



La qualità percepita nel trasporto pubblico locale: un modello multicriteri per la selezione di scenari migliorativi

The perceived quality of the local public transit: a multi-criteria model to select improvement scenarios

Prof. Ing. Umberto PETRUCCHELLI^()*

SOMMARIO - Attraverso l'analisi multicriteri ed i dati tratti da interviste somministrate agli utenti del servizio di trasporto pubblico locale di un sub-bacino di traffico provinciale, si è messo a punto uno strumento di valutazione della soddisfazione di questi ultimi che può costituire un valido supporto per orientare le scelte del gestore di questo tipo di trasporto pubblico locale. Lo strumento si avvale anche di funzioni di utilità appositamente calibrate attraverso le quali è possibile stimare il miglioramento della soddisfazione complessiva a seguito di interventi mirati sul servizio.

1. La qualità del servizio

La misura della qualità dei servizi di trasporto e della soddisfazione degli utenti è una necessità molto sentita negli ultimi anni, tanto che negli USA il Transportation Research Board ha redatto già nel 1999 uno specifico manuale per stimare questi parametri [1] e successivamente un altro manuale espressamente dedicato alla capacità e qualità del servizio di trasporto pubblico [2]. Anche il Comitato Europeo per la Standardizzazione (CEN), nel 2002, ha messo a punto indicazioni per uniformare i criteri di misura e valutazione dei parametri indicativi della qualità del servizio [3]. In particolare la CEN ha classificato i parametri del trasporto pubblico in otto categorie (disponibilità, accessibilità, informazione, tempo, attenzione al cliente, comfort, sicurezza, ambiente) che costituiscono gli elementi di riferimento anche del presente studio.

Grande attenzione alla qualità del servizio e alla soddisfazione degli utenti è stata dedicata in molti paesi con riferimento al trasporto ferroviario. In Gran Bretagna, per esempio, il ruolo di controllo è svolto, già da molti anni, dalla Strategic Rail Authority, una autorità governativa che stabilisce criteri, indicatori e valori soglia per le compagnie ferroviarie (Train Operating Companies) esercenti i servizi, rileva regolarmente gli indicatori di controllo della qualità e li elabora nelle statistiche [4]. In Italia il D.P.C.M. 30.12.98, oltre a fornire uno schema di riferimento per la carta dei servizi di trasporto, ha definito tra

SUMMARY - We built a customer satisfaction evaluation tool using the multi-criteria analysis and the data drawn from a questionnaire submitted to the passengers of the local transit service of a traffic gravitation district sub-area. It uses properly calibrated utility functions by which we can assess the increase of the whole customer satisfaction because of interventions on the transit service. This tool can efficiently support the actions of the local public transit manager.

1. The service quality

The measure of transit service quality and user satisfaction is a deeply felt need in recent years, so that in the U.S. Transportation Research Board has prepared a special handbook in 1999 to estimate these parameters [1], later another manual addressed specifically to the capacity and service quality of public transit [2]. The European Committee for Standardization (CEN) in 2002 has developed guidelines to standardize the criteria for measuring and evaluating parameters indicative of services quality [3]. In particular, the CEN has classified the parameters of public transit in eight categories (availability, accessibility, information, time, customer care, comfort, safety, environment). These parameters have been considered as reference elements also in this research.

Great attention to service quality and user satisfaction has been paid in many countries to rail transport. In Britain, for example, the control is carried out for many years by the Strategic Rail Authority, a governmental authority that establishes criteria, indicators and thresholds for the train operating companies, regularly surveys quality control indicators and processes them in statistics [4]. In Italy D.P.C.M. 12/30/1998, as well as providing a framework for transit services chart, set other parameters to consider in assessing the quality of public transit.

Many researchers have recently studied the influence of factors that are very important in the perception of the

^(*) Università della Basilicata – DAPIT – Potenza.

^(*) Università della Basilicata – DAPIT – Potenza (Italy).

SCIENZA E TECNICA

l'altro i parametri da tenere in considerazione nella valutazione della qualità del trasporto pubblico.

Molti ricercatori hanno recentemente evidenziato l'influenza dei fattori che rivestono maggiore importanza nella percezione della qualità dei servizi di trasporto quali la affidabilità, la frequenza, il tempo di viaggio ed il livello tariffario [5] e [6], comfort e pulizia [7] e [8], copertura di rete, distanza fra le fermate [9] e [6]. Solo pochi studi hanno invece indagato sulla relazione esistente fra tali attributi oggettivi e la soggettiva soddisfazione. I più noti sono di seguito richiamati.

FRIMAN e FELLESSON hanno studiato attraverso un'analisi di correlazione multivariata le relazioni fra alcune caratteristiche dell'offerta di trasporto pubblico e i livelli di soddisfazione dell'utenza generali e relativi ad aspetti specifici. Essi hanno potuto constatare la significatività della relazione fra velocità di porta a porta e soddisfazione complessiva e per contro l'irrilevanza, su quest'ultima, della quantità di servizio erogato espresso in veicolixkm/abitanti [10].

GEETIKA e SHEFALI NANDAN, relativamente alle ferrovie indiane, hanno individuato il peso, sulla soddisfazione del cliente, delle variabili identificative dei servizi in stazione (al binario) mettendo a punto un modello della qualità che riflette la soddisfazione dell'utenza valido nello specifico contesto in cui è stato elaborato [11].

EBOLI e MAZZULLA hanno messo a confronto i valori percepiti (soggettivi), rilevati con specifiche interviste, con quelli reali (oggettivi) forniti dal gestore, relativi a 26 attributi del servizio riferiti a due linee di autobus suburbane della città di Cosenza, rilevandone lo scostamento degli uni rispetto agli altri [12].

NATHANAIL ha sviluppato un modello multicriteri per supportare le ferrovie greche nel monitoraggio e controllo di qualità del servizio [13]. La griglia di valutazione è basata su 22 indicatori raggruppati in sei criteri e cioè precisione dell'itinerario, sistema di sicurezza, pulizia, comfort dei passeggeri, servizi, e informazioni ai passeggeri. La stima degli indicatori si è avvalsa tra l'altro di interviste presso gli utenti che hanno permesso di rilevare anche il livello di importanza attribuito dagli intervistati a ciascuno degli indicatori. Noto il valore ed il peso di ciascun indicatore l'autore ha costruito un modello multicriteri attraverso il quale è possibile esprimere la qualità percepita dagli utenti, cioè la soddisfazione degli stessi, attraverso un valore unico.

La messa a punto di una metodologia per analizzare la variabilità del comportamento degli utenti e il loro livello di soddisfazione conseguenti all'uso di diversi sistemi di trasporto è uno degli obiettivi della ricerca condotta da TYRINOPoulos e ANTONIOU che hanno anche applicato tale metodologia a cinque diversi sistemi di trasporto operanti nelle due maggiori città della Grecia (Atene e Salonicco) traendone delle indicazioni per meglio interpretare il comportamento degli utenti dei servizi di trasporto e i fattori che maggiormente influenzano le loro scelte. A tal fine gli autori hanno condotto una indagine su un campione di circa 1500 utenti suddivisi fra i cinque sistemi in funzione della dimensione della popolazione costituita

transport services quality, such as reliability, frequency, travel time and fare level [5] e [6], comfort and cleanliness [7] e [8], network coverage, distance between bus stops [9] e [6]. Only a few studies have investigated the relation between these objective attributes and the subjective user satisfaction. The best known are mentioned below.

FRIMAN and FELLESSON studied, using a multivariate correlation analysis the relation between certain characteristics of the supply of public transit and levels of the user general satisfaction and the related to specific aspects one. They realized the significance of the relationship between the door to door speed of and overall satisfaction but the irrelevance, on the latter, of the amount of service provided expressed by [vehicle x km / inhabitant] [10].

GEETIKA and SHEFALI NANDAN, with reference to the Indian Railways, identified the weight, on customer satisfaction, of the variables specifying the track services. They also developed a quality model reflecting user satisfaction in the specific context in which it was built [11].

EBOLI and MAZZULLA compared the perceived (subjective) values, surveyed by proper interviews, with the real (objective) ones, provided by the operator, of 26 service attributes referring to two suburban bus routes in the city of Cosenza (Italy), pointing out the deviation of the first ones with respect to the others [12].

NATHANAIL developed a multicriteria model to support the Greek Railways in monitoring and controlling service quality [13]. The evaluation framework is based on 22 indicators grouped into six criteria, namely itinerary accuracy, safety system, cleanliness, passenger comfort, servicing, and passenger information. By user interviews he assessed the indicators and detected their importance. Known the value and weight of each indicator, the author built a multi-criteria model by which we can evaluate, through a single value, the quality perceived by users, namely their satisfaction.

The development of a methodology to analyze the variability of user behaviour and their level of satisfaction arising from use of different transport systems is one of the goals of the research conducted by TYRINOPoulos and ANTONIOU. They also applied this methodology to five different transit systems operating in two major cities of Greece (Athens and Thessaloniki) drawing the information to better understand the behaviour of transit users and the factors that most influence their choices. To this purpose, the authors conducted a survey on a sample of about 1500 people divided among the five systems in the size of the population consisting of the passengers and processed the answers by the factor analysis and an ordered logit model [6].

The construction of a model of the transit perceived quality and user satisfaction using data collected in specific surveys is also the subject of studies by JOEWONO and KUBOTA [14].

EBOLI and MAZZULLA highlighted, by the methodology structural equation model (SEM) already widely applied

SCIENZA E TECNICA

dai passeggeri ed hanno elaborato le risposte con l'analisi fattoriale e con un modello logit ordinato [6].

La costruzione di un modello della qualità percepita dei servizi di trasporto o soddisfazione degli utenti avvalendosi di dati rilevati in specifiche indagini rappresenta l'oggetto anche degli studi condotti da JOEWONO e KUBOTA [14].

EBOLI e MAZZULLA hanno evidenziato la relazione fra la soddisfazione dei passeggeri di un servizio di autobus e gli attributi del servizio offerto avvalendosi della metodologia dei modelli di equazioni strutturali già ampiamente applicata in molti campi, ma poco usata nel settore dei trasporti [7]. Mettendo in relazione la soddisfazione dell'utente con le variabili osservate, costituite da 16 attributi della qualità del servizio, rilevati con una indagine rivolta ad un campione di utenti dei servizi di autobus che raggiungono la sede dell'Università della Calabria (Cosenza - Italy), hanno costruito un modello attraverso il quale è possibile misurare la soddisfazione dell'utente.

PETRUCELLI, avvalendosi di indagini specifiche sulla soddisfazione dei passeggeri del trasporto pubblico locale su gomma erogato nell'ambito di un sub bacino di traffico, ha calibrato le funzioni di utilità di tipo logaritmico ed i pesi relativi alle principali variabili quantitative e qualitative da cui dipende la qualità del servizio percepita dagli utenti [15].

La presente memoria trae spunto dal precedente lavoro sopra citato dello stesso autore per sviluppare una differente struttura del modello di qualità percepita, basata sull'analisi multicriteri ed applicarla alla verifica della soddisfazione attesa in conseguenza dell'attuazione di ipotetici scenari di intervento sul sistema analizzato. I risultati ottenuti sono stati elaborati sulla base di interviste somministrate ad un campione degli utenti della specifica rete di servizi esaminata, che è costituito in prevalenza da studenti di età compresa fra 14 e 18 anni i quali si spostano quotidianamente per andare a scuola fra il comune più piccolo di residenza e quello di gravitazione sede dell'istituto di istruzione. La metodologia messa a punto è comunque di validità generale.

La presentazione è articolata in 6 paragrafi. Il primo analizza lo stato dell'arte in tema di qualità del trasporto pubblico, il secondo tratta delle indagini svolte e dei risultati emersi ed il terzo riferisce della calibrazione delle funzioni di utilità. Il quarto ed il quinto paragrafo sono dedicati rispettivamente alla costruzione degli scenari di intervento e alla selezione dello scenario migliore attraverso l'analisi multicriteri. Infine alcune riflessioni conclusive sono riportate nel sesto ed ultimo paragrafo.

2. I dati rilevati dall'indagine

Nel seguito si sintetizzano le caratteristiche del campione intervistato ed i risultati delle indagini rimandando a PETRUCELLI [15] per informazioni più approfondite sui questionari, sulle modalità di somministrazione e sulle elaborazioni svolte in relazione alle stesse indagini.

Le interviste sono state sviluppate con l'obiettivo di conoscere e stimare l'importanza ed il valore attribuito a ciascun indicatore selezionato per il servizio. Tali indicatori

in many fields, but little used in the transport sector, the relationship between the satisfaction of the passengers of a bus service and offered service attributes [7]. They built an user satisfaction model by linking the perceived quality to the observed variables; these last ones consist of 16 attributes of service quality measured by a survey given to a sample of the bus services users travelling to the University of Calabria (Cosenza - Italy).

PETRUCELLI, making use of specific surveys on the passenger satisfaction of the road local transit supplied in a traffic gravitation sub-area, calibrated some logarithmic utility functions and the weights of the most important quantitative variables affecting the service perceived quality [15].

The present work, moving on the same author just mentioned one, develops a different framework of the perceived quality model based on the multi-criteria analysis and implements it to verify the expected satisfaction following the realization of possible intervention scenarios on the analysed service. The results were obtained on the basis of interviews administered to a sample of users of specific bus network consisting mainly of students aged between 14 and 18 which are moved daily to go to school among the smaller residence municipality and the main one where their educational institution is located. The methodology developed is even so generally valid.

This paper is divided in six sections. The first one draws up the state of the art on the public transit quality topic, the second section deals with the performed survey and the attained results and the third one relates to the utility functions calibration. The fourth and the fifth section are addressed respectively to build the intervention scenarios and to select the best scenario by the multi-criteria analysis. Finally some concluding remarks are carried in the sixth section.

2. Survey data

Further on we deal with some interviewed sample specifications and survey results, directing to PETRUCELLI [15] for more exhaustive informations about the questionnaires, the dispensation method and the data processing for the same survey.

The interviews aim was to know and assess the importance and the value assigned to each one of indicators set for the service. These indicators were chosen taking into account the DPCM 12/30/1998 [16] and were grouped into three categories: general, on board and at bus stops quality indicators (table 1).

