelto. In questo modo è stato possibile analizzare se la soddisfazione e la percezione della qualità degli utenti della Linea 1 fosse superiore rispetto a quella degli utenti della Linea 2 così come ipotizzato.

Per testare il questionario è stata condotta una indagine preliminare relativamente alla sola terza parte del questionario (intervistando 20 persone tra i 18 ed i 50 anni) per consolidare e migliorare, se necessario, le domande indirette del questionario. In seguito è stata condotta un'indagine test dell'intero questionario presso le stazioni delle due linee metropolitane (Rossi et al, 1983).

5.2.2. I risultati delle indagini

Il questionario è stato sottoposto in banchina, presso le stazioni del centro storico, agli utenti in attesa del treno. Sono stati intervistati 526 utenti presso le banchine delle tre stazioni (123 a Dante, 243 a Toledo e 160 a Montesanto) che rispettano le ipotesi di lavoro (utenti diretti a Garibaldi, appartenenti all'intersezione dei bacini pedonali dei due servizi ferroviari).

Dai risultati delle indagini emerge che non vi sono differenze sostanziali nelle caratteristiche socio-economiche (età e sesso) e nelle caratteristiche dello spostamento (motivi e frequenza) tra gli utenti delle due linee. Il 70% degli utenti delle due linee si sposta per motivi sistematici (studio e lavoro) ed il 61% con frequenza elevata (Figura 41). Come si evince dalla Figura 42 circa il 40% degli spostamenti è interno al Comune di Napoli (arrivati a Garibaldi, circa il 37% degli utenti dichiara di raggiungere la destinazione finale senza utilizzare altri mezzi di trasporto ed circa il 3% dichiara di utilizzare il bus urbano), mentre il treno FS è utilizzato maggiormente dagli utenti della Linea 2.

Dal confronto dei risultati delle domande dirette (seconda parte del questionario paragrafo 5.2.1.) delle due linee, emerge una maggiore attenzione alle caratteristiche di qualità, di sicurezza e di comfort per gli utenti della Linea 1. Ad esempio l'83% degli utenti della Linea 1 ha dichiarato che la qualità estetica degli ambienti interni alla stazione è una caratteristica piuttosto importante (abbastanza e molto) nella scelta del servizio di trasporto pubblico, contro il 60% degli utenti della Linea 2.

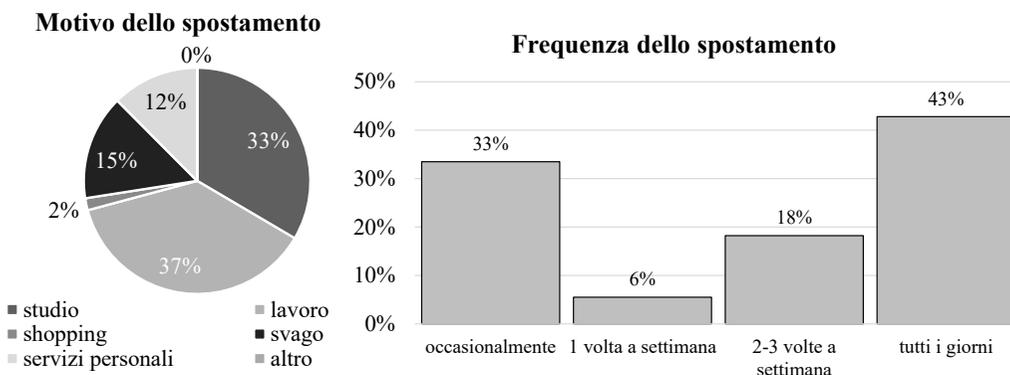


Figura 41: Motivo e frequenza degli spostamenti per gli utenti delle due linee

Arrivato a Garibaldi che mezzo di trasporto utilizzerà?

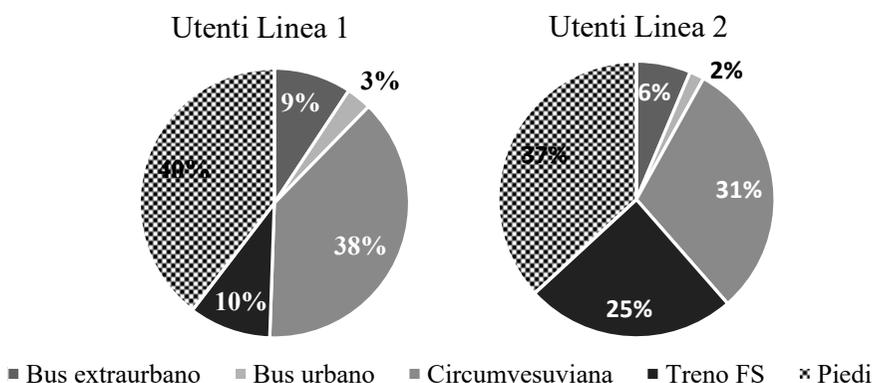


Figura 42: I modi utilizzati dagli utenti per raggiungere la destinazione finale dalla stazione Garibaldi

Da un'analisi di maggior dettaglio è emerso che, nella scelta del mezzo di trasporto da utilizzare, utenti con reddito maggiore dichiarano più importante il comfort rispetto ai viaggiatori con reddito minore (Figura 43).

La terza parte del questionario d'indagine (paragrafo 5.2.1) ha permesso di individuare le caratteristiche socio economiche dei viaggiatori più attenti all'estetica, al comfort e alla sicurezza, definendo una sorta **di identikit della persona più attenta all'arte**. Da un'analisi di dettaglio è stato osservato che le donne occupate con reddito più alto hanno una maggiore attitudine all'arte (ad esempio il 75% dichiara che è particolarmente interessato - spesso e sempre - a guardare opere teatrali come balletti, musicol ecc. - Figura 44 -) e alla cultura (il 42% dichiara che nella vita personale gli interessi culturali come musei, chiese,

scavi archeologici sono molto importanti- sempre- Figura 45), al contrario degli uomini non occupati, con reddito più basso (ad esempio il 41% dichiara che è particolarmente interessato - spesso e sempre - a guardare opere teatrali come balletti, musicol ecc. Figura 44 e solo il 24% dichiara che gli interessi culturali sono molto importanti Figura 45) . Inoltre, è stato osservato che la categoria di utenti più attenti all'arte (donne, occupate con reddito alto) scelgono di più la Linea 1 (72% vs. 28% Linea 2).

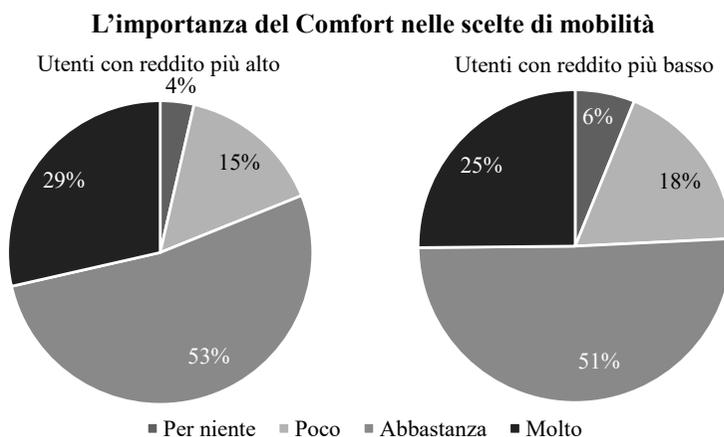


Figura 43: L'importanza del Comfort nelle scelte di viaggio degli utenti in funzione del reddito dichiarato

Allo stesso modo è stato osservato che le donne più giovani e più anziane sono più attente alla sicurezza personale. Dall'analisi del campione intervistato è emerso un andamento pseudo-parabolico della sicurezza rispetto all'età. Si sono osservate risposte di maggiore attenzione alla sicurezza per i giovanissimi, seguiti da valori decrescenti al crescere dell'età e sino a un valore minimo (corrispondente a circa 35 anni di età), per poi ricominciare ad aumentare con l'avanzare degli anni. Ad esempio (Figura 46) gli utenti tra i 18 ed i 25 anni e dai 65 anni in poi, hanno dichiarato che se si trovano in un ambiente poco illuminato si sento sempre a disagio (alla risposta sempre è stato associato il valore massimo ovvero 4 in Figura 46). Al contrario i viaggiatori tra i 33 e 53 anni più raramente (alla risposta raramente è stato associato il valore minimo ovvero 1 in Figura 46) si sentono a disagio in ambienti poco illuminati.

Le piace guardare opera teatrali ?

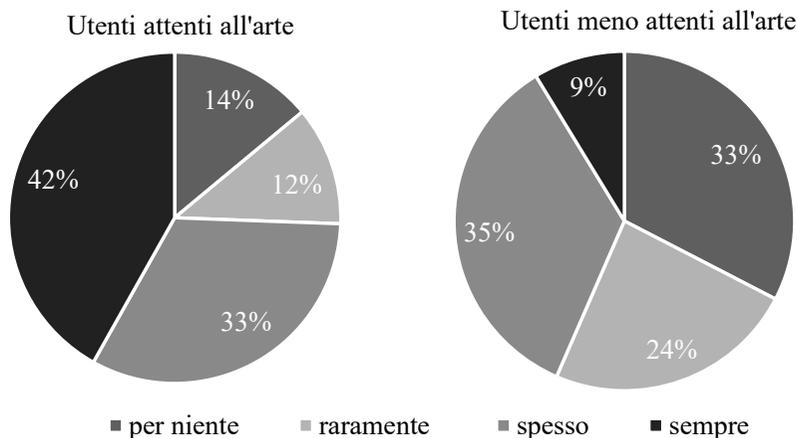


Figura 44: L'interesse all'arte per le donne, occupate e con reddito elevato (utenti attenti all'arte) e per gli uomini non occupati e con reddito più basso

Nella vita di tutti i giorni quanto sono importanti gli interessi culturali?

