

Appalto del servizio di architettura ed ingegneria per progettazione di fattibilità
tecnico-economica Linea Metrobus direttrice S. Vitale (Bologna - Medicina)

CUP C12C19000100001 - CIG 8183919F97

b o l o g n a

BRT

RELAZIONE TRASPORTISTICA

0850P05-02060100-SRT001_E00

DATA	CODICE RELAZIONE	REV.
12/2020	0850P05-02060100-SRT001_E00	0

REV	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
0	Emissione	12/2020	M. Sartori	G. Acciaro	M. Lelli

<u>Il Responsabile del progetto e dell'integrazione fra le prestazioni specialistiche</u>	<u>Il Progettista</u>	<u>Il Direttore tecnico</u>
Ing. Simone Eandi Ordine degli Ingegneri della Provincia di Cuneo, n. 1418/A (Firmato digitalmente)	Ing. Giovanni Acciaro Ordine degli ingegneri della Provincia di Roma, n, 21715/A (Firmato digitalmente)	Ing. Giovanni Acciaro Ordine degli ingegneri della Provincia di Roma, n, 21715/A (Firmato digitalmente)

Sommario

Relazione trasportistica	1
Introduzione	1
1 Il contesto di riferimento	2
1.1 L'area di studio	2
1.2 Quadro normativo e programmatico.....	4
1.3 Inquadramento socioeconomico	13
1.4 Il sistema di offerta	21
1.5 Il sistema di domanda.....	29
1.6 Principali criticità del sistema di mobilità	35
2 Il progetto del Metrobus	37
2.1 Il tracciato	38
2.2 Analisi delle fermate	38
3 Il modello di macro-simulazione	41
3.1 Zonizzazione.....	41
3.2 Il modello di offerta	43
3.3 Il modello di domanda.....	45
3.4 Il modello di ripartizione modale.....	46
3.5 Il modello di assegnazione.....	47
3.6 Calibrazione e validazione	51
4 Gli scenari futuri	56
4.1 Il sistema di offerta	56
4.2 Il sistema di domanda.....	84
5 I risultati	92
5.1 Principali risultati	92
5.2 Flussogrammi di rete	101
6 Il modello di micro-simulazione	107
6.1 Metodologia per l'individuazione degli ambiti critici	107
6.2 Metodologia per l'analisi di micro-simulazione.....	108
6.3 Gli ambiti critici	110

Indice delle figure

Figura 1-1: Area di studio	3
Figura 1-2: Individuazione area di influenza	4
Figura 1-3: Target "ambientali" definiti dal PUMS (Fonte: PUMS Città metropolitana di Bologna).....	9
Figura 1-4: Target di riequilibrio modale della mobilità definiti dal PUMS (Fonte: PUMS Città metropolitana di Bologna)	10
Figura 1-5: Andamento demografico nei comuni dell'ara di studio nel periodo compreso tra il 2011 e il 2020 (Fonte: Banca dati Istat).....	14
Figura 1-6: Variazione popolazione per Comune tra il 2012 e il 2020. (Fonte Banca dati Istat).....	16
Figura 1-7: Densità popolazione (Fonte Banca dati Istat – Dati al 1 gennaio 2020).....	17
Figura 1-8: Distribuzione delle attività e degli addetti per macrosettore economico.....	18
Figura 1-9: Densità addetti (Fonte: Censimento industria e servizi 2011).....	20
Figura 1-10: Principali insediamenti industriali e commerciali	21
Figura 1-11: Rete stradale attualmente a servizio dell'area di studio	22
Figura 1-12: Direttrici ferroviarie attualmente a servizio dell'area di studio	23
Figura 1-13: Classificazione delle autolinee in funzione della frequenza giornaliera di un giorno feriale medio invernale (Fonte: GTFS TPer Luglio-Dicembre 2020)	26
Figura 1-14: Classificazione delle autolinee per tipologia di adduzione.....	28

