



Comune di Bologna



Sostenibilità
è Bologna



PUMS
BOLOGNA
METROPOLITANA

RTI Progettisti:



PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA DELLA PRIMA LINEA TRANVIARIA DI BOLOGNA (LINEA ROSSA)



Intervento finanziato con risorse
FSC 2014-2020 – Piano operativo della Città
metropolitana di Bologna
Delibera CIPE n.75/2017



STUDI SPECIALISTICI Studio trasportistico Relazione

COMUNE DI BOLOGNA
SETTORE MOBILITA' SOSTENIBILE E INFRASTRUTTURE

IL DIRETTORE DEL SETTORE

ING. CLETO CARLINI

IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

ING. GIANCARLO SGUBBI

IL DIRETTORE DELL'ESECUZIONE DEL CONTRATTO

ING. MIRKA RIVOLA

SEGRETERIA TECNICA

ING. BARBARA BARALDI

GEOM. AGNESE FERÒ

RESPONSABILE DI COMMESSA

ING. PAOLO MARCHETTI

RESPONSABILE INTEGRAZIONE
PRESTAZIONI SPECIALISTICHE

ING. SANTI CAMINITI

Gruppo di Progettazione:

Ing. Alessandro Piazza (Coordinatore Tecnico)
Ing. Santi Caminiti (Progetto sistemi tranviari)
Ing. Andrea Spinosa (Studi Trasportistici)
Arch. Sebastiano Fulci De Sarno (Prog. Architettonico e Inser. Urbanistico)
Ing. Sergio Di Nicola (Sovrastruttura Tranviaria)
Ing. Jeremie Weiss (Impianti Tecnologici)
Ing. Maurizio Falzea (Esperto Armamento)
Ing. Giorgio Coletti (Progettazione Funzionale Depositi)
Ing. Pietro Caminiti (Viabilità Interferente)
Ing. Stefano Tortella (Opere Strutturali)
Ing. Andrea Carlucci (Esperto Impianti Eletto-ferroviari)
Ing. Domenico D'Apollonio (Impianti di Trazione Elettrica)
Ing. Francesco Azzarone (Impianti Meccanici)
Arch. Sergio Moscheo (Prime Disposizioni per la Sicurezza)
Ing. Boris Rowenczyn (Piani Economici e Finanziari)
Prof. Matteo Mattioli (Valutazione impatto ambientale e impatto acustico)

COMMESSA	FASE	DISCIPLINA	TIPO/NUMERO	REV.	SCALA	NOME FILE
B381	SF	GPR	RT001	C		B381-SF-GPR-RT001C

REV.	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
0	31-12-2018	EMISSIONE	SPINOSA	SPINOSA	S. CAMINITI
1	Maggio 2019	AGGIORNAMENTO A SEGUITO DI ISTRUTTORIA	SPINOSA	SPINOSA	S. CAMINITI
2	Giugno 2019	AGGIORNAMENTO PROGETTUALE	SPINOSA	SPINOSA	S. CAMINITI

Indice della relazione

1.	INDICE DELLE SIGLE E ABBREVIAZIONI.....	4
2.	INTRODUZIONE	5
2.1	PREMESSA	5
2.2	CONTENUTI DELLA RELAZIONE.....	5
3.	IL CONTESTO DI RIFERIMENTO	7
3.1	LA CITTÀ METROPOLITANA DI BOLOGNA.....	7
3.2	BOLOGNA NELLA RETE DEI TRASPORTI NAZIONALE.....	9
3.4	LA MOBILITÀ NELL'AREA BOLOGNESE.....	11
3.4.1	<i>Trasporto privato</i>	13
3.4.2	<i>Servizio Taxi</i>	15
3.4.3	<i>Offerta Trasporto pubblico</i>	16
3.4.4	<i>Domanda Trasporto pubblico</i>	17
3.5	PRINCIPALI CRITICITÀ DEL SISTEMA DI MOBILITÀ	20



3.6	PIANO URBANO DELLA MOBILITÀ SOSTENIBILE - PUMS	21
3.6.1	<i>Obiettivi del pums</i>	22
3.6.2	<i>Misure previste nel pums</i>	22
4.	LINEA ROSSA DEL TRAM.....	25
4.1	PREMESSA	25
4.2	DESCRIZIONE DEL TRACCIATO.....	26
5.	PREVISIONE DI DOMANDA SULLA LINEA ROSSA DEL TRAM.....	33
5.1	APPROCCIO METODOLOGICO	33
5.2	MODELLO DI TRAFFICO	35
5.2.1	<i>La zonizzazione dell'area di studio</i>	35
5.2.2	<i>La domanda di trasporto</i>	39
5.2.3	<i>L'offerta di trasporto</i>	40
5.2.4	<i>Il modello di traffico privato</i>	40
5.2.5	<i>Calibrazione</i>	47
5.2.6	<i>Il modello di trasporto pubblico</i>	49
6.	SCENARI DI PREVISIONE FUTURA	69
6.1	PREMESSA.....	69
6.2	EVOLUZIONE DEMOGRAFICA.....	69
6.3	NUOVI SVILUPPI URBANISTICI.....	70
6.4	FICO EATALY WORLD	77
6.5	IL TERMINAL AREA FIERA MICHELINO.....	79
6.6	LA RETE DEL TRASPORTO RAPIDO.....	81
6.6.1	<i>People Mover – Marconi Express</i>	81
6.6.2	<i>Riassetto delle Linee TPL - PIMBO</i>	83
6.7	LINEA TRAM - SCENARI FUTURI.....	87
7.	PREVISIONI DI DOMANDA – ANALISI DELLE ALTERNATIVE	95
7.1	PREMESSA.....	95



7.2	PRINCIPALI RISULTATI	96
8.	IMPATTO SULLA MOBILITÀ PRIVATA	107
8.1.1	<i>Coerenza con gli obiettivi del PUMS.....</i>	<i>107</i>
8.1.2	<i>Impatto sulla mobilità privata</i>	<i>107</i>
8.1.3	<i>Livelli di Servizio</i>	<i>109</i>
9.	ANALISI DI DETTAGLIO DELLA DOMANDA GIORNALIERA: IL RUOLO DEGLI SPOSTAMENTI SISTEMATICI E NON SISTEMATICI.....	114
9.1	LINEA ROSSA - SCENARIO 1	114
9.1.1	<i>La fiera.....</i>	<i>114</i>
9.1.2	<i>Delocalizzazione di parte delle Autolinee al Terminal Fiera Michelino.....</i>	<i>115</i>
9.1.3	<i>Attestamento servizi suburbani al Terminal Est.....</i>	<i>115</i>
9.2	DETERMINAZIONE DELLA DOMANDA GIORNALIERA SULLA LINEA DEL TRAM.....	116
9.2.1	<i>Saliti-discesi.....</i>	<i>117</i>
11.	DISCUSSIONE DEI RISULTATI.....	120
12.	FLUSSOGRAMMI DI RETE	121
13.	ALLEGATI	126
13.1	ZONIZZAZIONE TERRITORIALE DEL MODELLO	126
13.2	IL TRAFFICO PRIVATO NELL'AREA DI STUDIO	127
13.3	DIAGRAMMI DI CARICO DELLE LINEE AFFERENTI AL CORRIDOIO DI PROGETTO ...	131

1. INDICE DELLE SIGLE E ABBREVIAZIONI

vkm	misura delle percorrenze dell'offerta espresse in vetture km oppure, nel caso el traffico privato, come veicoli equivalenti km
pax km	misura delle percorrenze della domanda espresse in passeggeri km ovvero nel numero di passeggeri di una linea oppure di un arco moltiplicati per la lunghezza percorsa (cioè di porzioni di linea o arco)
M	esprime una cifra in milioni
PIMBO	Progetto Integrato della Mobilità Bolognese

2. INTRODUZIONE

2.1 PREMESSA

In data 8 Agosto 2018, il Consorzio guidato SYSTRA S.A. (eligenda mandataria) e composto da Systra-Sotecni, Architecna Engineering; Studio Mattioli; Aegis S.r.l., Cantarelli & Partners, Archeologia (mandanti), è risultato aggiudicatario della gara per la fattibilità tecnica ed economica della prima linea tranviaria di Bologna, denominata "Linea Rossa", che dovrebbe collegare l'area del Caab e di FI.CO. con Borgo Panigale, passando per il centro della città.

Nell'ambito della fattibilità e conformemente con le *"Linee Guida per la Valutazione degli Investimenti in Opere Pubbliche"* (allegato A al D.M. 300/2017), viene richiesta la verifica mediante lo sviluppo di un'accurata analisi trasportistica della domanda prevista sulla linea, tenendo conto dei prevedibili sviluppi demografici, urbanistici e socioeconomici, nonché di idonee revisioni della rete autofiloviaria del settore, tali da dare alla linea tranviaria il ruolo di asse portante.

Il presente documento rappresenta lo Studio Trasportistico esteso alle alternative di tracciato sviluppate dal Consorzio aggiudicatario.

2.2 CONTENUTI DELLA RELAZIONE

Il presente documento si sviluppa su 6 Capitoli che descrivono il contesto di riferimento dello studio, la mobilità pubblica e privata dell'area di studio e gli sviluppi futuri, la metodologia adottata per l'analisi della domanda della nuova Linea Rossa e i principali risultati dello studio, in particolare:

- Il Capitolo 3 illustra il contesto di riferimento nel quale si colloca il progetto tranviario e gli obiettivi previsti dal Piano Urbano della Mobilità Sostenibile;
- Il Capitolo 4 descrive le alternative di tracciato previste per la linea Rossa;
- Il Capitolo 5 riassume la metodologia adottata per l'analisi della domanda della nuova linea;
- Il Capitolo 6 riporta i prevedibili sviluppi demografici e socio-economici dell'area di studio;
- Il Capitolo 7 riporta le previsioni di domanda attesa sulla nuova linea di tram;
- Il Capitolo 8 illustra i principali impatti previsto per quel che riguarda la mobilità privata;

-
- Il Capitolo 9 illustra una serie di ottimizzazioni al progetto e alla domanda attesa sulla nuova linea rossa; e
 - Il Capitolo 9 riassume le principali conclusioni.

Negli Allegati alla presente relazione sono riportati:

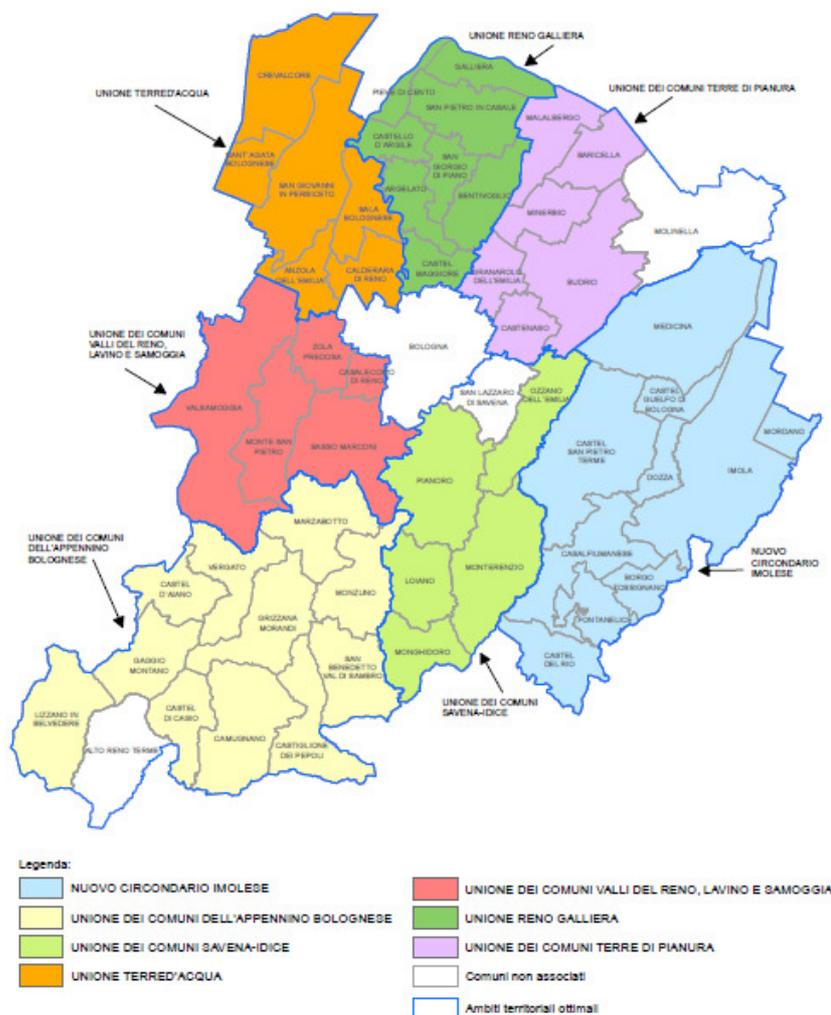
- Il dettaglio delle zone trasportistiche utilizzate nel modello;
- L'elenco delle spire semaforiche utilizzate per la calibrazione della domanda di mobilità privata;
- I diagrammi di carico delle linee su gomma che, nello scenario di riferimento, corrono lungo il corridoio del tram e che, nello scenario di progetto, subiscono modifiche di tracciato.
- Flussogrammi orari e giornalieri della linea Tram

3. IL CONTESTO DI RIFERIMENTO

3.1 LA CITTÀ METROPOLITANA DI BOLOGNA

La Città Metropolitana di Bologna ha una popolazione di poco più di **1 milione di abitanti** suddivisa su 55 Comuni. **Bologna**, capoluogo di Regione, con una popolazione di circa **390.000 persone**, è attraversata da tutte le principali infrastrutture e arterie di traffico di rilievo regionale e nazionale che rendono il capoluogo emiliano uno dei principali nodi viabilistici e ferroviari italiani.

Figura 1: Città Metropolitana di Bologna

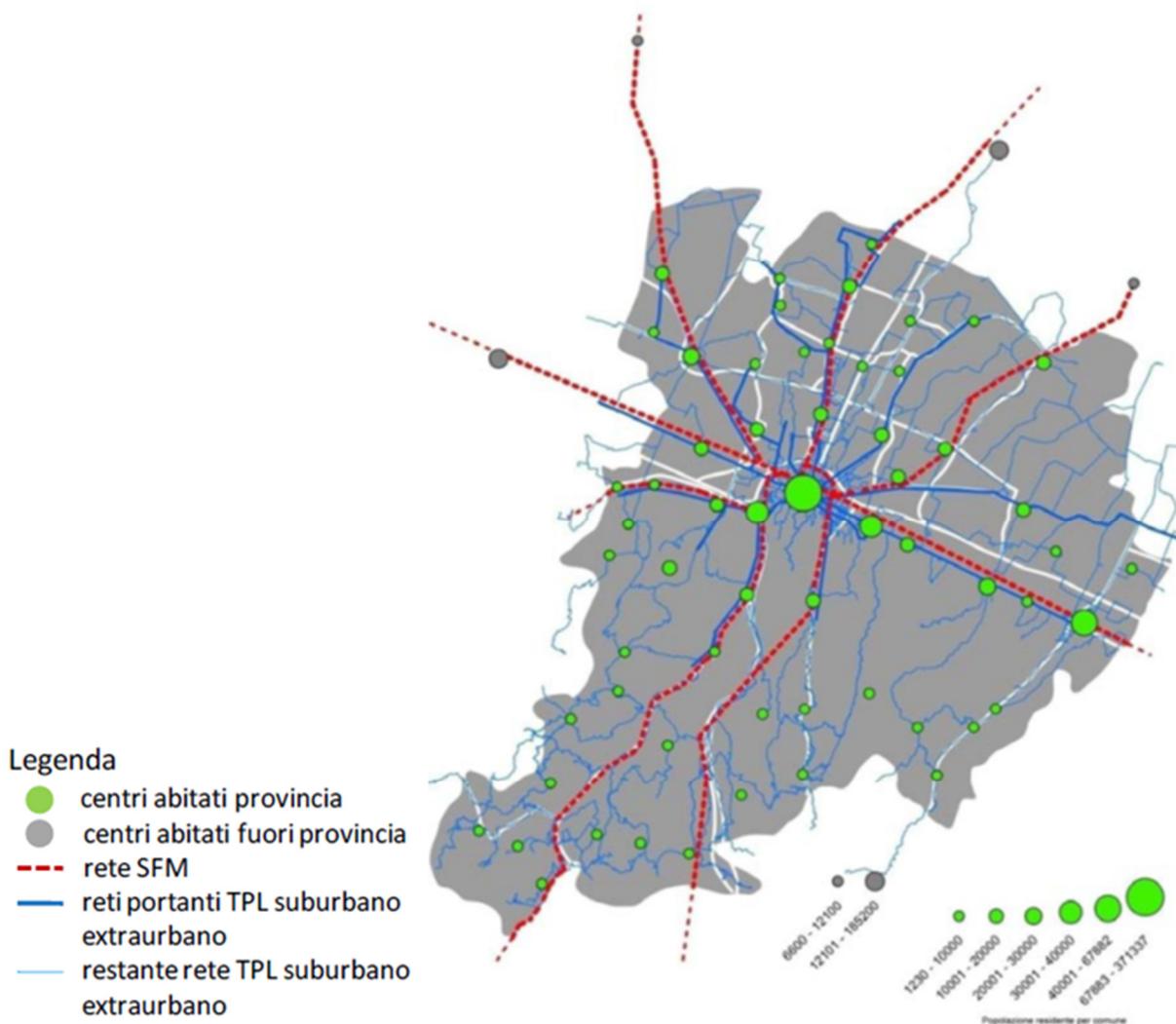


Fonte: Città Metropolitana



Il territorio è attraversato trasversalmente dalle autostrade A1 e A14 e longitudinalmente dalla A13 e dal proseguimento della A1. La Città Metropolitana è inoltre servita da una rete ferroviaria che, con centro in Bologna, si sviluppa in maniera radiale in otto direzioni andando a costituire l'ossatura del Servizio Ferroviario Metropolitano.

Figura 2 Rete di trasporto pubblico portante della Città Metropolitana



Fonte: PUMS 2018

3.2 Bologna nella rete dei trasporti nazionale

La città di Bologna rappresenta uno dei nodi viabilistici e infrastrutturali portanti del territorio nazionale e delle reti di trasporto europee. Il nodo autostradale composto dal sistema Autostradale (A14, A1 e A13) e Tangenziale è attraversato ogni giorno da circa 160 mila veicoli dei quali circa 50 mila autovetture con origine e/o destinazione la città di Bologna.

Relativamente al trasporto ferroviario con oltre 60 milioni di passeggeri/anno (circa 160 mila al giorno) **la Stazione Centrale** è il principale nodo di interscambio ferroviario nazionale dove coesistono Alta Velocità, linee nazionali e Servizio Ferroviario Metropolitano.

In prossimità della Stazione Centrale e alle porte del centro città vi è l'**Autostazione** dove assieme alle linee di trasporto pubblico regionale si attestano le principali autolinee nazionali ed internazionali e che ha fatto registrare nel 2018 circa **8 milioni di passeggeri**.

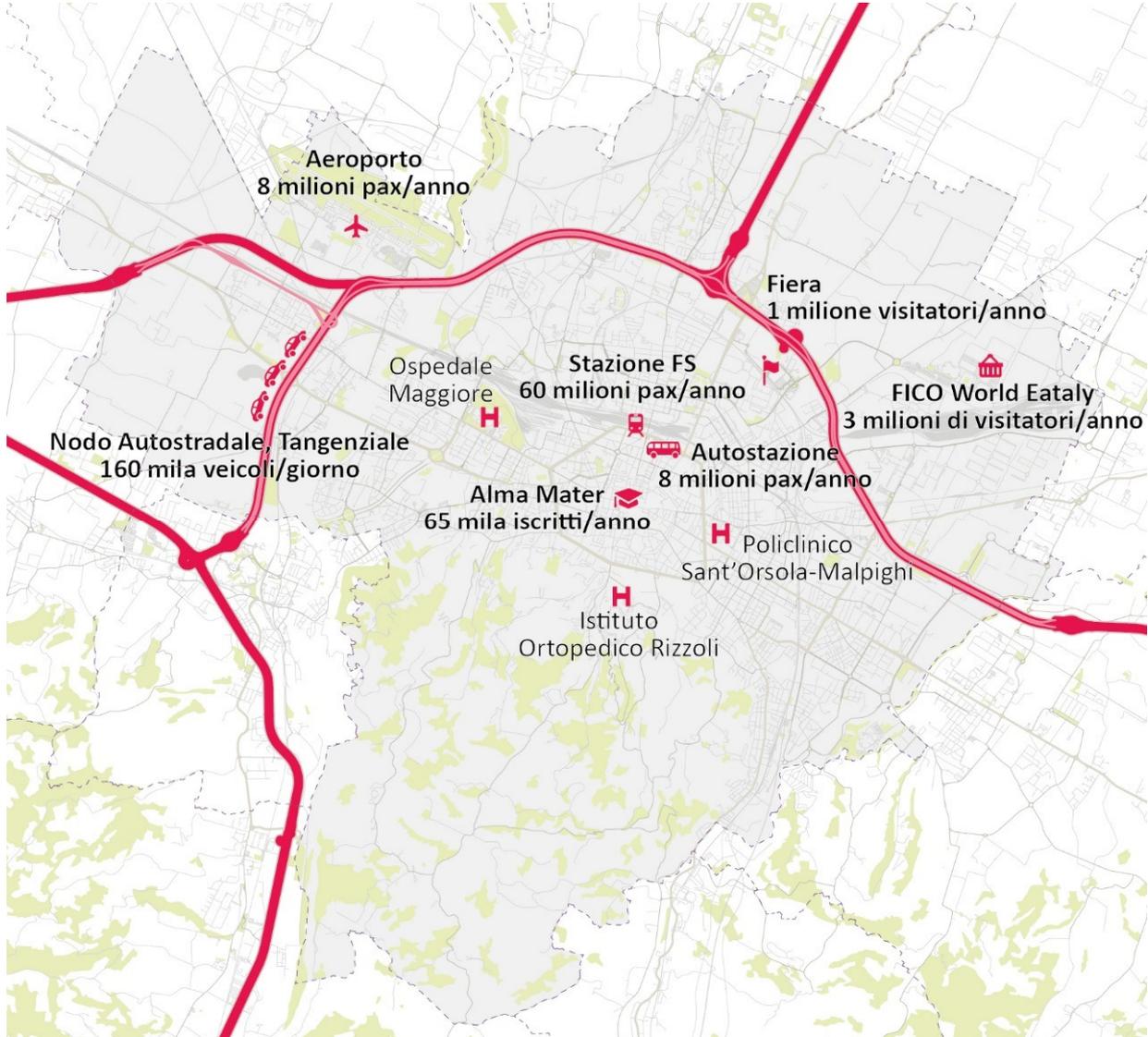
La città di Bologna è sede della più antica Università d'Europa che ogni anno attira circa **85 mila iscritti** di cui oltre 65mila presso la sede di Bologna, mentre dal punto di vista del commercio, il Polo Fieristico vanta ogni anno circa 28-30 eventi con oltre 1 milione di visitatori (terzo in Italia). In tema di attrattori di flussi del loisir, nel quadrante nordest della città, a novembre 2017 è stato inoltre inaugurata la Fabbrica Italiana Contadina (FI.CO.) che ha fatto registrare al primo anno di apertura circa 3 milioni di visitatori.

Il dinamismo della città e l'area metropolitana di Bologna si rispecchia nei numeri di un turismo in forte crescita che ha portato l'**aeroporto Guglielmo Marconi** in meno di 10 anni raddoppiare il numero di passeggeri, raggiungendo un movimento di 8.506.658 di passeggeri nel 2018 (ottavo scalo in Italia).

A Bologna sono inoltre concentrati anche una serie di **poli sanitari** di eccellenza con oltre 3.000 posti letto tra Ospedale Maggiore, Policlinico Sant'Orsola-Malpighi e Istituto Ortopedico Rizzoli.



Figura 3: la città di Bologna in un colpo d'occhio

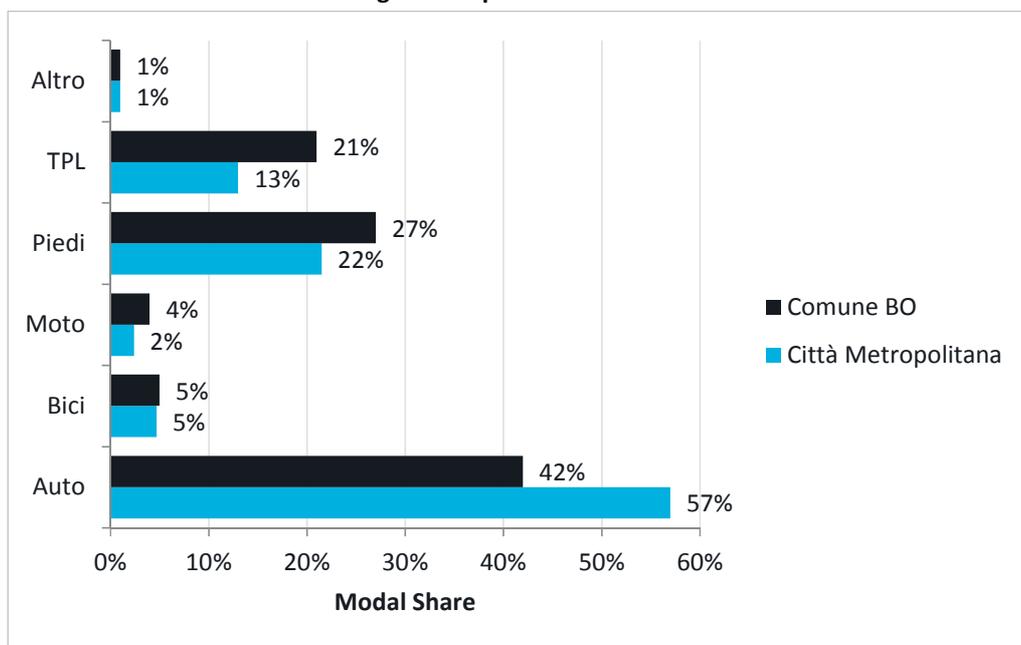


3.4 LA MOBILITÀ NELL'AREA BOLOGNESE

Nell'area della Città Metropolitana complessivamente vengono effettuati circa **2,4 milioni di spostamenti quotidiani** da parte dei residenti e circa 2,7 milioni se si includono anche gli spostamenti dei *city-users* non residenti.

La ripartizione modale degli spostamenti dei residenti e city-users (non residenti) della città Metropolitana di Bologna è di seguito riportata. All'interno del Comune di Bologna il 42% degli spostamenti viene effettuato con l'Auto (27% a piedi), mentre se si considera l'area Metropolitana questa quota raggiunge il 57%. **Il in ambito urbano il trasporto pubblico locale raggiunge il 21% del totale degli spostamenti.**

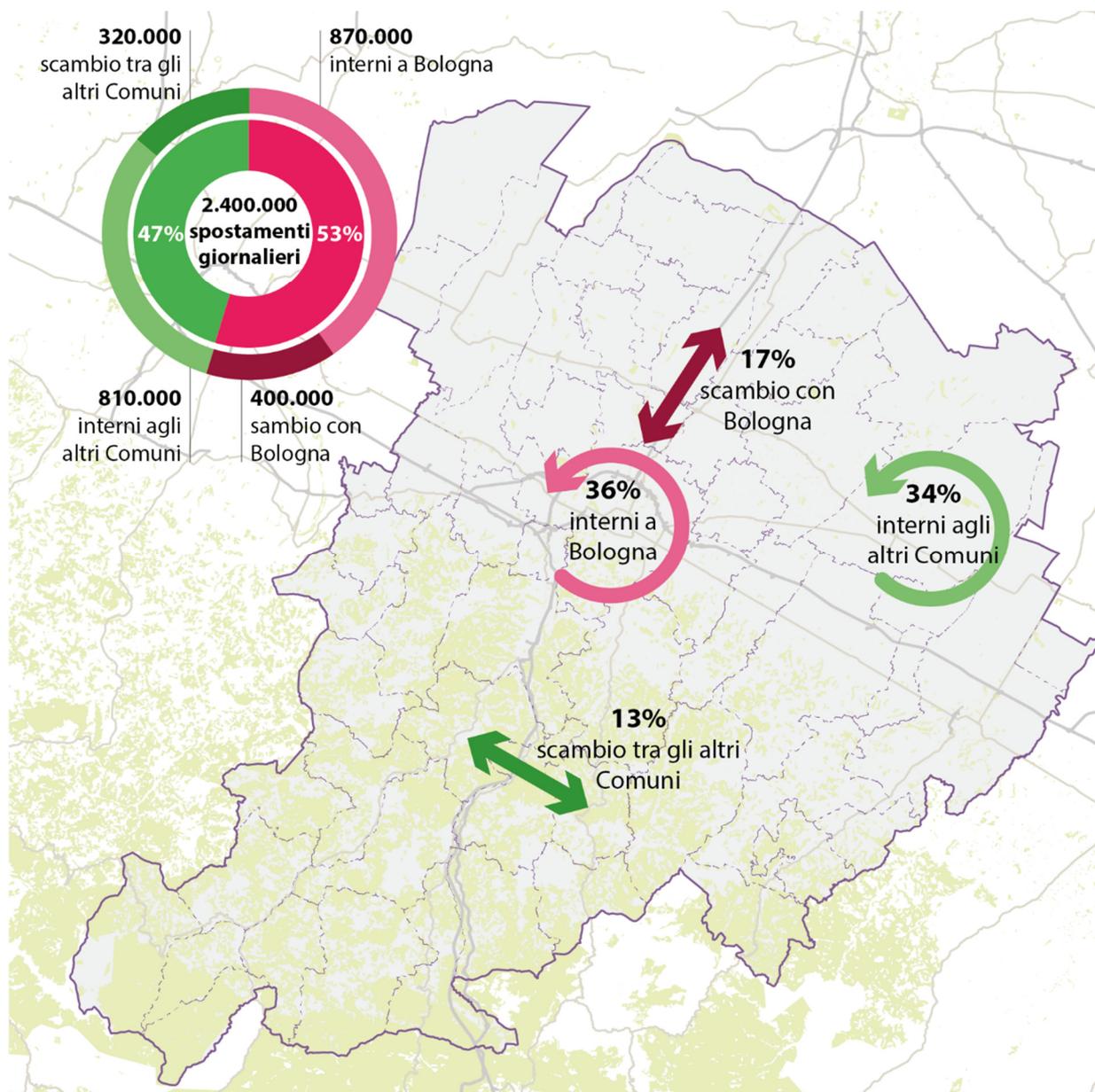
Figura 4: Ripartizione Modale



Fonte: PUMS 2018

Dei 2,4 milioni di spostamenti giornalieri dei residenti all'interno della Città Metropolitana, oltre la metà interessano il Comune di Bologna (53%) e di questi il 36% risulta interno a Bologna. Compatibilmente con le dimensioni della città, oltre l'80% degli spostamenti ha una durata inferiore ai 30 minuti (il 45% compie distanze inferiori ai 5 km e durata inferiore a 15 minuti).

Figura 5: Macronumeri della mobilità bolognese



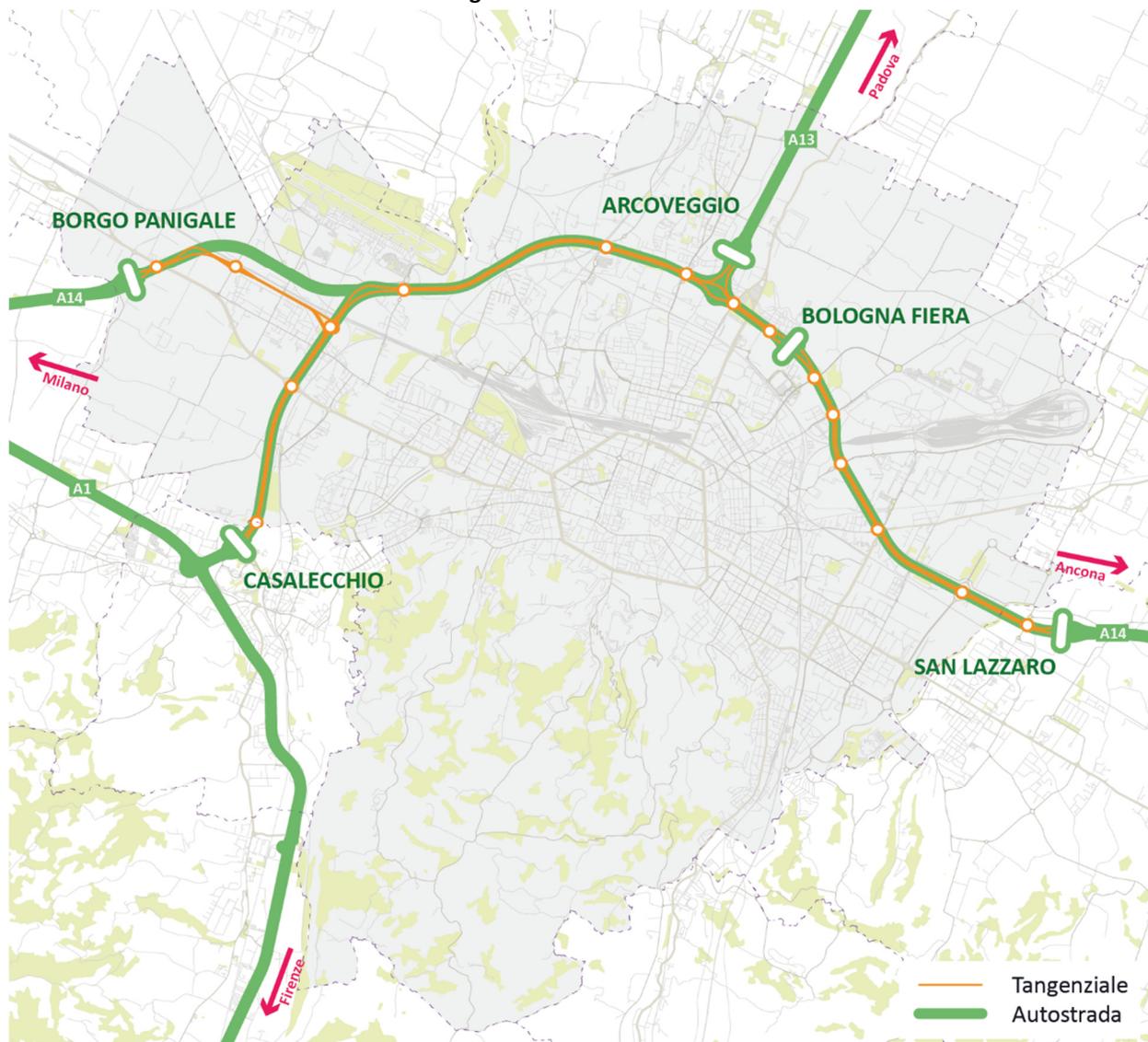
Fonte: Elaborazione su dati PUMS



3.4.1 TRASPORTO PRIVATO

La rete stradale metropolitana si estende in maniera capillare. Il sistema autostradale e tangenziale di Bologna connette le principali direttrici di traffico nazionale e regionale ed in particolare smista i flussi provenienti dalle autostrade del Sole (A1), Bologna-Padova (A13), del Brennero (A22) e della Adriatica (A14) nonché il traffico locale proveniente dalle zone limitrofe all'area metropolitana.

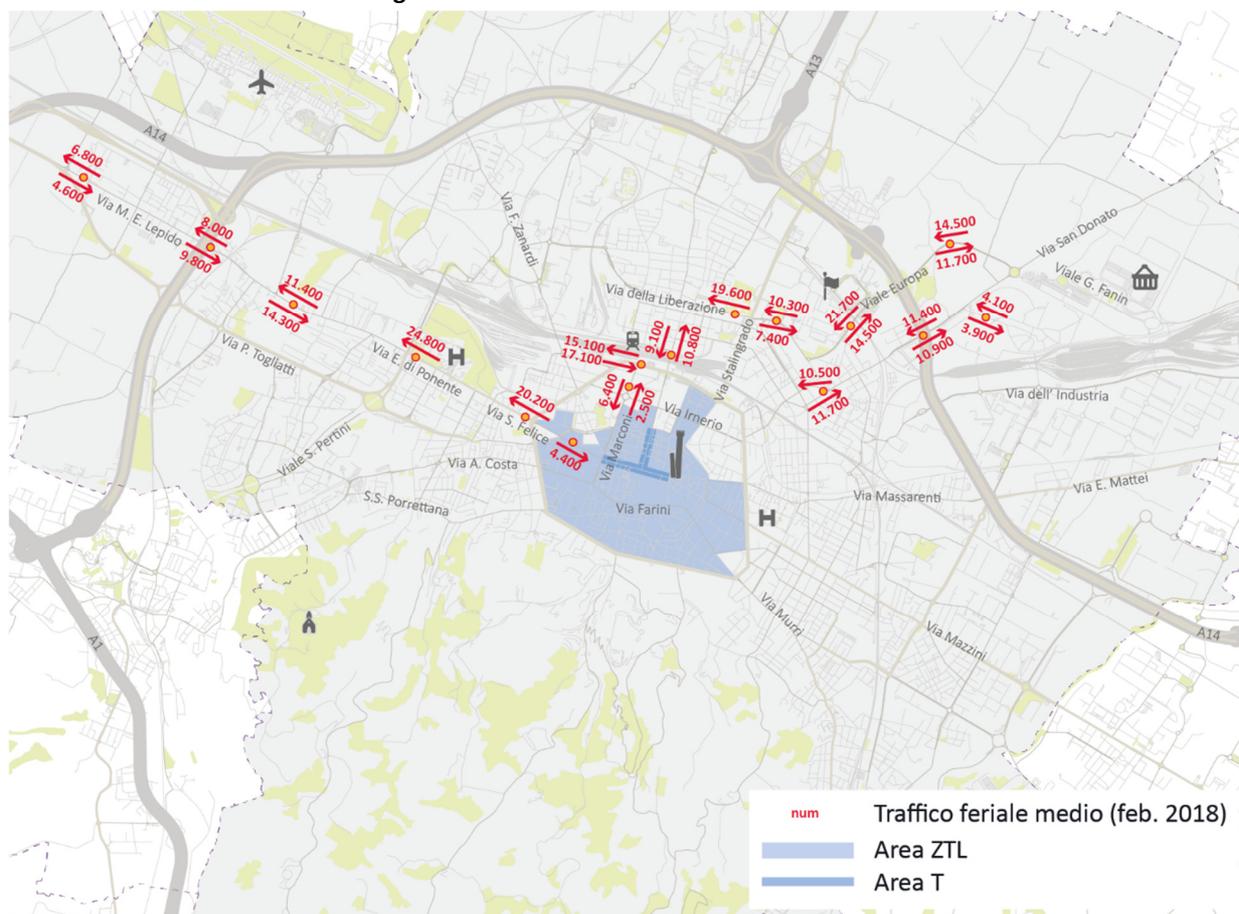
Figura 6: La rete stradale



Il sistema viario è formato dalla sede dell'autostrada A14 e dalle due carreggiate della tangenziale, costituite dalle due complanari, che si sviluppano ai due lati della stessa autostrada, tra Borgo Panigale, Casalecchio, Arcoveggio e San Lazzaro.

Ad oggi (2017) i volumi di traffico, misurati tra l'allacciamento con il raccordo autostradale di Casalecchio e la stazione di Bologna San Lazzaro, sono pari a circa **71.500 Veicoli Teorici Giornalieri Medi Anni (VTGMA) sulla sede autostradale** e a circa **80.000 VTGMA sulla tangenziale**.

Figura 7: Traffico Auto nel corridorio di studio



Fonte: elaborazione su dati del Comune di Bologna

In ambito urbano, dall'analisi dei flussi di traffico rilevati dalle principali spire provinciali e comunali il trend storico segna una progressiva diminuzione dei flussi di traffico privato su gomma, più rilevanti all'interno del Comune di Bologna in direzione centro, favorito delle politiche di moderazione e limitazione del traffico veicolare all'interno della cerchia dei viali.

Nonostante questo trend, tutte le principali radiali di accesso alla città mostrano flussi di auto molto elevati. In particolare nel quadrante ovest della città, lungo l'asse della Via Emilia a Borgo Panigale tra l'intersezione col l'Autostrada/Tangenziale e la cerchia dei viali transitano in media 25mila veicoli/giorno. Volumi simili si osservano nel quadrante nord-est lungo Via San Donato e Viale Europa.

All'interno della cerchia dei viali nel Centro Storico vi è una **Zona a traffico limitato (ZTL)** in cui dalle 7 alle 20, tutti i giorni, la circolazione dei veicoli a motore è soggetta a limitazioni e gli accessi sono sorvegliati dal vigile elettronico Sirio. All'interno della ZTL ci sono alcune zone limitate 24 ore su 24: le zone pedonali e l'area T (via Rizzoli, via Indipendenza e via Ugo Bassi) i cui accessi sono controllati dal sistema di telecontrollo RITA. Ogni weekend, dalle 8 di sabato alle 22 di domenica e tutti i giorni festivi dalle 8 alle 22, la Zona T e una serie di zone limitrofe è aperta solo a pedoni e biciclette.

3.4.2 SERVIZIO TAXI

Senza contare le licenze di Noleggio Con Conducente (NCC), sono 706 i Taxi che circolano nel Comune di Bologna. Oltre a questi, sono state di recente messe a gara ulteriori 36 licenze di cui 6 sono "prioritarie disabili", con copertura sulle 24 ore per auto elettriche, ibride, a metano o gpl mentre le altre 30 sono vincolate all'utilizzo di veicoli elettrici, in attuazione delle nuove linee del PUMS per promuovere una mobilità urbana integrata e sostenibile.

Complessivamente sono oltre 330 gli stalli disponibili per i Taxi dislocati principalmente nel Centro Storico, Aeroporto, zona Fiera e Stazione.

Tabella 1: Localizzazione delle postazioni del servizio Taxi

Zona	Numero stalli
Centro Storico	86
Zona Fiera	54
Stazione Centrale	40
Aeroporto	34

Le principali origini e destinazioni degli spostamenti in Taxi sono quelle relative ai principali poli di attrazione e generazione dell'area urbana di Bologna: Centro storico, Stazione Centrale, Aeroporto, zona Fiera e i Poli Ospedalieri del Rizzoli, Maggiore, Sant'Orsola e Bellaria.

In media circolano circa 400 Taxi durante le ore diurne (7:00-22:00) e 100 durante le ore notturne con una percorrenza media giornaliera variabile tra i 150 e i 250-300 km/giorno in funzione della presenza di eventi fieristici, servizio diurno/notturno, tipologia di servizio.

3.4.3 OFFERTA TRASPORTO PUBBLICO

Il trasporto collettivo metropolitano comprende il Servizio Ferroviario Metropolitano, il servizio di trasporto collettivo suburbano ed extraurbano su gomma e il servizio urbano su gomma. Complessivamente le rete si estende per oltre 3.050 Km (circa 2.700 km di rete su gomma, 350 km di rete ferroviaria) ed è percorsa da circa 3.110 corse al giorno (2.700 TPL su gomma e 410 su ferro). **A livello giornaliero vi sono circa 145.000 viaggi nel territorio provinciale, di cui circa 100.000 su linee suburbane ed extraurbane e 45.000 su le linee del SFM.** L'offerta del TPL suburbano ed extraurbano è di circa 17.000.000 vkm/anno e la velocità commerciale di 29 km/h.

Per quanto riguarda il SFM, l'offerta annua si aggira intorno ai 4.702.983 treni/km.

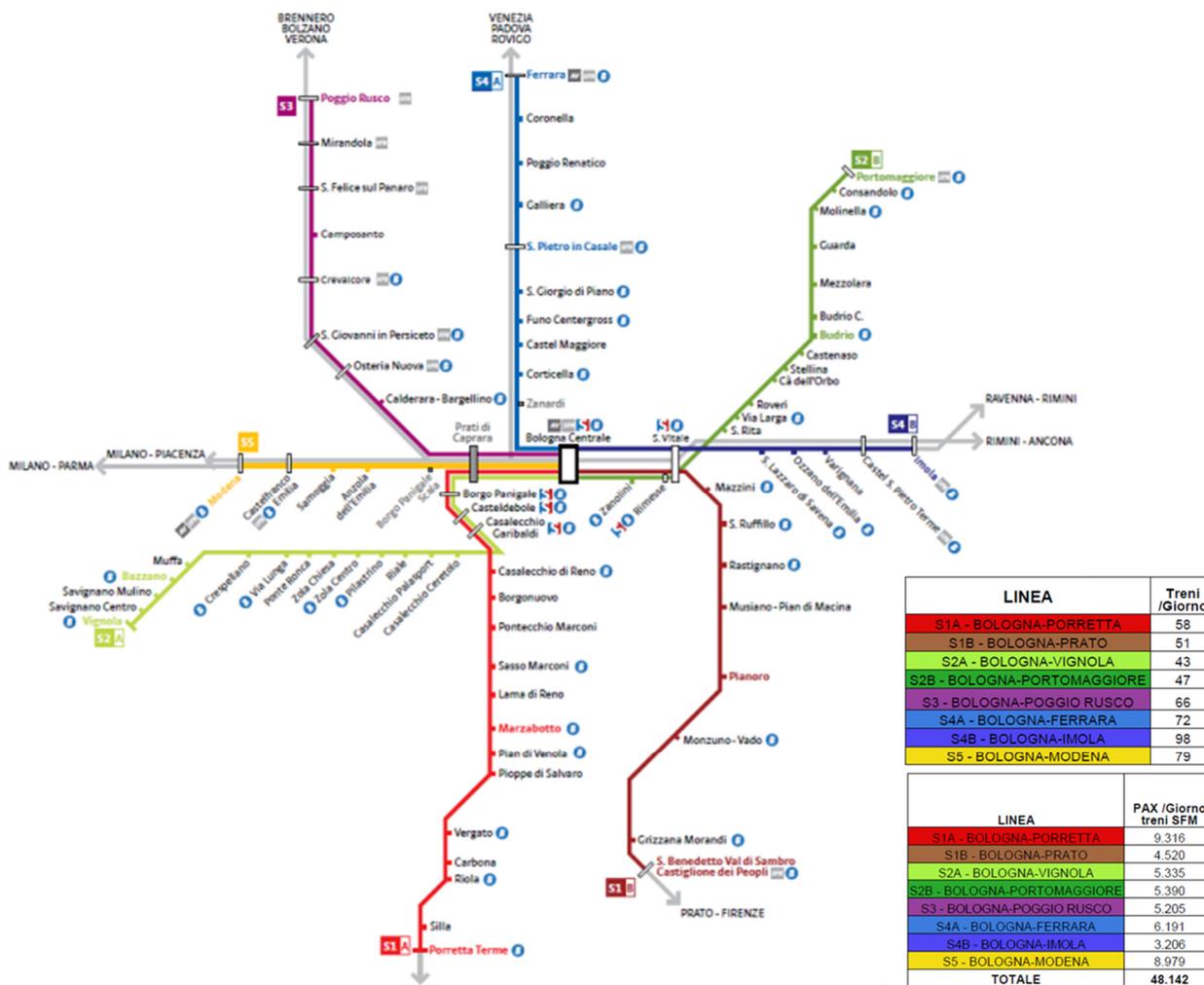
Tabella 2: Offerta di trasporto pubblico

	SFM	Servizio Extraurbano	Servizio Urbano
Estensione (km)	350 (dei quali 45 nel comune di Bologna)	2.700	341
Offerta annua	4,7 milioni treni/km	17 M vkm/anno	15,8 M vkm/anno
N. corse/giorno	400	2.700	5.240
Passeggeri/giorno	35.000	100.000	320.000

Fonte: PUMS 2018

Per quanto riguarda il servizio urbano su gomma si noti che le **prime 10 linee per numero di passeggeri assorbono da sole l'81% della domanda totale giornaliera.**

Figura 8: Servizio Ferroviario Metropolitan



Fonte: PUMS 2018

3.4.4 DOMANDA TRASPORTO PUBBLICO

L'offerta del TPL urbano di Bologna si attesta attorno ai **17.600.000 vkm/anno** con una velocità commerciale dei mezzi di circa 15 km/h. Il servizio ha una buona produttività e incontra un discreto successo da parte dell'utenza come dimostrato dal progressivo aumento dei passeggeri trasportati nel quinquennio 2012-2017, dato questo supportato da una forte campagna contro l'evasione portata avanti da TPER a partire dal 2013.