The survey sample was extracted from local public transit users of the suburban traffic gravitation sub-area of the Val d'Agri in the province of Potenza (Italy). This sub-area has a population of 46,333 inhabitants spread among 19 municipalities, three of which (Moliterno, Masicovetere and Santarcangelo) school pole attractors. Bus lines under investigation are 10 in the majority inside the

SCIENZA E TECNICA

sono stati scelti integrando i parametri previsti ai sensi del D.P.C.M. 30/12/98 [16] e raggruppandoli in tre categorie: indicatori di qualità generali, indicatori a bordo e indicatori a terra (tabella 1).

traffic gravitation sub-area (Moliterno - Villa d'Agri; Viggiano - Villa d'Agri, Villa d'Agri - Marsico Nuovo; Tramutola - Marsico Nuovo; Marsico Nuovo - Corleto Perticara; Viggiano - Marsico Nuovo; Moliterno - Roccanova), two

TABELLA 1 - TABLE 1

INDICATORI SELEZIONATI PER IL MODELLO
INDICATORS SELECTED FOR THE QUALITY MODEL

Categoria <i>Category</i>	Indicatore <i>Indicator</i>	Misura <i>Measure</i>
Qualità del sistema <i>System quality</i>	1. Regolarità del servizio <i>1. Service regularity</i>	Corse effettuate / corse progr. <i>Carried out rides / scheduled rides</i>
	2. Puntualità delle corse <i>2. Rides punctuality</i>	Corse in ritardo / corse totali <i>On time rides / total rides</i>
	3. Affidabilità del veicolo <i>3. Vehicles reliability</i>	Corse in avaria / corse totali <i>Breakdown rides / total rides</i>
	4. Cortesia del personale <i>4. Staff courtesy</i>	Soggettiva <i>Subjective</i>
	5. Attenzione all'ambiente <i>5. Environment care</i>	Veicoli a ridotto impatto amb. / totale veicoli <i>Low impact vehicles / vehicle fleet</i>
	6. Affollamento delle corse <i>6. Rides load</i>	Posti liberi / posti disponibili <i>Empty seats / total vehicle seats</i>
Qualità a bordo <i>On board quality</i>	7. Sicurezza del viaggio <i>7. Travel safety</i>	Sinistri / corse totali <i>Accidents / total rides</i> Soggettiva (sicurezza percepita) <i>Subjective (perceived safety)</i>
	8. Sicurezza personale e patrimoniale (tranquillità rispetto a molestie e borseggi) <i>8. Individual security (pick-pocketing and harassment)</i>	Episodi segnalati / corse totali <i>Reported incidents / total rides</i>
	9. Pulizia del veicolo <i>9. Vehicle cleaning</i>	Cicli di pulizia del veicolo / mese <i>Cleanliness cycle / month</i>
	10. Vetustà del veicolo <i>10. Vehicle age</i>	Età media dei veicoli <i>Vehicle age</i>
	11. Comfort del viaggio <i>11. Travel comfort</i>	Spazio a bordo per passeggero <i>Space / passengers</i> Soggettiva (caratteristiche di sedili, climatizzaz. e servizi aggiuntivi) <i>Subjective (seat type, air conditioning, additional services)</i>
	12. Attrezzature per disabili a bordo <i>12. Disable passenger devices on board</i>	Veicoli attrezzati per disabili / totale veicoli <i>Vehicles equipped for disabled passengers / vehicle fleet</i>
Qualità a terra <i>On land quality</i>	13. Informazioni all'utenza a bordo <i>13. User information on board</i>	Veicoli attrezzati con specifici dispositivi / totale veicoli <i>Vehicles equipped with specific devices / vehicle fleet</i>
	14. Attrezzature alle fermate (pensiline, ecc.) <i>14. Services at the stops (shelters, etc.)</i>	Fermate attrezzate di pensiline o ricovero, sedili, ecc / totale veicoli <i>Stops equipped with shelters, seats, etc. / total stops</i>
	15. Attrezzature per disabili a terra <i>15. Disable passenger devices at stops</i>	Fermate attrezzate per disabili / totale fermate <i>Stops equipped for disabled passengers / total stops</i>
	16. Informazioni all'utenza a terra <i>16. Customer informations at stops</i>	Fermate attrezzate con specifici dispositivi / totale fermate <i>Stops equipped with specific devices / total stops</i>

SCIENZA E TECNICA

Il campione di indagine è costituito da utenti del trasporto pubblico locale extraurbano del sub-bacino di traffico dell'alta Val d'Agri in provincia di Potenza. Tale area presenta una popolazione 46.333 abitanti suddivisi fra 19 comuni, tre dei quali (Moliterno, Marsicovetere e Santarcangelo) poli attrattori scolastici. Le linee di autobus oggetto di indagine sono 10 di cui la maggior parte interne al sub-bacino (Moliterno – Villa d'Agri; Viaggiano – Villa d'Agri; Villa d'Agri – Marsico Nuovo; Tramutola – Marsico Nuovo; Marsico Nuovo – Corleto Perticara; Viaggiano – Marsico Nuovo; Moliterno – Roccanova), due interne al bacino di traffico provinciale (Moliterno – Potenza; Tramutola – Brienza) ed una interregionale (Santarcangelo – Napoli).

Il campione indagato è stato estratto in modo casuale da tutta la popolazione dei viaggiatori. Quest'ultima, stimata in circa 1.550 passeggeri /giorno sulle linee sopra citate, è stata calcolata applicando, ai residenti nell'area in studio, dati medi regionali relativi all'utilizzo del trasporto pubblico locale. Il campione estratto è di 250 passeggeri ma solo 221 dei questionari somministrati sono risultati validi, per cui la percentuale di campionamento è comunque superiore al 10% (14,3%). Prevalgono i minori (69%) che si spostano per raggiungere la sede scolastica (80%) con frequenza quotidiana (68%). La motivazione addotta per la scelta del trasporto pubblico è per il 37% (20% + 17%) l'indisponibilità della patente o dell'auto.

Ai viaggiatori è stato richiesto, tramite il questionario loro sottoposto, di valutare gli indicatori proposti esprimendo il livello di soddisfazione in una scala di cinque punti indicanti soddisfazione crescente. La valutazione dell'importanza, da cui dedurre il peso che ogni indicatore ha sul giudizio complessivo della qualità, è stata invece richiesta agli intervistati in una diversa scala (da 1 a 10) proprio perché non confondessero importanza e soddisfazione. Inoltre si è rilevata la disponibilità a pagare per alcuni interventi migliorativi del servizio. Quest'ultimo parametro di giudizio è necessario per indagare aspetti del servizio quali il comfort, la cortesia del personale, ecc., non quantificabili attraverso variabili definite. In ultimo si sono rilevate le caratteristiche dell'utente intervistato, indispensabili per una corretta lettura dei dati e per conoscere i limiti di validità.

Il peso da associare a ciascuna caratteristica scaturisce dalla media dei valori espressi in scala 1-10 dagli intervistati ed è riportato in fig. 1 sotto forma di istogramma. La soddisfazione relativamente a ciascun indicatore rappresentativo della qualità è data dal valore medio dei giudizi espressi da ciascun intervistato in scala da 1 a 5 ed è mostrata, in forma di istogramma, nella fig. 2.

L'elaborazione dei dati raccolti relativamente alla disponibilità a pagare è espressa come incremento di prezzo per ogni corsa in relazione alla possibilità di disporre di:

- a. distributori di bevande e snack a bordo;
- b. servizi igienici a bordo;
- c. incremento del 50% dello spazio per ogni passeggero;

inside the traffic provincial area (Moliterno – Potenza; Tramutola - Brienza) and one inter-regional (Santarcangelo - Naples).

The surveyed sample was drawn at random from the entire population of travelers. The latter, with approximately 1,550 passengers per day on the lines above, was calculated by applying, to residents in the study area, average regional data on the use of local public transit. The extracted sample is 250 passengers but only 221 of the administered questionnaires were valid, so the sampling rate is still above 10% (14.3%). Minors are predominant (69%) travelling to reach the school (80%) on a daily basis (68%). The reason given for the choice of public transport is for 37% (20% + 17%) the unavailability of the driving license or the car.

We asked the respondents, by the questionnaire, to evaluate the proposed service indicators, expressing their satisfaction level in a five points scale increasing with the satisfaction. We asked more to express, by a scale from 1 to 10, the importance of each indicator on the overall quality opinion. Furthermore we surveyed the willingness to pay for some service improving actions. This last opinion parameters are essential to pursue some service features as comfort, staff kindness, etc., that are not quantifiable by specific variables. Finally we collected the interviewed customer specifications that are basic to rightly read data and to know their validity limits.

The weight associated to each characteristic derives from the average of the values expressed by the interviews and it is reported in fig. 1 as a bar chart. The satisfaction for each quality indicator is expressed, by the average value of every respondent assessment, in a scale from 1 to 5, and it is shown, as a bar chart, in the fig. 2.

The processing of data collected about the willingness to pay is expressed as a price increase per trip as a result of:

- a) soft drink and snacks dispenser on board;
- b) toilet on board;
- c) 50% increase of space per passenger;
- d) television entertainment;
- e) information systems on board (indicating the next stop);
- f) information systems at bus stops (indicating the waiting time);
- g) covered waiting areas at all bus stops;
- h) equipment for disabled people in all the stops provided.

The willingness to pay is plotted in figg. 3 and 4.

The table 2 shows the average values assigned, by the surveyed sample, to the importance (weight) of each service characteristic, and to its satisfaction. These values are the elements for the assessment of perceived quality or satisfaction with the service as a whole and for the calibration of utility functions.

SCIENZA E TECNICA

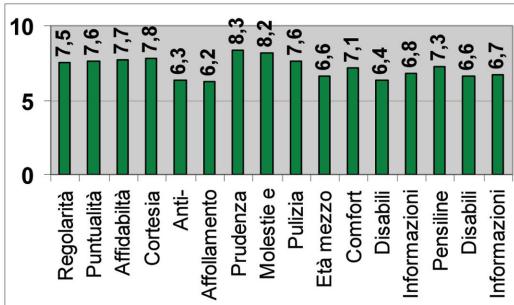


Fig. 1 - Importanza, in scala 1-10, attribuita dagli intervistati alle diverse caratteristiche. *Importance, on a scale of 1 - 10, of each characteristic.*

- d. televisione per intrattenimento;
- e. sistemi informativi a bordo (indicanti le fermate successive);
- f. sistemi informativi a terra (indicanti il tempo di attesa);
- g. aree di attesa coperte e attrezzate in tutte le fermate;
- h. attrezzature per disabili a tutte le fermate.

Anche la disponibilità a pagare è stata diagrammata ed è riportata nelle figg. 3 e 4.

La tabella 2 riporta la media dei valori attribuiti dal campione intervistato all'importanza (peso) di ciascuna caratteristica del servizio e alla relativa soddisfazione. Tali valori costituiscono gli elementi per la valutazione della qualità percepita o soddisfazione del servizio nel suo complesso, nonché per la calibrazione delle funzioni di utilità.

Il livello di soddisfazione o utilità percepita, relativo al servizio nel suo complesso, misurato attraverso il peso e la soddisfazione manifestata dagli intervistati è risultato pari a 2,8 cioè quasi sufficiente nella scala adottata (1-5).

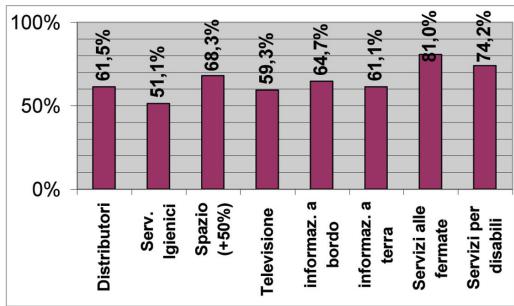


Fig. 3 - Percentuale di intervistati con disponibilità a pagare non nulla. *Percentage of respondents with non-zero willingness to pay.*

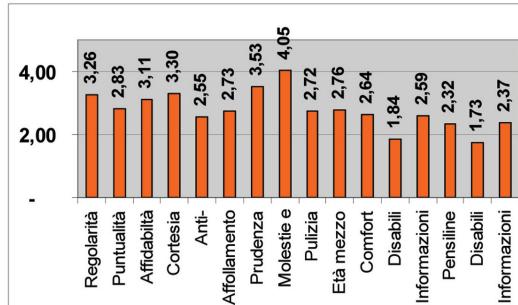


Fig. 2 – Soddisfazione, in scala 1-5, espressa dagli intervistati. *Satisfaction, on a scale of 1-5, stated by the respondents.*

The level of satisfaction or perceived utility, for the service as a whole, as measured by the weight and the satisfaction expressed by respondents was equal to 2.8 that is almost enough in the scale adopted (1-5).

The diagram in figure 5 highlights the importance and the level of satisfaction for each characteristic of the service. In particular, the importance has been transformed in the same scale of satisfaction (1-5 instead of the 1-10 scale which was collected) so as to highlight any significant differences between the importance of the characteristic and level of satisfaction that is to point out aspects of the service, as a first approximation, most urgently require an improvement if they have a high importance to users. The difference between the two parameters relating to equipment for the disabled both onboard and at stops come out. This issue is particularly neglected by the bus companies but on the other hand has a minimal importance to respondents who have placed it at the bottom. Other issues needing attention, given the difference between importance and satisfaction, are the presence of shelters (shelters or other facilities at bus stops) followed

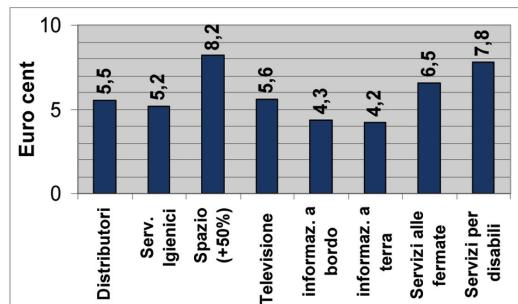


Fig. 4 - Disponibilità a pagare media in Eurocent (comprensiva delle disponibilità = 0) per possibili servizi aggiuntivi per l'aumento del comfort. *Average willingness to pay in Euro-cent (inclusive of willingness to pay = 0) for each service in support of comfort.*

SCIENZA E TECNICA

TABELLA 2 - TABLE 2

IMPORTANZA E SODDISFAZIONE RILEVATE

AVERAGE VALUES OF THE IMPORTANCE (WEIGHT) AND SATISFACTION

Settore Sector	Caratteristica Characteristic (indicator)	Importanza Importance (1-10)	Importanza Importance (%)	Soddisfazione Satisfaction (1-5)
Servizio in generale <i>Total service</i>	1. Regolarità del servizio <i>1. Service regularity</i>	7,51	6,5	3,26
	2. Puntualità delle corse <i>2. Rides punctuality</i>	7,64	6,7	2,83
	3. Affidabilità del veicolo <i>3. Vehicle reliability</i>	7,73	6,7	3,11
	4. Cortesia del personale <i>4. Staff courtesy</i>	7,83	6,8	3,30
	5. Attenzione all'ambiente <i>5. Environment care</i>	6,34	5,5	2,55
	6. Affollamento delle corse <i>6. Rides load</i>	6,23	5,4	2,73
Servizio a bordo <i>On board service</i>	7. Sicurezza del viaggio (prudenza dell'autista) <i>7. Travel safety (caution of the driver)</i>	8,31	7,2	3,53
	8. Sicurezza personale e patrimoniale (tranquillità da molestie e borseggi) <i>8. Individual security (pick-pocketing and harassment)</i>	8,21	7,1	4,05
	9. Pulizia del veicolo <i>9. Vehicle cleaning</i>	7,58	6,6	2,72
	10. Vetustà del veicolo <i>10. Vehicle age</i>	6,62	5,8	2,76
	11. Comfort del viaggio <i>11. Travel comfort</i>	7,13	6,2	2,64
	12. Attrezzature per disabili a bordo <i>12. Disable passenger devices on board</i>	6,37	5,5	1,84
	13. Informazioni all'utenza a bordo <i>13. User information on board</i>	6,78	5,9	2,59
Servizio a terra <i>On land service</i>	14. Servizi alle fermate (pensiline, ecc.) <i>14. Services at the stops (shelters, etc.)</i>	7,27	6,3	2,32
	15. Attrezzature per disabili a terra <i>15. Disable passenger devices at stops</i>	6,58	5,7	1,73
	16. Informazioni all'utenza a terra <i>16. Customer information at stop</i>	6,68	5,8	2,37

Il diagramma di fig. 5 rappresenta l'importanza ed il livello di soddisfazione medi relativi a ciascuna caratteristica del servizio. In particolare l'importanza è stata trasformata nella stessa scala della soddisfazione (1-5 anziché nella scala 1-10 con cui è stata rilevata) in modo da far risaltare eventuali sensibili differenze fra l'importanza della caratteristica e il livello di soddisfazione e cioè evidenziare gli aspetti del servizio che, in prima approssimazione, richiedono più urgentemente un miglioramento qualora abbiano anche una importanza elevata

by cleaning of the buses, punctuality and information. Those with more sensitive gaps between satisfaction and importance and with the high values of the latter are, in order, punctuality, reliability, courtesy of staff and the safety (caution of the driver). The feature that has the least variance between satisfaction and importance, with the highest value of importance, is individual security on board (referred to pick-pocketing and harassment) that is favorably affected by the absence of public order problems and organized crime or petty crime in the study area.

