COMUNE DI FIRENZE

Studio trasportistico per l'ampliamento del sistema di trasporto metropolitano Fiorentino.

DEFINIZIONE DEL BACINO DI UTENZA

Per determinare l'utenza pubblica dei nuovi sistemi di trasporto, è stato utilizzato il modello di assegnazione multimodale Visum attualmente in uso dalla Direzione delle Nuove Infrastrutture e mobilità del comune di Firenze. Per la stima dell'utenza potenziale proveniente dalla mobilità privata, è stata utilizzata la matrice O/D privata implementata nel modello Visum. In particolare sono state considerate le O/D degli spostamenti privati che hanno origine o destinazione ad una distanza pedonale dalle fermate di progetto.

Per calcolare la quota parte degli spostamenti che provengono dal mezzo privato, è stata utilizzata la percentuale che deriva da uno studio effettuato dall'Amministrazione Comunale sui passeggeri della linea 1.

MODELLO DI SIMULAZIONE

Per determinare l'utenza pubblica, è stato utilizzato il modello Visum, in particolare lo scenario di riferimento è stato lo scenario 3. In questo scenario sono state definite le tre reti tramviarie (T1, T2, T3) e la riorganizzazione del Tpl del lotto metropolitano.

Nei capitoli che seguono vengono descritte le principali attività svolte per implementare, calibrare e validare il modello di assegnazione. Per ulteriori approfondimenti, si rimanda alla relazione redatta da TPS.

Offerta di trasporto

L'implementazione del modello di offerta di trasporto privato e pubblico è avvenuta secondo le fasi e i criteri di codifica di seguito descritti.

Il grafo di base per il modello è quello utilizzato per la ricostruzione del modello di offerta del Trasporto Pubblico basato sul grafo regionale aggiornato da ATAF. Tale grafo, ai fini dell'assegnazione del traffico privato, è stato trasformato in rete classificando gli archi ed i nodi sulla base della tipizzazione degli archi e dei nodi utilizzata nel modello USSMAF. Dello stesso sono anche state utilizzate le funzioni di costo e le procedure di assegnazione.

Il grafo ATAF contenuto negli shape files risulta molto dettagliato, soprattutto a livello urbano (comprendono tutte le strade, comprese quelle private e quelle a valenza esclusivamente locale,

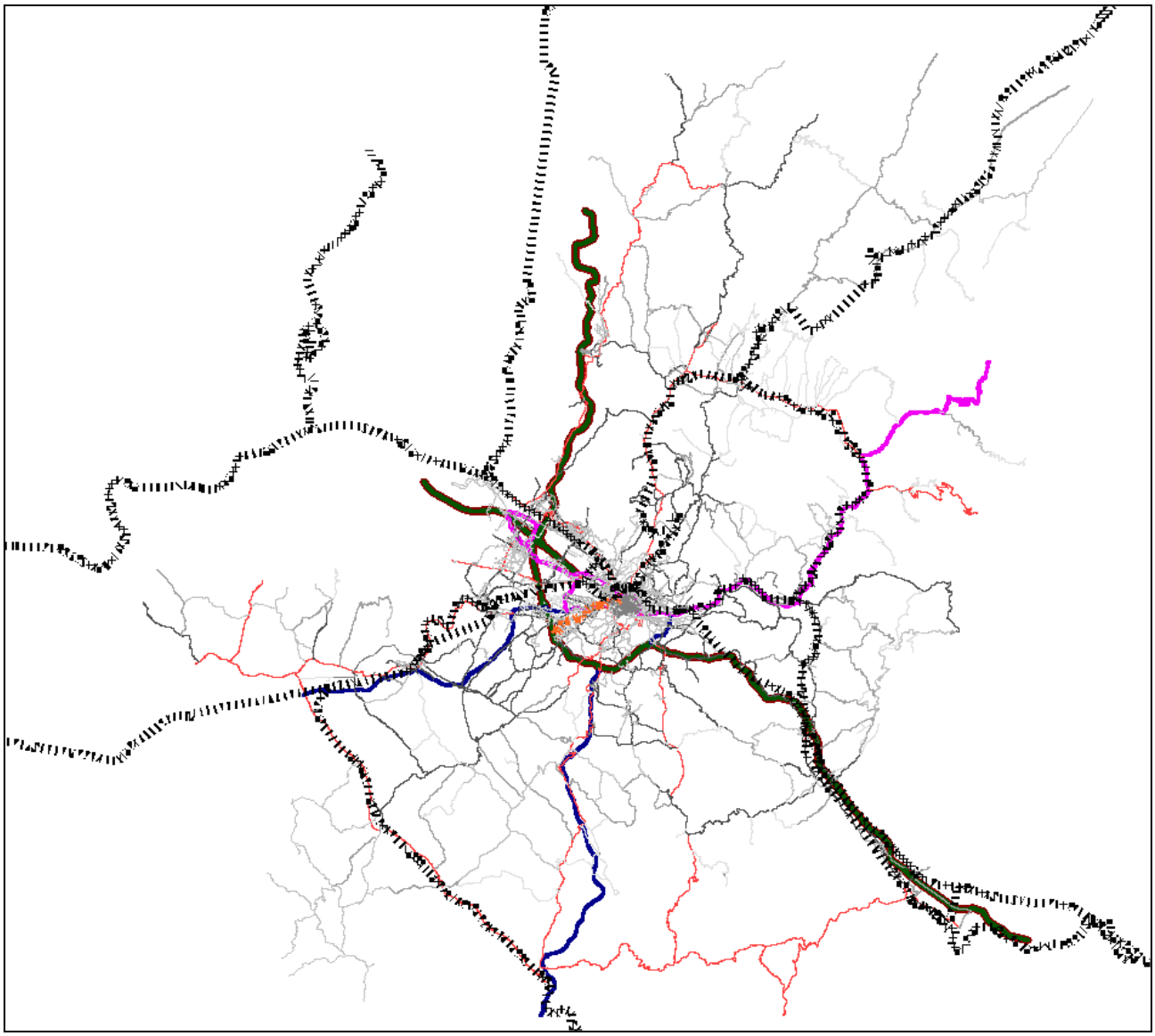
nonché i percorsi pedonali e le ZTL), ma il modello è stato ad oggi calibrato con riferimento alla sola "rete principale" al fine di trovare un giusto equilibrio con il livello di dettaglio della zonizzazione, che sarà descritta in seguito. Ogni arco della rete principale è stato tipizzato in base alla classifica tecnico-funzionale, ovvero in funzione del livello amministrativo e delle caratteristiche funzionali (velocità, capacità, curva di deflusso). La tipizzazione è avvenuta in più "fasi" cioè in maniera iterativa tra progressivi aggiustamenti del grafo e assegnazioni delle matrici elaborate fino a giungere alla vera e propria calibrazione del modello mediante l'uso delle sezioni di rilievo come sarà descritto in seguito.

Offerta di trasporto privato

Il modello di simulazione del traffico è stato implementato in ambiente VISUM, con riferimento all'offerta di trasporto stradale e alla domanda di veicoli leggeri dell'ora di punta del mattino di un giorno feriale tipo.

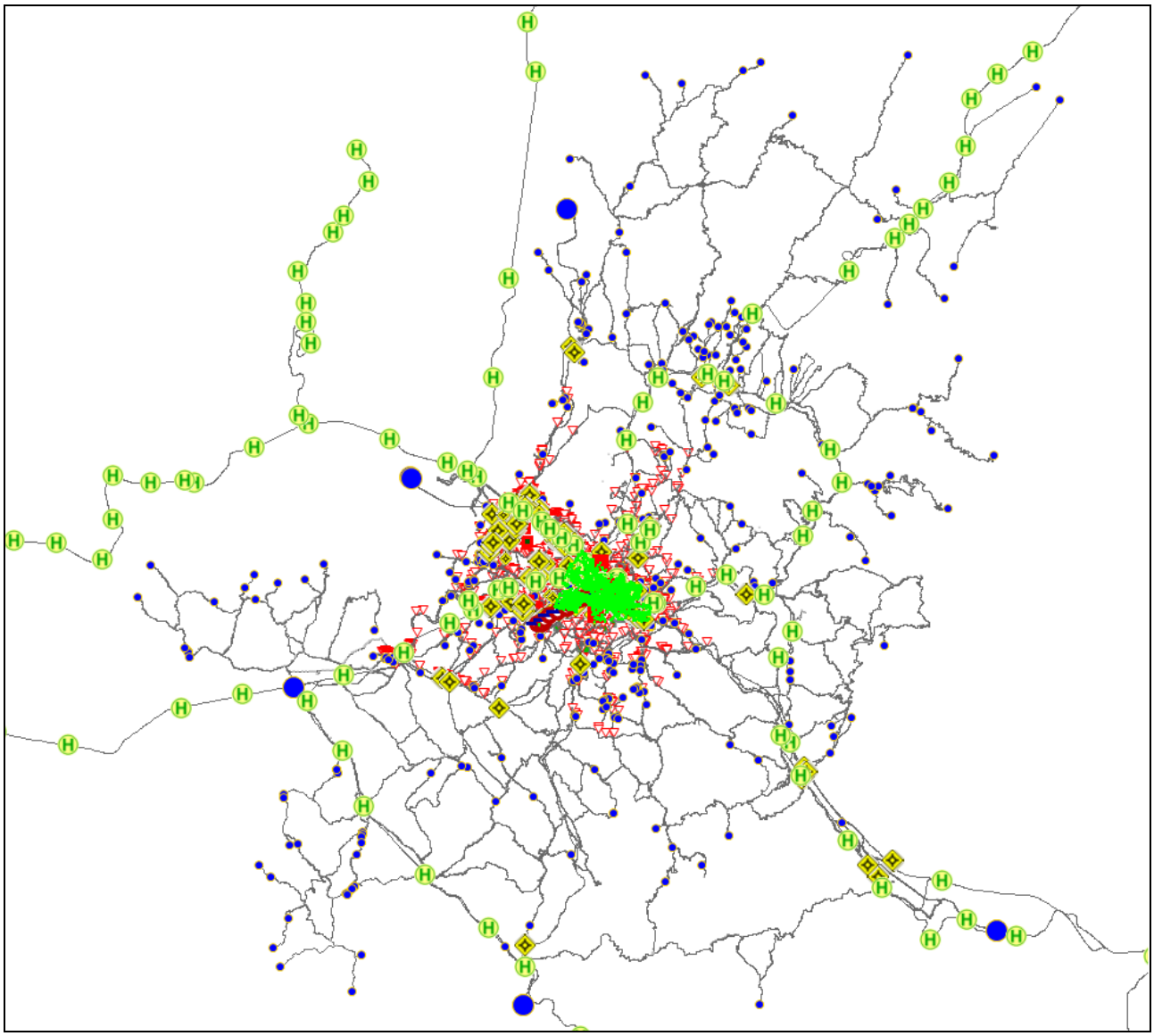
Il grafo di base per il modello è quello utilizzato per la ricostruzione del modello di offerta del Trasporto Pubblico basato sul grafo regionale aggiornato da ATAF. Tale grafo, ai fini dell'assegnazione del traffico privato, è stato trasformato in rete classificando gli archi ed i nodi sulla base della tipizzazione degli archi e dei nodi utilizzata nel modello USSMAF. Dello stesso sono anche state utilizzate le funzioni di costo e le procedure di assegnazione.

La seguente immagine mostra la classifica funzionale del grafo messo a punto per l'intero territorio provinciale:



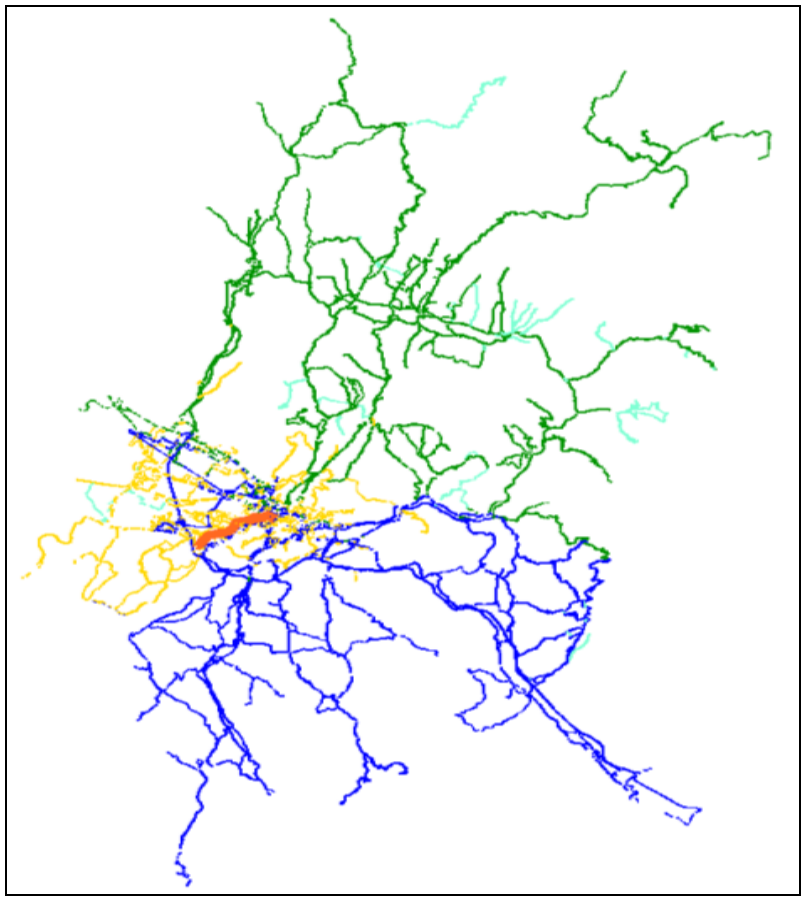
Analogamente a quanto fatto per gli archi, anche i nodi sono stati tipizzati riprendendo dal grafo USSMAF (per la porzione comune) gli attributi. Sono inoltre stati inseriti nuovi tipi relativi a nodi isolati in corrispondenza delle scuole, fermate della tranvia, fermate ferroviarie, nodi ferroviari e nodi di interscambio.