Tabella 3: Indicatori dell'offerta TPL – ripartizione delle percorrenze

Parametri	2017	2016	2015	2014	2013	2012
Totale vkm offerte	35.051.259	35.205.174	34.960.353	34.997.142	35.754.074	36.039.959
Servizio Urbano	17.600.410	17.654.622	17.492.452	17.571.302	17.962.874	18.126.601
Altri comuni	705.712	715.002	705.674	704.565	736.453	797.689
Servizio extraurbano	16.689.077	16.775.387	16.705.265	16.666.640	16.980.386	17.011.942
Linee speciali	56.060	60.163	56.962	54.635	74.361	103.727

Tabella 4: Indicatori della domanda TPL – ripartizione della domanda

Parametri	2017	2016	2015	2014	2013	2012
Passeggeri trasportati	154.728.589	151.782.079	143.760.662	141.877.030	134.468.427	129.407.174
Bologna	131.043.206	127.650.680	125.190.336	123.283.537	116.203.691	111.472.274
Urbano	111.292.812	108.073.193	105.800.154	104.455.241	97.792.889	94.604.651
Aerobus	1.254.587	1.166.129	1.034.989	1.018.830	935.032	871.300
Suburbano/ extraurbano	18.246.382	18.141.412	18.097.261	17.503.481	17.053.163	15.645.662
Specializzate	249.425	269.946	257.932	305.985	419.607	350.661

Fonte: Bilanci TPER 2012-2017

Le 10 linee portanti del sistema di Trasporto Pubblico urbano su gomma trasportano circa 91 milioni di passeggeri l'anno, le altre linee 20 milioni. Nella rete urbana attuale **10 linee trasportano l'81% dei passeggeri complessivi.**

Figura 9: Rete urbana del trasporto pubblico: linee portanti





Tabella 5: Prime 10 linee della rete urbana per numero di passeggeri

Linea	Lunghezza (km)	Chilometri percorsi al 31/12/2017	Passeggeri annuali (stima 2017)	Passeggeri medi giornalieri
11	29,6	1.429.832	9.354.297	25.628
13	19,5	1.576.480	14.149.252	38.765
14	29,0	1.441.705	12.290.969	33.674
19	38,7	1.511.989	11.762.220	32.225
20	28,6	1.689.359	11.486.436	31.470
21	19,5	694.215	5.849.279	16.025
25	21,5	943.942	6.268.522	17.174
27	30,5	1.545.857	14.129.288	38.710
36	20,4	754.640	3.812.050	10.444
35	22,4	585.620	2.242.047	6.143

Fonte: SRM su dati TPER S.p.A.

3.5 PRINCIPALI CRITICITÀ DEL SISTEMA DI MOBILITÀ

Nonostante le buone performance del servizio pubblico, sono diverse le criticità della **mobilità pubblica e privata** su tutto il territorio comunale. Per quel che riguarda il trasporto privato, le principali criticità si riscontrano in corrispondenza delle radiali di penetrazione urbana tra la Tangenziale e i viali e sui viali di circonvallazione.

Da anni si sta discutendo sulle possibili opzioni di potenziamento del sistema Tangenziale/Autostrada e nel 2017 è stato approvato il progetto preliminare del **Passante di Mezzo** proposto da Autostrade per l'Italia e condiviso con il territorio dopo un lungo iter di consultazioni pubbliche. Il progetto preliminare del Passante di Mezzo prevede l'ampliamento in sede del sistema esistente mediante la realizzazione di una piattaforma a 3 corsie più corsia di emergenza per senso di marcia, sia sull'A14 che sulla tangenziale (con 4 corsie nel tratto più carico) nella tratta tra le uscite 4 (Aeroporto) e 13 (San Lazzaro). Questa soluzione dovrebbe essere accompagnata da una serie di interventi volti a migliorare la viabilità sulle principali radiali di penetrazione urbana.

Per quel che riguarda il servizio di **trasporto pubblico su gomma**, la rete portante metropolitana interna alla città di Bologna mostra sostanzialmente due forti criticità

- L'accentuazione, negli ultimi anni, di un sovraffollamento a bordo dei mezzi in diverse ore del giorno nelle tratte a ridosso delle aree centrali, con conseguenti riflessi sul comfort di viaggio e sui perditempo alle fermate;
 - Un raggiunto limite di distanziamento minimo tra i passaggi dei mezzi nei corridoi su cui insistono più linee, con le conseguenti problematiche in termini di fluidità della circolazione.
- Con riferimento all'elevato numero di transiti di mezzi nelle aree centrali, importante segnalare che nell'ora di punta del mattino nell'area di Piazza dei Martiri transitano circa 150 mezzi tra servizi Urbani, Suburbani ed Extraurbani, equivalenti ad un passaggio ogni 25 secondi. Per questo motivo, in fase di redazione del Piano Urbano della Mobilità Sostenibile (PUMS) si è ipotizzata e sostenuta la necessità di un **nuovo sistema di trasporto collettivo più efficace, efficiente e sostenibile** lungo gli assi portanti della mobilità bolognese.

3.6 PIANO URBANO DELLA MOBILITÀ SOSTENIBILE - PUMS

Il PUMS è il piano strategico che orienta la mobilità in senso sostenibile con un orizzonte temporale medio-lungo (2020-2030) che sviluppa una visione di sistema della mobilità e si correla e coordina con i piani settoriali ed urbanistici a scala sovraordinata e comunale. Il PUMS della Città Metropolitana di Bologna ha come ambito territoriale di riferimento l'intero territorio metropolitano e si occupa delle relazioni tra i Comuni analizzando con particolare attenzione gli spostamenti da e verso il capoluogo.

Le **Linee di indirizzo** sono state elaborate tenendo conto degli obiettivi di riduzione delle emissioni inquinanti fissati dalla comunità internazionale (a livello globale e a livello comunitario) e recepiti dalla Regione Emilia Romagna (Piano dell'Aria Integrato Regionale PAIR 2020 RER, Accordo di Parigi COP 2015, Impegno UE su riduzione Incidentalità).

Tutte le fasi di redazione del PUMS della Città metropolitana di Bologna hanno visto un forte processo partecipativo. Tra il 2017 e il 2018 sono stati coinvolti portatori di interesse (stakeholder) e cittadini sia nella fase di definizione degli obiettivi, sia nella fase delle scelte operative, sia nella verifica dell'attuazione del Piano.

3.6.1 OBIETTIVI DEL PUMS

Gli obiettivi generali del PUMS ai fini della tutela della qualità dell'aria così come indicato nel PAIR 2020 prevedono nel lungo periodo (2030) la riduzione delle emissioni da traffico del 40%.

Una quota significativa della riduzione obiettivo del 40% delle emissioni da traffico sarà sostenuta dall'evoluzione del parco veicolare elettrico che dovrebbe garantire una riduzione pari al 12% di emissioni. L'obiettivo di Lungo Periodo del PUMS pertanto può essere scomposto in una componente "da parco veicolare" per il 12% e una "da riduzione del traffico privato" per il restante 28%.

Rispetto allo stato attuale, per raggiungere l'obiettivo del PUMS nella città Metropolitana dovranno essere spostati dal mezzo privato (auto e moto) ad altre modalità 440.000 spostamenti nel Lungo Periodo, pari al 28%.

Tabella 6: Obiettivi del PUMS

Obiettivo	Lungo Periodo (2030)
PUMS 2018	- 40% emissioni da traffico di cui: - 12% rinnovo parco veicolare - 28% riduzione Traffico Auto, pari a circa 440.000 spostamenti/giorno (auto+moto)

Fonte: PUMS 2018

La spina dorsale del nuovo modello di mobilità sostenibile delineato nel PUMS sarà la costruzione di un unico sistema di trasporto metropolitano incentrato sul Tram e SFM per superare l'attuale frammentazione di bus urbani, suburbani, extraurbani, treni regionali, metropolitani, ognuno con un proprio sistema di orari, tariffe e governance.

3.6.2 MISURE PREVISTE NEL PUMS

Gli obiettivi posti dal PUMS per il lungo periodo prevedono un significativo potenziamento della rete di trasporto pubblico in ambito metropolitano strutturando la rete di trasporto collettivo in tre componenti.

- Portante – costituita dal Servizio Ferroviario Metropolitano SFM, dalla nuova rete tranviaria di Bologna e dalle linee extraurbane/suburbane ad alto traffico che ci si propone di servire con sistemi assimilabili a BRT (Bus Rapid Transit).
- Secondaria – costituita da tutte le autolinee extraurbane, suburbane ed urbane che non rientrano nella precedente categoria.
- Servizi di mobilità condivisa (Taxi, Taxi collettivo, NCC, Car sharing, Bike sharing) che completano l'operatività del sistema del Trasporto collettivo per rispondere ad esigenze di mobilità caratterizzate da elevata flessibilità oppure in ambiti operativi complessi (aree a domanda diffusa).

Le strategie che il PUMS prevede di mettere in campo comprendono:

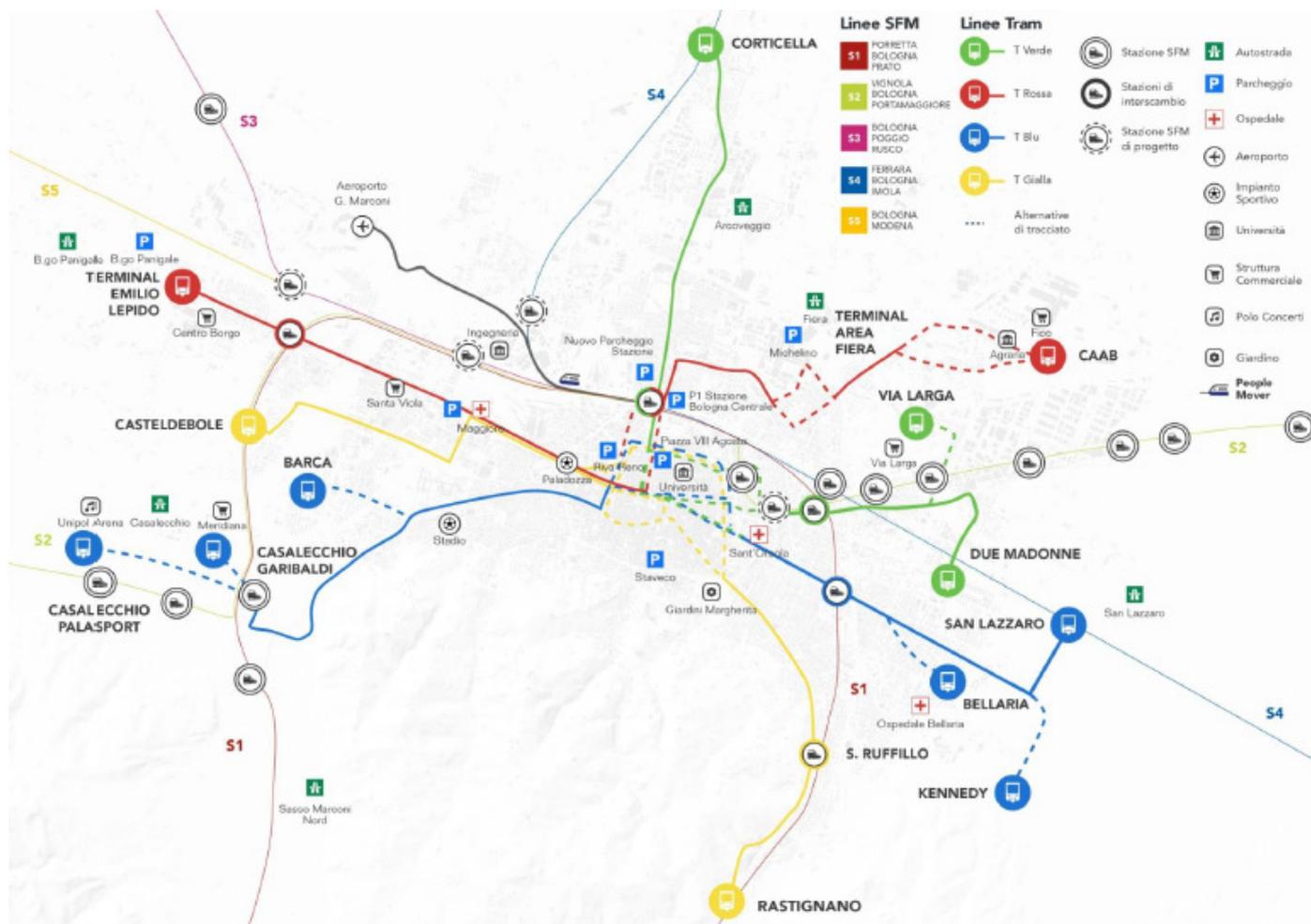
- Potenziamento del SFM con un obiettivo di frequenza nelle fasce di punta ai 15' su tutte le linee e la realizzazione di interventi strumentali (potenziamento materiale rotabile) e infrastrutturali propedeutici all'intensificazione del traffico ferroviario in base al modello di esercizio previsto sulle diverse linee.
- Potenziamento della capacità di trasporto e dell'attrattività della rete portante urbana di Bologna mediante l'introduzione della tecnologia tranviaria.
- Potenziamento della capacità di trasporto e innalzamento della velocità commerciale e della regolarità di marcia delle autolinee extraurbane e suburbane portanti
- Creazione di una rete di trasporto collettivo interconnessa tra servizi della rete portante (SFM e tram) e con la rete autofiloviaria secondaria urbana ed extraurbana.

5.2.4.1. La rete tranviaria

L'assetto a regime della **rete portante urbana tranviaria proposta nel PUMS prevede 4 linee** (la Linea Blu in realtà è prevista per un orizzonte temporale superiore a quello del PUMS, >2030), per un totale di 53,3 km di sviluppo dell'infrastruttura, che ricalcano gran parte delle attuali direttrici di traffico principali all'interno della città. La rete tranviaria è integrata con le 8 direttrici SFM non solo alla Stazione Centrale ma anche presso una serie di stazioni urbane, consentendo un collegamento ottimale verso i principali attrattori urbani dall'intero bacino metropolitano bolognese. Le 4 linee della rete tranviaria completa così come prevista dal PUMS dovrebbero

intercettare 340.000 residenti entro un bacino di 500 m dalle linee (ammettendo in prima istanza un distanziamento medio delle fermate di 400 metri), pari al 88% dei residenti.

Figura 10: La rete tranviaria di lungo periodo prevista nel PUMS



Fonte: PUMS 2018

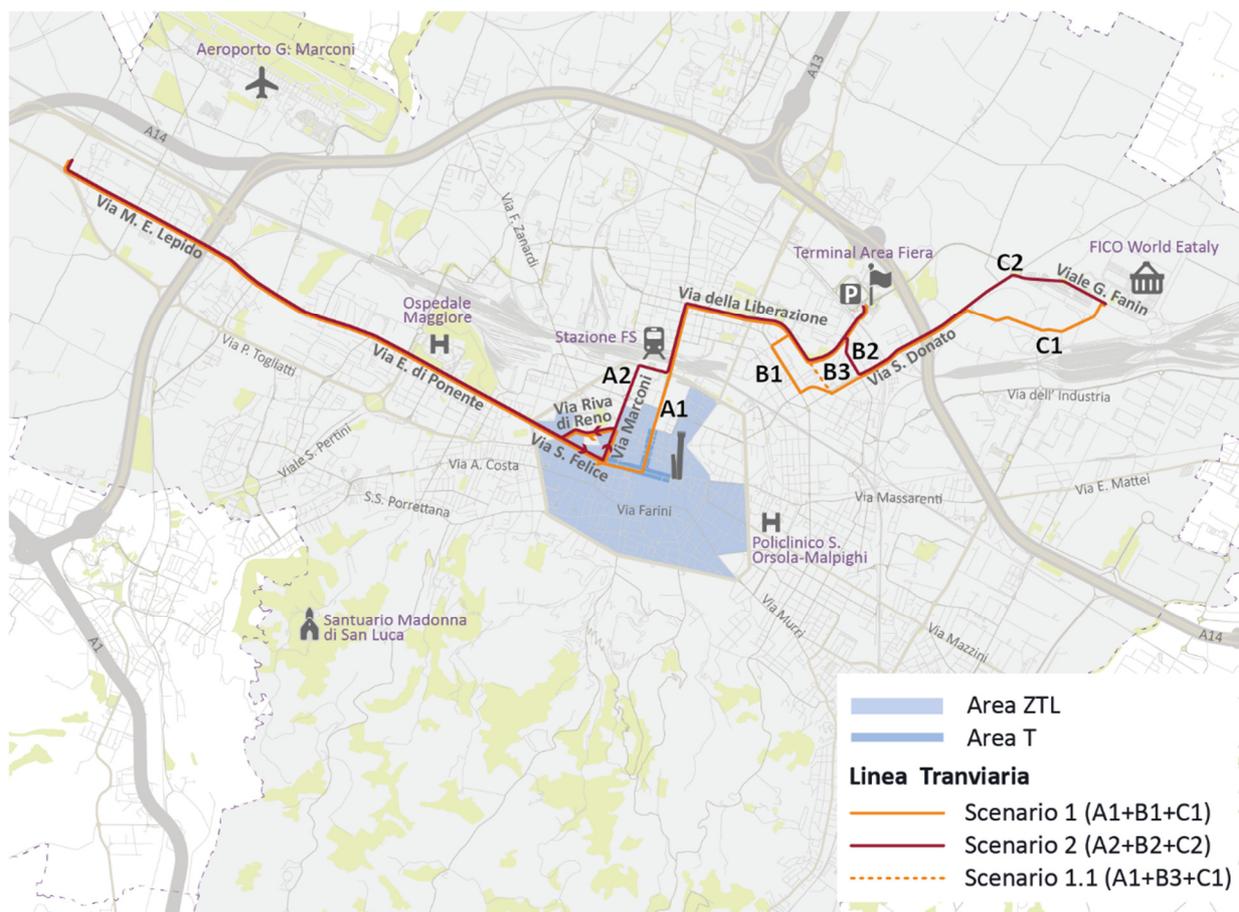
4. LINEA ROSSA DEL TRAM

4.1 PREMESSA

Di seguito sono riportate le due principali alternative di tracciato previste per la Linea Rossa del Tram il cui percorso trae origine dal capolinea ovest situato a Borgo Panigale e si sviluppa lungo l'asse delle vie Marco Emilio Lepido e Aurelio Saffi fino al centro storico di Bologna; da qui prosegue verso nord in direzione della Stazione Bologna Centrale FS, del "Fiera District", del quartiere Pilastro, per giungere all'altro capolinea nei pressi del Polo Funzionale CAAB.

Le due opzioni di tracciato si differenziano per una serie di alternative puntuali. Complessivamente per entrambe le alternative lo sviluppo totale della linea è di circa 15 km.

Figura 11: Opzioni di tracciato della linea Rossa



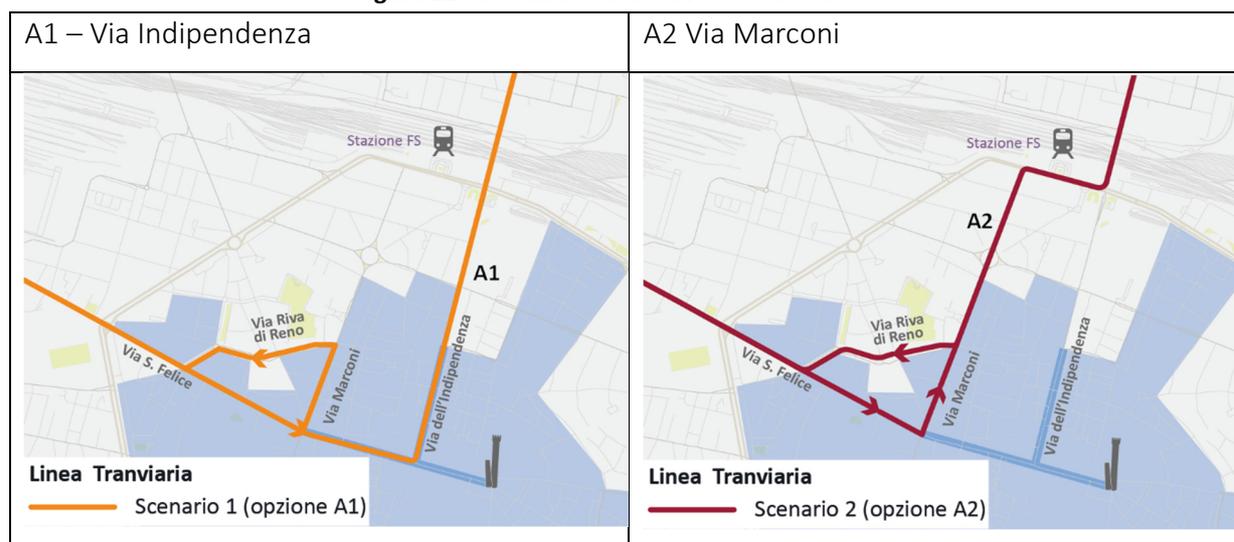
4.2 DESCRIZIONE DEL TRACCIATO

Il tracciato, lungo poco più di 15 km, a doppio binario, inizia a Borgo Panigale, nei pressi della connessione di Via Marco Emilio Lepido con la S.P. 568 "Persicetana" e si sviluppa quindi lungo un percorso sostanzialmente rettilineo su Via M.E. Lepido, Via Emilia Ponente, Via Aurelio Saffi ed un primo tratto di via San Felice.

Da via San Felice a Piazza XX Settembre si propongono due opzioni di tracciato che investono il passaggio nella zona più centrale della città:

- **Opzione A1:** La ridotta sezione stradale di Via San Felice obbliga a proseguire disponendo i due binari su tracciati diversi, in dir. Est ancora su Via San Felice e in direzione opposta prima su Via delle Lame e poi su di Via Riva di Reno. Quindi i due binari si ricongiungono e proseguono su via Ugo Bassi, fino a portarsi, con una curva a sinistra di 90° nei pressi di Piazza del Nettuno, su via Indipendenza, che viene percorsa interamente fino oltre Piazza XX Settembre.
- **Opzione A2:** questa seconda opzione si sviluppa su Via Guglielmo Marconi, Via Giovanni Amendola e Viale Pietro Pietramellara. Il binario dir. Est svolta a sinistra su Via G. Marconi alla fine di Via San Felice, mentre quello in direzione Ovest lascia Via G. Marconi svoltando a destra su Via Riva di Reno per percorrerla fino allo sbocco su Via San Felice.

Figura 12: Alternative di attraverso del Ventro storico



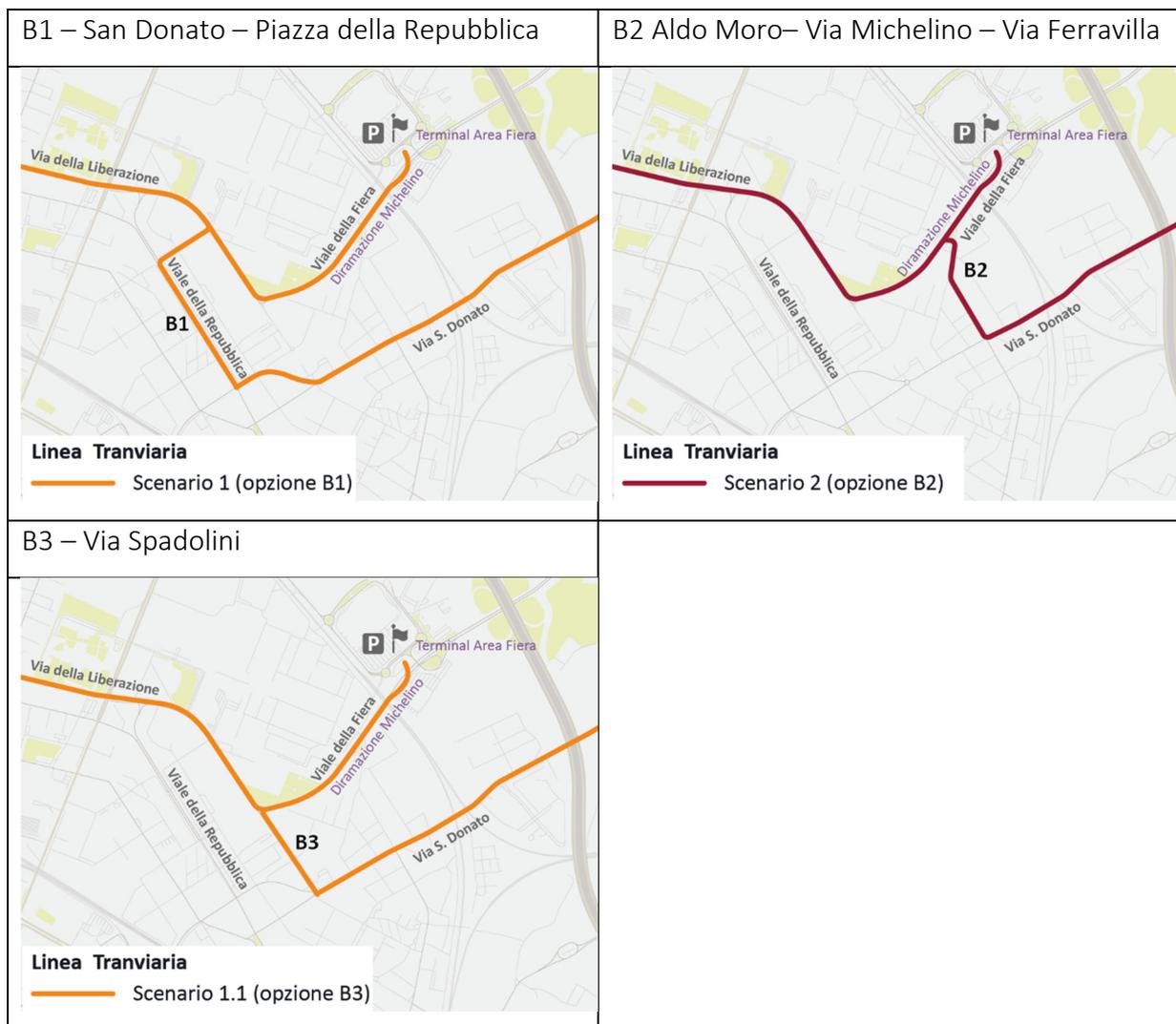
Superata via Pietramellara, il tracciato prosegue su Via Giacomo Matteotti, sovrapassando il fascio ferroviario nei pressi della stazione centrale, fino a raggiungere Piazza dell'Unità, svoltare a destra su Via della Liberazione e procedere poi su Viale Aldo Moro.

Da qui sono state ipotizzate tre opzioni di tracciato per raggiungere via San Donato, che si ricongiungono poco prima del sottopasso ferroviario della linea di cintura.

- **Opzione B1¹:** con l'intento di incrementare l'area di abitato servita senza invadere Piazza G. Spadolini, in corrispondenza dell'ingresso del Polo fieristico su Viale A. Moro, il tracciato viene fatto deviare sulla destra, lungo via Serena per raggiungere l'ampio Viale della Repubblica e procedere su tale arteria fino a svoltare a sinistra su Via San Donato.
- **Opzione B2:** nell'opzione B2 invece il tracciato prosegue lungo viale Aldo Moro per poi girare sulla sinistra e occupare Viale delle Fiere in corrispondenza della rotatoria collocata all'intersezione delle suddette strade con via Garavaglia. Dopo un primo tratto lungo viale della fiera di ca. 400 m, il tracciato devia sulla destra per occupare Via Edoardo Ferravilla al termine della quale, con una svolta a sinistra si immette su Via San Donato riprendendo il tracciato dell'alternativa "1" poco prima dei sottopassi in corrispondenza della linea ferroviaria.
- **Opzione B3:** l'opzione B3, finalizzata a un apprezzabile incremento dell'area di abitato servita e senza significativi riflessi negativi per l'accessibilità della Fiera, consiste nel proseguimento in retta da via A. Moro su via Ferruccio Garavaglia e Piazza Giovanni Spadolini, per svoltare a sinistra su via San Donato circa 700 m prima del punto di inserimento previsto dal tracciato dell'alternativa B1. Tale alternativa comporta la criticità dell'attraversamento tranviario dell'area di Piazza G. Spadolini, che è frequentato luogo pedonale di ritrovo e di attività di interesse sociale.

¹ Questa opzione corrisponde all'Alternativa B4 del Capitolato speciale descrittivo e prestazionale pubblicato dal Comune di Bologna.

Figura 13: Passaggio San Donato e diramazione Terminal Area Fiera Michelino



Per tutti gli Scenari è stata prevista una diramazione di collegamento con il terminal Area Fiera Michelino. Questa diramazione, lunga circa 1,3 km, nasce da una attenta ponderazione tanto in termini di flussi adottati quanto come effetti territoriali indotti:

- Sinergia positiva con il quartiere fieristico che, negli ultimi anni ha registrato una contrazione di eventi e visitatori e potrebbe beneficiare di una maggiore accessibilità;
- Potenziare l'effetto di park & ride dei parcheggi Michelino e Fiera come nodo scambiatore qualificato con conseguente riduzione degli accessi privati diretti verso l'area centrale

della città e le zone servite dalla rete integrata del trasporto di massa Tram + Rete filoviaria.

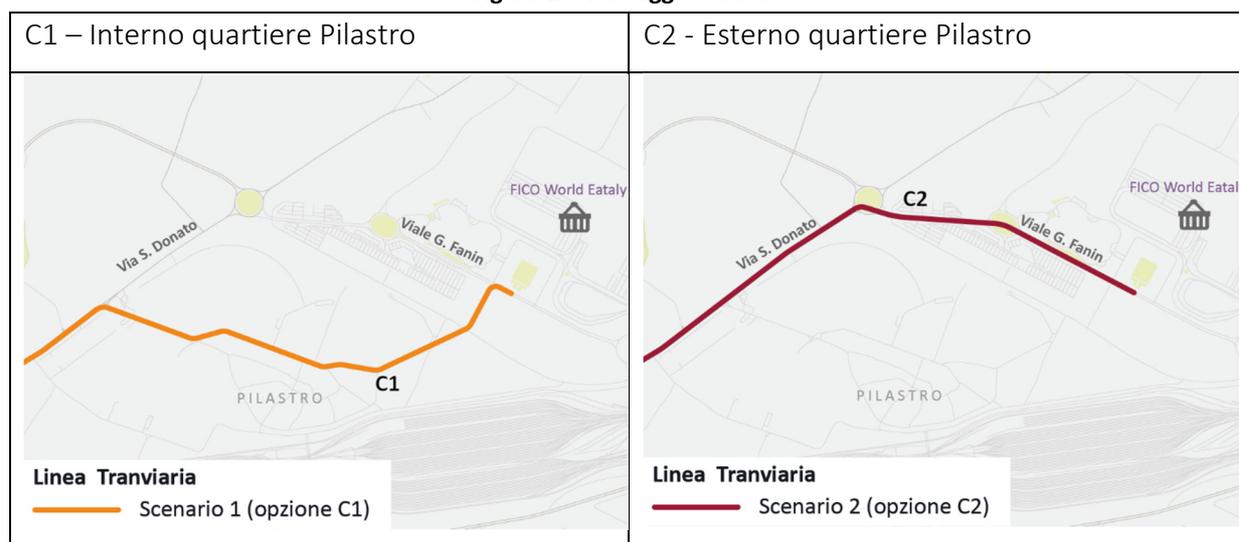
Superato il sottopasso ferroviario di Via San Donato, il tracciato si sviluppa lungo via S. Donato, oltrepassando lo svincolo con la Tangenziale, in direzione nord.

Per raggiungere il capolinea est, sono previste le ultime due opzioni di tracciato: la prima opta per un percorso che dall'intersezione con via Pirandello entra all'interno della zona del quartiere Pilastro; l'altra che rasenta a nord l'agglomerato abitativo fino a via Giuseppe Fanin.

- **Opzione C1:** in questa alternativa il tracciato lascia Via San Donato all'altezza di Via Luigi Pirandello, per percorrere un tratto di tale strada e quindi seguire il percorso più appropriato nelle strade del quartiere (Via Casini, via Frati, via Sighinolfi), raggiungere Via Larga e, percorrendo quest'ultima e via Arriguzzi, riconnettersi a Viale G. Fanin e raggiungere il capolinea.
- **Opzione C2:** il tracciato prosegue su Via San donato fino alla Rotonda Luchino Visconti, per poi inserirsi nei Viali Tito Carnacini e Giuseppe Fanin.

Qui si ricongiungono i tracciati previsti in entrambe le soluzioni fino al capolinea ubicato prima della Rotonda Giuseppe A. Torri, in area antistante il Polo Funzionale CAAB.

Figura 14: Passaggio Pilastro



Le diverse opzioni puntuali di tracciato sono state aggregate per definire due Scenari di tracciato la cui attrattività dal punto di vista della domanda potenziale viene valutata nell'ambito del presente studio.



Figura 15: Scenario 1

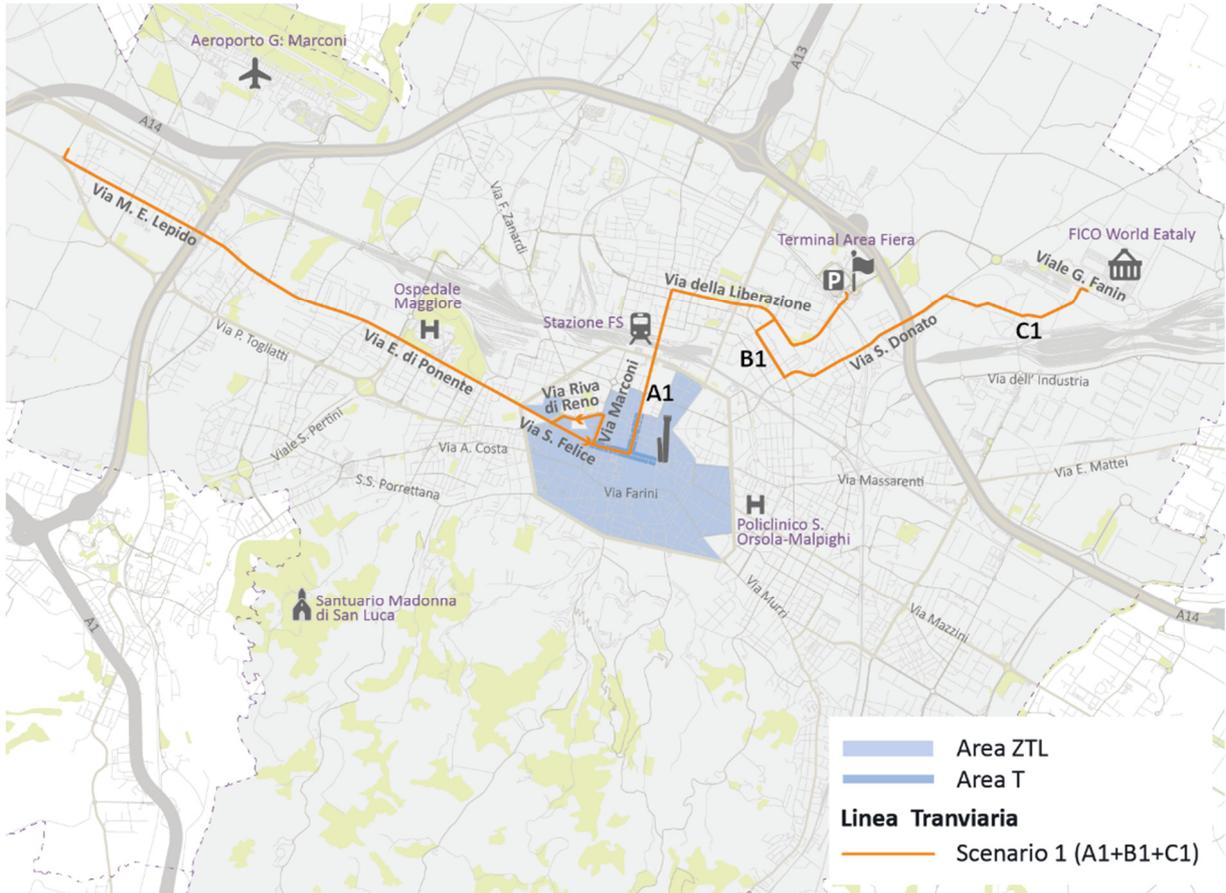
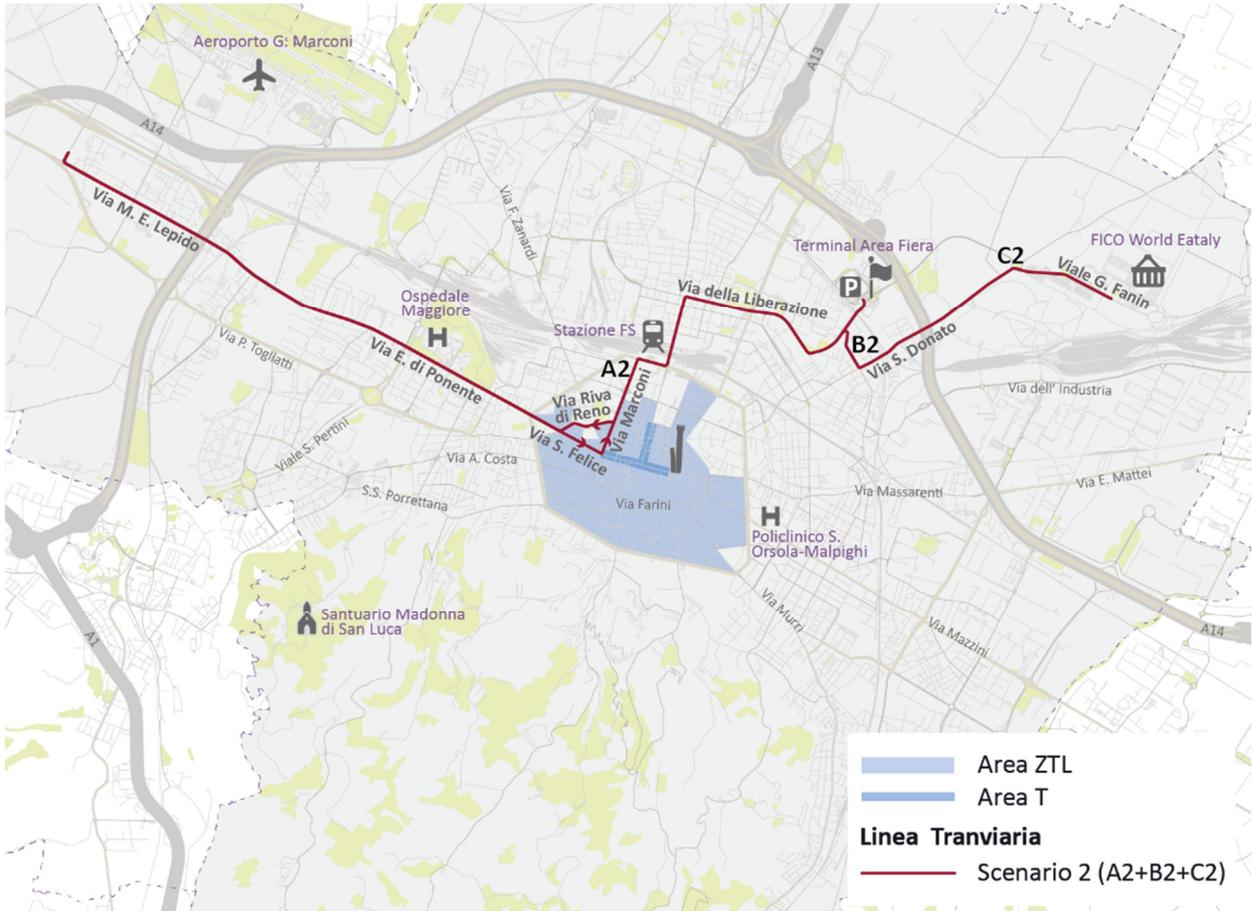




Figura 16: Scenario 2



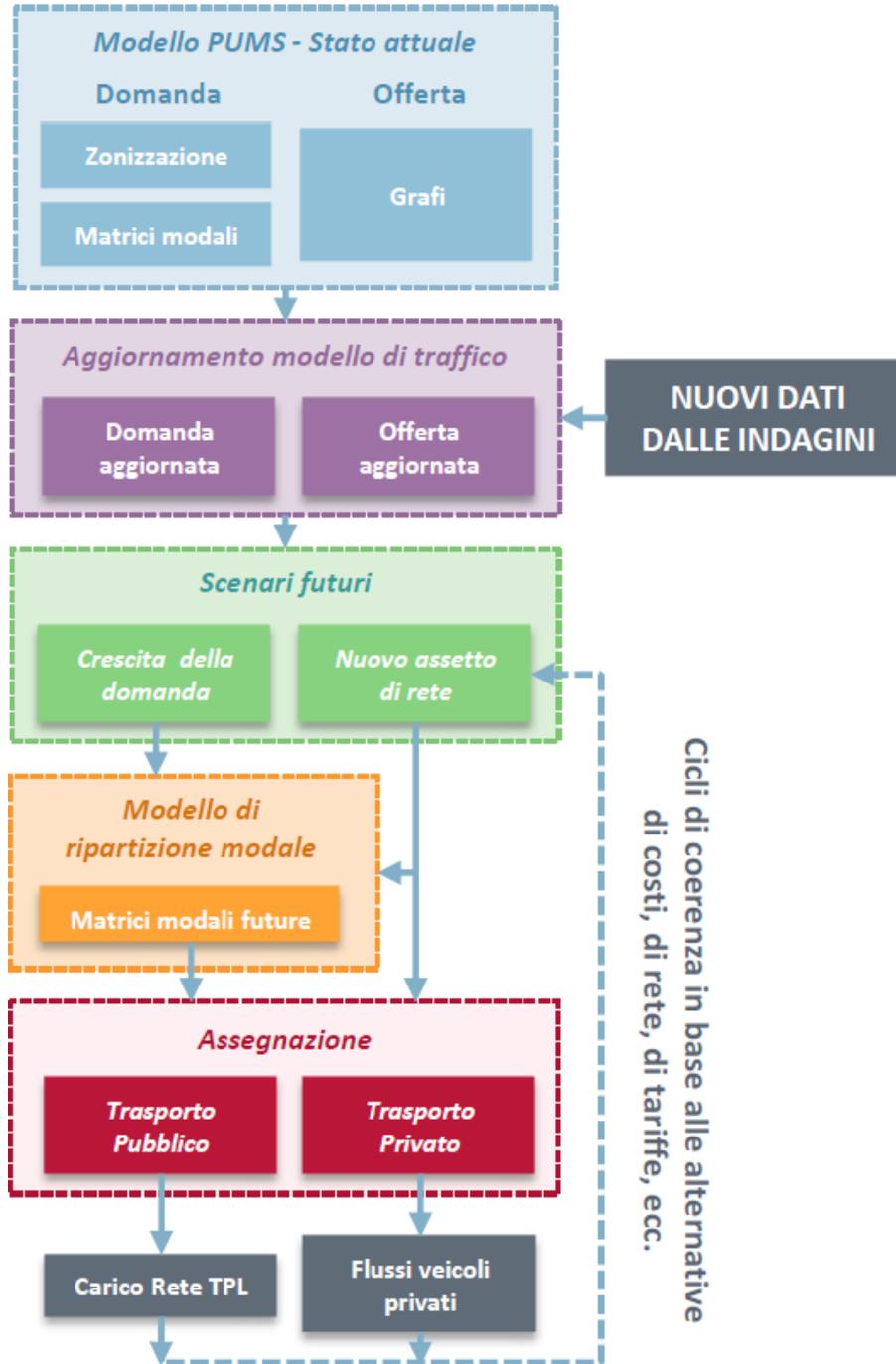
5. PREVISIONE DI DOMANDA SULLA LINEA ROSSA DEL TRAM

5.1 APPROCCIO METODOLOGICO

L'analisi della domanda potenziale per la nuova Linea Rossa del Tram ha utilizzato come base dati della mobilità pubblica e privata ("stato attuale") i dati raccolti ed elaborati per la redazione del PUMS della Città Metropolitana di Bologna messi a disposizione dal Comune di Bologna. La zonizzazione dell'area direttamente interessata dal tracciato della nuova linea Rossa è stata dettagliata maggiormente sulla base della ripartizione territoriale dei residenti e addetti.

Trattandosi di un modello già calibrato su scala metropolitana all'anno base di riferimento per il PUMS, il modello è stato raffinato e aggiornato per quel che riguarda il traffico privato sulla base dei volumi di traffico giornalieri registrati dalle spire semaforiche lungo il tracciato del tram e dai portali Sirio/Rita in accesso al centro storico. La domanda e l'offerta di trasporto pubblico è stata validata anche sulla base di indagini svolte a terra – tra l'8 e il 12 ottobre 2018 - presso alcune fermate e a bordo di tutte le linee che intercettano il corridoio: 13, 19, 20, 21, 38/39.

Figura 17: Algoritmo del modello di traffico



5.2 MODELLO DI TRAFFICO

Per la stima dei passeggeri trasportati dalla Linea Rossa il Comune di Bologna, la Città Metropolitana ed SRM hanno messo a disposizione tutta la documentazione disponibile relativa al modello di traffico utilizzato per la riproduzione dello scenario attuale nell'ambito dell'elaborazione del Piano Urbano della Mobilità Sostenibile, in fase di redazione.

Come piattaforma software ai fini del presente studio, è stato utilizzato VISUM, pacchetto sviluppato da Ptv Group, con sede a Karlsruhe (Germania) per la simulazione del traffico, per le analisi di mobilità e per la previsione della domanda.

Il software VISUM incorpora modelli di domanda, rete ed assegnazione:

- Il modello di domanda consente la rappresentazione dei dati sulla domanda di trasporto;
- Il modello di rete descrive i dati relativi all'offerta di trasporto per le reti di trasporto individuale;
- Il modello di assegnazione simula gli equilibri tra domanda e offerta di trasporto assumendo come input i dati resi disponibili dal modello di domanda e dal modello di rete.

A valle del processo di assegnazione, l'analisi modellistica permette di stimare i percorsi effettuati dagli utenti della rete viaria e dai passeggeri del trasporto pubblico, i flussi sui singoli archi stradali e i carichi sulle linee di trasporto pubblico.

5.2.1 LA ZONIZZAZIONE DELL'AREA DI STUDIO

La base dati iniziale è rappresentata dal modello di simulazione utilizzato per l'elaborazione del PUMS metropolitano. Dal punto di vista dell'estensione territoriale, questa comprende la rete stradale e l'offerta di trasporto pubblico ricadente all'interno del territorio della Città Metropolitana.

L'area di studio del modello (corrispondente all'estensione della Città Metropolitana) è stata circoscritta e discretizzata in zone di traffico (zone interne). Il territorio esterno al dominio è stato suddiviso in zone esterne, che rappresentano le aree che interagiscono col sistema pur non essendo oggetto dello studio.

Le zone interne sono complessivamente 236, di cui 132 interne al Comune di Bologna (che includono anche i 16 principali parcheggi scambiatori), 50 corrispondenti ai comuni di prima cintura e le rimanenti 54 ai rimanenti comuni. Le zone esterne sono in totale 25.

Il modello del PUMS era finalizzato ad analizzare le dinamiche della mobilità alla scala provinciale. Per la stima della domanda della Linea Rossa del Tram è stato quindi necessario procedere con un maggiore dettaglio laddove si stima saranno maggiormente sensibili gli effetti della realizzazione dell'infrastruttura, ossia in un buffer di circa 350 metri lungo il tracciato del tram (Figura 20).

Per questo motivo, 47 zone interne al Comune di Bologna sono state suddivise in sottozone, e la domanda relativa è stata splittata tra di esse in funzione del peso urbanistico di ciascuna sottozona (calcolato sulla base del numero di residenti e addetti secondo le informazioni estratte dalla base dati ISTAT).