SCIENZA E TECNICA

per gli utenti. Spicca la differenza fra i due parametri relativamente alle attrezzature per i disabili, sia a bordo che a terra, aspetto che è particolarmente trascurato dalle aziende di trasporto ma che presenta una importanza minima per gli intervistati che lo hanno collocato agli ultimi posti. Altri aspetti che necessitano attenzione, data la differenza fra importanza e soddisfazione, sono la presenza di ripari (pensiline o altre attrezzature alle fermate) seguite da pulizia dei mezzi, rispetto degli orari (puntualità) e informazioni. Quelli con scostamenti ancora sensibili fra soddisfazione e importanza e con i valori elevati di quest'ultima sono, nell'ordine, la puntualità, l'affidabilità, la cortesia del personale e la sicurezza del viaggio (prudenza dell'autista). La caratteristica che presenta il minore scostamento fra soddisfazione ed importanza, peraltro con un valore di importanza fra i più elevati, è la sicurezza personale a bordo (rispetto a molestie e borseggi) che risente favorevolmente dell'assenza di problemi di ordine pubblico e delinquenza organizzata o microcriminalità nell'area di studio.

3. Le funzioni di qualità percepita

La maggior parte degli studi assume lineari le funzioni di utilità (qualità) limitando di conseguenza l'intervallo di utilizzo di tali strumenti a valori prossimi a quelli attuali, pena l'allontanamento eccessivo della funzione lineare dal fenomeno reale che non segue tale andamento. In questo studio si è scelto invece di assumere funzioni di utilità di tipo logaritmico che si possono agevolmente costruire conoscendo soli due punti e che riproducono più fedelmente l'andamento del fenomeno reale. Il modello di utilità, in grado di misurare la soddisfazione degli utenti con un valore unico, è costituito dalle funzioni che descrivono l'utilità percepita dai passeggeri al variare del valore della caratteristica del servizio considerata, ciascuna pesata attraverso il parametro che esprime l'importanza della caratteristica stessa nel giudizio di utilità complessiva o soddisfazione dell'utente. Come è noto dalla teoria dell'utilitarismo, la funzione rappresentativa dell'utilità di un bene in relazione alla quantità è monotona crescente e

3. Perceived quality functions

A lot of the studies assume linear utility (quality) functions thus limiting the range of use of such instruments at values similar to those present. Otherwise we could have an excessive diversion of the linear function from the real phenomenon not following that trend. In this study we chose instead to take logarithmic utility function, easy to calibrate knowing only two points. This functions more faithfully reproduce the real phenomenon. The utility model, able to measure user satisfaction with a unique value, consists of the functions that describe the utility perceived by passengers to changes in the value of the characteristics of the service in question, each weighted by the importance of the same characteristic in evaluating the overall utility or satisfaction.

As known by the economic theory the utility function is monotonic, increasing and with upper side convexity (decreasing marginal utility) and it is like:

$$U = k \cdot \ln \frac{x}{a}$$

We can get utility functions only for instrumental parameters that are measurable. For some qualitative variables expressed by not directly measurable parameters we can refer to the willingness to pay for improving scenarios.

The utility functions calibration is made by two points whose coordinates are the parameter of the under consideration characteristic and the value of the corresponding satisfaction on a scale from 1 to 5. Specifically, the coordinates of one of the two points are the parameter present value and the surveyed satisfaction; the other point is identified by the maximum or minimum satisfaction (5 or 1) and the value of the characteristic corresponding to the maximum or minimum satisfaction.

The satisfaction values derived by the calibrated utility functions (forecast perceived quality) or the surveyed ones (present perceived quality), associated to the weights set by the users to each service characteristic, realize a standardized and weighted vector. The weighted sum of the value included in this vector:

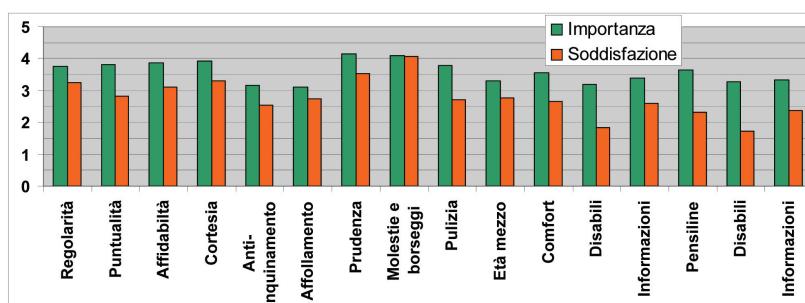


Fig. 5 - Importanza e soddisfazione riportate alla stessa scala (1-5). *Importance and satisfaction reported in the same scale (1-5).*

$$Sodd = U = \sum_{i=1}^n w_i \cdot U_i$$

with:

U = total perceived utility for the supplied service;

U_i = perceived utility for the i characteristic;

w_i = weight of the i characteristic.

Express the whole quality (perceived utility or satisfaction) associated to the examined sce-

SCIENZA E TECNICA

con convessità verso l'alto (utilità marginale decrescente) ed è del tipo

$$U = k \cdot \ln \frac{x}{a}$$

con la forma grafica generale riportata in fig. 6.

Le funzioni di utilità possono essere ricavate solo per una serie di parametri di tipo strumentale, cioè misurabili. Per alcune tra le variabili di tipo qualitativo indicanti stimatori non direttamente misurabili è possibile fare riferimento invece alla disponibilità a pagare in cambio di scenari migliorativi.

La calibrazione delle funzioni di utilità viene realizzata sulla base di due punti aventi per coordinate il valore del parametro indicativo della caratteristica in esame e la misura della corrispondente soddisfazione in scala da 1 a 5. In particolare uno dei due punti ha per coordinate il valore attuale del parametro e la soddisfazione rilevata dalle indagini; l'altro punto è invece definito dalla soddisfazione massima o minima (5 o 1) e dal valore che il parametro indicativo della caratteristica deve assumere perché si ottenga la massima o la minima soddisfazione.

I valori di soddisfazione calcolati attraverso le funzioni di utilità calibrate (qualità percepita prevista) o quelli rilevati direttamente dalle interviste (qualità percepita attuale), associati ad i pesi attribuiti dagli utenti a ciascuna caratteristica del servizio e rilevati dalle interviste, realizzano un vettore normalizzato e pesato. La somma pesata dei valori in esso contenuti

$$Sodd = U = \sum_{i=1}^n w_i \cdot U_i$$

con:

U = utilità complessiva percepita relativamente al servizio erogato;

U_i = utilità percepita riguardo alla generica caratteristica i ;

w_i = peso attribuito alla generica caratteristica i .

Esprime la qualità complessiva (utilità percepita o soddisfazione) corrispondente allo scenario preso in esame. Naturalmente, se si studiano più scenari contemporaneamente, il vettore anzidetto diventa una matrice in cui ogni riga è rappresentativa di uno scenario al quale corrisponde un livello di qualità globale percepita.

Nel seguito di questo capitolo si riportano i dati utilizzati per calibrare le funzioni di utilità o qualità percepita relative a ciascuna caratteristica del servizio e le espressioni complete di tali funzioni raccolte alla fine.

Regolarità del servizio

La regolarità è stata misurata con il rapporto percentuale fra le corse effettuate e quelle programmate. Nonono-

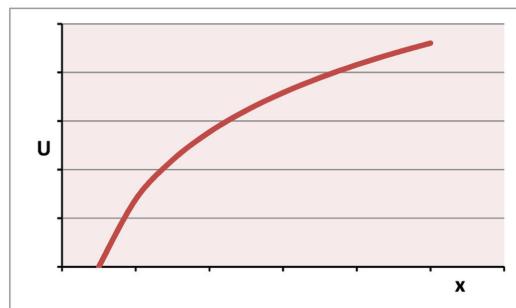


Fig. 6 – Grafico della generica funzione di utilità di un bene.
Graph of the generic utility function of a good.

nario. Naturally, if we are studying more scenarios at the same time, the above mentioned vector become a matrix in which every row represents one scenario.

Below in this section we relate the data used to calibrate the utility (or perceived quality) functions referred to each service characteristic and the expressions of these functions that are collected at the end.

Service regularity

We measured the regularity by the rate between carried-out rides and scheduled ones. Despite of the data provided by the management giving a regularity (R) of 99.73%⁽¹⁾, the average satisfaction (S) surveyed for this indicator is only 3.26. Then the first calibration point matches the observed values, the second one the maximum satisfaction values:

$$P_1 = [99.73 (R); 3.26 (S)] \quad P_2 = [100.00 (R_{max}); 5 (S_{max})]$$

The fact that only a marginal 0.27 percentage points of the service regularity corresponds to about one third of the satisfaction score shows an high sensitivity of the user to this characteristic. As known, the compliance of the service offered to the scheduled one is taken for granted by users who consider unacceptable the skip of even a single ride of those referred in the timetable. However, although the correlated values of the regularity and satisfaction are compatible with each other, it is possible that the data provided by the operator regarding the regularity may be overestimated, even deliberately, because in the investigation sub-area, as in the entire district gravitation area, there is no service automatic monitoring.

Rides punctuality

The service management agreed with the contract-out authority to consider "delayed" the rides arriving to the terminal later than 15 minutes the scheduled time and to ignore on this delay the urban leg of the route. Thus the

⁽¹⁾ Average value referred to the whole service in the region, not taking into account the skipped rides due to strike.

SCIENZA E TECNICA

stante i dati forniti dal gestore diano una regolarità (R) del 99,73%⁽¹⁾, la soddisfazione media (S) rilevata per tale indicatore è soltanto di 3,26. Ne derivano i due punti di calibrazione, il primo corrispondente ai valori osservati, il secondo a quelli di massima soddisfazione:

$$P_1 = [99,73 (R); 3,26 (S)] \quad P_2 = [100,00 (R_{max}); 5 (S_{max})]$$

Il fatto che un marginale di soli 0,27 punti percentuali della regolarità del servizio corrisponda a circa un terzo del punteggio di soddisfazione evidenzia una elevatissima sensibilità dell'utenza alla caratteristica in questione. Come è noto infatti, la rispondenza del servizio offerto a quello programmato viene data per scontata dagli utenti che giudicano intollerabile l'eliminazione anche di una sola corsa di quelle contemplate nell'orario. Tuttavia, pur essendo più che compatibili tra loro i valori della regolarità e della soddisfazione messi in relazione, non è possibile escludere che il dato fornito dal gestore relativamente alla regolarità possa essere sovrastimato, anche volutamente, dato che nell'area di indagine, come nell'intero bacino di traffico provinciale, non esiste il monitoraggio automatico del servizio offerto.

Puntualità delle corse

Il gestore del servizio ha concordato con l'ente appaltante di considerare "in ritardo" le corse che arrivano al capolinea oltre 15 minuti dopo l'orario previsto trascorrendo, nella rilevazione di questo dato, le tratte urbane del percorso. Pertanto la puntualità sulle linee considerate, misurata dall'esercente con il criterio anzidetto è del 99,89%. Il valore di soddisfazione rilevato dalle interviste per tale indicatore è 2,83. Quindi assumendo il 100% come valore a cui fare corrispondere la massima soddisfazione, i punti di calibrazione sono

$$P_1 = [99,89 (R); 2,83 (S)] \quad P_2 = [100,00 (R_{max}); 5 (S_{max})]$$

Sulla puntualità, grazie ad una domanda filtro posta nel questionario, è stata rilevata anche la causa a cui gli utenti attribuiscono eventuali ritardi. Tale quesito è stato rivolto solo a chi ha definito il TPL per nulla, poco o sufficientemente puntuale. Il campione interpellato ha individuato nelle eccessive fermate il motivo principale dei ritardi (47% delle preferenze), seguito dalla percezione di accumulo del ritardo lungo tutto il percorso e nei centri abitati a causa del traffico, rispettivamente con il 28% e il 26% dei voti.

Anche per la puntualità, come già per la regolarità, si rileva una spiccata sensibilità dell'utenza evidenziata da forti variazioni della soddisfazione a fronte di variazioni minime dell'indicatore.

Nel caso specifico tuttavia si è potuto notare, proprio attraverso le risposte date alla domanda filtro, l'esistenza di presupposti diversi nella stima della puntualità effettuata dagli utenti e del gestore. Stante la possibilità di una sovra-

punctuality of these bus lines, apprised by the management on the basis of the above mentioned method, is 99.89%. The satisfaction surveyed for this indicator is 2,83. Therefore, assuming the 100% as the value that matches the maximum satisfaction, the calibration points are:

$$P_1 = [99,89 (R); 2,83 (S)] \quad P_2 = [100,00 (R_{max}); 5 (S_{max})]$$

About the punctuality, thanks to a filter question in the questionnaire, we also surveyed the reason of the possible delay identified by the passengers. This question was addressed only to the respondents that stated the rides not at all, not much or enough on time. The polled sample identified the main reason of the delay in the excessive stops (47%) and then in the delay run up along the whole route and the towns (respectively 28% and 26%).

Also for the punctuality, as the regularity, there is a strong sensitivity of the users highlighted by marked differences in satisfaction against of small variations of the indicator.

However in case, we could observe, through the answers to the filter question, the existence of different assumptions in the punctuality assess made by users and the operator. Given the possibility of a parameter overestimation by the latter as we have just said about the regularity, the operator measures the punctuality by taking account the only open-road routes, while the user estimates it with reference to the whole journey on public transport, including also any urban route where the bus accumulate more delay.

Vehicle reliability

The data apprised by the service management for this characteristic, that has a satisfaction level of 2,55, are substantially linked both to the service regularity and the rides punctuality. In fact the management doesn't collect information about typical parameters related to the reliability, as the maintenance time spent per 100,000 km of haul, but it has the number of spare vehicles, mobile garages, cancelled rides because of a broken down bus and the rides restored inside 30 minutes from the broken down and hence delayed.

Lacking of clear and exhaustive data, we skipped the calibration of the utility function for this characteristic.

Staff courtesy

As we cannot link this characteristic to a numerical indicator by which to measure it, we surveyed the willingness to pay for an improvement. So we restricted ourself to report the satisfaction stated by the users about the staff courtesy, that is 3,30 (thus more than sufficient), without to calibrate the utility function.