Figura 1-15: Analisi benchmark delle diverse possibili fonti di dati sulla domanda di mobilità.....	29
Figura 1-16: Piano di campionamento rispetto alla distribuzione territoriale.....	31
Figura 1-17 Schema funzionale del sistema di rilevamento dei Floating Car Data.....	33
Figura 1-18: Andamento orario degli spostamenti totali effettuati in auto, per le diverse componenti di domanda autocontenuta, di scambio o di attraversamento dell'area. (Fonte: FCD - ottobre 2019, giorno ferial medio).....	35
Figura 2-1: Matrice O/D giornaliera per ambito sulle fermate della direttrice San Vitale (Fonte dati: Indagine dicembre 2012 – Linee 99, 200 e 206).....	40
Figura 3-1: Zonizzazione del modello di simulazione.....	41
Figura 3-2: Zonizzazione del modello di simulazione nei Comuni del resto dell'area di studio.....	42
Figura 3-3: Zonizzazione del modello di simulazione nei Comuni dell'area di influenza.....	43
Figura 3-4: Scattergram modello di ripartizione modale.....	47
Figura 3-5 Andamento giornaliero del monte-h sviluppato dai veicoli FCD all'interno dell'area di studio.....	48
Figura 3-6 Andamento orario spostamenti sul Trasporto Pubblico sulle linee 99 e 206 (Fonte: Indagine OD fermate - 2013).....	49
Figura 3-7: Sezioni di validazione per il trasporto privato.....	52
Figura 3-8: Calibrazione del trasporto privato – Flussi veicolari ora di punta mattutina.....	53
Figura 3-9: Calibrazione del trasporto privato – Distanze medie di viaggio tra O/D ora di punta mattutina.....	53
Figura 3-10: Calibrazione del trasporto privato – Tempi medi di viaggio tra O/D ora di punta mattutina.....	54
Figura 3-11: Calibrazione del trasporto pubblico - Saliti/Discesi alle Stazioni SFM.....	54
Figura 3-12: Calibrazione del trasporto pubblico – Saliti/Discesi alle Stazioni SFM (esclusa Bologna C. le).....	55
Figura 4-1: Il tracciato delle linee filoviarie nello Scenario di Riferimento.....	59
Figura 4-2: Alternativa di tracciato 1 – Metrobus Alta Velocità.....	60
Figura 4-3: Alternativa di tracciato 2 – Metrobus Alta Velocità.....	61
Figura 4-4: Sviluppi urbanistici previsti nel Comune di Bologna al 2027 (Fonte: Dipartimento Urbanistica, Casa e Ambiente, Settore Piani e Progetti Urbanistici del Comune di Bologna).....	90
Figura 4-5: Sviluppi urbanistici previsti nel resto dei Comuni dell'area di studio appartenenti alla Città metropolitana di Bologna al 2027 (Fonte: Area Pianificazione Territoriale della Città metropolitana di Bologna).....	91
Figura 5-1: Orario grafico del servizio Metrobus Alta Velocità per entrambe le direzioni.....	92
Figura 5-2: Orario grafico del servizio Metrobus Alta Capacità per entrambe le direzioni.....	93
Figura 5-3 Sezione massimo carico del sistema Metrobus – passeggeri/ora (zona Cà dell'Orbo).....	94
Figura 5-4 Benefici ottenuti sulle zone di traffico in termini di shift modale.....	97
Figura 5-5 Grado di raggiungimento dei target di shift modale da PUMS.....	98
Figura 5-6 Shift modale giornaliero ottenuto con il nuovo sistema Metrobus.....	99
Figura 5-7 Flussogramma trasporto privato nello Scenario di Progetto – veicoli/ora (ora di punta mattutina 07:30-08:30).....	101
Figura 5-8 Flussogramma trasporto pubblico nello Scenario di Progetto – passeggeri/ora (ora di punta mattutina 07:30-08:30).....	101
Figura 5-9 Flussogramma sul nuovo sistema Metrobus – passeggeri/ora (ora di punta mattutina 07:30-08:30).....	102
Figura 5-10 Diagramma saliti/discesi nell'ora di punta mattutina sul Metrobus Alta Velocità in direzione Bologna.....	104
Figura 5-11 Diagramma saliti/discesi nell'ora di punta mattutina sul Metrobus Alta Velocità in direzione Medicina.....	105
Figura 5-12 Diagramma saliti/discesi nell'ora di punta mattutina sul Metrobus Alta Capacità in direzione Bologna.....	105
Figura 5-13 Diagramma saliti/discesi nell'ora di punta mattutina sul Metrobus Alta Capacità in direzione Medicina.....	106

Indice delle tabelle

Tabella 1-1: Residenti e addetti nei comuni dell'area di studio (Fonte: Banca dati Istat 2020 - Censimento dell'industria e dei servizi ISTAT - 2011).....	2
Tabella 1-2: Popolazione residente al 2012 ed al 2020 nell'area di studio (Fonte: Banca dati Istat).....	14
Tabella 1-3: Indicatori di struttura demografica area di studio.....	15
Tabella 1-4: Addetti e unità locali per settore e comune (Fonte: censimento dell'industria e dei servizi – 2011).....	18
Tabella 1-5: Distribuzione delle unità locali per comune e gruppo di attività economica. (Fonte: Censimento industria e servizi – 2011).....	19
Tabella 1-6: Elenco delle linee selezionate per lo studio.....	24
Tabella 1-7: Raggruppamento delle linee per gruppo di frequenza.....	25
Tabella 1-8: Classificazione delle linee per tipologia di adduzione.....	27
Tabella 1-9: Piano di campionamento rispetto a sesso e classe d'età.....	30
Tabella 1-10: Matrice degli spostamenti auto aggregata. (Fonte FCD – ottobre 2019, giorno medio ferial).....	34

Tabella 2-1: Riepilogo dati movimentazione alle fermate per ambito territoriale della direttrice San Vitale (Fonte dati: Indagine dicembre 2012 – Linee 99, 200 e 206)	39
Tabella 3-1: Riepilogo zonizzazione del modello di simulazione	42
Tabella 3-2: Numero di corse modellizzate per i servizi di Trasporto Pubblico	45
Tabella 4-1: Linee TPL su gomma modificate a seguito dell’inserimento della Linea Rossa del tram	58
Tabella 4-2: Principali indicatori di valutazione delle Alternative di tracciato	61
Tabella 4-3: Incremento percentuale della popolazione e della domanda generata per ciascun Comune dell’area di studio (Fonte: Banca dati Istat)	85
Tabella 4-4: Sviluppi urbanistici previsti nel Comune di Bologna al 2027	87
Tabella 4-5: Incrementi di domanda generata e attratta a seguito degli sviluppi urbanistici previsti nel Comune di Bologna al 2027	88
Tabella 4-6: Sviluppi urbanistici nel resto dei Comuni dell’area di studio appartenenti alla Città metropolitana di Bologna previsti al 2027	88
Tabella 4-7: Incrementi di domanda generata e attratta a seguito degli sviluppi urbanistici previsti nel resto dei Comuni dell’area di studio appartenenti alla Città metropolitana di Bologna al 2027	89
Tabella 5-1: Shift modale negli scenari simulati	92
Tabella 5-2: Stima della domanda sul sistema Metrobus e degli indicatori sintetici	93
Tabella 5-3 Indicatori sintetici di rete del Trasporto Pubblico	94
Tabella 5-4 Indicatori sintetici di rete del Trasporto Privato	95
Tabella 5-5: Saliti/discorsi nell’ora di punta mattutina sul Metrobus Alta Velocità in direzione Bologna	102
Tabella 5-6: Saliti/discorsi nell’ora di punta mattutina sul Metrobus Alta Velocità in direzione Medicina	103
Tabella 5-7: Saliti/discorsi nell’ora di punta mattutina sul Metrobus Alta Capacità in direzione Bologna	103
Tabella 5-8: Saliti/discorsi nell’ora di punta mattutina sul Metrobus Alta Capacità in direzione Castenaso	104

Relazione trasportistica

Introduzione

La presente relazione riguarda lo studio della domanda del nuovo sistema Metrobus Bologna-Medicina, sviluppato con tecnologia Bus Rapid Transit (BRT) lungo la direttrice San Vitale.