In definitiva, il modello utilizzato per il presente studio conta in totale 391 zone, ripartite secondo la tabella seguente.

Tabella 7: Dettaglio della zonizzazione

	Numero zone
Zone interne al Comune di Bologna:	262
<i>Di cui sottozone originate dalla suddivisione di 47 zone lungo il tracciato</i>	181
Zone dei Comuni di cintura	50
Zone degli altri Comuni	54
Zone esterne	25
Totale	391

Questa zonizzazione è utilizzata per la ricostruzione della domanda di mobilità di trasporto privato e pubblico: l'utilizzo di una medesima rappresentazione del territorio consente di porre in relazione mobilità privata e pubblica e di modellizzare gli effetti sulla ripartizione modale degli interventi programmati.

Nelle figure seguenti è rappresentata, a varie scale, la zonizzazione del modello utilizzata.



Comune di Bologna



Sostenibilità
è Bologna

Figura 19: Zonizzazione del Comune di Bologna

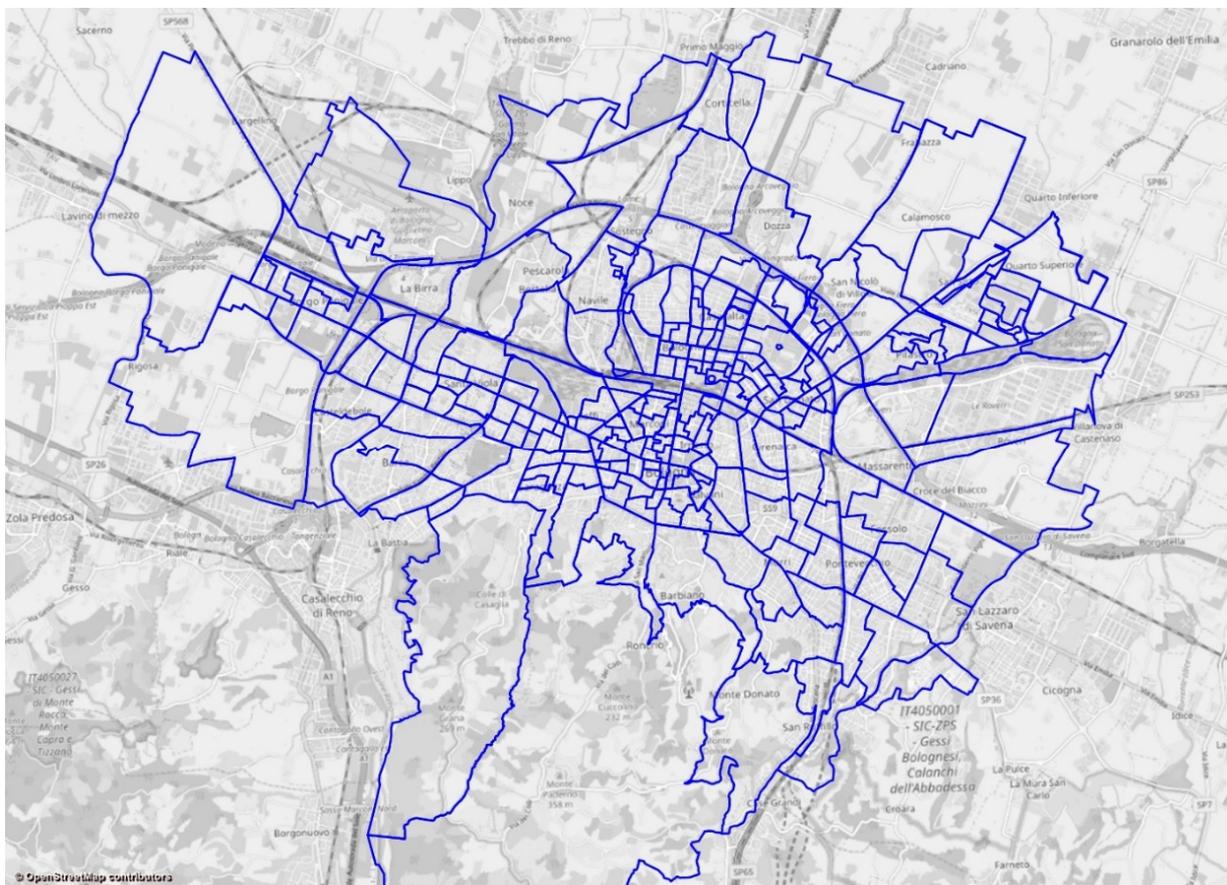
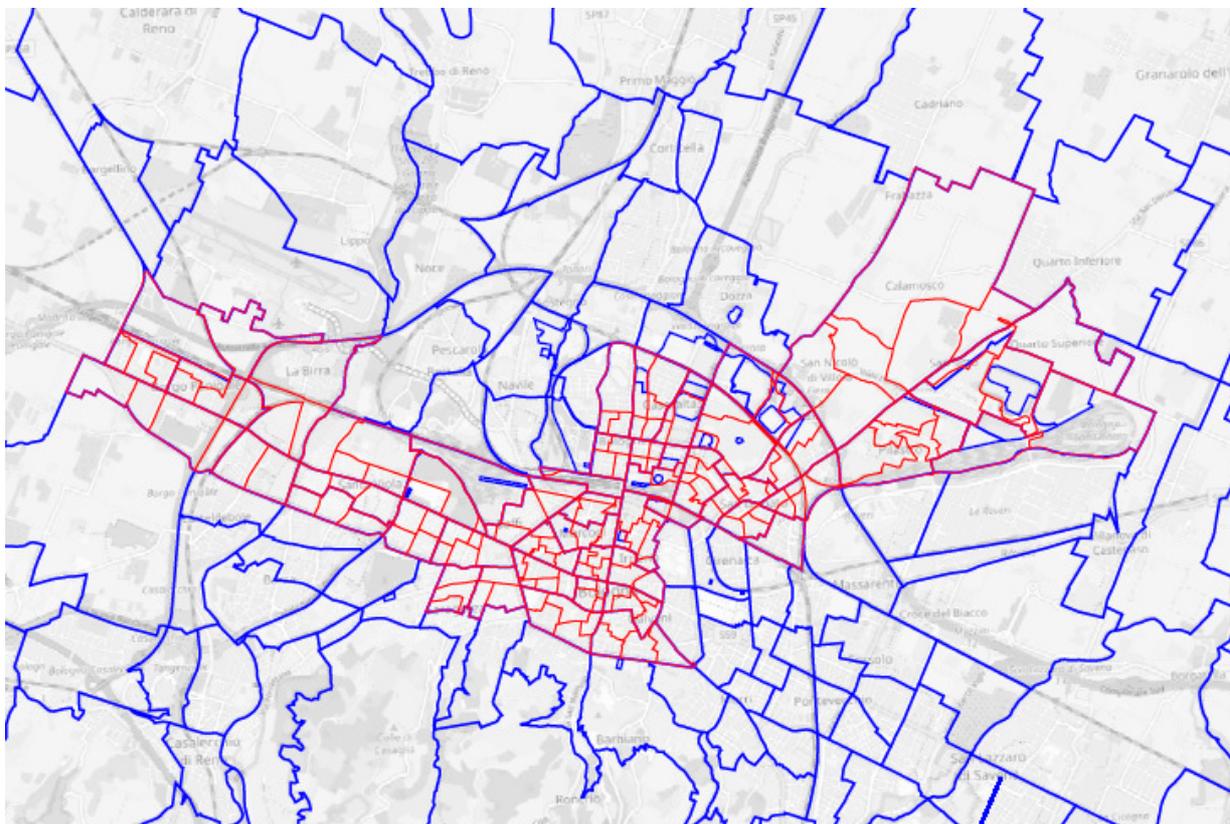


Figura 20: Zonizzazione adottata per lo studio della Linea Rossa del Tram



5.2.2 LA DOMANDA DI TRASPORTO

La domanda di trasporto è l'espressione delle esigenze di mobilità e dei comportamenti degli utenti. La domanda si esprime come numero di spostamenti da ciascuna zona di origine ad ogni zona di destinazione in un determinato intervallo di tempo e viene rappresentata come una tabella detta Matrice Origine - Destinazione.

Il **software PTV-VISUM** è in grado di simulare contemporaneamente sia il traffico privato che il trasporto pubblico, si sono quindi utilizzate le due distinte matrici di domanda, che rappresentano il montante di mobilità giornaliero, in termini di veicoli circolanti e passeggeri trasportati dal trasporto pubblico nel giorno medio feriale.

5.2.3 L'OFFERTA DI TRASPORTO

Il sistema dell'offerta di trasporto è costituito da quelle componenti fisiche (infrastrutture, veicoli e tecnologie), organizzative e normative (gestione della circolazione, strutture tariffarie) che determinano la produzione del servizio di trasporto e le relative caratteristiche.

La rete stradale descritta nel grafo del modello di simulazione è schematizzata come successione di archi che vengono descritti in base alle loro caratteristiche fisico - geometriche. Agli archi sono affiancati altri elementi (nodi, connessioni, linee di trasporto) – ciascuno con i propri attributi - che completano la descrizione dell'offerta di trasporto.

Nei paragrafi che seguono si descrive come è stata costruita la domanda e l'offerta per le due componenti della mobilità (traffico privato e trasporto pubblico), per i quali si riporta anche una nota sintetica sugli algoritmi di calcolo utilizzati. Vengono fornite inoltre anche le informazioni relative alle metodologie seguite per effettuare la calibrazione dei modelli, ossia per assicurare la buona capacità di questi di riprodurre i fenomeni della mobilità.

5.2.4 IL MODELLO DI TRAFFICO PRIVATO

5.2.4.1. Algoritmo di assegnazione

Il software VISUM utilizza specifici algoritmi per calcolare i volumi del traffico privato sui singoli archi della rete stradale.

Gli algoritmi di assegnazione permettono di simulare il comportamento degli automobilisti che sono portati a scegliere l'itinerario del viaggio minimizzando il costo generalizzato del trasporto, che comprende, oltre agli eventuali costi monetari, la lunghezza dell'itinerario ed il tempo di viaggio; mentre i primi due parametri dipendono esclusivamente dalle caratteristiche proprie della rete stradale, il tempo di viaggio è invece influenzato dai flussi di veicoli che occupano gli archi.

La procedura di assegnazione è basata su un algoritmo per la ricerca degli itinerari ottimi. Ogni itinerario viene calcolato minimizzando una funzione di costo che sinteticamente può essere espressa dalla formula:

$$\text{Costo gen.} = \text{tempo} \times \text{Fatt_tempo} + \dots \text{Costo}_{iesimo} \times \text{Fatt_Costo}_{iesimo} \dots + \text{Costo}_{ennesimo} \times \text{Fatt_Costo}_{ennesimo}$$

A rete scarica il tempo di percorrenza è unicamente funzione della velocità massima consentita dai limiti di circolazione, mentre in presenza di altri autoveicoli la velocità è inferiore e dipende dal livello di congestione.

Il tempo di percorrenza con un dato flusso di veicoli viene dunque determinato con una funzione detta “*capacity restraint*” (funzione CR), che descrive la relazione tra flusso e capacità di una strada. Tra le diverse formule che il software VISUM consente di utilizzare, in questo caso il modello è stato costruito impiegando curve CR di tipo BPR (Bureau of Public Roads) derivate dall’HCM (dal manuale americano Highway Capacity Manual).

Il flusso del traffico presente sulla rete viene pertanto calcolato con la seguente funzione:

$$q = \sum_{i=1}^{NumSist} q_i + q_{precarico} \quad \text{dove:}$$

q_i rappresenta il flusso di ogni sistema “*i*” di trasporto,

$q_{precarico}$ rappresenta il volume preliminare e rappresentativo di una mobilità non riportata direttamente nella matrice O/D.

Il tempo di percorrenza viene calcolato per ogni arco con la formula (BPR) seguente:

$$t_{corr} = t_0 \cdot \left(1 + a \left(\frac{q}{q_{max} \cdot c} \right)^b \right) \quad \text{dove:}$$

$t_{corrente}$ è il tempo calcolato durante la simulazione,

t_0 è il tempo di percorrenza con la rete scarica,

q_{max} è la capacità dell’arco stradale,

a, b, c , sono parametri caratteristici adimensionali che variano con la tipologia degli archi e che determinano la pendenza e la convessità della funzione.

La procedura di calcolo utilizzata è quella detta “assegnazione all’equilibrio”, coerente con il *Primo Principio di Wardrop*; tale metodo di calcolo sottintende l’ipotesi che gli utenti conoscano perfettamente lo stato del traffico sulla rete e decidano di conseguenza l’itinerario migliore.

Nell’implementazione di tale procedura nel software VISUM, si prevede una prima assegnazione incrementale, in modo che il numero di veicoli presenti sulla rete aumenti gradualmente e di conseguenza l’impedenza di ogni tratto di strada possa variare gradualmente in funzione del

flusso. In seguito vengono effettuate diverse iterazioni per ricercare i percorsi con impedenza inferiore e quindi bilanciare i flussi sui nuovi itinerari.

5.2.4.2. Offerta: la rete viaria

La rete implementata nel modello ricostruisce con buon dettaglio il sistema della viabilità esistente nel contesto dei Comuni della Città metropolitana ed in particolare lungo il corridoio stradale che ospiterà la linea tranviaria. Ogni arco della rete stradale è stato descritto secondo le caratteristiche geometriche della strada, specificando il tipo di arco, il numero di corsie, la lunghezza, la capacità di trasporto e la velocità di deflusso a rete scarica.

Per capacità di un sistema di trasporto si intende il flusso massimo che può circolare su una tratta dell'infrastruttura durante un intervallo di tempo fissato, tenendo conto delle caratteristiche geometriche della strada e delle condizioni di circolazione.

Nel modello del presente studio è stata adotta a la classificazione riportata nella seguente tabella.

Tabella 8: La rete stradale

Tipologia	Numero di corsie per direzione	Capacità per direzione (veicoli/giorno)	Velocità di flusso libero (km/h)	Lunghezza (km)
Autostrade	4	120.000	130	25.446
	3	90.000	130	150.285
	3	80.000	110	29.506
	2	66.000	130	86.515
	2	60.000	110	52.365
Autostrade - svincoli	1	25.000	70	5.523
Autostrade - rampe	1	20.000	40	27.845
Extraurbana principale (B1)	2	55.000	90	19.275
	2	50.000	70	1.416
	1	28.000	90	32.859
	1	27.000	70	59.154
	1	25.000	70	18.868
	1	24.000	70	196.309
	1	22.000	60	4.158
B1 - rampe	1	20.000	40	8.189



Comune di Bologna

SERVIZIO DI PROGETTAZIONE DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA DELLA
PRIMA LINEA TRANVIARIA DI BOLOGNA (LINEA ROSSA)

CIG 7499621308 - CUP F32E18000020001

Sostenibilità
è Bologna

Tipologia	Numero di corsie per direzione	Capacità per direzione (veicoli/giorno)	Velocità di flusso libero (km/h)	Lunghezza (km)
Extraurbana secondaria (B2)	2	44.000	70	2.513
	1	22.000	60	241.534
	1	20.000	50	58.618
B2 - rampe	1	13.000	30	0.164
Extraurbana locale (C)	1	22.000	70	380.448
	1	20.000	60	1204.945
	1	18.000	50	1632.541
	1	16.000	40	1981.531
Urbana di scorrimento (U1)	2	64.000	90	49.654
	2	60.000	70	5.665
	2	45.000	60	41.618
	2	40.000	50	10.745
U1 - rotatorie	2	38.000	40	5.278
U1 - rampe	1	20.000	40	36.116
Urbana Interquartiere (U2)	3	48.000	40	19.748
	2	32.000	40	11.802
	2	28.000	40	39.749
	1	16.000	40	23.760
	1	14.000	40	88.355
	1	12.500	40	35.208
U2 - rotatorie	2	22.000	40	0.526
Urbana di quartiere (U3)	2	30.000	40	41.011
	2	27.000	35	8.501
	1	12.000	35	76.107
	1	10.500	35	63.403
	1	9.500	35	8.658
	1	9.000	35	0.997
Urbane locali (U4)	2	22.000	30	2.776
	1	10.000	30	17.107
	1	9.000	30	302.497
	1	8.000	30	483.281

Tipologia	Numero di corsie per direzione	Capacità per direzione (veicoli/giorno)	Velocità di flusso libero (km/h)	Lunghezza (km)
ZTL	1	7.000	25	5.635
	1	6.000	25	42.467
	1	5.000	25	28.011

L'intera rete modellizzata copre oltre **7.600 km di strade** presenti nell'area di studio.

Un altro elemento del grafo è costituito dai nodi stradali, che rappresentano le intersezioni tra diversi archi stradali; per ciascun nodo sono state definite le penalità di svolta e le capacità delle svolte stesse. Dal tipo degli archi (classifica funzionale) che si incontrano e dalla geometria dell'intersezione sono state definite:

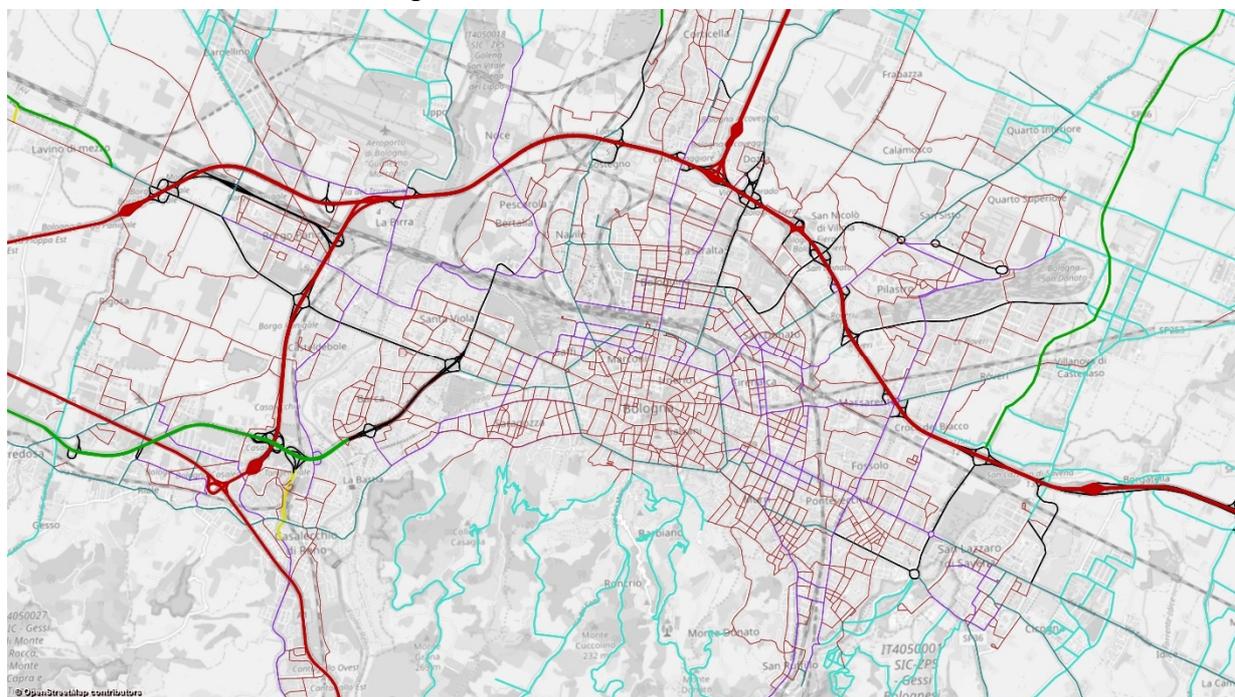
- Le regole di precedenza tra le strade che convergono nel nodo intersezione;
- Il tipo di manovre di svolta: a destra, diritto, a sinistra, inversione ad U.

A ciascuna manovra su ciascuna intersezione, sono stati associati "perditempo" caratteristici, così da tenere conto delle diverse proprietà (maggiore o minore facilità di eseguire la manovra) di ciascuna manovra di svolta sui diversi tipi di intersezione.

Il grafo è completato con le connessioni, che servono a collegare le zone di domanda alla rete e modellizzano l'ingresso / egresso dalla rete da parte degli utenti.

La seguente figura rappresenta lo stralcio del grafo della rete stradale che interessa il corridoio di studio.

Figura 21: Rete stradale dell'area di studio



5.2.4.3. Domanda

La domanda di trasporto privato considera e mantiene distinte sia la componente del traffico leggero, costituito dalle automobili, sia la componente del traffico pesante, costituito dai veicoli commerciali leggeri (furgoni) e pesanti per il trasporto delle merci.

Le matrici OD corrispondenti alle componenti di traffico, che rappresentano gli spostamenti attuali dei veicoli privati sono state elaborate partendo dalle informazioni e dalle analisi svolte nell'ambito del PUMS relative alla Città metropolitana di Bologna. Il punto di partenza per la stima delle matrici è rappresentato dall'indagine condotta nel 2016 sui residenti della Città Metropolitana. Da questa indagine risulta che **il totale degli spostamenti giornalieri effettuati dai residenti relativo ad un giorno feriale tipo ammonta a circa 2,4 milioni.**

Il modo di trasporto prevalentemente utilizzato è l'auto privata, la cui quota si attesta complessivamente al 58,9%, seguito dagli spostamenti a piedi (22,8%), mentre più basse sono le percentuali relative alla modalità ciclabile (4,5%) e al trasporto pubblico (11,3%).

Per ottenere la matrice totale degli spostamenti giornalieri che interessano quotidianamente la Città metropolitana è stata aggiunta la quota di spostamenti effettuati nel territorio provinciale dai non residenti (anche definiti **city users**). Tale componente di domanda si compone di due aliquote:

- Spostamenti di scambio con l'esterno (desunti dalle matrici regionali);
- Spostamenti indotti dai grossi poli attrattori di mobilità di rilevanza nazionale ed internazionale quali: Stazione Bologna Centrale (AV), Autostazione di Bologna, Aeroporto, Ospedale, Fiera e Università.

Considerando quest'ultima categoria di spostamenti, sulla base dei dati provenienti dalle campagne di indagine condotte per ognuno dei poli (Indagini Ferro Redas del 2014, Indagine Profilazione utenti aeroporto del 2014, Autostazione di Bologna s.r.l, Web Bologna Fiera; Web UniBo e MIUR) è stata ipotizzata la numerosità e la ripartizione modale degli spostamenti indotti. L'elaborazione ha prodotto una quota aggiuntiva (pari a poco più di **300.000 spostamenti**), equamente ripartita tra scambio e indotti. Dal punto di vista della ripartizione modale è ancora l'auto privata il mezzo più utilizzato (39%) anche se, come atteso per via della quota rappresentata dall'indotto relativo ai poli del trasporto pubblico (Aeroporto, Autostazione e Stazione AV) che esclude la possibilità di effettuare lo spostamento successivo in auto, la quota su TPL si attesta al 29% del totale.

Sommando quindi le due aliquote di spostamenti effettuati dai non residenti alla numerosità di quelli compiuti dai residenti, si ottiene un totale di 2,7 milioni di spostamenti nel giorno feriale medio tipo. La quota di ripartizione modale su auto privata si attesta al 57%, seguita dagli spostamenti a piedi (22%) e dal trasporto pubblico (13%).

Le matrici del PUMS sono state in seguito validate sul corridoio di influenza della nuova Linea Rossa del Tram utilizzando le informazioni fornite dal Comune di Bologna in merito ai flussi rilevati in corrispondenza delle spire presenti alle intersezioni semaforiche, secondo la metodologia descritta di seguito.

5.2.5 CALIBRAZIONE

La fase di calibrazione comprende tutte quelle operazioni di revisione e controllo dei dati di domanda ed offerta volti ad aumentare la precisione del modello e la sua capacità di riprodurre lo stato di fatto. Sinteticamente queste operazioni possono essere raggruppate in:

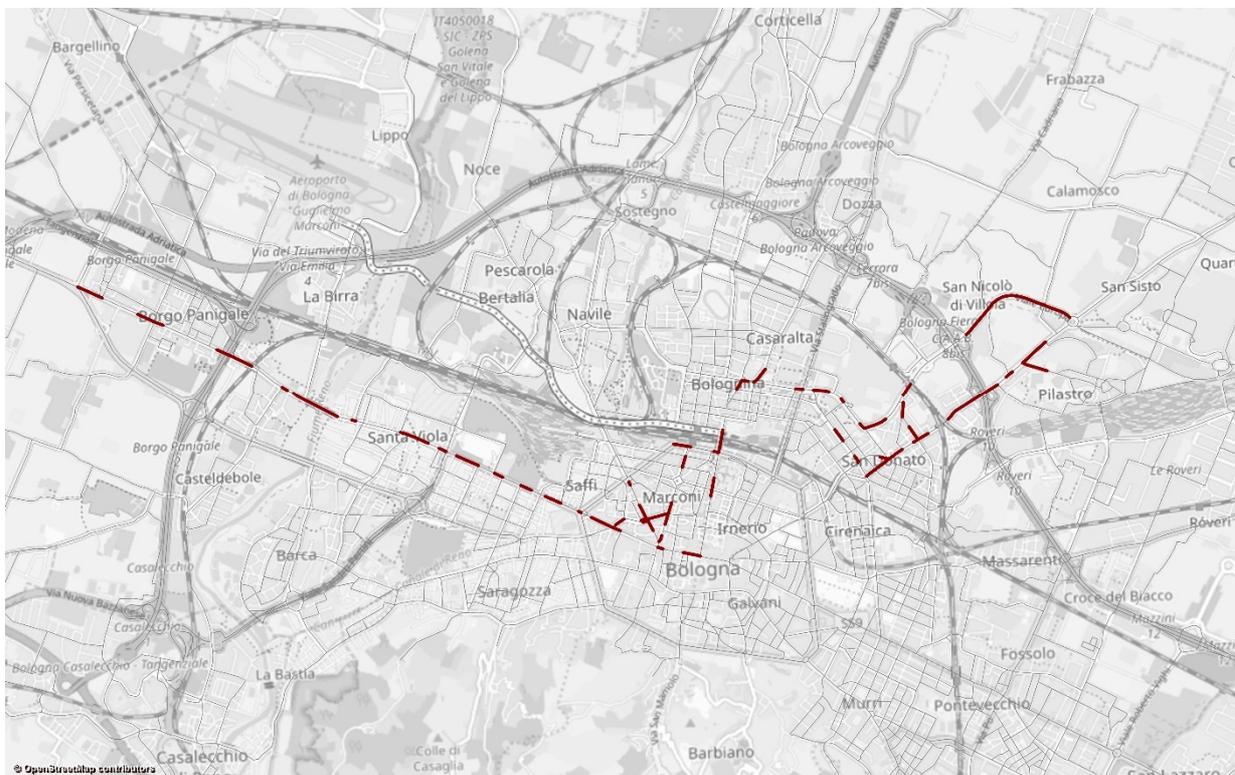
- Revisione del grafo di offerta e calibrazione dei connettori, con il bilanciamento dei flussi di ingresso / egresso dalle zone;
- Correzione della domanda tramite procedure di *matrix estimation* sulla base dei flussi rilevati.

La calibrazione del modello è effettuata, secondo la prassi consolidata (Ortúzar e Willumsen, Pianificazione dei sistemi di trasporto, 2004), con il confronto tra i risultati dell'assegnazione del modello ed i rilievi disponibili.

Considerando che il modello di simulazione è stato implementato ed utilizzato per le analisi del PUMS e di conseguenza un primo livello di calibrazione a scala metropolitana è già stato svolto, ai fini del presente studio, che mira alla stima della domanda di un'infrastruttura lineare, ci si è concentrati ad effettuare un'operazione di **validazione del modello** lungo il corridoio che verrà interessato dalla realizzazione della linea tranviaria.

Si sono utilizzati a questo scopo i dati dei flussi rilevati dalle spire induttive del sistema di regolazione semaforica in servizio nella città di Bologna (figura 21).

Figura 22: Sezioni di validazione trasporto Privato



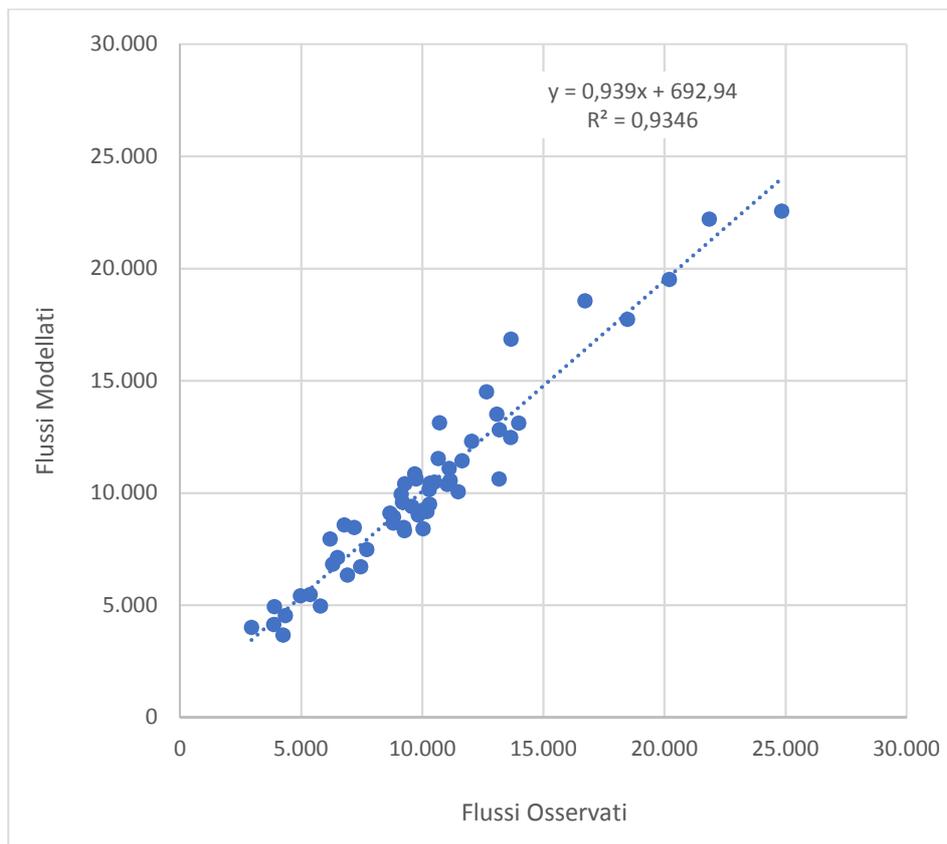
Si è ritenuto il modello validato quando i risultati delle simulazioni dello stato di fatto hanno ricostruito con buona precisione i dati di traffico rilevati.

La precisione della validazione sul corridoio viene valutata in base ai seguenti parametri statistici:

- Coefficiente di correlazione R^2 : è anche detto indice di correlazione di Bravais-Person e dà una misura della dipendenza tra due variabili; nel caso in esame, si calcola un indice di correlazione pari a 0,93, risultato soddisfacente;
- Indice GEH: la letteratura di settore indica come soglia obiettivo un valore inferiore a 8. In questo caso, il valore complessivo GEH è pari a 5,44, con oltre il 60% dei rilievi con un Indice GEH inferiore a 8.
- Confronto calcolato – misurato: si controlla che i valori di traffico teorici, calcolati mediante il modello, siano ben correlati ai valori di traffico rilevati mediante i conteggi; in una buona calibrazione il coefficiente di correlazione della retta di regressione lineare deve essere prossimo a 1, che rappresenta il coefficiente angolare della retta bisettrice.

Nel caso in esame, il coefficiente di correlazione risulta pari a 0,94, come mostrato nella figura seguente.

Figura 23: Calibrazione del trasporto privato



5.2.6 IL MODELLO DI TRASPORTO PUBBLICO

5.2.6.1 Algoritmo di assegnazione

I dati di input per il modello di trasporto pubblico comprendono tutte le informazioni relative al servizio offerto (linee, percorsi, orari e tempi di percorrenza, sia dei mezzi su gomma che su ferro) ed alla domanda di trasporto. Sulla base di questi dati, i risultati delle procedure di calcolo per il trasporto pubblico consentono di:

- Determinare i carichi sulla rete: volumi sulle linee e volumi sugli archi;
- Calcolare indicatori specifici per il trasporto pubblico, come la velocità media di servizio, i veicoli-chilometro, i passeggeri-chilometro ed i passeggeri-ora.

Il modello di trasporto pubblico è stato implementato utilizzando la procedura di calcolo basata sulle frequenze dei passaggi delle linee, che è indicata per aree urbane con reti tendenzialmente congestionate e ad elevata frequenza di servizio, dove non è necessario considerare il coordinamento degli orari.

La procedura di assegnazione basata sulle frequenze (od intertempi) delle linee ha inizio dalla rappresentazione di ogni linea attraverso una sequenza di fermate (percorso di linea), definisce i tempi di corsa tra le fermate e il distanziamento tra i veicoli di una linea.

Questa procedura di assegnazione comprende tre passi: la ricerca dell'itinerario, la scelta dell'itinerario, la ripartizione degli spostamenti. Il primo passo ricerca i possibili percorsi fra due zone di traffico. Il secondo passo confronta i singoli itinerari ed elimina quelli relativamente meno convenienti. Il terzo passo valuta gli itinerari rimasti e assegna gli spostamenti della matrice OD a tali itinerari.

Gli itinerari possibili fra due zone di traffico vengono individuati applicando un algoritmo di minimo percorso. L'impedenza di ciascun itinerario comprende i tempi di accesso, di uscita, i tempi di percorrenza ed i tempi di trasbordo.

Nella fase di ripartizione si considerano tutti gli itinerari risultanti dalle fasi di ricerca-scelta, valutati con la loro funzione di impedenza. La distribuzione della domanda di trasporto nei differenti itinerari dipende dall'impedenza ed è calcolata utilizzando la *Legge di Kirchhoff*.

5.2.6.2 Offerta: la rete di trasporto pubblico

Il modello di trasporto pubblico include la rappresentazione delle seguenti reti:

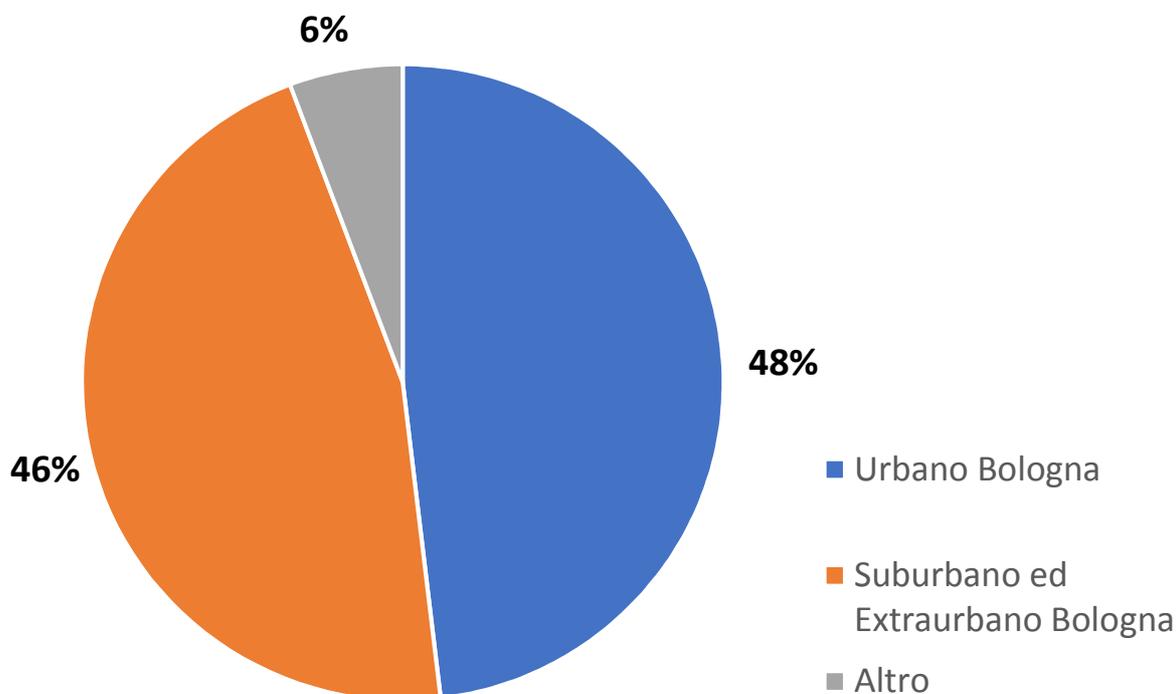
- Rete urbana, suburbana ed extraurbana del trasporto su gomma operata da TPER e dalle altre Società di Trasporto;
- Rete del Sistema Ferroviario Metropolitano (SFM) operato da TPER e da Trenitalia;
- Rete ferroviaria regionale, interregionale e nazionale.

In ragione delle finalità dello studio in esame e dell'estensione dell'area di studio, le reti sono state schematizzate definendo i percorsi gli orari e le frequenze per ciascuna linea.

Secondo quanto riportato dai dati pubblicati sul sito del Comune di Bologna e da TPER S.p.A., **la rete di trasporto pubblico su gomma nell'area metropolitana di Bologna** al 31 dicembre 2016 si compone di 57 linee urbane, 22 suburbane e 118 extraurbane, alle quali si aggiungono 13 linee Prontobus, 10 linee del servizio urbano di Imola e 13 linee urbane, extraurbane e specializzate operanti al di fuori del Comune di Bologna.

Nell'esercizio sono stati complessivamente registrati **37,2 milioni di km percorsi**, di cui una metà (17,9 milioni) per il servizio urbano di Bologna e l'altra metà (17,1 milioni) per il servizio extraurbano.

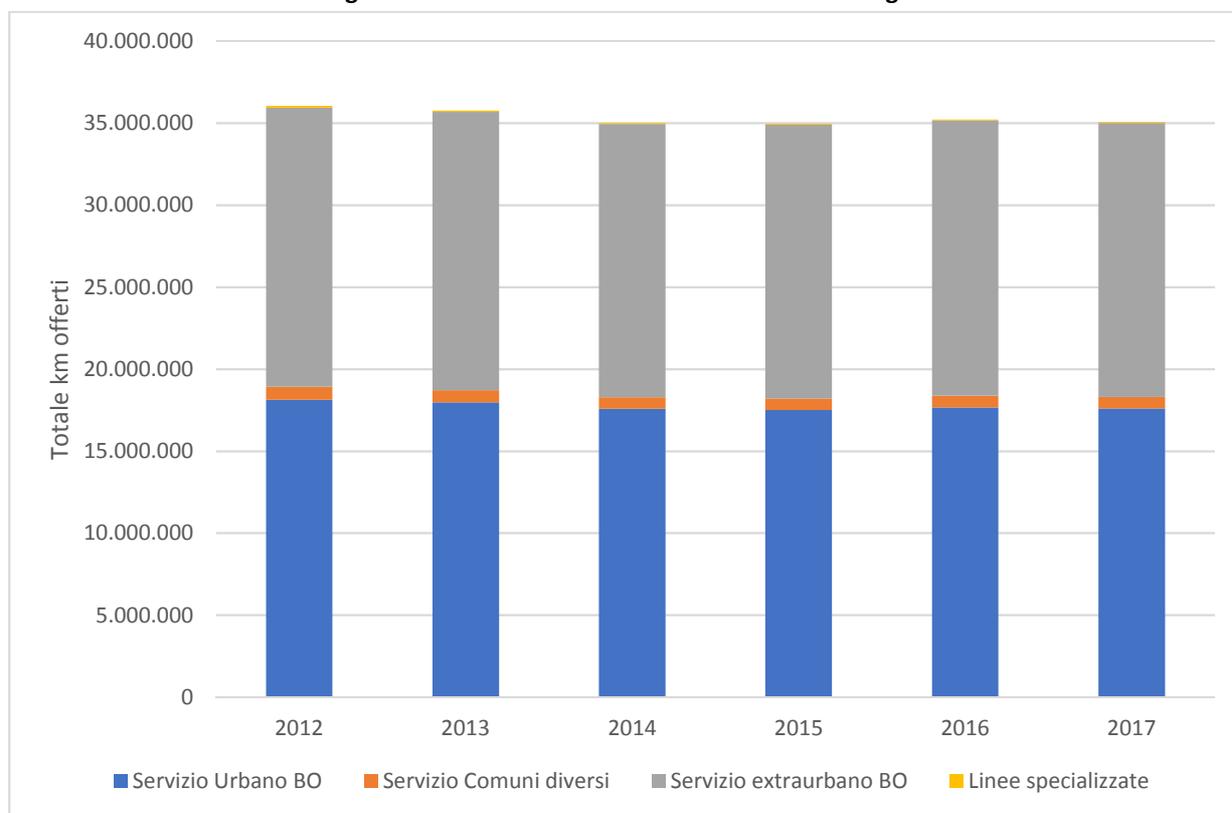
Figura 24: Offerta di servizio del tpl nell'area di Bologna



Fonte: Open data Comune di Bologna

Analizzando l'andamento dei chilometri offerti negli anni nell'area di Bologna dal 2012 al 2017, si è passati da 36 a 35 milioni di km totali con una riduzione del 2,7%.

Figura 25: Evoluzione servizio TPL nell'area di Bologna



Fonte: Indicatori da bilanci TPER

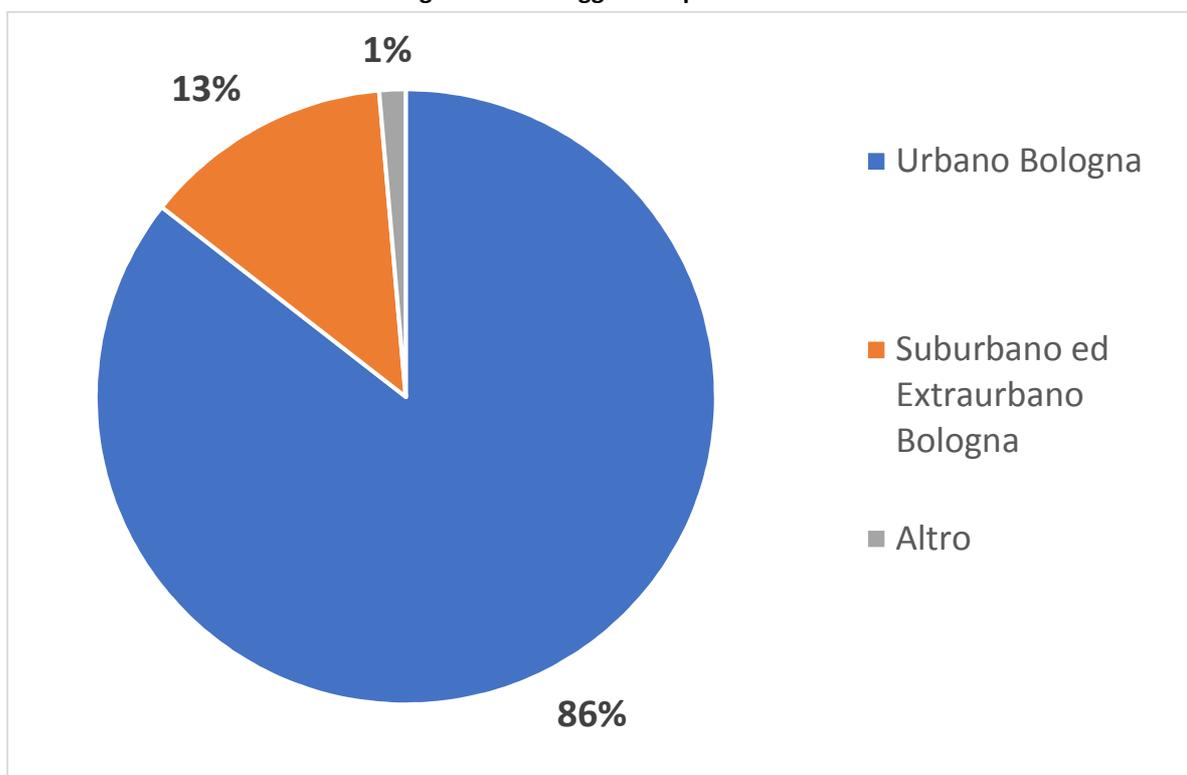
5.2.6.3 Domanda

Nel 2016, il totale dei passeggeri paganti trasportati sull'intera rete è stato 127,6 milioni di cui la maggior parte (109,4 milioni) su rete urbana di Bologna, 10,6 milioni su rete suburbana e 6 milioni su linee extraurbane.

Nel 2017 il numero è cresciuto a 112,6 milioni per la rete urbana di Bologna, mentre restano invariati i 10,6 milioni per la rete suburbana e 6,1 milioni sulle linee extraurbane.

Scendendo più nel dettaglio, a Bologna le prime dieci linee urbane di trasporto pubblico per passeggeri paganti movimentano l'76% dei passeggeri totali urbani su TPL. Di queste, la metà ha parte del proprio percorso in sovrapposizione a quello ipotizzato per la Linea Rossa del sistema tramviario (43% della domanda complessiva sulle tratte complete).

Figura 26: Passeggeri trasportati TPL



Fonte: Open data Comune di Bologna

Scendendo più nel dettaglio, a Bologna le prime dieci linee urbane di trasporto pubblico per passeggeri paganti movimentano l'76% dei passeggeri totali urbani su TPL. Di queste, la metà ha parte del proprio percorso in sovrapposizione a quello ipotizzato per la Linea Rossa del sistema tramviario (43% della domanda complessiva sulle tratte complete).



Tabella 9: TPER Spa. Esercizio automobilistico – Servizio urbano del bacino di Bologna (31 Dicembre 2017)

Linea	Tratta	Lunghezza della linea (km)	Percorrenze	Viaggiatori	Quota sul totale viaggiatori del tpl urbano
27	Corticella - Mazzini	30,46	1.545.857	14.129.288	2,0%
14	Barca - Ospedale S. Orsola - Due Madonne / Pilastro	29,01	1.441.705	12.290.969	1,3%
13	Borgo Panigale - S. Ruffillo	19,48	1.576.480	14.149.252	18,8%
19	Casteldebole - San Lazzaro di Savena	38,74	1.511.989	11.762.220	0,8%
20	San Biagio - Casalecchio di Reno - Pilastro	28,61	1.689.359	11.486.436	1,6%
11	Istituto R. Luxemburg / Bertalia / Arcoveggio - rot. Corelli / Ponticella	29,62	1.429.832	9.354.297	1,0%
25	Dozza - Stazione Centrale - Ospedale Malpighi - Due Madonne	21,54	943.942	6.268.522	1,7%
21	Filanda - Stazione Centrale - San Donato	19,52	694.215	5.849.279	12,2%
36	Centro Sportivo Barca - Stazione Centrale - Ospedale S. Orsola - Ospedale Bellaria	20,38	754.640	3.812.050	1,3%
35	Facoltà di Ingegneria - Ospedale Maggiore - Stazione Centrale - Fiera - Facoltà di Agraria	22,35	585.620	2.242.047	1,0%

Fonte: Open data Comune di Bologna

La domanda TPL dell'ora di punta del giorno medio feriale assegnata nel modello di traffico per lo Scenario Attuale è riportata come flussogramma nella Tavola "B381-SF-GPR-DG001A" in Allegato.

5.2.6.4 Nuova raccolta dati

Al fine di ottenere un quadro attuale della domanda di mobilità sul trasporto pubblico più approfondito, così da poter effettuare una stima maggiormente accurata della domanda della linea tranviaria, si è effettuata una **campagna di rilievo sui passeggeri delle linee di trasporto pubblico urbane nelle giornate 9 e 10 ottobre 2018, dalle ore 7 alle ore 15.**

In particolare il rilievo è stato focalizzato sulle linee del trasporto pubblico urbano che percorrono il corridoio del tram ed in corrispondenza di alcune fermate principali lungo di esso.

Figura 27: Linee del TPL oggetto di campagna di indagine integrativa



Sono state svolte diverse tipologie di rilievo:

- rilievo campione di alcune corse lungo il corridoio tramviario con conteggio dei passeggeri saliti e discesi a tutte le fermate;
- rilievo dei saliti e discesi in corrispondenza delle fermate maggiormente frequentate di tutte le corse in transito;

- interviste ad un campione casuale di utenti a bordo di alcune corse lungo il corridoio tramviario per caratterizzare gli spostamenti dei passeggeri;
- interviste agli utenti in attesa presso alcune fermate principali, per caratterizzare meglio le abitudini degli spostamenti dei passeggeri.