La figura che segue, illustra la tipizzazione dei nodi per l'intera rete provinciale:



Offerta di trasporto pubblico

Per lo scenario attuale sono state modellizzate tutte le linee di TPL attuali (sia su gomma che su ferro). In particolare sono state implementate le singole corse delle linee, ed essendo il periodo di assegnazione la fascia oraria 7.30 - 8.30, sono state considerate valide per l'assegnazione le corse con partenze tra le 7.15 - 8.30 o con arrivo tra le 7.30 - 8.45, ampliando di mezz'ora l'intervallo per tener conto del tempo di corsa dell'extraurbano. Nella figura che segue viene riportata la schematizzazione dell'offerta pubblica.



Rete di trasporto

Il grafo costruito come descritto nei punti precedenti, è stato trasformato in rete tramite l'applicazione sugli archi di curve di deflusso desunte dal modello USSMAF, e la definizione della funzione di costo generalizzato adottata per la ricerca del percorso migliore.

La funzione di impedenza utilizzata per la ricerca del percorso migliore (costo generalizzato di trasporto) tiene conto di:

- tempo di percorrenza espresso in secondi;
- costo del pedaggio autostradale e della sosta espresso in;
- costo d'esercizio legato alla lunghezza percorsa.

NUMERO TIPO	CURVE DI DEFLUSSO E RELATIVI PARAMETRI
0	Costante
1	BPR (0.73 2.58 1.00)
2	BPR (0.72 2.11 1.00)
3	BPR (0.48 3.17 1.00)
4	BPR (0.48 3.17 1.00)
5	BPR (0.48 3.17 1.00)
6	BPR (0.73 2.58 1.00)
7	BPR (0.72 2.11 1.00)
8	BPR (0.48 3.17 1.00)
9	BPR (0.48 3.17 1.00)
10	BPR (0.48 3.17 1.00)
11	BPR (0.48 3.17 1.00)
12	BPR (0.72 2.11 1.00)
13	BPR (0.70 2.58 1.00)
14	BPR (1.07 2.37 1.00)
15	Costante
16	BPR (0.55 2.69 1.00)
17	BPR (0.72 2.11 1.00)
18	BPR (0.70 2.58 1.00)
19	BPR (1.09 2.01 1.00)
20	BPR (0.72 2.11 1.00)
21	BPR (0.48 3.17 1.00)
22	BPR (0.72 2.11 1.00)
23	BPR (0.64 2.06 1.00)
24	BPR (1.09 2.01 1.00)
25	Costante
26	BPR (0.48 3.17 1.00)
27	BPR (0.72 2.11 1.00)
28	Akcelik (1.00 0.40 1.00 1200.00)
29	Akcelik (1.00 0.40 1.00 1200.00)
30	BPR (0.72 2.11 1.00)
31	BPR (0.48 3.17 1.00)
32	BPR (0.72 2.11 1.00)
33	BPR (1.09 2.01 1.00)
34	BPR (0.72 2.11 1.00)
35	Costante
36	BPR (0.48 3.17 1.00)
37	BPR (0.72 2.11 1.00)
38	Akcelik (1.00 0.60 1.00 1050.00)
39	Akcelik (1.00 0.60 1.00 1050.00)
40	BPR (0.72 2.11 1.00)
41	BPR (0.48 3.17 1.00)
42	BPR (0.72 2.11 1.00)
43	BPR (0.72 2.11 1.00)
44	BPR (0.72 2.11 1.00)
45	Costante
46	BPR (0.48 3.17 1.00)
47	BPR (0.72 2.11 1.00)
48	Akcelik (1.00 0.80 1.00 900.00)
49	Akcelik (1.00 0.80 1.00 900.00)
50	BPR (0.72 2.11 1.00)
51	BPR (0.48 3.17 1.00)
52	BPR (0.48 3.17 1.00)
53	BPR (0.72 2.11 1.00)

NUMERO TIPO	CURVE DI DEFLUSSO E RELATIVI PARAMETRI
54	BPR (0.72 2.11 1.00)
55	Costante
56	BPR (0.48 3.17 1.00)
57	Costante
58	Akcelik (1.00 1.20 1.00 750.00)
59	Akcelik (1.00 1.20 1.00 750.00)
60	BPR (0.72 2.11 1.00)
61	BPR (0.48 3.17 1.00)
62	BPR (0.48 3.17 1.00)
63	BPR (0.48 3.17 1.00)
64	BPR (0.48 3.17 1.00)
65	BPR (0.48 3.17 1.00)
66	BPR (0.48 3.17 1.00)
67	Costante
68	Costante
69	Akcelik (1.00 1.60 1.00 600.00)
70	BPR (0.72 2.11 1.00)
71	BPR (0.48 3.17 1.00)
72	Costante
73	BPR (0.48 3.17 1.00)
74	BPR (0.72 2.11 1.00)
75	BPR (0.48 3.17 1.00)
76	BPR (0.48 3.17 1.00)
77	Costante
78	BPR (0.48 3.17 1.00)
79	Akcelik (1.00 1.60 1.00 600.00)
80	BPR (1.09 2.01 1.00)
81	Costante
82	Costante
83	Costante
84	Costante
85	Costante
86	BPR (1.09 2.01 1.00)
87	BPR3 (2.00 10.00 1.00 100.00)
88	BPR3 (2.00 10.00 1.00 100.00)
89	Costante
90	Costante
91	Costante
92	Costante
93	Costante
94	Costante
95	Costante
96	Costante
97	Costante
98	Costante
99	Costante

Domanda di mobilità

In questo capitolo viene illustrata la metodologia che è stata utilizzata per aggiornare le metrici O/D pubblica e privata.

Trasporto privato

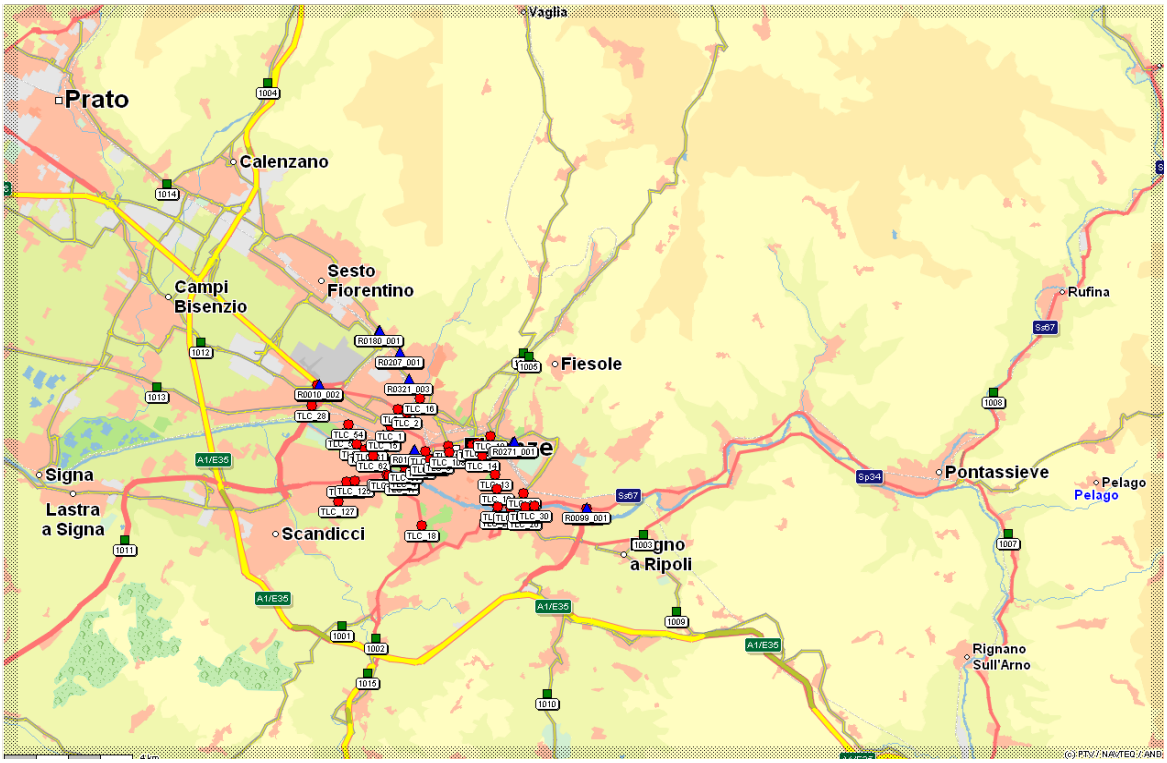
L'aggiornamento della matrice del trasporto privato è stato effettuato sulla base dei dati di traffico disponibili, integrati con conteggi ad hoc svolti da TPS e dal supporto del Comune per la decodifica Nella tabella e nelle figure seguenti si riporta l'elenco e la localizzazione delle sezioni, con il dettaglio della fonte dei dati che verranno utilizzati.

Tabella 1 Elenco sezioni di rilievo utilizzate per la calibrazione del modello

ID	Strada	Tecnologia	Competenza
1001	Strada Provinciale Valterrana	NC-97/RADAR	TPS
1002	Via Cassia	NC-97/RADAR	TPS
1003	Via del Padule	NC-97/RADAR	TPS
1004	Strada Miltare per Barberino	NC-97/RADAR	TPS
1005	Via Faentina	NC-97/RADAR	TPS
1006	Via Bolognese Nuova	NC-97/RADAR	TPS
1007	Strada Regionale di Val D'Arno	NC-97/RADAR	TPS
1008	Strada Statale Tosco-Romagnola	NC-97/RADAR	TPS
1009	Strada Provinciale Aretina per San Donato	NC-97/RADAR	TPS
1010	Via Chiantigiana	NC-97/RADAR	TPS
1011	Via Valle	NC-97/RADAR	TPS
1012	Strada Provinciale Lucchese per Prato	NC-97/RADAR	TPS
1013	Strada Regionale Pistoiese	NC-97/RADAR	TPS
1014	Via Firenze	NC-97/RADAR	TPS
1015	Superstrada Firenze-Siena	NC-97/RADAR	TPS
TLC_1	V.le Redi - Via Di Novoli	Telecamera	Comune di Firenze
TLC_2	Via Mariti - Via Ponte di Mezzo	Telecamera	Comune di Firenze
TLC_3	Viale Rosselli - Via della Scala	Telecamera	Comune di Firenze
TLC_4	V.le Rosselli - P.zza Veneto	Telecamera	Comune di Firenze
TLC_5	V.le Strozzi - Via Valfonda	Telecamera	Comune di Firenze
TLC_6	P.zza Libert... - V.le Lavagnini	Telecamera	Comune di Firenze
TLC_7	P.zza Libert... - V.le Don Minzoni	Telecamera	Comune di Firenze
TLC_8	V.le Milton - V.le Strozzi	Telecamera	Comune di Firenze
TLC_10	Piazza delle Cure - Cavalcavia	Telecamera	Comune di Firenze
TLC_11	V.le Guidoni - Via Forlanini	Telecamera	Comune di Firenze
TLC_12	V.le Belfiore - V.le Redi	Telecamera	Comune di Firenze
TLC_13	V.le Gramsci - V.le Segni	Telecamera	Comune di Firenze
TLC_14	V.le Matteotti - P.zza I.del Lungo	Telecamera	Comune di Firenze
TLC_15	P.zza Puccini - Viale Redi	Telecamera	Comune di Firenze
TLC_16	Piazza Dalmazia	Telecamera	Comune di Firenze
TLC_17	Piazza Gaddi	Telecamera	Comune di Firenze

