

SMaS Schema Metropolitano dell'area Senese



SMaS: progetto dei Comuni di Asciano, Castelnuovo Berardenga, Monteriggioni, Monteroni d'Arbia, Siena e Sovicille
con l'Amministrazione Provinciale di Siena

coordinamento: Ufficio di Piano del Comune di Siena

con il contributo della Fondazione Monte dei Paschi di Siena

Modello di traffico del trasporto pubblico su gomma e su ferro

Systematica · Alberto Brignone, Paolo Mariotti
Ldp Associati · Antonio Mugnai
Anna Calocchi

QM
r3

Schema Metropolitano dell'area Senese

progetto dei Comuni di Asciano, Castelnuovo Berardenga, Monteriggioni, Monteroni d'Arbia, Siena e Sovicille

con l'Amministrazione Provinciale di Siena

coordinamento: Ufficio di Piano del Comune di Siena

con il contributo della Fondazione Monte dei Paschi di Siena

Modello del Trasporto Pubblico su gomma e su ferro

Systematica

Alberto Brignone

Paolo Mariotti

LdP Associati

Antonio Mugnai

dicembre 2004

Ufficio del Piano del Comune di Siena

Responsabili del procedimento: Fabrizio Valacchi, Rolando Valentini

Coordinatore: Andrea Filpa

Collaboratori: Gabriele Comacchio, Valeria Lingua, Paola Loglisci, Benedetta Mocenni, Raffello Pin

Responsabile Cartografia Informatizzata: Mauro Lusini; Consulente SIT: Luca Gentili

1 Indice

1	INDICE	1
1.1	Figure.....	2
1.2	Tabelle	2
2	INTRODUZIONE	3
3	LA DOMANDA DI MOBILITÀ	5
3.1	Il profilo di arrivo dei passeggeri.....	6
4	L'OFFERTA DEI SERVIZI SU TRASPORTO PUBBLICO.....	8
4.1	Il profilo di arrivo dei veicoli	15
4.2	Il tempo di percorrenza e la capacità dei servizi offerti	24
5	LA COSTRUZIONE DEI PERCORSI	30
5.1	Il tempo di spostamento a piedi.....	31
5.2	Il tempo di attesa del mezzo.....	32
5.3	Le penalità di salita a bordo e di trasferimento tra mezzi.....	33
6	L'ASSEGNAZIONE.....	34
6.1	Il "Modello di affollamento"	35
6.1.1	<i>Le curve additiva e moltiplicativa</i>	<i>37</i>
6.1.2	<i>Il calcolo dei fattori di affollamento</i>	<i>40</i>
7	VALIDAZIONE E CALIBRAZIONE DEL MODELLO	44
7.1	Linee su gomma	44
7.2	Linee su ferro.....	52
7.3	Risultati principali.....	54

1.1 Figure

Figura 1 – Matrice OD	6
Figura 2 – Profilo di arrivo dei passeggeri	7
Figura 3 – Linee bus suddivise per tipologia	14
Figura 4 – Linee descritte nel modello distinte per modo (Area SMS)	14
Figura 5 – Linee descritte nel modello distinte per modo (Comune di Siena).....	15
Figura 6 – Profilo di arrivo dei veicoli.....	23
Figura 7 – Curve di attesa	32
Figura 8 – Il modello di affollamento.....	35
Figura 9 – Curve moltiplicative	38
Figura 10 – Curve additive	39
Figura 11 – Passeggeri caricati – Area SMS (ora di punta antimeridiana)	62
Figura 12 – Passeggeri caricati – Comune di Siena (ora di punta antimeridiana).....	62

1.2 Tabelle

Tabella 1 – Matrice degli spostamenti effettuati in treno.....	5
Tabella 2 – Linee TRAIN descritte nel modello	9
Tabella 3 – Linee ferroviarie descritte nel modello.....	13
Tabella 4 – Profilo di arrivo dei veicoli per il modo “Urbano”.....	16
Tabella 5 – Profilo di arrivo dei veicoli per il modo “Suburbano”.....	19
Tabella 6 – Profilo di arrivo dei veicoli per il modo “Extraurbano”.....	20
Tabella 7 – Profilo di arrivo dei veicoli per il modo “Treno”	22
Tabella 8 – Profilo di arrivo dei veicoli.....	23
Tabella 9 – Caratteristiche principali delle linee descritte nel modello.....	24
Tabella 10 – Caratteristiche di pedonabilità delle tipologie d’arco	31
Tabella 11 – Capacità totale su gomma.....	44
Tabella 12 – Passeggeri saliti rilevati dalla TAGES suddivisi per modo (gomma).....	49
Tabella 13 – Passeggeri saliti Trips suddivisi per modo (gomma).....	49
Tabella 14 – Confronto tra i carichi assegnati su gomma Trips e carichi rilevati dalla TAGES	50
Tabella 15 – Capacità totale su ferro.....	52
Tabella 16 – Matrice dei carichi assegnati su ferro Trips e confronto con carichi osservati.....	53
Tabella 17 – Risultati per singola linea Trips.....	54
Tabella 18 – Risultati modo gomma raggruppati per tipologia di linea TRAIN.....	59

2 Introduzione

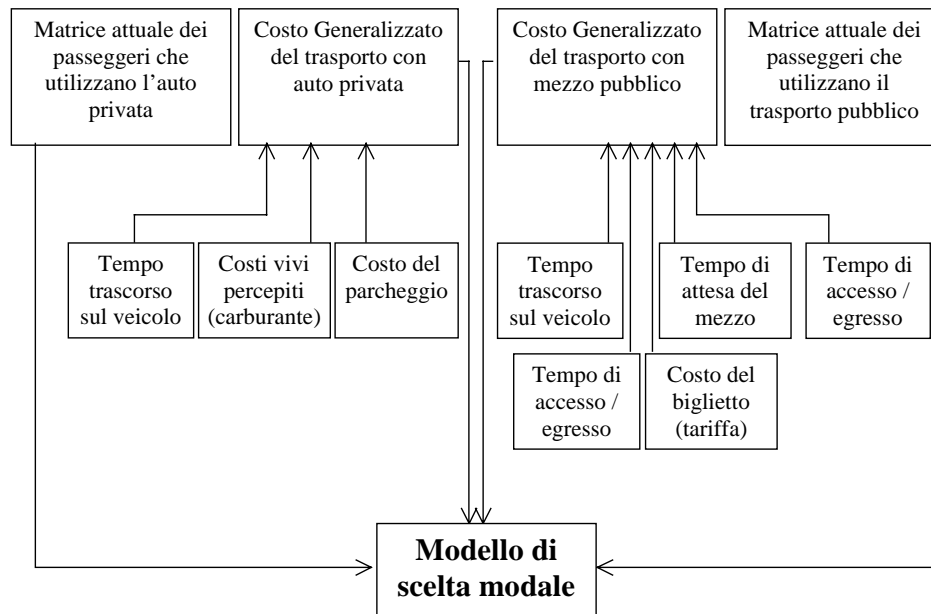
Il presente rapporto descrive le attività svolte da Systematica per l'aggiornamento del modello di Trasporto Pubblico nell'ambito dello Schema Metropolitano dell'area Senese.

In particolare sono descritte le attività di analisi e di valutazione tecnica che consistono, essenzialmente, nei seguenti elementi:

- la quantificazione della domanda di spostamento associata alla modalità "Trasporto Pubblico Urbano";
- la descrizione, in linguaggio informatico, dell'offerta di servizi;
- la messa a punto dello strumenti di supporto decisionale (modello di traffico) su cui nelle fasi successive saranno fondati alcuni dei ragionamenti finalizzati alla definizione di nuove strategie ed alla eventuale definizione di un assetto di rete modificato.

E' importante ricordare che uno degli obiettivi del presente studio è la costruzione di un modello multimodale, con cui esaminare **contemporaneamente** le differenti componenti di traffico presenti in rete.

La possibilità di utilizzare nel modello di trasporto pubblico dati e metodologie conformi a quelle utilizzate per le analisi sviluppate in occasione del "Piano di riassetto del Trasporto Pubblico Locale", basate sul codice TRIPS, permetterà di effettuare valutazioni relative alla credibile **dimensione della ripartizione modale**, ossia la suddivisione degli spostamenti nelle diverse tipologie disponibili (auto, Trasporto Pubblico, spostamenti pedonali...), attesa in conseguenza dell'attuazione ipotetica di provvedimenti congiunti traffico - sosta - trasporti pubblici. La valutazione verrà fatta attraverso un complesso **modello multimodale**, idoneo ad una valutazione di questo tipo, di cui brevemente si riporta la struttura.



Il quesito di fondo, cui il modello messo in campo deve dare risposta, riguarda la quantificazione degli effetti indotti sul servizio di Trasporto Pubblico derivanti da diverse politiche, come ad esempio:

- Definizione di nuove linee;
- Modifiche delle linee esistenti (abolizione o integrazione di alcuni servizi);
- Modifiche delle politiche tariffarie (incremento, diminuzione o cambiamento strutturale delle politiche tariffarie);
- Modifiche nella definizione delle aree ZTL o pedonali;
- Modifiche nella politica della sosta (analisi di tariffazione differenziata ai parcheggi, analisi di fenomeni di Park & Ride localizzati presso le aree di sosta connesse alle risalite meccanizzate od alle linee portanti del Trasporto Collettivo, con eventuale individuazione di nuovi parcheggi di attestamento);
- Integrazione delle modifiche nella viabilità urbana proposte nel PGU con il servizio di trasporto pubblico, con conseguente variazione in termini di accessibilità del territorio e sua percezione da parte dell'utenza;

3 La domanda di mobilità

Analogamente a quanto fatto per il modello di traffico privato, anche per il trasporto pubblico è stata utilizzata come matrice OD di partenza quella utilizzata in occasione del “Piano di riassetto del Trasporto Pubblico Locale su gomma del Comune di Siena”. L’aggiornamento di tale matrice è stato effettuato mediante le seguenti operazioni:

- Spalmatura della vecchia matrice da 241 zone alle attuali 306.
- Inserimento delle relazioni non considerate nella vecchia matrice, che riguardano sostanzialmente spostamenti di tipo extraurbano.
- Aggiunta degli spostamenti effettuati in treno.

Per quest’ultima operazione è stato fatto riferimento ad un database del 2001 in nostro possesso che ha permesso di determinare la matrice visualizzata nella Tabella 1.

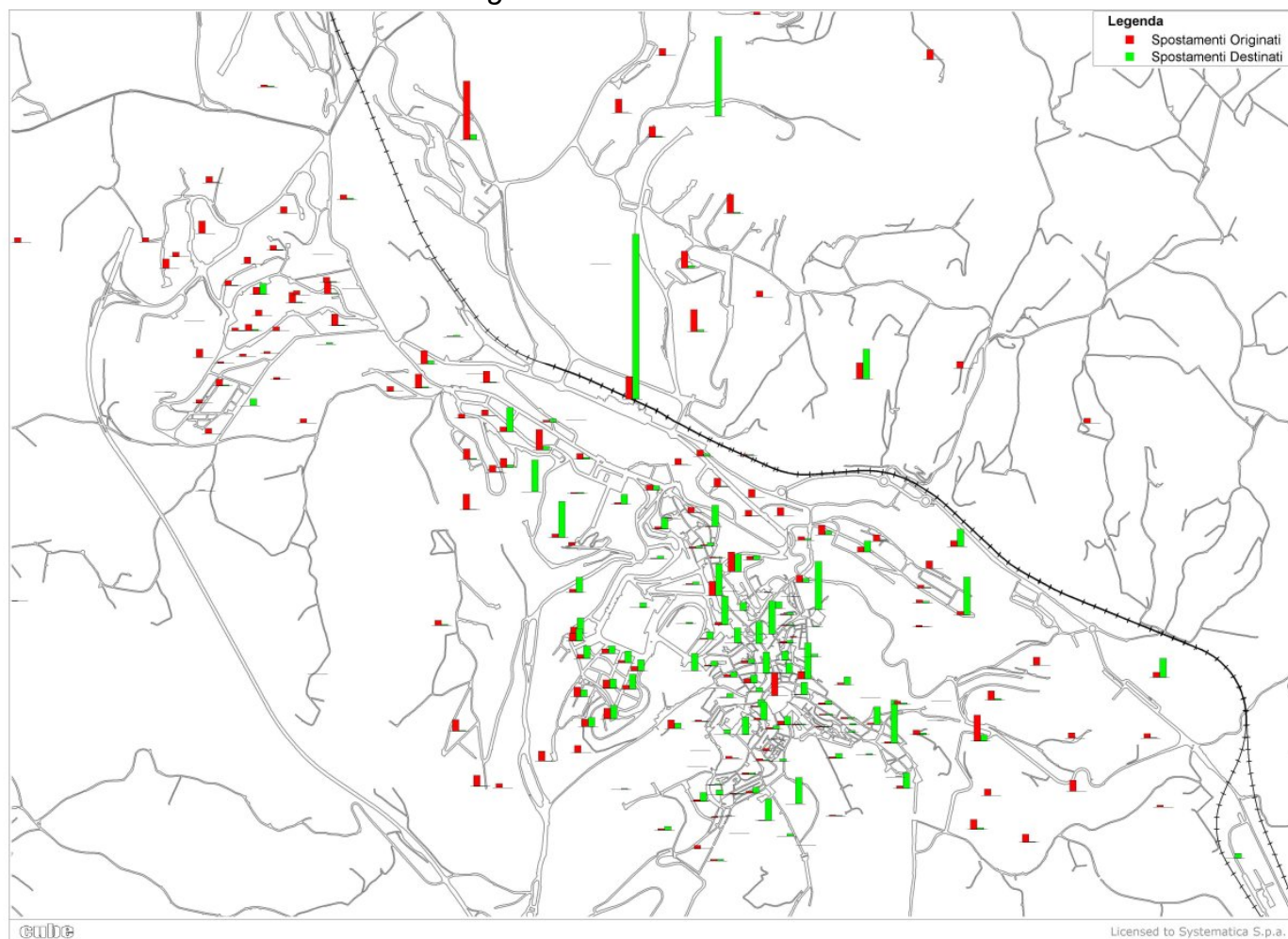
Tabella 1 – Matrice degli spostamenti effettuati in treno

	Arbia	Asciano	Asciano M.O.	Buonconvento	Castellina	Castelnuovo	Monteroni	Poggibonsi	Ponte Tressa	Rapolano	Siena FS	Siena ZI	Sinalunga	Totale
Arbia											1			1
Asciano											37			37
Asciano M.O.	1										133		3	138
Buonconvento							1	6			157			163
Castellina								4			14			19
Castelnuovo											6			6
Monteroni				1							43			44
Poggibonsi				19	11						487			518
Ponte Tressa											8			8
Rapolano											6		4	10
Siena FS			6	8	3		3	80		3			31	134
Siena ZI											1			1
Sinalunga		1	3								88			92
Totale	1	1	9	28	14	0	3	90	0	3	982	0	38	1170

La nuova matrice OD risulta quindi essere composta da un totale di **9.172** spostamenti, di cui 8.002 su gomma e 1.170 su ferro.

La seguente immagine, riferita al Comune di Siena, visualizza gli spostamenti attratti e prodotti dalle varie zone.

Figura 1 – Matrice OD



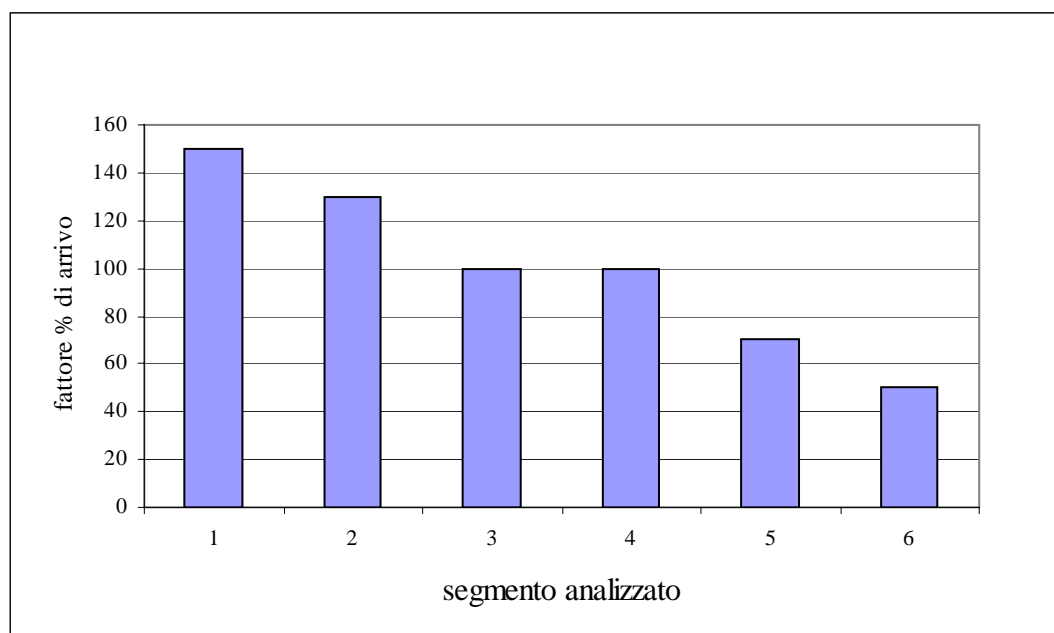
3.1 Il profilo di arrivo dei passeggeri

Per poter descrivere con dettaglio non solo la quantità complessiva di spostamenti generati nell'ora di punta, ma anche il comportamento dell'utenza nel tempo, si è deciso di suddividere il periodo analizzato in 6 intervalli di 10 minuti ciascuno. Per tali intervalli si è valutato il "Profilo di arrivo dei passeggeri" (*Passenger arrival profile*).

L'analisi compiuta, basata sulla lettura del dato ISTAT, evidenzia una forte richiesta di mobilità nei primi intervalli con una costante diminuzione nei segmenti successivi. La verifica effettuata durante le indagini dirette ha confermato tale indicazione ISTAT.

