

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DELLA CALABRIA

DIPARTIMENTO DI PIANIFICAZIONE TERRITORIALE

Dottorato di ricerca in

TECNOLOGIE E PIANIFICAZIONE AMBIENTALE

- XIX CICLO -

SETTORE SCIENTIFICO DISCIPLINARE ICAR/05

METODOLOGIE PER LA PROGRAMMAZIONE DEL
TRASPORTO PUBBLICO LOCALE.

Tutor
Prof. Ing. Demetrio C. Festa

Dottorando
Ing. Alessandro Vitale

Coordinatore
Prof. Ing. Sergio d'Elia

ANNO ACCADEMICO 2005-2006

Ai miei genitori: mio sostegno e mia forza

METODOLOGIE PER LA PROGRAMMAZIONE DEL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE
INDICE

Introduzione ed obiettivi	4
1. Gli aspetti istituzionali e normativi	
1.1 Generalità	6
1.2. La normativa dell'Unione Europea	6
1.3. La normativa italiana	9
1.4. La normativa regionale in Italia	13
1.4.1 La programmazione dei servizi minimi	13
1.4.2 Le modalità di affidamento.	15
1.4.3 Il contratto di servizio	16
1.4.4 Il monitoraggio del TPL	17
2. Le metodologie per l'analisi ed il progetto delle reti di trasporto collettivo.	
2.1. L'offerta	20
2.1.1 Elementi di classificazione	20
2.1.2 Approccio di ottimizzazione	25
2.1.3 Approccio di simulazione	31
2.2 La domanda	35
2.2.1 La stima della domanda mediante indagini RP ed SP	35
2.2.1.1 Le indagini Revealed Preference	35
2.2.1.2 Le indagini Stated Preference	37
2.2.2 La stima della domanda tramite modello. I modelli di utilità aleatoria	40
2.2.2.1 Il modello Logit Multinomiale	43
2.2.2.2 Il modello Nested Logit	45
2.2.2.3 Il modello Probit	48
2.2.3 La stima dei modelli utilità aleatoria	49
2.2.3.1 Specificazione del modello	49
2.2.3.2 Calibrazione del modello	50
2.2.3.3 Validazione del modello	51
3. Soluzioni adottate nelle regioni italiane.	
3.1. Generalità	56
3.2 Casi di studio	57
3.2.1 La Provincia di Bergamo	57
3.2.2 La Provincia di Mantova	59
3.2.3 La Provincia di Pesaro	62
3.3 Le metodologie di progetto di rete adottate nei casi di studio	64
3.4 Valori di soglia per i servizi minimi nel Trasporto Pubblico Locale	65
4. Proposta di un modello decisionale per l'ottimizzazione degli investimenti per la gestione del Trasporto Collettivo.	
4.1. Le ipotesi generali del modello	69
4.2 La metodologia proposta	71
4.2.1 Definizione dell'area di studio	72
4.2.2 Analisi dei servizi di trasporto collettivo attuali	72
4.2.3 Analisi della domanda di mobilità attuale	73
4.2.4 Definizione di un modello di scelta modale	73
4.2.5 Individuazione degli scenari di progetto	75
4.2.6 Valutazione comparata delle alternative progettuali	76
4.2.7 I limiti del modello	77
5. Il caso di studio. Individuazione delle aree campione ed analisi dello stato attuale	
5.1 Introduzione	78

5.2	Il contesto territoriale e socio - economico della Provincia di Cosenza	78
5.3	La rete stradale	80
5.3.1	La rete principale	81
5.3.2	La rete secondaria	84
5.4	Analisi del Trasporto Pubblico Locale della provincia di Cosenza in regime di concessione	85
5.4.1	I Bacini di traffico	87
5.4.2	Le criticità	90
5.5	Analisi della domanda di mobilità nell'area di studio	93
5.5.1	I dati ISTAT	93
5.5.2	Gli spostamenti sistematici casa - lavoro	95
5.5.3	Gli spostamenti sistematici casa - scuola	107
5.5.4	I risultati dell'analisi	119
5.6	Il Bacino di Castrovillari	121
5.6.1	Il contesto territoriale e socioeconomico	121
5.6.2	La rete stradale	121
5.6.3	Analisi dell'offerta di trasporto collettivo	122
5.6.4	Analisi della domanda di mobilità	122
5.7	L'area della Valle del Savuto e della Presila	123
5.7.1	Il contesto territoriale e socioeconomico	123
5.7.2	La rete stradale	124
5.7.3	L'offerta di trasporto collettivo	124
5.7.4	La domanda di mobilità	125
6. Stima di un modello di scelta modale per le due aree campione e calibrazione di un modello congiunto.		
6.1	Introduzione	126
6.2	La base dati	126
6.3	Il modello di scelta modale	127
6.3.1	Specificazione del modello	127
6.3.2	Calibrazione e validazione del modello per il bacino di Castrovillari	128
6.3.3	Calibrazione e validazione del modello per l'area del Savuto e della Presila	130
6.4.	Analisi dei risultati	131
6.5	Un modello congiunto generalmente valido per i due casi di studio	131
7. Applicazione a scopi decisionali del modello alle alternative di progetto		
7.1	Introduzione	133
7.2	Individuazione degli scenari di progetto	134
7.2.1	I livelli di offerta negli scenari ipotizzati per il bacino di Castrovillari	135
7.2.2	I livelli di offerta negli scenari ipotizzati per l'area del Savuto e della Presila	136
7.3	Applicazione del modello congiunto agli scenari di progetto	137
7.3.1	Applicazione del modello al bacino di Castrovillari	137
7.3.2	Applicazione del modello all'area del Savuto e della Presila	149
7.3.3	Analisi complessiva dei risultati	154
7.4	Valutazione comparata delle alternative progettuali	161
7.4.1	Valutazione degli scenari per il bacino di Castrovillari	162
7.4.2	Valutazione degli scenari per l'area del Savuto e della Presila	168
8. Conclusioni		175
BIBLIOGRAFIA		177

Introduzione ed obiettivi

Negli ultimi anni il costante incremento della mobilità è coinciso con un proporzionale incremento dell'utilizzo del mezzo di trasporto privato da parte degli utenti per effettuare gli spostamenti. Le cause di tale situazione sono imputabili non solo ad una crescita del benessere economico, ma anche ad una inadeguata organizzazione dei servizi di trasporto collettivo che tuttora, solo in casi sporadici, rappresentano una valida alternativa all'utilizzo dell'auto. Si è avuto, così, un aumento dei livelli di congestione sia sulla rete di trasporto extraurbana, sia in corrispondenza dei principali centri urbani, con conseguenti danni alla collettività riconducibili ad un elevato inquinamento atmosferico e ad una scarsa vivibilità delle città. Lo scenario appena descritto ha condotto gli enti locali, i ricercatori ed i tecnici ad una nuova concezione della pianificazione dei trasporti che ha come obiettivo principale quello di soddisfare la domanda senza ricorrere ad un incremento di capacità della rete di trasporto e, quindi, senza ricorrere ad ulteriori investimenti di capitali per la costruzione di nuove infrastrutture. Tale strategia è definita Transportation Demand Management (TDM) e rappresenta ogni azione o insieme di azioni atte ad influenzare le scelte degli utenti riguardo le modalità con cui effettuare gli spostamenti. Tali azioni comprendono, da un lato il miglioramento dell'offerta dei servizi di trasporto collettivo in modo da riequilibrare le quote modali a favore di quest'ultimo e dall'altro una serie di misure da parte degli enti locali atte a scoraggiare l'utilizzo dell'auto privata (tariffazione della sosta, repressione della sosta illegale, promozione del carpooling e di altre forme di ride sharing, divieto di accesso alle auto private a determinate zone delle città, ecc.)

L'obiettivo della ricerca è quello di costruire un modello decisionale che individui i legami esistenti tra i livelli di domanda e i livelli di offerta del trasporto collettivo, con l'intento di trovare la configurazione ottimale della rete che consenta di spostare le percentuali modali a favore del trasporto collettivo stesso. Mediante l'utilizzo di un modello di questo tipo è possibile valutare gli effetti prodotti da un'azione combinata

di potenziamento del trasporto collettivo ed adozione di misure di governo della mobilità (ad esempio tariffazione della sosta), in modo da fornire indicazioni utili ad un razionale utilizzo delle risorse attraverso un'analisi del rendimento economico del servizio. Tale tipo di analisi è essenziale sia per definire i livelli di offerta producibili in funzione delle risorse, sia per conoscere le risorse pubbliche necessarie per produrre determinati servizi.

Infatti, una conoscenza preventiva del risultato economico dell'esercizio, consente all'autorità di controllo di definire l'entità delle risorse da mettere a disposizione per l'espletamento di quell'insieme di servizi ritenuto essenziale per le esigenze della comunità afferente al bacino considerato. Le aziende, dal canto loro, potrebbero determinare le entità dei finanziamenti necessari a svolgere un determinato programma di esercizio e valutare quantitativamente la convenienza ed il rischio connesso all'attività di trasporto.

Il presente lavoro di tesi può essere considerato suddiviso in tre parti.

La prima parte descrive gli aspetti salienti della riforma del Trasporto Pubblico Locale mediante l'analisi delle leggi comunitarie nazionali e regionali attualmente in vigore (Capitolo 1) ed investiga le diverse metodologie di progetto delle reti di trasporto collettivo, a seconda del tipo di approccio utilizzato e le metodologie di stima della domanda mediante indagini progettate "ad hoc" e mediante l'utilizzo di modelli di utilità aleatoria (Capitolo 2). Vengono, inoltre, studiate le tipologie di soluzioni progettuali di reti di trasporto collettivo, adottate per la pianificazione a scala provinciale o regionale in alcuni contesti italiani e vengono individuati i valori di soglia stabiliti per la progettazione dei servizi minimi (Capitolo 3).

La seconda parte contiene le ipotesi e la metodologia generale che stanno alla base del modello decisionale proposto e tratta la specificazione, la calibrazione e la validazione di un modello di scelta modale per la simulazione del comportamento degli utenti in rapporto alla scelta del modo di trasporto (Capitoli 4, 5 e 6).

La terza parte del lavoro di tesi riguarda l'applicazione ad un caso reale del modello, con lo scopo di verificare la metodologia proposta e discutere i risultati ottenuti (Capitolo 7).

CAPITOLO 1

Gli aspetti istituzionali e normativi

1.1 Generalità

Il D.Lgs. 422/97 ha introdotto nuovi e profondi cambiamenti in materia di servizi di trasporto collettivo di interesse regionale e locale, mediante:

- il decentramento di compiti di programmazione ed amministrazione dallo Stato alle Regioni ed agli Enti Locali;
- l'utilizzo di nuove procedure per l'affidamento dei servizi (passaggio dal regime concessorio a quello concorsuale);
- la separazione tra gli Enti appaltanti e le aziende di TPL (mediante la trasformazione delle aziende speciali e dei consorzi in società di capitali, ovvero in cooperative a responsabilità limitata, in cui l'Ente appaltante non può essere, a regime, socio unico).

L'effetto del trasferimento di mansioni dallo Stato alle Regioni ed agli Enti Locali ha comportato l'obbligo, da parte di ogni Regione, di emanare apposite leggi regionali per la regolamentazione del Trasporto Pubblico Locale (TPL).

1.2 La normativa dell'Unione Europea

Il D.Lgs. 422/97 rappresenta il recepimento da parte dello Stato Italiano di una serie di norme della Comunità Europea in materia di TPL. In particolare, le norme comunitarie di riferimento sono:

- Il Regolamento CEE n. 1191/69 del 26 giugno 1969 (modificato dal regolamento CEE n. 1893/91 del 27 giugno 1991);
- La Direttiva 91/440/CEE del 29 Luglio 1991.

Il Regolamento CEE n. 1191/69 (e successive modifiche) definisce gli obblighi di servizio pubblico ed i principi comuni per la soppressione o il mantenimento di tali obblighi. In particolare, gli obblighi di servizio pubblico comprendono l'obbligo di esercizio, l'obbligo di trasporto e l'obbligo tariffario.

L'obbligo di esercizio comprende *tutte le misure atte a garantire un servizio di trasporto conforme a determinate norme di continuità, di regolarità e di capacità. Tale nozione comprende anche l'obbligo di garantire l'esercizio di servizi complementari, nonché l'obbligo di mantenere in buono stato, dopo la soppressione dei servizi di trasporto, linee, impianti e materiale, nella misura in cui quest'ultimo sia eccedente rispetto all'insieme della rete.*

Per obbligo di trasporto, si intende *l'obbligo fatto alle imprese di trasporto di accettare e di effettuare qualsiasi trasporto di persone o di merci a prezzi e condizioni di trasporto determinati .*

Per obbligo tariffario, si intende *l'obbligo per le imprese di trasporto di applicare prezzi stabiliti od omologati dalle pubbliche autorità, in contrasto con l'interesse commerciale dell'impresa e derivanti dall'imposizione o dal rifiuto di modificare misure tariffarie particolari, soprattutto per talune categorie di viaggiatori, per talune categorie di prodotti o per talune relazioni.*

Il regolamento, inoltre, introduce, per la prima volta, il concetto di “contratto di servizio pubblico” definito come un *contratto concluso fra le autorità competenti di uno Stato membro ed un'impresa di trasporto allo scopo di fornire alla collettività servizi di trasporto sufficienti.*

La Direttiva 91/440/CEE, invece, introduce, nel trasporto ferroviario, l'indipendenza gestionale delle imprese che vengono considerate come *esercenti autonomi che operano secondo criteri imprenditoriali e si adeguano alle necessità del mercato.*

Tale direttiva ha l'obiettivo sia di favorire l'adeguamento delle ferrovie comunitarie alle esigenze del mercato unico, sia di accrescerne l'efficienza mediante:

- la separazione tra la gestione dell'esercizio e la gestione dell'infrastruttura da parte delle aziende;
- il risanamento della struttura finanziaria delle imprese ferroviarie;
- la liberalizzazione all'accesso delle infrastrutture per *le associazioni internazionali di imprese ferroviarie, nonché per le imprese ferroviarie che effettuano trasporti combinati internazionali di merci.*

Per avere un quadro più completo ed esaustivo della nuova riforma del TPL, è utile fare riferimento anche alle norme relative alle procedure di aggiudicazione degli appalti previste nell'applicazione del D.Lgs. 422/97 e successive modifiche.

La Direttiva 90/531/CEE del 17 settembre 1990 (non più in vigore) introduce per la prima volta le linee guida e le procedure di appalto per le forniture ed i lavori per conto dello Stato, degli Enti pubblici e dei privati concessionari che svolgono una qualsiasi delle seguenti attività:

- messa a disposizione o gestione di reti fisse per la fornitura di un servizio al pubblico per quanto riguarda la produzione, il trasporto o la distribuzione di: acqua potabile, oppure elettricità, oppure gas o energia termica, oppure la fornitura di acqua potabile, elettricità, gas o energia termica a tali reti;
- sfruttamento di un'area geografica ai fini della prospezione o estrazione di petrolio, gas naturale, carbone o altro combustibile solido, oppure messa a disposizione dei vettori aerei, marittimi e fluviali, di aeroporti, porti marittimi o interni, nonché altri impianti terminali di trasporto;
- gestione di reti *destinate a fornire un servizio al pubblico nel settore dei trasporti per ferrovia, sistemi automatici, tranvia, filovia, autobus o cavo*;
- messa a disposizione o gestione di reti pubbliche di telecomunicazioni o prestazione di uno o più servizi pubblici di telecomunicazioni

La Direttiva 92/50/CEE del 18 giugno 1992, invece, emana per la prima volta, norme in materia di aggiudicazione degli appalti pubblici di servizi, degli appalti pubblici di forniture e degli appalti pubblici di lavori.

La Direttiva 93/38/CEE del 14 giugno del 1993 (modificata dalla Direttiva 98/4/CEE del 16 febbraio 1998) coordina le procedure di appalto degli enti erogatori di acqua ed energia, degli enti che forniscono servizi di trasporto e degli enti che operano nel settore delle telecomunicazioni.

Ciascuno stato membro della Comunità Europea ha provveduto a legiferare, talvolta anticipando le direttive comunitarie, talvolta recependo tali direttive, per regolamentare il Trasporto Pubblico Locale.

1.3 La normativa italiana

La Costituzione Italiana (art. 117) affida alle Regioni il compito di emanare norme legislative per ciò che riguarda *tramvie e linee automobilistiche di interesse regionale, navigazione e porti lacuali*; inoltre, l'articolo 118 afferma il principio secondo il quale *lo Stato può con legge delegare alla regione l'esercizio di altre funzioni amministrative*.

Le prime norme della Costituzione Italiana che delegano alle regioni parte delle funzioni amministrative in materia di TPL, risalgono agli anni '70.

Secondo il DPR n.5 del 14 gennaio 1972 sono trasferite alle regioni a statuto ordinario le funzioni amministrative esercitate dagli organi dello Stato in materia di tramvie e linee automobilistiche. Inoltre secondo il DPR, sono interesse della Regione *i pubblici servizi tramviari, comprese le metropolitane (urbane ed extraurbane), i servizi filoviari, funicolari e funivie e le linee automobilistiche di servizio pubblico*. E' concessa, inoltre, la possibilità di delegare (con legge dello Stato) alle Regioni le linee ferroviarie delle Ferrovie dello Stato *non più utili della rete primaria nazionale*.

La legge n. 151 del 10 aprile 1981 affronta il delicato problema del potenziamento e della ristrutturazione del Trasporto Pubblico Locale e istituisce un fondo per il ripiano dei disavanzi di esercizio delle aziende e per gli investimenti nel settore. La legge, inoltre, specifica la definizione giuridica di trasporti pubblici locali: *“Si intendono per tali i servizi adibiti normalmente al trasporto collettivo di persone e di cose effettuate in modo continuativo o periodico con itinerari, orari, frequenze e tariffe prestabilite e offerta indifferenziata, con esclusione di quelli di competenza dello Stato”*.

Tale legge stabilisce anche la responsabilità diretta delle Regioni riguardo alla definizione della politica regionale dei trasporti ed all'adozione di programmi pluriennali o annuali di intervento (sia in termini di investimenti che in termini di esercizio). Inoltre, le Regioni hanno il compito di emanare norme atte ad individuare i limiti territoriali dei *“bacini di traffico”* definiti come *le unità territoriali entro le quali si attua un sistema di trasporto integrato e coordinato in rapporto ai fabbisogni di mobilità con particolare riguardo alle esigenze lavorative, scolastiche e turistiche”*.

Negli anni successivi al 1981 sono state emanate una serie di leggi che tendono, almeno in parte, a ripianare il deficit delle aziende di TPL, a trasformare le suddette aziende da municipalizzate in aziende speciali, ad innescare un processo di riorganizzatore del settore, fornendo le linee guida per gli appalti e per i contratti di gestione dei servizi.

Una legge molto importante in merito, è la legge n.59 del 15 marzo del 1997, nota come “Legge Bassanini” i cui contenuti principali sono:

- il trasferimento alle Regioni di compiti di amministrazione e di programmazione in materia di servizi pubblici di trasporto di interesse locale e regionale;
- l’attribuzione alle Regioni stesse (insieme agli Enti Locali) del compito di individuare il livello dei *servizi minimi*, cioè quei *servizi qualitativamente e quantitativamente sufficienti a soddisfare la domanda di mobilità dei cittadini, con costi a carico dei bilanci regionali*;
- la definizione delle linee guida per il superamento degli assetti monopolistici dei servizi di trasporto urbano ed extraurbano a favore dell’introduzione di un regime concorrenziale nel periodo di affidamento degli stessi.
- Il trasferimento alle Regioni ed agli Enti Locali di compiti di regolazione dell’esercizio dei servizi mediante *contratti di servizio pubblico* che siano adeguatamente certi dal punto di vista finanziario e che garantiscano il conseguimento di un rapporto tra costi operativi e ricavi da traffico pari a 0,35;

Il D.Lgs. 422 del 14 novembre 1997, in attuazione della Legge n.59/97, *individua le funzioni ed i compiti che sono conferiti alle Regioni ed agli Enti Locali in materia di servizi pubblici di trasporto di interesse regionale e locale con qualsiasi modalità effettuati ed in qualsiasi forma affidati e fissa, altresì, i criteri di organizzazione dei servizi di trasporto pubblico locale.*

In questo decreto viene data la definizione di trasporto pubblico locale (art. 1 comma 2): *sono servizi pubblici di trasporto regionale e locale i servizi di trasporto di persone e merci, che non rientrano tra quelli di interesse nazionale [...]; essi comprendono l’insieme dei sistemi di mobilità terrestri , marittimi, lagunari, lacuali, fluviali e aerei che operano in modo continuativo e periodico con itinerari, orari,*

frequenze e tariffe prestabilite, ad accesso generalizzato, nell'ambito di un territorio di dimensione normalmente regionale o infraregionale. Questa definizione sostituisce quella data dalla Legge 151/81.

Con questo decreto, lo Stato conferisce alle Regioni tutte le funzioni in merito ai trasporti collettivi di interesse regionale o locale; a loro volta, le Regioni delegano alle Province, ai Comuni e agli altri Enti Locali tutte le funzioni in materia di TPL *che non richiedono l'unitario esercizio a livello regionale.*

Lo Stato assume compiti che riguardano solo alcuni settori di interesse generale come le grandi reti infrastrutturali, i servizi di interesse nazionale, la sicurezza, le linee guida per la tutela dell'ambiente e i servizi internazionali.

Nel D.Lgs. 422/97 è previsto, inoltre, che nell'esercizio dei compiti di programmazione, le Regioni:

- definiscono gli indirizzi per la pianificazione dei trasporti locali ed in particolare per i Piani di Bacino (PdB);
- redigono i Piani Regionali dei Trasporti (PRT) e i loro aggiornamenti tenendo conto della programmazione degli Enti locali ed in particolare dei Piani di Bacino predisposti dalle province e, ove esistenti, dalle città metropolitane, in connessione con le previsioni di assetto territoriale e di sviluppo economico. Il fine di tutto è quello di assicurare una rete di trasporto che privilegi le integrazioni tra le varie modalità, favorendo, in particolar modo, quelle a minore impatto sotto il profilo ambientale;
- approvano i Programmi Triennali dei Servizi (PTS) per la regolamentazione del Trasporto Pubblico Locale, con riferimento ai *servizi minimi*.

Questi ultimi piani hanno il compito di individuare:

- la rete e la organizzazione dei servizi;
- l'integrazione modale e tariffaria;
- le risorse da destinare all'esercizio ed agli investimenti;
- le modalità di determinazione delle tariffe;
- le modalità di attuazione e revisione dei contratti di servizio;
- il sistema di monitoraggio dei servizi;

- i criteri per la riduzione della congestione e dell'inquinamento ambientale.

Le Regioni hanno anche il compito di decidere riguardo alle modalità di esercizio dei servizi pubblici di trasporto locale in territori a domanda debole, al fine di garantire comunque il soddisfacimento delle esigenze di mobilità nei territori stessi.

Nella determinazione del livello dei *servizi minimi* le Regioni devono definire *quantità e standard di qualità dei servizi di Trasporto Pubblico Locale* (art. 16 comma 1), tenendo conto, *dell'integrazione delle reti di trasporto, del pendolarismo scolastico e lavorativo, della fruibilità dei servizi da parte degli utenti per l'accesso ai vari servizi amministrativi, sociosanitari e culturali e delle esigenze di riduzione della congestione e dell'inquinamento.*

E' necessario sottolineare che con il decentramento delle competenze di gestione, le Regioni hanno non solo dei diritti, ma anche dei doveri in quanto eventuali ripiani di bilancio aziendali non sono più a carico dello Stato ma delle Regioni stesse che sono responsabili sia del servizio offerto che della sua redditività.

Il D. Lgs. 400 del 20 settembre 1999 introduce le seguenti modifiche al D. Lgs. 422/97:

- sono trasferiti alle Regioni, a titolo gratuito, i beni, gli impianti e le infrastrutture sia delle ferrovie in ex gestione commissariale governativa, sia delle ferrovie in concessione a soggetti diversi dalle "Ferrovie dello Stato S.p.A";
- lo Stato e le Regioni possono concludere, d'intesa tra loro, accordi di programma con le "Ferrovie dello Stato S.p.A" per l'affidamento alle stesse della costruzione, ammodernamento, manutenzione e relativa gestione delle linee ferroviarie locali concesse di rilevanza per il sistema ferroviario nazionale;
- le Province, i Comuni e le Comunità montane possono, d'intesa con la Regione, istituire servizi di trasporto aggiuntivi sulla base degli elementi del contratto di servizio con oneri a carico degli Enti Locali stessi;
- sono escluse dalle gare di appalto di servizio le società che, in Italia o all'estero, gestiscono servizi in affidamento diretto o attraverso procedure non ad evidenza pubblica. Tale esclusione non vale nel caso di gare aventi ad oggetto i servizi già espletati dai soggetti stessi;

- le Regioni e gli Enti Locali devono incentivare il riassetto organizzativo ed attuare la trasformazione delle aziende speciali e dei consorzi in società di capitali, ovvero in cooperative a responsabilità limitata.

1.4 La normativa regionale in Italia

A seguito della riforma del Trasporto Pubblico Locale avviata dalla Legge n. 59/97 e dal D. Lgs. 422/97, tutte le 15 Regioni a statuto ordinario hanno approvato una legge di riforma. Un discorso a parte riguarda le Regioni a statuto speciale (Friuli Venezia Giulia, Sardegna, Sicilia, Trentino Alto Adige e Valle d'Aosta) e le Province autonome (Trento e Bolzano) per le quali *il conferimento delle funzioni, nonché il trasferimento dei relativi beni e risorse, sono disposti nel rispetto degli statuti e attraverso apposite norme di attuazione.*

1.4.1 La programmazione dei servizi minimi

Una delle maggiori novità introdotte dal D. Lgs. 422/97 (e successive modifiche) è quella legata alla determinazione dei *servizi minimi*. Il decreto definisce tali servizi (art. 16, comma 1) come quelli *qualitativamente e quantitativamente sufficienti a soddisfare la domanda di mobilità dei cittadini* (art. 16 comma1) ed *i cui costi sono a carico del bilancio delle Regioni.*

Inoltre, tali servizi devono essere definiti tenendo conto di fattori legati alla *domanda di mobilità* (art.16 comma 2) e *alle esigenze di riduzione della congestione e dell'inquinamento* (art.16 comma 1d).

Quasi tutte le Regioni, almeno in una prima fase di applicazione delle norme, hanno fatto coincidere il livello dei servizi minimi con i servizi storicamente garantiti dalle risorse regionali, non intervenendo, in molti casi, neanche sulla ripartizione storica delle risorse tra gli Enti Locali.

Alcune Regioni (Abruzzo, Basilicata, Calabria, Emilia Romagna, Lazio, Lombardia, Liguria, Sardegna, Toscana e Umbria) hanno individuato i servizi minimi a partire dalle risorse disponibili; altre Regioni (Campania, Friuli Venezia Giulia, Marche, Molise, Piemonte e Veneto) hanno seguito un percorso diverso che, partendo

dai servizi necessari, definisce le risorse; la Regione Puglia ha stabilito che l'individuazione dei servizi avviene con l'*obiettivo di realizzare livelli di servizi sufficientemente rapportati alla effettiva domanda di trasporto*.

Il decreto, inoltre, prevede che la definizione dei servizi minimi deve essere realizzata dalla Regione, d'intesa con gli Enti Locali.

Le metodologie di programmazione dei servizi minimi presentano una forte eterogeneità a causa della mancanza di precise linee guida all'interno del decreto. Le eterogeneità riguardano:

- la classificazione dei servizi, che variano da Regione a Regione;
- i servizi di collegamento tra comuni limitrofi che sono di competenza dei *Comuni* per le Regioni Abruzzo, Basilicata, Calabria, Emilia Romagna, Lazio, Lombardia, Molise, Piemonte, Umbria e Veneto; delle *Province* (anche se in alcuni casi queste possono delegare le funzioni ai Comuni) per le Regioni Campania, Friuli Venezia Giulia, Liguria, Marche, Puglia e Toscana;
- i servizi automobilistici regionali e/o interregionali che competono alle *Regioni* per la Campania, il Lazio, la Puglia (che può comunque delegare le Province) e Toscana; agli *Enti Locali* per le Regioni Abruzzo, Basilicata, Calabria, Emilia Romagna, Friuli Venezia Giulia, Liguria, Lombardia, Marche, Molise, Piemonte, Umbria e Veneto.

Per quanto riguarda la programmazione dei servizi, il D.Lgs. 422/97 ha introdotto i Programmi Triennali dei Servizi (PTS). Un aspetto poco chiaro del decreto riguarda il legame tra i PTS e l'individuazione dei servizi minimi. Tutte le Regioni, ad esclusione della Emilia Romagna, hanno separato i due momenti. Alcune Regioni (Campania, Lazio, Liguria, Molise, Umbria e Veneto) definiscono prima i PTS e poi i Servizi Minimi, mentre altre (Abruzzo, Basilicata, Lombardia, Marche, Puglia e Toscana) utilizzano il processo inverso. Infine due Regioni, Calabria e Piemonte, non esplicitano il rapporto che esiste tra i due strumenti di programmazione. E' necessario, inoltre, evidenziare che alcune Regioni (Basilicata, Calabria, Campania, Friuli Venezia Giulia, Lazio, Lombardia, Molise, Piemonte, Toscana e Umbria) hanno previsto

esplicitamente di attribuire alle Province, e in alcuni casi ai Comuni, il compito di predisporre specifici piani (Piani di Bacino, Piani Urbani del Traffico).

1.4.2 Le modalità di affidamento

Prima della riforma del TPL, i servizi erano affidati in maniera diretta alle aziende speciali ed ai consorzi, secondo un regime di concessione. Il decreto introduce la possibilità di affidare i servizi con modalità differenti.

Se si considerano i *servizi automobilistici*, in funzione del grado di apertura alla concorrenza introdotto dalle singole normative regionali è possibile classificare le regioni in:

- regioni che prevedono *l'affidamento concorsuale* (Basilicata, Campania, Emilia Romagna, Friuli Venezia Giulia, Liguria, Molise, Piemonte ed Umbria);
- regioni che conservano *l'affidamento diretto* (Abruzzo, Calabria, Lazio e Puglia);
- regioni che prevedono *un sistema misto* (Lombardia, Marche, Toscana e Veneto).

Per le regioni nelle quali è conservato l'affidamento diretto la scelta sul regime da istituire è affidata agli Enti locali.

Nelle regioni per le quali è previsto un sistema misto viene adottato un sistema intermedio tra l'affidamento concorsuale e quello diretto. Naturalmente, possono emergere forti diversità tra queste regioni:

- la Lombardia prevede, da parte delle aziende, un subaffidamento di una quota dei servizi fissata dalla legge regionale;
- nelle Marche un'aliquota dei servizi deve essere affidata con procedure concorsuali da parte delle amministrazioni (in questo caso l'aliquota non è specificata all'interno della legge regionale);
- in Toscana, in caso di mancata trasformazione delle società, gli Enti Locali devono affidare con procedure concorsuali progressivamente tutto il servizio;
- in Veneto, in caso di mancata trasformazione delle società, l'Ente Locale deve affidare tramite gara il 50% dei servizi.

1.4.3 Il contratto di servizio

I contenuti del contratto di servizio sono specificati nell'articolo 19 del D. Lgs. 422/97 e nel Regolamento CEE n. 1893/91. Alcune regioni hanno introdotto la possibilità di subaffidamento e la relativa regolamentazione, l'obbligo dell'adozione della carta dei servizi e le iniziative per il miglioramento del rapporto ricavi/costi ed incentivi per il miglioramento dell'efficienza.

Per quanto riguarda la durata del contratto, esiste una notevole differenza tra le Regioni in base ai differenti obiettivi da perseguire. Infatti, in caso di affidamenti brevi viene garantita una maggiore concorrenza tra le aziende, mentre con gli affidamenti lunghi è possibile il recupero degli investimenti.

Il decreto fissa esclusivamente il termine massimo del contratto (9 anni) e non fa alcun riferimento al coordinamento tra la durata del contratto e quella dell'affidamento.

Alcune regioni (Abruzzo, Friuli Venezia Giulia, Liguria, Lombardia e Toscana) hanno mantenuto il limite massimo e, ad eccezione dell'Abruzzo, indicano anche un limite minimo.

Le altre regioni (Campania, Basilicata, Calabria, Emilia Romagna, Lazio, Marche, Molise, Piemonte, Puglia, Umbria e Veneto) indicano una durata compresa tra i 3 e i 7 anni.

Un altro aspetto innovativo del decreto riguarda il raggiungimento del rapporto ricavi/costi pari almeno a 0,35. Tale limite potrebbe essere molto alto se lasciato a livello del singolo gestore.

Alcune Regioni hanno previsto delle eccezioni in casi particolari (Veneto) o per un periodo di prima applicazione (Calabria, Lazio e Puglia). Altre Regioni (Basilicata, Emilia Romagna, Marche, Puglia, Lombardia e Liguria) superano le difficoltà legate allo 0,35 tenendone conto nel fissare il livello delle tariffe.

1.4.4 Il monitoraggio del TPL

La programmazione dei servizi di TPL è subordinata all'espletamento, da parte di diversi soggetti, di determinate funzioni quali ad esempio la definizione della rete, l'organizzazione dei servizi, la quantificazione e ripartizione delle risorse da destinare all'esercizio e agli investimenti, la determinazione delle tariffe, la stipula dei contratti di servizio.

Una determinante azione di supporto alle succitate funzioni è fornita dalla realizzazione di un sistema di monitoraggio dei servizi di TPL. Infatti quasi tutte le Regioni a statuto ordinario hanno previsto l'istituzione di un osservatorio sulla mobilità. Fanno eccezione la Campania, l'Emilia Romagna e la Lombardia che hanno istituito un apposita Agenzia regionale ovvero un'Autorità garante.

Qualunque ne sia la forma istituzionale, l'ente preposto al monitoraggio ha il compito di svolgere le seguenti funzioni:

- monitoraggio sulle infrastrutture;
- monitoraggio su qualità, livello, efficienza, efficacia, sicurezza e impatto sull'ambiente dei servizi di trasporto;
- sostegno per la programmazione della Regione e degli Enti Locali;
- diffusione delle informazioni.

Alcune Regioni, inoltre, hanno previsto che l'ente preposto al monitoraggio determini specifici parametri di riferimento da includere nei contratti di servizio o nei capitolati di appalto.

Regione Campania

In Campania, è istituita l'*Agenzia regionale per la mobilità* (ACAM) i cui compiti sono:

- la gestione del processo di pianificazione strategica (emanazione di direttive tecniche, redazione e stipula di intese, monitoraggio del sistema);
- la gestione del processo di pianificazione tattica (progettazione e programmazione dei servizi minimi e aggiuntivi, servizi complementari per la mobilità, redazione dei contratti di servizio, individuazione dei beni mobili e immobili funzionali

- all'espletamento del servizio, monitoraggio delle performance, definizione e gestione delle politiche tariffarie);
- la costruzione e la gestione della banca dati del sistema della mobilità, del sistema della qualità dei servizi, del sistema di informazione alla clientela;
 - la vigilanza.

Le Province e i Comuni Capoluogo di Provincia possono istituire per ciascun ambito territoriale provinciale o metropolitano, *un'agenzia per la mobilità e il trasporto pubblico locale* di loro competenza.

Regione Emilia Romagna

La Regione prevede la possibilità di istituire un'Agenzia regionale, dotata di autonomia organizzativa, a cui affidare i compiti di:

- gestire le procedure concorsuali (con esclusione dell'aggiudicazione che spetta agli Enti Locali);
- monitorare l'attuazione dei contratti di servizio e la qualità dei servizi;
- gestire un servizio informativo coordinato.

Inoltre, gli Enti Locali possono istituire *un'agenzia locale per la mobilità e il trasporto pubblico locale di loro competenza*. I compiti di tali agenzie sono:

- progettazione, organizzazione e promozione dei servizi pubblici di trasporto integrati tra loro e con la mobilità privata;
- progettazione e organizzazione dei servizi complementari per la mobilità, con particolare riguardo alla sosta, ai parcheggi, all'accesso ai centri urbani, ai sistemi e tecnologie di informazione e controllo;
- gestione delle procedure concorsuali per l'affidamento dei servizi;
- controllo e attuazione dei contratti di servizio;
- ogni altra funzione assegnata dagli Enti Locali con esclusione della programmazione e della gestione di servizi autofilotranviari.

In questo modo si avrebbe un unico soggetto affidante a livello di bacino provinciale o di area metropolitana in luogo di una molteplicità di Enti Locali. Inoltre

è prevista l'istituzione di un *istituto per lo studio e la formazione in materia di trasporto e di logistica*.

Regione Lombardia

E' istituito un Organo di garanzia del trasporto pubblico locale (Legge Regionale n. del 12 gennaio 2002). Tale organo svolge le seguenti funzioni:

- adottare iniziative utili a garantire i principi di pluralità e libera concorrenza tra i soggetti gestori del Trasporto Pubblico Locale con particolare riferimento alle modalità e procedure di affidamento dei servizi, al rispetto delle normative comunitarie e del contenuto dei contratti di servizio successivi all'aggiudicazione delle gare;
- tutelare l'utenza in ordine a quanto previsto nei contratti di servizio sotto il profilo quantitativo, qualitativo e tariffario;
- verificare la corretta diffusione di informazioni sul servizio del trasporto pubblico;
- promuovere l'adozione della Carta dei servizi di Trasporto Pubblico Locale;
- esprimere pareri e formulare osservazioni sulla qualità dei servizi e sulla tutela dei consumatori.

CAPITOLO 2

Le metodologie per l'analisi ed il progetto delle reti di trasporto collettivo

2.1 L'offerta

La riforma del TPL introdotta con il D. Lgs. 422/97 e con il D. Lgs. 400/99 ha costretto gli enti appaltanti (Enti Locali e Regioni) alla determinazione dei servizi minimi prima di affidare il servizio tramite gara. Pertanto, una corretta determinazione dei servizi minimi parte da una ristrutturazione della rete di offerta e dalla individuazione di un sistema integrato.

Per progettare un sistema integrato occorre analizzare tre tipologie di componenti:

- componenti di esercizio;
- componenti di tipo fisico;
- componenti tariffarie.

L'esercizio integrato, consiste nel progettare in maniera integrata gli elementi della rete dei servizi, (itinerari, orari, turnazione) tenendo conto anche delle relative capacità dei mezzi.

L'integrazione di tipo fisico, invece, consiste nell'individuazione di nodi di interscambio in modo da ridurre le attese degli utenti che effettuano il trasbordo.

L'integrazione tariffaria consiste nella determinazione di un piano tariffario facilmente decodificabile dall'utente e facilmente leggibile dall'azienda (per la ripartizione degli introiti nel caso più aziende si consorziano per la gestione del servizio).

2.1.1 Elementi di classificazione

Il problema della progettazione di reti di trasporto (Network Design Project) consiste nell'individuare la configurazione ottimale della rete, in modo da raggiungere determinati obiettivi nel rispetto di determinati vincoli.

Esistono in letteratura diversi modelli matematici per la progettazione delle reti che, in prima approssimazione, possono essere classificati in base ai seguenti elementi:

- variabili di progetto che a loro volta sono suddivise in :
 - o variabili strategiche (flotta, terminali e depositi);
 - o variabili tattico-operative (itinerari, frequenze, orari, turnazione del personale e dei veicoli);
- obiettivi di progetto (sociali, misti ed aziendali);
- vincoli di progetto (esterni, tecnici e di coerenza flussi/domanda/costi).

Le variabili di tipo strategico riguardano il dimensionamento della flotta, la individuazione dei nodi di interscambio e la localizzazione dei depositi.

Le variabili di tipo tattico-operativo riguardano:

- gli itinerari che a seconda della loro estensione territoriale si suddividono in:
 - o intercity (collegamenti regionali ed interregionali);
 - o portanti (servizi di bacino ed interbacino con le sole fermate di adduzione);
 - o di adduzione (raccolta e distribuzione verso gli itinerari portanti);
 - o di area (trasporti urbani per specifiche esigenze e per i servizi in area a domanda debole);
- le frequenze del servizio per ciascun livello degli itinerari;
- gli orari del servizio che per una buona integrazione modale devono essere coordinati.
- La turnazione del personale e dei veicoli vengono analizzati attraverso modelli propri della ricerca operativa.

Gli obiettivi di progetto sono :

- sociali (connessi ai costi totali sopportati direttamente dagli utenti del servizio offerto o indirettamente dalla collettività);
- aziendali (relativi ai costi di investimento e/o di gestione dei servizi);
- misti (misti tra sociali ed aziendali).

I vincoli sono:

- esterni (massimo budget disponibile o massima concentrazione inquinante consentita);
- tecnici (massimo rapporto flusso/capacità sugli archi, frequenza minima e massima delle corse, capacità dei mezzi);
- la coerenza flussi/domanda/costi (costituisce l'ipotesi fondamentale dei modelli per l'analisi delle soluzioni).

Per comprendere meglio il problema della progettazione di reti è necessario definire i due principali attori del sistema:

- il gestore dell'azienda di TPL che ha come obiettivo la massima efficienza in rapporto ai costi e la massima efficacia in rapporto agli utenti;
- l'utente del servizio che viene considerato come un "decisore razionale" e che prende una decisione secondo due diversi tipi di approccio:
 - o preventivo, con cui utilizza le informazioni derivanti da viaggi precedenti prima di effettuare uno spostamento;
 - o adattivo, con il quale non solo utilizza le informazioni derivanti da precedenti viaggi, ma anche quelle contingenti che si presentano durante il viaggio.

Un'altra tipologia di classificazione che ci permette di caratterizzare i modelli matematici per il progetto di reti può essere fatta in base ai diversi approcci risolutivi, distinguendo:

- i modelli di ottimizzazione;
- i modelli di simulazione.

I due approcci si differenziano per come modellizzano l'interazione tra le strategie del gestore e quelle dell'utente. Nelle figure 2.1 e 2.2 vengono rappresentati i due differenti approcci risolutivi.

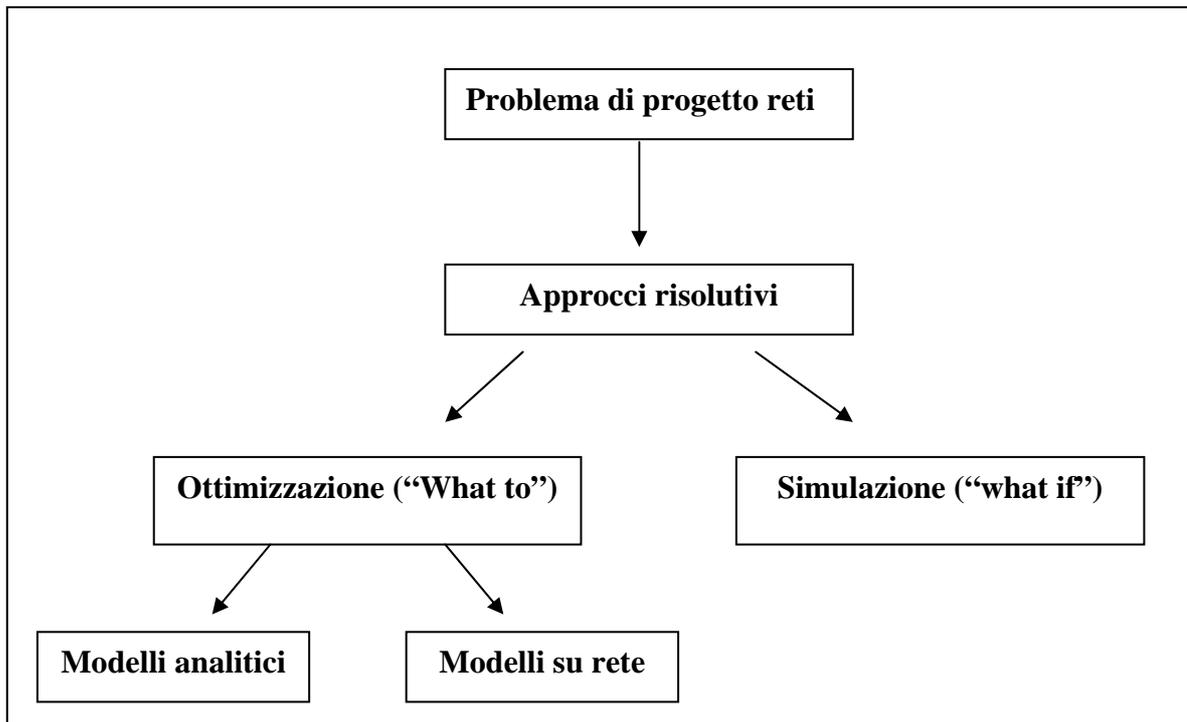


Figura 2.1. Classificazione dei modelli per il progetto di reti

L'approccio di ottimizzazione tende a semplificare almeno una delle due strategie che concorrono, fornendo, però, una soluzione esatta della loro interazione.

Al contrario, l'approccio di simulazione modella integralmente le due strategie, fornendo una soluzione approssimata della loro interazione.

Nell'approccio di ottimizzazione le soluzioni derivano da un modello e sono analizzate e valutate mediante una procedura iterativa. Nell'approccio di simulazione, si effettua un progetto di massima che scaturisce dalla esperienza del tecnico; successivamente, le soluzioni vengono analizzate tramite modello e poi valutate.

La generazione delle soluzioni di un problema di ottimizzazione avviene secondo due tipologie di modelli:

- modelli analitici, caratterizzati da notevoli semplificazioni con schematizzazione sia della rete e sia del comportamento degli utenti;
- modelli su rete, in cui si sfruttano, nella loro totalità, le proprietà dei grafi e, attraverso degli algoritmi euristici, si ottimizzano alcune delle componenti di esercizio (itinerari delle linee, frequenze, orari e dimensioni dei veicoli).

Il progetto delle reti dei servizi di TPL, può essere anche abbinato ad uno studio di integrazione modale e tariffaria. Inserendo, però, tutte le variabili in un unico problema, la sua risoluzione diventa eccessivamente complessa. Pertanto, è conveniente studiare i due insiemi di variabili separatamente e poi analizzare la loro interazione (figura 2.3).

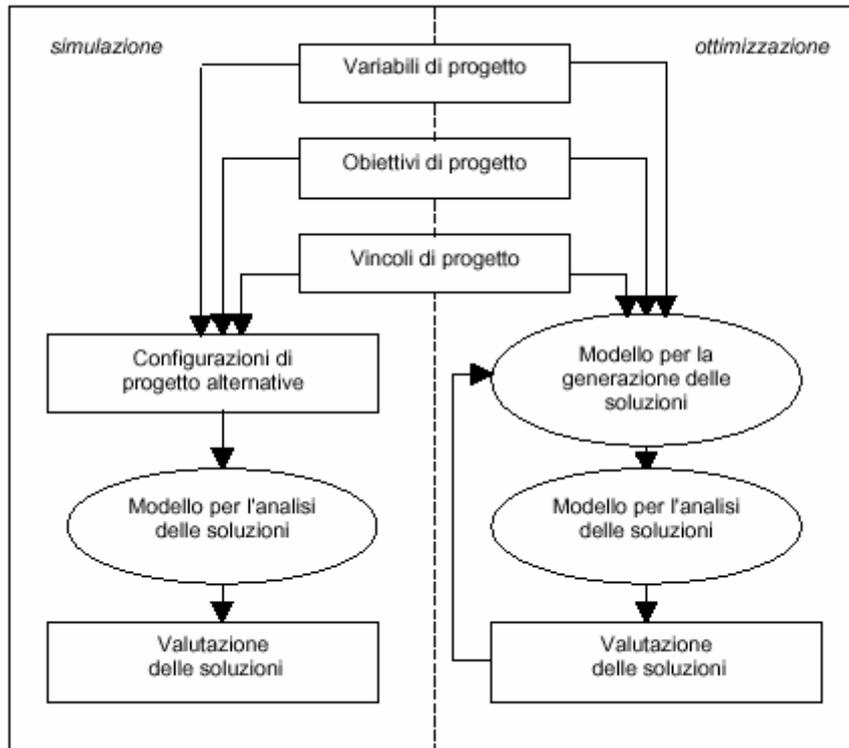


Figura 2.2. Approcci risolutivi al problema della progettazione (Linee guida per la programmazione dei servizi di Trasporto Pubblico Locale, 2002)

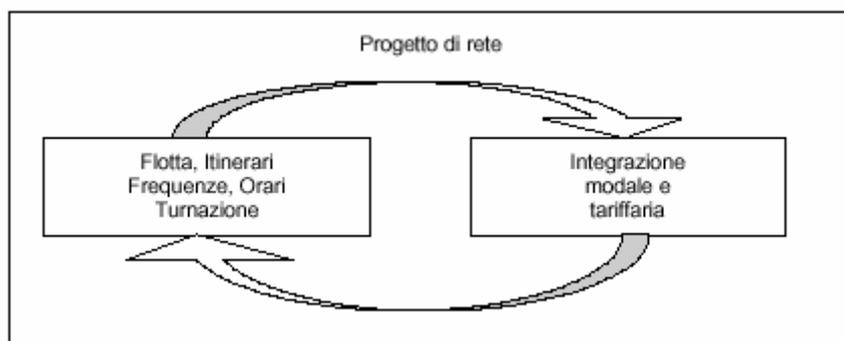


Figura 2.3. Relazione tra le variabili relative ai due momenti della progettazione (Modelli e metodi per il progetto dei sistemi di trasporto collettivo: uno stato dell'arte, 2002)

2.1.2 Approccio di ottimizzazione

Nell'approccio di ottimizzazione si possono individuare:

- i modelli analitici, caratterizzati da forti schematizzazioni tramite le quali è possibile ricercare le soluzioni esatte del problema;
- i modelli su rete, che utilizzano tutte le proprietà offerte dalla teoria dei grafi.

Nel seguito vengono riportate una serie di approcci risolutivi relativi alle due tipologie di modelli considerati.

Modelli analitici

L'approccio analitico rappresenta l'area di studio con forme regolari e caratteristiche costanti. Inoltre, ipotizza la domanda di trasporto modale costante e la rete definita da geometrie del tutto elementari. Con tali semplificazioni sono state studiate varie strutture di rete: dalle monocentriche (many to one, one to many) (Pratelli, 1992) alle policentriche (many to many) (Pratelli, 1992; Vaughan, 1986).

Modelli su rete

Le note riportate sono state raggruppate in maniera tale da evidenziare, nei modelli e nei metodi proposti, la presenza di una singola variabile di progetto (flotta, itinerari, frequenze, orari) oppure di più variabili (diverse variabili).

A. Flotta

Ceder e Stern (1981) propongono una metodologia per il dimensionamento ottimale della flotta veicolare e la massimizzazione dell'utilizzazione dei mezzi, una volta nota la conformazione delle tabelle orarie.

La funzione obiettivo è rappresentata dalla "funzione di deficit" , definita come differenza tra il numero di bus che partono e che arrivano a tutti i terminal della rete in un prefissato intervallo di tempo. Il massimo valore della funzione di deficit equivale al minimo numero di veicoli richiesto per effettuare un servizio con tabella oraria prefissata.

Ceder e Stern (1983) forniscono ulteriori elementi di natura teorica per la individuazione del minimo numero di veicoli necessario per l'espletamento del servizio.