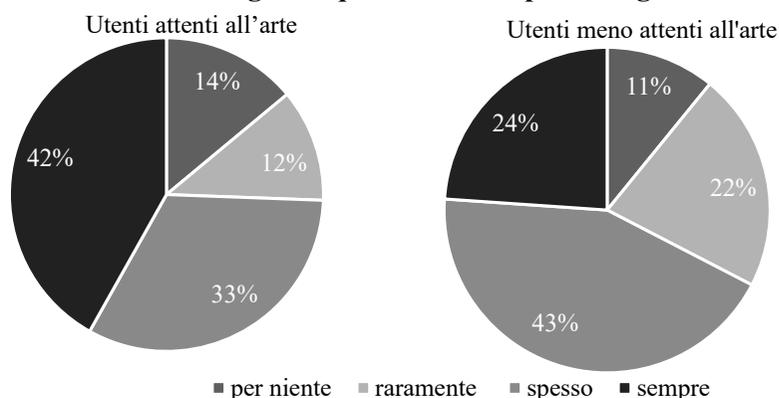


Figura 45: Gli interessi culturali (es. musei, scavi archeologici) per le donne occupate e con reddito elevato (utenti attenti all'arte) e per gli uomini non occupati e con reddito più basso

L'ultima parte del questionario (indagini di tipo *Customer Satisfaction*) ha permesso di verificare l'ipotesi di base che le stazioni della Linea 1 sono più belle rispetto alle stazioni della Linea 2 e di valutare la qualità percepita degli utenti rispetto al viaggio affrontato. Su una scala da 0 a 4 mediamente gli utenti hanno associato un punteggio relativo alla qualità artistica delle stazione pari a 3.89 per le stazioni del centro storico della Linea 1 (quindi Dante e Toledo) e 1.04 per la stazione della Linea 2 Montesanto.

La percezione della qualità rispetto agli attributi relativi al tempo di attesa, la frequenza del servizio è diversa tra gli utenti delle due linee. In particolare il 46% degli utenti intervistati presso le banchine della Linea 1 dichiara che la qualità del servizio è piuttosto buono (buono e molto buono), contro il solo 16% degli utenti della Linea 2 (Figura 47) nonostante i tempi di attesa osservati durante la campagna d'indagine (Tabella 15) sono pressoché gli stessi.

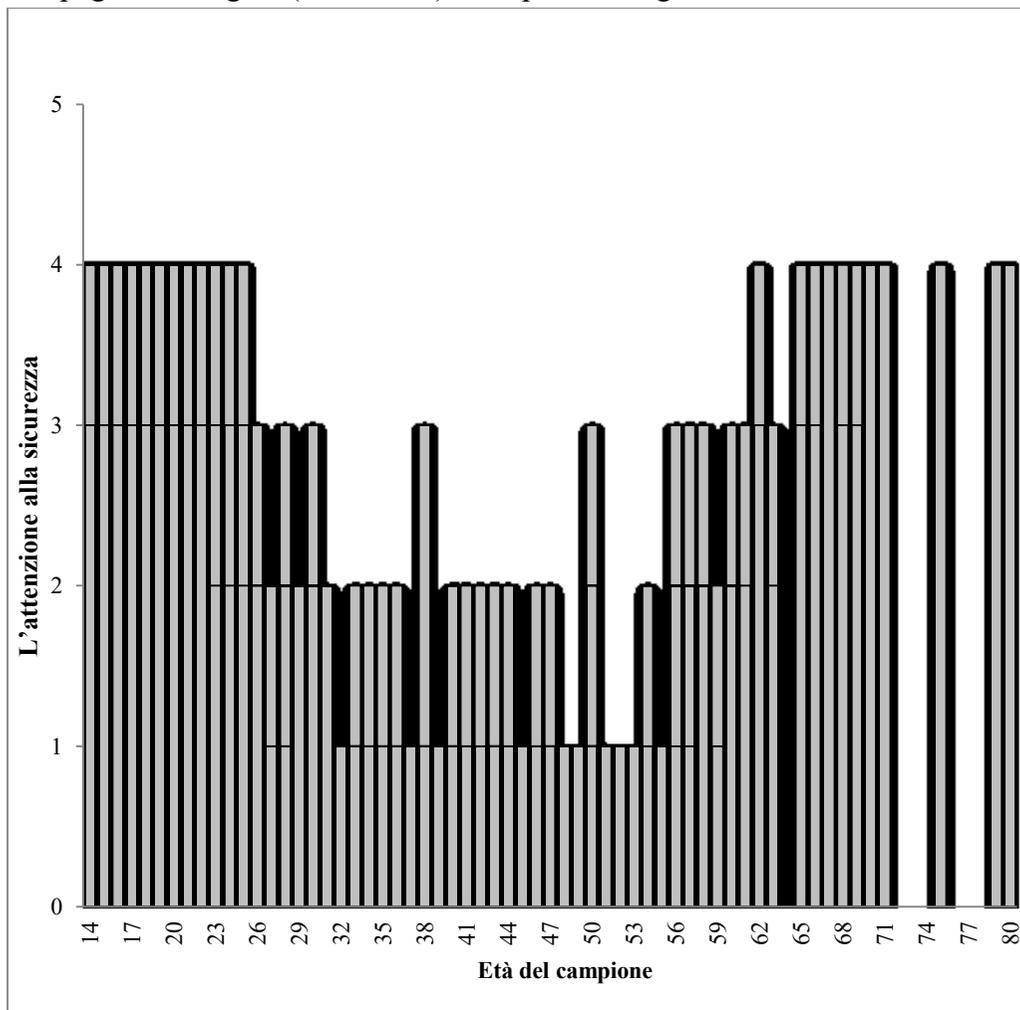


Figura 46: L'attenzione alla sicurezza degli utenti (1 bassa attenzione 4 alta attenzione) in funzione dell'età

Qualità percepita del servizio di trasporto (tempo di attesa e frequenza)

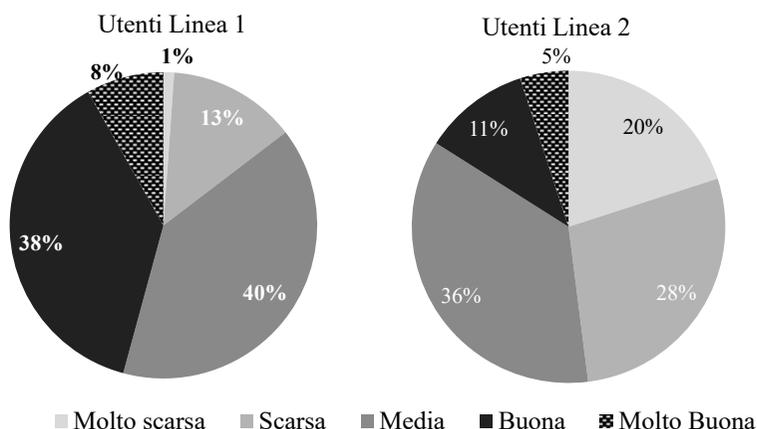


Figura 47: La qualità percepita degli utenti dei due servizi metropolitani rispetto al tempo e alla frequenza del servizio

Tabella 15: I tempi di attesa osservati presso le due linee metropolitane durante la campagna indagine

Tempo attesa (minuti)	Linea 1	Linea 2
Medio	10	10
Massimo	30	33
Minimo	4	1
Dev.stand	3,7	5,5

5.3. La percezione dell'arte, del comfort e l'attitudine della sicurezza nelle scelte di viaggio degli utenti

Le indagini di mobilità condotte tra novembre 2015 e gennaio 2016 presso le stazioni del centro storico di Napoli (Dante e Toledo Linea 1 e Montesanto Linea 2), hanno permesso di valutare e stimare, per lo specifico caso studio (paragrafo 4.1.) quali sono gli attributi che influenzano le scelte degli utenti sul servizio ferroviario da utilizzare.

Al fine di individuare quali sono gli attributi e con che “peso” influenzano le scelte di mobilità degli individui, è stato prima di tutto specificato e calibrato un modello di scelta discreta di tipo Logit Binomiale (Tabella 16). Nel Modello Mnl_0

gli attributi introdotti all'interno dell'utilità sistematica delle due linee ferroviarie sono relativi ai soli attributi relativi al livello di servizio (LOS). La costante specifica dell'alternativa 2 è risultata statisticamente significativa e negativa, ciò fa intendere che l'utilità di scegliere la Linea 1 non dipende solo dagli attributi LOS, ma da attributi non direttamente esplicitati. Nel Modello MNL_2 oltre agli attributi LOS e costante specifica dell'alternativa 2 è stata introdotta l'unica variabile socio-economica risultata statisticamente significativa (proxy reddito).

Consolidati i modelli di base, passo successivo è stato quello di particolarizzare i modelli Logit Binomiale attraverso l'introduzione di attributi di "attitudine alla qualità". Ciò è stato fatto introducendo tre differenti variabili binarie 1/0 (variabili *dummy*) nell'utilità sistematica dell'alternativa Linea 1 (quella con elevati standard di qualità) che assumono il valore 1 per quei viaggiatori che hanno dichiarato di essere "attenti", quando scelgono il mezzo di trasporto da utilizzare, rispettivamente al comfort in stazione, all'estetica ed alla sicurezza (modello MNL_2). Ciò in sostanza ha permesso di particolarizzare l'utilità percepita associata alla Linea 1 per le differenti classi di utente (quelli attenti/non attenti a comfort, estetica e sicurezza).