L'andamento nel tempo è descritto dal seguente grafico.

Figura 2 – Profilo di arrivo dei passeggeri



4 L'offerta dei servizi su trasporto pubblico

La fase immediatamente successiva alla costruzione ed alla definizione della domanda di mobilità è stata quella della costruzione del database descrittivo del servizio del Trasporto Pubblico che svolge servizio nel periodo analizzato, ossia che svolge l'intera corsa o parte di essa nell'intervallo 7.30 – 8.30, in un linguaggio e con le caratteristiche accettate dal software di pianificazione TRIPS.

Le informazioni attribuite al sistema di Trasporto Pubblico di Siena consistono in una serie di dati relativi al servizio nel suo complesso ed alle caratteristiche di esercizio delle singole linee. Per quanto riguarda il servizio nel complesso sono state introdotte informazioni su:

- Modi (1_linee gomma Urbane, 2_linee gomma Suburbane, 3_linee gomma Extraurbane, 4_Treno).
- Compagnia (1 Train, 2 Trenitalia).
- Curva di attesa.
- Profili di arrivo dei veicoli.
- Profilo di arrivo dei passeggeri.
- Curve di affollamento (additiva e moltiplicativa).

Per ciascuna linea sono stati introdotti anche i dati relativi a:

- Percorso.
- Posizionamento delle fermate lungo il percorso.
- Tempo di percorrenza tra fermata e fermata lungo l'intero tracciato.
- Capacità massima (posti a sedere ed in piedi).
- Posti a sedere.
- Tipo di servizio correlato alla linea (lineare o circolare).
- Numero di corse nell'ora di punta per ogni servizio (cadenza).

Sulla base dei dati forniti da professionisti incaricati sono stati descritti 171 “servizi” totali, di cui 162 effettuati con l'autobus e 9 con il treno. Essi rappresentano le corse effettuate dalle varie linee dividendo le corse di andata da quelle di ritorno ed associando a ciascuno i dati sopra citati.

Tabella 2 – Linee TRAIN descritte nel modello

Linea TRIPS	Linea TRAIN	A/R	Modo	Numero corse
1	Linea 1A	A	Urbano	3
2	Linea 1R	R	Urbano	2
3	Linea 2A	A	Urbano	1
4	Linea 2A	A	Urbano	3
5	Linea 2R	R	Urbano	3
6	Linea 3A	A	Urbano	2
7	Linea 3R	R	Urbano	1
8	Linea 3R	R	Urbano	2
9	Linea 4A	A	Urbano	1
10	Linea 4R	R	Urbano	1
11	Linea 5A	A	Urbano	1
12	Linea 5A	A	Urbano	1
13	Linea 5A	A	Urbano	1
14	Linea 5R	R	Urbano	2
15	Linea 5R	R	Urbano	1
16	Linea 5R	R	Urbano	1
17	Linea 6		Urbano	3
18	Linea 7A	A	Urbano	2
19	Linea 7A	A	Urbano	1
20	Linea 7R	R	Urbano	2
21	Linea 7R	R	Urbano	1
22	Linea 8A	A	Urbano	3
23	Linea 8R	R	Urbano	2
24	Linea 9A	A	Urbano	2
25	Linea 9A	A	Urbano	1
26	Linea 9R	R	Urbano	3
27	Linea 9R	R	Urbano	1
28	Linea 10A	A	Urbano	3
29	Linea 10R	R	Urbano	2
30	Linea 11A	A	Urbano	1
31	Linea 11R	R	Urbano	1
32	Linea 13R	R	Urbano	3

Linea TRIPS	Linea TRAIN	A/R	Modo	Numero corse
33	Linea 13R	R	Urbano	1
34	Linea 13R	R	Urbano	1
35	Linea 15AR	R	Urbano	1
36	Linea 15		Urbano	1
37	Linea 17A	A	Urbano	2
38	Linea 17R	R	Urbano	3
39	Linea 18A	A	Urbano	3
40	Linea 18R	R	Urbano	2
41	Linea 19A	A	Urbano	2
42	Linea 19R	R	Urbano	2
43	Linea 20A	A	Suburbano	1
44	Linea 20R	R	Suburbano	1
45	Linea 21		Suburbano	1
46	Bus chiamata A	A	Suburbano	1
47	Bus chiamata A	A	Suburbano	1
48	Bus chiamata R	R	Suburbano	1
49	Bus chiamata R	R	Suburbano	1
50	Linea 26A	A	Suburbano	1
51	Linea 26A	A	Suburbano	1
52	Linea 26R	R	Suburbano	1
53	Linea 26R	R	Suburbano	1
54	Linea 26R	R	Suburbano	1
55	Linea 27A	A	Suburbano	2
56	Linea 27A	A	Suburbano	1
57	Linea 27R	R	Suburbano	1
58	Linea 27R	R	Suburbano	1
59	Linea 30A	A	Suburbano	2
60	Linea 30R	R	Suburbano	2
61	Linea 30R	R	Suburbano	1
62	Linea 30R	R	Suburbano	1
63	Linea 30R	R	Suburbano	1
64	Linea 31R	R	Suburbano	1
65	Linea 32A	A	Suburbano	1
66	Linea 32A	A	Suburbano	1
67	Linea 32R	R	Suburbano	1
68	Linea 32R	R	Suburbano	1
69	Linea 32R	R	Suburbano	1
70	Linea 33A	A	Suburbano	1
71	Linea 33R	R	Suburbano	1
72	Linea 33R	R	Suburbano	2
73	Linea 34A	A	Suburbano	1

Linea TRIPS	Linea TRAIN	A/R	Modo	Numero corse
74	Linea 34A	A	Suburbano	1
75	Linea 34R	R	Suburbano	1
76	Linea 34R	R	Suburbano	1
77	Linea 35A	A	Suburbano	1
78	Linea 35R	R	Suburbano	2
79	Linea 36A	A	Suburbano	2
80	Linea 36R	R	Suburbano	1
81	Linea 36R	R	Suburbano	2
82	Linea 37A	A	Suburbano	1
83	Linea 37R	R	Suburbano	1
84	Linea 37R	R	Suburbano	1
85	Linea 51A	A	Urbano	5
86	Linea 51R	R	Urbano	5
87	Linea 52A	A	Urbano	1
88	Linea 52A	A	Urbano	4
89	Linea 52A	A	Urbano	3
90	Linea 52R	R	Urbano	1
91	Linea 52R	R	Urbano	4
92	Linea 52R	R	Urbano	2
93	Linea 53A	A	Urbano	4
94	Linea 53R	R	Urbano	4
95	Linea 54A	A	Urbano	6
96	Linea 54R	R	Urbano	6
97	Linea 70A	A	Urbano	6
98	Linea 70R	R	Urbano	5
99	Linea 77A	A	Urbano	1
100	Linea 77A	A	Urbano	1
101	Linea 77R	R	Urbano	1
102	Linea 77R		Urbano	1
201	Linea 102R	R	Extraurbano	1
202	Linea 104R	R	Extraurbano	1
203	Linea 106A	RA	Extraurbano	1
204	Linea 106A	A	Extraurbano	1
205	Linea 106A	A	Extraurbano	1
206	Linea 106A	A	Extraurbano	1
207	Linea 106R	R	Extraurbano	2
208	Linea 106R	R	Extraurbano	1
209	Linea 106R	R	Extraurbano	1
210	Linea 107°	A	Extraurbano	1
211	Linea 107R	R	Extraurbano	1
212	Linea 107R	R	Extraurbano	1

Linea TRIPS	Linea TRAIN	A/R	Modo	Numero corse
213	Linea 107R	R	Extraurbano	2
214	Linea 107R	R	Extraurbano	1
215	Linea 107R	R	Extraurbano	1
216	Linea 107R	R	Extraurbano	1
217	Linea 109R	R	Extraurbano	1
218	Linea 110A	A	Extraurbano	1
219	Linea 110R	R	Extraurbano	1
220	Linea 111A	A	Extraurbano	1
221	Linea 111R	R	Extraurbano	1
222	Linea 111R	R	Extraurbano	1
223	Linea 112R	R	Extraurbano	1
224	Linea 112R	R	Extraurbano	1
225	Linea 112R	R	Extraurbano	1
226	Linea 112R	R	Extraurbano	1
227	Linea 114A	A	Extraurbano	1
228	Linea 114A	A	Extraurbano	1
229	Linea 114R	R	Extraurbano	1
230	Linea 114R	R	Extraurbano	1
231	Linea 114R	R	Extraurbano	1
232	Linea 114R	R	Extraurbano	1
233	Linea 116R	R	Extraurbano	1
234	Linea 121A	A	Extraurbano	1
235	Linea 121A	A	Extraurbano	1
236	Linea 121R	R	Extraurbano	1
237	Linea 122R	R	Extraurbano	1
238	Linea 122R	R	Extraurbano	1
239	Linea 122R	R	Extraurbano	1
240	Linea 123A	A	Extraurbano	1
241	Linea 123R	R	Extraurbano	3
242	Linea 125A	A	Extraurbano	1
243	Linea 125R	R	Extraurbano	1
244	Linea 125R	R	Extraurbano	1
245	Linea 127A	A	Extraurbano	1
246	Linea 127R	R	Extraurbano	2
247	Linea 130A	A	Extraurbano	2
248	Linea 130A	A	Extraurbano	3
249	Linea 130R	R	Extraurbano	1
250	Linea 130R	R	Extraurbano	3
251	Linea 130R	R	Extraurbano	1
252	Linea 131A	A	Extraurbano	3
253	Linea 131R	R	Extraurbano	3

Linea TRIPS	Linea TRAIN	A/R	Modo	Numero corse
254	Linea 134A	A	Extraurbano	1
255	Linea 134R	R	Extraurbano	1
256	Linea 136R	R	Extraurbano	1
257	Linea 136R	R	Extraurbano	1
258	Linea 138R	R	Extraurbano	1
259	Linea 139R	R	Extraurbano	1
260	Linea 140R	R	Extraurbano	1
Totali	162 Linee			258 corse

Tabella 3 – Linee ferroviarie descritte nel modello

Linea TRIPS	Numero treno	Numero corse	Fermate
301	6868	1	Monteroni, Ponte a Tressa, Siena Zona Ind., Siena, Castellina
302	11758	1	Siena
303	6892	1	Monteroni, Ponte a Tressa, Siena Zona Ind., Siena
304	6859	1	Castellina, Siena
305	3031	1	Siena, Monteroni
306	11753	1	Castellina, Siena
307	6903	1	Siena, Asciano Monte Oliveto, Rapolano T.
308	6904	1	Asciano, Asciano Monte Oliveto, Castelnuovo B., Arbia, Siena
309	6906	1	Rapolano T., Asciano, Asciano Monte Oliveto, Castelnuovo B., Siena
Totali		9 corse	

Il numero di corse nell'ora ha portato alla definizione del parametro “cadenza”, elemento descrittivo del servizio.

La combinazione (servizio offerto X cadenza) ha portato all'introduzione di un'offerta complessiva di 258 corse su gomma e 9 corse su ferro. La Figura 3 mostra a sua volta come le corse “bus” si suddividono a seconda della tipologia.

Figura 3 – Linee bus suddivise per tipologia

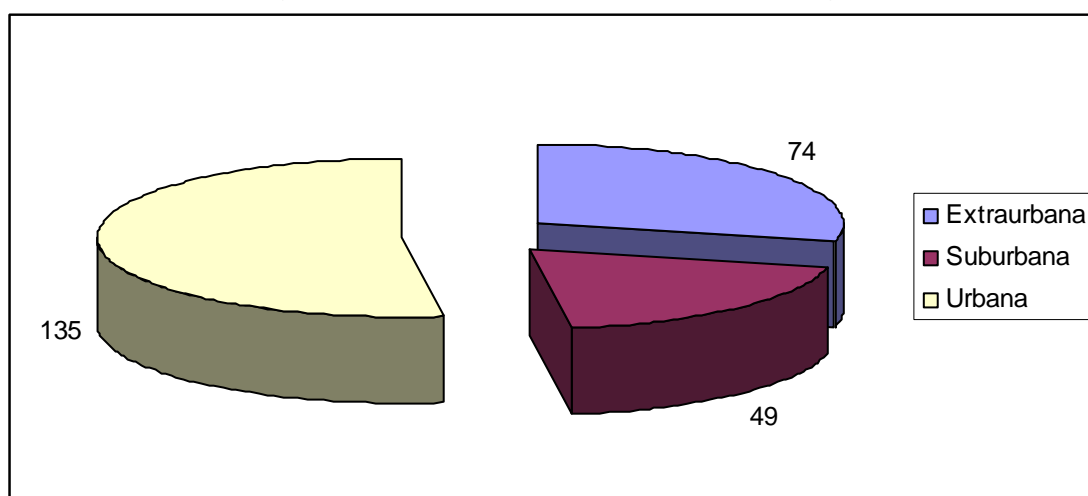


Figura 4 – Linee descritte nel modello distinte per modo (Area SMS)

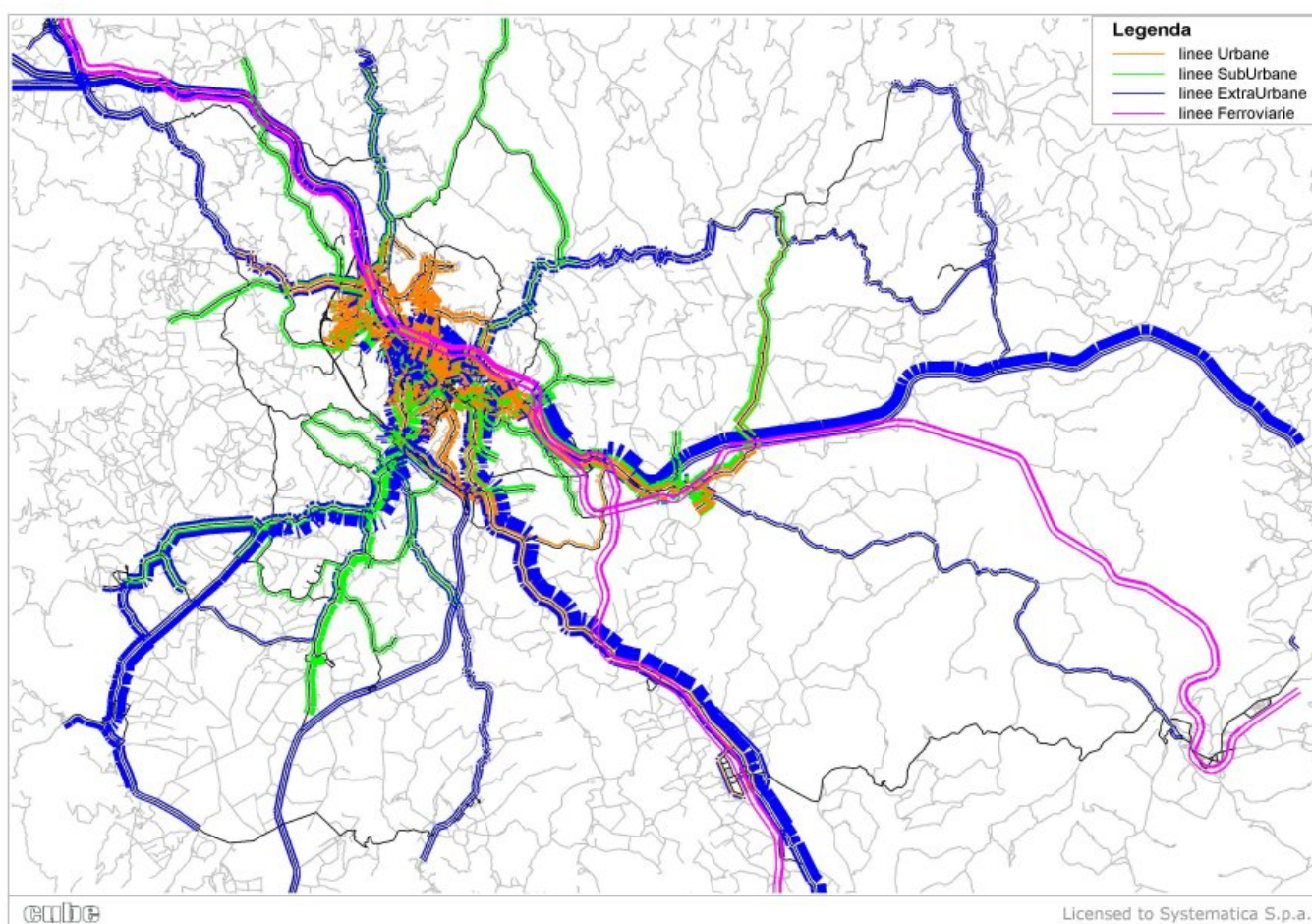
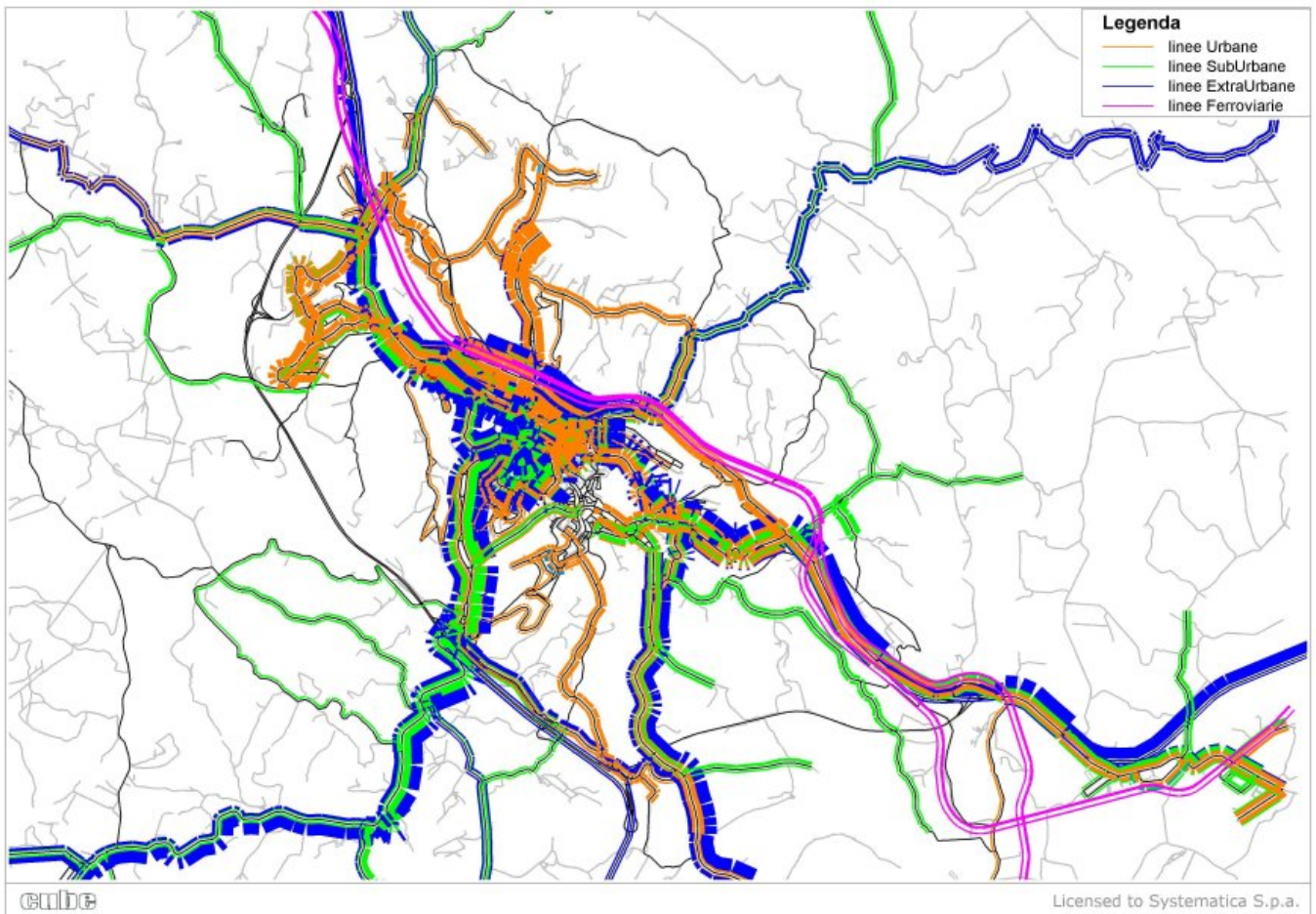