B. Itinerari

Ceder e Wilson (1986), Ceder e Israeli (1993, 1997), Russo et al. (1999) si sono occupati della progettazione degli itinerari. Ceder e Wilson (1986) propongono una metodologia generale basata su un approccio bilivello, che include gran parte degli elementi necessari al processo di pianificazione, così come quelli necessari per individuare tutti gli impatti potenziali. La metodologia definita si propone di raggiungere i seguenti obiettivi:

- sviluppo di un algoritmo per il progetto della rete ottima in termini di itinerari per ogni coppia origine destinazione che forniscano un servizio soddisfacente e che rispettino vincoli operativi relativi al viaggio, al trasbordo e al tempo di attesa;
- sviluppo di parametri di prestazione per l'utente, l'operatore e la collettività;
- integrazione di alcune componenti operative (costruzione degli orari e dello scheduling dei veicoli) nella procedura di TNDP;
- sviluppo di analisi di sensitività per la determinazione dei limiti di tolleranza della soluzione dovuti a variazioni nella domanda e nei vincoli.

Lo schema metodologico definito è riportato in figura. 2.4.

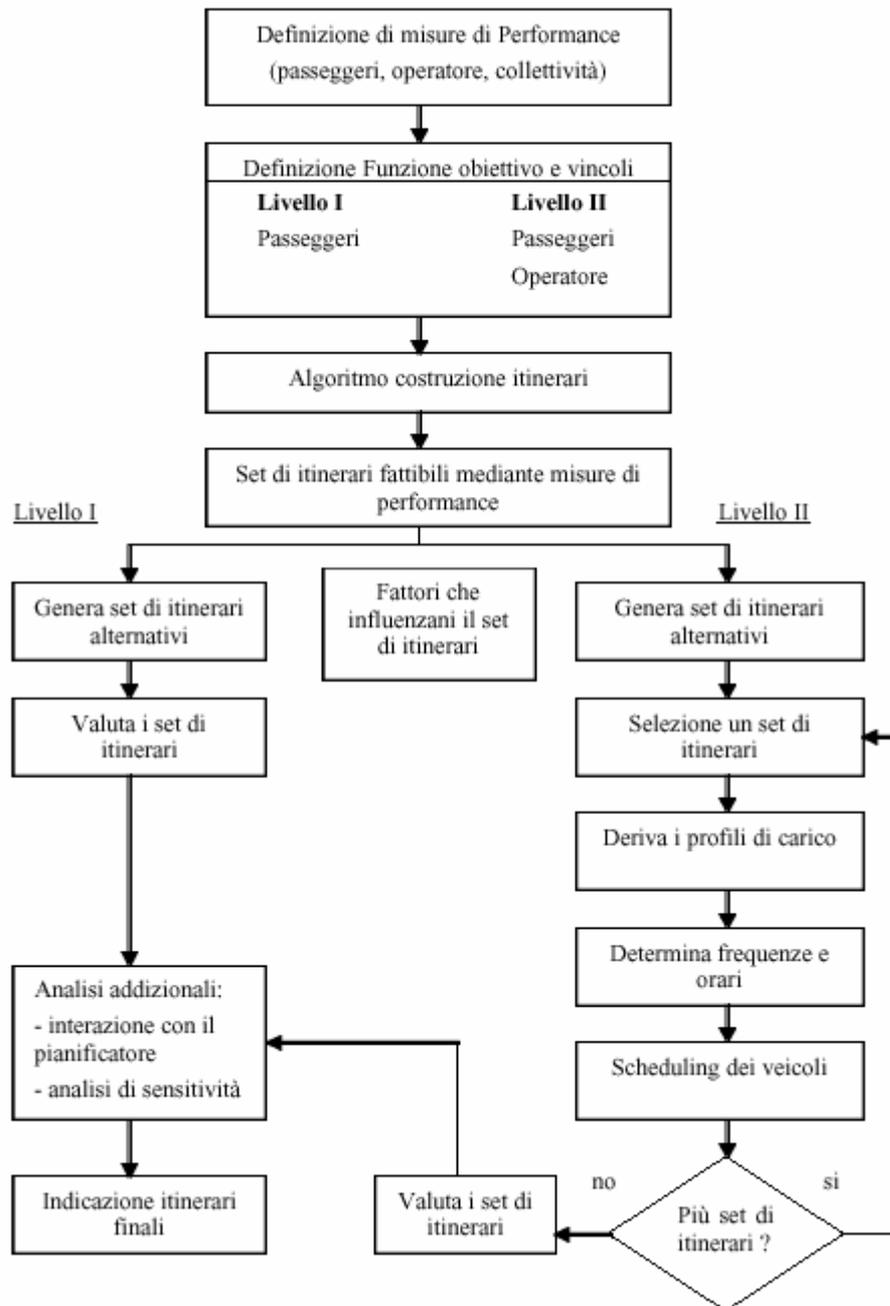


Figura 2.4. Metodologia generale relativa al processo di TND (Ceder, Wilson 1986)

Nel lavoro sono approfonditi solo alcuni aspetti delle metodologie, ed in particolare:

- la formulazione del livello I (funzione obiettivo e vincoli) riguardante gli impatti sull'utenza;
- la formulazione del livello II (funzione obiettivo e vincoli) riguardante gli impatti sull'utenza e sull'operatore;

- lo sviluppo di un algoritmo per la costruzione di itinerari fattibili.

Il livello I tiene conto dei soli impatti sull'utenza. Per differenti set di itinerari, la funzione obiettivo da minimizzare è costituita dalla somma dei seguenti parametri:

- sommatoria della differenza tra i tempi di percorrenza sull'itinerario e sul minimo percorso per tutte i nodi della rete;
- tempo totale di trasferimento per i passeggeri per ogni coppia di nodi;

soggetta ai seguenti vincoli:

- la lunghezza di ciascun itinerario deve essere compresa tra una lunghezza minima e una massima;
- il numero di itinerari non deve oltrepassare una certa soglia;
- il rapporto tra tempo di viaggio e tempo di viaggio sui minimi percorsi per ogni coppia di nodi deve essere non maggiore dell'unità più la differenza tra i tempi di viaggio attuale e minimo, espressa in percentuale,

Nel livello II si considerano anche gli impatti sull'operatore. Per differenti set di itinerari, la funzione obiettivo contiene, oltre ai due parametri del livello I, anche i seguenti:

- sommatoria dei tempi di attesa stimati;
- numero di veicoli richiesto per il sistema.

C. Frequenze

Avella e Sforza (1997) propongono una procedura euristica di tipo iterativo che opera direttamente sulle frequenze e non sul numero di bus (come avviene in Crisalli, 1996), con l'obiettivo di rendere minimo il tempo totale di viaggio per l'utenza, assicurando il soddisfacimento della domanda di spostamento, nel rispetto dei vincoli di capacità associati alle singole linee. Nella fase di aggiornamento vengono incrementate le frequenze delle linee sulle quali non viene soddisfatto il vincolo di capacità e nello stesso tempo vengono decrementate le frequenze delle linee sulle quali

si determina una capacità che eccede di un certo valore percentuale il massimo flusso sulla linea.

L'algoritmo di calcolo (figura 2.5) si articola in 4 step fondamentali ognuno dei quali produce dei risultati che rappresentano l'input per lo step successivo:

- step 1: determinazione delle frequenze iniziali; si determina una prima soluzione del problema o si acquisisce una soluzione nota, che per un caso reale può essere quella corrispondente alle frequenze già utilizzate dall'azienda. In questo caso il modulo è costituito da una procedura che consente l'acquisizione dei dati di input;
- step 2: assegnazione della domanda alle linee; questo step si articola in due componenti. Nella prima utilizzando l'insieme delle frequenze determinato al passo precedente si calcolano gli iperalberi per ogni nodo destinazione d. La seconda componente consiste in una procedura che effettua l'assegnazione della domanda di spostamento al fascio di linee attrattivo determinato nella prima fase ovvero determina la configurazione dei flussi sugli archi che costituiscono la rete;
- step 3: test di verifica; questo test è costituito da una procedura che verifica se la distribuzione di flusso sulle linee soddisfa i vincoli di capacità relativi ai bus disponibili per la linea stessa. L'esito di questo test determina quale sia il passo successivo: se il risultato è positivo la procedura termina, altrimenti si va allo step 4;
- step 4: aggiornamento delle frequenze; attraverso una procedura euristica si determina un nuovo insieme di frequenze da assegnare alle linee. Questo insieme viene utilizzato come input del passo 2 nella successiva iterazione.

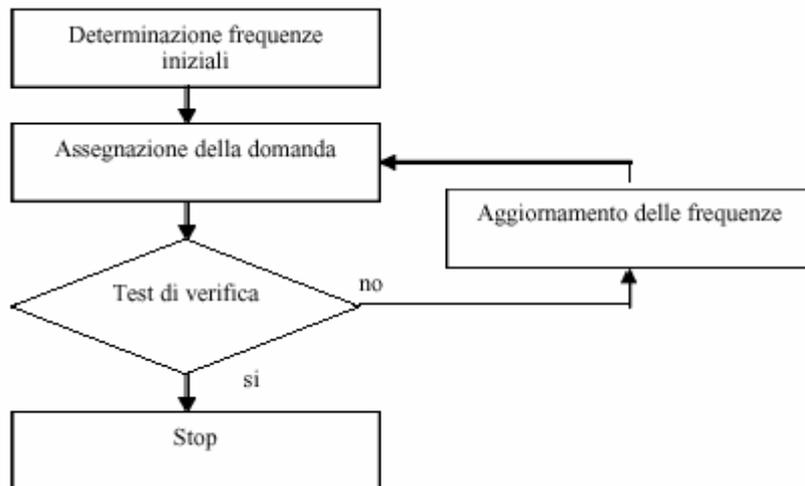


Figura 2.5. Procedura generale (Avella, Sforza 1997)

Nuzzolo et alii (2003) propongono la determinazione delle frequenze, minimizzando il tempo totale che gli utenti trascorrono nel sistema di trasporto collettivo, nell'ipotesi di domanda rigida rispetto alla variazione delle frequenze dei servizi. I vincoli sono di tipo tecnico, legati cioè ad una frequenza di esercizio delle linee che deve appartenere ad un range di ammissibilità e della capacità delle linee che deve essere in grado di soddisfare la domanda di spostamento. Le limitate risorse economiche si traducono in un vincolo di budget, che di solito è espresso in termini di numero di convogli disponibili (NC) e di veicoli*Km eserciti (veic*Km).

La formulazione completa del problema di progetto delle frequenze risulta essere :

$$\varphi^* = \arg \min \left[\sum_{od} d_{od} * TV_{od}(\varphi) \right];$$

con:

$$\begin{aligned} \underline{\varphi}^T * \underline{T}_g &\leq NC_{\max}; \\ \sum_l (\varphi_l * T_{gl} * L_l) &\leq Vkm_{\max}; \\ \varphi_{l,\min} &\leq \varphi_l \leq \varphi_{l,\max} \quad \forall l; \\ Cc_l * \varphi_l &\geq f_{l,\max} \quad \forall l; \end{aligned}$$

dove:

φ_l : frequenza della linea;

$\underline{\varphi}$: vettore delle frequenze delle linee;

d_{od} : domanda di trasporto per la relazione od;

TV_{od} : tempo complessivo di viaggio sulla relazione od (somma dei tempi di accesso, a bordo, di trasbordo, di egresso, e penalità di anticipo/ritardo);

T_{gl} : tempo di giro della linea l;

\underline{T}_g : vettore dei tempi di giro delle linee;

L_l : lunghezza dell'itinerario della linea l;

Vkm_{max} : veic*km totali a disposizione della nuova rete;

Cc_l : capacità dei veicoli associati alle corse della linea l;

$f_{l,max}$: flusso di utenti nel punto di massimo carico della linea l.

La soluzione del problema di ottimizzazione può essere trovata attraverso l'uso di un algoritmo euristico di tipo "greedy".

2.1.3 Approccio di simulazione

Nell'approccio di simulazione si possono individuare si riportano i lavori di Janarthanan e Schneider (1986) e Di Gangi e Montella (1995). Janarthanan (1986) utilizza un approccio simulativo e individua come elemento fondamentale nell'ambito del processo di pianificazione di un sistema di trasporto pubblico la valutazione delle diverse alternative di progetto. Quest'ultima costituisce, in tal modo, la base per la scelta finale del gestore. La valutazione della alternative avviene con un metodo multicriterio che usa un'analisi di concordanza nella quale i piani alternativi sono valutati da una serie di comparazioni all'interno di un insieme di criteri. Il primo step di questa analisi è lo sviluppo di una matrice degli effetti di progetto, che contiene i risultati dell'applicazione dei criteri usati nella valutazione delle alternative. Per un'analisi con m alternative e n criteri la matrice degli effetti X contiene m*n elementi. In generale i valori sono misurati in differenti unità ed è necessario

trasformarli in una comune unità di misura. La procedura di normalizzazione adimensionalizza ogni valore ed è tale che i valori più alti sono i migliori. Tre sono le procedure di normalizzazione utilizzate, due lineari e una non lineare. Il primo metodo usa:

$$r_{ij} = x_{ij}/x^{*ij}$$

dove:

r = valore normalizzato;

x = effetto del progetto;

$i = 1, 2, \dots, m$ alternative;

$j = 1, 2, \dots, n$ criteri;

$x^{*ij} = \max(x_{ij})$, per $j = 1, 2, \dots, n$.

Il vantaggio di questo metodo di normalizzazione è che tutti i risultati sono trasformati in modo lineare in maniera tale che l'ordine relativo di grandezza del valore rimane lo stesso. Nel caso di un criterio in cui l'obiettivo migliore sia quello con un valore più basso si usa:

$$r_{ij} = 1 - x_{ij}/x^{*ij}$$

Il secondo metodo usa:

$$r_{ij} = (x_{ij} - x^{**ij})/(x^{*ij} - x^{**ij})$$

dove $x^{**ij} = \min(x_{ij})$, per $j = 1, 2, \dots, n$.

Il vantaggio del metodo è che la scala di misura varia precisamente tra 0 e 1. Il terzo metodo di normalizzazione è un metodo non lineare che utilizza la seguente curva logistica:

$$r = e^{G(x)} / [1 + e^{G(x)}]$$

dove:

r = valore normalizzato;

$G(x)$ = funzione del livello di performances x , misurato in unità di performances.

Dopo la normalizzazione il successivo step è di stabilire la relativa importanza o priorità per i criteri inclusi nella valutazione. La relativa importanza di un criterio rispetto ad un altro è riflessa da un insieme di pesi. La valutazione delle alternative di

progetto avviene attraverso la selezione degli obiettivi e dei criteri che li rappresentano. Gli obiettivi considerati sono:

1. costi minimi
2. utilizzazione massima;
3. accessibilità massima;
4. massima efficacia dei servizi.

Ogni obiettivo è rappresentato attraverso diversi criteri (tra parentesi l'obiettivo a cui si riferisce):

- costo dell'operatore per ora (1);
- costi di capitale (1);
- percentuale di percorsi su cui il massimo carico è inferiore al 10% di capacità (2);
- passeggeri per chilometro (2);
- passeggeri serviti per posti offerti ogni chilometro (2);
- percentuale viaggi assegnati che raggiungono la destinazione (3).

La procedura generale seguita è schematizzata in figura 2.6

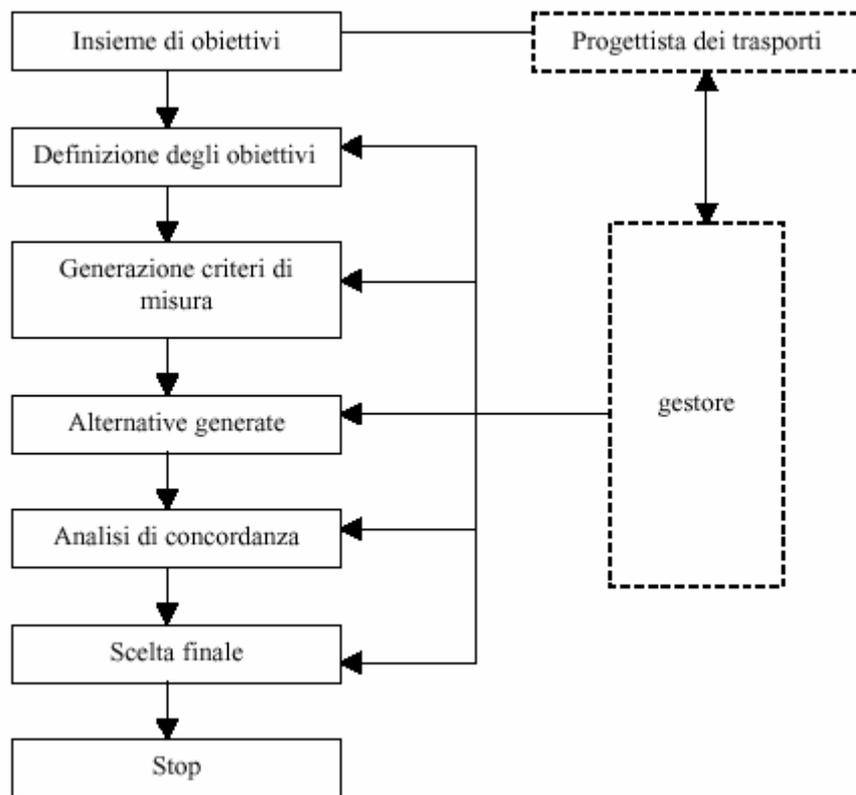


Figura 2.6. Procedura di valutazione delle alternative di progetto generale (Janarthanan 1986)

Di Gangi e Montella (1995) propongono un approccio di tipo simulativo (“what if”) al problema del TNDP. La procedura (figura 2.7) è basata sul confronto di alternative progettuali definite a priori. La scelta delle alternative viene effettuata mediante il confronto di un insieme di indicatori di prestazione condotto mediante un’analisi multicriteria che consente di valutare diversi aspetti di ognuna delle alternative considerate.

La procedura si articola nei seguenti passi:

- definizione ambito problema: in termini spaziali, area di studio e area di intervento in base allo specifico tema progettuale commissionato; in termini temporali, va supposto un orizzonte temporale breve essendo possibile la messa in esercizio della nuova rete nel breve termine;
- definizione degli obiettivi: di efficienza (rapporto tra prodotto realizzato e risorse impiegate), di efficacia (in riferimento alla quantità di popolazione servita), di

qualità (rispondenza del progetto ai desideri degli utenti come la minimizzazione del costo generalizzato di trasporto);

- scelta degli indicatori: di efficienza, di efficacia, di qualità;
- simulazione reti: schematizzazione della rete, scelta del percorso ed assegnazione, calcolo frequenze, calcolo indicatori;
- analisi multicriteria: individuazione delle alternative progettuali, definizione del sistema di obiettivi in funzione delle componenti della collettività interessate al progetto, riempimento della matrice di decisione, confronto delle alternative e scelta finale;
- definizione della rete finale.



Figura 2.7. Sviluppo della metodologia (Di Gangi e Montella, 1995)

2.2 La domanda

2.2.1 La stima della domanda tramite le indagini RP ed SP

2.2.1.1 Le indagini Revealed Preference (RP)

Il progetto di un'indagine di tipo RP è strettamente correlato agli obiettivi che si intendono perseguire. L'obiettivo di riferimento è quello di acquisire dati per poter

effettuare la specificazione e la calibrazione di un modello di domanda di trasporto, ipotizzando un approccio comportamentale di utilità casuale per il decisore.

Negli studi più recenti inerenti i modelli di domanda viene data notevole attenzione alla definizione dell'insieme di scelta, giungendo anche a proporre metodologie per la definizione degli insiemi stessi. Nell'ambito dell'approccio con definizione "a priori" dell'insieme, tipico dei modelli di scelta modale è importante che, a parità di modo di trasporto, vengano identificate le differenze relative agli attributi di livello di servizio delle differenti alternative a disposizione.

Risulta quindi necessario costruire l'indagine definendo condizioni e vincoli relativi agli insiemi di scelta che si vogliono indagare, una volta definito l'oggetto dello spostamento ed il decisore. I vincoli che vengono tradizionalmente introdotti nei modelli di domanda confinano le distanze degli spostamenti, imponendo limiti di minimo e di massimo. Le condizioni riguardano invece la distribuzione delle risposte, che si vuole abbastanza uniforme all'interno del range di distanze previsto in sede di calibrazione. In questo caso, la possibilità di introdurre dei pesi ottenuti da altre fonti permette un risparmio di interviste. Dopo i vincoli e le condizioni determinati in funzione delle distanze, bisogna determinare quelli che derivano dalla natura stessa degli spostamenti che si vuole indagare e modellizzare. Bisogna, quindi, individuare in relazione alle statistiche disponibili, le possibili segmentazioni della domanda in base alle caratteristiche dell'utente. Le statistiche utilizzabili in prima istanza sono quelle ufficiali prodotte dall'ISTAT, dalle FS o desunti dal Piano Generale dei Trasporti o dai piani regionali.

Un ulteriore elemento che contribuisce alla costruzione dell'indagine è dato dalle ipotesi sulle specificazioni funzionali dei modelli che si intendono adottare. In questo caso risulta determinante conoscere quali siano le funzioni del modello che si intende ricavare. Bisogna quindi definire se il modello sarà utilizzato a fini descrittivi, consentendo di effettuare valutazioni sui pesi e sui valori di reciproca sostituzione degli attributi, oppure se il modello sarà utilizzato in un contesto previsionale.

Nel primo caso possono essere inseriti attributi di tipo socio-economico estremamente dettagliati, mentre nel secondo è preferibile utilizzare attributi di cui si

conoscano disponibilità e valori futuri per le classi in cui è stata suddivisa la popolazione dell'area in cui il modello verrà applicato in sede revisionale.

2.2.1.2 Le indagini Stated Preference (SP)

Il metodo delle Stated Preferences si basa sulla definizione di un experimental design (contesto sperimentale o contesto di scelta) per il quale l'utente è invitato ad esprimere la propria opinione; i dati ottenuti, dopo aver effettuato alcune verifiche che consentano di eliminare informazioni tali da generare errori grossolani, possono essere utilizzati per analisi di tipo statistico e/o per la costruzione di modelli di domanda, utilizzando specifiche procedure di calibrazione che consentano di stimare i parametri degli stessi.

Ogni alternativa nell'ambito dell'esperimento SP (ad esempio, modi diversi di trasporto, percorsi, destinazioni, e così via) è caratterizzata dall'insieme dei fattori (ossia le variabili o attributi di interesse che caratterizzano l'alternativa stessa), e dei loro livelli (ossia il valore assunto dai fattori). Per ottenere le N alternative dell'esperimento, l'analista modificherà, nell'ambito di un intervallo di valori predefiniti, i livelli dei vari fattori, combinando tra loro tali variazioni; è da osservare che i livelli dei fattori possono cambiare generalmente in modo indipendente tra di loro.

Definite le alternative SP, il passo successivo consiste nella scelta del "contesto di valutazione", ossia del modo in cui le alternative SP vengono utilizzate, e nella definizione della scala di misura per le variabili dipendenti.

Esistono tre possibili modi di utilizzare le SP, ovvero:

- Scelta (o choice): all'intervistato viene chiesto di scegliere una sola tra N delle alternative proposte nell'esperimento. Questi ultimi dati sono del tutto simili a quelli ottenuti con il metodo RP, con la differenza che qui le scelte sono riferite a situazioni ipotetiche;
- Ordinamento per preferenza (o ranking): le alternative vengono ordinate dall'intervistato in ordine di preferenza;

- Stima di preferenza (o rating): per ognuna delle N alternative si chiede all'intervistato una stima di preferenza (secondo un'opportuna scala di misura predefinita), in modo da utilizzare l'informazione ottenuta come indicativa del valore di utilità associata ad ogni alternativa.

Il numero di alternative che si possono ottenere con un esperimento SP dipende dal numero di fattori e da loro livelli. Ad esempio, se per ogni fattore si ammettono solo due livelli, detto n il numero di fattori il numero complessivo di alternative che si generano combinando i vari livelli dei fattori è pari a 2^n . Al crescere del numero dei livelli aumenta il numero di alternative, e quindi la complessità dell'indagine per gli intervistati. In effetti, gli esperimenti già condotti con il metodo SP hanno dimostrato che il numero opportuno di alternative da presentare all'utente per l'analisi deve variare tra 9 e 16, in modo che egli possa effettuare le proprie valutazioni in un tempo non eccessivo. La caratteristica principale di un approccio SP è che da uno stesso intervistato si possono ottenere più informazioni.

Se il numero di alternative SP ottenuto fosse troppo elevato si può procedere a frazionare l'insieme completo (anche indicato come full design) riducendolo ad un sottoinsieme di alternative (indicato come fractional factorial design). A tale sottoinsieme apparterranno solo alcune delle alternative dell'insieme completo, e la scelta dell'analista di inserirne solo una parte, e alcune specificatamente, dipende dagli effetti principali che si intendono verificare. Infatti, l'uso dell'insieme completo consente di verificare tutti gli effetti dovuti alla variazione dei livelli dei fattori, mentre il fractional factorial design, limitandosi a considerare solo una parte dei possibili livelli, consente di verificare solo una parte degli effetti (e si procederà alla selezione in modo da valutare gli effetti ritenuti principali). Così, se si è interessati a valutare principalmente quanto sensibile sia l'utente alla variazione di costo relativamente al tempo impiegato per spostarsi con un modo di trasporto, e si ritiene pertanto che questo sia l'effetto principale che si vuole esaminare, le alternative saranno scelte secondo quest'ottica, eliminando quelle in cui non c'è la variazione di costo e/o di tempo.

Per quanto riguarda i valori assunti dai fattori, essi devono essere i più realistici possibili, o percepiti come tali dagli intervistati, perché valori che sono al di fuori del bagaglio di esperienza dell'utente generano risposte poco attendibili da parte dello stesso. Inoltre, è bene che le variazioni dei livelli per ogni fattore siano sufficientemente rilevanti, perché se fossero troppo piccole potrebbero non essere tenute in conto dall'intervistato che effettua la propria valutazione. Variazioni banalmente piccole tra le varie opzioni possono infatti indurre effetti distorti, e se non è possibile evitarle, per assicurarsi che esse siano comprese e percepite dall'individuo è necessario limitare il numero di attributi che varia tra le diverse opzioni.

Infine, un'ultima notazione riguarda la possibilità di costruire alternative within mode o between mode. Riferendosi, ad esempio, al caso di analisi della scelta modale, nel primo caso le alternative diverse che si ottengono sono generate dalla variazione di uno o più livelli dei fattori di uno stesso modo, mentre nel secondo caso le alternative sono costituite da diversi modi di trasporto ognuno con i propri fattori e i propri livelli, variando i quali si ottengono gruppi di alternative su cui in successione si orienterà la valutazione dell'intervistato.

Come tutte le basi dati anche quelle ottenute con il metodo SP possono contenere informazioni non attendibili che è necessario pertanto scartare per ottenere dati soddisfacenti. Allo scopo sono utilizzate diverse verifiche di validità che si possono dividere in due gruppi: a) verifiche di consistenza interna e b) verifiche di consistenza esterna. Il primo gruppo di verifiche intende analizzare la consistenza interna dei dati e degli attributi usati, nonché del modo in cui l'esperimento è stato costruito. Il secondo gruppo, invece, verifica la consistenza tra le risposte dell'individuo fornite sulla base del contesto sperimentale e il comportamento reale dello stesso.

2.2.2 La stima della domanda tramite modello. I modelli di utilità aleatoria

Le ipotesi generali

I modelli di utilità aleatoria derivano dalla teoria economica del consumatore secondo la quale gli utenti sono decisori razionali che massimizzano l'utilità relativa alle proprie scelte. L'insieme delle alternative di scelta che l'utente può considerare viene definito *insieme di scelta*. Se le alternative a disposizione dell'utente durante il processo decisionale sono di numero finito, esse vengono definite *alternative discrete*. La struttura di un modello di scelta discreta si basa su una serie di ipotesi generali che riguardano:

- il decisore con la definizione del processo decisionale e delle sue caratteristiche;
- le alternative con la determinazione dell'insieme di scelta;
- gli attributi di scelta con la misura dell'utilità associata a ciascuna alternativa;
- il processo decisionale con la descrizione del sistema di scelta del decisore in rapporto alle alternative appartenenti all'insieme di scelta.

I modelli di scelta discreta considerano l'utente (decisore razionale) come un singolo individuo. Se il processo decisionale riguarda un insieme di individui (ad esempio una famiglia), vengono ignorate tutte le relazioni all'interno dell'insieme, ipotizzando che la scelta venga effettuata da un singolo individuo rappresentativo del gruppo.

Il generico utente n effettua la propria scelta prendendo in considerazione esclusivamente le m_i alternative appartenenti al suo insieme di scelta S^n che potrà risultare differente rispetto a quello degli altri utenti. Inoltre, l'utente n a ciascuna alternativa i del suo insieme di scelta, associa una utilità percepita U_i^n e sceglie l'alternativa che consente di massimizzare tale utilità.

L'utilità associata a ciascuna alternativa viene calcolata in funzione degli attributi dell'alternativa e del decisore. Definito il vettore degli attributi X_i^n della alternativa i relativa all'utente n , l'utilità corrispondente può essere calcolata come :

$$U_i^n = U^n(X_i^n)$$

In aggiunta alla disponibilità delle alternative di scelta, anche la percezione da parte dell'utente dell'utilità legata a tali alternative influenza l'insieme di scelta.

Gli aspetti comportamentali legati alla percezione delle utilità da parte del decisore introducono un elemento di incertezza nella modellazione del processo decisionale. L'utilità legata a ciascuna alternativa deve essere, pertanto, rappresentata come una variabile aleatoria. Più precisamente, l'utilità che l'utente n associa all'alternativa i appartenente all'insieme di scelta S^n è data da

$$U_i^n = V_i^n + \varepsilon_i^n. \quad (2.1)$$

dove il termine V_i^n rappresenta la parte deterministica (o sistematica) della utilità, mentre il termine ε_i^n è il termine aleatorio.

Alla luce di tali ipotesi, non è corretto parlare di certezza nella scelta da parte dell'utente n di una alternativa i ; bensì è possibile stimare la probabilità che l'alternativa i venga scelta dall'utente n all'interno dell'insieme di scelta S^n che è pari a

$$p^n(i/S^n) = \text{Prob}[U_i^n > U_j^n \forall j \neq i, j \in S^n]. \quad (2.2)$$

Se si pone

$$U_i^n = V_i^n + \varepsilon_i^n;$$

$$V_i^n = E[U_i^n]$$

$$\sigma_{n,i}^2 = \text{Var}[U_i^n]$$

si ha

$$E[V_i^n] = V_i^n$$

$$\text{Var}[V_i^n] = 0$$

$$E[\varepsilon_i^n] = 0$$

$$\text{Var}[\varepsilon_i^n] = \sigma_{n,i}^2$$

Sostituendo la relazione (2.1) nell'espressione (2.2) si ha

$$p^n(i/S^n) = \text{Prob}[V_i^n - V_j^n > \varepsilon_j^n - \varepsilon_i^n \forall j \neq i, j \in S^n] \quad (2.3)$$

L'espressione (2.3) indica che la probabilità di scelta di una alternativa dipende dai valori delle utilità sistematiche di tutte le alternative disponibili e dalle legge di distribuzione congiunta dei residui aleatori ε_i .

La di varianza-covarianza dei residui aleatori

A livello generale una matrice di varianza-covarianza Σ è simmetrica e semidefinita positiva. Se la varianza di ciascun residuo aleatorio ε_i è nulla, allora tutte le covarianze devono essere nulle. Ciò implica che la matrice Σ è una matrice nulla. Il modello di scelta, in questo caso, diventa un modello di scelta deterministico. Se la matrice di varianza-covarianza Σ è diversa da una matrice nulla, il modello di scelta si dice non deterministico.

L'utilità sistematica

L'utilità sistematica rappresenta la media dell'utilità percepita da tutti gli utenti che hanno gli stessi valori degli attributi e viene generalmente espressa come funzione lineare nei coefficienti β degli attributi

$$V_i^n(X_i^n) = \sum_j \beta_j X_{ji}^n$$

I coefficienti β_j sono i coefficienti da stimare in fase di calibrazione del modello.

Gli attributi possono essere di vario tipo. Gli attributi di livello di servizio sono quelli legati al servizio offerto dal sistema di trasporto in esame (tempi, costi, numero di corse, ecc.). Gli attributi del sistema delle attività, invece, sono quelli dipendenti dall'uso del territorio dell'area di studio (numero di scuole o di negozi in una zona), mentre gli attributi socioeconomici sono quelli legati all'utente (numero di autovetture possedute in famiglia, possesso della patente di guida, ecc.). Gli attributi, inoltre, possono essere generici se sono inclusi con valori diversi da zero, nella stessa forma e con uguale coefficiente β , nelle funzioni di utilità di più di una alternativa. Viceversa, possono essere definiti specifici quegli attributi valutati con forme funzionali o coefficienti β diversi per le diverse alternative. Nella espressione dell'utilità

sistematica legata ad una alternativa i , generalmente, viene introdotta una variabile ombra che vale 1 per l'alternativa i e zero per tutte le altre dell'insieme di scelta. Tale variabile prende il nome di Attributo Specifico dell'Alternativa (ASA) ed il suo coefficiente β si può definire come Costante Specifica dell'Alternativa (CSA).

2.2.2.1 Il modello Logit Multinomiale

L'ipotesi alla base del modello è che i residui aleatori ε_i associati a ciascuna alternativa di scelta siano indipendentemente distribuiti secondo la legge di Gumbel con media nulla e parametro θ . La funzione di distribuzione di probabilità marginale è data da

$$F(\varepsilon) = \exp[-\exp(-x/\theta - \phi)]$$

dove ϕ è la costante di Eulero e vale

$$\phi \approx 0.577$$

La media e la varianza della variabile di Gumbel possono essere determinate come

$$E[\varepsilon_i] = 0 \quad \forall \text{ alternativa } i$$

$$Var[\varepsilon_i] = \frac{\pi^2}{6} * \theta^2 \quad \forall \text{ alternativa } i$$

L'ipotesi di indipendenza dei residui aleatori implica che la covarianza su ciascuna coppia di residui sia nulla

$$Cov(\varepsilon_i, \varepsilon_j) = 0 \quad \forall i, j \in S^n$$

Quanto detto implica che anche le utilità percepite U_i sono variabili aleatorie distribuite secondo Gumbel con la seguente distribuzione di probabilità

$$F(U) = Prob[V_i + \varepsilon_i \leq U] = Prob[\varepsilon_i \leq U - V_i] = \exp[-\exp(-(U - V_i)/(\theta - \phi))]$$

la media e la varianza sono, invece, calcolate mediante le seguenti relazioni

$$E[U_i] = V_i$$

$$Var[U_i] = \frac{\pi^2}{6} * \theta^2$$

Sulla base delle ipotesi fatte sia sui residui ε_i che sulle utilità U_i la matrice di varianza-covarianza dei residui risulta una matrice diagonale che è proporzionale alla

matrice identità secondo σ_ε . L'albero di scelta di un modello Logit Multinomiale si può schematizzare come in figura 2.8.

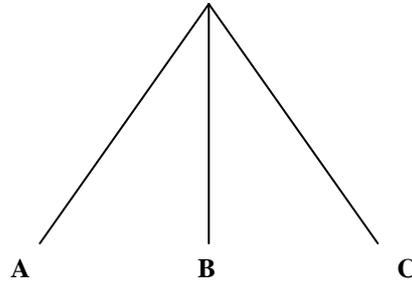


Figura 2.8. Albero di scelta di un modello Logit Multinomiale

Le variabili distribuite secondo la legge di Gumbel godono di una importante proprietà detta di “stabilità rispetto alla massimizzazione”. Ciò significa che il massimo di variabili di Gumbel indipendenti ed aventi uguale parametro θ , è ancora una variabile distribuita secondo Gumbel di parametro θ . In sintesi, se le utilità U_i sono variabili di Gumbel indipendenti di uguale parametro θ e con valore medio pari a V_i , la massima utilità U_{\max} definita come

$$U_{\max} = \max_i \{U_i\}$$

è ancora una variabile di Gumbel di parametro θ e media pari a

$$V_{\max} = E[U_{\max}] = \theta * \ln \sum_i \exp(V_i / \theta).$$

La variabile V_{\max} viene detta utilità inclusiva e la variabile Y proporzionale a questa viene detta variabile “logsum”

$$Y = \ln \sum_i \exp(V_i / \theta).$$

Dato che i modelli di utilità aleatoria esprimono la probabilità di scelta di una alternativa come la probabilità che l'utilità percepita per questa alternativa sia la massima all'interno dell'insieme di scelta, allora per la proprietà di stabilità rispetto alla massimizzazione si ha che

$$Pr\ ob[i] = \frac{\exp(V_i / \theta)}{\sum_{j=1}^m \exp(V_j / \theta)}$$

L'espressione precedente rappresenta la probabilità che l'utente scelga l'alternativa i .

2.2.2.2 Il modello Nested Logit

Per il modello Nested Logit o Logit Gerarchizzato non vale, almeno in parte, l'ipotesi di indipendenza dei residui aleatori. Tuttavia, l'espressione del modello conserva ancora una forma analitica chiusa. La rappresentazione del processo di scelta fra le alternative e la covarianza fra le utilità percepite è data da un grafo ad albero detto albero di scelta (figura 2.9).

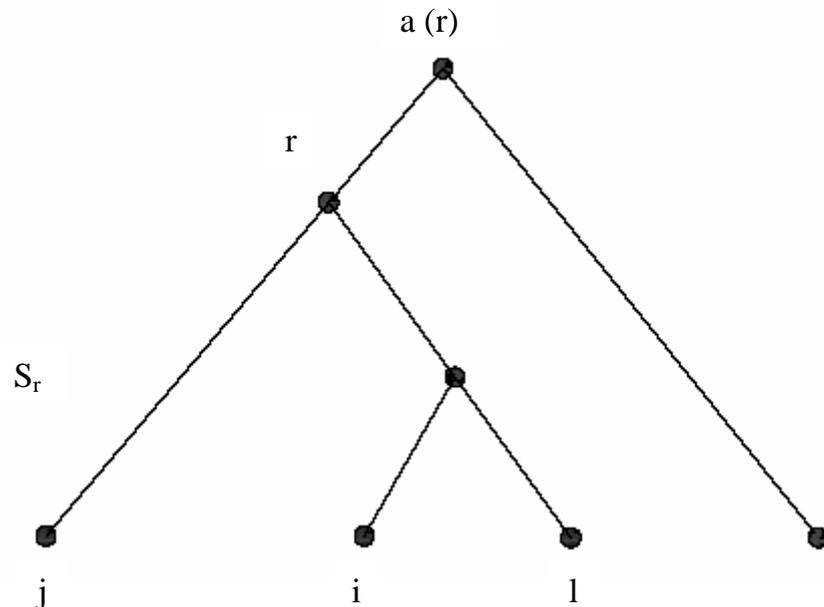


Figura 2.9. Albero di scelta di un modello Nested Logit

Il grafo ad albero ha un nodo “radice” che non ha archi in ingresso. Inoltre, all'interno dell'albero esiste un solo percorso che collega la radice con ciascun nodo.

I nodi finali dell'albero, o nodi “foglia” (nella figura x i nodi i, j ed l), rappresentano le alternative elementari appartenenti all'insieme di scelta S . Ciascun nodo intermedio r rappresenta una scelta condizionata da parte del decisore, il quale sceglie fra l'insieme di alternative elementari o composte rappresentate dai nodi foglia o dagli ulteriori nodi intermedi collegati direttamente al nodo r . Quindi, in corrispondenza di

ciascun nodo intermedio, la scelta avviene fra tutte le alternative elementari raggiungibili direttamente (attraverso alternative elementari) o indirettamente (attraverso alternative composte) dal nodo decisionale in esame.

Se si considera l'albero di scelta, possono essere definiti i seguenti elementi:

- il nodo radice o che rappresenta l'inizio del processo decisionale;
- i nodi foglia i, j ed l che rappresentano le alternative di scelta elementari;
- il nodo intermedio r dell'albero che può rappresentare un gruppo di alternative (alternativa composta), oppure una scelta intermedia;
- l'insieme S delle alternative elementari;
- l'insieme S_r dei nodi figli di r che rappresenta le alternative di scelta elementari o composte disponibili per la scelta condizionata in r ;
- il nodo $a(r)$ che rappresenta il nodo padre di r , ovvero un nodo collegato ad r con un arco orientato;
- l'insieme A_r che è l'insieme dei nodi che appartengono all'unico percorso che collega il nodo radice o ad r , con l'esclusione degli stessi nodi o ed r .

In corrispondenza di ogni nodo di scelta, si assume che il decisore effettui una scelta condizionata fra tutte le alternative disponibili che sono rappresentate dai nodi r che potranno essere alternative elementari o composte. La scelta effettuata sarà rappresentata dal nodo $a(r)$ appartenente all'insieme delle alternative di scelta $S_{a(r)}$.

A ciascun nodo r è associata una utilità percepita $U_{r/a(r)}$ è composta da:

- un valore atteso V_r che è il valore dell'utilità sistematica V_j se r è un'alternativa elementare. Se r , invece, rappresenta la scelta fra un gruppo di alternative, l'utilità media percepita ad esso associata sarà il valore medio della massima utilità percepita (variabile inclusiva) per le alternative appartenenti ad S_r ;
- i residui aleatori $\varepsilon_{r/a(r)}$ di tutti i nodi r che sono variabili di Gumbel indipendentemente ed identicamente distribuiti con media nulla e parametro $\theta_{a(r)}$.

Si ottiene allora che

$$U_{r/a(r)} = V_r + \varepsilon_{r/a(r)} \quad \forall r \in S_{a(r)} \quad ;$$

$$E[\varepsilon_{r/a(r)}] = 0 ;$$

$$Var[\varepsilon_{r/a(r)}] = \frac{\pi^2 \theta_{a(r)}^2}{6}.$$

La probabilità di scegliere l'alternativa r condizionata al nodo $a(r)$ è espressa da un modello Logit Multinomiale e si calcola come

$$Prob[r/a(r)] = \frac{\exp\left(\frac{V_r}{\theta_{a(r)}}\right)}{\sum_{r \in S_{a(r)}} \exp\left(\frac{V_r}{\theta_{a(r)}}\right)} ;$$

Se l'alternativa r è una alternativa composta la probabilità di scelta è rappresentata da

$$Prob[r/a(r)] = \frac{\exp\left(\frac{\theta_r}{\theta_{a(r)}} * Y_r\right)}{\sum_{r \in S_{a(r)}} \exp\left(\frac{V_r}{\theta_{a(r)}}\right)} = \frac{\exp(\delta_r * Y_r)}{\sum_{r \in S_{a(r)}} \exp(Y_{a(r)})}$$

dove il parametro δ rappresenta il rapporto tra θ_r e $\theta_{a(r)}$.

Ritornando al modello generale, è possibile esplicitare le varianze e le covarianze dei residui aleatori in funzione dei parametri θ_r introdotti. L'ipotesi di base è che il residuo aleatorio totale ε_j legato a ciascuna alternativa elementare può essere scomposto nella somma di variabili aleatorie $\tau_{a(r),r}$ indipendenti e a media nulla, associate ad ogni arco dell'albero di scelta. La varianza totale di una alternativa elementare (rappresentata da un nodo foglia) risulta, pertanto, uguale alla somma delle varianze corrispondenti agli archi del percorso che collega il nodo radice al nodo foglia. Inoltre per la proprietà di stabilità rispetto alla massimizzazione, dato un nodo intermedio r , la varianza dei residui aleatori riferita a tutti i le alternative elementari raggiungibili dal nodo r è costante ed è pari a

$$Var[\varepsilon_{j/r}] = \frac{\pi^2 \theta_r^2}{6}.$$

L'aliquota di varianza associata a ciascun arco $(a(r), r)$ del grafo ad albero può essere esplicitata come

$$Var[\tau_{a(r),r}] = \frac{\pi^2}{6} (\theta_{a(r)}^2 - \theta_r^2).$$

Alla luce di quanto detto, è possibile calcolare anche la covarianza fra due alternative elementari i e j qualsiasi. Tale covarianza risulta pari alla somma delle varianze dei residui aleatori associati agli archi comuni ai due percorsi che collegano i nodi foglia i e j al nodo radice e può essere espressa come

$$Cov(\varepsilon_i, \varepsilon_j) = \frac{\pi^2}{6} (\theta_o^2 - \theta_{p(i,j)}^2)$$

Dove $p(i,j)$ rappresenta il primo nodo antenato comune ai nodi foglia i e j .

Se si considera unitario il valore del parametro θ_o , allora la covarianza può essere espressa come

$$Cov(\varepsilon_i, \varepsilon_j) = \frac{\pi^2}{6} (1 - \theta_{p(i,j)}^2)$$

2.2.2.3 Il modello Probit

Il modello Probit si basa sull'ipotesi che i residui aleatori ε_i siano distribuiti secondo una variabile Normale Multivariata con medie, varianze e covarianze qualsiasi.

$$E[\varepsilon_i] = 0;$$

$$Var[\varepsilon_i] = \sigma_i^2$$

$$Cov(\varepsilon_i, \varepsilon_j) = \sigma_{i,j}.$$

La matrice di varianza – covarianza Σ riferita al vettore $\underline{\varepsilon}$ dei residui aleatori è una matrice definita positiva. Il vettore $\underline{\varepsilon}$ è di dimensioni pari al numero di alternative m ed è composto dai residui ε_i legati a ciascuna alternativa di scelta. La sua funzione di densità di probabilità Normale Multivariata è data da:

$$f(\underline{\varepsilon}) = \left[(2\pi)^m \det(\Sigma) \right]^{-1/2} \exp \left[\frac{-1}{2 \underline{\varepsilon}^T \Sigma^{-1} \underline{\varepsilon}} \right].$$

Anche le utilità U_i legate a ciascuna alternativa sono distribuite secondo una Normale Multivariata, con medie pari a V_i e covarianze uguali a quelle dei residui ε_i . Il vettore delle utilità \underline{U} è composto dalle utilità percepite da tutte le alternative ed è anch'esso distribuito secondo una Normale Multivariata con un vettore di valori medi \underline{V} ed una matrice di varianza – covarianza Σ .

La probabilità che un utente n scelga l'alternativa i è espressa dalla seguente relazione:

$$Pr ob^n [i] = \int_{U_1^n < U_i^n} \dots \int_{U_i^n = -\infty}^{+\infty} \dots \int_{U_m^n} \frac{\exp\left[-1/2(\underline{U}^n - \underline{V}^n)^T \Sigma^{-1}(\underline{U}^n - \underline{V}^n)\right]}{\left[(2\pi)^m \det(\Sigma)\right]^{1/2}} dU_1 \dots dU_m$$

La soluzione dell'integrale non è in forma chiusa. Per calcolare la probabilità di scelta è necessario, pertanto, ricorrere a metodi approssimati come, ad esempio, il metodo Monte – Carlo.

2.2.3 La stima dei modelli di domanda

Stimare un modello di domanda, sia esso relativo allo stato attuale ovvero a scenari di progetto, significa definirne la forma funzionale e le variabili (specificazione del modello), stimarne i coefficienti o i parametri (calibrazione del modello) e verificarne la qualità statistica, ossia la sua capacità di riprodurre i dati disponibili (validazione del modello). Queste operazioni elementari, eseguite in sequenza, definiscono la stima del modello.

Le indagini necessarie ad ottenere le informazioni per stimare i modelli di domanda possono appartenere a due diverse classi:

- le indagini Revealed Preferences (RP) che consentono di analizzare dati riferiti alle scelte effettive fatte dagli utenti relativamente ad alternative esistenti;
- le indagini Stated Preference (SP) che si basano sull'analisi delle preferenze manifestate, o dichiarate, da individui intervistati nei confronti di ipotetici scenari di viaggio.

2.2.3.1 Specificazione del modello

La specificazione di un modello di domanda consiste nell'esplicitare in maniera compiuta la sua struttura matematica, individuando la forma funzionale e le variabili (attributi) che lo caratterizzano. La scelta della forma funzionale del modello (ad esempio un Logit Multinomiale o un Nested Logit) dipende da diversi fattori tra cui la

trattabilità computazionale e l'ipotesi definita a priori dell'indipendenza o meno dei residui aleatori.

Per quanto riguarda la scelta delle variabili del modello, è necessario adottare delle precauzioni, cercando di evitare di selezionare delle variabili che siano linearmente dipendenti (collineari) le une dalle altre. In tal caso, infatti, la presenza di variabili collineari all'interno dell'espressione dell'utilità sistematica del modello produce valori uguali delle probabilità di scelta in corrispondenza di infinite combinazioni dei valori dei coefficienti delle variabili multicollineari.

2.2.3.2 Calibrazione del modello

I modelli di utilità aleatoria consentono di calcolare la probabilità che un utente n scelga l'alternativa i in funzione del vettore (\underline{X}^n) degli attributi di tutte le alternative disponibili, dei vettori dei parametri ($\underline{\beta}$) relativi all'utilità sistematica ed alla funzione di probabilità congiunta dei residui aleatori ($\underline{\theta}$). Calibrare il modello significa stimare, sulla base del comportamento di un campione di utenti, i coefficienti β_k che compongono il vettore $\underline{\beta}$ ed i coefficienti θ_r , componenti del vettore $\underline{\theta}$.

Il metodo della Massima Verosimiglianza

Il metodo della Massima Verosimiglianza ricerca i valori delle incognite che rendono massima la probabilità (likelihood) di osservare le scelte effettuate dagli utenti. Tale probabilità, dipende oltre che dal modello di scelta adottato, anche dalla strategia di campionamento.

Nel caso di un campionamento casuale semplice di h utenti, le osservazioni risultano indipendenti dal punto di vista statistico e la probabilità di osservare l'insieme delle scelte del campione è fornita dal prodotto delle probabilità che ciascun utente n appartenente al campione effettui la scelta i . Dato che le probabilità di scelta dipendono dal modello in esame e sono funzione dei parametri da stimare, anche la probabilità L di osservare l'intero campione è funzione dei parametri incogniti :

$$L(\underline{\beta}, \underline{\theta}) = \prod_{n=1 \dots h} p^n(i)(\underline{X}^n, \underline{\beta}, \underline{\theta}). \quad (2.4)$$

La stima di massima verosimiglianza corrisponde al valore massimo del logaritmo naturale dell'espressione (2.4) ed è pari a

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

Se gli h utenti si raggruppano in insiemi di h_1 utenti caratterizzati dalla stessa alternativa di scelta e dagli stessi valori degli attributi, allora

$$\ln L(\underline{\beta}, \underline{\theta}) = \sum_{n=1 \dots h} h_1 \ln p^n(i)(\underline{X}^n, \underline{\beta}, \underline{\theta})$$

Un caso diverso è rappresentato dal campionamento statistico caratterizzato dalla stratificazione della popolazione in base alle scelte effettuate dagli utenti (stratificazione choice based). Un esempio di questo tipo è costituito dalla calibrazione di un modello di scelta modale, in cui i diversi strati della popolazione sono rappresentati dal campione di utenti di ciascun modo di trasporto. Lo stimatore di massima Verosimiglianza, allora, è espresso in forma chiusa ed all'interno della sua espressione matematica, ciascuna osservazione è pesata in base al rapporto tra lo strato di popolazione che effettua la scelta del modo i e la popolazione totale. L'espressione della funzione log – likelihood per questo caso è

$$\ln L(\underline{\beta}, \underline{\theta}) = \sum_{z=1 \dots Z} \left(\frac{w_z}{\alpha_z} \right) \sum_{n=1 \dots h} \ln p^n(i)(\underline{X}^n, \underline{\beta}, \underline{\theta})$$

2.2.3.3 Validazione del modello

Un volta effettuata la specificazione e la calibrazione del modello, è necessaria la sua validazione, ossia occorre verificare la ragionevolezza e la significatività dei parametri stimati e la capacità del modello di riprodurre le scelte effettuate dal campione di utenti.