Tabella 16: I risultati delle stime: Specificazione e Calibrazione di modelli di scelta del servizio ferroviario di tipo logit binomiale

Attributi	Modello Base MNL_0		Modello BASE MNL_1		Modello BEST MNL_2	
	Linea 1	Linea 2	Linea 1	Linea 2	Linea 1	Linea 2
Tempo	X	X	X	X	X	X
Costo	X	X	X	X	X	X
Num. Auto/Num. comp. famiglia (Proxy Reddito)			X		X	
Attenti al Comfort in stazione					X	
Attenti all'estetica					X	
Attenti alla Sicurezza					X	
Costante specifica alternativa (ASC)		X		X		X

	Modello Base MNL_0	Modello BASE MNL_1	Modello BEST MNL_2
Tempo [1/minuti] (Robust T-TEST)	-0.24 (-10.69)	-0.24 (-10.72)	-0.23 (-10.01)
Costo [1/€] (Robust T-TEST)	-1.00 (-2.62)	-1.25 (-3.08)	-1.37 (-3.25)
Proxy Reddito (Robust T-TEST)		+1.54 (+2.99)	+1.65 (+2.99)
Attenti al Comfort in stazione (Robust T-TEST)			+0.41 (+1.24)
Attenti estetica (Robust T-TEST)			+1.06 (+3.96)
Attenti alla Sicurezza (Robust T-TEST)			+1.47 (+2.36)
ASC (Robust T-TEST)	-1.71 (-1.51)	-1.17 (-5.54)	+1.39 (+1.98)
<i>rho- quadro-corretto</i>	+0.29	+0.31	+0.35

Successivamente, al fine di meglio modellare (tramite specifici attributi comportamentali) le attitudini e le percezioni dei viaggiatori che influenzano le scelte di viaggio, è stato implementato un **Modello Ibrido** (paragrafo 0) ovvero composto da una parte di Modello di Scelta Discreta MNL ed una parte di Modello a Variabili Latenti (LVM).

Nel modello LVM gli attributi latenti sono stati stimati attraverso un modello MIMIC (*Multiple Indicator Multiple Cause*; Bollen, 1989) a sua volta composto da due equazioni: una *Structural Equation* e *Mesurament Equation* (parafa 0).

Sono state testate diverse specificazioni, nella migliore (rispetto ai test di validazione) specificazione ottenuta, si è riscontrato che le variabili latenti: **percezione del comfort, percezione dell'arte ed attitudine alla sicurezza**, sono gli attributi che influenzano proporzionalmente l'utilità di scegliere la Linea 1 (più è alto il loro valore maggiore sarà l'utilità di scegliere questa alternativa).

Così come suggerito dall'analisi statistica dei risultati (paragrafo 0) nella parte di *Structural Equation* (che misura la relazione tra le variabili latenti e le variabili direttamente osservabili come ad esempio le caratteristiche socio-economiche di una popolazione e/o le caratteristiche del servizio) risulta che:

- **percezione del comfort:** risultata funzione diretta del reddito dell'individuo e del tempo pedonale di accesso alla stazione (tempo pregresso). Un utente

più ricco ha, mediamente, una maggiore attitudine al comfort. Inoltre, a parità di reddito, un utente che ha impiegato molto tempo (pedonale) per raggiungere la stazione scelta, dalla propria origine avrà una maggiore percezione del comfort in stazione (in altre parole, se ha camminato tanto, non vedrà l'ora di arrivare in stazione e trovare un posto confortevole dove risposarsi aspetta il treno).

- **percezione all'arte:** risulta maggiore per le donne, gli occupati, chi ha un reddito alto e per chi deve compiere un viaggio breve (*travel experience*). Ciò sta a significare che un viaggiatore se donna, occupato e benestante avrà probabilmente avuto maggiori stimoli nella vita (il "*cosa sei*") tali da renderlo più "*sensibile ed attento*" all'arte e all'estetica. Inoltre, a parità di tutto il resto, se uno specifico viaggio risulta lungo e faticoso (es. più modi di trasporto e lunghi tempi a bordo), quello stesso viaggiatore sarà meno sensibile all'estetica perché probabilmente "*distratto e turbato*" dalla fatica del viaggio che lo attende o che ha in parte già compiuto (il "*come stai*").
- **attitudine alla sicurezza:** la sicurezza personale è risultata maggiore per le donne (in genere più attente alla loro incolumità) e per le fasce di età sia più giovani che più anziane. Nello specifico, dall'analisi del campione intervistato è emerso un andamento pseudo-parabolico della sicurezza rispetto all'età. Si sono osservate risposte di maggiore attenzione alla sicurezza per i giovanissimi, seguiti da valori decrescenti al crescere dell'età e sino a un valore minimo (corrispondente a circa 35 anni di età), per poi ricominciare ad aumentare con l'avanzare degli anni. Tale fenomeno è stato modellato introducendo nella parte *Structural* del modello LVM un attributo parabolico dell'età.

In Tabella 18 sono riportati i parametri stimati relativi alla parte *Structrural* del Modello a Variabili Latenti (LVM).

La parte di *Measurement Equation* del modello LVM misura la relazione tra gli indicatori psicometrici e le attitudini/percezioni. Sono state testate diverse specificazioni per individuare quali domande del questionario sottoposto agli utenti potessero meglio individuare le attitudini e le percezioni, in Tabella 19 sono riportati i risultasti relativi alla migliore specificazione.

Per poter stimare la percezione all'arte, sono state utilizzate tre domande indirette (terza parte del questionario paragrafo 0) con una scala da 1 a 4. Le domande indirette risultate più significative per la stima dell'attitudine all'arte sono relative alle azioni ("Le piace guardare opere teatrali, es. balletto, opera

lirica, concerti di musica classica?” per niente, poco, abbastanza molto), alle emozioni (“Le capita di provare forti emozioni mentre ascolta musica?” per niente, raramente, spesso, sempre) alle percezioni (“Prova interesse nell’osservare i dettagli delle opere architettoniche?” per niente, poco, abbastanza molto).

Tabella 17: I risultati delle stime: Specificazione e calibrazione di modelli ibridi

	Parametri	Modello “ibrido”
LOS	Tempo <i>(Robust t-test)</i>	-0.24 <i>(-10.58)</i>
	Costo <i>(Robust t-test)</i>	-1.39 <i>(-3.33)</i>
Perception Comfort	Tempo di egresso pedonale alla stazione <i>(Robust t-test)</i>	+3.72 <i>(+1.33)</i>
	Proxy Reddito <i>(Robust t-test)</i>	+2.09 <i>(+1.08)</i>
Perception Arte	Occupato <i>(Robust t-test)</i>	
	Travel Expereince <i>(Robust t-test)</i>	
Attitudine Sicurezza	Donna <i>(Robust t-test)</i>	
	Fun. Età <i>(Robust t-test)</i>	
	CSA <i>(Robust t-test)</i>	+6.00 <i>(+1.79)</i>
	rho-quadro-corretto	+0.49

Per poter stimare l’attitudine alla sicurezza sono risultate significative due domande indirette inerenti alla percezione di sicurezza con una scala sempre da 1 a 4 (“Le capita di sentirsi a disagio quando si trova in ambienti poco illuminati?” per niente, raramente, spesso, sempre e “Quando cammina le capita di guardarsi intorno?” per niente, raramente, spesso, sempre).

La percezione del comfort è stata misurata attraverso una domanda diretta (seconda parte del questionario paragrafo 0) con una scala da 1 a 4 (“Quanto è importante per lei nella scelta del servizio di trasporto pubblico il comfort degli

ambienti all'interno della stazione, es. panchine, musica, illuminazione?" per niente, poco, abbastanza molto).

Per la stima dei parametri è stato utilizzato un approccio simultaneo (Everitt, 1984; Bollen, 2005; Bolduc et al, 2008; Raveau et al, 2010), ovvero stimando contemporaneamente la parte MNL e quella LVM. I risultati delle stime del modello sono riportati in Tabella 17, Tabella 18 Tabella 19. È importante sottolineare che come suggerito da Nunnally (1978), variabili con valori di t-test pari a 0.7 sono comunque significative. Ben-Akiva et al, (1999) evidenzia la difficoltà d'individuare variabili causali per le variabili latenti, per cui estendono la regione di accettabilità di variabili anche per quelle in cui sono significative al 5%, se l'attributo latente risulta significativo.

Tabella 18: I risultati della parte di Struttura del modello Latent

STRUCTURAL MODEL	
(VARIABLE PERCEZIONE COMFORT)	
β_{MEAN} (<i>intercetta</i>)	+1.09 (+10.79)
Proxy Reddito (0,1)	+0.28 (+2.00)
Tempo_pedonale pregresso (<i>min</i>)	+0.01 (+1.42)
(VARIABLE PERCEZIONE ARTE)	
β_{MEAN1} (<i>intercetta</i>)	+0.96 (+14.11)
Proxy Reddito1 (0,1)	+0.25 (+2.27)
Occupato (0/1)	+0.135 (+3.34)
Femmina (0/1)	+0.11 (+1.89)
Travel Experiences (0/1)	+0.0332 (+0.82)
(VARIABLE ATTITUDINE SICUREZZA)	
β_{MEAN2} (<i>intercetta</i>)	+0.119 (+3.24)
Funz. Età (<i>num</i>)	+0.25 (+18.98)
Femmina1 (0/1)	+0.15 (+5.61)

Tabella 19: I risultati della parte di Measurement del modello Latent

MEASUREMENT MODEL					
<i>Arte</i>					
A1		A2		A3	
α_{11}	10.3 (3.09)	α_{21}	-	α_{31}	5.06 (1.87)
λ_{11}	7.03 (2.57)	λ_{21}	0.356 (3.94)	λ_{31}	3.10 (1.40)
ν_{11}	1.43 (3.71)	ν_{21}	0.79 (3.35)	ν_{31}	1.71 (2.88)
<i>Sicurezza</i>					
S1		S2			
α_{11}	7.31 (8.54)	α_{21}	-		
λ_{11}	5.30 (7.60)	λ_{21}	0.06 (0.68)		
ν_{11}	0.107 (-0.59)	ν_{21}	0.09 (0.48)		
<i>Comfort</i>					
S1					
α_{11}					
λ_{11}	0.22 (2.98)				
ν_{11}	0.40 (2.54)				

Dai risultati delle calibrazioni è stato possibile confrontare il migliore MNL con il Modello Ibrido calibrato (Tabella 20). Dal confronto è emerso che:

- il Modello Ibrido è **migliore** del 42% rispetto al modello MNL_2 nel riprodurre le scelte osservate con riferimento al rho quadro corretto;
- il Modello Ibrido è **migliore** del 46% rispetto al modello MNL_2 nel riprodurre le scelte osservate con riferimento all'MSE;
- il Modello Ibrido è **peggiore** dell'11% rispetto al modello MNL_2 nel riprodurre le scelte osservate con riferimento alla la percentuale di preferenze osservati nel dataset che il modello è in grado di riprodurre restituendo una probabilità di scelta maggiore o uguale a 0.85 (% *clearly right*; Cantarella e de Luca, 2005);

- Il modello ibrido è **migliore** del 37% rispetto al modello MNL_2 rispetto alla probabilità di riprodurre in maniera del tutto sbagliata le scelte osservate nel dataset restituendo una probabilità di scelta maggiore o uguale a 0.85 (*%clearly wrong*, Cantarella e de Luca, 2005)

Benché il modello ibrido risulti migliore su quasi tutti gli indicatori di validazione stimati, il punto su cui appare che questa specificazione modellistica sia più performante, rispetto ad un tradizionale MNL, è nella sua capacità di riprodurre il processo decisionale (ovvero gli attributi che lo influenzano) legato ai comportamenti di viaggio nel trasporto collettivo. Infatti, su questo aspetto, il Modello Ibrido, introducendo variabili latenti su percezioni ed attitudini degli utenti (a loro volta spiegate da attributi trasportistici e socio-economici), risulta uno strumento più “abile” a valutare gli impatti derivanti sia da infrastrutture e/o servizi di trasporto collettivo di “qualità” (es. nuovi terminali di trasporto di particolare pregio estetico ed architettonico), sia da variazioni socio-economiche di un territorio (es. variazioni nella ricchezza, occupazione, età di una popolazione che indirettamente, per quanto stimato, influenzano la “sensibilità” di una popolazione verso servizi di trasporto di qualità elevata).