ID	Strada	Tecnologia	Competenza
TLC_18	Piazza Porta Romana	Telecamera	Comune di Firenze
TLC_19	Piazza Beccaria	Telecamera	Comune di Firenze
TLC_20	P.zza Ferrucci - Ponte S.Niccol•	Telecamera	Comune di Firenze
TLC_22	Piazza Alberti	Telecamera	Comune di Firenze
TLC_23	L.no Colombo - Via Piagentina	Telecamera	Comune di Firenze
TLC_24	L.no Colombo - Ponte Verrazzano	Telecamera	Comune di Firenze
TLC_25	L.no Dalla Chiesa - L.no M.Polo	Telecamera	Comune di Firenze
TLC_26	Piazza Ravenna	Telecamera	Comune di Firenze
TLC_28	Via Pistoiese - Ponte Indiano	Telecamera	Comune di Firenze
TLC_30	L.no Colombo - V.Bella Riva	Telecamera	Comune di Firenze
TLC_31	V.le Amendola - Ponte S.Niccol•	Telecamera	Comune di Firenze
TLC_54	Viale del Pegaso - Tel.Fissa	Telecamera	Comune di Firenze
TLC_55	V.le Pegaso - Via Aeronautica	Telecamera	Comune di Firenze
TLC_57	V.le Aeronautica - Dir.Ambiente	Telecamera	Comune di Firenze
TLC_60	Piazzale delle Cascine	Telecamera	Comune di Firenze
TLC_61	Via delle Cascine - tel. Fissa	Telecamera	Comune di Firenze
TLC_62	V.le Olmi - V.le Galoppo	Telecamera	Comune di Firenze
TLC_68	Via del Fosso Macinante (Fissa)	Telecamera	Comune di Firenze
TLC_69	Via del Fosso Macinante	Telecamera	Comune di Firenze
TLC_70	Autostrada A11 - Aeroporto	Telecamera	Comune di Firenze
TLC_108	Viale Strozzi - Viale Lavagnini	Telecamera	Comune di Firenze
TLC_109	Rosselli - Alamanni	Telecamera	Comune di Firenze
TLC_123	Piazza Paolo Uccello	Telecamera	Comune di Firenze
TLC_124	Via del Sansovino	Telecamera	Comune di Firenze
TLC_125	Viale Etruria	Telecamera	Comune di Firenze
TLC_126	Viale Etruria-Via Giovan Battista Foggini	Telecamera	Comune di Firenze
TLC_127	Via Pietro Nenni-Via degli Arcipressi	Telecamera	Comune di Firenze
R0010_002	Viale Luder 1ø corsia	Spire	Comune di Firenze
R0010_003	Viale Luder 2ø corsia	Spire	Comune di Firenze
R0099_001	Via Generale Dalla Chiesa	Spire	Comune di Firenze
R0146_001	Via Benedetto Marcello	Spire	Comune di Firenze
R0146_002	Via Benedetto Marcello	Spire	Comune di Firenze
R0271_001	Viale Volta	Spire	Comune di Firenze
R0271_002	Viale Volta	Spire	Comune di Firenze
R0180_001	Via Sestese	Spire	Comune di Firenze
R0180_002	Via Sestese	Spire	Comune di Firenze
R0207_001	Via Sestese	Spire	Comune di Firenze
R0207_002	Via Sestese	Spire	Comune di Firenze
R0321_003	Via Reginaldo Giuliani	Spire	Comune di Firenze
Securtraf_16	SR 66	RADAR	Provincia Firenze
Securtraf_17	SP 5	RADAR	Provincia Firenze
Securtraf_19	SP 8	RADAR	Provincia Firenze
Securtraf_23	SP 131	RADAR	Provincia Firenze
Securtraf_24	SP 131	RADAR	Provincia Firenze
Securtraf_26	SR 65	RADAR	Provincia Firenze
Securtraf_28	SR 65	RADAR	Provincia Firenze
Securtraf_29	SP 551	RADAR	Provincia Firenze

ID	Strada	Tecnologia	Competenza
Securtraf_31	SP 97	RADAR	Provincia Firenze
Securtraf_32	SR 302	RADAR	Provincia Firenze
Securtraf_36	SR 302	RADAR	Provincia Firenze
Securtraf_41	SR 65	RADAR	Provincia Firenze



Localizzazione delle sezioni di rilievo dettaglio ambito urbano

Localizzazione delle sezioni di rilievo dettaglio extraurbano

Trasporto pubblico

Per l'aggiornamento dei dati di domanda del trasporto pubblico, le matrici sono state ricalibrate a partire dai saliti/discesi alle fermate aggregati sulla base della zonizzazione scelta per il modello, al fine di determinare i nuovi marginali di matrice e di conseguenza stimare la nuova matrice di domanda.

Per la determinazione dei saliti e discesi alle fermate verranno utilizzate tutte le fonti dati disponibili più aggiornate:

- Indagini Pragma 2010 per il lotto metropolitano;
- Indagini saliti/discesi 2011 per il lotto extraurbano dopo validazione dei dati forniti in data 08/02/2011 alla Provincia di Firenze.

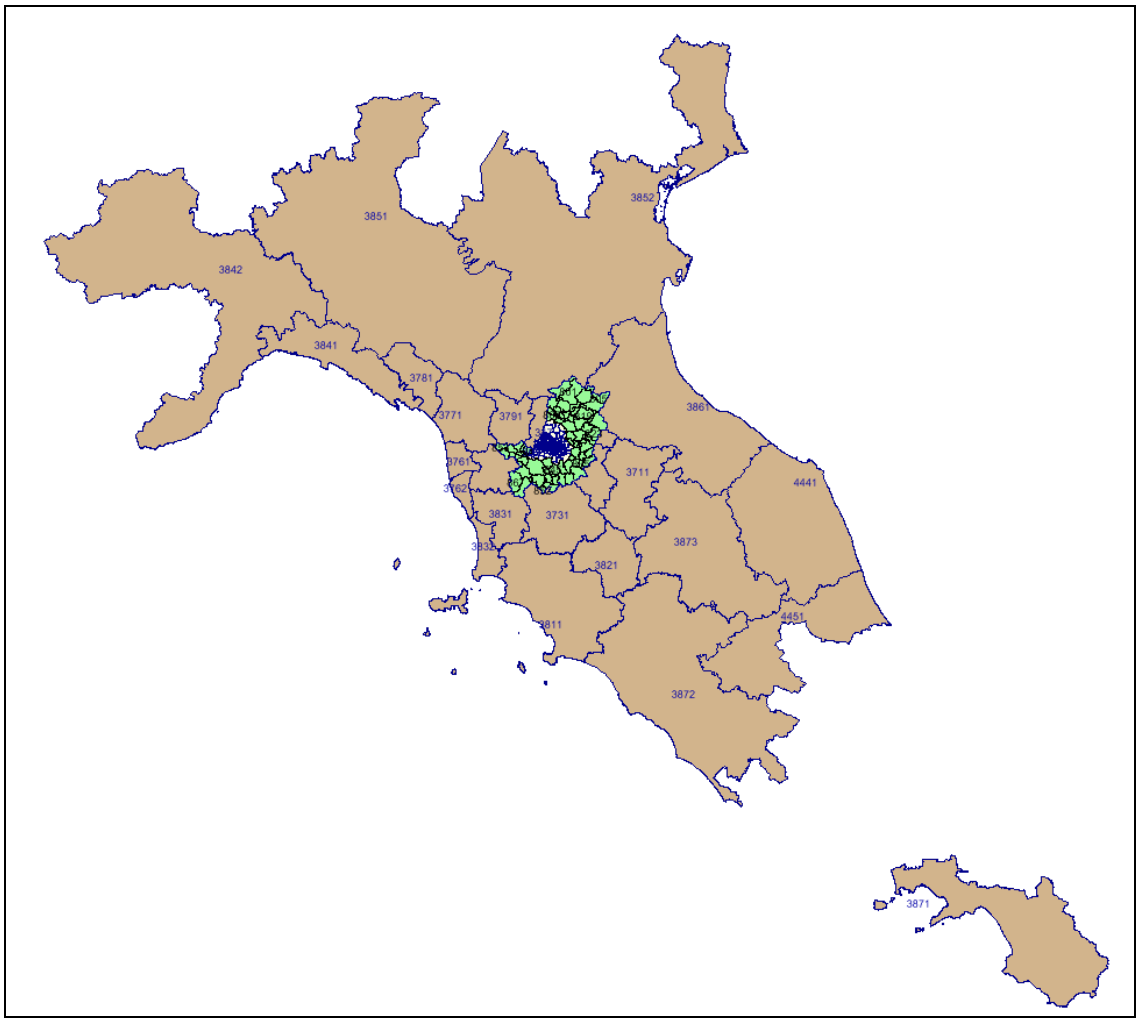
Per la domanda ferroviaria sono stati utilizzati i dati relativi ai volumi di arco utilizzati come valori di controllo nel modello USSMAF.

Zonizzazione

La zonizzazione utilizzata per l'assegnazione, prevede:

- per l'area metropolitana zone USSMAF coincidenti con le zone del Piano di Bacino (zone dalla 1 alla 367);
- per la provincia zone del Piano di Bacino (zone dalla 801 alla 876);
- per l'esterno zone derivanti dall'intersezione due zonizzazioni (zone dalla 3000 alla 7000).

Nella figura che segue viene riportata la zonizzazione adottata per l'intera area di studio:



-in giallo chiaro sono rappresentate le zone dell'area metropolitana, dalla (1 alla 367);
-in verde chiaro sono rappresentate le zone della provincia, dalla (801 alla 872);
-in marrone chiaro sono rappresentate le zone "esterne", dalla (3691 alla 4451).

INTERAZIONE DOMANDA/OFFERTA DI TRASPORTO

Assegnazione del trasporto privato

Il metodo di assegnazione scelto è stato quello di assegnazione all'equilibrio. Questa procedura segue il principio di ottimo per l'utente (1° Principio di Wardrop). Per tutte le relazioni (dalla zona i-esima alla zona j-esima) tutti gli itinerari alternativi trovati nell'assegnazione saranno equivalenti, a meno di un delta relativo dello 0,01% o di un delta assoluto di 1 secondo.

La soluzione iniziale utilizzata per il calcolo dell'equilibrio è il risultato di una assegnazione incrementale a 12 passi, con assegnazione di quote matriciali via via decrescenti (30, 20, 10,… 1%). Ad ogni passo iterativo della verifica di equilibrio vengono posti a confronto tutti gli itinerari utilizzati su una specifica relazione e vengono ricercati eventuali nuovi percorsi caratterizzati da una minore impedenza. Ad ogni verifica positiva vengono trasferiti veicoli da un itinerario all'altro.

Tale confronto e ricerca viene effettuata per tutte le relazioni delle matrici di domanda diverse da zero. L'equilibrio della rete viene raggiunto quando il trasferimento dei veicoli da un itinerario all'altro non produce ottimizzazioni significative (relative o assolute), cioè non viene trovato nessun nuovo itinerario con impedenza minore, oppure al raggiungimento di un numero massimo di iterazioni.

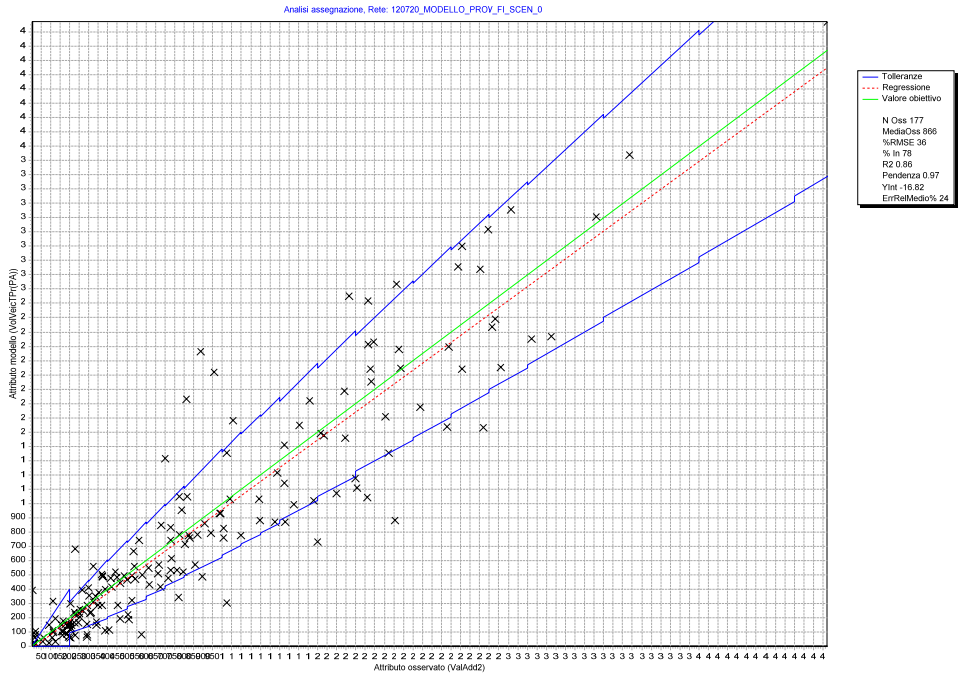
Assegnazione del trasporto pubblico

Il modello di simulazione del trasporto pubblico locale è stato implementato in ambiente VISUM utilizzando, per quanto riguarda il grafo e la zonizzazione, il modello di simulazione del trasporto privato. La rete stradale urbana, ed in generale quella in prossimità delle fermate, è attiva alla modalità pedonale, in tal modo gli utenti possono accedere alla al sistema di trasporto pubblico non solo dalle fermate ma anche attraverso la rete stradale. Per quanto riguarda l'assegnazione della matrice con il software VISUM sono possibili, per il trasporto pubblico due tipi di assegnazioni: basata sugli orari o basata sulle frequenze. Nella prima si ipotizza che l'utente scelga le corse e quindi effettui il proprio spostamento in funzione delle reali coincidenze fra le corse stesse: l'utente non si reca casualmente alla fermata ma si reca esattamente per prendere quella determinata corsa e sapendo esattamente quali coincidenze ci saranno in caso di trasbordo con altre corse. Questo tipo di assegnazione, perciò, simula correttamente il comportamento degli utenti in sistemi a bassa frequenza (sistemi extraurbani, sistemi ferroviari ecc.). L'assegnazione basata sulle frequenze, invece, ipotizza che l'utente effettui il proprio spostamento senza sapere a priori quali corse utilizzerà: si reca alla stazione/fermata casualmente, conoscendo la frequenza media di passaggio della linea e utilizzerà la prima corsa utile che passa per la stessa. In questo caso l'utente non conosce esattamente le corse che utilizzerà e anche gli eventuali trasbordi non saranno perfettamente pianificati; in conclusione, l'utente non conosce gli orari precisi di passaggio delle corse, conosce solamente le frequenze medie della linea. Questo tipo di assegnazione simula correttamente il comportamento degli utenti in sistemi ad alte frequenze (sistemi urbani, cadenzamento inferiore ai 15 minuti). Il modello di assegnazione del trasporto pubblico utilizzato è l'assegnazione a frequenza. La domanda è stata assegnata utilizzando una distribuzione temporale impostata nel modello la quale fa sì che la matrice venga assegnata per il 28% nei primi 15', il 26% nei secondi 15', il 24% nei successivi 15' ed il 22% nell'ultima frazione, come desunto dall'andamento dei rilievi (considerando il pendolarismo scolare e pendolare, che da origine alla fascia più carica dell'ora di punta).