Durante le interviste sono state raccolte informazioni su: linea, direzione e orario, le fermate di salita e di discesa, la zona di inizio dello spostamento e di destinazione finale (CAP o indirizzo), l'ora presunta per il viaggio corrispondente di ritorno e la frequenza dello spostamento.

Tabella 10: Campagna di indagine

Linea	Tratta	Fermata con interviste a terra
13	Borgo Panigale – Via Ugo Bassi	Ospedale Maggiore
19	Ospedale Maggiore – Via Ugo Bassi	Ugo Bassi
20	San Pietro – Pilastro	Lame
21	Piazza Malpighi – San Donato	Amendola
35	Ospedale Maggiore – CAAB	San Donato
38/39	San Donato – Ospedale Maggiore	Ospedale Maggiore

Le analisi hanno permesso di ottenere informazioni utili ai fini della calibrazione/validazione del modello di trasporto pubblico. In particolare le interviste a bordo hanno messo in luce che da un lato le origini degli spostamenti sono distribuite in maniera più uniforme sulla direttrice verso Borgo Panigale, mentre sulla direttrice San Donato, risultano maggiormente concentrate in corrispondenza della Facoltà di Agraria, alla fermata San Donato e Via Matteotti. Dall'altro, la figura che rappresenta le origini mostra che gli spostamenti si generano anche dalla maggior parte delle aree urbane con alta densità abitativa; le destinazioni, al contrario, essendo le interviste effettuate al mattino, risultano concenerate per lo più attorno alle aree con servizi, sedi scolastiche ed universitarie (Ospedale Maggiore, area compresa tra Via Indipendenza, Via Ugo Bassi e Via Marconi, Via San Donato e Facoltà di Agraria).



Figura 28: Origine dei passeggeri intervistati a bordo

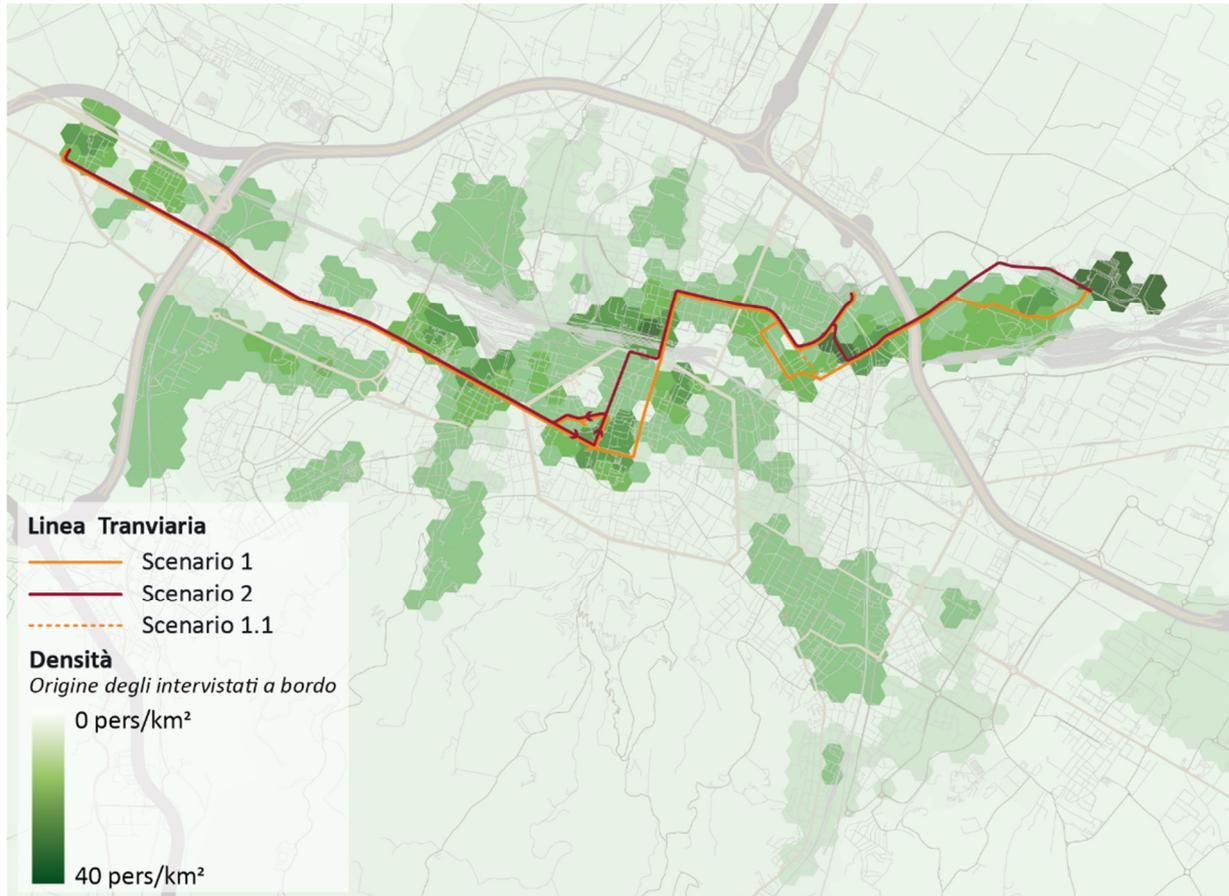


Figura 29: Destinazione dei passeggeri intervistati a bordo



La campagna di indagine ha inoltre permesso di individuare il numero medio di passeggeri saliti e discesi a ciascuna fermata sulle linee urbane attuali lungo il corridoio del tram. Questi dati sono stati utilizzati, come meglio specificato nel paragrafo seguente, per verificare che i carichi delle linee simulati dal modello siano sufficientemente affini a quelli rilevati.

I seguenti grafici mostrano, per ciascuna linea rilevata, il numero medio di passeggeri saliti e discesi ad ogni fermata nel periodo di rilievo.

Figura 30: Saliti/discesi su una corsa della Linea 13 – direzione Borgo Panigale

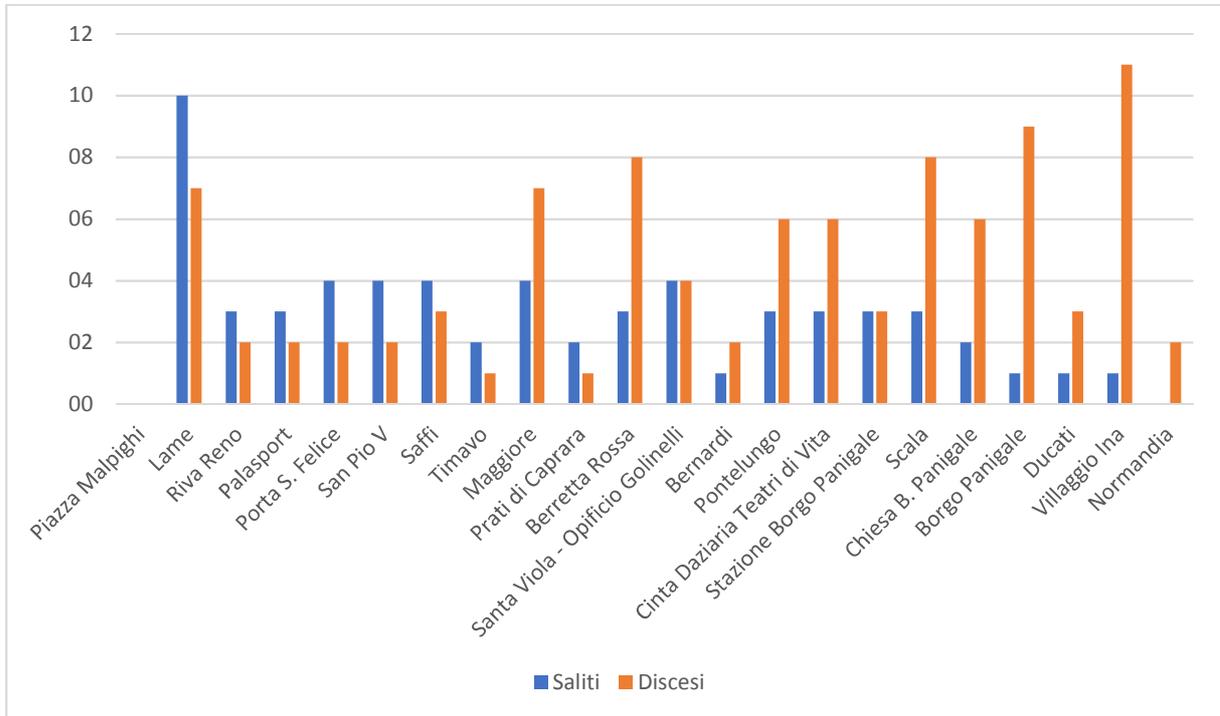


Figura 31: Saliti/discesi su una corsa della Linea 13 – direzione Ugo Bassi

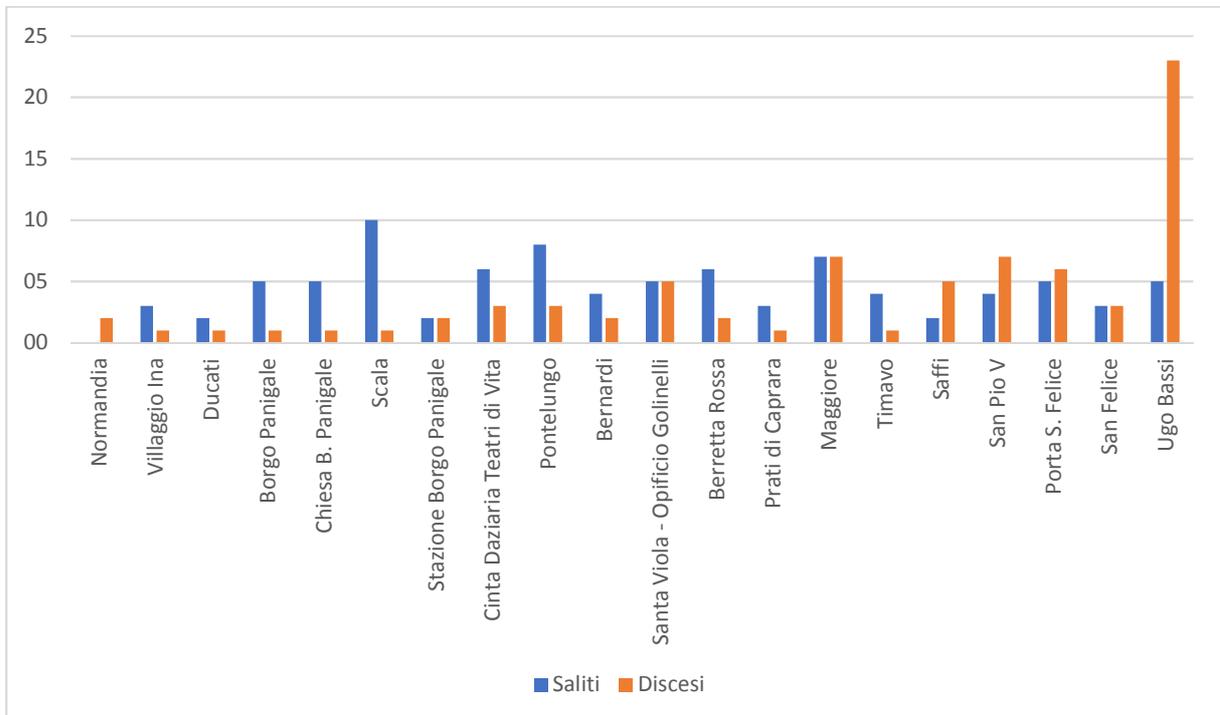


Figura 32: Saliti/discesi su una corsa della Linea 19 – direzione Ospedale Maggiore

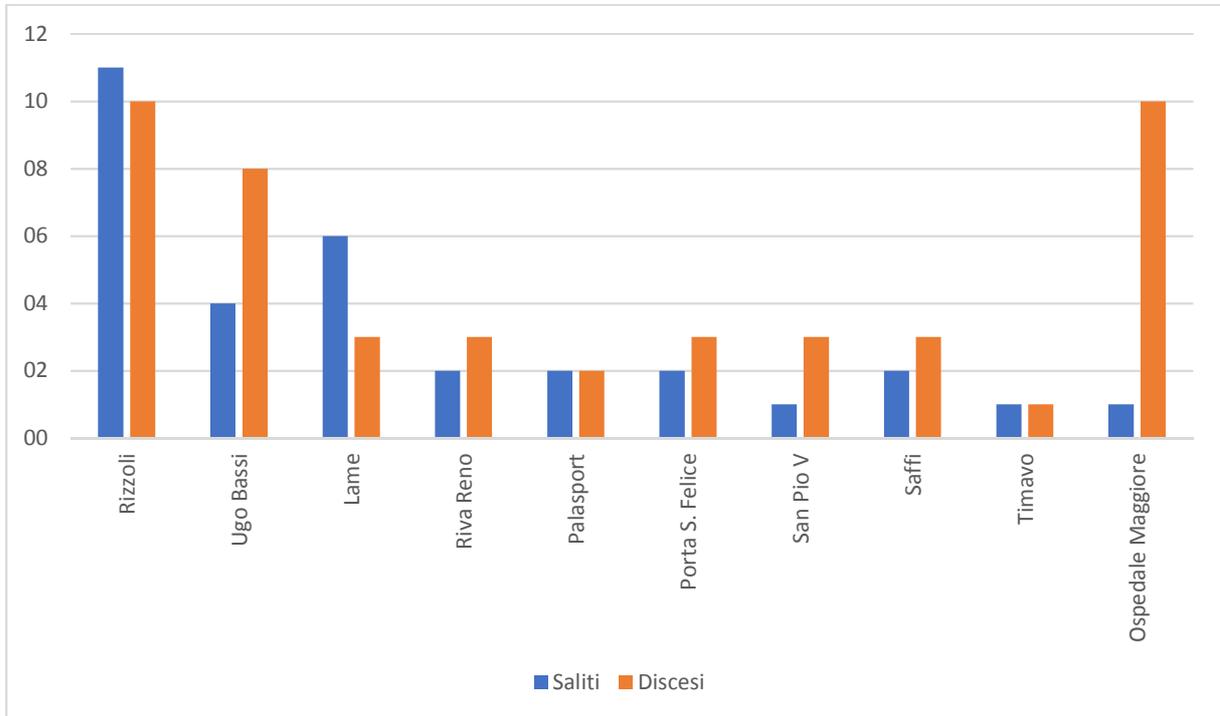


Figura 33: Saliti/discesi su una corsa della Linea 19 – direzione Via Rizzoli

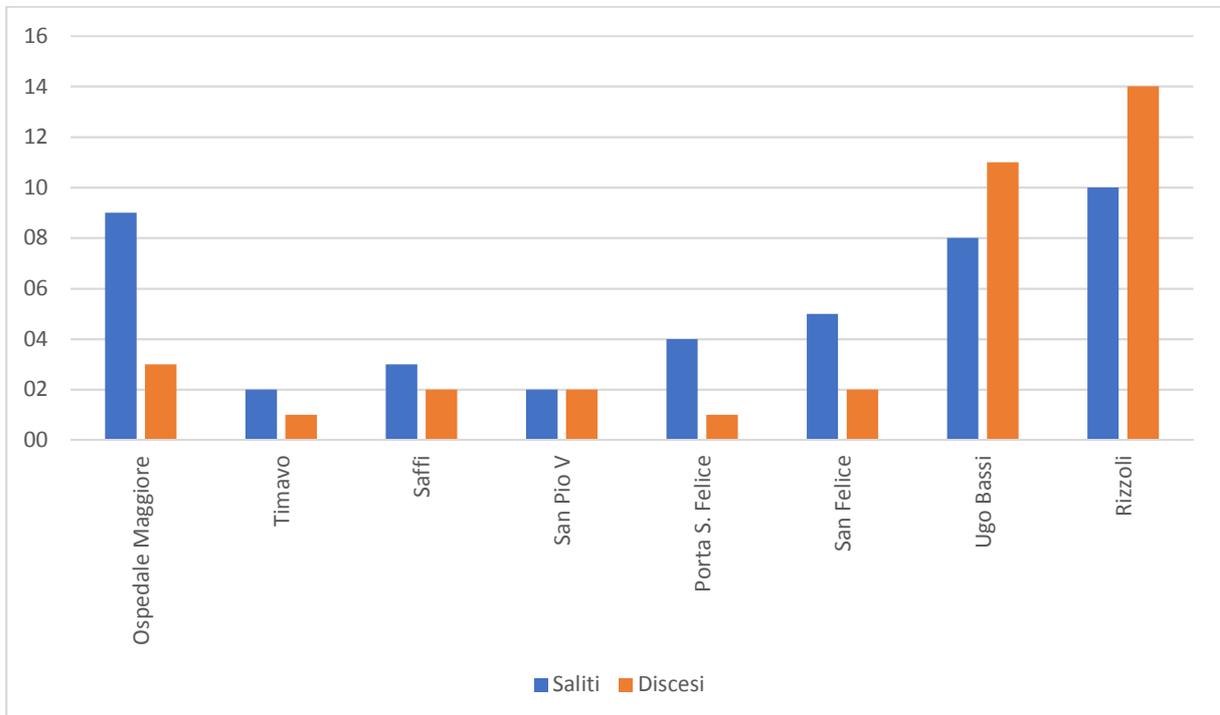


Figura 34: Saliti/discesi su una corsa della Linea 20 – direzione Pilastro

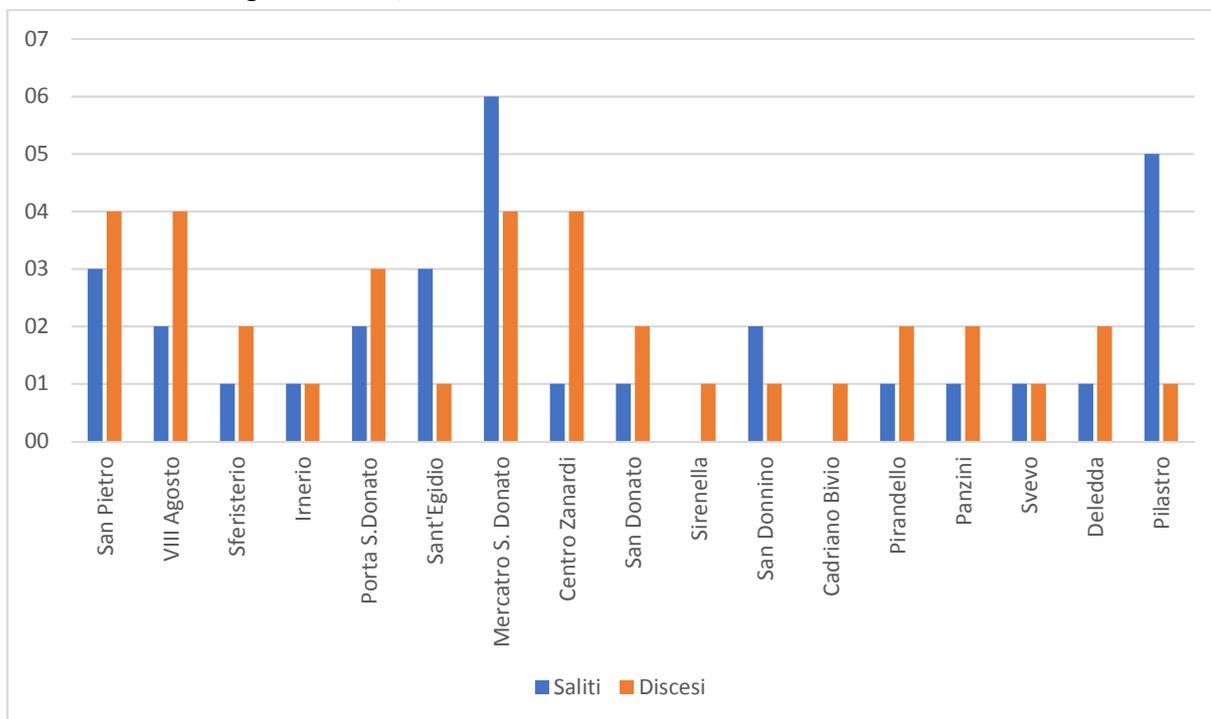


Figura 35: Saliti/discesi su una corsa della Linea 20 – direzione centro

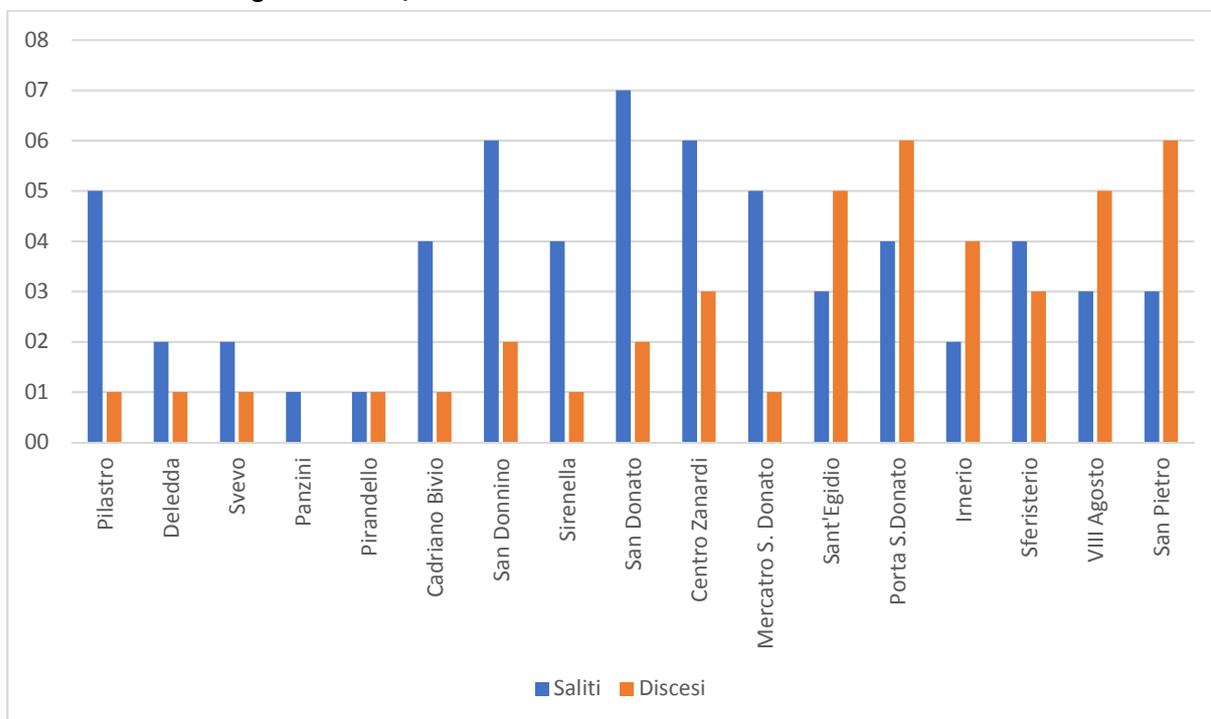




Figura 36: Saliti/discesi su una corsa della Linea 21 – direzione San Donato

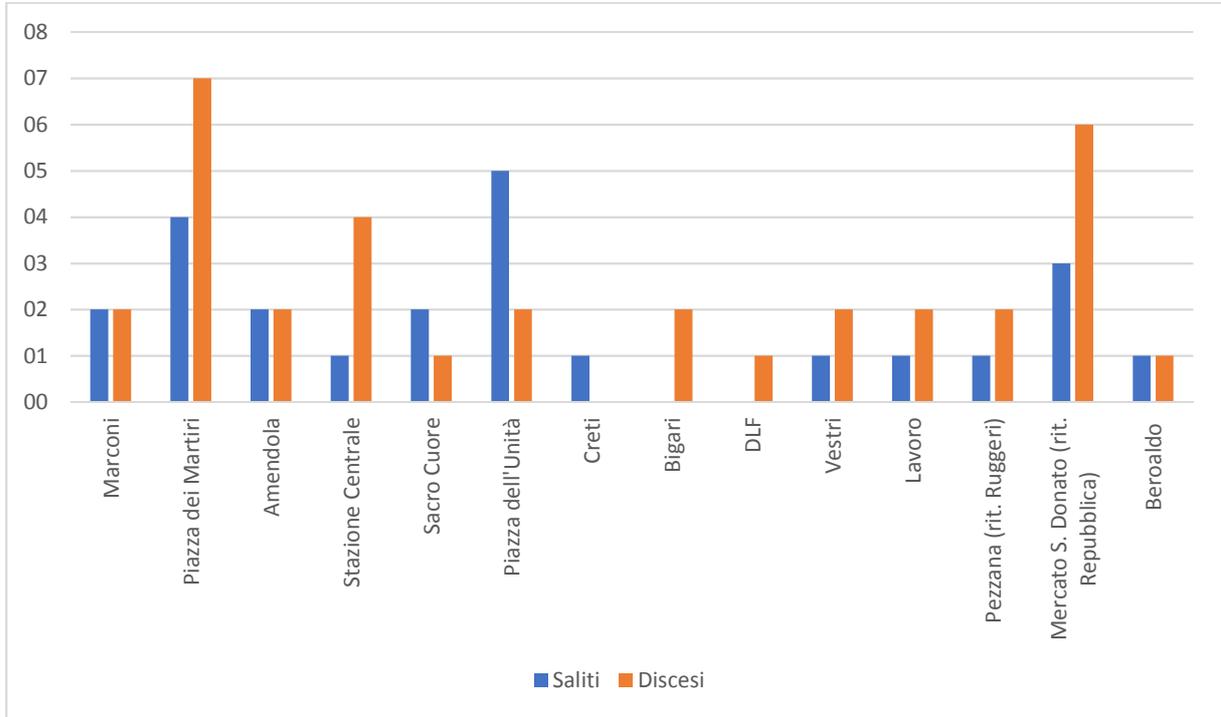


Figura 37: Saliti/discesi su una corsa della Linea 21 – direzione centro

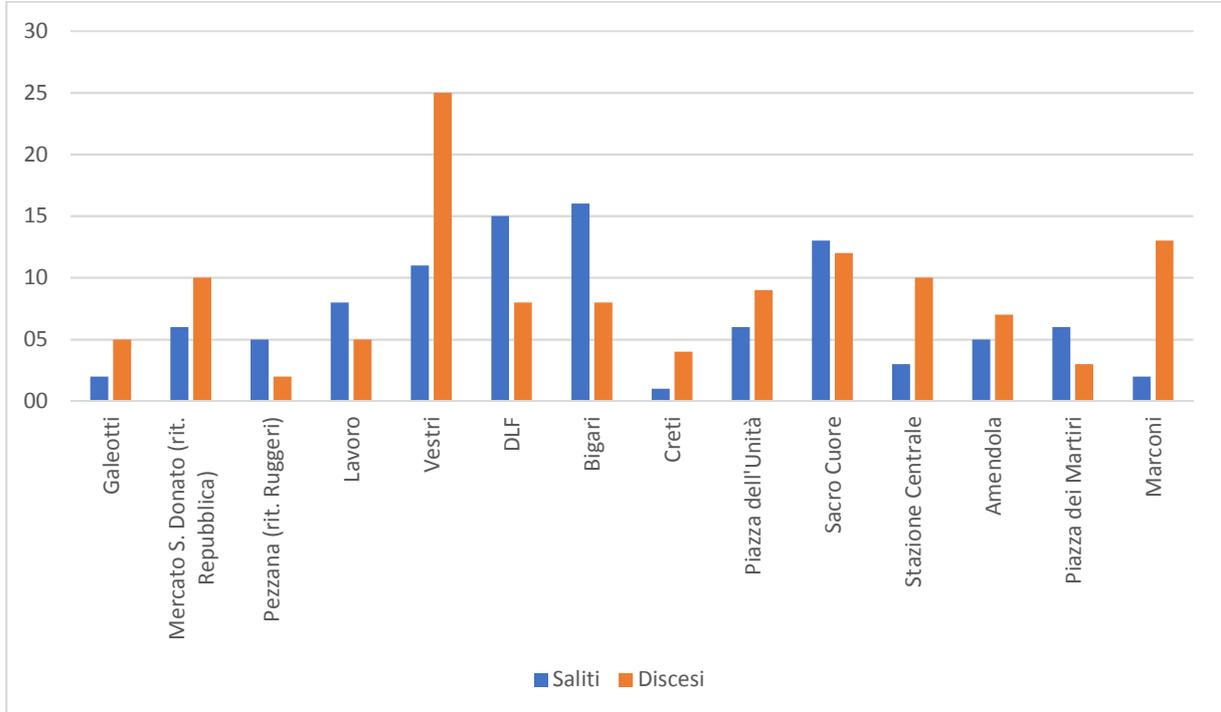


Figura 38: Saliti/discesi su una corsa della Linea 35 – direzione Facoltà di Agraria/CAAB

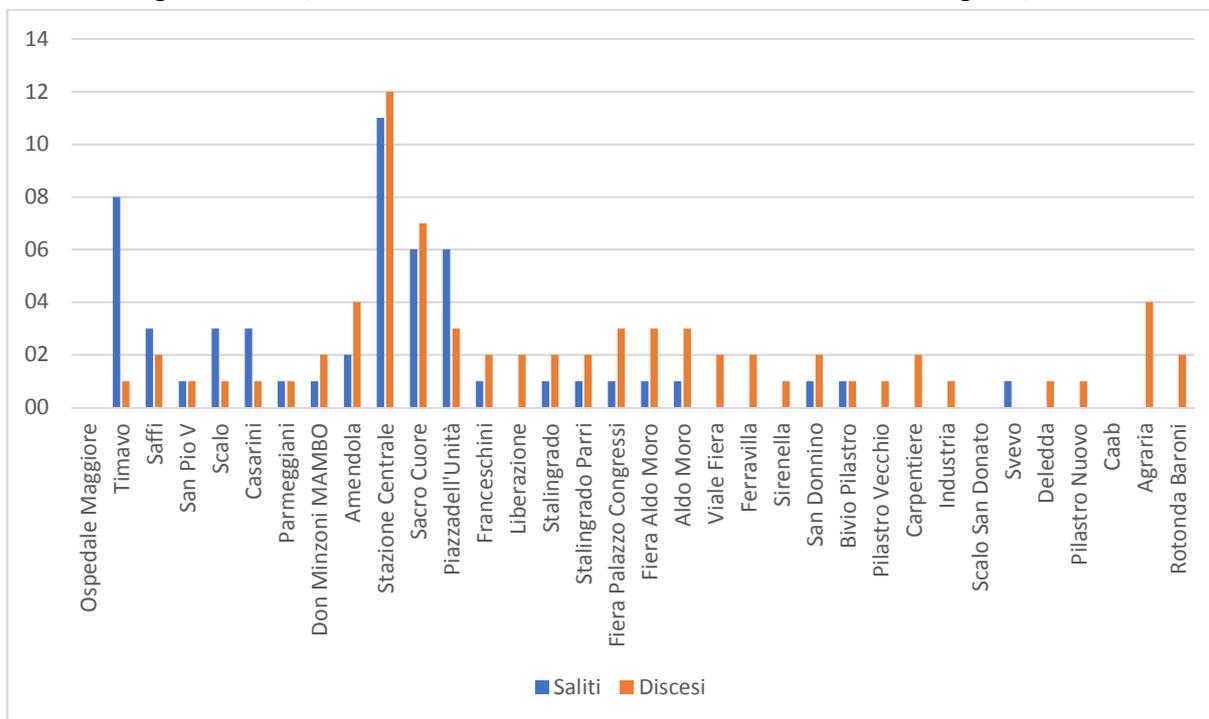


Figura 39: Saliti/discesi su una corsa della Linea 35 – direzione Ospedale Maggiore

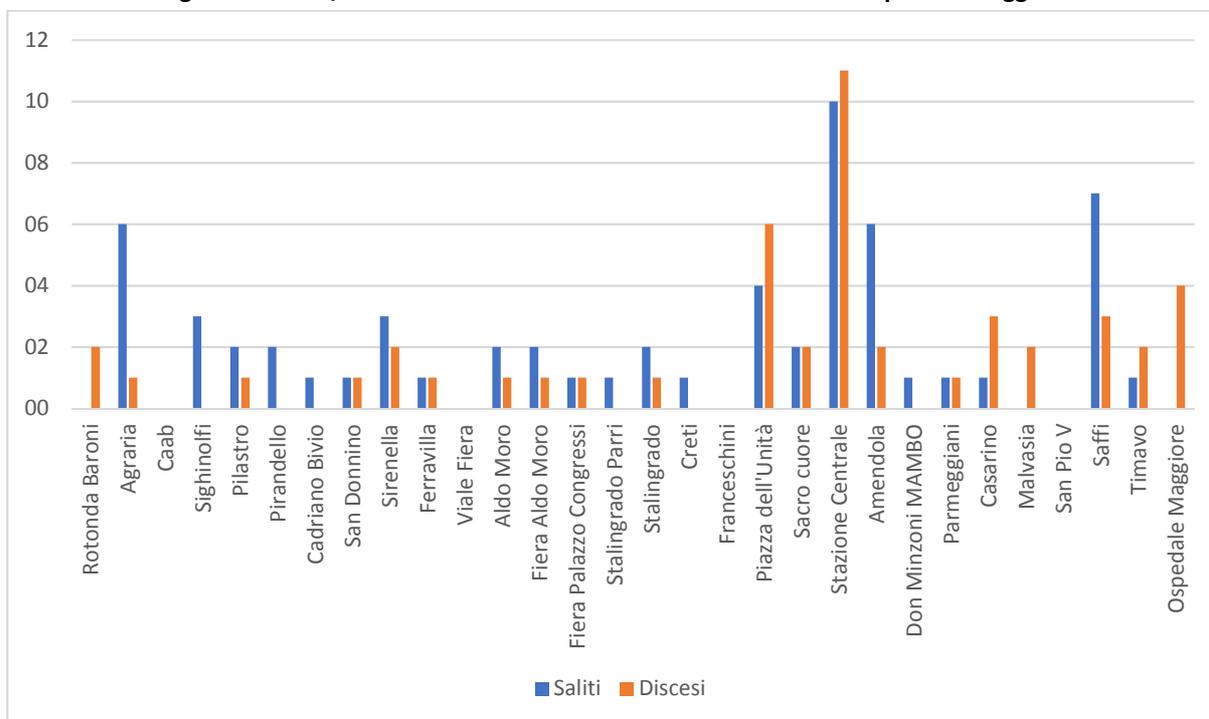


Figura 40: Saliti/discesi su una corsa della Linea 38 – direzione San Donato

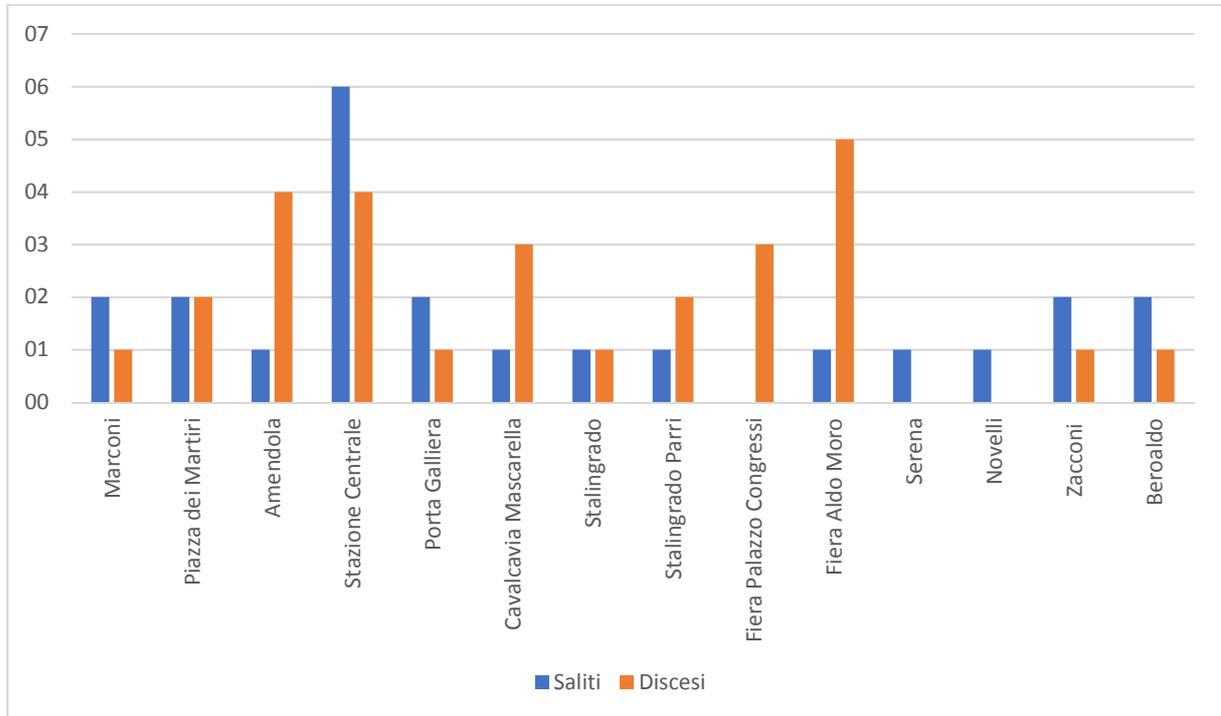
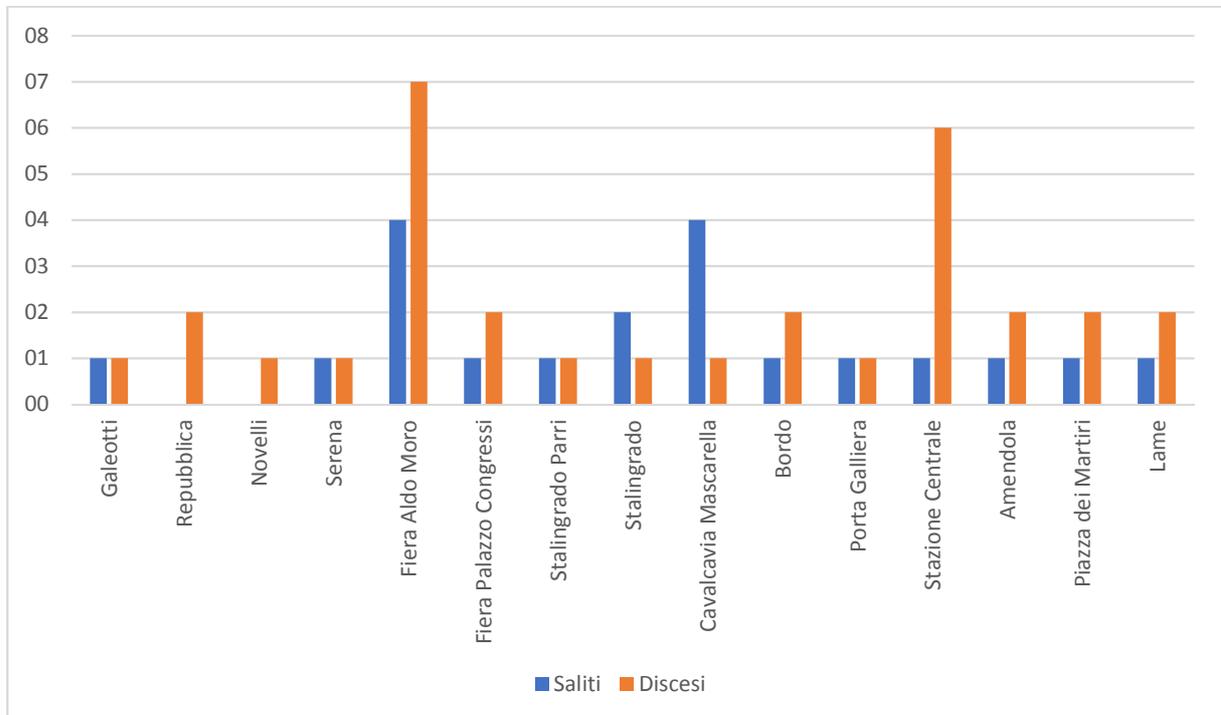


Figura 41: Saliti/discesi su una corsa della Linea 39 – direzione Centro



5.2.6.5 Calibrazione

Analogamente al modello del trasporto privato, la procedura di calibrazione del modello di trasporto pubblico a scala metropolitana è stata già svolta nell'ambito dell'implementazione del modello per le analisi del PUMS. **Anche nel caso del trasporto pubblico dunque si è proceduto ad una procedura di validazione lungo il corridoio interessato dalla realizzazione della linea tranviaria.**

Figura 42: Fermate utilizzate per la validazione del modello di domanda del trasporto pubblico



Dalla campagna di raccolta dati di ottobre 2018 descritta in precedenza, sono state utilizzate le informazioni in merito ai saliti e discesi alle fermate del corridoio oggetto di analisi, ricostruendo in questo modo i carichi delle linee transanti validando le risultanze modellistiche.

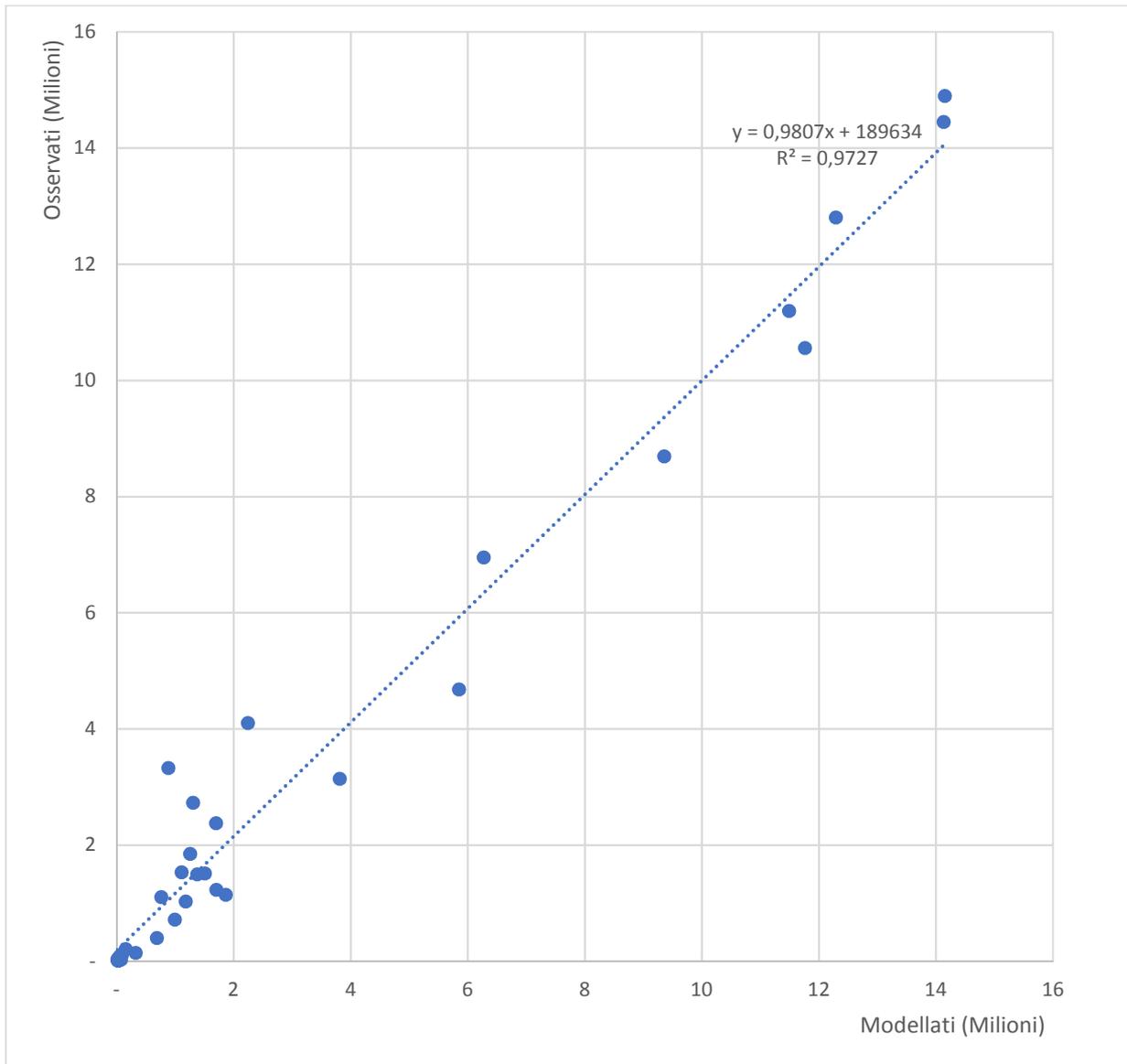
I dati di frequentazione delle linee urbane, ricavati dai dati di bilancio di TPER del 2017, sono stati confrontati infine per valutare la rappresentatività dei carichi complessivi delle linee di trasporto pubblico simulati dal modello rispetto a quelli osservati.

La precisione della simulazione è stata valutata in base ai seguenti parametri statistici:

- Coefficiente di correlazione R^2 : nel caso in esame, si è ottenuto un risultato soddisfacente, con un indice di correlazione pari a 0,97;

- Confronto calcolato – misurato: nel caso in esame, la retta di regressione ha coefficiente pari a 0,98 (come mostrato nella figura seguente), risultato più che soddisfacente.

Figura 43: Calibrazione modello del trasporto pubblico



4.2.6.1. Ripartizione Modale

Per stimare lo shift ottenibile negli scenari simulati tra le modalità auto privata e trasporto pubblico è stato definito, calibrato e validato un modello di ripartizione modale. Il modello fornisce come output, tramite la definizione di una funzione di utilità legata ad alcuni parametri specifici delle alternative, le percentuali di ripartizione, per relazione O/D, degli spostamenti sulle modalità di trasporto tra cui l'utente effettua la scelta. Le funzioni di utilità consistono in una combinazione lineare di alcuni parametri, moltiplicati per dei coefficienti (α) che ne indicano il peso percepito dall'utenza.

Per la definizione della forma delle funzioni di utilità sono stati scelti alcuni parametri relativi alle due modalità di trasporto. In particolare per la funzione relativa all'auto privata, per ogni relazione O/D, sono stati utilizzati i parametri del PUMS in termini di:

- tempi di percorrenza (T auto);
- costo del parcheggio nella zona di destinazione (Costo park);
- attributo specifico per tale modalità (X auto).

Per la modalità trasporto pubblico i parametri utilizzati sono stati i seguenti:

- Tempo di accesso (T acc);
- Tempo di attesa alla fermata di origine; (T att orig)
- Tempo a bordo (T b);
- Tempo a piedi (T p);
- Tempo di attesa ai trasbordi (T att trasb);
- Tempo di egresso (T egr);
- Costo del biglietto (Costo tp).

Le funzioni di utilità (U) assumono quindi le seguenti forme:

$$U_{Auto} = T_{auto} * \alpha T_{auto} + Costo_{park} * \alpha Costo_{park} + X_{auto} * \alpha X_{auto}$$

$$U_{TP} = T_{acc} * \alpha T_{acc} + T_{att\ orig} * \alpha T_{att\ orig} + T_b * \alpha T_b + T_p * \alpha T_p + T_{att\ trasb} * \alpha T_{att\ trasb} + T_{egr} * \alpha T_{egr} + Costo_{tp} * \alpha Costo_{tp}$$

I valori dei parametri sono stati, dove possibile (tempi), calcolati dal modello di simulazione, mentre per i restanti attributi sono stati reperiti i dati necessari (TPer, gestore, per costo biglietto, siti comunali per tariffazione sosta ecc.).

Determinato il valore numerico delle funzioni, la probabilità di scelta di ciascuna alternativa è definita secondo un modello di tipo logit binomiale, applicando la seguente formula:

$$p = \frac{e^{\frac{V_j^q}{\theta}}}{\sum_{i=1}^m e^{\frac{V_i^q}{\theta}}}$$

ossia la probabilità della generica alternativa j è determinata dal rapporto tra il numero di Nepero elevato all'utilità di tale alternativa diviso un coefficiente Θ (che esprime il livello di stocasticità del modello) fratto la sommatoria dei rapporti per tutte le alternative di scelta disponibili.