Nell'ambito del Progetto di Fattibilità Tecnico-Economica, in conformità con le *"Linee Guida per la Valutazione degli Investimenti in Opere Pubbliche"* (allegato A al D.M. 300/2017), è stata condotta la verifica della domanda prevista sulla linea, mediante lo sviluppo di un'accurata analisi trasportistica che ha tenuto conto dei prevedibili sviluppi demografici, urbanistici e socioeconomici, nonché di idonee revisioni della rete di trasporto pubblico su gomma o filoviaria, tali da conferire al nuovo sistema il ruolo di asse portante del Trasporto Pubblico nel quadrante d'interesse.

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

- il Capitolo 1 illustra il contesto di riferimento nel quale si colloca il progetto, dal punto di vista normativo-programmatico, socio-demografico e trasportistico;
- il Capitolo 2 descrive le caratteristiche del tracciato e delle fermate esistenti lungo la direttrice San Vitale in funzione dell'implementazione del nuovo sistema Metrobus
- il Capitolo 3 riassume la metodologia adottata per lo sviluppo del modello di simulazione utilizzato per la valutazione degli effetti generati dall'introduzione della nuova linea;
- il Capitolo 4 descrive le principali caratteristiche degli scenari futuri in termini di sviluppi demografici, socio-economici ed urbanistici per l'area di studio, nonché tutti gli interventi previsti nello Scenario di Riferimento sia per la rete di offerta del trasporto privato sia per quella del trasporto pubblico e le valutazioni sulle differenti alternative di tracciato considerate per il sistema Metrobus;
- il Capitolo 5 riporta tutti i principali risultati ottenuti dall'applicazione del modello di macro-simulazione;
- il Capitolo 6 espone tutti i principali risultati ottenuti dall'applicazione del modello di micro-simulazione

1 Il contesto di riferimento

1.1 L'area di studio

Il sistema Metrobus oggetto del presente studio si inserisce nella porzione orientale della Città metropolitana di Bologna, insistendo nello specifico sul territorio dei comuni di Medicina, Castenaso e Bologna.

L'area di studio individuata per il presente studio comprende 25 comuni (cfr. Figura 1-1), per una superficie complessiva pari a circa 2.000 km², di cui 13 afferenti alla Città metropolitana di Bologna, 11 alla provincia di Ravenna e 1 alla provincia di Ferrara; nel dettaglio:

Comune	Provincia	Residenti	Addetti
Alfonsine	Ravenna	11.808	3.439
Argenta	Ferrara	21.365	5.614
Bagnacavallo	Ravenna	16.687	4.453
Bagnara di Romagna	Ravenna	2.416	566
Bologna	Bologna	390.625	194.299
Budrio	Bologna	18.545	5.789
Castel Bolognese	Ravenna	9.599	3.230
Castel Guelfo di Bologna	Bologna	4.534	2.611
Castel San Pietro Terme	Bologna	20.967	7.511
Castenaso	Bologna	15.686	7.626
Conselice	Ravenna	9.709	2.814
Cotignola	Ravenna	7.375	2.862
Dozza	Bologna	6.629	2.161
Fusignano	Ravenna	8.150	1.941
Granarolo dell'Emilia	Bologna	12.369	9.205
Imola	Bologna	70.000	29.051
Lugo	Ravenna	32.287	13.800
Massa Lombarda	Ravenna	10.520	2.596
Medicina	Bologna	16.835	3.885
Molinella	Bologna	15.677	4.245
Mordano	Bologna	4.739	1.684
Ozzano nell'Emilia	Bologna	13.928	6.297
San Lazzaro di Savena	Bologna	32.792	11.569
Sant'Agata sul Santerno	Ravenna	2.935	1.060
Solarolo	Ravenna	4.506	935
Totale		760.683	329.243

Tabella 1-1: Residenti e addetti nei comuni dell'area di studio (Fonte: Banca dati Istat 2020 - Censimento dell'industria e dei servizi ISTAT - 2011)