Inoltre, dall'analisi del peso dei diversi attributi all'interno dell'utilità di scegliere la Linea 1 e la Linea 2 è possibile valutare quanto le singole attitudini e percezioni “pesano” all'interno delle scelte del servizio ferroviario. In Tabella 21 emerge che il 58% dell'utilità di scegliere la Linea 1 è influenzato da variabili LOS, ma ben il 26% dell'utilità della Linea 1 è legato al comfort delle sue stazioni, il 14% alla bellezza, all'arte e alla cura architettonica con la quale sono state realizzate le infrastrutture puntuali e il 2% alla maggior senso di sicurezza che ne consegue. Questa valutazione con i modelli MNL non sono possibili.

Tabella 20: Gli indicatori sintetici per confrontare il miglior Ibrido con il miglior MLN

	%clearly right	%unclear	%clearly wrong	rho-quadro-corretto	MSE
MNL_2	48%	46%	6%	0.346	0.20
Ibrido	43%	54%	4%	0.49	0.29
Δ (Ibrido-MNL)	-11%	8%	-37%	42%	46%

Tabella 21: Il peso degli attributi all'interno dell'utilità di scelta

Parametri	MNL_2		Ibrido	
	L1	L2	L1	L2
Tempo	54%	60%	41%	44%
Costo	23%	28%	17%	20%
Reddito	4%			
Comfort	3%		26%	
Qualità	6%		14%	
Sicurezza	10%		2%	
		12%		36%

5.4. I campi di applicazione del modello proposto: l'esempio della riqualificazione di una stazione ferroviaria

Per meglio comprendere le potenzialità applicative del modello ibrido stimato, nell'ultima parte della ricerca è stata effettuata un'applicazione operativa volta a valutare la convenienza finanziaria (es. business plan aziendale) derivante dalla riqualificazione delle stazioni della Linea 2. Per fare ciò, a partire dai dati ISTAT dell'ultimo decennio, è stato stimato il trend temporale (tendenziiale) delle caratteristiche socio-economiche della popolazione della città metropolitana di Napoli (es. ripartizione per genere, reddito, età, occupazione) che, come detto, influenzano gli attributi latenti di attitudine e percezione stimati (Tabella 22).

A partire da ciò, ipotizzando invariante gli attributi (le variazioni tra i due servizi ferroviari) di livello di servizio (tempi e costi di viaggio), si è applicato il modello stimato anno per anno (per un periodo temporale di analisi di 30 anni). È stato così stimato che la domanda media giornaliera dalla Linea 2 una volta riqualificata aumenterebbe dell'136% (Tabella 23) (più biglietti venduti per l'operatore Trenitalia), a fronte di una diminuzione della domanda su Linea 1 del 47%. Tale risultato da un punto di vista meramente finanziario (competizione tra operatori del TPL) produrrebbe un surplus finanziario (attualizzato) dalla vendita dei biglietti di 53 mln€ che potrebbero essere in parte usati per coprire i costi di riqualificazione lasciando un utile per l'azienda.

Per contro, nell'ottica di un operatore pubblico, una politica di trasporto di riqualificazione della Linea 2 potrebbe essere finalizzata a riequilibrare i flussi di domanda e di fatto aumentare quindi la capacità della rete ferroviaria senza dover

aggiungere nuovi treni all'esercizio. A partire da tali risultati è possibile elaborare un progetto di fattibilità (così come definito dalle linee guida Carteni, Henke, 2016) e quantificare la convenienza e fattibilità economica di tale intervento di riqualificazione.

Tabella 22: La variazione (rispetto all'anno 2015) delle caratteristiche socioeconomiche della popolazione della città metropolitana di Napoli a partire dai dati Istat per il periodo di analisi

Caratteristiche socio economiche	2015	2026	2036	2046
% Donne rispetto al totale popolazione Campania	-	0.5%	1.1%	1.9%
Età media	-	2.9%	5.8%	8.6%
Donne Occupate	-	2.3%	5.9%	9.3%
Uomini Occupati	-	-15.6%	-28.7%	-41.5%

Tabella 23: Applicazione del modello Ibrido: la domanda giornaliera e annua della Linea 2 nel caso di no Revamping e nel caso di Revamping

No Revamping	2015	2026	2036	2046
Probabilità scegliere Linea 2	26.29%	26.11%	25.9%	25.6%
Domanda_giorno	3,213	3,191	3,163	3,133
Domanda_anno	992,862	986,019	977,420	968,075

Revamping	2015	2026	2036	2046
Probabilità scegliere Linea 2	26.29%	60.37%	60.40%	60.41%
Domanda_giorno	3,213	7,378	7,380	7,400
Domanda_anno	992,862	2,279,841	2,279,920	2,280,234

In conclusione il modello Ibrido permette di valutare e quantificare quanto le attitudini e le percezioni degli individui influenzano le scelte di mobilità degli individui. Attraverso i Modelli a Variabili Latenti oltre a riprodurre con maggior precisione quali sono gli attributi che influenzano le scelte osservate degli utenti, è possibile ottenere delle previsioni più affidabili.

Tabella 24: Principali campi di applicazione delle specificazioni modellistiche proposte

Modello	Campo di applicazione			
	Riprodurre le scelte osservate in contesti caratterizzati da servizi di TPL tradizionali	Riprodurre le scelte osservate in contesti caratterizzati da servizi di TPL di qualità vs. tradizionali	Nuovi/riqualificate infrastrutture e/o servizi di trasporto collettivo di "qualità"	Variazioni socio-economiche di un territorio
MNL tradizionale				
MNL "non convenzionale" negli attributi				
Modello ibrido				

Allegato 1: Il questionario d'indagine-autostazioni

Autostazione

ATT: INTERVISTARE SOLO UTENTI CHE STANNO COMPIENDO SPOSTAMENTO EXTRAURBANO

Comune di destinazione/ origine: _____

Quanto tempo ha impiegato per lo spostamento (espresso ore): _____

Prima parte:

Genere: Maschio Femmina

Età:

Professione:

Dirigente/Imprenditore

Artigiano/Operaio Libero professionista Commerciante

Impiegato Non occupato Studente

Altro: _____

Caratteristiche dello spostamento:

1. Ha utilizzato altri mezzi di trasporto? Se sì quali? (anche più di 1)

metropolitana ferrovia

Auto come guidatore/passeggero

nessuno solo questo bus altri bus

2. Che titolo di viaggio sta utilizzando?

Biglietto orario Biglietto giornaliero

Corsa singola Abbonamento mensile

Abbonamento annuale

3. Quanto hai pagato per il biglietto: _____

4. Motivo dello spostamento:

Studio Lavoro Svago Shopping

Servizi personali (avvocato, commercialista, poste ecc.)

Altro

3. Con che frequenza effettua questo spostamento?

Tutti i giorni 2-3 volte a settimana

1 volta a settimana Occasionale

4. Viaggia (oggi):

- da solo con 1 o più maggiorenni
 con 1 o più minorenni con maggiorenni e minorenni
-

Seconda parte:

1. **Come giudica la qualità le caratteristiche del servizio di bus** che sta utilizzando in termini di attesa, numero ed orario degli autobus, comfort a bordo
 Molto Scarso Scarso Medio Buono
 Molto Buono
2. **Come giudica la qualità di questo terminal bus** in termini di possibilità di attendere seduti (es. panchine) ed al chiuso riparati, disponibilità di punto ristoro, presenza di informazioni ai passeggeri
 Molto Scarso Scarso Medio Buono
 Molto Buono
3. **Come giudica la qualità estetica ed architettonica di questo terminal BUS** in termini di bellezza architettonica, illuminazione, decoro e pulizia dei locali
 Molto Scarso Scarso Medio Buono
 Molto Buono
-

Terza parte:

Attività e servizi dell'autostazione

1. Quali dei seguenti servizi disponibili dell'autostazione usufruisce?
 Bar Ristorante Edicola Negozio (shopping) Nessuna attività
2. Quanto spendi in media in un giorno per queste attività?
 da 0 a 3 euro da 3 a 6 euro da 6 a 10 euro > 10 euro
-

Quarta parte:

Se questa autostazione fosse riqualificata architettonicamente come in foto e fossero previsti più servizi per i viaggiatori

-servizi wifi gratuito -attesa del bus in luoghi chiusi e confortevoli -info point e acquisto biglietti -pannelli informativi con tempo attesa, ritardo ecc.-punti ristoro (bar e ristoranti) -edicola

• **Saresti disposto a pagare il prezzo del bus :**

1. 10% in più ed usufruire di questi nuovi servizi? Si No
2. 30% in più ed usufruire di questi nuovi servizi? Si No
3. 50% in più ed usufruire di questi nuovi servizi? Si No
4. 100% in più ed usufruire di questi nuovi servizi? Si No

• **Saresti disposto ad aspettare (BUS fa ritardo) :**

Metodi e modelli per l'analisi e la stima della qualità nel trasporto collettivo: gli effetti dell'estetica e delle esperienze di viaggio nelle scelte degli spostamenti.