Figura 5 – Linee descritte nel modello distinte per modo (Comune di Siena)

4.1 Il profilo di arrivo dei veicoli

Per poter descrivere con un elevato grado di dettaglio il comportamento del sistema offerto, si è deciso di suddividere il periodo analizzato in 6 intervalli di 10 minuti ciascuno.

Questo permette di considerare sia la domanda di mobilità sia l'offerta di servizi non distribuiti uniformemente nei 60 minuti, ma rispondenti ad andamenti non costanti: l'elemento che descrive questa disomogeneità di presenza di veicoli nel tempo è il cosiddetto "profilo di arrivo dei veicoli".

Per ulteriore correttezza tale profilo dei veicoli è stato costruito separatamente per i vari modo di trasporto.

Nelle seguenti tabelle per ogni corsa viene valutata la presenza nei 6 intervalli stabiliti. Con la lettera “I” si intende che la corsa ha inizio nell’intervallo analizzato, con la lettera “T” si intende che la corsa transita nell’intervallo analizzato, con la lettera “F” si intende che la corsa termina nell’intervallo analizzato.

Tabella 4 – Profilo di arrivo dei veicoli per il modo “Urbano”

ID	Partenza	Arrivo	7.30-7.40	7.40-7.50	7.50-8.00	8.00-8.10	8.10-8.20	8.20-8.30	Oltre le 8.30
1	7.18	7.37	F	-	-	-	-	-	-
2	7.48	8.07	-	I	T	F	-	-	-
3	8.18	8.37	-	-	-	-	I	T	F
4	7.40	7.48	-	T	-	-	-	-	-
5	8.10	8.18	-	-	-	-	T	-	-
6	7.30	7.57	I	T	F	-	-	-	-
7	7.30	8.02	I	T	T	F	-	-	-
8	8.00	8.32	-	-	-	I	T	T	F
9	8.20	8.52	-	-	-	-	-	I	F
10	7.20	7.58	T	T	F	-	-	-	-
11	7.40	8.18	-	I	T	T	F	-	-
12	8.10	8.48	-	-	-	-	I	T	F
13	7.30	8.20	I	T	T	T	F	-	-
14	8.00	8.50	-	-	-	I	T	T	F
15	7.10	8.00	T	T	F	-	-	-	-
16	7.35	8.22	I	T	T	T	T	F	-
17	8.05	8.52	-	-	-	I	T	T	F
18	7.30	7.50	I	F	-	-	-	-	-
19	8.00	8.21	-	-	-	I	T	F	-
20	7.00	7.40	F	-	-	-	-	-	-
21	7.20	8.00	T	T	F	-	-	-	-
22	8.00	8.45	-	-	-	I	T	T	F
23	7.05	7.50	T	F	-	-	-	-	-
24	7.15	8.10	T	T	T	F	-	-	-
25	7.40	8.25	-	I	T	T	T	F	-
26	8.10	8.50	-	-	-	-	I	T	F
27	7.15	7.41	T	F	-	-	-	-	-
28	7.45	8.11	-	I	T	T	F	-	-
29	8.15	8.41	-	-	-	-	I	T	F
30	7.22	7.38	F	-	-	-	-	-	-
31	7.50	8.08	-	-	I	F	-	-	-
32	8.22	8.38	-	-	-	-	-	I	F
33	7.27	7.46	T	F	-	-	-	-	-

ID	Partenza	Arrivo	7.30-7.40	7.40-7.50	7.50-8.00	8.00-8.10	8.10-8.20	8.20-8.30	Oltre le 8.30
34	7.57	8.21	-	-	I	T	T	F	-
35	8.27	8.46	-	-	-	-	-	I	F
36	7.10	7.37	F	-	-	-	-	-	-
37	7.40	8.07	-	I	T	F	-	-	-
38	8.15	8.42	-	-	-	-	I	T	F
39	7.30	7.55	I	T	F	-	-	-	-
40	8.00	8.25	-	-	-	I	T	F	-
41	7.37	8.00	I	T	F	-	-	-	-
42	7.45	7.55	-	I	F	-	-	-	-
43	8.07	8.30	-	-	-	I	T	F	-
44	7.21	7.50	T	F	-	-	-	-	-
45	7.51	8.20	-	-	I	T	F	-	-
46	8.05	8.20	-	-	-	I	F	-	-
47	8.21	8.50	-	-	-	-	-	I	F
48	7.15	7.50	T	F	-	-	-	-	-
49	7.50	8.27	-	-	I	T	T	F	-
50	8.20	8.57	-	-	-	-	-	I	F
51	7.20	7.52	T	T	F	-	-	-	-
52	7.50	8.22	-	-	I	T	T	F	-
53	8.05	8.27	-	-	-	I	T	F	-
54	7.25	7.49	T	F	-	-	-	-	-
55	7.45	7.55	-	I	F	-	-	-	-
56	8.00	8.10	-	-	-	T	-	-	-
57	8.10	8.35	-	-	-	-	I	T	F
58	8.15	8.25	-	-	-	-	I	F	-
59	8.25	8.40	-	-	-	-	-	I	F
60	7.40	8.05	-	I	T	F	-	-	-
61	8.10	8.35	-	-	-	-	I	T	F
62	7.32	7.48	I	F	-	-	-	-	-
63	8.02	8.18	-	-	-	I	F	-	-
64	7.25	7.40	F	-	-	-	-	-	-
65	7.55	8.10	-	-	I	F	-	-	-
66	8.25	8.40	-	-	-	-	-	I	F
67	7.30	7.37	F	-	-	-	-	-	-
68	8.00	8.07	-	-	-	T	-	-	-
69	8.30	8.37	-	-	-	-	-	-	F
70	7.50	7.55	-	-	T	-	-	-	-
71	8.20	8.25	-	-	-	-	-	T	-
72	7.38	7.44	I	F	-	-	-	-	-
73	8.08	8.14	-	-	-	I	F	-	-
74	7.46	7.51	-	I	F	-	-	-	-
75	8.16	8.21	-	-	-	-	I	F	-
76	7.30	7.42	I	F	-	-	-	-	-

ID	Partenza	Arrivo	7.30-7.40	7.40-7.50	7.50-8.00	8.00-8.10	8.10-8.20	8.20-8.30	Oltre le 8.30
77	7.45	7.57	-	I	F	-	-	-	-
78	8.00	8.12	-	-	-	I	F	-	-
79	8.15	8.27	-	-	-	-	I	F	-
80	8.30	8.42	-	-	-	-	-	-	F
81	7.30	7.41	I	F	-	-	-	-	-
82	7.45	7.56	-	I	F	-	-	-	-
83	8.00	8.11	-	-	-	I	F	-	-
84	8.15	8.26	-	-	-	-	I	F	-
85	8.30	8.41	-	-	-	-	-	-	F
86	7.20	7.37	F	-	-	-	-	-	-
87	7.40	7.52	-	I	F	-	-	-	-
88	7.43	7.53	-	I	F	-	-	-	-
89	7.55	8.07	-	-	I	F	-	-	-
90	8.03	8.13	-	-	-	I	F	-	-
91	8.10	8.22	-	-	-	-	I	F	-
92	8.23	8.33	-	-	-	-	-	I	F
93	8.25	8.37	-	-	-	-	-	I	F
94	7.22	7.34	F	-	-	-	-	-	-
95	7.37	7.48	I	F	-	-	-	-	-
96	7.52	8.03	-	-	I	F	-	-	-
97	7.53	8.03	-	-	I	F	-	-	-
98	8.07	8.18	-	-	-	I	F	-	-
99	8.13	8.23	-	-	-	-	I	F	-
100	8.22	8.34	-	-	-	-	-	I	F
101	7.20	7.30	F	-	-	-	-	-	-
102	7.40	7.50	-	T	-	-	-	-	-
103	8.00	8.10	-	-	-	T	-	-	-
104	8.20	8.30	-	-	-	-	-	T	-
105	7.30	7.40	T	-	-	-	-	-	-
106	7.50	8.00	-	-	T	-	-	-	-
107	8.10	8.20	-	-	-	-	T	-	-
108	8.30	8.40	-	-	-	-	-	-	F
109	7.12	7.40	F	-	-	-	-	-	-
110	7.27	7.55	T	T	F	-	-	-	-
111	7.42	8.10	-	I	T	F	-	-	-
112	7.57	8.25	-	-	I	T	T	F	-
113	8.12	8.40	-	-	-	-	I	T	F
114	8.27	8.55	-	-	-	-	-	I	F
115	7.02	7.30	F	-	-	-	-	-	-
116	7.17	7.45	T	F	-	-	-	-	-
117	7.32	8.00	I	T	F	-	-	-	-
118	7.47	8.15	-	I	T	T	F	-	-
119	8.02	8.30	-	-	-	I	T	F	-

ID	Partenza	Arrivo	7.30-7.40	7.40-7.50	7.50-8.00	8.00-8.10	8.10-8.20	8.20-8.30	Oltre le 8.30
120	8.17	8.45	-	-	-	-	I	T	F
121	7.40	7.41	-	T	-	-	-	-	-
122	7.50	7.51	-	-	T	-	-	-	-
123	8.00	8.01	-	-	-	T	-	-	-
124	8.10	8.11	-	-	-	-	T	-	-
125	8.20	8.21	-	-	-	-	-	T	-
126	8.30	8.31	-	-	-	-	-	-	T
127	7.47	7.50	-	T	-	-	-	-	-
128	7.57	8.00	-	-	T	-	-	-	-
129	8.07	8.10	-	-	-	T	-	-	-
130	8.17	8.20	-	-	-	-	T	-	-
131	8.27	8.30	-	-	-	-	-	T	-
132	7.30	7.55	I	T	F	-	-	-	-
133	8.00	8.25	-	-	-	I	T	F	-
134	7.30	7.55	I	T	F	-	-	-	-
135	8.00	8.25	-	-	-	I	T	F	-

Tabella 5 – Profilo di arrivo dei veicoli per il modo “Suburbano”

ID	Partenza	Arrivo	7.30-7.40	7.40-7.50	7.50-8.00	8.00-8.10	8.10-8.20	8.20-8.30	Oltre le 8.30
1	8.05	8.20	-	-	-	I	F	-	-
2	8.27	8.47	-	-	-	-	-	I	F
3	7.25	7.59	T	T	F	-	-	-	-
4	7.30	7.48	I	F	-	-	-	-	-
5	8.00	8.18	-	-	-	I	F	-	-
6	7.30	7.48	I	F	-	-	-	-	-
7	8.00	8.18	-	-	-	I	F	-	-
8	7.45	8.00	-	I	F	-	-	-	-
9	8.15	8.30	-	-	-	-	I	F	-
10	7.25	7.45	T	F	-	-	-	-	-
11	8.00	8.15	-	-	-	I	F	-	-
12	8.30	8.45	-	-	-	-	-	-	T
13	7.30	7.44	I	F	-	-	-	-	-
14	8.00	8.14	-	-	-	I	F	-	-
15	8.30	8.44	-	-	-	-	-	-	T
16	7.45	8.00	-	I	F	-	-	-	-
17	8.15	8.29	-	-	-	-	I	F	-
18	7.10	7.35	F	-	-	-	-	-	-
19	8.00	8.25	-	-	-	I	T	F	-
20	7.00	7.35	F	-	-	-	-	-	-
21	7.30	8.05	I	T	T	F	-	-	-
22	7.35	8.25	I	T	T	T	T	F	-
23	8.15	8.50	-	-	-	-	I	T	F

ID	Partenza	Arrivo	7.30-7.40	7.40-7.50	7.50-8.00	8.00-8.10	8.10-8.20	8.20-8.30	Oltre le 8.30
24	8.30	9.00	-	-	-	-	-	-	T
25	7.10	7.50	T	F	-	-	-	-	-
26	7.55	8.05	-	-	I	F	-	-	-
27	7.55	8.25	-	-	I	T	T	F	-
28	7.15	8.15	T	T	T	T	F	-	-
29	7.15	7.45	T	F	-	-	-	-	-
30	8.08	8.50	-	-	-	I	T	T	F
31	7.50	8.23	-	-	I	T	T	F	-
32	7.30	8.10	I	T	T	F	-	-	-
33	8.00	8.25	-	-	-	I	T	F	-
34	8.30	8.55	-	-	-	-	-	-	T
35	7.10	7.30	F	-	-	-	-	-	-
36	8.00	8.20	-	-	-	I	F	-	-
37	7.30	8.00	I	T	F	-	-	-	-
38	8.25	8.50	-	-	-	-	-	I	F
39	8.00	8.25	-	-	-	I	T	F	-
40	7.30	7.55	I	T	F	-	-	-	-
41	8.25	8.50	-	-	-	-	-	I	F
42	7.05	7.30	F	-	-	-	-	-	-
43	7.45	8.10	-	I	T	F	-	-	-
44	7.15	7.40	F	-	-	-	-	-	-
45	7.45	8.10	-	I	T	F	-	-	-
46	8.25	8.50	-	-	-	-	-	I	F
47	7.05	7.23	F	-	-	-	-	-	-
48	7.22	7.45	T	F	-	-	-	-	-
49	7.47	8.10	-	I	T	F	-	-	-

Tabella 6 – Profilo di arrivo dei veicoli per il modo “Extraurbano”

ID	Partenza	Arrivo	7.30-7.40	7.40-7.50	7.50-8.00	8.00-8.10	8.10-8.20	8.20-8.30	Oltre le 8.30
1	7.00	8.00	T	T	F	-	-	-	-
2	7.24	7.50	T	F	-	-	-	-	-
3	6.55	7.38	F	-	-	-	-	-	-
4	7.20	7.50	T	F	-	-	-	-	-
5	7.50	8.40	-	-	I	T	T	T	F
6	8.20	8.38	-	-	-	-	-	I	F
7	7.15	7.55	T	T	F	-	-	-	-
8	7.45	8.25	-	I	T	T	T	F	-
9	8.10	8.40	-	-	-	-	I	T	F
10	8.20	8.55	-	-	-	-	-	I	F
11	6.35	7.18	F	-	-	-	-	-	-
12	7.06	8.10	T	T	T	F	-	-	-
13	7.21	8.20	T	T	T	T	F	-	-