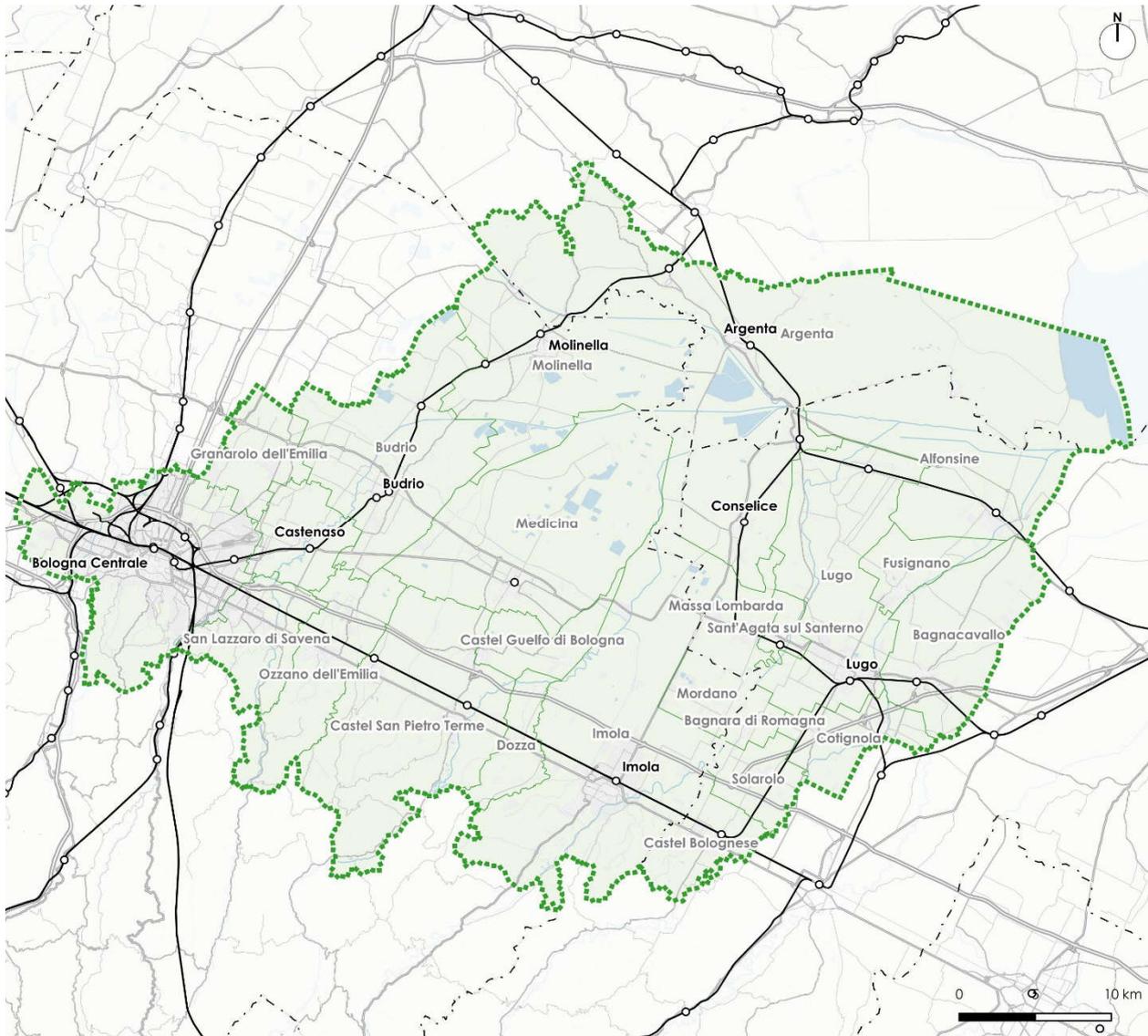


Figura 1-1: Area di studio

1.1.1 Metodologia per la definizione dell'area di studio

L'area di studio, così come definita nel paragrafo precedente e illustrata in Figura 1-1, è stata individuata come unione tra l'area di influenza e il sottoinsieme dei Comuni che presentano il maggior numero di spostamenti di mutuo scambio con quest'ultima.

Nello specifico, la cosiddetta *area di influenza* costituisce il bacino dei 17 Comuni serviti dalle linee di trasporto pubblico che insistono sul corridoio della San Vitale e che, pertanto, risultano interessati dall'inserimento del sistema Metrobus.

Per misurare in modo esaustivo e completo gli effetti dell'intervento oggetto di analisi sul sistema di mobilità del territorio, l'area di studio è stata quindi ampliata, comprendendo anche alcuni Comuni non direttamente serviti dalle linee TPL citate. In particolare, sono stati aggiunti quei Comuni che presentano un'elevata quota di relazioni di scambio con l'area di influenza, tali per cui almeno l'80% degli spostamenti transitanti al suo interno abbia origine e destinazione nell'area di studio; è importante precisare che la fonte utilizzata sono i Floating Car Data relativi al mese di ottobre 2019 e che dalla procedura è stato escluso il comune di Bologna per l'elevata quota di spostamenti di scambio con il resto del territorio nazionale.