1. 5 minuti in più ma usufruire di questi nuovi servizi? Sì No
2. 10 minuti in più ma usufruire di questi nuovi servizi? Sì No
3. 20 minuti in più ma usufruire di questi nuovi servizi? Sì No
4. 30 minuti in più ma usufruire di questi nuovi servizi? Sì No



Metodi e modelli per l'analisi e la stima della qualità nel trasporto collettivo: gli effetti dell'estetica e delle esperienze di viaggio nelle scelte degli spostamenti.



Allegato 2: Il questionari d'indagine-servizio ferroviario

Data: _____ Luogo: Dante (per esempio) Ora _____

Id intervista _____

È diretto a p.zza Garibaldi? SI NO

Se **NO** allora **Fine**. Altrimenti:

è arrivata a piedi alla Stazione Dante? SI NO

Se **NO** allora **Fine**. Altrimenti:

Per arrivare a Garibaldi perché non ha usato il servizio metropolitano della Linea 2 (quella vecchia)?

NON CONOSCO stazione lontana dalla mia origine dello spostamento

Pulizia Comfort

Bellezza Sicurezza

Altro:.....

Se NON CONOSCO oppure stazione lontana da origine allora **Fine**.

Altrimenti:

Arrivato a Garibaldi che mezzo di trasporto utilizzerà?: Piedi Bus urbano Bus extraurbano

Treno FS Circumvesuviana Alta velocità Aereo

Se AV o Aereo allora **Fine**. Altrimenti:

Sezione 1

Genere: Maschio Femmina **Età:**

Professione:

Dirigente/Imprenditore

Artigiano/Operaio Libero professionista Commerciante

Impiegato Non occupato Studente

Altro: _____

Composizione del nucleo familiare:

Numero componenti:.... Autoveicoli presenti in famiglia:

Caratteristiche dello spostamento:

1. Da Dove sta arrivando (indirizzo dell'origine iniziale) : _____
 2. Che titolo di viaggio sta utilizzando? Biglietto orario Biglietto giornaliero
 Corsa singola Abbonamento mensile
 Abbonamento annuale
 3. Motivo dello spostamento : Studio Lavoro Svago Shopping
 Servizi personali (avvocato, commercialista..)
 Altro
 4. Con che frequenza effettua questo spostamento?
 Tutti i giorni 2-3 volte a settimana
 1 volta a settimana Occasionale
 5. Viaggia (oggi):
 da solo con adulto e/o minore di età >12 anni
 con minore di età <12 anni
-

Sezione 2

Quanto sono importanti per lei nella scelta del servizio di trasporto pubblico le seguenti caratteristiche:

1. La sicurezza dell'ambiente esterno alla stazione (es. strada da percorrere per accedere alla stazione) :
 per niente poco (indifferente) abbastanza molto
 2. La pulizia degli ambienti all'interno della stazione
 per niente poco abbastanza molto
 3. Il comfort degli ambienti all'interno della stazione (es. panchine, musica, illuminazione)
 per niente poco abbastanza molto
 4. La qualità estetica degli ambienti all'interno della stazione (es. luci, colori delle pareti, opere d'arte, architettura/design della stazione) :
 5. per niente poco abbastanza molto
-

Sezione 3

1. **Nella vita di tutti i giorni quanto sono importanti per lei gli interessi culturali (es. musei, scavi archeologici) ?**

per niente(indifferente) poco abbastanza molto

2. Le capita di provare emozioni nel vedere delle opere d'arte?

per niente raramente spesso sempre

3. **Le piace guardare opere teatrali (es. balletto, opera lirica, concerti di musica classica)?**

per niente(indifferente) poco abbastanza molto

4. Prova interesse nell'osservare i dettagli delle opere architettoniche?

per niente(indifferente) poco abbastanza molto

5. Nella vita di tutti i giorni le capita di essere affascinato dagli scenari naturalistici (es. laghi, tramonti, paesaggi)?

per niente (indifferente) raramente spesso sempre

6. Le capita di sentirsi a disagio quando si trova in ambienti poco illuminati?

per niente(indifferente) raramente spesso sempre

7. **Le capita di provare forti emozioni mentre ascolta musica?**

per niente (indifferente) raramente spesso sempre

8. **Legge riviste di architettura e/o design?**

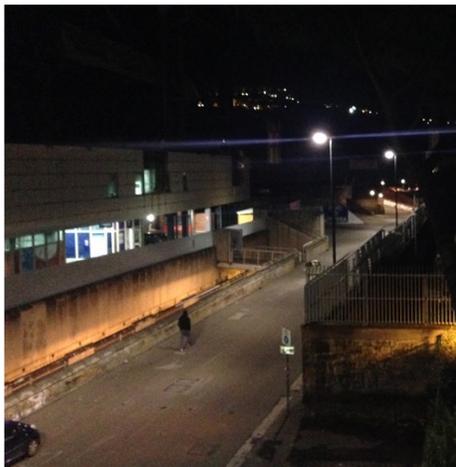
per niente raramente spesso sempre

9. Quanto si sente a disagio nell'aspettare un amico in questa strada?



molto poco poco per nulla abbastanza molto

10. Quanto si sente a disagio nell'aspettare un amico in questa strada?



molto poco poco per nulla abbastanza molto

11. Quando cammina le capita di guardarsi intorno?

per niente raramente
 spesso sempre

Sezione 4:

Come giudica la qualità del viaggio con questa metropolitana in termini di

1. comfort (panchine, illuminazione ecc)

Molto Bassa Bassa Media Alta Molto Alta

2. sicurezza all'interno della stazione

Molto Bassa Bassa Media Alta Molto Alta

3. sicurezza all'esterno della stazione

Molto Bassa Bassa Media Alta Molto Alta

4. qualità estetica della stazione *es. luci, colori delle pareti, opere d'arte, architettura/design della stazione)*

Molto Bassa Bassa Media Alta Molto Alta

5. Come giudica il funzionamento del servizio di trasporto (es. tempo di attesa, frequenza del servizio)

Molto Scarso Scarso Medio Buono Molto Buono

Dia un punteggio da 0 a 4 alla bellezza di ciascuna delle seguenti stazioni:

Stazione Toledo :

Stazione Montesanto

BIBLIOGRAFIA

Aarts, H., Verplanken B., vanKnippenberg A., (1997); Habit and information use in travel mode choices; *Acta Psychologica* 96(1-2) pp.1-14.

Abreu e Silva, J., Bazrafshan, H., (2013); User satisfaction of intermodal transfer facilities in Lisbon, Portugal: analysis with structural equations modeling. *Transp. Res. Rec. J. Transp. Res. Board* 2350, pp.102–110.

Ajzen, I., (1985); From intentions to actions: A theory of planned behaviour. In J. KUHL and J. Beckmann (eds.) *Action-control: From cognition to behaviour*. Heidelberg: Springer, pp.11-39.

Ajzen, I., (1991); The theory of planned behavior. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 50(2), pp.179-211.

Arruda, J. E., Weiler, M. D., Valentino, D., Willis, W. G., Rossi, J. S., Stern, R. A., Costa, L., (1996); A guide for applying principal-components analysis and confirmatory factor analysis to quantitative electroencephalogram data; *International Journal of Psychophysiology*, 23(1), pp.63-81.

Ashok, K., Dillon, W. R., Yuan, S., (2002); Extending discrete choice models to incorporate attitudinal and other latent variables; *Journal of Marketing Research*, 39(1), pp.31-46.

Assante, F., de Luca, M., Muto, G., de Majo, S., Parisi, R., (2006); *Ferrovie e tranvie in Campania dalla Napoli-Portici alla metropolitana regionale*; Giannini editore.

Atkins, S.T., (1990); Personal security as a transport issue: a state-of-the-art review; *Transp. Rev.* 10, pp.111–125.

Bahamonde-Birke, F.J., Ortúzar, J.D., (2014); On the variability of hybrid discrete choice models; *Transportmetrica A: Transport Science*, 10 (1), pp.74-88.

Bahamonde-Birke, F. J., Kunert, U., Link, H., de Dios Ortúzar, J., (2015); About attitudes and perceptions: finding the proper way to consider latent variables in discrete choice models; *Transportation*, pp.1-19.

Bamberg, S., Schmidt, P., (2003); Incentives, morality or habit? Predicting students car use for university routes with the models of Ajzen, Schwartz and Triandis; *Environment and Behavior*, 35, pp. 264–285.

Bamberg, S., Ajzen, I., Schmidt, P., (2003); Choice of travel mode in the theory of planned behavior: The roles of past behavior, habit, and reasoned action. *Basic and applied social psychology*, 25(3), pp.175-187.

Bamossy, G., Scammon, D. L., Johnston, M., (1983); A Preliminary Investigation of the Reliability and Validity of an Aesthetic Judgment Test; *Advances in Consumer Research*, 10, pp.685-690.

Beirao, G., Sarsfield-Cabral, J.A., (2007); Understanding attitudes towards public transport and private car: A qualitative study; *Transport Policy* 14(6): pp.478–489.

Ben-Akiva, M., Boccara, B., (1987); Integrated Framework for Travel Behavior Analysis; presented at the International Association of Travel Behavior Research (IATBR) Conference, Aix-en-Provence, France.

Ben-Akiva, M., Lerman, E., (1985); Discrete choice analysis: Theory and application to travel demand; Cambridge, Mass.: MIT Press.

Ben-Akiva, M., McFadden, D., Gärling, T., Gopinath, D., Walker, J., Bolduc, D., Börsch-Supan, A., Delquié, P., Larichev, O., Morikawa, T., Polydoropoulou, A., Rao, V., (1999); Extended Framework for Modeling Choice Behavior. *Marketing Letters*, 10 (3), pp.187-203.

Ben-Akiva, M., Morikawa, T., (1990); Estimation of Travel Demand Models from Multiple Data Sources; *Transportation and Traffic Theory*, pp.461-476.

