

**PROGETTO DI RILEVANTE INTERESSE NAZIONALE**  
Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca  
MM08471228

# Linee Guida per la programmazione dei servizi di Trasporto Pubblico Locale



Dipartimento di Ingegneria dei Trasporti "Luigi Tocchetti"  
Università di Napoli "Federico II"



Dipartimento di Informatica, Matematica, Elettronica e Trasporti  
Università Mediterranea di Reggio Calabria



Dipartimento di Ingegneria Civile  
Università di Roma "Tor Vergata"



Dipartimento di Scienze dell'Ingegneria Civile  
Università di Roma Tre



Dipartimento di Ingegneria Civile  
Università di Salerno



Dipartimento di Ingegneria Civile  
Università di Trieste

## **Composizione delle unità operative\***

### **Unità operative**

Università di Napoli "Federico II"

Responsabile: Ennio Cascetta\*\*, Bruno Montella

Marino de Luca

Gaetano Galante

Mariano Gallo

Andrea Papola

Luca D'Acerno

Università Mediterranea di Reggio Calabria

Responsabile: Francesco Russo

Domenico Gattuso

Maria Nadia Postorino

Antonino Vitetta

Giuseppe Musolino

Pietro Velonà

Giulia Carbone

Antonio Cartisano

Angela Chindemi

Antonio Comi

Università di Roma "Tor Vergata"

Responsabile: Agostino Nuzzolo

Gennaro N. Bifulco

Umberto Crisalli

Pierluigi Coppola

Corrado Rindone

Università di Roma Tre

Responsabile: Stefano Gori

Stefano Carrese

Gaetano Fusco

Ernesto Cipriani

Università di Salerno

Responsabile: Giulio E. Cantarella

Massimo Di Gangi (Università della Basilicata)

Stefano de Luca

Università di Trieste

Responsabile: Roberto Camus

Fabio Santorini

Giovanni Longo

Giulio Bernetti

Laura Tassan Zanin

### **Coordinamento nazionale**

Università Mediterranea di Reggio Calabria

Responsabile: Francesco Russo

\*al Giugno 2002

\*\* da Giugno 2000 Ennio Cascetta è in aspettativa

La normativa italiana relativa al Trasporto Pubblico Locale (TPL) ha subito nel corso degli ultimi anni notevoli modificazioni, non sempre accompagnate da specificazioni operative che consentissero di coniugare in via diretta le preposizioni normative e i saperi nell'ambito della cultura trasportistica. A tal fine un gruppo di Dipartimenti universitari italiani ha ritenuto necessario presentare al MIUR un progetto di ricerca che abbia come obiettivo generale la proposizione di Linee Guida per la programmazione dei servizi di Trasporto Pubblico Locale. È stata, pertanto, avviata una collaborazione sistematica tra Dipartimenti universitari collocati in parti del territorio nazionale profondamente diverse, attività che costituisce in sé un risultato. E' stato formato un gruppo di lavoro composto da sei unità operative (vedi tabella), i cui responsabili scientifici sono: R. Camus, G.E. Cantarella, E. Cascetta, S. Gori, B. Montella, A. Nuzzolo, F. Russo. Il coordinamento nazionale del progetto è affidato a F. Russo.

#### Unità operative partecipanti alla ricerca

Università	Dipartimento	Responsabile scientifico	Personale compon.*
Napoli "Federico II"	Ingegneria dei Trasporti	E. Cascetta**, B. Montella	5
Reggio Cal. Mediterranea	Infor., Mat., Elettr. e Trasporti	F. Russo	9
Roma "Tor Vergata"	Ingegneria Civile	A. Nuzzolo	4
Roma Tre	Scienze dell'Ingegneria Civile	S. Gori	3
Salerno	Ingegneria Civile	G. E. Cantarella	2
Trieste	Ingegneria Civile	R. Camus	4

\* al Giugno 2002

\*\* da Giugno 2000 E. Cascetta è in aspettativa

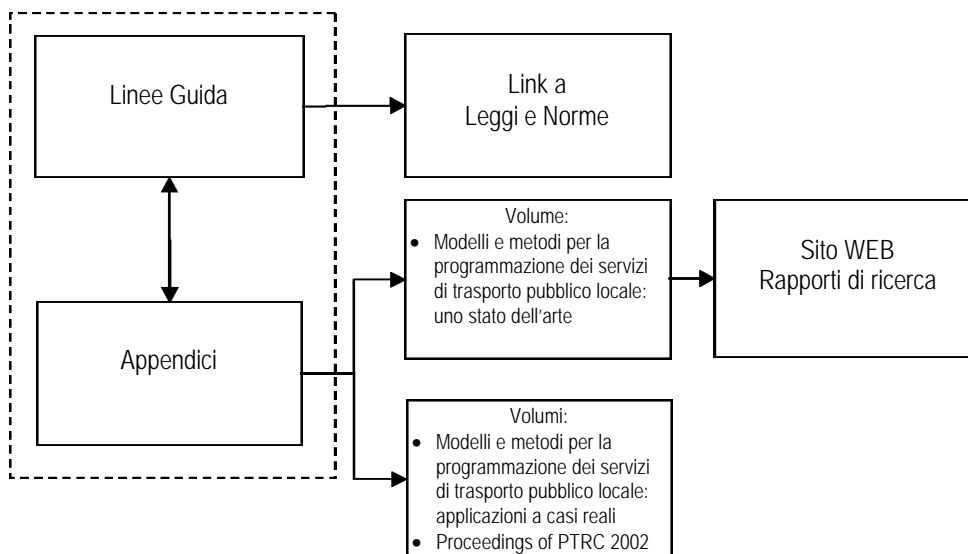
Il progetto, di durata biennale, è stato predisposto nella Primavera 2000 ed, avendo superato il giudizio dei 'referee', è stato avviato nel Dicembre 2000. Il lavoro svolto è ampio ed articolato ed è scandito dalla produzione di differenti elaborati in relazione agli obiettivi operativi prefissati.

Il primo obiettivo, conseguito nel semestre I della ricerca, è quello di redigere uno stato dell'arte che comprenda sia lo stato delle esperienze regionali italiane nell'applicazione della riforma sia lo stato dell'arte della letteratura che consenta di individuare metodi e modelli necessari per supportare la programmazione dei servizi di Trasporto Pubblico Locale. I risultati sono pubblicati nel volume "Modelli e metodi per la programmazione dei servizi di trasporto pubblico locale: uno stato dell'arte" (FrancoAngeli).

Il secondo obiettivo, conseguito nei semestri II e III della ricerca, è relativo all'analisi e alla definizione di modelli, metodi e procedure che possano consentire di simulare in maniera valida il sistema su cui si attiva il processo di Programmazione dei Servizi. I risultati relativi a questa parte del lavoro sono riportati in varie pubblicazioni nazionali ed internazionali. Una sintesi generale di tutti i lavori è stata presentata in una sessione speciale del Convegno della Società Italiana dei Docenti di Trasporto svoltosi a Reggio Calabria nel Dicembre 2002, tale sintesi viene riportata nel volume "Modelli e metodi per la programmazione dei servizi di trasporto pubblico locale: applicazioni a casi reali". Una sintesi delle applicazioni, relative alla sperimentazione delle metodologie proposte in un bacino omogeneo, è riportata nei proceedings del Convegno PTRC-ETC 2002.

Il terzo obiettivo è relativo alla predisposizione di un documento operativo sintetico che definisca delle Linee Guida per la programmazione dei servizi di Trasporto Pubblico Locale. Tale obiettivo è stato perseguito durante l'intero periodo della ricerca e sostanziato nel semestre IV ed il presente volume ne è il risultato. La bozza di lavoro del presente volume è stata inviata nell'Autunno 2002 a tutte le Amministrazioni Regionali e Provinciali italiane, che sono le destinatarie finali principali del presente lavoro, per riceverne commenti e/o integrazioni. L'opportunità di tenere conto di tutti i numerosi suggerimenti ricevuti nel semestre IV, anche da colleghi ed esperti del settore, ha consentito di adeguare il documento a varie esperienze. Il volume si propone, quindi, come esposizione delle esperienze consolidate e nel contempo come strumento di lavoro in costante aggiornamento.

La correlazione tra i vari elaborati prodotti nel corso della ricerca è presentata in figura; da essa si evidenzia la stretta relazione tra le Linee Guida e le Appendici alle stesse che ne costituiscono parte integrante ed esplicativa.



Per approfondimenti delle indicazioni fornite nelle Appendici relativamente al quadro generale dei modelli e delle procedure, si rinvia alle note specifiche prodotte dalle singole unità operative raccolte nei volumi FrancoAngeli ed ai rapporti di ricerca disponibili presso i Dipartimenti sedi delle unità operative. I documenti principali della ricerca sono disponibili nel sito <http://last.unirc.it>; in esso è stata inoltre predisposta una pagina WEB con i link ai siti del Parlamento e delle Regioni relativi a Leggi e Norme sul Trasporto Pubblico Locale.

**PROGETTO DI RILEVANTE INTERESSE NAZIONALE**  
Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca  
MM08471228

# Linee Guida per la programmazione dei servizi di Trasporto Pubblico Locale



**Dipartimento di Ingegneria dei Trasporti "Luigi Tocchetti"**  
**Università di Napoli "Federico II"**



**Dipartimento di Informatica, Matematica, Elettronica e Trasporti**  
**Università Mediterranea di Reggio Calabria**



**Dipartimento di Ingegneria Civile**  
**Università di Roma "Tor Vergata"**



**Dipartimento di Scienze dell'Ingegneria Civile**  
**Università di Roma Tre**



**Dipartimento di Ingegneria Civile**  
**Università di Salerno**



**Dipartimento di Ingegneria Civile**  
**Università di Trieste**

Publicato con il contributo del Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca (MIUR) nell'ambito del Progetto di Rilevante Interesse Nazionale "Redazione delle linee guida per la programmazione dei servizi di Trasporto Pubblico Locale" (protocollo MM08471228 Area 08 – Ingegneria Civile ed Architettura), dell'Università degli Studi Mediterranea di Reggio Calabria e del Dipartimento di Informatica, Matematica, Elettronica e Trasporti (DIMET).

## **Composizione delle unità operative\***

### **Unità operative**

Università di Napoli "Federico II"

Responsabile: Ennio Cascetta\*\*, Bruno Montella

Marino de Luca

Gaetano Galante

Mariano Gallo

Andrea Papola

Luca D'Acerno

Università Mediterranea di Reggio Calabria

Responsabile: Francesco Russo

Domenico Gattuso

Maria Nadia Postorino

Antonino Vitetta

Giuseppe Musolino

Pietro Velonà

Giulia Carbone

Antonio Cartisano

Angela Chindemi

Antonio Comi

Università di Roma "Tor Vergata"

Responsabile: Agostino Nuzzolo

Gennaro N. Bifulco

Umberto Crisalli

Pierluigi Coppola

Corrado Rindone

Università di Roma Tre

Responsabile: Stefano Gori

Stefano Carrese

Gaetano Fusco

Ernesto Cipriani

Università di Salerno

Responsabile: Giulio E. Cantarella

Massimo Di Gangi (Università della Basilicata)

Stefano de Luca

Università di Trieste

Responsabile: Roberto Camus

Fabio Santorini

Giovanni Longo

Giulio Bernetti

Laura Tassan Zanin

### **Coordinamento nazionale**

Università Mediterranea di Reggio Calabria

Responsabile: Francesco Russo

\*al Giugno 2002

\*\* da Giugno 2000 Ennio Cascetta è in aspettativa



**INDICE**

<b>1. IL QUADRO DI RIFERIMENTO NORMATIVO</b>	pag.	11
1.1. LA NORMATIVA COMUNITARIA	“	11
1.2. LA NORMATIVA ITALIANA	“	11
1.3. LE NORMATIVE REGIONALI	“	15
<b>2. LA STRUTTURA DELLA PROGRAMMAZIONE</b>	“	17
2.1. IL PIANO REGIONALE DEI TRASPORTI	“	18
2.2. IL PIANO DI BACINO	“	19
2.3. LA PROGRAMMAZIONE DEI SERVIZI MINIMI	“	19
2.4. IL PROGRAMMA TRIENNALE DEI SERVIZI	“	21
<b>3. I SERVIZI MINIMI</b>	“	23
3.1. ASPETTI GENERALI	“	23
3.2. L'INDIVIDUAZIONE DEI BACINI DI TRAFFICO	“	24
3.3. L'ANALISI DELLA DOMANDA DI MOBILITA'	“	24
3.4. L'ANALISI DELL'OFFERTA DI TRASPORTO	“	25
3.5. L'ANALISI DELL'INTERAZIONE DOMANDA-OFFERTA	“	26
3.6. LA DEFINIZIONE DEI SERVIZI MINIMI	“	27
<b>4. I PROGRAMMI TRIENNALI DEI SERVIZI</b>	“	29
4.1. GLI INDIRIZZI PER LA REDAZIONE DEI PROGRAMMI TRIENNALI DEI SERVIZI	“	29
4.1.1. <i>Il processo logico–decisionale della redazione dei PTS</i>	“	30
4.1.2. <i>L'integrazione modale e tariffaria</i>	“	32
4.1.3. <i>Le risorse da destinare all'esercizio</i>	“	35
4.1.4. <i>Le risorse da destinare agli investimenti</i>	“	36
4.1.5. <i>Le modalità di determinazione delle tariffe</i>	“	36
4.1.6. <i>I contratti di servizio</i>	“	37
4.1.7. <i>Il sistema di monitoraggio</i>	“	37
4.1.8. <i>I criteri per la riduzione della congestione e dell'inquinamento ambientale</i>	“	39
4.2. LE METODOLOGIE PER L'APPROVAZIONE DEI PROGRAMMI TRIENNALI DEI SERVIZI	“	39
<b>APPENDICE A. LE METODOLOGIE DI REDAZIONE DEI PROGRAMMI TRIENNALI DEI SERVIZI</b>		
<b>A.1. IL PROGETTO DEI SERVIZI URBANI ED EXTRAURBANI</b>	“	43
A.1.1. PREMessa	“	43
A.1.2. LE METODOLOGIE DI PROGETTO	“	43
<b>A.2. I CRITERI E LE METODOLOGIE PER IL PROGETTO DEGLI ITINERARI E DELLE FREQUENZE</b>	“	47
A.2.1. PREMessa	“	47
A.2.2. GLI OBIETTIVI	“	47
A.2.3. I VINCOLI	“	48

A.2.4. LE VARIABILI DI PROGETTO	“ 48
A.2.5. LE METODOLOGIE PER LA PROGETTAZIONE DEGLI ITINERARI E DELLE FREQUENZE	“ 49
A.2.5.1. <i>Le metodologie per l'ambito urbano</i>	“ 50
A.2.5.2. <i>Le metodologie per l'ambito metropolitano</i>	“ 51
A.2.5.3. <i>Le metodologie per l'ambito comprensoriale/extraurbano</i>	“ 53
A.2.5.4. <i>Le metodologie per i servizi aggiuntivi</i>	“ 54
<b>A.3. I CRITERI E LE METODOLOGIE PER IL PROGETTO DELL'INTEGRAZIONE MODALE E TARIFFARIA (ORARI, TARIFFE)</b>	“ 55
A.3.1. PREMessa	“ 55
A.3.2. GLI OBIETTIVI	“ 55
A.3.3. I VINCOLI	“ 56
A.3.4. LE VARIABILI DI PROGETTO	“ 56
A.3.5. LE METODOLOGIE PER L'INTEGRAZIONE DELLE LINEE	“ 57
A.3.5.1. <i>Il ruolo e la funzione dei centri di interscambio</i>	“ 57
A.3.5.2. <i>La localizzazione dei nodi di interscambio</i>	“ 58
A.3.6. LE METODOLOGIE PER IL COORDINAMENTO DEGLI ORARI	“ 58
A.3.7. LE METODOLOGIE PER LA PROGETTAZIONE DELLA STRUTTURA TARIFFARIA	“ 59
A.3.7.1. <i>La definizione della struttura complessiva dell'area “integrata”</i>	“ 59
A.3.7.2. <i>La definizione della struttura tariffaria</i>	“ 60
A.3.7.3. <i>La definizione della struttura commerciale</i>	“ 61
A.3.7.4. <i>Il confronto fra ipotesi alternative</i>	“ 61
A.3.7.5. <i>I rapporti fra gestori associati</i>	“ 61
A.3.7.6. <i>I sistemi di convalida e controllo e relative tecnologie</i>	“ 63
A.3.7.7. <i>Le metodologie relative all'ambito extraurbano</i>	“ 64

**APPENDICE B. LE METODOLOGIE PER LA VERIFICA DEI PROGRAMMI TRIENNALI DEI SERVIZI**

<b>B.1. I METODI PER LA SIMULAZIONE DEGLI EFFETTI DEI PROGRAMMI TRIENNALI</b>	“ 67
B.1.1. PREMessa	“ 67
B.1.2. L'ANALISI DEI DATI DI DOMANDA - I LIVELLI “RIGIDI” DELLA MOBILITÀ	“ 68
B.1.3. LA SIMULAZIONE/PREVISIONE DEGLI EFFETTI ATTESI	“ 69
B.1.3.1. <i>I modelli per la simulazione dei comportamenti di mobilità</i>	“ 70
B.1.3.1.1. <i>I modelli di comportamento rispetto alla scelta modale</i>	“ 70
B.1.3.1.2. <i>I modelli di comportamento rispetto alle scelte sulla rete di trasporto</i>	“ 72
B.1.3.1.3. <i>La coerenza tra modelli di scelta modale e modelli di comportamento su rete</i>	“ 76
B.1.3.1.4. <i>I modelli per la simulazione dei fenomeni d'interscambio</i>	“ 76
B.1.3.2. <i>I modelli per la simulazione dell'offerta</i>	“ 77
B.1.3.2.1. <i>I modelli per l'approccio “per linee”</i>	“ 79
B.1.3.2.2. <i>I modelli per l'approccio “per corse”</i>	“ 80
B.1.3.2.3. <i>I modelli per la simulazione dell'offerta di interscambio</i>	“ 81

<i>B.1.3.3. I modelli per la determinazione dei flussi delle reti (assegnazione)</i>	“	81
B.1.3.3.1. I modelli per l’assegnazione alle reti di trasporto pubblico	“	83
B.1.3.3.2. La coerenza tra modelli d’assegnazione alle reti di trasporto individuale e pubblico	“	85
B.1.3.3.3. I modelli d’assegnazione per la simulazione dell’interscambio	“	85
<b>B.2. LA VALUTAZIONE DEGLI IMPATTI</b>	“	87
B.2.1. PREMessa	“	87
B.2.2. L’ANALISI DEI COSTI E DEI RICAVI	“	87
<i>B.2.2.1. La quantificazione delle risorse necessarie per effettuare il programma triennale</i>	“	87
B.2.2.1.1. Il modello aggregato di calcolo dei costi	“	88
B.2.2.1.2. La definizione di costo operativo	“	89
B.2.2.1.3. Il modello disaggregato di calcolo del costo operativo	“	89
<i>B.2.2.2 L’analisi dei ricavi attuabili dai risultati della simulazione degli effetti</i>	“	90
B.2.3 L’ANALISI DEL RENDIMENTO ECONOMICO DI UN PROGRAMMA DI ESERCIZIO	“	91
B.2.4. LA DEFINIZIONE DEGLI INDICATORI DI EFFICIENZA E DI EFFICACIA	“	92
B.2.5. LE METODOLOGIE DI VALUTAZIONE COMPARATA	“	94
B.2.6. LA VALUTAZIONE DELLE ESTERNALITÀ	“	95
<b>B.3. LE METODOLOGIE PER IL MONITORAGGIO DEI SERVIZI</b>	“	97
B.3.1. PREMessa	“	97
B.3.2. LA STRUTTURA LOGICA DEL SISTEMA	“	97
B.3.3. L’IMPLEMENTAZIONE FISICA DEL SISTEMA	“	99
<b>B.4. LA STRUTTURAZIONE DEI DATI PER I SERVIZI DI TPL</b>	“	101
B.4.1. PREMessa	“	101
B.4.2. IL MODELLO CONCETTUALE DI DATI	“	101
B.4.3. L’INFORMAZIONE STRUTTURATA NELLA PROGRAMMAZIONE DEL TPL	“	102



## 1. IL QUADRO DI RIFERIMENTO NORMATIVO

Negli ultimi anni sono state introdotte a livello comunitario, nazionale e regionale alcune norme in materia di Trasporto Pubblico Locale (TPL)<sup>1</sup> che hanno profondamente modificato il settore. Gli aspetti principali di tale riforma riguardano il trasferimento di mansioni (compiti di programmazione e di amministrazione) dallo Stato alle Regioni e agli Enti Locali, l'utilizzazione di nuove procedure per l'affidamento dei servizi (passaggio dal regime concessorio a quello concorsuale) e 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).

### 1.1. LA NORMATIVA COMUNITARIA

La normativa italiana in materia di TPL fa espressamente riferimento ad alcune norme dell'Unione Europea. Tali norme possono essere classificate secondo due filoni:

1. norme riguardanti le caratteristiche, la struttura e la gestione del TPL;
2. norme relative alle procedure di aggiudicazione degli appalti.

Alla prima categoria appartengono il Regolamento 1191/69/CEE, il Regolamento 1893/91/CEE e la Direttiva 91/440/CEE.

Il Regolamento CEE n.1191/69 (modificato dal Regolamento CEE n.1893/91) definisce gli obblighi di servizio pubblico e i principi comuni per la soppressione o il mantenimento degli obblighi di servizio pubblico da parte delle autorità competenti degli Stati membri. Tale regolamento introduce, inoltre, il concetto di "contratto di servizio pubblico" definito come un *contratto concluso fra le autorità competenti di uno Stato membro e un'impresa di trasporto allo scopo di fornire alla collettività servizi di trasporto sufficienti* (art.14).

La Direttiva 91/440/CEE introduce, nel trasporto ferroviario, l'indipendenza gestionale delle imprese, la separazione tra la gestione dell'infrastruttura e l'attività di trasporto (la gestione dell'esercizio), il risanamento finanziario delle imprese pubbliche esistenti, la liberalizzazione dell'accesso all'uso dell'infrastruttura.

Le norme relative alle procedure di aggiudicazione degli appalti sono contenute nelle seguenti Direttive: 90/531/CEE, 92/50/CEE, 93/36/CEE, 93/37/CEE e 93/38/CEE (modificata dalla 98/4/CEE).

### 1.2. LA NORMATIVA ITALIANA

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

---

<sup>1</sup> Nel prosieguo di questo documento verranno indicati, per semplicità espositiva, come servizi di trasporto *pubblico* tutti i servizi di trasporto collettivo, a prescindere dalla natura (pubblica o privata) degli enti esercenti il servizio stesso. Analogamente, con trasporto *privato* ci si riferirà, se non specificato diversamente, alla mobilità individuale.

Le prime norme che, in accordo con i predetti articoli della Carta Costituzionale, delegano alle Regioni parte delle funzioni amministrative relative ai servizi di Trasporto Pubblico Locale risalgono agli anni 70 ma è necessario giungere alla seconda metà degli anni 90 per avere una profonda trasformazione del settore.

La Legge 59/97, nota anche come “*Legge Bassanini*”, all’art. 4, come successivamente modificato dall’art.7 della Legge 127/97 (Legge Bassanini bis):

- delega alle Regioni i compiti di programmazione e amministrazione in materia di servizi pubblici di trasporto di interesse regionale e locale;
- attribuisce alle stesse il compito di definire, d’intesa con gli Enti Locali, il livello dei *servizi minimi*<sup>2</sup> “qualitativamente e quantitativamente sufficienti a soddisfare la domanda di mobilità dei cittadini, con costi a carico dei bilanci regionali”;
- definisce le modalità per incentivare il superamento degli assetti monopolistici nella gestione dei servizi di trasporto urbano ed extraurbano ed introduce regole di concorrenzialità nel periodo di affidamento dei servizi;
- prevede che le Regioni e gli Enti Locali regolino l’esercizio dei servizi mediante *contratti di servizio pubblico* che abbiano caratteristiche di certezza finanziaria e copertura di bilancio e che garantiscano, entro il 1° gennaio 2000, il conseguimento di un rapporto pari a 0,35 tra costi operativi<sup>3</sup> e ricavi da traffico;
- definisce le modalità di subentro delle Regioni, entro il 1 gennaio 2000, al contratto di servizio pubblico tra Stato e “Ferrovie dello Stato S.p.A.” per servizi di interesse regionale e locale.

Il D. Lgs. 422/97, in attuazione della Legge n.59/97, *individua le funzioni e 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* (art.1 comma 1).

In tale decreto viene fornita la seguente definizione di Trasporto Pubblico Locale: *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 o periodico con itinerari, orari, frequenze e tariffe prestabilite, ad accesso generalizzato, nell’ambito di un territorio di dimensione normalmente regionale o infraregionale* (art.1 comma 2).

Con questo decreto si stabilisce il trasferimento alle Regioni di tutti i compiti e tutte le funzioni relativi ai servizi di trasporto di interesse regionale e locale; le Regioni, a loro volta, conferiscono alle Province, ai Comuni ed agli altri Enti Locali, tutte le funzioni ed i compiti regionali in materia di TPL *che non richiedono l’unitario esercizio a livello regionale* (art.7 comma 1). Sono delegate, inoltre, alle Regioni anche le funzioni ed i compiti di programmazione e amministrazione inerenti le ferrovie in gestione commissariale, le ferrovie in concessione a soggetti diversi dalle “Ferrovie dello Stato S.p.A.” ed i servizi ferroviari in concessione alle “Ferrovie dello Stato S.p.A.” di interesse regionale e locale.

---

<sup>2</sup> Per una definizione dei servizi minimi si rinvia al capitolo 3.

<sup>3</sup> Per una definizione di costi operativi si rinvia all’Appendice B.

Le competenze dello Stato sono ridotte solo ad alcune materie di interesse generale: grandi reti infrastrutturali, servizi di interesse nazionale, sicurezza, linee guida per la tutela dell'ambiente, servizi internazionali.

L'art.7 (comma 3) impone, inoltre, alle Regioni un limite di 6 mesi dalla data di entrata in vigore del decreto, per l'adozione della legge di puntuale individuazione delle funzioni trasferite o delegate agli Enti Locali; in caso contrario il Governo è delegato ad emanare, entro i successivi 90 giorni, sentite le Regioni inadempienti, uno o più decreti legislativi di ripartizione di funzioni tra Regioni ed Enti Locali le cui disposizioni si applicano fino alla data di entrata in vigore della legge regionale (Legge n. 59/97, art.4 comma 5).

Infatti, il D. Lgs. 345/98 stabilisce, per le Regioni inadempienti a quella data (Piemonte, Lombardia, Veneto, Umbria, Marche, Molise, Campania, Puglia e Calabria) a partire dal 1 gennaio 1999 fino all'entrata in vigore di ciascuna legge regionale, che: le Regioni esercitino le funzioni amministrative delegate (ai sensi del D. Lgs. 422/97) relative ai servizi ferroviari, servizi marittimi e servizi aerei; le Province esercitino le funzioni amministrative relative ai servizi automobilistici, a guida vincolata in sede propria (diversi da quelli ferroviari) e di navigazione interna e i Comuni esercitino tutte le funzioni amministrative relative ai servizi di trasporto pubblico che si svolgono interamente nell'ambito del comune stesso.

Nel D. Lgs. 422/97 è previsto, inoltre, che nell'esercizio dei compiti di programmazione, le Regioni (art.14 commi 2, 3 e 4) definiscano gli indirizzi per la pianificazione dei trasporti locali ed in particolare per i Piani di Bacino (PdB), redigano i Piani Regionali dei Trasporti (PRT), tenendo conto della programmazione degli Enti Locali ed in particolare dei Piani di Bacino predisposti dalle Province e, ove esistenti, dalle Città metropolitane<sup>4</sup> ed approvino i Programmi Triennali dei Servizi (PTS) di Trasporto Pubblico Locale; questi ultimi individuano: la rete e l'organizzazione dei servizi, l'integrazione modale e tariffaria, le risorse da destinare all'esercizio e agli investimenti, le modalità di determinazione delle tariffe, le modalità di attuazione e revisione dei contratti di servizio pubblico, il sistema di monitoraggio dei servizi e i criteri per la riduzione della congestione e dell'inquinamento ambientale. Inoltre, le Regioni hanno il compito di stabilire se sia conveniente garantire la mobilità nelle zone a domanda debole mediante modalità particolari di espletamento del servizio di linea.

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 tra le reti di trasporto, del pendolarismo scolastico e lavorativo, della fruibilità dei servizi da parte degli utenti per l'accesso ai vari servizi amministrativi, socio-sanitari e culturali, e delle esigenze di riduzione della congestione e dell'inquinamento.

E' necessario evidenziare che il trasferimento alle Regioni (decentramento amministrativo) comporta non solo dei diritti, quali la gestione del servizio, ma anche dei doveri in quanto

---

<sup>4</sup> Le Città metropolitane, istituite da leggi regionali secondo quanto disposto dalla Legge n.142 del 8 giugno 1990 "Ordinamento delle autonomie locali", hanno funzioni amministrative analoghe a quelle di competenza provinciale ed in particolare hanno competenza in materia di *viabilità, traffico e trasporti* (L. 142/90 art.19 comma 1 lettera b) quando tali funzioni assumono *carattere sovracomunale o debbono, per ragioni di economicità ed efficienza essere svolte in forma coordinata nell'area metropolitana* (L. 142/90 art.19 comma 1). L'istituzione dell'Area metropolitana (area nella quale la Città metropolitana svolge le proprie funzioni amministrative), se essa non coincide con il territorio di una Provincia, richiede una *nuova delimitazione delle circoscrizioni provinciali [...] o l'istituzione di nuove Province considerando l'area metropolitana come territorio di una nuova Provincia* (L.142/90 art.17 comma 3).

eventuali necessità di ripiani di bilancio sono a carico non più dello Stato ma delle Regioni stesse che sono responsabili sia del servizio offerto che della redditività dello stesso.

Il D.P.C.M. n. 28 del 30 dicembre 1998 fornisce lo schema generale di riferimento per la predisposizione della carta dei servizi del settore trasporti (Carta della mobilità) a cui far riferimento nella definizione degli standard di qualità dei servizi di TPL.

Il D. Lgs. n.400/99 introduce le seguenti modifiche al D. Lgs. n.422/97:

- sono trasferiti alle Regioni, a titolo gratuito, i beni, gli impianti e le infrastrutture sia delle ferrovie in ex gestione commissariale governativa (già stabilito dalla Legge n.662/96) sia delle ferrovie in concessione a soggetti diversi dalle “Ferrovie dello Stato S.p.A.”;
- le Regioni hanno la facoltà, previa intesa con il Ministero del Tesoro, del Bilancio e della Programmazione Economica, di trasferire alle “Ferrovie dello Stato S.p.A.” i beni, gli impianti e le infrastrutture descritte al punto precedente;
- 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 e già in gestione commissariale governativa di rilevanza per il sistema ferroviario nazionale;
- le Province, i Comuni e le Comunità montane, nel caso di esercizio associato di servizi comunali del trasporto locale possono istituire, d’intesa con la Regione ai fini della compatibilità della rete, servizi di trasporto aggiuntivi sulla base degli elementi del contratto di servizio con oneri a carico dei bilanci degli Enti 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 e le società dalle stesse controllate; tale esclusione non opera 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, entro e non oltre il 31 dicembre 2000<sup>5</sup>, la trasformazione delle aziende speciali e dei consorzi in società di capitali, ovvero in cooperative a responsabilità limitata;
- le Regioni hanno a disposizione un periodo transitorio, da concludersi comunque entro il 31 dicembre 2003, nel quale è possibile mantenere tutti gli affidamenti agli attuali concessionari e alle società derivanti dalle trasformazioni predette; trascorso tale termine, tutti i servizi devono essere affidati esclusivamente tramite procedure concorsuali.

Il D.P.C.M. del 16 novembre 2000, relativo agli artt. 8 e 12 del D. Lgs. 422/97, trasferisce alle Regioni le risorse per i servizi ferroviari di Trenitalia (FS) e delle ferrovie concesse ed in gestione commissariale. Per tali servizi ferroviari le Regioni stesse devono stipulare contratti di servizio sperimentali validi per il solo 2001 e successivamente contratti biennali, in sostituzione dei precedenti contratti di servizio nazionali.

L’articolo 35 della Finanziaria 2002, Legge 488 del 28 dicembre 2001, introduce la possibilità di separare l’attività di gestione delle reti e degli impianti dall’attività di gestione ed erogazione dei servizi pubblici locali, garantendo comunque l’accesso alle reti e agli impianti a tutti i soggetti legittimati all’erogazione dei servizi. La proprietà delle reti

---

<sup>5</sup> Ove la trasformazione non avvenga entro il termine indicato, provvede il sindaco o il presidente della Provincia nei successivi 3 mesi. In caso di ulteriore inerzia, la Regione procede all’affidamento immediato del relativo servizio mediante le procedure concorsuali suddette.

e degli impianti rimane agli enti pubblici che potranno cederla solo ad una società di capitali con partecipazione maggioritaria (incedibile) dell'ente medesimo.

### 1.3. LE NORMATIVE REGIONALI

Sulla base della normativa nazionale succitata, ai sensi del D. Lgs. 422/97 (e successive modifiche), tutte le Regioni a statuto ordinario hanno approvato una legge di riforma del TPL.

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* (D. Lgs. 422/97, art.1 comma 3).

Alla data dell'approvazione del D. Lgs. 422/97 solo il Friuli Venezia Giulia e la Valle d'Aosta erano intervenute sul TPL nel corso del 1997. Pertanto tali Regioni avrebbero dovuto limitarsi ad adeguare la normativa già esistente, in particolare alle disposizioni relative ai servizi minimi. Allo stato attuale solo il Friuli Venezia Giulia nel 1999 ha adeguato la normativa esistente e la Sardegna ha provveduto nel 2000 ad emanare una legge regionale sul trasporto marittimo in attuazione del D. Lgs. 422/97. In Valle d'Aosta resta ancora in vigore la normativa del 1997 (precedente al D. Lgs. 422/97), mentre le Regioni Sicilia e Trentino Alto Adige e le Province autonome di Trento e Bolzano non hanno ancora provveduto a promulgare opportune leggi sul TPL.

I differenti assetti organizzativi delle singole Regioni hanno generato un'eterogeneità del quadro normativo; pertanto di seguito sono state semplicemente elencate le leggi regionali rimandando ai singoli argomenti l'individuazione delle eventuali diversità.

#### Regioni a statuto ordinario

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*”.

Regione Basilicata – 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*”.

Regione Campania – Legge Regionale n. 3 del 28 marzo 2002 “*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*”.

Regione Lazio – Legge Regionale n. 30 del 16 luglio 1998 “*Disposizioni in materia di trasporto pubblico locale*”.

Regione Liguria – Legge Regionale n. 31 del 9 settembre 1998 “*Norme in materia di trasporto pubblico locale*”.

Regione Lombardia – Legge Regionale n. 22 del 29 ottobre 1998 “*Riforma del trasporto pubblico locale in Lombardia*”.

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*”.

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*”.

Regione Toscana – Legge Regionale n. 42 del 31 luglio 1998 “*Norme per il Trasporto Pubblico Locale*”.

Regione Toscana – Legge Regionale n. 72 del 31 dicembre 1999 “*Modifiche e integrazioni alla Legge Regionale n. 42 del 31/7/1998 «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*”.

Regione Veneto – Legge Regionale n. 25 del 30 ottobre 1998 “*Disciplina ed organizzazione del trasporto pubblico locale*”.

Regione Veneto – 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»*”.