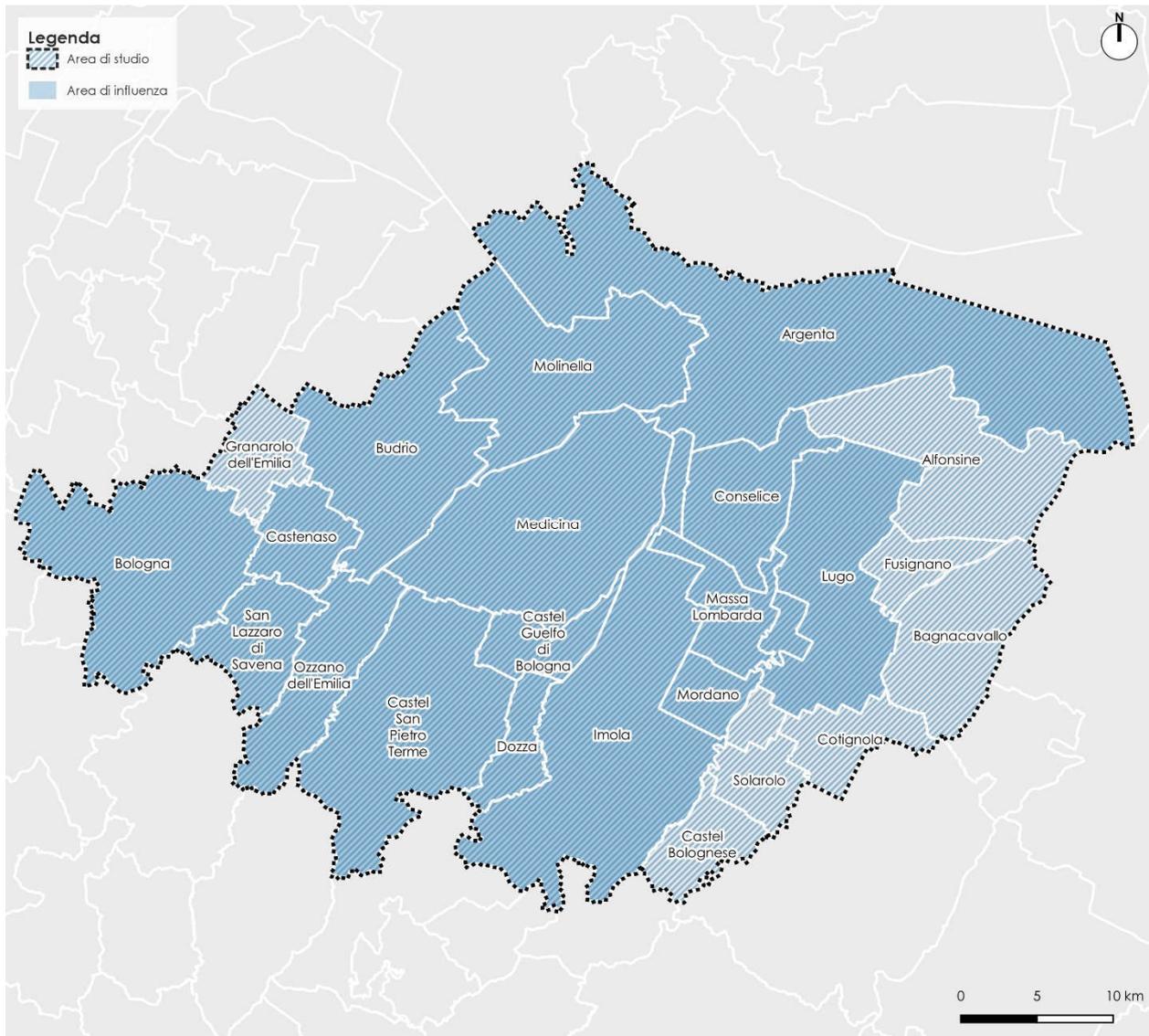


Figura 1-2: Individuazione area di influenza

1.2 Quadro normativo e programmatico

Nel presente capitolo si descrivono i principali riferimenti normativi che costituiscono la cornice programmatica e pianificatoria nel quale si inserisce il sistema Metrobus oggetto del presente studio.

Lo scopo di questa breve rassegna è quello di offrire una visione complessiva e “verticale” dei documenti guida per la redazione del presente studio; la declinazione dell’insieme degli strumenti vigenti alle diverse scale di analisi permette infatti di inquadrare il Metrobus, non solo dal punto di vista progettuale e infrastrutturale ma soprattutto in funzione del ruolo affidatogli all’interno dell’impianto pianificatorio del sistema di mobilità metropolitana bolognese.

1.2.1 Connettere l’Italia

Il documento “Connettere l’Italia”, sviluppato dal Ministero dei Trasporti come “Allegato Infrastrutture” al DEF 2017, è stato redatto per promuovere un processo di riforma della pianificazione e della programmazione delle infrastrutture in Italia, partendo dalla definizione degli obiettivi, delle strategie e delle linee d’Azione e proseguendo nelle riforme strutturali del settore, attraverso la realizzazione delle politiche necessarie all’implementazione della Visione del Sistema dei Trasporti e delle Infrastrutture al 2030.

Obiettivi

Il nuovo approccio alla politica infrastrutturale del MIT, che promuove le infrastrutture come mezzo per connettere il Paese e per incentivare lo sviluppo economico, è espresso dai seguenti 4 obiettivi:

- **Accessibilità ai territori, all’Europa e al Mediterraneo**, per permettere la nascita di nuove opportunità economiche per il nostro Paese in termini di interscambio commerciale e che si traduce in un insieme di azioni

per il miglioramento dei collegamenti marittimi e aerei verso i paesi dell'area mediterranea e nella realizzazione di corridoi e reti europee, come il TEN-T.

- **Qualità della vita e competitività delle aree urbane**, ovvero potenziare ed integrare i sistemi di trasporto pubblico locale e nazionale, facendo perno su sistemi di trasporto rapido di massa (metropolitane e tram), mobilità ciclo-pedonale e i servizi di mobilità condivisa (es. car-sharing e bike-sharing) in quanto le città e le aree metropolitane sono il principale driver delle economie nazionali e rappresentano quindi i nodi della rete infrastrutturale che attraggono maggiore domanda.
- **Sostegno alle politiche industriali di filiera**, sia in termini di accessibilità dei poli manifatturieri e di turismo, sia come stimolo all'innovazione tecnologica e alla competitività interna delle filiere produttive connesse al settore dei trasporti.
- **Mobilità sostenibile e sicura**, in termini di sostenibilità economica (interventi utili e efficienti dal punto di vista del consumo di risorse economiche e ambientali), sostenibilità ambientale (interventi che permettano una riduzione dell'inquinamento, la tutela della biodiversità e del paesaggio e l'efficientamento energetico) e sostenibilità sociale (infrastrutture per riconnettere le periferie delle città e le aree marginali del Paese).