ID	Partenza	Arrivo	7.30-7.40	7.40-7.50	7.50-8.00	8.00-8.10	8.10-8.20	8.20-8.30	Oltre le 8.30
14	7.10	7.50	T	F	-	-	-	-	-
15	8.00	8.40	-	-	-	I	T	T	F
16	7.10	7.55	T	T	F	-	-	-	-
17	7.10	8.10	T	T	T	F	-	-	-
18	7.15	8.30	T	T	T	T	T	T	F
19	7.10	7.50	T	F	-	-	-	-	-
20	7.25	7.58	T	T	F	-	-	-	-
21	7.20	7.55	T	T	F	-	-	-	-
22	8.05	8.30	-	-	-	I	T	F	-
23	7.06	8.00	T	T	F	-	-	-	-
24	7.25	7.55	T	T	F	-	-	-	-
25	6.54	7.45	T	F	-	-	-	-	-
26	7.19	8.15	T	T	T	T	F	-	-
27	7.09	8.15	T	T	T	T	F	-	-
28	7.32	8.15	I	T	T	T	F	-	-
29	7.05	7.48	T	F	-	-	-	-	-
30	8.05	8.41	-	-	-	I	T	T	F
31	7.14	8.15	T	T	T	T	F	-	-
32	7.09	7.45	T	F	-	-	-	-	-
33	7.04	7.50	T	F	-	-	-	-	-
34	7.10	7.50	T	F	-	-	-	-	-
35	7.27	8.00	T	T	F	-	-	-	-
36	7.45	7.50	T	F	-	-	-	-	-
37	8.07	8.15	-	-	-	I	F	-	-
38	8.15	8.30	-	-	-	-	I	F	-
39	7.14	7.40	F	-	-	-	-	-	-
40	7.47	8.25	-	I	T	T	T	F	-
41	7.33	8.00	I	T	F	-	-	-	-
42	8.00	8.25	-	-	-	I	T	F	-
43	7.21	7.50	T	F	-	-	-	-	-
44	7.48	8.15	-	I	T	T	F	-	-
45	8.41	9.05	-	-	-	-	-	-	I
46	7.35	7.52	I	T	F	-	-	-	-
47	7.42	8.00	-	I	F	-	-	-	-
48	7.33	8.00	I	T	F	-	-	-	-
49	7.05	7.26	F	-	-	-	-	-	-
50	7.19	7.35	F	-	-	-	-	-	-
51	8.13	8.35	-	-	-	-	I	T	F
52	7.05	7.33	F	-	-	-	-	-	-
53	8.20	8.48	-	-	-	-	-	I	F
54	7.25	7.45	T	F	-	-	-	-	-
55	7.45	8.05	-	I	T	F	-	-	-
56	7.50	8.10	-	-	I	F	-	-	-

ID	Partenza	Arrivo	7.30-7.40	7.40-7.50	7.50-8.00	8.00-8.10	8.10-8.20	8.20-8.30	Oltre le 8.30
57	7.24	7.50	T	F	-	-	-	-	-
58	7.20	7.40	F	-	-	-	-	-	-
59	7.40	8.00	-	I	F	-	-	-	-
60	8.25	8.45	-	-	-	-	-	I	F
61	8.37	8.55	-	-	-	-	-	-	I
62	7.15	7.35	F	-	-	-	-	-	-
63	8.00	8.20	-	-	-	I	F	-	-
64	8.10	8.30	-	-	-	-	I	F	-
65	7.27	7.45	T	F	-	-	-	-	-
66	7.42	8.00	-	I	F	-	-	-	-
67	7.57	8.15	-	-	I	T	F	-	-
68	7.45	8.50	-	I	T	T	T	T	F
69	7.05	8.05	T	T	T	F	-	-	-
70	7.31	8.05	I	T	T	F	-	-	-
71	7.21	7.50	T	F	-	-	-	-	-
72	7.05	7.55	T	T	F	-	-	-	-
73	7.05	7.55	T	T	F	-	-	-	-
74	7.35	8.20	I	T	T	T	F	-	-

Tabella 7 – Profilo di arrivo dei veicoli per il modo “Treno”

ID	Partenza	Arrivo	7.30-7.40	7.40-7.50	7.50-8.00	8.00-8.10	8.10-8.20	8.20-8.30	Oltre le 8.30
1	7.09	7.55	T	T	F	-	-	-	-
2	8.10	8.33	-	-	-	-	I	T	F
3	7.34	7.52	I	T	F	-	-	-	-
4	7.14	7.31	F	-	-	-	-	-	-
5	7.32	8.09	I	T	T	F	-	-	-
6	8.21	8.39	-	-	-	-	-	I	F
7	8.28	8.58	-	-	-	-	-	I	F
8	7.35	8.05	I	T	T	F	-	-	-
9	7.48	8.25	-	I	T	T	T	F	-

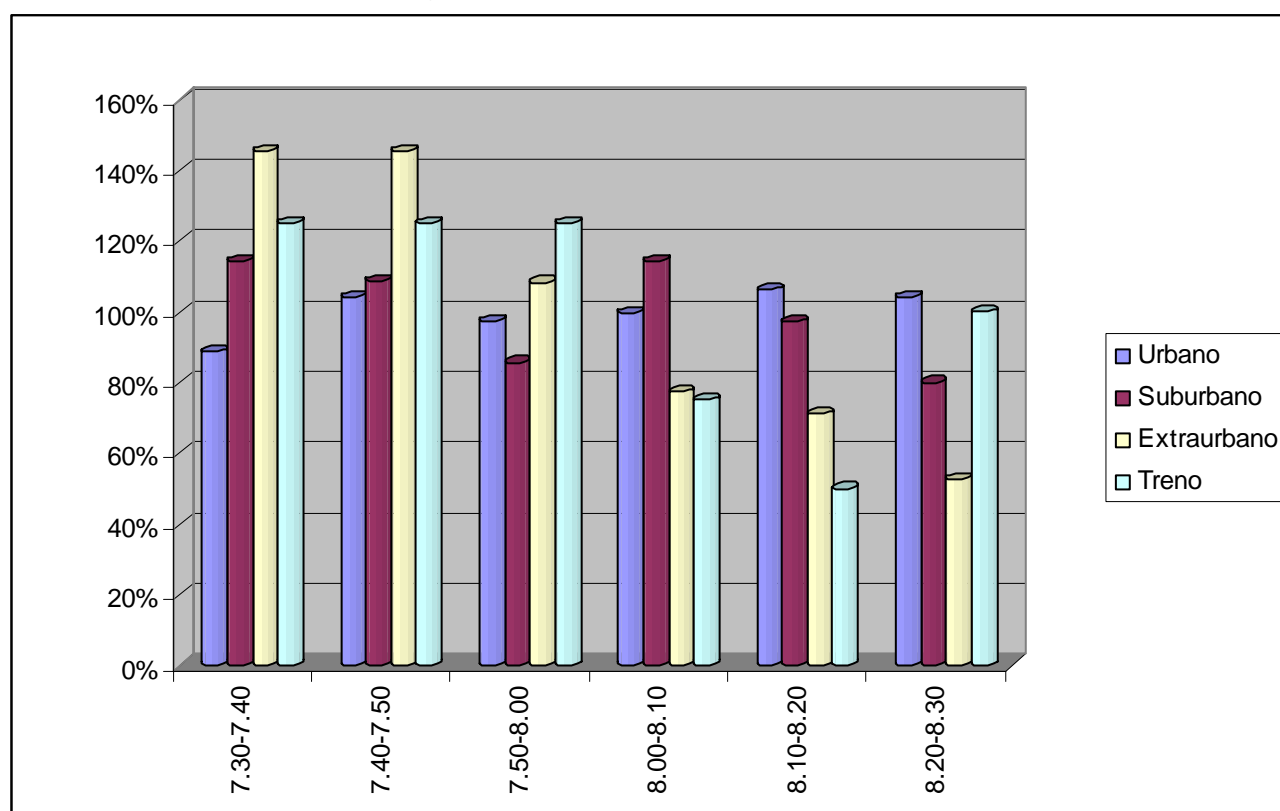
Da ciò si è ricavata la presenza veicolare per intervallo e la percentuale rispetto al valore medio:

Tabella 8 – Profilo di arrivo dei veicoli

Modo	7.30-7.40	7.40-7.50	7.50-8.00	8.00-8.10	8.10-8.20	8.20-8.30
Urbano	40	47	44	45	48	47
	89%	104%	97%	100%	106%	104%
Suburbano	20	19	15	20	17	14
	114%	109%	86%	114%	97%	80%
Extraurbano	47	47	35	25	23	17
	145%	145%	108%	77%	71%	53%
Treno	5	5	5	3	2	4
	125%	125%	125%	75%	50%	100%

Graficamente si ha:

Figura 6 – Profilo di arrivo dei veicoli



Si può osservare come i modi “Extraurbano” e “Treno”, rispetto agli altri due, abbiano una maggiore concentrazione dei servizi offerti nella prima fascia dell'intervallo orario analizzato.

4.2 Il tempo di percorrenza e la capacità dei servizi offerti

Per descrivere coerentemente ogni servizio è necessario che i tempi di percorrenza previsti dall'orario siano correttamente codificati. Dovendo valutare contemporaneamente sia traffico privato sia il trasporto pubblico, è evidente come la velocità di percorrenza dei servizi descritti sia determinata dalla velocità di percorrenza dei singoli archi su cui essi svolgono la loro corsa.

Riutilizzando le velocità di percorrenza degli archi calcolate dal modello di traffico TRIPS sviluppato durante la redazione del PGTU di Siena, è stato possibile considerare gli effetti derivanti dalla promiscuità nell'uso della rete.

E' stato, cioè, possibile tenere in conto eventuali fenomeni di congestione o di semplice rallentamento delle correnti di traffico capaci di condizionare anche i servizi di trasporto pubblico. Tramite l'introduzione di opportuni coefficienti correttivi il tempo di percorrenza di ogni singola linea è stato riportato ai valori presentati nel programma di esercizio del TRAIN.

Relativamente alla capacità di ogni servizio offerto sono stati utilizzati i dati forniti dall'azienda TRAIN.

Nella Tabella 9 sono descritti le principali caratteristiche delle linee introdotte nel modello.

Tabella 9 – Caratteristiche principali delle linee descritte nel modello

Linea TRIPS	Modo	Cadenza	Lunghezza totale	Tempo calcolato	Posti a sedere	Capacità totale	Tempo di percorrenza
1	1	20	5,2	16,45	12	77	19
2	1	30	3,13	4,43	12	77	8
3	1	60	11,39	29,9	20	101	27
4	1	20	16,56	61,14	20	101	32
5	1	20	18,44	34,42	20	101	38
6	1	30	18,49	50,69	12	77	50

Linea TRIPS	Modo	Cadenza	Lunghezza totale	Tempo calcolato	Posti a sedere	Capacità totale	Tempo di percorrenza
7	1	60	22,67	42,62	12	77	50
8	1	30	18,95	36,1	12	77	47
9	1	60	7,3	11,37	20	100	20
10	1	60	7,3	16,79	20	100	21
11	1	60	17,91	40,52	20	100	40
12	1	60	14,85	35,49	20	100	40
13	1	60	19,01	41,62	20	100	45
14	1	30	17,19	53,58	20	100	45
15	1	60	24,15	62,36	20	100	55
16	1	60	14,13	49,37	20	100	40
17	1	20	8,14	19,6	12	77	26
18	1	30	4,34	12,89	11	56	16
19	1	60	5,42	14,65	11	56	18
20	1	30	5,38	9,12	11	56	19
21	1	60	8,92	12,6	11	56	24
22	1	20	8,38	19,31	20	100	27
23	1	30	8,49	17,3	20	100	25
24	1	30	8,41	17,26	12	77	23
25	1	60	2,59	7,21	12	77	10
26	1	20	8,64	31,09	12	77	29
27	1	60	4,23	13,37	12	77	15
28	1	20	13,26	40,86	20	100	35
29	1	30	12,55	27,55	20	100	32
30	1	60	8,85	12,68	20	100	22
31	1	60	9,51	27,19	20	100	24
32	1	20	3,53	4,96	55	55	10
33	1	60	7,9	12,05	55	55	25
34	1	60	5,07	8,35	55	55	15
35	1	60	9,52	32,32	20	100	25
36	1	60	8,28	29,32	20	100	25
37	1	30	7,27	14,62	20	100	16
38	1	20	5,58	15,32	20	100	15
39	1	20	1,71	3,56	12	77	7
40	1	30	1,35	2,13	12	77	5
41	1	30	1,71	4,16	11	56	6
42	1	30	1,65	4,87	11	56	5
43	2	60	6,81	12,69	9	33	15
44	2	60	11,01	26,9	9	33	20

Linea TRIPS	Modo	Cadenza	Lunghezza totale	Tempo calcolato	Posti a sedere	Capacità totale	Tempo di percorrenza
45	2	60	17,66	33,53	9	33	34
46	2	60	4,39	5,76	8	8	18
47	2	60	4,83	6,11	8	8	18
48	2	60	4,39	6,17	8	8	18
49	2	60	4,83	6,72	8	8	18
50	2	60	4,37	8,36	9	33	15
51	2	60	2,29	6,08	9	33	15
52	2	60	5,86	20,03	9	33	20
53	2	60	4,44	18,31	9	33	15
54	2	60	2,36	14,85	9	33	15
55	2	30	5,01	16,84	9	33	14
56	2	60	6,09	18,14	9	33	14
57	2	60	6,05	10,88	9	33	15
58	2	60	4,97	9,59	9	33	14
59	2	30	12,61	15,86	20	100	25
60	2	30	15,63	45,08	20	100	35
61	2	60	15,77	44,38	20	100	50
62	2	60	13,73	40,84	20	100	35
63	2	60	12,65	39,11	20	100	30
64	2	60	21,58	51,38	20	100	40
65	2	60	6,96	10,77	20	100	10
66	2	60	12,25	21,76	20	100	30
67	2	60	21,04	67,72	20	100	60
68	2	60	15,69	57,26	20	100	30
69	2	60	19,32	53,82	20	100	42
70	2	60	18,44	21,7	20	100	33
71	2	60	16,95	43,48	20	100	40
72	2	30	13,79	38,12	20	100	25
73	2	60	10	15,24	48	48	20
74	2	60	10,68	22,57	48	48	20
75	2	60	15,78	34,19	48	48	30
76	2	60	11,42	37,07	48	48	25
77	2	60	10,38	15,1	20	100	25
78	2	30	10,6	43,29	20	100	25
79	2	30	11,4	15,84	20	100	25
80	2	60	13,06	32,41	20	100	25
81	2	30	11,62	31,51	20	100	25
82	2	60	9,28	13,56	12	77	18

Linea TRIPS	Modo	Cadenza	Lunghezza totale	Tempo calcolato	Posti a sedere	Capacità totale	Tempo di percorrenza
83	2	60	11,49	31,63	12	77	23
84	2	60	11,78	32,08	12	77	23
85	1	12	3,7	17,81	9	33	12
86	1	12	3,73	7,77	9	33	11
87	1	60	4,19	11,32	12	39	17
88	1	15	3,64	10,68	12	39	12
89	1	20	2,23	9,12	12	39	10
90	1	60	4,2	9,28	12	39	12
91	1	15	3,65	8,67	12	39	11
92	1	30	2,36	6,51	12	39	10
93	1	15	2,23	9,12	12	39	10
94	1	15	2,36	6,51	12	39	10
95	1	10	9,03	23,9	9	33	28
96	1	10	10,69	34,03	9	33	28
97	1	10	0,63	4,56	9	33	1
98	1	12	0,67	0,84	9	33	3
99	1	60	9,43	17,73	20	100	25
100	1	60	11,46	20,36	20	100	25
101	1	60	10,03	24,03	20	100	25
102	1	60	12,06	26,61	20	100	25
201	3	60	17,14	50,68	20	100	60
202	3	60	15,91	39,99	20	100	26
203	3	60	24,63	27,65	20	100	43
204	3	60	20,31	24,58	20	100	30
205	3	60	24,55	27,67	20	100	50
206	3	60	6,21	6,17	20	100	18
207	3	30	22	46,45	20	100	40
208	3	60	19,45	43,88	20	100	30
209	3	60	17,63	42,01	20	100	35
210	3	60	35,72	38,5	20	100	43
211	3	60	48,17	79,18	20	100	64
212	3	60	46,21	75,5	20	100	59
213	3	30	33,36	57,88	20	100	40
214	3	60	36,56	60,42	20	100	45
215	3	60	38,83	71,98	20	100	60
216	3	60	34,86	68,68	20	100	75
217	3	60	27,57	60,58	20	100	40
218	3	60	18,31	29,51	20	100	33

Linea TRIPS	Modo	Cadenza	Lunghezza totale	Tempo calcolato	Posti a sedere	Capacità totale	Tempo di percorrenza
219	3	60	18,54	38,69	20	100	35
220	3	60	13,21	19,32	20	100	25
221	3	60	21,97	77,52	20	100	54
222	3	60	15,75	56,68	20	100	30
223	3	60	28,44	85,69	20	100	51
224	3	60	28,38	73,89	20	100	56
225	3	60	29,85	83,55	20	100	66
226	3	60	28,6	71,97	20	100	43
227	3	60	28,05	40,53	20	100	43
228	3	60	22,13	30,74	20	100	36
229	3	60	29,63	85,47	20	100	61
230	3	60	25,69	70,8	20	100	36
231	3	60	25,69	70,8	20	100	46
232	3	60	21,91	73,79	20	100	40
233	3	60	18,79	43,08	20	100	33
234	3	60	4,1	3,86	20	100	5
235	3	60	4,45	4,56	20	100	8
236	3	60	3,98	6,2	20	100	15
237	3	60	18,79	43,08	20	100	26
238	3	60	19,72	44,31	20	100	38
239	3	60	19,72	44,31	20	100	27
240	3	60	22,42	20,3	20	100	25
241	3	20	23,55	35,9	20	100	24
242	3	60	11,31	18,23	20	100	17
243	3	60	17,61	31,23	20	100	18
244	3	60	12,66	44,31	20	100	27
245	3	60	11,82	17,11	20	100	21
246	3	30	11,78	32,02	20	100	17
247	3	30	17,21	18,95	20	100	28
248	3	20	17,72	19,37	20	100	20
249	3	60	18,08	39,15	20	100	30
250	3	20	18,63	37,55	20	100	20
251	3	60	18,42	37,3	20	100	18
252	3	20	17,72	19,37	20	100	20
253	3	20	18,63	37,55	20	100	18
254	3	60	31,3	43,11	20	100	65
255	3	60	31,37	69,45	20	100	60
256	3	60	18,18	39,18	20	100	34

Linea TRIPS	Modo	Cadenza	Lunghezza totale	Tempo calcolato	Posti a sedere	Capacità totale	Tempo di percorrenza
257	3	60	18,29	37,11	20	100	29
258	3	60	43,43	73,94	20	100	50
259	3	60	41,91	59,12	20	100	50
260	3	60	14,76	41,76	20	100	45
301	4	60	39,58	52,04	136	237	52
302	4	60	14,84	13	306	532	13
303	4	60	24,74	24,04	204	355	24
304	4	60	14,84	18,04	126	219	18
305	4	60	39,58	35,16	460	800	35
306	4	60	14,84	19,08	306	532	19
307	4	60	44,23	38,91	131	228	39
308	4	60	31,73	30,09	126	219	30
309	4	60	44,23	46,06	136	237	46

5 La costruzione dei percorsi

Il modello del trasporto pubblico TRIPS, tramite il modulo MVPUBM, si pone due obiettivi:

- individuare tutti i percorsi ragionevoli che uniscono una zona di origine ad una zona di destinazione, fornendo informazioni relative al “costo di viaggio”, interpretato in termini di tempo;
- assegnare la corretta quantità di spostamenti ai vari percorsi che uniscono le zone O/D;

L'algoritmo alla base del modello è in grado di determinare l'insieme dei servizi che minimizza il costo generalizzato dello spostamento. Poiché per ogni coppia O/D non viene necessariamente individuato un solo percorso, potenzialmente può essere creato un grande numero di percorsi per ogni relazione O/D. Sarà il modello a filtrare solo i percorsi *credibilmente alternativi* al migliore, individuando un “Tempo medio in Eccesso” (*mean excess time*) entro cui considerare accettabili i percorsi calcolati.