Test informali sui coefficienti stimati

Il primo test da effettuare è sui segni dei coefficienti del modello stimati. Occorre, infatti, verificare che i coefficienti di attributi di costo (ad esempio i tempi o i costi monetari) siano negativi poiché sono rappresentativi di una disutilità. Al contrario, i coefficienti di attributi di convenienza, legati ad un'utilità da parte dell'utente, devono risultare positivi. La stima di coefficienti che risultano errati nel segno indica che ci sono errori nella base dati utilizzata per la calibrazione del modello.

Una ulteriore verifica può essere fatta in funzione dei rapporti fra i coefficienti di attributi diversi. Ad esempio, se si considera il rapporto tra i coefficienti del tempo e del costo monetario, si ottiene il valore percepito del tempo (VOT) che può essere confrontato con quello di altre calibrazioni o con le aspettative sulla disponibilità a pagare da parte degli utenti.

Test t-Student sui singoli coefficienti

Il primo test si basa sull'ipotesi nulla che un coefficiente β_k sia pari a zero e la sua stima β_k^{ML} sia diversa da zero per gli errori campionari tramite la statistica

$$t = \frac{\beta_k^{ML}}{\text{Var}[\beta_k^{ML}]^{1/2}}$$

Un altro test, invece, si basa sull'ipotesi nulla che due coefficienti β_k e β_i siano uguali tramite la statistica

$$t = \frac{\beta_k^{ML} - \beta_i^{ML}}{(\text{Var}[\beta_k^{ML}] + \text{Var}[\beta_i^{ML}] - 2 \text{Cov}[\beta_k^{ML}, \beta_i^{ML}])^{1/2}}$$

In entrambi i casi la statistica t è distribuita secondo una variabile t-Student con un numero di gradi di libertà pari alla differenza tra la dimensione del campione ed il numero di coefficienti stimati. Tuttavia, solitamente si assume che la variabile t sia distribuita come una variabile normale standard che, al crescere del numero di gradi di libertà, rappresenta la distribuzione limite della variabile t-Student.

L'ipotesi nulla se il valore di t è compreso nell'intervallo di confidenza $(z_{\alpha/2}, z_{1-\alpha/2})$.

Test chi-quadro sui vettori dei coefficienti

Questo test verifica l'ipotesi nulla che il vettore dei coefficienti $\underline{\beta}$ (oppure un suo sotto-vettore) sia pari ad un determinato vettore $\underline{\beta}_1$ (ad esempio il vettore nullo) e che la stima $\underline{\beta}^{ML}$ sia diversa da $\underline{\beta}_1$ solo per errori campionari. La statistica del chi - quadro si può esprimere come

$$chi^2(\underline{\beta}_1) = (\underline{\beta}^{ML} - \underline{\beta}_1)^T \Sigma_{\beta}^{-1} (\underline{\beta}^{ML} - \underline{\beta}_1)$$

Il numero di gradi di libertà è pari alle dimensioni dei vettori $\underline{\beta}$ e $\underline{\beta}_1$.

Test del Rapporto di verosimiglianza (Likelihood Ratio) sui vettori dei coefficienti

Il test della Likelihood Ratio verifica l'ipotesi nulla che il vettore dei coefficienti $\underline{\beta}$ sia pari ad un determinato vettore $\underline{\beta}_1$ che può essere ottenuto anche indirettamente imponendo alcuni vincoli al vettore $\underline{\beta}$. Se si pone $\underline{\beta}_1 = 0$ si ottiene la statistica.

$$LR(0) = -2[\ln L(0) - \ln L(\underline{\beta}^{ML})]$$

La statistica LR(0) è distribuita come una variabile chi-quadro con un numero di gradi di libertà pari al numero di coefficienti stimati.

Test sulla bontà di accostamento del modello (goodness of fit)

La capacità del modello di riprodurre le scelte effettuate da un campione di utenti può essere misurata attraverso la statistica rho-quadro

$$\rho^2 = 1 - \frac{\ln L(\underline{\beta}^{ML})}{\ln L(0)}$$

La statistica vale zero se il modello non ha alcuna capacità esplicativa, vale 1 se il modello riproduce perfettamente le alternative scelte dagli utenti del campione.

Per eliminare l'effetto del numero di parametri inclusi nel modello e per rendere confrontabili due modelli caratterizzati da un diverso numero di parametri, si utilizza la statistica rho-quadro corretta che si può esprimere come

$$\rho^{-2} = 1 - \frac{\ln L(\underline{\beta}^{ML}) - N_{\beta}}{\ln L(0)}$$

dove N_{β} corrisponde al numero di coefficienti stimati.

Un'altra statistica è la percentuale di scelta osservata e predetta dal modello per ciascuna alternativa. La percentuale di scelta osservata è data dal rapporto tra il numero di utenti che sceglie ciascuna alternativa ed il numero totale di utenti per la quale essa è disponibile. La percentuale predetta è calcolata come la media aritmetica delle probabilità di scelta da modello per gli utenti che hanno l'alternativa a disposizione.

Test di trasferibilità dei risultati

Tramite tale test è possibile verificare se i parametri β_i di modelli stimati separatamente in contesti diversi, risultano tra loro differenti in forma sistematica, ovvero possono essere considerati come fluttuazioni campionarie di un unico modello "vero" β_m .

Ciascuna componente del vettore β_m , incognito, può essere stimata come media dei valori ottenuti per i diversi contesti, pesati secondo l'inverso delle rispettive varianze:

$$\beta_m(j) = \frac{\left(\sum_i \beta_i(j) / \sigma_i^2(j) \right)}{\left(\sum_i 1 / \sigma_i^2(j) \right)}.$$

La varianza di $\beta_m(j)$ risulta essere espressa da:

$$\sigma_m^2(j) = \frac{1}{\left(\sum_i 1 / \sigma_i^2(j) \right)}.$$

Per testare l'ipotesi nulla:

$$E[\beta_i] = \beta_m \quad \text{per } i = 1, \dots, K \quad \text{dove } K \text{ è il numero di coefficienti}$$

viene utilizzato il test di rapporto di verosimiglianza (Cascetta, 1985):

$$TRASF = \sum_j \frac{(\beta_i(j) - \beta_m(j))^2}{\sigma_i^2(j)}$$

La statistica di test TRASF, nel caso di validità dell'ipotesi nulla, risulta distribuita come una variabile χ^2 con un numero di gradi di libertà pari al numero di aree di studio, meno una.

CAPITOLO 3

Soluzioni adottate nelle regioni italiane.

3.1 Generalità

Sono state analizzate diverse realtà di media-piccola dimensione in modo da poter individuare delle analogie con l'area campione scelta per l'applicazione del modello. Le metodologie generali adottate nei diversi bacini provinciali analizzati consistono nella suddivisione dei bacini stessi in più sottobacini, in modo da individuare delle unità di rete che non superano la dimensione di 7 milioni di vetture*Km. Questo tipo di misura consente di gestire con maggiore facilità il servizio, permettendo anche ad aziende di trasporto di medie dimensioni di potersi affacciare sul mercato. Ovviamente, con un sistema di rete di questo tipo, risulta di vitale importanza non solo curare l'integrazione tra i diversi bacini attraverso l'offerta dei servizi, ma anche prevedere un'integrazione tariffaria che permetta all'utente di eliminare il disagio economico e di confort legato al fatto di doversi munire di più titoli di viaggio per effettuare un singolo spostamento.

Lo schema generale di assetto delle reti individua, nella maggior parte dei casi di studio, una struttura a pettine in cui si distinguono una rete portante o principale ed una secondaria. La rete principale, generalmente, è utilizzata per collegare centri a rilevante attrattività (capoluoghi di provincia o di regione) o nodi principali coincidenti per lo più con stazioni ferroviarie, in modo da favorire l'intermodalità. La rete secondaria, invece, viene utilizzata come rete di adduzione a quella principale con un interscambio in corrispondenza dei nodi principali. Generalmente, la rete secondaria collega centri a scarsa attrattività (piccoli centri abitati, contrade, frazioni) ai nodi della principali della rete. Le corse scolastiche sia della rete principale, sia della rete secondaria sono rimaste dirette verso i poli scolastici, senza alcuna rottura di carico. Un altro aspetto che è stato studiato per le diverse realtà è il collegamento tra la rete dei servizi extraurbana e quella urbana dei centri abitati con più di 20 mila abitanti. In molti casi le linee extraurbane passano all'interno della città effettuando poche fermate

(massimo 4) e si attestano alle stazioni ferroviarie oppure in corrispondenza delle autostazioni da cui si dirama il servizio urbano (linee passanti). Questo tipo di scelta, per realtà di medie e piccole dimensioni, denota un abbandono della concezione perimetrale dell'interscambio secondo la quale le linee extraurbane vengono attestate in corrispondenza dei nodi di interscambio posti ai margini del centro abitato da cui si dipartono, poi, le linee urbane. Tale schema risulta particolarmente adatto per gli schemi di rete radiali in modo da evitare un ulteriore congestionamento della rete in corrispondenza dei centri storici. Di seguito sono riportati in sintesi gli assetti di rete di alcuni casi di studio in cui viene dato particolare risalto al servizio di trasporto collettivo extraurbano su gomma, in linea con gli obiettivi del modello.

3.2 Casi di studio

3.2.1 La Provincia di Bergamo

Il servizio di trasporto collettivo della provincia di Bergamo si caratterizza come uno dei più efficienti in Italia. Basti pensare che già durante il regime concessorio la rete dei servizi presentava indicatori di qualità elevati:

- La percentuale di corse effettuate rispetto a quelle programmate risultava superiore al 99% per tutti i concessionari (*Indice di Regolarità del Servizio*).
- La percentuale media delle corse in partenza dal capolinea all'orario stabilito o in ritardo e con arrivo al capolinea di destinazione con ritardo inferiore ai 15 minuti era di almeno il 98% per tutti i concessionari (*Indice di Puntualità del Servizio*).
- Circa il 90% degli autobus di TPL circolante nel territorio provinciale era munito di dispositivi di segnalazione del numero di linea e di destinazione della corsa riconoscibili all'esterno.

Circa due terzi (64%) delle paline erano attrezzate con l'indicazione del nome della fermata, degli orari, del percorso, delle principali coincidenze e dei punti vendita dei biglietti prossimi alla fermata.

La mappa della rete e/o delle linee dell'Area Extraurbana con la tabella delle tariffe applicate era apposta in circa 12 punti (*Standard di Informazione all'Utenza*).

- Il parco autobus anzidetto presentava le seguenti caratteristiche:

- il 30% era munito di impianti di climatizzazione;
- il 25% era munito di pianale ribassato o super ribassato per l'accesso di soggetti portatori di handicap.
- l'età media del parco era di circa 10 anni. Si rilevava la forte differenziazione tra concessionari: il dato massimo era di 14 anni ed il dato minimo era di 4,6 anni; ad una minore età media del parco corrispondeva una più alta percentuale dei mezzi allestiti con le dotazioni sopra descritte;
- rispetto alle classi ambientali di omologazione della Comunità Europea il parco autobus era così ripartito:
 - Euro 0 - 1 58,3%
 - Euro 2 40,2 %
 - Euro 3 1,5 %

(Indicatori sull'allestimento del parco autobus utilizzato).

Per quanto riguarda il progetto della nuova rete dei servizi, il bacino di Bergamo è stato suddiviso in tre sottoreti (Sud, Est ed Ovest). La gara d'appalto è stata vinta da una A.T.I. formata da incumbents, in cui l'azienda principale è la S.A.B. Mentre la Sottorete Est e la Sottorete Sud sono caratterizzate da un'offerta del servizio pari a circa 4 milioni di vetture*Km, la Sottorete Ovest presenta un'offerta quantificabile in circa 7 milioni di vetture*Km per la presenza della Tramvia delle Valli che è un sistema di metropolitana leggera.

Le linee principali collegano i centri a più alta densità abitativa, mentre le linee secondarie sono di adduzione a quelle principali. Mentre le linee extraurbane appartenenti alle sottoreti Sud ed Est, si attestano alla stazione ferroviaria di Bergamo che si trova nel centro cittadino (linee passanti), le linee che appartengono alla sottorete Ovest si attestano al capolinea della Tramvia delle Valli che si trova alla periferia della città.

In figura 3.1 viene riportato lo schema di rete del bacino di Bergamo con le rispettive sottoreti di progetto.

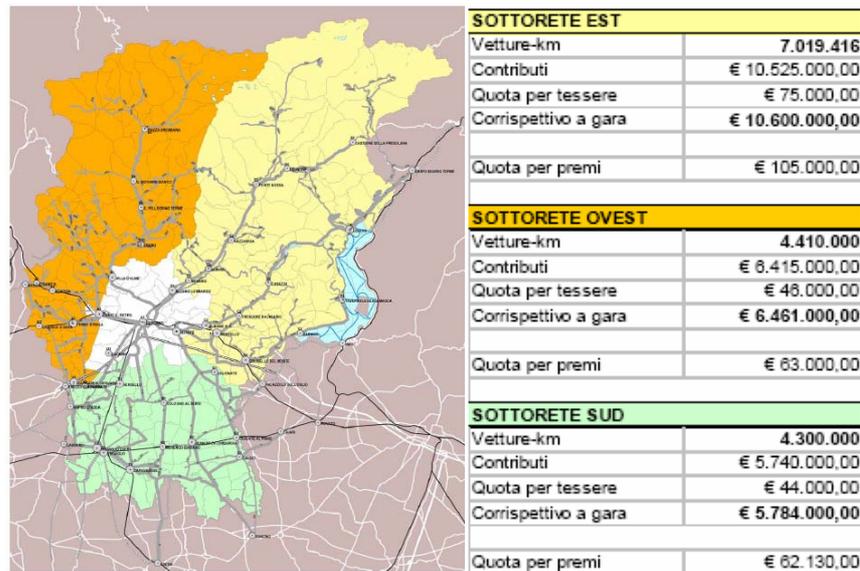


Figura 3.1 : Schema di rete del Bacino di Bergamo

3.2.2 La Provincia di Mantova

Anche il caso della provincia di Mantova costituisce un modello di programmazione efficace del trasporto collettivo. L'offerta di trasporto durante il regime di concessione si basava su 46 linee di autobus che sviluppavano una rete di 2164 chilometri circa. Le caratteristiche principali dell'offerta erano:

- un volume complessivo del servizio offerto pari a circa 6.400.000 vetture*Km;
- una rete caratterizzata da una velocità commerciale media di circa 30 Km/h;
- Il grado di riempimento medio di ogni corsa è di circa 13 viaggiatori che rappresenta un valore molto elevato.
- un rapporto ricavi/costi pari a circa 0,32, valore molto vicino allo 0,35 che rappresenta il valore di soglia imposto alle aziende dalla nuova normativa.

La nuova organizzazione dei servizi di Trasporto Pubblico Locale caratterizza la Provincia di Mantova con un unico bacino e quindi un' unica unità di rete. La gara d'appalto è stata vinta da una A.T.I. formata da incumbents (APAM).

Anche per la rete del bacino di Mantova si può distinguere una rete principale ed una rete secondaria. L'organizzazione della configurazione di progetto è improntata su una fortissima integrazione modale ferro-gomma. Il problema principale dello stato

attuale è, infatti, rappresentato dalla radialità di tutte le linee verso il centro cittadino che hanno causato, in passato, forti congestioni della rete stradale, vista la sua inadeguatezza ad accogliere un numero elevato di bus extraurbani nell'ora di punta. Per risolvere tale problema, è stata utilizzata la rete ferroviaria che nella città di Mantova è molto capillare. Molte delle linee extraurbane, infatti, sono state attestate alle stazioni ferroviarie che si trovano lungo il perimetro della città, eliminando, per lunghi tratti, la sovrapposizione tra le autolinee ed i treni regionali. Il servizio verso il centro della città viene effettuato da linee urbane circolari unidirezionali che partono dai parcheggi di interscambio e dalle stazioni. In figura 3.2 viene rappresentato lo schema di rete del bacino di Mantova, mentre in figura 3.3 è rappresentata la posizione dei parcheggi di interscambio.

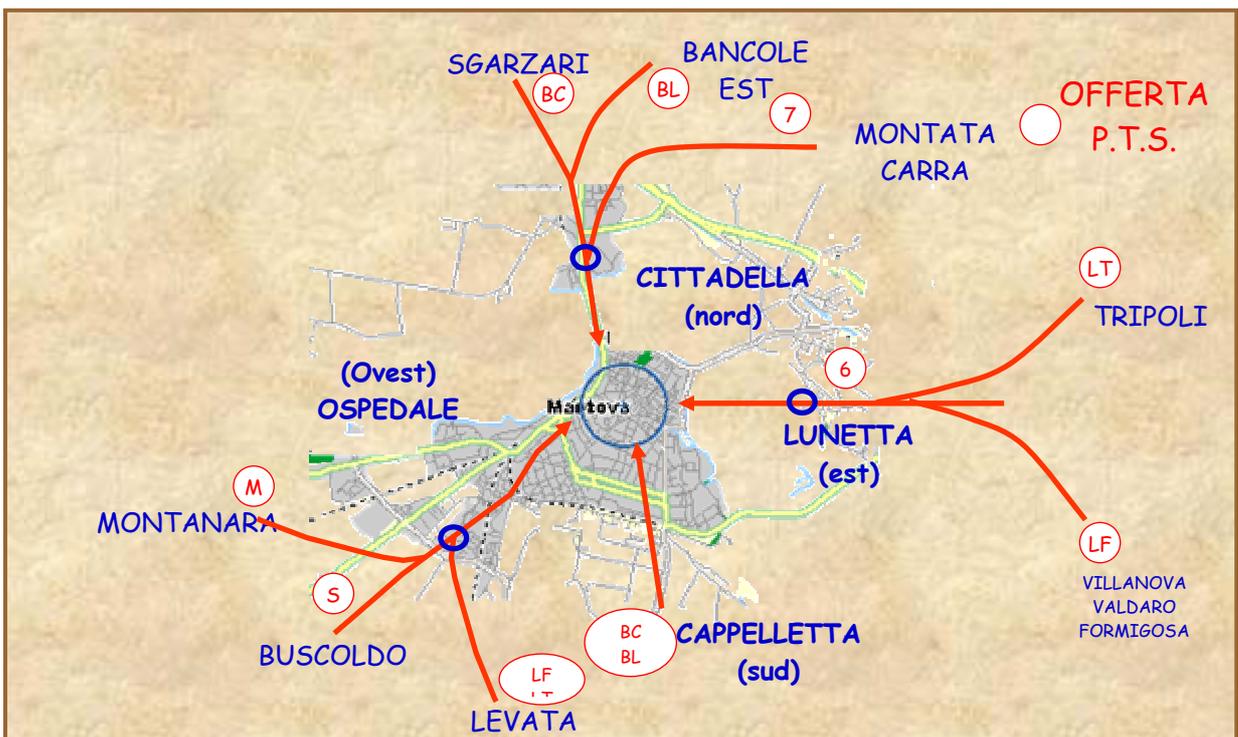


Figura 3.2 : Schema di rete del Bacino di Mantova



Figura 3.3 : Ubicazione dei parcheggi di interscambio del Bacino di Mantova

Il sistema tariffario dei servizi di trasporto su gomma (corsa semplice, carnet da 10 corse, abbonamenti mensili ed annuali, ordinari e studenti) prevede la ripartizione dei servizi in urbani, suburbani ed extraurbani. La prima forma di integrazione tariffaria riguarda un biglietto unico per le linee urbane e suburbane. In una fase successiva è stata sperimentata un'integrazione tra le tariffe delle linee urbane e quelle extraurbane. Tale sperimentazione ha riscosso un notevole successo anche nel breve termine. In tabella 3.1 è riportato il sistema tariffario con l'indicazione dei titoli integrati(x) e non integrati (=).

	APAM		
	COMUNE	PROVINCIA	
	URBANO	SUBURB.	INTERURB.
<i>TITOLI NON INTEGRATI</i>			
Biglietto corsa semplice	=	=	X (12 fasce)
Carnet	=	=	=
Abbonamenti Mensili (Lavoratori, studenti)	=	=	X (stud. Sett./Dic/Gen, 12 fasce)
Abb. Mensili ordinari	X (rete e linea 1)	X (monolinea)	X (stud. 12 fasce, lav/stud)
Abb. Annuali Lavoratori-Studenti	X (scolastico monolinea)	X (scolastico monolinea)	=
Abb. Annuali ordinari	X		X (12 fasce)
<i>TITOLI INTEGRATI</i>			
Biglietto corsa semplice	X(1) ← → X(2)		X(4)
Carnet 10 corse	X(1) ← → X(2)		
Abb. Mensili	← → X(3)		X(4)
Abb. Annuali	X ← → X		X(4)

- (1) Il biglietto urbano integrato (idem per carnet) permette l'utilizzo delle linee suburbane all'interno della cinta urbana, entro il periodo di validità (45 min.).
(2) Il biglietto suburbano integrato (idem per carnet) permette l'utilizzo delle linee urbane entro il periodo di validità (60 min.).
(3) L'abbonamento mensile suburbano- monolinea- integrato permette l'utilizzo della rete urbana.
(4) L'abbonamento interurbano integrato permette l'utilizzo della rete urbana.

Tabella 3.1 : Il sistema tariffario del Bacino di Mantova

3.2.3 La Provincia di Pesaro

Prima della nuova configurazione del trasporto collettivo extraurbano, le linee in regime di concessione erano concentrate intorno ed in funzione dei poli maggiormente attrattivi. Naturalmente tutto l'intero sistema presentava notevoli criticità:

- sovrapposizione di servizi e concorrenza interna al sistema;
- la maggior parte delle linee presenti sul territorio risultavano non integrate e coordinate fra loro;
- velocità commerciali troppo basse con conseguente scarsa competitività nei confronti dell'automobile;
- numerosità dei percorsi all'interno di una stessa linea;
- assenza dei nodi di scambio e dei punti di trasbordo;
- organizzazione delle linee e programmazione dell'esercizio dimensionate prevalentemente sulla domanda scolastica.

Le criticità rilevate erano dovute essenzialmente alla definizione di una rete avvenuta in fasi temporali successive, con modifiche introdotte in relazione a situazioni contingenti e non sempre organiche ad un disegno di rete.

La configurazione della rete alternativa a quella attuale è caratterizzata, anche in questo caso, dalla gerarchizzazione della rete, distinguendo le linee principali da quelle secondarie. Le linee principali sono state progettate lungo le arterie viarie più importanti e sono caratterizzate da una elevata frequenza ed una elevata copertura temporale del servizio. Le linee secondarie sono, sostanzialmente linee di adduzione a quelle principali. In figura 3.4 viene riportato la struttura della rete principale del bacino di Pesaro.

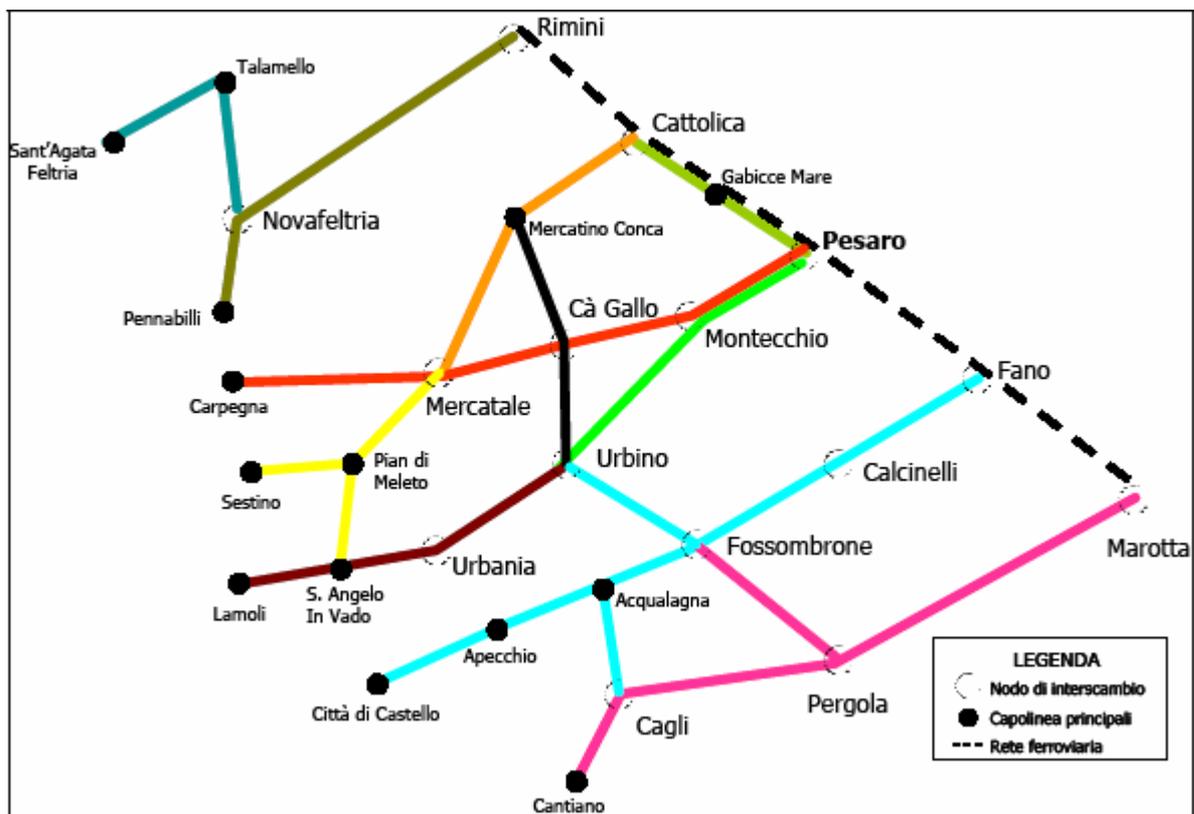


Figura 3.4 : Struttura principale della rete del Bacino di Pesaro

Il progetto di rete è avvenuto mediante la tecnica della simulazione con l'utilizzo del software di supporto alle decisioni VISUM che è stato opportunamente tarato e calibrato in funzione dei carichi di passeggeri monitorati su ciascuna linea. Nella

figura 3.5 viene data una rappresentazione grafica dei percorsi di progetto generati dal software VISUM unitamente alle proprie caratteristiche di esercizio.

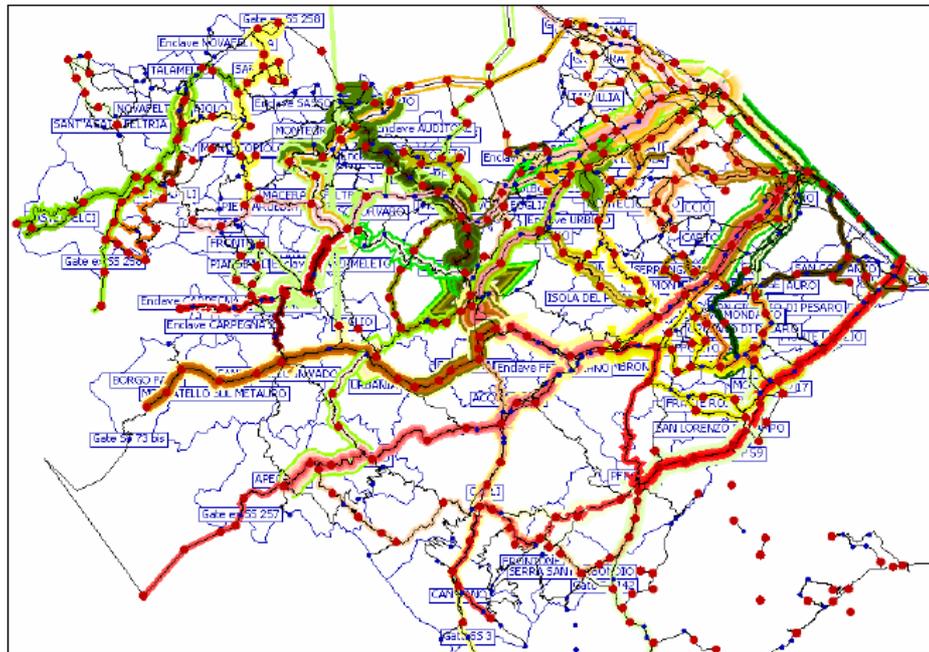


Figura 3.5 : Output generato dal software VISUM

3.3 Le metodologie di progetto di rete adottate nei casi di studio

Per quanto riguarda la struttura della rete, in molti casi di studio le reti dei servizi di trasporto collettivo sono state progettate mediante la tecnica della simulazione. In particolare, sono stati utilizzati alcuni strumenti software di supporto alle decisioni che hanno consentito di valutare gli effetti provocati dalle diverse modifiche apportate alla configurazione della rete attuale. In qualche caso, però, questa metodologia è risultata particolarmente inefficace, in quanto se i software di simulazione non vengono opportunamente tarati e calibrati per le realtà in cui vengono applicati, forniscono risultati che non rispecchiano gli effetti sull'utenza e sul sistema della nuova configurazione di rete. Pochi sono stati i casi di studio in cui è stato seguito l'approccio di ottimizzazione per il progetto della rete dei servizi. Tra questi è da citare il bacino provinciale di Rieti in cui è stato applicato il modello implementato da Nuzzolo et alii (2003) (paragrafo 2.1.2) per la determinazione delle frequenze su ciascuna autolinea .

3.4 Valori di soglia per i servizi minimi nel Trasporto Pubblico Locale

L'obiettivo con cui è stata fatta l'analisi della riorganizzazione dei servizi di trasporto collettivo extraurbano su gomma in 22 Province italiane è quello di indagare i valori di soglia sui quali le aziende di trasporto collettivo hanno basato il dimensionamento del servizio. Il lavoro svolto è stato sviluppato al fine di trovare degli indicatori capaci di descrivere il livello di servizio offerto dall'azienda e di stabilire, per quegli stessi parametri, dei valori di soglia in grado di delimitare un range al cui interno un servizio possa essere giudicato efficiente. In realtà, un limite di efficienza economico – gestionale viene stabilito dal Decreto Legislativo 422/97 ed è rappresentato dal rapporto tra ricavi da traffico e costi globali di gestione. Tuttavia, questo parametro più un effetto che non una causa di una gestione efficiente. Procedendo con la metodologia adottata nel presente lavoro, si offre un set di parametri, capaci di fornire un quadro più completo del servizio offerto e, dunque, una migliore capacità di giudizio. (vedere tabella 3.2). Questo, potrebbe rivelarsi utile alla gara concorsuale, attraverso cui il servizio deve essere affidato secondo normativa.

L'indagine condotta ha evidenziato che laddove la popolazione residente è più dispersa, occorre un quantitativo di offerta in termini di vetture*Km maggiore, quindi un maggiore investimento in termini economici da parte delle aziende (figura 3.6). In particolare, mentre la quantità di servizio da offrire cresce linearmente con l'aumento della popolazione residente, gli investimenti da sostenere da parte dell'azienda crescono più che proporzionalmente rispetto all'incremento dell'offerta. Guardando il diagramma in figura 3.7, infatti, si può notare che una volta superato un valore di soglia, l'incremento marginale di una singola unità di offerta comporta un incremento esponenziale dei costi. Questo aspetto è di fondamentale importanza ai fini della programmazione del servizio, in quanto non è implicito che migliorando la quantità di offerta programmata, aumenta l'utenza attratta dal trasporto collettivo, con una conseguente ricaduta sui costi. Tale tesi è avvalorata dal diagramma in figura 3.8 in cui si può notare come, aumentando l'offerta oltre un certo valore, l'incremento marginale di utenza attratta non giustifica l'investimento sostenuto da parte dell'azienda.

Province	Numero Comuni	Popolazione residente (abitanti)	Superficie (Km ²)	Densità abitativa (abitanti/Km ²)	Servizi minimi extraurb. richiesti (vetture*Km/anno)	Corrispettivo a base di gara servizio extraurbano (€)
Bergamo	244	973.129	2.773,00	350,93	15.729.416	23.075.130
Brescia	206	1.126.249	4.784,36	235,40	16.752.923	29.509.830
Como	163	551.655	1.288,00	428,30	10.749.000	17.091.625
Cremona	115	339.000	1.771,00	191,42	8.617.383	11.592.299
Lecco	90	315.000	816,00	386,03	3.245.324	/
Mantova	70	381.000	2.339,00	162,89	5.014.147	6.926.441
Pavia	190	497.000	2.965,00	167,62	10.460.000	/
Sondrio	78	177.500	3.212,00	55,26	3.240.613	5.230.000
Benevento	78	294.941	2.071,00	142,41	5.881.049	9.312.574
Ascoli Piceno	33	205.000	1.226,00	167,21	7.623.935	9.234.070
Macerata	57	305.000	2.774,00	109,95	7.432.743	9.683.877
Ancona	49	452.000	1.940,00	232,99	8.370.895	9.609.543
Pesaro	67	355.000	2.893,00	122,71	8.129.384	10.568.003
Verona	98	838.000	3.121,00	268,50	11.917.729	/
Piacenza	48	267.000	2.589,00	103,13	8.345.600	17.782.699
Parma	47	397.000	3.449,00	115,11	12.767.058	24.200.181
Reggio Emilia	45	463.000	2.293,00	201,92	9.067.633	18.100.099
Modena	47	643.000	2.689,00	239,12	12.520.000	21.060.000
Ferrara	26	344.000	2.632,00	130,70	9.099.309	18.700.000
Ravenna	18	351.000	1.859,00	188,81	6.460.000	11.350.468
Forlì - Cesena	30	362.000	2.377,00	152,29	9.143.543	17.407.500
Rimini	20	267.000	534,00	500,00	8.063.414	20.262.000

Tabella 3.2 : Tabella riassuntiva dei casi di studio analizzati

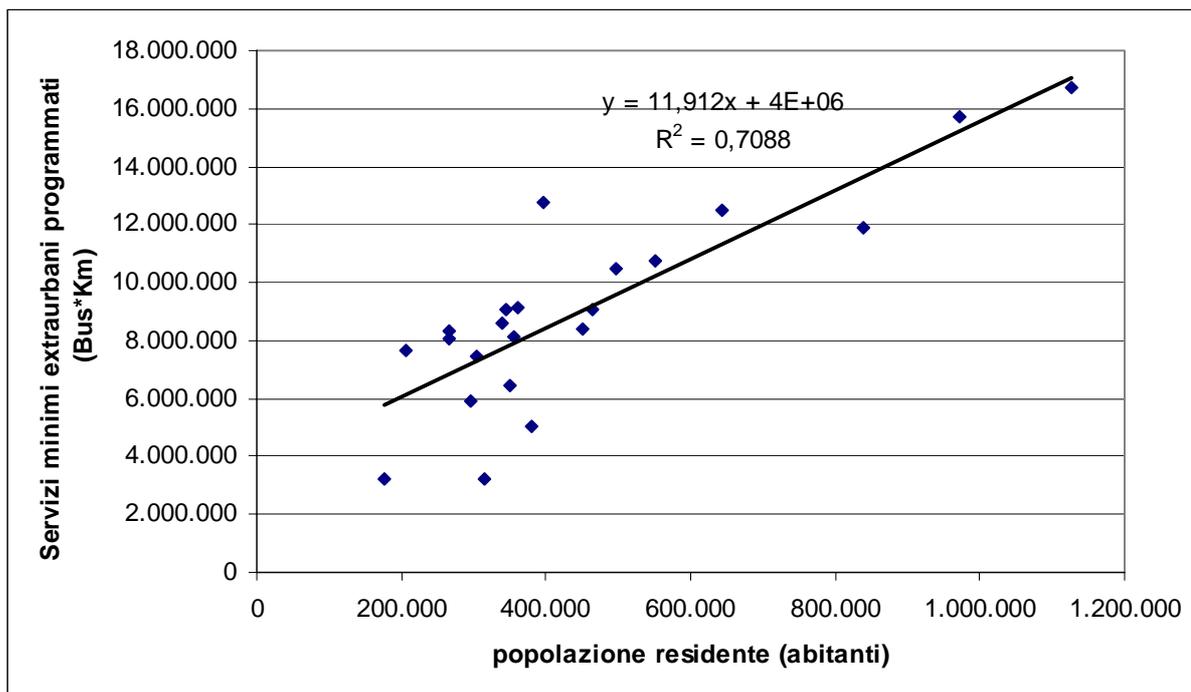


Figura 3.6 : Legame tra la quantità di servizi programmati e la popolazione residente

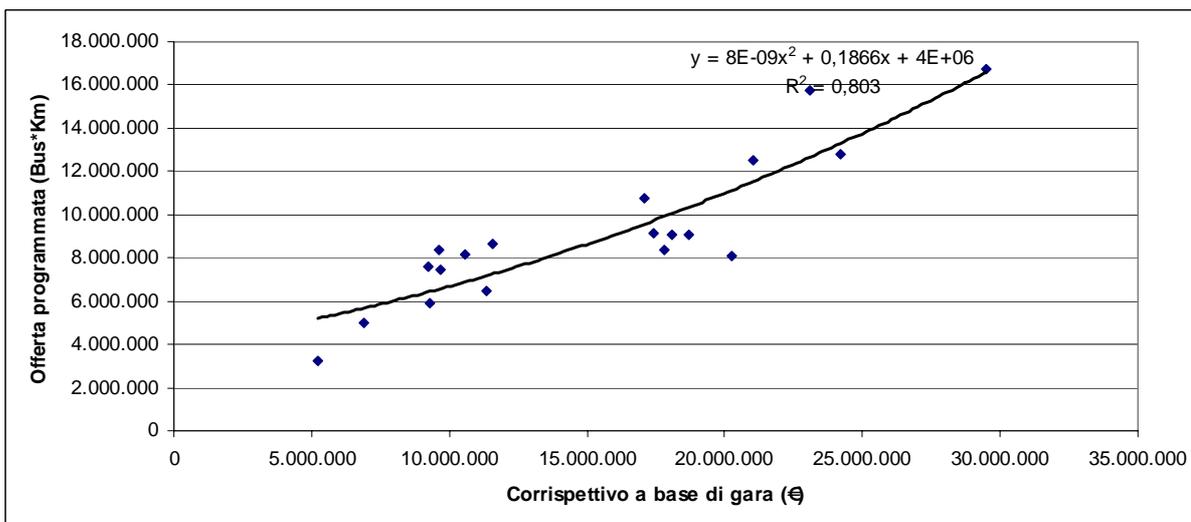


Figura 3.7 : Andamento dei costi rispetto all'offerta

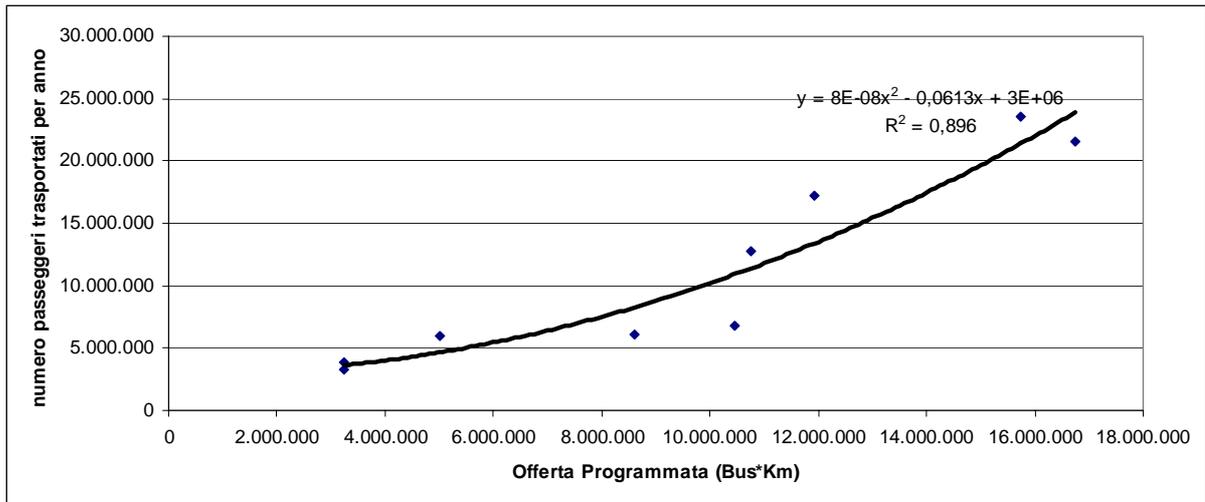


Figura 3.8 : Andamento dei passeggeri trasportati in relazione all'offerta programmata

Tali considerazioni sono state fatte ricavando, per ogni coppia di parametri, le rette di regressione che meglio rappresentano (in termini di R^2) la distribuzione delle occorrenze.

CAPITOLO 4

Proposta di un modello decisionale per l'ottimizzazione degli investimenti per la gestione del trasporto collettivo.

4.1 Le ipotesi generali del modello

Il modello proposto è un modello decisionale, mediante il quale è possibile determinare la configurazione della rete dei servizi di trasporto collettivo che consente di massimizzare l'utenza attratta da tale modo di trasporto, nel rispetto dei vincoli di efficacia ed efficienza in rapporto ai costi, da parte delle aziende erogatrici del servizio. Il nucleo principale del modello è rappresentato da un modello di scelta modale che simula il comportamento degli utenti riguardo al meccanismo di scelta del modo di trasporto con cui effettuare gli spostamenti. I modelli di scelta modale, in genere, si basano su due tipi differenti di approccio: un approccio di switching ed uno di holding. Dato uno scenario di riferimento, l'approccio di switching consente di valutare la variazione di utenza attratta esclusivamente dal trasporto collettivo (in un ipotetico scenario alternativo a quello di riferimento) in funzione di alcune variabili esplicative chiamate attributi di scelta. Tali variabili si riferiscono non solo al modo di trasporto collettivo ma anche agli altri modi di trasporto alternativi. L'approccio di holding, invece, consente la stima della variazione di utenza attratta da tutti i modi di trasporto disponibili. Il modello di scelta modale proposto segue un approccio di holding in quanto tale approccio offre una visione maggiormente esaustiva degli scenari di mobilità generati da interventi sul sistema di trasporto collettivo.

Per rappresentare le scelte dell'utente rispetto al modo di trasporto viene utilizzato un approccio di simulazione o "what if", basato su modelli di scelta discreta tra le alternative, tenendo conto di alcuni aspetti che riguardano il trasporto collettivo ed il comportamento dell'utente.

Il trasporto collettivo è caratterizzato da una discontinuità spaziale e temporale. In particolare, se si considera la discontinuità temporale, è necessario fare delle distinzioni tra trasporto collettivo urbano e trasporto collettivo extraurbano.

Il trasporto collettivo urbano, infatti, è contraddistinto da un servizio offerto a bassa regolarità e ad elevata frequenza. Il trasporto collettivo extraurbano, invece, si configura come un servizio ad elevata regolarità e bassa frequenza.

Tali differenze conducono a considerare un diverso comportamento dell'utente che si sposta su una rete di trasporto collettivo extraurbano o urbana rispettivamente.

Mentre l'utente del trasporto collettivo extraurbano assume un comportamento preventivo nello scegliere la corsa desiderata, l'utente che si sposta in ambito urbano, essendo il servizio ad elevata frequenza, non è perfettamente informato sulle caratteristiche dello stesso e si ipotizza che le corse da lui scelte siano il frutto di decisioni sia preventive che adattive. Quindi si può considerare l'ipotesi che l'utente scelga tra le corse nel caso di spostamenti effettuati con un servizio di trasporto collettivo extraurbano e tra le linee nel caso di un servizio di trasporto collettivo urbano.

Il modello di scelta modale utilizzato è un modello Logit Binario che considera le alternative dell'insieme di scelta indipendenti l'una dall'altra. L'insieme di scelta considerato per il modello è composto dal modo di trasporto privato (l'autovettura) e dal modo di trasporto collettivo su gomma (il bus). La calibrazione del modello è effettuata attraverso il metodo della Massima Verosimiglianza.

Per quanto riguarda il modello di offerta, questo segue un approccio "per corse" che appare particolarmente adatto alla modellizzazione del trasporto collettivo extraurbano. L'organizzazione temporale del servizio è rappresentata mediante le reti diacroniche, in cui i nodi del grafo sono rappresentativi sia di posizioni spaziali (fermate), sia di istanti temporali di attivazione del servizio. Le funzioni di costo utilizzate per schematizzare l'offerta non considerano la dipendenza funzionale tra i costi degli archi ed i flussi sugli stessi (rete non congestionata).

I diversi scenari progettuali alternativi allo stato attuale sono caratterizzati da un miglioramento dei servizi di trasporto pubblico locale in rapporto al territorio ed alla distribuzione della domanda sul territorio stesso e considerano misure di governo della mobilità, atte a scoraggiare l'utilizzo dell'auto privata, al fine di valutare l'effetto combinato dei due diversi tipi di azione. Infatti, per incrementare la quota modale del

trasporto collettivo non è sufficiente solo un potenziamento dell'offerta dei servizi, ma sono necessari interventi di mobility management che influenzino le scelte dell'utente.

La valutazione delle configurazioni della rete dei servizi di progetto non può prescindere da un'analisi della produttività dei servizi di trasporto collettivo che può essere condotta mediante l'utilizzo di indicatori di efficacia e di efficienza. Gli indicatori di efficacia riguardano il confronto tra risorse impiegate e servizi utilizzati, mentre gli indicatori di efficienza esprimono il confronto tra risorse impiegate e servizi prodotti.

4.2 La metodologia proposta

Per individuare, tra le diverse configurazioni della rete dei servizi di trasporto collettivo analizzate, la configurazione che garantisce la massima efficacia in rapporto agli utenti ed in rapporto ai costi, viene adottato un approccio metodologico di tipo simulativo (o approccio di tipo "what if").

La metodologia si articola nei seguenti passi:

- definizione dell'ambito territoriale nel quale si trova il sistema di trasporto oggetto di studio ;
- analisi dei livelli complessivi di domanda e di offerta attuali dell'area di studio, con l'obiettivo di individuare gli elementi critici che caratterizzano il sistema di trasporto collettivo e programmare interventi progettuali che possano concorrere all'ottimizzazione del servizio;
- Stima di un modello di utilità aleatoria che simuli il comportamento degli utenti in rapporto alla scelta del modo di trasporto con cui effettuare gli spostamenti;
- Individuazione degli scenari di progetto caratterizzati da un miglioramento del servizio di trasporto collettivo offerto, o da misure di governo della mobilità atte a scoraggiare l'utilizzo dell'auto privata, ovvero da entrambi i tipi di azione;
- applicazione del modello di scelta modale agli scenari di progetto al fine di prevedere, nella fase successiva agli interventi, quale sia la domanda attratta da ciascun modo di trasporto;

- valutazione delle diverse alternative progettuali in rapporto al raggiungimento degli obiettivi di efficacia ed efficienza del servizio prefissati.

4.2.1 Definizione dell'area di studio

La delimitazione dell'area di studio consiste nell'individuare l'area geografica nella quale si trova il sistema di trasporto oggetto di studio ed all'interno del quale si ritiene si esauriscano gli effetti prodotti da eventuali interventi su di esso.

Per rendere più agevole la modellizzazione del sistema di trasporto, l'area di studio è considerata suddivisa in zone di traffico che possono coincidere con i territori comunali, ovvero con un gruppo di comuni raggruppati in bacini di traffico, definiti come le unità territoriali entro le quali si attua un sistema di trasporto integrato e coordinato in rapporto ai fabbisogni di mobilità, con particolare riguardo alle esigenze lavorative, scolastiche e turistiche. Poiché il fine ultimo della zonizzazione è quello di approssimare con un unico punto (definito centroide di zona) tutti i punti di inizio e fine degli spostamenti interzonal, il principio teorico da adottare per la zonizzazione consiste nell'individuare porzioni dell'area di studio per le quali tale approssimazione costituisca un'ipotesi accettabile.

4.2.2 Analisi dei servizi di trasporto collettivo attuali

La costruzione del modello di offerta attuale risulta estremamente importante poiché consente di simulare le prestazioni dei servizi di trasporto attraverso il calcolo di opportuni indicatori e, di conseguenza, di confrontare quantitativamente gli effetti di eventuali interventi sulla rete.

Per rappresentare i collegamenti tra le diverse zone, viene estratto dapprima il grafo della rete infrastrutturale, individuando gli assi viari principali e quelli secondari in base alle loro caratteristiche funzionali.

Successivamente viene estratto il grafo dell'offerta dei servizi di trasporto collettivo extraurbano su gomma, rappresentando l'insieme delle linee ed analizzando le prestazioni dei servizi su tali linee.

In particolare, per ogni linea viene analizzata la distribuzione spaziale e temporale delle corse, il numero di corse giornaliero, la tipologia delle stesse ed infine viene determinato il livello di offerta complessivo (in termini di Bus*Km). Tale procedura consente di individuare in dettaglio gli elementi di criticità del trasporto collettivo attuale per l'intera area di studio

4.2.3 Analisi della domanda di mobilità attuale

La stima della domanda di trasporto in termini numerici consente di determinare il contesto complessivo, a partire dal quale possono essere valutati gli effetti prodotti da eventuali interventi sul sistema di trasporto collettivo. Tale stima può essere effettuata in modo indiretto mediante l'utilizzo di modelli, ovvero in modo diretto mediante indagini su di un campione di utenti. Tali indagini possono essere indagini "istituzionali" periodiche, quali, ad esempio, i censimenti ISTAT, oppure campagne campionarie di rilievo eseguite ad "hoc" (ulteriori approfondimenti sull'argomento sono contenuti nel capitolo 3).

Lo studio si concentra sulla stima della domanda di trasporto di tipo pendolare (sia scolastico che lavorativo), in modo da individuare le relazioni di maggiore carico relative a queste tipologie di spostamenti e quindi determinare eventuali criticità del sistema domanda-offerta, legate ad una mancanza di coordinamento con la rete dei servizi di trasporto collettivo.

4.2.4 Definizione di un modello di scelta modale

Per poter simulare il comportamento di scelta degli utenti riguardo il modo di trasporto utilizzato per effettuare gli spostamenti in ambito extraurbano, viene stimato un modello di utilità aleatoria. In particolare, il modello ha la struttura matematica di un Logit Binario (paragrafo 2.2.2.1), caratterizzato da un insieme di scelta che prevede due alternative modali:

- l'autovettura;
- l'autobus.

L'albero di scelta del modello può essere schematizzato come in figura 4.1.

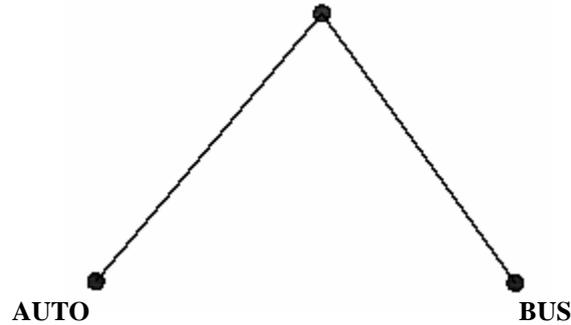


Figura 4.1. Albero di scelta del modello Logit Binario

La struttura matematica del modello risulta la seguente:

$$U_{AUTO}^n = V_{AUTO}^n + \varepsilon_{AUTO}^n ;$$

$$U_{BUS}^n = V_{BUS}^n + \varepsilon_{BUS}^n ;$$

$$V_{AUTO}^n (X_{AUTO}^n) = \sum_j \beta_j X_{jAUTO}^n ;$$

$$V_{BUS}^n (X_{BUS}^n) = \sum_j \beta_j X_{jBUS}^n$$

U_{AUTO}^n e U_{BUS}^n rappresentano le utilità percepite dall'utente n, legate all'alternativa "auto" ed alla alternativa bus.