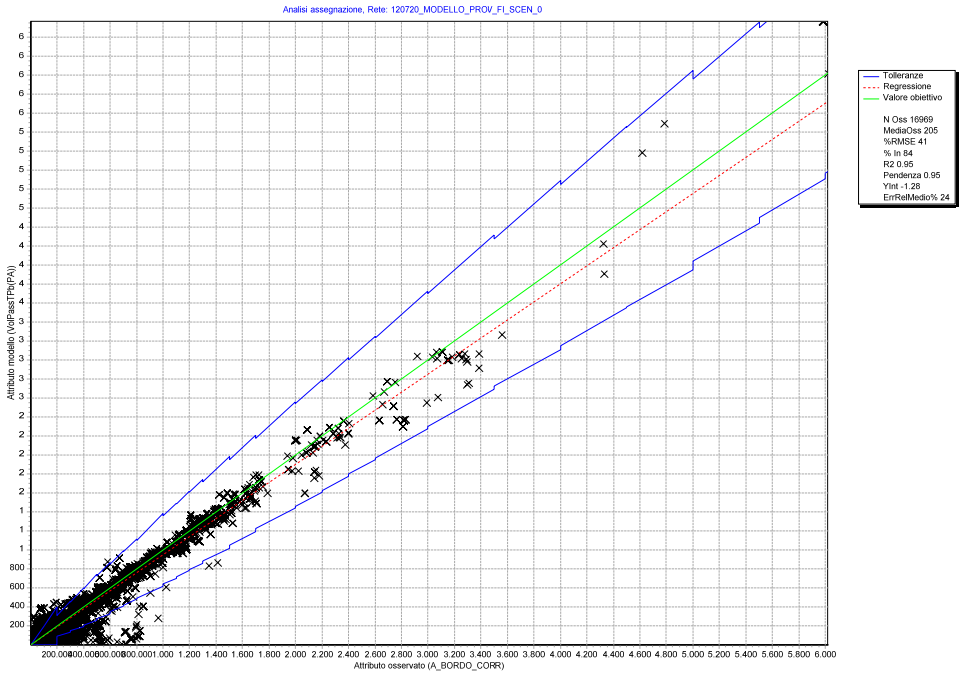
Calibrazione del modello

La calibrazione del modello è stata effettuata comparando i dati simulati con i dati rilevati.

Per il trasporto privato, la correlazione lineare tra i valori osservati e stimati è pari a 0.86 (v. figura che segue):



Mentre per il trasporto pubblico, la correlazione tra i valori osservati e stimati è pari a 0.996 (v. figura che segue):



SCENARI DI PROGETTO

Sono stati ipotizzati 4 scenari di progetto. I tracciati e l'ubicazione delle fermate sono indicativi e necessiteranno di ulteriori approfondimenti per la definizione ottimale del tracciato definitivo.
Gli scenari che sono stati simulati nel modello Visum sono i seguenti:

SCENARIO 1

Estensione verso Sesto Fiorentino

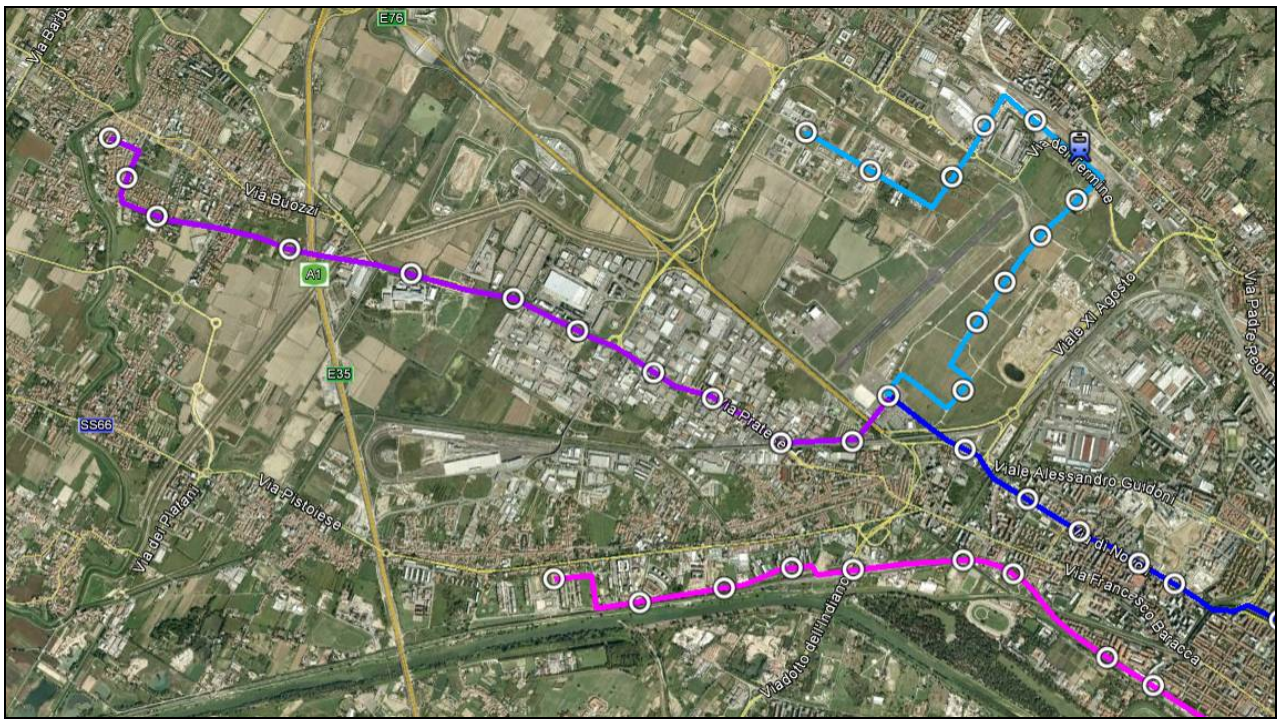
L'obiettivo dell'estensione del servizio di trasporto metropolitano è quello di raggiungere principalmente il Polo Scientifico di Sesto Fiorentino. Il tracciato ipotizzato riprende quanto già previsto dal Piano Strutturale del Comune di Firenze, passando attraverso il PUE di Castello in adiacenza alla realizzanda Scuola Marescialli e toccando la stazione di Firenze Castello per poi proseguire verso la Coop di Sesto Fiorentino su Via Pasolini. Si ipotizza di usare una frequenza di esercizio pari a 4 minuti.
Secondo i flussi calcolati, la modalità di trasporto che meglio si adatta al servizio ipotizzato è la tramvia attraverso il proseguimento della futura Linea 2. Tale scelta è avvalorata, nei confronti del filobus o di sistemi di trasporto alternativi, dalla possibilità di usufruire di un sistema di gestione già operativo nell'area fiorentina, senza l'introduzione di nuovi tipi di mezzi di trasporto e senza la necessità di introdurre una nuova infrastruttura discontinua rispetto alla rete tramviaria.
Con la realizzazione del prolungamento della linea 2, i flussi di viaggiatori saranno provenienti e diretti verso nuovi poli generatori ed attrattori quali:

- Polo Scientifico;
- Via Pasolini;
- Centro commerciale Coop;
- Stazione ferroviaria Castello;
- PUE Castello;
- Scuola Marescialli.

Considerato il percorso ipotizzato, verrà così generato un polo di interscambio alla stazione ferroviaria di Castello che intercetterà i flussi provenienti della direttrice Pistoia – Prato – Rovezzano e diretti verso le zone servite dalla Linea 2.

Estensione verso Campi Bisenzio

Il tracciato ipotizzato connette l'aeroporto di Peretola con il centro abitato di Campi percorrendo per buona parte via Pratese. Anche in questo caso si ipotizza di usare una frequenza di esercizio pari a 4 minuti.



Linea tranviaria 2;
Linea tranviaria 4;
Estensione linea tranviaria 2 Sesto Fiorentino:
Lunghezza: 5.52 km.
Capacità del sistema di trasporto: 3.600 pass/h.
Numero fermate: 11.
Estensione linea tranviaria 2 Campi Bisenzio:
Lunghezza: 6,51 km.
Capacità del sistema di trasporto: 3.600 pass/h
Numero fermate: 11.

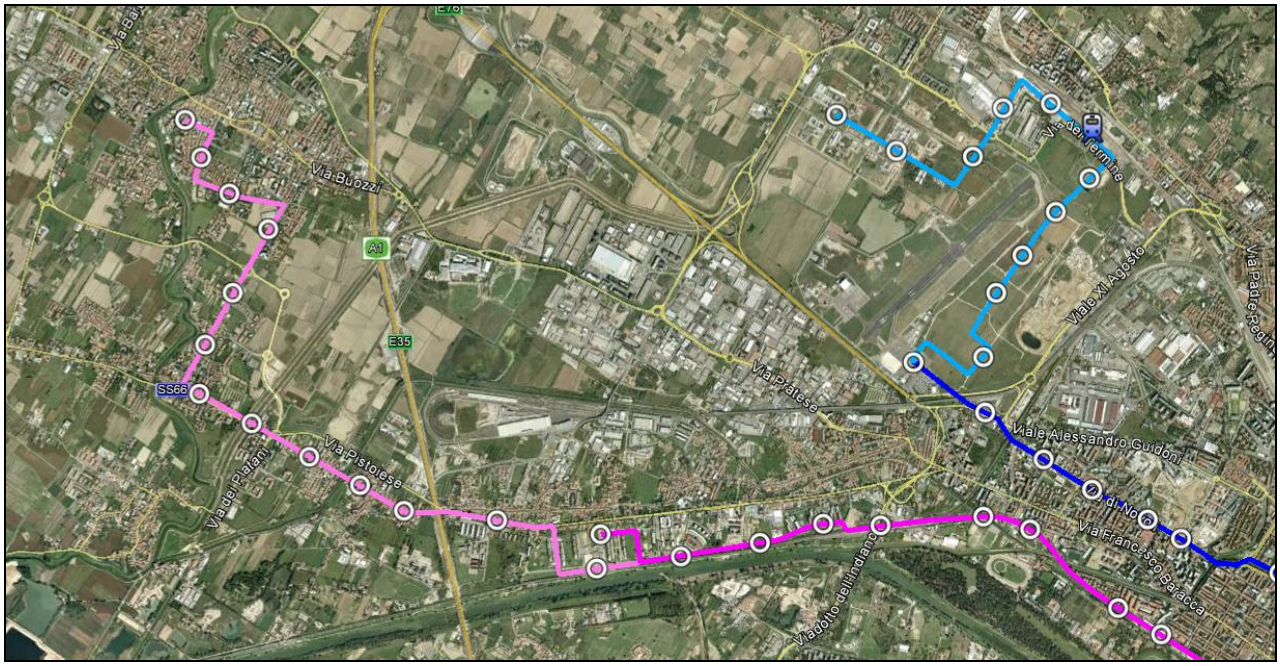
SCENARIO 2

Estensione verso Sesto Fiorentino

L'estensione verso Sesto Fiorentino avviene con le stesse modalità dello scenario 1

Estensione verso Campi Bisenzio

il raggiungimento del centro abitato di Campi avviene mediante il prolungamento della linea 4 connettendo il centro abitato de Le Piagge con il centro abitato di Campi Bisenzio, attraversando San Donnino e San Piero a Ponti.



Linea tranviaria 2;
Linea tranviaria 4;
Estensione linea tranviaria 2 Sesto Fiorentino:
Lunghezza: 5.52 km.
Capacità del sistema di trasporto: 3.600 pass/h.
Numero fermate: 11.
Estensione linea tranviaria 4 Campi Bisenzio:
Lunghezza: 6,10 km.
Capacità del sistema di trasporto: 3.600 pass/h.
Numero fermate: 12.