Per determinare il valore dei coefficienti (compreso Θ) è stata minimizzata, per relazione O/D a livello di macroarea (sia per il modo auto che per il trasporto pubblico), la somma degli scarti quadratici tra gli spostamenti da matrice O/D e quelli ottenuti a partire dalle probabilità calcolate dal modello di ripartizione modale.

Sostituendo quindi i valori degli attributi degli scenari di previsione sono state ottenute le relative quote di spostamenti su auto privata e trasporto pubblico.

6. SCENARI DI PREVISIONE FUTURA

6.1 PREMESSA

Una volta validato il modello di traffico per l'anno base, sono stati sviluppati gli scenari di evoluzione futura sulla base degli interventi urbanistici previsti dagli strumenti di pianificazione territoriale di medio e lungo periodo. Tra gli interventi, un'analisi separata è stata effettuata per FI.CO. Eataly World, il parco agroalimentare aperto al pubblico a Novembre 2017 che sorge in prossimità di uno dei tre capolinea della nuova linea Rossa.

6.2 EVOLUZIONE DEMOGRAFICA

Per quel che riguarda gli scenari di crescita demografica di medio-lungo periodo, si fa riferimento agli "Scenari demografici per l'area metropolitana bolognese al 2033" sviluppati da un gruppo di lavoro interistituzionale formato dall'Ufficio di Statistica del Comune di Bologna, dal Servizio Studi e Statistica per la programmazione strategica della Città metropolitana di Bologna, dalla Regione Emilia-Romagna e dalla sede territoriale dell'Istat per l'Emilia-Romagna e resi pubblici a Giugno 2018.

Sulla base di questi scenari, il territorio metropolitano, tra quindici anni dovrebbe contare circa 1 milione e 42 mila residenti, oltre 30 mila in più di oggi. La città di Bologna si prevede superi la quota dei 400 mila abitanti con un calo del numero di bambini, mentre aumenta il numero degli over 65 e degli over 80 soprattutto in provincia, dove l'età media sarà più alta di quella dei residenti in città.

Dopo un lungo periodo di riduzione e successiva stagnazione demografica, iniziato nella seconda metà degli anni Settanta, la popolazione residente nella Città metropolitana di Bologna è tornata a salire senza soste ed ha superato già nel 2014 il milione di abitanti di cui poco meno del 40% nella città di Bologna. Coerentemente con questo andamento, le attuali previsioni ipotizzano che la popolazione residente continui ad aumentare anche nei prossimi quindici anni, tanto nel capoluogo quanto nell'insieme degli altri comuni metropolitani, in maniera continua seppur contenuta. Più nel dettaglio, per la Città metropolitana le diverse ipotesi prospettano variazioni della popolazione di diversa intensità assoluta, ma sempre di segno positivo: al 1° gennaio 2033 si ipotizza infatti un numero di abitanti compreso fra 1.033.000 (nel caso della variante più bassa)

e quasi 1.051.000 (in quella più alta), con aumenti rispetto alla situazione attuale che vanno da quasi 22 mila persone in più (+2,2%) a circa 39.500 (+3,9%).

L'ipotesi tendenziale, posizionata più o meno a metà tra le due varianti, prevede un numero di residenti intorno al milione e 42 mila abitanti a fine periodo, corrispondente al 3% in più in 15 anni (+30.700 residenti). Per il comune di Bologna si passerebbe, sempre nell'ipotesi tendenziale, dagli attuali 389.261 abitanti a circa 407.500, con un aumento del 4,7% nel periodo ed un range che va da 403.200 (+3,6%) a poco meno di 412.000 (+5,8%). La crescita relativa del capoluogo supera, seppur di poco, quella degli altri comuni metropolitani, che guadagnerebbero solo il 2% in 15 anni.

Uno dei fenomeni più significativi della storia demografica del territorio è rappresentato dall'invecchiamento: a titolo di confronto si pensi che il peso relativo degli anziani, convenzionalmente identificati con gli over 64, è salito, nella Città metropolitana, dal 13% del Censimento del 1971 all'attuale 25%, il loro numero assoluto nello stesso periodo è raddoppiato, passando da quasi 122mila a 246mila. Questa tendenza di lungo periodo continuerà probabilmente ancora nel prossimo futuro: a livello metropolitano si prevedono, nel 2033, quasi 300mila anziani residenti, con un incremento assoluto rispetto ad oggi, di circa 50 mila persone (quasi il 20% in più).

6.3 NUOVI SVILUPPI URBANISTICI

Sono stati valutati e inseriti nell'analisi trasportistica gli effetti derivanti dagli interventi urbanistici previsti dagli strumenti di pianificazione territoriale nei due orizzonti temporali di riferimento 2026 e 2036.

Utilizzando i dati progettuali forniti dal Dipartimento Urbanistica, Casa e Ambiente, Settore Piani e Progetti Urbanistici del Comune di Bologna, quanto a localizzazione, tempistiche e quantificazione delle nuove superfici da edificare distinte per tipologia funzionale (residenziale, direzionale, commerciale e pubblici esercizi), è stato dapprima ricavato il numero di residenti, addetti e visitatori che graviteranno su ciascun nuovo intervento. Attraverso coefficienti desunti dalla letteratura, sono stati stimati gli spostamenti generati ed attratti dalle trasformazioni territoriali a livello giornaliero.

È stata inoltre ipotizzata una quota percentuale per ciascun intervento previsto che sarà realizzata nello scenario temporale al 2026, mentre si è supposto la realizzazione completa di tutti gli interventi al 2036.

Nella seguente tabella sono riportati gli interventi previsti dai diversi strumenti di programmazione e le stime degli spostamenti generati dalla realizzazione dei programmi stessi al loro completamento. Nelle figure a seguire sono riportate le localizzazioni delle aree che saranno oggetto di trasformazioni territoriali e il dettaglio planimetrico delle trasformazioni con maggiore effetto sulla domanda della linea tranviaria.

Per il calcolo delle auto e dei passeggeri giornalieri del trasporto pubblico, è stata utilizzata la ripartizione modale attuale ed un coefficiente di riempimento delle auto pari a 1,2.

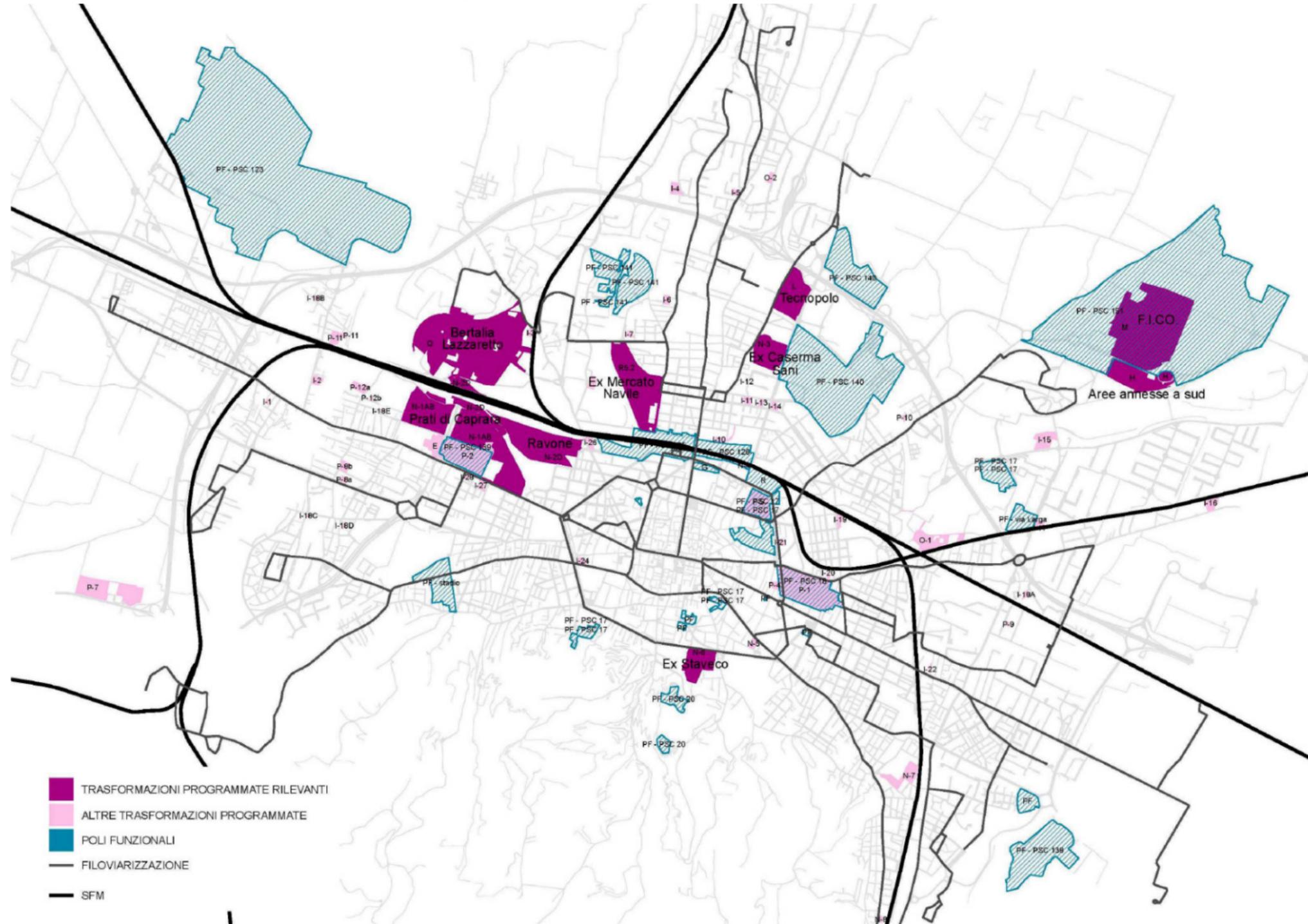
Gli spostamenti generati sono stati calcolati utilizzando coefficienti di generazione e attrazione in funzione delle diverse tipologie di intervento e dimensione.

Tabella 11: Interventi previsti e spostamenti generati

Intervento	Residenziale (m ²)	Direzionale (m ²)	Commerciale (m ²)	Pubblici Esercizi	Spostam/giorno in Origine	Auto/giorno	Passeggeri TPL/giorno in Origine	Quota % completamento al 2026
Prati di Caprara Est	43.634				1.250	594	163	30
Prati di Caprara Ovest	43.634				1.250	594	163	30
Prati di Caprara Sud				9.900	970	461	126	30
Ravone	59.400				1.711	813	222	30
Ex Oma				6.800	670	318	87	100
Ex Sintexcal	4.664				130	62	17	100
ex Officine SABIEM	7.600				220	105	29	100
Bertalia - Lazzaretto	158.976				4.500	2.138	585	50
Navile - ex mercato ortofrutticolo	92.503				2.660	1.264	346	50
Tecnopolo di Bologna - ex Manifattura Tabacchi		72.390			3.000	1.425	390	100
Area via Scandellara	12.362				350	166	46	50
Via del Pontelungo 7/c	1.860				50	24	7	100
Via Zanardi 106	1.824	2.016	480	480	260	124	34	100
Via Bigari 1				6.000	150	71	20	100
Creti, 22-24 Liberazione 8-10	6.705		216		230	109	30	100
Stalingrado/Gnudi		3.300			140	67	18	100
Via Libia 69			2.920		500	238	65	100
Bovi Campeggi			4.000		690	328	90	100
Marzabotto 4	1.758	419	502		154	73	20	100
Aree Annesse Sud CAAB	58.500				1.685	800	219	100
Ex ASAM		13.329	25.740		5.010	2.380	651	100
TOTALE					25.580	12.151	3.325	

Fonte: elaborazione su dati Comune di Bologna

Figura 44: Interventi previsti dagli strumenti di programmazione



Fonte: Dipartimento Urbanistica, Casa e Ambiente, Settore Piani e Progetti Urbanistici del Comune di Bologna

Figura 45: Prati di Caprara e Ravone



Figura 46: Ex Officine Sabiem



Fonte: Comune di Bologna (entrambe le immagini)

Figura 47: Via della Liberazione 8-10/Donati Creti

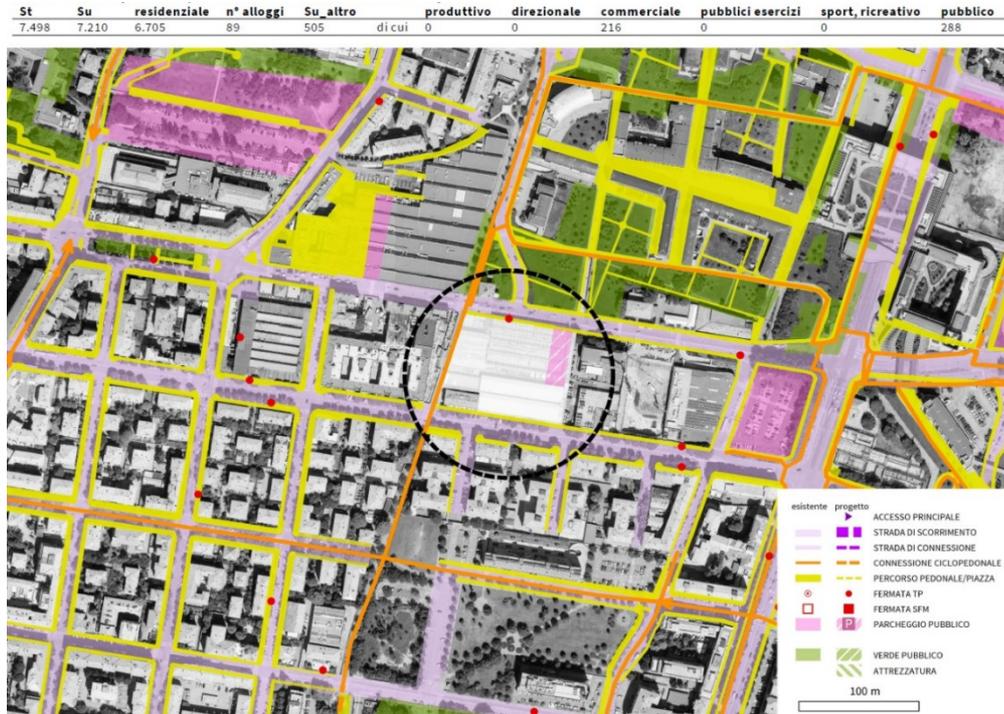


Figura 48: Via Stalingrado 31-33/Via Gnudi 2



Fonte: Comune di Bologna (entrambe le immagini)

Figura 49: Aree annesse a Sud

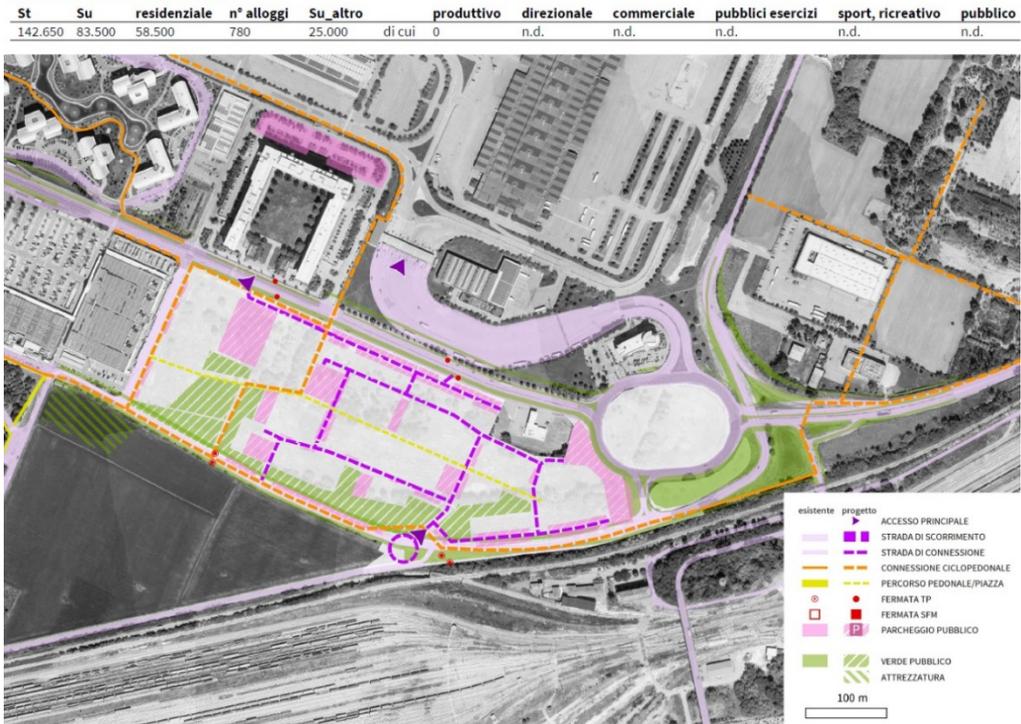
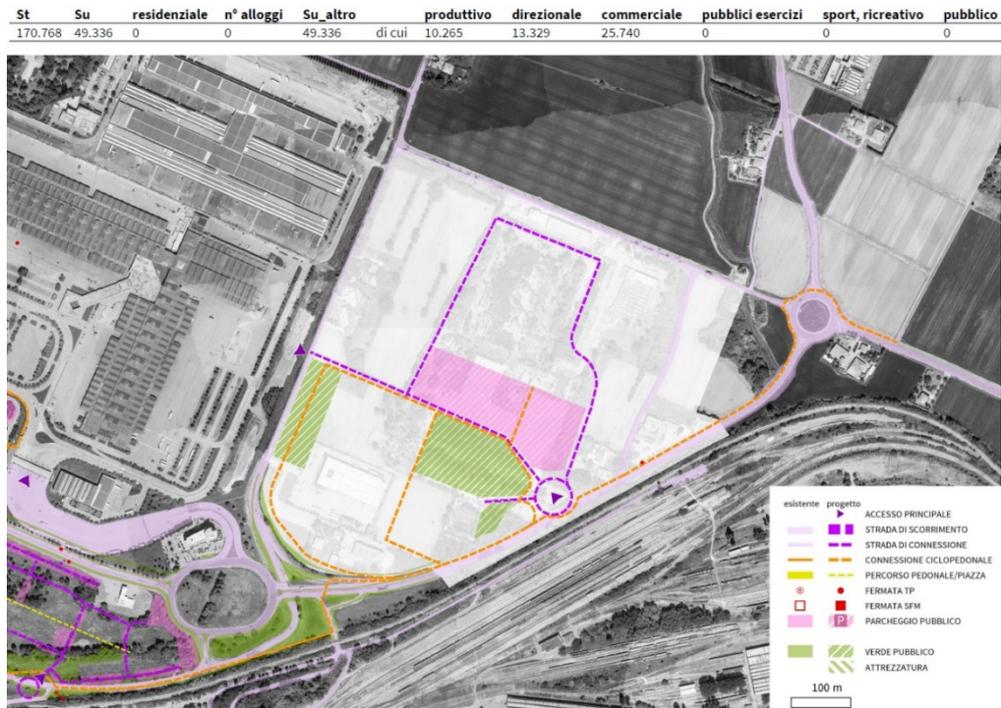


Figura 50: Ex-ASAM



Fonte: Comune di Bologna (entrambe le immagini)

6.4 FICO EATALY WORLD

Per la sua importanza a livello strategico e nell'ottica della valutazione del potenziale impatto, è stato svolto un approfondimento sulla domanda di mobilità generata dal parco tematico agroalimentare FICO.

Il modello dello *stato di fatto* alla base del PUMS non comprendeva infatti la domanda generata dal nuovo insediamento, aperto al pubblico a novembre 2017.

Per la stima della domanda generata da FICO, sono state reperite informazioni sul numero e sulla caratterizzazione dei visitatori (provenienza e durata della visita turistica a Bologna). I dati di provenienza sono riferiti agli utenti che hanno visitato FICO durante i primi dieci mesi di apertura, mentre il totale dei visitatori degli scenari futuri si è ipotizzato un incremento fino a 4 milioni di visitatori annui (circa 3 milioni di visitatori al primo anno di apertura).

Tabella 12: Tipologia di visitatori di FICO

Visitatori annui previsti	4.000.000		Visitatori giorno medio feriale
Provenienza visitatori	Fuori città, visitatori giornalieri	41%	3.690
	Fuori città, con pernottamento a Bologna	32%	2.880
	Visitatori da Bologna	27%	2.430

Fonte: Analisi effettuata su indagine Nomisma

Per il calcolo dei visitatori medi durante un giorno feriale, si è ipotizzato che la frequentazione di un giorno del fine settimana sia circa il doppio rispetto ad un giorno feriale medio: considerando un peso di 1,8 per 104 giorni del fine settimana (quindi per un totale di 187 giorni equivalenti), i visitatori complessivi in un giorno medio feriale risultano 9.000.

A fronte di una tariffa di sola andata di 5,00 euro (7,00 euro A/R), i dati di frequentazione della linea F, navetta dedicata al collegamento FICO-Centro-Stazione FS, hanno registrato un numero di utilizzatori pari a 73.600 nei primi mesi (dati Novembre 2017-Giugno 2018), corrispondenti ad

una quota modale del 5% sul totale dei visitatori. Si ritiene che questa quota modale non sia rappresentativa dello scenario di progetto ed è stata incrementata al 20% considerando una maggiore attrattività del trasporto pubblico per miglioramento del servizio ed aumento della frequenza. Per il calcolo delle auto in arrivo, si è ipotizzato inoltre un coefficiente di riempimento medio dei veicoli pari a 2. In conclusione, la seguente tabella mostra la stima delle auto e dei passeggeri che raggiungono FICO in un giorno ferialo medio.

Tabella 13: Spostamenti generati da FICO

Visitatori annui 2026-2036	4.000.000		
Visitatori giorno medio ferialo	9.000		
2026 (quota TPL=20%)	Provenienza	Auto	Trasporto Pubblico
	Fuori città, giornalieri senza pernottamento	1.476	738
	Fuori città, con pernottamento	1.152	576
	Da Bologna	972	486
	Totale	3.600	1.800

Per quello che riguarda le OD dei visitatori stimati sono state fatte le seguenti ipotesi:

- Visitatori giornalieri da fuori città: la quota di auto proviene dalle 4 direttrici autostradali (A1 Milano, A1 Firenze, A13 Padova e A14 Ancona), mentre gli utenti del trasporto pubblico arrivano in treno ed utilizzano un mezzo pubblico per il collegamento Stazione FS-Fico.
- Visitatori con pernottamento a Bologna: sia la quota di trasporto privato (auto o taxi) sia la quota che si muove con il trasporto pubblico pernotta all'interno del centro storico; questa quota di domanda è stata quindi splittata verso le zone del centro storico in funzione del peso di ciascuna di esse.
- Visitatori di Bologna: la domanda proviene dalle zone interne alla Città Metropolitana, sulla base del numero dei residenti.

In aggiunta alla quota di domanda dei visitatori, è stata inoltre considerata la domanda di mobilità legata ai 700 addetti considerando cautelativamente la ripartizione modale attuale.

Queste stime si basano su ipotesi legate all'auspicabile incremento di utilizzo del trasporto pubblico dovuto alla realizzazione della linea tranviaria e l'impatto positivo in termini di crescita della quota modale del trasporto pubblico sarà stimato nel seguito dell'analisi, attraverso le simulazioni modellistiche più approfondite e l'utilizzo del modello di scelta modale.

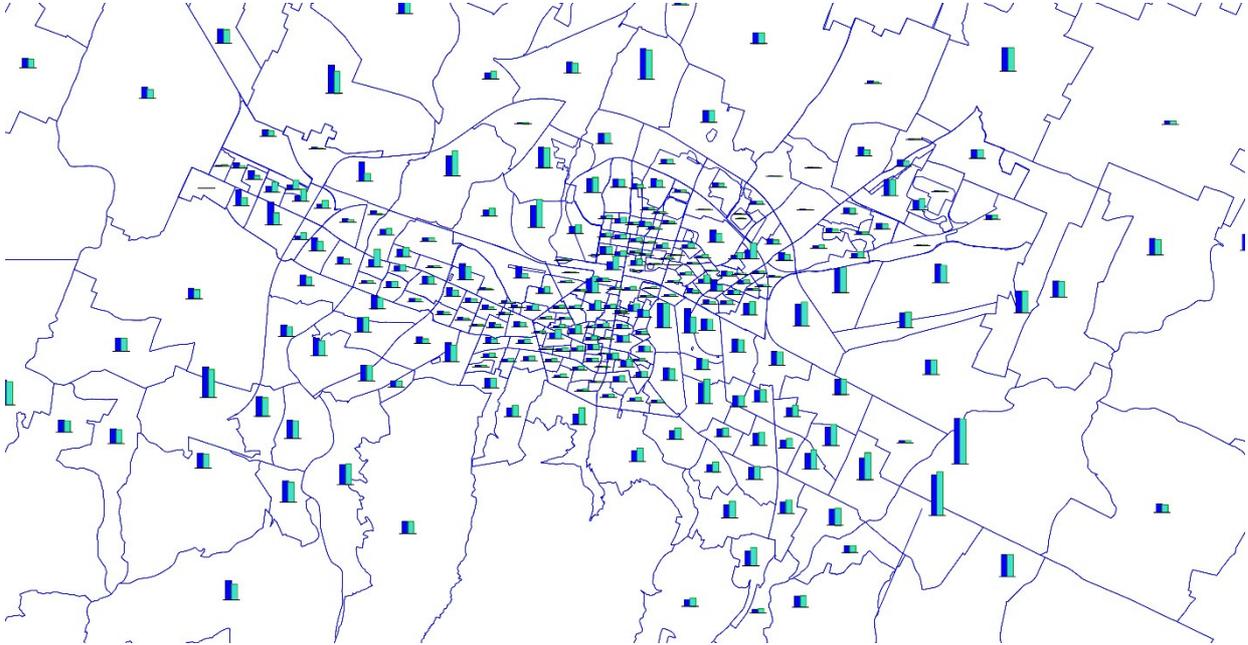
6.5 IL TERMINAL AREA FIERA MICHELINO

Uno degli strumenti indicati nel PUMS a supporto dello shift modale è il nuovo Terminal Area Fiera, un'estesa area in corrispondenza dell'ingresso Fiera Michelino che costituirà un vero e proprio centro intermodale. In questo spazio, la cui funzione principale sarà decongestionare il centro di Bologna dalle automobili e dai mezzi delle linee di lunga percorrenza, confluiranno le linee nazionali di bus, le linee extraurbane del quadrante Nord-Est. Gli utenti provenienti dall'area suburbana e dall'autostrada potranno parcheggiare l'auto ed effettuare Park and Ride (P&R) su Tram. In quest'ottica si è quindi ipotizzata per tutti gli Scenari di progetto della nuova Linea Tram, una Diramazione che colleghi il tracciato del Tram su Viale della Fiera con il nuovo Terminal Area Fiera Michelino.

Per definire la domanda in diversione modale potenzialmente attrabile dal Tram legata al Terminal Area Fiera Michelino è stata effettuata un'analisi sulla matrice dei veicoli privati, prendendo in considerazione il bilancio fra la domanda attratta e generata dalle singole zone del modello.



Figura 51: Domanda giornaliera del trasporto privato in origine (blu) e destinazione (verde)



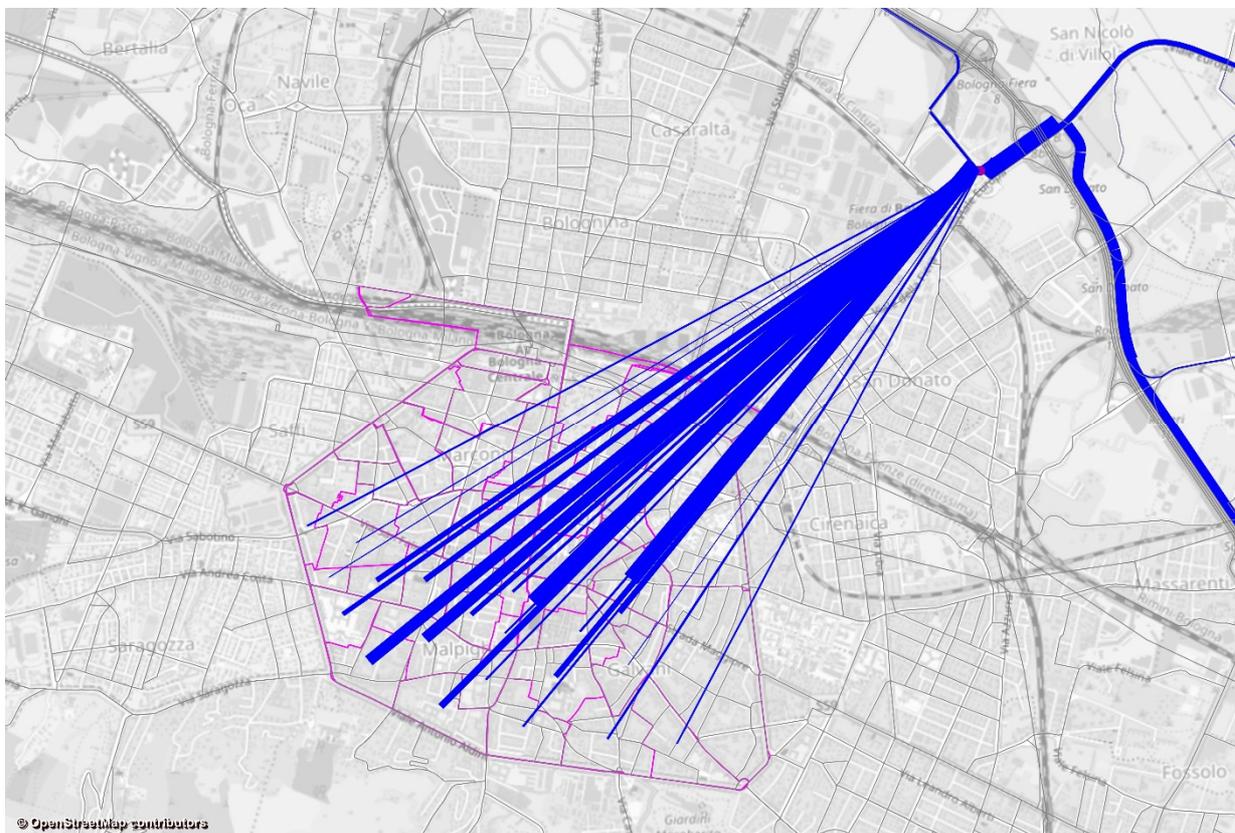
Fonte: Matrice O/D PUMs 2018

Nell'ipotesi che le principali relazioni OD abbiano destinazione nelle zone ZTL all'interno della cinta muraria, ciascuna di queste zone è stata connessa direttamente col parcheggio Michelin, per simulare la possibilità di effettuare P&R. A ciascun connettore è stato impostato il tempo necessario per raggiungere la zona di destinazione con il Tram e camminando a piedi.

Tramite l'assegnazione del modello è stata valutato che lo shift modale è caratterizzato da 1.700 spostamenti/direzione/giorno, provenienti principalmente da Autostrada (18%), Tangenziale (65%) e viabilità locale (17%).

Tale domanda è stata convertita in 2.000 passeggeri/direzione/giorno (circa 200 passeggeri nell'ora di punta) utilizzando un fattore di riempimento medio dei veicoli pari a 1,2.

Figura 52: Analisi di P&R per il Terminal Area Fiera Michelino

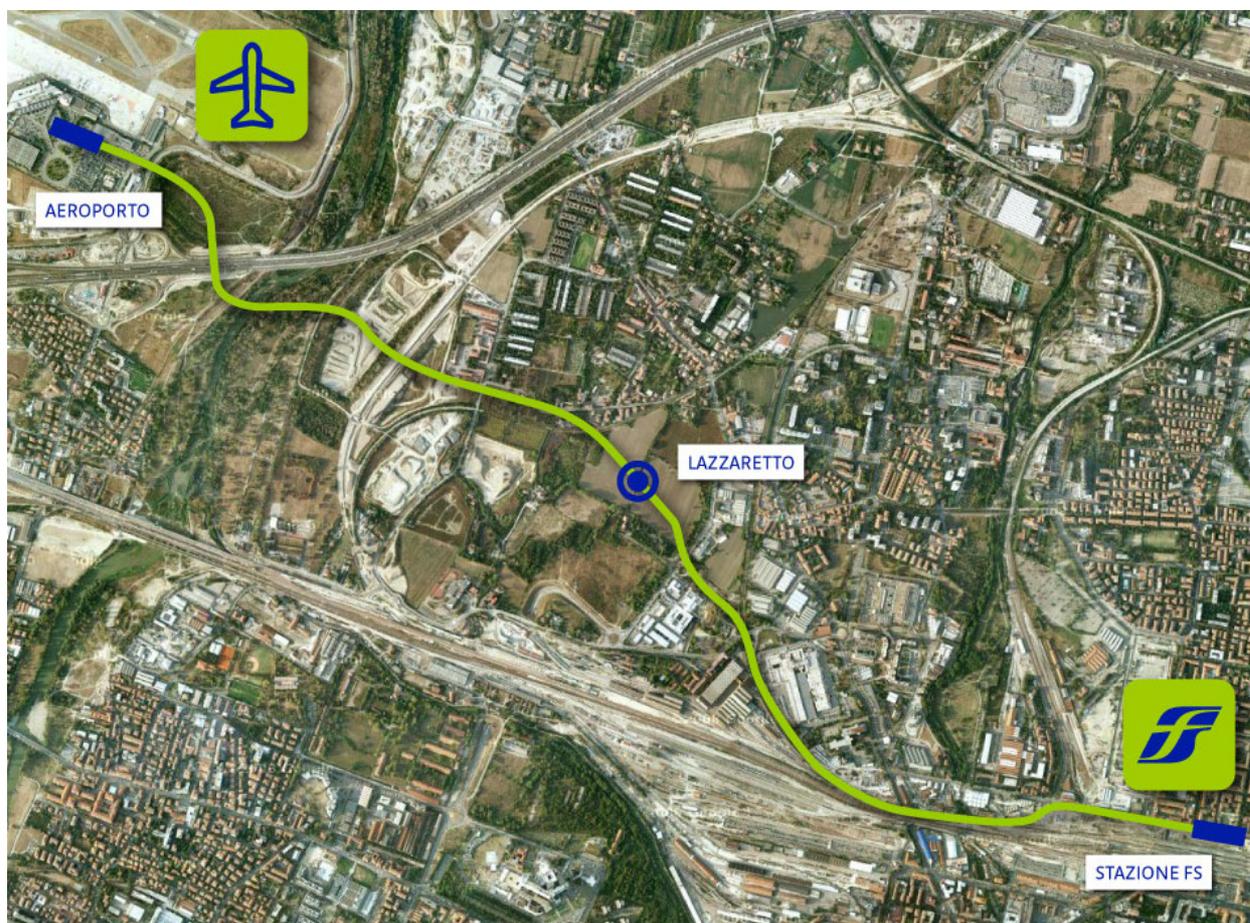


6.6 LA RETE DEL TRASPORTO RAPIDO

6.6.1 PEOPLE MOVER – MARCONI EXPRESS

Tra i principali interventi già programmati per l'estensione dei servizi di trasporto collettivo si inserisce il **People Mover - "Marconi Express"**, il cui avvio è programmato per la seconda metà del 2019 per assicurare un collegamento veloce tra la stazione Centrale e l'Aeroporto internazionale "Guglielmo Marconi".

Figura 53: Tracciato e fermate previste del People Mover - Marconi Express



Fonte: PUMS 2018

Il progetto si colloca nell'ambito più ampio del potenziamento degli attestamenti intermodali della Città Metropolitana, perseguendo l'obiettivo principale di incremento dell'accessibilità dell'Aeroporto di Bologna in accesso/egresso al centro del capoluogo attraverso una modalità di trasporto decisamente più rapida di quella attualmente offerta. Il nuovo servizio consente di raggiungere l'Aeroporto Guglielmo Marconi in circa 7 minuti, partendo dalla Stazione Centrale con una sola fermata intermedia presso il distretto di Bertalia - Lazzaretto, quartiere in corso di riqualificazione sotto il profilo residenziale e commerciale, nonché destinato ad accogliere nuove aule e laboratori universitari ed un nuovo studentato della Facoltà di Ingegneria.

Le stazioni del Marconi Express saranno ubicate in prossimità del Terminal Aeroportuale e dei binari dell'Alta Velocità della Stazione Centrale.

Il nuovo servizio di trasporto rapido viaggerà con frequenza elevata, con un tempo di attesa medio stimato pari a 3'45", interamente in sede riservata utilizzando vetture appositamente disegnate per accogliere l'utenza aeroportuale con una capacità di 50 passeggeri per veicolo. Inizialmente il servizio sarà esercito con 3 veicoli in grado di trasportare circa 560 passeggeri all'ora per direzione, corrispondente a oltre 5 milioni di passeggeri/anno, a fronte di una domanda stimata di circa 1 milione di passeggeri/anno.

6.6.2 RIASSETTO DELLE LINEE TPL - PIMBO

Le ipotesi di riassetto delle linee di trasporto pubblico in funzione della nuova linea Tram partono dall'approvazione del progetto relativo al **Progetto Integrato della Mobilità Bolognese (PIMBO)** recentemente approvato. Il Progetto PIMBO comprende una serie di interventi finalizzati al completamento del Servizio Ferroviario Metropolitan (SFM) e alla **filoviarizzazione delle linee portanti del trasporto pubblico urbano di Bologna**, per soddisfare - in ambito urbano e metropolitano - una maggiore domanda di mobilità.

Il Progetto riguarda sinteticamente:

- le fermate del Servizio ferroviario Metropolitan (SFM) (realizzazione delle fermate Prati di Caprara e Zanardi, completamento delle fermate Borgo Panigale Scala e San Vitale - Rimesse e adeguamento delle fermate San Ruffillo e Fiera);
- le opere di accessibilità alle fermate SFM;
- il progetto riconoscibilità Stazioni SFM;
- il completamento dell'interramento della tratta urbana della linea ferroviaria SFM2 Bologna-Portomaggiore;
- il completamento della rete filoviaria urbana bolognese, con la realizzazione delle opere stradali e di alimentazione elettrica, comprese le sottostazioni, e la fornitura di materiale rotabile filoviario.

Il Progetto PIMBO punta all'efficientamento del servizio filoviario su assi "diametrali" costituiti dalla combinazione di due radiali (in alcuni casi con diramazioni sulle tratte più esterne) combinate tra loro tramite un passaggio per il centro città; fanno eccezione le linee 32 e 33 che

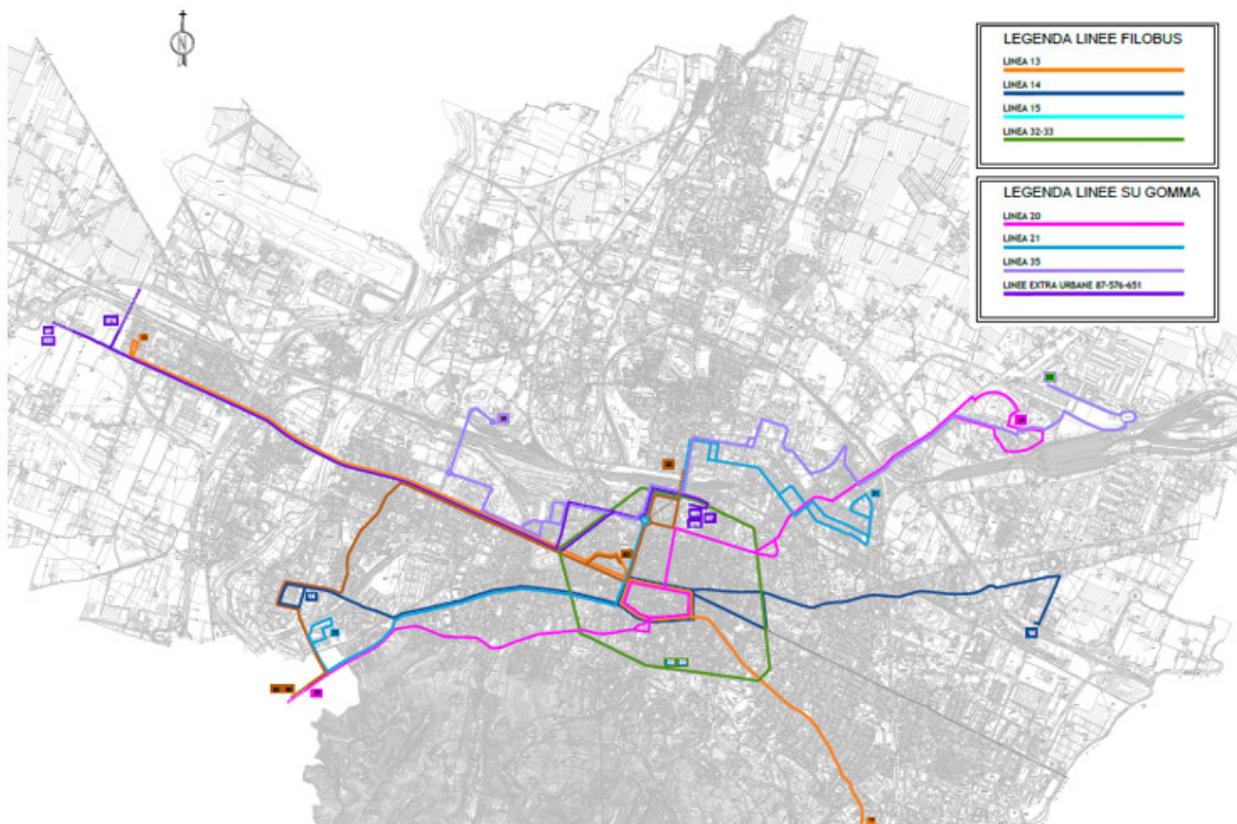


percorrono in senso opposto l'anello dei viali di circonvallazione. La combinazione tra le radiali direttrici esterne è stata studiata in modo da avere carichi sufficientemente bilanciati sui rami esterni, così da poter ottimizzare il programma di esercizio. Per alcune direttrici, rispetto alla rete attuale, sono state individuate specifiche modifiche di percorso dettate dall'esigenza di migliorare il servizio, anche in funzione della trasformazione in servizio filoviario.

Le linee oggetto del finanziamento di PIMBO sono le seguenti:

- Linea 12 (attuale linea 27);
- Linea 15;
- Linea 19;
- Linea 25.

Figura 54: Scenario PIMBO



Con la realizzazione della nuova linea tramviaria, si procederà ad un ulteriore riorganizzazione dell'intero sistema di trasporto pubblico in modo da creare una rete integrata e funzionale adeguatamente gerarchizzata:

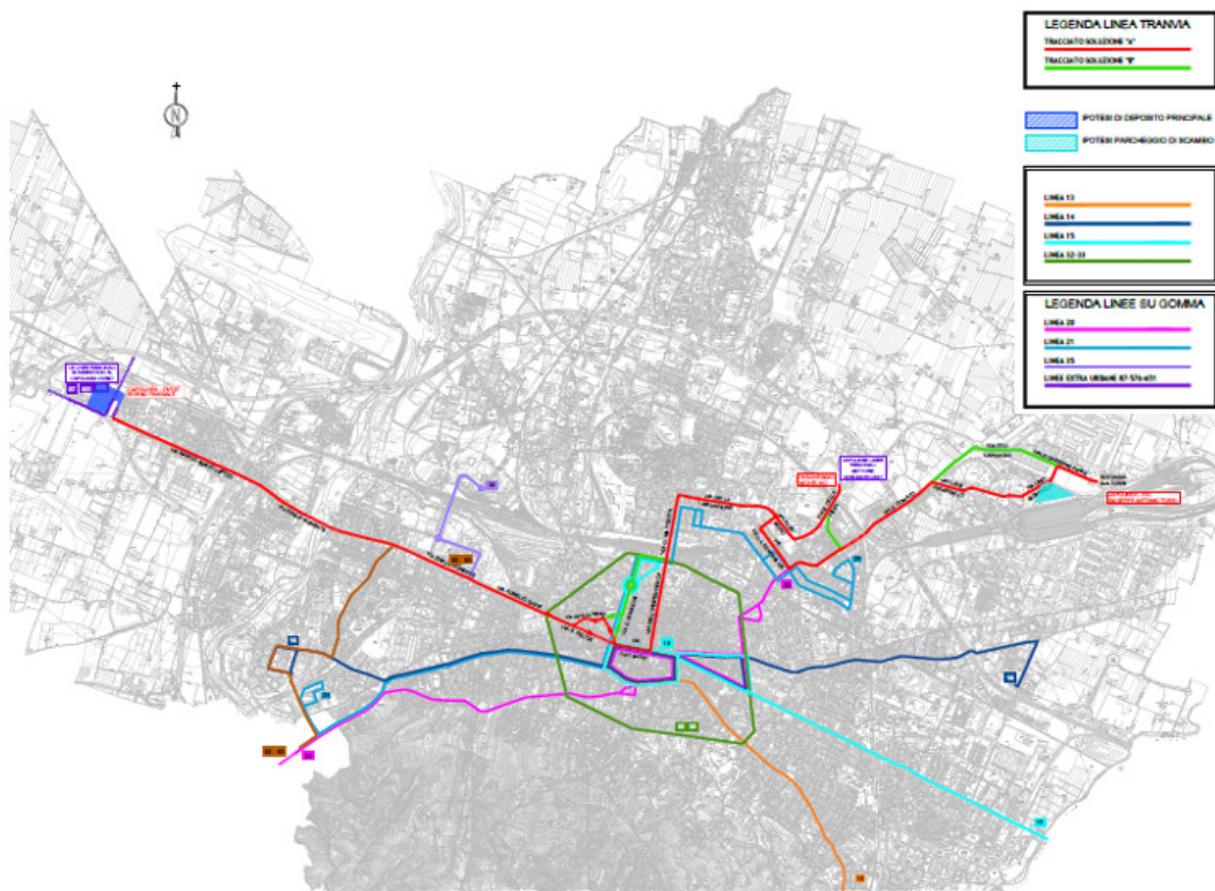
sistema portante di lungo raggio → SFM

sistema portante di medio raggio → tram

sistema ripartitore/adduttore di primo livello → filobus

sistema di distribuzione e completamento → bus

Figura 55: Integrazione della rete tranviaria (Linea Rossa) con i progetti PIMBO e Crealis



L'azione PUMS di potenziare ulteriormente alcune delle direttrici portanti, ad iniziare da quelle più sature optando per la tecnologia tramviaria ha comportato un aggiornamento della rete filoviaria con una armonizzazione gerarchica tram/filobus.

La prima direttrice filoviaria è la diametrale Mazzini – Andrea Costa, formata dall'unione dei rami delle linee Crealis di Caselle/San Lazzaro con la sezione ovest dell'attuale filovia 14 che proseguirà ripristinando la linea filoviaria (ancora in opera) dal Ghisello a Casalecchio e prolungamento al quartiere Meridiana. Questa nuova linea costituirà il secondo asse portante della rete urbana. Una linea che nel lungo periodo, come la direttrice Borgo Panigale – Centro – CAAB, sarà potenziata con il passaggio dalla tecnologia filoviaria a quella tramviaria.

Collegando fra loro i capilinea che permettono programmi di servizio omogenei verrebbero istituite le due linee:

- Linea 14 Piazza Giovanni XXIII – Genova / Atleti Azzurri
- Linea 15 Casalecchio – San Lazzaro (Pertini / Caselle SFM)

La linea 20 viene fatta transitare su Strada Maggiore/Porta San Vitale attestandosi poi alla fermata di Mercato San Donato in modo da non risultare in competizione con il Tram lungo via San Donato.

La Linea 21 anziché su Via Emilia Ponente prosegue per Via Palmiro Togliatti, Via Sabotino e Via Sant'Isaia mentre la Linea 35 si attesta a Santa Viola.