V_{AUTO}^n e V_{BUS}^n rappresentano rispettivamente le utilità sistematiche delle alternative "auto" e "bus", mentre ε_{AUTO}^n e ε_{BUS}^n sono i residui aleatori delle medesime alternative.

I vettori \underline{X}_{AUTO} e \underline{X}_{BUS} , sono i vettori degli attributi di scelta per ciascuna alternativa.

La probabilità, da parte di un utente n, di scegliere ciascuna alternativa è data da:

$$Prob[AUTO] = \frac{\exp(\alpha V_{AUTO})}{\sum_{j=1}^2 \exp(\alpha V_j)} ;$$

$$Prob[BUS] = \frac{\exp(\alpha V_{BUS})}{\sum_{j=1}^2 \exp(\alpha V_j)}$$

In via del tutto generale, gli attributi di scelta dell'alternativa "auto" sono rappresentati da attributi di livello di servizio (tempi di percorrenza, costi legati al consumo chilometrico, etc.).

Per quanto riguarda l'alternativa "bus", sono presenti attributi di costo (tempi di percorrenza, costo dell'abbonamento) e attributi legati all'offerta del servizio (numero di corse dirette).

La calibrazione del modello viene effettuata sullo stato attuale mediante il metodo della Massima Verosimiglianza (paragrafo 2.2.3.2), a partire dai dati di domanda attuali.

Attraverso l'utilizzo di un modello di questo tipo è possibile simulare il comportamento degli utenti, non solo in merito alle scelte effettuate allo stato attuale, ma anche alle possibili scelte che potrebbero effettuare a seguito di interventi sulla rete di trasporto collettivo.

La specificazione, la calibrazione e la validazione del modello di scelta modale saranno trattate in modo specifico nel capitolo 7.

4.2.5 Individuazione degli scenari di progetto

I diversi scenari di progetto si differenziano tra loro in funzione dei livelli di offerta ed in funzione dell'adozione o meno di una politica di tariffazione della sosta a destinazione per gli utenti che si spostano in auto.

Se si considerano i livelli di offerta del servizio di trasporto collettivo, gli scenari possono assumere le seguenti configurazioni:

- offerta del servizio attuale;
- offerta del servizio migliorata;

Per quanto riguarda, invece, l'adozione di una politica di tariffazione della sosta a destinazione, si possono verificare, all'interno degli scenari, due tipi di condizione:

- la sosta è gratuita per tutti gli utenti che si spostano in auto;
- tutti gli utenti che si spostano in auto pagano la sosta.

4.2.6 *Valutazione comparata delle alternative progettuali*

Ogni intervento sul sistema di trasporto collettivo può essere valutato attraverso il confronto tra utilità e disutilità che scaturiscono dalla sua adozione.

Le valutazioni che possono essere fatte possono essere tanto di natura finanziaria, quanto di natura economica. Una valutazione di tipo finanziario ha come obiettivo, in un'ottica aziendale, la massimizzazione dei guadagni e si basa semplicemente su un confronto tra ricavi e costi. Una valutazione economica, invece, tende all'adozione di una configurazione dei servizi di trasporto che sia ottima per il sistema inteso come collettività, in modo da raggiungere come obiettivo il benessere sociale.

Il tipo di valutazione condotta nella presente ricerca è di tipo finanziario. In una valutazione finanziaria i costi possono essere ottenuti in modo generale mediante stime per comparazione, adattate all'oggetto dello studio.

In particolare i costi considerati per valutare le diverse configurazioni della rete di trasporto collettivo, sono quelli di gestione. I costi di gestione comprendono:

- il costo annuo di trazione;
- il costo annuo di manutenzione;
- il costo annuo del personale;
- il costo annuo attribuito alle quote di ammortamento;
- il costo annuo per tasse ed assicurazioni dei veicoli;
- il costo annuo per spese generali.

Il calcolo dei costi di gestione viene effettuato in termini aggregati, in funzione dei livelli di offerta del trasporto collettivo (bus*Km).

Il computo dei ricavi, invece, richiede una simulazione del funzionamento del sistema nelle differenti configurazioni alternative a quella attuale.

Applicando il modello di scelta modale stimato, infatti, è possibile valutare l'utenza attratta dal trasporto collettivo e, quindi, stimare il carico di passeggeri su ciascuna linea.

Una volta determinati i costi ed i ricavi del servizio di trasporto collettivo la valutazione degli scenari viene effettuata in base ad alcuni indicatori di efficacia dei costi e di efficacia del servizio:

- Rapporto tra ricavi e costi operativi.
- Rapporto tra passeggeri-chilometro e costi operativi;
- Rapporto tra passeggeri-chilometro e veicoli – Km;

4.2.7 I limiti del modello

Il modello proposto si configura come un valido strumento di progetto delle reti di trasporto collettivo in grado di valutare, attraverso la tecnica della simulazione, gli effetti prodotti sull'utenza da eventuali interventi sulla rete, per fornire le indicazioni necessarie a definire la localizzazione spaziale degli investimenti e l'entità delle risorse da mettere a disposizione per l'espletamento dell'insieme dei servizi programmati.

Tuttavia, esso presenta alcuni limiti.

Il metodo di valutazione delle alternative progettuali, infatti, si basa sull'esclusiva analisi dei costi interni al sistema, trascurando i possibili impatti sull'utenza dei costi esterni, legati all'inquinamento atmosferico, alla congestione delle reti ed all'incidentalità.

CAPITOLO 5

Il caso di studio. Individuazione delle aree campione ed analisi dello stato attuale

5.1 Introduzione

L'applicazione del modello proposto, viene effettuata sulla provincia di Cosenza.

Per rendere più agevole la modellizzazione del sistema, l'area di studio è stata considerata suddivisa in 155 zone di traffico (pari al numero di comuni della provincia) raggruppate in 4 bacini di traffico definiti nell'ambito del Piano Regionale dei Trasporti (i cui centroidi sono Castrovillari, Cosenza, Corigliano – Rossano, Paola).

Per rappresentare i collegamenti tra le diverse zone, è stato estratto dapprima il grafo della rete infrastrutturale e successivamente, il grafo dell'offerta dei servizi di trasporto collettivo su gomma.

Infine è stata effettuata un'analisi della domanda di trasporto attuale dell'area di studio sulla base dei dati forniti dal 14° Censimento ISTAT della Popolazione del 2001. Mediante tali dati sono stati analizzati gli spostamenti sistematici (casa-lavoro e casa-scuola) in termini di emissione, distribuzione (emissioni/attrazioni) e ripartizione modale (scelta del mezzo di trasporto) .

Tuttavia, la notevole estensione del territorio provinciale e la complessità della rete di offerta del trasporto collettivo su gomma, hanno portato a considerare, ai fini della calibrazione e della applicazione del modello di scelta modale, due aree campione all'interno dell'area di studio. Tali aree campione coincidono con il bacino di Castrovillari e con l'area che comprende la Valle del Savuto e l'area della Presila.

5.2 Il contesto territoriale e socio-economico della provincia di Cosenza

La provincia di Cosenza occupa la parte settentrionale della regione Calabria e confina con la Basilicata a nord e con le province di Crotone e Catanzaro a sud. Il territorio è prevalentemente montuoso con la presenza del massiccio del Pollino

orientato in direzione nord-est/sud-ovest (al confine con la Basilicata), della Catena Costiera e dell'altopiano della Sila (figura 5.1). I versanti occidentale ed orientale della provincia, invece, sono rappresentati rispettivamente dalla fascia costiera tirrenica e da quella ionica.

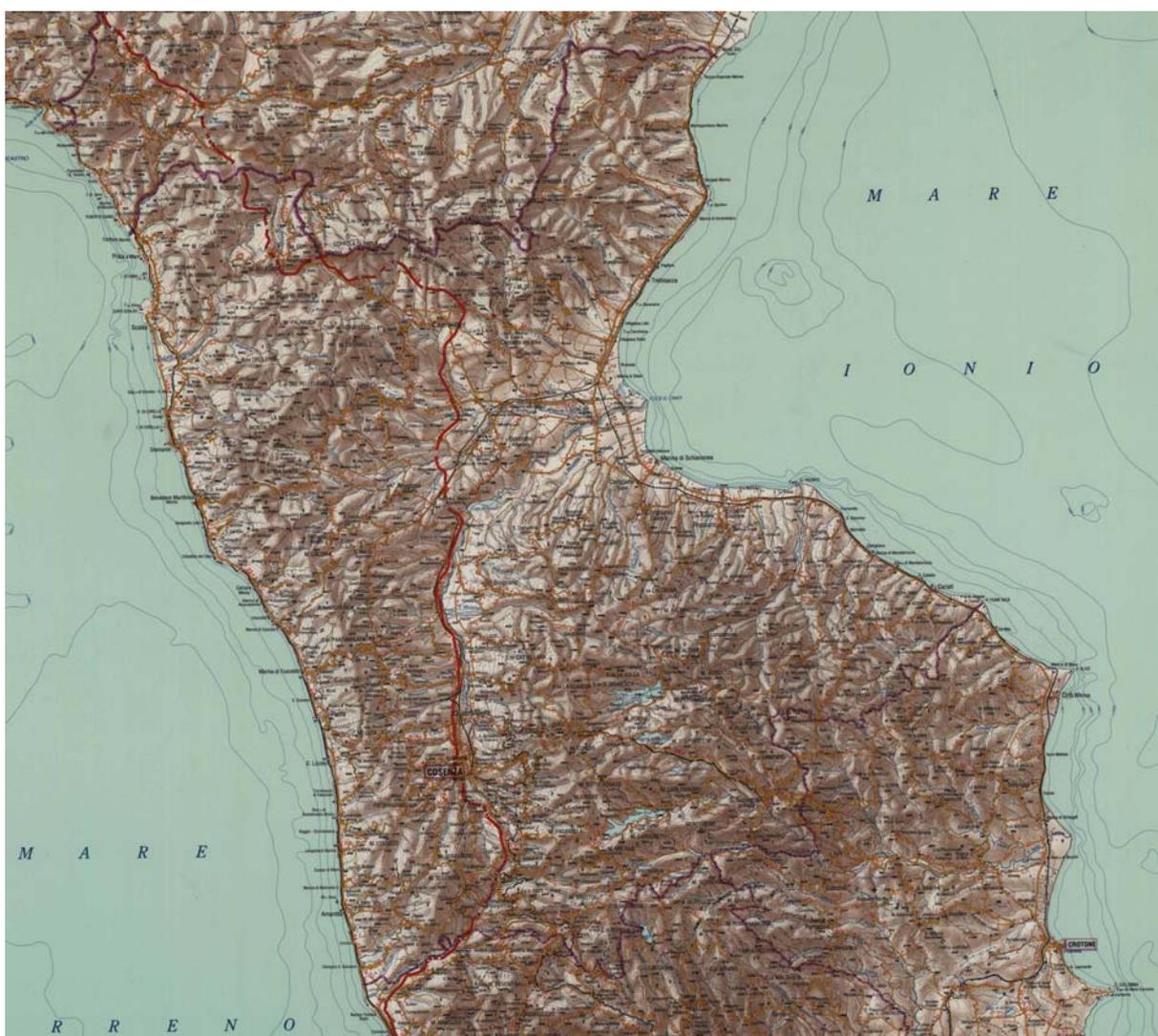


Figura 5.1. Cartografia provincia di Cosenza

Il territorio provinciale, con una superficie di 6.649,73 Km² ed una popolazione complessiva di 734.073 abitanti, risulta essere il più grande della regione, sia a livello territoriale che demografico; presenta, tuttavia, un basso valore di densità abitativa, pari a 110 abitanti/Km². Il numero di comuni appartenenti all'area di studio è pari a

155. La struttura insediativa, a causa di fatti storici complessi, è caratterizzata da una grande dispersione territoriale. Infatti, dei 155 comuni appartenenti alla provincia, 124 (pari a circa l'80% del totale) hanno meno di 5.000 abitanti, con una popolazione complessiva che rappresenta il 36% di quella provinciale. I comuni che hanno una popolazione compresa tra i 5001 ed i 20.000 abitanti sono 25 (pari al 16% del numero totale) e registrano una popolazione pari al 33% di quella totale, mentre i comuni che hanno una popolazione compresa tra 20.001 e 80.000 abitanti sono 6 (pari al 4% del numero totale) con una popolazione pari al 31% di quella provinciale.

In riferimento all'anno 2003, il numero totale di occupati nella provincia di Cosenza risulta essere pari a 206.456 unità. L'area di studio è tra le meno industrializzate d'Italia, infatti solo il 15% della popolazione attiva lavora nel settore Industria, mentre la media nazionale degli occupati nelle fabbriche raggiunge il 32%. Il settore agricolo, invece, impiega il 29% della forza lavoro, contro il 5% della media nazionale. Il numero di occupati nel settore dei servizi risulta essere il 56% del totale provinciale, a fronte del 63% della media italiana. Il tasso di occupazione, calcolato come rapporto percentuale tra occupati e popolazione in età lavorativa (non inferiore ai 15 anni), risulta pari a 35,4 %, circa dieci punti percentuali inferiore al valore medio nazionale (44,8%). Tale situazione colloca la provincia di Cosenza tra le province con il più alto tasso di disoccupazione in Italia (21,9% a fronte della media nazionale pari a 8,7%) superata soltanto dalle province di Reggio Calabria (27,5 %), Vibo Valentia (24,9%) e Crotone (22,8%).

5.3 La rete stradale

La condizione e la qualità delle infrastrutture stradali della provincia di Cosenza sono fortemente influenzate dalla geologia del territorio, dai tracciati vetusti e dalle criticità causate dalle ridotte sezioni stradali e, in alcuni casi, dalle condizioni del traffico. Ne consegue che la dotazione delle strade dell'area di studio, malgrado la sua estensione, non garantisce una adeguata accessibilità a vaste aree del territorio .

La rete autostradale assicura i collegamenti della provincia con l'Italia, più in generale con l'Europa e inoltre assorbe anche il traffico in transito per le altre province della Calabria e per la Sicilia. Data la particolare conformazione fisica del territorio, la rete autostradale garantisce anche i collegamenti di lungo percorso interni alla provincia.

Le strade statali, costituiscono l'elemento portante della viabilità provinciale e sono chiamate ad assicurare i collegamenti rapidi interbaccinali.

La maggior parte della rete è costituita dalle strade provinciali e dalle strade comunali, che presentano caratteristiche di livello di servizio ridotte per la inadeguatezza dei tracciati a cui si aggiunge la difficile configurazione orografica dei luoghi che attraversano.

In base alle caratteristiche funzionali della rete, si possono distinguere una rete principale ed una rete secondaria (di connessione alla rete principale).

5.3.1. La rete principale

L'Autostrada Salerno – Reggio Calabria (A3)

L'autostrada Salerno – Reggio Calabria (A3) costituisce l'asse portante della viabilità provinciale, regionale ed interregionale e ad essa si innestano, a “pettine”, le principali vie di comunicazione (Strade Statali e Provinciali). I lavori di ammodernamento e di adeguamento ancora in fase di esecuzione prevedono la realizzazione delle corsie continue di emergenza, modifiche del tracciato planimetrico ed altimetrico, nuove barriere di sicurezza, un aumento del numero dei cavalcavia ed opere di salvaguardia della piattaforma stradale.

Le caratteristiche tecniche dell'autostrada, al completamento dei lavori, possono essere riassunte come segue:

- larghezza della piattaforma stradale 25,10 m;
- carreggiate unidirezionali con due corsie di 3,75 m;
- larghezza della corsia continua di emergenza 3,00 m;
- larghezza dello spartitraffico di 1,10 m;

- banchina di 1,50 m;
- raggio di curvatura planimetrico maggiore di 300 m, che corrisponde ad una velocità di progetto di 90 km/h;
- pendenza massima del 6%.

Il tracciato autostradale, dopo aver attraversato la Campania e la Basilicata, valica il massiccio del Pollino, si snoda verso Sud seguendo la Valle del Crati e raggiunge la provincia di Cosenza in corrispondenza dei centri di Castrovillari, Rende e Cosenza.

La A3 è la principale arteria stradale della provincia e della regione, ma denuncia da sempre limiti e criticità in relazione ai livelli di traffico, alle caratteristiche di tracciato e di geometria e ad altri fattori ancora (territorio attraversato piuttosto tormentato morfologicamente, ampi tratti in galleria e viadotto, lavori di manutenzione ricorrenti che determinano frequenti restrizioni della carreggiata e rallentamenti conseguenti, tasso di incidenti elevato, etc.).

Le Strade Statali

Le strade statali tendono a costituire una rete a maglie rettangolari attraverso due assi costieri (la Strada Statale n. 18 e la Strada Statale n.106) e due assi trasversali principali (la Strada Statale n. 107 e la Strada Statale n. 534) (figura 5.2).

Le direttrici costiere come la Strada Statale n.18 (SS 18) e la Strada Statale n.106 (SS 106) agiscono da collettori per i flussi provenienti dalle zone collinari e montane attraverso strade provinciali e comunali. Di seguito vengono riportate le caratteristiche delle principali strade statali.

- *La Strada Statale n. 18 Tirrena Inferiore* è caratterizzata da un tracciato che si sviluppa lungo la costa tirrenica da Praia a Mare a Falerna (connessione con l'A3). Presenta un'estensione di 107 Km all'interno del territorio provinciale (278 Km complessivi) e allo stato attuale è interessata da lavori di ammodernamento e adeguamento della sezione stradale a causa del proliferare degli insediamenti in margine ad essa.

- *La Strada Statale n. 106* ha un tracciato che segue la costa ionica, dal confine nord della provincia (Rocca Imperiale) a Sibari, fino a Reggio Calabria. Le caratteristiche geometriche del tracciato sono molto diverse poiché, negli anni, alcuni tratti sono stati ammodernati, mentre altri presentano ancora le caratteristiche originarie. Il tracciato si sviluppa lungo la maggior parte della costa ionica e lambisce o attraversa una numerosa serie di centri abitati costieri aventi in comune una prevalente vocazione turistica ed agricola ed una maggiore disponibilità di risorse territoriali rispetto ai centri più interni. Lo sviluppo di tali insediamenti si è in buona parte canalizzato lungo la SS. 106 che non ha più la funzione di asse portante. Il suo tracciato misura circa 100 km all'interno del territorio provinciale (378 Km complessivi) e nel tratto compreso tra il bivio di Amica (Comune di Rossano) e Sibari si affianca al nuovo tracciato raddoppiato (SS 106 Radd.) per circa 28 km.
- *La Strada Statale trasversale Paola-Cosenza-Crotone (SS 107)*, assicura il collegamento tra il versante tirrenico, la piana del Crati, la Sila e il versante ionico. Ha buone caratteristiche geometriche ma non è ancora completa, mancando il tratto silano fino all'altezza di Camigliatello;
- *La Strada Statale delle Terme*, ha un tracciato che ha origine a Guardia Piemontese (all'innesto con la SS 18) e termine allo svincolo autostradale di Spezzano Albanese Terme, fino all'innesto con la Strada Statale n.534 presso Doria (frazione di Cassano Jonio).
- *La Strada Statale n. 534 di Cammarata*, connette la direttrice costiera ionica (SS 106) con la Statale delle Terme in corrispondenza di Cassano Jonio, e con l'autostrada A3;

In figura 5.2 è riportata la rete stradale principale della provincia di Cosenza

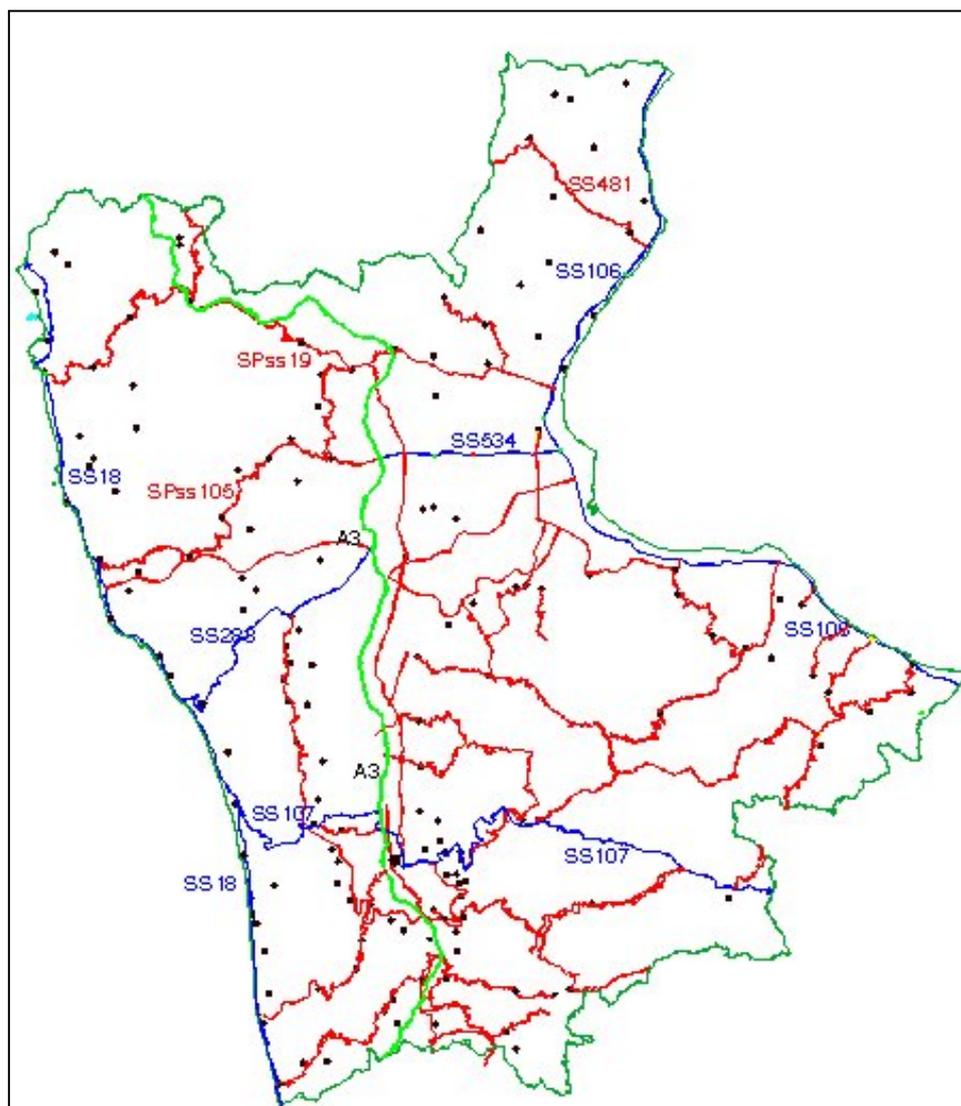


Figura 5.2. La rete stradale principale della provincia di Cosenza

5.3.2. La rete secondaria

La rete secondaria, che costituisce un collettore per la rete principale, è costituita dalle seguenti Strade Statali: la SS 19 delle Calabrie, SS 105 di Castrovillari, SS 108 Silana, SS 109 della Sila Piccola e la SS 504 di Mormanno.

Le Strade Provinciali costituiscono una componente non trascurabile del patrimonio viario calabrese; esse integrano la rete principale, assicurando l'allaccio ad essa dei comuni più piccoli. Queste strade e quelle della rete viaria minore, in particolare quelle

delle aree interne, si presentano in genere in condizioni molto precarie, sia per quanto riguarda le caratteristiche geometriche (elevate pendenze, tortuosità, sagoma ridotta, etc.) sia per il precario stato manutentivo. Tutto ciò induce livelli di servizio molto bassi.

5.4 Analisi del Trasporto Pubblico Locale della provincia di Cosenza in regime di concessione

L'offerta di trasporto pubblico locale nella regione Calabria è in lenta, ma continua crescita; la provincia di Cosenza, che è la più estesa delle cinque province della regione, detiene la maggiore offerta di servizi di TPL in termini di veicoli * km. Negli anni passati essa era caratterizzata anche dal maggior numero di aziende concessionarie, e da un elevato numero di aziende con una modesta percorrenza chilometrica (tabelle 5.1, 5.2, 5.3).

Provincia	Km annui totali			Km urbani			Km extraurbani		
	1998	1999	2000	1998	1999	2000	1998	1999	2000
Cosenza	19 443 170	19 522 232	19 435 884	2 140 946	2 140 946	2 140 946	17 302 224	17 381 286	17 294 938

Tabella 5.1. Offerta di trasporto collettivo all'anno 2000 (veicoli * Km)

Provincia	1998	1999	2000	2001
Cosenza	29	28	28	28

Tabella 5.2. Offerta di trasporto collettivo. Numero di concessionari all'anno 2000

Provincia	Fascia di produzione (milioni di Km)					Totale
	0 - 0.60	0.60 - 1.20	1.20 - 2.40	2.40 - 3.60	> 3.60	
Cosenza	20	4	3	0	0	27

Tabella 5.3. Offerta di trasporto collettivo. Numero di concessionari per fasce chilometriche di servizio svolto.

Dalla analisi dei dati emerge il livello di estrema frammentazione che caratterizza il sistema di offerta dei servizi di trasporto collettivo e la forte necessità di migliorare

l'assetto organizzativo delle aziende che, nella maggior parte dei casi, presentano costi di gestione superiori a quelli ammissibili e ricavi inferiori alle percentuali minime fissate in ambito ministeriale (soglia minima del rapporto tra ricavi e costi pari al 35%).

Il sistema delle autolinee, per quanto esteso sulla quasi totalità del territorio, non presenta comunque le peculiarità di un sistema a rete, ma è organizzato nella logica della separazione per linea. I percorsi delle linee di trasporto collettivo che collegano differenti centri abitati, presentano spesso tratte comuni; questo comporta un utilizzo eccessivo del sistema delle infrastrutture viarie, con conseguenze sui livelli di congestione della rete.

Non esiste, al momento, un sistema tariffario ed una organizzazione dei servizi tale da consentire un utilizzo integrato dei servizi di trasporto collettivo su gomma e su ferro.

La situazione appena descritta ha subito recentemente una drastica evoluzione a seguito dell'adeguamento normativo e dell'attività di razionalizzazione messa in atto dalla regione Calabria. La molteplicità di aziende operanti si sono raggruppate in varie Associazioni Temporanee di Impresa (ATI) al fine di rientrare nei parametri minimi di legge.

Questo ha ridotto notevolmente il numero di aziende presenti; contestualmente è aumentato il numero di chilometri esercito da ciascuna di esse. Ad oggi la situazione è quella riportata nella tabella seguente (tabella 5.4).

ATI	Vetture*Km/anno	
Preite	2.419.750,60	CONCESSIONI REGIONALI
F.A.T.A.- Aceti-3 Emme- Docbus	1.316.182,40	
C&P Autolinee Associate	1.454.269,80	
Consorzio Autolinee e Costabilebus	3.454.443,34	
I.A.S. Scura	3.710.411,60	
Perrone	926.910,40	
Saj	1.528.755,70	
S.A.T.&P.R.A.	605.428,20	
T.N.C.	605.741,50	
Zanfini	608.057,60	
Ferloc	967.878,00	
Romano (CS)	1.825.919,00	
SUBTOTALE	19.423.748,14	
Ferrovie della Calabria	4.531.847,20	
TOTALE EXTRAURBANO	23.955.595,34	

Tabella 5.4. Produzione chilometrica provinciale complessiva

5.4.1. I bacini di traffico

Il Piano Regionale dei Trasporti del 1997 ha individuato, nella provincia di Cosenza, 4 bacini di traffico, che risultano costituiti dai comuni elencati nel seguito (figura 5.3). L'aggiornamento del Piano Regionale dei Trasporti ha confermato la precedente composizione dei bacini.

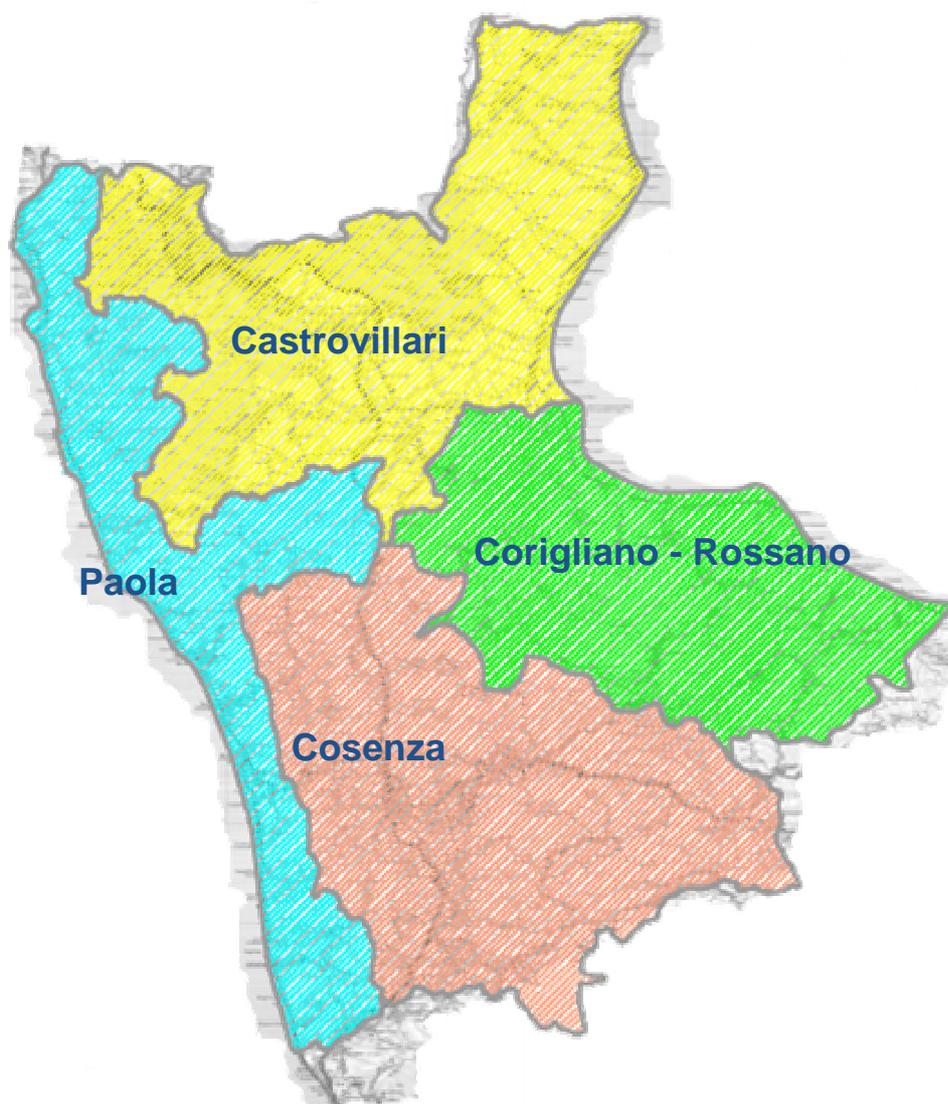


Figura 5.3. Rappresentazione dei Bacini di Traffico della provincia di Cosenza proposti nell'ambito del Piano Regionale dei Trasporti

A) Bacino di Castrovillari

Laino Borgo, Laino Castello, Mormanno, Papisidero, Acquaformosa, Altomonte, Castrovillari, Civita, Firmo, Frascineto, Lungro, Morano Calabro, Mottafollone, San Basile, San Donato di Ninea, San Sosti, Sant'Agata d'Esaro, Saracena, Cassano allo Ionio, Cerchiara di Calabria, Francavilla Marittima, San Lorenzo Bellizzi, Albidona, Alessandria del Carretto, Amendolara, Canna, Castroregio, Montegiordano, Nocera, Oriolo, Plataci, Rocca Imperiale, Roseto Capo Spulico, Trebisacce, Villapiana, San Lorenzo del Vallo, Spezzano Albanese, Tarsia.

B) Bacino di Paola

Aieta, Praia a Mare, Tortora, Grisolia, Orsomarso, San Nicola Arcella, Santa Domenica di Talao, Santa Maria del Cedro, Scalea, Verbicaro, Belvedere Marittimo, Bonifati, Buonvicino, Diamante, Maierà, Sangineto, Fagnano Castello, Malvito, Roggiano Gravina, San Marco Argentano, Santa Caterina Albanese, Acquappesa, Cetraro, Guardia Piemontese, Paola, Falconara Albanese, Fiumefreddo Bruzio, Longobardi, San Lucido, Aiello Calabro, Amantea, Belmonte Calabro, Cleto, Lago, San Pietro in Amantea, Serra d’Aiello, Fuscaldo.

C) Bacino di Corigliano Calabro – Rossano

Corigliano Calabro, San Cosmo Albanese, San Giorgio Albanese, Terranova di Sibari, Vaccarizzo Albanese, Acri, Paludi, Rossano, Calopezzati, Caloveto, Cropalati, Crosia, Longobucco, Pietrapaola, Bocchigliero, Campana, Cariati, Mandatoriccio, Scala Coeli, Terravecchia, San Demetrio Corone, Santa Sofia d’Epiro.

D) Bacino di Cosenza

Bisignano, Cervicati, Cerzeto, Mongrassano, San Martino di Finita, Torano Castello, Lattarico, Montalto Uffugo, Rota Greca, San Benedetto Ullano, San Vincenzo la Costa, Rose, Luzzi, Casole Bruzio, Celico, Pedace, Pietrafitta, Serra Pedace, Spezzano della Sila, Spezzano Piccolo, Trenta, Carolei, Castiglione Cosentino, Castrolibero, Cerisano, Cosenza, Dipignano, Domanico, Lappano, Marano Marchesato, Marano Principato, Mendicino, Paterno Calabro, Rende, Rovito, San Fili, San Pietro in Guarano, Zumpano, Altilia, Aprigliano, Belsito, Bianchi, Carpanzano, Cellara, Colosimi, Figline Vegliaturo, Grimaldi, Malito, Mangone, Marzi, Panettieri, Parenti, Pedivigliano, Piane Crati, Rogliano, Santo Stefano di Rogliano, San Vincenzo La Costa, Scigliano, San Giovanni in Fiore.

L’analisi e la elaborazione dei documenti relativi alle concessioni delle singole aziende di trasporto ha consentito di quantificare l’ offerta attuale di servizi di trasporto collettivo extraurbani nella provincia di Cosenza.

La dotazione (in veicoli * chilometro) delle linee extraurbane attribuite ai singoli bacini è riportata nella tabella seguente.

I servizi extraurbani riportati nei documenti di concessione hanno una estensione complessiva di 23.955.595,3 veicoli * chilometro. La suddivisione per bacino è riportata in tabella 5.5.

Bacino	Stato Attuale
	Vetture*Km/anno
Castrovillari	5.605.289,80
Paola	3.841.652,24
Corigliano-Rossano	4.878.834,20
Cosenza	9.629.819,10
TOTALE	23.955.595,34

Tabella 5.5. Produzione chilometrica provinciale complessiva suddivisa per bacino di traffico

Questa dotazione è comprensiva delle linee afferenti alla ex gestione commissariale governativa delle Ferrovie della Calabria ed ammonta a 4.531.847,2 veicoli * chilometro; questo dato è stato tratto dagli accordi di programma ministeriali.

I servizi urbani, gestiti dall’A.M.A.C.O. (azienda municipale della città di Cosenza), hanno un’estensione di 2.186.000 veicoli * chilometro. Essi si sviluppano nell’area urbana Cosenza – Castrolibero.

L’offerta complessiva di servizi urbani ed extraurbani, nella intera provincia, ammonta pertanto a 26.141.595,34 veicoli * chilometro (23.955.595,3 extraurbani e 2.186.000 urbani).

Il dato è anche superiore a quanto riportato dal Piano regionale dei trasporti (19.435.884 veicoli * chilometro nell’anno 2000, di cui 17.294.938 extraurbani e 2.140.946 urbani).

5.4.2. Le criticità

Dalla analisi dei dati è facile rilevare come il sistema di offerta dei servizi di trasporto collettivo presenti una serie estesa di criticità, che concorrono nel complesso

ad una scarsa qualità del servizio o, se si preferisce, a configurare un sistema di offerta non più al passo con le aspettative e le esigenze della utenza.

Le criticità possono essere raggruppate in diverse categorie.

Sotto il profilo della struttura aziendale, emerge in primo luogo la estrema frammentazione delle società concessionarie, le cui dimensioni sono molto variabili; accanto ad aziende che presentano dimensioni compatibili con una effettiva organizzazione industriale dei servizi, sono presenti aziende a carattere familiare che svolgono, anche se lodevolmente, servizi molto limitati.

Sotto il profilo dei risultati di bilancio, si verifica che nella maggior parte dei casi le aziende presentano costi di gestione superiori a quelli ammissibili e ricavi inferiori alle percentuali minime fissate in ambito ministeriale (soglia minima del rapporto tra ricavi e costi pari al 35%).

L'elemento di crisi del sistema è costituito tuttavia dalla mancanza di integrazione dei servizi in una organica rete.

In effetti questo assetto deve essere ricondotto alla storia dello sviluppo del trasporto in concessione nella regione Calabria. I servizi attuali sono il risultato di un processo di sostanziale addizione dei servizi concessi, effettuato in tempi successivi, senza mai una logica di ottimizzazione complessiva del sistema. Pertanto nelle concessioni è stato seguito il criterio di istituire collegamenti diretti su tutte le relazioni per le quali esisteva una domanda di tipo pendolare, per motivi di lavoro o scolastici.

Ne è risultato un sistema nel quale prevalgono i collegamenti diretti dai diversi comuni verso le città di Cosenza, capoluogo della provincia, e verso i principali poli del sistema scolastico.

Inoltre percorsi delle linee di trasporto pubblico che collegano differenti centri abitati, presentano spesso tratte comuni; questo comporta una evidente diseconomia ed una scarsa qualità del servizio. La diseconomia è legata al fatto che vengono sovvenzionati più servizi sullo stesso itinerario (figura 5.4).

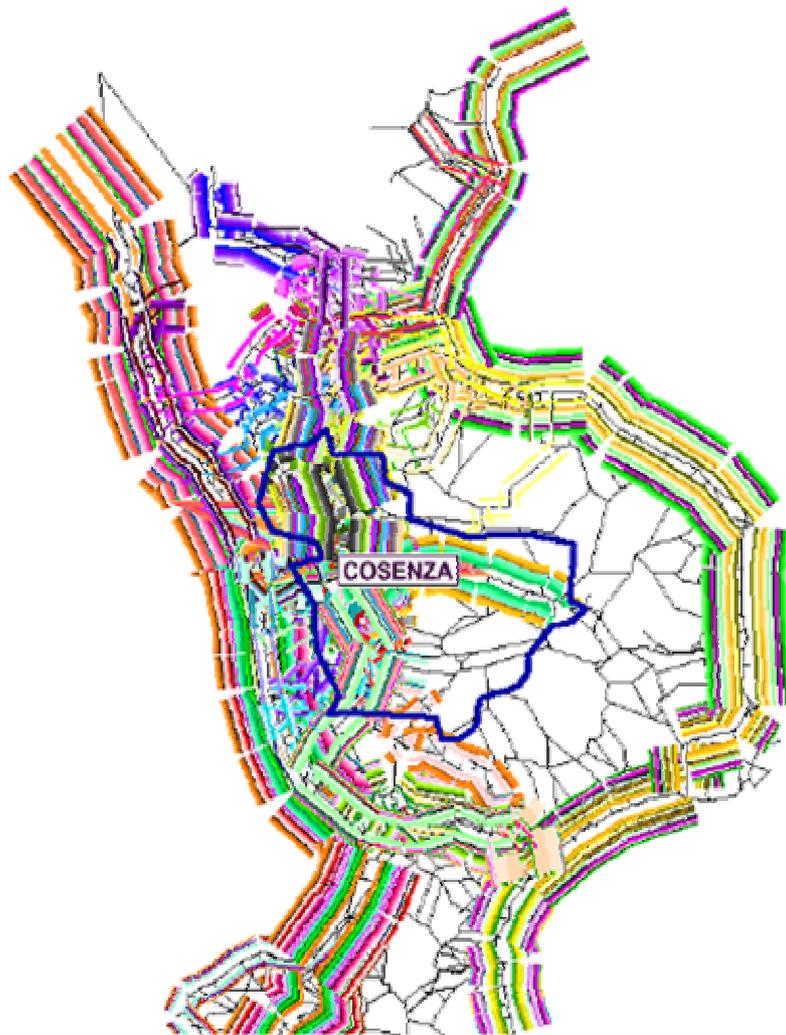


Figura 5.4. Sovrapposizione delle linee di trasporto collettivo in corrispondenza delle principali arterie stradali (A3, SS 18, SS 19, SS 106 ed SS 534)

La scarsa qualità del servizio, inoltre, è imputabile alla assenza di un sistema tariffario ed una organizzazione dei servizi tale da consentire un utilizzo integrato dei servizi di trasporto collettivo su gomma e su ferro. L'integrazione tariffaria e vettoriale tra diverse aziende è stata avviata solo in parte in corrispondenza dell'area urbana di Cosenza, con il ben noto Accordo BINBUS.

Il servizio si concentra nelle fasce orarie di accesso e di egresso verso e dai posti di lavoro e le scuole, mentre è in genere carente nelle altre fasce orarie.

Come si è detto, si privilegia la logica del collegamento diretto, il che comporta evidenti dispendi inutili di risorse. Se infatti nelle ore di punta è agevole riempire un

autobus che da un comune del circondario si rechi ad esempio verso l'area urbana di Cosenza – Rende, nelle ore di morbida le corse dirette circolano semivuote.

Questo innesca il classico circolo vizioso del trasporto collettivo: la scarsa utenza porta alla riduzione della offerta dei servizi; la scarsa qualità dei servizi determina una ulteriore contrazione dei livelli di utenza.

5.5. La domanda di trasporto nell'area di studio

5.5.1. I dati ISTAT

Una analisi della domanda di mobilità nella provincia di Cosenza è stata effettuata sulla base del 14° Censimento Generale della Popolazione del 2001.

Nel corso del Censimento, insieme alle informazioni più generali, vengono infatti rilevate le caratteristiche dello spostamento principale, effettuato da ciascun individuo, in un giorno determinato, rappresentativo delle condizioni medie della mobilità.

I dati vengono aggregati su base comunale.

L'analisi è tuttavia limitata ai soli spostamenti sistematici effettuati per raggiungere il luogo abituale di lavoro o di studio; pertanto non vengono rilevati gli spostamenti compiuti per motivi diversi (viaggi di lavoro occasionali, viaggi per acquisti, per pratiche personali, eccetera). La mobilità rilevata dall'ISTAT risulta pertanto sottostimata rispetto ai valori reali; si può infatti affermare che gli spostamenti effettuati per motivi diversi dal lavoro e dallo studio siano ormai dello stesso ordine di grandezza di quelli effettuati per i due motivi citati.

Gli spostamenti effettuati per motivi di lavoro e di studio presentano tuttavia il carattere della sistematicità, e quindi forniscono, per i diversi centri, un quadro attendibile dei potenziali di generazione e di attrazione degli spostamenti.

Per ciascuno spostamento elencato in precedenza, venivano richieste le seguenti informazioni:

A) Destinazione

B) Fascia oraria di partenza

7.15 – 7.44

7.45 – 8.14

8.15 – 8.44

8.45 – 9.15

altro orario

C) Durata dello spostamento

Fino a 15 minuti

16 – 30 minuti

31 – 60 minuti

oltre 60 minuti

D) Modo utilizzato nel tratto prevalente del viaggio

Piedi

Mezzo pubblico su rotaia (treno, tram, metropolitana)

Mezzo pubblico su gomma (autobus, corriera)

Autobus aziendale o scolastico

Auto privata da conducente

Auto privata da trasportato

Motocicletta, ciclomotore, scooter

Bicicletta, altro mezzo

L'ISTAT rende disponibili i dati dopo averli opportunamente aggregati. E' quindi possibile, per ogni coppia di comuni, conoscere il numero di persone che si sposta da una origine ad una destinazione, per motivo (lavoro o studio), per fascia oraria di partenza, per durata dello spostamento, per modo di trasporto utilizzato nel tratto prevalente del viaggio.

Sulla base dei dati ISTAT, è possibile effettuare un insieme di analisi sulle caratteristiche della mobilità, che vengono riportate nel seguito.

5.5.2. Gli spostamenti casa - lavoro

L'emissione degli spostamenti

Gli spostamenti casa – lavoro, secondo la definizione adottata dall'ISTAT, sono quelli compiuti dagli occupati per raggiungere il loro posto di lavoro abituale.

Nella provincia di Cosenza, sono stati censiti 206.456 occupati, che hanno dichiarato di effettuare 149.064 spostamenti, con una media, denominata indice di emissione, di 0,722 spostamenti/occupato al giorno.

Gli indici di emissione nazionali e quelli relativi alle tre province della Calabria, sono riportati nelle tabelle 5.7 e 5.8. Gli indici di emissione nazionali, inoltre, sono aggregati secondo una suddivisione dell'Italia sia per regioni, sia per fasce di territorio come si può evincere dalla tabella 5.6

Italia Nord-occidentale	Valle d'Aosta, Piemonte, Lombardia, Liguria
Italia Nord-orientale	Friuli Venezia Giulia, Provincia autonoma di Trento, Provincia autonoma di Bolzano, Veneto, Emilia-Romagna
Italia Centrale	Toscana, Umbria, Marche, Lazio
Italia Meridionale	Abruzzo, Molise, Campania, Puglia, Basilicata, Calabria
Italia Insulare:	Sicilia, Sardegna

Tabella 5.6. Suddivisione dell'Italia per fasce di territorio e per regioni proposta dall'ISTAT

<i>Regione</i>	<i>Popolazione Residente</i>	<i>Spostamenti</i>	<i>Occupati</i>	<i>Spost/Occ.</i>
Piemonte	4.214.677	1.402.078	1.753.586	0,800
Valle d'Aosta	119.548	39.799	53.349	0,746
Lombardia	9.032.554	3.192.596	3.949.654	0,808
Trentino-Alto Adige	940.016	310.145	418.950	0,740
Veneto	4.527.694	1.545.506	1.972.932	0,783
Friuli-Venezia Giulia	1.183.764	384.103	495.875	0,775
Liguria	1.571.783	443.788	572.737	0,775
Emilia-Romagna	3.983.346	1.391.655	1.776.610	0,783
Toscana	3.497.806	1.115.816	1.427.402	0,782
Umbria	825.826	250.644	319.765	0,784
Marche	1.470.581	473.797	606.809	0,781
Lazio	5.112.413	1.476.996	1.885.229	0,783
Abruzzo	1.262.392	344.012	451.764	0,761
Molise	320.601	78.935	106.393	0,742
Campania	5.701.931	1.090.903	1.486.393	0,734
Puglia	4.020.707	855.883	1.170.913	0,731
Basilicata	597.768	137.425	186.896	0,735
Calabria	2.011.466	387.383	539.915	0,717
Sicilia	4.968.991	968.265	1.297.774	0,746
Sardegna	1.631.880	390.881	520.786	0,751
<i>Italia Nord-Occidentale</i>	<i>14.938.562</i>	<i>5.078.261</i>	<i>6.329.326</i>	<i>0,802</i>
<i>Italia Nord-Orientale</i>	<i>10.634.820</i>	<i>3.631.409</i>	<i>4.664.367</i>	<i>0,779</i>
<i>Italia Centrale</i>	<i>10.906.626</i>	<i>3.317.253</i>	<i>4.239.205</i>	<i>0,783</i>
<i>Italia Meridionale</i>	<i>13.914.865</i>	<i>2.894.128</i>	<i>3.942.274</i>	<i>0,734</i>
<i>Italia Insulare</i>	<i>6.600.871</i>	<i>1.359.146</i>	<i>1.818.560</i>	<i>0,747</i>
<i>Italia</i>	<i>56.995.744</i>	<i>16.280.197</i>	<i>20.993.732</i>	<i>0,775</i>

Tabella 5.7. Valori degli indici di emissione nazionali

<i>Provincia</i>	<i>Popolazione Residente</i>	<i>Spostamenti</i>	<i>Occupati</i>	<i>Spost/Occ.</i>
Cosenza	733.797	149.064	206.456	0,722
Crotone	173.122	27.767	40.210	0,691
Catanzaro	369.578	76.739	103.656	0,740
Vibo Valentia	170.746	30.653	44.266	0,692
Reggio di Calabria	564.223	103.160	145.327	0,710
<i>Calabria</i>	<i>2.011.466</i>	<i>387.383</i>	<i>539.915</i>	<i>0,717</i>
<i>Italia</i>	<i>56.995.744</i>	<i>16.280.197</i>	<i>20.993.732</i>	<i>0,775</i>

Tabella 5.8. Valori degli indici di emissione relativi alle province calabresi

Si può osservare come sia l'indice di emissione della Calabria (0,717), sia l'indice di emissione della provincia di Cosenza (0,722), si avvicinano al valore medio nazionale (0,775) e, ancora di più, al valore medio relativo al Sud (0,734).

Restringendo l'analisi ai soli spostamenti riferiti al capoluogo di provincia, si ottiene un indice di emissione pari allo 0,736 (tabella 5.9).

<i>Città</i>	<i>Popolazione Residente</i>	<i>Spostamenti</i>	<i>Occupati</i>	<i>Spost/Occ.</i>
Cosenza	72.998	15.854	21.529	0,736

Tabella 5.9. Valori dell'indice di emissione relativo alla città di Cosenza

Il valore trovato per l'indice di emissione riferito alla città di Cosenza, risulta alquanto più elevato rispetto al valore medio provinciale (0,722), ma ancora inferiore ai valori medi nazionali.

La distribuzione degli spostamenti

Una analisi della matrice Origine - Destinazione degli spostamenti totali ha permesso di determinare la distribuzione spaziale degli spostamenti di tipo casa-lavoro relativi alla provincia di Cosenza (tabella 5.10).

<i>Provincia</i>	<i>Cosenza</i>	<i>Catanzaro</i>	<i>Reggio Calabria</i>	<i>Crotone</i>	<i>Vibo Valentia</i>	<i>Fuori Regione</i>	<i>Totale</i>
Cosenza	145867	1250	84	554	105	1204	149064

Tabella 5.10. Distribuzione spaziale degli spostamenti giornalieri casa-lavoro della provincia di Cosenza

Gli stessi sono espressi in percentuale nella tabella seguente:

<i>Provincia</i>	<i>Cosenza</i>	<i>Catanzaro</i>	<i>Reggio Calabria</i>	<i>Crotone</i>	<i>Vibo Valentia</i>	<i>Fuori Regione</i>	<i>Totale</i>
Cosenza	97,855	0,839	0,056	0,372	0,070	0,808	100

Tabella 5.11. Distribuzione spaziale in percentuale degli spostamenti giornalieri casa-lavoro della provincia di Cosenza

L'analisi dei dati mostra come, per gli spostamenti compiuti per il motivo lavoro, la provincia costituisca un bacino chiuso dato che la quasi totalità degli spostamenti prodotti si esaurisce infatti nell'ambito della provincia di origine (il 98% del totale degli spostamenti).

Una seconda analisi (tabella 5.12) ha consentito di enucleare, per la provincia di Cosenza, i comuni che presentano una maggiore capacità di emettere ed attrarre spostamenti. Nella tabella successiva vengono riportati, per ciascuno di questi comuni:

- gli spostamenti emessi interni, che si esauriscono cioè all'interno del comune;
- gli spostamenti emessi esterni, che si dirigono cioè verso altri comuni;
- gli spostamenti emessi totali;
- gli spostamenti totali attratti.