#### Regioni a statuto speciale

Regione Friuli Venezia Giulia – Legge Regionale n.12 del 3 maggio 1999 “*Disposizioni in materia di trasporto pubblico locale. Modifiche alle leggi regionali 20/1997 e 13/1998*”.

Regione Sardegna – Legge Regionale n.8 del 10 luglio 2000 “*Interventi volti ad assicurare la continuità territoriale con le isole minori della Sardegna*”.

Regione Valle d’Aosta – Legge Regionale n.20 del 1 settembre 1997 “*Norme in materia di servizi di trasporto pubblico di linea*”.

## 2. LA STRUTTURA DELLA PROGRAMMAZIONE

Il D. Lgs. 422/97 (e successive modifiche) prevede l'utilizzazione di quattro strumenti di programmazione: il Piano Regionale dei Trasporti, il Piano di Bacino, la Programmazione dei Servizi Minimi e il Programma Triennale dei Servizi.

In generale nella procedura di programmazione del TPL possono essere individuati tre livelli di pianificazione (figura 1):

1. un livello nazionale, nel quale sono presenti la normativa nazionale e il Piano Generale dei Trasporti e della Logistica (PGTL);
2. un livello regionale, nel quale sono presenti le normative regionali e il Piano Regionale dei Trasporti (PRT);
3. un livello di bacino, nel quale sono presenti i Piani di Bacino.

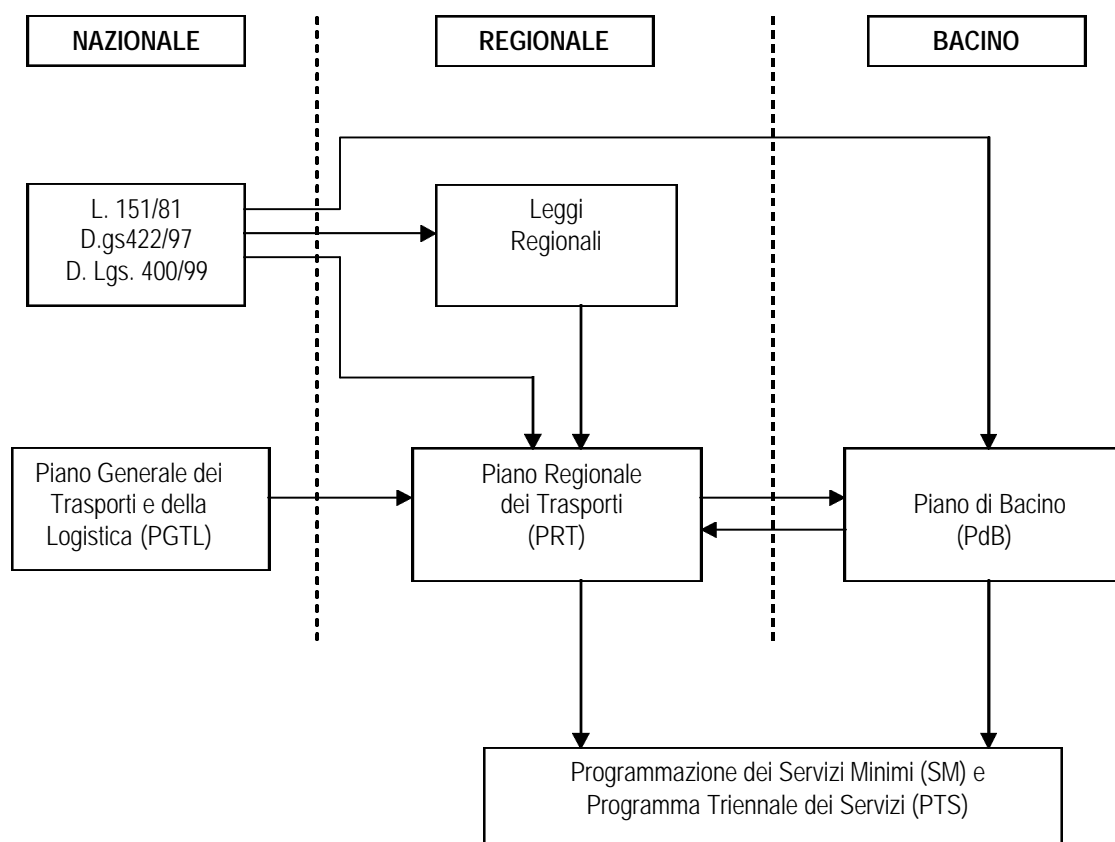


Figura 1 – Livelli di pianificazione

La Programmazione dei Servizi Minimi (SM) e il Programma Triennale dei Servizi (PTS) devono essere considerati in un ambito intermedio che comprende sia quello regionale che quello di bacino.

In figura 2 sono evidenziate le relazioni che sussistono tra i quattro strumenti di programmazione previsti dal D. Lgs. 422/97 (e successive modifiche). In tale figura sono da evidenziare la fase di monitoraggio, che rientra nelle fasi attuative dei PTS, e l'influenza che il Fondo Regionale Trasporti ha nel processo di pianificazione. Nella figura sono compendiate le due procedure attualmente seguite dalle Regioni per la Programmazione dei SM e per la redazione dei PTS. La connessione da SM verso PTS (arco grassetto) si

riferisce al caso in cui i PTS siano definiti sulla base della programmazione dei servizi minimi. Per alcune Regioni, come evidenziato in seguito nel paragrafo 2.4, i servizi minimi sono, invece, definiti sulla base dei contenuti dei PTS. Questa seconda tipologia è compendata nella stessa figura invertendo il verso della connessione, da PTS a SM (arco tratteggiato).

I suddetti strumenti di programmazione sono esaminati in dettaglio nei paragrafi seguenti.

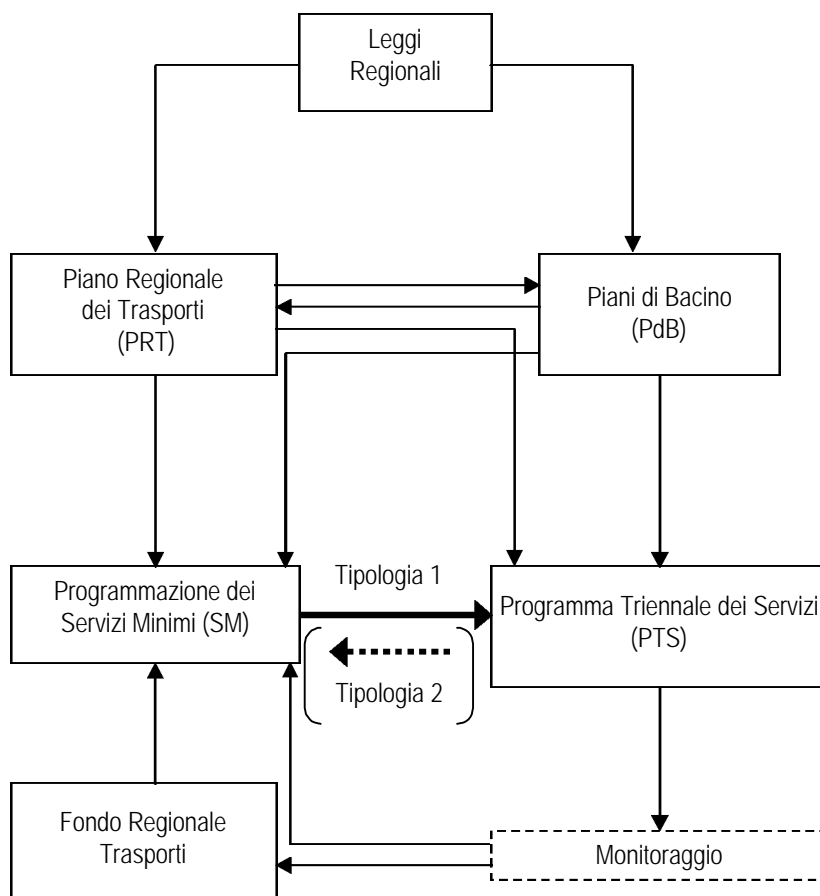


Figura 2 – La procedura di pianificazione del TPL

## 2.1. IL PIANO REGIONALE DEI TRASPORTI

Il *Piano Regionale dei Trasporti (PRT)* è un documento programmatico generale della Regione, già previsto dalla legge 151/81, rivolto a realizzare, in armonia con gli obiettivi del Piano Generale dei Trasporti e della Logistica (PGTL) e degli altri documenti programmatici interregionali, un sistema equilibrato di trasporto di persone e di merci in connessione con i piani di assetto territoriale e di sviluppo socio-economico.

Tale documento definisce in particolare i bacini di traffico; stabilisce i criteri per la eventuale ridefinizione dei limiti territoriali dei bacini; fissa i criteri programmatici e le

direttive per l'elaborazione dei Piani di Bacino<sup>6</sup> (figura 1) da parte delle Province, e ove esistenti dalle Città metropolitane, anche per la rete di servizi integrativi che questi vorranno gestire e finanziare con fondi a carico dei propri bilanci; determina gli indirizzi per la pianificazione dei trasporti locali; individua la rete delle infrastrutture funzionali ad un sistema di trasporto integrato; definisce i criteri per il coordinamento e l'integrazione fra le diverse modalità favorendo quelle a minore impatto ambientale.

## 2.2. IL PIANO DI BACINO

Il *Piano di Bacino* (PdB), anch'esso già previsto dalla legge 151/81, è redatto dalle Province (e dalle Città metropolitane, ove esistenti) e definisce in dettaglio la rete e i programmi di esercizio dei servizi minimi di competenza provinciale (ovvero delle Città metropolitane), di quelli aggiuntivi<sup>7</sup> e, ove previsti, di quelli speciali<sup>8</sup>. Tale documento deve tendere alla massima integrazione tra i diversi modi di trasporto eliminando sovrapposizioni, parallelismi e duplicazioni nei percorsi e nei servizi tra le differenti modalità.

Prima del D. Lgs. 422/97 (e successive modifiche), i Piani di Bacino erano redatti sulla base delle direttive contenute nel Piano Regionale dei Trasporti. La novità introdotta dal decreto riguarda la necessità di tener conto, nella redazione dei PRT, dei Piani di Bacino approvati dalle Province. Pertanto, è affidato alle Regioni il compito di coordinare la programmazione degli Enti Locali.

Si definisce *bacino di traffico* l'unità territoriale entro la quale si attua un sistema di trasporto pubblico integrato e coordinato in rapporto ai fabbisogni di mobilità. Un elemento di distinzione tra le varie Regioni è l'individuazione geografica dei bacini che:

- in alcuni casi corrispondono ai confini provinciali (Campania, Friuli Venezia Giulia, Lazio, Lombardia, Molise, Puglia, Toscana, Umbria e Veneto);
- in alcuni casi possono comprendere territori di più Province (Abruzzo e Marche);
- in alcuni casi corrispondono ad aree individuate sulla base delle esigenze della domanda e/o dell'offerta (Calabria, Basilicata, Piemonte, Emilia Romagna e Liguria).

## 2.3. LA PROGRAMMAZIONE DEI SERVIZI MINIMI

Una delle maggiori novità introdotte dal D. Lgs. 422/97 (e successive modifiche) è quella dei *servizi minimi*. Il decreto definisce tali servizi (art. 16, comma 1) come quelli:

---

<sup>6</sup> Il D. Lgs. 422/97 (e successive modifiche) prevede che le Regioni definiscano *gli indirizzi per la pianificazione del TPL ed in particolare dei Piani di Bacino* (art.4 comma 2 lettera a) e redigano *i PRT tenendo conto della programmazione degli Enti Locali ed in particolare dei Piani di Bacino* (art.4 comma 2 lettera a). Alcune Regioni hanno incluso la definizione degli indirizzi per la pianificazione nel PRT trasformando il recepimento dell'art. 4 comma 2 in: *il PRT fissa i criteri programmatici e le direttive per l'elaborazione dei Piani di Bacino*.

<sup>7</sup> I servizi aggiuntivi sono servizi di trasporto pubblico locale i cui oneri sono a carico delle Province ovvero degli Enti Locali proponenti.

<sup>8</sup> I servizi speciali sono delle tipologie di servizio previste da alcune Regioni che non rientrano nei servizi minimi o in quelli aggiuntivi, quali ad esempio: i servizi occasionali, i servizi atipici effettuati con autobus di noleggio per il trasporto di particolari categorie di utenti, i servizi a chiamata, i servizi di taxi collettivo effettuati su percorsi fissi in ambiente urbano o suburbano, ecc.

- qualitativamente e quantitativamente sufficienti a soddisfare la domanda di mobilità dei cittadini (art. 16 comma1);
- 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).

Alla luce di tale definizione possono essere considerati minimi tutti i servizi assicurati dalle Regioni attraverso il Fondo Trasporti. Anzi tali servizi potrebbero anche essere estesi, soprattutto nelle aree urbane, considerando l'inclusione delle esternalità (*esigenze di riduzione della congestione e dell'inquinamento*).

Quasi tutte le Regioni, almeno per la prima applicazione della normativa, hanno fatto coincidere il livello dei servizi minimi con i servizi storicamente garantiti dalle risorse regionali e in molti casi è stato previsto di non intervenire neanche sulla ripartizione storica delle risorse tra gli Enti Locali.

Alcune Regioni (Abruzzo, Basilicata, Calabria, Emilia Romagna, Lazio, Lombardia, Liguria, Sardegna<sup>9</sup>, Toscana e Umbria) hanno vincolato la determinazione dei servizi alle risorse disponibili; altre Regioni (Campania, Friuli Venezia Giulia, Marche, Molise, Piemonte e Veneto) hanno indicato un percorso opposto che parte dai servizi necessari per definire 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. Gli strumenti d'intesa adottati dalle singole Regioni sono descritti in tabella 1.

Non è ben chiaro se i servizi aggiuntivi, quelli cioè che devono essere finanziati dagli Enti Locali che li istituiscono, debbano essere inseriti negli strumenti di programmazione e se debbano essere affidati congiuntamente ai servizi minimi. E' necessario comunque considerare che, data la definizione dei servizi minimi contenuta nel decreto e confermata dalle normative regionali, il ricorso ai servizi aggiuntivi da parte degli Enti Locali potrebbe essere marginale.

La Regione Abruzzo ha previsto la categoria dei collegamenti intercity (regionali e interregionali) per i quali, pur rientrando nella rete dei servizi minimi, non è prevista contribuzione regionale.

*Tabella 1 – Strumenti di intesa tra le Regioni e gli Enti Locali*

<i>Conferenze dei servizi</i>	<i>Accordo di programma</i>	<i>Conferenze di consultazione già istituite con precedenti leggi regionali</i>
Campania	Calabria	Abruzzo
Lazio	Liguria	Basilicata <sup>10</sup>
Lombardia	Molise	Friuli Venezia Giulia
Puglia	Piemonte	Emilia Romagna
Toscana		Marche <sup>11</sup>
Veneto		Umbria

<sup>9</sup> La normativa (legge regionale 8/2000) fa riferimento ai soli collegamenti marittimi notturni.

<sup>10</sup> La Regione Basilicata non prevede nessuno strumento specifico.

<sup>11</sup> La Regione Marche non cita espressamente l'intesa.

La programmazione dei servizi minimi è uno degli aspetti che rientra maggiormente nelle competenze delle Regioni e sui quali è presente una forte eterogeneità delle formulazioni a causa della mancanza di indicazioni precise nel decreto. Le eterogeneità riguardano:

- la classificazione dei servizi, che variano da Regione a Regione;
- i servizi di collegamento tra comuni limitrofi che competono:
  - ai *Comuni* per le Regioni: Abruzzo, Basilicata, Calabria, Emilia Romagna, Lazio, Lombardia, Molise, Piemonte, Umbria e Veneto;
  - alle *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 le Regioni: Campania, Lazio, 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.

La programmazione dei servizi minimi sarà esaminata in maniera approfondita nel capitolo successivo.

#### 2.4. IL PROGRAMMA TRIENNALE DEI SERVIZI

Il *Programma Triennale dei Servizi* (PTS) è uno strumento di programmazione previsto dal D. Lgs. 422/97 (e successive modifiche) approvato dalle Regioni<sup>12</sup>. Come già precisato nel paragrafo riguardante la normativa, i PTS hanno il compito di individuare la rete e l'organizzazione dei servizi, l'integrazione modale e tariffaria, le risorse da destinare all'esercizio e agli investimenti, le modalità di determinazione delle tariffe, le modalità di attuazione e revisione dei contratti di servizio pubblico, il sistema di monitoraggio dei servizi e i criteri per la riduzione della congestione e dell'inquinamento ambientale.

Uno dei punti poco chiari del decreto riguarda il rapporto che sussiste 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 (tipologia 2), altre (Abruzzo, Basilicata, Lombardia, Marche, Puglia e Toscana) utilizzano il processo inverso (tipologia 1). 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).

---

<sup>12</sup> Il D. Lgs. 422/97 (e successive modifiche) prevede che i Programmi Triennali dei Servizi siano approvati dalle Regioni, rimandando alle singole leggi regionali la possibilità di estendere le approvazioni, secondo le proprie competenze, anche alle Province e agli Enti Locali.



### 3. I SERVIZI MINIMI

Il D.Lgs 422/97 definisce i *servizi minimi* come quelli *qualitativamente e quantitativamente sufficienti a soddisfare la domanda di mobilità dei cittadini* e i cui costi sono a carico del bilancio delle Regioni (art. 16 comma 1). Gli Enti Locali hanno la possibilità di mettere in esercizio servizi *aggiuntivi*, rispetto a quelli minimi, ma il loro costo è *a carico del bilancio degli enti stessi* (art.16 comma 3).

I servizi minimi devono essere definiti *tenendo conto* (art. 16 comma 1):

- a. *dell'integrazione tra le reti di trasporto;*
- b. *del pendolarismo scolastico e lavorativo;*
- c. *della fruibilità dei servizi da parte degli utenti per l'accesso ai vari servizi amministrativi, sociosanitari e culturali;*
- d. *delle esigenze di riduzione della congestione e dell'inquinamento.*

Sono le Regioni, d'intesa con gli Enti Locali, a definire, secondo le modalità stabilite dalla legge regionale, *quantità e standard di qualità dei servizi di trasporto pubblico locale* (art. 16 comma 2).

Ogni Regione può, pertanto, stabilire con legge regionale le modalità di definizione dei Servizi Minimi e definire i servizi stessi, seguendo le modalità prefissate, d'intesa con gli Enti Locali (Province, Comuni, ecc.).

In questo capitolo delle Linee Guida si forniscono una serie di indirizzi per la definizione dei Servizi Minimi da parte delle Regioni.

#### 3.1. ASPETTI GENERALI

Il D.Lgs. 422/97, nella definizione dei servizi minimi, pone l'accento su due fattori rilevanti, comunemente trascurati dalla legislazione precedente: la *qualità* del servizio e l'*integrazione* tra le reti di trasporto. Ciò comporta che, nella definizione dei servizi minimi, è necessario fissare degli standard qualitativi minimi del servizio ed è importante favorire l'integrazione tra i diversi modi di trasporto.

Dal punto di vista quantitativo, considerata la diffusa disaffezione dell'utenza nei confronti dei sistemi di trasporto pubblico, non è praticabile, almeno in una fase di avviamento del processo di riorganizzazione del sistema, proporre una riduzione del livello complessivo dell'offerta di trasporto<sup>13</sup>.

Pertanto, per la definizione dei servizi minimi, si possono preliminarmente proporre i seguenti indirizzi<sup>14</sup>:

- non ridurre il livello attuale dell'offerta complessiva di trasporto di ogni bacino di traffico (la redistribuzione<sup>15</sup> dell'offerta all'interno del bacino è consigliabile);
- fissare degli standard qualitativi minimi del servizio;
- istituire un'integrazione modale e tariffaria,<sup>16</sup> almeno all'interno di ogni bacino o a livello regionale;

<sup>13</sup> Un incremento del servizio dal punto di vista qualitativo (che eventualmente potrebbe semplicemente essere legato ad una razionalizzazione dei servizi) produrrebbe, a parità di offerta e di costi, un incremento dell'attrattività del trasporto pubblico.

<sup>14</sup> Spetta alle singole amministrazioni stabilire quali di essi considerare vincoli da rispettare, quali obiettivi da conseguire e quali elementi da non prendere in considerazione.

<sup>15</sup> La redistribuzione deriva da una razionalizzazione dei servizi.

- prevedere servizi e/o tariffe dedicate a soddisfare le esigenze del pendolarismo scolastico e lavorativo;
- assicurare i collegamenti con i servizi amministrativi, sociosanitari e culturali;
- ampliare l’offerta di tariffe (ad esempio abbonamenti week-end, settimanali, shopping, ecc.), anche per incrementare l’uso del sistema nelle ore di morbida;
- ampliare l’offerta di servizi (ad esempio servizi “express” senza, o con poche, fermate intermedie per le relazioni origine–destinazione a maggiore domanda, da sovrapporre alle corse ordinarie);
- prevedere servizi e/o tariffe speciali a servizio delle aree chiuse al traffico individuale o in cui si vuole favorire una riduzione dei livelli di congestione ed inquinamento.

Nei successivi paragrafi sono descritte le fasi che conducono alla definizione dei servizi minimi e gli indirizzi generali cui possono far riferimento le Regioni.

### 3.2. L’INDIVIDUAZIONE DEI BACINI DI TRAFFICO

Di rilevante importanza per la definizione dei servizi minimi e delle loro caratteristiche è l’individuazione dei bacini di traffico all’interno della Regione e degli Enti Locali cui sono trasferiti i relativi compiti di programmazione.

Le singole Regioni, con proprie leggi, definiscono le funzioni trasferite o delegate agli Enti Locali.

L’art. 7 del D.Lgs. 422/97 precisa che *“I conferimenti delle funzioni e dei compiti [...] sono attuati tenendo conto delle dimensioni territoriali, associative e organizzative degli enti...”* e nel rispetto dei principi di *“... sussidiarietà, economicità, efficienza, responsabilità, unicità e omogeneità dell’amministrazione, nonché di copertura finanziaria ...”*.

Pertanto, si può ritenere che la Regione avochi a sé la gestione del Trasporto Pubblico Locale di interesse regionale e cioè:

- le reti ed i servizi ferroviari, sia regionali che locali;
- le reti, gli impianti ed i servizi autofilotranviari interregionali e interprovinciali che colleghino tre o più province;
- le reti, gli impianti ed i servizi marittimi (compresi i porti di rilievo regionale), fluviali, aerei ed elicotteristici.

Si può ritenere trasferibile alle province la programmazione dei servizi relativi ai propri bacini territoriali, eccetto quelli riservati alla Regione e quelli riservati ai Comuni capoluogo di Provincia. I servizi che collegano due province possono essere gestiti, d’intesa tra le province o per indicazione della Regione, dalla Provincia nella quale si svolge la parte prevalente del servizio o comunque risulti prevalente l’interesse economico del trasporto.

### 3.3. L’ANALISI DELLA DOMANDA DI MOBILITA’

La progettazione della rete dei servizi minimi non può prescindere da una corretta analisi della domanda di trasporto sul territorio.

---

<sup>16</sup> Tale argomento è approfondito in Appendice A.

Tale analisi consiste nella stima della domanda di trasporto attuale afferente al trasporto individuale ed al trasporto pubblico e in una previsione della tendenza della domanda di trasporto, almeno relativa ai successivi tre anni.

La domanda di trasporto deve essere stimata relativamente a diversi periodi di tempo e alle diverse coppie origine destinazioni degli spostamenti, utilizzando le metodologie di indagine riportate nell'Appendice B. La domanda di trasporto da stimare è:

- *la domanda annuale media*, utile per un'analisi economica del sistema e delle sue singole parti;
- *la domanda giornaliera media*, utile per l'individuazione dei bacini e per la progettazione delle linee che compongono la rete dei servizi minimi;
- *la domanda in fasce orarie o ore di punta*, utile per la programmazione di massima dell'esercizio (frequenze, orari, ecc.) e per una stima delle risorse necessarie per l'esercizio; si ritiene utile stimare la domanda di trasporto almeno per le fasce<sup>17</sup> ed ore di punta del mattino, del pomeriggio e della sera e per le fasce di morbida del mattino, del pomeriggio e della sera.

In ogni caso è necessario includere nella suddetta classificazione *la domanda nei giorni festivi*, per i quali in genere è previsto un programma di esercizio differente, e *la domanda stagionale* (connessa a fenomeni di natura stagionale) nei territori in cui questa è rilevante.

La stima della domanda di trasporto fornisce come risultato delle matrici origine-destinazione (matrici O/D) i cui elementi forniscono il numero di spostamenti per coppia origine-destinazione relativi ai diversi periodi di riferimento, ai diversi motivi dello spostamento ed ai diversi modi utilizzati.

Particolare attenzione deve essere rivolta a stimare la domanda di trasporto di tipo pendolare (sia scolastico che lavorativo) e ad individuare le principali relazioni (coppie O/D) relative a queste tipologie di spostamenti.

L'analisi della domanda di mobilità deve essere eseguita con metodi quantitativi basati su dati ottenuti con indagini.

Può risultare utile una rappresentazione della mobilità tramite *linee di desiderio*<sup>18</sup>, al fine di disporre di una rappresentazione ideogrammata delle relazioni di maggiore carico.

### 3.4. L'ANALISI DELL'OFFERTA DI TRASPORTO

L'analisi dell'offerta di trasporto deve essere rivolta da un lato all'esame delle infrastrutture (stradali, ferroviarie, ecc.) e dall'altro all'esame dei servizi (attualmente in esercizio sul territorio).

Le infrastrutture rappresentano uno stato di fatto dal quale non si può prescindere per la definizione dei servizi minimi. L'esame dei servizi attuali è utile sia perché esso può costituire un'ottima base di partenza per la successiva progettazione della rete dei servizi minimi, sia perché può essere visto, al livello di quantitativo di offerta totale, come un valore soglia al di sotto del quale non è opportuno, di solito, andare.

Il risultato dell'analisi deve condurre alla costruzione<sup>19</sup> di un modello rappresentativo dell'offerta di trasporto basato su un sistema informativo che contempli, almeno:

---

<sup>17</sup> Una fascia oraria deve avere una durata non inferiore a 2 ore.

<sup>18</sup> Le linee di desiderio forniscono una rappresentazione grafica delle diverse relazioni e della loro entità; esse sono ottenute congiungendo tra loro i centroidi origine e destinazione della coppia O/D con un segmento orientato il cui spessore indica l'entità della domanda relativa alla coppia considerata.

- *una base dati della rete delle infrastrutture*<sup>20</sup>, con tutte le caratteristiche geometriche, prestazionali e funzionali, che deve essere geografica e georeferenziata; essa deve poter essere interrogata sia numericamente che geograficamente; la base dati deve consentire un facile accesso alle informazioni e deve poter essere aggiornata in modo semplice; le informazioni contenute nella base dati devono riguardare tutte le infrastrutture di interesse nazionale (autostrade), regionale, provinciale e le principali strade di attraversamento dei centri urbani;
- *una base dati della rete dei servizi*, comprendente tracciati delle linee, fermate, capolinea, tempi di percorrenza, frequenze ed orari di tutti i servizi di Trasporto Pubblico Locale di interesse interregionale, regionale, provinciale e delle linee urbane, relativo alla situazione attuale; anche in questo caso si consiglia la costituzione di una base dati geografica e georeferenziata;
- *una base dati della rete di accesso/egresso*, che comprende tutti quegli elementi infrastrutturali che consentono all'utenza di accedere alla rete dei servizi; anche in questo caso si consiglia la costituzione di una base dati geografica e georeferenziata.

La Regione, inoltre, può richiedere agli Enti Locali di creare analoghe basi dati per le reti di propria competenza, definendo gli standard in modo da poter rendere condivisibili le informazioni regionali con quelle degli Enti Locali.

In ogni caso le suddette basi dati devono essere tra loro congruenti.

### 3.5. L'ANALISI DELL'INTERAZIONE DOMANDA-OFFERTA

L'analisi dell'interazione tra domanda ed offerta di trasporto è necessaria per simulare il sistema sia allo stato attuale che a seguito della definizione dei servizi minimi.

I modelli di interazione domanda-offerta, detti anche modelli di assegnazione, consentono, nota l'offerta di trasporto e la domanda di trasporto, di stimare i carichi (flussi di utenti o di autovetture) sul sistema.

I modelli di assegnazione<sup>21</sup> da utilizzare sono:

- assegnazione (deterministica o stocastica) ai percorsi di una rete non congestionata per i servizi di trasporto pubblico extraurbano;
- assegnazione (deterministica o probabilistica) di equilibrio ai percorsi di una rete congestionata per il trasporto stradale individuale;
- assegnazione (deterministica o probabilistica) agli ipercammini di una rete congestionata per i servizi di trasporto pubblico urbano.

Le analisi dei risultati<sup>22</sup> delle procedure di assegnazione forniscono una serie di utili indicazioni per la definizione dei servizi minimi; ad esempio, consentono di individuare zone e/o relazioni poco servite, di evidenziare sovrapposizioni inutili di servizi, di valutare corridoi da potenziare, ecc.

---

<sup>19</sup> La costruzione del modello di offerta è approfondita nell'Appendice B.

<sup>20</sup> La costruzione della base dati è approfondita nell'Appendice B.

<sup>21</sup> Per un approfondimento sui modelli di assegnazione si rimanda all'Appendice B.

<sup>22</sup> Diversi software commerciali forniscono gli strumenti adatti allo scopo.

## 3.6. LA DEFINIZIONE DEI SERVIZI MINIMI

Definiti gli strumenti per la simulazione del sistema di trasporto, è possibile valutare quantitativamente ogni configurazione di offerta di trasporto e, pertanto, progettare la rete dei servizi minimi.

La Regione, per i servizi di propria competenza, le Province, in riferimento ai singoli bacini di traffico, i Capoluoghi di Provincia e le Città metropolitane (ove esistenti), hanno il compito di approvare i programmi triennali di Trasporto Pubblico Locale, contenenti, tra l'altro, la definizione<sup>23</sup> ed organizzazione dei servizi minimi di propria competenza.

Premettendo che non esiste un metodo definito per la progettazione dei servizi minimi, sia perché ogni Regione ed ogni Bacino di traffico presenta peculiarità di tipo amministrativo-normativo, sia perché la pratica applicativa non è ancora consolidata, di seguito si riportano una serie di criteri ed indirizzi utili per la definizione dei servizi minimi.

Da un punto di vista *quantitativo*, si ritiene, per quanto detto nei paragrafi precedenti, che almeno in una prima fase di attuazione (da 1 a 3 anni) non si debba fornire un quantitativo di offerta di trasporto, misurato in posti-km, inferiore a quello corrente. Ciò non impedisce, però, la soppressione di alcune linee o tratti di esse, l'aggiunta di nuove linee e la variazione, in termini di percorso o frequenza, di altre ancora.

Negli anni successivi possono essere previste variazioni sensibili del livello di offerta; si propone di variare il quantitativo totale di offerta per non oltre un  $\pm 8\div 10\%$  ogni anno.

Per individuare quali possano essere gli interventi di miglioramento della situazione iniziale, bisogna simulare il sistema attuale e verificare la rispondenza dello stesso ai criteri dettati dalla normativa sui servizi minimi; per fare ciò è fondamentale disporre di un database geografico come quello descritto nel paragrafo 3.4, sul quale poter riportare il traffico pendolare e la localizzazione dei siti dei servizi amministrativi, sociosanitari e culturali.

Dal punto di vista *qualitativo*, è necessario precisare che la Regione ha il compito di definire la Carta della Mobilità, in cui devono essere precisati gli standard qualitativi minimi del servizio<sup>24</sup>, gli indicatori per la loro misurazione ed i criteri per il monitoraggio. Per la definizione della Carta della Mobilità si deve far riferimento al D.P.C.M. 28/98 (*Schema generale di riferimento per la predisposizione della carta dei servizi pubblici nel settore trasporti – Carta della mobilità*).

In essa sono definiti come “fattori di qualità del viaggio” i seguenti:

- sicurezza del viaggio;
- sicurezza personale e patrimoniale del viaggiatore;
- regolarità del servizio e puntualità dei mezzi;
- pulizia e condizioni igieniche dei mezzi e/o dei nodi;
- comfort del viaggio;
- servizi aggiuntivi (a bordo e/o nei nodi);
- servizi per viaggiatori con handicap;
- informazioni alla clientela;

<sup>23</sup> Per alcune Regioni, come indicato nel paragrafo 2.4, nei Programmi Triennali dei Servizi sono indicati solo gli indirizzi da seguire per la programmazione dei servizi minimi.

<sup>24</sup> La qualità del servizio dipende, in generale, da due fattori: uno connesso alla programmazione dei servizi minimi ad opera degli organi preposti ed un altro connesso al servizio offerto dall'azienda di TPL. La Regione opera sul primo fattore direttamente in fase di programmazione mentre interviene sul secondo fattore attraverso la fase di monitoraggio descritta nel paragrafo 4.1.7.

- aspetti relazionali/comunicazionali del personale a contatto con l'utenza;
- livello di servizio nelle operazioni di sportello;
- attenzione all'ambiente.

Per ogni fattore sono definiti diversi indicatori di valutazione; il livello minimo dello standard di qualità deve essere definito dalla Regione.

Attraverso la stima degli indicatori, in fase di monitoraggio del sistema, è possibile conoscere, tra l'altro, il grado di apprezzamento del servizio da parte degli utenti (*customer satisfaction*).

#### 4. I PROGRAMMI TRIENNALI DEI SERVIZI

Come già descritto nel paragrafo 2.4, il Programma Triennale dei Servizi è uno strumento di programmazione approvato dalle Regioni. Di seguito sono riportati gli indirizzi per la redazione (cfr. paragrafo 4.1) e le metodologie per l'approvazione (cfr. paragrafo 4.2) dei PTS.

##### 4.1. GLI INDIRIZZI PER LA REDAZIONE DEI PROGRAMMI TRIENNALI DEI SERVIZI

I Programmi Triennali dei Servizi (PTS) definiscono la programmazione del Trasporto Pubblico Locale per tre anni.

La Regione, per i servizi di propria competenza, le Province, in riferimento ai singoli bacini di traffico e i Capoluoghi di Provincia (o le città metropolitane) hanno il compito di approvare i PTS, sentito il Consiglio delle autonomie locali, le organizzazioni sindacali, le associazioni di categoria e le associazioni dei consumatori.

In ogni PTS devono essere presenti almeno i seguenti contenuti:

- l'organizzazione dei servizi (minimi, aggiuntivi e speciali) di propria competenza;
- le proposte di integrazione modale e tariffaria per i servizi di propria competenza;
- le risorse da destinare all'esercizio;
- le risorse da destinare agli investimenti in infrastrutture, impianti e veicoli;
- le modalità di determinazione delle tariffe per i servizi di propria competenza;
- le modalità di attuazione e revisione dei contratti di servizio;
- il sistema di monitoraggio della qualità e quantità dei servizi.

I PTS devono essere redatti seguendo le "linee direttive" della Regione; tali linee direttive riportano la definizione dei principi e dei criteri per la programmazione triennale dei servizi minimi e la definizione della dimensione minima delle unità di gestione da affidare mediante procedura concorsuale. I principi ed i criteri delle linee direttive devono essere tali da rendere i servizi qualitativamente e quantitativamente sufficienti a soddisfare la domanda di mobilità, secondo quanto previsto dal decreto legislativo 422/97, e concordi con i documenti di pianificazione strategica della Regione e degli Enti Locali.

E', inoltre, utile che la Regione e gli altri Enti Locali favoriscano la partecipazione dei cittadini, dei macrountenti (scuole, ospedali, ecc.), dei mobility manager presenti sul territorio, delle organizzazioni sindacali e delle associazioni imprenditoriali, prevedendo un apposito "programma di partecipazione".