Durante la ricerca del percorso il modello considera in realtà ad ogni nodo incontrato nel percorso analizzato tutte le alternative disponibili:

- possibilità di rimanere “a bordo” di un servizio offerto;
- possibilità di cambiare “modo” di trasporto pubblico;
- possibilità di scegliere tra diversi “servizi” all'interno dello stesso modo;
- possibilità di scendere da un servizio e proseguire a piedi.

Ovviamente per poter valutare correttamente tutte le possibili alternative il modello deve tenere in conto nell'equazione di calcolo del costo generalizzato dello spostamento di numerosi elementi:

- tempo di spostamento a piedi (derivato dalla velocità di percorrenza a piedi per le diverse tipologie d'arco)
- Tempo di attesa del mezzo (derivato dalla cadenza del mezzo e dalla curva di attesa del mezzo).
- Penalità di trasferimento e salita a bordo del mezzo;

- Tempo speso a bordo del veicolo.

5.1 Il tempo di spostamento a piedi

Durante uno spostamento su trasporto pubblico, alcune parti di spostamento devono, o possono, essere svolte a piedi:

- All'inizio ed alla fine di ogni spostamento;
- Tra nodi, come parte di uno spostamento di trasferimento tra modi diversi;
- Tra un'Origine ed una Destinazione, come spostamento completo senza utilizzo di servizi di trasporto pubblico.

I tempi di percorrenza della rete sono calcolati sulla base delle lunghezze lette dalla rete e dalle informazioni relative alle velocità di percorrenza delle varie tipologie d'arco. Evidentemente alcune tipologie sono state inibite al movimento pedonale (svincoli, autostrade...).

La seguente tabella riassume le caratteristiche di pedonabilità delle varie tipologie d'arco.

Tabella 10 – Caratteristiche di pedonabilità delle tipologie d'arco

	Tipologia d'arco	Velocità Km/h	Velocità m/s
1	Zonale	3.00	0.8
2	Superstrada	vietato	vietato
3	Extraurbana principale	1.00	0.3
4	Extraurbana secondaria	1.00	0.3
7	Urbana principale	1.50	0.4
8	Urbana secondaria	1.50	0.4
9	Urbana locale 1	2.00	0.6
10	Ztl	3.00	0.8
12	Pedonali ZTL	3.00	0.8
20	Svincolo	vietato	vietato
22	Corsia preferenziale BUS	2.50	0.7
30	Pedonale	3.00	0.8
31	Viabilità park	3.00	0.8

5.2 Il tempo di attesa del mezzo

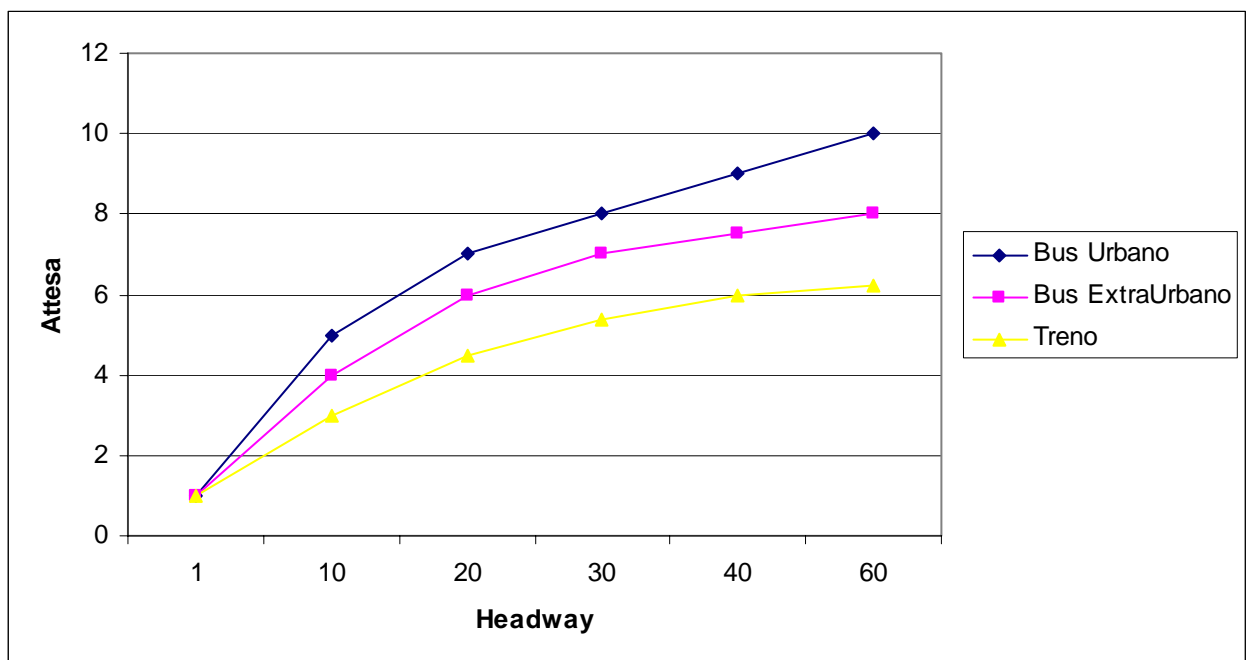
Il tempo di attesa di un servizio ad ogni fermata è derivato dalla combinazione del parametro “Cadenza” (*Headway*) associato ad ogni servizio che transita per quella fermata. Come valore base TRIPS suppone che l’attesa sia pari alla metà della cadenza.

Nel caso in cui i servizi offerti siano frequenti tale calcolo è credibile, ma per servizi non frequenti (normalmente con cadenza superiore ai 20 minuti) tale valore risulta essere eccessivamente penalizzante.

In questi casi è possibile associare al servizio offerto una “Curva di attesa” (*wait curve*) nella quale si specifica la massima attesa da associare al servizio rispetto alla cadenza del servizio stesso.

Nella seguente Figura 7 sono visualizzate le tre curve di attesa utilizzate nel presente studio.

Figura 7 – Curve di attesa



Ad esempio, l’andamento della curva “Bus Urbano” è tale da associare un tempo massimo di attesa dei mezzi di 10 minuti, anche per cadenze superiori ai 20 minuti.

Senza l'applicazione delle curve di attesa, supponendo di esaminare una fermata in cui transitano un Bus Urbano con cadenza 20 minuti ed un Bus Extraurbano con cadenza 30 minuti, si avrebbe una "cadenza composta" pari a:

$3 \text{ servizi/ora} + 2 \text{ servizi/ora} = 5 \text{ servizi/ora} \rightarrow 12 \text{ minuti di "cadenza composta"}$

Con l'applicazione di queste curve, con gli stessi servizi offerti si avrebbe per il primo servizio un'attesa di 10 minuti e per il secondo servizio un'attesa di 8 minuti, comunque inferiori alla "cadenza composta" calcolata.

In pratica l'utilizzo delle curve riproduce la "conoscenza" da parte dell'utente del servizio offerto.

5.3 Le penalità di salita a bordo e di trasferimento tra mezzi

Per la costruzione dei percorsi in TRIPS possono essere utilizzati altri due parametri:

- la penalità di salita a bordo dei mezzi (*boarding penalty*);
- la penalità di interscambio tra modi o tra mezzi dello stesso modo (*Transfer penalty*);

Uno degli aspetti più interessanti derivati dalle indagini effettuate in Siena è la scarsa propensione dichiarata all'interscambio tra le linee. L'utenza preferisce affrontare un percorso avente "costo generalizzato" più elevato, ma non cambiare mezzo essendo tale evento percepito come molto fastidioso. Tale atteggiamento può forse essere motivato dall'attuale sistema di trasporto pubblico senese caratterizzato da linee strutturate in maniera poco organica e non monofunzionali.

Nel modello di simulazione sono stati dunque introdotti opportuni parametri per simulare questa scarsa propensione all'interscambio.

6 L'assegnazione

Una volta che i percorsi sono stati costruiti il modulo MVPUBM li utilizza per assegnare la matrice degli spostamenti sui vari servizi offerti e sugli archi della rete applicando una serie di modelli in cascata:

- Modello di scelta del modo a inizio viaggio (*Sub Mode Choice Model*);
- Modello di scelta dello spostamento a piedi (*Walk Choice Model*);
- Modello avanzato di scelta del servizio a inizio viaggio (*Enhanced Service Model*);
- Modello di scelta del modo di fine viaggio (*Alternative Alighting Sub-Mode Model*);
- Modello di scelta della fermata di discesa (*Alternative Alighting Node Model*).

Tutti questi modelli sono caratterizzati da una struttura probabilistica LOGIT gestita da una formula del tipo:

$$P_i = \frac{e^{-SF(TD_i - TD_{best})}}{\sum_{j=1}^n e^{-SF(TD_j - TD_{best})}}$$

dove:

P_i	=	Quota degli spostamenti associati alla scelta i
i	=	Una delle possibili scelte all'interno di un insieme j
SF	=	Fattore di scala per il modello di scelta
TD_i	=	Tempo per arrivare a destinazione con la scelta i
TD_{best}	=	Tempo per arrivare a destinazione con la scelta migliore (best)

All'inizio di ogni spostamento viene applicato il *Sub Mode Choice Model*; quando si ha la possibilità di affrontare uno spostamento a piedi si applica il *Walk Choice Model*; i modelli di *Alternative Alighting Sub-Mode Model* e *Alternative Alighting Node Model* al termine del viaggio.

Senza entrare nel dettaglio dei singoli modelli di ripartizione, è importante sottolineare come nell'intero processo ovunque sia disponibile un'alternativa essa viene valutata.

Per poter sviluppare ancora meglio il modello del Trasporto Pubblico di Siena, invece di un processo di assegnazione standard è stato sviluppato un modello in grado di percepire l'influenza dell'affollamento dei mezzi.

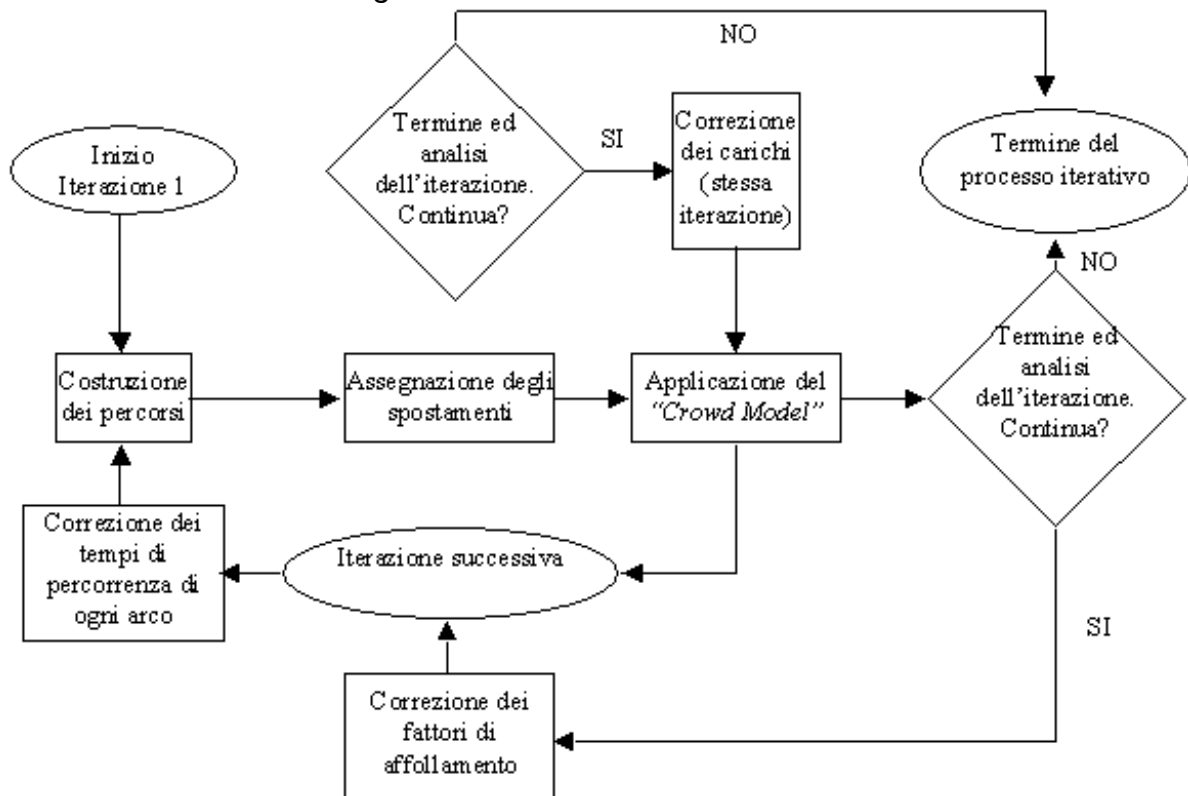
6.1 Il “Modello di affollamento”

Il “modello di affollamento” (o *Crowd model*) applicato al Trasporto Pubblico è l'equivalente del modello di assegnazione con riduzione di capacità applicato nel modello di analisi del traffico privato implementato per il PGTU della città di Siena.

Il “*Crowd Model*” utilizza la capacità di ogni singola linea del sistema come parametro in base al quale correggere i tempi di viaggio in un processo iterativo, basandosi sulla teoria che tanto più numerosi sono i passeggeri saliti e discesi alle diverse fermate, tanto maggiore è il perditempo per i mezzi che li devono caricare e scaricare.

Lo schema logico di tale modello può essere descritto nella seguente figura:

Figura 8 – Il modello di affollamento



Il processo termina quando si raggiunge convergenza, ossia quando tra il passaggio “n” ed il passaggio “n-1” le variazioni nelle quantità di flussi assegnati tra i vari archi e le varie linee non cambia significativamente.

Si noti che, applicando il modello di affollamento, i tempi calcolati non solo includono un incremento di tempo di percorrenza ma anche il *disagio di viaggiare in condizioni di affollamento*. Tale elemento risulta essere di particolare importanza all'interno di questo studio poiché dalle indagini effettuate in Siena il fattore “comfort” risulta essere determinante per la scelta del sistema di trasporto da utilizzare.

Tramite tale modello è dunque possibile impostare una relazione tra le variabili *affollamento* e *tempo di viaggio*, altrimenti autonome. In un modello standard infatti il tempo di percorrenza viene calcolato puramente in base alla velocità di percorrenza dell'arco su cui transita un mezzo.

Nel modello di affollamento, lungo gli archi su cui agisce il trasporto pubblico, vengono calcolati dei “fattori di affollamento” (*crowding factors*) che permettono di combinare il tempo di viaggio letto dalla rete e l'affollamento del mezzo stesso.

I fattori di affollamento sono dunque calcolati dalle combinazioni del tempo di percorrenza d'arco e da due curve: la **curva additiva** (ACRV) e la **curva moltiplicativa** (MCRV). Le curve di tipo moltiplicativo ed additivo hanno, sostanzialmente, la medesima finalità, vale a dire quella di attribuire maggiori costi di trasporto alle linee più cariche.

Si differenziano l'una dall'altra essenzialmente per il loro andamento: la prima attribuisce a ciascuno dei rami percorsi dai servizi costi aggiuntivi in misura proporzionale ai carichi di linea, la seconda al superamento di ogni soglia predefinita, con un andamento “a scala”.

L'affollamento sui mezzi è inserito nelle curve in termini di **utilizzo**. La formula alla base del *crowding model* è:

$$C_t = MCRV(U) \times Lt + ACRV(U)$$

dove:

C_t	=	Tempo di affollamento
U	=	Utilizzo della linea
$MCRV$	=	Curva moltiplicativa
$ACRV$	=	Curva additiva
L_t	=	Tempo di percorrenza arco

L'utilizzo della linea di trasporto pubblico è definita per ogni combinazione di arco/ linea nel seguente modo:

$$U = \frac{PFR - (LDF \times SC)}{(CC - SC)}$$

dove:

U	=	Utilizzo sugli archi di trasporto pubblico.
PFR	=	Flusso di passeggeri per ora.
LDF	=	Fattore di distribuzione del carico.
SC	=	Capacità posti a sedere
CC	=	Capacità totale del mezzo

6.1.1 Le curve additiva e moltiplicativa

Il modello di affollamento implementato per lo SMaS prevede l'utilizzo di tre curve additive e tre curve moltiplicative, associate ai diversi modi di trasporto introdotti (corse urbane, corse suburbane, corse extraurbane, corse su ferro). La logica alla base delle differenze tra tali curve è che tanto più un servizio è poco frequente o raggiunge destinazioni remote, tanto più l'utenza accetta di viaggiare in condizioni svantaggiose. Inoltre, esperienze maturate in analoghi studi confermano questo comportamento.