Comune	Spostamenti emessi			Spostamenti attratti
	Interni	Esterni	Totali	
Acri	3644	1009	4653	593
Amantea	1967	586	2553	553
Bisignano	1515	812	2327	369
Cariati	1485	204	1689	218
Cassano	2362	443	2805	1245
Castrolibero	585	2105	2690	781
Castrovillari	4282	582	4864	2553
Cetraro	1721	414	2135	377
Corigliano	6129	933	7062	1453
Cosenza	11720	4134	15854	15602
Diamante	641	407	1048	387
Fuscaldo	833	567	1400	264
Luzzi	994	950	1944	294
Montalto	1777	1974	3751	1210
Paola	2230	780	3010	1425
Rende	4256	4725	8981	5841
Rossano	5932	748	6680	1524
S. Giovanni in Fiore	3028	387	3415	223
Scalea	1387	353	1740	887
Trebisacce	1458	432	1890	905
Totale	57946	22545	80491	36704
Provincia	93264	52603	145867	52603

Tabella 5.12. Maggiori poli di emissione ed attrazione della provincia di Cosenza per gli spostamenti sistematici casa-lavoro

In questi comuni vengono prodotti complessivamente 80.491 spostamenti; di questi 57.946, pari al 72%, si esauriscono all'interno del comune stesso; 22.545, pari al 28%, si dirigono verso altri comuni.

Gli spostamenti che si dirigono dall'esterno verso questi comuni sono in tutto 36.704, e costituiscono oltre la metà di tutti gli spostamenti intercomunali casa – lavoro prodotti nella provincia.

E' stata infine predisposta una rappresentazione grafica della distribuzione degli spostamenti alla scala provinciale tramite le linee di desiderio. Esse forniscono una rappresentazione grafica delle diverse relazioni e della loro entità e sono ottenute congiungendo tra loro i centroidi origine e destinazione mediante un segmento il cui

spessore indica l'entità della domanda relativa alla coppia origine-destinazione considerata (figure 5.5 e 5.6).

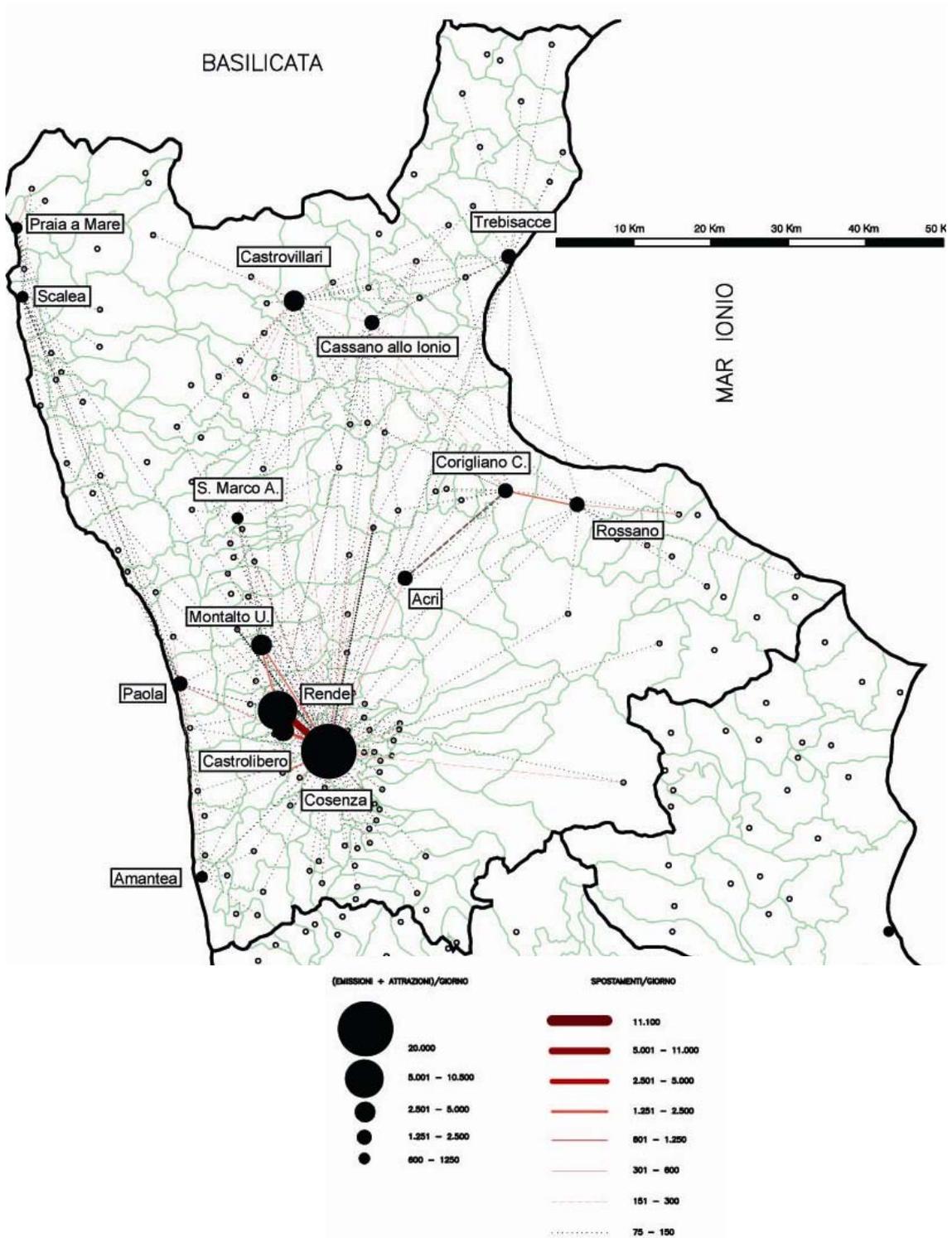


Figura 5.5. Distribuzione spaziale degli spostamenti giornalieri casa – lavoro (Emissioni + Attrazioni)

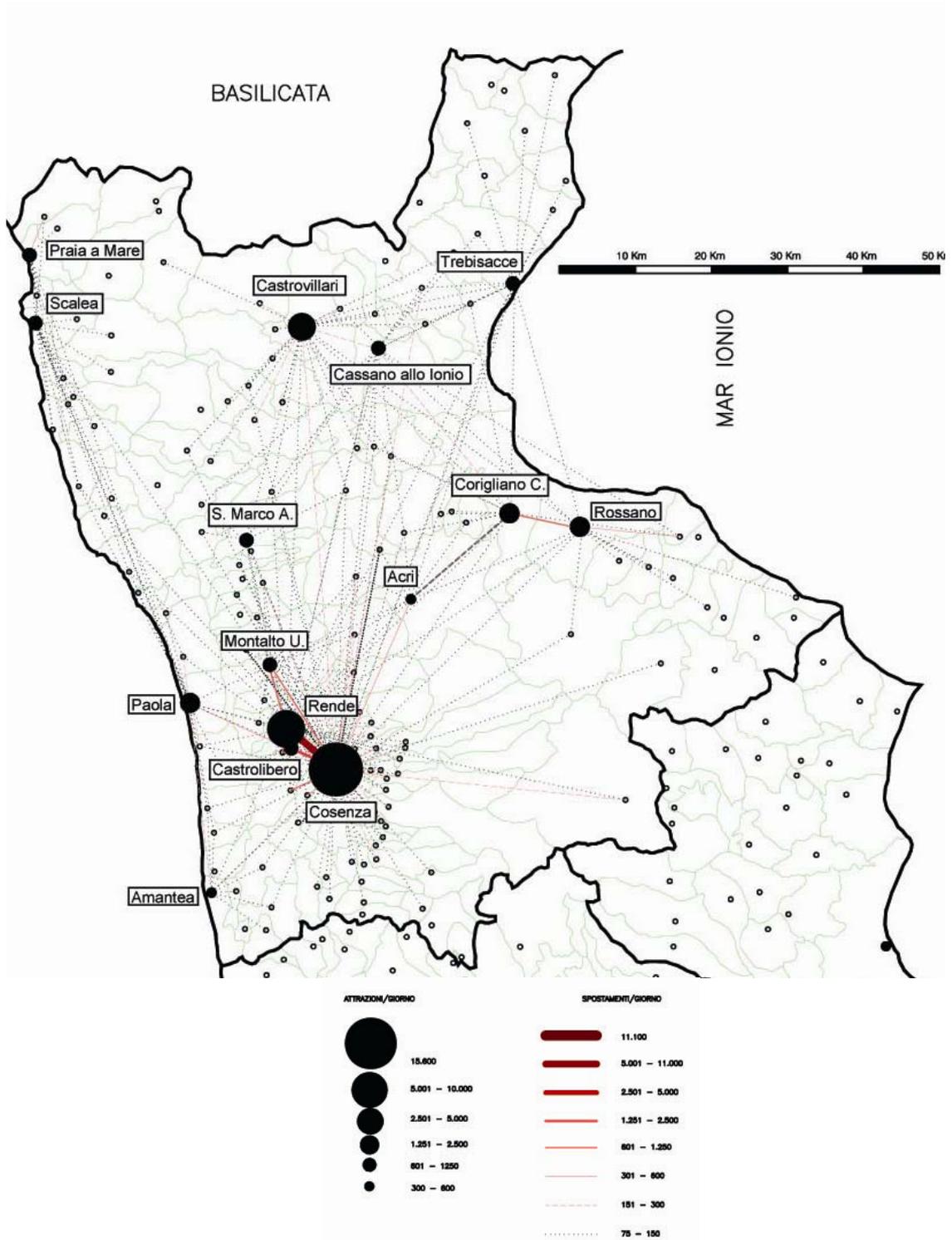


Figura 5.6. Distribuzione spaziale degli spostamenti giornalieri casa – lavoro (Attrazioni)

Dalla figura risulta evidente una forte polarizzazione della mobilità su un ridotto numero di comuni; questi sono la conurbazione di Cosenza, Rende, Castrolibero e Montalto, Castrovillari; Acri, San Giovanni in Fiore, Castrovillari, Trebisacce, Cassano, Corigliano, Rossano, Scalea, Diamante, Paola ed Amantea. Esistono inoltre numerosi poli minori.

La scelta modale

La suddivisione degli spostamenti tra le dieci modalità di trasporto, elencate in seguito, costituisce la ripartizione modale.

Negli spostamenti di tipo casa-lavoro sono stati considerati i seguenti mezzi di trasporto:

- 1) treno
- 2) tram
- 3) metropolitana
- 4) autobus urbano, filobus
- 5) corriera, autobus extra-urbano
- 6) autobus aziendale o scolastico
- 7) auto privata (come conducente)
- 8) auto privata (come passeggero)
- 9) motocicletta, ciclomotore, scooter
- 10) bicicletta, a piedi, altro mezzo.

Nelle tabelle 5.13 e 5.14 sono riportati gli spostamenti rilevati per la provincia di Cosenza e le rispettive percentuali per ogni mezzo.

<i>Provincia</i>	<i>Modo 1</i>	<i>Modo 2</i>	<i>Modo 3</i>	<i>Modo 4</i>	<i>Modo 5</i>	<i>Modo 6</i>	<i>Modo 7</i>	<i>Modo 8</i>	<i>Modo 9</i>	<i>Modo 10</i>	<i>Totale</i>
Cosenza	1034	17	0	1874	2456	3136	101719	12498	1474	24856	149064

Tabella 5.13. Ripartizione modale degli spostamenti casa – lavoro della provincia di Cosenza

<i>Provincia</i>	<i>Modo 1</i>	<i>Modo 2</i>	<i>Modo 3</i>	<i>Modo 4</i>	<i>Modo 5</i>	<i>Modo 6</i>	<i>Modo 7</i>	<i>Modo 8</i>	<i>Modo 9</i>	<i>Modo 10</i>	<i>Totale</i>
Cosenza	0,69	0,01	0	1,26	1,65	2,10	68,24	8,38	0,99	16,67	100

Tabella 5.14. Quota modale in termini percentuali degli spostamenti casa – lavoro della provincia di Cosenza

Come si può osservare, la maggiore incidenza sul sistema dei trasporti è data dal modo individuale, in particolare dal modo 7 (auto privata, come conducente). Questo dipende anche dal basso livello di confort e di efficienza (pregiudicata spesso da orari incerti e velocità commerciali basse) che caratterizza i trasporti collettivi, forniti per lo più su gomma.

E' stata poi analizzata la scelta modale in base all'aggregazione dei mezzi di trasporto in sette categorie:

- 1) treno, tram, metropolitana
- 2) autobus urbano, filobus, corriera, autobus extraurbano
- 3) autobus aziendale o scolastico
- 4) auto privata (come conducente)
- 5) auto privata (come passeggero)
- 6) motocicletta, ciclomotore, scooter
- 7) bicicletta, altro mezzo, a piedi.

Nelle tabelle 5.15 e 5.16 sono riportati rispettivamente gli spostamenti sistematici Casa-Lavoro per mezzi aggregati nella regione Calabria e le rispettive percentuali

<i>Province</i>	<i>Modo 1</i>	<i>Modo 2</i>	<i>Modo 3</i>	<i>Modo 4</i>	<i>Modo 5</i>	<i>Modo 6</i>	<i>Modo 7</i>	<i>Totale</i>
Cosenza	1051	4330	3136	101719	12498	1474	24856	149064
Crotone	53	594	215	18863	2625	291	5126	27767
Catanzaro	685	2097	1543	52766	5942	1222	12484	76739
Vibo Valentia	139	396	583	20277	2856	261	6141	30653
Reggio di Calabria	1321	3282	1380	68322	10139	2301	16415	103160
Calabria	3249	10699	6857	261947	34060	5549	65022	387383

Tabella 5.15. Ripartizione modale per mezzi aggregati degli spostamenti casa – lavoro delle province calabresi

<i>Province</i>	<i>Modo 1</i>	<i>Modo 2</i>	<i>Modo 3</i>	<i>Modo 4</i>	<i>Modo 5</i>	<i>Modo 6</i>	<i>Modo 7</i>	<i>Totale</i>
Cosenza	0,705	2,905	2,104	68,238	8,384	0,989	16,675	100
Crotone	0,191	2,139	0,774	67,933	9,454	1,048	18,461	100
Catanzaro	0,893	2,733	2,011	68,760	7,743	1,592	16,268	100
Vibo Valentia	0,453	1,292	1,902	66,150	9,317	0,851	20,034	100
Reggio di Calabria	1,281	3,181	1,338	66,229	9,828	2,231	15,912	100
Calabria	0,839	2,762	1,770	67,620	8,792	1,432	16,785	100

Tabella 5.16. Quota modale in termini percentuali per mezzi aggregati degli spostamenti casa – lavoro delle province calabresi

Le tabelle precedenti evidenziano che, nella regione Calabria, il 67,620% degli occupati utilizza, per spostarsi, il modo 4 (auto privata come conducente), mentre il 16,785% il modo 7 (bicicletta, altro mezzo, a piedi).

A livello nazionale, gli spostamenti sistematici casa-lavoro per mezzi aggregati e le rispettive percentuali sono riportati nelle tabelle 5.17 e 5.18.

Regioni	Modo 1	Modo 2	Modo 3	Modo 4	Modo 5	Modo 6	Modo 7	Totale
Piemonte	48715	79256	11729	945317	66902	25965	224194	1402078
Valle d'Aosta	202	926	313	27809	1702	891	7956	39799
Lombardia	217727	119025	16485	2062352	147192	164373	465442	3192596
Trentino-Alto Adige	5473	14901	4671	177725	13039	15964	78372	310145
Veneto	18394	57592	7109	1069227	58663	81934	252587	1545506
Friuli-Venezia Giulia	4650	19521	2213	266476	15061	22529	53653	384103
Liguria	26413	49790	1763	205071	15225	71130	74396	443788
Emilia-Romagna	19581	45217	4937	968427	55501	69566	228426	1391655
Toscana	26637	40859	5420	740399	44781	103029	154691	1115816
Umbria	3306	6200	1116	194024	10682	6868	28448	250644
Marche	3792	11631	1953	356458	23516	13685	62762	473797
Lazio	117033	111760	18062	894290	71295	118100	146456	1476996
Abruzzo	2478	12544	2511	253328	18762	7376	47013	344012
Molise	329	4934	599	52150	4898	620	15405	78935
Campania	38961	65158	11026	661740	71410	39054	203554	1090903
Puglia	10671	35304	12639	550038	71941	17268	158022	855883
Basilicata	849	7503	1571	90206	10347	1043	25906	137425
Calabria	3249	10699	6857	261947	34060	5549	65022	387383
Sicilia	6457	31012	6534	666136	63330	55869	138927	968265
Sardegna	3044	12192	3631	276377	23403	12625	59609	390881
Italia Nord-Occidentale	293057	248997	30290	3240549	231021	262359	771988	5078261
Italia Nord-Orientale	48098	137231	18930	2481855	142264	189993	613038	3631409
Italia Centrale	150768	170450	26551	2185171	150274	241682	392357	3317253
Italia Meridionale	56532	135967	35156	1869352	211353	70902	514866	2894128
Italia Insulare	9501	43204	10165	942513	86733	68494	198536	1359146
Italia	557956	735849	121092	10719440	821645	833430	2490785	16280197

Tabella 5.17. Ripartizione modale per mezzi aggregati degli spostamenti casa – lavoro delle regioni italiane

<i>Regioni</i>	<i>Modo 1</i>	<i>Modo 2</i>	<i>Modo 3</i>	<i>Modo 4</i>	<i>Modo 5</i>	<i>Modo 6</i>	<i>Modo 7</i>	<i>Totale</i>
Piemonte	3,47	5,65	0,84	67,42	4,77	1,85	15,99	100
Valle d'Aosta	0,51	2,33	0,79	69,87	4,28	2,24	19,99	100
Lombardia	6,82	3,73	0,52	64,6	4,61	5,15	14,58	100
Trentino-Alto Adige	1,76	4,80	1,51	57,3	4,20	5,15	25,27	100
Veneto	1,19	3,73	0,46	69,18	3,80	5,30	16,34	100
Friuli-Venezia Giulia	1,21	5,08	0,58	69,38	3,92	5,87	13,97	100
Liguria	5,95	11,22	0,40	46,21	3,43	16,03	16,76	100
Emilia-Romagna	1,41	3,25	0,35	69,59	3,99	5,00	16,41	100
Toscana	2,39	3,66	0,49	66,35	4,01	9,23	13,86	100
Umbria	1,32	2,47	0,45	77,41	4,26	2,74	11,35	100
Marche	0,80	2,45	0,41	75,23	4,96	2,89	13,25	100
Lazio	7,92	7,57	1,22	60,55	4,83	8,00	9,92	100
Abruzzo	0,72	3,65	0,73	73,64	5,45	2,14	13,67	100
Molise	0,42	6,25	0,76	66,07	6,21	0,79	19,52	100
Campania	3,57	5,97	1,01	60,66	6,55	3,58	18,66	100
Puglia	1,25	4,12	1,48	64,27	8,41	2,02	18,46	100
Basilicata	0,62	5,46	1,14	65,64	7,53	0,76	18,85	100
Calabria	0,84	2,76	1,77	67,62	8,79	1,43	16,78	100
Sicilia	0,67	3,2	0,67	68,8	6,54	5,77	14,35	100
Sardegna	0,78	3,12	0,93	70,71	5,99	3,23	15,25	100
Italia Nord-Occidentale	5,77	4,9	0,60	63,81	4,55	5,17	15,20	100
Italia Nord-Orientale	1,32	3,78	0,52	68,34	3,92	5,23	16,88	100
Italia Centrale	4,54	5,14	0,80	65,87	4,53	7,29	11,83	100
Italia Meridionale	1,95	4,7	1,21	64,59	7,30	2,45	17,79	100
Italia Insulare	0,70	3,18	0,75	69,35	6,38	5,04	14,61	100
Italia	3,43	4,52	0,74	65,84	5,05	5,12	15,30	100

Tabella 5.18. Quota modale in termini percentuali per mezzi aggregati degli spostamenti casa – lavoro delle regioni italiane

Si può notare che, nella regione Calabria, l'incidenza percentuale (0,84%) degli spostamenti effettuati con il modo 1 (treno, tram, metropolitana) è inferiore di circa 3 punti al valore medio nazionale (3,43%). Ciò è indicativo dello scarso utilizzo dei mezzi di trasporto su rotaia ed è riconducibile alla scarsa offerta di servizi, alla assenza di coordinamento tra i servizi su ferro e quelli su gomma, e, in alcuni casi, alla collocazione poco felice delle linee e delle stazioni rispetto ai centri abitati. Anche l'utilizzazione del mezzo pubblico su gomma (modo 2) è inferiore di circa 2 punti rispetto alla media nazionale; ciò è indicativo delle ben note carenze, in Calabria, di questo tipo di servizi.

L'uso del bus aziendale (modo 3) è invece superiore di poco più di un punto alla media nazionale. L'uso dell'autovettura sia come conducente (modo 4) sia come passeggero (modo 5) risulta superiore rispettivamente di circa 2 punti, nel primo caso, e di poco più di 3 punti, nel secondo caso, rispetto al valore nazionale.

L'uso dei mezzi motorizzati a due ruote (modo 6) è fortemente ridotta rispetto alla media nazionale (1,43% contro il 5,12%); ciò può essere spiegato con la ridotta dimensione delle aree urbane ed una relativa possibilità di trovare gratuitamente parcheggio, che non inducono a ricorrere a questa modalità di trasporto. L'incidenza percentuale (16,78%) degli spostamenti effettuati con il modo 7 (bicicletta, altro mezzo, a piedi), invece, supera di poco più di 1 punto il valore medio nazionale (15,30%).

5.5.3. Gli spostamenti casa - scuola

L'emissione degli spostamenti

Gli spostamenti casa – scuola, secondo la definizione adottata dall'ISTAT, vengono compiuti abitualmente dagli studenti per raggiungere la propria scuola. Pertanto viene considerato spostamento casa – scuola quello compiuto quotidianamente dallo studente dal proprio domicilio alla scuola; non viene considerato tale lo spostamento che, ad esempio, lo studente universitario compie una volta alla settimana (o con frequenza minore) per spostarsi dal paese di residenza alla sede universitaria. Anche gli spostamenti casa – scuola vengono quindi sottostimati.

Nella provincia di Cosenza sono presenti 138.355 studenti, che hanno dichiarato di effettuare 129.065 spostamenti, con una media, denominata ancora indice di emissione, di 0,933 spostamenti/studente al giorno; questo indice è superiore al coefficiente di emissione degli spostamenti casa – lavoro (0,722 spostamenti/occupato al giorno).

Gli indici di emissione per le tre province della Calabria, ed il valore medio nazionale, all'epoca del censimento, vengono riportati nella tabella 5.20.

I valori degli indici trovati per la Calabria risultano leggermente più bassi dei valori medi nazionali (tabella 5.19).

<i>Regione</i>	<i>Popolazione Residente</i>	<i>Spostamenti</i>	<i>Studenti</i>	<i>Spost/Stud.</i>
Piemonte	4.214.677	602.223	504.829	1,193
Valle d'Aosta	119.548	16.132	14.701	1,097
Lombardia	9.032.554	1.410.055	1.156.348	1,219
Trentino-Alto Adige	940.016	154.021	139.116	1,107
Veneto	4.527.694	708.372	597.014	1,187
Friuli-Venezia Giulia	1.183.764	162.321	142.553	1,139
Liguria	1.571.783	200.157	177.205	1,130
Emilia-Romagna	3.983.346	554.326	455.853	1,216
Toscana	3.497.806	499.939	435.770	1,147
Umbria	825.826	123.966	112.751	1,099
Marche	1.470.581	211.741	206.391	1,026
Lazio	5.112.413	869.459	783.722	1,109
Abruzzo	1.262.392	209.655	207.084	1,012
Molise	320.601	52.723	54.189	0,973
Campania	5.701.931	1.134.644	1.056.091	1,074
Puglia	4.020.707	740.702	701.086	1,057
Basilicata	597.768	104.729	108.070	0,969
Calabria	2.011.466	361.667	380.341	0,951
Sicilia	4.968.991	913.312	862.981	1,058
Sardegna	1.631.880	283.552	272.120	1,042
<i>Italia Nord-Occidentale</i>	<i>14.938.562</i>	<i>2.228.567</i>	<i>1.888.910</i>	<i>1,180</i>
<i>Italia Nord-Orientale</i>	<i>10.634.820</i>	<i>1.579.040</i>	<i>1.357.627</i>	<i>1,163</i>
<i>Italia Centrale</i>	<i>10.906.626</i>	<i>1.714.805</i>	<i>1.565.885</i>	<i>1,095</i>
<i>Italia Meridionale</i>	<i>13.914.865</i>	<i>2.604.140</i>	<i>2.575.168</i>	<i>1,011</i>
<i>Italia Insulare</i>	<i>6.600.871</i>	<i>1.196.864</i>	<i>1.164.246</i>	<i>1,028</i>
<i>Italia</i>	<i>56.995.744</i>	<i>9.323.416</i>	<i>8.551.836</i>	<i>1,090</i>

Tabella 5.19. Valori degli indici di emissione nazionali per gli spostamenti casa – scuola

<i>Provincia</i>	<i>Popolazione Residente</i>	<i>Spostamenti</i>	<i>Studenti</i>	<i>Spost/Stud.</i>
Cosenza	733.797,00	129.065	138.355	0,933
Crotone	173.122,00	31.754	33.946	0,935
Catanzaro	369.578,00	67.216	69.921	0,961
Vibo Valentia	170.746,00	30.233	33.001	0,916
Reggio di Calabria	564.223,00	103.409	105.118	0,984
<i>Calabria</i>	<i>2.011.466</i>	<i>361.677</i>	<i>380.341</i>	<i>0,951</i>
<i>Italia</i>	<i>56.995.744</i>	<i>9.323.416</i>	<i>8.551.836</i>	<i>1,090</i>

Tabella 5.20. Valori degli indici di emissione relativi alle province calabresi per gli spostamenti casa - scuola

Si può osservare che l'indice di emissione della Calabria (0,951) si avvicina al valore medio nazionale (1,090) e, ancora di più al valore medio relativo al Sud (1,011). Restringendo l'analisi ai soli spostamenti riferiti al capoluogo di provincia, si ottiene un indice di emissione pari allo 0,572 (tabella 5.21).

<i>Città</i>	<i>Popolazione Residente</i>	<i>Spostamenti</i>	<i>Studenti</i>	<i>Spost/Stud.</i>
Cosenza	72.998	12.324	21.529	0,572

Tabella 5.21. Valore dell' indice di emissione relativo alle città di Cosenza per gli spostamenti casa - scuola

Come si può notare dalla tabella l'indice di emissione nella città di Cosenza è sensibilmente più basso rispetto alla media provinciale e regionale.

La distribuzione degli spostamenti

Una analisi della distribuzione spaziale è stata compiuta anche per gli spostamenti casa – scuola della provincia di Cosenza (tabella 5.22).

<i>Provincia</i>	<i>Cosenza</i>	<i>Catanzaro</i>	<i>Reggio Calabria</i>	<i>Crotone</i>	<i>Vibo Valentia</i>	<i>Fuori Regione</i>	<i>Totale</i>
Cosenza	127811	488	19	56	12	679	129065

Tabella 5.22. Distribuzione spaziale degli spostamenti giornalieri casa-scuola della provincia di Cosenza

Gli stessi sono espressi in percentuale nella tabella seguente:

<i>Provincia</i>	<i>Cosenza</i>	<i>Catanzaro</i>	<i>Reggio Calabria</i>	<i>Crotone</i>	<i>Vibo Valentia</i>	<i>Fuori Regione</i>	<i>Totale</i>
Cosenza	99,028	0,378	0,015	0,043	0,009	0,526	100

Tabella 5.23. Distribuzione spaziale in termini percentuali degli spostamenti giornalieri casa-scuola della provincia di Cosenza

Gli spostamenti prodotti si svolgono per il 99% circa all'interno dei confini provinciali; le interazioni con le altre province e con le altre regioni rimangono, invece, irrilevanti.

Una seconda analisi ha consentito di enucleare, per la provincia di Cosenza, i comuni che presentano una maggiore capacità di emettere ed attrarre spostamenti. Nella tabella 5.24, come già fatto per gli spostamenti casa – lavoro, vengono riportati, per ciascuno di questi comuni:

- Gli spostamenti emessi interni, che si esauriscono cioè all'interno del comune;
- Gli spostamenti emessi esterni, che si dirigono cioè verso altri comuni;
- Gli spostamenti emessi totali;
- Gli spostamenti totali attratti da altri comuni

Comune	Spostamenti emessi			Spostamenti attratti
	Interni	Esterni	Totali	
Acri	3389	312	3701	432
Amantea	2093	238	2331	557
Bisignano	1404	588	1992	61
Cariati	1600	78	1678	219
Cassano	2574	389	2963	115
Castrolibero	1124	1095	2219	632
Castrovillari	3808	207	4015	2152
Cetraro	1211	377	1588	237
Corigliano	6150	365	6515	238
Cosenza	9663	2661	12324	9099
Diamante	664	211	875	576
Fuscaldo	1194	455	1649	541
Luzzi	1348	618	1966	62
Montalto	2137	1500	3637	208
Paola	2767	587	3354	1286
Rende	6578	1197	7775	9684
Rossano	5830	177	6007	912
S. Giovanni in Fiore	1359	324	1683	369
Scalea	1286	55	1341	984
Trebisacce	3389	312	3701	432
Totale	56179	11434	67613	28364
Provincia	94501	33310	127811	33310

Tabella 5.24. *Maggiori poli di emissione ed attrazione per gli spostamenti casa-scuola della provincia di Cosenza*

In questi comuni vengono prodotti complessivamente 67.813 spostamenti; di questi 56.179, pari all'83%, si esauriscono all'interno del comune stesso; 11.434, pari all'17%, si dirigono verso altri comuni.

Gli spostamenti che si dirigono dall'esterno verso questi comuni sono in tutto 28.364, e costituiscono, anche in questo caso, oltre il 50% di tutti gli spostamenti intercomunali casa – scuola prodotti nella provincia.

Come per gli spostamenti casa-lavoro, anche per gli spostamenti casa-scuola è stata predisposta una rappresentazione grafica in cui sono riportate solo le relazioni che superano il numero minimo di 20 spostamenti al giorno.

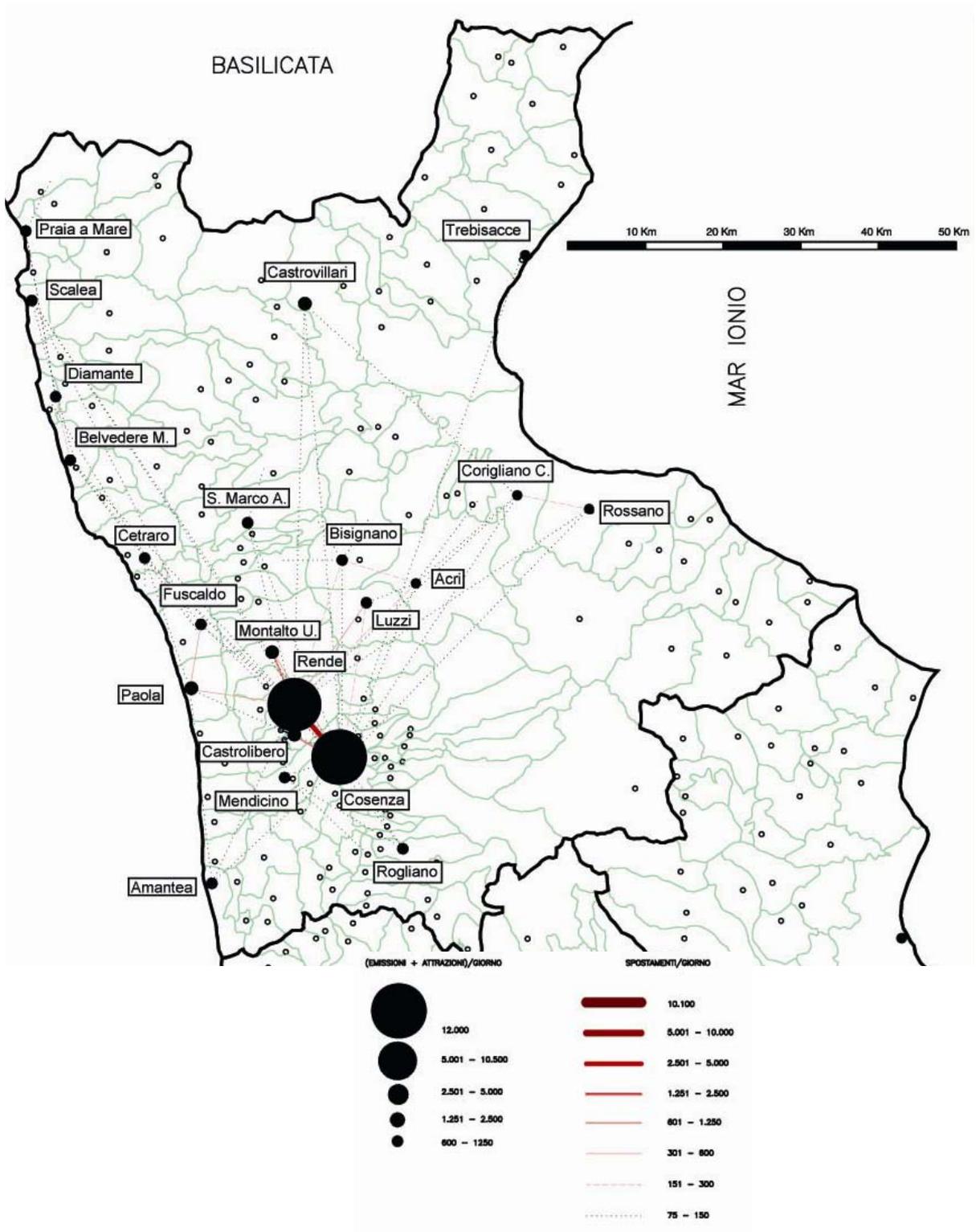


Figura 5.7. Distribuzione spaziale degli spostamenti giornalieri casa – scuola (Emissioni + Attrazioni)

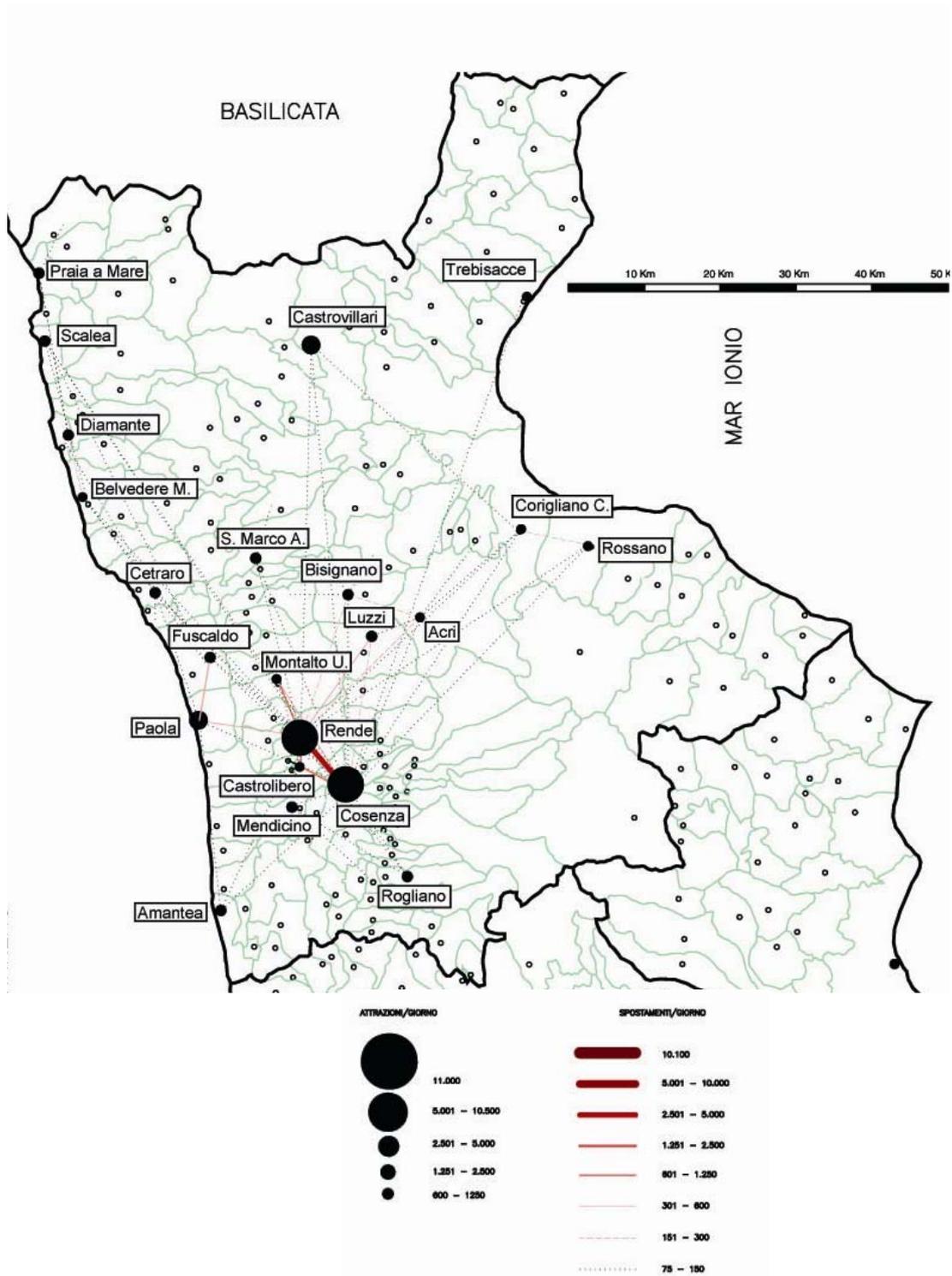


Figura 5.8. Distribuzione spaziale degli spostamenti casa – scuola (Attrazioni)

Dalla tavola risulta evidente una forte polarizzazione della mobilità su un ridotto numero di comuni; questi sono la conurbazione di Cosenza e Rende, Castrovillari; Acri, San Giovanni in Fiore, Castrovillari, Trebisacce, Corigliano e Rossano, Scalea, Diamante, Paola ed Amantea, oltre ad alcuni poli minori. La distribuzione risulta quindi maggiormente polarizzata della distribuzione degli spostamenti casa – lavoro.

La scelta modale

Anche per gli spostamenti di tipo casa-scuola sono stati considerati i seguenti mezzi di trasporto:

- 1) treno
- 2) tram
- 3) metropolitana
- 4) autobus urbano, filobus
- 5) corriera, autobus extra-urbano
- 6) autobus aziendale o scolastico
- 7) auto privata (come conducente)
- 8) auto privata (come passeggero)
- 9) motocicletta, ciclomotore, scooter
- 10) bicicletta, a piedi, altro mezzo.

Nelle tabelle 5.25 e 5.26 sono riportati gli spostamenti rilevati per la provincia di Cosenza e le rispettive percentuali per ogni mezzo.

<i>Provincia</i>	<i>Modo 1</i>	<i>Modo 2</i>	<i>Modo 3</i>	<i>Modo 4</i>	<i>Modo 5</i>	<i>Modo 6</i>	<i>Modo 7</i>	<i>Modo 8</i>	<i>Modo 9</i>	<i>Modo 10</i>	<i>Totale</i>
Cosenza	1225	25	0	10504	14468	22182	8490	35970	1994	34207	129065

Tabella 5.25. Ripartizione modale degli spostamenti casa – scuola della provincia di Cosenza

<i>Provincia</i>	<i>Modo 1</i>	<i>Modo 2</i>	<i>Modo 3</i>	<i>Modo 4</i>	<i>Modo 5</i>	<i>Modo 6</i>	<i>Modo 7</i>	<i>Modo 8</i>	<i>Modo 9</i>	<i>Modo 10</i>	<i>Totale</i>
Cosenza	0,95	0,02	0	8,14	11,21	17,19	6,58	27,87	1,54	26,50	100

Tabella 5.26. Quota modale in termini percentuali riferita agli spostamenti casa – scuola della provincia di Cosenza

Come si può osservare, la maggiore incidenza sul sistema dei trasporti è data dal modo individuale, in particolare dal modo 8 (auto privata, come passeggero). Questo dipende anche dal basso livello di confort e di efficienza (pregiudicata spesso da orari incerti e velocità commerciali basse) che caratterizza i trasporti collettivi, forniti per lo più su gomma.

E' stata poi analizzata la scelta modale in base all'aggregazione dei mezzi di trasporto in sette categorie:

- 1) treno, tram, metropolitana
- 2) autobus urbano, filobus, corriera, autobus extraurbano
- 3) autobus aziendale o scolastico
- 4) auto privata (come conducente)
- 5) auto privata (come passeggero)
- 6) motocicletta, ciclomotore, scooter
- 7) bicicletta, altro mezzo, a piedi.

Nelle tabelle 5.27 e 5.28 sono riportati rispettivamente gli spostamenti sistematici casa-scuola per mezzi aggregati nella regione Calabria e le rispettive percentuali.

Province	Modo 1	Modo 2	Modo 3	Modo 4	Modo 5	Modo 6	Modo 7	Totale
Cosenza	1250	24972	22182	8490	35970	1994	34207	129065
Crotone	40	5108	5049	1333	8160	449	11615	31754
Catanzaro	1214	11771	7683	4125	20946	1641	19836	67216
Vibo Valentia	192	4693	4425	1189	9264	216	10254	30233
Reggio di Calabria	2089	15572	8506	5567	39779	2941	28955	103409
Calabria	4785	62116	47845	20704	114119	7241	104867	361677

Tabella 5.27. Ripartizione modale per mezzi aggregati degli spostamenti casa – scuola delle province calabresi

Province	Modo 1	Modo 2	Modo 3	Modo 4	Modo 5	Modo 6	Modo 7	Totale
Cosenza	0,969	19,348	17,187	6,578	27,870	1,545	26,504	100
Crotone	0,126	16,086	15,900	4,198	25,698	1,414	36,578	100
Catanzaro	1,806	17,512	11,430	6,137	31,162	2,441	29,511	100
Vibo Valentia	0,635	15,523	14,636	3,933	30,642	0,714	33,917	100
Reggio di Calabria	2,020	15,059	8,226	5,383	38,468	2,844	28,000	100
Calabria	1,323	17,174	13,229	5,724	31,553	2,002	28,995	100

Tabella 5.28. Quota modale in termini percentuali per mezzi aggregati riferita spostamenti casa – scuola delle province calabresi

Dalle tabelle precedenti emerge che, nella regione Calabria, il 28,995% degli studenti utilizza, per spostarsi, il modo 7 (bicicletta, altro mezzo, a piedi), mentre il 31,553% il modo 5 (auto privata come passeggero).

A livello nazionale, gli spostamenti sistematici casa-scuola per mezzi aggregati e le rispettive percentuali sono riportati nelle due tabelle seguenti.

Regioni	Modo 1	Modo 2	Modo 3	Modo 4	Modo 5	Modo 6	Modo 7	Totale
Piemonte	44349	97185	41865	47543	208892	7197	155192	602223
Valle d'Aosta	282	2146	2358	1383	5573	429	3961	16132
Lombardia	131189	214319	100797	104942	443852	41737	373219	1410055
Trentino-Alto Adige	5898	30636	19696	7615	26731	3339	60106	154021
Veneto	34327	135069	83990	45360	225166	23937	160523	708372
Friuli-Venezia Giulia	5540	35482	18048	12825	51140	6105	33181	162321
Liguria	16286	40264	12937	9628	44340	17553	59149	200157
Emilia-Romagna	29691	84201	37706	49265	206551	24880	122032	554326
Toscana	34950	73918	52000	38633	163946	43019	93473	499939
Umbria	4259	22447	15565	12378	46125	4207	18985	123966
Marche	5288	43357	34868	19368	74169	8105	36586	221741
Lazio	56982	155829	61461	61299	273237	52814	207537	869159
Abruzzo	4964	44450	33185	16620	61408	8377	40661	209665
Molise	479	11087	7554	3152	13542	1281	15628	52723
Campania	54884	170393	96589	57428	294828	26854	433668	1134644
Puglia	27371	103955	35586	36576	204739	11905	320570	740702
Basilicata	1632	19671	13618	5635	25843	1388	36942	104729
Calabria	4785	62116	47845	20704	114119	7241	104867	361677
Sicilia	11614	124228	57364	50029	301826	65857	302394	913312
Sardegna	8529	49766	16464	18000	75004	9589	106200	283552
Italia Nord-Occidentale	192106	353914	157957	163496	702657	66916	591521	2228567
Italia Nord-Orientale	75456	285388	159440	115065	509588	58261	375842	1579040
Italia Centrale	101479	295551	163894	131678	557477	108145	356581	1714805
Italia Meridionale	94115	411672	234377	140115	714479	57046	952336	2604140
Italia Insulare	20143	173994	73828	68029	376830	75446	408594	1196864
Italia	483299	1520519	789496	618383	2861031	365814	2684874	9323416

Tabella 5.29. Ripartizione modale per mezzi aggregati degli spostamenti casa – scuola delle regioni italiane

<i>Regioni</i>	<i>Modo 1</i>	<i>Modo 2</i>	<i>Modo 3</i>	<i>Modo 4</i>	<i>Modo 5</i>	<i>Modo 6</i>	<i>Modo 7</i>	<i>Totale</i>
Piemonte	7,36	16,14	6,95	7,89	34,69	1,2	25,77	100
Valle d'Aosta	1,75	13,3	14,62	8,57	34,55	2,66	24,55	100
Lombardia	9,3	15,2	7,15	7,44	31,48	2,96	26,47	100
Trentino-Alto Adige	3,83	19,89	12,79	4,94	17,36	2,17	39,02	100
Veneto	4,85	19,07	11,86	6,4	31,79	3,38	22,66	100
Friuli-Venezia Giulia	3,41	21,86	11,12	7,9	31,51	3,76	20,44	100
Liguria	8,14	20,12	6,46	4,81	22,15	8,77	29,55	100
Emilia-Romagna	5,36	15,19	6,8	8,89	37,26	4,49	22,01	100
Toscana	6,99	14,79	10,4	7,73	32,79	8,6	18,7	100
Umbria	3,44	18,11	12,56	9,98	37,21	3,39	15,31	100
Marche	2,38	19,55	15,72	8,73	33,45	3,66	16,5	100
Lazio	6,56	17,93	7,07	7,05	31,44	6,08	23,88	100
Abruzzo	2,37	21,2	15,83	7,93	29,29	4	19,39	100
Molise	0,91	21,03	14,33	5,98	25,69	2,43	29,64	100
Campania	4,84	15,02	8,51	5,06	25,98	2,37	38,22	100
Puglia	3,7	14,03	4,8	4,94	27,64	1,61	43,28	100
Basilicata	1,56	18,78	13	5,38	24,68	1,33	35,27	100
Calabria	1,32	17,17	13,23	5,72	31,55	2	28,99	100
Sicilia	1,27	13,6	6,28	5,48	33,05	7,21	33,11	100
Sardegna	3,01	17,55	5,81	6,35	26,45	3,38	37,45	100
Italia Nord-Occidentale	8,62	15,88	7,09	7,34	31,53	3	26,54	100
Italia Nord-Orientale	4,78	18,07	10,1	7,29	32,27	3,69	23,8	100
Italia Centrale	5,92	17,24	9,56	7,68	32,51	6,31	20,79	100
Italia Meridionale	3,61	15,81	9	5,38	27,44	2,19	36,57	100
Italia Insulare	1,68	14,54	6,17	5,68	31,48	6,3	34,14	100
Italia	5,18	16,31	8,47	6,63	30,69	3,92	28,8	100

Tabella 5.30. Quota modale in termini percentuali per mezzi aggregati degli spostamenti casa – scuola delle regioni italiane

Dalle tabelle precedenti emerge che l'incidenza percentuale degli spostamenti relativi al modo 1 (treno, tram, metropolitana) per la regione Calabria (1,32%) è inferiore di circa 4 punti al valore medio nazionale (5,18%); si ha, cioè, un esiguo utilizzo di questa modalità di trasporto, riconducibile alla scarsa offerta di servizi, alla assenza di coordinamento tra i servizi su ferro e quelli su gomma, e, in alcuni casi, alla collocazione poco felice delle linee e delle stazioni rispetto ai centri abitati. L'utilizzo del mezzo pubblico su gomma (modo 2) è di poco superiore alla media nazionale (17,17% contro 16,31%).

L'uso del bus scolastico (modo 3) è, invece, superiore di poco meno di 5 punti alla media nazionale (13,23 contro 8,47). L'uso dell'autovettura come conducente (modo 4) risulta inferiore di circa un punto percentuale rispetto al valore nazionale (5,72%

contro il 6,63%). L'uso della autovettura come passeggero (modo 5) è, invece, più alta di circa 1 punto rispetto alla media nazionale (31,55% contro il 30,69%).

Questi comportamenti possono essere letti in chiave sociologica (minore disponibilità di autovetture da parte degli studenti, maggiore disponibilità dei genitori ad accompagnare i figli a scuola). L'uso dei mezzi motorizzati a due ruote (modo 6) è ridotta di quasi 2 punti rispetto alla media nazionale (2% contro il 3,92%); in questo caso, oltre alla ridotta dimensione delle aree urbane ed una relativa possibilità di trovare gratuitamente parcheggio, si deve pensare ad una scarsa disponibilità di moto da parte degli studenti, oppure ad una scarsa propensione all'uso delle stesse. L'uso di modi diversi (bicicletta, altro mezzo, a piedi) si discosta pochissimo dalla media nazionale (28,99% contro 28,80%).

5.5.4. I Risultati dell'analisi

La provincia di Cosenza (733.797 abitanti) è una realtà territoriale caratterizzata da una bassa densità di popolazione, da disomogenee distribuzioni dei servizi e dalla presenza di nuclei ad alta concentrazione che si alternano a vaste aree non sfruttate.

L'analisi della domanda di mobilità ha consentito di individuare le relazioni di maggiore carico, in termini di emissione, distribuzione e scelta modale.

In ambito provinciale sono stati censiti complessivamente 149.064 spostamenti giornalieri casa-lavoro. I principali poli di emissione della provincia, sono il capoluogo (15.864 spostamenti giornalieri emessi), Rende (8.981 spostamenti giornalieri emessi), seguiti da Castrovillari, Corigliano e Rossano. Il numero medio di spostamenti giornalieri originati per abitante non è uniforme all'interno del territorio provinciale. Il valore più elevato, per gli spostamenti casa-lavoro, si riscontra per i comuni di Cosenza (0,217), Rende (0,261) e Castrovillari ed è leggermente inferiore ai valori medi nazionali (0,286). Il comune di Rende registra il più alto indice di emissione, pari a 0,758, mentre quello di Cosenza un indice pari a 0,736. Il valore di tali indici risulta in linea con la media nazionale (0,775) e, ancora di più, con il valore medio relativo al Sud (0,734).