La redazione dei PTS richiede il conseguimento di determinati obiettivi. Nel processo logico-decisionale che conduce alla definizione dei PTS e al conseguimento dei suddetti obiettivi intervengono dei vincoli. Tali vincoli possono essere classificati in base alle loro funzioni e tipologie; ad esempio è possibile individuare vincoli:

- normativi, amministrativi e geografici;
- sociali, economici e tariffari;
- tecnologici;
- legati alla fruibilità del servizio;
- legati alla coesistenza di più tipologie di servizio.

I vincoli normativi sono quelli legati alla normativa comunitaria, nazionale e regionale. Tali vincoli sono di tipo rigido in quanto la normativa non risulta essere influenzata dalla

redazione dei PTS. Analogamente i vincoli amministrativi, che riguardano la suddivisione amministrativa e giuridica del territorio, e i vincoli geografici, che riguardano la topologia e gli elementi orografici del territorio, possono essere considerati vincoli di tipo rigido.

L'insieme dei vincoli sociali, economici e tariffari influenza la definizione delle tariffe e dei contributi erogati dalle Regioni e, ove previsto, dagli Enti Locali: tali vincoli sono di tipo elastico.

I vincoli tecnologici, quali ad esempio la frequenza massima di una linea, sono vincoli connessi alla realizzabilità tecnica di un sistema di trasporto e pertanto indipendenti dalla redazione dei PTS. Ne deriva che tali vincoli sono di tipo rigido.

I vincoli legati alla fruibilità del servizio sono quelli connessi alla definizione del servizio stesso. Ad esempio linee con frequenze di servizio molto basse perdono il concetto di servizio stesso. Tali vincoli in generale sono di tipo rigido (ad esempio la frequenza minima da assegnare ad una linea è indipendente dai PTS).

Infine i vincoli legati alla coesistenza di più tipologie di servizio prendono in esame le interazioni (ad esempio il coordinamento degli orari) che nascono tra servizi differenti in termini di sistemi di trasporto (linee su ferro e linee su gomma), in termini di suddivisioni amministrative (servizi regionali, servizi provinciali e servizi comunali) e in termini di tipologia di contributo (servizi minimi, servizi aggiuntivi e servizi speciali). Poiché le caratteristiche delle singole componenti che intervengono nella definizione di tali vincoli sono oggetto della redazione dei PTS, questi vincoli sono sempre di tipo elastico.

Allo scopo di evidenziare il ruolo dei suddetti vincoli nella redazione dei PTS, nel seguito è descritto il processo logico–decisionale (cfr. paragrafo 4.1.1) di una generica Provincia, evidenziando le influenze e le implicazioni determinate da alcuni vincoli. A seguire (cfr. paragrafi 4.1.2–4.1.8) si forniscono delle indicazioni sui principali contenuti dei PTS, eccetto che per l'organizzazione dei servizi minimi per la quale si rimanda al capitolo 3.

#### *4.1.1. Il processo logico–decisionale della redazione dei PTS*

Nella definizione dei servizi di competenza provinciale di TPL (essenzialmente su gomma) il primo vincolo è costituito dai servizi di TPL su ferro (di competenza regionale). Sulla base di tale vincolo la Provincia progetta i propri servizi realizzando:

- linee su gomma di adduzione (*feeder*), che raccordano il territorio alle linee su ferro;
- linee su gomma, che svolgono un servizio sul territorio laddove non sia presente un servizio su ferro;
- linee su gomma di integrazione al ferro, che svolgono un servizio sul territorio laddove sia presente un servizio su ferro, ma in determinate fasce orarie non siano presenti corse su ferro.

Inoltre, la Provincia può richiedere alla Regione la realizzazione di ulteriori corse su ferro. La realizzazione delle corse integrative su ferro, gestite dalla Regione, sarà soggetta alla disponibilità di tracce orarie (vincoli tecnologici e amministrativi) e alla disponibilità di risorse economiche (vincoli economici). Da quanto detto emerge come la definizione dei servizi su ferro da parte della Regione costituisca un vincolo nella redazione dei PTS della Provincia.

Sulla base della definizione dei servizi di TPL su gomma, la Provincia richiede un contributo alla Regione. Se le risorse economiche destinate dalla Regione all'esercizio dei servizi minimi su gomma risultano essere insufficienti, la Provincia può:

- suddividere i servizi programmati in servizi minimi (finanziati con contributi regionali) fino al raggiungimento del contributo regionale e in servizi aggiuntivi (finanziati con contributi a carico dell'ente proponente, in questo caso la Provincia stessa) per la parte eccedente i contributi regionali;
- eliminare alcuni servizi;
- ricevere dalla Regione, a titolo di contributo integrativo, la realizzazione di ulteriori servizi su ferro.

In realtà la soluzione adottata dalla Provincia è una combinazione delle tre alternative. Inoltre, nella definizione dei servizi aggiuntivi, ossia la parte eccedente i contributi regionali, la Provincia effettuerà un'allocazione ottima delle proprie risorse. In ogni caso ciascuna fase della definizione dei servizi (minimi o aggiuntivi) influenza le precedenti, come rappresentato in figura 3.

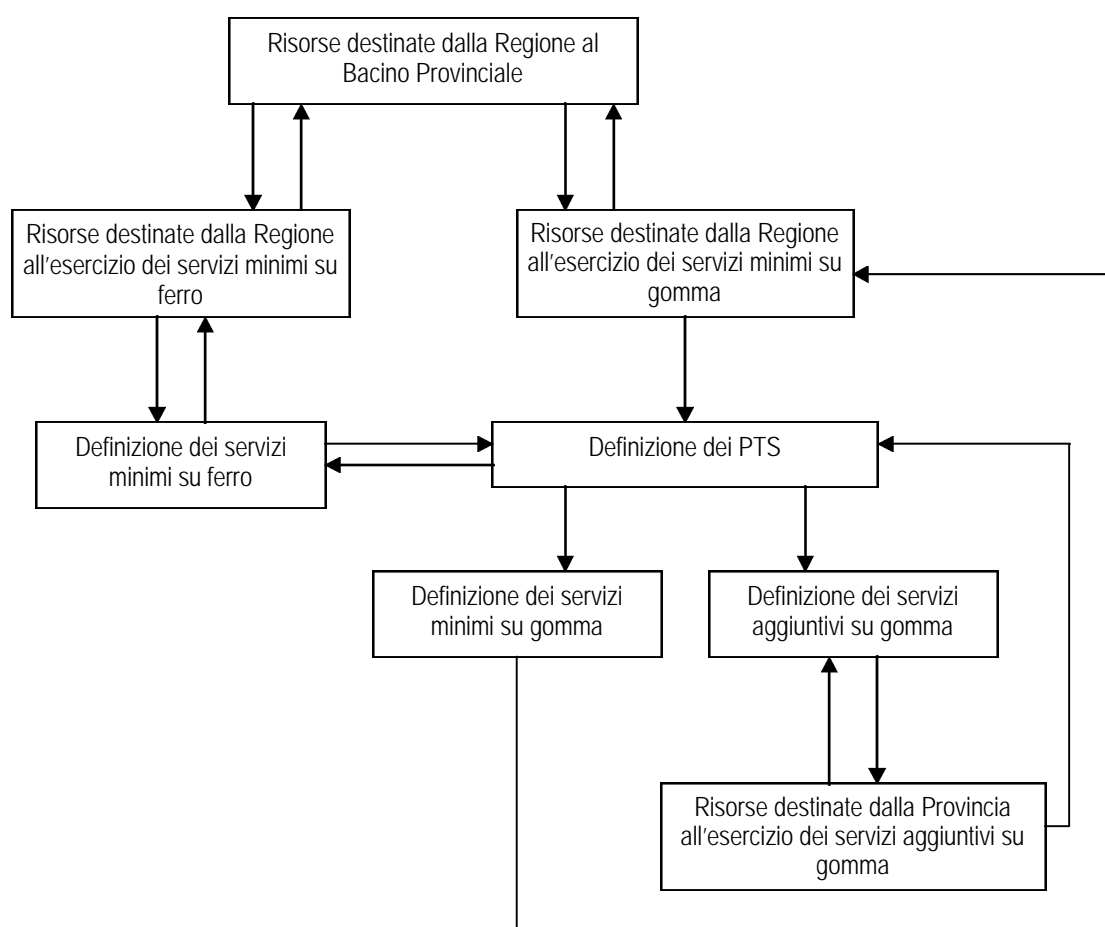


Figura 3 – La formulazione dei Programmi Triennali dei Servizi

Il processo logico–decisionale descritto in questo paragrafo nel caso della programmazione provinciale può essere facilmente esteso alla redazione dei PTS da parte delle Regioni e da parte degli altri Enti Locali (Capoluoghi di Provincia, Città metropolitane, Comunità montane, Comuni).

In particolare la Regione ricopre differenti ruoli (figura 4) a cui corrispondono i seguenti gruppi di attività:

- individuazione e ripartizione delle risorse assegnate al TPL (Fondo Regionale Trasporti); tali attività sono svolte solitamente dagli organi decisionali della Regione (Consiglio/Giunta Regionale, in figura 4 indicati con RE);
- indirizzo del processo di pianificazione, attraverso il quale fornisce delle indicazioni alle province ed ai Comuni per la redazione dei loro documenti di programmazione; tale attività è svolta solitamente dagli organi decisionali della Regione (Consiglio/Giunta Regionale);
- pianificazione e programmazione dei servizi di propria competenza, attraverso cui si allocano le risorse attribuite ai servizi regionali; tale attività è svolta solitamente dalle strutture operative della Regione (Dipartimenti Regionali, in figura 4 indicati con RE\*);
- sulla base dei PTS presentati da ciascun Ente, approvazione degli stessi e conseguente trasferimento delle risorse; tale attività è svolta solitamente dagli organi decisionali della Regione (Consiglio/Giunta Regionale);
- controllo e monitoraggio degli effetti derivanti dalle scelte di pianificazione e programmazione dei servizi di TPL; tale attività è svolta solitamente dalle strutture operative della Regione (Osservatorio/Agenzia Regionale, in figura 4 indicati con RE\*\*).

A valle di queste attività la Regione, in particolare un organo decisionale (RE), può stabilire di intervenire nell'adeguamento delle risorse assegnate ai servizi minimi riequilibrando allo stesso tempo le quote assegnate ad ogni bacino.

Le attività devono essere supportate da metodi e modelli quantitativi delle tipologie descritte nelle presenti Linee Guida.

#### 4.1.2. *L'integrazione modale e tariffaria*

L'*integrazione modale* consiste nel realizzare un sistema di trasporto con reti strutturate ed interconnesse sia spazialmente che temporalmente, in modo da migliorare sia l'utilizzazione dei servizi sia la qualità degli spostamenti plurimodali riducendo i disagi connessi ai tempi di attesa e al trasbordo e favorendo, pertanto, l'utilizzazione del trasporto pubblico. Per spostamenti plurimodali si intendono quelli che avvengono utilizzando più di un modo di trasporto, e/o diversi servizi appartenenti ad uno stesso modo.

Tale integrazione può essere realizzata mediante il coordinamento degli orari dei differenti servizi di trasporto e mediante la realizzazione di appositi luoghi di interscambio (parcheggi di interscambio, fermate a cui giungono più linee di autobus, fermate o autostazioni in prossimità di stazioni ferroviarie, ecc.)

In ogni caso l'integrazione modale non fornisce gli effetti desiderati se l'utente è costretto ad acquistare un titolo di viaggio per ogni modalità (o linea) utilizzata; ad essa, pertanto, è necessario affiancare l'*integrazione tariffaria* che consente di usufruire per l'intero spostamento di un unico titolo di viaggio, indipendentemente dai mezzi o dai vettori utilizzati o dal numero di eventuali trasbordi.

Proprio per i motivi succitati, l'integrazione modale, pur rientrando nella definizione della rete e dei servizi, è stata associata dal D. Lgs. 422/97 (e successive modifiche) a quella tariffaria.

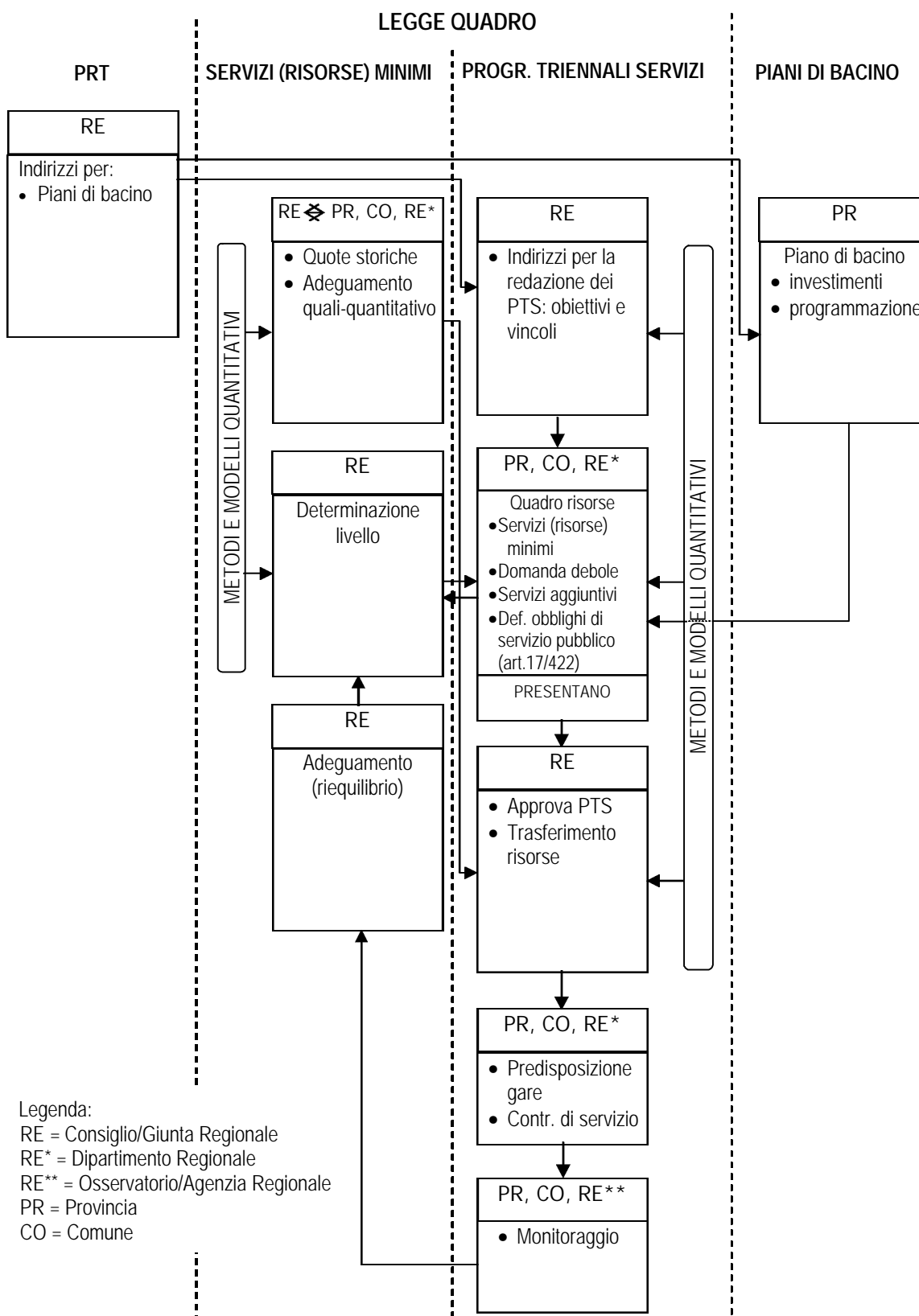


Figura 4 - Procedura generale della pianificazione/programmazione del TPL

Per realizzare l'integrazione tariffaria è necessario definire una struttura di base da dare al sistema. Tale struttura deve essere basata sull'individuazione di un'area integrata e della sua suddivisione in sub-aree<sup>25</sup>: all'interno di ciascuna sub-area lo spostamento è consentito ad una tariffa base, mentre per i viaggi più lunghi la tariffa è proporzionata al numero di sub-aree da attraversare.

Un sistema a zone presenta dei vantaggi rispetto ad altre tipologie di tariffe. La tariffa unica, ad esempio, non risulta equilibrata nel prezzo, giacché contempla un prezzo unico per ogni spostamento, prescindendo dalla lunghezza dello stesso, il che non è accettabile in ambito metropolitano e regionale. Infatti, un prezzo equo per gli spostamenti brevi risulta irrisorio per quelli lunghi causando una considerevole riduzione degli introiti; viceversa, un prezzo elevato (tarato sugli spostamenti più lunghi) è in molti casi sproporzionato e rende il sistema non competitivo nelle tratte brevi.

La tariffazione secondo scaglioni chilometrici risulta più rigida, essendo legata alla definizione di fasce chilometriche che rendono difficoltosa la gestione dei pagamenti e dei controlli per gli spostamenti intermodali.

In ogni caso il sistema di tariffazione basato sul numero di zone attraversate (zone adiacenti<sup>26</sup>), ovvero basato sulla percorrenza chilometrica, in caso di assenza di sistemi di localizzazione a bordo dei veicoli, soprattutto nel caso degli autobus, rende vano ogni controllo sulla corretta utilizzazione dei titoli di viaggio<sup>27</sup>. Inoltre anche l'utilizzazione di tariffe a zone concentriche può creare dei problemi per gli utenti che effettuano brevi spostamenti solo nell'area extraurbana.

Una tariffazione a tempo assicura la possibilità di verificare la validità dei titoli di viaggio in quanto il controllo è basato sulla verifica dell'orario di inizio dello spostamento (definito dall'obliteratrice all'atto della convalida). Tale tipo di tariffazione richiede la suddivisione del territorio in zone mediante il tracciamento di isocrone. Data la numerosità di famiglie di isocrone da tracciare (una per ogni origine degli spostamenti) e poiché non è possibile definire in maniera univoca la durata temporale di uno spostamento una tariffazione esclusivamente a tempo risulta essere impraticabile su vaste aree.

Utilizzando un parametro di velocità convenzionale (eventualmente differenziato in base all'area in esame<sup>28</sup>), ad esempio la velocità commerciale media, è possibile mettere in relazione la durata media dello spostamento con la lunghezza dello stesso. Pertanto la realizzazione dei biglietti chilometrici a cui è associata una durata temporale consentirebbe, in base alla validità chilometrica, l'immediata individuazione del titolo necessario ad un dato spostamento e, in base alla validità temporale, una reale verifica della corretta utilizzazione del titolo di viaggio.

Un aspetto importante nella realizzazione dell'integrazione modale e tariffaria è la ripartizione degli introiti tra i diversi operatori. In generale la ripartizione può essere definita:

- sulla base dei ricavi storici (precedenti all'integrazione tariffaria) di ciascun gestore di servizi di TPL;

---

<sup>25</sup> Tali concetti sono approfonditi nell'Appendice A.

<sup>26</sup> In questa categoria di zone rientrano quelle alveolari e quelle a corone e settori circolari.

<sup>27</sup> Senza un sistema di localizzazione non è possibile determinare la zona di salita e quella di discesa per gli utenti e quindi controllare la validità della tariffa pagata.

<sup>28</sup> Si potrebbero utilizzare, ad esempio, velocità differenti a seconda che si operi in aree urbane, in aree suburbane ovvero in aree extraurbane.

- sulla base dell’offerta, storica o attuale, di ciascun gestore (solitamente in termini di posti–km);
- sulla base della domanda, storica o attuale, servita (solitamente in termini di passeggeri–km).

I meccanismi di ripartizione basati sui ricavi realizzati dai gestori prima dell’integrazione tariffaria non sono coerenti con il nuovo assetto normativo. Infatti il ricorso alle gare per l’affidamento dei servizi di TPL rende il sistema di integrazione tariffaria aperto all’ingresso di nuovi gestori, non solo in aggiunta, ma anche in sostituzione di quelli esistenti. Tale condizione, pertanto, non è compatibile con il vincolo di ricavi storici riferiti a determinati gestori.

Le ripartizioni basate sui dati storici (sia dell’offerta che della domanda) possono dar luogo a fenomeni di disincentivazione al miglioramento del servizio. Infatti i miglioramenti introdotti da un gestore produrrebbero un effetto negativo sul suo bilancio: maggiori costi di gestione a fronte di ricavi stabili; viceversa ogni peggioramento del servizio produrrebbe costi minori sempre a fronte di ricavi stabili.

I meccanismi basati sull’offerta attuale non incentivano l’incremento di domanda ma la massimizzazione dei costi (investimenti e spese di gestione) riducendo l’efficienza aziendale.

L’unico meccanismo di ripartizione che favorisce l’incremento di domanda sul trasporto pubblico è quello basato sulla domanda effettiva. Tale metodologia richiede, però, la disponibilità dei dati che possono essere ottenuti mediante indagini campionarie (per la rilevazione della domanda servita dai diversi gestori) ovvero dalle tecnologie di bigliettazione e controllo (per rilevare l’ingresso e l’uscita dei viaggiatori dai mezzi di trasporto).

#### *4.1.3. Le risorse da destinare all’esercizio*

Le risorse finanziarie relative agli oneri inerenti i servizi minimi possono confluire in un apposito capitolo di spesa del bilancio regionale (Fondo Regionale Trasporti). Nello stesso fondo rientrano gli investimenti per lo sviluppo ed il miglioramento del trasporto pubblico regionale e locale (si veda anche il par. 4.1.4).

La Regione, attraverso la sottoscrizione dei contratti di servizio, destina direttamente le risorse ai gestori dei servizi minimi di competenza regionale.

Per quanto riguarda, invece, i servizi minimi di competenza delle Province e dei Capoluoghi di Provincia, la Regione trasferisce le corrispondenti risorse all’Ente Locale di competenza; resta compito della Regione la definizione dei criteri di allocazione delle risorse tra i diversi Enti Locali e delle modalità di erogazione e controllo.

Quest’ultimo compito assume una rilevanza tecnica e politica notevole; infatti, se da un lato una ripartizione delle risorse in funzione della domanda sul territorio o del rapporto efficacia/costi può essere considerata tecnicamente valida, considerazioni politiche, relative al voler favorire lo sviluppo di zone più depresse, possono condurre a ripartizioni differenti.

#### *4.1.4. Le risorse da destinare agli investimenti*

La Regione partecipa al finanziamento degli investimenti per il settore del TPL; tali investimenti possono essere rivolti alle infrastrutture, ai sistemi tecnologici ed ai mezzi di trasporto. Le tipologie possibili sono: contributi in conto capitale o in conto ammortamento, mutui, contributi per contratti di leasing.

I possibili beneficiari sono, oltre agli Enti Locali, anche le aziende di TPL ed eventuali altri soggetti pubblici e privati. Per quanto riguarda gli Enti Locali, la Regione stipula con essi specifici accordi di programma. In ogni caso i contributi regionali devono essere destinati esclusivamente al servizio pubblico di linea.

Anche in questo caso, come per le risorse da destinare all'esercizio, valgono le stesse considerazioni tecnico-politiche riportate nel paragrafo 4.1.3.

#### *4.1.5. Le modalità di determinazione delle tariffe*

Secondo il D. Lgs. 422/97 (e successive modifiche) e le differenti leggi regionali, le tariffe per il TPL sono fissate dalla Regione e in alcuni casi dagli Enti Locali.

Nella definizione delle tariffe è determinante avvalersi dei risultati di indagini in modo da determinare, per ogni categoria di utenza, la reale disponibilità a pagare. Sulla base di tale indagine è possibile, infatti, definire per ciascuna categoria di utenza il titolo di viaggio "ideale" che consideri i seguenti elementi:

- validità spazio-temporale del titolo;
- tipologia di servizio fornito (ad esempio servizio express);
- tariffa del servizio.

Sulla base di considerazioni di carattere tecnico-economico, è possibile dimostrare che quanto maggiore è la segmentazione del campione tanto maggiore sarà la differenziazione dell'offerta di titoli di viaggio e tanto maggiore sarà anche la disponibilità a pagare "catturata".

Un aspetto da non trascurare è la realizzazione di opportuni pacchetti di viaggio "vantaggiosi" per l'utenza. Tali pacchetti consentono di acquistare un insieme di titoli (ad esempio un carnet di biglietti) ad un prezzo inferiore a quello risultante dalla somma dei singoli. L'utenza pertanto è invogliata a preferire tali pacchetti all'acquisto dei singoli titoli (risparmio economico, acquisto di più titoli in un unico momento, ecc.) ed inoltre anticipa somme di denaro per un servizio che utilizzerà in futuro. Per cui l'ente che gestisce la bigliettazione, a fronte di un ricavo minore, percepisce gli introiti in maniera anticipata.

Si segnala che è opportuno che le tariffe debbano essere soggette ad un meccanismo di adeguamento di tipo "price-cap", così come indicato nell'art. 2 (comma 18) della Legge n. 481 del 1995. In tal modo le tariffe devono crescere in misura non superiore al tasso di inflazione programmato. Si tratta di introdurre predeterminati tetti massimi applicabili in un arco temporale pluriennale con contemporanea introduzione di miglioramenti qualitativi dei servizi.

#### 4.1.6. I contratti di servizio

Uno degli aspetti innovativi del D. Lgs. 422/97 (e successive modifiche) è l'introduzione del contratto di servizio per l'affidamento dei servizi di TPL. In realtà la normativa nazionale e regionale specifica alcune caratteristiche sui contratti di servizio, quali ad esempio procedure concorsuali, durata e rinnovo dei contratti, subaffidamenti e subentri, ma non definisce il soggetto preposto alla gestione delle entrate tariffarie. Per cui a seconda che tali entrate siano gestite dall'Ente affidante ovvero dal soggetto affidatario si possono avere due tipologie di contratti di servizio a cui corrispondono differenti configurazioni del mercato.

I contratti *gross cost* prevedono che le entrate tariffarie affluiscono all'Ente affidante e che l'affidatario riceva un compenso (sulla base dei costi preventivamente stimati) e degli eventuali incentivi (sulla base di determinati obiettivi raggiunti<sup>29</sup>). In questa tipologia contrattuale l'affidatario sopporta solo il rischio di produzione ma non quello commerciale, pertanto rivolge la sua attenzione soprattutto all'efficienza.

I contratti *net cost*, invece, prevedono che l'affidatario incassi direttamente i proventi e stabiliscono, sulla base di stime preventive dei costi e dei ricavi, se l'affidatario debba ricevere un sussidio dall'Ente affidante ovvero debba versare un contributo di concessione. In questo caso, invece, l'azienda sopporta sia il rischio di produzione che quello commerciale, pertanto rivolge la sua attenzione sia all'efficienza che all'efficacia ed alla qualità. Inoltre gli affidatari, nel caso di contratti *net cost*, sono portati a sovrastimare i costi per compensare gli eventuali rischi.

Occorre considerare che, secondo la normativa vigente, le tariffe sono fissate dalla Regione, ovvero dagli Enti Locali, pertanto nel caso di contratti *net cost* l'affidatario sopporta un rischio commerciale senza poter operare direttamente sulle tariffe.

#### 4.1.7. Il sistema di monitoraggio

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;

<sup>29</sup> Tali obiettivi sono da definirsi nella Carta della mobilità.

- 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 autofilotraviari.

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. 1 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.

#### *4.1.8. I criteri per la riduzione della congestione e dell'inquinamento ambientale*

Un aspetto di notevole interesse nella programmazione del TPL è la riduzione della congestione e dell'inquinamento ambientale. Il conseguimento di tali obiettivi migliora la qualità della vita non solo degli utenti del sistema di trasporto (ad esempio la riduzione dei tempi totali di spostamento) ma anche dell'intera collettività (ad esempio il miglioramento della qualità dell'aria).

Il conseguimento di tali obiettivi può avvenire sia adottando politiche indirizzate a disincentivare l'utilizzazione del sistema di trasporto individuale a favore di quello pubblico, sia ricorrendo ad opportune soluzioni tecnologiche (veicoli ecologici, ecc.).

In ogni caso a supporto della programmazione e della progettazione esistono opportuni modelli analitici, e per alcuni di essi il relativo software applicativo, che consentono di simulare sia i livelli di congestione che quelli di inquinamento ambientale.

## 4.2. LE METODOLOGIE PER L'APPROVAZIONE DEI PROGRAMMI TRIENNALI DEI SERVIZI

L'iter di approvazione dei Programmi Triennali dei Servizi è stabilito per legge: *le Regioni, sentite le organizzazioni sindacali confederali e le associazioni dei consumatori*<sup>30</sup>, *approvano i programmi triennali dei servizi di trasporto pubblico locale* (Art.14 comma 3 del D. Lgs. 422/97 e successive modifiche). Inoltre alcune Regioni (Abruzzo, Calabria, Emilia Romagna, Marche e Puglia) hanno esteso il coinvolgimento anche alle imprese di trasporto, attraverso le associazioni di categoria.

La normativa precedente prevedeva che la programmazione degli Enti Locali fosse subordinata alla programmazione regionale, mentre l'attuale normativa attribuisce alle Regioni il compito di coordinare e di sintetizzare la programmazione degli Enti Locali.

---

<sup>30</sup> La presenza delle associazioni dei consumatori assicura la presenza degli utenti nella redazione dei programmi di TPL. La normativa nazionale e le singole normative regionali attualmente non considerano parti attive nella fase di programmazione né i macrountenti del sistema (scuole, ospedali, ecc.) né i mobility manager presenti sul territorio.

Tale innovazione risulta di difficile applicazione, anche alla luce della competenza regionale sui servizi ferroviari e sull'individuazione e il finanziamento dei servizi minimi.

Tale difficoltà emerge in modo evidente nelle normative regionali in cui si riscontra che:

- in alcuni casi non si fa cenno al rovesciamento del percorso di programmazione (Friuli Venezia Giulia, Lombardia, Liguria, Molise, Toscana e Umbria),
- in alcuni casi, sebbene ci sia stato il rovesciamento del percorso di programmazione, la Regione definisce i criteri e gli indirizzi di bacino (Abruzzo, Calabria, Campania, Emilia Romagna, Lazio, Marche, Puglia e Veneto);
- in alcuni casi comunque la Regione approva i piani di bacino (Basilicata).

Gli strumenti di intesa tra Regione ed Enti Locali sono quelli descritti nel paragrafo 2.3 ossia le conferenze dei servizi, gli accordi di programma e le conferenze di consultazione già istituite con precedenti leggi regionali.

**APPENDICE A. LE METODOLOGIE DI REDAZIONE DEI PROGRAMMI TRIENNALI  
DEI SERVIZI**



## A.1. IL PROGETTO DEI SERVIZI URBANI ED EXTRAURBANI

### A.1.1. PREMESSA

L'obiettivo generale della progettazione consiste nella definizione di sistemi integrati che tendano a soddisfare differenti esigenze, a volte contrastanti, quali ad esempio: sviluppo di una mobilità sostenibile, concentrazione dei servizi nelle aree a domanda alta per modificare le percentuali modali, estensione dei servizi nelle aree a domanda debole per garantire l'accessibilità "sociale" del territorio, raggiungimento di obiettivi di efficacia ed efficienza in termini economici e/o finanziari.

Per raggiungere tale obiettivo, la progettazione del sistema diventa determinante per individuare le configurazioni di rete e gli assetti complessivi istituzionali e territoriali congruenti con gli obiettivi del decisore, considerando i comportamenti degli utenti e tenendo conto delle dotazioni infrastrutturali esistenti nel territorio e del quadro legislativo e normativo di riferimento.

La progettazione del sistema integrato può essere articolata in tre componenti: componenti di esercizio, componenti di tipo fisico e componenti di tipo istituzionale.

L'esercizio integrato riguarda la necessità di progettare in maniera coordinata i differenti elementi delle reti dei servizi (itinerari, orari, turnazioni) a prescindere dalla unicità o molteplicità delle aziende che devono realizzare l'esercizio stesso; bisogna cioè progettare non solo le differenti variabili di esercizio delle singole aziende, ma anche il coordinamento degli itinerari e degli orari tra le aziende, nonché le capacità relative dei mezzi.

L'integrazione fisica riguarda la necessità di progettare i luoghi deputati all'interscambio inter/intramodale, bisogna cioè definire e progettare le integrazioni fisiche che consentano di ridurre le disutilità associate dagli utenti ai trasbordi.

L'integrazione istituzionale riguarda la necessità di procedere alla progettazione integrata dei sistemi tariffari sotto differenti profili; bisogna progettare l'integrazione lato utente in modo da rendere immediatamente e facilmente leggibile la struttura tariffaria, lato azienda in modo da individuare i meccanismi di ripartizione tra più aziende, lato ente regolatore in modo da conoscere l'evoluzione dei ricavi ed implementare ad esempio politiche di *gross cost* o di *net cost* in relazione agli obiettivi individuati.

Nell'ambito di un sistema di trasporto pubblico occorre definire due attori, i quali agiscono secondo due strategie concorrenti:

- il *gestore* del sistema o dell'azienda di trasporto pubblico, che ha in generale degli obiettivi riguardanti la massimizzazione dell'efficienza in rapporto ai costi aziendali e dell'efficacia in riferimento agli utenti; allo scopo di raggiungere tali obiettivi, agisce su alcune variabili che sono rappresentate, nel caso del trasporto pubblico, dai parametri di linea (itinerari, frequenze, orari);
- l'*utente* del sistema di trasporto pubblico che viene considerato dal progettista un decisore razionale (facendo riferimento alla teoria dell'utilità casuale).

### A.1.2. LE METODOLOGIE DI PROGETTO

Le metodologie di progetto possono essere ricondotte a due differenti approcci che si

caratterizzano per le diverse modalità con cui viene modellizzata l'interazione tra la strategie del gestore e dell'utente:

- approccio di simulazione o "what if";
- approccio di ottimizzazione o "what to".

L'approccio di simulazione risolve in forma approssimata l'interazione tra le due strategie concorrenti, mantenendole in forma completa, quello di ottimizzazione tende a semplificare almeno una delle strategie concorrenti risolvendo in forma esatta la loro interazione. I metodi di simulazione sono basati su soluzioni proposte dal progettista, in funzione dell'esperienza e della conoscenza della realtà specifica; tali soluzioni sono, poi, valutate e confrontate tra loro simulandone il funzionamento. I risultati della simulazione forniscono al progettista delle informazioni che possono essere utilizzate per migliorare la soluzione ottenuta.

In figura A.1 si riporta uno schema generale delle metodologie di progettazione basate sulla simulazione del sistema di trasporto.