To raise the total customer satisfaction they have to define guideline for the staff behaviour, then to survey again this parameter and, if necessary, to provide for new improvements.

⁽¹⁾ Valore medio riferito all'intero servizio nella regione senza tener conto delle corse soppresse per sciopero.

SCIENZA E TECNICA

stima del parametro da parte di quest'ultimo per quanto già detto a proposito della regolarità, la puntualità è da questi misurata tenendo conto delle sole tratte extraurbane, mentre l'utente la valuta con riferimento all'intero percorso effettuato sul mezzo pubblico, comprensivo anche degli eventuali tratti urbani dove si accumulano i maggiori ritardi.

Affidabilità del veicolo

Relativamente a questa caratteristica che presenta un livello di soddisfazione pari a 2,55, i dati forniti dal gestore individuano un sostanziale legame sia con la regolarità del servizio che con la puntualità delle corse. Non vengono, infatti, fornite informazioni riguardo caratteristiche prettamente riconducibili all'affidabilità, come le ore di manutenzione svolte in relazione del chilometraggio, piuttosto vengono citati i dati riguardo i mezzi in scorta, le officine mobili, le corse sopprese, e quindi irregolari, e le corse ripristinate entro 30 minuti dal guasto, per cui in ritardo.

In assenza di dati chiari e completi si è tralasciata la calibrazione della funzione di utilità per tale caratteristica.

Cortesia del personale

Poiché è impossibile collegare a questa caratteristica un indicatore numerico che sia in grado di rappresentarla, si è rilevata la disponibilità a pagare per un miglioramento. Pertanto ci si è limitati a riportare il valore di soddisfazione espresso dall'utenza relativamente alla cortesia del personale, pari a 3,30, ampiamente sufficiente quindi, senza calibrare la funzione di utilità. Sarà necessario poi, una volta stabilite delle linee comportamentali da far osservare al personale, rivalutare tale parametro al fine di prevedere i necessari miglioramenti fino a giungere alla completa soddisfazione della clientela.

Attenzione all'ambiente

La direttiva europea 2001/27/CEE impone tra l'altro, agli autobus messi in servizio successivamente alla data del 1/10/2010, la dotazione di un dispositivo di controllo dell'inquinamento allo scarico. La percentuale di veicoli dotati di tale dispositivo, che è attualmente del 54,6% per il servizio esaminato, è stata assunta come parametro indicativo della caratteristica in questione. La soddisfazione emersa dalle indagini è 2,55 e conseguentemente i punti di calibrazione sono:

$$P_1 = [54,6 (R); 2,55 (S)] \quad P_2 = [100,00 (R_{max}); 5 (S_{max})]$$

Naturalmente l'utente non è al corrente delle normative in vigore né dei dispositivi anti-inquinamento montati sui veicoli e giudica l'attenzione all'ambiente soltanto sulla base del fumo visibile e del rumore prodotti dal veicolo che rileva quando egli è a terra.

Si rileva quindi, in modo più marcato in questo caso, una situazione più volte riscontrata in questo studio e in generale nelle analisi sulla soddisfazione dell'utente, caratterizzata dalla mancata o inesatta conoscenza da parte di quest'ultimo del valore oggettivo raggiunto dal parametro rappresentativo di una data caratteristica del servizio

Environment careful

The European directive 2001/27/CEE forces, inter alia, the buses, come into service after the 1/10/2010, to have an exhaust device for the pollution control. We assumed the percentage of the vehicle fleet equipped with this device as parameter indicative of the characteristic at issue (54.6% at the present for the examined service). The surveyed satisfaction is 2,55 and therefore the calibration points are:

$$P_1 = [54,6 (R); 2,55 (S)] \quad P_2 = [100,00 (R_{max}); 5 (S_{max})]$$

Of course, the user is not aware of the regulations or the anti-pollution devices installed on vehicles and so he regards the environment careful only by the visible smoke and noise produced by the vehicle that he observes when is ashore.

Therefore we can note, more markedly in this case, a situation often found in this research and overall in the analyses on customer satisfaction, characterized by lack or incorrect knowledge, by the user, of the objective value achieved by the parameter representative of a given feature of the service and consequently the need for the user to express an opinion only on the basis of a perception of the same feature. This fact does not undermine the effectiveness of utility functions at all, which actually must represent the relationship between changes in measurable characteristics of the service and resulting changes in perceived utility (satisfaction). So the user ignores, the most of the time, the objective values achieved by these characteristics and then expresses his satisfaction on the basis of perceived (and not known) values. Moreover, the objective pursued through the utility functions is to create tools to evaluate user satisfaction due to the enhancement of features resulting from targeted investment.

Rides load

The data provided by the service management and surveyed by the questionnaires give an average load of about 22 passenger / ride and a satisfaction level of 2.73. Thus, taking into account the bus capacity of 54 seats, we used an emptying index

$$R' = 54 - 22 = 32 \text{ free seats / ride}$$

So that the calibration points are:

$$P_1 = [(54-22) (R); 2,73 (S)] \quad P_2 = [(54-1) (R_{max}); 5 (S_{max})]$$

Travel safety

We linked the travel safety to the average number of accidents. This parameter appraised by the service management has the value of 0.04% accidents / total rides, that is 99.96% safe rides / total rides (the complementary value to 1). The survey highlighted an user satisfaction on this characteristic equal to 3.53. From this, we recognize the calibration points in:

$$P_1 = [99,96 (R); 3,53 (S)] \quad P_2 = [100 (R_{max}); 5 (S_{max})]$$

SCIENZA E TECNICA

e conseguentemente dalla necessità di esprimere un giudizio solo sulla base di una percezione della stessa caratteristica. Ciò non vanifica affatto l'efficacia delle funzioni di utilità alle quali è richiesto proprio di rappresentare la relazione fra variazioni misurabili delle caratteristiche del servizio e conseguenti variazioni dell'utilità percepita (soddisfazione) da parte dell'utente, nonostante quest'ultimo ignori, il più delle volte, i valori oggettivi raggiunti da tali caratteristiche e quindi esprima la soddisfazione sulla base di valori percepiti delle stesse. Peraltro la finalità perseguita attraverso la costruzione delle funzioni di utilità è quella di realizzare uno strumento per valutare il grado di soddisfazione dell'utente per effetto del potenziamento di una caratteristica conseguente ad investimenti mirati.

Affollamento delle corse

I dati forniti dal gestore e rilevati dalle interviste, individuano un affollamento medio di circa 22 passeggeri/corsa e un grado di soddisfazione di 2,73 per cui, tenendo presente la capienza media degli autobus utilizzati che è di 54 posti, si è utilizzato un indice di svuotamento o di disaffollamento [$R' = 54 - 22 = 32$ posti liberi/corsa] per cui i punti di calibrazione sono risultati:

$$P_1 = [(54-22) (R); 2,73 (S)] \quad P_2 = [(54-1) (R_{max}); 5 (S_{max})]$$

Sicurezza del viaggio

La sicurezza del viaggio è stata ricondotta alla sines-
trosità media. Tale parametro rilevato dal gestore assume il valore di [0,04% sinistri/corse totali] che significa [99,96% corse sicure/corse totali] (il complementare a 1 del valore delle corse incidentate). Le indagini hanno messo in luce una soddisfazione dell'utenza rispetto a questa caratteristica pari a 3,53.

Da ciò si individuano i punti di calibrazione in:

$$P_1 = [99,96 (R); 3,53 (S)] \quad P_2 = [100 (R_{max}); 5 (S_{max})]$$

Sicurezza personale e patrimoniale

Anche per quanto riguarda questa caratteristica non è stato possibile costruire la funzione di utilità. Infatti, a fronte di una soddisfazione rilevata molto alta (4,05), i dati forniti dal gestore non presentano alcuna segnalazione relazionabile ad episodi molesti e pertanto è impossibile calibrare una funzione d'utilità. Naturalmente maggiori livelli di soddisfazione della clientela possono essere raggiunti anche soltanto rendendo noto presso gli utenti l'elevato livello di sicurezza personale di cui già godono.

Pulizia del veicolo

La soddisfazione relativa alla pulizia dei mezzi è 2,72, quindi appena insufficiente. Tale dato è ricollegabile agli attuali cicli di pulizia dei mezzi che vengono effettuati settimanalmente sugli esterni e due volte a settimana negli interni.

Assumendo come parametro di riferimento il numero mensile di igienizzazioni interne, verso cui l'utenza è naturalmente più sensibile, e facendo corrispondere la sod-

Individual security

For this characteristic too we cannot build the utility function. In fact, against a very high surveyed satisfaction (4.05), the data appraised by the service management have no record of pick-pocketing and harassment. Of course to raise the customer satisfaction, it is probably enough to publicize to the users the high individual safety that they already benefit.

Vehicle cleaning

The satisfaction for the vehicle cleaning is 2.72, then hardly adequate. This parameter is linked to the vehicles cleanliness cycles that, at the present, are made weekly outside and twice a week inside.

Assuming as reference parameter the number of inside cleanliness towards the passengers are obviously more sensitive and matching the maximum satisfaction to the daily cleanliness in the 26 working days in a month, we obtain:

$$P_1 = [8.6 (R); 2.72 (S)] \quad P_2 = [26 (R_{max}); 5 (S_{max})]$$

Vehicle age

The building of the utility function for this characteristic involved some more complexity. In fact the vehicle age is an indicator to minimize to increase the utility. Besides, in the analysed case, the management is not forced on a maximum age of the running buses but only on the limit of 12 years for the average age of the whole fleet and the age of the buses now coming in the service that must not exceed 18 years. The available data are only the average age of the present bus fleet (10.5 years), its granted limit (12 years) and the surveyed satisfaction (2.76).

Setting the maximum satisfaction matching a totally new bus fleet (0 years), with the calibration points:

$$P_1 = [10.5 (R); 2.76 (S)] \quad P_2 = [0 (R_{max}); 5 (S_{max})]$$

we get the following expression:

$$S' = \ln \left[\frac{e^{2.76} - e^5}{9,5} \cdot x + e^5 \right]$$

Equalizing this formula to 1 (value of the maximum dissatisfaction) and solving it by x , we obtain the age corresponding to $S = 1$, that is:

$$x = \frac{21 \cdot (e^5 - e)}{2 \cdot e^5 - 2 \cdot e^{2.76}} = 11,535766$$

Known this value, we can calculate the years separating the medium age of the bus fleet from the dissatisfaction threshold and then build the utility function forcing the transit of its logarithmic expression for the following points:

$$P_3 = [11.54 (R_{min}); 1 (S_{min})] \quad P_4 = [0 (R_{max}); 5 (S_{max})]$$

SCIENZA E TECNICA

disfazione massima alla pulizia quotidiana nei 26 giorni lavorativi di un mese, otteniamo:

$$P_1 = [8,6 (R); 2,72 (S)] \quad P_2 = [26 (R_{max}); 5 (S_{max})]$$

Vetustà del veicolo

La costruzione della funzione di utilità relativa a questa caratteristica ha comportato qualche complessità aggiuntiva. Infatti l'età dei mezzi è un indicatore da minimizzare per aumentare l'utilità ed inoltre, nel caso in esame, al gestore non è imposto un valore massimo di obsolescenza degli autobus circolanti ma soltanto di quelli di nuova immissione in servizio la cui età non può superare i 18 anni nonché un limite di età media del parco circolante di 12 anni. I dati a disposizione sono quindi soltanto l'età media del parco autobus attuale (10,5 anni) e quella media limite (12 anni), oltre al livello di soddisfazione rilevato (2,76).

Ponendo il livello massimo di soddisfazione in corrispondenza di un parco veicoli totalmente nuovo (0 anni), con i punti di calibrazione:

$$P_1 = [10,5 (R); 2,76 (S)] \quad P_2 = [0 (R_{max}); 5 (S_{max})]$$

si giunge alla formulazione:

$$S' = \ln \left[\frac{e^{2,76} - e^5}{9,5} \cdot x + e^5 \right]$$

che, posta uguale ad 1 (valore della massima insoddisfazione) e risolta per x, fornisce il numero di anni cui corrisponde S=1 e cioè:

$$x = \frac{21 \cdot (e^5 - e)}{2 \cdot e^5 - 2 \cdot e^{2,76}} = 11,535766$$

Definita tale grandezza, è possibile individuare gli anni che separano la vita media del parco bus a disposizione dalla soglia di insoddisfazione e quindi giungere alla costruzione dell'espressione d'utilità impostando il transito della funzione logaritmica in base naturale per i seguenti punti

$$P_3 = [11,54 (R_{min}); 1 (S_{min})] \quad P_4 = [0 (R_{max}); 5 (S_{max})]$$

La soluzione, certamente più semplice, consistente nel mettere in relazione la massima insoddisfazione dell'utente con l'età massima ammessa, nello specifico contratto di servizio, per i veicoli circolanti non avrebbe certo influito favorevolmente sulla generalizzabilità della funzione di utilità costruita e peraltro, nel caso in esame, sarebbe stata di impossibile attuazione non essendo tale valore fissato dal contratto. Neanche è opportuno assumere come riferimento direttamente l'età massima contrattuale stabilita per gli autobus di nuova immissione in servizio (18 anni) in quanto questo dato è poco rappresentativo dell'età massima o media dei veicoli effettivamente circolanti, ricorrendosi solo eccezionalmente nella regione all'immissione di veicoli usati su questo tipo di servizio.

The solution to relate the maximum user dissatisfaction with the maximum age allowed for vehicles in the specific service contract would not have impacted positively on the generalizability of the built utility function and also, in this case, it would be impossible to implement because the vehicles maximum age is not set by the contract. Neither it is appropriate to refer maximum user dissatisfaction directly to the contract maximum age set for buses entering into service (18 years) as this datum is not representative of the fleet maximum or average age, in fact, only exceptionally in this region, vehicles used enter into this type of service.

Disable passenger devices on board

Despite of the clear dissatisfaction surveyed about this characteristic (S=1.84), there is not so much desire to improve it: the assigned average importance is 6.37 and meantime we observed an high variability of the stated weight among the respondents. Therefore, against an advanced civil awareness of a good part of the sample, a relevant share of persons does not give high intervention priority to this characteristic.

The service management stated that only the 3.77% of the vehicles meets the rules in matter of disabled peoples, while the agreement subscribed with the contracting out authority sets that the 20% of the buses purchased after 2009 must be fitted with devices for disable customers.

Therefore the calibration makes use of the two points:

$$P_1 = [3,77 (R); 2,84 (S)] \quad P_2 = [20 (R_{max}); 5 (S_{max})]$$

Here are the features of the service for which the satisfaction was assessed by the willingness to pay for improvement.

Comfort

As other characteristics, the comfort cannot be defined by a measurable parameter and then by an utility function linked to the increase of this parameter. However, by surveyed data about the user's willingness to pay for 4 possible comfort improving scenarios, we can build a parametric linear function relating this actions implementation, even if partial, to the satisfaction. We opted to set some satisfaction interval, suitable for the proposed improvements, drawn by linear functions whose gradient is related to the marginal utility, that is to the surveyed willingness to pay.