Gli spostamenti giornalieri casa-scuola complessivi sono, invece, 129.065. I poli di emissione più importanti coincidono con Cosenza (12.324 spostamenti giornalieri emessi), Rende (7.775 spostamenti giornalieri emessi), a cui si aggiungono i comuni di Acri, Amantea, Cassano allo Ionio, Castrovillari, Montalto Uffugo, Paola, San Giovanni in Fiore. Il numero medio di spostamenti giornalieri originati per abitante registra tra i valori più elevati quello di Rende (0,226) che è superiore al valore medio nazionale (0,164), mentre quello di Cosenza (0,169) è in linea con tale valore medio. I comuni di Cosenza e Rende hanno rispettivamente un indice di emissione pari a 0,990 e 1,00. Tali valori sono in linea con il valore medio nazionale (1,09) e leggermente superiori a quello regionale (0,951).

La distribuzione degli spostamenti casa-lavoro e casa-scuola risulta essere fortemente polarizzata verso il capoluogo provinciale anche se sono presenti centri con una influenza ben delineata. Tra essi, il polo maggiore è certamente Rende, a cui seguono altri poli minori in ordine decrescente per influenza: Castrovillari, Rossano, Corigliano Calabro, Paola, Cassano allo Ionio, Montalto Uffugo, Trebisacce, Scalea ed Amantea. Tutte le altre relazioni sono inconsistenti. Tale risultato è coerente con l'organizzazione della mobilità provinciale in quattro bacini di traffico i cui poli sono rappresentati da Cosenza, Castrovillari, Paola ed il dipolo Corigliano-Rossano.

Per quanto riguarda la scelta modale, la maggiore incidenza sul sistema dei trasporti è data, in entrambi i tipi di spostamento, dal modo individuale (in particolare auto privata come conducente) che registra, per gli spostamenti casa-lavoro, un indice pari a 68,24% e, per gli spostamenti casa-scuola, un indice pari a 27,87%. Questo dipende anche dal basso livello di confort e di efficienza (pregiudicata spesso da orari incerti e velocità commerciali basse) che caratterizza i trasporti collettivi, forniti per lo più su gomma.

5.6 Il Bacino di Castrovillari

5.6.1 Il contesto territoriale e socioeconomico

Il bacino di traffico di Castrovillari è collocato a nord della Calabria ai confini con la regione Basilicata. Esso comprende il territorio del massiccio del Pollino, nonché parte della Piana di Sibari e tutto l'Alto Jonio Cosentino. Il bacino comprende 37 comuni per una superficie di 1.925 Km² con una densità di 74 abitanti/Km². In questa area risiede il 6,9% della popolazione regionale.

I comuni compresi nel bacino sono stati elencati nel paragrafo 5.4.1.

La struttura economica del bacino è molto debole. Scarse sono le realtà produttive industriali. Quelle esistenti riguardano settori maturi del manifatturiero. Le attività economiche principali afferiscono al settore primario, nel quale si segnalano punte di eccellenza come le coltivazioni intensive della Piana di Sibari, ed al terziario non avanzato.

Nel polo di bacino, Castrovillari, sono concentrati molti servizi che fanno diventare questa cittadina luogo di attrazione di traffico da tutto il territorio di competenza. Essa si configura come:

- Polo scolastico
- Polo ospedaliero
- Polo di servizi amministrativi
- Polo di servizi commerciali

La concentrazione dei suddetti servizi è alla base della domanda di trasporto che ha portato nel tempo alla generazione delle relazioni di traffico ed alla conseguente stratificazione dei servizi offerti.

5.6.2 La rete stradale

I principali collegamenti stradali sono rappresentati dall'autostrada Salerno – Reggio Calabria, dalla Strada Statale 19 e dalla Strada Statale 106 che costituiscono gli assi viari longitudinali. Per quanto riguarda i collegamenti trasversali, questi sono assicurati dalla Strada Statale 105 e dalla Strada Statale 534.

5.6.3 Analisi dell'offerta di trasporto collettivo

Come già detto, si tratta di servizi istituiti con stratificazione temporale a seguito di una domanda effettivamente espressa tra relazioni insorgenti. Tuttavia questa modalità di costruzione del sistema ha portato ad inefficienze, sovrapposizioni ed irrazionalità che comportano spreco di risorse e contestuale poca soddisfazione dell'utenza. La dotazione chilometrica dell'offerta di trasporto collettivo è riassunta nella tabella successiva.

<i>Bacino</i>	<i>Stato Attuale</i>
	<i>Vetture*Km/anno</i>
Castrovillari	5.605.289,80
Paola	3.841.652,24
Corigliano-Rossano	4.878.834,20
Cosenza	9.629.819,10
TOTALE	23.955.595,34

Tabella 5.31. Produzione chilometrica provinciale complessiva suddivisa per bacino di traffico

5.6.4 Analisi della domanda di mobilità

Per il bacino di Castrovillari sono stati analizzati ai fini della calibrazione del modello, solo gli spostamenti casa – lavoro. Il numero complessivo di spostamenti giornalieri per il motivo lavoro interni al bacino e di scambio è pari a 24.683.

I principali poli di emissione del bacino sono Castrovillari (4864 spostamenti emessi), Cassano allo Ionio (2805 spostamenti emessi) e Trebisacce (1890 spostamenti emessi).

Il polo di gravitazione principale è costituito dal comune di Castrovillari (2553 spostamenti attratti). Emergono però altre realtà urbane che assumono il ruolo di poli di rango inferiore ma che a loro volta svolgono una funzione attrattiva. In particolare tra questi è possibile citare i comuni di Trebisacce (905 spostamenti attratti) e Cassano allo Ionio (661 spostamenti attratti). Per quanto riguarda gli spostamenti di scambio in uscita dal bacino, il polo di gravitazione principale è la conurbazione Cosenza – Rende (526 spostamenti attratti). Le altre relazioni interne al bacino e di scambio sono

prevalentemente di tipo erratico, caratterizzate, cioè, da un numero ridotto di spostamenti giornalieri.

La ripartizione modale è fortemente sbilanciata in favore del mezzo di trasporto privato. Se si considerano esclusivamente le alternative auto e bus, la quota modale attribuita all'auto risulta essere pari al 75% (18.568 spostamenti), mentre quella del bus 4,1% (1019 spostamenti). La quota modale del treno rappresenta una componente irrisoria ed è pari allo 0,2 % (53 spostamenti), mentre gli spostamenti a piedi risultano essere il 20% del totale (5043 spostamenti) e sono limitati all'interno delle sole aree urbane.

5.7 L'area della Valle del Savuto e della Presila

5.7.1 Il contesto territoriale e socio-economico

L'area campione considerata si trova all'interno del bacino di Cosenza e comprende alcuni comuni che, in virtù della loro collocazione geografica e delle infrastrutture di collegamento con il capoluogo di provincia, sono stati raggruppati in due aree:

- *area della Valle del Savuto*, di cui fanno parte Aprigliano, Cellara, Figline Vigliaturo, Mangone, Marzi, Parenti, Piane Crati, Pietrafitta, Rogliano e Santo Stefano di Rogliano;
- *area della Presila*, di cui fanno parte Casole Bruzio, Celico, Pedace, Rovito, Serra Pedace, Spezzano della Sila, Spezzano Piccolo, Trenta.

L'area della Valle del Savuto comprende i comuni che hanno come baricentro il centro abitato di Rogliano che rappresenta da sempre il principale punto di riferimento delle attività sociali, economiche e culturali del comprensorio. I comuni più estesi sono situati sulle falde della Sila Grande, mentre i restanti comuni sono situati nell'alta Valle del Crati e nella Valle del Savuto, ad una distanza media da Cosenza di 13 – 20 Km. L'unico centro abitato più distante dal capoluogo è Parenti. L'economia dell'area ha una vocazione prevalentemente agricola. L'unica area industriale è quella della Valle del Savuto ed è localizzata nei comuni di Rogliano, Figline e Mangone.

L'area della Presila comprende i paesi situati sulle pendici dell'Altopiano Silano, che distano mediamente dal capoluogo di provincia 10-14 Km. La conformazione dei territori comunali è caratterizzata da una forma allungata tanto da avere ad un estremo la localizzazione dell'abitato e all'altro estremo i monti della Sila. La maggior parte dei comuni ha un'economia basata sull'agricoltura ed il polo di maggiore rilevanza è Spezzano Sila.

La popolazione residente nella Valle del Savuto risulta essere, secondo il Censimento Istat 2001, di 19.624 unità. L'area presenta una densità abitativa media di 162 ab/Km², con un minimo di 23,2 per il comune di Aprigliano ed un massimo di 612,7 per il comune di Piane Crati.

L'area della presila, invece, registra una popolazione complessiva di 21.243 abitanti, con una densità media di 215 ab/Km². Il valore minimo della densità è 17,7 per il comune di Serra Pedace, mentre il valore è 675,7 per il comune di Casole Bruzio.

5.7.2 La rete stradale

I principali collegamenti stradali per la Valle del Savuto sono costituiti da due assi viari longitudinali principali che sono la Strada Statale 19 e l'autostrada Salerno – Reggio Calabria. I collegamenti trasversali sono garantiti da una serie di strade provinciali minori.

I collegamenti dell'area della Presila, invece, sono garantiti da un asse longitudinale principale che è l'A3 e da un asse trasversale principale che è la Strada Statale 107.

5.7.3 L'offerta di trasporto collettivo

La quantità di offerta di trasporto collettivo, relativa sia all'area della Valle del Savuto che della Presila, risulta pari a circa 1.700.000 veicoli * Km. Anche per queste aree l'offerta presenta diverse criticità. Il servizio risulta concentrato solo in determinate fasce orarie coincidenti con gli orari di lavoro e di entrata ed uscita dalle scuole, mentre il resto della giornata non presenta un numero di corse adeguato. Le

corse sono dirette quasi esclusivamente verso il capoluogo di provincia, con un conseguente incremento per l'utenza del numero di trasbordi per effettuare spostamenti verso altre destinazioni.

5.7.4 La domanda di mobilità

Come per il bacino di Castrovillari, anche in questo caso sono stati analizzati, ai fini della calibrazione del modello, solo gli spostamenti casa – lavoro. Il numero complessivo di spostamenti giornalieri interni e di scambio con i centri urbani di Cosenza e Rende, per le due aree risulta pari a 8.512.

I principali poli di emissione dell'area campione sono Rogliano (1231 spostamenti giornalieri emessi), Spezzano Sila (975 spostamenti giornalieri emessi) e Rovito (655 spostamenti giornalieri emessi).

Per quanto riguarda la distribuzione degli spostamenti, il 31 % di questi spostamenti (2.634 spostamenti) sono originati nell'area campione e sono diretti verso il comune di Cosenza. Quindi, la città di Cosenza costituisce il polo di gravitazione prevalente sia per l'area della Valle del Savuto che per l'area della Presila. Gli altri poli attrattori possono essere individuati nei comuni di Rogliano (1029 spostamenti attratti), Spezzano della Sila (825 spostamenti attratti) e Rende (546 spostamenti attratti). Le relazioni interne all'area campione e le altre di scambio sono prevalentemente di tipo erratico, caratterizzate, cioè, da un numero ridotto di spostamenti giornalieri.

La ripartizione modale per gli spostamenti casa – lavoro, se si considerano solo l'alternativa modo di trasporto privato (auto) e modo di trasporto collettivo (bus), è caratterizzata dal 77% di utilizzo dell'auto (6554 spostamenti) ed il 5% di utilizzo del bus (426 spostamenti). Come si può notare la quota modale è fortemente sbilanciata a favore dell'auto, poiché gli utenti, probabilmente, non percepiscono l'autobus come una alternativa valida all'utilizzo del mezzo privato per la inadeguatezza del servizio offerto. La quota modale del treno è irrisoria ed è pari allo 0,1 % (8 spostamenti), mentre gli spostamenti a piedi rappresentano il 17,9 % del totale (1524 spostamenti) e sono limitati solo all'interno delle aree urbane.

CAPITOLO 6

Stima del modello di scelta modale per le due aree campione e calibrazione di un modello congiunto

6.1 Introduzione

Per poter simulare la variazione di utenza attratta da ciascun modo di trasporto, al variare della configurazione dei servizi di trasporto collettivo, viene stimato un modello di scelta modale per ciascuna delle due aree campione considerate (il bacino di Castrovillari e l'area della Valle del Savuto e della Presila).

La fase successiva consiste nella stima di un modello congiunto, generalmente valido, per i due casi di studio.

6.2 La base dati

La calibrazione dei modelli viene effettuata sullo stato attuale mediante il metodo della Massima Verosimiglianza, a partire dai dati di domanda forniti dal Censimento Istat del 2001.

Per la stima dei modelli, sono stati considerati gli spostamenti sistematici casa – lavoro, in ciascun ambito territoriale di riferimento. Le motivazioni di tale scelta sono legate al fatto che per gli utenti casa – scuola la scelta modale è fortemente condizionata da alcuni attributi (ad esempio il possesso dell'autovettura, il possesso della patente di guida, il reddito, etc.). Per quanto riguarda, invece, gli utenti che si spostano per “altri motivi”, il Censimento Istat non fornisce alcun dato.

Gli attributi di livello di servizio della funzione di utilità, legata a ciascuna delle due alternative di scelta, sono calcolati direttamente su rete.

Per quanto riguarda il modo auto, per ogni coppia origine – destinazione (O/D) rappresentata nel campione, i tempi di percorrenza sono ricavati ipotizzando velocità di percorrenza differenti sui vari elementi della rete stradale, in base ad una classificazione funzionale di tali elementi e in base ad alcuni dati forniti dall'A.N.A.S.

I costi sono ricavati tenendo conto dei consumi chilometrici di un parco veicolare medio forniti dalle statistiche dell'A.C.I e relativi al mese di marzo 2006.

Il costo della sosta a destinazione non è stato considerato ai fini della calibrazione dei modelli in quanto, allo stato attuale, la maggior parte degli utenti che si recano sul posto di lavoro giungono a destinazione in orari in cui vi è un'ampia offerta di sosta su strada gratuita.

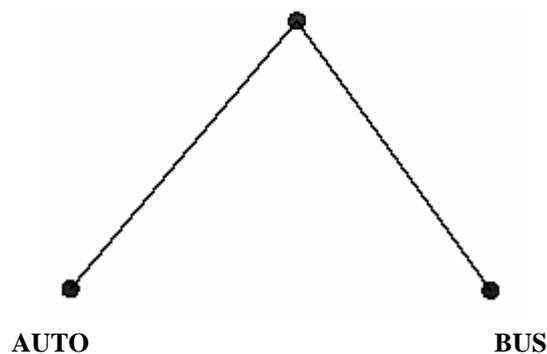
Per quanto riguarda il modo autobus, gli attributi di livello di servizio (lunghezza della linea, numero di corse, tempi di percorrenza e costo dell'abbonamento), per ogni coppia O/D del campione, sono calcolati a partire dai dati ufficiali della linea di trasporto collettivo.

6.3 Il modello di scelta modale

6.3.1 Specificazione del modello

La forma funzionale del modello di scelta modale proposto è quella di un Logit Binario e prevede due alternative di scelta:

- autovettura;
- bus.



La specificazione ottimale delle funzioni di utilità per le due alternative individuate risulta essere la seguente:

$$V_{AUTO} = \beta_c c_{auto} + \beta_t t_{auto} + \beta_{auto} auto ;$$

$$V_{BUS} = \beta_c c_{bus} + \beta_t t_{bus} + \beta_{corse_d} n_corse_d + \beta_{centro} centro$$

in cui:

- c_{auto} rappresenta il costo di percorrenza in auto (€);
- c_{bus} rappresenta il costo di percorrenza in bus (€) ed è calcolato come il costo dell'abbonamento mensile diviso 27 (si tiene conto che l'utente effettua giornalmente una corsa in andata ed una in ritorno. Il costo dell'abbonamento è comprensivo di 54 corse mensili);
- t_{auto} è il tempo di percorrenza in auto (min);
- t_{bus} è il tempo di percorrenza in bus (min);
- $auto$ rappresenta l'attributo specifico dell'alternativa "auto";
- n_corse_d è il numero di corse dirette della linea che serve la specifica relazione O/D;
- $centro$ è una variabile ombra che vale 1 se la destinazione dello spostamento è Castrovillari (polo attrattore del bacino), 0 altrimenti.

6.3.2 Calibrazione e validazione del modello per il bacino di Castrovillari

Il modello è stato calibrato considerando un sottoinsieme di 2038 spostamenti sistematici casa – lavoro (interni al bacino e di scambio) distribuiti su 215 coppie origine – destinazione, su un totale di 7.123 spostamenti. Tale sottoinsieme è stato ottenuto escludendo dalla matrice origine – destinazione gli spostamenti erratici.

La calibrazione è stata effettuata con il metodo della Massima Verosimiglianza. I risultati della stima dei parametri e i test statistici di validazione del modello sono riportati in tabella 6.1.

Dall'analisi della tabella 6.1 è possibile notare che tutti i segni dei parametri sono corretti. L'analisi dei valori di t, inoltre, consente di affermare che i parametri di tempo e costo risultano tutti statisticamente diversi da zero. La stima del valore del tempo (VOT), calcolata come il rapporto tra il coefficiente del tempo ed il coefficiente del costo monetario, risulta abbastanza significativa ed è pari a circa 1,25 €/h.

Il valore elevato della stima del coefficiente β_{auto} indica una elevata preferenza dell'autovettura nella scelta del modo di trasporto.

Il valore positivo del coefficiente β_{centro} indica una preferenza degli utenti ad utilizzare il trasporto collettivo per gli spostamenti verso il polo di Castrovillari poiché, probabilmente, esiste un migliore livello di offerta per tale destinazione. Il valore positivo del coefficiente $\beta_{\text{corse_d}}$ è sintomatico di una preferenza dei servizi di trasporto collettivo che offrono un collegamento diretto tra l'origine e la destinazione dello spostamento.

Per quanto riguarda il test sulla "goodness of fit", il valore assunto dal ρ^2 indica una notevole capacità del modello di riprodurre le scelte effettuate dal campione.

Coefficienti	Valori	t-Student	Intervallo di confidenza 95%	
			Limite Inferiore	Limite Superiore
β_c	-0.8101	-8.0390	-1.0100	-0.6130
β_t	-0.0168	-2.2970	-0.0312	-0.0025
β_{auto}	3.7500	13.4200	3.2000	4.3000
$\beta_{\text{corse_d}}$	0.0762	4.1140	0.0399	0.1130
β_{centro}	0.6302	2.9070	0.2050	1.0500
Test e statistiche	Valori			
LR(0)	1872.654			
log-like(0)	-1412.630			
log-like(β)	-476.303			
ρ^2	0.663			
ρ^2_{corretto}	0.659			
% Right	87.67			

Tabella 6.1. Risultati calibrazione del modello Logit per il bacino di Castrovillari

6.3.3 Calibrazione e validazione del modello per l'area del Savuto e della Presila

Il modello è stato calibrato considerando un sottoinsieme di 4218 spostamenti sistematici casa – lavoro (interni al bacino e di scambio) distribuiti su 118 coppie origine – destinazione, su un totale di 8.512 spostamenti. Tale sottoinsieme è stato ottenuto escludendo dalla matrice origine – destinazione gli spostamenti erratici. La calibrazione è stata effettuata con il metodo della Massima Verosimiglianza.

I risultati della stima dei parametri e i test statistici di validazione del modello sono riportati in tabella 6.2.

Dall'analisi della tabella 6.2 è possibile notare che tutti i segni dei parametri sono corretti. L'analisi dei valori di t, inoltre, consente di affermare che i parametri di tempo e costo risultano tutti statisticamente diversi da zero. La stima del valore del tempo (VOT) risulta abbastanza significativa e pari a circa 1,46 €/h. Tale valore del tempo risulta molto simile a quello trovato per il bacino di Castrovillari che è pari a 1,25 €/h.

Il valore elevato della stima del coefficiente β_{auto} indica, anche in questo caso, una elevata preferenza dell'autovettura nella scelta del modo di trasporto.

Il valore positivo del coefficiente β_{centro} evidenzia una preferenza degli utenti ad utilizzare il trasporto collettivo per gli spostamenti verso i poli di Cosenza e Rende poiché, probabilmente, il livello di offerta per tali destinazioni è migliore. Il valore positivo del coefficiente $\beta_{\text{corse_d}}$ indica una preferenza dei servizi di trasporto collettivo che offrono un collegamento diretto tra l'origine e la destinazione dello spostamento.

Per quanto riguarda il test sulla “goodness of fit”, il valore assunto dal ρ^2 indica una notevole capacità del modello di riprodurre le scelte effettuate dal campione.

Coefficienti	Valori	t-Student	Intervallo di confidenza 95%	
			Limite Inferiore	Limite Superiore
β_c	-0.5585	-2.4990	-0.9960	-0.1210
β_t	-0.0136	-1.9970	-0.0269	-0.0002
β_{auto}	3.7530	16.4100	3.3000	4.2000
$\beta_{\text{corse_d}}$	0.1103	5.878	0.0735	0.1470
β_{centro}	0.6730	3.713	0.3180	1.0300
Test e statistiche	Valori			
LR(0)	3878.580			
log-like(0)	-2923.790			
log-like(β)	-985.768			
ρ^2	0.663			
ρ^2_{corretto}	0.661			
% Right	88.09			

Tabella 6.2. Risultati calibrazione del modello Logit per la Valle del Savuto e della Presila

6.4 Analisi dei risultati

I modelli calibrati per le due diverse aree campione mostrano una notevole capacità di replicare le scelte degli utenti. Inoltre, è possibile rilevare una forte vicinanza dei valori dei coefficienti legati agli attributi di scelta del modo di trasporto. Tale circostanza induce ad ipotizzare che sia possibile calibrare un modello congiunto generalmente valido per i due casi di studio.

6.5 Un modello congiunto generalmente valido per i due casi di studio

Per verificare se i parametri β_i dei modelli di scelta modale stimati separatamente per i due casi di studio risultano tra loro differenti in forma sistematica, ovvero

possono essere considerati come fluttuazioni campionarie di un unico modello vero “ β_m ”, è stato applicato il test di trasferibilità descritto nel capitolo 2.

I risultati del test sono contenuti nella tabella 6.3

Coefficienti	Castrovillari	Savuto + Presila	β_m	σ_m	TRASF
β_t	-0,0169	-0,0136	-0,0151	0,0050	0,1075
β_c	-0,8101	-0,5585	-0,6590	0,1769	0,4857
β_{auto}	3,7500	3,7530	3,7500	0,0919	0,0001
$\beta_{\text{corse_d}}$	0,0762	0,1103	0,0766	0,0184	0,0350
β_{centro}	0,6302	0,6730	0,6730	0,0187	0,0387

Tabella 6.3. Risultati del test di trasferibilità dei modelli

Come si evince dalla tabella 6.3 l’ipotesi statistica di trasferibilità può essere accettata al livello dello 0,05 per tutti i coefficienti.

Il risultato ottenuto è di notevole interesse, in quanto, mediante l’utilizzo di un unico modello, è possibile replicare le scelte di utenti residenti in due contesti territoriali e socio-economici differenti.

CAPITOLO 7

Applicazione a scopi decisionali del modello alle alternative di progetto.

7.1 Introduzione

Il modello di scelta modale calibrato rappresenta un valido strumento di simulazione che consente di valutare gli effetti prodotti da interventi sulla rete dei servizi di trasporto collettivo. Infatti, mediante l'utilizzo di tale modello è possibile stimare il numero di passeggeri che viaggiano sulle singole linee e, quindi, attraverso un'analisi del rendimento finanziario del servizio, quantificare le risorse necessarie a svolgere un determinato programma di esercizio. Al fine di individuare la configurazione della rete di trasporto collettivo più efficace dal punto di vista della domanda attratta e più efficiente dal punto di vista del rendimento finanziario, sono stati ipotizzati diversi scenari.

Gli scenari di progetto prevedono due tipi di azione:

- l'incremento dei livelli di offerta di trasporto collettivo rispetto allo stato attuale;
- Il pagamento della sosta a destinazione per tutti gli utenti che si spostano verso centri urbani che hanno una dimensione superiore ai 20.000 abitanti.

Per gli scenari che prevedono la tariffazione della sosta a destinazione, l'ipotesi è che i proventi vadano a finanziare, in modo incrociato, il trasporto collettivo extraurbano. Allo stato attuale la gestione dei proventi della sosta nei principali centri urbani della provincia, è affidata a privati e, quindi, non possono considerarsi valide le ipotesi di finanziamento incrociato.

Una volta definiti gli scenari di progetto, viene applicato a ciascuna delle alternative il modello di scelta modale, mediante il quale, è possibile stimare l'utenza attratta dal trasporto collettivo e quindi effettuare una valutazione finanziaria delle alternative progettuali stesse.

7.2 Individuazione degli scenari di progetto

I diversi scenari di progetto ipotizzati si differenziano tra loro in funzione dei livelli di offerta ed in funzione dell'adozione o meno di una politica di tariffazione della sosta in destinazione per gli utenti che si spostano in auto.

In funzione dei livelli di offerta del servizio di trasporto collettivo, sono state considerate diverse configurazioni degli scenari:

- offerta attuale;
- offerta di piano di primo livello che prevede un miglioramento dell'offerta attuale ed è ottenuta decrementando il numero di corse dirette giornaliere di una unità rispetto all'offerta programmata nell'ambito del Piano Provinciale dei Trasporti della provincia di Cosenza, su ciascuna coppia origine – destinazione considerata servita almeno da una corsa diretta;
- offerta di piano di secondo livello che prevede un miglioramento dell'offerta attuale e coincide con l'offerta programmata nell'ambito del Piano Provinciale dei Trasporti della provincia di Cosenza;
- offerta di piano di terzo livello, ottenuta incrementando il numero di corse dirette giornaliere di due unità rispetto alla configurazione di piano di primo livello, su ciascuna coppia origine – destinazione considerata;
- offerta di piano di quarto livello, ottenuta incrementando il numero di corse dirette giornaliere di tre unità rispetto alla configurazione di piano di primo livello, su ciascuna coppia origine – destinazione considerata;
- offerta di piano di quinto livello, ottenuta incrementando il numero di corse dirette giornaliere di quattro unità rispetto alla configurazione di piano di primo livello, su ciascuna coppia origine – destinazione considerata;

Per quanto riguarda, invece, l'adozione di una politica di tariffazione della sosta in destinazione, si possono verificare, all'interno degli scenari, due tipi di condizione:

- la sosta è gratuita per tutti gli utenti che si spostano in auto;
- tutti gli utenti che si spostano in auto pagano la sosta.

Nella tabella 7.1 sono classificati tutti gli scenari ipotizzati, in funzione delle tipologie di azioni adottate.

Scenari di progetto	Caratteristiche dell' offerta	Pagamento della sosta in destinazione
<i>Scenario 0 : Stato Attuale</i>	Offerta attuale	NO
<i>Scenario 1</i>	Offerta attuale	SI
<i>Scenario 2</i>	Offerta di piano di I livello	NO
<i>Scenario 3</i>	Offerta di piano di II livello	NO
<i>Scenario 4</i>	Offerta di piano di III livello	NO
<i>Scenario 5</i>	Offerta di piano di IV livello	NO
<i>Scenario 6</i>	Offerta di piano di V livello	NO
<i>Scenario 7</i>	Offerta di piano di I livello	SI
<i>Scenario 8</i>	Offerta di piano di II livello	SI
<i>Scenario 9</i>	Offerta di piano di III livello	SI
<i>Scenario 10</i>	Offerta di piano di IV livello	SI
<i>Scenario 11</i>	Offerta di piano di V livello	SI

Tabella 7.1. Caratteristiche degli scenari ipotizzati in funzione delle tipologie di azioni adottate

7.2.1 I livelli di offerta per il bacino di Castrovillari

Poiché l'ipotesi generale prevede il pagamento della sosta in destinazione esclusivamente per gli spostamenti che hanno come destinazione i centri abitati caratterizzati da una popolazione maggiore di 20.000 abitanti, dal sottoinsieme di spostamenti casa – lavoro utilizzato per la calibrazione del modello, è stato estratto un ulteriore sottoinsieme di spostamenti che hanno come destinazione i poli di Castrovillari, Cosenza e Rende. Il sottoinsieme si compone di 613 spostamenti giornalieri casa – lavoro distribuiti su 22 relazioni origine – destinazione. La ripartizione modale è caratterizzata da 74 spostamenti in bus (quota modale pari a circa il 12 %) e 539 spostamenti in auto (quota modale pari a circa l'88 %).

Il dimensionamento dei diversi livelli di offerta di trasporto collettivo nel bacino di Castrovillari, è riportato in tabella 7.2.

Livelli di offerta	Bus*Km/anno
<i>Offerta Attuale</i>	1.200.101
<i>Offerta di piano di I livello</i>	1.562.378
<i>Offerta di piano di II livello</i>	1.767.608
<i>Offerta di piano di III livello</i>	2.657.842
<i>Offerta di piano di IV livello</i>	3.102.958
<i>Offerta di piano di V livello</i>	3.548.075

Tabella 7.2. Livelli di offerta dello stato attuale e degli scenari ipotizzati nel bacino di Castrovillari

7.2.2 I livelli di offerta per l'area del Savuto e della Presila

Per l'area della Valle del Savuto e della Presila il sottoinsieme di spostamenti casa – lavoro considerato si compone degli spostamenti che hanno come destinazione i poli di Cosenza e Rende. Poiché la domanda di trasporto dell'area campione è fortemente polarizzata verso i due poli principali, tale sottoinsieme coincide con il sottoinsieme utilizzato per calibrare il modello di scelta modale ed è pari a 4.218 spostamenti giornalieri, distribuiti su 118 coppie origine – destinazione. La ripartizione modale è caratterizzata da 271 spostamenti in bus (quota modale pari a 6,4 %) e 3947 spostamenti in auto (quota modale pari a 93,6 %).

Il dimensionamento dei diversi livelli di offerta di trasporto collettivo nell'area della Valle del Savuto e della Presila, è riportato in tabella 7.3.

Livelli di offerta	Bus*Km/anno
<i>Offerta Attuale</i>	1.706.291
<i>Offerta di piano di I livello</i>	2.360.560
<i>Offerta di piano di II livello</i>	2.614.552
<i>Offerta di piano di III livello</i>	3.493.112
<i>Offerta di piano di IV livello</i>	3.932.392
<i>Offerta di piano di V livello</i>	4.371.672

Tabella 7.3. Livelli di offerta dello stato attuale e degli scenari ipotizzati nell'area della Valle del Savuto e della Presila

7.3 Applicazione del modello congiunto di scelta modale agli scenari di progetto

7.3.1 Applicazione del modello al bacino di Castrovillari

Per valutare l'effetto in termini di utenza attratta da ciascun modo di trasporto considerato, in corrispondenza dei diversi livelli di offerta della rete dei servizi di trasporto collettivo e dell'adozione o meno di una politica di tariffazione della sosta in destinazione, viene applicato il modello di simulazione della scelta del modo agli scenari ipotizzati per il bacino di Castrovillari. La simulazione riguarda esclusivamente gli spostamenti sistematici casa – lavoro.

Di seguito vengono riportati i risultati dell'applicazione ai diversi scenari, raggruppati in base alla configurazione dell'offerta ed in base alla tariffazione o meno della sosta in destinazione per tutti gli utenti che si spostano in autovettura.

Scenari caratterizzati dall'offerta attuale di trasporto collettivo

Nella tabella 7.4 sono riportati i risultati della simulazione relativi agli spostamenti sistematici casa – lavoro.

	Bus* Km/anno	Auto* Km/anno	Passeggeri Bus /anno	Passeggeri Auto /anno	Passeggeri* Km /anno Bus	Passeggeri* Km /anno Auto	Quota Modale Bus (%)	Quota Modale Auto (%)
Scenario 0	1.200.101	5.821.041	22.621	163.731	1.133.076	6.403.145	12,1	87,9
Scenario 1	1.200.101	4.353.528	58.119	128.233	2.747.340	4.788.881	31,2	68,8

Tabella 7.4. Risultati della simulazione relativi agli spostamenti sistematici casa - lavoro

Lo scenario 1 (tabella 7.4) è caratterizzato da un mantenimento dei livelli di offerta di trasporto collettivo attuali (1.200.101 Bus*Km), ma considera il pagamento della sosta in destinazione per tutti gli utenti che si spostano in autovettura. Dalla tabella 7.4

si evince che un'azione di questo tipo conduce ad un incremento consistente della quota modale a favore del bus. Infatti, la percentuale modale passa da un valore del 12% dello stato attuale, ad un valore del 31 % (con un incremento di ben 19 punti percentuali). In termini di passeggeri trasportati per anno, l'utenza attratta passa dagli attuali 22.621 passeggeri/anno, a 58.119 passeggeri/anno; in termini di passeggeri – chilometro per anno trasportati, l'utenza attratta passa da 1.133.076 unità, a 2.747.340 unità.

Il decremento dei passeggeri/anno che viaggiano in auto e delle auto-chilometro, è consistente. Per quanto riguarda i passeggeri/anno su auto, questi passano dai 163.731 passeggeri/anno attuali, a 128.233 passeggeri/anno. Considerando le auto-chilometro, si passa dalle attuali 5.821.041 auto*Km, ad un valore di 4.353.528 auto*Km. Anche i passeggeri-chilometro per anno che viaggiano in auto subiscono una forte diminuzione, passando dagli attuali 6.403.145 passeggeri*Km/anno a 4.788.881 passeggeri*Km/anno.

Scenari caratterizzati da un incremento dell'offerta di trasporto collettivo senza il pagamento della sosta in destinazione

Nella tabella 7.5 sono riportati i risultati della simulazione relativi agli spostamenti sistematici casa – lavoro. Alcuni dei risultati ottenuti sono sintetizzati dai grafici riportati nelle figure 7.1, 7.2 ed 7.3.

	Bus*Km/anno	Auto*Km/anno	Passeggeri Bus /anno	Passeggeri Auto /anno	Pesseggeri*Km /anno Bus	Pesseggeri*Km /anno Auto	Quota Modale Bus (%)	Quota Modale Auto (%)
Scenario 0	1.200.101	5.821.041	22.621	163.731	1.133.076	6.403.145	12,1	87,9
Scenario 2	1.562.378	5.561.528	26.111	160.241	1.418.540	6.117.681	14,0	86,0
Scenario 3	1.767.608	5.496.424	27.574	158.778	1.490.154	6.046.067	14,8	85,2
Scenario 4	2.657.842	5.341.204	30.962	155.390	1.660.897	5.875.324	16,6	83,4
Scenario 5	3.102.958	5.259.531	32.767	153.585	1.750.737	5.785.484	17,6	82,4
Scenario 6	3.548.075	5.175.222	34.646	151.706	1.843.477	5.692.744	18,6	81,4

Tabella 7.5. Risultati della simulazione relativi agli spostamenti sistematici casa – lavoro

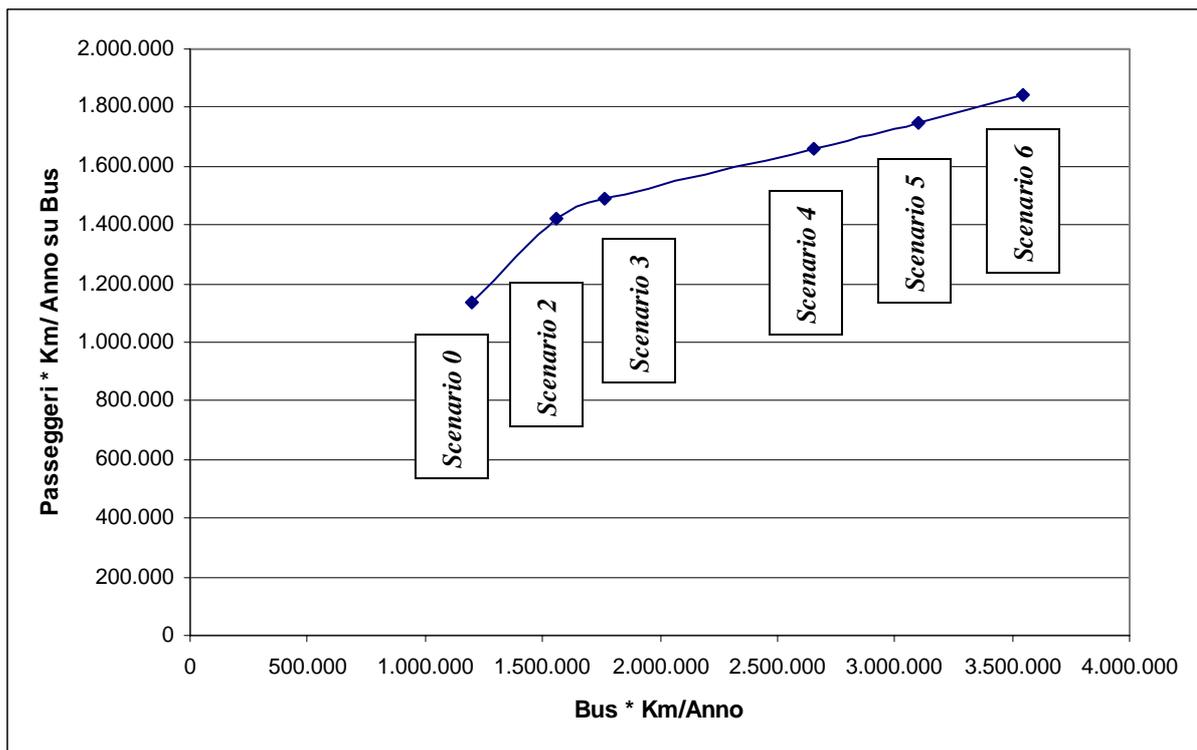


Figura 7.1. Andamento dei passeggeri*Km/Anno su Bus all'aumentare dei livelli di offerta

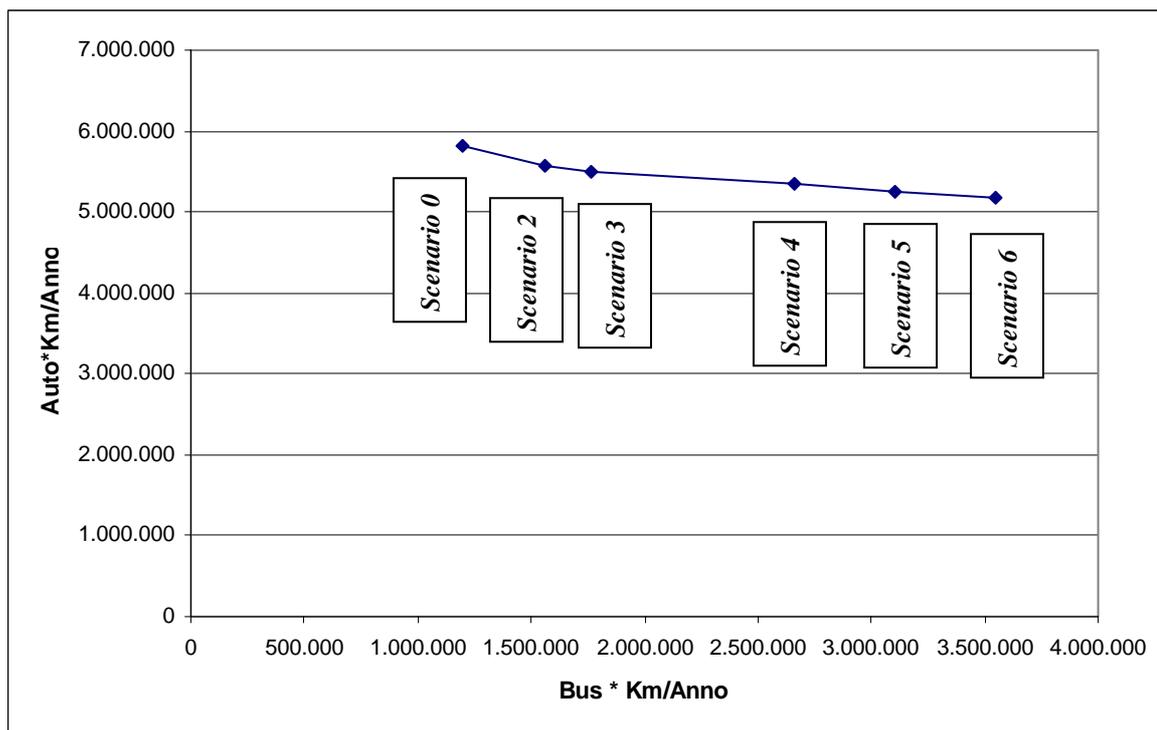


Figura 7.2. Andamento delle Auto*Km/Anno all'aumentare dei livelli di offerta del trasporto collettivo

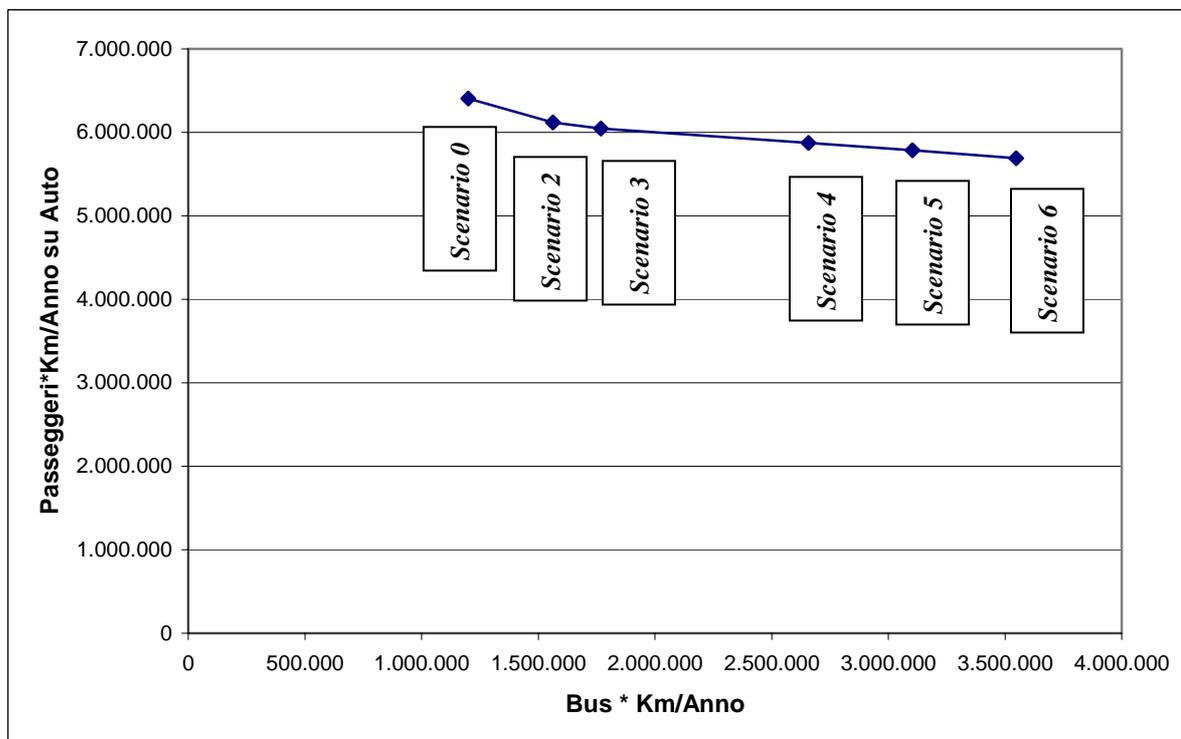


Figura 7.3. Andamento dei passeggeri*Km/Anno su Auto all'aumentare dei livelli di offerta del trasporto collettivo

Dall'analisi della tabella 7.5 si può notare come, potenziando esclusivamente l'offerta di trasporto collettivo (passando da 1.200.101 Bus*Km, a 1.562.378 Bus*Km) , nello scenario 2 la quota modale attratta dal modo "bus" passa dal 12% dello stato attuale, al 14% (con un incremento relativo del 2%). In termini di passeggeri trasportati per anno, l'utenza attratta passa dagli attuali 22.621 passeggeri/anno, a 26.111 passeggeri/anno. In termini di passeggeri*Km per anno trasportati, l'utenza attratta su bus passa da 1.133.076 unità, a 1.418.540 unità.

Ovviamente, incrementando ulteriormente il livello di offerta (Scenari 3, 4, 5 e 6), incrementa anche la domanda attratta sul bus, fino ad arrivare ad un valore pari a circa il 19% (34.646 passeggeri/anno). Tuttavia, osservando il diagramma in figura 7.1 e la tabella 7.5, si può notare come, aumentando l'offerta dei servizi rispetto allo stato attuale, l'incremento marginale di utenza attratta più consistente si ha in corrispondenza dello scenario 2.

Un altro risultato che scaturisce dalla simulazione effettuata è il conseguente decremento sia dei passeggeri/anno che si spostano utilizzando l'autovettura, sia del numero di Auto*Km. Se si considera lo scenario 2, per quanto riguarda i passeggeri/anno su auto, questi passano dai 163.731 passeggeri/anno attuali, a 160.241 passeggeri/anno. Considerando le auto-chilometro, si passa dalle attuali 5.821.041 auto*Km, ad un valore di 5.561.528 auto*Km. Anche i passeggeri*Km/anno che viaggiano in auto subiscono una riduzione, passando dagli attuali 6.403.145 passeggeri*Km/anno a 6.117.681 passeggeri*Km/anno.

Se si considerano gli altri scenari (tabella 7.5 e figure 7.2 e 7.3), anche in questo caso, il decremento marginale più consistente dei passeggeri/anno su auto, delle auto*Km e dei passeggeri*Km/anno su auto si ha nello scenario 2.

Scenari caratterizzati da un incremento dell'offerta di trasporto collettivo e dal pagamento della sosta in destinazione

Nella tabella 7.6 sono riportati i risultati della simulazione relativi agli spostamenti sistematici casa – lavoro. Alcuni dei risultati ottenuti sono sintetizzati dai grafici riportati nelle figure 7.4, 7.5 ed 7.6.

	Bus*Km/anno	Auto*Km/anno	Passeggeri Bus /anno	Passeggeri Auto /anno	Pesseggeri*Km /anno Bus	Pesseggeri*Km /anno Auto	Quota Modale Bus (%)	Quota Modale Auto (%)
Scenario 0	1.200.101	5.821.041	22.621	163.731	1.133.076	6.403.145	12,1	87,9
Scenario 7	1.562.378	4.045.268	61.442	124.910	3.086.426	4.449.794	33,0	67,0
Scenario 8	1.767.608	3.952.939	63.958	122.394	3.187.988	4.348.232	34,3	65,7
Scenario 9	2.657.842	3.733.934	69.651	116.701	3.428.894	4.107.327	37,4	62,6
Scenario 10	3.102.958	3.623.428	72.577	113.775	3.550.450	3.985.770	38,9	61,1
Scenario 11	3.548.075	3.512.491	75.550	110.802	3.672.480	3.863.740	40,5	59,5

Tabella 7.6. Risultati della simulazione relativi agli spostamenti sistematici casa - lavoro

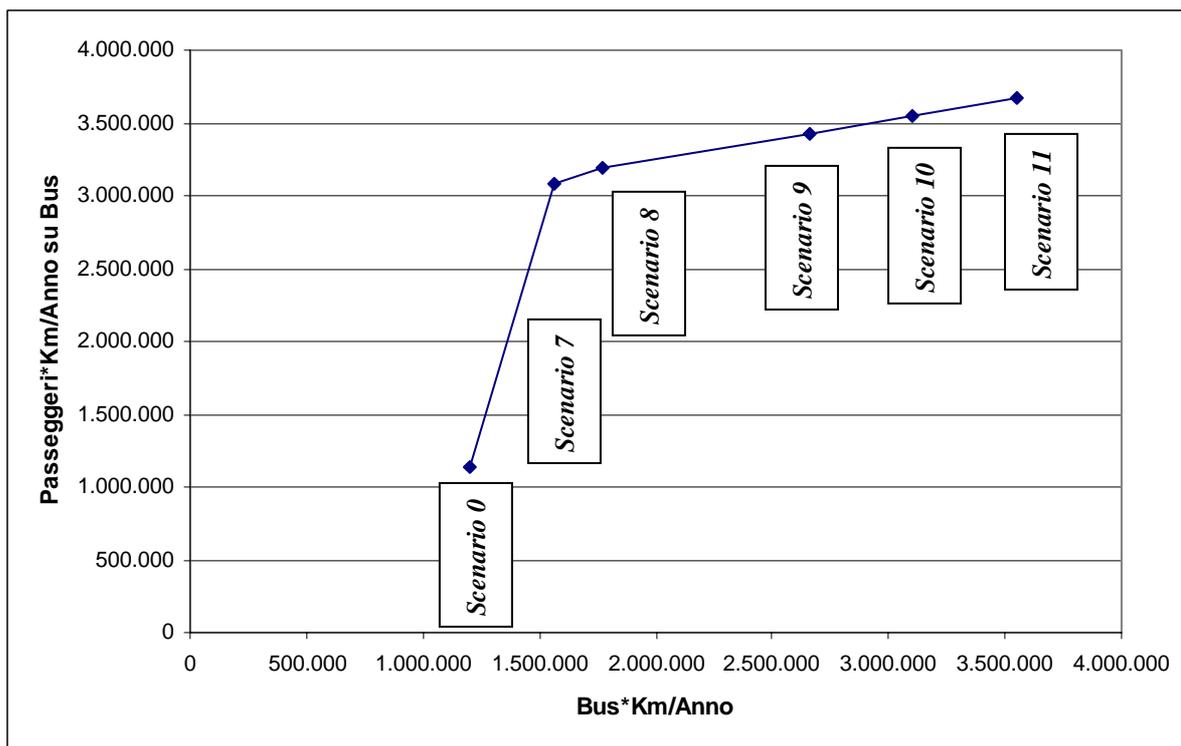


Figura 7.4. Andamento dei passeggeri*Km/Anno su Bus all'aumentare dei livelli di offerta

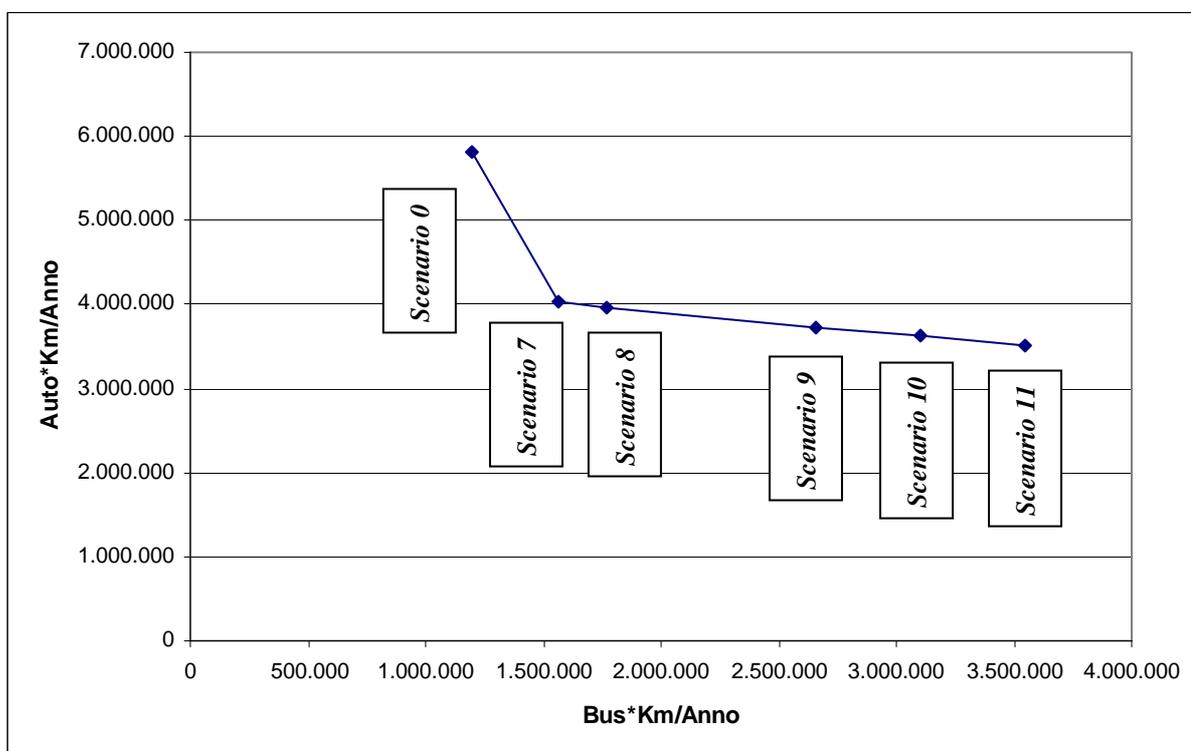


Figura 7.5. Andamento delle Auto*Km/Anno all'aumentare dei livelli di offerta di trasporto collettivo

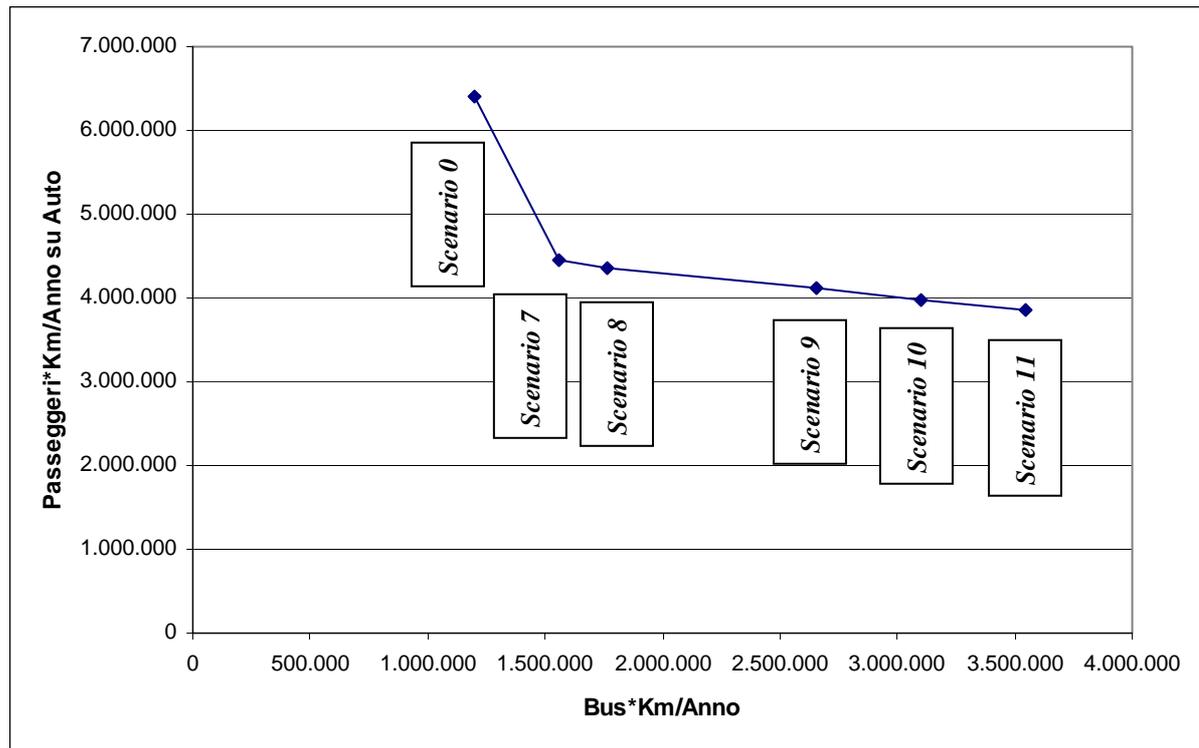


Figura 7.6. Andamento dei passeggeri*Km/Anno su Auto all'aumentare dei livelli di offerta di trasporto collettivo

Le configurazioni degli scenari simulati (tabella 7.6), prevedono, contemporaneamente, un incremento dei livelli di offerta e l'adozione di una politica di tariffazione della sosta a destinazione per tutti gli utenti che viaggiano in autovettura.