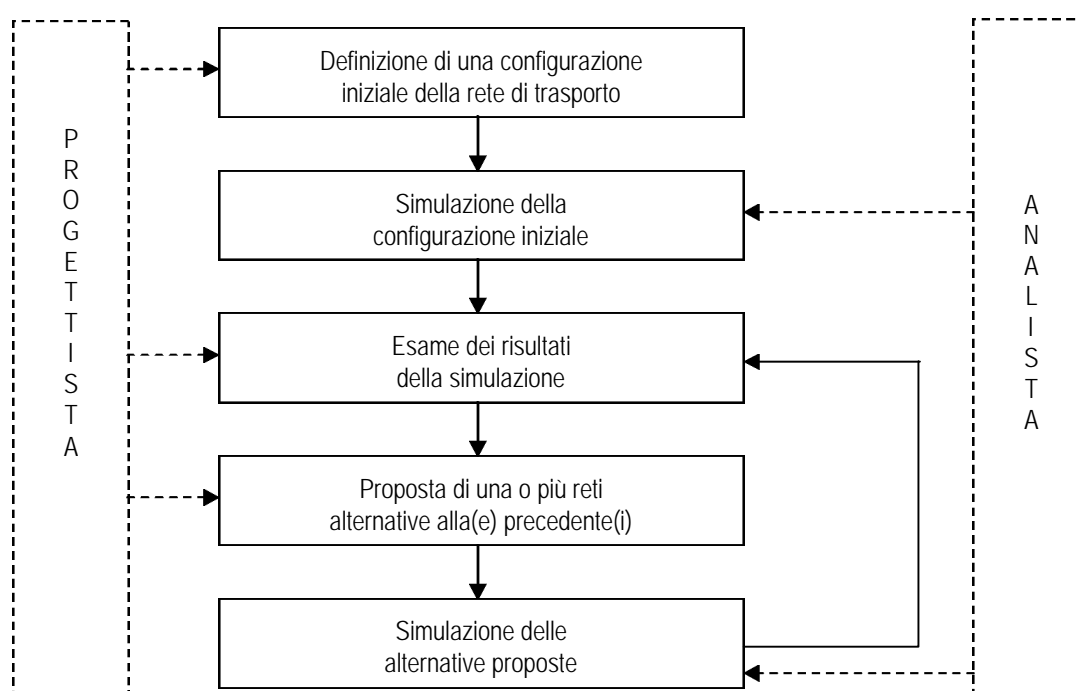


Figura A.1 - Schema semplificato del funzionamento dei metodi basati sulla simulazione

Nell'approccio di ottimizzazione le soluzioni (configurazioni dell'offerta) sono generate mediante modello e sono analizzate e valutate con una procedura iterativa. La generazione delle soluzioni nel problema di ottimizzazione avviene attraverso due tipologie di modelli:

- *modelli analitici*, caratterizzati da drastiche schematizzazioni nelle quali sono idealizzati l'area urbana e i sistemi di trasporto pubblico che la servono, ipotizzando per questi ultimi semplici e regolari configurazioni geometriche delle linee ed elementari schemi comportamentali degli utenti tramite i quali è possibile proporre il problema in forma continua e ricercare le soluzioni esatte;
- *modelli su rete*, che utilizzano tutte le potenzialità offerte dalla teoria dei grafi e con l'ausilio di procedure euristiche ottimizzano tutte o alcune delle seguenti componenti

di esercizio: tracciati delle linee, frequenze di servizio, orari, dimensioni dei veicoli, ecc.

Lo schema generale delle metodologie di progettazione basate sulla ottimizzazione è riportato in figura A.2; la figura A.3 riporta un confronto fra i due approcci di simulazione ed ottimizzazione.

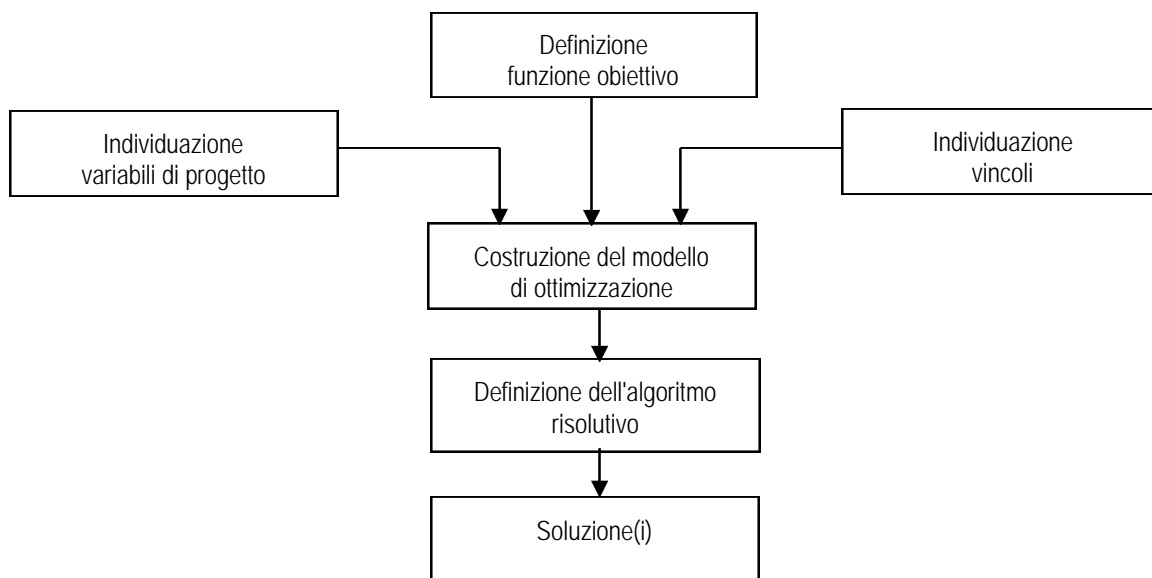


Figura A.2 - Schema semplificato del funzionamento dei metodi basati sull'ottimizzazione

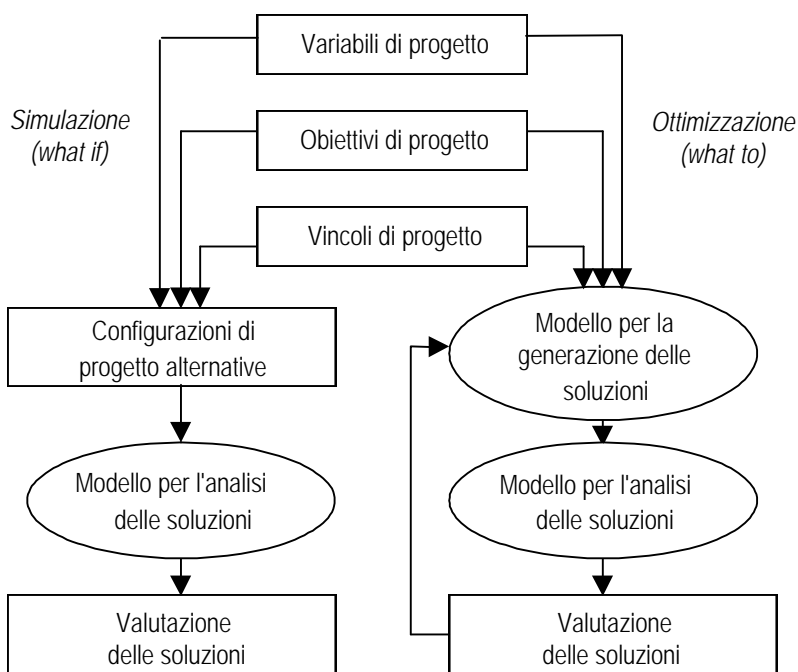
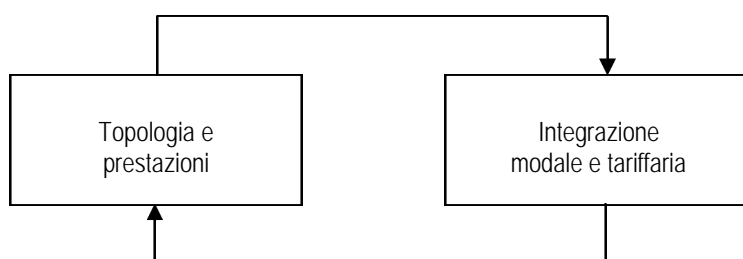


Figura A.3 – Approcci alla progettazione “what if” e “what to”

In queste Linee Guida per la progettazione dei sistemi di trasporto pubblico si propone l'utilizzo di approcci di simulazione di tipo "what if". Nei paragrafi che seguono il problema di progetto del sistema sarà affrontato su più livelli:

- in un primo livello si propone il progetto degli itinerari e frequenze delle linee suddiviso a sua volta in progetto delle linee principali e progetto delle linee di adduzione;
- in un secondo livello si propone il progetto dell'integrazione modale e tariffaria delle linee progettate nel primo livello;
- in ambito extraurbano è possibile definire un livello intermedio in cui procedere alla progettazione combinata degli itinerari e dell'orario.

Una progettazione unitaria risulta alquanto complessa per cui è preferibile affrontare in maniera separata i due livelli di progetto senza tuttavia trascurare le reciproche interrelazioni (figura A.4).



*Figura A.4. – Relazioni tra le variabili relative ai due livelli della progettazione*

Si osserva che i due livelli della progettazione possono essere differenti nel tempo, in quanto il progetto topologico/prestazionale in generale può riguardare il singolo operatore del trasporto pubblico (azienda), mentre l'integrazione modale e tariffaria coinvolge solitamente una molteplicità di operatori esercenti le diverse componenti del trasporto.

## **A.2. I CRITERI E LE METODOLOGIE PER IL PROGETTO DEGLI ITINERARI E DELLE FREQUENZE**

### **A.2.1. PREMESSA**

Nell'ambito dell'approccio di simulazione con modelli su rete, la soluzione progettuale di ottimo per un sistema di trasporto pubblico viene in genere ricercata in due passi successivi: nel primo si individua l'insieme delle linee potenzialmente ottimali, che include come sottoinsieme quelle di ottimo, nel secondo si determinano le variabili incognite che ottimizzano, rispetto all'insieme di linee proposto, i parametri decisionali assunti per la valutazione del progetto quali ad esempio le frequenze.

Nella *costruzione del modello* è necessario individuare:

- la funzione obiettivo da ottimizzare: in generale è una funzione che considera al suo interno sia i costi per l'azienda che i costi per gli utenti, opportunamente pesati; vi sono, però, dei casi in cui si è proposta una funzione obiettivo comprensiva dei soli costi per gli utenti (l'azienda è tenuta in conto solo attraverso un vincolo di budget), oppure una funzione obiettivo relativa ai costi sociali;
- i vincoli da tenere in conto: vincoli di budget, vincoli di servizio minimo, vincoli di connessione, ecc.;
- le variabili da progettare: tracciati delle linee (itinerari), frequenze, dimensione dei veicoli, orari, ecc.

### **A.2.2. GLI OBIETTIVI**

Gli obiettivi da considerare riguardano principalmente l'ente che esercisce il servizio di trasporto, l'utente che fruisce direttamente del servizio di trasporto, la collettività che beneficia o subisce gli effetti della politica dei trasporti adottata.

Gli obiettivi che riguardano la sola azienda si riferiscono alla massimizzazione del rapporto ricavi/costi. In particolare un aspetto normativo riguarda il raggiungimento di un valore del rapporto pari almeno al 35% attraverso:

- la valutazione delle componenti interne ed esterne dei costi delle singole modalità;
- l'ottimizzazione degli investimenti nelle infrastrutture e nei mezzi di trasporto;
- l'efficacia della spesa attraverso la promozione della concorrenza per un progressivo superamento degli assetti monopolistici e contenimento degli obblighi di servizio pubblico;
- il riconoscimento del ruolo dell'iniziativa privata nella gestione dei servizi e la progressiva apertura al mercato;
- il superamento oltre che degli assetti monopolistici anche del regime delle concessioni.

Altri obiettivi riguardano l'utente e l'ente esercente quale l'aumento della quota modale nel trasporto pubblico per favorire il riequilibrio della ripartizione modale e lo sviluppo del sistema dei trasporti pubblici.

Infine occorre considerare quegli obiettivi che coinvolgono gli utenti e la collettività e che riguardano:

1. il raggiungimento di una maggiore accessibilità e di un migliore equilibrio territoriale da perseguire

- assicurando una maggiore fruibilità del territorio regionale;
  - promuovendo un equilibrato sviluppo economico e sociale;
  - garantendo il diritto fondamentale dei cittadini alla mobilità;
  - promuovendo e operando la diffusione della cultura della mobilità sostenibile;
2. la tutela dell'ambiente da realizzare
- controllando la qualità della vita;
  - contenendo i consumi energetici e la riduzione delle cause dell'inquinamento ambientale, affidando un ruolo centrale al trasporto pubblico;
  - favorendo le modalità che producono minori costi per la collettività, tenendo conto anche degli elementi esterni di costo, quali congestione e inquinamento;
  - garantendo il diritto alla mobilità economicamente ed ambientalmente sostenibile;
3. lo sviluppo della ricerca e dell'innovazione tecnologica e gestionale applicata ai trasporti;
4. la promozione della sicurezza della circolazione.

#### A.2.3. I VINCOLI

I vincoli da tenere in conto sono di varia natura: *esterni*, legati alla disponibilità di un budget massimo di spesa oppure alla presenza di soglie massime di concentrazioni di inquinanti; *tecnici*, che riguardano la funzionalità tecnica del sistema espressa attraverso le caratteristiche delle infrastrutture dove saranno progettati gli itinerari e dei veicoli da utilizzare, la dimensione e la composizione del parco veicolare, le frequenze dei veicoli minime e massime, i rapporti flusso/capacità sui rami.

#### A.2.4. LE VARIABILI DI PROGETTO

Le variabili di progetto possono essere suddivise in *strategiche* (flotta, terminali, depositi) e *tattico-operative* (itinerari, frequenze, orari, turnazione personale e veicoli).

Le variabili di progetto di tipo strategico riguardano la dimensione della flotta veicolare in dotazione all'ente esercente il servizio di trasporto pubblico, l'ubicazione dei nodi di interscambio, dei depositi, ecc.

Le variabili di tipo tattico-operativo riguardano:

- gli itinerari della rete, la cui costruzione si può svolgere su più livelli:
  - intercity (servizi regionali ed interregionali e di elevata qualità, non soggetti a contribuzione regionale);
  - portanti (servizi di bacino e interbacino con sole fermate di adduzione);
  - di adduzione (con funzione di raccolta e di distribuzione rispetto ai collegamenti portanti);
  - di area (trasporti urbani, per esigenze specifiche e per aree a domanda debole);
- le frequenze del servizio per ciascun livello in cui è stato suddiviso il sistema per il progetto degli itinerari;
- gli orari del servizio, la cui progettazione è finalizzata ad un'integrazione inter/intramodale;

- la turnazione del personale e dei veicoli che, rientrando nell’ambito delle competenze gestionali delle singole aziende, non sono oggetto della presente analisi.

#### A.2.5. LE METODOLOGIE PER LA PROGETTAZIONE DEGLI ITINERARI E DELLE FREQUENZE

Il progetto degli itinerari ha come input tre insiemi di dati:

- dati aggregati relativi alla domanda (fascia di punta, variazioni giornaliere, variazioni stagionali, ecc.);
- dati relativi all’offerta quali tempi medi di percorrenza delle tratte e statistiche collegate, capolinea di riferimento, dislocazione dei depositi, esistenza di intersezioni a priorità, ecc.;
- dati relativi alle performance richieste sui singoli macroitinerari.

Gli output ottenibili dal progetto degli itinerari riguardano:

- modifiche di itinerari esistenti;
- proposta di nuovi itinerari.

Il progetto delle frequenze ha, come output, le frequenze e utilizza come input:

- gli itinerari e le fermate delle singole linee;
- i tempi di giro;
- i bus disponibili<sup>31</sup>;
- i sussidi accessibili (se condizionati alle percorrenze complessive).

Il sistema di trasporto pubblico viene progettato attestando le linee in un insieme di poli principali di attrazione. Ciascun polo risulta così il terminale di un insieme di linee di trasporto, che rendono possibile raggiungere con un numero ridotto (o nullo) di trasbordi tutte le destinazioni dell’area. Le linee dovranno essere organizzate come un sistema integrato; di conseguenza è importante che i trasbordi siano organizzati in maniera efficiente, semplice, veloce e confortevole, e con un eventuale coordinamento degli orari per le situazioni più periferiche dove le frequenze delle linee sono basse.

Il progetto di una rete gerarchizzata presenta inoltre l’indubbio vantaggio di poter essere realizzato per passi successivi.

La struttura del problema conduce alla realizzazione di un sistema di progettazione strutturato in quattro passi.

- Costruzione della base dati, costituita da un insieme di dati relativi alla domanda e alla offerta.
- Progetto di massima degli itinerari delle linee portanti e di adduzione, che si realizza in due momenti a ciascuno dei quali contribuisce un diverso insieme di modelli. Il progetto delle linee portanti viene realizzato previa individuazione della rete nel suo

---

<sup>31</sup> E’ da tenere presente che nella trattazione qui fatta si ipotizza che il parco dell’ente esercente venga dimensionato in funzione del servizio programmato. Nella realtà operativa ci si può trovare di fronte a due casi, non esplicitamente inquadrabili nell’ambito della normativa vigente, relativi alla proprietà del parco mezzi:

1. l’ente affidante è proprietario dei mezzi e li mette a disposizione dell’ente esercente il servizio: questa eventualità non modificherebbe la procedura qui descritta tranne che per l’eventuale introduzione di un vincolo costituito dall’entità del parco stesso;
2. l’ente esercente il servizio deve farsi carico del parco mezzi: in questo caso sarebbe più opportuno prevedere l’estensione della durata dei contratti alla vita utile dei mezzi (6-7 anni) in modo tale da poter considerare nei costi un valore coerente per il loro ammortamento.

complesso. La realizzazione della rete di adduzione, avendo già definito le linee della rete portante, necessita di una preventiva individuazione delle macrozone (bacini di traffico delle linee portanti), del sistema di parcheggi di scambio, delle aree di polarizzazione dei servizi e di conseguenza, dei principali poli di attrazione del traffico.

- Esercizio ottimale delle linee in termini di capacità e frequenza. Il calcolo di frequenze e dimensioni ottimali dei veicoli (o delle sole frequenze nel caso in cui l'ente esercente disponga di un'unica tipologia di veicoli) è considerato un problema di ottimizzazione interno al problema di ottimizzazione del tracciato delle linee; ad ogni iterazione la procedura, dopo aver variato la configurazione delle linee, ottimizza frequenze e dimensioni prima di calcolare nuovamente il valore degli obiettivi.
- Gestione delle linee di adduzione, finalizzato al raggiungimento di velocità commerciali tali da garantire una migliore integrazione con il sistema di linee portanti nel rispetto dei vincoli economici.

Il problema può essere visto come la determinazione di un equilibrio ottimale tra i costi dell'operatore e quelli degli utenti.

Aumentando il peso relativo al costo unitario dell'operatore, si perviene ad una rete costituita da un maggior numero di linee più corte che consente di adeguare meglio la frequenza all'entità della domanda. Di contro aumentano il numero di trasbordi e il tempo di attesa.

Aumentando invece il peso relativo ai costi degli utenti si perviene a una rete costituita da un minor numero di linee più lunghe, di frequenza maggiore che riducono il numero di trasbordi e il tempo di attesa. Di contro aumentano i costi di produzione del servizio.

Le metodologie per la progettazione delle reti e dei servizi si differenziano a seconda dell'ambito territoriale e delle dimensioni dell'area di studio.

Nelle presenti Linee Guida sono considerati tre ambiti territoriali:

- *Ambito urbano:*
  - di dimensioni *medio-piccole*: progettazione di una rete di autolinee con un unico livello gerarchico atte a servire un insieme dato di poli attrattori;
  - di *medie* dimensioni: progettazione di una rete di autolinee costituita da una rete portante e da una rete di adduzione che utilizzano lo stesso sistema tecnologico (in genere autobus).
- *Ambito metropolitano*: progettazione di un sistema integrato di trasporto pubblico, costituito da sistemi tecnologici diversi (quali: metropolitane, tranvie, autolinee ed eventuali sistemi intermedi), schematizzabili in una rete portante, una rete di adduzione ed i relativi terminali.
- *Ambito comprensoriale/extraurbano*: progettazione di un sistema integrato di trasporto pubblico, costituito da sistemi tecnologici e servizi diversi, schematizzabili in una rete configurabile sulla base della distribuzione spaziale della domanda.

#### A.2.5.1. *Le metodologie per l'ambito urbano*

##### Aree urbane di medio-piccole dimensioni: progetto della rete di autolinee

La metodologia di progettazione di reti di trasporto pubblico di dimensioni medio-piccole è caratterizzata dalla peculiare struttura della domanda di trasporto, denominata “many-to-few”, la quale risulta abitualmente diffusa in origine e concentrata su di un ristretto numero

di poli attrattivi in destinazione, quali: le scuole, la piazza principale (spesso sede di attività sociali e commerciali), l'ospedale, la stazione.

La procedura si riferisce alla progettazione della rete nel periodo di punta ed assume come dati: il numero dei poli attrattori; il numero di capolinea esterni; la matrice O/D, la topologia e le caratteristiche della rete stradale; la capacità dei veicoli; i costi operativi di esercizio ed i costi unitari degli utenti del trasporto pubblico.

La struttura generale della procedura è basata sull'esecuzione dei seguenti passi:

- localizzazione dei terminali;
- determinazione della rete di base;
- espansione della rete di base;
- riorganizzazione delle linee della rete centrale;
- ricongiungimento delle linee.

La procedura termina quando tutte le linee sono state esaminate.

#### Aree urbane di medie dimensioni: progetto della rete di autolinee

Nel caso di città di medie dimensioni il problema di progetto del servizio di trasporto pubblico si riconduce, nel caso più generale, al progetto di una rete di autolinee, possibilmente organizzate in 2 o 3 livelli gerarchici (portante e di adduzione).

La metodologia utilizzabile per generare un più modesto insieme di linee unifica le fasi di costruzione, implementazione e selezione delle linee, che vengono sottoposte, una alla volta, a successivi miglioramenti. Questa procedura consente di superare il problema della predeterminazione della posizione e del numero dei terminali delle linee, che, in realtà, condiziona pesantemente ed in maniera non controllabile, la configurazione delle linee e quindi la struttura della rete.

La procedura di risoluzione si basa sull'osservazione che una linea ha incidenza tanto maggiore quanto più elevato è il flusso di passeggeri serviti. Infatti, per assicurare la capacità, a linee più cariche corrispondono frequenze più elevate e, quindi, tempi di attesa minori. D'altra parte, le linee a più alta capacità costituiscono la struttura portante della rete. Pertanto, la procedura risolutiva forma per prime le linee portanti sulla base di una scelta sequenziale degli archi componenti; quindi, applica un insieme di procedure atte a migliorarla.

Nei casi di parziale riorganizzazione della rete, si possono individuare metodologie di progettazione differenti a seconda della particolare specificazione delle variabili progettuali e dei vincoli posti.

#### *A.2.5.2. Le metodologie per l'ambito metropolitano*

La procedura di progettazione del sistema di trasporto pubblico di un'area metropolitana si basa sul criterio di attestare le linee su un insieme di poli principali di attrazione o centri di interscambio. Ciascuno di essi risulta così il terminale di un insieme di linee di trasporto, che rendono possibile raggiungere con un ridotto numero di trasbordi le principali destinazioni dell'area.

In ciascun centro di interscambio possono convergere tre tipi di linee: locali, radiali, circolari.

Le prime hanno funzione di adduzione e di distribuzione dell'utenza al centro di interscambio più prossimo; le linee radiali connettono direttamente i centri di interscambio

con il centro dell'area, con un alto livello di servizio (frequenza) e poche fermate; le linee circolari, se l'utenza lo richiede, collegano tra loro i centri di interscambio. Le linee di questa rete dovranno essere organizzate come un sistema integrato; di conseguenza è importante che i trasbordi siano organizzati in maniera assolutamente efficiente, semplice, veloce e confortevole, e con un eventuale coordinamento degli orari per le situazioni più periferiche dove le frequenze delle linee sono basse.

Il progetto di una rete gerarchizzata presenta inoltre l'indubbio vantaggio di poter essere realizzato per passi successivi.

Le caratteristiche di land-use, topografiche, di struttura della domanda e dei comportamenti dell'utenza variano in maniera considerevole nelle varie realtà metropolitane. Risulta così estremamente complesso ed assai poco affidabile fornire delle specifiche di progetto molto definite; di converso è però possibile delineare un insieme di indirizzi generali che possono fornire un valido aiuto per la preparazione di un piano di una rete di trasporto pubblico policentrica, in grado di soddisfare la richiesta dell'utenza di potersi muovere in un contesto di multidestinzioni in maniera efficiente ed efficace.

La struttura del problema, determinata dalle dimensioni delle aree metropolitane, conduce alla realizzazione di un sistema di progettazione complesso (denominato il Sistema di Progettazione del TPL), organizzato in quattro passi:

- 1) Costruzione della Base dati;
- 2) Progetto di massima delle linee portanti e di adduzione;
- 3) Esercizio ottimale delle linee in termini di capacità e frequenza;
- 4) Gestione delle linee di adduzione.

I quattro passi, esplosi nelle loro componenti principali, sono riportati nella figura A.5, nella quale si evincono altresì i legami di interdipendenza e di concatenazione temporale che li connettono. Il mantenimento di un opportuno livello di chiarezza fa tralasciare l'evidenziazione degli ovvi momenti di feed-back. La base dati è costituita dalla matrice O/D, dal grafo e dalla struttura territoriale. Il modello RTN (Rapid Transit Network), basato su alcune procedure di concentrazione dei flussi, consente di individuare la "rete portante", che il modello RTL (Rapid Transit Lines), seguendo la logica di minimizzazione dei trasbordi, organizza in un sistema di linee, definendone anche le frequenze. L'analisi della struttura territoriale e dei nodi della rete portante consente poi di selezionare i poli di attrazione del TPL; da qui il modello DFL (Design of Feeder Lines), basato sul "massimo risparmio", consente la costruzione delle linee di adduzione. Le linee Express, Main e Feeder così ottenute, vengono quindi migliorate dal OLM (Optimal Line Management), che consente la definizione del sistema ottimo da adottare su ciascuna di esse. P+R (Park and Ride), basato sul calcolo delle matrici di convoluzione, consente invece la scelta della localizzazione ed il dimensionamento dei parcheggi di scambio, nonché, insieme con le politiche tariffarie della sosta (Park Pricing, PP) e con quelle di Land Use (LU), definisce le variazioni di utenza del TPL. Inoltre per le linee di adduzione nelle zone a bassa domanda o per particolari servizi anche in aree urbane (anziani, handicappati), TO (Typology of Operation), sulla base dell'equilibrio tra costi dell'esercente e degli utenti, definisce il criterio di gestione ottimale per questo tipo di linee, ad esempio il sistema Dial a Bus (DB). Infine PMT (Particular Management Typologies) consente di valutare la convenienza a sviluppare sistemi di controllo del tipo TTS (Timed Transfer Systems).

Nel seguito l'attenzione viene rivolta ai soli modelli di progetto delle linee di TPL rinviando approfondimenti sugli altri modelli ad altra sede ed allo stato dell'arte connesso con le Linee Guida e richiamato negli obiettivi in premessa.

Il progetto della rete portante (RTN), quello delle singole linee (RTL), nonché le procedure di miglioramento sono realizzati in due fasi successive. Nella prima si realizzano le linee express, utilizzando la matrice O/D degli spostamenti caratterizzati da distanze elevate. Nella seconda fase le linee express, definite nella fase precedente, sono considerate “offerta fissa”, assimilate cioè ad una linea di metropolitana in esercizio. In questo contesto le linee main sono definite utilizzando l’intera matrice O/D.

Dalla procedura RTL discendono inoltre linee che non raggiungono gli standard delle linee main e che assumono così la caratteristica di linee di adduzione “many-to-many”. Per la determinazione delle classiche linee di adduzione “many-to-one”, identificati i principali poli di attrazione delle linee portanti, nel modello DFL vengono calcolati i costi tra le origini degli spostamenti e il polo di attrazione più vicino.

Nelle aree a bassa densità di popolazione, il servizio di TPL convenzionale si rivela poco efficiente. Si propone quindi la possibilità di migliorare tale servizio utilizzando dei sistemi alternativi di gestione del TPL di tipo variabile (DB) e fissa (PMT), che forniscano migliori prestazioni proprio in queste aree, quali i sistemi a trasferimento sincronizzato e i servizi a chiamata.

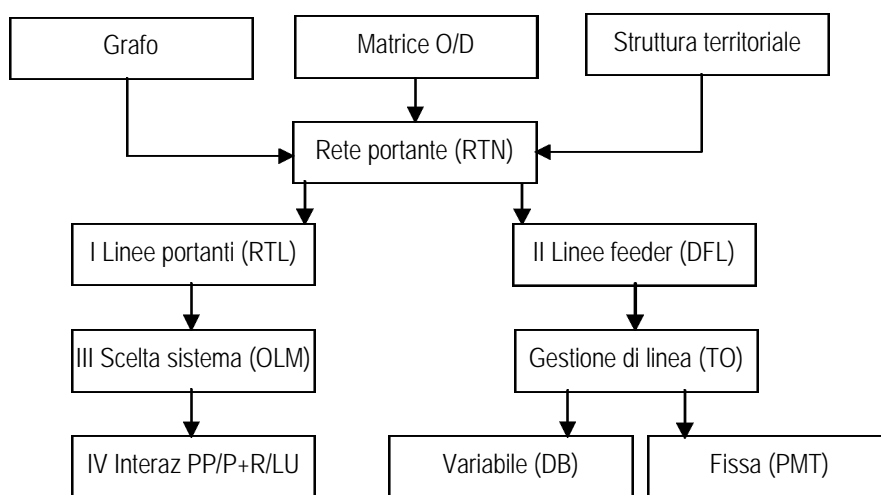


Figura A.5. - Schema delle attività per il progetto di rete del TPL

#### A.2.5.3. Le metodologie per l'ambito comprensoriale/extraurbano

In ambito comprensoriale è possibile definire differenti configurazioni di reti e servizi, in relazione alla distribuzione spaziale della domanda:

- configurazione *concentrata* su un ristretto numero di poli (distribuzione della domanda del tipo "many-to-few");
- configurazione *diffusa* su un esteso numero di poli (distribuzione della domanda del tipo "many-to-many");
- configurazione *intermedia*.

Nella caso di configurazione concentrata, le corse dai centri minori ai poli attrattivi sono dirette (senza trasbordo passeggeri); inoltre, il servizio diretto è garantito solo per alcuni collegamenti (i rimanenti avvengono con trasbordo).

Nel caso di configurazione diffusa, la rete dei servizi è costituita da una linea con capacità medio-alta che percorre un asse portante e da linee a minore capacità che percorrono la viabilità di adduzione, da nodi di interscambio ubicati lungo l'asse portante. Tale assetto di rete consente di avere linee più corte e di ridurre o eliminare sovrapposizioni.

Nella configurazione intermedia i nodi di interscambio sono disposti lungo l'asse portante e in corrispondenza dei poli attrattivi maggiori.

#### *A.2.5.4. Le metodologie per i servizi aggiuntivi*

I servizi aggiuntivi sono quelli destinati a servire le zone a domanda debole per le quali è possibile adottare due diverse strategie per la gestione delle linee. Ci si riferisce in particolare alla individuazione di "dove, quando e come" utilizzare i sistemi "bus a deviazione di percorso" (ADP) e "bus a trasbordi sincronizzati".

L'area dove il sistema ADP si adatta di più alle esigenze dell'utente è appunto quella del tipo a domanda debole: quest'area però non deve essere identificata soltanto con quella rurale, che, comunque, presentando una popolazione bassa come numero e dispersa nel territorio, rientra certamente in tale definizione. Aree a domanda debole sono anche le zone ultraperiferiche cittadine e, nel periodo iniziale di costruzione, le zone dove si prevede l'inurbamento.

La flessibilità del ADP permette:

- a) di far utilizzare la corsa dal massimo numero di persone nell'area di servizio, cosa impossibile per i bus ad itinerario fisso, che scoraggiano gli utenti lontani più di 300-400 m dalla fermata;
- b) di minimizzare il percorso, risparmiando i chilometri in cui non vi sono utenti da trasportare;
- c) di diminuire il tempo di spostamento degli utenti, che con i percorsi fissi, sono invece costretti a lunghi percorsi a piedi sino alla fermata.

L'analisi di questi punti consente di identificare il tipo di utente servito da un ADP che può appartenere, oltre alla categoria degli utenti tradizionali anche a quella categoria di utenti che negli USA viene definita dei "disadvantaged" (svantaggiati).

L'applicazione dell'ADP richiede l'identificazione dell'area e delle attuali linee candidate a essere trasformate in ADP. Questa fase preliminare viene condotta in base a dei criteri di identificazione, che definiscono delle variabili e dei valori soglia. Le variabili riguardano principalmente la densità di popolazione, le classi di età, l'utenza delle linee.

### **A.3. I CRITERI E LE METODOLOGIE PER IL PROGETTO DELL'INTEGRAZIONE MODALE E TARIFFARIA (ORARI, TARIFFE)**

#### **A.3.1. PREMESSA**

L'integrazione fra modi di trasporto diversi e l'unificazione delle tariffe permette una concreta qualificazione dei servizi da offrire all'utenza. Si tratta di azioni di carattere organizzativo, normativo e di coordinamento, cui è possibile inoltre associare il ricorso a nuove tecnologie che possono garantire un maggior grado di affidabilità del sistema e inferiori costi di gestione.

Sono da prevedere in generale: la definizione di nuovi assetti delle reti, con l'integrazione fra linee e coordinamento degli orari relativi, la definizione di sistemi tariffari unificati, la realizzazione di convenzioni e accordi fra Enti Locali e gestori del trasporto per lo sviluppo dell'integrazione tariffaria, la promozione di azioni per la riduzione dei tempi di attesa agli interscambi, il miglioramento dell'accessibilità e delle condizioni di parcheggio, la strutturazione di un sistema informativo integrato efficace.

#### **A.3.2. GLI OBIETTIVI**

Il presupposto delle operazioni di integrazione è generalmente rappresentato da esigenze di razionalizzazione della rete e di eliminazione degli effetti negativi indotti dalla coesistenza e mancanza di coordinamento di servizi di trasporto diversi. Tale approccio ai problemi d'integrazione spiega probabilmente perché le prime integrazioni tariffarie sono state attuate in aree metropolitane, ove erano più rilevanti le diseconomie di rete a causa della presenza all'interno delle stesse aree di molteplici gestori di trasporto pubblico.

Tra gli obiettivi da perseguire si segnalano:

- la massimizzazione del grado di integrazione dei servizi;
- la minimizzazione dei tempi e costi d'interscambio;
- l'incremento dell'utenza attratta;
- la razionalizzazione dei servizi;
- la massimizzazione del rapporto ricavi/costi.

La ricerca del massimo grado di integrazione dei servizi può essere perseguita attraverso molteplici azioni; fra le principali:

- promuovere uno sviluppo equilibrato, attraverso il progetto di una rete di trasporto gerarchizzata, coordinata ed integrata;
- ottimizzare il ruolo delle linee ferroviarie, promuovendone il ruolo di linee di forza a scala metropolitana e regionale;
- favorire il riequilibrio modale a favore del trasporto pubblico;
- favorire l'aggregazione e l'associazione delle piccole aziende di Trasporto Pubblico Locale;
- gestire unitariamente i servizi di Trasporto Pubblico Locale.

L'intento è quello di semplificare l'accesso degli utenti ai servizi di trasporto, nonché di facilitare le continuità di viaggio ed aumentare la velocità degli spostamenti.

In generale i tempi di viaggio con più modalità di trasporto in successione tendono ad essere allungati per effetto del trasferimento da un modo di trasporto all'altro; può essere

allora opportuno cercare di ridurre i tempi di interscambio mediante azioni quali il coordinamento degli orari e la dotazione dei nodi d'interscambio di attrezzature e servizi ausiliari in modo da alleggerire il peso del tempo di attesa o di trasferimento percepito dagli utenti.

Esperienze recenti in diverse realtà europee dimostrano quasi sempre una maggiore attrattiva dei sistemi di trasporto pubblico integrati; l'integrazione modale e tariffaria si traduce agli occhi degli utenti in un miglioramento della qualità dei servizi e quindi in una loro maggiore frequentazione. L'integrazione dei servizi conduce alla eliminazione di diseconomie tipiche quali quelle dovute a ingiustificate sovrapposizioni di linee o alla gestione di piccole flotte di veicoli.

### A.3.3. I VINCOLI

Fra i vincoli di progetto sono da tenere in opportuna considerazione:

- vincoli di natura tecnica;
- vincoli relativi al parco veicolare;
- vincoli connessi con la ripartizione degli introiti.