Ben-Akiva, M., Walker, J.L., Bernardino, A., Gopinath, D., Morikawa, T., Polydoropoulou, T., (2002); Integration of Choice and Latent Variable Models. In: H. Mahmassani, ed. *In Perpetual Motion; Travel Behaviour Research Opportunities and Application Challenges*. Amsterdam: Elsevier.

Ben Akiva, M., McFadden, D., Train, K., Walker, J.L., Bhat, C.R., Bierlaire, M., Bolduc, D., BoerschSupan, A., Brownstone, D., Bunch, D., Daly, A., de Palma, A., Gopinath, D., Karlstrom, A. and Munizaga, M., (2002); Hybrid choice models: progress and challenges; *Marketing Letters*, 13(3), pp.163-175.

Berry, L.L., Zeithaml, V.A., Parasuraman A., (1990); Five Imperatives for Improving Service Quality; *Sloan Management Review Summer*; pp.9-38.

Bierlaire, M., (2003); BIOGEME: a free package for the estimation of discrete choice models; *Proceedings of the 3rd Swiss Transportation Research Conference*, Ascona, Switzerland.

Bolduc, D., Boucher, N., Alvarez-Daziano, R., (2008); Hybrid choice modeling of new technologies for car choice in Canada; *Transportation Research Record*, (2082), pp.63-71.

Bolduc, D., Alvarez-Daziano, R., (2008); On the estimation of hybrid choice models; Paper presented at the international choice modelling conference, Harrogate.

Bolduc, D., Alvarez-Daziano, R., (2009); On estimation of hybrid choice models; International Choice Modelling Conference, Harrogate, March 2009, England.

Bolduc, D., Alvarez-Daziano, R., (2010); On estimation of hybrid choice models. In *Choice Modelling: The State-of-the-Art and the State-of-Practice: Proceedings from the Inaugural International Choice Modelling Conference*, Emerald Group Publishing.

Bolduc, D., Giroux, A., (2005); The integrated choice and latent variable (ICLV) model: handout to accompany the estimation software; D'epartement d'economique, Universit'e Laval.

Bloch, P. H., Brunel, F. F., Arnold, T. J., (2003); Individual Differences in the Centrality of Visual Product Aesthetics: Concept and Measurement; *Journal of Consumer Research*, 29, pp.551-565.

Bollen, K.A., (1989); *Structural Equations with Latent Variables*; New York: John Wiley & Sons Inc.

Bordagaray, M., dell'Olio, L., Ibeas, A., Cecin, P., (2014); Modelling user perception of bus transit quality considering user and service heterogeneity; *Transportmetrica A: Transport Science*, 10(8), pp.705-721.

Bradley, M., Daly A., (1991); Estimation of logit choice models using mixed stated preference and revealed preference information; *Proceeding of the 6th International Conference on Travel Behaviour*; Quebec.

Bryant, F. B., Yarnold, P. R., (1995); *Principal-components analysis and exploratory and confirmatory factor analysis*.

Calthorpe, P., (1993); *The Next American metropolis: Ecology, community, and the American Dream*; Princeton Architectural Press.

Cambridge Systematics, Inc., (1986); Customer Preference and Behavior Project Report, prepared for the Electric Power Research Institute.

Cantillo, V., Ortúzar, J.D., Williams, H.C.W., (2007); Modeling discrete choices in the presence of inertia and serial correlation; *Transp. Sci.* 41 (2), pp.195-205.

Carteni, A., Galante, G., Henke, I., (2014a); The catchment area of high architectural railways stations: an application of the Graham scan algorithm; *WIT Transactions on the Built Environment*.

Carteni, A., Cascetta, E., Henke, I., (2014b); Il valore della bellezza di una stazione ferroviaria con elevati standard artistici architettonici; *Inu Edizioni*.

Carteni, A., Galante, G., Henke, I., (2014c); An Assessment Of The Accuracy Of Models In Predicting Railway Traffic Flows: A Before And After Study In Naples; *WIT Transactions on Ecology and the Environment*, 191, pp.783-794.

Carteni, A., Henke I., (2016); Consenso pubblico ed analisi economico-finanziaria nel "progetto di fattibilità": Linee guida ed applicazione al progetto di riqualificazione della linea ferroviaria Formia-Gaeta, in *Lulu edition*.

Carteni, A., Pariota, L., Henke, I., (2017); Hedonic value of High-Speed Rail services: quantitative analysis of the students' domestic tourist attractiveness of the main Italian cities, *Transportation Research Part A: Policy and Practice* (in fase di revisione).

Cascetta, E., (2009); *Transportation System Modeling: Theory and Applications*; New York: Springer.

Cascetta, E., Carteni, A., (2014a); A quality-based approach to public transportation planning: theory and a case study; *International Journal of Sustainable Transportation*, 8(1), pp.84-106.

Cascetta, E., Carteni, A., (2014b); The hedonic value of railways terminals. A quantitative analysis of the impact of stations quality on travellers behaviour; *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 61, pp.41-52.

Cascetta E., Carteni, A., Carbone A., (2013); The quality in public transportation. The campania regional metro system [La progettazione quality-based nel trasporto pubblico locale. Il sistema di metropolitana regionale della Campania]; *Ingegneria Ferroviaria*, 68 (3), pp.241-26.

Cascetta E., Carteni, A., Henke I., (2014); Stations quality, aesthetics and attractiveness of rail transport: empirical evidence and mathematical models [Qualità delle stazioni, estetica e attrattività del trasporto ferroviario: evidenze empiriche e modelli matematici]; *Ingegneria Ferroviaria*, pp. 307-32.

Cascetta, E., Papola, A. (2003); A joint mode-transit service choice model incorporating the effect of regional transport service timetable; *Transportation Research B* 37(7), pp. 595-614.

Cattell R.B., (1965); *The Scientific Analysis of Personality*. Baltimore, MD: Penguin.

Cattell R.B., (1985); *Human Motivation and the Dynamic Calculus*; New York: Prager.

Cervero, R., (2004); *Transit-oriented Development in the United States: Experiences, Challenges, and Prospects*; Transportation Research Board, TCRP, Report 102, Washington, DC.

Changa, Y. H., Chen, F. Y., (2007); Relational benefits, switching barriers and loyalty: A study of airline customers in Taiwan; *Journal of Air Transport Management*, 13, pp.104-109.

Chen, F.-Y., Chang, Y.-H., (2005); Examining airline service quality from a process perspective; *J. Air Transp. Manage.* 11, pp.79-87.

Cherry, T., Townsend, C., (2012); Assessment of potential improvements to metro-bus transfers in Bangkok, Thailand; *Transp. Res. Rec. J. Transp. Res. Board* 2276, pp.116–122.

Chou, J.-S., Kim, C., Kuo, Y.-C., Ou, N.-C., (2011); Deploying effective service strategy in the operations stage of high-speed rail; *Transportation Research Part E Logistic Transport. Rev.* 47, pp.507-519.

Cirillo, C., Eboli, L., Mazzulla, G., (2011); On the Asymmetric User Perception of Transit Service Quality; *International Journal of Sustainable Transportation* 5 (4): pp.216-232.

Conte, P., Fimiani, F., Weemans, M., (2016); Je est un autre. Mimicries in nature, art and society; *Aisthesis: pratiche, linguaggi e saperi dell'estetico* 9(2).

Correia, G., Abreu Silva, J., Viegas, J., (2010); Using latent attitudinal variables for measuring carpooling propensity; Proceeding of 12th World Conference on Transport Research. Lisbon.

Koppelman, F.S., Hauser, J.R., (1978); Destination choice behaviour for non-grocery-shopping trips. *Transp. Res. Rec.* 673, pp.157–165.

Costa, P.T., Mc Crae, (1992); Normal Personality Assessment in Clinical Practice: The NEO Personality Inventory; *Psychological Assessment*, Vol. 4, No 1, pp.5-13.

Cronin, J.J., Taylor, S.A., (1992); Measuring service quality: a reexamination and extension; *Journal of Marketing* 56(3), pp.55-68.

Daly, A., Hess, S., Patrui, B., Potoglou, D., Rohr, C., (2012); Using ordered attitudinal indicators in a latent variable choice model: A study of the impact of security on rail travel behaviour. *Transportation*, 39 (2), pp.267-297.

Deb, K., Chakroborty, P., (1998); Time scheduling of transit systems with transfer considerations using genetic algorithms. *Evol. Comput.* 6, pp.1-24.

de Luca, S., di Pace, R., Marano, V., (2015); Modelling the adoption intention and installation choice of an automotive after-market mild-solar-hybridization kit; *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 56, pp.426-445.

De Maio, M.L., Vitetta, A., Watling, D., (2013); Influence of Experience on Users' Behaviour: A Day-to-Day Model for Route Choice Updating; *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, Volume 87, pp.60-74.

De Vos, J., Mokhtarian, P. L., Schwanen, T., Van Acker, V., Witlox, F., (2015); Travel mode choice and travel satisfaction: bridging the gap between decision utility and experienced utility; *Transportation*, pp.1-26.

de Oña, J., de Oña, R., Calvo., F. J., (2012); A Classification Tree Approach to Identify Key Factors of Transit Service Quality; *Expert Systems with Applications* 39 (12): pp.11164–11171.

de Oña, R., (2013). *Analysis of Service Quality in Public Transportation Using Decision Trees* (Ph.D. Thesis). Universidad Politecnica de Granada, Spain.

Durmisevic, S., Sariyildiz, S., 2001. A systematic quality assessment of underground spaces – public transport stations. *Cities* 18, 13–23

dell'Olio, L., Ibeas, A., Cecín, P., (2010); Modelling User Perception of Bus Transit Quality; *Transport Policy* 17 (6): pp.388-397.

dell'Olio, L., Ibeas, A., Cecín, P., (2011a); The Quality of Service Desired by Public Transport Users; *Transport Policy* 18 (1): pp. 217-227.

dell'Olio, L., Ibeas, A., Cecín, P., dell'Olio, F., (2011b); Willingness to pay for improving service quality in a multimodal area; *Transp. Res. Part C Emerg. Technol.* 19, pp.1060–1070.