Dall'analisi della tabella 7.6 si può notare come, potenziando l'offerta di trasporto collettivo (passando da 1.200.101 Bus*Km, a 1.562.378 Bus*Km) e, contemporaneamente, facendo pagare la sosta a destinazione, nello scenario 7 la quota modale attratta dal modo "bus" passa dal 12% dello stato attuale, al 33% (con un incremento relativo di ben 21 punti percentuali). In termini di passeggeri trasportati per anno, l'utenza attratta passa dagli attuali 22.621 passeggeri/anno, a 61.442 passeggeri/anno (il numero di passeggeri/anno su bus si triplica). In termini di passeggeri*Km/anno trasportati, l'utenza attratta su bus passa da 1.133.076 unità, a 3.086.426 unità.

L'effetto congiunto sull'utenza dell'incremento dell'offerta dei servizi di trasporto collettivo e della tariffazione della sosta a destinazione, sembra essere pari alla somma degli effetti prodotti dai singoli provvedimenti.

Se si considerano anche gli altri scenari (scenari 8, 9, 10 e 11) ottenuti incrementando ulteriormente l'offerta di I livello, si può notare che la percentuale modale attratta dal modo "bus", arriva fino ad un valore pari a circa il 40% (75.550 passeggeri/anno). Tuttavia, osservando il diagramma in figura 7.4, si può notare come l'incremento marginale di utenza attratta più consistente si ha in corrispondenza dello scenario 7.

Un altro risultato che scaturisce dalla simulazione effettuata è il conseguente decremento sia dei passeggeri che si spostano utilizzando l'autovettura, sia del numero di Auto*Km. Per quanto riguarda i passeggeri/anno su auto, nello scenario 7, questi passano dai 163.731 passeggeri/anno attuali, a 124.910 passeggeri/anno. Considerando le auto*Km, si passa dalle attuali 5.821.041 auto*Km, ad un valore di 3.952.939 auto*Km. Anche i passeggeri*Km/anno che viaggiano in auto subiscono una riduzione, passando dagli attuali 6.403.145 passeggeri*Km/anno a 4.045.268 passeggeri*Km/anno.

Se si considerano gli altri scenari (tabella 7.6 e figure 7.5 e 7.6), anche in questo caso, il decremento marginale più consistente dei passeggeri/anno su auto, delle auto*Km e dei passeggeri*Km/anno su auto si ha in corrispondenza dello scenario 7.

Tabella riepilogativa relativa a tutti gli scenari esaminati

Nella tabella 7.7 vengono riepilogati tutti i risultati relativi alle simulazioni in corrispondenza dei diversi scenari ipotizzati, mentre nelle figure 8.7, 8.8 e 8.9 vengono riportati i grafici dei risultati, distinti in base alle caratteristiche degli scenari.

Dall'analisi della tabella 7.7, emerge che per ottenere un sostanziale incremento dell'utenza attratta dal modo di trasporto collettivo, è necessario adottare in modo congiunto una politica di miglioramento dell'offerta ed una politica di tariffazione della sosta in destinazione. Infatti, mediante un esclusivo incremento dell'offerta dei

servizi, la quota modale attratta dal modo “bus” passa da un valore del 12 % (22.621 passeggeri trasportati per anno), relativo allo stato attuale (Scenario 0), ad un valore pari a circa il 19 % (34.646 passeggeri trasportati per anno), relativo alla configurazione dell’offerta di V livello (Scenario 6). Adottando, invece, esclusivamente una politica di tariffazione della sosta in destinazione, mantenendo il livello di offerta attuale (Scenario 1), la quota modale su bus raggiunge un valore pari a circa il 31 % (58.119 passeggeri trasportati per anno).

Mediante l’adozione congiunta dei due tipi di azione, la quota modale relativa al bus passa da un valore attuale del 12 %, ad un valore pari al 40,5 % nello scenario 11 (75.550 passeggeri trasportati per anno). Tali circostanze inducono a ritenere che l’effetto congiunto di tutti e due i tipi di azione sull’utenza, per questo caso di studio, risulta essere circa pari alla somma degli effetti prodotti dai singoli provvedimenti.

Osservando la figura 7.7, inoltre, si può notare come, incrementando progressivamente l’offerta di trasporto collettivo rispetto alla configurazione attuale, l’incremento marginale di utenza attratta risulta più consistente nel primo tratto, inferiore nel secondo, per poi mantenersi pressoché costante nei tratti successivi.

L’incremento di utenza attratta dal trasporto collettivo, coincide con un corrispondente decremento dei passeggeri su autovettura e delle auto*Km (tabella 7.7 e figure 7.8 e 7.9) che risulta più evidente negli scenari che prevedono l’adozione congiunta di una politica di potenziamento dell’offerta e di una politica di tariffazione della sosta in destinazione.

	Bus* Km/anno	Auto* Km/anno	Passeggeri Bus /anno	Passeggeri Auto /anno	Passeggeri* Km /anno Bus	Passeggeri* Km /anno Auto	Quota Modale Bus (%)	Quota Modale Auto (%)
Scenario 0	1.200.101	5.821.041	22.621	163.731	1.133.076	6.403.145	12,1	87,9
Scenario 1	1.200.101	4.353.528	58.119	128.233	2.747.340	4.788.881	31,2	68,8
Scenario 2	1.562.378	5.561.528	26.111	160.241	1.418.540	6.117.681	14,0	86,0
Scenario 3	1.767.608	5.496.424	27.574	158.778	1.490.154	6.046.067	14,8	85,2
Scenario 4	2.657.842	5.341.204	30.962	155.390	1.660.897	5.875.324	16,6	83,4
Scenario 5	3.102.958	5.259.531	32.767	153.585	1.750.737	5.785.484	17,6	82,4
Scenario 6	3.548.075	5.175.222	34.646	151.706	1.843.477	5.692.744	18,6	81,4
Scenario 7	1.562.378	4.045.268	61.442	124.910	3.086.426	4.449.794	33,0	67,0
Scenario 8	1.767.608	3.952.939	63.958	122.394	3.187.988	4.348.232	34,3	65,7
Scenario 9	2.657.842	3.733.934	69.651	116.701	3.428.894	4.107.327	37,4	62,6
Scenario 10	3.102.958	3.623.428	72.577	113.775	3.550.450	3.985.770	38,9	61,1
Scenario 11	3.548.075	3.512.491	75.550	110.802	3.672.480	3.863.740	40,5	59,5

Tabella 7.7. Risultati della simulazione relativi agli spostamenti sistematici casa-lavoro di tutti gli scenari considerati

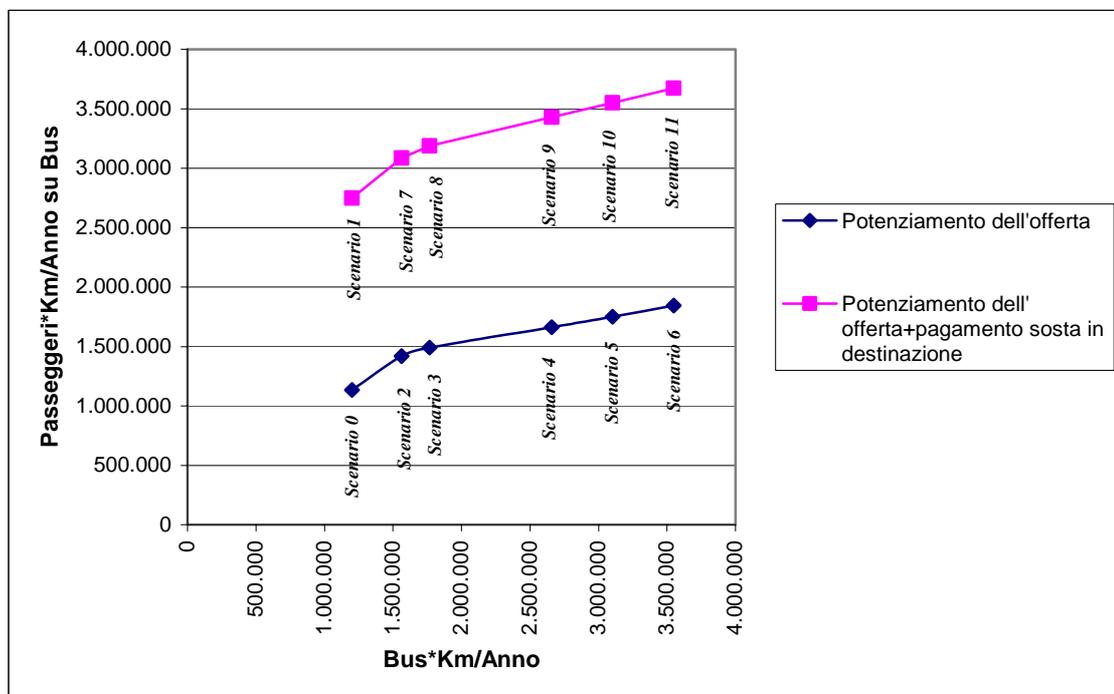


Figura 7.7. Andamento dei passeggeri* Km/Anno su Bus all'aumentare dei livelli di offerta per tutti gli scenari analizzati

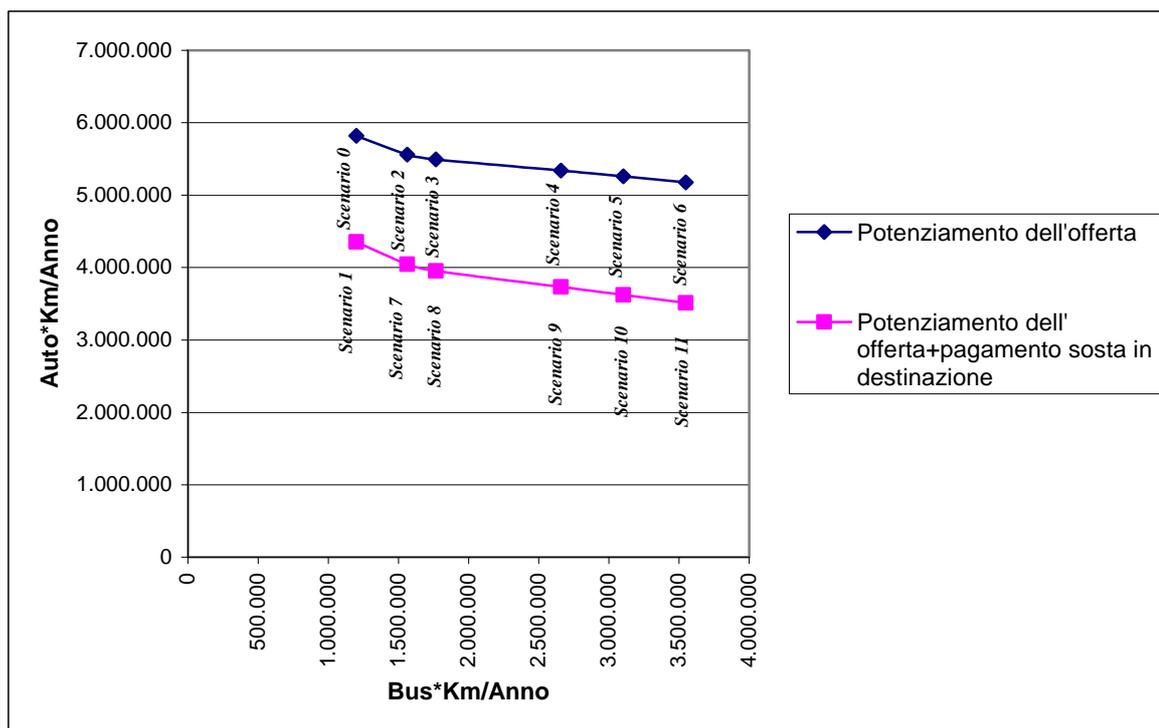


Figura 7.8. Andamento delle Auto*Km/Anno all'aumentare dei livelli di offerta di trasporto collettivo per tutti gli scenari analizzati

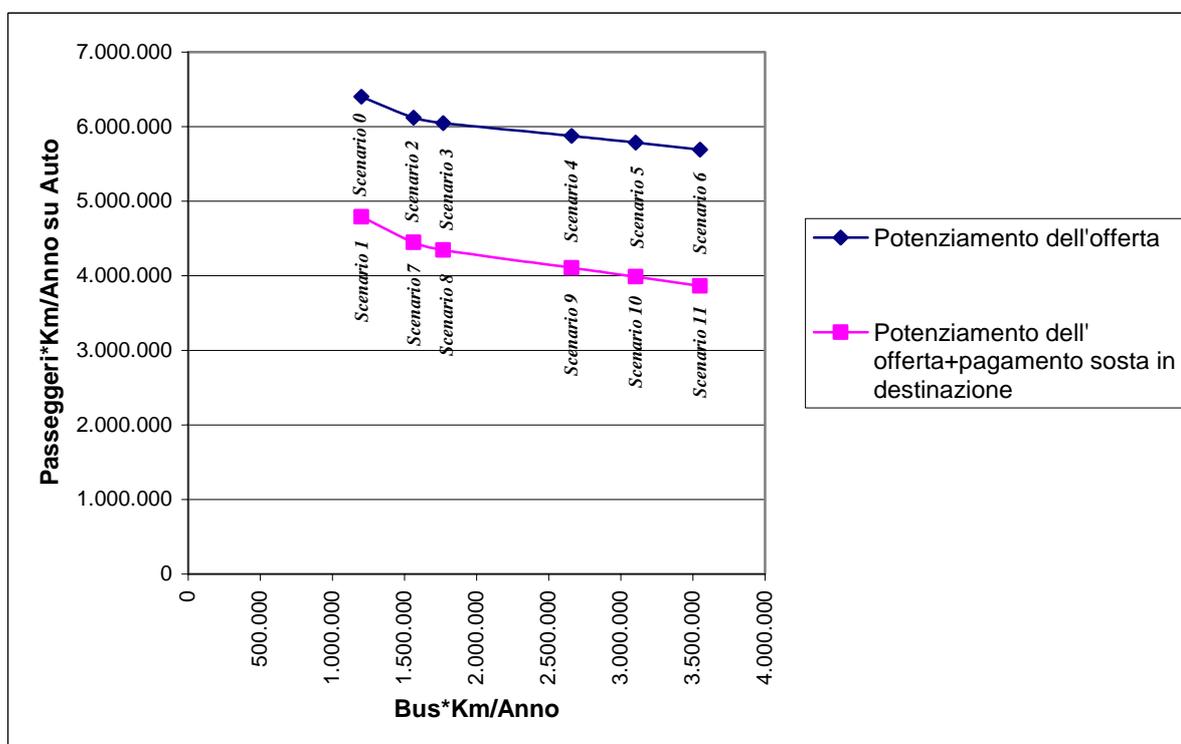


Figura 7.9. Andamento dei passeggeri*Km/Anno su Auto all'aumentare dei livelli di offerta di trasporto collettivo per tutti gli scenari analizzati

7.3.2 Applicazione del modello all'area del Savuto e della Presila

Il modello di simulazione della scelta del modo è stato applicato anche agli scenari ipotizzati per l'area della Valle del Savuto e della Presila. Per questo caso di studio, come per il precedente, la simulazione riguarda esclusivamente gli spostamenti sistematici casa – lavoro.

Di seguito vengono riportati i risultati dell'applicazione ai diversi scenari, raggruppati in base alla configurazione dell'offerta ed in base alla tariffazione o meno della sosta in destinazione per tutti gli utenti che si spostano in autovettura.

Scenari caratterizzati dall'offerta attuale di trasporto collettivo

Nella tabella 7.8 sono riportati i risultati della simulazione relativi agli spostamenti sistematici casa – lavoro.

	Bus* Km/anno	Auto* Km/anno	Passeggeri Bus /anno	Passeggeri Auto /anno	Passeggeri* Km /anno Bus	Passeggeri* Km /anno Auto	Quota Modale Bus (%)	Quota Modale Auto (%)
Scenario 0	1.706.291	14.341.807	82.384	1.199.888	976.765	15.656.990	6,4	93,6
Scenario 1	1.706.291	13.119.838	186.960	1.095.312	2.306.148	14.327.607	14,6	85,4

Tabella 7.8. Risultati della simulazione relativi agli spostamenti sistematici casa - lavoro

Lo scenario 1 è caratterizzato da un mantenimento dei livelli di offerta di trasporto collettivo attuali (1.706.291 Bus*Km), ma considera il pagamento della sosta a destinazione per tutti gli utenti che si spostano in autovettura. Dalla tabella 7.8 si evince che un'azione di questo tipo, conduce ad un incremento consistente della quota modale a favore del bus. Infatti, la percentuale modale passa da un valore del 6% dello stato attuale, ad un valore del 14,6 % (con un incremento di circa 8 punti percentuali). In termini di passeggeri trasportati per anno, l'utenza attratta passa dagli attuali 82.384

passengeri/anno, a 186.960 passeggeri/anno. In termini di passeggeri – chilometro per anno trasportati, l'utenza attratta su bus passa da 976.765 passeggeri *Km/anno, a 2.306.148 unità.

Rispetto alla simulazione del bacino di Castrovillari, l'adozione della tariffazione della sosta a destinazione produce un minore incremento relativo della domanda attratta sul trasporto collettivo.

I risultati mostrano un decremento dei passeggeri/anno che viaggiano in auto e delle auto-chilometro. Per quanto riguarda i passeggeri/anno su auto, questi passano da 1.199.888 passeggeri/anno allo stato attuale, a 1.095.312 passeggeri/anno. Considerando le auto-chilometro, si passa dalle attuali 15.656.990 auto*Km, ad un valore di 14.327.607 auto*Km. Anche i passeggeri-chilometro per anno che viaggiano in auto subiscono una riduzione, passando dagli attuali 15.656.990 passeggeri*Km/anno a 14.327.607 passeggeri*Km/anno.

Scenari caratterizzati da un incremento dell'offerta di trasporto collettivo senza il pagamento della sosta in destinazione

Nella tabella 7.9 sono riportati i risultati della simulazione relativi agli spostamenti sistematici casa – lavoro. Alcuni dei risultati ottenuti sono sintetizzati dai grafici riportati nelle figure 7.10, 7.11 ed 7.12.

	Bus*Km/anno	Auto*Km/anno	Passeggeri Bus /anno	Passeggeri Auto /anno	Pesseggeri*Km /anno Bus	Pesseggeri*Km /anno Auto	Quota Modale Bus (%)	Quota Modale Auto (%)
Scenario 0	1.706.291	14.341.807	82.384	1.199.888	976.765	15.656.990	6,4	93,6
Scenario 2	2.360.560	12.882.355	207.936	1.074.336	2.612.416	14.327.607	16,2	83,8
Scenario 3	2.614.552	12.696.598	224.352	1.057.920	2.808.044	13.861.661	17,5	82,5
Scenario 4	3.493.112	12.289.360	260.224	1.022.048	3.216.828	13.416.927	20,3	79,7
Scenario 5	3.932.392	12.071.268	279.376	1.002.896	3.455.034	13.178.721	21,8	78,2
Scenario 6	4.371.672	11.843.832	298.832	983.440	3.703.464	12.930.291	23,3	76,7

Tabella 7.9. Risultati della simulazione relativi agli spostamenti sistematici casa – lavoro

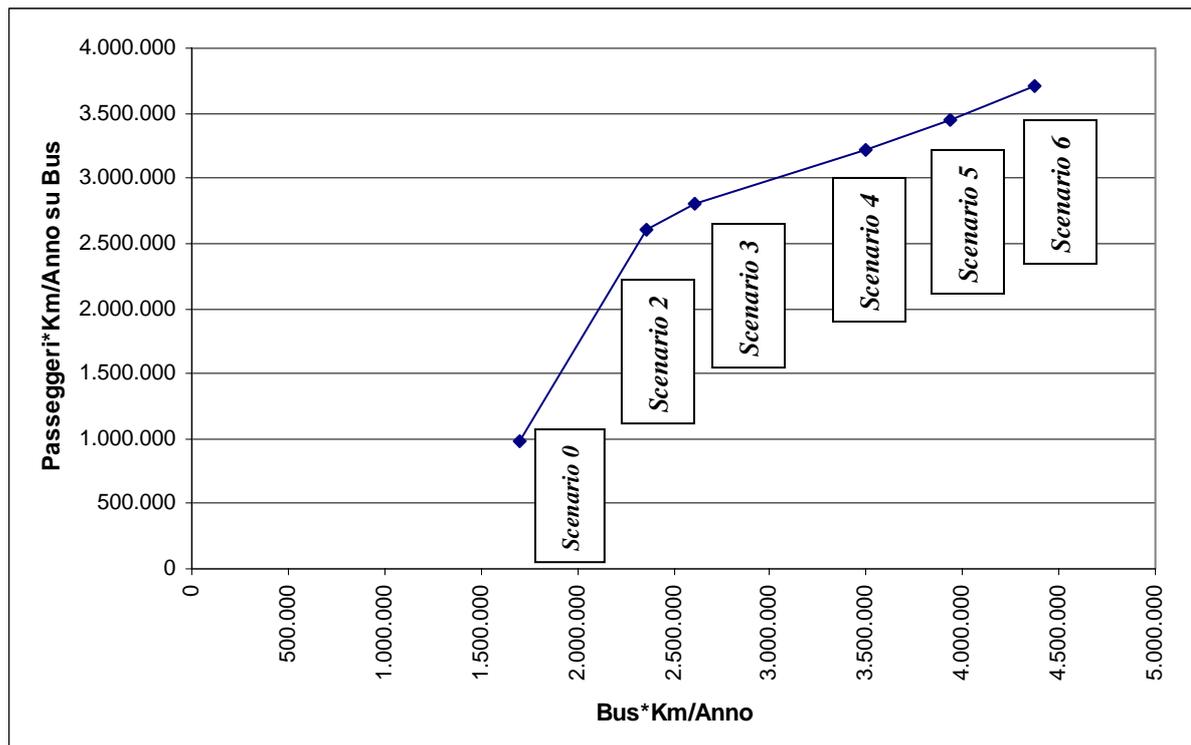


Figura 7.10. Andamento dei passeggeri*Km/Anno su Bus all'aumentare dei livelli di offerta

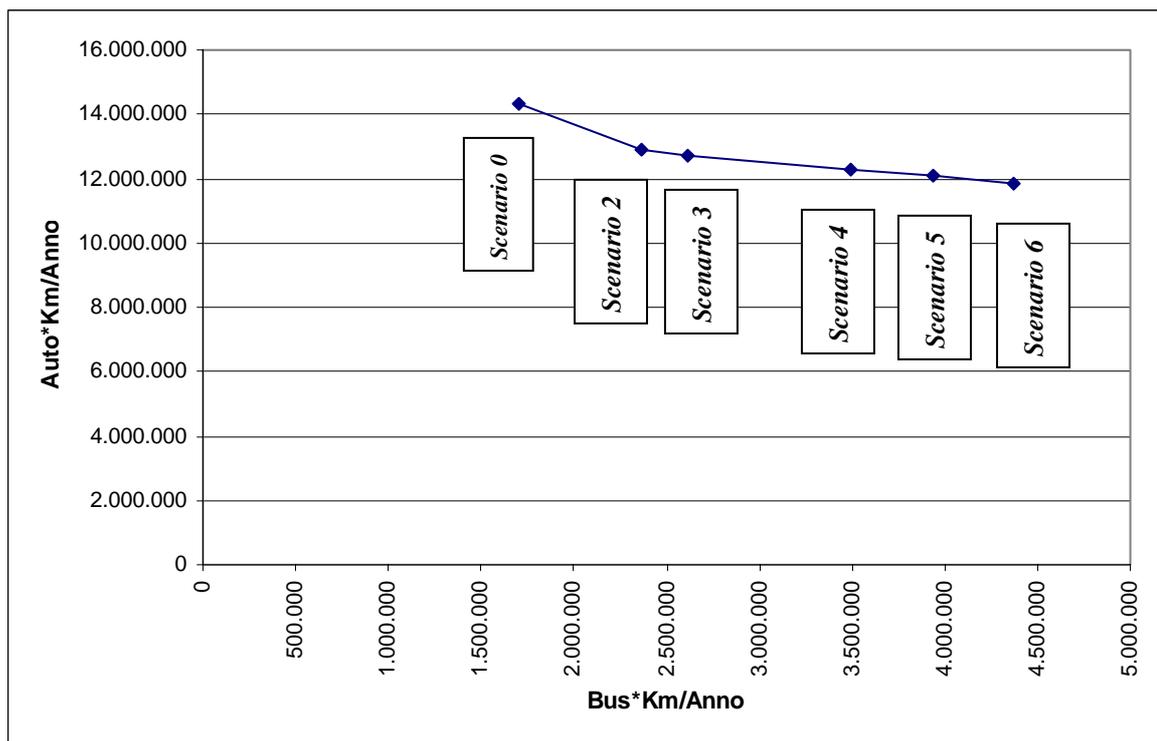


Figura 7.11. Andamento delle Auto*km/Anno all'aumentare dei livelli di offerta

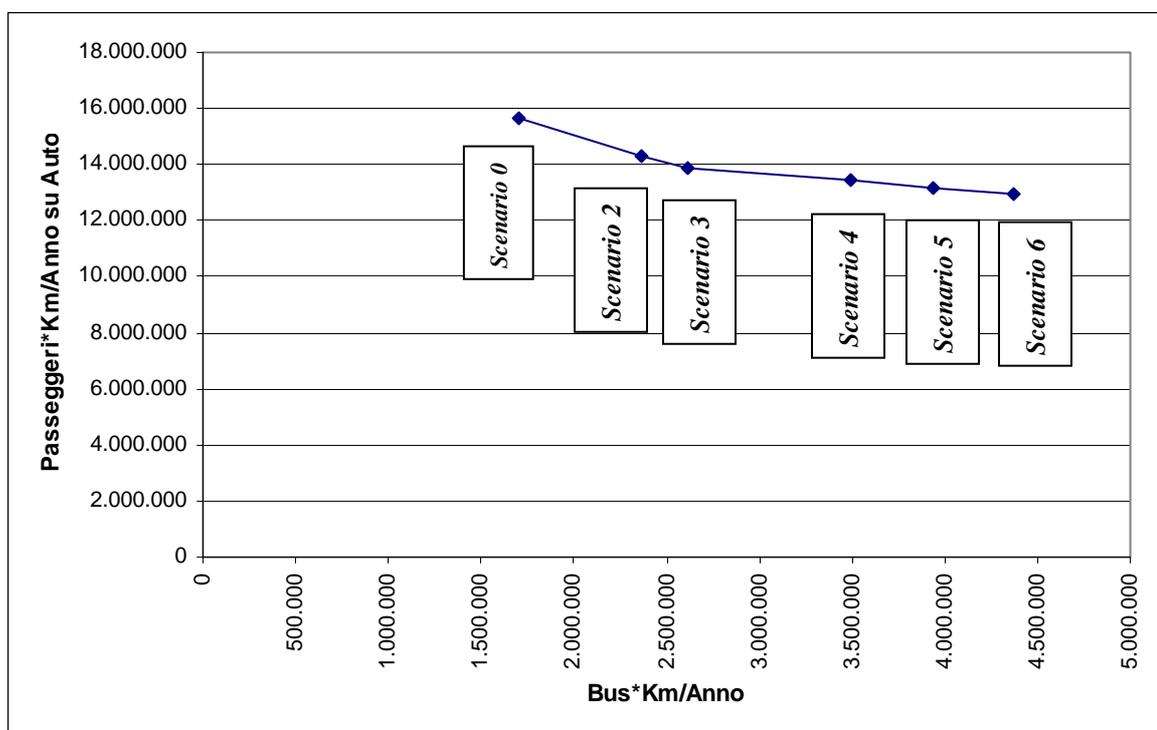


Figura 7.12. Andamento dei passeggeri*km/Anno su Auto all'aumentare dei livelli di offerta

Rispetto alla simulazione effettuata per il bacino di Castrovillari, aumentando unicamente l'offerta dei servizi di trasporto collettivo, il conseguente incremento dell'utenza attratta da tale modo di trasporto è maggiormente significativo. Se si considera lo scenario 2, ad un incremento dell'offerta di circa 600.000 bus*Km rispetto allo stato attuale, la quota modale attratta dal modo "bus" passa dal 6 % , al 16% (con un incremento relativo di 10 punti percentuali). Tale aspetto, analizzato in termini di passeggeri trasportati per anno, evidenzia un aumento dell'utenza attratta da 82.384 passeggeri/anno allo stato attuale, a 207.936 passeggeri/anno nello scenario 2. In termini di passeggeri*Km/anno trasportati, l'utenza attratta su bus passa da 976.765 passeggeri *Km/anno, a 2.612.416 unità.

Ovviamente, incrementando ulteriormente il livello di offerta di I livello, incrementa anche la quota modale afferente al bus, fino ad arrivare ad un valore pari a circa il 23% (298.832 passeggeri/anno).

Tuttavia, osservando il diagramma in figura 7.10, si può notare come, aumentando l'offerta dei servizi rispetto allo stato attuale, l'incremento marginale di utenza attratta più consistente si ha in corrispondenza dello scenario 2.

Un altro risultato che scaturisce dalla simulazione effettuata è il conseguente decremento sia dei passeggeri/anno che si spostano utilizzando l'autovettura, sia del numero di Auto*Km. Se si considera lo scenario 2, per quanto riguarda i passeggeri/anno su auto, questi passano da 1.199.888 passeggeri/anno allo stato attuale, a 1.074.336 passeggeri/anno. Considerando le auto*Km, si passa dalle attuali 14.341.807 auto*Km, ad un valore di 12.882.355 auto*Km. I passeggeri*Km/anno che viaggiano in auto subiscono una riduzione, passando dagli attuali 15.656.990 passeggeri*Km/anno a 14.327.607 passeggeri*Km/anno.

Anche per questo caso di studio, gli altri scenari (tabella 7.8 e figure 7.11 e 7.12) il decremento marginale più consistente dei passeggeri/anno su auto, delle auto *Km e dei passeggeri*Km/anno su auto si riscontra nello scenario 2.

Scenari caratterizzati da un incremento dell'offerta di trasporto collettivo e dal pagamento della sosta in destinazione

Nella tabella 7.10 sono riportati i risultati della simulazione relativi agli spostamenti sistematici casa – lavoro. Alcuni dei risultati ottenuti sono sintetizzati dai grafici riportati nelle figure 7.13, 7.14 ed 7.15.

	Bus* Km/anno	Auto* Km/anno	Passeggeri Bus /anno	Passeggeri Auto /anno	Pesseggeri* Km /anno Bus	Pesseggeri* Km /anno Auto	Quota Modale Bus (%)	Quota Modale Auto (%)
Scenario 0	1.706.291	14.341.807	82.384	1.199.888	976.765	15.656.990	6,4	93,6
Scenario 7	2.360.560	11.154.330	358.720	923.552	4.456.430	12.177.325	28,0	72,0
Scenario 8	2.614.552	10.901.612	380.912	901.360	4.732.780	11.900.975	30,0	70,0
Scenario 9	3.493.112	10.362.441	428.336	853.936	5.321.800	11.311.955	33,4	66,6
Scenario 10	3.932.392	10.084.065	452.656	829.616	5.625.896	11.007.859	35,3	64,7
Scenario 11	4.371.672	9.800.938	476.976	805.296	5.935.164	10.698.591	37,2	62,8

Tabella 7.10. Risultati della simulazione relativi agli spostamenti sistematici casa – lavoro

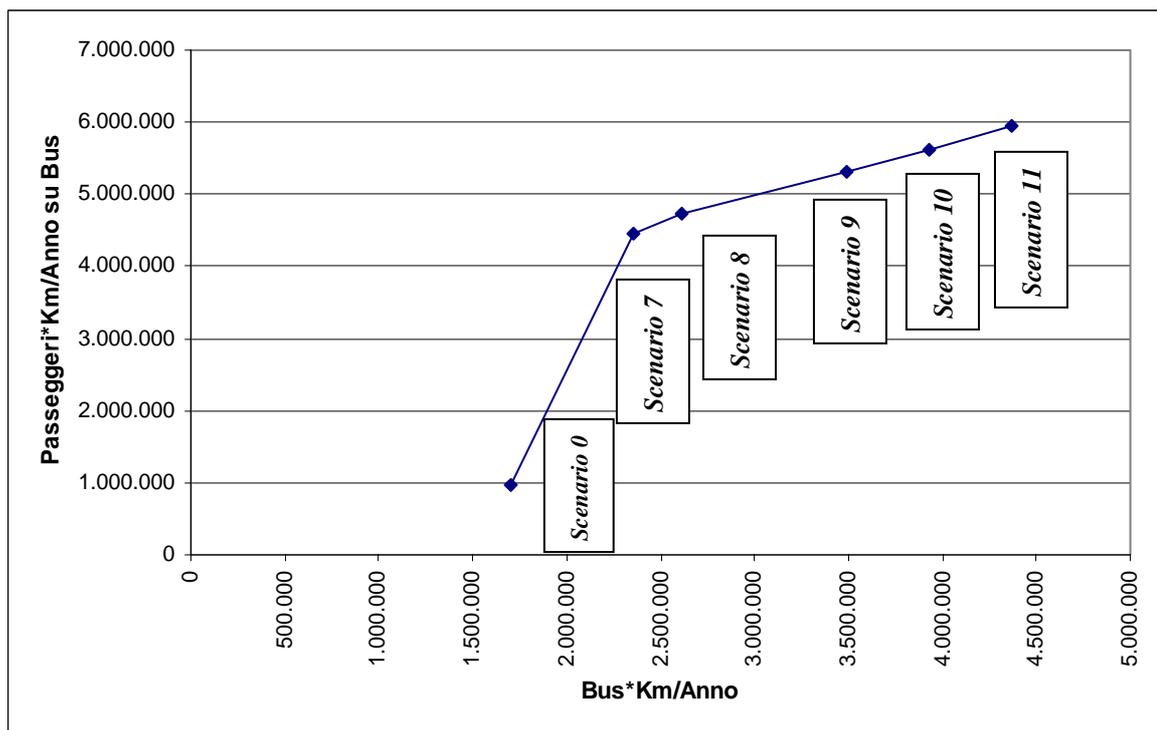


Figura 7.13. Andamento dei passeggeri*Km/Anno su Bus all'aumentare dei livelli di offerta

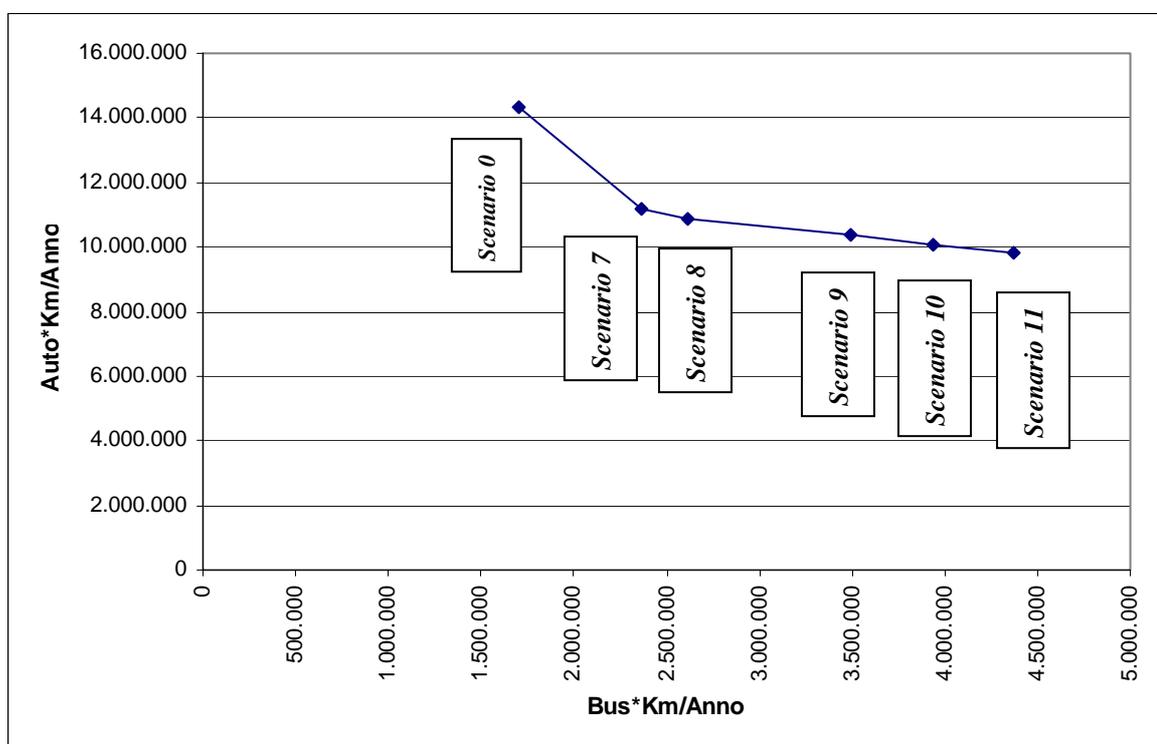


Figura 7.14. Andamento delle Auto*Km/anno all'aumentare dei livelli di offerta del trasporto collettivo

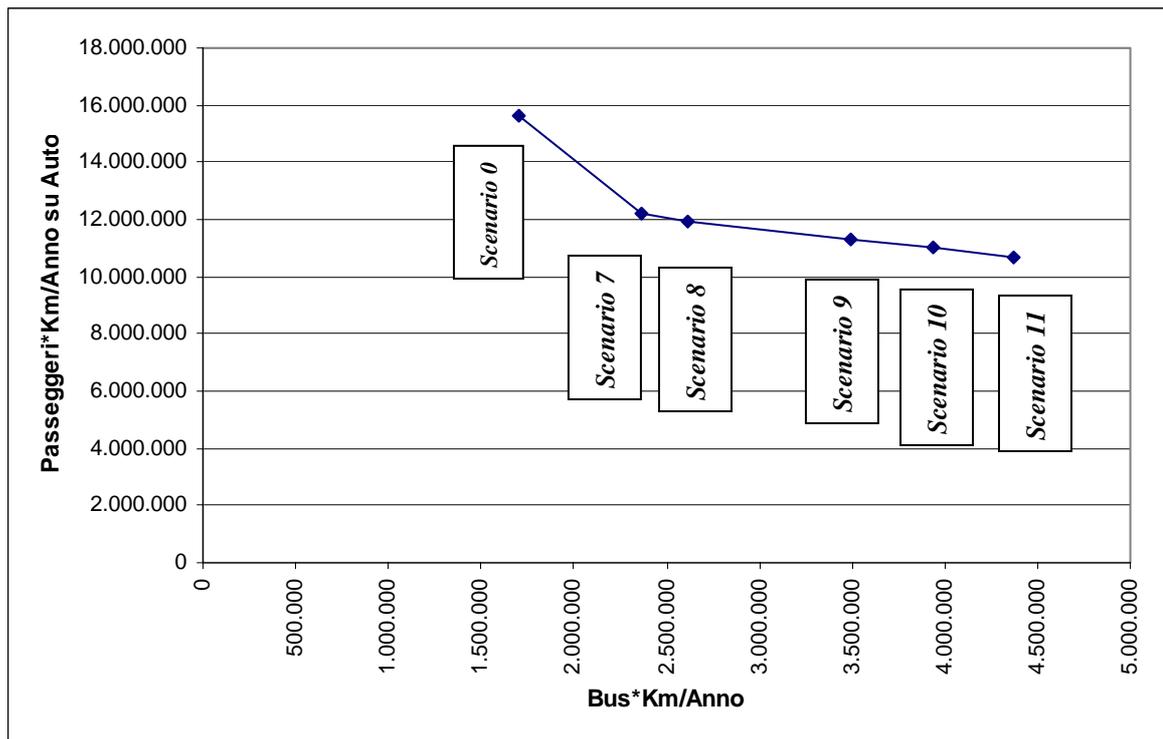


Figura 7.15. Andamento dei passeggeri*Km/Anno su Auto all'aumentare dei livelli di offerta del trasporto collettivo

Rispetto al bacino di Castrovillari, l'adozione congiunta dell'aumento dei livelli di offerta del trasporto collettivo e della tariffazione della sosta a destinazione, produce un effetto sulla domanda attratta dal modo bus, che risulta maggiore della somma degli effetti prodotti dalle singole misure (tabella 7.10). Nello scenario 7 la quota modale attratta dal modo "bus" passa dal 12% dello stato attuale, al 28% (con un incremento relativo di ben 16 punti percentuali). In termini di passeggeri trasportati per anno, l'utenza attratta passa dagli attuali 82.384 passeggeri/anno, a 358.720 passeggeri/anno.

In termini di passeggeri*Km/anno trasportati, l'utenza attratta su bus passa da 976.765 passeggeri *Km/anno, 4.456.430 unità.

Anche in questo caso, osservando il diagramma in figura 7.13, si può notare come, aumentando l'offerta dei servizi attuale, l'incremento marginale di utenza attratta più consistente si riscontra nello scenario 7.

Per quanto riguarda i passeggeri/anno su auto, nello scenario 7, questi passano dai 1.199.888 passeggeri/anno attuali, a 923.552 passeggeri/anno. Considerando le

auto*Km si passa dalle attuali 14.341.807 auto*Km, ad un valore di 11.154.330 auto*Km. I passeggeri*Km/anno che viaggiano in auto subiscono una riduzione, passando dagli attuali 15.656.990 passeggeri*Km/anno a 12.177.325 passeggeri*Km/anno.

Se si considerano gli altri scenari (tabella 7.10 e figure 7.14 e 7.15), anche in questo caso, il decremento marginale più consistente dei passeggeri/anno su auto, delle auto*Km e dei passeggeri*Km/anno su auto si ha in corrispondenza dello scenario 7.

Tabella riepilogativa relativa a tutti gli scenari esaminati

Nella tabella 7.11 vengono riepilogati tutti i risultati relativi alle simulazioni in corrispondenza dei diversi scenari ipotizzati, mentre nelle figure 7.16, 7.17 e 7.18 vengono riportati i grafici dei risultati, distinti in base alle caratteristiche degli scenari.

Dall'analisi della tabella 7.11, emerge, anche per questo caso di studio, che per ottenere un sostanziale incremento dell'utenza attratta dal modo di trasporto collettivo, è necessario adottare in modo congiunto una politica di miglioramento dell'offerta ed una politica di tariffazione della sosta in destinazione. Infatti, mediante un esclusivo incremento dell'offerta dei servizi, la quota modale attratta dal modo "bus" passa da un valore del 6,4 % (82.384 passeggeri trasportati per anno), relativo allo stato attuale (Scenario 0), ad un valore pari a circa il 23 % (298.832 passeggeri trasportati per anno), relativo alla configurazione dell'offerta di V livello (Scenario 6). Adottando, invece, esclusivamente una politica di tariffazione della sosta in destinazione, mantenendo il livello di offerta attuale (Scenario 1), la quota modale su bus raggiunge un valore pari a circa il 15 % (186.960 passeggeri trasportati per anno).

Mediante l'adozione congiunta dei due tipi di azione, la quota modale relativa al bus passa da un valore attuale del 6,4 %, ad un valore pari al 37,2 % nello scenario 11 (476.976 passeggeri trasportati per anno). Tali circostanze inducono a ritenere che l'effetto congiunto di tutti e due i tipi di azione sull'utenza, per questo caso di studio, risulta essere superiore alla somma degli effetti prodotti dai singoli provvedimenti.

Osservando la figura 7.16, inoltre, si può notare come, incrementando progressivamente l'offerta di trasporto collettivo rispetto alla configurazione attuale, l'incremento marginale di utenza attratta risulta più consistente nel primo tratto, inferiore nel secondo, per poi mantenersi pressoché costante nei tratti successivi.

L'incremento di utenza attratta dal trasporto collettivo, coincide con un corrispondente decremento dei passeggeri su autovettura e delle auto*Km (tabella 7.11 e figure 7.17 ed 7.18) che risulta più evidente negli scenari che prevedono l'adozione congiunta di una politica di potenziamento dell'offerta e di una politica di tariffazione della sosta in destinazione.