Il progetto dei servizi integrati deve essere compatibile con vincoli tecnici presenti, quali caratteristiche delle infrastrutture, caratteristiche strutturali e funzionali dei veicoli, caratteristiche strutturali e funzionali dei nodi d'interscambio, caratteristiche delle tecnologie impegnate.

I servizi devono essere progettati tenendo conto del parco veicolare realmente disponibile o acquisibile con finanziamenti a disposizione. Perché l'integrazione modale risulti efficace occorre anche garantire congruenza dimensionale fra il parco veicolare della rete portante e parco veicolare delle linee di adduzione; occorre, in altri termini, che la capacità di un servizio "collettore" sia sufficiente ad accogliere l'utenza delle linee di confluenza.

L'integrazione tariffaria facilita il passeggero nel trasferirsi tra modalità differenti di trasporto pubblico senza avere la necessità ogni volta di comprare un nuovo titolo di viaggio, ma comporta un problema di attribuzione dei ricavi fra soggetti gestori diversi. Occorre necessariamente prevedere un sistema di ripartizione degli introiti che risponda a criteri condivisi dagli operatori coinvolti. La definizione di tali criteri è un passo fondamentale dell'attività di programmazione.

### A.3.4. LE VARIABILI DI PROGETTO

Le variabili di progetto possono essere ripartite in due classi:

- variabili relative alla topologia e alle prestazioni di rete;
- variabili relative al coordinamento degli orari e al regime tariffario.

Nel seguito si ipotizzano definite le prime e si punta l'attenzione sulle seconde.

La definizione degli orari è legata ai tempi di viaggio dei veicoli sulle diverse linee; ne discende che, ai fini di un efficace coordinamento, occorre programmare opportunamente le coincidenze, ovvero gli orari di partenza delle singole corse da ciascun terminale.

Un titolo di viaggio si definisce integrato quando è possibile per l'utente utilizzare un unico documento di viaggio su un ambito spazio-temporale prefissato; il prezzo del titolo di viaggio non dipenderà dai mezzi o dai vettori utilizzati, né dal numero di eventuali

trasbordi, ma soltanto dalla “quantità” di trasporto acquistata; può essere inoltre consentita, entro certi limiti, la scelta di diversi itinerari.

Il regime tariffario può essere articolato in rapporto a variabili socio-economiche e territoriali (es. categorie di utenze, zone di traffico, motivazione e frequenza del viaggio, ecc.)

#### A.3.5. LE METODOLOGIE PER L'INTEGRAZIONE DELLE LINEE

Preliminare alla progettazione di orari e tariffe coordinate appare essere la progettazione delle linee in modo da assicurare una rete integrata, con nodi di interscambio ubicati in siti strategici.

L'integrazione può essere perseguita agendo:

- sul disegno del grafo di rete (topologia);
- sulle prestazioni delle linee operative;
- sull'assetto dei nodi di interscambio.

Nel seguito si propongono alcuni elementi di riferimento per i progettisti relativamente ai criteri per la localizzazione dei nodi di interscambio e per la migliore funzionalità dei nodi stessi.

##### *A.3.5.1. Il ruolo e la funzione dei centri di interscambio*

I centri di interscambio devono possedere delle caratteristiche tali da favorire la scelta, da parte dell'utente, dello spostamento intermodale rispetto a quello monomodale. Occorre, quindi, migliorare l'attrattiva dei centri di interscambio esistenti e definire degli orientamenti per la realizzazione di quelli nuovi.

Per migliorare l'attrattiva dei centri di interscambio esistenti occorre, in primo luogo, arricchire la varietà dei modi di trasporto convergenti nel nodo. Possono essere introdotti, quindi, modi di trasporto innovativi che rispetto a quelli tradizionali quali ad esempio il park-and-ride, richiedono meno spazi e costi minori. Alcuni di questi modi sono:

- bike-and-ride (accesso in bicicletta);
- moto-and-ride (accesso con veicoli a due ruote motorizzati);
- walk-and-ride (accesso a piedi);
- car sharing (condivisione auto fra più persone – auto in multiproprietà);
- kiss-and-ride (accompagnamento);
- car and van pool park-and-ride (accesso con veicoli utilizzati da gruppi di utenti);
- personal rapid transit (accesso con veicolo individuale innovativo).

Il centro di interscambio, inoltre, deve essere considerato un centro integrato di trasporti e servizi. Nei centri a rilevante frequentazione devono essere presenti servizi variegati per l'utente come servizi di vigilanza, sanitari e commerciali, spazi confortevoli per l'attesa, carrelli per bagagli. Devono inoltre essere assicurate condizioni di illuminazione tali da rendere sicuro il transito o l'attesa in qualsiasi momento della giornata.

L'attrattività del nodo può essere favorita attraverso l'incremento di servizi commerciali e sociali nelle aree circostanti oltre che attraverso un incremento della densità della rete di adduzione al nodo.

L'integrazione modale può essere agevolata da interventi strutturali (piattaforme, banchine, percorsi pedonali, pensiline o stazioni, sistema di distribuzione dei biglietti, ecc.) atti a facilitare il trasferimento degli utenti all'interno del centro di interscambio. Interventi immateriali possono essere inoltre contemplati per facilitare la fruizione dei servizi di trasporto (sistema informativo, accoglienza, animazione culturale, ecc.).

Nella progettazione dei centri di interscambio saranno, in generale, presi in considerazione:

- il rapporto fra gli operatori coinvolti;
- l'organizzazione degli accessi (percorsi, segnaletica, ecc.);
- le infrastrutture disponibili per il parcheggio;
- i servizi all'utenza (igiene, informazione, ristoro, ecc.);
- le forme di gestione delle attività di servizio (parcheggio, sistema informativo, ecc.);
- le modalità di contabilizzazione e distribuzione dei proventi fra gli operatori.

#### A.3.5.2. *La localizzazione dei nodi di interscambio*

Il passaggio da una modalità di trasporto ad un'altra può avvenire in nodi strategici della rete la cui localizzazione passa attraverso la razionalizzazione del sistema di trasporto pubblico nella sua interezza. Tale obiettivo può essere ricercato utilizzando metodi fondati su indicatori relativi alla struttura delle reti in grado di consentire l'identificazione dei punti di interscambio migliori e di strutturare l'offerta di servizio su differenti livelli gerarchici. Tra gli indicatori che possono essere adottati si segnalano: misure globali derivanti dalla teoria dei grafi, relative alla complessità e connettività della rete; misure della forma di rete; misure di accessibilità o centralità che identificano le gerarchie dei nodi di una rete. Una specifica metodologia di questo tipo è stata applicata in Francia nello Schema Direttore dell'Offerta (SDO) disegnato per la regione sud di Parigi (progetto "Autrement Bus").

#### A.3.6. LE METODOLOGIE PER IL COORDINAMENTO DEGLI ORARI

Il coordinamento degli orari ha come input:

- la distribuzione della domanda per target orari giornalieri all'origine e a destinazione;
- i tempi di corsa per tratta e per linea;
- i nodi previsti per i trasbordi.

Gli output attesi sono gli orari di partenza delle singole corse dai terminali. L'integrazione dei diversi modi di trasporto ha come obiettivo primario la riduzione dei tempi di spostamento complessivi della cosiddetta catena del trasporto fruita dall'utenza. Si tratta di realizzare un'offerta integrata di TPL con forte rispondenza del servizio di trasporto alla domanda potenziale espressa dai sistemi insediativi. Ad esigenze di mobilità proprie dei sistemi locali regionali occorre far fronte integrando i diversi modi, così da sfruttare i punti di forza che ciascuno di essi può offrire (ad esempio la capillarità dei servizi bus da un lato e i minori tempi di percorrenza e l'indipendenza dalla congestione del traffico della ferrovia dall'altro).

L'azione strategica più incisiva al fine di una diminuzione dei tempi di viaggio dell'utenza riguarda la sincronia degli orari dei mezzi pubblici con l'obiettivo di una riduzione complessiva del tempo di viaggio dell'utente.

Una struttura gerarchica di rete, con linee forti e linee di adduzione secondarie, tipica della scala extraurbana, si presta più facilmente al coordinamento degli orari. La linea secondaria adegua il proprio orario in rapporto a quello delle linee di livello superiore; definito l'orario di transito dei veicoli di queste ultime su un dato nodo di interscambio, si programmeranno le *coincidenze* per le linee secondarie (arrivo anticipato, partenza posticipata). La situazione si complica notevolmente nel caso più generale di linee di pari livello, soprattutto per reti di trasporto dense; in tal caso si ricorre ad approcci euristici, supportati dall'esperienza del pianificatore.

### A.3.7. LE METODOLOGIE PER LA PROGETTAZIONE DELLA STRUTTURA TARIFFARIA

#### A.3.7.1. La definizione della struttura complessiva dell'area "integrata"

Ciò che sembra accomunare gran parte delle esperienze di integrazione tariffaria in ambito urbano e metropolitano è la scelta della struttura di base attribuita al sistema tariffario integrato. Si tratta di una struttura "a zone", caratterizzata dall'individuazione di un'area integrata e della suddivisione della stessa in sub-aree; all'interno di ciascuna sub-area lo spostamento è consentito ad una tariffa prefissata (titolo di viaggio singolo), mentre per i viaggi più lunghi la tariffa è proporzionata al numero di sub-aree da attraversare.

Il sistema a zone appare efficace in aree in cui l'utenza richiede frequenti accessi al trasporto pubblico e segue percorsi irregolari (tipico delle aree metropolitane); allorché gli spostamenti sono poco frequenti e seguono percorsi regolari, situazione tipica della mobilità extraurbana, può essere ancora preferibile un sistema di tariffazione per "tratte". In generale è possibile pensare anche ad un sistema ibrido, ad esempio allorché si ragioni su un'area vasta.

La definizione della struttura complessiva dell'area integrata, una volta determinati i confini di dette aree, passa attraverso:

- la specificazione della morfologia zonale;
- il dimensionamento delle zone;
- la suddivisione delle zone;
- il trattamento delle aree "periferiche".

Per la suddivisione in zone di un'area dove è prevista l'attuazione di un sistema tariffario integrato esistono due criteri fondamentali. Si preferisce una suddivisione della superficie totale in zone alveolari, costruendo sub-aree di dimensioni simili, quando la mobilità è fortemente diffusa o i centri gravitazionali sono numerosi e sostanzialmente equivalenti. Quando gli spostamenti sono prevalentemente radiocentrici, è più semplice e più funzionale costruire zone circolari concentriche.

In un sistema tariffario a zone tutti gli spostamenti interni ad una zona hanno lo stesso prezzo. Ne consegue che l'oscillazione tra percorso minimo e percorso massimo possibili a pari costo per l'utente è proporzionale all'ampiezza della zona. Inoltre, un percorso che attraversi un confine di zona, anche se più breve, costa più di uno spostamento interno. Zone molto piccole, pur consentendo di graduare il prezzo, complicano notevolmente il sistema rendendolo difficilmente comprensibile per l'utente in quanto si richiede una notevole differenziazione nei titoli di viaggio. Zone molto ampie, al contrario, semplificano la struttura, ma determinano differenze eccessive sia tra spostamenti possibili

allo stesso prezzo, sia tra scaglioni tariffari consecutivi. La dimensione deve essere tale che il rapporto col prezzo base del documento non provochi immediate conseguenze negative sotto il profilo della convenienza economica né per gli utenti né per i vettori.

La maggior parte dei problemi posti dal rapporto in questione viene risolta costruendo zone con ampiezza non fortemente dissimile da quella media degli scaglioni tariffari in uso sui sistemi a tratte chilometriche, ed individuando moduli di prezzo di volta in volta comparabili.

#### Suddivisione delle zone concentriche in settori

I sistemi a zone concentriche, concepiti per determinare livelli tariffari equilibrati sugli spostamenti radiali (nettamente prevalenti), non sono in grado di assicurare analoghe condizioni di equilibrio per le relazioni tangenziali, sulle quali diviene possibile percorrere distanze considerevoli impegnando una sola o poche zone. Tale caratteristica, a volte assolutamente trascurabile sotto l'aspetto quantitativo o addirittura gradita per l'effetto decongestionante indotto sulle direttrici radiali dall'incentivo tariffario verso percorsi tangenziali, determina altre volte conseguenze economiche inaccettabili e vistosi squilibri tariffari. E' quindi quasi sempre necessaria un'ulteriore suddivisione delle corone circolari in settori.

La suddivisione territoriale in zone ai fini dell'integrazione può risultare ottimale per aree territoriali limitate (aree metropolitane, bacini provinciali) dove l'accesso ai servizi di trasporto è caratterizzato da una rete intermodale fitta e distribuita in modo omogeneo sul territorio, mentre nel caso di servizi di trasporto regionali ed interregionali la cui struttura di rete è caratterizzata principalmente da direttrici fondamentali su ferro e da alcune linee di adduzione su gomma, il sistema di integrazione preferibile è quello a tratte, organizzato secondo delle espansioni radiali, la cui lunghezza varia in funzione dei flussi di utenza sistematica.

#### *A.3.7.2. La definizione della struttura tariffaria*

Tutti gli spostamenti interni ad un'area dove vige un sistema tariffario integrato devono essere possibili con un solo documento di viaggio che consenta l'uso di più mezzi anche di diversi vettori e, entro certi limiti, la scelta di differenti percorsi. La definizione della struttura tariffaria passa attraverso la definizione:

- a) di un insieme organico di titoli di viaggio (abbonamenti, biglietti individuali, biglietti di gruppo, ecc.) e relativi formati (tagliando, scheda, scheda magnetica, ecc.);
- b) di opportune regole di calcolo delle tariffe, facilmente comprensibili da parte dell'utenza.

In generale la determinazione dei livelli tariffari sarà correlata alle classi di distanza (numero di zone attraversate) e al tempo di validità del titolo di viaggio. Il livello tariffario cui tendere sarà rappresentato da una tariffa di riferimento che assumerà un andamento crescente, sia pure con un tasso di crescita gradualmente ridotto, in modo da produrre un costo di viaggio medio per km decrescente con l'aumentare della lunghezza del percorso. Specifici criteri andranno definiti per la determinazione delle tariffe speciali (per servizi occasionali, promozionali, a chiamata, etc.) e delle tariffe agevolate.

Le tariffe relative a servizi occasionali (es. in occasione di particolari eventi turistici e/o sportivi) e promozionali (es. studenti), saranno oggetto di regolamentazione, ma con

maggiori gradi di libertà in modo da favorire una migliore commercializzazione dei prodotti. Le agevolazione tariffarie per categorie protette (pensionati, invalidi civili, ecc.) saranno ispirate a principi quali limiti di reddito e ambito di validità territoriale, che consentano di conciliare le esigenze sociali con quelle di ordine finanziario.

#### *A.3.7.3. La definizione della struttura commerciale*

La struttura commerciale può essere definita attraverso:

- a) una classificazione dell'utenza (es. per fasce d'età, per gruppi omogenei, per tipo d'uso del trasporto, per livello di frequentazione, ecc.);
- b) la pubblicizzazione del sistema tariffario e dei relativi vantaggi per l'utente (strutture tariffarie, numero di spostamenti possibili, vincoli spaziali e temporali di viaggio, limiti di validità del titolo, possibilità di uso interpersonale, convalida, ecc.) anche mediante il ricorso a strumenti di comunicazione multimediale;
- c) la creazione di una rete di vendita, diffusa e di facile accesso, dei titoli di viaggio, al fine di consentire all'utente di acquistare i titoli di viaggio senza difficoltà; è possibile contemplare la possibilità di commercializzazione attraverso internet.

#### *A.3.7.4. Il confronto fra ipotesi alternative*

Le ipotesi alternative di sistema tariffario possono essere costruite in relazione a numerose variabili; quelle principali sono: passo delle zone concentriche, valore dell'unità tariffaria di base, criteri per il calcolo degli scatti tariffari in rapporto al numero e alla localizzazione delle zone attraversate, rapporto di prezzo tra i diversi titoli di viaggio offerti.

Si procederà quindi ad una valutazione degli impatti connessi con le diverse alternative, per ricavare indici di merito. Nelle valutazioni, in particolare, si ricercherà la combinazione dei fattori citati in modo da ottenere una maggiorazione d'introito rispetto alla situazione attuale.

#### *A.3.7.5. I rapporti fra gestori associati*

In generale, possono essere identificati i diversi attori del sistema di trasporto ed i relativi compiti in materia tariffaria (tabella A.1).

Un elemento da considerare in uno scenario di progetto di integrazione è comunque il rapporto fra gli operatori esercenti le diverse componenti di trasporto; il coordinamento dei rapporti può avvenire sostanzialmente attraverso: un percorso negoziale, una soluzione societaria, altro (es. Autorità).

La soluzione negoziale prevede che fra i diversi operatori si rediga un negozio giuridico che disciplini i vari aspetti del problema; tale negozio giuridico ha natura contrattuale ai sensi degli artt. 1321 e 1322 del Codice Civile. La seconda soluzione prevede la costituzione di una società per azioni cui partecipano, con proprie quote, i diversi operatori. Nel terzo caso è previsto il ricorso ad Enti dotati di autonomia e rappresentatività degli interessi della collettività, in grado di operare con metodologie trasparenti ed obiettive al di sopra delle parti.

Tabella A.1. Attori del sistema di trasporto

Attore	Ruolo	Compiti
Regione	Pianificazione gen. e indirizzi strategici	Definire la politica tariffaria, stabilire gli indirizzi, i criteri e la tabella tariffaria di riferimento regionale
Regione	Programmazione Triennale Servizi	Organizzare i sistemi tariffari nei bacini di competenza, individuare i livelli tariffari per le gare
Province	Programmazione Triennale Servizi	Organizzare i sistemi tariffari nei bacini di competenza, individuare i livelli tariffari per le gare
Comuni capoluogo	Programmazione Triennale Servizi	Organizzare i sistemi tariffari nei bacini di competenza, individuare i livelli tariffari per le gare
Aziende	Gestione servizi	Definire le politiche di marketing nel rispetto degli obblighi contrattuali, curare la commercializzazione del servizio offerto
Autorità Garante	Tutela utenti	Vigilare sullo svolgimento degli adempimenti di competenza dei vari soggetti istituzionali e degli operatori aziendali
Utenti	Propositivo	Proporre modifiche al sistema tariffario da vagliare con i soggetti istituzionalmente competenti

Il secondo elemento importante è la definizione dei contenuti dell'accordo in particolare:

- l'oggetto dell'accordo ovvero le finalità per cui le parti si accordano;
- i partner aderenti all'accordo;
- la natura dell'accordo;
- le modifiche previste sui livelli tariffari;
- il rapporto fra enti e vettori;
- i criteri di ripartizione degli introiti.

Al fine di una ripartizione degli introiti sono possibili diverse strategie; fra i criteri adottabili si possono segnalare:

- criteri basati sulla domanda soddisfatta dai diversi vettori che possono essere connessi agli introiti realizzati prima dell'accordo tariffario per gli stessi servizi (introiti congelati all'anno zero) oppure a statistiche aggiornate periodicamente sulla base di rilievi;
- criteri basati sull'offerta di trasporto (es. posti x km offerti da ciascun operatore, costi di produzione dei servizi);
- criteri interagenti con le quote di contributo esterno alle spese di esercizio;
- criteri prefissati sulla base di valori convenzionali che restano in vigore per l'intero periodo dell'accordo;
- criteri che tengano conto delle variabili demografiche come correttivo dei metodi basati sulla ricopertura esterna dei costi di esercizio;
- criteri che tendano a premiare la capacità di marketing, privilegiando nella ripartizione il venditore del titolo di viaggio;
- criteri in funzione sia della domanda soddisfatta che dei costi di produzione dei servizi; ad ogni vettore può essere attribuito un peso proporzionale al costo di produzione del servizio e gli introiti vengono ripartiti proporzionalmente al numero dei passeggeri trasportati dal vettore considerato per il peso sopra definito.

Il sistema integrato potrà indurre alcune economie di gestione legate alla riduzione delle sovrapposizioni di servizio ed alcuni aggravii laddove si consideri la migliore offerta prevista (maggior numero di corse ferroviarie, maggior numero di autobus, ecc.); occorre

quindi pensare a dei criteri ai quali ancorare l'evoluzione del rapporto fra le diverse unità gestionali, in modo da non svantaggiare nessuno.

Il primo passo, ai fini di una valutazione del riparto dei ricavi d'esercizio, non può che essere operato sulla situazione attuale ed in particolare facendo riferimento ad alcuni indicatori primari:

- a) un indicatore di offerta di trasporto, quale il numero dei posti x km realizzati in un anno;
- b) un indicatore di domanda attratta, espresso in numero di passeggeri trasportati in un anno, ovvero in termini di ricavi tariffari sull'ambito di validità comune del servizio;
- c) il costo di gestione del servizio;
- d) le unità di personale e le unità veicolari impegnate nell'esercizio corrente, con i relativi costi.

Un modo di operare, ai fini della distribuzione dei proventi, potrebbe essere quello di definire le aliquote per ciascuna parte attraverso un'integrazione ponderata dei singoli indicatori. Sarà opportuno privilegiare, nelle politiche di sviluppo, gli indicatori di domanda attratta, in modo da stimolare la capacità di penetrazione dei singoli operatori sul mercato.

#### *A.3.7.6. I sistemi di convalida e controllo e le relative tecnologie*

L'introduzione di titoli di viaggio innovativi rappresenta un ulteriore elemento qualificante di un sistema di trasporto integrato in quanto facilita la fruizione dei servizi di trasporto e rende disponibili agli operatori informazioni preziose sugli spostamenti effettuati dagli utenti e sui vettori utilizzati per tali spostamenti.

In generale, è possibile distinguere cinque tipologie di titoli di viaggio:

- cartaceo tradizionale;
- con banda magnetica;
- elettronico (smart card);
- ottico;
- ibrido (combinazioni di più tecnologie).

Il titolo di viaggio magnetico è costituito da un supporto cartaceo o in PVC e dispone di una banda magnetica, i dati presenti possono essere letti ma non modificati, il sistema di lettura è a contatto, il costo materiale del titolo di viaggio è molto contenuto (dell'ordine di pochi centesimi di Euro) e quindi può essere impiegato anche per gli utenti occasionali. Le obliterate in grado di leggere i dati con questa tecnologia sono però piuttosto costose.

Il titolo di viaggio elettronico presenta una CPU (microprocessore) contenente la memoria utente, la memoria ROM nella quale si trova il sistema operativo e la memoria RAM o volatile. Questa tecnologia consente non solo di leggere i dati, ma anche di aggiornarli. Il sistema di lettura può essere: a contatto, senza contatto a prossimità, senza contatto a distanza, i costi materiali del titolo di viaggio sono molto più elevati rispetto al titolo di viaggio magnetico (dell'ordine dell'Euro) non sono dunque impiegabili per gli utenti occasionali. Le obliterate sono meno costose rispetto a quelle magnetiche.

Il titolo di viaggio ottico utilizza il sistema della lettura e scrittura laser; anche in questo caso i dati possono essere letti senza contatto, ma non possono essere modificati; inoltre i costi di acquisto, gestione e manutenzione delle obliterate sono molto elevati.

*A.3.7.7. Le metodologie relative all'ambito extraurbano*

Il processo di integrazione dei servizi di trasporto pubblico a scala extraurbana richiede, rispetto al caso urbano, una maggiore concertazione istituzionale, essendo in genere più numerose e articolate le competenze. Inoltre occorre considerare aspetti specifici connessi con la maggiore distanza media di viaggio dell'utente; la mancata coincidenza, in genere, è molto penalizzante, essendo per natura i servizi extraurbani a frequenze ridotte, per cui sono da studiare con attenzione le corrispondenze, rendendo flessibili, eventualmente, alcuni servizi di trasporto rispetto ad altri. Il periodo di validità del titolo di viaggio dovrà essere forzatamente medio-lungo; i nodi di interscambio dovranno offrire una gamma di servizi più ampia (dovrebbero essere disponibili parcheggi custoditi, sistemi di informazione adeguati, servizi di ristoro e di riposo, ecc.).

Alcune misure relative all'integrazione tariffaria potranno essere attuate per fasi progressive. I servizi di trasporto su gomma in ambito regionale, in genere risultano disomogenei e tali da non consentire un'immediata integrazione. In rapporto all'esperienza della Lombardia, si può programmare un percorso di integrazione passante per le seguenti fasi:

- unificazione delle classi chilometriche e avvicinamento dei livelli tariffari;
- coordinamento dell'offerta e assestamento delle tariffe;
- avvio operativo dei servizi integrati ferro-gomma.

**APPENDICE B. LE METODOLOGIE PER LA VERIFICA DEI PROGRAMMI  
TRIENNALI DEI SERVIZI**



## **B.1. I METODI PER LA SIMULAZIONE DEGLI EFFETTI DEI PROGRAMMI TRIENNALI**

### **B.1.1. PREMESSA**

Gli effetti che possono risultare da interventi sul sistema di trasporto pubblico vengono comunemente distinti in effetti di breve periodo ed a lungo termine. Gli effetti attesi dall'implementazione dei Programmi Triennali dei Servizi, che sono strumenti di pianificazione di tipo tattico-operativo, sono di breve-medio periodo e dunque, si ritiene che si esauriscano al più a livello di quelle scelte di viaggio (es. scelta modale) che più direttamente impattano sull'utilizzo dei servizi di trasporto pubblico. Gli effetti di breve-medio periodo dell'implementazione dei programmi triennali saranno trattati nel successivo paragrafo B.1.3. La loro analisi si intende effettuata attraverso metodi e strumenti che, nel seguito, saranno definiti di simulazione/previsione ad evidenziare proprio la natura, in questo contesto, elastica di tali livelli di scelta. Gli effetti indiretti che una diversa ripartizione modale e/o una diversa organizzazione del trasporto pubblico hanno sull'utilizzo della rete di trasporto individuale sono, in questo contesto, considerati effetti esterni e, quindi, trattati, solo per quegli aspetti di reciproca congruenza tra prestazioni della rete di trasporto individuale e prestazioni della rete di trasporto pubblico. La stima della domanda di trasporto per quegli aspetti che, rispetto alla redazione dei Programmi Triennali, possono considerarsi invariante contribuisce, comunque, a determinare il contesto complessivo (livello della mobilità, spazializzazione delle origini e destinazioni degli spostamenti, ecc.) rispetto a cui (ed a partire dai quali) si realizzano gli effetti da valutare. Tale stima può essere effettuata attraverso sistemi di modelli o attraverso rilievi diretti della domanda. Nel seguito tali operazioni (descritte nel paragrafo B.1.2) saranno identificate come analisi dei dati di domanda, ad evidenziare il fatto di avere considerata rigida la natura dei dati stessi.

Sia gli strumenti di analisi dei dati di domanda che di simulazione/previsione degli effetti attesi devono essere riferibili a diverse caratteristiche di mobilità, con particolare attenzione alle variazioni sistematiche della stessa dovute alla stagionalità, alle variazioni nell'arco della settimana, alle variazioni all'interno di una giornata. La mobilità, inoltre, deve essere caratterizzata con riferimento sia a diverse caratteristiche socio-economiche degli utenti (disponibilità a pagare, disponibilità della patente e del mezzo di trasporto individuale, ...) che a particolari caratteristiche degli spostamenti (spostamenti scolastici, spostamenti di persone anziane e/o disabili, ...).

In figura B.1 è rappresentato il processo logico e modellistico per la simulazione degli effetti dei Programmi Triennali; in essa si anticipano fin d'ora i principali elementi che compongono il sistema di modelli necessario per la simulazione/previsione.

La presentazione dei metodi per la simulazione degli effetti dei Programmi Triennali descritta nel prosieguo vuole essere una guida sull'applicabilità dei diversi strumenti disponibili ai diversi contesti da simulare nell'ambito della redazione dei Programmi Triennali. Non si entrerà in una descrizione specifica degli strumenti (per questo si rimanda alla letteratura scientifica di settore ed alle pubblicazioni sullo stato dell'arte e sulle applicazioni richiamate in premessa). Ci si limiterà a descrivere quali siano gli aspetti modellistici da dovere necessariamente affrontare e quali siano le tecniche e gli strumenti ritenuti più adatti per ogni contesto.

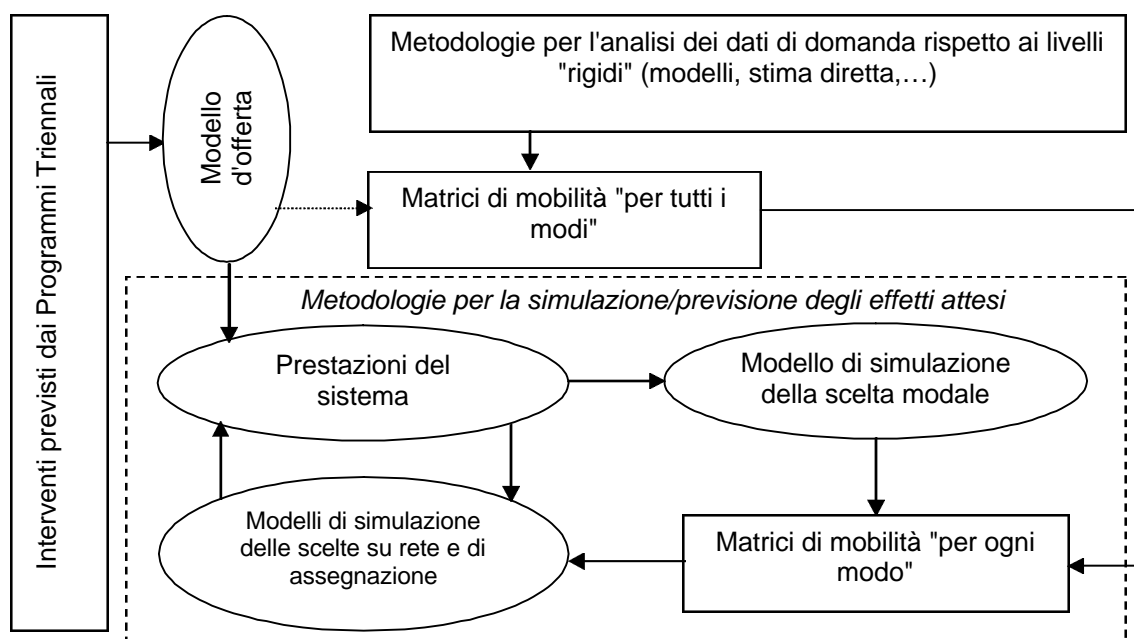


Figura B.1 - Stima degli effetti attesi dall'implementazione dei Programmi Triennali

#### B.1.2. L'ANALISI DEI DATI DI DOMANDA - I LIVELLI "RIGIDI" DELLA MOBILITÀ

I dati di domanda possono essere ottenuti da indagini "istituzionali" periodiche (quali i censimenti ISTAT), campagne campionarie di rilievo eseguite ad hoc, tecniche basate su campagne di rilievo dei flussi su rete e ricostruzione della domanda o, infine, da sistemi di modelli di domanda. È anche possibile utilizzare una combinazione di questi metodi. Alcuni dei dati di domanda, inoltre, possono essere ottenuti da documenti di programmazione nel settore dei trasporti di scala territoriale superiore e/o relativi ad altri sottosistemi rilevanti del sistema di trasporto (Piani Regionali dei Trasporti, Piani Comunali dei Trasporti, Piani Urbani della Mobilità, ecc.). In generale, sia che i dati siano ricostruiti con metodi di stima diretta, sia nel caso in cui, almeno per una parte di essi, si utilizzino modelli di domanda (ci si riferisce in questo caso, tipicamente, a modelli di *generazione e distribuzione*), occorre comunque effettuare delle indagini. I tipi di indagini da effettuare sono sinteticamente elencati nel seguito:

- indagini effettuate in corrispondenza del "cordone" dell'ambito di studio, per la stima del traffico di scambio ed attraversamento; esse sono a loro volta articolate in
  - indagini su sezioni (al cordone) stradali;
  - indagini sulle linee di trasporto pubblico che attraversano il cordone (comprese linee ferroviarie);
- indagini per la rilevazione della mobilità tra le zone di traffico dell'ambito di studio, effettuate in corrispondenza di un insieme di sezioni della rete di trasporto interna all'ambito di studio; esse possono essere anche utilizzate per l'eventuale validazione/correzione delle matrici O/D stimate utilizzando tecniche di rilievo diretto o modelli di domanda; anche queste devono essere articolate in indagini su
  - sezioni stradali;

- linee di trasporto pubblico (comprese linee ferroviarie);
- eventuali indagini per la definizione e la calibrazione dei modelli di domanda (se ne è previsto l'uso per la generazione e distribuzione), effettuate su un campione rappresentativo degli utenti del sistema di trasporto dell'ambito di studio;
- indagini per la stima diretta della matrice O/D, effettuate su un campione di utenti intervistati, allo scopo di rilevare le caratteristiche principali degli spostamenti; tali caratteristiche possono poi essere estese dal campione all'intero universo dell'ambito di studio (a tale scopo è opportuno che il campione sia anche opportunamente stratificato spazialmente).

Le metodologie per l'effettuazione delle indagini sono ampiamente descritte nella letteratura specializzata ed altrettanto diffuse nella pratica professionale.

### B.1.3. LA SIMULAZIONE/PREVISIONE DEGLI EFFETTI ATTESI

La simulazione/previsione degli effetti attesi comprende l'utilizzo di un sistema modellistico congruente, articolato su tre famiglie di modelli di simulazione. I modelli di simulazione del comportamento degli utenti (cfr. paragrafo B.1.3.1), i modelli di simulazione dell'offerta di trasporto (cfr. paragrafo B.1.3.2) ed i modelli di determinazione dei flussi sulle reti (modelli d'assegnazione – paragrafo B.1.3.3). Questi ultimi, in particolare, sono necessari per simulare la reciproca interazione tra la domanda di mobilità e le prestazioni delle reti; in altri termini, permettono di fare interagire i modelli di comportamento degli utenti con i modelli d'offerta.

In ogni caso, per tutti gli strumenti di simulazione/previsione degli effetti dei programmi triennali occorre che sia verificata, almeno, la loro sensibilità a:

- variazioni del sistema tariffario;
- variazioni dei collegamenti offerti;
- variazioni delle frequenze e/o degli orari del servizio;
- variazioni delle prestazioni del servizio (ad esempio velocità commerciali, distanze di accesso/egresso al servizio, ecc.).

Occorre, dunque, che nel sistema di modelli messo a punto, qualunque sia il tipo di strumento utilizzato, le variabili legate ai precedenti aspetti siano esplicitamente modellizzate.

#### *B.1.3.1. I modelli per la simulazione dei comportamenti di mobilità*

I modelli di simulazione dei comportamenti degli utenti saranno trattati sia rispetto alle scelte relative alla ripartizione modale (cfr. paragrafo B.1.3.1.1), sia rispetto alle scelte che riguardano l'utilizzo dei servizi di trasporto pubblico (cfr. paragrafo B.1.3.1.2). Tali ultime scelte sono convenzionalmente e sinteticamente indicate, in questa sede, come "scelte su rete", con riferimento alla modalità tipica di simulazione delle stesse, cioè al fatto che, nella maggior parte dei casi, esse sono simulate con il decisivo contributo dei modelli di determinazione dei flussi sulle reti che permettono l'interazione tra modelli di comportamento e modelli di offerta (anche questi ultimi, tipicamente, implementati "su rete" - cfr. paragrafo B.1.3.2).

Si sottolinea, inoltre, l'opportunità che il sistema di modelli per la simulazione dei comportamenti degli utenti sia articolato rispetto a due contesti distinti. Uno relativo alle simulazioni alla scala *urbana* ed un altro relativo alle simulazioni alla scala metropolitana/extraurbana (nel seguito indicata anche come scala *comprensoriale*). Sostanzialmente diverse, infatti, sono le caratteristiche del servizio di trasporto pubblico a tali due scale e, di conseguenza, diversi sono i meccanismi di comportamento degli utenti e le specificazioni dei relativi modelli che li simulano.