Relativamente alla rete suburbana ed extraurbana, oltre a modifiche legate all'integrazione con il Servizio Ferroviario Metropolitano, i percorsi delle linee extraurbane in città subiranno modifiche in modo da evitare la sovrapposizione del percorso sulle medesime strade, deviando le linee provenienti dagli altri Comuni su percorsi alternativi più veloci:

- Per le linee 81/91 e 86 si propone l'interscambio con la linea tramviaria in corrispondenza della fermata Cinta Daziaria:
- Per le linee 87, 651, 576 (e altre linee minori sulle stesse direttrici) si attestando al nodo di interscambio Borgo Panigale-M.E. Lepido, mentre le linee provenienti dai comuni

Nord/Nordest della Città Metropolinata (93, 88, 300 e 301) attestano al capolinea nord della linea 1b (Michelino Terminal Area Fiera).

6.7 LINEA TRAM - SCENARI FUTURI

In un orizzonte temporale di medio periodo (2025) si prevede che entrino in esercizio gli interventi programmatici previsti negli strumenti di programmazione e le modifiche all'offerta di Trasporto Pubblico così come individuate dal Progetto PIMBO (Scenario Programmatico).

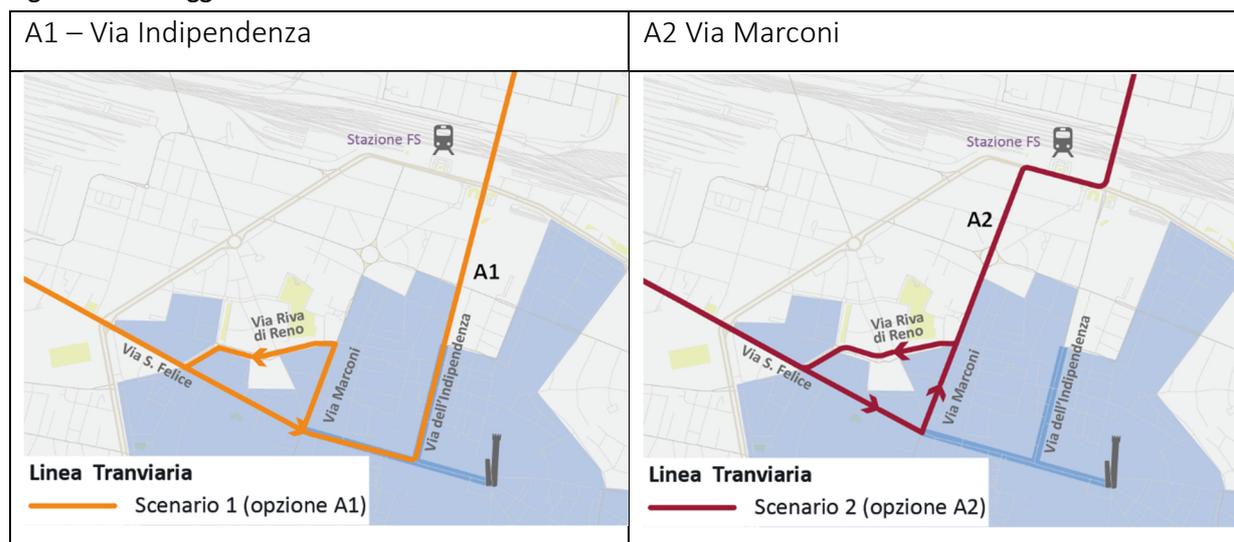
Per quel che riguarda lo Scenario Progettuale, sono stati sviluppati e testate le diverse diverse opzioni di tracciato per la Linea Rossa del Tram.

Il tracciato, lungo poco più di 16 km, inizia a Borgo Panigale, nei pressi della connessione di Via Marco Emilio Lepido con la S.P. 568 "Persicetana" e si sviluppa quindi lungo un percorso sostanzialmente rettilineo su Via M.E. Lepido, Via Emilia Ponente, Via Aurelio Saffi ed un primo tratto di via San Felice.

Da via San Felice a Piazza XX Settembre si propongono due opzioni di tracciato che investono il passaggio nella zona più centrale della città:

- **Opzione A1:** Passaggio in centro su Via Indipendenza.
- **Opzione A2:** Passaggio in centro su Via Marconi.

Figura 56: Passaggio in centro



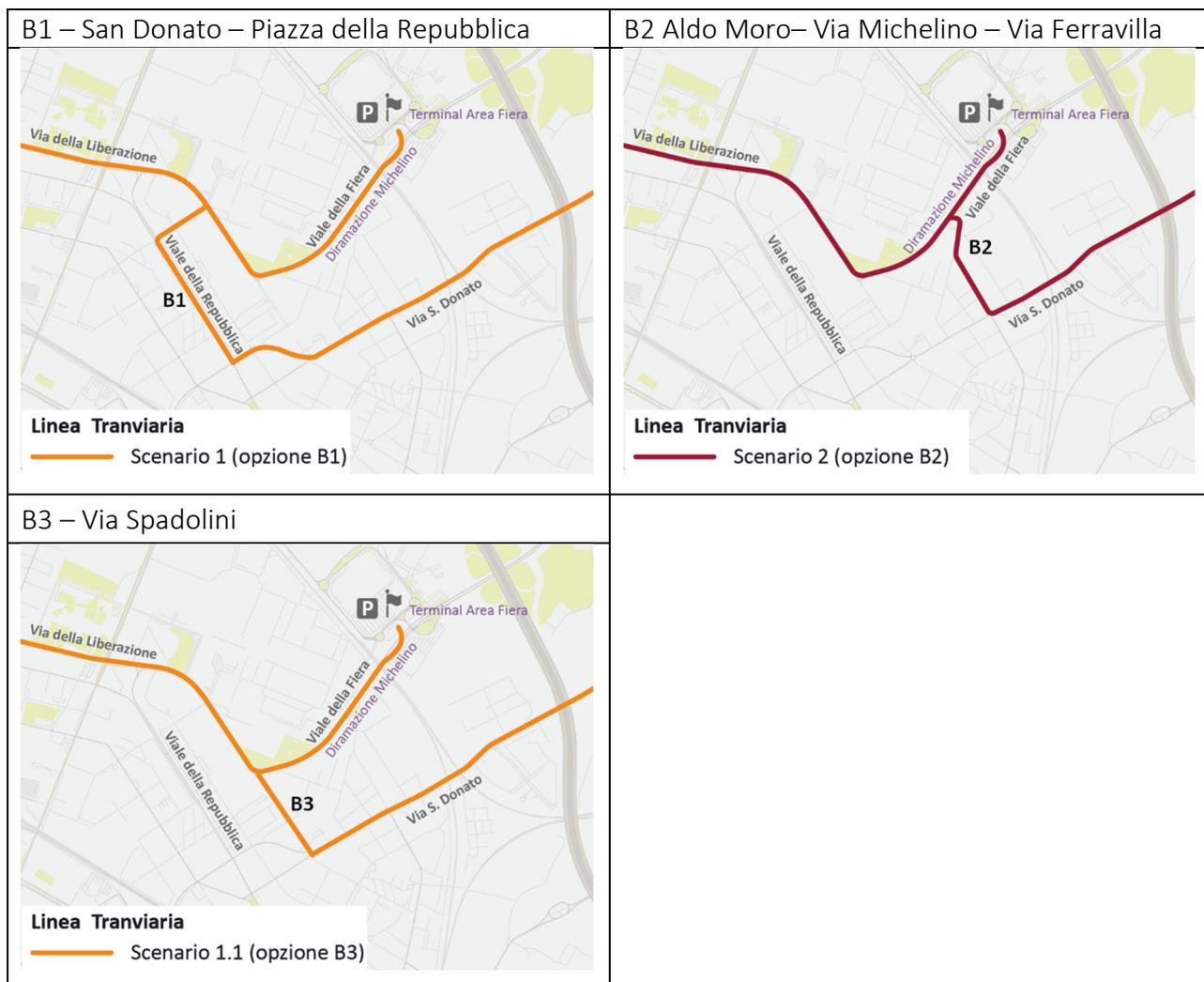
Superata via Pietramellara, il tracciato prosegue su Via Giacomo Matteotti, sovrapassando il fascio ferroviario nei pressi della stazione centrale, fino a raggiungere Piazza dell'Unità, svoltare a destra su Via della Liberazione e procedere poi su Viale Aldo Moro.

Da qui sono state ipotizzate tre opzioni di tracciato per raggiungere via San Donato, che si ricongiungono poco prima del sottopasso ferroviario della linea di cintura.

- **Opzione B1:** in corrispondenza dell'ingresso del Polo fieristico su Viale A. Moro, il tracciato viene fatto deviare sulla destra per raggiungere Viale della Repubblica e procedere fino a Via San Donato.
- **Opzione B2:** il tracciato prosegue lungo viale Aldo Moro per poi girare sulla sinistra e occupare Viale delle Fiere in corrispondenza della rotatoria con via Garavaglia poi a destra per Via Micgelino/Via Edoardo Ferravilla fino ad immettersi su Via San Donato riprendendo il tracciato dell'alternativa "1" poco prima dei sottopassi in corrispondenza della linea ferroviaria.
- **Opzione B3:** l'opzione B3 prevede che il percorso del Tram prosegua in via retta da Via Aldo Moro su via Garavaglia e Piazza Spadolini per svoltare poi a sinistra su Via San donato circa 700 metri prima del punto di inserimento dell'alternativa B1.

Per tutti gli scenari è prevista la realizzazione di una asta di diramazione di collegamento con Terminal Area Fiera Michelino. Tale scelta è legata alla possibilità di attivare sinergie di Transit-Oriented Development tra la nuova infrastruttura tramviaria, la Fiera e l'attiguo centro direzionale (Uffici della Regione), l'area del parcheggio Michelino e adiacenza in chiave di nodo scambiatore con i flussi in ingresso dalla tangenziale.

Figura 57: Passaggio San Donato e Diramazione Terminal Area Fiera Michelino



Il tracciato si sviluppa quindi lungo via San Donato, oltrepassando lo svincolo con la Tangenziale, in direzione nord.

Per raggiungere il capolinea est, sono previste le ultime due opzioni di tracciato: la prima opta per un percorso che dall'intersezione con via Pirandello entra all'interno della zona del quartiere Pilastro; l'altra che rasenta a nord l'agglomerato abitativo fino a via Giuseppe Fanin.

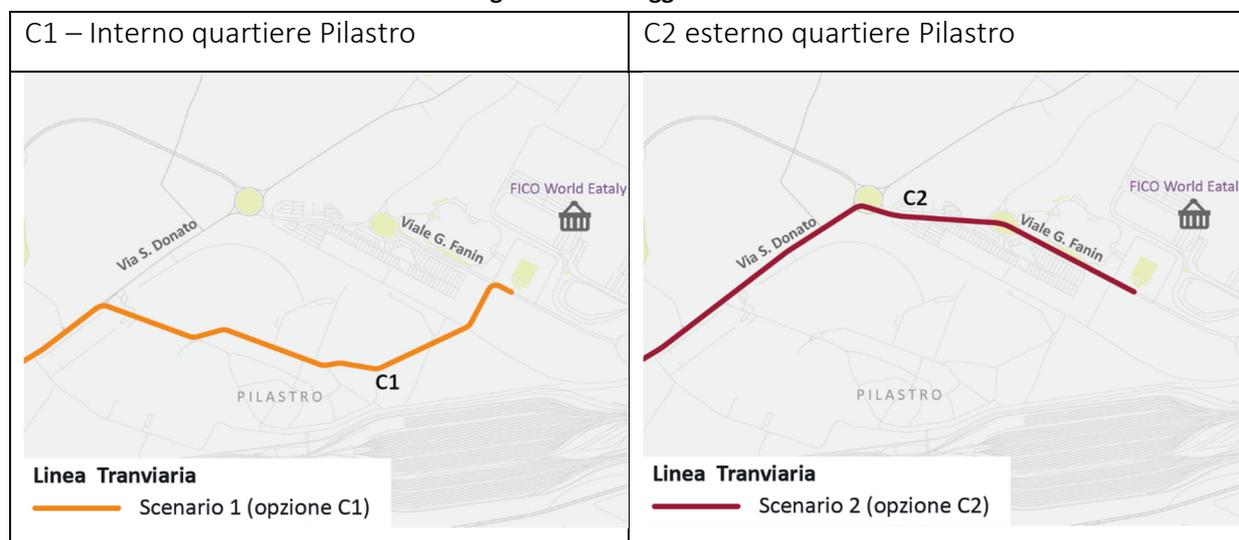
- **Opzione C1:** in questa alternativa il tracciato lascia Via San Donato all'altezza di Via Luigi Pirandello, per percorrere un tratto di tale strada e quindi seguire il percorso più appropriato

nelle strade del quartiere (Via Casini, via Frati, via Sighinolfi), raggiungere Via Larga e, percorrendo quest'ultima e via Arriguzzi, riconnettersi a Viale G. Fanin e raggiungere il capolinea.

- **Opzione C2:** il tracciato prosegue su viale della Fiera fino alla Rotonda Luchino Visconti, per poi inserirsi nei Viali Tito Carnacini e Giuseppe Fanin.

Qui si ricongiungono i tracciati previsti in entrambe le soluzioni fino al capolinea ubicato in corrispondenza della Facoltà di Agraria.

Figura 58: Passaggio Pilastro



Le diverse Opzioni di tracciato sono state combinate tra loro per definire 2 Scenari principali:

- Lo **Scenario 1** che prevede l'attraversamento su Via Indipendenza, il passaggio in San Donato senza interferire con Piazza Spadolini e l'ingresso all'interno della zona del Pilastro (opzioni A1 + B1 + C1 + diramazione Terminal Area Fiera Michelino); e
- Lo **Scenario 2** che prevede invece l'attraversamento di Via Marconi, il passaggio in San Donato da Viale delle Fiere l'inserimento esterno al quartiere Pilastro (opzioni A2 + B2 + C2 + diramazione Terminal Area Fiera Michelino).

In termini di inserimento della Linea tranviaria sono state infine valutate due opzioni in sede riservata e in sede promiscua (solo per lo Scenario 1, quello più produttivo).

Tabella 14: Scenari futuri

Scenario 2025	Rete TPL	Rete urbana	Rete extraurbana	Sede tram
Tendenziale	Rete PIMBO	Rete PIMBO	Rete PIMBO	---
Progettuale - Scenario 1	Rete PIMBO rimodulata più tram	Rimodulata al tram	Rimodulata al tram	Riservata
Progettuale – Scenario 2	Rete PIMBO rimodulata più tram	Rimodulata al tram	Rimodulata al tram	Riservata
Progettuale - Scenario 1a	Rete PIMBO non rimodulata più tram	Non rimodulata (con sovrapposizioni)	Come da progetto PIMBO	Promiscua

La via riservata si intende esclusiva in modo assolutamente prevalente, cioè dovunque non risulti certamente impossibile realizzarla e si prevedano soluzioni di regolazione per attenuare gli effetti sfavorevoli dei tratti promiscui.

Lo scenario 1a prevede invece una sede con tratti più lunghi di sede promiscua.



Figura 59: Linea Rossa Tram - Scenario 1 (sede riservata o sede promiscua)

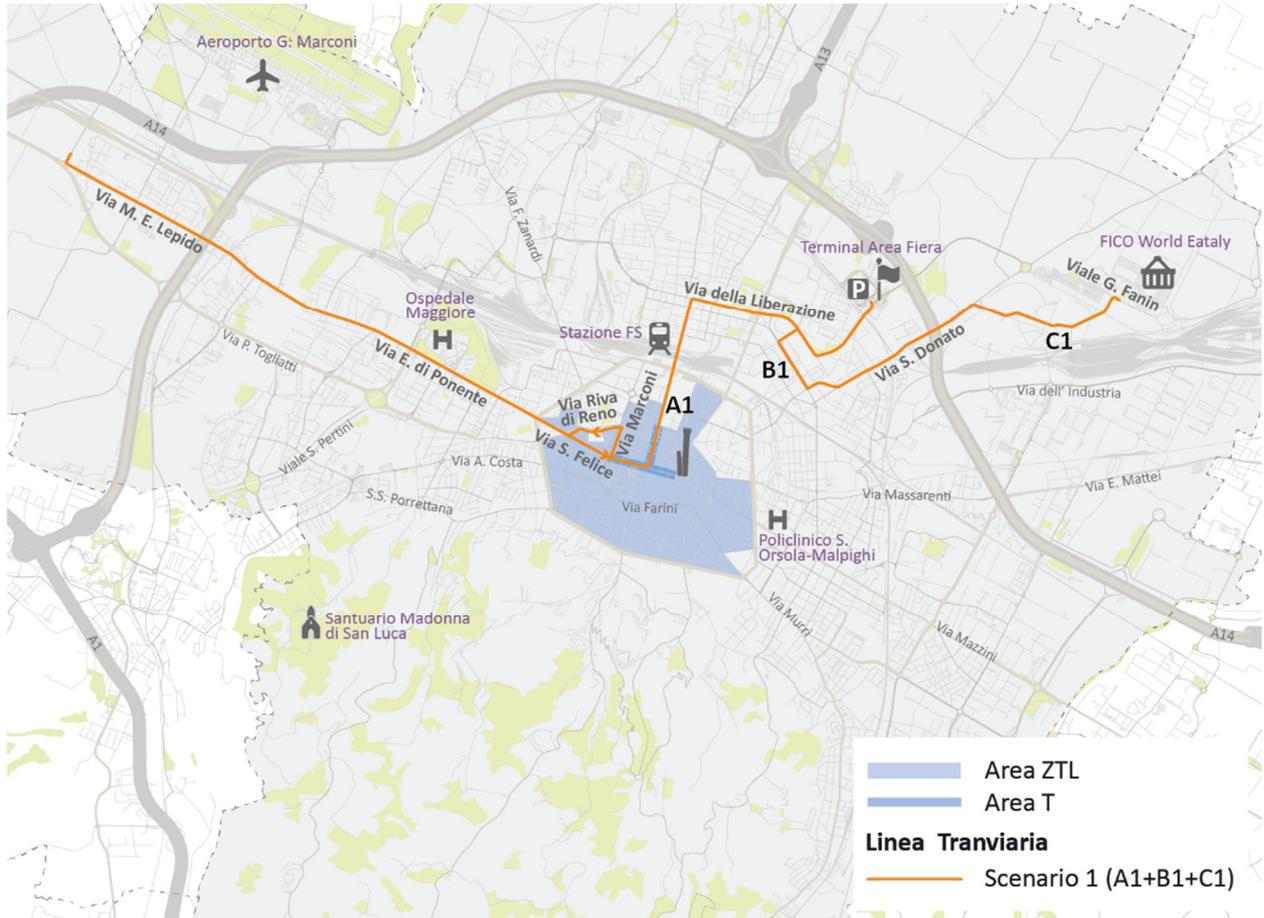
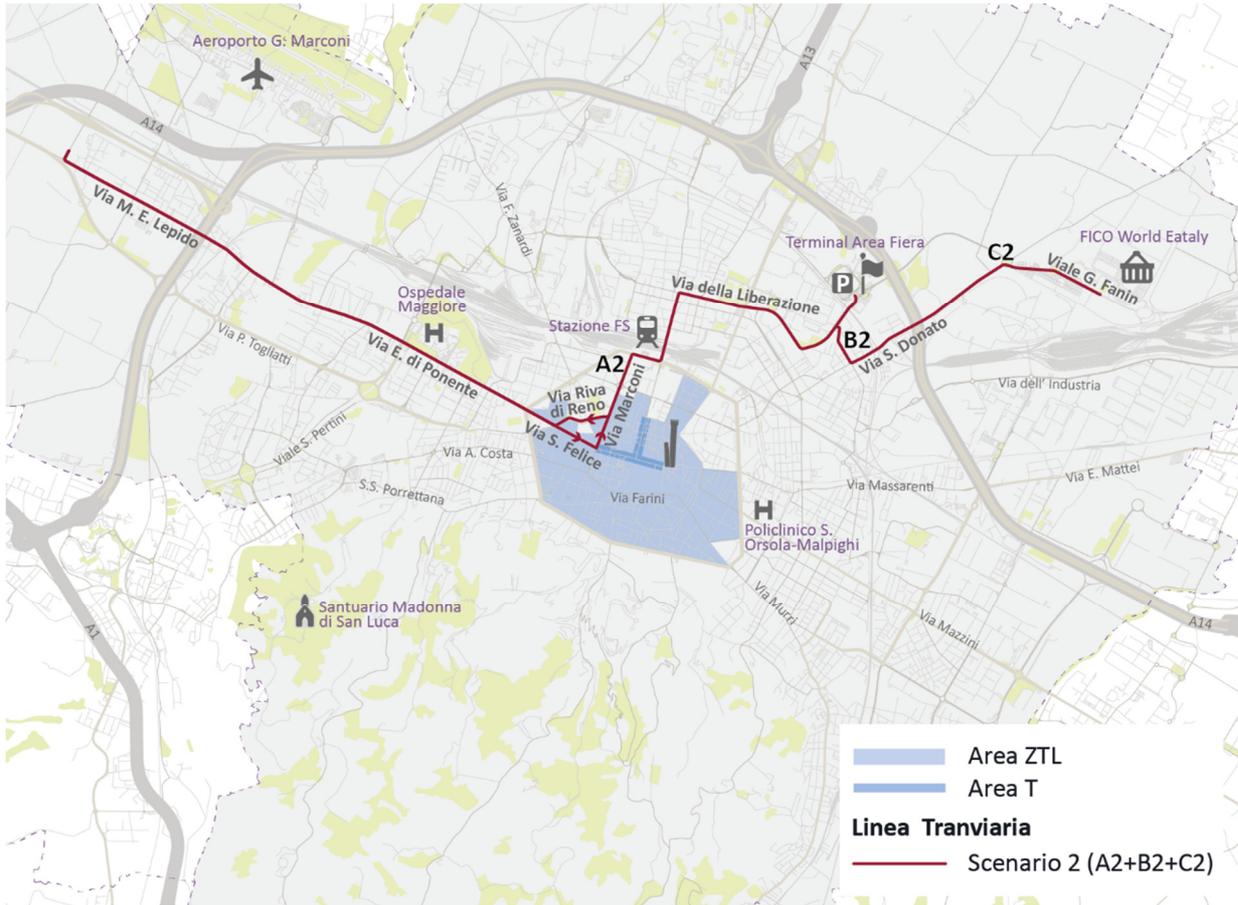




Figura 60: Linea Rossa Tram – Scenario 2 (sede riservata)



Ciascuno scenario comprende quindi due linee tramviarie:

- Linea 1 Borgo Panigale Normandia/M.E. Lepido - Caab/Fico di 15.092 metri e 29 fermate più i due terminali;
- Linea 1b Borgo Panigale Normandia- Terminal Area Fiera Michelino di 11.549 metri e 22 fermate più i due terminali.

La frequenza prevista per ciascuna linea è di 10': le due linee si sovrappongono nella tratta Borgo Panigale Normandia - Terminal Area Fiera Michelino garantendo di fatto una frequenza su questa tratta di 5'.

La velocità commerciale media si aggira attorno ai 18 km/h (17,8 Km/h) nell'ipotesi di sede riservata prevalente (al 95%).

7. PREVISIONI DI DOMANDA – ANALISI DELLE ALTERNATIVE

7.1 PREMESSA

In questa sezione vengono riportati i principali risultati dell'analisi della domanda delle Alternative di tracciato previste per la Linea Rossa del Tram così come descritta nei capitoli precedenti. L'analisi riporta la domanda assegnata nel giorno feriale (valutata per le ore di punta e per l'intero giorno) e il diagramma di carico della linea relativo alle ore di punta feriali.

Coerentemente con quanto previsto nelle *"Linee Guida per la Valutazione degli Investimenti in Opere Pubbliche"* (allegato A al D.M. (MIT) 300/2017) nell'analisi viene individuata:

- la domanda tendenziale (Scenario Programmatico);
- la domanda in diversione modale;
- la domanda indotta.

Coerentemente con le previsioni di crescita illustrati negli Scenari demografici dell'area metropolitana bolognese per il 2033 sono state adottate ipotesi di crescita della popolazione residente che prevedono per il 2026 una crescita del 2,6% rispetto ad oggi, crescita che viene applicata alla matrice della domanda di mobilità complessiva.

Nel lungo periodo l'evoluzione della domanda di mobilità urbana sarà inevitabilmente condizionata non solo dall'introduzione di altre Linee Tram ma anche dalle politiche messe in atto dal Comune di Bologna (es. Car e bike sharing) e dalla velocità di penetrazione delle cosiddette *"disruptive technologies"* (veicoli a guida automatica, servizi di *mobility as service*). Ipotizzando un impatto marginale di questi fenomeni sulle abitudini di spostamento in ambito urbano, sulla base di quanto osservato in contesti simili (ad es. la linea 1 di Firenze o il tram Bergamo-Albino), si ipotizza per i primi 10 anni di esercizio una crescita di passeggeri del tram pari al 1,5% annua mentre in via cautelativa nel lungo periodo (2036-2051) si ipotizza una crescita media annua della domanda sulla linea Rossa dello 0,5%.

7.2 PRINCIPALI RISULTATI

Di seguito vengono riportati i principali indicatori trasportistici per gli scenari di riferimento simulati:

- Stato di fatto 2018
- Scenario Programmatico 2026
- Scenario Progettuale 2026 – Scenario 1 in sede riservata
- Scenario Progettuale 2026 – Scenario 1a in sede promiscua
- Scenario Progettuale 2026 – Scenario 2 in sede riservata

La tabella di seguito sintetizza le principali ipotesi utilizzate negli scenari Programmatico e di Progetto.

Tabella 15: Riassunto principali ipotesi

Scenario	Nuovi sviluppi urbanistici	PIMBO e People Mover	Riassetto della rete bus TPL	Linee TRAM	Terminal Area Fiera Michelino
Programmatico	X	X	---	No	---
Progettuale	X	X	X	LINEA ROSSA	X

Per ciascuna delle Opzioni di tracciato (A1/A2, B1/B2/B3 e C1/C2) vengono riportati i risultati in termini di impatto sulla domanda delle diverse opzioni.

Tabella 16: Sintesi dei principali indicatori trasportistici

Tema	Indicatore	Unità	Stato di fatto	Programmatico	Progetto Scenario A	Progetto Scenario B
			2017	2026	2026	2026
Rete filobus e autobus	Domanda giornaliera	Pax giorno feriale	375.169	433.572	370.534	369.359
	Domanda giornaliera	Pax giorno weekend	264.636	305.832	261.367	260.538
	Domanda giornaliera	Pax giorno medio	281.155	324.922	304.549	303.583
	Domanda annua	Pax/anno	112.550.847	130.071.552	111.160.315	110.807.786
Linea Rossa del tram	Domanda giornaliera	Pax giorno feriale	---	---	78.927	75.686
	Domanda giornaliera	Pax giorno weekend	---	---	60.173	57.887
	Domanda giornaliera	Pax giorno medio	---	---	64.871	62.208
	Domanda annua	Pax/anno	---	---	23.668.003	22.705.877

* Il fattore di espansione tra l'ora di punta e il giorno medio feriale è 10,1 e tra il giorno medio feriale e l'anno 300.

Completivamente dal punto di vista del numero di passeggeri trasportati lo Scenario 1 e lo Scenario 2 in sede riservata sostanzialmente si equivalgono (circa 79 mila passeggeri medi nel giorno feriale per lo Scenario 1 e 76 mila per lo Scenario 2), mentre l'alternativa in sede promiscua risulta meno attrattiva su tutto il tracciato (-24% in termini di passeggeri trasportati).

Per entrambi gli Scenari 1 e 2 nella tratta a Ponente lungo la via Emilia, il Tram carica circa 150 passeggeri nell'ora di punta feriale tra il capolinea e la prima fermata di Via Emilia. Sul Tram continuano progressivamente a salire passeggeri in direzione centro, superando 1.500 passeggeri a bordo dopo il Ponte sul fiume Reno.

Per quanto riguarda la sezione Centrale, il passaggio su Via indipendenza (Opzione A1) cattura circa 3.300 passeggeri/giorno in più rispetto all'attraversamento su via Marconi (Opzione A2).

Per quel che riguarda le Opzioni di attraversamento San Donato-Fiera, le diverse alternative di tracciato non mostrano sostanziali differenze dal punto di vista della domanda e complessivamente la differenza si attesta in 1.900 passeggeri giornalieri in meno per l'opzione B2 (Ferravilla) e 140 passeggeri/giorno in più per l'opzione B3 (Piazza Spadolini).

I flussogrammi riportati nelle Tavole in allegato "B381-SF-GPR-DG003A" e "B381-SF-GPR-DG004A" riportano il dettaglio dei passeggeri delle linee TPL e della nuova Linea Rossa nelle diverse alternative di tracciato per l'ora di punta del giorno medio feriale.

La tabella seguente riassume gli impatti di ciascuna alternativa indicando la differenza nella domanda complessivamente catturata in termini di passeggeri nel giorno medio annuo rispetto allo Scenario 1.

Completivamente per lo Scenario 1 che comprende le opzioni di tracciato A1 (passaggio su Via Indipendenza), B1 (passaggio su Piazza Repubblica) e C1 (Pilastro) sono previsti circa 70mila passeggeri per il giorno medio annuo.

Nel caso dello Scenario 2, l'attraversamento su Via Marconi comporta una riduzione di domanda di circa il 5% rispetto all'alternativa su Via Indipendenza.

Tabella 17: Passeggeri giorno medio annuo - differenza delle diverse opzioni rispetto allo Scenario 1

Opzione	Scenario 1	Scenario 2	Scenario 3
A	66.950	63.571 (-5,0%)	-
B		65.051 (-2,8%)	67.095 (+0,2%)
C		66.331 (-0,9%)	-

Figura 61: Flussogramma dell'ora di punta feriale – Sezione occidentale di Via Emilia Ponente

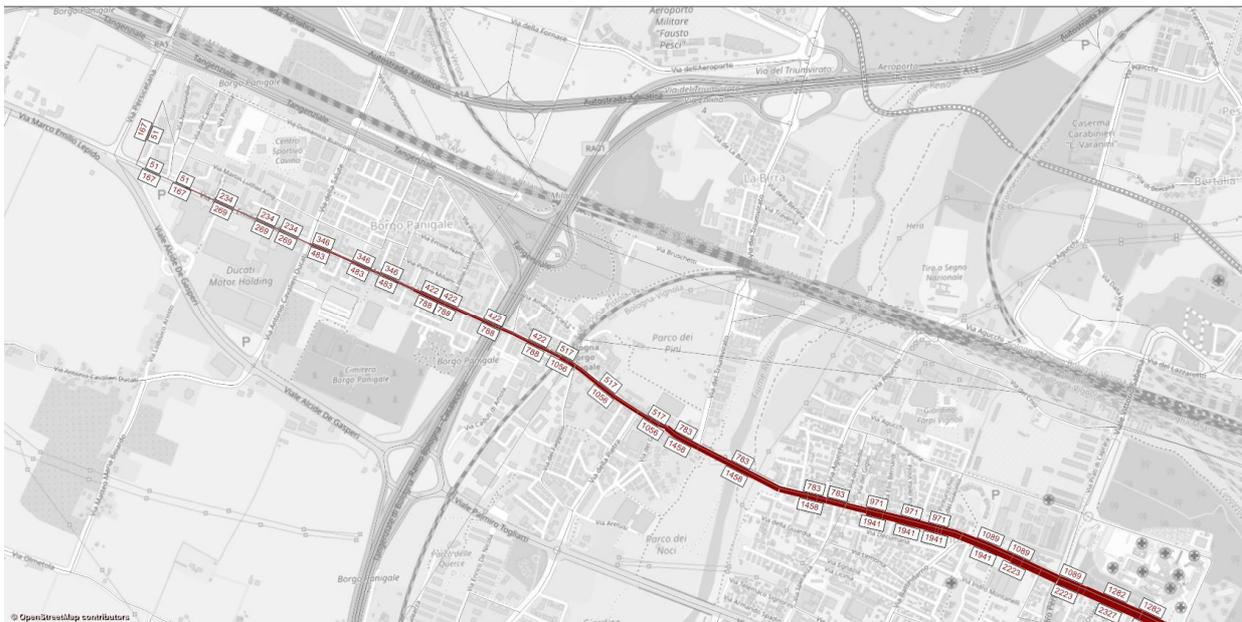


Figura 62: Sezione Centrale – Opzione A1



Figura 63: Sezione Centrale – Opzione A2





Figura 64: San Donato Viale Repubblica – Opzione B1

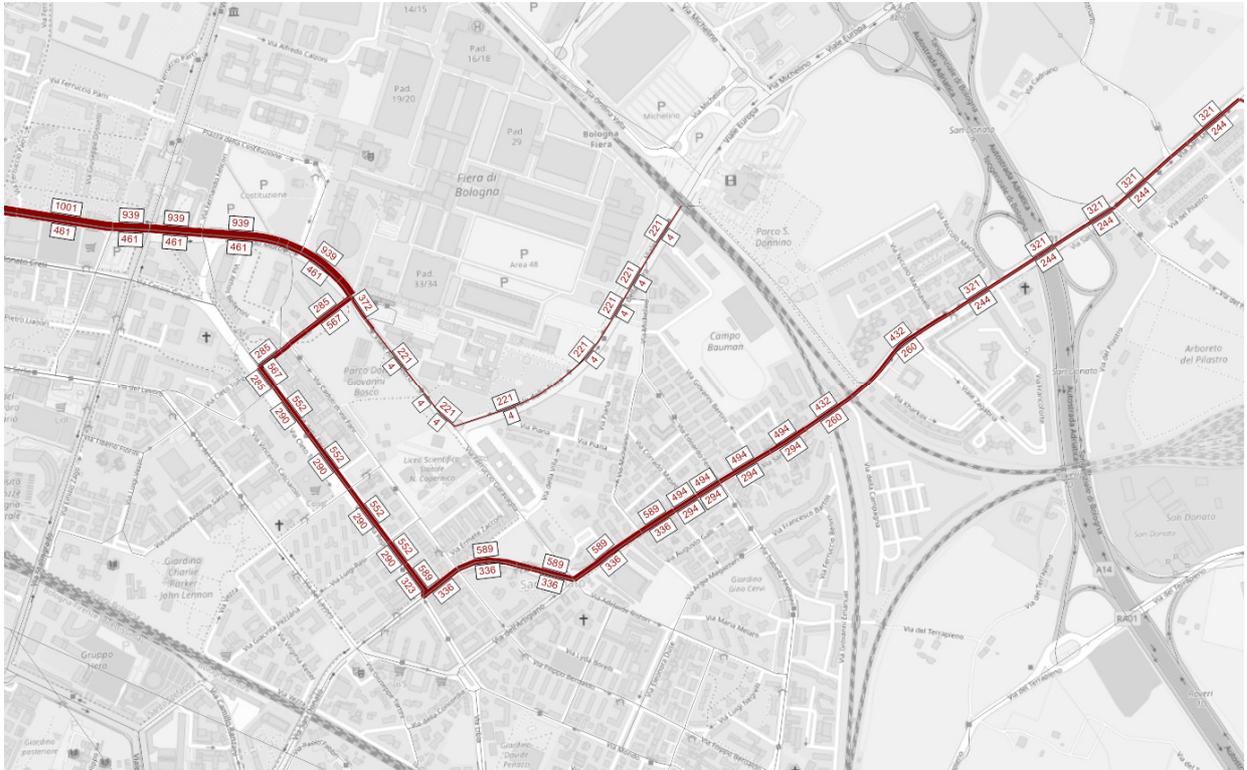


Figura 65: San Donato Via Ferravilla – Opzione B2

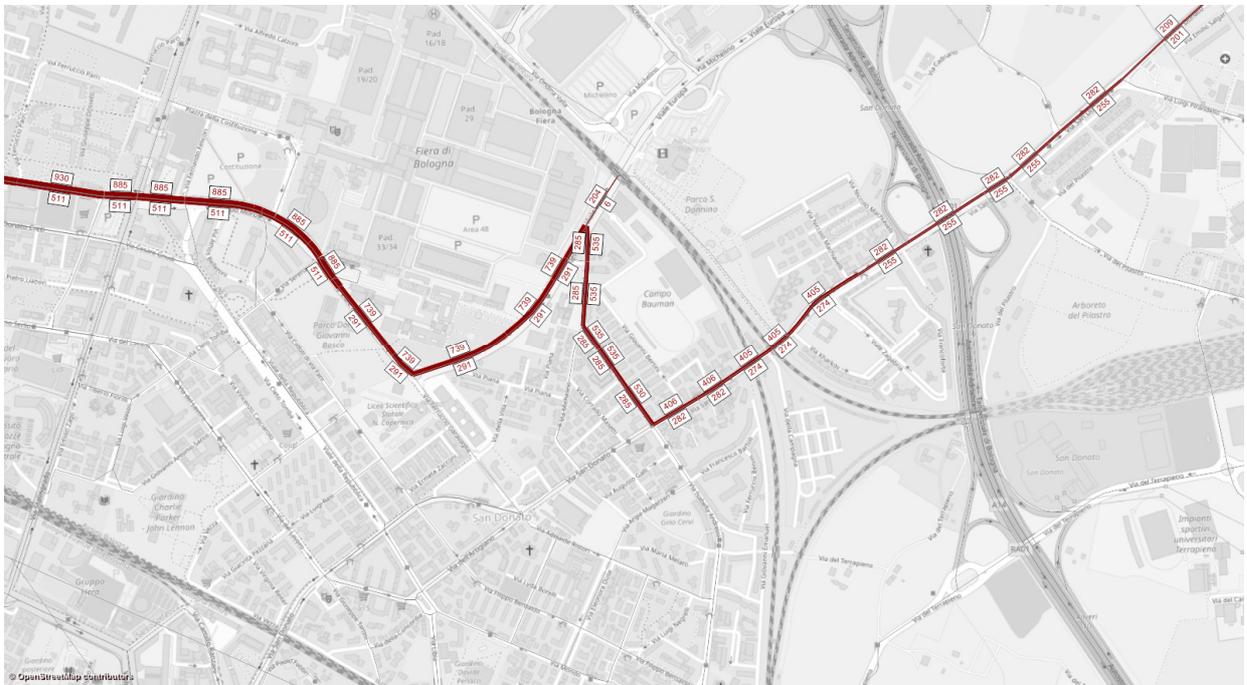




Figura 66:- Opzione B3

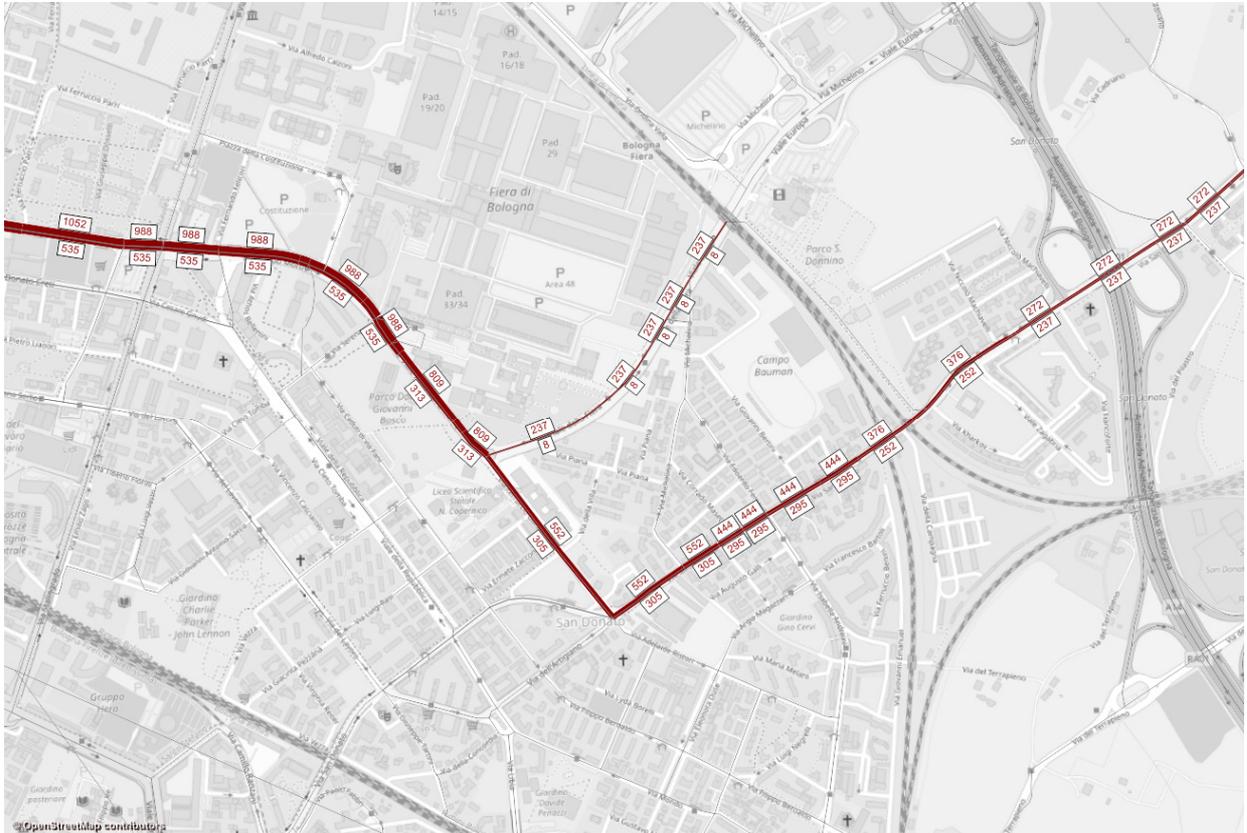


Figura 67: Via Pilastro – Opzione C1

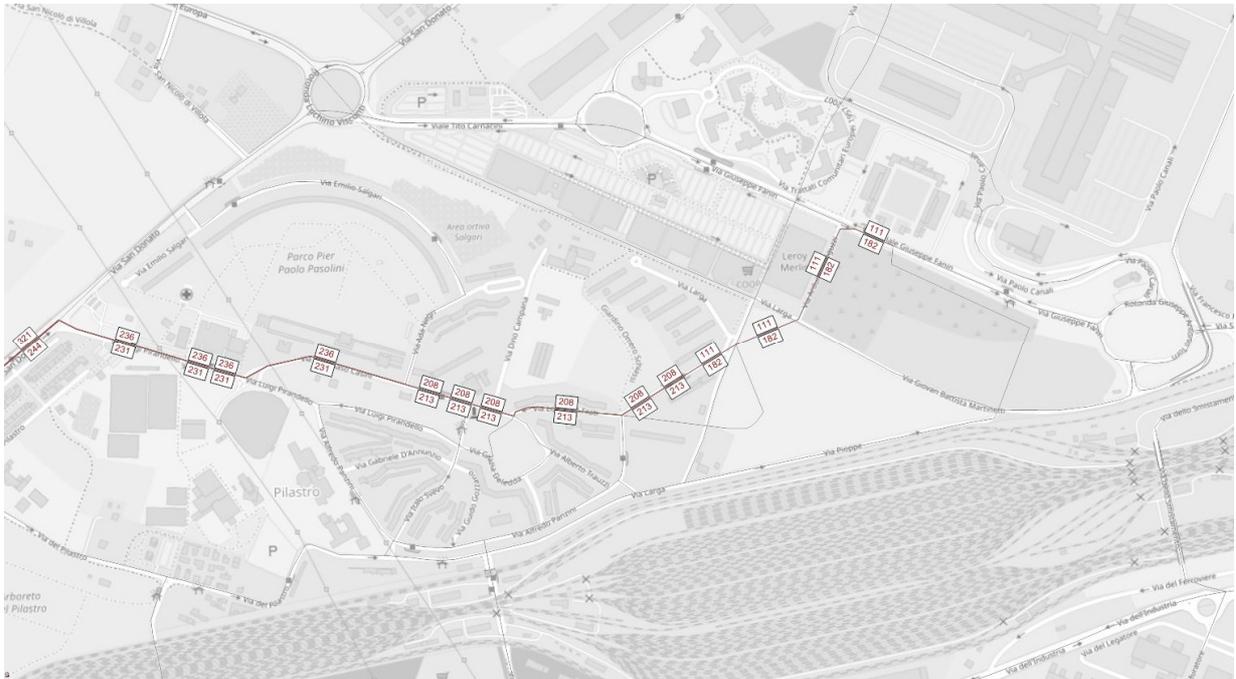
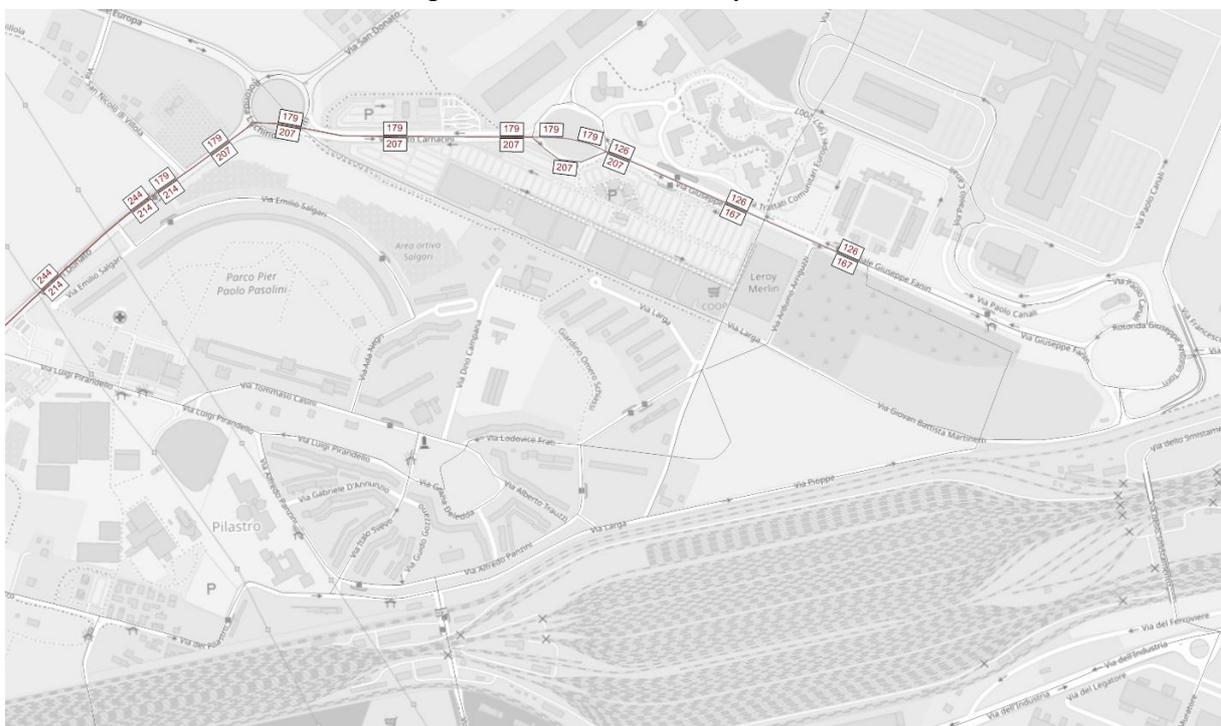


Figura 68: Viale Carnacini – Opzione C2



Per quel che riguarda la domanda da diversione modale, l'opzione in sede promiscua cattura meno della metà degli spostamento dal trasporto privato rispetto all'opzione in sede riservata.

Complessivamente nello Scenario 1 i passeggeri che abbandonano il mezzo privato a favore del tram sono quasi 14.500/giorno che equivalgono a circa 12.000 spostamenti/auto/giorno.