Le seguenti figure mostrano le curve usate nel modello.

Figura 9 – Curve moltiplicative

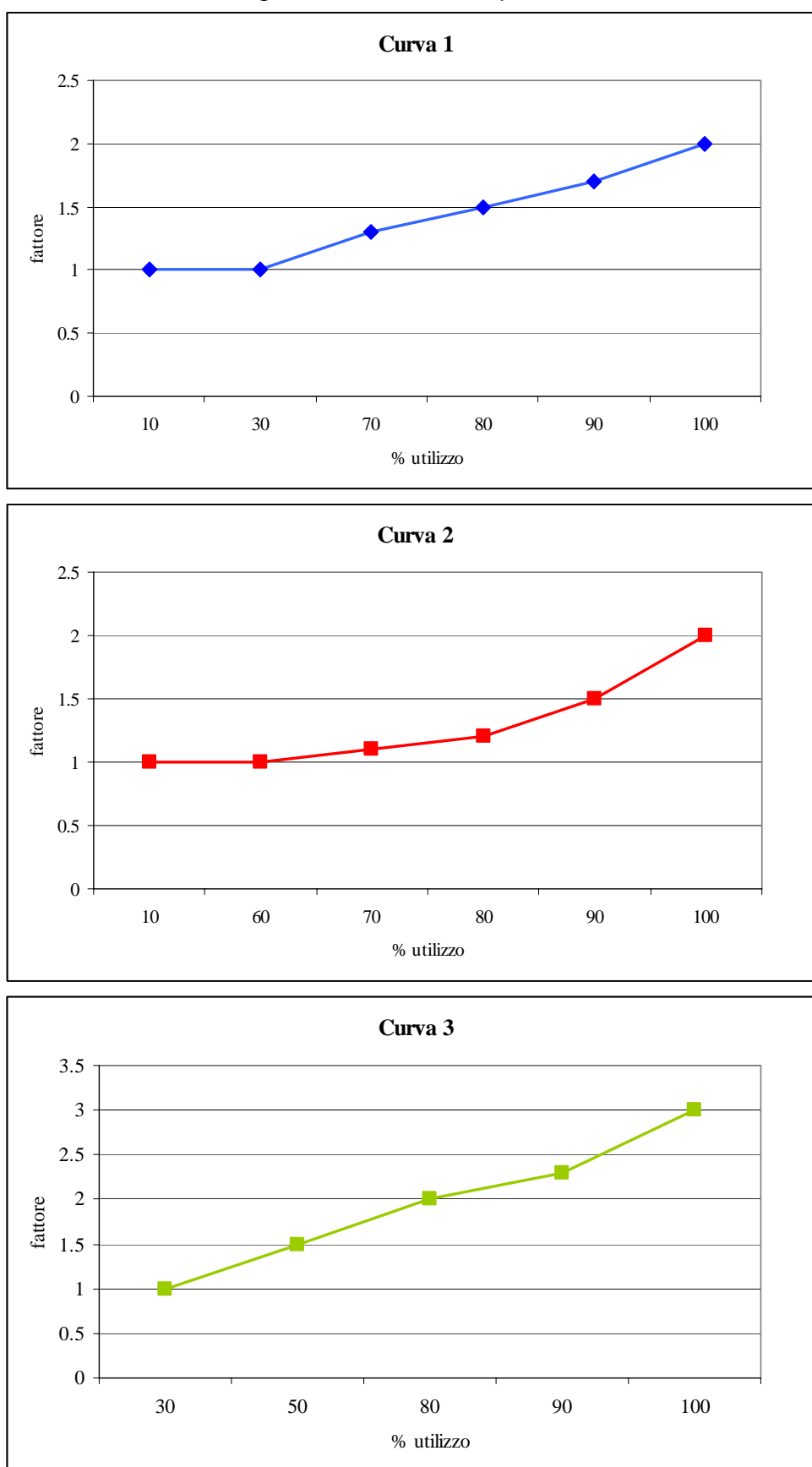
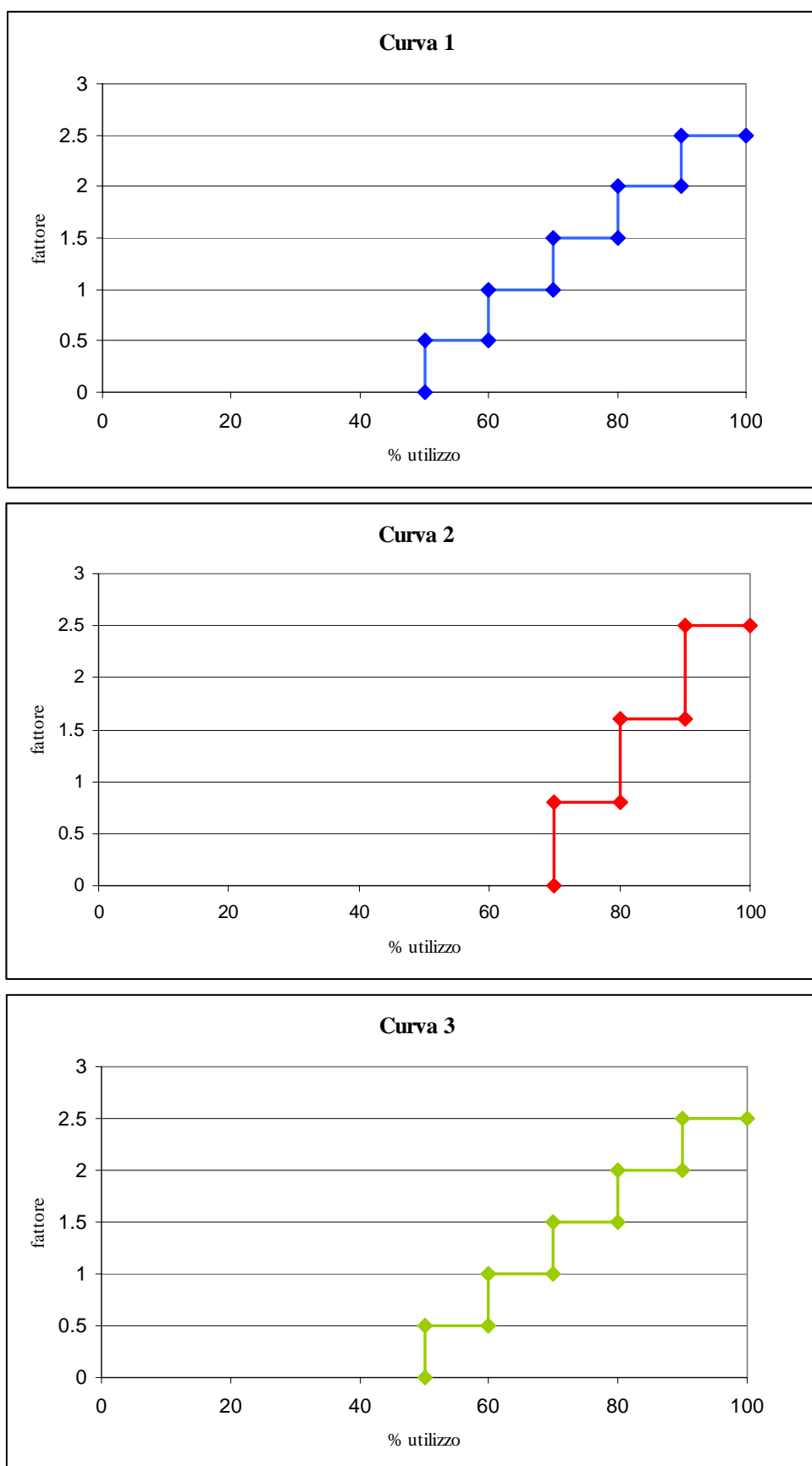


Figura 10 – Curve additive



6.1.2 Il calcolo dei fattori di affollamento

Il processo di calcolo dei fattori di affollamento per le linee del trasporto pubblico avviene in 5 passaggi, di seguito descritti:

Primo passaggio: viene calcolata la percentuale di veicoli in arrivo e di passeggeri che chiedono il servizio per ogni intervallo analizzato (ricordiamo che nel presente lavoro l'ora è stata suddivisa in 6 intervalli di 10 minuti) secondo la seguente formula:

$$VAR_{ij} = \frac{VPROnn_i}{100} \times \frac{60}{HEADWAY}$$

dove:

VAR_{ij}	=	Percentuale di arrivo dei veicoli nell'intervallo i per la linea j
i	=	Da 1 al numero di intervalli (6)
j	=	Servizio analizzato (numero di linea)
$VPROnn_i$	=	Valore derivato dal "profilo di arrivo dei veicoli" per ogni intervallo i, per il profilo "nn"
Headway	=	Cadenza (numero di corse nel periodo analizzato)

la percentuale di passeggeri per ciascun intervallo su ogni arco della rete su cui agisce il trasporto pubblico è data da:

$$TPFR_{ijk} = \frac{PPROnn_i}{100} \times Tload_{ij} \frac{60}{MODPER}$$

dove:

$TPFR_{ijk}$	=	Percentuale di passeggeri trasportati nell'intervallo i per la linea j sull'arco k
i	=	Da 1 al numero di intervalli (6)
j	=	Servizio analizzato (numero di linea)
k	=	Arco analizzato
$PPROnn_i$	=	Valore derivato dal "profilo di arrivo dei passeggeri" per ogni intervallo i, per il profilo "nn"
$TLOAD_{jk}$	=	Flusso di passeggeri per la combinazione linea j/arco k nell'intero periodo analizzato
MODPER	=	Lunghezza in minuti del periodo analizzato (nel caso di Siena, 60)

Secondo passaggio: viene calcolato l'utilizzo di ogni combinazione linea/arco, per ogni intervallo:

$$UT_{ijk} = \max \left(\frac{TPFR_{ijk} - (LDF_j \times SC_j \times VAR_{ij})}{VAR_{ij} (CC_{ij} SC_{ij})}, 0 \right)$$

dove:

UT_{ijk}	=	Percentuale di utilizzo dell'arco su cui agisce il TP, per ogni intervallo i, per la linea j sull'arco k
i	=	Da 1 al numero di intervalli (6)
j	=	Servizio analizzato (numero di linea)
k	=	Arco analizzato
$TPFR_{ij}$	=	Percentuale di passeggeri trasportati nell'intervallo i per la linea j sull'arco k
LDF_j	=	Fattore di distribuzione del carico*
VAR_{ij}	=	Percentuale di arrivo dei veicoli nell'intervallo i per la linea j
SC_j	=	Capacità di posti seduti per la linea j
CC_j	=	Capacità di posti complessiva per la linea j (in piedi+seduti)

Il fattore di distribuzione del carico nel caso di questo studio non viene utilizzato poiché si riferisce abitualmente a sistemi ad alta capacità (oltre 400 posti) e permette di simulare la presenza di utenti in piedi a fronte di disponibilità di posti a sedere non sfruttata a causa della posizione remota (tipicamente i vagoni di testa e coda di un treno o di una metropolitana).

La formula sopra esposta evidenzia come il modello di affollamento sia una funzione del rapporto tra passeggeri in piedi e la capacità in piedi. In pratica quanto più un mezzo è affollato, tanto meno è confortevole viaggiare in piedi.

Terzo passaggio: si derivano dalle curve moltiplicativa ed additiva i tempi derivati dall'affollamento:

$$CtT_{ijk} = MCRV_{nn}(UT_{ijk}) \times Lt_k + ACRV_{nn}(UT_{ijk})$$

dove:

CtT_{ijk}	=	Tempo d'affollamento per ogni combinazione linea j, arco k per ogni intervallo i
i	=	Da 1 al numero di intervalli (6)
j	=	Servizio analizzato (numero di linea)
k	=	Arco analizzato
$MCRV_{nn}$	=	Curva moltiplicativa numero nn
$ACRV_{nn}$	=	Curva additiva numero nn

Quarto passaggio: Viene calcolato il fattore medio di affollamento per l'intero periodo:

$$CFT_{jk} = \frac{\sum_{i=1}^{NUMPER} CtT_{ijk} \times \frac{PPRO_{nn_i}}{100}}{\sum_{i=1}^{NUMPER} \frac{PPRO_{nn_i}}{100}} \times \frac{1}{Lt_k}$$

dove:

CFT_{jk}	=	Fattore medio di affollamento per ogni combinazione linea j, arco k
j	=	Servizio analizzato (numero di linea)
k	=	Arco analizzato
CtT_{ijk}	=	Tempo d'affollamento per ogni combinazione linea j, arco k per ogni intervallo i
Lt_k	=	Tempo di percorrenza d'arco, k

Quinto passaggio: Per ciascun arco si ha allora il fattore di affollamento dato da:

$$CCFT_k = \frac{\sum_{j=1}^L CFT_{jk} \times \sum_{i=1}^{NUMPER} TPFR_{ijk}}{\sum_{j=1}^L \sum_{i=1}^{NUMPER} TPFR_{ijk}}$$

dove:

$CCFT_{k,}$	=	Fattore di affollamento composto per ogni arco k
k		Arco analizzato
CFT_{jk}	=	Fattore medio di affollamento per ogni combinazione linea j, arco k
$TPFR_{ijk}$	=	Percentuale di passeggeri trasportati nell'intervallo i per la linea j sull'arco k

Dopo aver calcolato i percorsi sulla base dei costi derivati dal modello di affollamento, la matrice O/D viene assegnata alla rete. Nel processo iterativo ad ogni passaggio viene assegnata l'intera matrice, ma il carico su ogni arco viene dato dalla seguente formula:

$$Load_{cwd} = \left(Load_{new} \times \left(\frac{100}{n^{\circ} iterazione} \right) \right) + \left(Load_{old} \times \left(100 - \frac{100}{n^{\circ} iterazione} \right) \right)$$

dove:

$Load_{cwd}$	=	Carico utilizzato per calcolare i fattori di affollamento nell'iterazione corrente "n"
$Load_{new}$	=	Carico assegnato nell'iterazione corrente "n"
$Load_{old}$	=	Carico assegnato nell'iterazione precedente "n-1"

E' dunque evidente che maggiore è il numero di assegnazioni, maggiore è il dettaglio con cui gli spostamenti vengono assegnati alla rete.

7 Validazione e calibrazione del modello

Dopo aver descritto gli elementi determinanti al fine del processo di costruzione del modello del Trasporto Pubblico dello SMaS, si è giunti alla verifica del processo di assegnazione, ossia alle fasi di validazione e calibrazione.

7.1 Linee su gomma

Una prima verifica sostanziale che si è reso necessario effettuare è il confronto tra la matrice di spostamento stimata e la capacità massima teorica espressa dal sistema offerto dall'azienda TRAIN.

E' infatti necessario ricordare come *tutti* gli spostamenti in matrice devono trovare disponibilità allo spostamento su trasporto pubblico.

Si suppone che, indifferentemente dalla lunghezza dello spostamento che ogni viaggiatore deve affrontare, ci sia un mezzo in grado di trasportarlo.

Sulla base delle cadenze e dei dati di capacità associati ad ogni servizio offerto è stata calcolata la capacità massima offerta dal sistema:

Tabella 11 – Capacità totale su gomma

Linea TRIPS	Cadenza	Posti a sedere	Capacità massima	Capacità Totale Seduti	Capacità Totale
1	20	12	77	36	231
2	30	12	77	24	154
3	60	20	101	20	101
4	20	20	101	60	303
5	20	20	101	60	303
6	30	12	77	24	154
7	60	12	77	12	77
8	30	12	77	24	154
9	60	20	100	20	100
10	60	20	100	20	100
11	60	20	100	20	100
12	60	20	100	20	100
13	60	20	100	20	100
14	30	20	100	40	200

Linea TRIPS	Cadenza	Posti a sedere	Capacità massima	Capacità Totale Seduti	Capacità Totale
15	60	20	100	20	100
16	60	20	100	20	100
17	20	12	77	36	231
18	30	11	56	22	112
19	60	11	56	11	56
20	30	11	56	22	112
21	60	11	56	11	56
22	20	20	100	60	300
23	30	20	100	40	200
24	30	12	77	24	154
25	60	12	77	12	77
26	20	12	77	36	231
27	60	12	77	12	77
28	20	20	100	60	300
29	30	20	100	40	200
30	60	20	100	20	100
31	60	20	100	20	100
32	20	55	55	165	165
33	60	55	55	55	55
34	60	55	55	55	55
35	60	20	100	20	100
36	60	20	100	20	100
37	30	20	100	40	200
38	20	20	100	60	300
39	20	12	77	36	231
40	30	12	77	24	154
41	30	11	56	22	112
42	30	11	56	22	112
43	60	9	33	9	33
44	60	9	33	9	33
45	60	9	33	9	33
46	60	8	8	8	8
47	60	8	8	8	8
48	60	8	8	8	8
49	60	8	8	8	8
50	60	9	33	9	33
51	60	9	33	9	33
52	60	9	33	9	33
53	60	9	33	9	33

Linea TRIPS	Cadenza	Posti a sedere	Capacità massima	Capacità Totale Seduti	Capacità Totale
54	60	9	33	9	33
55	30	9	33	18	66
56	60	9	33	9	33
57	60	9	33	9	33
58	60	9	33	9	33
59	30	20	100	40	200
60	30	20	100	40	200
61	60	20	100	20	100
62	60	20	100	20	100
63	60	20	100	20	100
64	60	20	100	20	100
65	60	20	100	20	100
66	60	20	100	20	100
67	60	20	100	20	100
68	60	20	100	20	100
69	60	20	100	20	100
70	60	20	100	20	100
71	60	20	100	20	100
72	30	20	100	40	200
73	60	48	48	48	48
74	60	48	48	48	48
75	60	48	48	48	48
76	60	48	48	48	48
77	60	20	100	20	100
78	30	20	100	40	200
79	30	20	100	40	200
80	60	20	100	20	100
81	30	20	100	40	200
82	60	12	77	12	77
83	60	12	77	12	77
84	60	12	77	12	77
85	12	9	33	45	165
86	12	9	33	45	165
87	60	12	39	12	39
88	15	12	39	48	156
89	20	12	39	36	117
90	60	12	39	12	39
91	15	12	39	48	156
92	30	12	39	24	78