Di Ciommo, F., Monzón, A., Fernandez-Heredia, A., (2013); Improving the analysis of road pricing acceptability surveys by using hybrid models; *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 49, pp.302-316.

Dill, J., (2008); Transit use at transit oriented developments in Portland, Oregon area; *Transportation Research Record* 2063, pp.159-167.

Eboli, L., Mazzulla, G., (2008); An SP Experiment for Measuring Service Quality in Public Transport; *Transportation Planning and Technology* 31(5), pp.509-523.

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; *Transport Policy* 18, pp.172-181.

Eboli, L., Mazzulla, G., (2012a); Performance Indicators for an Objective Measure of Public Transport Service Quality; *European Transport – Trasporti Europei* 51 (XVII).

Eboli, L., Mazzulla, G., (2012b); Structural Equation Modelling for Analysing Passengers' Perceptions About Railway Services; *Procedia: Social & Behavioral Sciences* 54: pp.96-106.

Eboli, L., Fu, Y., Mazzulla, G., (2016); Multilevel Comprehensive Evaluation of the Railway Service Quality; *Procedia Engineering*, Volume 137, pp.21-30.

Edwards, B. (1997); *The Modern Station*; London: E & FN Spon.

EN 13816. (2002); *Transport – Logistics and services – Public passenger transport – Service quality definition target and measurement*; European Committee for Standardization (CEN).

Espino, R., Martí'n, J.C., Roma`n, C., (2008); Analyzing the effect of preference heterogeneity on willingness to pay for improving service quality in an airline choice context; *Transportation Research Part E* 44: pp.593-606.

Fan, Y., Guthrie, A., Levinson, D., (2016); Waiting time perceptions at transit stops and stations: Effects of basic amenities, gender, and security; *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 88, pp.251-264.

Fellesson, M., Friman, M., (2008); Perceived Satisfaction with PublicTransport Services in Nine European Cities; *The Journal of Transportation Research Forum* 47 (3): pp.93–103; Transit Issue Special.

Freitas, A.L.P., (2013); Assessing the quality of intercity road transportation of passengers: an exploratory study in Brazil; *Transportation Research Part Policy Pract.* 49, pp.379-392.

Gärling, T. and Friman, M., (1998); Psychological Principles of Residential Choice. Draft chapter prepared for Residential Environments: Choice, Satisfaction and Behavior, J. Aragonés, G. Francescato and T. Gärling, Eds.

Gatta, V., Marcucci, E., (2007); Quality and public transport service contracts; *European Transport* 36, pp.92-106.

Götz, K. O., Borisy, A. R., Lynn, R., Eysenck, H. J., (1979); A new Visual Aesthetic Sensitivity Test: Perceptual; Motor Skills, 49, i Construction and Psychometric Properties pp.795-802.

Green, P., (1984); Hybrid models for conjoint analysis: an expository review. *J.*, 21, pp.155-169.

Grønholdt, L., Martensen, A., (2005); Analysing customer satisfaction data: A comparison of regression and artificial neural networks; *International Journal of Market Research* 47(2), pp.121-130.

Guihaire, V., Hao, J.-K., (2008); Transit network design and scheduling: a global review; *Transp. Res. Part Policy Pract.* 42, pp.1251-1273.

Guo, Z., Wilson, N., (2007); Modeling the effects of transit system transfers on travel behavior: case of commuter rail and subway in downtown Boston, Massachusetts; *Transp. Res. Rec. J. Transp. Res. Board* 2006, pp.11-20.

Guo, Z., Wilson, N.H.M., (2011); Assessing the cost of transfer inconvenience in public transport systems: a case study of the London Underground; *Transp. Res. Part Policy Pract.* 45, pp.91-104.

Hammit, J.K., Graham, J.D., (1999); Willingness to pay for health protection: inadequate sensitivity to probability; *Journal of Risk and Uncertainty* 18, pp.33-62.

Harris, K.M., Keane, M.P., (1998); A model of health plan choice: inferring preferences and perceptions from a combination of revealed preference and attitudinal data; *J. Econom.* 89(1), pp.131-157.

He, L., Chen, W., Conzelmann, G., (2012); Impact of vehicle usage on consumer choice of hybrid electric vehicles; *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 17 (3), pp.208-214.

Henke, I., (2015); La variazione di accessibilità a seguito della realizzazione di una linea metropolitana ad elevati standard architettonici; Inu Edizioni.

Hensher, D.A., (2001); Service quality as a package: What does it mean to heterogeneous consumers; *Proceedings of the 9th World Conference on Transport Research*. Seoul, Korea.

Hensher, D. A., Mulley, C., Yahya ,N., (2010); Passenger Experience with Quality-Enhanced Bus Service: The Tyne and Wear 'Superoute' Services; *Transportation* 37 (2): pp.239-256.

Hensher, D.A., Prioni, P., (2002); A service quality index for area-wide contract performance assessment regime; *Journal of Transport Economics and Policy*" 36(1), pp.93-113.

Hernandez, S., Monzon, A., de Oña, R. (2016); Urban transport interchanges: A methodology for evaluating perceived quality; *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 84, pp.31-43.

Hill, N. (2000); *Handbook of Customer Satisfaction and Loyalty Measurement*; UK: Gower Publishing Ltd.

Hill, N., Brierley, G., MacDougall, R. (2003); *How to Measure Customer Satisfaction*; UK: Gower Publishing Hampshire.

Holgate, A. (1992); *Aesthetics of Built Form*; Oxford University Press, New York.

Hurka, S.J., (2012); Business Administration Students in Five Canadian Universities: A study of Values; *The Canadian Journal of Higher Education* Vol. X-1.

Ieda, H., Kanayama, Y., Ota, M., Yamazaki, T., Okamura, T., (2001); How Can the Quality of Rail Services in Tokyo Be Further Improved; *Transport Policy*, 8, pp.97-106.

Iseki, H., Taylor, B.D., (2009); Not all transfers are created equal: towards a framework relating transfer connectivity to travel behaviour; *Transp. Rev.* 29, pp.777-800.

Iseki, H., Taylor, B.D., (2010); Style versus service? An analysis of user perceptions of transit stops and stations; *J. Public Transp.* 13, pp.23-48.

Jing, P., Juan, Z.-C., Zha, Q.-F., (2014); Incorporating psychological latent variables into travel mode choice model; *Zhongguo Gonglu Xuebao/China Journal of Highway and Transport*, 27 (11), pp.84-92.

Joewono, T. B., Kubota, H., (2008); Paratransit Service in Indonesia: User Satisfaction and Future Choice; *Transportation Planning and Technology* 31 (3): pp.325-345.

Johansson, M.V., Heldt, T., (2006); The effects of attitudes and personality traits on mode choice; *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 40 (6), pp.507-525.

Jones-Lee, M.W., Hammerton, M., Philips, P.R., (1985); The value of safety: results from a national sample survey; *Economic Journal* 95, pp.49-72.

Jöreskog, K. G., (1970); Estimation and testing of simplex models; *British Journal of Mathematical and Statistical Psychology*, 23; pp.121-145.

Jung S.-Y., Yoo, K.-E., (2016); A study on passengers' airport choice behavior using hybrid choice model: A case study of Seoul metropolitan area, South Korea; *Journal of Air Transport Management*, 57, pp.70-79.

Kahneman, D., Tversky, A., (1979); Prospect Theory: An Analysis of Decision under Risk; *Econometrica*, 47(2), pp.263-291.

Kamakura, W.A., Russell, G.J., (1989); A Probabilistic Choice Model for Market Segmentation and Elasticity Structure; *Journal of Marketing Research* 25, pp.379-390.

Kido, E.M., (2005); Aesthetic aspects of railway stations in Japan and Europe, as a part of context sensitive design for railways; Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies, Vol. 6, pp.4381-4396.

Kim, Y.K., Lee, H.R., (2011); Customer satisfaction using low cost carriers. Tour. Manage. 32, pp.235-243.

Kitrinou, E., Polydoropoulou, A., Bolduc, D., (2010); Development of integrated choice and latent variable (ICLV) models for residential relocation decision in island areas. Discrete choice modelling: State of the art, state of the practice, pp.593-617.

Klößner, C. A., Friedrichsmeier, T., (2011); A multi-level approach to travel mode choice - How person characteristics and situation specific aspects determine car use in a student sample; Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour 14(4) pp.261-277.

Klockner, C. A., Matthies E., (2004); How habits interfere with norm-directed behaviour: A normative decision-making model for travel mode choice; Journal of Environmental Psychology 24(3) pp.319-327.

Koppelman, F.S., Hauser, J.R., (1978); Destination choice behaviour for non-grocery-shopping trips; Transp. Res. Rec. 673, pp.157-165.

Kumar, P., Kulkarni, S.Y., Parida, M., (2011); Security perceptions of Delhi commuters at Metro-bus interchange in multi modal perspective; J. Transp. Secur. 4, pp.295-307.

Lai, W. T., Chen, C. F., (2010); Behavioural intentions of public transit passengers -The roles of service quality, perceived value, satisfaction and involvement; Transport Policy, 18, pp.318-325.

Lund, H., (2006); Reasons for living in a transit-oriented development, and associated transit use; Journal of the American Planning Association 72 (3), pp.357-366.

Lindsay, P.H., Norman, D.A., (1972); Human Information Processing: An Introduction to Psychology; Academic Press, New York.

Lopez-Lambas, M.E., Monzon, A., (2010); Private funding and management for public interchanges in Madrid; Res. Transp. Econ. 29, pp.323-328.

Manski, C. F., (1977); The structure of random utility models; Theory and Decisions, 8(3), pp.229-254.

Martilla, J.A., James, J.C., (1977); Importance-performance analysis. J. Mark. 14, pp.77-79.

McFadden, D., (1986); The Choice Theory Approach to Marketing Research, Marketing Science 5(4), pp.275-297.

McFadden, D. (2001); Economic choices; American Economic Review, pp.351-378.

Meeks, C.L.V. (1995); The Railroad Station: an Architectural History; Dover Publications, New York.

Migone, P., (2009); Un panorama sui principali modelli dimensionali della personalità; Il Ruolo Terapeutico 11 pp.43-59.