Tabella 18: Tipologia di domanda

Tipo di domanda	Nota	Unità	2026	2030	2050
Tendenziale	---	Passeggeri/anno	17.970.395	19.073.122	22.363.661
Diversione modale	Ripartizione modale	Passeggeri/anno	4.352.208	4.619.275	5.416.203
Indotta	FICO e altri interventi urbanistici	Passeggeri/anno	1.355.400	1.355.400	1.355.400
Totale			23.678.003	25.047.797	29.135.264
Tendenziale	---	%	75,9%	76,1%	76,8%
Diversione modale	---	%	18,4%	18,4%	18,6%
Indotta	---	%	5,7%	5,4%	4,7%

Entrambi gli Scenari presentano carichi maggiori nella sezione di ponente. La sezione di massimo carico per entrambi gli scenari risulta essere tra Via Saffi e Via Ugo Bassi con 5.100 passeggeri nell'ora di punta su entrambe le direzioni, mentre la tratta Fiera-FICO presenta un carico dell'ora di punta attorno ai 800 passeggeri/ora nello Scenario 1 e circa 500 nello Scenario 2.

La domanda giornaliera del giorno medio feriale che tiene quindi conto della componente di domanda non-sistematica generata da "Fiera-Michelino" e "FICO" è riportata nel flussogramma all'Allegato "B381-SF-GPR-DG010A". Importante comunque sottolineare che la domanda del giorno medio feriale non coglie i picchi delle componenti di domanda non sistematica legata al week end e ad eventi spot quali le Fiere.

I diagrammi di carico per le linee TPL che saranno interferite e modificate con l'entrata in esercizio del Tram sono riportati in Allegato.

Tabella 19: Domanda generata per tratta – Scenario 1

Tratta	Giorno feriale medio	Sabato	Domenica	Giorno medio annuo	Pax/anno
Borgo Panigale-Ugo Bassi	47.536	43.873	29.133	44.384	16.200.019
Indipendenza-Fiera	16.897	15.595	10.356	15.776	5.758.316
Fiera-FICO	7.531	6.951	4.616	7.032	2.566.602
Totale	71.964	66.418	44.105	67.192	24.524.937

Figura 69: Diagramma di carico per tratta Scenario 1 – ora di punta direzione Borgo Panigale → CAAB

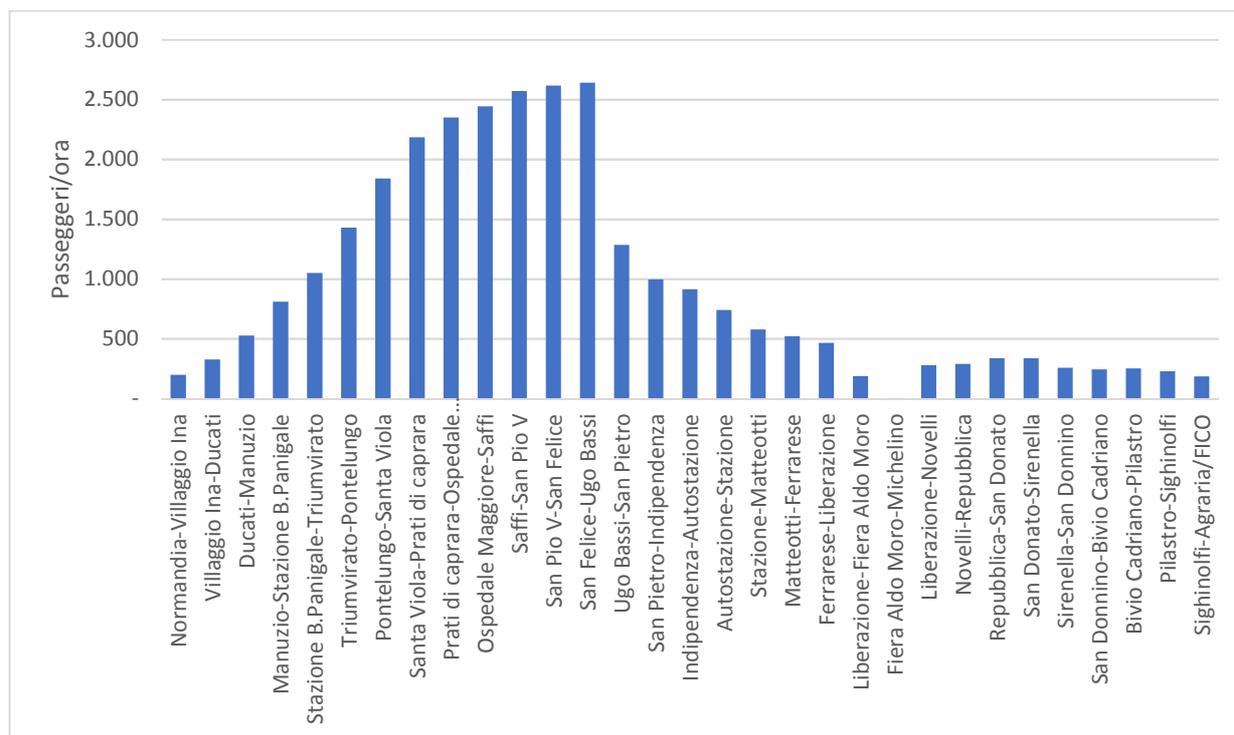




Figura 70: Diagramma di carico Scenario 1 – ora di punta direzione CAAB → Borgo Panigale

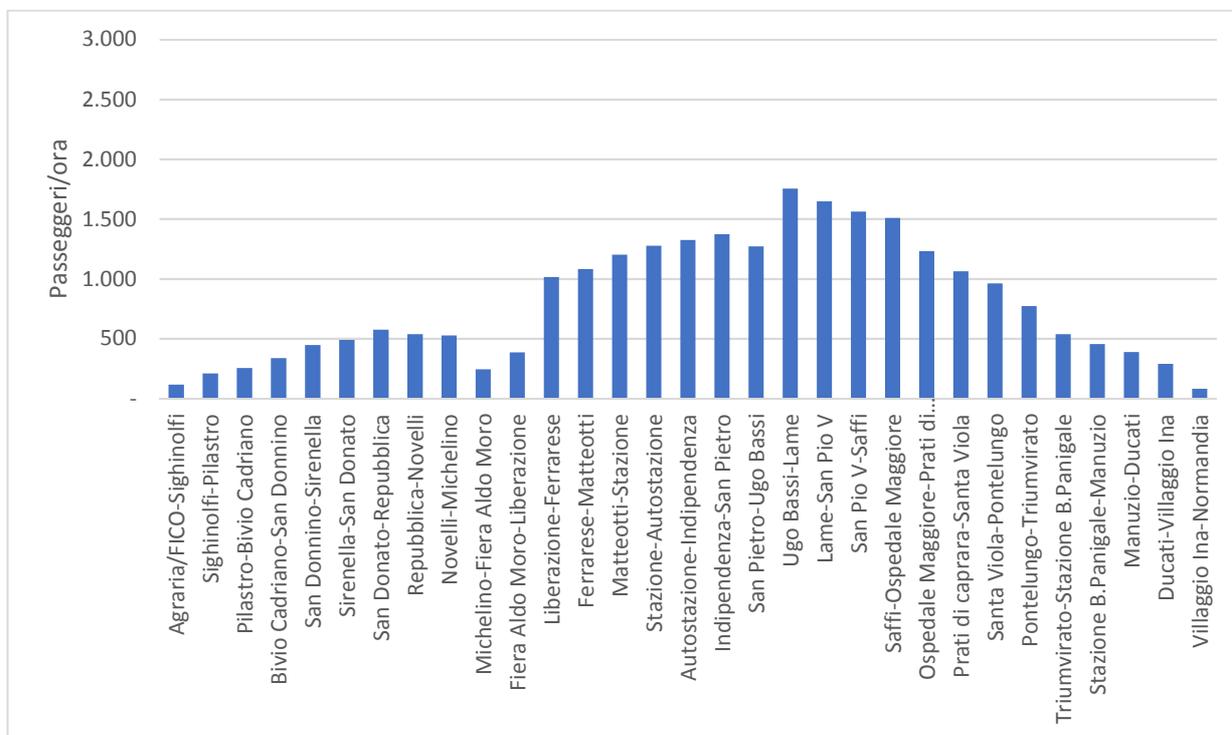


Tabella 20: Domanda generata per tratta – Scenario 2

Tratta	Giorno feriale medio	Sabato	Domenica	Giorno medio annuo	Totale per anno
Borgo Panigale-Ugo Bassi	50.773	46.704	30.961	41.731	15.231.792
Indipendenza-Fiera	19.843	18.253	12.100	16.309	5.952.839
Fiera-FICO	5.071	4.664	3.092	4.168	1.521.245
Totale	75.686	69.621	46.153	62.208	22.705.877

8. IMPATTO SULLA MOBILITÀ PRIVATA

8.1.1 COERENZA CON GLI OBIETTIVI DEL PUMS

A corredo dello studio della domanda potenziale per la Linea Rossa del Tram sono state effettuate analisi più puntuali per definire l'impatto del Tram sulla mobilità privata.

Nel medio termine (2026) già nello Scenario Programmatico grazie al potenziamento del servizio TPL (PIMBO, People Mover) si osserva un aumento di domanda sui mezzi pubblici (+15,9% rispetto allo Scenario attuale) e una generale diminuzione della mobilità su mezzi privati.

Con l'introduzione della nuova Linea Tram, si accentua ulteriormente la diversione modale verso il trasporto pubblico (+11%) con conseguente riduzione dei mezzi privati in circolazione.

Rispetto agli obiettivi di lungo periodo del PUMS che prevedono una riduzione di 440mila spostamenti/giorno in Auto (circa 28% del totale) relativi alla Città Metropolitana, il dettaglio sul Comune di Bologna prevede di eliminare 256mila spostamenti su mezzi privati (Auto/Moto). Di questi, circa 90mila dovranno essere trasferiti sul trasporto pubblico.

All'entrata in esercizio della nuova Linea Rossa nel 2026 vengono trasferiti al trasporto pubblico 54.600 spostamenti in più rispetto allo scenario Base attuale, a conferma che il nuovo riassetto TPL e la **Linea Rossa del Tram contribuiscono al raggiungimento del 60% del target di riduzione degli spostamenti in auto fissato dal PUMS del lungo periodo.**

8.1.2 IMPATTO SULLA MOBILITÀ PRIVATA

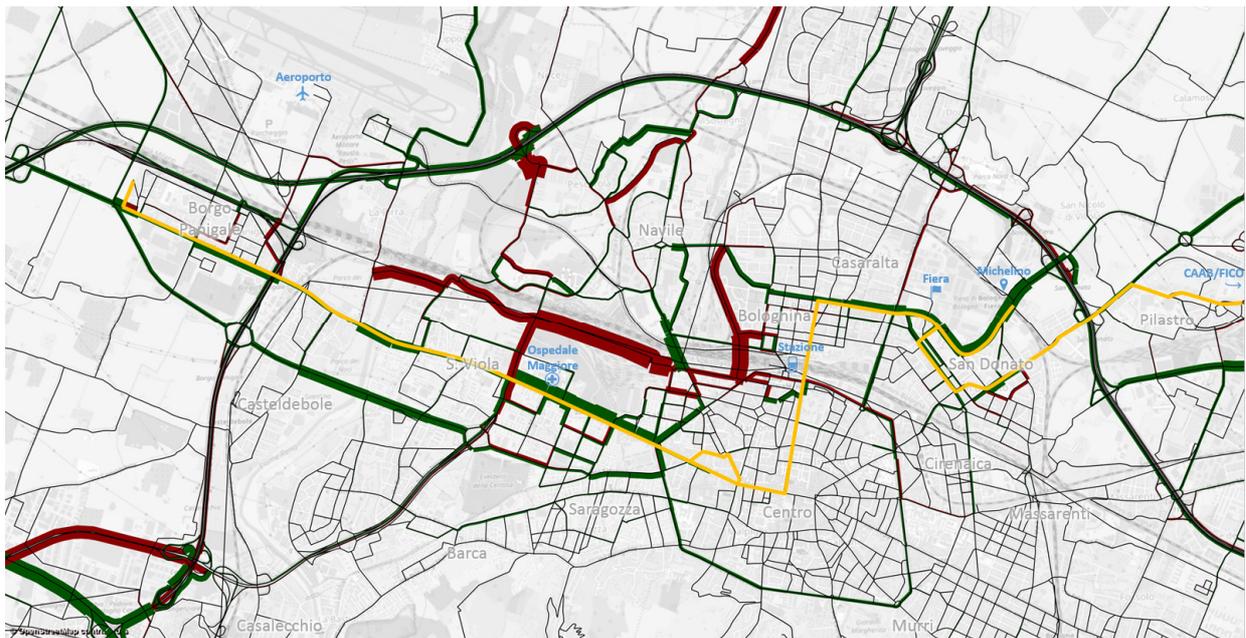
Nelle Tavole "B381-SF-GPR-DG005A" e "B381-SF-GPR-DG006A" in Allegato viene riportato la domanda privata dell'ora di punta del giorno ferialo medio nello scenario Attuale e nello Scenario di riferimento Programmatico che prevede l'implementazione di tutte le opere infrastrutturali e le misure previste nel PUMS.

Per stimare l'effetto dell'inserimento del Tram sulla mobilità privata vengono riportati negli Tavole Allegate "B381-SF-GPR-DG007A", "B381-SF-GPR-DG008A" e "B381-SF-GPR-DG009A" le reti differenza tra gli scenari Programmatico/Attuale, Progettuale/Attuale e Progettuale/Programmatico.

Di seguito si riporta a titolo esemplificativo la rete-differenza tra lo Scenario Attuale e lo Scenario Progettuale dove:

- Nelle tratte in VERDE il numero di Auto diminuisce con l'introduzione del Tram;
- Nelle tratte in ROSSO dove il numero di Auto aumenta.

Figura 71: Rete del trasporto privato, differenza tra lo scenario attuale e quello progettuale



Complessivamente, il miglioramento dell'offerta TPL (PIMBO e ridisegno offerta) e l'inserimento della Linea Rossa genera un impatto positivo sulla riduzione della mobilità privata per effetto della ripartizione modale della domanda.

In generale nella zona centrale/cerchia dei viali il traffico privato tende spostarsi dai viali sud a quelli nord (ad es. Viale Pietramellara) come conseguenza della riduzione di capacità su via Saffi grazie alla realizzazione della nuova viabilità di Prati di Caprara che costeggia il sedime ferroviario. La riduzione della capacità sul sedime stradale e su viale Aldo Moro/San Donato fanno sì che Via Stalingrado e Corticella diventano le principali alternative per accedere al centro dalla zona Nord Est.

Nell'ipotesi di realizzare le nuove infrastrutture di connessione per assorbire gli effetti della riduzione di capacità su via Emilia Ponente e via Saffi, si stima che le infrastrutture nell'intorno del corridoio del Tram possano comunque beneficiare di una riduzione nel numero dei veicoli privati: le infrastrutture principalmente interessate sono la Tangenziale ed il corridoio urbano costituito da viale de Gasperi, via Togliatti e via Sabotino.

La riduzione degli spostamenti stimata nell'ora di punta su queste infrastrutture è combinazione dell'effetto di riduzione del numero di automobili e re-routing nella rete e risulta:

- Viale De Gasperi: 150-200 veicoli equivalenti/h
- Viale Togliatti: 350-450 veicoli equivalenti/h
- Via Sabotino: 450 veicoli equivalenti/h

8.1.3 LIVELLI DI SERVIZIO

Uno strumento tangibile per misurare l'impatto del Tram sulla mobilità privata è la valutazione dei Livelli di Servizio (LOS) della rete. A tal proposito, sono state elaborate delle mappe del LOS secondo le linee guida *Highway Capacity Manual*² (HCM), considerando la velocità media giornaliera di percorrenza sugli archi della rete con i mezzi privati.

Dato che la metodologia HCM sul calcolo del LOS in area urbana impone una classificazione differente corrispondente a range di velocità per tipologia di infrastruttura, per ottenere un risultato omogeneo l'intera rete è stata inizialmente riclassificata per tipologia di velocità massima e, in una seconda fase, è stato valutato il livello di servizio.

² Transportation Research Board of the National Academies of Science, Stati Uniti d'America: <http://www.trb.org/Publications/hcm6e.aspx>



Tabella 21: Indicazioni dell'HCM

Classe urbana	I	II	III	IV
Range di velocità a flusso libero (FFS)	Da 90 a 70 km/h	Da 70 a 55 km/h	Da 55 a 50 km/h	Da 55 a 40 km/h
FFF tipica	80 km/h	65 km/h	55 km/h	45 km/h
LOS	Velocità media di percorrenza (km/h)			
A	> 72	> 59	> 50	> 41
B	> 56-72	> 46-59	> 39-50	> 32-41
C	> 40-56	> 33-46	> 28-39	> 23-32
D	> 32-40	> 26-33	> 22-28	> 18-23
E	> 26-32	> 21-26	> 17-22	> 14-18
F	<= 26	<= 21	<= 17	<= 14

Il confronto fra lo scenario Attuale e Progettuale mostra un generale decongestionamento della rete specialmente sulla Tangenziale, dove si osserva una riduzione di circa 300 veh/h di punta che comporta un incremento del LOS (da LOS E a LOS C).

L'effetto è dovuto all'effetto combinato fra:

- Riduzione generale del numero di auto sulla rete grazie alla diversione modale indotta dallo Scenario Progettuale;
- Realizzazione di nuove infrastrutture viarie (ad esempio Prati di Caprara, Ex Mercato Navile, ecc.).

Anche la viabilità lungo il corridoio del Tram mostra un aumento della velocità di percorrenza sul corridoio di scorrimento Viale de Gasperi - Viale Togliatti - Via Sabotino.

Contestualmente, la realizzazione della nuova viabilità presso l'area Prati di Caprara ed Ex Mercato Navile consente di migliorare notevolmente le condizioni della mobilità su via Zanardi nel tratto fra la viabilità del Lazzaretto e via Tanari.

Figura 72: Livelli di Servizio Quadrante Ovest – Scenario Attuale



Figura 73: Livelli di Servizio Quadrante Ovest – Scenario Progettuale



Anche nel Quadrante Nord Est si osserva un effetto migliorativo delle condizioni di viabilità in quanto l'inserimento del Tram genera una riduzione del traffico privato evidente anche in Tangenziale.

Figura 74: Livelli di Servizio Quadrante Nord Est – Scenario Attuale

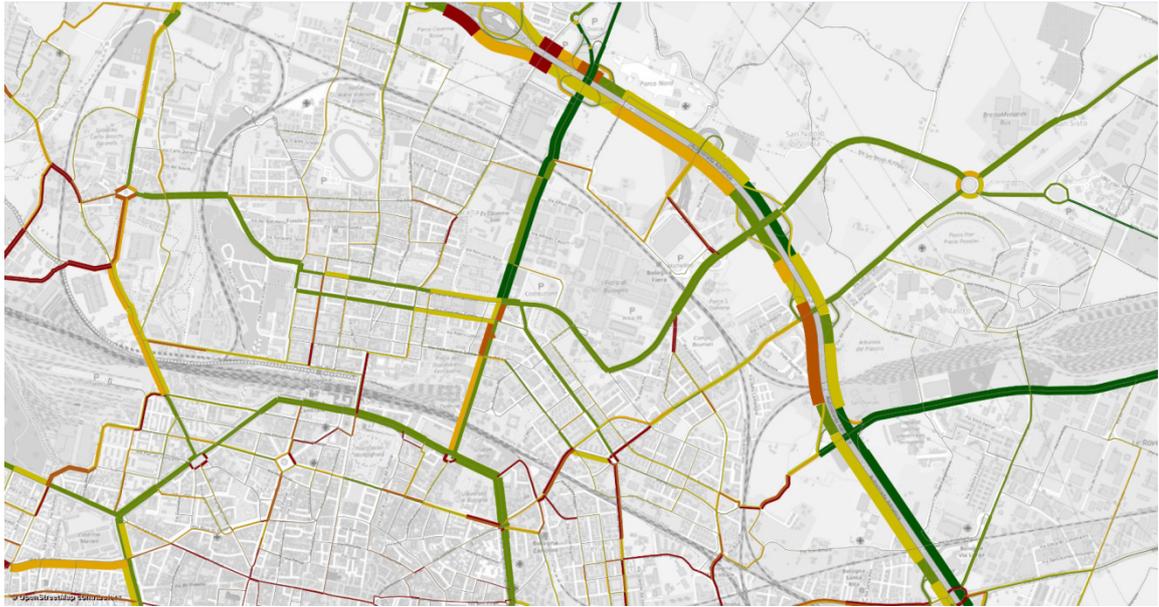
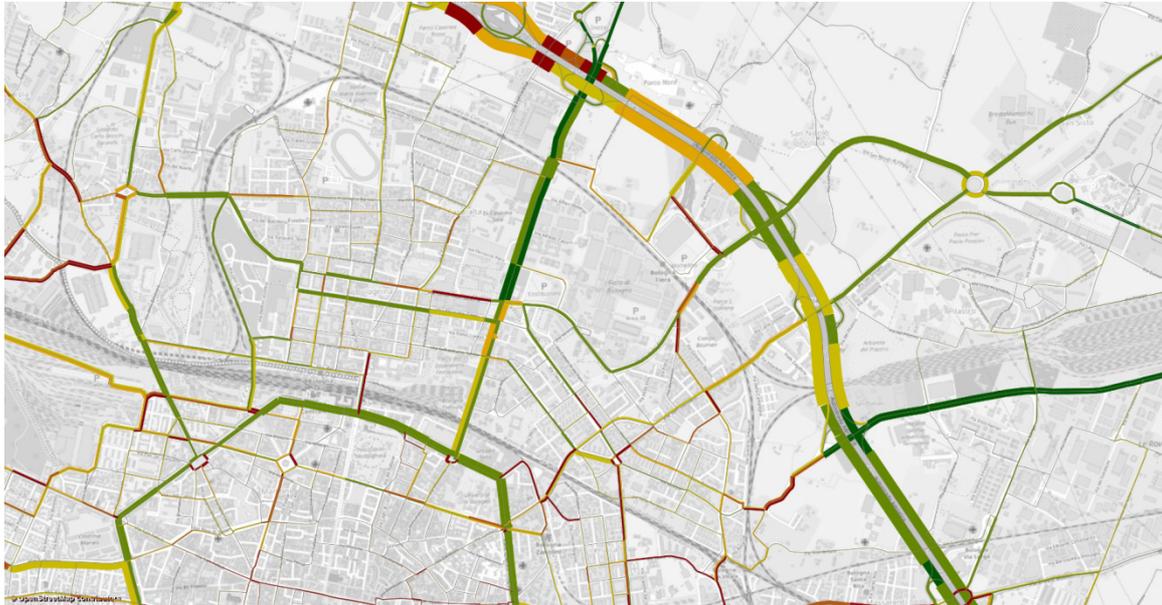


Figura 75: Livelli di Servizio Quadrante Nord Est – Scenario Progettuale





Comune di Bologna

SERVIZIO DI PROGETTAZIONE DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA DELLA
PRIMA LINEA TRANVIARIA DI BOLOGNA (LINEA ROSSA)

CIG 7499621308 - CUP F32E18000020001



Sostenibilità
è Bologna

La riduzione della capacità su via San Donato e viale Aldo Moro provoca una redistribuzione degli itinerari su via Stalingrado dove tuttavia l'impatto sembra essere poco significativo (LOS A/B).

Nel Quadrante Nord Est rimangono le criticità attuali su Via Matteotti in quanto la sede stradale viene limitata dall'inserimento del Tram mentre il nuovo Terminal Area Fiera Michelino causa un leggero aumento di traffico nella rete stradale dell'intorno comunque perfettamente assorbito dalla capacità stradale.

9. ANALISI DI DETTAGLIO DELLA DOMANDA GIORNALIERA: IL RUOLO DEGLI SPOSTAMENTI SISTEMATICI E NON SISTEMATICI

9.1 LINEA ROSSA - SCENARIO 1

A seguito al percorso partecipativo messo in atto per la Linea Tram A e con l'obiettivo di ottimizzare il progetto e le potenzialità della linea, sono state valutate una serie di ottimizzazioni e azioni che vengono qui riassunte in uno "Scenario Ottimizzato". Questo scenario Ottimizzato comprende le ipotesi di tracciato che prevedono l'attraversamento su Via Indipendenza (A1), il passaggio in San Donato senza interferire con Piazza Spadolini (B1) e l'ingresso all'interno della zona del Pilastro (C1) con diramazione Terminal Area Fiera Michelino.

In questo Capitolo riportata un'analisi di maggior dettaglio relativa alla domanda del polo Fieristico che non era possibile approfondire con gli strumenti modellistici utilizzati per l'ora di punta del giorno medio feriale, la delocalizzazione delle autolinee a lungo raggio dall'attuale Autostazione al Terminal Area Fiera di Michelino e l'inserimento di navette per migliorare il servizio TPL da e per i Comuni dell'Unione Terre di Pianura nella Provincia NordEst.

9.1.1 LA FIERA

L'analisi della domanda generata dal polo fieristico ha preso come riferimento le statistiche dei visitatori per evento osservati dal 2008 al 2018³.

Considerato che molti eventi hanno cadenza biennale, il numero medio di eventi attualmente registrati nelle statistiche CFI per il biennio 2017-2018 (5 eventi) è stato considerato con valore di riferimento ed è stato incrementato di 2 unità nel 2026.

Al numero medio di visitatori del biennio 2017-2018 (570.000 visitatori) è stata applicata una crescita media annuale del 3,5%, valore paragonabile alla crescita di visitatori osservata negli ultimi 10 anni.

Nel 2025, è verosimile che il numero complessivo medio di visitatori si possa aggirare intorno alle 720.000 unità, di cui 70% italiani e 30% stranieri. Sulla base dei dati osservati, la quota extra-regionale di italiani corrisponde all'incirca al 45%.

³ Fonte: CFI: <http://www.cfionline.net/it/statistiche.php>

Considerando che ciascun visitatore generi due spostamenti si è calcolato che il numero di spostamenti potenziali su linea tranviaria corrisponda al 30% del totale (all'incirca 440.000 spostamenti all'anno)

In conclusione, alla domanda del giorno feriale medio sono stati aggiunti circa 1.500 spostamenti totali, di cui la metà in origine e l'altra metà in destinazione nella zona della Fiera. Il 60% degli spostamenti si ipotizza sia diretto verso la stazione ferroviaria e la restante componente è stata distribuita nelle zone del centro città.

Considerando gli orari di svolgimento degli eventi fieristici, l'impatto di tale contributo non risulta evidente nell'ora di punta.

9.1.2 DELOCALIZZAZIONE DI PARTE DELLE AUTOLINEE AL TERMINAL FIERA MICHELINO

Con l'attestazione della Linea Tram al Terminal Michelino, viene previsto lo spostamento dell'Autostazione attualmente in prossimità della Stazione Centrale al nuovo Terminal Area Fiera Michelino. All'Autostazione si attestano e transitano i Bus Turistici, le linee Regionali, Nazionali e Internazionali e ha visto negli ultimi anni una crescita paragonabile solo a quella dell'Aeroporto G.Marconi tanto che nel 2018 in Autostazione sono transitati circa 8 milioni di passeggeri.

Con il nuovo Terminal Area Fiera Michelino si prevede che al 2025 vengano trasferiti circa 2milioni di passeggeri (attuali 1,5 milioni) che utilizzano i Bus turistici a lungo raggio.

Considerando che ciascun passeggero possa generare due spostamenti ed ipotizzando che il 30% del totale utilizzi il proprio veicolo per raggiungere il Terminal Fiera Michelino, i passeggeri catturabili dalla linea traviaria nel giorno medio feriale risultano circa 4.700 che vengono distribuiti da e verso le zone del centro città e la stazione ferroviaria.

9.1.3 ATTESTAMENTO SERVIZI SUBURBANI AL TERMINAL EST

Per incentivare una ripartizione modale verso la mobilità pubblica soprattutto sulle radiali di accesso alla città di Bologna, si è ipotizzata l'attivazione di un servizio di navette per raddoppiare la frequenza delle attuali linee bus extraurbane verso i comuni dell'Unione Terre di Pianura nella Provincia NordEst, il cui tracciato si sviluppa attualmente lungo via S. Donato/SP5 (linee 93, 301, 300, 353). I Comuni coinvolti dal miglioramento del servizio sono Quarto Inferiore, Granarolo dell'Emilia, Minerbio, Baricella e S. Gabriele/Mondonuovo. Il tracciato, inoltre, lambisce parte dei

territori dei Comuni di Budrio e Castenaso che, pur formalmente connessi dal SFM, non risultano serviti.

A fine 2017, i passeggeri complessivamente trasportati dalle linee elencate sono stati 885.000. L'introduzione di un servizio dedicato che si attesta in prossimità del capolinea della Linea Tram a CAAB/FICO può contribuire ad un incremento di domanda sul Tram pari a circa 380 passeggeri nel giorno medio feriale.

9.2 DETERMINAZIONE DELLA DOMANDA GIORNALIERA SULLA LINEA DEL TRAM

Sommando le ipotesi descritte in precedenza, si stima che al primo anno di apertura i passeggeri complessivi della Linea Rossa del Tram (Scenario 1 ottimizzato) siano pari a 27,6 milioni, corrispondenti a circa 92.000 passeggeri nel giorno medio feriale.

Nell'ora di punta la tratta maggiormente carica viene confermata quella tra Porta S.Felice-Riva Reno con oltre 2.700 passeggeri.

Il numero complessivo di passeggeri giornalieri sulla Linea Rossa nello scenario di ottimizzazione è riassunto nella tabella seguente.

Tabella 22: Passeggeri giornalieri della Linea Rossa – Scenario Ottimizzato

Tipo di domanda	Passeggeri/Giorno	%
Indotta (FICO+Interventi urbanistici+Autolinee su Terminal Michelino)	13.920	15,1%
Fiera	1.500	1,6%
Navette su FICO/CAAB	380	0,4%
Ripartizione modale	16.300	17,7%
Tendenziale	59.900	65,1%
Totale	92.000	

Anche lo Scenario 1 Ottimizzato presenta carichi maggiori nella sezione di ponente con circa 5.500 passeggeri nell'ora di punta su entrambe le direzioni tra Via Saffi e Via Ugo Bassi con, mentre la tratta Fiera-FICO presenta un carico dell'ora di punta attorno ai 930 passeggeri/ora, circa il 16% in più rispetto allo Scenario 1 precedentemente calcolato.

Tabella 23: Domanda generata per tratta – Scenario 1 Ottimizzato

Tratta	Ora di punta	Giorno feriale medio	Pax/anno
Borgo Panigale-Ugo Bassi	5,535	60,897	18,268,953
Indipendenza-Fiera	2,557	21,646	6,493,721
Fiera-FICO	923	9,648	2,894,387
Totale	9,015	92,190	27,657,061

9.2.1 SALITI-DISCESI

Per lo Scenario 1 Ottimizzato di seguito vengono riportati i saliti/discesi alle fermate per l'ora di punta. I numeri delle fermate fanno riferimento al posizionamento delle fermate concordato con il comune di Bologna e illustrato in Figura 76.

Figura 76: Fermate Linea Rossa – Scenario 1

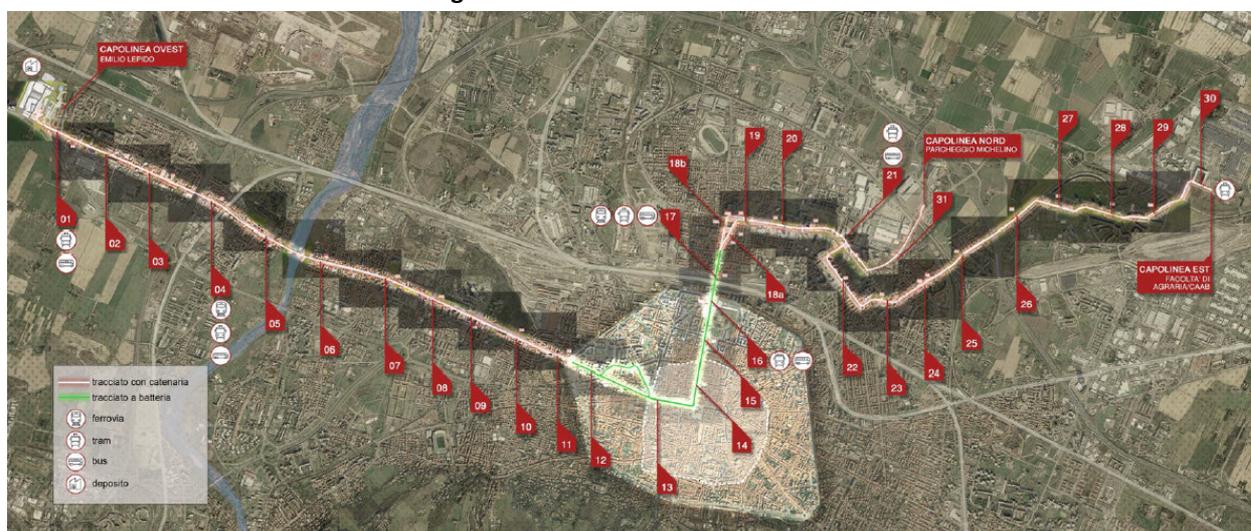




Tabella 24: Passeggeri Saliti/Discesi della Linea Rossa – Borgo Panigale-CAAB

Fermata	Nome	Saliti	Discesi
-	TERMINAL EMILIO LEPIDO	173	
1	VILLAGGIO INA	100	-
2	DUCATI	214	-
3	MANUZIO	321	1
4	BORGO PANIGALE STAZIONE	372	23
5	FIORINI	401	10
6	PONTELUNGO	469	59
7	S. VIOLA - OP. GOLINELLI	349	51
8	PRATI DI CAPRARA	132	32
9	OSPEDALE MAGGIORE	244	156
10	SAFFI	136	73
11	PORTA S. FELICE	237	160
12	R. RENO	104	76
13	UGO BASSI	576	1.634
14	INDIPENDENZA	189	359
15	VIII AGOSTO	49	259
16	PORTA GALLIERA	130	183
17	MATTEOTTI AV	126	167
18A	MATTEOTTI	52	142
19	ZUCCA	10	69
20	LIBERAZIONE	9	91
21	FIERA - ALDO MORO	18	232
31	VIALE FIERA	-	6
32	TERMINAL FIERA MICHELINO	-	471
22	REPUBBLICA	29	48
23	CENTRO ZANARDI	32	84
24	S. DONATO	3	68
25	S. DONNINO	6	24
26	CADRIANO BIVIO	1	16
27	PIRANDELLO	4	42
28	PILASTRO	1	24
29	SIGHINOLFI	-	6
30	TERMINAL EST	-	183



Tabella 25: Passeggeri Saliti/Discesi della Linea Rossa – CAAB-Borgo Panigale

Fermata	Nome	Saliti	Discesi
30	TERMINAL EST	130	
29	SIGHINOLFI	71	-
28	PILASTRO	38	-
27	PIRANDELLO	13	1
26	CADRIANO BIVIO	68	1
25	S. DONNINO	173	2
24	S. DONATO	128	5
23	CENTRO ZANARDI	156	71
22	REPUBBLICA	23	45
32	TERMINAL FIERA MICHELINO	543	-
31	VIALE FIERA	18	-
21	FIERA - ALDO MORO	190	8
20	LIBERAZIONE	75	11
19	ZUCCA	130	27
18B	PIAZZA DELL'UNITÀ	180	41
17	MATTEOTTI AV	227	97
16	PORTA GALLIERA	84	77
15	VIII AGOSTO	159	132
14	INDIPENDENZA	237	427
13	UGO BASSI	1.015	1.063
12	R. RENO	68	196
11	PORTA S. FELICE	152	185
10	SAFFI	40	89
9	OSP. MAGGIORE	53	474
8	PRATI DI CAPRARA	18	124
7	S. VIOLA - OP. GOLINELLI	16	157
6	PONTELUNGO	26	224
5	FIORINI	20	282
4	BORGO PANIGALE STAZIONE	12	100
3	MANUZIO	4	86
2	DUCATI	-	113
1	VILLAGGIO INA	-	168
-	TERMINAL EMILIO LEPIDO		74

11. DISCUSSIONE DEI RISULTATI

Complessivamente la nuova Linea Rossa del Tram che va da Borgo Panigale alla Facoltà di Agraria passando attraverso Via Indipendenza-Stazione Centrale-Via San Donato, carica una domanda nel giorno medio feriale pari a circa **79 mila passeggeri/giorno**. Questa stima è coerente e conferma le ipotesi di domanda inserite nel PUMS che prevedono una domanda giornaliera attorno ai 91mila passeggeri/giorno in un ipotesi di lungo periodo (2030) in uno scenario che prevede l'inserimento a regime di 3 Linee Tram (Linea Rossa + Linea Gialla + Linea Verde).

Relativamente alla sola Linea Rossa oggetto del presente studio, le diverse Opzioni di tracciato sono state combinate tra loro per definire 2 Scenari principali:

- Lo **Scenario 1** che prevede l'attraversamento su Via Indipendenza, il passaggio in San Donato senza interferire con Piazza Spadolini e l'ingresso all'interno della zona del Pilastro (opzioni A1 + B1 + C1 + diramazione Terminal Area Fiera Michelino); e
- Lo **Scenario 2** che prevede invece l'attraversamento di Via Marconi, il passaggio in San Donato da Viale delle Fiere l'inserimento esterno al quartiere Pilastro (opzioni A2 + B2 + C2 + diramazione Terminal Area Fiera Michelino).

In termini di domanda complessiva, lo Scenario 1 risulta maggiormente attrattivo (circa 2.900 passeggeri in più al giorno rispetto allo Scenario 2) ed è su questo Scenario che sono state sviluppate una serie di ottimizzazioni quali lo spostamento dell'Autostazione al nuovo Terminal Fiera Michelino e la creazione di un servizio navetta di collegamento con i comuni dell'Unione Terre di Pianura nella Provincia NordEst con attestazione a CAAB/FICO.

Lo Scenario 1 così ottimizzato carica una domanda nel giorno medio feriale pari a circa **92 mila passeggeri/giorno**.

Relativamente ai carichi di rete nelle diverse tratte, la linea Rossa nello scenario ottimizzato mostra carichi che superano i 5.000 passeggeri/punta nella tratta Ovest tra Borgo Panigale e la zona centrale e un carico inferiore ai 1.000 passeggeri/ora cumulato nel tratto a Nordest tra Fiera e la stazione terminale del CAAB/FICO.

Il tram presenta la **sezione di massimo carico tra Via Saffi e Via Ugo Bassi** (2.700/passeggeri ora di punta/direzione/giorno medio feriale). Nello Scenario 1, che prevede il passaggio del Tram su Via

Indipendenza, il ridisegno della rete TPL fa sì che vi sia un forte interscambio su Via Ugo Bassi e Via Indipendenza. Scendono infatti alla fermata di Via Ugo Bassi circa 1.800 utenti/direzione/ora di punta, molti di questi effettuano interscambio con la rete TPL, in particolare le linee 11, 27 e 25.

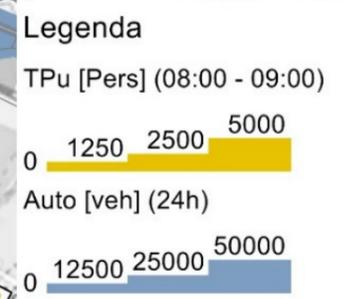
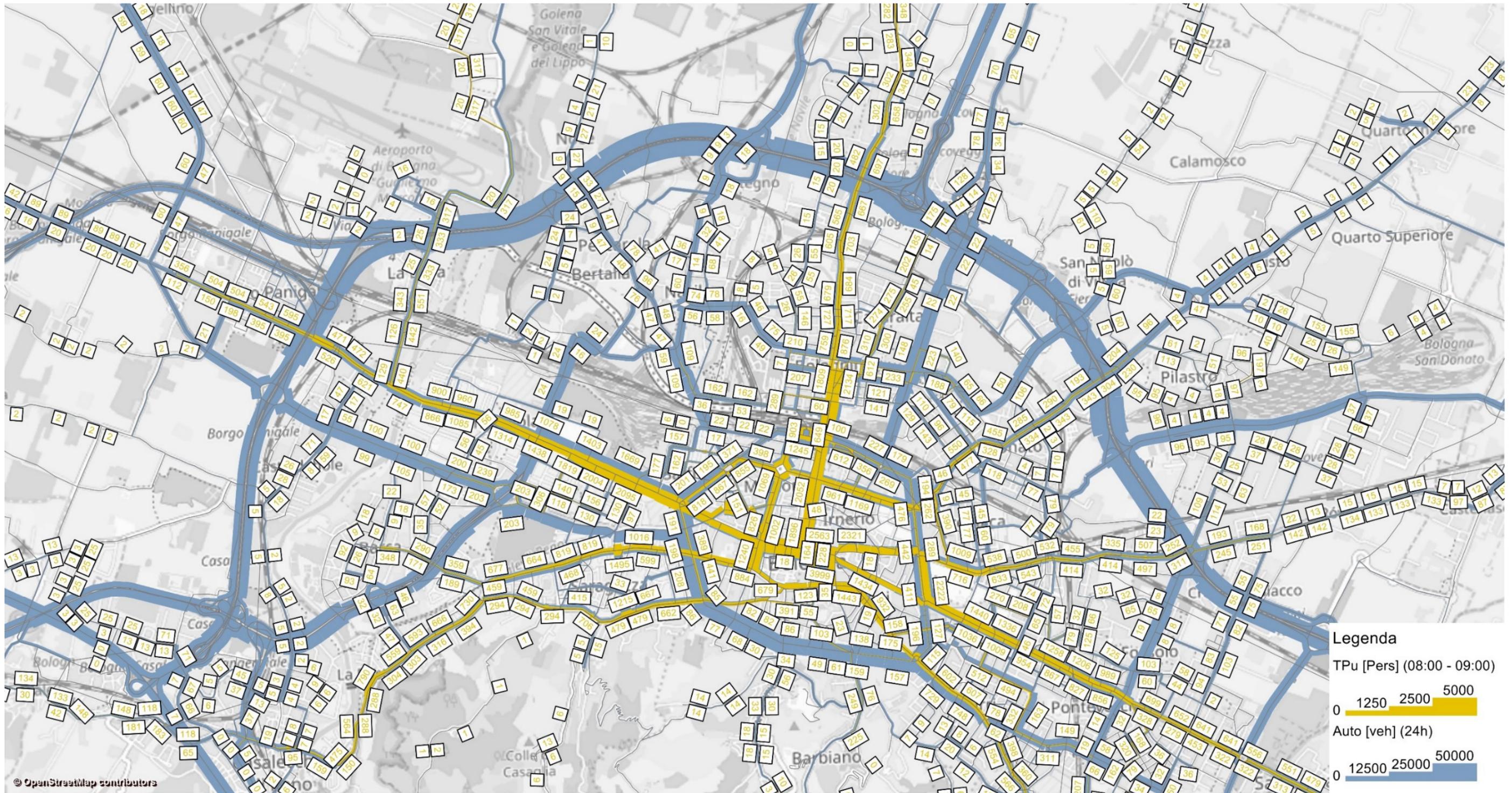
Nella zona Nordest il quartiere del Pilastro e la zona CAAB sembrano generare una quota di domanda di trasporto pubblico relativamente ridotta. Per quel che riguarda il quartiere Pilastro, allo stato di fatto risultano 6.900 residenti che generano circa 6.700 spostamenti (su tutte le modalità).

La zona attualmente è servita dalle linee 20 e dal 14 e complessivamente i saliti dell'ora di punta del mattino sono poco più di 100 che su base giornaliera generano 1.300 utenti/giorno (solo saliti). Nel ridisegno della rete TPL previsto nello scenario progettuale, la zona inoltre rimane servita anche dalla nuova linea 12 che arriva in zona Via Irnerio/Università.

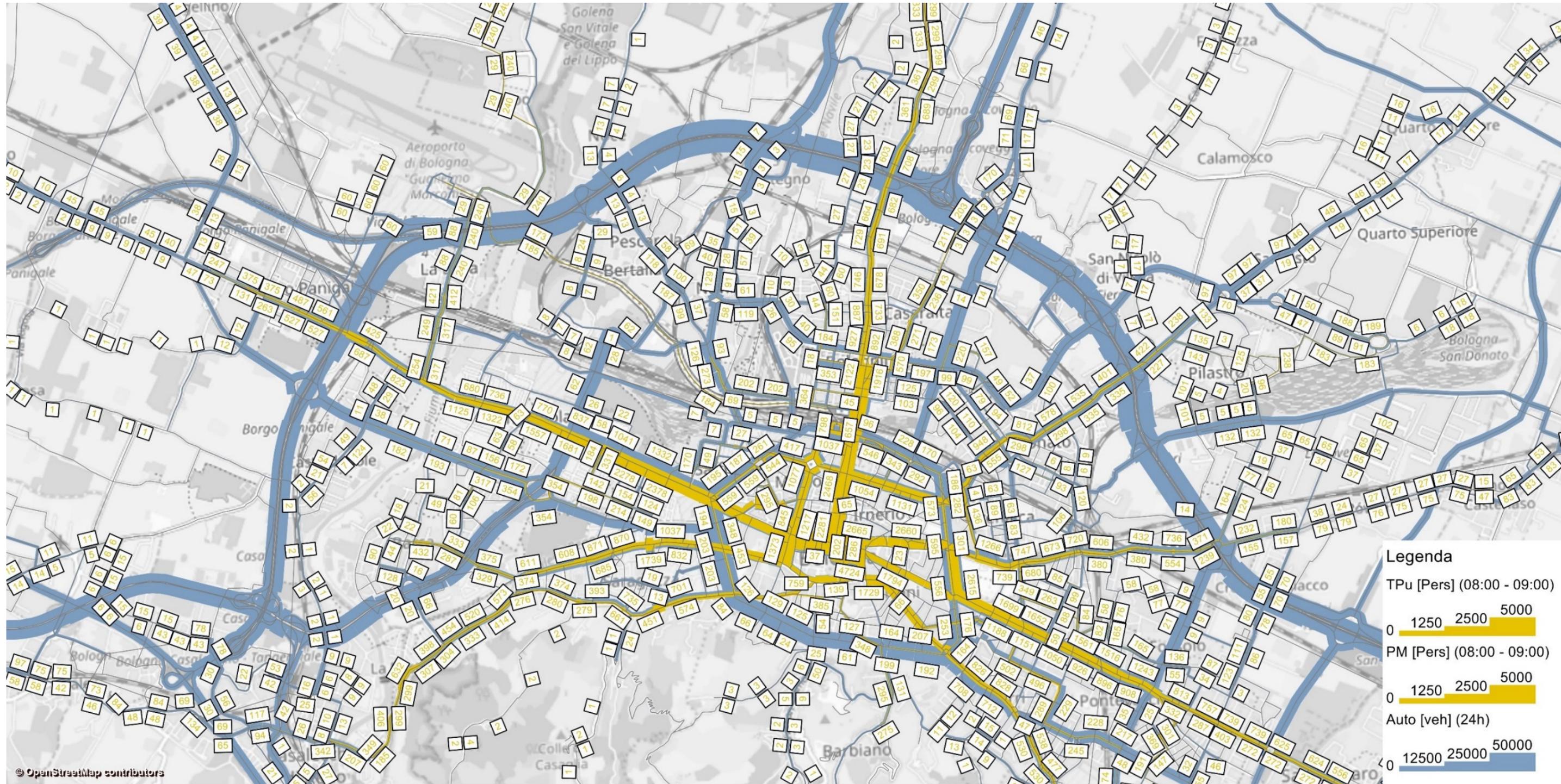
12. FLUSSOGRAMMI DI RETE

Di seguito i flussogrammi di rete nei seguenti scenari:

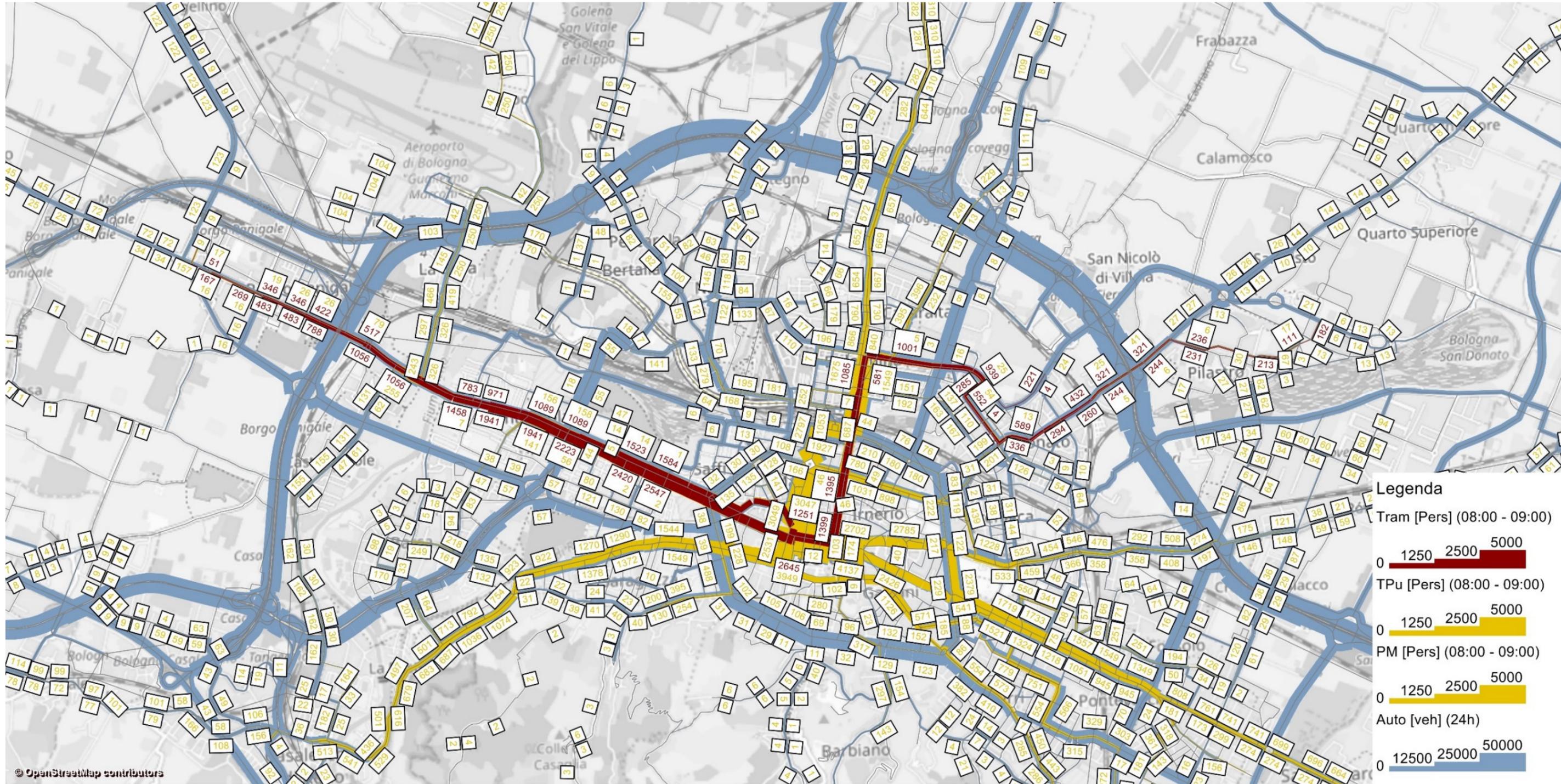
- Attuale (2017);
- Riferimento (2026), senza realizzazione del tram;
- Progetto (2026), Scenario 1;
- Progetto (2026), Scenario 2.