The proposed utility expression has this form:

$$S^* = k \cdot (\beta_1 \cdot x_1 + \beta_2 \cdot x_2 + \beta_3 \cdot x_3 + \beta_4 \cdot x_4)$$

where:

S^* = present satisfaction level for comfort equal to 2.64;

k = calibration parameter;

$\beta_{1...4}$ = gradient of the utility function for the improvement specified in the subscript, identified by the willingness to pay; these function are related to those improve-

SCIENZA E TECNICA

Attrezzature per disabili a bordo

Nonostante la netta insoddisfazione rilevata rispetto a questa caratteristica ($S=1,84$), non emerge un'altrettanta decisa volontà volta al miglioramento: l'importanza attribuita presenta, infatti, un valore pari a 6,37, ed al tempo si registra una sostanziale dicotomia nelle frequenze relative all'attribuzione del "peso" di questo indicatore. Pertanto, a fronte di una coscienza civile abbastanza sviluppata mostrata da buona parte del campione, esiste comunque un'aliquota piuttosto consistente di persone che non confrisce al parametro in esame una priorità di intervento alta.

Il gestore ha dichiarato che solo il 3,77% dei veicoli risponde alle esigenze di legge in materia di disabili mentre il contratto sottoscritto con l'ente appaltante prevede che il 20% dei mezzi acquistati successivamente al 2009 sia equipaggiato con dotazioni in grado di rispettare le esigenze della clientela disabile.

Pertanto la calibrazione si avvale dei punti:

$$P_1 = [3,77 (R); 2,84 (S)] \quad P_2 = [20 (R_{max}); 5 (S_{max})]$$

Seguono le caratteristiche del servizio per le quali la soddisfazione è stata valutata attraverso la disponibilità a pagare per un miglioramento.

Comfort

Il comfort, come già per altre caratteristiche, non può essere univocamente definito da un parametro misurabile, e quindi da una funzione d'utilità legata all'incremento del criterio scelto. Tuttavia avvalendosi dei dati rilevati nelle interviste circa la disponibilità a pagare da parte dell'utenza per 4 possibili azioni migliorative del comfort, è comunque realizzabile una funzione parametrica a sviluppo lineare che mette in relazione l'attuazione, anche parziale, di tali azioni con la soddisfazione. Si è scelto cioè di individuare degli intervalli di soddisfazione propri delle migliori proposte, caratterizzati da funzioni ad andamento lineare, la cui pendenza è posta in rapporto con l'utilità marginale individuata, cioè con la disponibilità a pagare rilevata.

L'espressione d'utilità proposta si presenta nella forma seguente:

$$S^* = k \cdot (\beta_1 \cdot x_1 + \beta_2 \cdot x_2 + \beta_3 \cdot x_3 + \beta_4 \cdot x_4)$$

dove:

S^* = livello di soddisfazione attuale legato al comfort, pari a 2,64;

k = parametro di calibrazione;

$\beta_{1..4}$ = parametro indicante la pendenza della funzione d'utilità relativa alla miglioria indicata in pedice, individuata dalla disponibilità a pagare espressa in Euro relativamente alle migliori non descritte da altri parametri direttamente rilevati e cioè della presenza a bordo di più spazio, impianto TV per intrattenimento, distributori di bevande e snack e servizi igienici;

$x_{1..4}$ = percentuale di attuazione sul totale, della miglioria indicata in pedice.

ments not described by other directly surveyed parameters, that is more space on board, television for entertainment, soft drink and snack dispensers, toilette;

$x_{1..4}$ = implementation percentage for the improvement specified in subscript.

Replacing the β with the surveyed willingness to pay, we obtain the utility function (at the section end) built with the maximum value of $x_{1..4}$ corresponding to the improvements implementation on all buses. If not, because of the formula in question is a sum of linear functions, we can draw, by interpolation, the satisfaction for values of $x_{1..4}$ from 0 to 100 indicating a partial implementation of the improvements.

Customer information on board

The characteristic in question, even if can be represented by a measurable parameter, was appraised by the willingness to pay for improving actions, because easier to quantify. This to overcome the difficulty of the customers to understand the characteristic "information on board" that is unknown for the most part of them.

The intervention hypothesis lies in the installation on vehicles of satellite positioning systems able to announce the next stop and the residual time for it. The customers stated a willingness to an additional payment of 4,34 Eurocent per trip for this improvement, equivalent to the 4% of the average price paid by each passenger of the whole suburban bus network in the district gravitation sub-area, that is about 1 Euro. The unavailability of disaggregated data on revenues and passenger distances does not allow to relate the value of this willingness to pay to the average price paid in the specific area of investigation or to that one for different classes of travel.

Services at stops

Because it's very difficult to carry out a census of all the extent services and their maintenance, we opt to propose to the users an improvement consisting of shelters in all stops.

While the surveyed satisfaction for this indicator is 2,32, the willingness to pay for the aforesaid improvement, that is 6,53 Eurocent per trip (the 7% of the medium price), posts it on the third position for popularity among the eight proposed ones.

Disable passenger devices at stops

The satisfaction for this characteristic has a value of 1,73, that is the surveyed lower one. Despite of that, like for the parameter "disable passenger devices on board", the users did not reveal themselves very interested to solve this problem. In fact they assigned to it the 13th priority level with an importance of 6,58.

With the same remarks discussed above for "disable passenger devices on board" characteristic, we preferred to use the willingness to pay for an improvement of this as-

SCIENZA E TECNICA

Sostituendo alle β la disponibilità a pagare rilevata dalle indagini si ottiene la funzione di utilità riportata alla fine del capitolo che è riferita al caso in cui $x_1 \dots x_4$ assumano contemporaneamente il valore massimo, corrispondente all'applicazione delle migliori su tutti gli autobus. Diversamente, trattandosi di una composizione di funzioni lineari, la soddisfazione per i valori di $x_1 \dots x_4$ compresi tra 0 e 100, caratteristici di un'attuazione parziale delle migliori, sarà da ricavare per interpolazione.

Informazioni all'utenza a bordo

L'indicatore in esame, sebbene possa essere ricondotto ad un'analisi strumentale univoca in funzione della variazione di un parametro misurabile, è stato valutato tramite la disponibilità a pagare nell'ipotesi di scenari migliorativi perché più facilmente quantificabile. Ciò per superare la difficoltà di comprensione, riscontrata nella clientela, circa la caratteristica "informazioni a bordo" che è risultata sconosciuta ai più.

L'ipotesi di intervento prospettata consiste nella installazione, a bordo degli autobus, di sistemi di rilevamento satellitare in grado di segnalare la fermata successiva ed il tempo necessario al suo raggiungimento. Tale miglioria è stata valutata dall'utenza con un esborso aggiuntivo medio, sul costo del biglietto, di 4,34 € cent equivalenti ad una percentuale del 4% della tariffa media pagata da ciascun passeggero sull'intera rete delle autolinee extraurbane del bacino di traffico provinciale che è di circa 1 Euro. L'indisponibilità di dati disaggregati sui ricavi e sulle percorrenze dei passeggeri non permette di rapportare il valore di tale disponibilità a pagare alla tariffa media della specifica area di indagine né a quella relativa a differenti classi di percorrenza.

Attrezzature alle fermate

Essendo impossibile censire tutte le strutture presenti ed il loro stato di conservazione, è sembrato opportuno proporre, all'utenza, la valutazione di una ipotesi migliorativa in cui tutte le fermate si presentino attrezzate di pensiline coperte.

Mentre la soddisfazione media rilevata per l'indicatore in questione è 2,32, la disponibilità a pagare per questa miglioria è 6,53 € cent (pari al 7% della tariffa media) collocando tale ipotesi di intervento al terzo posto in ordine di gradimento fra le otto prospettate.

Attrezzature per disabili a terra

La soddisfazione relativa a tale caratteristica presenta un valore di 1,73 che è in assoluto il minore riscontrato. Nonostante ciò, al pari dell'indicatore relativo alle attrezature per disabili a bordo, l'utenza non si è mostrata particolarmente interessata alla risoluzione di tale problematica, assegnandole il 13° livello di priorità, con un'importanza media pari a 6,58.

Ritenendo valide le considerazioni mosse per il parametro precedente (attrezature alle fermate) anche per l'indicatore in esame si è preferito stimare la disponibilità

pect. We asked to the respondents to state their willingness to pay for disable passenger devices (as ramps, handrails, etc.) at all stops. In opposition to the assigned importance, this action posted as the second more popular with a willingness for addition payment of 7.78 Eurocent per trip (the 8% of the medium price).

Customer information at stops

A reconnaissance of the stops in the examined area showed many missing or illegible information boards. This suggested to represent the improvement perception, not by an utility function, but by the willingness to pay for a better condition consisting of "intelligent" information boards, able to give information in real time, at all stops. This innovation, despite of a present quite low satisfaction level for the related characteristic (2.73), is the least pleasing, even if it is creditable of an average ticket increase of 4,20 Eurocent (the 4% of the medium price).

The table 3 contains the calibration parameters related to each of the measurable characteristics (excluding non-measurable characteristics as mentioned earlier); the utility functions formulations follow.

The built utility functions (with reference to the number in the table 3) are listed consecutively.

- $$\begin{aligned} [1] \quad U &= \ln \left\{ \frac{100 \cdot (e^5 - e^{3,26}) \cdot x + 10000 \cdot e^{3,26} - 9973 \cdot e^5}{27} \right\} \\ [2] \quad U &= \ln \left\{ \frac{e^5 - e^{2,83}}{0,11} \cdot x + \left(e^5 + 100 \cdot \frac{e^{2,83} - e^5}{0,11} \right) \right\} \\ [5] \quad U &= \ln \left\{ \frac{e^5 - e^{2,55}}{45,4} \cdot x + \left(e^5 + 100 \cdot \frac{e^{2,55} - e^5}{45,4} \right) \right\} \\ [6] \quad U &= \ln \left\{ \frac{e^5 - e^{2,73}}{21} \cdot x + e^5 - \frac{53}{21} \cdot (e^5 - e^{2,73}) \right\} \\ [7] \quad U &= \ln \left\{ \frac{e^5 - e^{3,53}}{0,04} \cdot x + e^5 - \frac{100}{0,04} \cdot (e^5 - e^{3,53}) \right\} \\ [9] \quad U &= \ln \left\{ \frac{e^5 - e^{2,72}}{17,4} \cdot x + e^5 - \frac{26}{17,4} \cdot (e^5 - e^{2,72}) \right\} \\ [10] \quad U &= \ln \left\{ \frac{e^5 - e}{11,535766} \cdot x + e \right\} \\ [11] \quad U &= 2,64 + \frac{9,6603}{100 \cdot (0,0821 \cdot x_1 + 0,0560 \cdot x_2 + 0,0542 \cdot x_3 + 0,0520 \cdot x_4)} \\ [12] \quad U &= \ln \left\{ \frac{e^5 - e^{1,84}}{16,23} \cdot x + e^5 - \frac{20}{16,23} \cdot (e^5 - e^{1,84}) \right\} \end{aligned}$$

4. The intervention scenarios

We defined the intervention scenarios on the basis of the weighted satisfaction for the different characteristics.

SCIENZA E TECNICA

a pagare relativa alla realizzazione di un miglioramento di tale aspetto. È stato perciò richiesto agli intervistati di valutare la disponibilità a pagare per disporre, a tutte le fermate, di attrezzature in grado di soddisfare le esigenze dei disabili a terra, come rampe d'accesso, corrimani ecc. Contrariamente ai pareri espressi in termini di importanza, tale intervento è risultato il secondo più gradito con una spesa aggiuntiva media accettata di 7,78 € cent a viaggio (8% della tariffa media).

Informazioni alla clientela a terra

Una riconoscione delle fermate nell'area di studio ha mostrato molte paline mancanti o rese illeggibili. Ciò ha suggerito di individuare la percezione del miglioramento, non attraverso una funzione d'utilità, ma tramite la disponibilità a pagare per una situazione migliorativa rappresentata dalla presenza, a tutte le fermate, delle "paline intelligenti" in grado di fornire informazioni in tempo reale. Tale innovazione, nonostante un livello di soddisfazione attuale della caratteristica in questione piuttosto basso (2,73), è stata percepita come la meno gradita se pure meritevole di un incremento medio sul costo della singola corsa di 4,20 € cent (4% della tariffa media).

La tabella 3 raccoglie i parametri di calibrazione per ciascuna delle caratteristiche misurabili (sono escluse quelle relative alle caratteristiche non misurabili per quanto detto in precedenza); seguono le espressioni delle funzioni di utilità.

Le funzioni di utilità costruite (con il riferimento numerico di cui alla tabella 3 sono elencate di seguito

$$\begin{aligned} [1] \quad U &= \ln \left\{ \frac{100 \cdot (e^5 - e^{3,26}) \cdot x + 10000 \cdot e^{3,26} - 9973 \cdot e^5}{27} \right\} \\ [2] \quad U &= \ln \left\{ \frac{e^5 - e^{2,83}}{0,11} \cdot x + \left(e^5 + 100 \cdot \frac{e^{2,83} - e^5}{0,11} \right) \right\} \\ [5] \quad U &= \ln \left\{ \frac{e^5 - e^{2,55}}{45,4} \cdot x + \left(e^5 + 100 \cdot \frac{e^{2,55} - e^5}{45,4} \right) \right\} \\ [6] \quad U &= \ln \left\{ \frac{e^5 - e^{2,73}}{21} \cdot x + e^5 - \frac{53}{21} \cdot (e^5 - e^{2,73}) \right\} \\ [7] \quad U &= \ln \left\{ \frac{e^5 - e^{3,53}}{0,04} \cdot x + e^5 - \frac{100}{0,04} \cdot (e^5 - e^{3,53}) \right\} \\ [9] \quad U &= \ln \left\{ \frac{e^5 - e^{2,72}}{17,4} \cdot x + e^5 - \frac{26}{17,4} \cdot (e^5 - e^{2,72}) \right\} \\ [10] \quad U &= \ln \left\{ \frac{e^5 - e}{11,535766} \cdot x + e \right\} \\ [11] \quad U &= 2,64 + \frac{9,6603}{100 \cdot (0,0821 \cdot x_1 + 0,0560 \cdot x_2 + 0,0542 \cdot x_3 + 0,0520 \cdot x_4)} \\ [12] \quad U &= \ln \left\{ \frac{e^5 - e^{1,84}}{16,23} \cdot x + e^5 - \frac{20}{16,23} \cdot (e^5 - e^{1,84}) \right\} \end{aligned}$$

We got a sensitivity rating of the characteristics (table 4) making the difference to 5 of the surveyed satisfaction for each indicator (that is a size of the dissatisfaction) and multiplying this value for the corresponding importance.

So we built 4 quality increasing scenarios. The first three, taking into account the priority level in the table 4, mostly increase respectively the characteristics of the general service, of the on board one and of the at stop one; the fourth scenario, instead, is a kind of compromise acting in parallel on the general, on board and at stops characteristics by a set of interventions aimed to reduce the service criticalities. The improvement of the proposed value for each parameter was identified in order to define improvement scenarios that do not involve distortions, often unrealistic, in the characteristics of the service and therefore they are as realistic as possible, bearing in mind though that the only purpose of these checks is to test the developed methodology.

The four scenarios are explained in the table from 5 to 8.