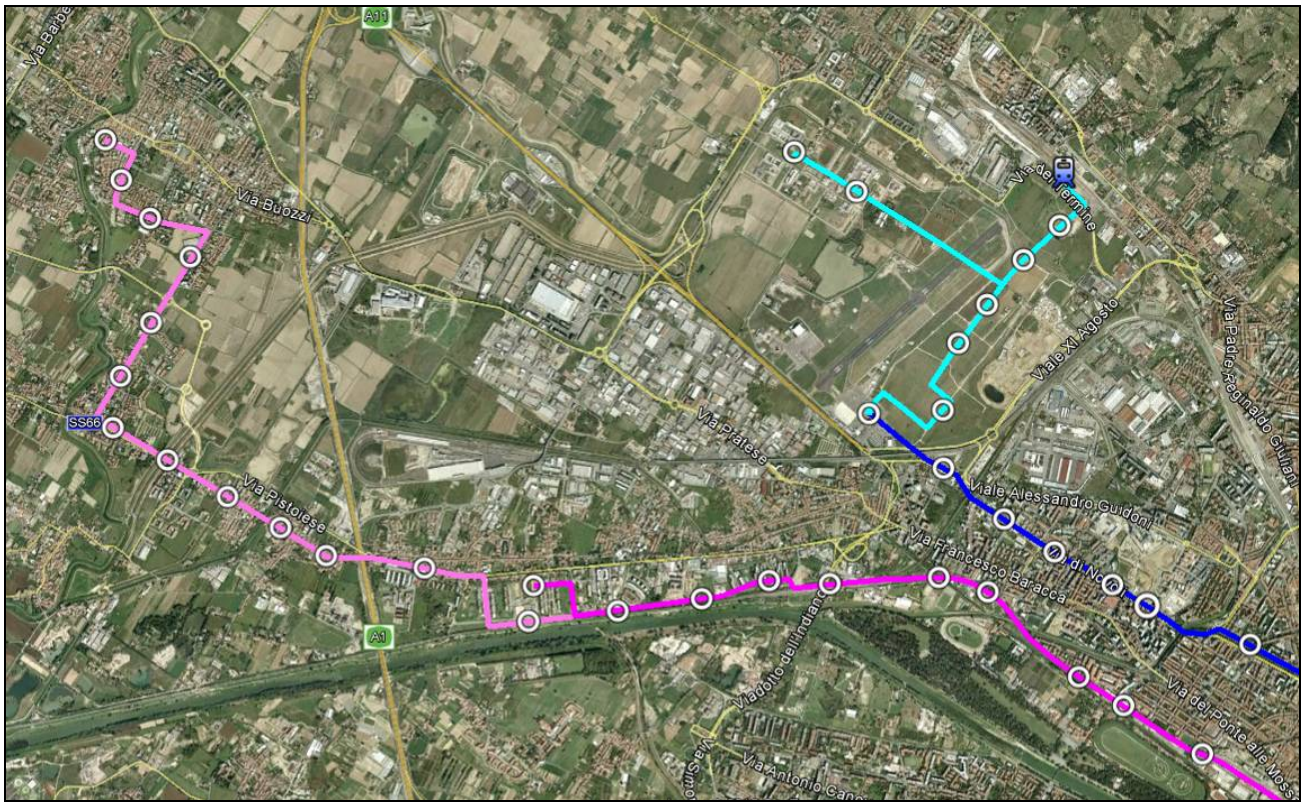
SCENARIO 3

Estensione verso Sesto Fiorentino

Il raggiungimento di Sesto Fiorentino viene realizzato mediante l'estensione della Linea 2. In questo caso il tracciato si divide in prossimità del PUE di Castello per raggiungere: con una linea la stazione di Castello, con l'altra il Polo Scientifico. La frequenza sui due tratti sarà dimezzata (8 minuti) rispetto al tratto iniziale tra l'Aeroporto e il PUE (4 minuti).

Estensione verso Campi Bisenzio

L'estensione verso Campi Bisenzio avviene con le stesse modalità dello scenario 2, ovvero con il prolungamento della linea 4



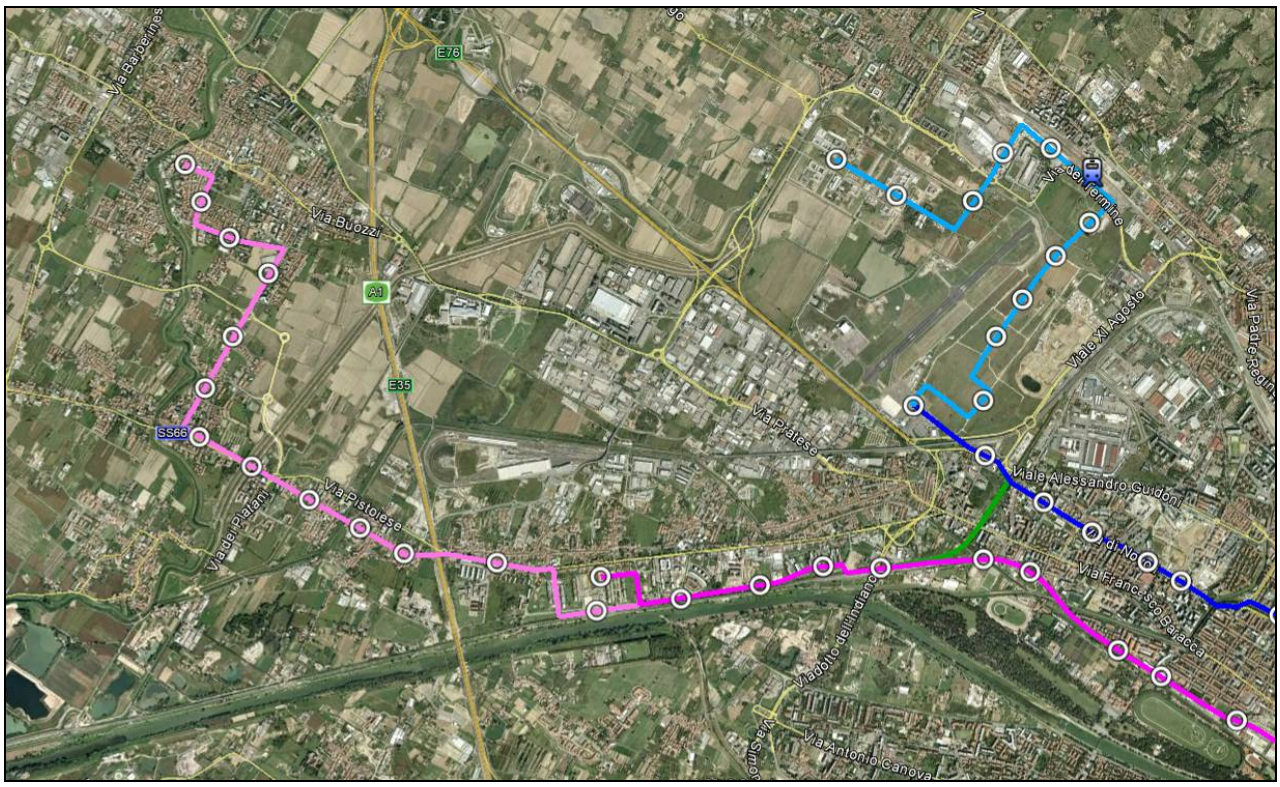
Linea tranviaria 2;
Linea tranviaria 4;
Estensione linea tranviaria 2 Sesto Fiorentino:
Lunghezza: 4,67 km.
Capacità del sistema di trasporto: 3.600 pass/h.
Numero fermate: 8.
Estensione linea tranviaria 4 Campi Bisenzio:
Lunghezza: 6,10 km.
Capacità del sistema di trasporto: 3.600 pass/h.
Numero fermate: 12.

SCENARIO 4

Estensione verso Sesto Fiorentino e verso Campi Bisenzio

Il raggiungimento di Sesto Fiorentino e di Campi Bisenzio avviene come nello scenario 2, ovvero con il prolungamento della linea 2 e della linea 4. In questo scenario è stato aggiunto un collegamento meccanizzato con frequenza pari a 3 minuti, tipo People Mover, tra la stazione

Guidoni (linea 2) e la stazione Indiano (linea 4) in modo da favorire lo scambio di passeggeri tra le due linee.

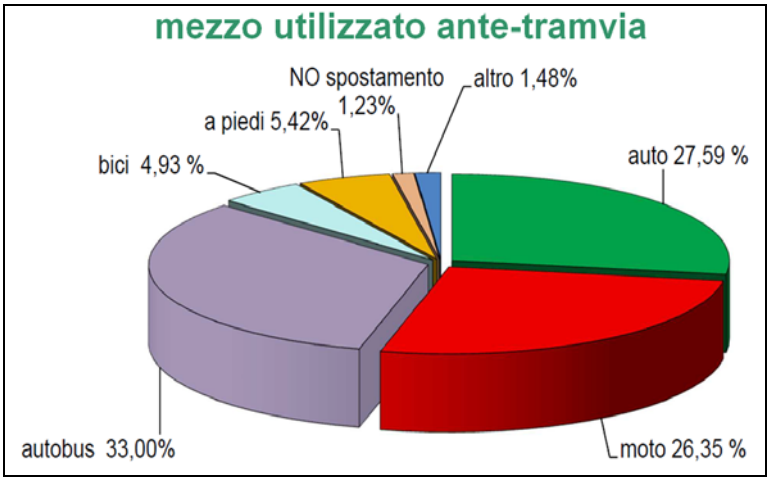


Linea tranviaria 2;
Linea tranviaria 4;
Estensione linea tranviaria 2 Sesto Fiorentino:
Lunghezza: 5.52 km.
Capacità del sistema di trasporto: 3.600 pass/h.
Numero fermate: 11.
Estensione linea tranviaria 4 Campi Bisenzio:
Lunghezza: 6,10 km.
Capacità del sistema di trasporto: 3.600 pass/h.
Numero fermate: 12.
People mover.
Lunghezza: 1,25 km.
Capacità del sistema di trasporto: 1.000-3.000 pass/h.
Numero fermate: 2.

RISULTATI DELL'ASSEGNAZIONE E CALCOLO DELL'UTENZA

In questo capitolo viene descritta la metodologia utilizzata per calcolare l'utenza potenziale delle nuove linee di trasporto ipotizzate nei quattro scenari.
L'utenza potenziale totale nell'ora di punta 7.30-8.30 è la somma delle seguenti componenti di domanda:

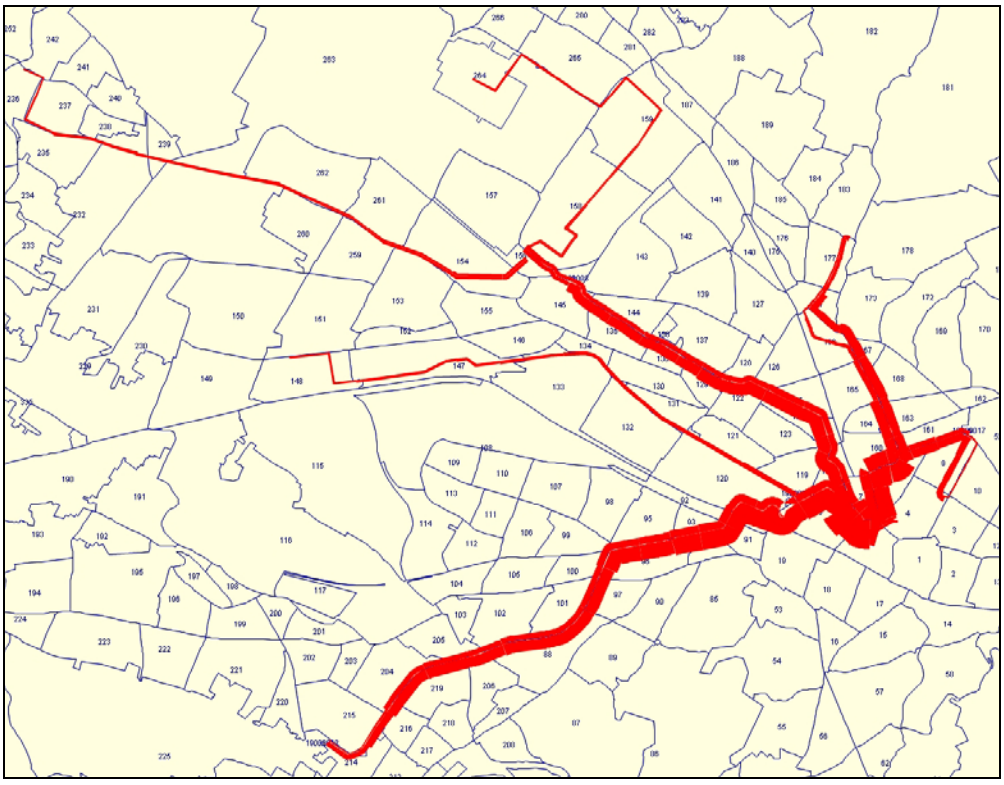
- utenza pubblica diretta: è l'utenza pubblica calcolata dal modello di simulazione utilizzando come matrice O/D la matrice aggiornata al 2011 e come offerta di trasporto la rete delle linee tramviarie 1, 2, 3, e le nuove linee di trasporto pubblico ipotizzate nei vari scenari.
- utenza pubblica indiretta: è l'utenza pubblica che deriva dalla riorganizzazione del TPL; per ogni scenario vengono individuate le linee di TPL che interagiscono con le nuove linee di trasporto ipotizzate e di queste si considera di catturare il 50% della sua utenza.
- nuova utenza: è l'utenza che viene generata/attratta dai nuovi insediamenti presenti nell'area di studio (PUE Castello).
- utenza privata: è l'utenza privata attratta dalla nuova infrastruttura, si è ipotizzato di considerare tutti gli spostamenti che hanno origine o destinazione a una distanza pedonale (300m) dalle nuova linea tramviaria o nel centro storico di Firenze. Con l'ausilio di un software GIS è stato tracciato un buffer di 300 m dalle fermate del tracciato della linea tramviaria e sono state quindi individuate le zone di traffico interessate, successivamente è stata calcolata la sottomatrice degli spostamenti O/D. Per calcolare la quota parte degli spostamenti che provengono dal mezzo privato, è stata utilizzata la percentuale che deriva da uno studio effettuato dall'Amministrazione Comunale sui passeggeri della linea 1. Da questo studio risulta che circa il 27% degli attuali utenti prima utilizzavano l'auto (v. figura seguente). Inoltre è stato è stato ipotizzato un coefficiente di occupazione delle auto di 1,2 persone/auto.