Strategie principali

L'impianto disegnato dal MIT per il raggiungimento degli obiettivi e dei target individuati si fonda su 4 strategie recanti ciascuna azioni concrete, che si caratterizzano per essere trasversali rispetto agli obiettivi ed alle modalità di trasporto:

- **Infrastrutture utili, snelle e condivise**, tramite la definizione di un migliore processo di pianificazione, programmazione, valutazione, progettazione e revisione delle nuove opere infrastrutturali.
- **Integrazione modale e intermodalità**, mediante l'incentivazione di misure ad hoc mirate all'incremento dell'offerta e della qualità dei servizi, sia per la modalità ferroviaria che marittima e aerea.
- **Valorizzazione del patrimonio infrastrutturale esistente**, che si traduce nelle priorità accordata agli obiettivi di sicurezza, qualità ed efficientamento delle infrastrutture, assicurando continuità ai programmi manutentivi del patrimonio infrastrutturale esistente.
- **Sviluppo urbano sostenibile**, con progetti che rilanciano la centralità delle Città metropolitane, in cui si prevedono interventi in continuità con i grandi investimenti avviati negli ultimi anni su infrastrutture e sistemi di trasporto rapido di massa. Con i Piani Urbani di Mobilità Sostenibile si promuove l'intermodalità, lo sviluppo di sistemi di controllo e informazione, la mobilità ciclo-pedonale e la sharing mobility, tramite azioni indirizzate ad uno sviluppo equilibrato e sostenibile e ad una coesione sociale quali:
 - Cura del ferro nelle aree urbane e metropolitane;
 - Accessibilità alle aree urbane e metropolitane;
 - Qualità ed efficienza del Trasporto Pubblico Locale;
 - Sostenibilità del trasporto urbano;
 - Tecnologie per città intelligenti;
 - Politiche abitative nazionali.

Il Piano Metro per le aree metropolitane

Il Piano Metro per le aree metropolitane fa parte delle riforme, riguardanti la mobilità, avvenute negli ultimi anni; nel Piano sono stati individuati numerosi interventi prioritari necessari al completamento di alcune infrastrutture di trasporto ferroviario urbano, sia metropolitano che tramviario. I progetti, in uno stato di realizzazione avanzato e coerenti con le strategie definite in modo unitario su scala nazionale, si pongono l'obiettivo di ridurre il gap infrastrutturale rispetto alla media europea e di creare nuovi collegamenti d'interscambio per favorire la sinergia tra le diverse componenti del sistema metropolitano.

A tal proposito è stato avviato un programma volto ad integrare le reti esistenti su ferro con le modalità su gomma in un'ottica di creare un sistema di trasporto collettivo nelle città metropolitane. L'obiettivo del progetto è di coordinare le fasi di programmazione e progettazione delle reti su ferro nelle Aree vaste metropolitane per garantire la migliore integrazione tra reti ferroviarie di competenza RFI e di competenza regionale e reti metropolitane e tramviarie, nonché tra reti su ferro e sistemi di trasporto su gomma suburbani e interurbani.

Il progetto richiede lo stanziamento di ingenti risorse per completare gli interventi in corso, avviare la progettazione di fattibilità di interventi di completamento delle reti metropolitane, da finanziare successivamente, sulla base dei criteri di priorità stabiliti durante la redazione dei PUMS.

Sistemi di trasporto rapido di massa per le aree metropolitane

All'interno delle varie linee di azione individuate per il perseguimento degli obiettivi e per l'attuazione della Visione al 2030, il documento individua lo sviluppo dei sistemi integrati su ferro (Sistemi Ferroviari Metropolitani, metropolitane, tram e altri sistemi in sede propria) da definire nell'ambito della redazione dei PUMS; in particolare, gli approfondimenti riguardano quattro tematiche specifiche:

- **Rinnovo e miglioramento del parco veicolare;**
- **Potenziamento e valorizzazione delle linee ferroviarie, metropolitane e tramviarie esistenti;**
- **Completamento delle linee ferroviarie, metropolitane e tramviarie;**
- **Estensione della rete di trasporto rapido di massa.**

Come accennato in precedenza, in materia di Pianificazione territoriale, il documento persegue la sostenibilità economica, sociale e ambientale nella definizione delle trasformazioni urbanistiche, prevedendo che la città esistente e futura sia organizzata in prossimità dei principali sistemi di trasporto pubblico contrastando la dispersione insediativa. È quindi necessario che le città si sviluppino secondo il concetto di città compatta, garantendo efficienza, velocità e comodità del trasporto pubblico, soprattutto nelle aree più densamente abitate.

A tale scopo, le Città metropolitane e i Comuni possono accedere ai finanziamenti per la realizzazione di nuovi interventi per il trasporto rapido di massa (SFM, Metro e Tram), presentando tre strumenti amministrativi, sulla base dei quali sono oggetto di valutazione da parte del MIT:

- Piani Urbani della Mobilità Sostenibile (PUMS), contenenti sia i progetti invariati (opere già finanziate dal ministero) sia i nuovi progetti ancora da finanziare;
- Progetti di fattibilità, elaborati valutando e confrontando diverse alternative progettuali attraverso indicatori sintetici;
- Rapporto di Coerenza dei progetti presentati con i 4 obiettivi di Connettere l'Italia.

1.2.2 Il Piano Regionale Integrato Trasporti – PRIT 2025

Il Piano Regionale Integrato dei Trasporti (PRIT 2025) è il *principale strumento di pianificazione in materia di trasporti alla scala regionale dell'Emilia-Romagna*; è stato adottato con Delibera n. 214 del 10/07/2019 e successivamente approvato, a valle della fase di pubblicazione, osservazione e conseguente controdeduzione, con DGR n. 1696 del 14/10/2019.

Il PRIT 2025 offre un nuovo approccio per "il governo della domanda di mobilità", coerentemente accolto dal PUMS di Bologna Metropolitana, che non si limita a fornire risposte infrastrutturali alla crescita della domanda e dei flussi di trasporto ma piuttosto punta a garantire i massimi livelli di accessibilità alle merci e alle persone.

Tra gli obiettivi generali del piano si possono citare:

- assicurare elevata affidabilità e sicurezza al sistema di mobilità;
- incrementare la vivibilità dei territori e delle città, decongestionando gli spazi dal traffico privato e recuperando aree per il verde e la mobilità non motorizzata;
- assicurare lo sviluppo sostenibile del trasporto riducendo il consumo energetico, le emissioni inquinanti, gli impatti sul territorio;
- assicurare i diritti di mobilità delle fasce più deboli;
- contribuire a governare e ordinare le trasformazioni territoriali in funzione del livello di accessibilità che deve essere garantito alle stesse.