#### B.1.3.1.1. Modelli di comportamento rispetto alla scelta modale

I modelli di comportamento rispetto alla scelta modale possono essere di vario tipo. In generale è possibile mettere a punto modelli basati su due fondamentali approcci: un approccio detto di *switching* ed un approccio detto di *holding*. L'approccio di *switching* permette di simulare, rispetto ad una situazione presa a riferimento, la variazione di utenza attratta o allontanata dal sistema di trasporto pubblico in funzione di un certo numero di variabili esplicative. Tali variabili esplicative (nel seguito denominate *attributi di scelta*) non sono tutte relative all'offerta di servizi di trasporto pubblico giacché sulla scelta modale influiscono, ovviamente, anche le condizioni di funzionamento (e le politiche di regolamentazione) degli altri modi di trasporto alternativi. L'approccio di *holding*, invece, permette la ricostruzione, sempre in funzione degli attributi di scelta, dell'intero comportamento di scelta modale, rispetto all'intero panorama di modi di trasporto disponibili. Relativamente a due configurazioni diverse del sistema complessivo di trasporto, quindi, è possibile determinare le variazioni di utenza attratta ed allontanata da ogni modo di trasporto e non solo del trasporto pubblico. È quindi possibile stimare anche le reciproche modifiche di attrattività dei vari modi. Negli ultimi anni si sono più diffusi gli approcci di *holding* rispetto a quelli di *switching*. I primi, infatti, consentono di avere un quadro più completo degli scenari di mobilità complessiva indotti da interventi sul sistema di trasporto pubblico.

Sia i modelli di *switching* che di *holding* possono essere specificati in maniera più o meno sofisticata. È possibile dotarsi, ad esempio, di modelli di tipo parametrico, in grado di determinare la ripartizione modale (o la variazione della quota di ripartizione relativa al solo modo pubblico) in funzione di un numero ridotto di variabili esplicative, ad esempio rappresentanti l'aggregazione di più variabili esplicative elementari, spesso calcolate in maniera spazialmente aggregata, o in funzione dell'offerta complessiva (veic x km) di trasporto pubblico di una certa area ed in funzione delle tariffe medie di utilizzo dei modi pubblico e individuale nell'area stessa. I modelli di tipo parametrico sono per loro natura in grado di tenere in conto delle variabili di progetto del servizio pubblico solo in maniera molto aggregata e spesso non è possibile distinguere all'interno degli indicatori calcolati per le diverse opzioni di intervento sul servizio. I modelli parametrici non sono idonei alla descrizione esplicita del comportamento degli utenti ma solo alla rappresentazione aggregata degli effetti di tali comportamenti. Per rappresentare i comportamenti di scelta si ricorre a modelli di tipo simulativo vero e proprio. Essi sono caratterizzati dalla presenza di un ampio numero di attributi di scelta, sono generalmente applicati rispetto ad una maggiore disaggregazione spaziale (tipicamente almeno in funzione della relazione origine-destinazione degli spostamenti e spesso anche in funzione di opportune segmentazioni socio-economiche del mercato di domanda potenziale) e, nella maggior parte dei casi, sono basati su modelli di scelta tra alternative discrete (tipicamente modelli

di *utilità aleatoria*). Le specificazioni più diffuse sono di tipo Logit, Nested-Logit e Probit. I modelli di tipo Logit considerano ogni alternativa (modo) di trasporto in maniera statisticamente indipendente l'una dall'altra. I modelli di tipo Nested-Logit, invece, permettono di raggruppare le alternative modali elementari in sottoinsiemi di scelta omogenei in modo da simulare in maniera esplicita la scelta sia del sottoinsieme che, all'interno di questo, dell'alternativa. I modelli Logit sono utilizzati con maggiore successo in sistemi "semplici". I modelli Nested-Logit possono essere più indicati per sistemi complessi in cui, ad esempio, sono disponibili modalità di trasporto individuale, pubblico, misto (intermodale) ed all'interno, sempre ad esempio, della modalità pubblica può essere opportuno distinguere rispetto alla scelta modale i servizi su ferro dai servizi su gomma.

In generale, per la previsione degli effetti dei programmi triennali, si sconsiglia l'utilizzo di modelli di tipo parametrico e si raccomanda l'utilizzo di modelli di tipo comportamentale, anche se il loro utilizzo comporta un maggiore onere di taratura del modello stesso.

I modelli per la simulazione dei comportamenti degli utenti rispetto alla scelta modale, infatti, devono essere opportunamente calibrati sulla realtà dove essi devono essere utilizzati, oppure deve essere testata la trasferibilità dei modelli disponibili. È possibile utilizzare modelli messi a punto in realtà simili a quelle di studio a patto di procedere ad un'opportuna taratura dei parametri del modello rispetto al contesto specifico d'utilizzo. Tale taratura può avvenire sia in maniera aggregata, rispetto, cioè, agli effetti osservati del comportamento degli utenti nel contesto specifico (in tale caso occorre modificare i parametri di funzionamento del modello in modo da riprodurre, ad esempio, gli stessi coefficienti di ripartizione modale osservati in indagini eseguite nell'area d'applicazione), sia in maniera disaggregata. In tale ultimo caso occorre predisporre opportune campagne di indagine di tipo campionario ed utilizzare metodi di regressione statistica (ad esempio il metodo della massima verosimiglianza) allo scopo di riprodurre in maniera disaggregata il comportamento del campione (considerato rappresentativo del comportamento dell'intero universo).

La predisposizione delle campagne d'indagine è un'operazione che deve essere attentamente progettata e che richiede competenze specifiche e collaudate. Le prestazioni del modello e la stessa possibilità di calibrarlo in maniera soddisfacente dipendono fortemente dalla delicata fase di predisposizione delle campagne d'indagine.

Nel caso in cui il modello messo a punto sia specifico per l'area di studio e non discenda dall'adattamento di un modello specificato per una realtà simile, occorre procedere sia alla specificazione del modello, consistente nella individuazione degli attributi di scelta rilevanti e nella definizione della forma funzionale dello stesso, che alla calibrazione dei parametri, fase quest'ultima molto delicata. In tale caso è fortemente consigliato l'utilizzo di tecniche di tipo disaggregato. Inoltre le dimensioni del campione da utilizzare per la specificazione e calibrazione del modello sono tipicamente maggiori di quelle necessarie per la sola taratura di modelli "mutuati" da realtà simili e la fase di progettazione della campagna d'indagini è ancora più delicata che nel caso precedente.

In tabella B.1 sono ricapitolati i tipi di modelli di scelta modale utilizzabili e le principali operazioni da mettere in atto per la predisposizione del loro utilizzo.

In ogni caso, i modelli di scelta modale devono essere utilizzati in modo separato per la mobilità di livello comprensoriale e per la mobilità di livello urbano. Ciò è dovuto (almeno) ai seguenti principali fattori:

- le alternative modali disponibili per i due livelli territoriali (urbano e comprensoriale) possono essere diverse;

- le caratteristiche del servizio pubblico offerto (tipologia dei collegamenti, orari e frequenze del servizio, velocità commerciali, strutture tariffarie, ecc.) possono essere anche notevolmente diverse (lo stesso si dica per le caratteristiche dei modi di trasporto alternativi) e quindi di natura diversa possono essere le variabili esplicative (attributi) dei comportamenti di scelta modale;
- le caratteristiche motivazionali e le frequenze di spostamento sono tipicamente diverse per i due livelli e sono di conseguenza diversi i comportamenti degli utenti.

Tabella B.1 - Modelli di scelta modale e predisposizione del loro utilizzo

Modelli Parametrici		Calibrazione	Tecniche aggregate	
	Trasferiti da realtà simili	Calibrazione dei parametri	Tecniche aggregate	
			Tecniche disaggregate (campionarie)	
Modelli di simulazione (comportamentali)	Messi a punto nel contesto specifico	Individuazione degli attributi di scelta	Logit	Tecniche disaggregate (campionarie)
		Individuazione della forma funzionale	Nested-Logit	
			Probit	
		Calibrazione		

È il caso di accennare al fatto che spesso i modelli comportamentali calibrati in maniera disaggregata sono poi applicati con un livello di aggregazione maggiore rispetto a quello con cui sono stati calibrati. Il dettaglio di tali tecniche di aggregazione coinvolge aspetti specialistici (ampiamente documentati in letteratura) che esulano dal contesto di queste Linee Guida. Basti citare tra tali tecniche quelle più diffuse, che sono la tecnica *dell'utente medio* e, negli ultimi anni, la tecnica detta *dell'enumerazione campionaria* (o *sample enumeration*).

#### B.1.3.1.2. I modelli di comportamento rispetto alle scelte sulla rete di trasporto

Per “scelte su rete” (così definite per i motivi già precedentemente introdotti nel paragrafo B.1.3.1 e che saranno richiamati anche nel seguito) ci si riferisce in questo documento ad un ben specifico insieme di scelte di mobilità. In particolare, nel caso di modelli di simulazione da applicare a contesti urbani, le scelte da considerare sono:

- la scelta del tipo di servizio di trasporto pubblico (riferisce alla possibilità che il trasporto pubblico offra servizi di tipo diverso, ad esempio: servizi su ferro vs. servizi su gomma e/o servizi “express” vs. servizi “ordinari”, ecc.);
- la scelta della fermata a cui accedere al servizio;
- la scelta della linea tra quelle utili per compiere lo spostamento e che fanno servizio alla fermata ed eventualmente la scelta esplicita della corsa (sull’opportunità di considerare esplicitamente la scelta delle diverse corse che compongono l’esercizio delle linee si tornerà in seguito).

In contesti di tipo comprensoriale le scelte da considerare sono:

- la scelta del modo di accesso/egresso al trasporto pubblico;
- la scelta del terminale tra quelli serviti dal trasporto pubblico;
- la scelta del servizio di trasporto pubblico;
- la scelta della corsa (che, quindi, a livello comprensoriale si considera debba sempre avvenire in maniera esplicita) tra quelle effettuate dalle linee presenti al terminale e della “classe” relativa al servizio.

Anche i modelli relativi alle scelte qui indicate come “scelte su rete”, come i modelli del comportamento di scelta modale, sono fondati sulla teoria delle scelte discrete. Mentre nel caso della scelta modale i modelli utilizzati sono quasi solo di tipo probabilistico (anche detti stocastici o aleatori), in questo caso è usuale ricorrere a specificazioni sia tipo probabilistico che di tipo deterministico. Senza entrare nel dettaglio delle diverse proprietà e specificazioni dei modelli probabilistici e deterministici, è possibile affermare che i modelli di tipo probabilistico approssimano il comportamento reale degli utenti di un sistema di trasporto in maniera più verosimile. Ciononostante, i modelli deterministici forniscono in molti casi dei risultati comparabili, da un punto di vista pratico, a quelli dei modelli probabilistici.

Esistono, in ogni caso, motivi *storico-disciplinari* e di convenienza modellistica per cui le scelte di mobilità oggetto di questo paragrafo vengono, appunto, simulate “su rete”. Inoltre, nel caso di sistemi caratterizzati da fenomeni di congestione (si veda il paragrafo B.1.3.2 per la descrizione del fenomeno della congestione, in cui le prestazioni dei servizi si considerano influenzate dai flussi che si realizzano sui servizi stessi) è necessario risolvere tali modelli di comportamento all’interno di modelli più complessi detti modelli d’assegnazione. Nel caso in cui il fenomeno della congestione non sia presente nel sistema (o il modello di sistema non lo consideri) non è a rigore necessario risolvere il modello di comportamento all’interno di un modello d’assegnazione. Ciò viene comunque quasi sempre fatto (ed il modello d’assegnazione “banalizza”, in questo caso, in un modello di “caricamento”) sempre per motivi storici e per la disponibilità di efficienti algoritmi risolutivi, sviluppati, appunto, nell’ambito dei modelli d’assegnazione alle reti.

Nella descrizione dei modelli di comportamento rispetto alle scelte su rete è, anche, opportuno distinguere rispetto:

- alla simulazione con un modello sequenziale o, alternativamente, contemporaneo dei diversi livelli di scelta;
- alla simulazione esplicita della scelta delle corse delle linee di trasporto pubblico (*approccio ad orario*) o alla simulazione aggregata della scelta della linea (*approccio a frequenze*).

#### Modelli per l’approccio a frequenze

Gli approcci a frequenze permettono una simulazione adeguata nel solo caso di frequenze dei servizi di trasporto pubblico di tipo medio-alto (indicativamente maggiori o uguali a 5 corse/ora). Tali frequenze di norma si possono realizzare in contesti di tipo urbano, ben raramente in contesti legati alla mobilità comprensoriale. In genere, negli approcci a frequenze, le scelte su rete vengono simulate contestualmente. Viene di solito trascurata la scelta del servizio e vengono simulate le scelte della fermata a cui accedere al servizio (in ambito urbano il modo di accesso/egresso simulato è sempre quello pedonale) e la scelta della linea (tra quelle utili per lo spostamento alla fermata). La simulazione della scelta della fermata e della linea viene effettuata attraverso un modello comportamentale misto di tipo preventivo/adattivo. Si tratta di un modello di scelta di tipo contemporaneo. Le diverse corse di una stessa linea vengono simulate in maniera indistinta ed aggregata attraverso, appunto, la frequenza della linea stessa. Il modello misto preventivo/adattivo consiste nella simulazione della scelta della fermata a cui accedere al servizio in funzione di una scelta di tipo preventivo (effettuata, cioè, in maniera completa prima di intraprendere il viaggio). Tale scelta individua implicitamente alla fermata una serie di linee (potenzialmente più di una) utili per compiere lo spostamento, tra tutte queste avviene, alla fermata, una scelta di

tipo adattivo, effettuata, cioè, adattando il comportamento alle condizioni locali ivi riscontrate. La scelta di tipo adattivo può avvenire in maniera “indifferente” o secondo un meccanismo di “confronto delle utilità”. Il primo caso si verifica quando l’utente non ha abbastanza informazioni per effettuare un confronto tra alternative e, quindi sceglie la prima che passa tra le linee “utili”. Il secondo caso si verifica quando l’utente è in grado, grazie ad un sistema d’informazione alla fermata, di avere un maggior numero di informazioni e quindi di potere adottare un comportamento meno “miope” rispetto alla scelta di tipo indifferente. Occorre, comunque, segnalare che pochi modelli comportamentali di tipo preventivo/adattivo con scelte adattive “a confronto di utilità” sono stati sviluppati in letteratura. L’approccio tipico, infatti, dei modelli con approccio a frequenza è legato a scelte adattive di tipo indifferente. In tabella B.2 sono ricapitolati i meccanismi comportamentali propri di un modello a frequenze.

*Tabella B.2 - Modellizzazione delle scelte su rete per un approccio a frequenze*

	Scelta preventiva (scelta della fermata di accesso al servizio)	
Comportamento di scelta	Scelta adattiva (scelta della linea)	Indifferente
		A “confronto di utilità”

La scelta preventiva determina, come si è detto, l’insieme su cui avviene la scelta adattiva. A sua volta la scelta preventiva è influenzata dalle utilità associate alle scelte adattive giacché fermate a cui è possibile effettuare delle scelte adattive mediamente più “convenienti” sono preferite a fermate in cui possono essere effettuate scelte adattive meno convenienti. Tale reciproca influenza è risolta con un modello “contemporaneo”, in cui le scelte preventive dipendono anche dalla “media” dei costi delle scelte adattive che esse determinano. Il modello di scelta in genere utilizzato è di tipo deterministico. Nulla impedisce, in teoria, che il modello sia di tipo aleatorio, anche se specificazioni di tali tipo sono rare in letteratura ed ancora più rare nei modelli operativi implementati e disponibili per la pratica professionale.

La implementazione della strategia comportamentale prima descritta avviene utilizzando un particolare modello di offerta di trasporto (nel quale in corrispondenza delle fermate vengono introdotti dei nodi del grafo detti “nodi di diversione”, predisposti per la simulazione su rete delle scelte di tipo adattivo - cfr. paragrafo B.1.3.2.1) e particolari modelli di assegnazione (cfr. paragrafo B.1.3.3). Questi ultimi, in particolare, permettono di risolvere contemporaneamente su rete i comportamenti sia preventivi che adattivi del modello comportamentale di scelta, utilizzando anche efficienti algoritmi.

#### Modelli per l’approccio ad orario

Si noti preliminarmente che per tale tipo d’approccio la domanda deve essere opportunamente caratterizzata anche rispetto agli orari di arrivo e/o partenza, altrimenti non ha senso disaggregare temporalmente il servizio. Tale distribuzione oraria dovrebbe essere tenuta in conto al momento dell’applicazione dei metodi per l’analisi dei dati di domanda (cfr. paragrafo B.1.2), anche se in maniera semplificata. In particolare, occorre che siano state almeno individuate le seguenti scelte di mobilità:

- fare o no lo spostamento per il motivo principale;
- scegliere la destinazione;
- scegliere l’orario desiderato, o tempo di target, per raggiungere la destinazione e/o partire dall’origine;

- scegliere il modo principale (ad esempio auto, ferrovia, aereo, etc.).

Le ipotesi necessarie per specificare il sistema di modelli di comportamento su rete per gli approcci ad orario riguardano: le dimensioni di scelta, le ipotesi sul comportamento del decisore, l'insieme delle alternative considerate per ogni dimensione (choice set).

Le *dimensioni di scelta* possono essere del tipo:

- scegliere il servizio (quando esistono più servizi, es. Intercity ed Interregionale su - ferrovia);
- scegliere la corsa (ad es. l'IC delle 12:07 o quello delle 13:07);
- scegliere la classe (quando esistono più classi);
- scegliere il terminale di accesso;
- scegliere il modo di accesso per raggiungere dall'origine il terminale di accesso;
- scegliere il percorso per accedere al terminale di accesso;
- scegliere il terminale di egreso;
- scegliere il modo di egreso per raggiungere la destinazione dal terminale di egreso;
- scegliere il percorso per raggiungere la destinazione dal terminale di accesso con il modo scelto.

Per la simulazione del *comportamento del decisore* si utilizza la teoria dell'utilità aleatoria con modelli di scelta che in genere sono di tipo Logit, Nested-Logit o Probit. Alcuni esempi di attributi che l'utente considera, all'interno di una funzione di disutilità lineare negli attributi stessi, sono:

- tempo di percorrenza a bordo;
- tempo e disagio per eventuali trasbordi;
- tempo di attesa alle fermate;
- costo tariffario;
- comfort connesso al grado di affollamento;
- disutilità di arrivo o partenza in anticipo o ritardo rispetto all'orario desiderato;
- attributi specifici del servizio;
- attributi specifici della classe;
- attributi specifici dei terminali di accesso ed egreso (servizi presenti, pulizia, sicurezza, etc.);
- attributi specifici del/dei modo/i di accesso ed egreso (A/E);
- tempo di percorrenza per ogni percorso di ogni modo di A/E;
- costo di ogni percorso di ogni modo di A/E.

L'*insieme delle alternative* viene generato con approccio *selettivo* o *esaustivo*. Nel primo caso si considerano appartenenti all'insieme le alternative che rispettano delle regole euristiche (soprattutto basate sull'esperienza del progettista); nel secondo caso si considerano tutte le alternative disponibili.

Nelle applicazioni dei modelli non tutte le dimensioni di scelta e non tutti gli attributi considerati sono presenti. Ad esempio, per le specificazioni in ambito urbano e comprensoriale si simulano, generalmente, le seguenti scelte:

- ambito urbano:
  - modelli di scelta del servizio;
  - modelli di scelta delle fermate;
  - modelli di scelta delle corse;
- ambito comprensoriale:
  - modelli di scelta del modo di accesso/egreso;

- modelli di scelta dei terminali;
- modelli di scelta del servizio;
- modelli di scelta della corsa/classe.

#### B.1.3.1.3. La coerenza tra modelli di scelta modale e modelli di comportamento su rete

Ancorché l'argomento di questo paragrafo coinvolga conoscenze scientifiche e modellistiche non facilmente compatibili con il contesto di divulgazione tecnica di queste Linee Guida, è il caso di accennare all'esigenza che i modelli descritti nei paragrafi B.1.3.1.1 e B.1.3.1.2 godano di alcuni aspetti di reciproca congruenza. La completa definizione di un modello (per la simulazione del comportamento) di scelta modale richiede anche la esplicita definizione degli attributi di livello di servizio (LdS) per ciascuno dei modi. In generale, per ciascun modo sono disponibili più alternative (percorsi corse, ecc.) di scelta su rete; ciascun'alternativa di rete è caratterizzata da un differente valore del costo generalizzato di trasporto, combinazione (lineare) di tutti gli attributi di LdS (nella loro accezione più semplice sono i tempi ed i costi di spostamento su rete).

Nell'ambito della teoria dell'utilità aleatoria, la coerenza complessiva tra modelli scelta modale e modelli di comportamento su rete è assicurata se la utilità sistematica di ciascun modo dipende (linearmente) da un attributo di LdS, definito dalla *variabile di soddisfazione* relativa al comportamento di scelta su rete, che include l'utilità (ossia il costo generalizzato) di tutte le alternative di rete disponibili.

Questo approccio può risultare di complessa applicazione, soprattutto quando alcuni attributi di LdS relativi alle alternative di rete sono "congestionati", ossia influenzati dai flussi sugli archi, e dunque possono essere calcolati soltanto come risultato del modello complessivo di simulazione (assegnazione), piuttosto che dal solo modello di offerta. In questo caso si può adottare un approccio semplificato riferendosi al valore degli attributi calcolati nella configurazione di flussi nulli; inoltre si può considerare per ciascun modo il minimo costo generalizzato tra tutte le alternative di rete disponibili (condizione rigorosamente congruente solo con un comportamento deterministico di scelta su rete).

#### B.1.3.1.4. I modelli per la simulazione dei fenomeni d'interscambio

In questo documento per modelli per la simulazione dei fenomeni di interscambio ci si riferisce a metodi analitici adatti a simulare in maniera esplicita l'integrazione tra due diversi sistemi di trasporto. In tale senso si possono intendere come sistemi "diversi" sia un sistema di trasporto individuale (ad esempio di livello comprensoriale) che "scambia" (in opportuni nodi - spesso indicati come nodi di Park-and-Ride) con un sistema di trasporto pubblico (ad esempio di livello urbano), sia un sistema pubblico di livello comprensoriale che (in un numero finito e ben individuato di punti) permette il trasbordo verso un sistema pubblico di livello urbano. Data l'importanza dell'argomento, che permette (tra l'altro) di trattare l'integrazione tra il livello comprensoriale e quello urbano che, come già detto, necessitano di modelli di simulazione con caratteristiche distinte, si è scelto di indicare in questa sede un approccio che, pur non essendo consolidato nella normale prassi professionale, permette di trattare il fenomeno. Occorre anzitutto evidenziare come, rispetto alla simulazione dei comportamenti di scelta modale, l'approccio proposto è basato sulla ipotesi di trattare questo fenomeno di interscambio tra sistemi diversi come un "modo di trasporto" a sé stante, che nel seguito, convenzionalmente, sarà indicato come *modo*

*misto*. In altri termini, nel modello di simulazione delle scelte modali occorre introdurre un'alternativa di scelta che è proprio il modo misto, derivato dall'utilizzo di uno dei due sistemi dall'origine dello spostamento fino al nodo di interscambio/trasbordo e dell'altro sistema dal nodo di interscambio/trasbordo fino alla destinazione. Circa il tipo di modello di scelta modale da utilizzare per la simulazione delle scelte nel caso di presenza del modo misto, si propongono modelli di simulazione comportamentale non parametrici. Gli attributi di scelta (in particolare gli attributi di livello di servizio, LdS) da utilizzare in tali modelli, relativamente al modo misto, devono essere quelli derivanti dall'utilizzo del primo sistema fino al nodo di interscambio e del secondo sistema a partire dal nodo di interscambio. Per la determinazione di tali attributi è necessario fare precise ipotesi comportamentali rispetto a scelte *su rete*. Tali ipotesi devono essere relative a due livelli di scelta congruenti e cioè sia alla scelta del nodo in cui gli utenti effettuano l'interscambio che alle scelte su rete dall'origine fino al nodo di interscambio scelto e da esso fino alla destinazione finale dello spostamento. Si propone di considerare, ai soli fini della determinazione degli attributi di livello di servizio del modo misto, dei modelli di simulazione delle scelte su rete di tipo deterministico per entrambi i sistemi di trasporto che lo definiscono; tali scelte, inoltre, si ipotizza che avvengano in condizioni di non-congestione. In tale modo è facilmente possibile determinare, congruentemente con tale comportamento ipotizzato, per ogni possibile nodo di interscambio, gli attributi "di minimo costo" da ogni origine e da esso ad ogni possibile destinazione ed, ipotizzando che anche la scelta del nodo di interscambio avvenga secondo un comportamento deterministico, determinare la scelta stessa. Ne risultano, contemporaneamente e congruentemente, gli attributi di livello di servizio per il modo misto.

Gli opportuni accorgimenti, utili per la implementazione di tale modello di scelta, da utilizzare nella messa a punto del modello di offerta sono riportati nel paragrafo B.1.3.2.3 e gli accorgimenti da utilizzare in fase di assegnazione sono riportati nel paragrafo B.1.3.3.3.

### *B.1.3.2. I modelli per la simulazione dell'offerta*

La costruzione del modello di offerta ha un duplice scopo:

- rappresenta il presupposto di base per l'individuazione, assieme al modello d'assegnazione, dei flussi sugli archi della rete;
- consente di verificare le prestazioni del sistema e di calcolare, di conseguenza, parte di un opportuno insieme di indicatori, finalizzati al confronto quantitativo degli effetti dei programmi triennali.

Il modello di offerta descrive un sistema di trasporto per l'identificazione del quale, quindi, è stata necessaria una fase preliminare di *individuazione*, consistente, da un punto di vista modellistico, in:

- delimitazione dell'area di studio, identificabile ad esempio attraverso criteri di "inclusione" dell'offerta e/o della domanda (il sistema si presenta, cioè, il più possibile chiuso ed *autocontenuto* rispetto all'insieme dei servizi offerti e/o alla domanda di mobilità);
- determinazione delle "zone di traffico", con, eventualmente, diverso livello di dettaglio ed aggregazione spaziale per i due livelli urbano e comprensoriale e caratterizzata dalla coerenza nel livello di dettaglio tra lo schema delle infrastrutture (insieme di tutte le

infrastrutture su cui è offerto un servizio di trasporto pubblico rilevante per l'analisi) da sottoporre a modellizzazione e la zonizzazione.

Il modello di offerta dovrebbe essere diversamente caratterizzato in relazione ai due principali ambiti d'applicazione (*urbano e comprensoriale*), in modo da tenere conto degli elementi caratteristici che differenziano l'offerta di trasporto (pubblico) a tali due livelli di rappresentazione territoriale. Inoltre (e non del tutto indipendentemente rispetto alla precedente caratterizzazione di livello territoriale) i modelli di offerta possono essere diversamente specificati in funzione delle ipotesi di rappresentazione "*per linee*" (in cui tutte le corse di una stessa linea, in uno stesso intervallo di riferimento, vengono rappresentate in maniera indistinta ed aggregata attraverso la frequenza della linea stessa) o "*per corse*" (con simulazione esplicita delle diverse corse di ogni linea e quindi con simulazione esplicita dell'orario del servizio).

La rappresentazione formale del modello di offerta per un sistema di trasporto pubblico, qualunque sia il livello di rappresentazione (urbano o comprensoriale) e qualunque sia l'approccio considerato (a frequenze o ad orario), può essere pensata suddivisa in una parte topologica (rappresentazione dell'offerta dei collegamenti, dei servizi e delle modalità di accesso ad essi) ed una parte funzionale. Questa ultima è volta a rappresentare i costi (*generalizzati*, ottenuti omogeneizzando diverse componenti quali quella monetaria e, soprattutto, quella relativa al tempo impiegato per gli spostamenti) che gli utenti devono sopportare per la fruizione del servizio. A volte è opportuno che i costi dipendano nel modello dal carico di utenti nell'unità di tempo (flusso) che utilizza le varie componenti del servizio di trasporto pubblico offerto, in tale caso si parla di reti *congestionate*. In questo ultimo caso occorre esplicitare analiticamente detta dipendenza funzionale, giungendo, così, alla definizione delle cosiddette *funzioni di costo*. La dipendenza dei costi dai flussi che interessano l'offerta di trasporto individuale è altro problema e sarà trattato nel paragrafo B.1.3.3.2.

I modelli d'offerta sono stati tradizionalmente sviluppati utilizzando la teoria dei grafi e delle reti. Anche se tale scelta non è, in teoria, l'unica possibile, essa è giustificata dalla natura "intrinsecamente a rete" dei sistemi di trasporto e dalla disponibilità di strumenti modellistici e metodologici assai efficienti basati, appunto, sulla teoria dei grafi e delle reti. La parte topologica di un modello d'offerta è costituita dal grafo della rete, che a sua volta si può scomporre in almeno tre parti:

- grafo della rete infrastrutturale;
- grafo dei servizi;
- grafo di accesso/egresso.

Il grafo della rete infrastrutturale è relativo all'offerta di infrastrutture di trasporto (viarie, ferroviarie), ossia alle componenti fisiche che consentono lo svolgimento del servizio di trasporto; in particolare, rivestono un aspetto rilevante sia la rete su ferro che la rete su cui avviene il servizio su gomma (rete stradale). Entrambe, infatti, vincolano l'assetto della rete integrata dei servizi, soprattutto la rete ferroviaria che spesso costituisce l'asse principale del sistema di trasporto pubblico. Il grafo dei servizi è invece caratterizzato, ad esempio, dalle linee attivate lungo un percorso, eventualmente ulteriormente dettagliate con riferimento alle varie corse di una stessa linea. Il grafo dei servizi integra e completa, da un punto di vista della rappresentazione modellistica, il grafo infrastrutturale. Il grafo di accesso/egresso, infine, consente di simulare il modo in cui gli utenti possono accedere al grafo dei servizi. In altri termini, esso permette di simulare l'accessibilità con altre modalità di trasporto (pubbliche o individuali) dai vari punti dell'area di studio al sistema di

trasporto pubblico considerato. Ad esempio una rete integrata a livello comprensoriale può avere un grafo di accesso/egresso costituito dai modi di trasporto individuale, mentre esiste sempre, in ambito urbano, una rete pedonale di accesso/egresso alle fermate del trasporto pubblico.

I paragrafi B.1.3.2.1 e B.1.3.2.2 sono dedicati alla caratterizzazione del modello di offerta (sia nella sua parte topologica che funzionale), a seconda dell'approccio "per linee" o "per corse" da adottare.

#### B.1.3.2.1. I modelli per l'approccio "per linee"

Il modello di offerta per l'approccio "per linee", come già detto nel paragrafo B.1.3.1.2, è adatto alla rappresentazione su rete delle caratteristiche delle alternative sia per le scelte preventive che per quelle adattive, entrambe relative ad una strategia comportamentale che prevede la scelta della fermata a cui accedere al servizio di trasporto pubblico e della linea tra quelle utili e disponibili alla fermata. Tale strategia comportamentale può essere rappresentata (nel caso di approccio *su rete*) attraverso l'introduzione di particolari sotto-grafi aciclici detti *ipercammini*, per tale motivo il modello di offerta per l'approccio "per linee" viene spesso indicato come modello di offerta ad ipercammini (così come *ad ipercammini* viene spesso denominato il relativo modello d'assegnazione – paragrafo B.1.3.3.1). L'approccio "per linee", si ricorda, può essere utilmente utilizzato nel caso di frequenze del servizio non inferiori, indicativamente, alle 5 corse/ora. Tali condizioni, tipicamente, si realizzano in ambito urbano.

Il modello topologico prevede, in corrispondenza di ogni nodo del grafo pedonale in cui sia presente una fermata del trasporto pubblico, la presenza (nella stessa posizione spaziale) di un nodo di diversione (utile per la rappresentazione delle scelte adattive) e di tanti nodi di linea quante sono le linee di trasporto pubblico che servono la fermata. Tale rappresentazione è una delle possibili e può essere ulteriormente arricchita con la presenza di ulteriori nodi del grafo in corrispondenza delle fermate di trasporto pubblico, finalizzati ad una migliore rappresentazione delle possibilità di trasbordo tra varie linee e/o servizi disponibili nello stesso nodo.

Le funzioni di costo che si utilizzano di solito per la rappresentazione dell'offerta di trasporto pubblico non considerano la dipendenza funzionale tra i costi di utilizzo dei rami del grafo ed i flussi di utenti sui rami stessi, a meno di alcune specificazioni delle funzioni di costo relative alla simulazione del costo connesso all'attesa da parte dell'utente che il servizio si renda disponibile. In altri termini, gli approcci "per linee" più comunemente utilizzati si riferiscono a reti considerate *non congestionate*.

Si noti che la dipendenza dei tempi di percorrenza dei rami di linea in funzione dei flussi di autovetture presenti sulle strade rappresentate dai rami stessi (nei casi, ovviamente, di trasporto pubblico in sede promiscua) non rappresenta un problema di congestione interno al sistema di trasporto pubblico (in cui i flussi sono rappresentativi degli utenti che lo utilizzano) quanto, piuttosto, un problema di coerenza con i flussi ed i tempi di percorrenza sulla rete di trasporto individuale (tale aspetto sarà trattato nel paragrafo B.1.3.3.2). La non dipendenza, invece, dei costi di utilizzo dei rami del grafo rispetto ai flussi di utenti del trasporto pubblico è un'ipotesi che vincola la rappresentazione dei meccanismi relativi all'affollamento dei mezzi. Tipicamente ciò risulta in limitazioni nella possibilità di simulare adeguatamente i vincoli di capienza (ed i conseguenti problemi di difficoltà ed attesa nell'utilizzo dei servizi) in situazioni in cui la domanda di trasporto supera l'offerta.

Alcuni modelli che permettono di superare tali limitazioni sono stati proposti in letteratura. Essi sono da considerare ancora oggetto di studio ed approfondimento scientifico-metodologico, soprattutto per l'implicazioni teoriche che essi hanno sui modelli di determinazione dei flussi delle reti (assegnazione) che risultano complicati da fenomeni di *non separabilità* delle funzioni di costo (il costo di un arco, cioè, può dipendere dal flusso su altri archi - nello specifico, e senza entrare nel dettaglio, il "costo" per salire a bordo di una linea dipende anche dal numero di utenti presenti sui rami "a bordo" della linea stessa).

#### B.1.3.2.2. I modelli per l'approccio "per corse"

Rispetto ai modelli utilizzati nell'approccio "per linee" i modelli nell'approccio "per corse" risultano essere più complessi (e generali). In particolare ciò che si complica è la descrizione della rete dei servizi. Mentre le informazioni necessarie alla descrizione dei servizi nell'approccio "per linee" (detto anche "statico") si limitano alla descrizione delle linee, nell'approccio "per corse" è necessaria la descrizione dell'organizzazione temporale del servizio. Tale descrizione, essendo i servizi di trasporto pubblico per natura discontinui nel tempo, ben si presta all'utilizzo di reti *diacroniche*, in cui i nodi del grafo dei servizi sono rappresentativi sia di posizioni spaziali che degli istanti temporali specifici in cui il servizio si attiva. Di conseguenza, i rami della rete diacronica rappresentano in generale sia il passaggio tra localizzazioni spaziali diverse che il passaggio tra istanti temporali in cui inizia e termina un tratto omogeneo di prestazione del servizio. È possibile distinguere i nodi che simulano l'arrivo degli utenti ai terminali del servizio, quelli che rappresentano le partenze delle varie corse, quelli che permettono la rappresentazione dei trasbordi tra le varie corse. I costi di utilizzo dei rami del grafo possono anche in questo caso essere costanti o dipendenti dai flussi (reti non-congestionate vs. reti congestionate). Valgono a tale proposito tutte le considerazioni sulle funzioni di costo già espresse nel caso dei modelli d'offerta per l'approccio "per linee". In più, occorre notare come, nel caso di reti congestionate, la presenza di un'esplicita rappresentazione della struttura temporale dell'offerta determina la necessità di un'esplicita rappresentazione della variazione dei costi d'utilizzo dei rami in funzione dei flussi che si realizzano nei vari istanti del periodo di simulazione. È appena il caso di notare (senza entrare nel dettaglio modellistico) che tale considerazione ha implicazioni non banali sui modelli d'assegnazione (cfr. paragrafo B.1.3.3.1) da utilizzare che, in tale caso, devono essere necessariamente di tipo dinamico e cioè significativamente più complessi di quelli statici generalmente utilizzati.