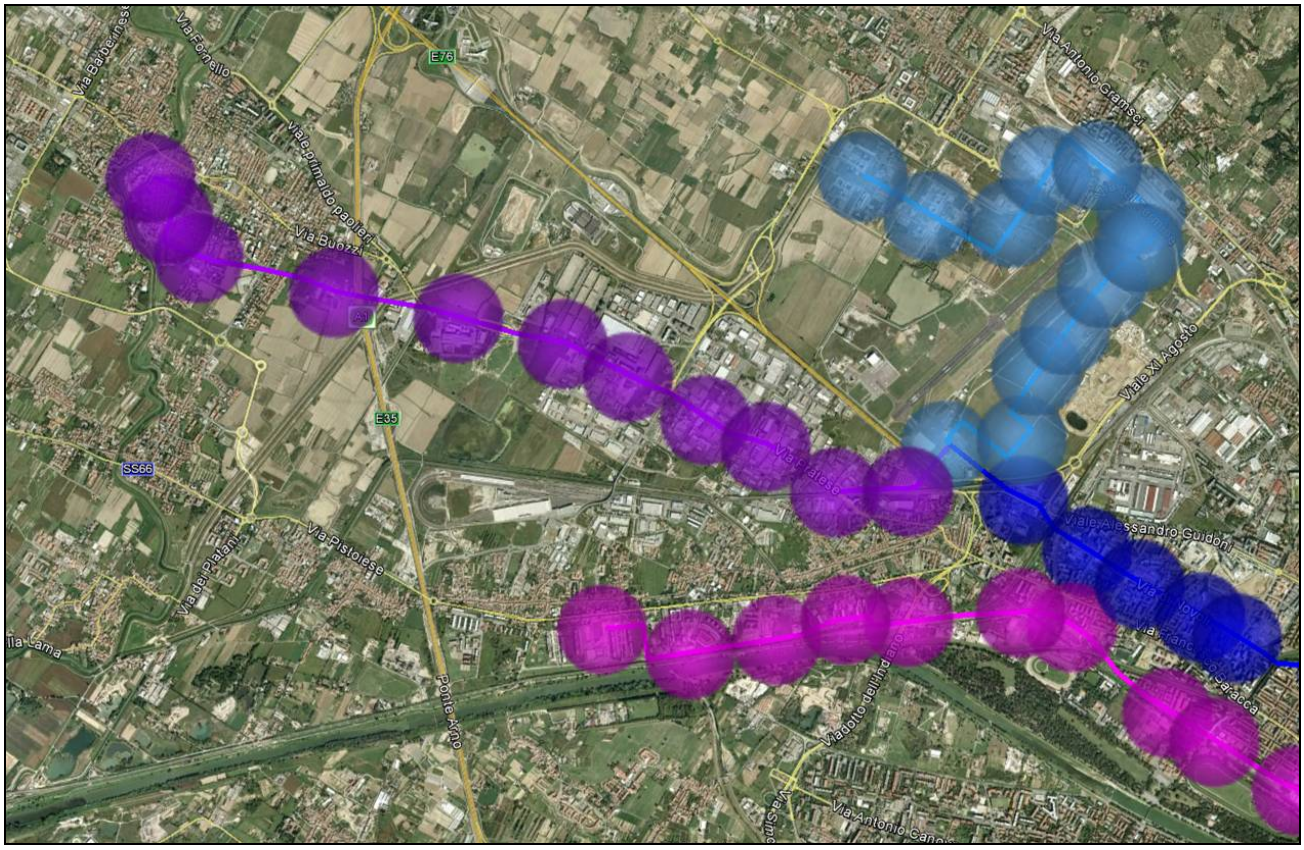
Il passaggio ai movimenti annui avviene applicando i seguenti coefficienti di equivalenza:

- espansione traffico ora di punta/traffico giorno feriale medio=0,145;
- espansione traffico annuo = traffico giorno feriale medio x 300