Il PRIT 2025 assegna, inoltre, un peso specifico alle politiche per la mobilità sostenibile, fissando l'obiettivo di raggiungere il 20% di ripartizione modale su bicicletta all'orizzonte 2025; il conseguimento di tale sfidante target è previsto attraverso l'attuazione di strategie mirate a perseguire l'intermodalità e concentrando le priorità di investimento sulla mobilità sostenibile per massimizzare l'efficacia dell'azione regionale e assicurare la sicurezza degli spostamenti in modalità ciclo-pedonale per cittadini, City Users e turisti.

Obiettivi per la mobilità urbana e il trasporto locale

Gli obiettivi che il PRIT 2025 assume nell'ambito della pianificazione e programmazione del trasporto pubblico locale delineano politiche di riferimento per le azioni da svolgersi nei prossimi anni, fra cui emergono soprattutto:

- la conferma del ruolo del trasporto pubblico e la sua promozione, anche a fronte delle tematiche della qualità dell'aria, della congestione e della sicurezza nella mobilità locale e regionale;
- la promozione di strategie di riequilibrio modale che affrontino i temi dell'intermodalità, della mobilità ciclo-pedonale, e in generale dei rapporti con la mobilità urbana;

- l'adozione di una "carta unica della mobilità - Mi Muovo" che faciliti l'accessibilità al TPL, ai servizi ferroviari, al bike sharing e al car sharing, alla sosta, etc. e che consenta l'accesso del cittadino ai servizi anche attraverso l'utilizzo di piattaforme multicanale (telefonia mobile, web, circuito bancario, grande distribuzione, ecc.);
- lo sviluppo dell'implementazione di servizi per l'infomobilità regionale attraverso l'integrazione pubblico-privato e il potenziamento della tariffazione integrata e dei servizi connessi.

Le azioni descritte si pongono l'obiettivo principale di ottenere una crescita dei passeggeri TPL (gomma e ferro), passando a livello regionale dall'8% al 12-13% nel 2025. **Nello specifico il PRIT assume l'obiettivo di un aumento del 10% dei passeggeri trasportati dal TPL su gomma, legandolo al potenziamento e alla riqualificazione dei servizi, anche nella prospettiva di un incremento dei servizi minimi al 2025 del 10%.**

L'integrazione modale ferro-gomma

Nell'ambito della promozione dell'intermodalità ferro-gomma, il PRIT 2025 attribuisce alla **rete ferroviaria regionale** il ruolo di **rete portante** in ambito extraurbano, e, ove possibile urbano, e al **trasporto pubblico su gomma** il ruolo di **adduttore al sistema ferroviario**, in particolare fuori dai centri urbani e dalle grandi direttrici.

Come approccio generale, il PRIT 2025 stabilisce che il servizio integrato del trasporto pubblico regionale e locale non debba presentare **servizi sovrapposti o paralleli**, salvo i casi in cui è necessario un supporto specifico al servizio ferroviario tramite servizi su gomma; infatti questi ultimi, composti da autobus e filobus, in linea generale, devono **attestarsi presso le principali stazioni regionali** affiancando, integrando e completando l'offerta ferroviaria regionale, al fine di soddisfare la domanda di mobilità pubblica della regione.

La realizzazione di nuove infrastrutture pesanti, quali metro o tranvie, deve essere valutata in base alle necessità dell'area interessata. Attualmente sono già in fase avanzata di progettazione o di completamento dei lavori il People Mover di Bologna, il Progetto Integrato Mobilità Bolognese-PIMBO e il Trasporto Rapido Costiero TRC della costa romagnola.

Le azioni previste dal Piano riguardo ai servizi intermodali hanno l'obiettivo di creare una **maggiore regolarità e affidabilità del sistema**, nonché una **razionalizzazione dell'esistente**, tenendo conto dell'offerta complessiva dei servizi, sia interbacinio che interregionali.

Per una maggiore appetibilità del trasporto pubblico, il PRIT 2025 ritiene necessario anche **potenziare i sistemi di comunicazione e informazione** all'utenza, su treni e autobus e nelle stazioni e, per una migliore valorizzazione dell'intermodalità, considera necessaria una **riprogrammazione del TPL su gomma** tramite la tariffazione integrata e l'azione di razionalizzazione, riorganizzazione e flessibilizzazione dell'offerta di servizio; inoltre, affinché possano assumere un ruolo più centrale all'interno della rete, anche le stazioni dovranno essere oggetto di modifiche, con la **realizzazione di parcheggi scambiatori** per auto, auto elettriche, bici private o servizi di bike e car sharing.

1.2.3 Patto per il trasporto pubblico regionale e locale per il triennio 2018-2020

Nell'ottica di incentivare la diffusione della cultura della mobilità sostenibile la Regione Emilia-Romagna ha sottoscritto, con Enti Locali, Città metropolitana di Bologna, le Agenzie locali per la mobilità, le Società di gestione pubbliche e private dei servizi di TPL e le parti sociali direttamente interessate, il **"Patto per il Trasporto pubblico regionale e locale 2018-2020"**.

Tale documento mira "a raggiungere e garantire l'equilibrio economico del sistema e ad ottenere una più adeguata risposta alle esigenze di mobilità dei cittadini, così come previsto anche dall'Atto di Indirizzo triennale 2016-2018". Di seguito è riportata una sintesi degli **obiettivi** che il Patto persegue nel prossimo triennio:

- miglioramento della qualità dell'aria;
- riorganizzazione dei servizi autofiloviari e ferroviari;
- rinnovo del materiale rotabile;
- bigliettazione elettronica, integrazione tariffaria e infomobilità;
- trasferimento titolarità della rete ferroviaria regionale a RFI.