Ancorché i modelli d'offerta nell'approccio "per corse" trovino la loro normale applicazione nel caso dei servizi di trasporto pubblico di ambito comprensoriale (quasi sempre caratterizzato da frequenze di servizio inferiori, indicativamente, alle 5 corse/ora), non è da escludersi il loro utilizzo anche in ambito urbano e/o per frequenze di servizio medio/alte. Grazie a tali modelli (ed ai relativi modelli di comportamento e di assegnazione), infatti, è possibile rappresentare in maniera dettagliata l'andamento dei carichi per le varie corse di una stessa linea. Ciò permette la rappresentazione di eventuali distribuzioni non uniformi all'interno del periodo di simulazione della domanda di trasporto e dei flussi risultanti e, comunque, una migliore analisi delle criticità del servizio. È da notare, infine, che un approccio "per corse" permette una migliore simulazione dell'offerta di trasporto pubblico finalizzata al soddisfacimento di particolari esigenze legate ad un orario di utilizzo (ad esempio linee scolastiche a servizio delle scuole e/o di

insediamenti produttivi concentrati) ed è comunque necessario ogni volta che si vogliano simulare gli effetti di politiche di sincronizzazione degli orari.

#### B.1.3.2.3. I modelli per la simulazione dell'offerta di interscambio

Nel paragrafo B.1.3.1.1 è stato individuato il modello comportamentale per la simulazione del *modo misto*. Allo scopo di potere determinare, congruentemente con il modello lì proposto, la scelta del nodo di interscambio e gli attributi per la scelta modale è necessario, nei modelli di offerta relativi ai sistemi che compongono il modo misto, prevedere la rappresentazione esplicita dei nodi di interscambio. A tale scopo sono possibili diversi approcci, riconducibili a due grandi famiglie. Una delle possibilità è quella di costruire modelli di offerta che integrino i vari modi di trasporto disponibili in una sola rete e che rappresentino, attraverso opportuni nodi ed archi, le possibilità d'interscambio e di trasbordo da un modo all'altro. Tale maniera di approcciare il problema, però, conduce alla costruzione di reti assai complesse in cui, per di più, è necessario adottare particolari accorgimenti per impedire che siano possibili su rete percorsi "inverosimili" (ad esempio percorsi che prevedano l'utilizzo, per uno spostamento di "andata al lavoro", prima di una successione di archi di trasporto pubblico e poi di una successione di archi di trasporto individuale).

Una possibilità d'approccio alternativa è rappresentata dalla messa a punto di diversi modelli di offerta separati, ognuno di essi relativo ad una diversa modalità di trasporto. La congruenza tra queste diverse reti è assicurata dal fatto di prevedere in ognuna di esse particolari nodi di origine e/o destinazione potenziale di spostamenti; essi sono proprio i nodi in cui è possibile l'interscambio modale. L'interscambio modale è permesso dal fatto che uno spostamento può essere considerato composto dal percorso sulla prima rete dall'origine dello spostamento fino al nodo di interscambio (destinazione fittizia sulla prima rete) e sulla seconda rete dal nodo di interscambio (origine fittizia sulla seconda rete) alla destinazione vera e propria dello spostamento. Il secondo approccio alla simulazione dei fenomeni di interscambio permette una trattazione analitica più agevole ed un grado di complessità operativa decisamente minore. Esso, però, può essere utilizzato solo a patto che i nodi candidati all'interscambio non siano troppo numerosi e siano preliminarmente ed esplicitamente individuati. Il secondo approccio, inoltre, si adatta meglio a casi in cui si possa ritenere accettabile l'ipotesi di trascurare effetti di congestione reciproca tra le singole reti modali. Esso, infine, ha l'ulteriore vantaggio di potere più agevolmente trattare costi ed attributi di scelta non esclusivamente legati alla percorrenza su rete (comfort dei nodi di interscambio, numero degli interscambi fatti, ecc.).

#### *B.1.3.3. I modelli per la determinazione dei flussi sulle reti (assegnazione)*

Nell'ambito delle procedure di simulazione degli effetti di interventi sul sistema di trasporto i modelli d'assegnazione svolgono in genere, assieme ad i modelli di offerta, una duplice funzione. Da un lato, infatti, permettono di ottenere dal modello di offerta le prestazioni delle reti, attraverso le quali è possibile calcolare gli attributi necessari per la simulazione/previsione della domanda di mobilità e, segnatamente, da utilizzare per i modelli comportamentali di scelta modale (cfr. paragrafo B.1.3.1.1). D'altro lato, inoltre, permettono di assegnare la domanda di mobilità alle reti di offerta, simulando in questo

modo l'utilizzo da parte degli utenti delle infrastrutture e dei servizi disponibili e quindi i flussi che ne risultano.

È opportuno premettere che i modelli di assegnazione permettono di simulare in maniera congruente l'interazione tra la domanda e l'offerta di trasporto. Per tale motivo, in questo paragrafo saranno continui i riferimenti ad elementi già trattati nei paragrafi relativi ai modelli comportamentali di scelta degli utenti (cfr. paragrafo B.1.3.1 e, segnatamente, il paragrafo B.1.3.1.2 relativo alla simulazione dei comportamenti rispetto alle scelte *su rete*) ed alla rappresentazione delle infrastrutture e servizi (cfr. paragrafo B.1.3.2). Tali elementi già introdotti verranno, però, qui specificati rispetto alle reciproche interazioni.

In termini generali, i modelli d'assegnazione possono essere classificati rispetto ad un non trascurabile numero di proprietà e caratteristiche modellistiche. Alcune tra le più importanti sono:

- simulazione dei meccanismi di *congestione*;
- approccio *stazionario* (anche detto *statico*) o *dinamico*:
  - o rispetto alla *dinamica interperiodale* (successione nel tempo di periodi di simulazione omogenei - ad esempio la successione nel tempo dei periodi di punta antimeridiana di giorni feriali);
  - o rispetto alla *dinamica intraperiodale* (all'interno del periodo di simulazione - ad esempio all'interno dell'ora antimeridiana di punta dei giorni feriali);
- approccio *probabilistico* (anche detto *stocastico* - o anche *aleatorio*) o *deterministico* nel modello comportamentale relativo alle scelte *su rete* (cfr. paragrafo B.1.3.1.2).

La successiva figura B.4 mostra la classificazione generale dei modelli d'assegnazione, la complessità modellistica aumenta consultando la tabella dall'alto in basso e da sinistra a destra. Come si vedrà anche nel seguito, nel caso del trasporto pubblico (contrariamente a quanto avviene nel caso del trasporto individuale), i modelli d'assegnazione d'utilizzo più diffuso sono modelli di caricamento deterministico, anche se sono possibili specificazioni relative a modelli di caricamento stocastico e (assai più raramente) di equilibrio (stocastico o deterministico). Negli ultimi anni si è andata sviluppando anche la ricerca relativa ai modelli di processo dinamico applicati alla simulazione dei sistemi di trasporto pubblico. Non è specificata, nella figura, la natura stazionaria o dinamica del modello rispetto alla dinamica intraperiodale; tale aspetto sarà discusso più oltre con riferimento specifico all'applicazione a sistemi di trasporto pubblico.

		Modello comportamentale di scelta	
		Deterministico	Stocastico
Rete non congestionata (costi costanti)		Modelli di caricamento deterministico (approccio intraperiodalmente statico o dinamico)	Modelli di caricamento stocastico (approccio intraperiodalmente statico o dinamico)
Rete Congestionata (costi dipendenti dal flusso)	Approccio interperiodalmente stazionario	Modelli d'equilibrio deterministico	Modelli d'equilibrio stocastico
	Approccio interperiodalmente dinamico	Modelli di processo dinamico (stocastico o deterministico) con modello di comportamento deterministico	Modelli di processo dinamico (stocastico o deterministico) con modello di comportamento stocastico

Figura B.4 - Classificazione dei modelli di assegnazione

#### B.1.3.3.1. I modelli per l'assegnazione alle reti di trasporto pubblico

Rispetto alla precedente classificazione generale, nel caso di modelli d'assegnazione alle reti di trasporto pubblico nascono esigenze modellistiche aggiuntive legate alla natura intrinsecamente discontinua (nel tempo e nello spazio) della possibilità d'accesso degli utenti ai servizi offerti.

In particolare, nasce l'esigenza di simulare implicitamente od esplicitamente il comportamento degli utenti (ed i conseguenti flussi su rete) con riferimento alla strutturazione temporale degli orari del servizio di trasporto pubblico.

In altri termini, come peraltro già accennato nei paragrafi B.1.3.1.2 e B.1.3.2.1 può essere opportuno dotarsi di strumenti atti a simulare gli effetti di diverse organizzazioni temporali delle corse del servizio pubblico. Tale simulazione non sempre può avvenire in maniera implicita, con l'utilizzo dell'approccio cosiddetto *a frequenze*. Nel caso, infatti, in cui le frequenze di servizio delle linee siano medio-basse (indicativamente minori di 5 corse/ora), risulta essere rilevante la simulazione esplicita della distribuzione, all'interno dell'intervallo di simulazione, degli orari delle corse, in tali casi l'approccio è detto, appunto, *ad orario*. Il caso di frequenze di esercizio medio-alte è più diffuso in contesti urbani mentre il caso di frequenze medio-basse è più diffuso in contesti comprensoriali. È il caso, comunque, di sottolineare che l'approccio a frequenze non è una scelta obbligata per il caso di servizi a frequenza medio-alta. Esso conduce sicuramente a modelli più semplici, ma resta il fatto che l'approccio ad orario ha caratteristiche di maggiore generalità.

Relativamente alla opportunità di ricorrere ad approcci di simulazione statici o dinamici rispetto alla dinamica intraperiodale, è il caso di specificare che, nel caso si opti per un approccio dinamico, diviene opportuno (e naturale) ricorrere ad un approccio ad orario, che meglio si presta ad una simulazione dinamica del sistema.

Il modello d'interazione interperiodale, come già accennato, può essere di tipo "banale" (ed è il caso più frequente nelle applicazioni) nel caso in cui non siano presenti (o modellizzati) meccanismi di congestione (e quindi le prestazioni delle reti non dipendono dai flussi). Nel caso in cui si considerino i meccanismi di congestione, sono rari in letteratura approcci a frequenze con dinamica interperiodale. Sono invece noti, anche se ad uno stato ancora di ricerca, approcci ad orario con dinamica interperiodale basati su modelli di processo dinamico.

Le caratteristiche delle diverse possibili specificazioni generali dei modelli di assegnazione alle reti di trasporto pubblico saranno, inoltre, oggetto di valutazione rispetto alla:

- capacità di riprodurre il contesto ed il funzionamento del sistema che s'intende modellizzare;
- complessità modellistica ed applicativa;
- rispetto alle caratteristiche (efficienza, robustezza, ecc. degli algoritmi) di risoluzione;
- rispetto alle esigenze della calibrazione dei parametri del modello;
- rispetto alla quantità e qualità dei dati richiesti per le applicazioni;
- capacità di produrre diversi tipi di indicatori utili per valutazioni più o meno puntuali e disaggregate delle prestazioni del servizio offerto.

#### Modelli per l'approccio a frequenze (in ambito urbano)

I modelli d'assegnazione con approccio *a frequenze* si basano su una rappresentazione delle alternative disponibili in termini di linee, ciascuna caratterizzata da una frequenza,

piuttosto che di corse, ciascuna caratterizzata da un orario di partenza (vedi oltre). L'approccio per linee è coerentemente applicato se si assume che gli utenti non conoscano l'orario delle corse e, dunque, arrivino alle fermate (in modo uniformemente casuale) indipendentemente dall'arrivo dei veicoli.

In generale, un utente può utilizzare differenti linee e/o fermate per compiere il proprio spostamento, ma non dispone in origine di tutte le informazioni necessarie per effettuare compiutamente la scelta dell'itinerario (inteso come successione di fermate e di linee) dalla origine fino alla destinazione. Pertanto, il comportamento di scelta dell'itinerario è il risultato di:

- scelte preventive, effettuate in origine, relative a una strategia di viaggio che definisce, ad esempio, le fermate a cui recarsi per usufruire del servizio e l'insieme di linee da considerare (tra quelle disponibili);
- scelte adattive, effettuate durante il viaggio, utilizzando, ad esempio, il criterio di salire sul primo veicolo in arrivo alla fermata tra le linee definite dalla strategia di viaggio adottata.

Per tale motivo l'approccio sotteso a tali modelli è detto spesso *preventivo-adattivo*.

I modelli di assegnazione con approccio a frequenze sono sviluppati come estensione dei modelli per l'assegnazione alle reti di trasporto individuale. Oggetto di tale paragrafo è proprio l'analisi delle proprietà e dei campi di applicazione di tali modelli, in funzione delle caratteristiche in base alle quali possono essere differenziati. In particolare:

- assegnazione con comportamento deterministico / stocastico di scelta, se si assume che le utilità percepite dagli utenti per le strategie disponibili possano essere rappresentate, ai fini dell'analisi, da variabili deterministiche o sia meglio adottare variabili aleatorie, che consentono la simulazione della dispersione dei comportamenti e degli errori di percezione/misura oltre che degli errori di aggregazione insiti nella costruzione dei modelli, ecc.
- assegnazione a rete non-congestionata / congestionata, se si assume che i costi su tutti gli archi della rete siano costanti ovvero se almeno per qualche arco il costo dipende dal flusso; nel caso di rete congestionata è inoltre significativo considerare:
  - o modelli derivati da un approccio di equilibrio (comunemente adottati nelle pratiche applicazioni), in cui si assume rappresentativa dello stato del sistema una configurazione mutuamente congruente di costi e flussi;
  - o modelli derivati da un approccio di processo dinamico (solo presenti nella letteratura scientifica di settore), in cui si simula esplicitamente l'evoluzione nel tempo della configurazione dei costi e dei flussi che, ad un dato istante di tempo, non sono necessariamente mutuamente congruenti.

#### Modelli per l'approccio ad orario (in ambito urbano e comprensoriale)

Allo scopo di dotarsi di strumenti atti a simulare in maniera esplicita gli effetti di diverse programmazioni temporali del servizio di trasporto pubblico, sono stati sviluppati (ed in parte sono ancora oggetto di ricerca) modelli d'assegnazione con approccio *ad orario*.

Oggetto di tale paragrafo è proprio l'analisi delle proprietà e dei campi di applicazione di tali modelli, tutti caratterizzati da approcci di tipo dinamico. Alcune caratteristiche possono differenziare diversi modelli d'assegnazione per approccio ad orario. Ad esempio, nell'utilizzo di una delle varie specificazioni presenti in letteratura può essere il caso di verificare se essa permetta o meno di:

- simulare in maniera esplicita la regolarità/irregolarità del servizio;

- simulare gli effetti di strategie di “informazione all’utenza”;
- simulare esplicitamente gli effetti di condizioni di affollamento a bordo dei mezzi.

L’approccio ad orario è spesso identificato con un modello d’assegnazione a dinamica intraperiodale. Tale assimilazione è giustificata dalla esplicita simulazione della successione delle corse e della articolazione dell’orario di servizio. Un modello a dinamica intraperiodale, infatti, è un modello in cui le prestazioni delle reti e/o la domanda e/o le scelte degli utenti ad un generico istante sono potenzialmente diverse dalle stesse caratteristiche relative ad intervalli precedenti o successivi.

#### B.1.3.3.2. La coerenza tra modelli d’assegnazione alle reti di trasporto individuale e pubblico

La coerenza tra assegnazione alle reti di trasporto individuale e pubblico è, in generale, garantita dall’utilizzo di modelli ottenuti applicando la teoria dell’assegnazione della domanda di mobilità alle reti di trasporto. In particolare nei modelli di assegnazione multi-modale (con domanda elastica) si simula anche la scelta del modo (ed eventuali altre dimensioni di scelta), la coerenza interna di questi modelli è garantita se tutti modelli di scelta sono derivati dalla teoria dell’utilità aleatoria e la struttura complessiva è costruita come descritto nel paragrafo B.1.3.1.3.

#### B.1.3.3.3. I modelli d’assegnazione per la simulazione dell’interscambio

Nei paragrafi B.1.3.1.4 e B.1.3.2.3 sono stati brevemente descritti il modello di comportamento ed il modello di offerta per la simulazione dell’interscambio con la tecnica detta del *modo misto*. Una volta ottenuti, con tali modelli, la scelta dei nodi di interscambio per gli spostamenti che, da ogni origine ad ogni destinazione, utilizzano il modo misto, non occorre fare altro che suddividere la domanda risultante tra i due sistemi che compongono il modo misto. In particolare, la domanda dalle origini ai nodi di interscambio viene aggiunta alla domanda relativa al primo dei sistemi che compone il modo misto mentre la domanda dai nodi di interscambio alle destinazioni viene aggiunta al secondo dei sistemi che compone il modo misto. In tale modo la domanda del modo misto viene assegnata contestualmente alla domanda relativa ai sistemi componenti ed i modelli e gli algoritmi di assegnazione sono quelli tradizionali relativi ad ognuno dei due modi. La precedente maniera di procedere è congruente con l’approccio alla simulazione dell’interscambio che nel paragrafo B.1.3.2.3 è stato descritto come basato sull’utilizzo di modelli di offerta separati per ogni modo. Nel caso, invece, in cui si adottasse un approccio esplicito basato su un modello d’offerta intermodale su un’unica rete, sarebbe necessario utilizzare un modello d’assegnazione in grado di risolvere contemporaneamente le esigenze tipiche del problema relativo alle reti individuali (continue nel tempo e nello spazio) e pubbliche (tipicamente, invece, discrete nel tempo e nello spazio). Nel caso di modelli d’assegnazione statici tale esigenza è soddisfatta dall’utilizzo di un modello ad *ipercammini* (cfr. paragrafo B.1.3.3.1). L’assegnazione a *cammini semplici*, infatti, tipica del trasporto individuale (con sola simulazione delle scelte preventive), può essere considerata un caso particolare dell’approccio (a frequenza) con scelte preventive-adattive, tipico del trasporto pubblico. Più complessa è la questione nel caso in cui sia richiesto di adottare un approccio con dinamica intraperiodale esplicita. In tale caso, infatti, i modelli utilizzati per il trasporto pubblico e per il trasporto individuale differiscono di molto.



## B.2. LA VALUTAZIONE DEGLI IMPATTI

### B.2.1. PREMESSA

La gestione dei modi di trasporto pubblico, tra cui il Trasporto Pubblico Locale, è in generale caratterizzata da economie di scala, ossia da costi unitari di trasporto che diminuiscono all'aumentare del numero degli utenti, a differenza del trasporto individuale (efficienza interna). Inoltre, in confronto al trasporto individuale, i modi di trasporto pubblico possono indurre una variazione marginale positiva di esternalità, quali inquinamento, consumi energetici, incidentalità (efficienza esterna). Occorre infine rilevare che questi modi assicurano l'opportunità di spostamento agli utenti per i quali il trasporto individuale non è disponibile.

Queste considerazioni motivano, anche in un contesto di competizione tra modi, finanziamenti da parte della collettività a favore delle aziende che gestiscono servizi di trasporto pubblico; la stima dell'importo di questi finanziamenti, nonché la definizione dei servizi (ed eventualmente l'individuazione della tipologia di contratto) richiede una *valutazione economico-sociale* degli impatti dei servizi di trasporto pubblico sul sistema di trasporto complessivo e sul sistema territoriale di cui fa parte, oltre che dei ricavi da traffico e dei costi di esercizio. D'altro canto la possibilità per le aziende di concorrere all'assegnazione di un contratto richiede un'attenta *valutazione finanziaria* dei ricavi, da traffico e da contratto (ed eventualmente altri), rispetto ai costi di esercizio.

Nel seguito si illustrano le metodologie per l'analisi dei costi e dei ricavi, e per la determinazione di principali indicatori numerici di efficienza e di efficacia (funzionali anche alle fasi di controllo). Si illustrano quindi i metodi per la valutazione comparata, e la determinazione delle esternalità.

### B.2.2. L'ANALISI DEI COSTI E DEI RICAVI

Il problema della definizione dei costi e ricavi nell'ambito del servizio di trasporto pubblico discende dalla necessità di definire un sistema di controllo che consenta di pervenire ad una quantificazione delle risorse necessarie per l'espletamento del servizio, quantificazione necessaria per una corretta analisi della efficacia ed efficienza del servizio.

La struttura di costi e ricavi riguarda sia le aziende che le amministrazioni locali. Per queste ultime però spesso è di grande utilità l'*analisi dei costi e dei ricavi per linea*, o aggregazione di queste, in modo da conoscere il grado di efficienza ed efficacia del servizio prodotto da ogni linea (e di conseguenza dalle diverse aggregazioni possibili). In questo caso sarà necessario riportare a livello di singola linea i costi sostenuti per svolgere il servizio. Questi possono essere divisi in tre macro categorie:

1. costi di linea sostenuti per realizzare il servizio (costi diretti);
2. costi generali (costi indiretti);
3. costi relativi alla via della singola linea, dipendenti dal tipo di mezzo (ad esempio metro, tram o bus).

Operativamente il metodo più diffuso consiste nell'individuare il costo diretto per ogni linea, comprensivo di consumi, manutenzione, tasse e personale necessario allo svolgimento del servizio.

Analogamente è necessario ripartire i ricavi fra le singole linee che, in un regime di integrazione modale e ancor di più in un regime di integrazione tariffaria fra più aziende, diventa più complesso di una semplice suddivisione in funzione dei passeggeri trasportati o delle vetture x km offerte.

Con questi dati è possibile valutare l'efficienza, l'efficacia e la redditività delle linee utilizzando i seguenti indicatori con riferimento ad ogni singola linea:

- la differenza costi e ricavi (il deficit);
- il deficit per passeggero trasportato;
- il rapporto tra ricavi e costi.

Tali analisi sono utili alla amministrazione locale che deve definire i propri piani triennali, oltre che all'ente esercente il servizio per svolgere un regolare controllo di gestione o partecipare a gare per l'affidamento del servizio.

#### *B.2.2.1. La quantificazione delle risorse necessarie per effettuare il programma triennale*

Il modello di costo può essere di natura aggregata o disaggregata. Nel modello aggregato il costo operativo totale viene stimato con una sola equazione che ingloba tutte le variabili. Nel modello disaggregato i costi vengono attribuiti fra le principali componenti di costo, che vengono calcolate separatamente. Il costo operativo totale viene quindi determinato sommando le diverse componenti della struttura dei costi, ognuna con un suo coefficiente.

Diversi *approcci di tipo regressivo* sono stati sviluppati per rappresentare la relazione fra i costi e queste variabili indipendenti. Il problema base con le regressioni è la multi collinearità fra i parametri utilizzati come indicatori intrinseci del servizio e dei costi, che sono normalmente reperibili dalle aziende. I diversi studi, basati sulle tecniche regressive, hanno mostrato discrepanze fra i risultati del modello (in alcuni casi economie di scala ed in altre diseconomie). Molti dei modelli sviluppati contengono coefficienti di regressione con segni differenti da quelli attesi, che è tipico quando si usano variabili indipendenti collineari.

A causa dei limiti dei modelli regressivi, l'*approccio ai costi unitari* è stato utilizzato con crescente regolarità. Naturalmente più dati sono disponibili, maggiore è l'accuratezza di questa tipologia di modelli.

##### B.2.2.1.1. Il modello aggregato di calcolo dei costi

L'approccio ai costi unitari persegue due obiettivi principali: l'allocazione dei diversi elementi di costo ai parametri del sistema ed il calcolo del costo unitario di ogni elemento sulla base del parametro a cui viene imputato.

Gli elementi di costo assegnati al veicolo km si assumono direttamente collegati ai km percorsi dalla linea considerata, quelli assegnati ai veicoli ora si assumono proporzionali alle ore di servizio e così via. Ad esempio i costi di carburante si assumono proporzionali ai km percorsi.

Tra i modelli ai costi unitari sviluppati, buoni risultati ha fornito il seguente:

$$\text{Costo} = (A \times \text{Veicoli km}) + (B \times \text{Veicoli ora}) + (C \times \text{Veicoli di punta})$$

dove:

- A = costo relativo all'esercizio di un veicolo km;
- B = costo relativo all'esercizio di un veicolo ora;
- C = costo relativo all'esercizio di un veicolo in ora di punta.

B.2.2.1.2. La definizione di costo operativo

Concorrono a formare il costo operativo tutte quelle spese sostenute annualmente sia per l'erogazione del servizio (costo diretto) sia per il funzionamento delle strutture aziendali (costi indiretti). Gli elementi di costo o voci di spesa fondamentali che figurano nella definizione di costo operativo insieme ad una rappresentazione grafica delle loro classificazioni sono rappresentati in figura B.5.

B.2.2.1.3. Il modello disaggregato di calcolo del costo operativo

La disaggregazione del costo operativo può essere realizzata sulla base: dei centri di costo, di una partizione del territorio, della singola linea.

Ad esempio in una disaggregazione per linea vengono analizzati i costi diretti, indiretti e di via, inoltre vengono calcolati i ricavi. Lo schema di figura B.5 è assolutamente generale in quanto nulla cambia se si considerano aggregazioni di altro tipo (territoriali o centri di costo), sebbene alcune voci possano annullarsi perché di competenza diversa.

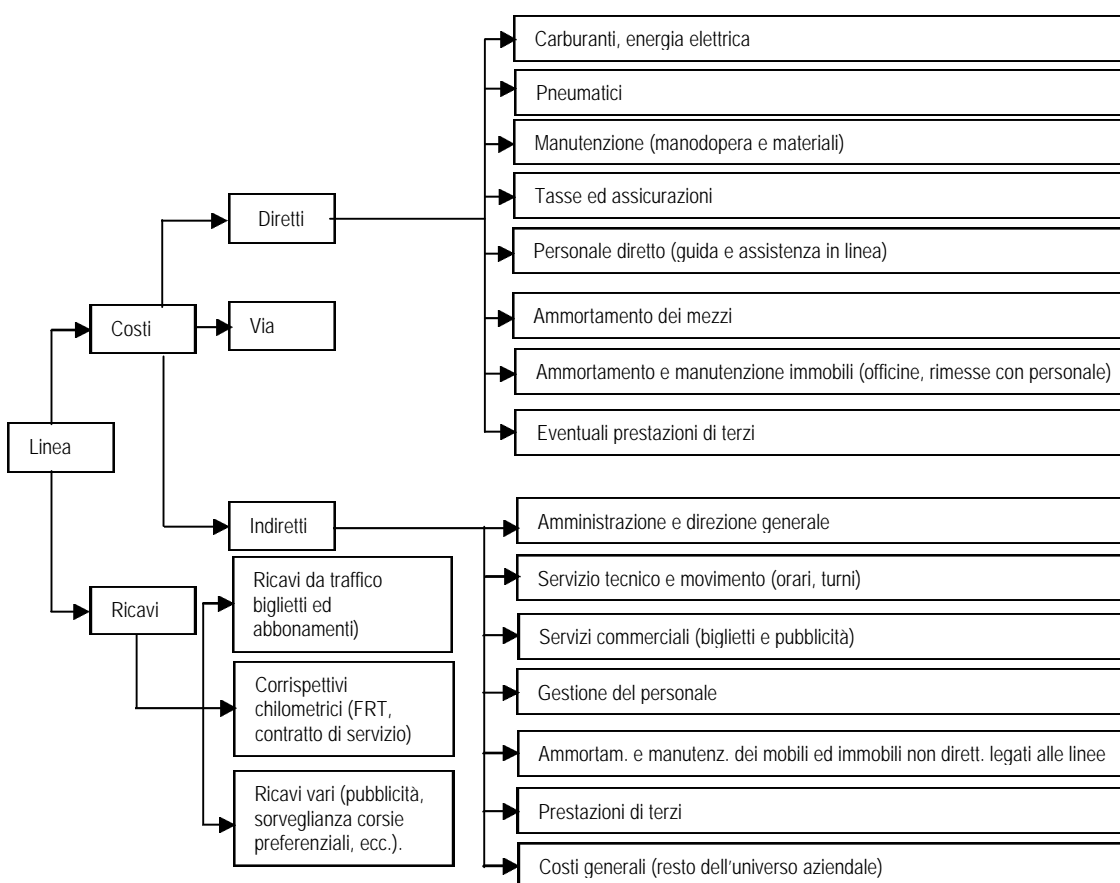


Figura B.5 - Principali voci di costo e ricavo nel modello disaggregato

La disaggregazione dei costi operativi per centri di costo è una modalità correntemente utilizzata in ambito aziendale e, per tale motivo, non sarà oggetto della presente analisi.

Un altro modo di disaggregare il costo operativo può procedere secondo uno schema territoriale, che partendo dalla singola linea arriva per aggregazioni successive a zone, quartieri, bacini o qualsiasi altra classificazione del servizio. In questi casi è necessario monitorare i trasbordi e tutte le variabili da imputare all'effetto rete.

Una terza forma di disaggregazione è di utilizzare *la linea come centro di costo*; in questo oltre a fare riferimento ai soli costi diretti, occorre considerare, con opportune relazioni funzionali, i costi indiretti e gli eventuali costi della via funzione degli indicatori del servizio considerati. La valutazione dei costi per linea viene generalmente effettuata utilizzando uno od una combinazione dei seguenti indicatori del servizio:

1. vetture x km;
2. vetture x ora;
3. vetture x km ora di punta / vetture x km ore di morbida (per tenere conto del diverso servizio offerto nell'arco della giornata).

Sulla base di questi indicatori è possibile determinare i costi per linea e, una volta definita la configurazione del PTS, accorpate i diversi costi al fine di determinare, una volta noti i ricavi, gli indicatori relativi all'efficienza ed all'efficacia del servizio.

#### *B.2.2.2 L'analisi dei ricavi attuabili dai risultati della simulazione degli effetti*

L'entità dei ricavi è generalmente condizionata:

- dalla struttura del sistema tariffario (tariffa unica, a distanza, a tempo e in relazione all'uso di più mezzi);
- dalla struttura ed entità delle agevolazioni concesse a particolari categorie di utenti (abbonati e non, svantaggiati o altro).

Il ricavo di esercizio scaturisce direttamente dalla sommatoria delle citate componenti. A questi vanno aggiunti altri tipi di ricavo da traffico quali pubblicità sui veicoli e alle fermate più i servizi per gran turismo.

I modelli per il calcolo dei ricavi possono essere classificati, analogamente a quelli di costo, in aggregati e disaggregati, dove quest'ultimi possono essere suddivisi per linea o per centri di ricavi.

I modelli disaggregati per il calcolo dei ricavi prendono in considerazione le origini e le destinazioni degli spostamenti, ricostruendo i percorsi compiuti dagli utenti sulla base della distribuzione della domanda servita e con l'uso di modelli di scelta ove siano possibili itinerari alternativi. Per questo tipo di modelli è molto importante la disponibilità di dati a cui le recenti tecnologie di bigliettazione elettronica e di conteggio dei saliti e dei discesi possono apportare notevoli contributi in termini di acquisizioni dati e di accessibilità dei costi.

Nel caso in cui sia richiesto un calcolo aggregato dei ricavi è allora possibile utilizzare indicatori quali i passeggeri x km o i passeggeri x ora moltiplicati per i rispettivi ricavi medi. Quest'ultimo tipo di modelli, generalmente utilizzato in ambito aziendale o per un confronto a posteriori di prestazioni aziendali, presenta il vantaggio della possibilità sia di desumere i dati necessari direttamente dai bilanci aziendali che di effettuare il confronto tra aziende diverse.

Il calcolo dei ricavi per la generica linea del servizio di trasporto (e, per estensione,

dell'insieme delle linee che formano il piano triennale considerato) può avvenire, attraverso stime prodotte sulla base di analisi sulla quantità e sulle caratteristiche della domanda soddisfatta dalla singola linea.

Un metodo, di vera e propria rilevazione, presuppone l'emissione di titoli di viaggio identificativi della linea di effettivo utilizzo, per cui si l'azienda è in grado di contabilizzare i ricavi sulla base dei titoli erogati; ma mentre tale sistema è ancora adottato in molte gestioni di servizi di trasporto extraurbano, nel caso dei trasporti urbani vengono ormai dovunque venduti biglietti ed altri titoli che non consentono di individuare a priori il percorso effettivamente compiuto dall'utente. Con la diffusione di titoli di viaggio che non necessitano di obliterazione gli esercenti il trasporto pubblico urbano hanno perso anche la possibilità di calcolare sistematicamente i passeggeri che salgono a bordo dei mezzi ed il tipo di tariffa pagata; a tale necessità è possibile sopperire solo occasionalmente attraverso attività straordinarie di conteggio dei passeggeri sugli autobus e contestuale stima dei ricavi.

Le analisi effettuate tramite modelli di interazione tra domanda ed offerta costituiscono quindi una valida alternativa in tutti quei casi in cui, per le modalità con cui avviene la vendita dei titoli, non esiste la possibilità di rilevare e contabilizzare a priori i ricavi per linea. Attraverso tali procedure, in unione alle informazioni disponibili sul tipo di tariffazione adottata, si può pervenire ad una stima dell'ammontare dei ricavi; occorre quindi conoscere:

- il numero di passeggeri trasportati sulla linea;
- il tipo di tariffa pagata da ciascun passeggero;
- i coefficienti di utilizzazione dei titoli a validità ripetuta (biglietti orari, giornalieri, abbonamenti, etc.).

### B.2.3 L'ANALISI DEL RENDIMENTO ECONOMICO DI UN PROGRAMMA DI ESERCIZIO

La Legge 59/97, all'art.4, come successivamente modificato dall'art.7 della Legge 127/97, prevede che le Regioni e gli Enti Locali regolino l'esercizio dei servizi mediante *contratti di servizio pubblico* che abbiano caratteristiche di certezza finanziaria e copertura di bilancio e che garantiscano il conseguimento di un rapporto pari a 0,35 tra costi operativi e ricavi da traffico.

Assume pertanto, in fase di definizione di un PTS, un'importanza strategica l'analisi del rendimento economico del servizio di trasporto, esprimibile tramite la differenza tra costi e ricavi di gestione, essenziale sia per la definizione dei livelli di offerta che per il calcolo dei finanziamenti pubblici necessari per produrre i servizi. Infatti, una conoscenza preventiva del risultato economico dell'esercizio, pone in grado l'autorità di controllo di definire l'entità delle risorse da mettere a disposizione per l'espletamento di quell'insieme di servizi inclusi nel piano.

Per pervenire a tale risultato è necessario disporre di una metodologia che, partendo dai dati relativi sia all'offerta programmata che alla domanda di mobilità insistente sul bacino considerato, permetta di svolgere un'analisi quantitativa atta a definire, da un lato, le risorse necessarie per l'espletamento di un insieme di servizi e, dall'altro, l'entità dei ricavi perseguibili in funzione della domanda esistente e della struttura tariffaria in opera. Tale analisi può mettere in condizione l'autorità di controllo a determinare preventivamente l'ordine di grandezza delle risorse da erogare per consentire l'espletamento dei servizi

programmati in maniera ottimale, ovvero poter affinare i servizi offerti al fine di sfruttare al meglio le risorse erogate.