SCENARIO 1

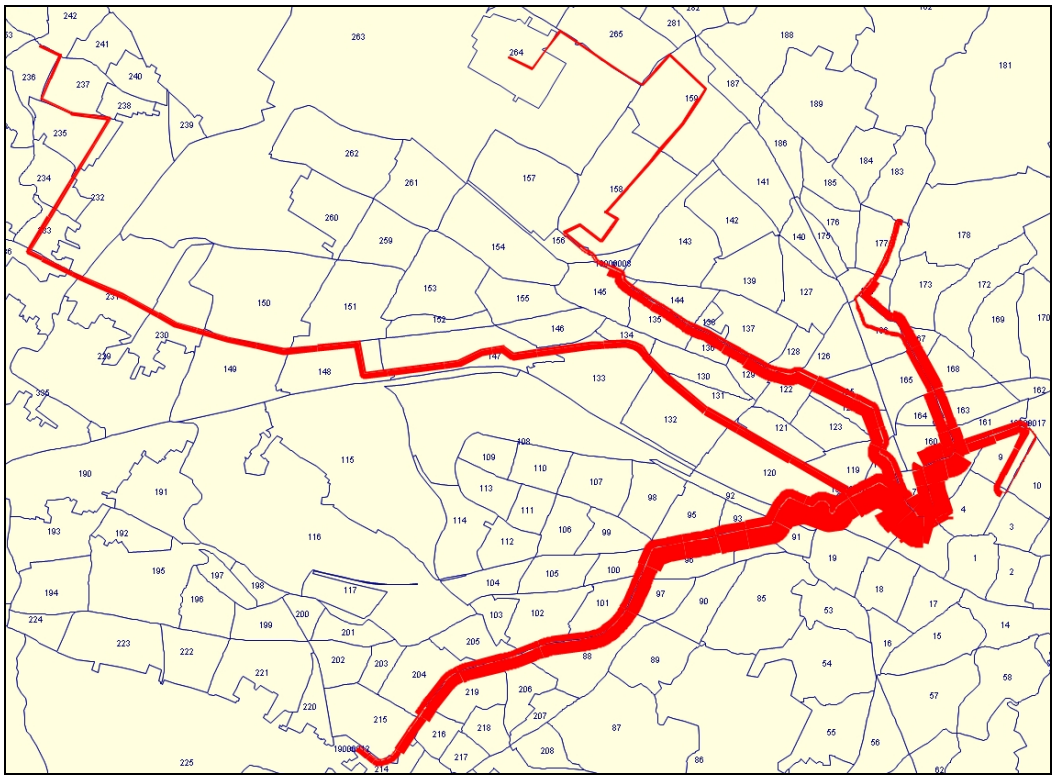


Scenario 1: Utenza pubblica diretta

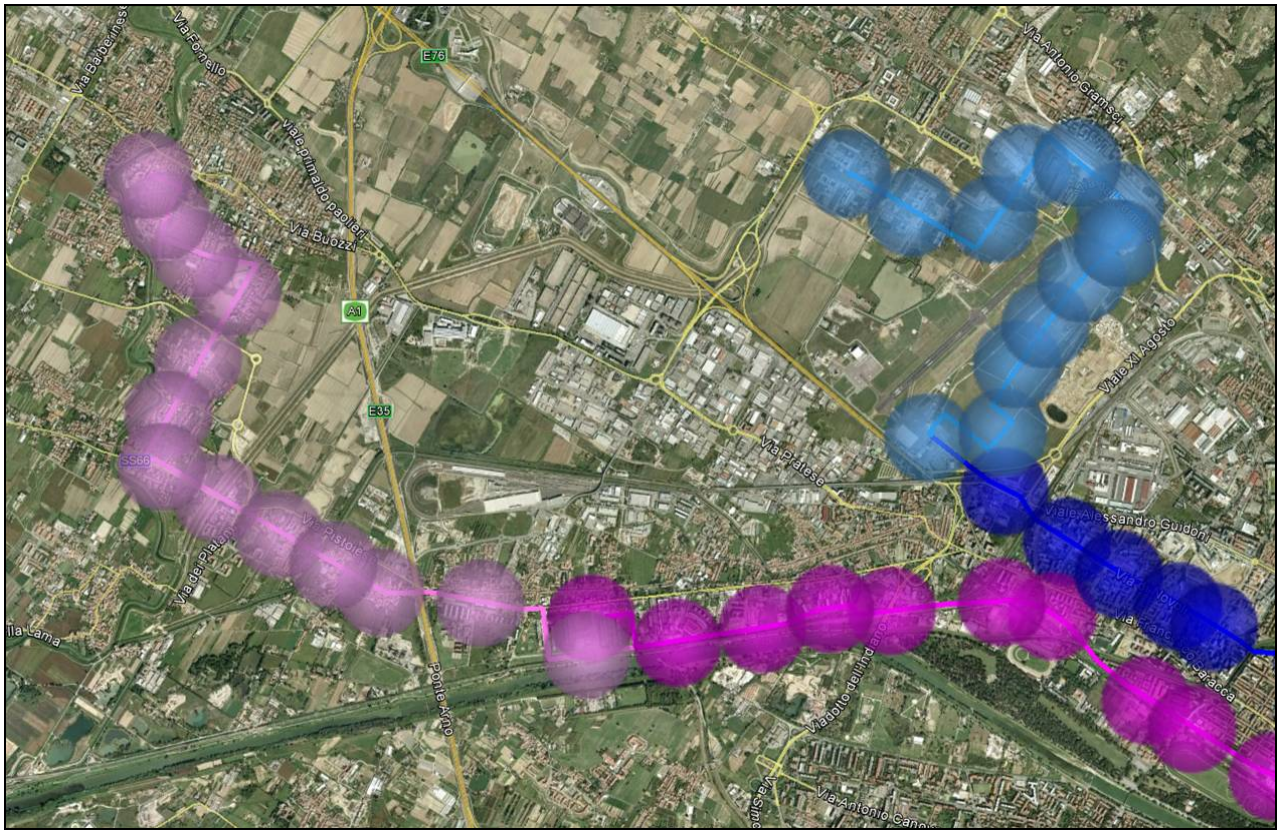


Scenario 1: Utenza privata, buffer fermate ogni 300 m

SCENARIO 2

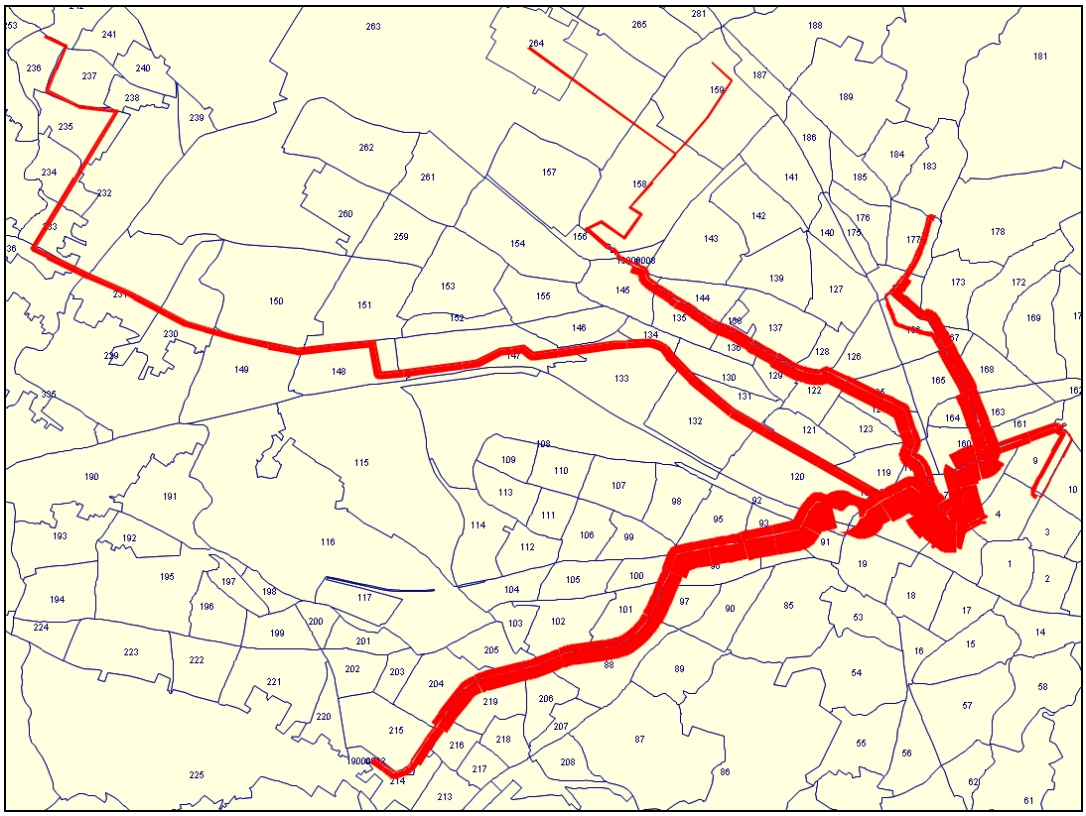


Scenario 2: Utenza pubblica diretta

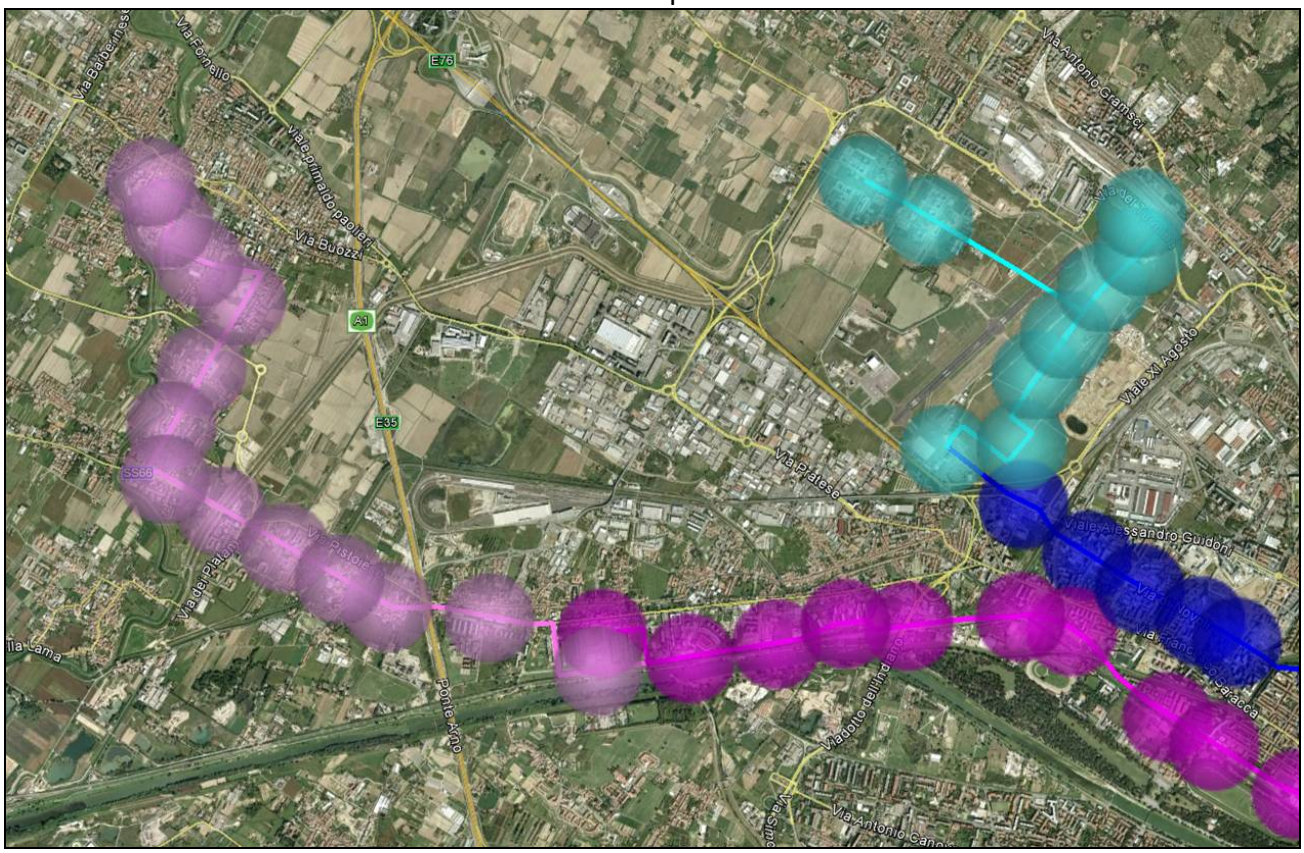


Scenario 2: Utenza privata, buffer fermate ogni 300 m

SCENARIO 3

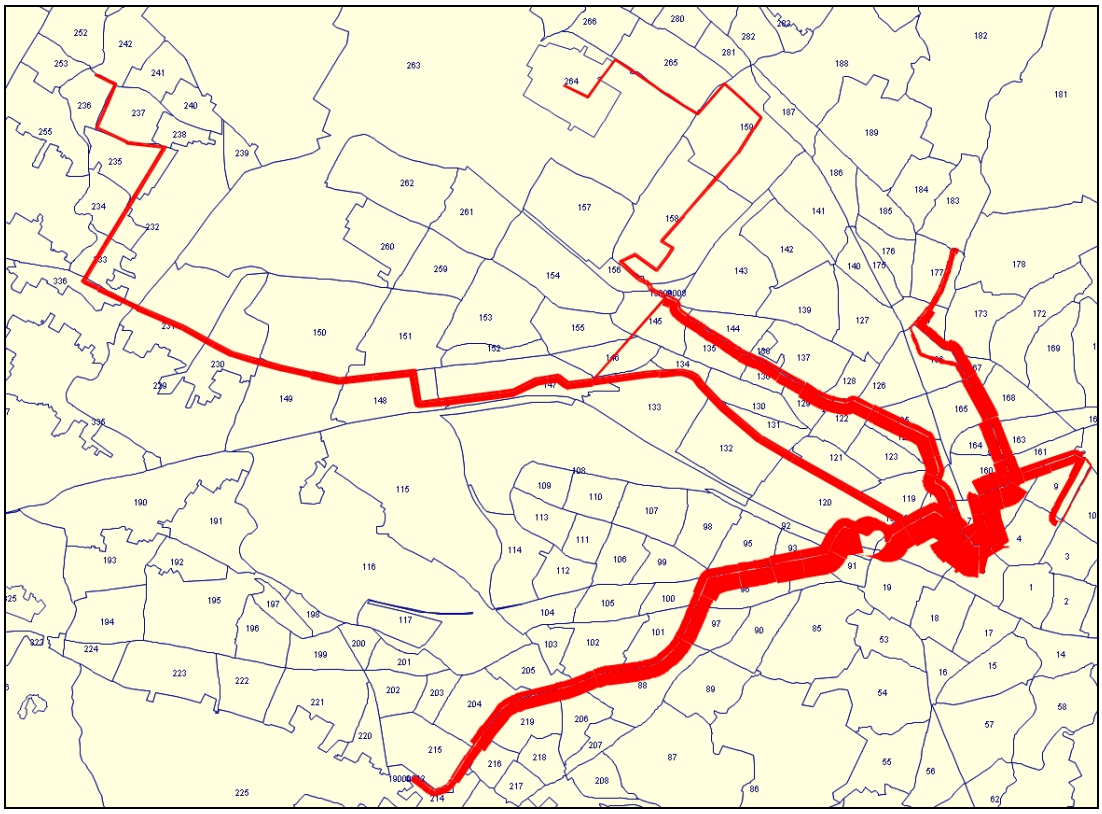


Scenario 3: Utenza pubblica diretta

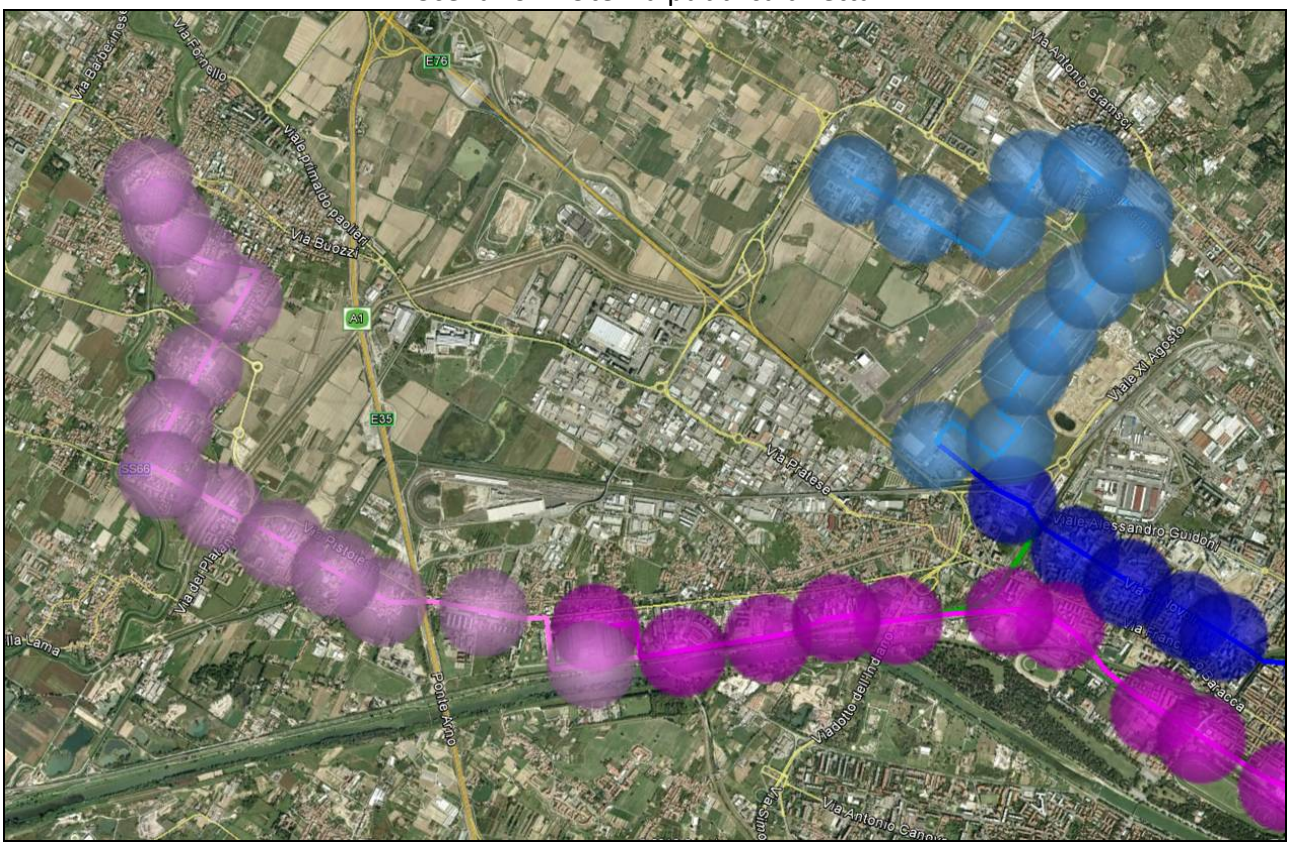


Scenario 3: Utenza privata, buffer fermate ogni 300 m

SCENARIO 4



Scenario 4: Utenza pubblica diretta



Scenario 4: Utenza privata, buffer fermate ogni 300 m

Scenario 1	Utenza pubblica diretta	Utenza pubblica indiretta	Utenza privata	Nuova utenza	Totale utenza 7,30-8,30	Totale utenza anno
Estensione linea 2 - Sesto Fiorentino	550	250	1.500	300	2.600	5.379.310
Linea Aeroporto-Campi Bisenzio	1.000	650	350	-	2.000	4.137.931
Totale	**1.550**	**900**	**1.850**	**300**	**4.600**	**9.517.241**

Scenario 2	Utenza pubblica diretta	Utenza pubblica indiretta	Utenza privata	Nuova utenza	Totale utenza 7,30-8,30	Totale utenza anno
Estensione linea 2 - Sesto Fiorentino	400	250	1.500	300	2.450	5.068.966
Linea Piagge-Campi Bisenzio	850	500	900	-	2.250	4.655.172
Totale	**1.250**	**750**	**2.400**	**300**	**4.700**	**9.724.138**

Scenario 3	Utenza pubblica diretta	Utenza pubblica indiretta	Utenza privata	Nuova utenza	Totale utenza 7,30-8,30	Totale utenza anno
Estensione linea 2 - Sesto Fiorentino hp 2	350	250	1.300	300	2.200	4.551.724
Linea Piagge-Campi Bisenzio	850	500	900	-	2.250	4.655.172
Totale	**1.200**	**750**	**2.200**	**300**	**4.450**	**9.206.897**