The table 9 reports, for each one of the four intervention scenarios, the values given to the service parameters and highlights those ones developed with reference to the present scenario and also the forecast satisfaction drawn from the calibrated utility functions. Whereas the same values measured as a percentage with reference to the present scenario are related in table 10.

It is to underline that the analyzed options do not automatically outline financially possible or economically efficient projects, also because of, on the other hand, no cost assessment was made. These options are rather combination of intervention set on the basis of quality increase feasible purposes, that are targets stated in the service charter of the main bus company of the group carrying on the public transit in Basilicata region (Italy). However these scenarios are compatible with the needs brought to light by the survey, even if they are only aimed to verify the numerical operation and the relevance of the tuned methodology.

5. The best scenario selection by the multi-criteria analysis

Once defined the set of the options and their characteristics, we built the decision matrix measuring the accord of the scenarios (ordered on the rows) to the different criteria (in columns). That matrix is reported in table 11 that highlight the criteria for which the corresponding scenario provides for an improvement.

The weight associated to each criterion, that arose from the interviews dispensed to the sample, were standardized (so that their sum is 1 - table 12) to make easier their implementation in the spreadsheets, although that is not necessary if we solve the weighted decision matrix by a method based on the paired comparison.

TABELLA 3 - TABLE 3

ESPRESSIONE DELLE FUNZIONI DI UTILITÀ E RELATIVI ELEMENTI DI CALIBRAZIONE

CALIBRATION PARAMETERS AND REFERENCE NUMBER FOR THE UTILITY FUNCTIONS RENDERED BELOW

Parametro <i>Parameter</i>	(Corse effettuate) / (corse program) <i>(Carried out) / (scheduled routes)</i>	Non disponibile ⁽³⁾ <i>Not available⁽³⁾</i>	(Véhicoli con disp. controllo inquinanti) / (totale veicoli) (anti-pollution vehicles) / (fleet)	(posti liberi) / (corsa) ⁽⁴⁾ <i>(Empty seats) / (ride)⁽⁴⁾</i>	(corse-sinistri) / (corse) <i>(trades-accidents) / (rides)</i>	Non calcolab. ⁽⁵⁾ <i>Not calculable⁽⁵⁾</i>	(Operai, pulizia (Inside Cleaning)) / (vehicle) / (month) <i>(Workers, cleaning (Inside Cleaning)) / (vehicle) / (month)</i>	(Età di max insoddisfazione) - (età media) / (Max-unsatisfaction age) - (average age)	Disponibilità a pagare per le 4 milioni (Willingness to pay for the 4 improvements)	11. Comfort
Misura attuale con il parametro (1) <i>Present value (1)</i>	99,73 %	99,89 %		54,6 %	32	99,6 %		8,6	1,04	-
Soddisfazione rilevata <i>Satisfaction</i>	3,26	2,83	3,11	2,55	2,73	3,53	4,05	2,72	2,76	2,64
Punto calibraz. P1 <i>Calibration point P1</i>	99,73	3,26	99,89	2,83	5,46	2,55	32	2,73	99,6	3,53
Punto calibraz. P2 <i>Calibration point P2</i>	100	5	100	5	100	5	53	5	100	5
Funzione di utilità <i>Utility function</i>	[1]	[2]		[5]	[6]	[7]		[9]	[10]	[11] [12]

⁽¹⁾ Dati forniti dal gestore (COTRAB). Data provided by the operator (bus company COTRAB).

⁽²⁾ Le tratte urbane non sono tenute in considerazione. It does not take in account urban routes.

⁽³⁾ Il gestore (COTRAB) non rileva questo parametro perché lo considera inglobato nella puntualità delle corse dato che il guasto del mezzo comporta il ritardo. The operator (bus company COTRAB) does not observe this parameter considering it incorporated in the punctuality as the bus failure involves a delay > 15'.

⁽⁴⁾ Gli autobus utilizzati sono tutti da 54 posti. All the buses used have 54 seats.

⁽⁵⁾ Poiché il dato fornito dal gestore (COTRAB) è di 0 segnalazioni di molestie o borseggi, la funzione di utilità non è calcolabile. As the datum given by the operator (bus company COTRAB) is "no notification" (of pick-pocketing and harassment), the utility function is not calculable.

⁽⁶⁾ Età media dei veicoli = 10,5 anni; massimo valore dell'età media ammesso dal contratto = 12 anni. Pertanto ponendo P1(10,5; 2,76) e P2(0; 5) la funzione logaritmica dell'utilità diventa: $U = \ln \left[\frac{e^{2,76} - e^5}{9,5} \cdot x + e^5 \right]$ che posta = 1 (massima insoddisfazione) dà l'età media dei mezzi di massima insoddisfazione = 11,54. Pertanto il parametro di valutazione diventa la differenza dell'età media dei veicoli, rispetto all'età di massima insoddisfazione (11,54 anni). I punti di calibrazione diventano quindi P3(0, 1) e P4(11,54; 5). Buses medium age = 10,5 years; maximum value of average age allowed by the service contract = 12 years. Therefore set P1(10,5; 2,76) and P2(0; 5) the utility logarithmic function becomes: $U = \ln \left[\frac{e^{2,76} - e^5}{9,5} \cdot x + e^5 \right]$ that, equalized to 1 (maximum unsatisfaction), gives the buses average age for the maximum unsatisfaction = 11,54. Therefore the evaluation parameter becomes the difference between the average age and the maximum unsatisfaction age (11,54 years). So the buses average age for the maximum unsatisfaction points are P3(0, 1) e P4(11,54; 5).

⁽⁷⁾ Attualmente il 2,77% dei veicoli dispone di attrezzature per disabili. Il contratto prevede che il 20% dei mezzi acquistati dopo il 2009 abbia questo tipo di attrezzature. Currently 2,77% of buses have devices for disabled users. The service contract states that 20% of buses purchased after the 2009 must have these devices.

SCIENZA E TECNICA

4. Gli scenari di intervento

Le alternative di intervento sono state individuate in base alla soddisfazione pesata delle diverse caratteristiche. Operando la differenza a 5 della soddisfazione relativa ad ogni indicatore si è ricavata una misura del livello di insoddisfazione e, moltiplicando il valore ottenuto per la corrispondente importanza, si è costruita un graduatoria di sensibilità delle caratteristiche (tabella 4).

Si sono quindi costruiti quattro scenari di aumento della qualità. I primi tre, nel rispetto del livello di priorità messo in luce dalla tabella 4, migliorano in prevalenza rispettivamente le caratteristiche del servizio in generale, del servizio a bordo e di quello a terra; il quarto scenario rappresenta, invece, una sorta di compromesso che agisce contemporaneamente sulle caratteristiche generali, di bordo e di terra, attraverso l'individuazione di una serie di interventi mirati a ridurre le criticità del servizio individuate. Il miglioramento del valore proposto per ciascun parametro è stato individuato in modo da delineare scenari di miglioramento che non prevedano stravolgimenti, spesso irrealizzabili, delle caratteristiche del servizio e che quindi risultino il più possibile realistici, tenendo presente comunque che la sola finalità di queste verifiche è di provare la metodologia messa a punto.

I quattro scenari sono definiti nelle tabelle da 5 a 8.

La tabella 9 riporta, per ciascuno dei 4 scenari di intervento, i valori assegnati ai parametri rappresentativi delle caratteristiche del servizio con evidenziazione di quelli potenziati rispetto allo scenario attuale e la corrispondente soddisfazione attesa risultante dall'applicazione delle funzioni di utilità calibrate.

Nella tabella 10 sono invece raccolti gli stessi valori misurati in termini di miglioramento percentuale rispetto allo scenario attuale.

È da sottolineare che le alternative analizzate non individuano necessariamente dei progetti finanziariamente sostenibili o economicamente efficienti, non essendosene tra l'altro valutato il co-

TABELLA 4 - TABLE 4

LIVELLO DI PRIORITÀ PER L'INTERVENTO SULLE DIVERSE CARATTERISTICHE DEL SERVIZIO
PRIORITY LEVEL FOR THE INTERVENTION ON THE DIFFERENT SERVICE CHARACTERISTICS

Criteri <i>Criteria</i>	Soddisfazione <i>Satisfaction</i>	Complem. a 5 <i>Complement to 5</i>	Importanza <i>Importance</i>	Punteggio <i>Score</i>	Liv. Priorità <i>Priority level</i>
Regolarità del servizio <i>Service regularity</i>	3,26	1,74	7,51	13,06	14
Puntualità delle corse <i>Rides punctuality</i>	2,83	2,17	7,64	16,58	7
Affidabilità del veicolo <i>Vehicle reliability</i>	3,11	1,89	7,73	14,61	11
Cortesia <i>Staff courtesy</i>	3,30	1,70	7,83	13,31	13
Attenzione all'ambiente <i>Environment care</i>	2,55	2,45	6,34	15,53	9
Affollamento <i>Rides load</i>	2,73	2,27	6,23	14,14	12
Sicurezza del viaggio <i>Travel safety</i>	3,53	1,47	8,31	12,22	15
Sicurezza pers e patrim. <i>Individual security</i>	4,05	0,95	8,21	7,80	16
Pulizia del veicolo <i>Vehicle cleaning</i>	2,72	2,28	7,58	17,28	5
Vetustà del veicolo <i>Vehicle age</i>	2,76	2,24	6,62	14,83	10
Comfort del viaggio <i>Travel comfort</i>	2,64	2,36	7,13	16,83	6
Attrezzature per disabili a bordo <i>Disable passenger devices on board</i>	1,84	3,16	6,37	20,13	2
Informazioni all'utenza a bordo <i>User information on board</i>	2,59	2,41	6,78	16,34	8
Attrezzature alle fermate <i>Services at the stops</i>	2,32	2,68	7,27	19,48	3
Attrezzature per disabili a terra <i>Disable passenger devices at stops</i>	1,73	3,27	6,58	21,52	1
Informazioni all'utenza a terra <i>Customer information at stops</i>	2,37	2,63	6,68	17,57	4

SCIENZA E TECNICA

TABELLA 5 - TABLE 5

SCENARIO DI INTERVENTO 1 - INTERVENTION SCENARIO # 1

Obiettivo Objective	Miglioramento servizio complessivo <i>Total service improvement</i>			
Caratteristiche oggetto miglioramento <i>Characteristics to improve</i>				
Caratteristica Characteristic	Parametro di misura utilizzato <i>Measure parameter</i>	Valore attuale <i>Present value</i>	Valore di scenario <i>Scenario value</i>	Miglioramento <i>Improvement</i>
Puntualità delle corse <i>Rides punctuality</i>	% corse puntuali <i>% on time rides</i>	99,89%	99,91%	+ 0,02%
Attenzione all'ambiente <i>Environment care</i>	% bus con scarico anti-inquinamento <i>% bus with anti-pollution device</i>	54,6%	58%	+ 3,4%
Affollamento delle corse <i>Rides load</i>	Numero medio passeggeri /corsa <i>Number of passengers / ride</i>	22	20	- 9%
Comfort <i>Comfort</i>	% bus con impianto TV % bus con distributore bevande e snack <i>% bus with television</i> <i>% bus with soft drink e snack (SDS) dispenser</i>	0% 0%	20% 10%	+ 20% + 10%

TABELLA 6 - TABLE 6

SCENARIO DI INTERVENTO 2 - INTERVENTION SCENARIO # 2

Obiettivo Objective	Miglioramento servizio prevalentemente a bordo <i>Mainly on board service improvement</i>			
Caratteristiche oggetto miglioramento <i>Characteristics to improve</i>				
Caratteristica Characteristic	Parametro di misura utilizzato <i>Measure parameter</i>	Valore attuale <i>Present value</i>	Valore di scenario <i>Scenario value</i>	Miglioramento <i>Improvement</i>
Attrezzature per disabili a bordo <i>Disable pass. devices on board</i>	% bus con dispositivi per disabili <i>% bus with disable passenger devices</i>	3,77%	4,77%	+ 26%
Pulizia del veicolo <i>Vehicle cleaning</i>	Nunero igienizzazioni / mese <i>Number of cleanliness / month</i>	10	12	+ 20%
Affollamento delle corse <i>Rides load</i>	Numero medio passeggeri /corsa <i>Number of passengers / ride</i>	22	20	+2
Comfort <i>Comfort</i>	% bus con maggiore spazio rispetto all'attuale <i>% bus with more space per passenger</i>	0%	30%	+ 30%

sto, quanto piuttosto delle combinazioni di interventi scelti sulla base di obiettivi di miglioramento della qualità realizzabili, già individuati come obiettivo nella carta dei servizi della maggiore delle aziende consorziate affidatarie del servizio di trasporto pubblico locale in Basilicata. Tali scenari sono comunque compatibili con le esigenze messe in luce dalle interviste somministrate anche se hanno il solo scopo di verificare il funzionamento numerico e

The ELECTRE I method, adopted to select the best scenario [17], specifies the concordance (cik) and discordance (dik) indexes by the following formulas:

$$c_{ik} = \frac{\sum_{j \in \Psi_{i,k}} w_j}{\sum_{\forall j} w_j} \quad d_{ik} = \frac{\max_{j \in \Phi_{i,k}} (a_{i,j} - a_{k,j})}{\max_{\forall j} (a_{i,j} - a_{k,j})}$$

SCIENZA E TECNICA

TABELLA 7 - TABLE 7

SCENARIO DI INTERVENTO 3 - INTERVENTION SCENARIO # 3

Obiettivo Objective	Miglioramento servizio prevalentemente a terra <i>Mainly at stop service improvement</i>			
Caratteristiche oggetto miglioramento <i>Characteristics to improve</i>				
Caratteristica Characteristic	Parametro di misura utilizzato <i>Measure parameter</i>	Valore attuale <i>Present value</i>	Valore di scenario <i>Scenario value</i>	Miglioramento <i>Improvement</i>
Attrezzature per disabili a terra <i>Disable pass. devices at stops</i>	% fermate attrezzate per disabili <i>% stops with disable passenger devices</i>	0%	12%	+ 12%
Servizi alle fermate <i>Services at stops</i>	% fermate attrezzate con pensiline <i>% stops with shelters</i>	0%	12%	+ 12%
Informazione alla clientela a terra <i>Customer information at stops</i>	% fermate attrezzate con "paline intelligenti" (informazione in tempo reale) <i>% stops with intelligent information boards</i>	0%	12%	+ 12%
Comfort <i>Comfort</i>	% bus con impianto TV e distribuzione bevande e snack TV <i>% bus with television and SDS dispenser</i>	0%	15%	+ 15%