Uno snellimento delle diverse fasi delle attività sia di pianificazione che di gestione del Trasporto Pubblico Locale viene dato dalla possibilità di effettuare delle valutazioni anche per solo una parte di un programma di esercizio. A tal fine è conveniente assumere come unità di produzione del servizio di trasporto la singola linea e basare su di essa l'analisi della redditività dei servizi di trasporto. Il rendimento economico complessivo di un programma di esercizio viene quindi valutato attraverso l'aggregazione dei risultati parziali forniti dalle singole linee che ne fanno parte. Questo implica la possibilità di calcolare la redditività per ogni linea, potendo ad essa riferire specifici ricavi di vendita e costi di produzione avendo ipotizzato che i servizi svolti sulle diverse linee assumano la veste di specifici prodotti di cui è possibile calcolare la contribuzione al rendimento economico dell'intero programma di esercizio.

Tale scelta offre anche la possibilità di armonizzare le procedure di valutazione con le altre metodologie modellistiche qui utilizzate per l'analisi dei sistemi di trasporto collettivo. Pertanto tale metodo diventa parte integrante di un sistema di modelli congruente per l'analisi e la valutazione di un sistema di trasporto in quanto i dati su cui è basata la valutazione sono ottenuti in maniera coerente ed endogena dai risultati degli altri modelli costituenti la metodologia di analisi.

La stima del margine di contribuzione per linea può articolarsi nelle seguenti fasi:

- individuazione delle attività svolte per l'erogazione del servizio sulla linea;
- determinazione della tipologia di risorse impiegate per lo sviluppo delle singole attività;
- determinazione del costo di acquisizione di tali risorse;
- determinazione delle quantità di risorse impiegate sulla linea;
- calcolo dei costi diretti di linea per attività;
- calcolo dei ricavi diretti di linea;
- calcolo dei rendimenti.

Il conto economico, definito sulla base dei costi diretti ottenuti in funzione dell'offerta programmata e dei ricavi stimati in funzione sia della struttura tariffaria che della domanda di mobilità insistente sul bacino, permette di evidenziare il rendimento economico sia di ogni singola linea che dell'intero programma di esercizio.

#### B.2.4. LA DEFINIZIONE DEGLI INDICATORI DI EFFICIENZA E DI EFFICACIA

L'analisi della produttività di un PTS può essere condotta mediante l'utilizzo di indicatori di efficienza, che esprimono il confronto tra risorse impiegate e servizi prodotti, o di efficacia, che esprimono il confronto tra risorse impiegate e servizi utilizzati, oppure tra servizi prodotti e utilizzati. In sintesi, gli indicatori di efficienza individuano le relazioni tra input ed output del processo produttivo, mentre gli indicatori di efficacia misurano la capacità del processo o del prodotto di soddisfare gli obiettivi. Lo studio con indicatori può essere di tipo *sintetico*, ossia basato su un unico indicatore, ovvero di tipo *analitico* con l'utilizzo di un insieme di indicatori.

L'approccio con un unico indicatore presenta un indubbio vantaggio: è immediata la comprensione sul livello di efficienza ed efficacia del servizio, e il confronto tra diversi scenari. Gli indicatori che meglio si prestano a questo approccio si basano, in genere, sul

rapporto tra caratteristiche del servizio (prodotto, venduto) e risorse utilizzate; quello più comunemente utilizzato è l'indicatore di *produttività globale dei fattori* TFP (dall'inglese Total Factor Productivity), derivato dalla teoria economica che si può ottenere come rapporto tra output aggregato e input aggregato (lavoro, carburante, capitale, manutenzione) oppure tramite differenza tra variazioni dell'output aggregato e variazioni dell'input aggregato. Questo approccio, a fronte della sua semplicità operativa, conduce ad un livello di analisi eccessivamente aggregato, se non nei casi di aziende di dimensione molto ridotta.

L'approccio con insiemi di indicatori si basa sull'uso di differenti indicatori articolati in tre classi:

- *Efficienza nei costi*, si riferisce al consumo di risorse rispetto alle caratteristiche del servizio prodotto, tra cui efficienza del lavoro; efficienza dei veicoli; efficienza nel consumo di carburante; efficienza della manutenzione; output per unità di costo;
- *Efficacia nei costi*, si riferisce all'effettivo utilizzo del servizio in relazione ai costi di produzione, tra cui consumo di servizio per unità di costo, produzione di ricavi per unità di costo;
- *Efficacia del servizio*, si riferisce all'effettivo utilizzo del servizio in relazione alle caratteristiche, tra cui utilizzazione del servizio; sicurezza operativa; produzione di ricavi; assistenza pubblica.

In entrambi i casi sono comunemente individuati come *input del sistema*: la forza lavoro, il carburante e il capitale; come *output del sistema*: i veicoli ora, i veicoli chilometro, la capacità chilometro; come *consumo del servizio offerto* dal sistema: i passeggeri, i passeggeri chilometro, il ricavo da traffico (ricavo operativo).

Nel caso di un unico indicatore, TFP, la misura dell'output generalmente adottata è il totale di veicoli-chilometro, oppure di passeggeri-chilometro, in relazione all'aspetto, efficienza o efficacia, che si vuole evidenziare. L'input è generalmente definito dalle risorse consumate, opportunamente pesate utilizzando i relativi costi unitari. In generale, nel caso si privilegi la misura del servizio prodotto, il TFP diviene un indicatore di efficienza, utile ad identificare quanto servizio può essere prodotto tramite una quantità unitaria di risorse; nel caso sia scelta la misura del servizio consumato, il TFP diviene un indicatore di efficacia, tramite il quale è possibile quantificare quanto servizio viene consumato in base alla quantità di risorse utilizzate.

Nel caso di un insieme di indicatori, quelli più comunemente adottati sono:

- *Efficienza nei costi*
  - o rapporto tra veicoli-chilometro e addetti al servizio;
  - o rapporto tra ore di servizio e addetti al servizio;
  - o rapporto tra veicoli-chilometro e numero massimo di veicoli in servizio;
  - o rapporto tra veicoli-chilometro e addetti alla manutenzione;
- *Efficacia nei costi*
  - o rapporto tra totale dei passeggeri-chilometro e costi operativi;
  - o rapporto tra ricavi e costi operativi;
- *Efficacia del servizio*
  - o rapporto tra passeggeri-chilometro e veicoli-chilometro;
  - o rapporto tra passeggeri-chilometro e ore di servizio;
  - o rapporto tra incidenti e ore di servizio;
  - o rapporto tra incidenti e totale dei km percorsi;
  - o rapporto tra ricavi operativi e costi operativi.

Altri indicatori possono essere ricavati combinando opportunamente quelli elencati, ad esempio moltiplicando il rapporto tra passeggeri-chilometro e veicoli-chilometro e il rapporto tra totale dei veicoli-chilometro e costi operativi.

È possibile, almeno in alcuni casi, disaggregare gli indicatori. Ulteriori indicatori sono relativi alle esternalità.

I dati rilevanti per il calcolo degli indicatori sono facilmente ricavabili dalla loro definizione, così come le relative procedure di elaborazione. La raccolta dei dati può essere condotta utilizzando la base dati (presumibilmente in forma elettronica) aziendale<sup>32</sup>.

#### B.2.5. LE METODOLOGIE DI VALUTAZIONE COMPARATA

La valutazione di ogni alternativa di intervento sul sistema del trasporto pubblico esprime il confronto tra utilità e disutilità connesse agli impatti derivanti dalla sua adozione.

In particolare, gli impatti interni sono esprimibili, per quanto riguarda la produttività dell'azienda, mediante gli indicatori precedentemente individuati, e mediante gli indicatori di surplus degli utenti, definiti coerentemente con la modellizzazione della domanda di mobilità. Gli impatti esterni (o esternalità) si riferiscono a inquinamento, consumi energetici, ecc., i relativi indicatori saranno descritti nel paragrafo seguente.

Nel caso di *valutazione finanziaria* l'obiettivo è la massimizzazione dei guadagni, in un'ottica aziendale, e si basa sul confronto tra ricavi e costi; nel caso di *valutazione economica* l'obiettivo è il benessere sociale, nell'ottica della collettività, che non può essere espresso da un unico obiettivo, per la pluralità di soggetti coinvolti ciascuno portatore di istanze diverse (ed eventualmente contrastanti).

La valutazione finanziaria, di confronto tra la situazione di intervento e quella di riferimento, può essere condotta, analogamente ad ogni altro tipo di investimento, con un'analisi delle variazioni dei ricavi e dei costi, basata sulle stime precedentemente descritte.

La valutazione economica, di confronto tra la situazione di intervento e quella di riferimento, può essere condotta (è opportuno che sia condotta) con tecniche di analisi multi-criteri, ormai consolidate nelle pratiche applicazioni, che consentono di considerare differenti impatti, oltre che differenti indicatori di produttività, e la loro distribuzione tra i diversi soggetti coinvolti: oltre all'amministrazione locale e all'ente esercente il servizio, gli utenti e i non-utenti opportunamente articolati per caratteristiche socio-economiche e territoriali. È, inoltre, possibile considerare differenti obiettivi, anche in funzione del contesto applicativo.

In casi particolarmente semplici, o per valutazioni iniziali di massima, la valutazione economica può essere condotta con un'analisi delle variazioni dei benefici e dei costi, valutando tra i benefici il surplus degli utenti. Questo approccio conduce ad un unico indicatore sintetico, e dunque rende semplice i confronti tra differenti ipotesi di intervento, ma non consente di considerare la distribuzione dei benefici e dei costi (equità sociale), e richiede che ciascun impatto sia monetizzabile e quindi mutuamente compensabile.

L'analisi mono-criterio è particolarmente semplice ed immediata, riflettendo i vantaggi

---

<sup>32</sup> È opportuno rilevare che la raccolta sistematica e la elaborazione dei dati, oltre a costituire un elemento rilevante per la direzione aziendale, è un elemento necessario per le attività di controllo da parte dell'ente che affida la gestione, e pertanto potrebbe essere inclusa come esplicito obbligo contrattuale.

dell'uso di un unico indicatore, in quanto si ottiene un ordinamento completo delle alternative oggetto di valutazione. È opportuno effettuare un'analisi di sensibilità dell'ordinamento (almeno per le alternative nelle prime posizioni) rispetto ai parametri fondamentali.

L'analisi multi-criteri si basa su una fase preliminare relativa alla individuazione delle alternative non dominate (o Pareto-ottimali), cui segue un'analisi della distanza dalla alternative ideale (ogni criterio ha il valore migliore tra quelli relativi alle varie alternative) e un'analisi delle soglie di concordanza o discordanza rispetto alle quali un'alternativa diviene dominante su tutte le altre. È opportuno effettuare un'analisi iniziale con pochi indicatori, uno per tipologia, con un allargamento progressivo del dettaglio della analisi, e successivamente introdurre indicatori relativi alle esternalità e/o considerando la disaggregazione di alcuni indicatori.

Nel caso di valutazione economica, è opportuno effettuare una preliminare analisi mono-criterio utile per individuare le alternative più significative, accompagnata da una tradizionale analisi benefici-costi, cui fare seguire in generale un'analisi multi-criteri, come descritto precedentemente, eccetto in casi particolarmente semplici per dimensione dell'area oggetto di studio e/o per numerosità della popolazione interessata. Nel caso di valutazione finanziaria è, in generale, sufficiente un'analisi ricavi-costi. È forse non superfluo notare che in entrambi i casi i costi possono essere generalmente ottenuti con stime per comparazione, adattate all'oggetto dello studio, mentre i ricavi e le variabili relative alla utilizzazione del servizio, da cui i ricavi e le esternalità, richiedono una simulazione del funzionamento del sistema nelle differenti alternative.

#### B.2.6. LA VALUTAZIONE DELLE ESTERNALITÀ

Le principali esternalità da considerare sono gli impatti sulle risorse non rinnovabili, tra cui l'inquinamento atmosferico ed acustico, i consumi energetici, la intrusione visiva, ecc. La adozione di opportuni metodi di post-processo dei risultati della simulazione della alternativa oggetto di valutazione consente di calcolare opportuni indicatori per questi impatti, e la loro distribuzione spaziale. Sarebbe inoltre rilevante valutare l'impatto sulla sicurezza (incidentalità), ma al momento non sono disponibili metodi che consentono una stima quantitativa di indicatori di incidentalità connessi ad un'ipotesi di intervento, pertanto è necessario adottare valutazione qualitative, e/o indicatori di prossimità (proxy), quali la regolarità di marcia, i flussi veicolari coinvolti nelle intersezioni, ecc.



### B.3. LE METODOLOGIE PER IL MONITORAGGIO DEI SERVIZI

#### B.3.1. PREMESSA

Il sistema per il monitoraggio dei servizi, assieme ai criteri per la riduzione della congestione e dell'inquinamento ambientale, ha assunto un'importanza rilevante nel contesto del Trasporto Pubblico Locale tanto da essere esplicitamente richiamato, all'interno del già citato D.Lgs. n.422/97 in materia di riforma del TPL, fra gli obiettivi dei Programmi Triennali dei Servizi di Trasporto Pubblico Locale che le Regioni e le Province Autonome sono state chiamate a redigere ed approvare.

La gestione efficiente e il miglioramento della qualità del servizio, e la fornitura di un'informazione all'utenza puntuale e precisa, sono i principali obiettivi di un'azienda di Trasporto Pubblico Locale. Questo risultato può essere raggiunto più facilmente, anche e soprattutto, attraverso un approccio integrato, ossia attraverso la combinazione in un unico sistema, di applicazioni, ognuna con la propria funzione aziendale, sviluppate da differenti fornitori (concetto di interoperabilità). L'esigenza di integrare i sistemi e di beneficiare dell'interoperabilità delle applicazioni, ha costituito lo spunto iniziale della ricerca e dei significativi risultati nel campo della *data modelling* per il TPL.

In particolare, la qualità del servizio percepita dall'utenza va perseguita sia mediante la costante evoluzione di una rete di trasporto aderente alle caratteristiche temporali e spaziali della domanda di mobilità, sia mediante l'adozione, mirata alle specifiche problematiche locali, di quelle innovazioni tecnologiche ed organizzative che vanno sotto il nome di Sistemi di Telegestione e Telerilevamento (STT). Il miglioramento qualitativo del servizio, indotto da tali sistemi, può essere sostanzialmente riassunto nella capacità di:

- mantenere la regolarità di esercizio;
- garantire un intervento tempestivo in caso di eventi anomali;
- ottenere un elevato grado di sicurezza sia dell'utente che del personale aziendale;
- offrire informazioni all'utenza sull'andamento a breve termine del servizio stesso.

Queste tecniche innovative supportano il compito primario dell'Azienda cui è affidata la concessione per l'esercizio del servizio di Trasporto Pubblico, che è quello di perseguire il miglioramento dell'efficacia (correlazione con la pianificazione della mobilità) e dell'efficienza (economicità) della gestione, mediante interventi di razionalizzazione di tutti i processi connessi alla produzione del servizio.

#### B.3.2. LA STRUTTURA LOGICA DEL SISTEMA

Da un punto di vista logico, le tecnologie per il controllo del servizio e dell'informazione all'utenza, sono da considerarsi come blocchi funzionali, con componenti hardware e software, da interfacciare con altri blocchi funzionali più specifici (p.es. Sistemi Informativi Aziendali - SIA, Sistemi di Controllo Semaforici - SCS). La struttura logica deve specificare anche la mono o bidirezionalità dei collegamenti fra i vari blocchi funzionali. Generalmente, la comunicazione del sistema di monitoraggio con il blocco funzionale relativo al Sistema Informativo Aziendale è bidirezionale: quest'ultimo fornisce al sistema di monitoraggio il Programma di Esercizio valido per la giornata, i mezzi disponibili, gli Autisti in servizio già abbinati allo specifico Turno di Servizio, quelli in

riserva, ecc. A consuntivo, il sistema di monitoraggio fornisce al SIA l'effettivo Programma di Esercizio svolto, tenendo conto delle corse effettuate in più o in meno rispetto al servizio previsto, le eventuali variazioni al servizio svolto dal personale (sostituzioni e/o prestazioni straordinarie), i dati relativi al rifornimento degli autobus e le eventuali segnalazioni sul loro funzionamento. La comunicazione del sistema di monitoraggio con il Sistema di Controllo Semaforico, anch'essa bidirezionale, riguarda invece la richiesta di modifica del piano semaforico di una o più intersezioni, al fine di ridurre o eliminare i tempi di attesa del mezzo pubblico, e la relativa conferma di esecuzione della modifica.

Il sistema di monitoraggio può essere descritto sia in base alla struttura fisica, e quindi alla dislocazione delle apparecchiature (cfr paragrafo B.3.3), sia in base alle funzioni che queste sono chiamate a svolgere.

In particolare, nella definizione del sistema si considera preminente l'aspetto legato alle funzioni, anche se la suddivisione delle funzioni non implica necessariamente l'utilizzo di elementi fisicamente diversi.

Il sistema di monitoraggio può essere quindi suddiviso nei seguenti sottosistemi, che devono essere opportunamente integrati ed interoperabili sia dal punto di vista hardware che software:

- a. sottosistema di monitoraggio della flotta e gestione dei dati di esercizio;
- b. sottosistema di informazione all'utenza;
- c. sottosistema di gestione e rimessaggio degli autobus;
- d. sottosistema di gestione automatica dei titoli di viaggio;
- e. centro di controllo, raccolta e rielaborazione dati (statistiche);
- f. sottosistema di telecomunicazioni in ponte radio;
- g. interfacciamento con il Sistema di Controllo Semaforico;
- h. interfacciamento con il Sistema Informativo Aziendale;
- i. manutenzione.

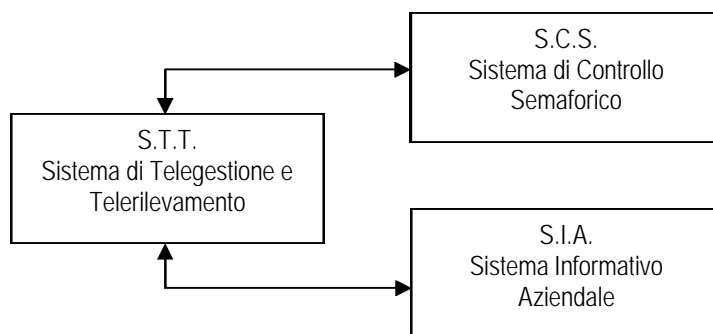


Figura B.6 - Struttura logica dell'informazione all'utenza e del monitoraggio dei servizi

*(a) Sottosistema di monitoraggio della flotta e gestione dei dati di esercizio*

E' costituito da tutti i dispositivi e dal software necessari per aggiornare, con continuità, le informazioni relative alla posizione dei mezzi e al loro stato di funzionamento. Questo modulo può prevedere anche la formazione degli orari e dei turni del personale, nonché la vestizione del servizio mediante l'abbinamento del mezzo e del personale in servizio e l'informazione allo stesso del turno assegnato. Possono essere inclusi anche il controllo del servizio, la rilevazione di eventuali eventi anomali e l'adozione degli opportuni interventi correttivi.

*(b) Sottosistema di informazione all'utenza*

Comprende tutte le apparecchiature ed il relativo software per la diffusione delle informazioni, sia statiche che dinamiche, relative al servizio in corrispondenza di paline attrezzate, in poli informativi (stazioni ferroviarie, aeroporti, centro multimodali) e a bordo delle vetture.

*(c) Sottosistema di gestione e rimessaggio degli autobus*

E' costituito dai dispositivi e dal software necessari a gestire il mezzo e a verificarne l'efficienza, ossia a registrare automaticamente i rifornimenti di carburante, a gestire la collocazione del mezzo nella rimessa e la sua disponibilità (vestizione) per il servizio successivo.

*(d) Sottosistema di gestione automatica dei titoli di viaggio*

Comprende tutti i dispositivi e il software per realizzare la bigliettazione automatica (emissione, obliterazione, controllo e consuntivazione).

*(e) Centro di controllo, raccolta e rielaborazione dati (statistiche)*

Effettua la supervisione di tutto il sistema ed è interconnesso, direttamente o indirettamente, con tutti gli altri sottoinsiemi, con i quali scambia informazioni in senso monodirezionale.

*(f) Sottosistema di telecomunicazioni in ponte radio*

Comprende tutte le apparecchiature necessarie per il colloquio via radio fra centro di controllo e mezzi mobili ed il relativo software di sistema. Tale sottosistema può funzionare in modo autonomo, indipendentemente da tutto il resto del sistema.

*(g) Interfacciamento con il Sistema di Controllo Semaforico*

Comprende tutti i dispositivi e il software necessari per la gestione del dialogo con il Sistema di Controllo Semaforico, e per la messa in atto della preferenza al mezzo pubblico in corrispondenza alle intersezioni semaforizzate.

*(h) Interfacciamento con il Sistema Informativo Aziendale*

Comprende tutti i dispositivi e il software necessari per realizzare il collegamento con il Sistema Informativo Aziendale, ove presente, e per trasferire le informazioni fra i due sistemi.

*(i) Manutenzione*

Comprende tutti i dispositivi e il software necessari sia per attuare gli interventi di tipo programmato, a scadenza chilometrica o temporale, che quelli dovuti ad un guasto imprevisto, con riparazione in linea oppure presso le officine aziendali.

### B.3.3. L'IMPLEMENTAZIONE FISICA DEL SISTEMA

La struttura fisica del sistema di monitoraggio realizza concretamente quanto illustrato dall'architettura logica e solitamente varia da azienda ad azienda, anche in relazione alle specifiche applicazioni software già in uso. Il sistema di monitoraggio è generalmente costituito da una postazione centrale cui confluiscono le linee di collegamento con gli altri blocchi funzionali (SIA, SCS), da un sottosistema radio che dialoga con i mezzi mobili ed eventualmente con le paline di fermate attrezzate, da una dotazione di bordo costituita da

un apparato ricetrasmittente e da un calcolatore di bordo collegato a diverse unità periferiche (sistema GPS, obliteratrici, sensori elettromeccanici, ecc.).

Il sistema può dialogare inoltre, utilizzando ad es. un sistema di trasmissione a corto raggio, con i dispositivi installati presso il deposito aziendale ed eventualmente in corrispondenza di altri punti significativi lungo la rete (ad es. presso le centraline semaforiche o nelle fermate attrezzate).

Tenendo in considerazione la dislocazione dei dispositivi, si possono distinguere le seguenti tipologie:

- apparecchiature di centrale (radio, calcolatori, rete locale, ecc.);
- apparecchiature di bordo (radio, calcolatore di bordo, obliteratrici, sensori, ecc.);
- apparecchiature di deposito (sensori per rifornimento, ecc.);
- apparecchiature di esterno (antenne radio, paline di fermata, ecc.).

Tale suddivisione è particolarmente adatta alla definizione dei materiali da fornire sia in termini di specifiche tecniche, sia in termini di quantità e collocazione. Pertanto la lista delle specifiche tecniche e delle forniture dovrebbe seguire questa impostazione, cercando per quanto possibile di raggruppare le forniture stesse per aree funzionali omogenee.

## B.4. LA STRUTTURAZIONE DEI DATI PER I SERVIZI DI TPL

### B.4.1. PREMESSA

Il D.Lgs. 422/97 attuativo dell'art.4 comma 4 della Legge n. 59/97 (Legge Bassanini) e le relative leggi regionali di recepimento hanno posto le basi per una profonda riforma del settore del TPL ponendo fra gli obiettivi il raggiungimento dell'equilibrio economico, anche in condizioni realizzative particolarmente difficili e attraverso l'integrazione della rete e delle tariffe per un interscambio efficiente tra i diversi modi di trasporto operanti nella stessa regione. Questo implica per i soggetti coinvolti (Stato, Regione, Enti Locali controllori, ente erogatore del servizio, utenti), ma soprattutto per chi affida il servizio e chi lo eroga, la necessità di dotarsi di strumenti che consentano di rispettare la normativa, di erogare, cioè, un servizio di qualità ed economicamente efficiente, di realizzare un'effettiva integrazione dei servizi erogati sul territorio, di attuare il prescritto monitoraggio dell'offerta, di rispettare le soglie di congestione e inquinamento, ecc.

In questo contesto anche per fornire all'utenza un'informazione pronta ed accurata (altro obiettivo della riforma è il miglioramento della qualità del servizio offerto) un significativo contributo può essere dato da una strutturazione dei dati standardizzata e comunemente adottata. Questo approccio consente, se implementato in maniera opportuna e specifica, di conseguire un altro risultato, significativo nella realtà italiana per le Amministrazioni locali che intervengono finanziariamente a sostenere il trasporto pubblico in particolare nelle aree urbane, ossia la possibilità di disporre in maniera diretta, e praticamente continua, di dati di esercizio uniformi, coerenti e affidabili. Ecco quindi l'importanza di richiedere, già nel bando di gara, l'adozione di questo tipo di standard alle Aziende che concorrono per l'aggiudicazione della gestione del servizio.

### B.4.2. IL MODELLO CONCETTUALE DI DATI

E' stata già rimarcata l'importanza di basi di dati affidabili e complete nei processi di pianificazione, programmazione e simulazione di qualsiasi componente dei sistemi di trasporto. L'esigenza di realizzare tali basi dati in maniera strutturata e standardizzata è generalmente meno matura; prova ne è che sono stati implementati, in vari comparti (compreso il TPL), diversi strumenti di supporto alle decisioni che fanno riferimento a basi di dati dedicate, concepite in maniera chiusa, che non prevedono quindi la comunicazione con altre fonti di informazioni esistenti.

Nel tentativo di porre rimedio a queste tendenze iniziali, dal 1989 ad oggi, la Commissione Europea, nella consapevolezza della necessità di individuare e promuovere una strategia comune nei confronti del problema del TPL, ha finanziato diversi progetti all'interno dei programmi quadro di ricerca e sviluppo. In particolare, è stato sviluppato un modello di dati di riferimento per un sistema informativo integrato del trasporto pubblico liberamente utilizzabile dagli operatori nel settore. Il modello sviluppato è stato denominato *EUROBUS Project - European Reference Data Model for Public Transport (Transmodel)* e successivamente, all'interno del progetto europeo TITAN - *Transmodel-based Integration of Transport Applications and Normalisation* (1996-1998), è stato applicato a tre siti pilota rivelandosi un riferimento base solido e ben definito, in grado di supportare differenze ed adattamenti del singolo caso. Approvato come pre-standard dalla Commissione Tecnica

CEN nel 1997, l'UITP (*International Association for Public Transport*) ne promuove la diffusione a tutti gli operatori del settore ed ai fornitori di software, stimolandone l'impiego effettivo nel maggior numero possibile di reti di trasporto. L'adozione di un'architettura logica dell'informazione è infatti ritenuta il primo passo per consentire lo scambio di dati tra tutti gli operatori che servono una stessa area con modi di trasporto diversi e consentire così un pieno utilizzo della rete di trasporto anche in un contesto de-regolamentato.

Se da un lato la strutturazione logica e fisica dei dati nella programmazione del servizio di TPL è ad un buon stato di avanzamento, non altrettanto si può dire per la sua integrazione con la funzione di progettazione della rete che richiede l'utilizzo di modelli di determinazione della domanda, di distribuzione, di scelta del percorso e infine di assegnazione dei passeggeri alle linee. Lo standard *Transmodel*, infatti, si rivolge principalmente alla strutturazione dei dati per la programmazione del servizio, cioè quella che in precedenza è stata definita *pianificazione tattica*. La *pianificazione strategica* invece si appoggia generalmente a modelli, diversi da caso a caso e che a loro volta fanno anche uso di dati non presenti nell'attuale versione di *Transmodel*. Alcuni di questi, come ad esempio i dati relativi alla stima della domanda (matrice O/D), possono e talvolta hanno raggiunto un discreto livello di standardizzazione sia per quanto riguarda la loro memorizzazione sia per la loro utilizzazione. Altri invece sono decisamente legati al particolare modello utilizzato e come tali la loro inclusione nella strutturazione del database aziendale è facoltativa e spesso non ha grande utilità e significato.

#### B.4.3. L'INFORMAZIONE STRUTTURATA NELLA PROGRAMMAZIONE DEL TPL

I principali obiettivi di un'azienda di TPL sono, da una parte, offrire un efficiente servizio all'utenza e gestirlo in modo efficace, e dall'altra, fornire all'utente un'informazione comprensibile e precisa. Questo risultato può essere raggiunto, anche e soprattutto, attraverso un approccio integrato, ossia attraverso la combinazione, in un unico sistema, di applicazioni sviluppate da differenti fornitori (concetto di interoperabilità).

L'adozione di una solida architettura dell'informazione da parte di un'azienda di TPL costituisce il primo passo verso un sistema informativo integrato in grado di fornire agli utenti e personale le informazioni secondo le rispettive esigenze. L'architettura dell'informazione costituisce il riferimento per individuare e definire l'interfaccia tra i diversi componenti di un sistema informativo, che consente agli stessi di operare insieme. L'utente finale ha così uno strumento attraverso il quale può accedere alle informazioni in maniera semplice ed efficace, spesso servendosi di reti complesse, realizzate con differenti computer e prodotti software (sistemi operativi, database, software applicativi, ecc).

Un'azienda di TPL può strutturare, quindi, le sue base dati più o meno decentralizzate, utilizzabili da tutte le diverse applicazioni. Queste ultime possono utilizzare strumenti di interfaccia standard al fine di fornire un accesso diretto al database stesso, oppure possono continuare ad utilizzare i loro database e servirsi di interfaccia realizzate ad hoc per scambiare i dati. Un'informazione strutturata, dunque, consente all'azienda di TPL di migliorare la comprensione e di realizzare un più efficace accesso alle proprie risorse di informazione. Essa si dovrebbe basare generalmente su un'architettura aperta, per consentire un'efficace integrazione di prodotti hardware e software di fornitori differenti. In questo modo l'operatore del servizio di TPL può scegliere fra più alternative, non è costretto a servirsi di un solo fornitore software e quindi ha la possibilità di integrare

moduli che "coprono" diverse funzioni all'interno della propria azienda. Le informazioni prodotte in un'area e necessarie ad un'altra area dell'azienda non richiedono più trasferimenti manuali che comportano generalmente un elevato rischio di errore e maggiori oneri in termini di costo e tempo.

Un'architettura dell'informazione consente inoltre all'operatore di TPL di far fronte all'evoluzione dei requisiti ed ai vari progressi tecnologici. Inevitabilmente, in periodi di rapido cambiamento, hardware e software diventano obsoleti e richiedono una sostituzione frequente ma non necessariamente contemporanea. Interfacce ben definite possono ovviare all'esigenza di ri-programmare il software quando non ci sia ancora l'esigenza di un aggiornamento hardware e viceversa.

Un'architettura dell'informazione realizzata con moduli indipendenti e interfacce valide è più facile da mantenere. Un modulo mal funzionante può essere sospeso o completamente sostituito senza interrompere il funzionamento del resto del sistema. Quest'aspetto è particolarmente utile per sistemi on-line o sistemi di sicurezza. I moduli possono essere facilmente riconfigurati su un hardware differente, posizionato in un'altra parte della rete, nel caso in cui, per esempio, si dovessero verificare dei cambiamenti nella disposizione degli strumenti atti a gestire il servizio e l'amministrazione dei dati. E' più facile addestrare il personale a gestire sistemi modulari piuttosto che enormi monolitici pacchetti software dove gli errori, oltre ad essere difficili da contenere, si propagano con facilità ad altre parti del sistema. L'approccio modulare riduce la complessità del sistema e lo rende più facilmente comprensibile.

La stessa architettura dell'informazione deve essere verificata, di quando in quando, per assicurarsi che soddisfi le esigenze dell'azienda: i cambiamenti tecnologici nelle telecomunicazioni e nell'informatica comportano spesso nuove opportunità di evoluzione per le applicazioni. Sistemi informatici non pianificati e frammentati, che non lavorano in un insieme coerente, sono quasi impossibili da adattare a sviluppi di questo tipo.

Un'azienda che abbia definito con successo un'architettura dell'informazione può interfacciare più rapidamente con sistemi esterni, per esempio quelli che forniscono informazioni sull'ambiente in cui il sistema stesso opera.

Obiettivo primario è quindi quello di realizzare l'integrazione della rete, delle tariffe e delle informazioni all'utente, nonché l'interscambio efficiente tra reti e modi diversi, così come previsto dal riferimento normativo nazionale in materia (D.Lgs. 422/97 Capo II, Art.14). Un altro obiettivo, significativo nella realtà italiana per le Amministrazioni locali che intervengono finanziariamente a sostenere il trasporto pubblico in particolare nelle aree urbane, è la possibilità di raccogliere i dati di esercizio in modo uniforme e coerente, senza necessità di complesse rielaborazioni consentendo quindi la loro analisi statistica ai fini della programmazione del settore e quindi della pianificazione dell'offerta di servizio, nonché la determinazione delle risorse finanziarie necessarie. Non da ultimo, nel caso di un'implementazione del *Transmodel* con un potente software di gestione dati, si può disporre di un insieme di strumenti integrati capaci di fornire un libero e trasparente accesso ai dati. L'utente finale potrà così concentrarsi sui suoi obiettivi senza doversi preoccupare del meccanismo di accesso alle informazioni. Infatti, software di diffusione comune, come processori Word e fogli di calcolo Excel, possono essere interfacciati al database per assistere l'utente finale nell'analisi dei dati. In figura B.7 è riportato un quadro riassuntivo dei benefici ed impatti attesi per un'azienda di TPL che dovesse adottare *Transmodel*.

<i>Aspetti di interesse per l'Azienda erogatrice del servizio</i>
Gestione e Amministrazione
<ul style="list-style-type: none"> <li>• gestione del servizio più efficiente</li> <li>• informazione affidabile e consistente che medi il rapporto fra azienda e utente finale</li> <li>• facile accesso alle informazioni rilevanti per la gestione dei dipartimenti operativi</li> <li>• migliore amministrazione dei dati operata da personale qualificato</li> <li>• definizione precisa dei diritti di accesso ai dati e quindi una protezione dei dati più efficiente</li> <li>• risparmi a lungo termine inerenti alla manutenzione del sistema</li> <li>• risparmi in termini operativi dovuti al fatto di ovviare ad una ridondante raccolta dati</li> </ul>
Fornitura Hardware e Software
<ul style="list-style-type: none"> <li>• indipendenza dai fornitori di hardware e software</li> <li>• facile integrazione di nuove applicazioni</li> <li>• possibilità di cambiare la piattaforma hardware</li> </ul>

*Figura B.7 - Benefici ed impatti di Transmodel*

Il modello di dati è rappresentato nella forma di modello concettuale delle Entità e delle Relazioni, e lascia poi piena libertà di implementazione da parte del singolo utilizzatore, che può adottare il database relazionale già utilizzato dalla singola azienda di TPL. Alcune soluzioni di modellizzazione adottate nello sviluppo del modello mirano proprio a tener conto dell'esperienza degli operatori nel panorama europeo del TPL.

Il modello è vasto, complesso e completo. I domini coperti nell'attuale versione, sono per lo più dedicati alle attività fulcro dell'azienda di TPL, ed in particolare a quelle funzioni legate alla gestione del servizio di trasporto. Funzioni di supporto generiche, come contabilità e amministrazione, gestione del personale, manutenzione dei veicoli e delle apparecchiature, ecc. sono state solo marginalmente studiate durante lo sviluppo del modello, poiché vi erano sul mercato software standard testati, già disponibili per queste aree, utilizzati non solo da aziende di TPL, ma anche da ditte di altri settori industriali e dell'economia, legati al trasporto pubblico.