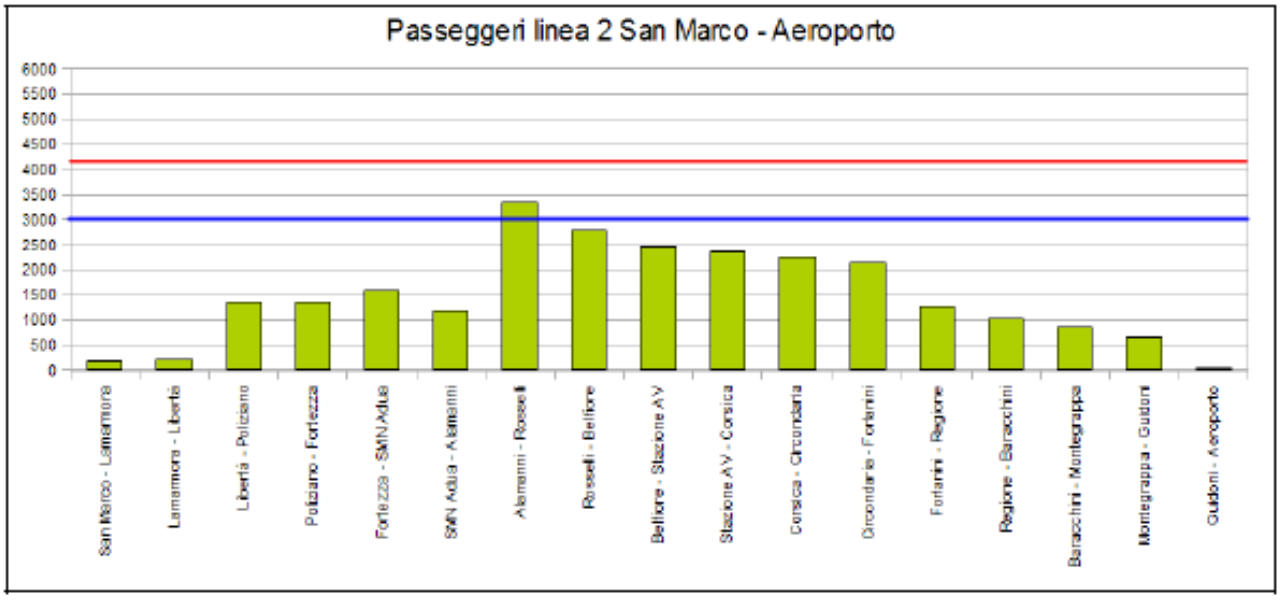
Scenario 4	Utenza pubblica diretta	Utenza pubblica indiretta	Utenza privata	Nuova utenza	Totale utenza 7,30-8,30	Totale utenza anno
Estensione linea 2 - Sesto Fiorentino	450	250	1.500	300	2.500	5.172.414
Linea Piagge-Campi Bisenzio	900	500	900	-	2.300	4.758.621
Collegamento linea 2-linea 4	200	500	500	-	1.200	2.482.759
Totale	**1.550**	**1.250**	**2.900**	**300**	**6.000**	**12.413.793**

Tabella riepilogativa dei passeggeri nei diversi scenari esaminati

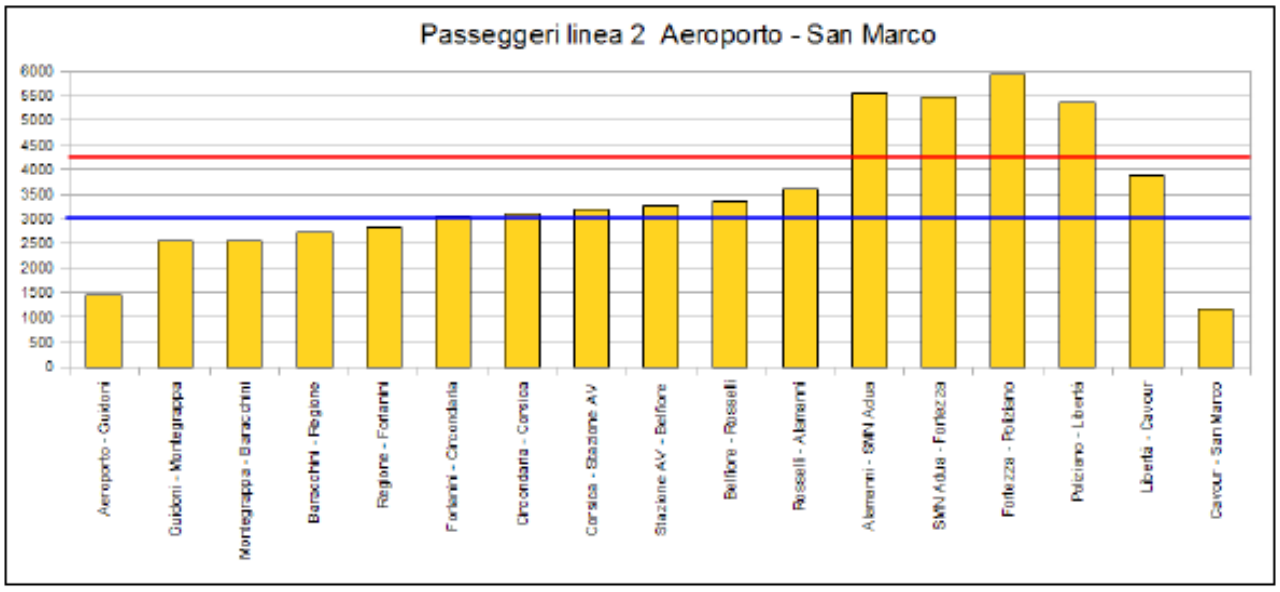
CONSIDERAZIONI TRASPORTISTICHE

Dall'analisi degli scenari descritti nei paragrafi precedenti si evince che il prolungamento della linea 2 è sostenibile in termini di passeggeri in quanto il carico aggiuntivo in direzione Sesto Fiorentino è opposto al carico diretto verso il centro città. Ciò è visibile nella figura seguente in cui si può osservare come i passeggeri nell'ora di punta nella tratta da Novoli verso l'Aeroporto sia molto ridotta e quindi consenta un ulteriore carico di utenti.

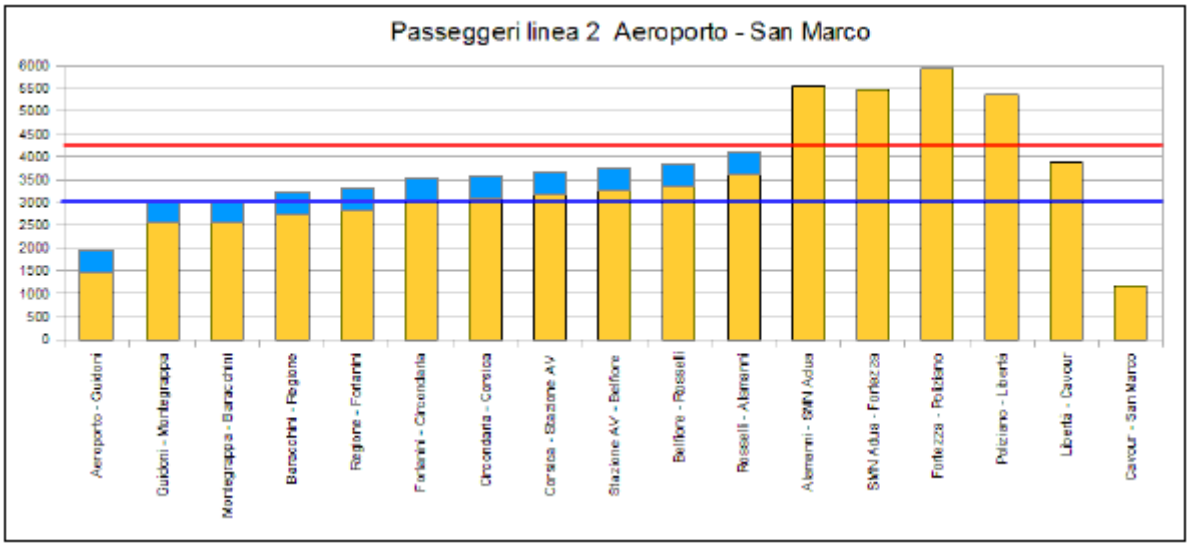
Le righe in blu rappresentano la capacità comfort (4 pax/mq), mentre le righe in rosso rappresentano la capacità massima (6 pax/mq)



Nella direzione verso il centro invece, la riserva di capacità risulta molto limitata, come si può vedere dalla figura seguente.



Nella figura seguente sono riportati con barre celesti i carichi aggiuntivi dovuti al prolungamento della linea 2. Questi rappresentano una parte esigua della capacità in quanto l'aliquota di passeggeri del polo scientifico di Sesto Fiorentino, essendo in contro fase con i flussi del picco mattutino diretti verso il centro, risulta essere relativamente modesta e facilmente supportata dall'esercizio della linea 2.



Come si può osservare, il nuovo carico aggiuntivo raggiunge una capacità al limite, ma decisamente sostenibile.

Nello scenario 1, sulla linea tranviaria 2 si riversano anche i flussi derivanti da Campi Bisenzio. Tali flussi risultano molto copiosi in quanto durante il picco mattutino il centro abitato di Campi Bisenzio si comporta da polo generatore rispetto agli attrattori Firenze Centro – Novoli.

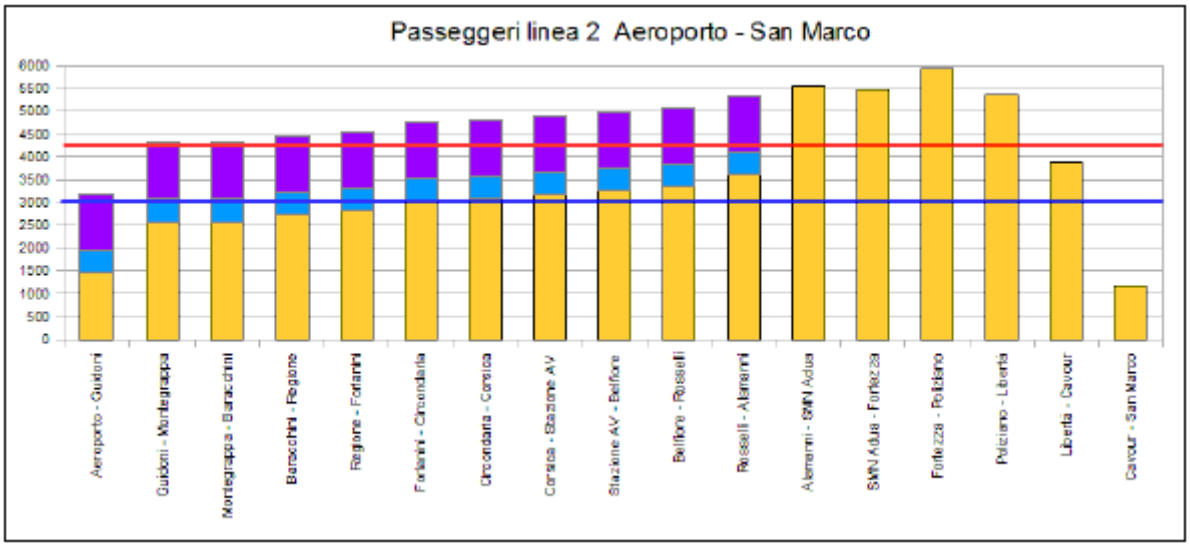
Nella figura seguente è riportato, con barre viola, l'ulteriore carico aggiuntivo dovuto alla linea Aeroporto – Campi (come da scenario 1). Le linee limite di riferimento per la capacità del sistema sono decisamente superate e tale problema non si può risolvere aumentando i moduli del tram.

Infatti i tram Sirio attualmente in esercizio sulla linea 1 ed in progetto per le linee 2 e 3 sono lunghi 32 m e potrebbero essere allungati con due moduli da cinque metri portando così i veicoli a 42 m complessivi. Tale variazione del parco rotabile comporta una serie di adeguamenti infrastrutturali tra cui i principali sono: lunghezza delle banchine di fermata, sistema di segnalamento e circuiti di binario, verifica degli ingombri dinamici in curva.

La linea 1 è stata realizzata prevedendo banchine più lunghe tali da consentire anche la fermata di tram da 42 m, tutte le altre infrastrutture non sono però compatibili con tale dimensione dei

veicoli. Se i sistemi di segnalamento e di circuito di binario possono anche essere spostati con pesanti interventi lo stesso non può dirsi degli ingombri in curva che se non rispettati rendono impossibile la circolazione a mezzi più lunghi degli attuali. Occorre anche ricordare che attualmente l'Amministrazione sta valutando l'adozione di banchine più corte in alcune fermate critiche delle linee 2 e 3.

E' bene considerare inoltre che non è possibile far circolare sulla stessa linea mezzi di dimensioni diverse. Quindi l'eventuale flotta di 42 m dovrebbe utilizzare un deposito a lei dedicato e dovrebbe circolare su una linea riservata, cosa ad oggi non possibile con il disegno delle linee approvato che presentano una sovrapposizione nella tratta di piazza Stazione.



La soluzione da preferire per il collegamento con Campi è dunque il prolungamento della linea 4.

Nello scenario 3 è stata valutata la variante del prolungamento della linea 2, che prevede lo "sdoppiamento" della linea in direzione Polo Scientifico ed in direzione Castello FS. Tale soluzione risulta meno appetibile per la frequenza dimezzata e per la mancanza di collegamento diretto tra la stazione FS di Castello ed il Polo Scientifico.

Inoltre questa soluzione è fortemente vincolata dall'assetto territoriale dell'area dell'aeroporto, in quanto il tracciato in direzione Polo Scientifico attraversa direttamente l'attuale pista aeroportuale.

Da questa analisi si deduce che la soluzione sia da scegliere tra lo scenario 2 e lo scenario 4. Lo scenario 4 è tuttavia preferibile, perché l'ulteriore collegamento tra la linea 2 e la linea 4 attrae ulteriori passeggeri senza sovraccaricare le linee e offrendo maggiori itinerari al sistema tranviario.