TABELLA 8 - TABLE 8

SCENARIO DI INTERVENTO 4 - INTERVENTION SCENARIO # 4

Obiettivo Objective	Miglioramento del servizio sotto tutti gli aspetti (complessivo, a bordo e a terra) <i>Reducing of overall criticalities</i>			
Caratteristiche oggetto miglioramento <i>Characteristics to improve</i>				
Caratteristica Characteristic	Parametro di misura utilizzato <i>Measure parameter</i>	Valore attuale <i>Present value</i>	Valore di scenario <i>Scenario value</i>	Miglioramento <i>Improvement</i>
Affollamento delle corse <i>Rides load</i>	Numero medio passeggeri /corsa <i>Number of passengers / ride</i>	22	21	- 5%
Servizi alle fermate <i>Services at stops</i>	% fermate attrezzate con pensiline <i>% stops with shelters</i>	0%	5%	+ 5%
Attrezzature per disabili a bordo <i>Disable pass. devices on board</i>	% bus con dispositivi per disabili <i>% bus with disable passenger devices</i>	3,77%	4,2%	+ 11%
Attrezzature per disabili a terra <i>Disable pass. devices at stops</i>	% fermate attrezzate per disabili <i>% stops with disable passenger devices</i>	0 %	5 %	+ 5%
Pulizia del veicolo <i>Vehicle cleaning</i>	Numero igienizzazioni / mese <i>Number of cleanliness / month</i>	10	11	+ 10%
Comfort <i>Comfort</i>	% bus con impianto TV <i>% bus with television</i> % bus con distributore bevande e snack <i>% bus with SDS dispenser</i>	0% 0%	25% 5%	+ 25% + 5%

TABELLA 9 – TABLE 9
VALORI DELLE CARATTERISTICHE E DELLA RELATIVA SODDISFAZIONE NEI QUATTRO SCENARI DI INTERVENTO
CHARACTERISTICS VALUES AND RELATED SATISFACTION IN THE FOUR INTERVENTION SCENARIOS

SCENARIOS	Servizio complessivo <i>Total service</i>			Servizio a bordo <i>On board service</i>			Servizio a terra <i>At stops service</i>			Parametro Soddisfaz. (9) Parameter Satisfaction (9)
	Puntualità delle corse <i>Rides punctuality</i>	Attenzione all'ambiente <i>Environment care</i>	Affollamento delle corse <i>Rides load</i>	Comfort del viaggio <i>Comfort</i>	Attrattive per disabili a bordo <i>Disable devices on board</i>	Pulizia del veicolo <i>Vehicle cleaning</i>	Attrazioni alle fermate Services at <i>stops</i>	Attrezzature per disabili a terra <i>Disable devices at stops</i>	Informazioni all'utenza a terra <i>Customer information at stops</i>	
1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	9
2	99,91	3,71	58,0	3,13	34	3,33	20+10 (*)	2,80	3,77	1,84
3	99,89	2,83	54,6	2,55	34	3,33	30 (**)	2,88	4,77	2,71
4	99,89	2,83	54,6	2,55	32	2,73	15 (***)	2,78	3,77	1,84

Parametri utilizzati: (1) % corse in orario; (2) % bus con dispositivo antinquinamento; (3) n. posti liberi per corsa; (4) specificato nelle note che seguono; (5) % di bus attrezzati; (6) n. cicli di pulizia mensili; (7), (8) e (9) % di fermate attrezzate. Parameters: (1) % rides on time; (2) % bus with anti-pollution devises; (3) free seats / ride; (4) described in the following notes; (5) % bus with devices; (6) number of cleanliness cycles per month; (7), (8) e (9) % stops with devices.

(*) 20% dei bus con impianto TV e 10% con distributori bevande e snack. 20% of the bus fleet with television and 10% with soft drink and snack dispensers.

(**) 30% dei bus con più spazio a bordo per passeggero. 30% of the bus fleet with more space per passenger.

(***) 15% dei bus con impianto TV e distributori di bevande e snack. 15% of the bus fleet with television and soft drink and snack dispensers.

(****) 25% dei bus con impianto TV e 5% con distributori di bevande e snack. 25% of the bus fleet with television and 5% with soft drink and snack dispensers

TABELLA 10 – TABLE 10
 VARIAZIONE, RISpetto ALLA SITUAZIONE ATTUALE, DELLE CARATTERISTICHE DEL SERVIZIO E DELLA SODDISFAZIONE ATTESA
 NEI QUATTRO SCENARI DI INTERVENTO – IMPROVING, WITH REFERENCE TO THE PRESENT SITUATION, OF THE SERVICE
 CHARACTERISTICS AND OF THE EXPECTED SATISFACTION IN THE FOUR INTERVENTION SCENARIOS

SCENARIOS	CRITERI: miglioramento percentuale dei parametri delle caratteristiche e della soddisfazione nei diversi scenari CRITERIA: percentage increase of the characteristics parameters and of the satisfaction in each scenario								
	Servizio complessivo <i>Total service</i>			Servizio a bordo <i>On board service</i>			Servizio a terra <i>At stops service</i>		
Puntualità <i>Rides punctuality</i>	Attenzione all'ambiente <i>Environment care</i>	Affollamento <i>Rides load</i>	Comfort del viaggio <i>Comfort</i>	Attrezzature per disabili <i>Disable devices on board</i>	Pulizia del veicolo <i>Vehicle cleaning</i>	Attrezzature alle fermate <i>Services at stops</i>	Attrezzature per disabili <i>Disable devices at stops</i>	Informazioni all'utenza a terra <i>Customer information at stops</i>	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1 0,02	31,1	6,2	22,7	6,3	22,0	20+ 10	6,1	0,0	0,0
2 0,0	0,0	0,0	0,0	6,3	22,1	30	9,0	26,5	47,4
3 0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	15	6,0	0,0	0,0	12,0
4 0,0	0,0	0,0	0,0	3,1	12,7	25+ 5	6,1	11,4	25,5
							10,0	29,2	12,0
								-	0,0

SCIENZA E TECNICA

l'applicabilità della metodologia messa a punto.

5. La selezione dello scenario migliore con l'analisi multi-criteri

Una volta definito l'insieme di scelta e le caratteristiche delle diverse alternative progettuali, si è costruita la matrice di decisione che individua il grado di rispondenza degli scenari alternativi (disposti lungo le righe) ai diversi criteri (presenti in colonna). Detta matrice è riportata nella tabella 11 che evidenzia i criteri per i quali lo scenario corrispondente prevede un miglioramento.

I pesi attribuiti a ciascun criterio, che sono quelli emersi dalle interviste somministrate al campione, sono stati standardizzati (in modo che la loro somma sia 1 – tabella 12) per facilità di implementazione nei fogli di calcolo, sebbene ciò non sia necessario se per l'elaborazione della matrice di decisione pesata si utilizza un metodo basato sul confronto a coppie.

Il metodo ELECTRE I di cui ci si è avvalsi per l'individuazione dello scenario migliore [17] definisce gli indici di concordanza (c_{ik}) e discordanza (d_{ik}) attraverso le seguenti formule:

$$c_{ik} = \frac{\sum_{j \in \Phi_{i,k}} w_j}{\sum_{\forall j} w_j} \quad d_{ik} = \frac{\max_{j \in \Phi_{i,k}} (a_{i,j} - a_{k,j})}{\max_{\forall j} (a_{i,j} - a_{k,j})}$$

$$\text{con } \Phi_{i,k} = \left\{ j \mid a_{i,j} < a_{k,j} \right\} \quad \Psi_{i,k} = \left\{ j \mid a_{i,j} \geq a_{k,j} \right\}$$

Da queste formule si ricavano gli indici di concordanza e di discordanza di ciascuno scenario rispetto a ciascun altro. I valori ottenuti sono raccolti nelle matrici C_{ik} e D_{ik}

$$C_{i,k} = \begin{pmatrix} - & 0,659 & 0,668 & 0,435 \\ 0,774 & - & 0,668 & 0,776 \\ 0,558 & 0,558 & - & 0,558 \\ 0,673 & 0,558 & 0,668 & - \end{pmatrix}$$

TABELLA 11 – *TABELLA 11*
MATRICE DI DECISIONE RELATIVA AI 4 SCENARI COSTRUITI
DECISION MATRIX OF THE FOUR BUILT SCENARIOS

		GENERALITÀ DEL SERVIZIO <i>Total service</i>				CRITERI <i>CRITERIA</i>				
		GENERALITÀ DEL SERVIZIO <i>Total service</i>		SERVIZIO DI BORDO <i>On board service</i>		SERVIZIO DI TERRA <i>At stops service</i>				
SCENARI <i>SCENARIOS</i>	1 2 3 4	Puntualità <i>Rides punctuality</i>	Attenzione all'ambiente <i>Environment care</i>	Affollamento delle corse <i>Rides load</i>	Comfort del viaggio <i>Comfort</i>	Attrezzature disabili/bordo <i>Disable devices on board</i>	Pulizia del veicolo <i>Vehicle cleaning</i>	Attrezzature alle fermate <i>Services at stops</i>	Attrezzature disabili terra <i>Disable devices at stops</i>	Informazioni utenza a terra <i>Customer information at stops</i>
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
		3,71	3,13	3,33	2,80	1,84	2,72	-	-	-
		2,83	2,55	3,33	2,88	2,71	3,72	-	-	-
		2,83	2,55	2,73	2,78	1,84	2,72	12,00	12,00	12,00

TABELLA 12 – *TABLE 12*
PESI STANDARDIZZATI PER I CRITERI CONSIDERATI
NEGLI SCENARI MIGLIORATIVI

*STANDARDIZED WEIGHTS FOR THE CRITERIA
ACCOUNTED IN THE IMPROVED SCENARIOS*

Criterio <i>Criterium</i>		Peso <i>Weight</i>	Peso standard <i>Standard weight</i>
1	Puntualità <i>Rides punctuality</i>	7,64	0,124
2	Scelte antquinanto <i>Environment care</i>	6,34	0,103
3	Affollamento / <i>Rides load</i>	6,23	0,101
4	Comfort / <i>Comfort</i>	7,13	0,115
5	Servizi per disabili a bordo <i>Disable devices on board</i>	6,37	0,103
6	Pulizia / <i>Vehicle cleaning</i>	7,58	0,123
7	Pensiline / <i>Services at stops</i>	7,27	0,118
8	Servizi per disabili a terra <i>Disable devices at stops</i>	6,58	0,106
9	Informazioni a terra <i>Customer information at stops</i>	6,68	0,108

SCIENZA E TECNICA

$$D_{i,k} = \begin{pmatrix} - & 1,000 & 1,000 & 0,804 \\ 1,000 & - & 1,000 & 0,417 \\ 1,000 & 1,000 & - & 0,804 \\ 1,000 & 0,778 & 1,000 & - \end{pmatrix}$$

Gli indici di concordanza e discordanza vanno confrontati con due valori γ e δ scelti a piacere in prima battuta e poi eventualmente variati sempre nel rispetto della relazione $0 < \gamma \leq \delta \leq 1$, tenendo presente che tale scelta è ininfluente ai fini del risultato finale.

Fissati γ e δ (nel caso in esame $\gamma = 0,3$ e $\delta = 0,9$) si verificano le disequazioni:

$$c_{i,k} \geq \gamma \quad d_{i,k} \leq \delta$$

e contemporaneamente

$$c_{k,i} \geq \gamma \quad d_{k,i} \leq \delta$$

Come è noto, se tali disequazioni sono tutte soddisfatte o non lo è nessuna oppure è verificata una sola delle prime due ed una sola delle altre due, non esistono elementi sufficienti per affermare che lo scenario i sia migliore o peggiore di quello k . Se invece le prime risultano verificate, ma almeno una delle seconde non lo è, ne consegue che l'alternativa i domina (è migliore) la k ; al contrario se le seconde sono verificate e non lo sono almeno una delle prime sarà l'alternativa k a dominare la i .

Dalla verifica delle disequazioni sopra riportate emergono due insiemi di alternative:

- S_1 = insieme delle alternative per le quali non è stato possibile individuare la superiorità di un progetto rispetto ad un altro appartenente allo stesso insieme;
- S_2 = insieme dei progetti di cui ne è stato individuato almeno uno di rango superiore appartenente ad S_1 .

Mentre i progetti appartenenti ad S_2 vengono scartati, sulle alternative costituenti S_1 viene ripetuta la procedura esposta variando i valori di riferimento γ e δ fino a definire il progetto ottimale.

La tabella 13 raccoglie i risultati della verifica delle disequazioni e l'esito del confronto fra i quattro scenari costruiti, dimostrando che $S_1 = [1, 2, 3]$ e $S_2 = [4]$. Lo scenario 4 viene perciò eliminato.

Modificando i valori soglia in $\gamma = 0,66$ e $\delta = 1,00$ si ottiene (tabella 14) $S_1 = [2]$, $S_2 = [1, 3]$.

Quindi lo scenario migliore, cioè quello percepito dall'utenza come più utile ovvero a cui consegue un più alto livello di qualità percepita del servizio, è lo scenario 2, cioè quello che prevede il miglioramento dei servizi a bordo.

6. Riflessioni conclusive

Il risultato di maggior rilievo del presente lavoro consiste nella messa a punto di una metodologia per la selezione di scenari di miglioramento del gradimento, da parte

$$\text{where } \Phi_{i,k} = \left(j \mid a_{i,j} < a_{k,j} \right) \quad \Psi_{i,k} = \left(j \mid a_{i,j} \geq a_{k,j} \right)$$

From these formulas we got the concordance and discordance indexes of every scenario respect to each other one. Their value are collected in the matrixes Cik and Dik.

$$C_{i,k} = \begin{pmatrix} - & 0,659 & 0,668 & 0,435 \\ 0,774 & - & 0,668 & 0,776 \\ 0,558 & 0,558 & - & 0,558 \\ 0,673 & 0,558 & 0,668 & - \end{pmatrix}$$

$$D_{i,k} = \begin{pmatrix} - & 1,000 & 1,000 & 0,804 \\ 1,000 & - & 1,000 & 0,417 \\ 1,000 & 1,000 & - & 0,804 \\ 1,000 & 0,778 & 1,000 & - \end{pmatrix}$$

We have to match the concordance and discordance indexes with two values γ and δ set at pleasure on the first time and then eventually changed in obedience to the relationship $0 < \gamma \leq \delta \leq 1$, taking into account that this choice does not affect the final result.

Fixed γ and δ (in this case $\gamma = 0,3$ e $\delta = 0,9$) we have to verify the inequalities:

$$c_{i,k} \geq \gamma \quad d_{i,k} \leq \delta$$

and in parallel:

$$c_{k,i} \geq \gamma \quad d_{k,i} \leq \delta$$

As known, if those inequalities are all or none satisfied otherwise only one of the first two or only one of the second two is satisfied, we cannot say that the i scenario is better or worse than the k one. Instead if the first two inequalities are satisfied and at least one of the other two is not, it results that the i alternative excels the k one; conversely, if the second inequalities are both satisfied and at least one of the first ones is not, the k alternative excels the i one.

From the verify of the above inequalities, two set of alternatives arise:

- S_1 = set of alternatives for which we cannot recognize the supremacy of a project respect to another one of the same set;
- S_2 = set of alternatives of which we recognized at least one other, belonging to S_1 , with higher rank.

Whereas the projects belonging to S_2 are rejected, we repeat the explained procedure on the alternatives composing S_1 , varying the reference values γ e δ until we find the optimal project.

Table 13 collects the results of the inequalities verify and of the comparison among the four built scenarios and demonstrates that $S_1 = [1, 2, 3]$ e $S_2 = [4]$. Therefore the 4 scenario is rejected.