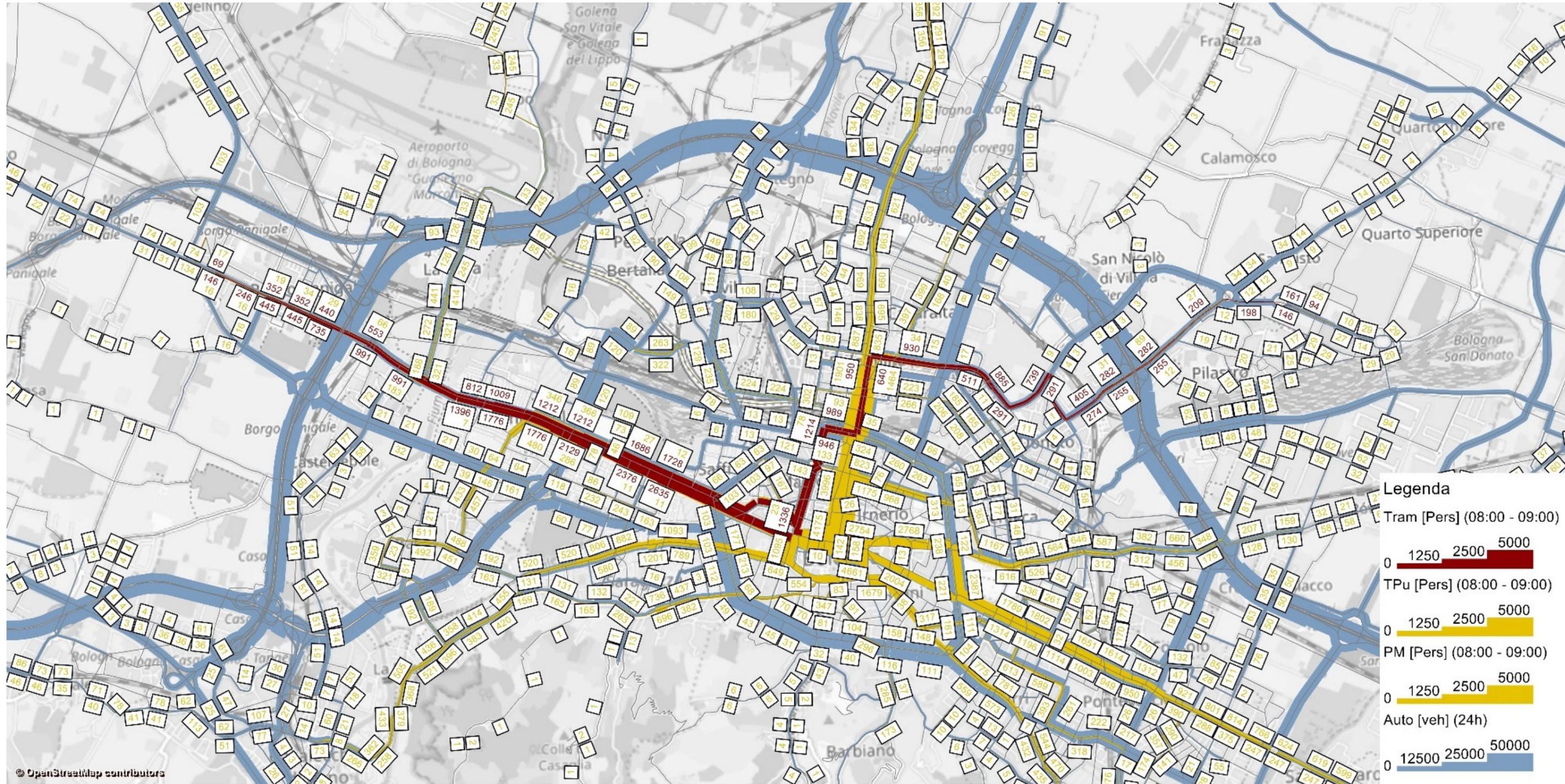
Scenario attuale: carichi sulla rete multimodale in ora di punta mattutina



Scenario di Riferimento (2026): carichi sulla rete multimodale in ora di punta mattutina



Scenario di progetto (2026) – Scenario 1: carichi sulla rete multimodale in ora di punta mattutina



Scenario di progetto (2026) – Scenario 2: carichi sulla rete multimodale in ora di punta mattutina

13. ALLEGATI

13.1 Zonizzazione territoriale del modello

L'elenco di seguito mostra la lista di zone dettagliate lungo il corridoio della Linea Rossa.

Num. zona	Nome	Zona PUMS	Num. zona	Nome	Zona PUMS	Num. zona	Nome	Zona PUMS	Num. zona	Nome	Zona PUMS	Num. zona	Nome	Zona PUMS
14001	Nazario Sauro	14	31002	Ipercoop	31	50001	Casarini-Parmeggiani	50	57001	Pilastro	57	103001	XXI Aprile	103
14002	Nazario Sauro	14	31003	Ipercoop	31	50002	Casarini-Parmeggiani	50	57002	Pilastro	57	103002	XXI Aprile	103
14003	Nazario Sauro	14	31004	Ipercoop	31	50003	Casarini-Parmeggiani	50	57003	Pilastro	57	103003	XXI Aprile	103
14004	Nazario Sauro	14	32001	Bombelli	32	50004	Casarini-Parmeggiani	50	57004	Pilastro	57	105001	Grada	105
15002	Due Torri	15	32002	Bombelli	32	50005	Casarini-Parmeggiani	50	57005	Pilastro	57	105002	Grada	105
15003	Due Torri	15	32003	Bombelli	32	51001	Piave-Gorizia	51	57006	Pilastro	57	105003	Grada	105
15004	Due Torri	15	32004	Bombelli	32	51002	Piave-Gorizia	51	58001	S.Donato-Viadagola	58	105004	Grada	105
16001	Saragozza-Nosadella	16	33001	Persicetana di Bologna	33	51003	Piave-Gorizia	51	58002	S.Donato-Viadagola	58	105005	Grada	105
16002	Saragozza-Nosadella	16	35001	Triumvirato	35	51004	Piave-Gorizia	51	58003	S.Donato-Viadagola	58	106001	P.zza Roosevelt	106
16003	Saragozza-Nosadella	16	35002	Triumvirato	35	51005	Piave-Gorizia	51	58004	S.Donato-Viadagola	58	106002	P.zza Roosevelt	106
16004	Saragozza-Nosadella	16	35003	Triumvirato	35	52001	Michelino	52	58005	S.Donato-Viadagola	58	106003	P.zza Roosevelt	106
16005	Saragozza-Nosadella	16	36001	Togliatti-Salvemini	36	52002	Michelino	52	58006	S.Donato-Viadagola	58	106004	P.zza Roosevelt	106
17001	XII Giugno	17	36002	Togliatti-Salvemini	36	52003	Michelino	52	82001	Costa-Turati	82	107001	Farini	107
17002	XII Giugno	17	42001	Serlio	42	53001	Fiera	53	82002	Costa-Turati	82	107002	Farini	107
17003	XII Giugno	17	42002	Serlio	42	53002	Fiera	53	82003	Costa-Turati	82	107003	Farini	107
17004	XII Giugno	17	42003	Serlio	42	53003	Piazza Costituzione	53	93001	Duse-Mondo	93	107004	Farini	107
18001	Riva Reno	18	42004	Serlio	42	53004	Fiera	53	93002	Duse-Mondo	93	108001	Torretta	108
18002	Riva Reno	18	44001	Liberazione	44	54001	Lavoro-Ruggeri	54	93003	Duse-Mondo	93	118001	Zacconi	118
18003	Riva Reno	18	44002	Liberazione	44	54002	Lavoro-Ruggeri	54	93004	Duse-Mondo	93	118002	Zacconi	118
18004	Riva Reno	18	44003	Liberazione	44	54003	Lavoro-Ruggeri	54	94001	Tiarini	94	118003	Zacconi	118
18005	Riva Reno	18	44004	Liberazione	44	54004	Lavoro-Ruggeri	54	94002	Tiarini	94	118004	Zacconi	118
21001	Milazzo-Amendola	21	45001	Passarotti-Lombardi	45	54005	Lavoro-Ruggeri	54	94003	Tiarini	94	118005	Zacconi	118
21002	Milazzo-Amendola	21	45002	Passarotti-Lombardi	45	54006	Lavoro-Ruggeri	54	94004	Tiarini	94	120001	Stazione Centrale	120
21003	Milazzo-Amendola	21	45003	Passarotti-Lombardi	45	55001	Andreini	55	95001	Ippodromo	95	120002	Stazione Centrale	120
21004	Milazzo-Amendola	21	45004	Passarotti-Lombardi	45	55002	Andreini	55	95002	Ippodromo	95	125001	DUC Fiera	125
22001	Marconi	22	45005	Passarotti-Lombardi	45	55003	Andreini	55	95003	Ippodromo	95	125002	DUC Fiera	125
22002	Marconi	22	47001	Bernardi-Emilia	47	55004	Andreini	55	97001	Villaggio Ina Bologna	97	125003	DUC Fiera	125
22003	Marconi	22	47002	Bernardi-Emilia	47	55005	Andreini	55	97002	Villaggio Ina Bologna	97	125004	DUC Fiera	125
23001	Irnerio-B.go S.Pietro	23	47003	Bernardi-Emilia	47	55006	Andreini	55	97003	Villaggio Ina Bologna	97	127001	Medusa	127
23002	Irnerio-B.go S.Pietro	23	47004	Bernardi-Emilia	47	56001	Caab	56	99001	Speranza	99	127002	Medusa	127
23003	Irnerio-B.go S.Pietro	23	48001		48	56002	Caab	56	99002	Speranza	99	127003	Medusa	127
23004	Irnerio-B.go S.Pietro	23	48002		48	56003	Caab	56	99003	Speranza	99	127004	Medusa	127
23005	Irnerio-B.go S.Pietro	23	48003		48	56004	Caab	56	100001	Velodromo	100	128001	Cesare Ravone	128
23006	Irnerio-B.go S.Pietro	23	49001	Ospedale Maggiore	49	56005	Caab	56	100002	Velodromo	100	129001	Masini Hera	129
29001	Stazione Aeroporto	29	49002	Ospedale Maggiore	49	56006	Caab	56	100003	Velodromo	100	129005	Masini Hera	129
31001	Ipercoop	31	49003	Ospedale Maggiore	49	56007	Caab	56	100004	Velodromo	100			

13.2 IL TRAFFICO PRIVATO NELL'AREA DI STUDIO

VIA/SPIRA	TRA VIA	E VIA	DIREZIONE	FLUSSO DI PUNTA 8:00- 9:00	FLUSSO TOTALE SULLE 24H
Via M. E. Lepido	Via Persicetana	Via Normandia	Sud Est	277	4597
Via M. E. Lepido	Via Normandia	Via Persicetana	Ovest	454	6820
Via M. E. Lepido	Via Normandia	Via del Carroccio	Est	233	3945
Via M. E. Lepido	Via della Salute	Via G.Savonarola	Ovest	453	5875
Via M. E. Lepido	Via della Salute	Via A.Palladio	Est	503	8184
Via Emilia Ponente	Via Panigale	Via del Faggiolo	Est	641	9841
Via M. E. Lepido	Via Panigale	Via C.Correnti	Ovest	540	7971
Via Emilia Ponente	Via del Faggiolo	Via Caduti di Amola	Ovest	752	10192
Via Emilia Ponente	Via della Pietra	Via del Greto	Est	667	9265
Via Emilia Ponente	Via del Triumvirato	Via del Greto	Ovest	694	10205
Via Emilia Ponente	Via del Triumvirato	Via del Greto	Sud Est (svolta sx)	300	4189
Via Emilia Ponente	Via del Triumvirato	Via A.Piò	Est	1043	14300
Via Emilia Ponente	Via Agucchi	Via del Millario	Ovest	809	11361
Via Emilia Ponente	Via Speranza	Via del Cardo	Est	620	8404
Via Emilia Ponente	Via Battindarno	Via del Giacinto	Ovest	389	5768
Via Emilia Ponente	Via Battindarno	Via della Ferriera	Est	437	6508
Via Emilia Ponente	Via Prati di Caprara	Via Berretta Rossa	Ovest	518	7400
Via Emilia Ponente	Viale Pertini	Via Caravaggio	Est	124	1731
Via Emilia Ponente	Via Marzabotto	Via Oslavia	Ovest	1855	24802
Via Emilia Ponente	Via Cimabue	Via Marzabotto	Ovest (svolta sx)	80	1963
Via Emilia Ponente	L.go Nigrisoli	Via Piave	Est	468	5079
Via M. E. Lepido	Via Canuti	Via Azzolini	Ovest	479	7141
Via M. E. Lepido	Via Canuti	Via Bombelli	Est	494	8091
Via S. Felice	Via Riva di Reno	Via Mura di P.ta s. Felice	Ovest	98	1598
Via S. Felice	Via Riva di Reno	Via Pietralata	Sud Est	307	4445
Via Saffi	Via Vittorio Veneto	Via Podgora	Ovest	1888	25542
Via Saffi	Via Podgora	Via del Timavo	Ovest (svolta sx)	198	2728
Via Saffi	Via Vittorio Veneto	Via Montello	Est	231	2592
Via Saffi	Via S. Pio V	Via della Secchia	Ovest	1270	17055
Via Saffi	Via S.Pio V	Via F.Ambrosini	Est	194	2224

VIA/SPIRA	TRA VIA	E VIA	DIREZIONE	FLUSSO DI PUNTA 8:00- 9:00	FLUSSO TOTALE SULLE 24H
Via S. Felice	P.zza di P.ta S.Felice	Via della Grada	Sud Est	481	6160
Via Saffi	Viale A.Silvani	Via dello Scalo	Ovest	1540	20260
Via Delle Lame	Via Marconi	Via Otto Colonne	Nord Ovest	352	4539
Via Riva di Reno	Via San Felice	Via Ugo Lenzi	Nord Est	383	4972
Via Riva di Reno	Via dell'Abbadia	Via delle Lame	Nord Est	365	4844
Via Riva di Reno	Via delle Lame	Via Brugnoli	Ovest	186	3475
Via Riva di Reno	Via Lenzi	Via S. Felice	Sud Ovest	325	5302
Via Riva di Reno	Via delle Lame	Via Azzo Gardino	Nord Est	338	4723
Via Delle Lame	Via Riva di Reno	Via P.F.M.Grimaldi	Nord Ovest	390	5081
Via delle Lame	Via Azzo Gardino	P.zza VII Novembre 1944	Nord	552	7640
Via Riva di Reno	Via Marconi	Via Azzo Gardino	Sud Ovest	165	2397
Via Marconi	Via Leopardi	Via Riva di Reno	Sud (corsia bus)	89	1280
Via Marconi	Via Leopardi	Via Riva di Reno	Sud (diritto e dx)	448	6419
Via Marconi	Via Leopardi	Via Riva di Reno	Sud (svolta sx)	186	2488
Via Amendola	Via Milazzo	Via Boldrini	Nord	182	2466
Via Marconi	Via Belvedere	Via A.Majani	Nord	376	4607
Via Marconi	Via Riva di Reno	Via Grabinski	Sud	351	5383
Via Amendola	Via Boldrini	Via Milazzo	Sud	460	6361
Via U. Bassi	P.zza Malpighi	Via Testoni	Est	513	6099
Via U. Bassi	Via N.Sauro	Galleria Bassi	Ovest	220	3229
Via U. Bassi	Via della Zecca	Via Venezian	Est	264	3651
Via U. Bassi	Via dell'Indipendenza	Via Oleari	Ovest	334	4743
Viale Pietramellara	Via G.Matteotti	P.zza Medaglie D'Oro	Ovest	1208	17350
Viale Pietramellara	Via Amendola	Via C.Boldrini	Ovest	970	13428
Viale Pietramellara	Via Amendola	P.zza Medaglie D'Oro	Est	1286	17132
Viale Pietramellara	P.zza Medaglie D'Oro	P.zza XX Settembre	Est	1127	15593
Viale Pietramellara	P.zza Medaglie d'Oro	Via Amendola	Ovest	1057	15111
Via dell'Indipendenza	Via dei Mille	Via Milazzo	Nord	329	5157
Via dell'Indipendenza	Via S. Giuseppe	Via Irnerio	Nord	386	5430
Via Matteotti	P.zza dell'Unità	Via Albani	Sud	190	2295

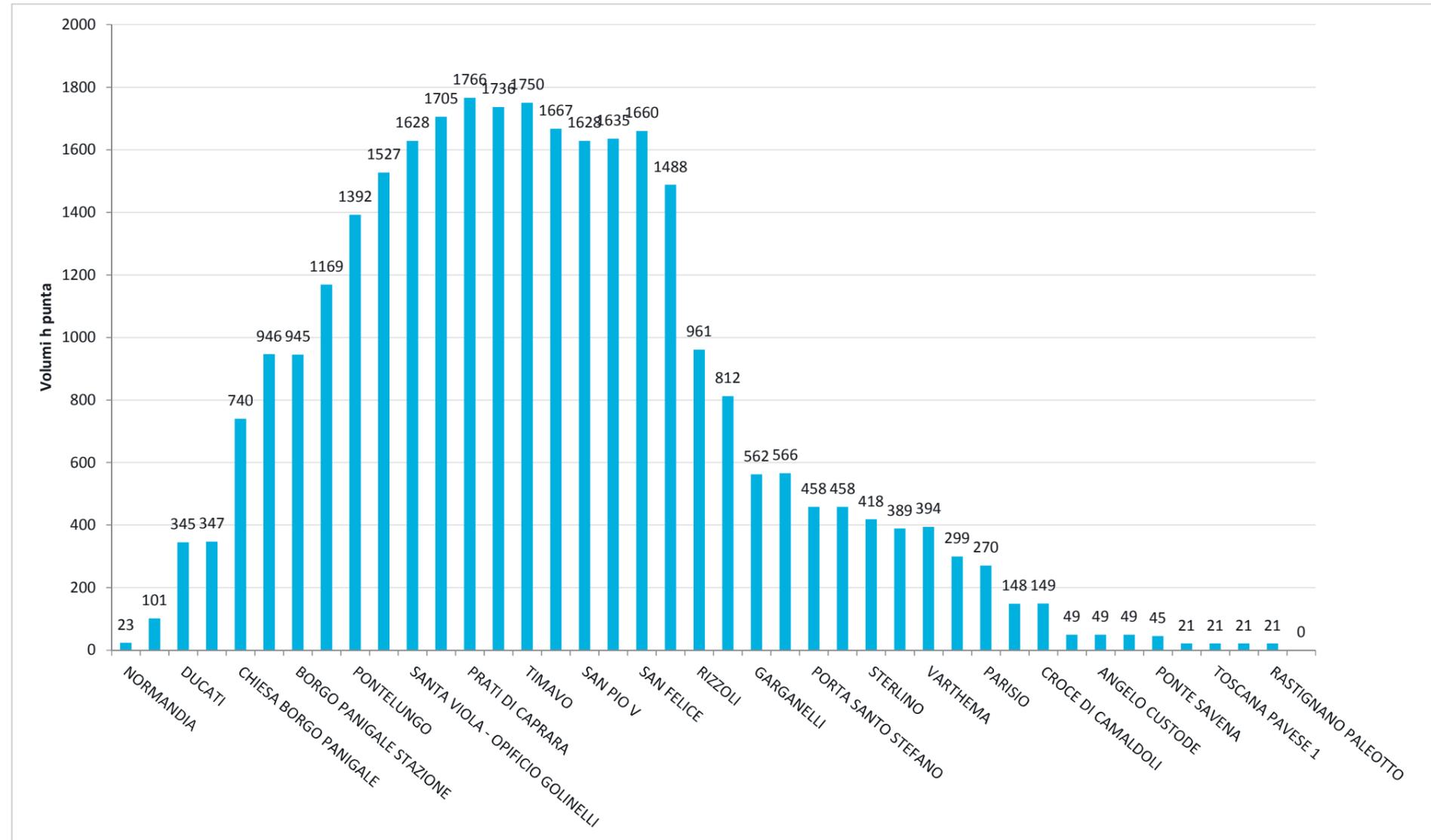
VIA/SPIRA	TRA VIA	E VIA	DIREZIONE	FLUSSO DI PUNTA 8:00- 9:00	FLUSSO TOTALE SULLE 24H
Via Matteotti	Via J. Della Quercia	Via Serlio	Nord	170	2392
Via Matteotti	Via Dè Carracci	Viale A.Masini	Sud	710	9076
Via dell'Indipendenza	V.le Pietramellara	Via dei Mille	Sud	123	1727
Via Matteotti	Viale P.Pietramellara	Via Dè Carracci	Nord	843	10812
Via Ferrarese	Via C.Cignani	Via della Liberazione	Sud Ovest	337	4219
Via Ferrarese	Via Mazza	Via Creti	Sud	547	6633
Via Ferrarese	Via della Liberazione	Via Arcangeli	Nord Est	818	10190
Via Ferrarese	Via Franceschini	Via Raimondi	Ovest (carreggiata Nord)	674	8562
Via Ferrarese	Via Franceschini	Via Raimondi	Ovest (carreggiata Sud)	624	7117
Via della Liberazione	Via Stalingrado	Via O.Mascherino	Ovest	1556	18835
Via della Liberazione	Via Stalingrado	Via O.Mascherino	Ovest (svolta sx)	56	785
Viale Aldo Moro (pre ingresso fiera)	Via Garavaglia	Via Serena	Nord Ovest	1312	12200
Viale Aldo Moro	V.le della Repubblica	Via Bellettini	Est	628	7484
Viale Aldo Moro	P.zza della Costituzione	V.le della Repubblica	Ovest	951	10276
Viale Aldo Moro	Via Serena	P.zza della Costituzione	Nord Ovest	1120	11243
Viale Aldo Moro	Via Serena	Via Garavaglia	Sud Est	661	8437
Viale della Repubblica	Via S.Donato	Via L.Rasi	Nord Ovest	1171	11981
Viale della Repubblica	Via Novelli	Via Serena	Nord Ovest	1092	10401
Viale della Repubblica	Via Serena	Via Novelli	Sud Est	368	4753
Viale della Repubblica	Via Novelli	Via Serena	Nord Ovest	1075	10122
Viale Aldo Moro (post ingresso fiera)	Via Garavaglia	Via Serena	Nord Ovest	1261	11580
Via dell'Artigiano	Via F.Beroaldo	Via A.Ristori	Nord Est	901	11673
Via dell'Artigiano	Via E.Galeotti	Via F.Beroaldo	Nord Est	1016	13410
Viale della Fiera	Via Michelino	Via Garavaglia	Sud Ovest	1778	15404
Via Ferravilla	Via O.Trebbi	Via S.Donato	Sud Est	300	4457
Via S. Donato	Via E.Salgari	Via L.Pirandello	Sud Ovest	613	8439
Via S. Donato	Via E.Salgari	Via L.Pirandello	Sud Ovest (svolta sx)	388	2811
Via S. Donato	Via Pirandello	Via Salgari	Nord Est	748	10784
Via S. Donato	Via Pirandello	Via Cadriano	Sud Ovest	853	11007
Via S. Donato	Svincolo 9 NordTang.S.Lazzaro Casalecchio	Via del Pilastro	Nord Est	851	12810

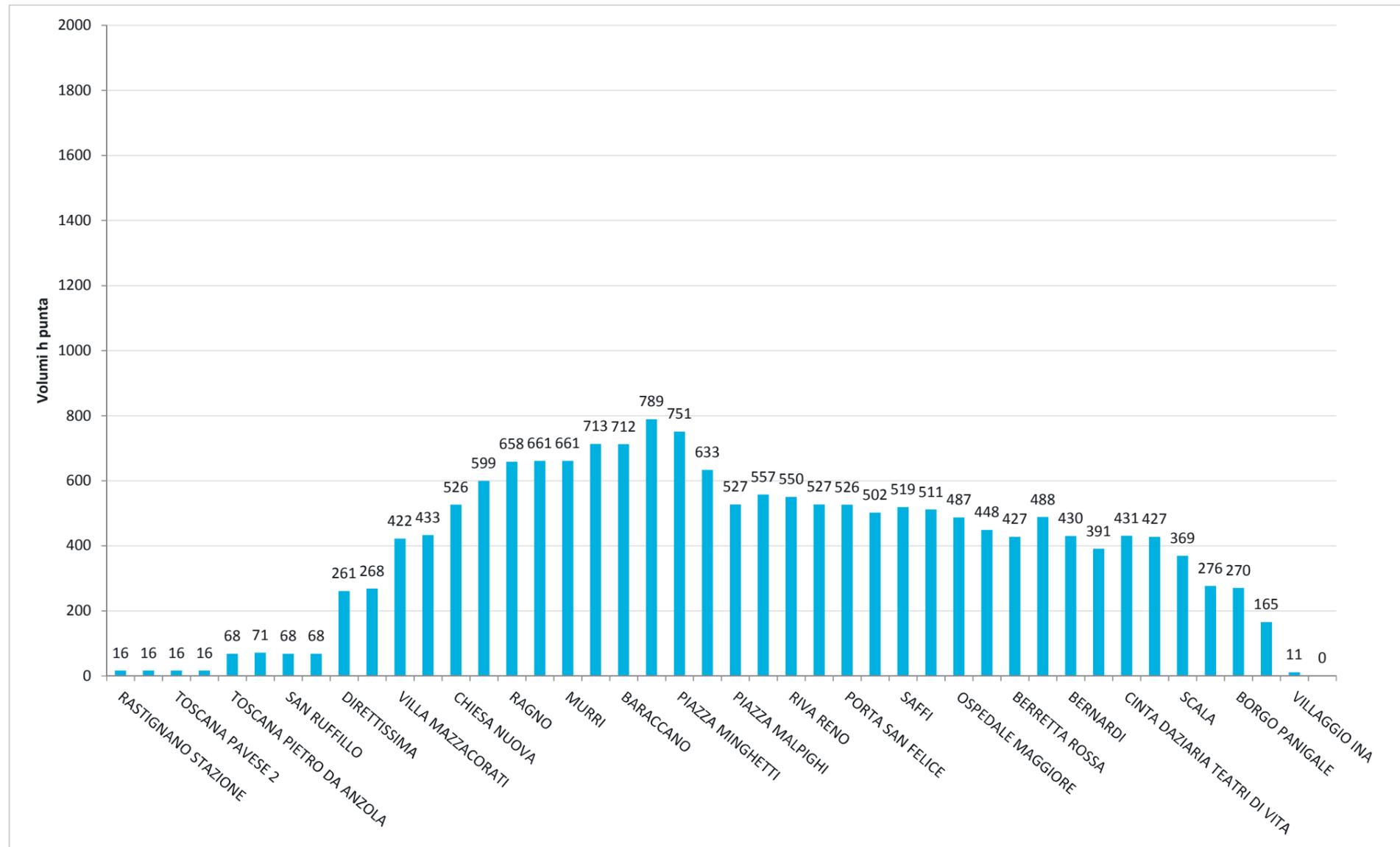
VIA/SPIRA	TRA VIA	E VIA	DIREZIONE	FLUSSO DI PUNTA 8:00- 9:00	FLUSSO TOTALE SULLE 24H
Via S. Donato	Svincolo 9 NordTang.S.Lazzaro Casalecchio	Svincolo 9 Sud Tang.Casalecchio S.Lazzaro	Sud Ovest	768	11394
Via S. Donato	Via del Pilastro	Via Cadriano	Nord Est (svolta sx)	141	2406
Via S. Donato	Svincolo 9 Sud Tang.Casalecchio S.Lazzaro	Svincolo 9 NordTang.S.Lazzaro Casalecchio	Nord Est	664	10894
Via S. Donato	Svincolo 9 Sud Tang.Casalecchio S.Lazzaro	Via S.Donnino	Sud Ovest	666	10047
Via S. Donato	Via Zagabria	Via Macchiavelli	Nord Est	786	11008
via S. Donato	via Zagabria	via Kharcov	Sud Ovest	509	7994
Via S. Donato	Via Andreini	Via Bertini	Nord Est	619	10050
Via S. Donato	Via Andreini	Via C.Masetti	Sud Ovest	700	9594
Via S. Donato	Via A. Ristori	Via E.Petrolini	Nord Est	772	10678
Via S. Donato	Via F.Garavaglia	Via T.Salvini	Nord Ovest	813	10527
Via S. Donato	Via Cadriano	Via Pirandello	Nord Est	674	10304
Via S. Donato	Via del Pilastro	Via Cadriano	Sud Ovest	755	10465
Via S. Donato	Via del Pilastro	Via Cadriano	Sud Ovest (svolta sx)	156	1928
Via Michelino	Via Bertini	V.le della Fiera	Nord	705	7292
Viale Europa	rot. Visconti	via Calamosco	Nord Ovest	1074	13498
Viale Europa	Svincolo 8 tg S. Lazzaro - Casalecchio	via Cadriano	Nord Est	1000	14304
Viale Europa	V.le della Fiera	Via Michelino	Nord	1012	14516
Viale Europa	Via Calamosco	Rot. Visconti	Est	961	12105
Viale Europa	Via Calamosco	Via Cadriano	Ovest	1347	14555
Viale Europa	Via Cadriano	Via Calamosco	Nord Est	930	11646
Viale Europa	viale della Fiera	via Michelino	Sud Ovest	1850	17134
Viale Europa	viale della Fiera	via Michelino	Sud Ovest (svolta sx)	360	4566
Via Pirandello	Via Casini	Via S. Donato	Nord Ovest	492	4114
Via Machiavelli	Via Goldoni	Via S. Donato	Sud Est	128	1368
Via Pirandello	Via S. Donato	Via Casini	Sud Est	284	3864

13.3 Diagrammi di carico delle linee afferenti al corridoio di progetto

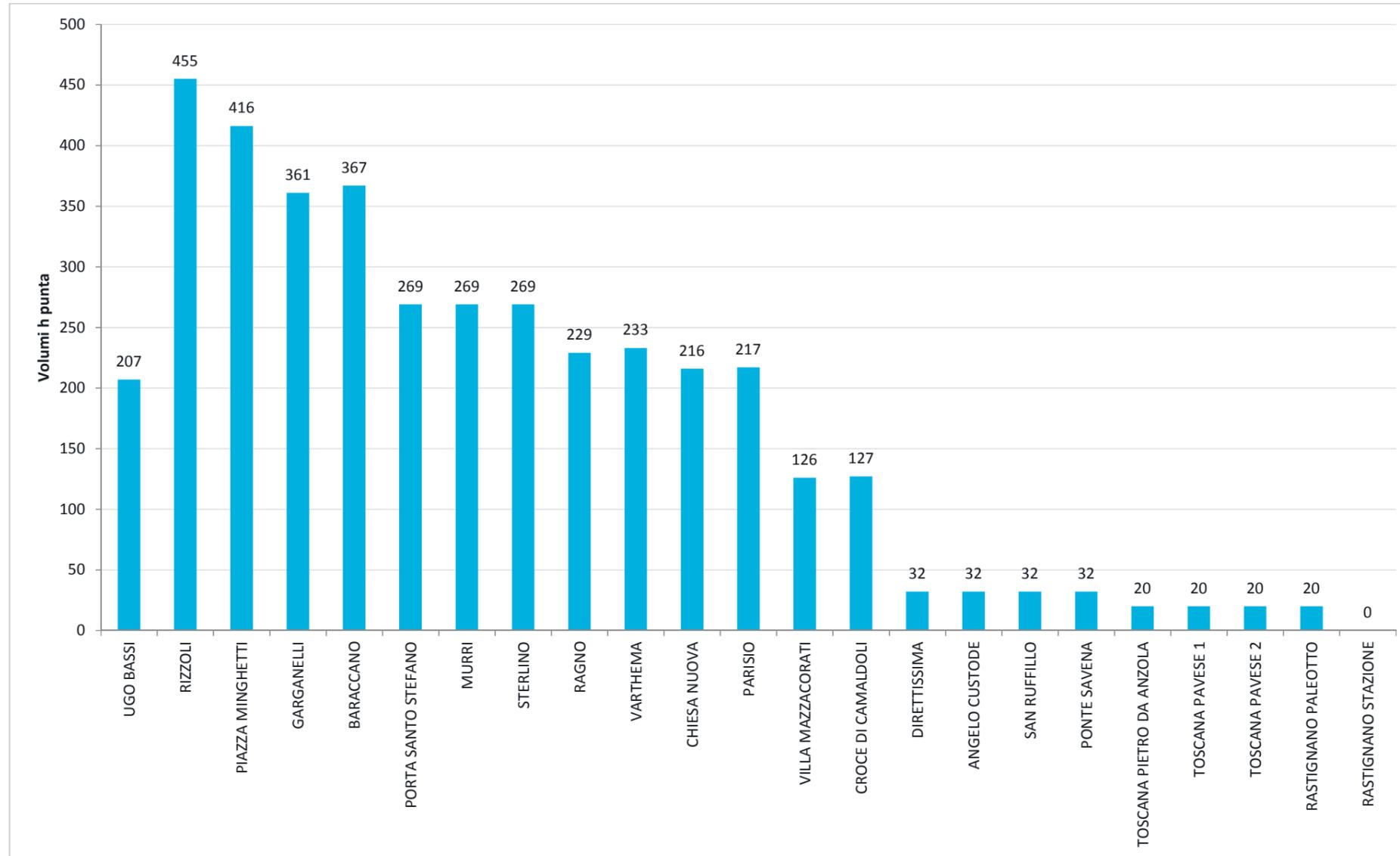
L'elenco di seguito mostra i diagrammi di carico delle Linee bus interferite della Linea Rossa.

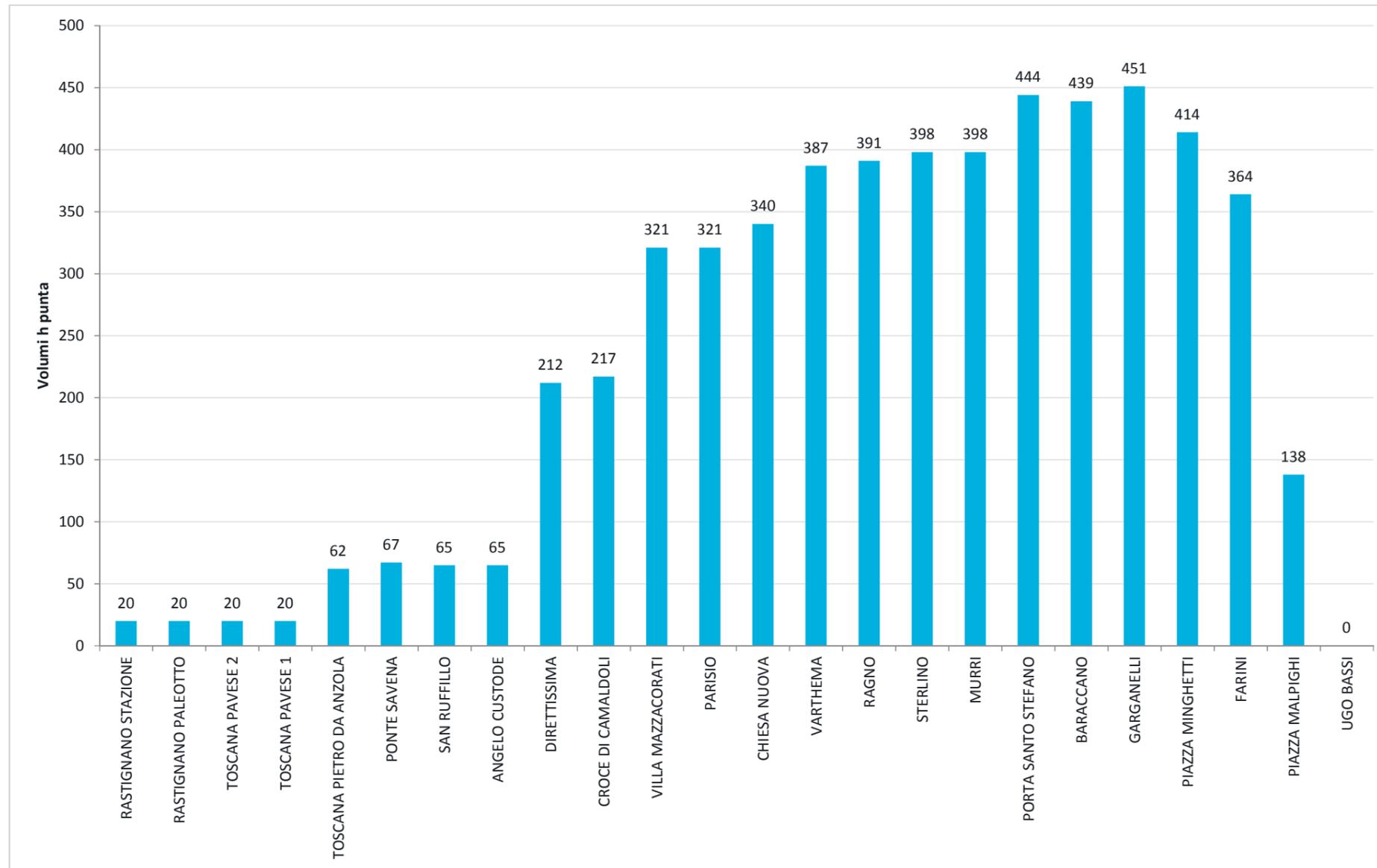
Diagrammi di carico Scenario Programmatico – Linea 13



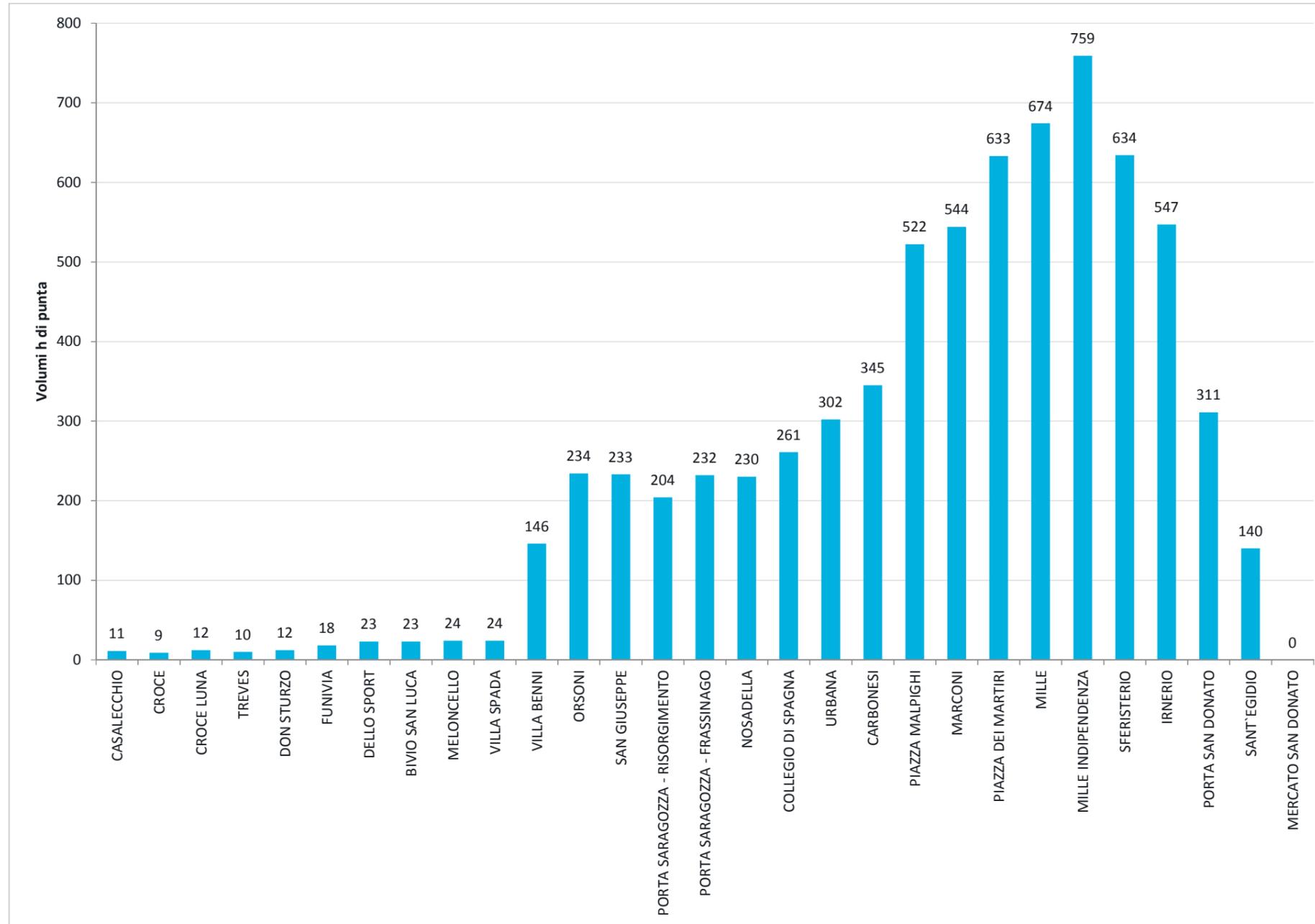


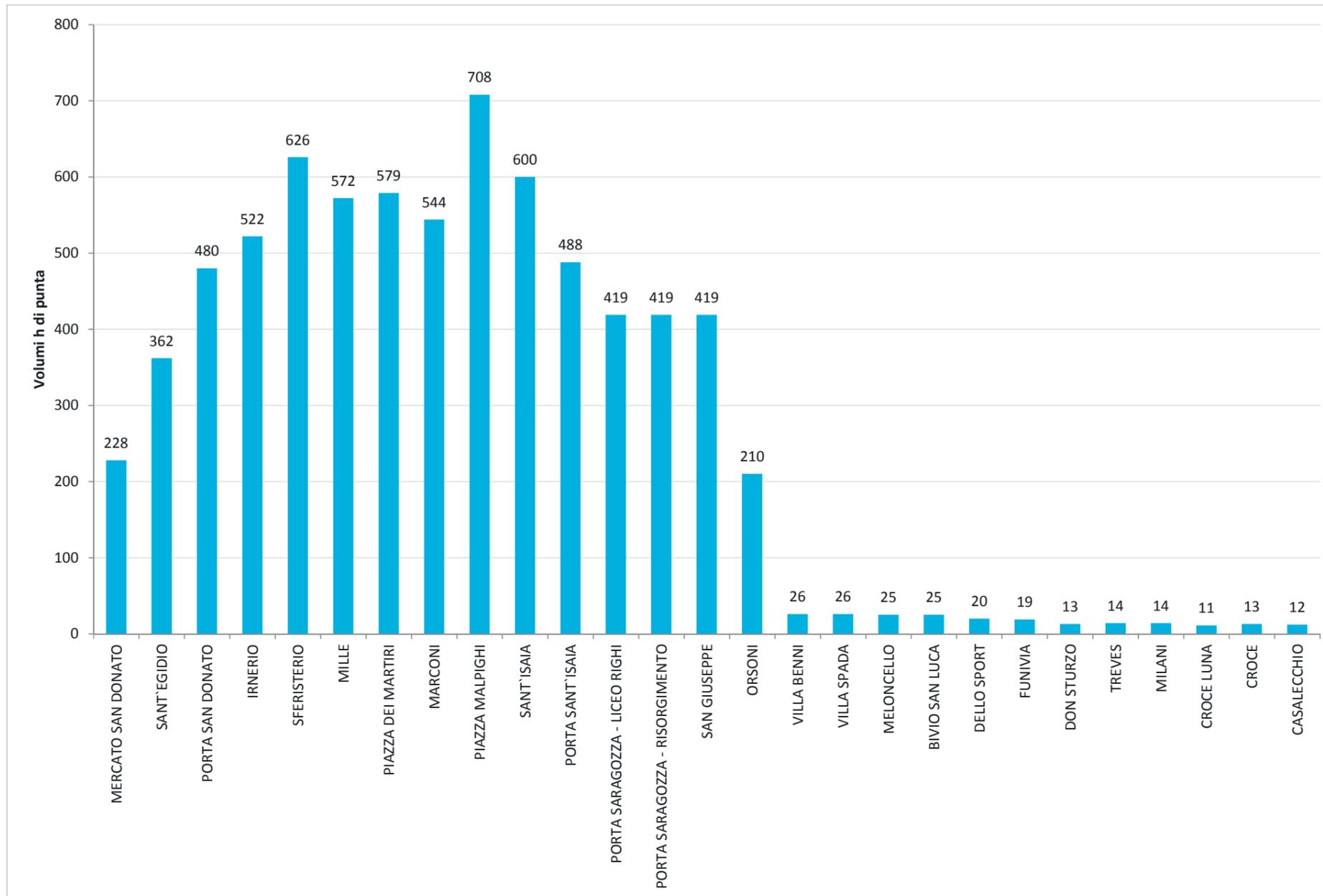
Diagrammi di carico Scenario Progettuale – Linea 13





Diagrammi di carico Scenario Progettuale Linea 20





Diagrammi di carico Scenario Progettuale Linea 21