Linea TRIPS	Cadenza	Posti a sedere	Capacità massima	Capacità Totale Seduti	Capacità Totale
93	15	12	39	48	156
94	15	12	39	48	156
95	10	9	33	54	198
96	10	9	33	54	198
97	10	9	33	54	198
98	12	9	33	45	165
99	60	20	100	20	100
100	60	20	100	20	100
101	60	20	100	20	100
102	60	20	100	20	100
201	60	20	100	20	100
202	60	20	100	20	100
203	60	20	100	20	100
204	60	20	100	20	100
205	60	20	100	20	100
206	60	20	100	20	100
207	30	20	100	40	200
208	60	20	100	20	100
209	60	20	100	20	100
210	60	20	100	20	100
211	60	20	100	20	100
212	60	20	100	20	100
213	30	20	100	40	200
214	60	20	100	20	100
215	60	20	100	20	100
216	60	20	100	20	100
217	60	20	100	20	100
218	60	20	100	20	100
219	60	20	100	20	100
220	60	20	100	20	100
221	60	20	100	20	100
222	60	20	100	20	100
223	60	20	100	20	100
224	60	20	100	20	100
225	60	20	100	20	100
226	60	20	100	20	100
227	60	20	100	20	100
228	60	20	100	20	100
229	60	20	100	20	100

Linea TRIPS	Cadenza	Posti a sedere	Capacità massima	Capacità Totale Seduti	Capacità Totale
230	60	20	100	20	100
231	60	20	100	20	100
232	60	20	100	20	100
233	60	20	100	20	100
234	60	20	100	20	100
235	60	20	100	20	100
236	60	20	100	20	100
237	60	20	100	20	100
238	60	20	100	20	100
239	60	20	100	20	100
240	60	20	100	20	100
241	20	20	100	60	300
242	60	20	100	20	100
243	60	20	100	20	100
244	60	20	100	20	100
245	60	20	100	20	100
246	30	20	100	40	200
247	30	20	100	40	200
248	20	20	100	60	300
249	60	20	100	20	100
250	20	20	100	60	300
251	60	20	100	20	100
252	20	20	100	60	300
253	20	20	100	60	300
254	60	20	100	20	100
255	60	20	100	20	100
256	60	20	100	20	100
257	60	20	100	20	100
258	60	20	100	20	100
259	60	20	100	20	100
260	60	20	100	20	100
TOTALE				4.395	19.437

Si evidenzia dunque come la capacità espressa dal sistema del trasporto pubblico dello SMaS sia sufficiente per accogliere gli spostamenti espressi in matrice (**8.002** spostamenti su gomma).

Affinché il modello si possa considerare calibrato, è necessario confrontare i carichi assegnati dal modello stesso con la realtà osservata allo stato di fatto. L'elemento di riferimento utilizzato in questo studio è il database messo a punto dalla TAGES in occasione di alcuni rilievi effettuati, principalmente quelli del 1999.

Poiché i dati complessivi derivati da tali rilevamenti non sono stati ritenuti da parte dell'azienda TRAIN coerenti con la realtà nota, anche i rilevamenti dei saliti e dei discesi dai mezzi sono stati utilizzati solo come riferimento generale, e non come dato assoluto di confronto cui fare riferimento.

Un primo elemento di confronto è la distinzione tra modi. Il rilievo TAGES evidenzia la distribuzione dei viaggiatori caricati sulle linee descritte all'interno del modello riassunta nella seguente Tabella 12.

Tabella 12 – Passeggeri saliti rilevati dalla TAGES suddivisi per modo (gomma)

Totale saliti modo 1	Totale saliti modo 2	Totale saliti modo 3	Totale
1.874	578	765	3.217
58%	18%	24%	

I dati derivati dal modello presentano un valore di viaggiatori complessivamente caricati sui servizi offerti pari a 11.286, con la seguente suddivisione per modi:

Tabella 13 – Passeggeri saliti Trips suddivisi per modo (gomma)

Totale saliti modo 1	Totale saliti modo 2	Totale saliti modo 3	Totale
6.406	1.651	3.229	11.286
57%	15%	29%	

Il fatto che il numero complessivo di “saliti a bordo” sia superiore al totale della matrice su gomma è indice di alcune operazioni di interscambio tra mezzi (comunque contenute). In pratica lo stesso viaggiatore all'interno del periodo analizzato sale a bordo di più mezzi.

Il confronto tra i dati TAGES ed i dati del modello, pur con grosse differenze quantitative, porta a evidenziare una sostanziale concordanza nella ripartizione (percentuale) tra modi.

Nella Tabella 14 viene riportato il confronto tra i carichi assegnati Trips e carichi rilevati dalla TAGES. Rispetto al 1999, anno in cui è stato effettuato il rilievo, alcune linee hanno subito delle modifiche di percorso. Il seguente confronto, di conseguenza, considera solo quelle linee in cui il percorso è rimasto invariato.

Tabella 14 – Confronto tra i carichi assegnati su gomma Trips e carichi rilevati dalla TAGES

Linea Trips	Linea TRAIN	Modo	Passeggeri saliti TRAIN	Passeggeri saliti Trips	Linea TRAIN / Totale TRAIN	Linea Trips / Totale Trips
1	Linea 1A	1	73	159,6	2,3%	2,9%
2	Linea 1R	1	14	23,7	0,4%	0,4%
6	Linea 3A	1	100	253,8	3,1%	4,6%
7	Linea 3R	1	45	119,9	1,4%	2,2%
8	Linea 3R	1	109	229,2	3,4%	4,1%
9	Linea 4A	1	37	45,3	1,2%	0,8%
10	Linea 4R	1	34	65,2	1,1%	1,2%
11	Linea 5A	1	25	99,1	0,8%	1,8%
12	Linea 5A	1	36	98,1	1,1%	1,8%
13	Linea 5A	1	77	108,2	2,4%	1,9%
14	Linea 5R	1	141	149,9	4,4%	2,7%
15	Linea 5R	1	96	75	3,0%	1,4%
16	Linea 5R	1	68	74,2	2,1%	1,3%
17	Linea 6	1	111	332,4	3,5%	6,0%
18	Linea 7A	1	41	105,8	1,3%	1,9%
19	Linea 7A	1	30	56,2	0,9%	1,0%
20	Linea 7R	1	9	89,3	0,3%	1,6%
21	Linea 7R	1	9	41,4	0,3%	0,7%
22	Linea 8 A	1	160	258	5,0%	4,6%
23	Linea 8 R	1	96	198,3	3,0%	3,6%
28	Linea 10 A	1	229	369,6	7,1%	6,7%
29	Linea 10 R	1	107	225,6	3,3%	4,1%
30	Linea 11 A	1	15	43,7	0,5%	0,8%
31	Linea 11 R	1	37	83,4	1,2%	1,5%
35	Linea 15 AR	1	54	91,9	1,7%	1,7%
36	Linea 15 AR	1	53	77,2	1,6%	1,4%
41	Linea 19 A	1	47	81,9	1,5%	1,5%
42	Linea 19 R	1	21	81,7	0,7%	1,5%
43	Linea 20 A	2	4	9,2	0,1%	0,2%
44	Linea 20 R	2	9	30,1	0,3%	0,5%
45	Linea 21 AR	2	31	34,7	1,0%	0,6%
50	Linea 26 A	2	4	7,4	0,1%	0,1%

Linea Trips	Linea TRAIN	Modo	Passeggeri saliti TRAIN	Passeggeri saliti Trips	Linea TRAIN / Totale TRAIN	Linea Trips / Totale Trips
53	Linea 26 R	2	23	26,2	0,7%	0,5%
55	Linea 27 A	2	35	77,9	1,1%	1,4%
56	Linea 27 A	2	28	38,7	0,9%	0,7%
57	Linea 27 R	2	3	19,1	0,1%	0,3%
58	Linea 27 R	2	7	19,1	0,2%	0,3%
59	Linea 30 A	2	26	20,9	0,8%	0,4%
63	Linea 30 R	2	27	23,8	0,8%	0,4%
64	Linea 31 R	2	30	73,4	0,9%	1,3%
65	Linea 32 A	2	10	3,1	0,3%	0,1%
69	linea 32 R	2	30	55,4	0,9%	1,0%
70	Linea 33 A	2	7	14,9	0,2%	0,3%
74	Linea 34 A	2	4	28	0,1%	0,5%
76	Linea 34 R	2	23	44,3	0,7%	0,8%
77	Linea 35 A	2	16	18,6	0,5%	0,3%
78	Linea 35 R	2	93	155,1	2,9%	2,8%
79	Linea 36 A	2	8	57,6	0,2%	1,0%
80	Linea 36 R	2	35	77,3	1,1%	1,4%
81	Linea 36 R	2	59	115	1,8%	2,1%
82	Linea 37 A	2	4	18,9	0,1%	0,3%
83	Linea 37 R	2	37	63,3	1,2%	1,1%
84	Linea 37 R	2	25	68,2	0,8%	1,2%
217	Linea 109R	3	52	53,2	1,6%	1,0%
218	Linea 110A	3	11	41,1	0,3%	0,7%
219	Linea 110R	3	28	59,1	0,9%	1,1%
223	Linea 112R	3	69	76,4	2,1%	1,4%
224	Linea 112R	3	79	42,6	2,5%	0,8%
229	Linea 114R	3	73	86,3	2,3%	1,6%
230	Linea 114R	3	66	52,5	2,1%	0,9%
231	Linea 114R	3	47	32,1	1,5%	0,6%
237	Linea 122R	3	50	27,8	1,6%	0,5%
238	Linea 122R	3	72	44,1	2,2%	0,8%
239	Linea 122R	3	50	54,1	1,6%	1,0%
242	Linea 125A	3	15	61,6	0,5%	1,1%
243	Linea 125R	3	24	56,8	0,7%	1,0%
245	Linea 127A	3	13	4,6	0,4%	0,1%
254	Linea 134A	3	44	24,3	1,4%	0,4%
255	Linea 134R	3	34	30,6	1,1%	0,6%
257	Linea 136R	3	38	66,4	1,2%	1,2%
Totale			3.217	5.551,4		

Il confronto tra le linee conferma una buona rispondenza del modello rispetto al dato TAGES, presentando sostanzialmente carichi relativi simili.

7.2 Linee su ferro

Ripercorrendo quanto detto nel paragrafo precedente, è stata calcolata la capacità massima offerta dal sistema ferroviario sulla base delle cadenze e dei dati di capacità associati ad ogni servizio offerto.

Tabella 15 – Capacità totale su ferro

Linea TRIPS	Cadenza	Posti a sedere	Capacità massima	Capacità Totale Seduti	Capacità Totale
301	60	136	237	136	237
302	60	306	535	306	535
303	60	204	355	204	355
304	60	126	219	126	219
305	60	460	800	460	800
306	60	306	532	306	532
307	60	131	228	131	228
308	60	126	219	126	219
309	60	136	237	136	237
TOTALE				1.931	3.362

Ancora una volta si può osservare come la capacità espressa dal sistema ferroviario sia sufficiente per accogliere gli spostamenti espressi in matrice (**1.170** spostamenti su ferro).

Per quanto riguarda i carichi assegnati su ferro, il modello permette di selezionare gli spostamenti assegnati all'ultima iterazione del processo simulativo tra le varie stazioni ferroviarie presenti nella rete descritta. In questo modo è stato possibile ricostruire una matrice dei carichi assegnati da poter confrontare con quella degli spostamenti effettuati in treno (visualizzata in Tabella 1). Tale confronto è riportato nella seguente Tabella 16.

Tabella 16 – Matrice dei carichi assegnati su ferro Trips e confronto con carichi osservati

Carichi assegnati	Arbia	Asciano	Asciano M.O.	Buonconvento	Castellina	Monteroni	Poggibonsi	Rapolano	Siena F.S.	Sinalunga	Totale
Arbia									6		6
Asciano									37		37
Asciano M.O.	3								114	3	120
Buonconvento						4	4		142		150
Castellina							7		14		21
Monteroni				4			0		42		46
Poggibonsi				20	15				476		511
Ponte Tressa									1		1
Rapolano			2						0	4	6
Siena F.S.			33	31	4	4	96	3		32	202
Siena Z.I.									0.36		0
Sinalunga		1	3					8	83		95
Totale	3	1	37	55	19	8	107	11	916	39	1196

Differenza assoluta	Arbia	Asciano	Asciano M.O.	Buonconvento	Castellina	Monteroni	Poggibonsi	Rapolano	Siena F.S.	Sinalunga	Totale
Arbia									5		5
Asciano									0		0
Asciano M.O.	2								-19	0	-17
Buonconvento						3	-2		-15		-14
Castellina							3		0		3
Monteroni				3			0		-1		2
Poggibonsi				1	4				-11		-6
Ponte Tressa									-7		-7
Rapolano			2						-6	0	-4
Siena F.S.			27	23	1	1	16	0		1	68
Siena Z.I.									-0.64		-1
Sinalunga		0						8	-5		3
Totale	2	0	28	27	5	4	17	8	-59	1	33

In totale, quindi, la differenza assoluta tra i carichi assegnati e quelli osservati è pari a 33 spostamenti, che corrisponde ad una differenza percentuale del 3%.

Tutti questi confronti ci portano a ritenere il modello correttamente validato e calibrato.

7.3 Risultati principali

Nella seguente Tabella 17 sono riportati i risultati principali associati alle varie linee descritte nel modello. In particolare si hanno informazioni relative a:

- Modo: 1_linee gomma Urbane, 2_linee gomma Suburbane, 3_linee gomma Extraurbane, 4_Treno.
- Numero di corse, calcolato in base al valore della cadenza. Ad esempio, se la cadenza di una linea Trips vale a 20 minuti, allora il numero di corse effettuato da quella linea all'interno dell'ora analizzata è pari a 3.
- Passeggeri caricati, calcolati come somma dei passeggeri saliti su ogni corsa.
- Passeggeri per chilometro, espressi dimensionalmente in chilometri, calcolati come somma delle *“distanze percorse a bordo dei mezzi”* da ciascun passeggero.
- Tempo complessivo a bordo, espresso in minuti, calcolato come somma dei *“tempi di viaggio a bordo dei mezzi”* da ciascun passeggero.

Tabella 17 – Risultati per singola linea Trips

Linea Trips	Nome	Modo	Numero mezzi	Capacità Totale	Passeggeri caricati	Passeggeri per chilometro (km)	Tempo complessivo a bordo (min)
1	Linea 1A	1	3	231	160	409	1407
2	Linea 1R	1	2	154	24	35	79
3	Linea 2A	1	1	101	106	383	905
4	Linea 2A	1	3	303	160	476	1135
5	Linea 2R	1	3	303	111	490	948
6	Linea 3A	1	2	154	254	659	1629
7	Linea 3R	1	1	77	120	450	1031
8	Linea 3R	1	2	154	229	785	1752
9	Linea 4A	1	1	100	45	81	223
10	Linea 4R	1	1	100	65	157	499
11	Linea 5A	1	1	100	99	276	802
12	Linea 5A	1	1	100	98	262	797
13	Linea 5A	1	1	100	108	329	920
14	Linea 5R	1	2	200	150	606	1565
15	Linea 5R	1	1	100	75	306	787
16	Linea 5R	1	1	100	74	300	776
17	Linea 6	1	3	231	332	520	1673

Linea Trips	Nome	Modo	Numero mezzi	Capacità Totale	Passeggeri caricati	Passeggeri per chilometro (km)	Tempo complessivo a bordo (min)
18	Linea 7A	1	2	112	106	211	724
19	Linea 7A	1	1	56	56	108	366
20	Linea 7R	1	2	112	89	114	351
21	Linea 7R	1	1	56	41	48	114
22	Linea 8 A	1	3	300	258	730	2332
23	Linea 8 R	1	2	200	198	552	1522
24	Linea 9 A	1	2	154	73	122	364
25	Linea 9 A	1	1	77	5	4	14
26	Linea 9 R	1	3	231	213	508	1662
27	Linea 9 R	1	1	77	40	80	295
28	Linea 10 A	1	3	300	370	1132	2873
29	Linea 10 R	1	2	200	226	629	1449
30	Linea 11 A	1	1	100	44	79	219
31	Linea 11 R	1	1	100	83	238	685
32	Linea 13 R	1	3	165	65	102	211
33	Linea 13 R	1	1	55	38	72	157
34	Linea 13 R	1	1	55	36	77	180
35	Linea 15 AR	1	1	100	92	238	628
36	Linea 15 AR	1	1	100	77	209	603
37	Linea 17 A	1	2	200	103	286	701
38	Linea 17 R	1	3	300	248	695	1825
39	Linea 18 A	1	3	231	58	65	275
40	Linea 18 R	1	2	154	19	16	58
41	Linea 19 A	1	2	112	82	79	205
42	Linea 19 R	1	2	112	82	87	242
43	Linea 20 A	2	1	33	9	28	64
44	Linea 20 R	2	1	33	30	101	226
45	Linea 21 AR	2	1	33	35	71	136
46	Bus ch Pispini- Vignano	2	1	8	1	0	1
47	Bus ch Pispini- Mociano	2	1	8	4	15	56
48	Bus ch Vignano-Pispini	2	1	8	7	12	54
49	Bus ch Mociano-Pispini	2	1	8	7	15	64
50	Linea 26 A	2	1	33	7	9	29
51	Linea 26 A	2	1	33	9	9	51
52	Linea 26 R	2	1	33	45	101	320
53	Linea 26 R	2	1	33	26	80	219
54	Linea 26 R	2	1	33	21	34	175