SCIENZA E TECNICA

TABELLA 13 – TABLE 13

RISULTATI ANALISI CON $\gamma = 0,3$ E $\delta = 0,9$
ANALYSIS RESULTS FOR $\gamma = 0.3$ AND $\delta = 0.9$

Confronto Comparison	c	$c \geq \gamma$	d	$d \leq \delta$	Esito Result
1 - 2	0,6590	SI	1,0000	NO	1=2
2 - 1	0,7739	SI	1,0000	NO	
1 - 3	0,6679	SI	1,0000	NO	1=3
3 - 1	0,5577	SI	1,0000	NO	
1 - 4	0,4350	SI	0,8040	SI	1>4
4 - 1	0,6731	SI	1,0000	NO	
2 - 3	0,6679	SI	1,0000	NO	2=3
3 - 2	0,5582	SI	1,0000	NO	
2 - 4	0,7760	SI	0,4167	SI	2=4
4 - 2	0,5582	SI	0,7782	SI	
3 - 4	0,5582	SI	0,8040	SI	3>4
4 - 3	0,6679	SI	1,0000	NO	

degli utenti, dei servizi di trasporto pubblico locale, che si basa su indagini dirette e sull'analisi multicriteri. Importanti risultano anche le funzioni di utilità non lineari calibrate, per ciascuna delle caratteristiche del servizio esaminate, sul campione di utenti indagato. Infine l'indagine della soddisfazione dei passeggeri, progettata e svolta in un determinato sub-bacino di traffico, rappresenta di per sé un interessante esperimento di valutazione della sensibilità dell'utenza ai principali elementi costituenti la qualità del servizio ed ha permesso anche di trarre importanti elementi di conoscenza propri del tipo di mobilità indagata.

La necessità di strumenti di previsione della soddisfazione dell'utenza è sempre più sentita in conseguenza, sia delle scarse risorse messe a disposizione dagli enti appaltanti per il miglioramento del servizio di trasporto pubblico locale, sia dei livelli soddisfacenti di qualità da quest'ultimo molto spesso già raggiunti che rendono difficile la scelta del tipo di intervento e della relativa entità. Infatti proprio l'esistenza di una relazione non lineare fra caratteristica del servizio e conseguente soddisfazione dell'utenza rischia di non produrre, presso gli utenti del servizio, il riscontro atteso come conseguenza di un potenziamento di caratteristiche la cui soddisfazione è già alta o per la quale l'importanza è bassa. La valutazione ex-ante della utilità percepita o soddisfazione da parte dell'utenza con un idoneo strumento di previsione è particolarmente utile se, attraverso l'intervento, si vuole perseguire l'incremento dell'utenza tramite il riequilibrio della ripartizione modale pubblico - privato, obiettivo generalmente considerato prioritario da tutti i gestori del trasporto pubblico e dalla maggioranza delle amministrazioni pubbliche.

La metodologia proposta è di validità generale e consiste nei seguenti passi:

Modifying the threshold values in $\gamma = 0,66$ and $\delta = 1,00$, we get (table 14) S1=[2] and S2=[1, 3].

Therefore the best scenario, that is the one perceived from the users as the most fruitful or the one producing the highest level of perceived quality service, is the number 2, that is the one providing for the on-board service improvement.

6. Final remarks

The most important result of this work is the development of a methodology to select scenarios improving the satisfaction of the users of the local public transit. This methodology is based on direct surveys and multi-criteria analysis. The non-linear utility functions calibrated, on the investigated sample of users, for each of the examined service characteristics are also important. Finally the survey on users satisfaction, designed and carried out, inside this research, in a given traffic gravitation sub-area is in itself an interesting experiment for assessing the sensitivity of users to the main elements making up the service quality and allowed to draw out important elements of knowledge, that are typical of the examined mobility.

The need of tools to predict the user satisfaction is increasingly felt as a result, both the limited resources made available by authorities for the improvement of local public transit service, and the quality levels already achieved by the often satisfactory system that make difficult to choose the type of intervention and its dimension. In fact the non-linear relationship between characteristics of the service and resultant satisfaction could cause a lower users satisfaction than the expected one if we invest in upgrading of those features whose satisfaction is already high. The ex-ante evaluation of the users perceived utility or satisfaction by an appropriate forecasting tool is particularly useful if, through an intervention, we pursue

TABELLA 14 – TABLE 14

RISULTATI ANALISI CON $\gamma = 0,66$ E $\delta = 1,00$
ANALYSIS RESULTS FOR $\gamma = 0.66$ AND $\delta = 1.00$

Confronto Comparison	c	$c \geq \gamma$	d	$d \leq \delta$	Esito Result
1 - 2	0,6590	NO	1,0000	SI	2>1
2 - 1	0,7739	SI	1,0000	SI	
1 - 3	0,6679	SI	1,0000	SI	1>3
3 - 1	0,5577	NO	1,0000	SI	
2 - 3	0,6679	SI	1,0000	SI	2>3
3 - 2	0,5582	NO	1,0000	SI	

SCIENZA E TECNICA

- a) selezione delle caratteristiche del servizio attraverso cui misurare la utilità o qualità percepita o soddisfazione dell'utenza;
- b) rilevazione, attraverso interviste, della soddisfazione e del peso di ciascuna caratteristica
- c) costruzione delle funzioni di utilità per ciascuna caratteristica
- d) costruzione degli scenari di intervento
- e) applicazione dell'analisi multicriteri per la selezione dello scenario migliore sotto l'aspetto della soddisfazione dell'utenza in termini di qualità percepita.

È evidente che la fase di calibrazione delle funzioni di utilità può essere saltata se, per risolvere la matrice di decisione relativa agli scenari di intervento, ci si avvale di metodi non compensativi che operano con il confronto a coppie (come nel presente studio), anziché di metodi basati sulla misura dell'utilità prodotta e si rinuncia ad associare un valore univoco di utilità o qualità a ciascuno scenario. Tuttavia la disponibilità delle funzioni di utilità è di ausilio nella costruzione degli scenari di intervento perché permette di stimare l'effetto, in termini di soddisfazione, conseguente alla modifica di ciascuna caratteristica del servizio.

Il vantaggio della forma logaritmica scelta per le funzioni di utilità consiste in un andamento più prossimo a quello che ha, nella realtà, l'utilità di un bene al variare della disponibilità dello stesso e contemporaneamente nella facilità di calibrazione che richiede la conoscenza di soli due punti. Uno di tali punti ha ascissa pari al valore assunto all'attualità dal parametro che misura la caratteristica in questione, e ordinata corrispondente al livello di soddisfazione o utilità rilevata. Un altro punto può essere individuato in corrispondenza della soddisfazione massima o di quella minima.

Il lavoro si è avvalso di specifiche interviste somministrate agli utenti del TPL di un'area campione, che presentano delle specificità. Si tratta infatti di utenti del servizio di trasporto pubblico locale extraurbano, in prevalenza studenti minorenni di età compresa fra i 14 ed i 18 anni, quindi caratterizzati da reddito personale nullo e nessuna alternativa modale, che effettuano quotidianamente lo spostamento casa - scuola - casa fra il comune più piccolo di residenza e quello di gravitazione sede dell'istituto scolastico. Le peculiarità del campione incidono sull'importanza da esso attribuita alle caratteristiche del servizio nonché sul livello di soddisfazione espresso, dal momento che entrambe queste grandezze risentono dei livelli di qualità obiettivo a cui l'utenza fa riferimento. A ciò consegue che, ferma restando la validità assolutamente generale della metodologia messa a punto, gli strumenti parziali calibrati in questo studio danno risultati certamente attendibili solo se utilizzati in contesti simili e con servizi di trasporto paragonabili. Essi, tuttavia, in presenza di situazioni domanda - offerta - territorio sensibilmente differenti da quelli esaminati, possono essere ricalibrati ovvero possono comunque essere utilizzati per valutazioni di tipo preliminare sulla soddisfazione dell'utenza conseguente ad interventi mirati sul servizio. Naturalmente l'e-

the users increasing resulting from the rebalancing of public - private modal split that is a goal of all public transit operators.

The proposed methodology is widely valid and lies in the following steps:

- a) selection of the service characteristics by which to measure the utility or the perceived quality or the users satisfaction;
- b) survey, by interviews, of the satisfaction and the weight of each characteristic;
- c) building of the utility functions for each characteristic;
- d) building of the intervention scenarios;
- e) selection of the best scenarios for the users satisfaction in terms of perceived quality, using the multi-criteria analysis.

It is manifest that the utility function calibration step can be skipped if, to solve the intervention scenarios decision matrix, we use not-compensative methods operating by paired comparisons (as we did) instead of those ones based on the utility theory, and if we waive to associate an utility value to each scenario. However the availability of utility functions can help to build intervention scenarios because allows to assess the satisfaction variation produced by a change of each service characteristic.

The advantage of the logarithmic shape for the utility functions consists of a trend closest to the real change in good utility varying the availability of the same good, and also in the easy calibration, which requires knowledge of only two points. One of these points has abscissa equal to the current value of the parameter measuring the characteristic, and ordered corresponding to the level of surveyed satisfaction or utility. Another point can be found at the maximum or minimum satisfaction.

This work made use of interviews dispensed to a sample of users having some specificity. They are users of the local suburban public transit service and are mostly students aged between 14 and 18 years, and so characterized by zero personal income and no modal alternative. They go to school, in all weekdays, moving from the municipality of residence to a greater municipality or the provincial capital. The peculiarities of the sample affect the importance which it gives to the service characteristics and the level of satisfaction which it express, since both these quantities are influenced by the target of quality to which each user refers. This implies that, it being understood the general validity of the developed methodology, the partial tools calibrated in this research can give certainly reliable results only if it is used in similar contexts with comparable transit services. In the presence of a different transport - region system, we can re-calibrate or still use them to appraise, as first step, the users satisfaction for targeted actions on the service. Logically to

SCIENZA E TECNICA

stensione dell'indagine di supporto all'intera popolazione del bacino di traffico (anche non utente del TPL) e possibilmente a quella ricadente nei bacini di altre regioni, a fronte di evidenti complicazioni e costi aggiuntivi, permetterebbe una più ampia generalizzazione delle funzioni di utilità messe a punto e quindi la disponibilità di strumenti di più ampia validità nell'orientare le scelte di investimento nel settore del trasporto pubblico locale con riferimento ad ambiti più vasti.

extend the supporting survey to all peoples of the traffic gravitation area (also to those ones not public transit users) and, if possible, to the peoples included in traffic gravitation areas of other regions, even if difficult and expensive, should allow to generalize the calibrated utility functions and so to extend, on more wide areas, the validity of this tool useful to set the investments in the transport sector.

BIBLIOGRAFIA – REFERENCES

- [1] Transportation Research Board, 1999, "A Handbook for Measuring Customer Satisfaction and Service Quality", TC-PR, Report 47.
- [2] Transportation Research Board, 2004, "Transit Capacity and Quality of Service Manual", second ed.
- [3] European Committee for Standardization (CEN), 2002, "Transportation – Logistic and services – public passenger transport – service quality definition", targeting and measurement.
- [4] Passenger Focus, 2007, National Passenger Survey, Rail Passenger Council (www.passengerfocus.org.uk).
- [5] HENSHER D.A., STOPHER P., BULLOCK P., 2003, "Service quality – developing a service quality index in the provision of commercial bus contracts", Transportation Research, Part A, 37, 499-517.
- [6] TYRINOPoulos Y., AIFADOPOLOU G., 2008, "Public transit user satisfaction: Variability and policy implications", Transport Policy, 15, 260-272.
- [7] EBOLI L., MAZZULLA G., 2007, "Service quality attributes affecting customer satisfaction for bus transit", Journal of Public Transportation 10, 21-34.
- [8] SWANSON J., AMPT L., JONES P., 1997, "Measuring bus passengers preferences. Traffic Engineering and Control", 38, 330-336.
- [9] ERIKSSON L., FRIMAN M., GARLING T., 2009, "Stated reasons for reducing work-commute by car", Transportation Research, Part F, 11, 427-433.
- [10] FRIMAN M., FELLESSON M., 2009, "Service supply and customer satisfaction in public transportation: the quality paradox", Journal of Public Transportation, vol.12, n. 4, 57-69.
- [11] GEETIKA e SHEFALI NANDAN, 2010, "Determinants of customer satisfaction on service quality: a study of railway platforms in India", Journal of Public Transportation, vol. 13, 97-113.
- [12] EBOLI L., MAZZULLA G., 2009, "Subjective and objective indicators for transit service quality evaluation", Proceedings CD of XIII Meeting of the EURO Working Group on Transportation, 23-25 September 2009, Padova – Italy.
- [13] NATHANAIL E., 2008, "Measuring the quality of service for passengers of the Hellenic railways", Transportation Research , Part A, 42, 48,66.
- [14] JOEWONO T.B., KUBOTA H., 2007, "User satisfaction with paratransit in competition with motorization in Indonesia: anticipation of future implications", Transportation, 34, 337-354.
- [15] PETRUCELLI U., 2010, "A quality model to direct the transit system upgrading", in: BIG EVENTS AND TRANSPORT - The transportation requirements for the management of large scale events, Venezia, 28-29 ottobre 2010, Venezia: IUAV - TTL Research Unit, p. 107-128.
- [16] D.P.C.M. 30/12/98 - Repubblica Italiana - Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 30.12.1998 – "Schema generale di riferimento per la predisposizione della carta dei servizi pubblici nel settore dei trasporti".
- [17] FERRARI P., 2001, "Fondamenti di pianificazione dei trasporti", Editrice Pitagora, Bologna.

SCIENZA E TECNICA

Sommaire

LA QUALITÉ APERÇUE DANS LE TRANSPORT PUBLIC LOCAL: UN MODÈLE MULTI-CRITÈRE POUR LA SÉLECTION DE SCÉNARIOS AMÉLIORATEURS

A travers l'analyse multi-critère et les données tirées des interviews des utilisateurs du service de transport public locale d'un sous-bassin de trafic provincial, on a mis au point un instrument d'évaluation de la satisfaction de ces derniers qui peut constituer un support valable pour orienter les choix du gérant de ce type de transport public local. L'instrument se base aussi sur l'emploi de fonctions d'utilité calibrées pour le cas spécifique à travers lesquelles il est possible d'estimer l'amélioration de la satisfaction globale suite à des interventions ponctuelles sur le service.

Zusammenfassung

QUALITÄTSWAHRNEHMBARKEIT IN OPNV. EIN MULTICRITERIA MODELL ZUR WAHL VON GÜNSTIGEREN BETRIEBSLICHEN MASSNAHMEN

Es wird ein Bewertungsverfahren der Befriedigungsniveau von OPNV-Benutzern in einem kleinen Gebiet entwickelt. Dies Verfahren benutzt Multicriteria-Analyse und Fahrgästen Interviews. Sodass kann der Betreiber von OPNV-Systemen seine Betriebsmaßnahmen günstig orientieren. Im Besonderen erlauben Beständlichkeitsfunktionen die vorläufige Schätzung der Fahrgästenbefriedigung im Folge der vorgesehenen Veränderungen.



Il Sistema Antisvitamento di Sicurezza

- Resistenza contro lo svitamento dovuto a vibrazioni
- Precarico controllabile
- Riutilizzabili



SIGMA-3 S.r.l. • Tel: +39.011.34.99.668 • Fax: +39.011.34.99.543
info@nord-lock.it • www.nord-lock.it

VALORE AGGIUNTO