	Bus*Km/anno	Auto*Km/anno	Passeggeri Bus /anno	Passeggeri Auto /anno	Passeggeri*Km /anno Bus	Passeggeri*Km /anno Auto	Quota Modale Bus (%)	Quota Modale Auto (%)
Scenario 0	1.706.291	14.341.807	82.384	1.199.888	976.765	15.656.990	6,4	93,6
Scenario 1	1.706.291	13.119.838	186.960	1.095.312	2.306.148	14.327.607	14,6	85,4
Scenario 2	2.360.560	12.882.355	207.936	1.074.336	2.612.416	14.327.607	16,2	83,8
Scenario 3	2.614.552	12.696.598	224.352	1.057.920	2.808.044	13.861.661	17,5	82,5
Scenario 4	3.493.112	12.289.360	260.224	1.022.048	3.216.828	13.416.927	20,3	79,7
Scenario 5	3.932.392	12.071.268	279.376	1.002.896	3.455.034	13.178.721	21,8	78,2
Scenario 6	4.371.672	11.843.832	298.832	983.440	3.703.464	12.930.291	23,3	76,7
Scenario 7	2.360.560	11.154.330	358.720	923.552	4.456.430	12.177.325	28,0	72,0
Scenario 8	2.614.552	10.901.612	380.912	901.360	4.732.780	11.900.975	30,0	70,0
Scenario 9	3.493.112	10.362.441	428.336	853.936	5.321.800	11.311.955	33,4	66,6
Scenario 10	3.932.392	10.084.065	452.656	829.616	5.625.896	11.007.859	35,3	64,7
Scenario 11	4.371.672	9.800.938	476.976	805.296	5.935.164	10.698.591	37,2	62,8

Tabella 7.11. Risultati della simulazione relativi agli spostamenti sistematici casa-lavoro di tutti gli scenari considerati

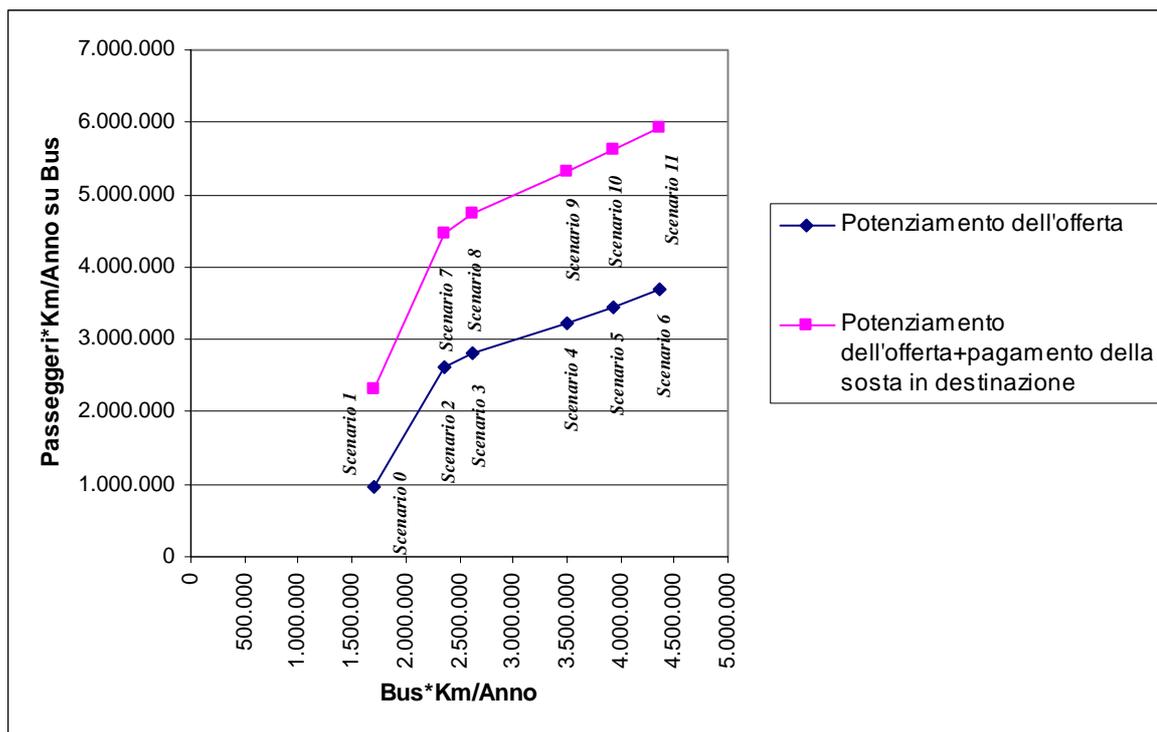


Figura 7.16. Andamento dei passeggeri*Km/Anno su Bus all'aumentare dei livelli di offerta per tutti gli scenari analizzati

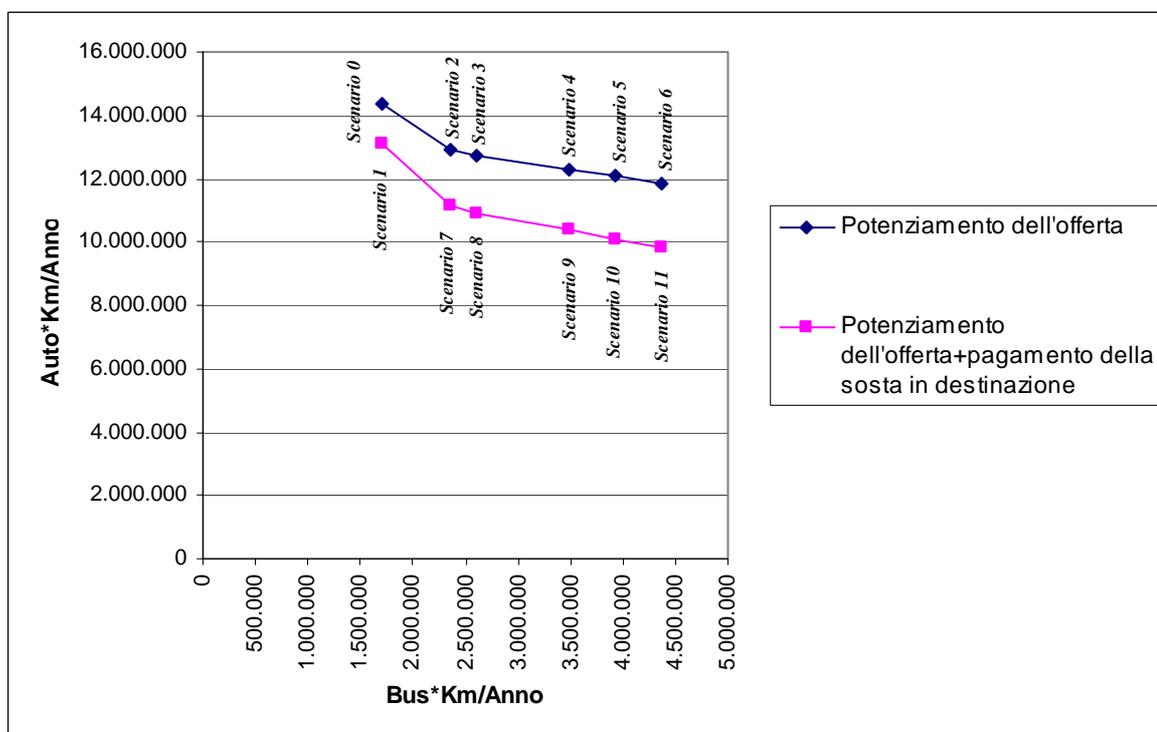


Figura 7.17. Andamento delle Auto*Km/Anno all'aumentare dei livelli di offerta del trasporto collettivo per tutti gli scenari analizzati

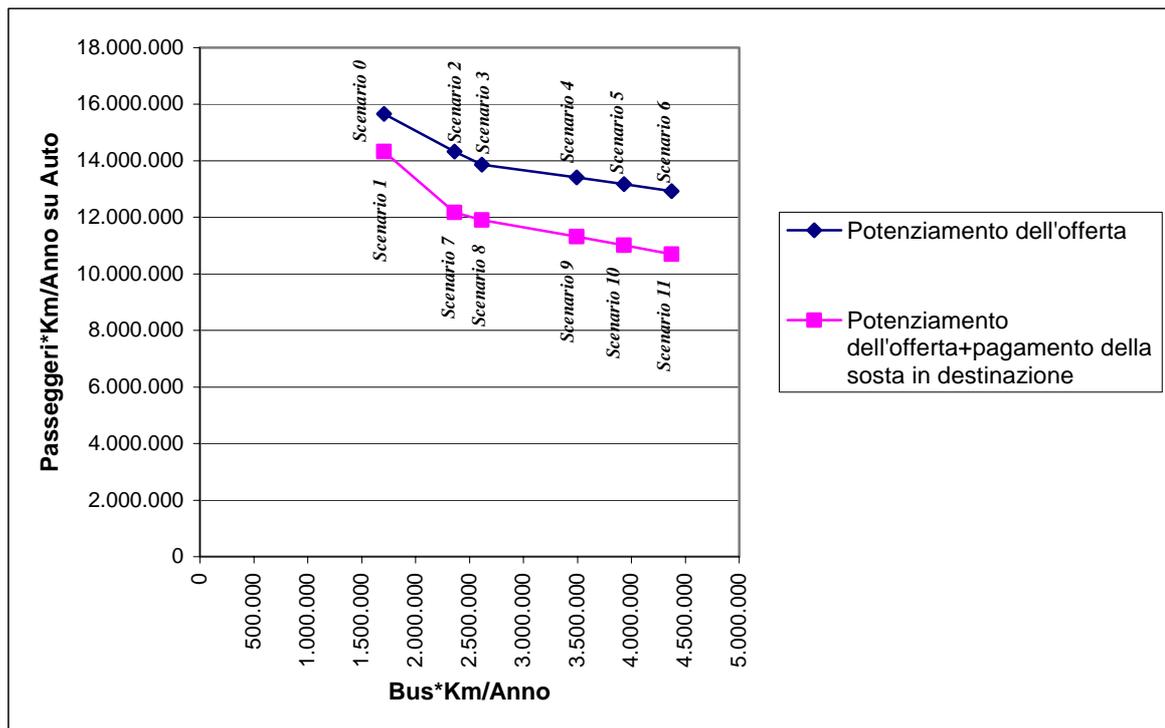


Figura 7.18. Andamento dei passeggeri*Km/Anno su Auto all'aumentare dei livelli di offerta per tutti gli scenari analizzati

7.3.3 Analisi complessiva dei risultati

L'analisi dei risultati della simulazione del comportamento degli utenti in rapporto alla scelta modale effettuata sulle due aree campione, ha prodotto diversi spunti interessanti. Il primo aspetto riguarda gli effetti derivanti dall'adozione congiunta di una politica legata all'aumento dei livelli di offerta del trasporto collettivo e di una politica di governo della domanda che consiste nella tariffazione della sosta a destinazione. Viene dimostrato, infatti, che per ottenere un sostanziale riequilibrio della quota modale a favore del trasporto collettivo, non basta adottare separatamente le due misure, ma è necessario adottarle in maniera congiunta. Il secondo aspetto riguarda la relazione tra l'effetto dell'adozione congiunta dei due tipi di azioni e la distribuzione spaziale della domanda. Tale effetto risulta più efficace laddove la domanda è fortemente polarizzata verso i centri urbani di maggiore importanza della provincia.

7.4 Valutazione comparata delle alternative progettuali

Una volta effettuata la simulazione degli effetti prodotti dagli interventi programmati sulla rete di trasporto collettivo, è necessario quantificare le risorse da destinare all'esercizio e quindi analizzare l'efficacia e l'efficienza della nuova configurazione della rete. L'analisi comparativa tra le diverse alternative progettuali viene fatta tenendo conto esclusivamente dei costi interni al sistema e si presenta, pertanto, come un confronto tra ricavi e costi di gestione dell'esercizio.

Il calcolo dei costi di gestione viene effettuato in termini aggregati, in funzione dei livelli di offerta del trasporto collettivo (bus*Km/anno). Il costo di gestione unitario utilizzato è pari a 2,9 €bus*Km e fa riferimento a dati di letteratura che lo considerano variabile tra 2,4-3,9 €bus*Km (AA.VV.,2003, Parretta, 2003, dati ASSTRA relativi all'anno 2002).

Oltre ai costi di gestione viene valutata anche l'entità del contributo regionale da destinare al finanziamento dell'esercizio, in modo da determinare la quota di costo a carico dell'azienda e quella a carico della Regione. Anche in questo caso la valutazione viene effettuata in funzione della produzione chilometrica del servizio espressa in bus*Km/anno. L'entità del finanziamento unitario assume un valore pari a 2,00 €bus*Km, secondo le indicazioni fornite dal piano di riparto dei contributi a parziale ripiano dei deficit di esercizio per l'anno 2006 della Regione Calabria (ai sensi della legge regionale del 13/08/2001, n.18).

Come si può notare, il costo di gestione unitario netto a carico dell'azienda è di 0,9 €bus*Km.

Il computo dei ricavi, invece, è effettuato a seguito della simulazione del funzionamento del sistema nelle differenti configurazioni alternative a quella attuale.

Applicando il modello di scelta modale stimato, infatti, è stata valutata l'utenza attratta dal trasporto collettivo e, quindi, è stato stimato il carico di passeggeri su ciascuna linea. Il modello è, però, calibrato esclusivamente per simulare le scelte degli utenti che si spostano per il motivo lavoro. Se si considerasse solamente questa

categoria di utenti, i carichi delle linee e quindi i ricavi, sarebbero fortemente sottostimati.

Per ovviare a questo inconveniente, su ciascuna linea vengono considerati anche gli spostamenti casa – scuola. L’ipotesi è che per questa categoria di utenti non vi sia una variazione di ripartizione modale negli scenari futuri. Quindi, per tutti gli scenari i carichi delle linee, in termini di spostamenti casa- scuola, vengono considerati costanti.

I ricavi complessivi relativi agli scenari di progetto che non prevedono la tariffazione della sosta per gli utenti che si spostano in auto, saranno costituiti esclusivamente dai proventi delle corse. Al contrario, per gli scenari che prevedono anche il pagamento della sosta a destinazione, i ricavi complessivi saranno pari alla somma dei ricavi legati ai proventi delle corse e di quelli relativi ai proventi della sosta, nella logica di un finanziamento incrociato del trasporto collettivo extraurbano.

Al fine di valutare le alternative progettuali in termini finanziari, vengono considerati indicatori di efficacia dei costi e di efficacia del servizio.

Per quanto riguarda l’efficacia dei costi gli indicatori utilizzati sono:

- rapporto tra totale dei passeggeri – chilometro e costi operativi;
- rapporto tra ricavi e costi operativi;

Per quanto riguarda l’efficacia del servizio è stato utilizzato il seguente indicatore:

- rapporto tra passeggeri – chilometro e veicoli – chilometro.

7.4.1 Valutazione degli scenari per il bacino di Castrovillari

I costi di gestione

In tabella 7.12 sono riportati, per ogni livello di offerta della rete di trasporto collettivo, i costi di gestione del servizio e l’entità del finanziamento regionale da destinare all’esercizio.

	Bus* Km/anno	Costi totali annui di Gestione (€)	Sovvenzionamento annuo regionale (€)
Scenario 0	1.200.101	3.480.292	2.400.202
Scenario 1	1.200.101	3.480.292	2.400.202
Scenario 2	1.562.378	4.530.895	3.124.755
Scenario 3	1.767.608	5.126.063	3.535.216
Scenario 4	2.657.842	7.707.741	5.315.683
Scenario 5	3.102.958	8.998.579	6.205.917
Scenario 6	3.548.075	10.289.418	7.096.150
Scenario 7	1.562.378	4.530.896	6.205.917
Scenario 8	1.767.608	5.126.063	3.535.216
Scenario 9	2.657.842	4.530.895	5.315.683
Scenario 10	3.102.958	8.998.579	6.205.917
Scenario 11	3.548.075	10.289.418	7.096.150

Tabella 7.12. Valori dei costi di gestione annui (€) e dei finanziamenti regionali annui

I ricavi di gestione

I ricavi totali annui di gestione calcolati esclusivamente in base agli spostamenti casa-lavoro, in funzione dei carichi simulati su ciascuna linea di trasporto collettivo, sono riportati in tabella 7.13.

	Ricavi totali annui da tariff. delle corse (€)	Ricavi totali annui da tariff. della sosta (€)	Ricavi totali annui di Gestione (€)
Scenario 0	53.444	0	53.444
Scenario 1	130.730	215.550	346.280
Scenario 2	66.092	0	66.092
Scenario 3	69.482	0	69.482
Scenario 4	77.526	0	77.526
Scenario 5	81.766	0	81.766
Scenario 6	86.149	0	86.149
Scenario 7	145.450	209.963	355.413
Scenario 8	150.416	205.735	356.150
Scenario 9	162.084	196.165	358.249
Scenario 10	167.990	191.247	359.237
Scenario 11	173.931	186.249	360.180

Tabella 7.13. Valori dei ricavi di gestione annui (€) ottenuti considerando solo gli spostamenti sistematici casa-lavoro

Dall'analisi della tabella 7.13 si può notare che un'analisi dei ricavi effettuata esclusivamente sugli spostamenti sistematici casa-lavoro, conduce ad una valutazione dei ricavi stessi che è nettamente inferiore ai valori reali. Nella tabella 7.14 viene riportata l'analisi di efficacia, in termini di costi e di servizio, delle diverse alternative considerate, in funzione di opportuni indicatori.

	Bus*Km/anno	Passeggeri*Km/anno	Costi totali annui di Gestione (€)	Sovvenzionamento annuo regionale (€)	Ricavi totali annui di Gestione (€)	Ricavi operativi/Costi operativi	Passeggeri*Km/costi operativi	Passeggeri*Km/bus*Km
Scenario 0	1.200.101	1.133.076	3.480.292	2.400.202	53.444	0,015	0,326	0,944
Scenario 1	1.200.101	2.747.340	3.480.292	2.400.202	346.280	0,099	0,789	2,289
Scenario 2	1.562.378	1.418.540	4.530.895	3.124.755	66.092	0,015	0,313	0,908
Scenario 3	1.767.608	1.490.154	5.126.063	3.535.216	69.482	0,014	0,291	0,843
Scenario 4	2.657.842	1.660.897	7.707.741	5.315.683	77.526	0,010	0,215	0,625
Scenario 5	3.102.958	1.750.737	8.998.579	6.205.917	81.766	0,009	0,195	0,564
Scenario 6	3.548.075	1.843.477	10.289.418	7.096.150	86.149	0,008	0,179	0,520
Scenario 7	1.562.378	3.086.426	4.530.896	6.205.917	355.413	0,078	0,681	1,975
Scenario 8	1.767.608	3.187.988	5.126.063	3.535.216	356.150	0,069	0,622	1,804
Scenario 9	2.657.842	3.428.894	4.530.895	5.315.683	358.249	0,079	0,757	1,290
Scenario 10	3.102.958	3.550.450	8.998.579	6.205.917	359.237	0,040	0,395	1,144
Scenario 11	3.548.075	3.672.480	10.289.418	7.096.150	360.180	0,035	0,357	1,035

Tabella 7.14. Valutazione finanziaria delle alternative progettuali considerando solo gli spostamenti sistematici casa - lavoro

Per ottenere valori dei ricavi più vicini alla realtà, vengono considerati anche gli spostamenti casa scuola, supponendo che questi si mantengano costanti per tutte le alternative considerate. In tabella 7.15 viene riportata la valutazione finanziaria riferita ai soli spostamenti casa-scuola.

	Bus* Km/anno	Passeggeri* Km/anno	Costi totali annui di Gestione (€)	Sovvenzionamento annuo regionale (€)	Ricavi totali annui da tariff. corse (€)	Ricavi operativi/Costi operativi	Passeggeri* Km/costi operativi	Passeggeri* Km/bus* Km
Scenario 0	1.200.101	8.301.054	3.480.292	2.400.202	399.834	0,115	2,385	6,917
Scenario 1	1.200.101	8.301.054	3.480.292	2.400.202	399.834	0,115	2,385	6,917
Scenario 2	1.562.378	8.301.054	4.530.895	3.124.755	399.834	0,088	1,832	5,313
Scenario 3	1.767.608	8.301.054	5.126.063	3.535.216	399.834	0,078	1,619	4,696
Scenario 4	2.657.842	8.301.054	7.707.741	5.315.683	399.834	0,052	1,077	3,123
Scenario 5	3.102.958	8.301.054	8.998.579	6.205.917	399.834	0,044	0,922	2,675
Scenario 6	3.548.075	8.301.054	10.289.418	7.096.150	399.834	0,039	0,807	2,340
Scenario 7	1.562.378	8.301.054	4.530.895	3.124.755	399.834	0,088	1,832	5,313
Scenario 8	1.767.608	8.301.054	5.126.063	5.229.104	399.834	0,078	1,619	4,696
Scenario 9	2.657.842	8.301.054	7.707.741	5.315.683	399.834	0,052	1,077	3,123
Scenario 10	3.102.958	8.301.054	8.998.579	6.205.917	399.834	0,044	0,922	2,675
Scenario 11	3.548.075	8.301.054	10.289.418	7.096.150	399.834	0,039	0,807	2,340

Tabella 7.15. Valutazione finanziaria delle alternative progettuali considerando esclusivamente gli spostamenti sistematici casa - scuola

Poiché il numero di passeggeri casa-scuola considerato sulle linee di trasporto collettivo si mantiene costante per tutti gli scenari, il calcolo dei ricavi complessivi è dato dalla somma dei ricavi ottenuti dagli spostamenti casa-lavoro e dagli spostamenti casa-scuola (tabella 7.16).

	Bus*Km/anno	Passeggeri*Km/anno	Costi totali annui di Gestione (€)	Sovvenzionamento annuo regionale (€)	Ricavi totali annui di Gestione (€)	Ricavi operativi/Costi operativi	Passeggeri*Km/costi operativi	Passeggeri*Km/bus*Km
Scenario 0	1.200.101	9.434.130	3.480.292	2.400.202	453.278	0,130	2,711	7,861
Scenario 1	1.200.101	11.048.394	3.480.292	2.400.202	740.216	0,213	3,175	9,206
Scenario 2	1.562.378	9.719.594	4.530.895	3.124.755	465.926	0,103	2,145	6,221
Scenario 3	1.767.608	9.791.208	5.126.063	3.535.216	469.316	0,092	1,910	5,539
Scenario 4	2.657.842	9.961.951	7.707.741	5.315.683	477.359	0,062	1,292	3,748
Scenario 5	3.102.958	10.051.791	8.998.579	6.205.917	481.600	0,054	1,117	3,239
Scenario 6	3.548.075	10.144.531	10.289.418	7.096.150	485.982	0,047	0,986	2,859
Scenario 7	1.562.378	11.387.480	4.530.895	3.124.755	755.247	0,167	2,513	7,289
Scenario 8	1.767.608	11.489.043	5.126.063	5.229.104	755.984	0,147	2,241	6,500
Scenario 9	2.657.842	11.729.948	7.707.741	5.315.683	758.083	0,098	1,522	4,413
Scenario 10	3.102.958	11.851.505	8.998.579	6.205.917	759.071	0,084	1,317	3,819
Scenario 11	3.548.075	11.973.535	10.289.418	7.096.150	760.014	0,074	1,164	3,375

Tabella 7.16. Valutazione finanziaria delle alternative progettuali considerando gli spostamenti sistematici casa – lavoro e casa - scuola

Analizzando la tabella 7.16 in corrispondenza dello stato attuale, si può notare che il rapporto tra i ricavi ed i costi operativi risulta pari a 0,13. Nella realtà, le aziende di trasporto collettivo in Calabria raggiungono un valore medio del suddetto rapporto di esercizio pari a circa 0,18. Poiché tale valore medio, per il caso di studio in esame potrebbe essere inferiore e considerando che nell'analisi effettuata non sono stati computati gli spostamenti casa – altri motivi, il valore del coefficiente di esercizio ottenuto risulta abbastanza significativo.

Dall'analisi dei risultati ottenuti (tabella 7.16), emerge che lo scenario più conveniente in termini di efficacia dei costi e del servizio, risulta essere lo scenario 1 che prevede il livello di offerta attuale ed il pagamento della sosta a destinazione. Tuttavia tale risultato rappresenta l'ottimo solo dal punto di vista del gestore. L'alternativa ottima per il sistema (gestore e utente) è rappresentata dallo scenario 7

che offre un servizio di trasporto collettivo migliorato e prevede, nel contempo, il pagamento della sosta a destinazione.

In realtà, sia nello scenario 1, sia nello scenario 7, il rapporto tra i ricavi ed i costi operativi risulta inferiore alla prescrizione normativa che prevede un valore di tale rapporto pari a 0,35.

Il livello di offerta dello scenario 7, rappresenta la soglia limite di convenienza oltre la quale il servizio perde di efficacia sia in termini di costi, sia in termini di utenza attratta in rapporto al servizio offerto.

7.4.2 Valutazione l'area del Savuto e della Presila

I costi di gestione

In tabella 7.17 sono riportati, per ogni livello di offerta della rete di trasporto collettivo, i costi di gestione del servizio e l'entità del finanziamento regionale da destinare all'esercizio.

	Bus* Km/anno	Costi totali annui di Gestione (€)	Sovvenzionamento annuo regionale (€)
Scenario 0	1.767.608	4.948.244	3.412.582
Scenario 1	1.767.608	4.948.244	3.412.582
Scenario 2	2.360.560	6.845.624	4.721.120
Scenario 3	2.614.552	7.582.201	5.229.104
Scenario 4	3.493.112	10.130.025	6.433.656
Scenario 5	3.932.392	11.403.937	7.864.784
Scenario 6	4.371.672	12.677.849	8.743.344
Scenario 7	2.360.560	6.845.624	4.721.120
Scenario 8	2.614.552	7.582.201	5.229.104
Scenario 9	3.493.112	10.130.025	6.433.656
Scenario 10	3.932.392	11.403.937	7.864.784
Scenario 11	4.371.672	12.677.849	8.743.344

Tabella 7.17. Valori dei ricavi di gestione annui (€) ottenuti considerando solo gli spostamenti sistematici casa-lavoro

I ricavi di gestione

I ricavi di gestione calcolati esclusivamente in base agli spostamenti casa-lavoro, in funzione dei carichi simulati su ciascuna linea di trasporto collettivo, sono riportati in tabella 7.19.

	Ricavi totali annui da tariff. delle corse (€)	Ricavi totali annui da tariff. della sosta (€)	Ricavi totali annui di Gestione (€)
Scenario 0	75.036	0	75.036
Scenario 1	181.702	1.868.116	2.049.817
Scenario 2	200.754	0	200.754
Scenario 3	216.580	0	216.580
Scenario 4	251.252	0	251.252
Scenario 5	269.832	0	269.832
Scenario 6	289.218	0	289.218
Scenario 7	348.021	1.574.887	1.922.907
Scenario 8	369.653	1.537.063	1.906.716
Scenario 9	415.778	1.456.808	1.872.586
Scenario 10	439.621	1.415.370	1.854.991
Scenario 11	463.891	1.373.219	1.837.110

Tabella 7.19. Valori dei ricavi di gestione annui (€) ottenuti considerando solo gli spostamenti sistematici casa-lavoro

Dall'analisi della tabella 7.19 si può notare che un'analisi dei ricavi effettuata esclusivamente sugli spostamenti sistematici casa-lavoro, conduce ad una valutazione dei ricavi stessi che è nettamente inferiore ai valori reali. Nella tabella 7.20 viene riportata l'analisi di efficacia, in termini di costi e di servizio, delle diverse alternative considerate, in funzione di opportuni indicatori.

	Bus* Km/anno	Passeggeri* Km/anno	Costi totali annui di Gestione (€)	Sovvenzionamento annuo regionale (€)	Ricavi totali annui di Gestione (€)	Ricavi operativi/Costi operativi	Passeggeri* Km/costi operativi	Passeggeri* Km/bus* Km
Scenario 0	1.767.608	976.765	4.948.244	3.412.582	75.036	0,015	0,197	0,553
Scenario 1	1.767.608	2.306.148	4.948.244	3.412.582	2.049.817	0,414	0,466	1,305
Scenario 2	2.360.560	2.612.416	6.845.624	4.721.120	200.754	0,029	0,382	1,107
Scenario 3	2.614.552	2.808.044	7.582.201	5.229.104	216.580	0,029	0,370	1,074
Scenario 4	3.493.112	3.216.828	10.130.025	6.433.656	251.252	0,025	0,318	0,921
Scenario 5	3.932.392	3.455.034	11.403.937	7.864.784	269.832	0,024	0,303	0,879
Scenario 6	4.371.672	3.703.464	12.677.849	8.743.344	289.218	0,023	0,292	0,847
Scenario 7	2.360.560	4.456.430	6.845.624	4.721.120	1.922.907	0,281	0,651	1,888
Scenario 8	2.614.552	4.732.780	7.582.201	5.229.104	1.906.716	0,251	0,624	1,810
Scenario 9	3.493.112	5.321.800	10.130.025	6.433.656	1.872.586	0,185	0,525	1,524
Scenario 10	3.932.392	5.625.896	11.403.937	7.864.784	1.854.991	0,163	0,493	1,431
Scenario 11	4.371.672	5.935.164	12.677.849	8.743.344	1.837.110	0,145	0,468	1,358

Tabella 7.20. Valutazione finanziaria delle alternative progettuali considerando solo gli spostamenti sistematici casa - lavoro

Per ottenere valori dei ricavi più vicini alla realtà, vengono considerati anche gli spostamenti casa scuola, supponendo che questi si mantengano costanti per tutte le alternative considerate. In tabella 7.21 viene riportata la valutazione finanziaria riferita ai soli spostamenti casa-scuola.

	Bus*Km/anno	Passeggeri*Km/anno	Costi totali annui di Gestione (€)	Sovvenzionamento annuo regionale (€)	Ricavi totali annui dia tariff. corse (€)	Ricavi operativi/Costi operativi	Passeggeri*Km/costi operativi	Passeggeri*Km/bus*Km
Scenario 0	1.706.291	8.849.318	4.948.244	3.412.582	617.541	0,125	1,788	5,186
Scenario 1	1.706.291	8.849.318	4.948.244	3.412.582	617.541	0,125	1,788	5,186
Scenario 2	2.360.560	8.849.318	6.845.624	4.721.120	617.541	0,090	1,293	3,749
Scenario 3	2.614.552	8.849.318	7.582.201	5.229.104	617.541	0,081	1,167	3,385
Scenario 4	3.493.112	8.849.318	10.130.025	6.433.656	617.541	0,061	0,874	2,533
Scenario 5	3.932.392	8.849.318	11.403.937	7.864.784	617.541	0,054	0,776	2,250
Scenario 6	4.371.672	8.849.318	12.677.849	8.743.344	617.541	0,049	0,698	2,024
Scenario 7	2.360.560	8.849.318	6.845.624	4.721.120	617.541	0,090	1,293	3,749
Scenario 8	2.614.552	8.849.318	7.582.201	5.229.104	617.541	0,081	1,167	3,385
Scenario 9	3.493.112	8.849.318	10.130.025	6.433.656	617.541	0,061	0,874	2,533
Scenario 10	3.932.392	8.849.318	11.403.937	7.864.784	617.541	0,054	0,776	2,250
Scenario 11	4.371.672	8.849.318	12.677.849	8.743.344	617.541	0,049	0,698	2,024

Tabella 7.21. Valutazione finanziaria delle alternative progettuali considerando esclusivamente gli spostamenti sistematici casa - scuola

Poiché il numero di passeggeri casa-scuola considerato sulle linee di trasporto collettivo si mantiene costante per tutti gli scenari, il calcolo dei ricavi complessivi è dato dalla somma dei ricavi ottenuti dagli spostamenti casa-lavoro e dagli spostamenti casa-scuola (tabella 7.22).

	Bus*Km/anno	Passeggeri*Km/anno	Costi totali annui di Gestione (€)	Sovvenzionamento annuo regionale (€)	Ricavi totali annui di Gestione (€)	Ricavi operativi/Costi operativi	Passeggeri*Km/costi operativi	Passeggeri*Km/bus*Km
Scenario 0	1.767.608	9.826.083	4.948.244	3.412.582	692.255	0,140	1,986	5,559
Scenario 1	1.767.608	11.155.467	4.948.244	3.412.582	2.667.359	0,539	2,254	6,311
Scenario 2	2.360.560	11.418.465	6.845.624	4.721.120	818.295	0,120	1,668	4,837
Scenario 3	2.614.552	11.621.413	7.582.201	5.229.104	834.121	0,110	1,533	4,445
Scenario 4	3.493.112	12.066.146	10.130.025	6.433.656	868.794	0,086	1,191	3,454
Scenario 5	3.932.392	12.304.352	11.403.937	7.864.784	887.373	0,078	1,079	3,129
Scenario 6	4.371.672	12.552.783	12.677.849	8.743.344	906.759	0,072	0,990	2,871
Scenario 7	2.360.560	13.305.748	6.845.624	4.721.120	2.540.448	0,371	1,944	5,637
Scenario 8	2.614.552	13.582.098	7.582.201	5.229.104	2.524.257	0,333	1,791	5,195
Scenario 9	3.493.112	14.165.981	10.130.025	6.433.656	2.490.127	0,246	1,398	4,055
Scenario 10	3.932.392	14.475.214	11.403.937	7.864.784	2.472.532	0,217	1,269	3,681
Scenario 11	4.371.672	14.784.482	12.677.849	8.743.344	2.454.651	0,194	1,166	3,382

Tabella 7.22. Valutazione finanziaria delle alternative progettuali considerando gli spostamenti sistematici casa – lavoro e casa - scuola

Analizzando la tabella 7.22 in corrispondenza dello stato attuale, si può notare che il rapporto tra i ricavi ed i costi operativi risulta pari a 0,14. Nella realtà, le aziende di trasporto collettivo della Calabria raggiungono un valore del suddetto rapporto di esercizio pari a circa 0,18. Poiché tale valore medio, per il caso di studio in esame potrebbe essere inferiore e considerando che nell'analisi effettuata non sono stati considerati gli spostamenti casa – altri motivi, il valore del coefficiente di esercizio ottenuto risulta abbastanza significativo.

Dall'analisi dei risultati ottenuti (tabella 7.22), emerge che lo scenario più conveniente in termini di efficacia dei costi e del servizio, risulta essere lo scenario 1 che prevede il livello di offerta attuale ed il pagamento della sosta a destinazione. Tuttavia tale risultato rappresenta l'ottimo solo dal punto di vista del gestore.

L'alternativa ottima per il sistema (gestore e utente) è rappresentata dallo scenario 7 che offre un servizio di trasporto collettivo migliorato e prevede, nel contempo, il pagamento della sosta a destinazione.

Nello scenario 7, il rapporto tra i ricavi ed i costi operativi risulta superiore alla prescrizione normativa che prevede un valore di tale rapporto pari a 0,35.

Il livello di offerta dello scenario 7, rappresenta, anche per questo caso di studio, la soglia limite di convenienza oltre la quale il servizio perde di efficacia sia in termini di costi, sia in termini di utenza attratta in rapporto al servizio offerto.

CAPITOLO 8

Conclusioni

Il modello proposto nell'ambito della presente ricerca è un modello decisionale, mediante il quale è possibile determinare la configurazione della rete dei servizi di trasporto collettivo che consente di massimizzare l'utenza attratta da tale modo di trasporto, nel rispetto dei vincoli di efficacia ed efficienza in rapporto ai costi. Il modello implementato si propone come un valido strumento di pianificazione a scala extraurbana, in grado di valutare, attraverso la tecnica della simulazione, gli effetti prodotti da eventuali interventi sulla rete, fornendo una serie di indicazioni che consentono all'autorità di controllo di definire la localizzazione spaziale degli investimenti e l'entità delle risorse da mettere a disposizione per l'espletamento dell'insieme dei servizi programmati. Ogni intervento effettuato sulla rete di trasporto può essere progettato o nell'ottica della collettività servita dal sistema di trasporto pubblico in esame, oppure nell'ottica delle aziende di trasporto.

Il modello è caratterizzato da una struttura semplice ed aggregata, il cui nucleo principale è costituito da un modello di scelta modale che consente di replicare il comportamento degli utenti riguardo la scelta del modo di trasporto da utilizzare per effettuare gli spostamenti e, quindi, di valutare i carichi a bordo delle linee di trasporto collettivo in presenza di vari livelli di offerta. Tali circostanze consentono di esplorare in tempi rapidi e con un numero sufficiente di tentativi, una serie di configurazioni di progetto dell'offerta di trasporto collettivo, fino a trovare quella ottima.

La sua applicazione ad un contesto reale ha fornito diversi risultati interessanti.

Partendo dall'analisi dei livelli di domanda e di offerta attuali che caratterizzano due aree campione differenti, è stato possibile individuare le criticità del sistema ed adottare nuove configurazioni della rete dei servizi in grado di migliorare l'assetto attuale. Per replicare il comportamento degli utenti in rapporto alla scelta del modo di trasporto in ciascun ambito territoriale, sono stati calibrati separatamente due modelli di scelta modale, per poi arrivare, in una fase successiva, mediante l'applicazione di un

test di trasferibilità, alla calibrazione di un modello congiunto generalmente valido per i due casi di studio. Il suo utilizzo ha consentito di valutare gli effetti sull'utenza di due tipi di misure:

- un'incremento dei livelli di offerta del trasporto collettivo;
- una politica di tariffazione della sosta a destinazione.

Sono stati ipotizzati diversi scenari caratterizzati da una sola delle due misure o da entrambe. E' stato applicato il modello ed è stato individuato lo scenario "ottimo" sia in termini di utenza attratta, sia in termini di efficacia in rapporto ai costi.

Il risultato ottenuto ha permesso di stabilire che, per giungere ad un sostanziale riequilibrio della quota modale a favore del trasporto collettivo, non basta migliorare soltanto l'offerta o far pagare soltanto la sosta a destinazione, ma è necessario adottare i due tipi di provvedimenti in modo congiunto. Inoltre, è stato possibile individuare la relazione tra l'effetto dell'adozione congiunta dei due tipi di azioni e la distribuzione spaziale della domanda. Tale effetto risulta maggiore della somma degli effetti prodotti dai singoli provvedimenti laddove la domanda è fortemente polarizzata verso centri urbani di particolare rilevanza.

Il modello risulta, quindi, uno strumento che offre un valido supporto alla progettazione di reti di trasporto collettivo in ambito extraurbano.

Esso, però, presenta, alcuni limiti. Infatti, attualmente, è in grado di replicare esclusivamente il comportamento degli utenti che si spostano sistematicamente dal luogo di abitazione per il motivo lavoro. Tali circostanze impediscono di investigare i risultati prodotti dall'applicazione del modello, considerando utenti che si spostano per il motivo studio o per altri motivi, la cui sensibilità nella scelta del modo non può essere considerata pari a quella degli utenti che si spostano per il motivo lavoro.

Il metodo di valutazione delle alternative progettuali, inoltre, si basa sull'esclusiva analisi dei costi interni, trascurando i possibili impatti sull'utenza dei costi esterni, legati all'inquinamento atmosferico, alla congestione delle reti ed all'incidentalità.

BIBLIOGRAFIA

- Ceder A., Stern (1981), “*Deficit function bus scheduling with deadheading trip insertions for fleet size reduction*”, Trans. Science, Vol 17, N.4, pp 339-363.
- Ceder A. (1986), “*Methods for creating bus timetables*”, Trans. Res., Vol 21 A, pp 59-83.
- Janarthanan N., Schneider J. (1986), “*Multicriteria Evaluation of Alternative Transit System Designs*”, TRR 1064, pp. 26-34.
- Ben-Akiva, M., Bolduc D., Bradley M. (1994) “*Estimation of Travel Choice Models with a Distributed Value of Time*”, Transportation Research Record **1413**.
- Camus R. (1995), “*Un modello per l’analisi di reti di trasporto pubblico*”, in *Metodi e modelli per la pianificazione e la gestione dei sistemi di trasporto collettivo*, Franco Angeli Editore, pp. 149-166.
- Filippi F., Gori S. (1995), “*Un sistema integrato per la progettazione di una rete di trasporto pubblico*, in *Metodi e modelli per la pianificazione e la gestione dei sistemi di trasporto collettivo*, Franco Angeli Editore, pp. 52-115.
- Di Gangi M., Montella B.(1995), “*Progetto di una rete di trasporto collettivo mediante indicatori di prestazione*”, in *Metodi e modelli per la pianificazione e la gestione dei sistemi di trasporto collettivo*, Franco Angeli Editore, pp. 13-49.
- Ben-Akiva, M., Boccara B. (1995) “*Discrete Choice Models with Latent Choice Sets*”, International Journal of Research in Marketing **12**,pp 9-24.
- Nuzzolo A., Russo F. (1997), “*Modelli e metodi per l’analisi dei sistemi di trasporto*”, Franco Angeli Editore.
- Nuzzolo A., Russo F. (1997), “*Modelli per l’analisi e la simulazione dei sistemi di trasporto collettivo*”, Franco Angeli Editore.
- Cascetta E. (1998), “*Teoria e metodi dell’ingegneria dei sistemi di trasporto*”, UTET, Torino.
- Ben-Akiva M., Bowman J.L. (1998) “*Activity Based Travel Demand Model Systems*”, Equilibrium and Advanced Transportation Models, P. Marcotte and S. Nguyen, Eds., Kluwer Academic Publishers.

-
- Burkhardt J., Hedrick J. McGavock A.(1998), “*Assessment of the Economic Impacts of Rural Public Transportation*”, Transit Cooperative Research Program Report 34, Transportation Research Board (www.tcrponline.org).
 - Bowman J.L., Ben-Akiva M. (2000), “*Activity-Based disaggregate travel demand model system with activity schedules*”, Transportation Research Part A 35, Elsevier, pp 1-28.
 - de Palma A., Lindsey R. (2001), “*Optimal timetables for public transportation*”, Transportation Research Part B 35, Elsevier, pp 789-813.
 - Murray A.T. (2001), “*Strategic analysis of public transport coverage*”, Socio-Economic Planning Sciences 35, Pergamon, pp 175-188.
 - Postorino M.(2001), “*Una metodologia di analisi delle aziende di trasporto collettivo*”, in *Metodi e modelli per il Trasporto Pubblico Locale*, Franco Angeli Editore, pp. 49-62.
 - AA.VV. (2002), “*Linee Guida per la programmazione dei servizi di Trasporto Pubblico Locale*”, Progetto di rilevante interesse nazionale, Ministero dell’Istruzione, dell’Università e della Ricerca, Protocollo MM08471228, Laruffa Editore, Reggio Calabria.
 - Russo F., Musolino G., Velonà P.(2002), “*Modelli e metodi per il progetto dei sistemi di trasporto collettivo. Uno stato dell’arte*”, in *Modelli e metodi per la programmazione dei servizi di Trasporto Pubblico Locale: uno stato dell’arte*, Franco Angeli Editore, pp. 37-53.
 - D’Acierno L., Gallo M. (2002), “*La riforma del Trasporto Pubblico Locale (TPL) in Italia: il quadro normativo di riferimento*”, in *Modelli e metodi per la programmazione dei servizi di Trasporto Pubblico Locale: uno stato dell’arte*, Franco Angeli Editore, pp. 19-34.
 - Cervero R., Duncan M.(2002), *Transit’s Value Added: Effects of Light Commercial Rail Services on Commercial Land Values*, Presented at TRB Annual Meeting, 2002, available at (www.apta.com/info/briefings/cervero_duncan.pdf).
 - Karlaftis G. M., McCarthy P., (2002), “*Cost structures of public transport system: a panel data analysis*”, Transportation Research Part E 38, Elsevier, pp 1-18.
 - Gärling T., Eek D., Loukopoulos P., Fujii S., Johansson-Stenman O., Kitamura R., Pendyala R., Vilhelmson B. (2002), “*A conceptual analysis on the impact of travel demand management on private use car*”, Transport Policy 9, Elsevier, pp 59-70.

-
- Ben-Akiva M, Morikawa T.(2002), “*Comparing Ridership Attraction of Rail and Bus*,” *Transport Policy*, Vol. 9. No. 2 (www.elsevier.com/locate/tranpol), pp. 107-116.
 - Jovicic G., Hansen C.O. (2003), “*A passenger travel demand model for Copenhagen*”, *Transportation Research Part A* 37, Elsevier, pp 333-349.
 - Bresson G., Dargay J., Madre J. L., Pirotte A. (2003), “*The main determinants of the demand for public transport: a comparative analysis of England and France using shrinkage estimators*”, *Transportation Research Part A* 37, Elsevier, pp 605-627.
 - Nuzzolo A., Crisalli U., Coppola P., Rosati L., Rindone C. (2003), “*Una metodologia di analisi e progettazione dei servizi minimi di trasporto collettivo*”, in *Modelli e metodi per la programmazione dei servizi di Trasporto Pubblico Locale: Applicazioni a casi reali*, Franco Angeli Editore, pp. 38-55.
 - Montella B., D’Acierno L., Gallo M. (2003), “*I programmi Triennali dei servizi (PTS): una possibile applicazione delle Linee Guida*”, in *Modelli e metodi per la programmazione dei servizi di Trasporto Pubblico Locale: Applicazioni a casi reali*, Franco Angeli Editore, pp. 19-37.
 - Shiftan Y., Kaplan S., Hakkert S. (2003), “*Scenario building as a tool for planning a sustainable transportation system*”, *Transportation Research Part D* 8, Elsevier, pp 323-342.
 - Petiot R. (2004), “*Parking enforcement and travel demand management*”, *Transport Policy* 11, Elsevier, pp 399-411.
 - Jørgensen F., Pedersen P.A. (2004), “*Travel distance and optimal transport policy*”, *Transportation Research Part B* 38, Elsevier, pp 415-430.
 - Balaker, T (2004) “*Past Performance Vs. Future Hopes: Will Urban Rail Improve Mobility In North Carolina?*”, Policy Study 321, Reason Public Policy Foundation (www.rppi.org/ps321.pdf).
 - Loukopoulos P., Gärling T., Vilhelmson B. (2005), “*Mapping the potential consequences of car – use reduction in urban areas*”, *Journal of Transport Geography* 13, Elsevier, pp 135-150.
 - Litman, T. (2005), “*Well Measured: Developing Indicators for Comprehensive and Sustainable Transport Planning*” , VTPI (www.vtpi.org).
-

-
- Vande Walle S., Steenberghen T. (2006), *"Space and Time Related Determinants of Public Transport use in trip chain"*, Transportation Research Part A, Elsevier, pp 151- 162.
 - AA.VV. (2006), *"Sistemi di trasporto collettivo avanzati a media potenzialità: analisi funzionali ed economico-finanziarie"*, Progetto di rilevante interesse nazionale, Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca, Anno 2002, Protocollo 2002081937, Laruffa Editore.

Quadro normativo comunitario

- Regolamento CEE n. 1191/69 del 26 giugno 1969 *"Regolamento relativo all'azione degli Stati membri in materia di obblighi inerenti alla nozione di servizio pubblico nel settore dei trasporti per ferrovia, su strada e per via navigabile"*.
- Regolamento CEE n. 1893/91 del 27 giugno 1991 *"Regolamento che modifica il regolamento (CEE) n. 1191/69 relativo agli Stati membri in materia di obblighi inerenti alla nozione di servizio pubblico nel settore dei trasporti per ferrovia, su strada e per via navigabile"*.
- Direttiva 91/440/CEE del 29 luglio 1991 *"Direttiva relativa allo sviluppo delle ferrovie comunitarie"*.

Quadro normativo nazionale

- Legge n. 151 del 10 aprile 1981 *"Legge quadro per l'ordinamento, la ristrutturazione ed il potenziamento dei trasporti pubblici locali. Istituzione del fondo nazionale per il ripiano dei disavanzi di esercizio e per gli investimenti nel settore"*.
- Legge n. 59 del 15 marzo 1997 *"Delega al governo per il conferimento di funzioni e compiti alle regioni ed agli enti locali, per la riforma della Pubblica Amministrazione e per la semplificazione amministrativa"*.
- Decreto Legislativo n. 422 del 19 novembre 1997 *"Conferimento alle regioni ed agli enti locali di funzioni e compiti in materia di trasporto pubblico locale, a norma dell'articolo 4, comma 4, della legge 15 marzo 1997, n. 59"*.

Quadro normativo regionale

- Regione Abruzzo – Legge Regionale n. 152 del 23 dicembre 1998 “*Norme per il trasporto pubblico locale*”.
- Regione Basilicata – Legge Regionale n. 22 del 27 luglio 1998 “*Riforma del trasporto pubblico regionale in attuazione del decreto legislativo del 19.11.1997, n.422*”; Legge Regionale n. 2 del 02 febbraio 2000 “*Integrazioni e modificazioni della L.R. n.22/1998 in materia di riforma del trasporto pubblico regionale e locale. Recepimento del D.L. 20-9-1999 n.400*”.
- Regione Calabria – Legge Regionale n. 23 del 7 agosto 1999 “*Norme per il trasporto pubblico locale*”; Legge Regionale n. 36 del 29 dicembre 2004 “*Modifiche alla Legge Regionale 7 agosto 1999, n. 23, recante: Norme per il trasporto pubblico locale*”.
- Regione Campania – Legge Regionale n. 3 del 28 marzo 2002 “*Riforma del trasporto pubblico locale e sistemi di mobilità della Regione Campania*”; Legge Regionale n. 5 del 26 marzo 2004 “*Modifiche dell’articolo 46 della legge regionale 28 marzo 2002, n. 3: Riforma del trasporto pubblico locale e sistemi di mobilità della Regione Campania*”.
- Regione Emilia Romagna – Legge Regionale n. 30 del 2 ottobre 1998 “*Disciplina generale del trasporto regionale e locale*”; Legge Regionale n. 8 del 28 aprile 2003 “*Modifiche e integrazioni della legge regionale 2 ottobre 1998, n. 30 (Disciplina generale del trasporto regionale e locale) e interventi per l’incentivazione dei mezzi di trasporto a basso impatto ambientale*”.
- Regione Lazio – Legge Regionale n. 30 del 16 luglio 1998 “*Disposizioni in materia di trasporto pubblico locale*”; Legge Regionale n. 16 del 16 giugno 2003 “*Modifiche alla legge regionale del 16 luglio 1998, n. 30, recante disposizioni in materia di trasporto pubblico locale*”.
- Regione Liguria – Legge Regionale n. 31 del 9 settembre 1998 “*Norme in materia di trasporto pubblico locale*”; Legge Regionale n. 17 del 17 giugno 2003 “*Modifiche ed integrazioni alla legge regionale 9 settembre 1998, n. 31(Norme in materia di trasporto pubblico locale)*”.
- Regione Lombardia – Legge Regionale n. 22 del 29 ottobre 1998 “*Riforma del trasporto pubblico locale in Lombardia*”; Legge Regionale n. 1 del 12 gennaio 2002 “*Interventi per lo sviluppo del trasporto pubblico regionale e locale*”; Legge Regionale n. 25 del 9 dicembre 2003 “*Interventi in materia di trasporto pubblico locale e di viabilità*”.

-
- Regione Marche – Legge Regionale n. 45 del 24 dicembre 1998 “*Norme per il riordino del trasporto pubblico locale e regionale*”.
 - Regione Molise – Legge Regionale n. 19 del 24 marzo 2000 “*Norme integrative della disciplina in materia di trasporto pubblico locale*”.
 - Regione Piemonte – Legge Regionale n. 1 del 4 gennaio 2000 “*Norme in materia di trasporto pubblico locale, in attuazione del decreto legislativo 19.11.1997, n.422*”; Legge Regionale n. 17 del 19 luglio 2004 “*Modifiche alla legge regionale 4 gennaio 2000, n. 1 (Norme in materia di trasporto pubblico locale, in attuazione del decreto legislativo 19.11.1997, n.422)*”.
 - Regione Puglia – Legge Regionale n. 13 del 25 marzo 1999 “*Testo unico sulla disciplina del trasporto pubblico di linea*”.
 - Regione Puglia – Legge Regionale n. 20 del 30 novembre 2000 “*Conferimento di funzioni e compiti amministrativi nelle materie delle opere pubbliche, viabilità e trasporti*”; Legge Regionale n. 18 del 31 ottobre 2002 “*Testo unico sulla disciplina del trasporto pubblico locale*”.
 - Regione Toscana – Legge Regionale n. 42 del 31 luglio 1998 “*Norme per il Trasporto Pubblico Locale*”; Legge Regionale n. 55 del 22 ottobre 2004 “*Modifiche alla legge regionale 31 luglio 1998, n. 42 (Norme per il Trasporto Pubblico Locale)*”.
 - Regione Umbria – Legge Regionale n. 37 del 12 ottobre 1998 “*Norme in materia di trasporto pubblico locale in attuazione del decreto legislativo 19.11.1997, n.422*”; Legge Regionale n. 42 del 22 dicembre 2000 “*Modificazioni ed integrazioni della L.R. 18.11.1998, n. 37 - Norme in materia di trasporto pubblico locale in attuazione del decreto legislativo 19.11.1997, n.422*”; Legge Regionale n.3 del 27 marzo 2002 “*Ulteriori modificazioni ed integrazioni della L.R. 18.11.1998, n. 37 - Norme in materia di trasporto pubblico locale in attuazione del decreto legislativo 19.11.1997, n.422*”.
 - Regione Veneto – Legge Regionale n. 25 del 30 ottobre 1998 “*Disciplina ed organizzazione del trasporto pubblico locale*”; Legge regionale n. 4 del 1 febbraio 2001 “*Modifiche ed integrazioni alla Legge Regionale n. 25 del 30 ottobre 1998 «Disciplina ed organizzazione del trasporto pubblico locale»*”.

RINGRAZIAMENTI

Con grande soddisfazione ho raggiunto un traguardo importante della mia vita: sono arrivato alla conclusione della mia attività di dottorato e voglio ringraziare tutti coloro che hanno contribuito alla realizzazione del mio lavoro.

Il mio più grande e sincero ringraziamento è rivolto al mio tutor, il Prof. Demetrio Carmine Festa. Mi ritengo davvero onorato di aver collaborato con lui e soprattutto fortunato per gli innumerevoli insegnamenti che mi ha trasmesso e per il costante supporto didattico e morale che mi ha fornito.

Ringrazio, inoltre, il Prof. Sergio d'Elia, coordinatore del corso di dottorato, il Prof. Vittorio Astarita e la Prof. Gabriella Mazzulla per la loro estrema disponibilità.

Esprimo la mia profonda gratitudine a tutto il personale non docente del Dipartimento di Pianificazione Territoriale, il cui lavoro quotidiano risulta indispensabile per la buona riuscita di ogni attività del dipartimento.

Infine, ringrazio Piero e Vincenzo che oltre ad essere miei colleghi, si sono sempre dimostrati degli amici "veri", il mio vulcanico collega ed amico Walter e i miei colleghi Mario e Laura con cui condivido molti momenti della mia giornata.

Grazie di cuore a tutti.