Morikawa, T., (1994); Correcting state dependence and serial correlation in the RP/SP combined estimation method; Transportation 21, pp.153-165.

Murphy, K. M., Topel, R. H., (1985); Estimation and inference in two step econometric models; Journal of Business and Economic Statistics, 3, pp.370-379.

Nathanail, E., (2008); Measuring the quality of service for passengers on the hellenic railways; Transportation Research Part A 42, pp.48-66.

Naturvardsverket, (2003); Va"rdering av tid, olyckor och miljo" vid va"ginvesteringar. Kartla"ggning och modellbeskrivning; Rapport 5270 (in Swedish).

Nerhagen, L., (2003); Travel mode choice: effects of previous experience on choice behaviour and valuation; Tourism Economics, 9(1), pp.5-30.

Nkurunziza, A., Zuidgeest M., Brussel, M., VandenBosch, F., (2012); Spatial Variation of Transit Service Quality Preferences in Dar-es-salaam; Journal of Transport Geography 24: pp.12-21.

Nunnally, J.C., (1978); Psychometric Theory; second ed. McGraw-Hill, New York.

Oña, J. D., Eboli, L., Mazzulla, G., (2014); Key Factors Affecting Rail Service Quality in the Northern Italy; A Decision Tree Approach; Transport, 29, pp.75-83.

Oña, J. D., Eboli, L., Mazzulla, G., (2015). Heterogeneity in Perceptions of Service Quality among Groups of Railway Passengers; *International Journal of Sustainable Transportation*, 9, pp.612-626.

Ortuzar, J.D., Willumsen, L., (1994); *Modelling Transport*; John Wiley & Sons, Ltd.

Otto, S. (2000); Environmentally sensitive design of transportation facilities; *Journal of Transportation Engineering* 126(5), pp.363-366.

Pantouvakis, A., (2010); The relative importance of service features in explaining customer satisfaction-A comparison of measurement models; *Managing Service Quality*, 20(4), pp.366-387.

Papa, E., (2008); Transit Oriented Development: una soluzione per il governo delle aree di stazione; *TeMA, Journal of Land Use, Mobility and Environment*, vol.1, pp.15-21.

Paquette, J., Bellavance, F., Cordeau, J.-F., Laporte., G., (2012); Measuring Quality of Service in Dial-a-ride Operations: The Case of a Canadian City; *Transportation* 39 (3), pp.539-564.

Pearmain, D., Swanson, J., Bradley, M., Kroes, E. (1991); *Stated Preference Techniques: A Guide to Practice* (2nd edn); Rotterdam Netherlands: Steer Davies Gleave and Hague Consulting Group.

Pickens, J., (2005); *Organizational Behavior in Health Care*. Jones and Bartlett Publishers, Sudbury.

Prashker, J.N. (1979); Scaling perceptions of reliability of urban travel modes using indscal and factor analysis methods; *Transp. Res. Part A* 13, pp.203-212.

Rahaman, R. K., Rahaman, Md. A., (2009); Service quality attributes affecting the satisfaction of passengers of a selective route in southwestern Bangladesh; *Theoretical and Empirical Researches in Urban Management*, 3(12), pp.115-125.

Raveau, S., Alvarez-Daziano, R., Yáñez, M. F., Bolduc, D., Ortúzar, J. de D. (2010); Sequential and simultaneous estimation of hybrid discrete choice models: some new findings. Presented at 89th Annual Meeting of the Transportation Research Board. Washington, USA.

Redman, L., Friman, M., Gärling, T., Hartig, T., (2013); Quality attributes of public transport that attract car users: a research review; *Transport Policy* 25, pp.119-127.

Richards, L. G., Jacobson, I. D., (1977); Ride quality assessment III: Questionnaire results of a second flight programme.; *Ergonomics*, pp.499-519

Rickenbacher, U., Freyenmuth, K., (2008); Lantal promises pneumatic comfort for airline passengers; *Advances in Textiles Technology*, pp.6-7.

Rojo, M., Gonzalo-Orden, H., Dell'Olio, L., Ibeas., A., (2011); Modelling Gender Perception of Quality in Interurban Bus Services; *Proceedings of the Institution of Civil Engineers: Transport* 164 (1): pp.43-53.

Rojo, M., Gonzalo-Orden, H., dell'Olio, L., Ibeas., Á., (2012); Relationship Between Service Quality and Demand for Inter-Urban Buses; *Transportation Research Part A: Policy and Practice* 46 (10): pp.1716-1729.

Rossi, P.H., Wright, J.D., Anderson, A.B., (1983); *Handbook of Survey Research*, first ed. Academic Press.

Sezhian, M. V., Muralidharan, C., Nambirajan, T., Deshmukh, S. G., (2011); Ranking of a public sector passenger bus transport company using principal component analysis: a case study.

Schmitt, L., Currie, G., Delbosc, A., (2013); Exploring unfamiliar public transport travel using a journey planner web survey; In *Proc., Australasian Transport Research Forum*.

Simon, H.A. (1955); A Behavioral Model of Rational Choice; *The Quarterly Journal of Economics* Vol. 69, No. 1, pp.99-118.

Smith, V.K., Desvousges, W., (1987); An empirical analysis of the economic value of risk changes; *Journal of Political Economy* 95, pp.89-114.

Sottile, E., Meloni, I., Cherchi, E., (2015); A hybrid discrete choice model to assess the effect of awareness and attitude towards environmentally friendly travel modes; *Transportation Research Procedia*, 5, pp.44-55.

Stradling, S.G., Anable, J., Carreno, M., (2007); Performance, importance and user disgruntlement: a six-step method for measuring satisfaction with travel modes; *Transp. Res. Part Policy Pract.* 41, pp.98-106.

Strathman, J.G., Kimpel, T.J., Callas, S. (2003); Headway deviation effects on bus passenger loads: Analysis of Tri-Met's archived AVL-APC Data; Portland, OR: Center for Urban Studies.

Swanson, J., Ampt, L., Jones, P. (1997); Measuring bus passenger preferences; *Traffic Engineering and Control* 38(6), pp.330-336.

Tam, M. L., Lam, W. H. K.; Lo, H. P., (2010); Incorporating Passenger Perceived Service Quality in Airport Ground Access Mode Choice Model; *Transportmetrica* 6 (1): pp.3-17.

Teas, R.K., (1993); Expectations performance evaluation and consumers' perceptions of quality; *Journal of Marketing* 57(4), pp.18-34.

Terzis, G., Last, A., (2000); GUIDE – “Urban Interchanges – A Good Practice Guide” (Final Report), European 4th RTD Framework Programme.

Thøgersen, J., (2009); Promoting public transport as a subscription service: Effects of a free month travel card; *Transport Policy* 16(6) pp.335-343.

Thorne, M., (2001); *Modern Trains and Splendid Stations*; Merrel, London.

Tyrinopoulos, Y., Aifadopoulou, G., (2008); A complete methodology for the quality control of passenger services in the public transport business; *European Transport* 38, pp.1-16.

Tyrinopoulos, Y., Antoniou, C., (2008); Public Transit User Satisfaction: Variability and Policy Implications; *Transport Policy* 15 (4): pp.260-272.

Transportation Research Board (1999); *A Handbook for Measuring Customer Satisfaction and Service Quality*, TCRP Report 47; Washington DC: National Academy Press.

Transportation Research Board (2003); *Transit Capacity and Quality of Service Manual*, TCRP Report 100; Washington DC: National Academy Press.

Train, K., (2009); *Discrete Choice Methods with Simulation*; Cambridge University Press.

Tsirimpa, A., Polydoropoulou, A., Antoniou, C., (2010); Development of a latent variable model to capture the impact of risk aversion on travelers' switching behaviour; *Journal of Choice Modelling*, 3 (1), pp.127-148.

Valeri, E., Cherchi, E., (2016); Does habitual behavior affect the choice of alternative fuel vehicles?; *International Journal of Sustainable Transportation*, 10 (9), pp.825-835.

Van Exel, N. J., Rietveld, P., (2001); Public transport strikes and traveller behaviour; *Transport Policy* 8(4), pp.237-246.

Verplanken, B., Orbell, S., (2003); Reflections on past behavior: A self-report index of habit strength; *Journal of Applied Social Psychology* 33(6), pp.1313-1330.

Vidotto, G., Berolli, C., Romaioli, D., (2010); Da Eysenck a Costa e McCrae: una proposta per il cambiamento della Scheda 5 del CB; *giornale italiano di medicina del lavoro ed ergonomia*.

Wachs, M., (2007); Consumer attitudes towards transit service: An interpretive review; *Journal of American Planning Association* 42(1): pp. 96-104.

Walker, J. L., (2001); *Extended Discrete Choice Models: Integrated Framework, Flexible error structures, and Latent variables*. PhD. Department of Civil and Environmental Engineering, Massachusetts Institute of Technology.

Walker, J. L., Ben-Akiva, M., (2002); Generalized random utility model; *Math. Soc. Sci.* 43(3), pp.303-343.

Walker, J. L., Li, J. (2007); Latent lifestyle preferences and household location decisions; *Geographical Systems*, 9(1), pp.77-101.

Weinstein, A., (2000); Customer satisfaction among transit riders: how customers rank the relative importance of various service attributes; *Transp. Res. Rec. J. Transp. Res. Board* 1735, pp.123-132.

Wen, C.-H., Lan, L.W., Chen. C.-H., (2005); Passengers Perception on Service Quality and their Choice for Intercity Bus Services; *Transportation Research Board*. Paper presented at the 84th Annual Meeting, Washington, DC.

Williams, B., Onsmann, A., Brown, T., (2010); Exploratory factor analysis: A five-step guide for novices; *Australasian Journal of Paramedicine*, 8(3).

Wilson, N., Nelson, D., Palmere, A., Grayson, T.H., Cederquist, C., (1992); Service quality monitoring for high frequency transit lines; *Transportation Research Record* 1349: pp.3-11.

Yang, C, Fang, W., Duann, L., Chen, Y., (2003); Intercity bus choice models with choice set generation and heterogeneity; Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies 5.

Yu, K.K. Lee, H. R., (2011); Customer satisfaction using low cost carriers; Tourism Management, 32, pp.235-243