Linea Trips	Nome	Modo	Numero mezzi	Capacità Totale	Passeggeri caricati	Passeggeri per chilometro (km)	Tempo complessivo a bordo (min)
55	Linea 27 A	2	2	66	78	116	357
56	Linea 27 A	2	1	33	39	88	219
57	Linea 27 R	2	1	33	19	31	85
58	Linea 27 R	2	1	33	19	31	85
59	Linea 30 A	2	2	200	21	46	87
60	Linea 30 R	2	2	200	66	229	515
61	Linea 30 R	2	1	100	37	113	303
62	Linea 30 R	2	1	100	24	96	255
63	Linea 30 R	2	1	100	24	95	221
64	Linea 31 R	2	1	100	73	413	786
65	Linea 32 A	2	1	100	3	15	18
66	Linea 32 A	2	1	100	5	6	16
67	Linea 32 R	2	1	100	99	561	1187
68	Linea 32 R	2	1	100	77	542	853
69	Linea 32 R	2	1	100	55	328	732
70	Linea 33 A	2	1	100	15	91	151
71	Linea 33 R	2	1	100	33	108	263
72	Linea 33 R	2	2	200	38	173	339
73	Linea 34 A	2	1	48	8	39	62
74	Linea 34 A	2	1	48	28	78	143
75	Linea 34 R	2	1	48	71	177	250
76	Linea 34 R	2	1	48	44	153	275
77	Linea 35 A	2	1	100	19	29	64
78	Linea 35 R	2	2	200	155	600	1425
79	Linea 36 A	2	2	200	58	203	419
80	Linea 36 R	2	1	100	77	239	450
81	Linea 36 R	2	2	200	115	361	887
82	Linea 37 A	2	1	77	19	32	69
83	Linea 37 R	2	1	77	63	186	407
84	Linea 37 R	2	1	77	68	202	403
85	Linea 51 A	1	5	165	91	118	404
86	Linea 51 R	1	5	165	21	21	68
87	Linea 52 A	1	1	39	28	48	186
88	Linea 52 A	1	4	156	113	190	697
89	Linea 52 A	1	3	117	67	79	364
90	Linea 52 R	1	1	39	36	58	161
91	Linea 52 R	1	4	156	133	217	617
92	Linea 52 R	1	2	78	31	37	155
93	Linea 53 A	1	4	156	90	105	485
94	Linea 53 R	1	4	156	63	74	309

Linea Trips	Nome	Modo	Numero mezzi	Capacità Totale	Passeggeri caricati	Passeggeri per chilometro (km)	Tempo complessivo a bordo (min)
95	Linea 54 A	1	6	198	200	369	1106
96	Linea 54 R	1	6	198	170	373	835
97	Linea 70 A	1	6	198	5	1	3
98	Linea 70 R	1	5	165	0	0	0
99	Linea 77 A	1	1	100	98	225	611
100	Linea 77 A	1	1	100	115	296	722
101	Linea 77 R	1	1	100	114	339	883
102	Linea 77 R	1	1	100	121	423	904
201	Linea 102R	3	1	100	128	371	623
202	Linea 104R	3	1	100	27	112	194
203	Linea 106A	3	1	100	35	293	510
204	Linea 106A	3	1	100	50	513	697
205	Linea 106A	3	1	100	35	324	572
206	Linea 106A	3	1	100	1	3	9
207	Linea 106R	3	2	200	42	214	419
208	Linea 106R	3	1	100	39	202	280
209	Linea 106R	3	1	100	20	97	186
210	Linea 107A	3	1	100	66	884	1096
211	Linea 107R	3	1	100	67	225	541
212	Linea 107R	3	1	100	15	44	111
213	Linea 107R	3	2	200	50	899	1120
214	Linea 107R	3	1	100	28	535	654
215	Linea 107R	3	1	100	19	147	233
216	Linea 107R	3	1	100	35	476	643
217	Linea 109R	3	1	100	53	816	1162
218	Linea 110A	3	1	100	41	121	215
219	Linea 110R	3	1	100	59	415	752
220	Linea 111A	3	1	100	0	1	2
221	Linea 111R	3	1	100	63	212	498
222	Linea 111R	3	1	100	47	158	300
223	Linea 112R	3	1	100	76	536	952
224	Linea 112R	3	1	100	43	277	421
225	Linea 112R	3	1	100	101	533	1038
226	Linea 112R	3	1	100	63	373	570
227	Linea 114A	3	1	100	122	1082	1633
228	Linea 114A	3	1	100	21	321	472
229	Linea 114R	3	1	100	86	565	1004
230	Linea 114R	3	1	100	53	492	712
231	Linea 114R	3	1	100	32	117	207
232	Linea 114R	3	1	100	73	491	880

Linea Trips	Nome	Modo	Numero mezzi	Capacità Totale	Passeggeri caricati	Passeggeri per chilometro (km)	Tempo complessivo a bordo (min)
233	Linea 116R	3	1	100	13	67	122
234	Linea 121A	3	1	100	8	22	26
235	Linea 121A	3	1	100	9	25	45
236	Linea 121R	3	1	100	1	1	2
237	Linea 122R	3	1	100	28	148	209
238	Linea 122R	3	1	100	44	115	227
239	Linea 122R	3	1	100	54	209	302
240	Linea 123A	3	1	100	2	4	5
241	Linea 123R	3	3	300	77	176	219
242	Linea 125A	3	1	100	62	538	883
243	Linea 125R	3	1	100	57	196	330
244	Linea 125R	3	1	100	149	776	1668
245	Linea 127A	3	1	100	5	13	21
246	Linea 127R	3	2	200	63	248	271
247	Linea 130A	3	2	200	39	271	399
248	Linea 130A	3	3	300	63	648	732
249	Linea 130R	3	1	100	68	266	517
250	Linea 130R	3	3	300	234	960	1030
251	Linea 130R	3	1	100	75	224	238
252	Linea 131A	3	3	300	63	648	732
253	Linea 131R	3	3	300	237	927	831
254	Linea 134A	3	1	100	24	463	813
255	Linea 134R	3	1	100	31	368	522
256	Linea 136R	3	1	100	80	254	421
257	Linea 136R	3	1	100	66	186	292
258	Linea 138R	3	1	100	78	568	747
259	Linea 139R	3	1	100	9	19	36
260	Linea 140R	3	1	100	2	5	12
301	Buonconvento- Poggibonsi	4	1	237	108	2297	2408
302	Siena- Poggibonsi	4	1	535	95	1416	1241
303	Buonconvento- Siena	4	1	355	98	2194	2195
304	Poggibonsi- Siena	4	1	219	87	1181	1437
305	Poggibonsi- Buonconvento	4	1	800	288	5058	4665
306	Poggibonsi- Siena	4	1	532	182	2589	3328
307	Siena- Sinalunga	4	1	228	78	2596	2168

Linea Trips	Nome	Modo	Numero mezzi	Capacità Totale	Passeggeri caricati	Passeggeri per chilometro (km)	Tempo complessivo a bordo (min)
308	Asciano-Siena	4	1	219	100	2791	2586
309	Sinalunga-Siena	4	1	237	152	4162	4223
Totale			267	22799	12474	66298	110812

La seguente Tabella 18 visualizza i risultati relativi al modo gomma raggruppandoli per tipologia di linea TRAIN, ordinandoli in senso decrescente di passeggeri caricati.

Tabella 18 – Risultati modo gomma raggruppati per tipologia di linea TRAIN

Linea TRAIN	Modo	Numero mezzi	Capacità Totale	Passeggeri caricati	Passeggeri per chilometro (km)	Tempo complessivo a bordo (min)
Linea 130R	3	5	500	376.4	1450	1785.1
Linea 10 A	1	3	300	369.6	1131.8	2873.4
Linea 3R	1	3	231	349.1	1234.7	2783.1
Linea 6	1	3	231	332.4	519.6	1673
Linea 5A	1	3	300	305.4	866.8	2519
Linea 5R	1	4	400	299.1	1212.2	3127.5
Linea 112R	3	4	400	282.5	1718.3	2980.9
Linea 2A	1	4	404	265.1	859.2	2039.6
Linea 8 A	1	3	300	258	730	2331.7
Linea 3A	1	2	154	253.8	659	1629.2
Linea 9 R	1	4	308	252.6	587.6	1956.2
Linea 17 R	1	3	300	247.6	694.7	1825.2
Linea 114R	3	4	400	243.9	1665.3	2802.7
Linea 131R	3	3	300	236.6	926.6	831.4
Linea 77 R	1	2	200	234.8	762.3	1786.9
Linea 32 R	2	3	300	231.4	1430.9	2772
Linea 10 R	1	2	200	225.6	629	1448.5
Linea 107R	3	7	700	214.5	2326.4	3301.8
Linea 77 A	1	2	200	213.7	521.6	1332.5
Linea 52 A	1	8	312	208.7	316.2	1247
Linea 125R	3	2	200	205.4	971.7	1998.1
Linea 52 R	1	7	273	199.6	311.2	932.8
Linea 54 A	1	6	198	199.6	368.9	1105.5
Linea 8 R	1	2	200	198.3	552	1521.6
Linea 36 R	2	3	300	192.3	599.7	1336.1
Linea 54 R	1	6	198	169.8	372.8	834.5

Linea TRAIN	Modo	Numero mezzi	Capacità Totale	Passeggeri caricati	Passeggeri per chilometro (km)	Tempo complessivo a bordo (min)
Linea 15 AR	1	2	200	169.1	447.4	1231.4
Linea 7A	1	3	168	162	318.8	1089.9
Linea 1A	1	3	231	159.6	408.9	1406.6
Linea 35 R	2	2	200	155.1	600	1424.5
Linea 30 R	2	5	500	151.1	533	1294
Linea 136R	3	2	200	146.6	439.7	712.7
Linea 114A	3	2	200	143.2	1403.2	2104.3
Linea 13 R	1	5	275	139.4	251.1	548.6
Linea 37 R	2	2	154	131.5	387.9	809.7
Linea 7R	1	3	168	130.7	161.9	465.3
Linea 102R	3	1	100	128.3	370.7	623.2
Linea 122R	3	3	300	126	472.5	737.3
Linea 106A	3	4	400	120.3	1132.5	1788.3
Linea 27 A	2	3	99	116.6	203.7	576.3
Linea 34 R	2	2	96	114.9	330.2	525.1
Linea 2R	1	3	303	110.5	489.5	947.6
Linea 111R	3	2	200	109.5	369.3	797.3
Linea 17 A	1	2	200	103.2	285.6	700.8
Linea 130A	3	5	500	102.7	918.7	1130.8
Linea 106R	3	4	400	100	512.6	884.4
Linea 26 R	2	3	99	92.2	215	714.4
Linea 51 A	1	5	165	91.1	117.7	404.1
Linea 53 A	1	4	156	89.9	104.9	484.7
Linea 11 R	1	1	100	83.4	237.7	684.5
Linea 19 A	1	2	112	81.9	78.8	204.5
Linea 19 R	1	2	112	81.7	87.3	242.1
Linea 9 A	1	3	231	78.1	125.7	377.5
Linea 138R	3	1	100	77.6	567.9	746.9
Linea 123R	3	3	300	77.2	176.3	218.5
Linea 31 R	2	1	100	73.4	412.6	786.2
Linea 33 R	2	3	300	71.2	280.7	601.9
Linea 107A	3	1	100	65.9	883.7	1096.4
Linea 4R	1	1	100	65.2	157.3	499.4
Linea 131A	3	3	300	63.3	647.6	732.2
Linea 127R	3	2	200	62.8	247.8	271.1
Linea 53 R	1	4	156	62.6	73.7	309.2
Linea 125A	3	1	100	61.6	537.5	883.4
Linea 110R	3	1	100	59.1	415.3	751.6
Linea 36 A	2	2	200	57.6	202.5	418.6
Linea 18 A	1	3	231	57.5	65.1	274.6

Linea TRAIN	Modo	Numero mezzi	Capacità Totale	Passeggeri caricati	Passeggeri per chilometro (km)	Tempo complessivo a bordo (min)
Linea 109R	3	1	100	53.2	815.6	1161.8
Linea 4A	1	1	100	45.3	80.8	223
Linea 11 A	1	1	100	43.7	78.9	219.4
Linea 110A	3	1	100	41.1	120.8	214.7
Linea 27 R	2	2	66	38.2	61.9	170.6
Linea 34 A	2	2	96	35.7	116.2	204.9
Linea 21 AR	2	1	33	34.7	70.9	135.9
Linea 134R	3	1	100	30.6	367.7	521.7
Linea 20 R	2	1	33	30.1	100.8	225.5
Linea 104R	3	1	100	27.2	111.5	194.3
Linea 134A	3	1	100	24.3	462.7	812.6
Linea 1R	1	2	154	23.7	34.6	79.4
Linea 30 A	2	2	200	20.9	45.8	87.2
Linea 51 R	1	5	165	20.9	21.1	67.9
Linea 37 A	2	1	77	18.9	32.1	69.1
Linea 18 R	1	2	154	18.7	15.6	57.7
Linea 35 A	2	1	100	18.6	28.9	64
Linea 121A	3	2	200	17.7	47.2	70.9
Linea 26 A	2	2	66	15.9	17.7	79.7
Linea 33 A	2	1	100	14.9	90.5	150.7
Linea 116R	3	1	100	12.7	67.2	121.7
Linea 139R	3	1	100	9.3	18.6	36.1
Linea 20 A	2	1	33	9.2	27.8	64
Linea 32 A	2	2	200	7.9	20.6	34.3
Bus ch Mociano-Pispini	2	1	8	7.1	15.4	64.2
Bus ch Vignano-Pispini	2	1	8	6.5	12.4	54.1
Linea 70 A	1	6	198	5.2	1.2	3
Linea 127A	3	1	100	4.6	12.9	20.8
Bus ch Pispini-Mociano	2	1	8	4.4	15.3	56.3
Linea 123A	3	1	100	1.6	3.7	5.3
Linea 140R	3	1	100	1.5	5	11.8
Linea 121R	3	1	100	1.2	0.7	1.5
Bus ch Pispini-Vignano	2	1	8	0.6	0.2	0.7
Linea 111A	3	1	100	0.3	0.6	1.7
Linea 70 R	1	5	165	0.1	0	0.1
Totale Gomma		258	19437	11286	42013.7	86561.8

Dalla lettura della tabella si può osservare come le linee più utilizzate siano la 130R, 10A, 3R, 6 e 5A, che presentano tutte carichi superiori a 300.

Figura 11 – Passeggeri caricati – Area SMaS (ora di punta antimeridiana)

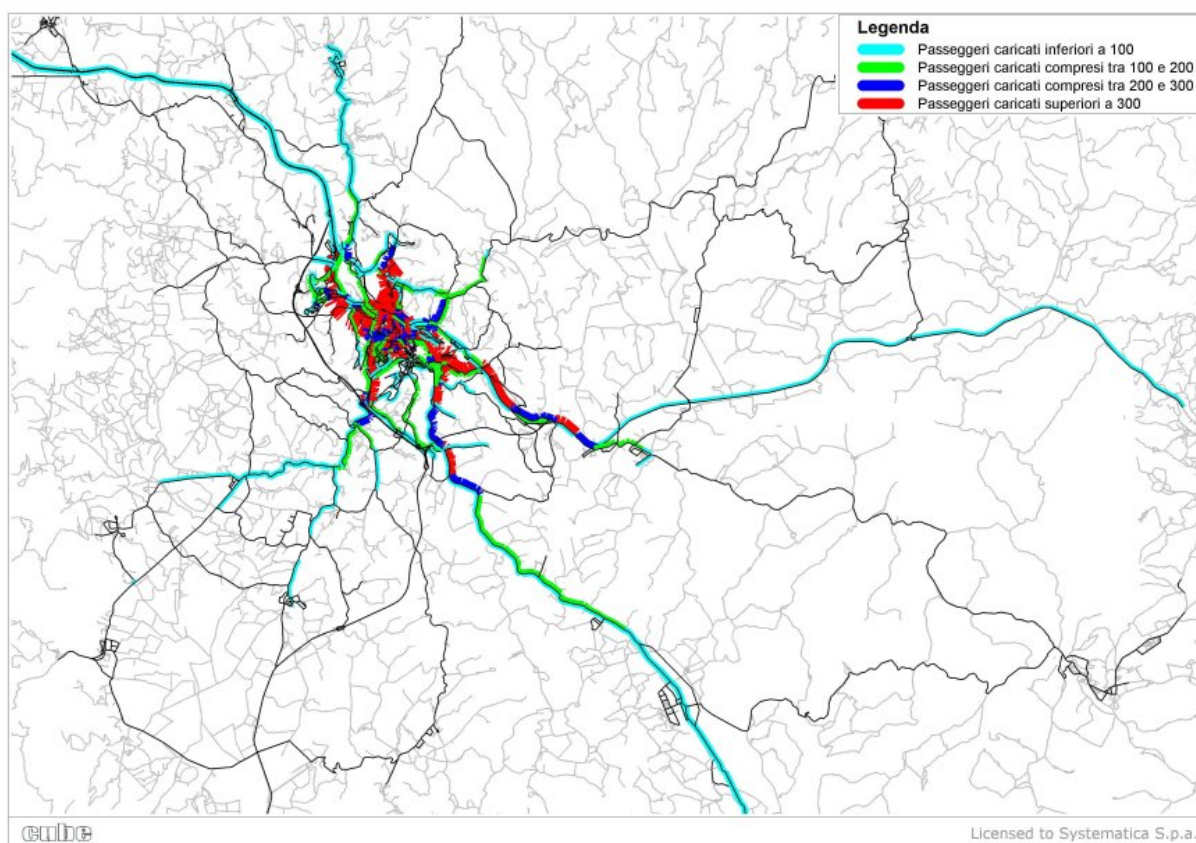


Figura 12 – Passeggeri caricati – Comune di Siena (ora di punta antimeridiana)