In particolare, le **strategie** fondamentali che il patto stabilisce per il conseguimento di detti obiettivi sono:

- la modalità ferroviaria è la rete portante e quindi va incentivata l'intermodalità e la gerarchizzazione della rete in un'ottica di efficientamento;
- i servizi ferroviari vanno modulati in base alla domanda (attuale e potenziale);
- i servizi su gomma vanno efficientati prevedendo forme di preferenziazione;
- l'accordo commerciale finanziato dalla regione che prevede la possibilità di utilizzare il servizio urbano senza aggravii di costo con l'abbonamento ferroviario.

1.2.4 Il Piano di Bacino – Direttrice San Vitale

Il Piano di Bacino, strumento settoriale di programmazione provinciale, è un documento del 2009 assunto dal Piano della Mobilità Provinciale (PMP) come strumento operativo per l'attuazione degli interventi sulla rete del trasporto collettivo.

In particolare, il *Piano di Bacino relativo alla qualificazione dei servizi TPL della direttrice SP 5 San Vitale* coinvolgeva la Regione Emilia-Romagna, la Provincia di Bologna, i Comuni di Medicina, Budrio, Castenaso e Bologna e le società ATC e FER; questi, durante la Conferenza dei Servizi, sottoscrissero l'Accordo di Programma in cui vennero stabilite le condizioni e gli impegni di ognuna delle parti coinvolte.

Tale strumento urbanistico introdusse gli obiettivi per migliorare la qualità complessiva del servizio pubblico in un arco temporale di breve periodo (validità triennale) prevedendo interventi progettuali/puntuali coerenti con i tempi e le risorse disponibili.

L'obiettivo principale del Piano di Bacino della direttrice SP 5 San Vitale era quello di aumentare la competitività del servizio TPL nei confronti del mezzo privato; questo venne declinato in due sub-obiettivi:

- aumento dell'affidabilità, regolarità, puntualità e velocità del servizio TPL per gli interventi destinati ad agire sulla rete stradale;
- miglioramento dell'accessibilità, sicurezza, informazione e comfort per gli interventi che impattano su mezzi, percorsi ciclo-pedonali, spazi di attesa e ambiti di comunicazione.

Le strategie di intervento necessarie a garantire puntualità e regolarità al servizio erogato, anche nelle fasce orarie di punta, e ad aumentare le velocità commerciali programmate consistettero nella previsione di corsie riservate all'interno degli itinerari di ingresso agli ambiti urbani, di priorità semaforiche negli incroci maggiormente congestionati e di terminal attrezzati in corrispondenza dei nodi di interscambio con altri sistemi di mobilità e di trasbordo. Fu anche valutata la possibilità di inserire delle bus-vie, di programmare corse dirette o di razionalizzare gli itinerari.

In dettaglio, furono quindi attuate le seguenti misure:

- realizzazione di interventi infrastrutturali negli incroci non semaforizzati più congestionati, soprattutto nelle ore di punta;
- negli incroci regolati da semaforo, creazione di un sistema di preferenziazione semaforica e/o creazione di corsie preferenziali per gli autobus;
- ottimizzazione del servizio tramite la gerarchizzazione funzionale delle linee, la semplificazione dei percorsi delle linee extra-urbane portando riducendo le deviazioni, lo sviluppo di servizi innovativi per servire le aree a domanda debole etc.

Fra i possibili interventi per il miglioramento del livello di servizio e del comfort di attesa alle fermate e dell'accessibilità, capillarità e ubicazione delle stesse fu prevista la revisione della localizzazione, il miglioramento delle dotazioni infrastrutturali e il miglioramento dell'informazione all'utente. Fu prevista, inoltre, la possibilità di utilizzare, sulla direttrice oggetto di qualificazione, dei mezzi più nuovi, confortevoli e capienti attraverso le azioni sono dettagliate nel seguente elenco:

- revisione della localizzazione delle fermate, tramite un'analisi critica dalla quale fu validato lo stato attuale o riconosciuta la necessità di istituire nuove fermate, spostandone alcune esistenti con utenza scarsa o nulla;
- miglioramento dell'accessibilità delle fermate, tramite la creazione di una piazzola extra-carreggiata pavimentata in corrispondenza della palina di fermata, la creazione di percorsi pedonali di accesso alle fermate pavimentati e sufficientemente larghi e/o protetti, l'installazione di rastrelliere nelle fermate principali in ambito urbano e il rifacimento della segnaletica orizzontale;
- miglioramento del comfort dei passeggeri durante l'attesa, tramite l'installazione di nuove pensiline, almeno nelle fermate maggiormente frequentate e/o di salita, con priorità d'intervento per le fermate in ambito urbano;
- miglioramento dell'informazione all'utente, grazie all'installazione di paline intelligenti, che permettevano di comunicare tempi di attesa, eventuali ritardi, anomalie e altri aspetti del servizio;
- rinnovo del parco mezzi aziendale, per aumentare comfort, affidabilità e sicurezza degli autobus; le caratteristiche minime proposte dal Piano erano un'età inferiore agli 8 anni, aria condizionata, pianale ribassato e maggiore capienza nelle ore di punta.

Con il PdB della SP 5 di San Vitale vennero definiti alcuni interventi volti alla velocizzazione e alla gerarchizzazione della rete dei servizi nell'area. Questa riorganizzazione non poteva prescindere dalle caratteristiche del servizio attuale e degli spostamenti, dalla previsione di strumenti esistenti di pianificazione oltre che dalle caratteristiche geografiche, demografiche e infrastrutturali dell'area.

Le linee, come strutturate nel 2009, derivavano da sovrapposizioni di interventi stratificati nel tempo togliendo coerenza e “leggibilità” alla rete e rendendo di conseguenza necessaria una revisione complessiva. Tra gli elementi che furono considerati per proporre una nuova configurazione vi furono:

- presenza di linee suburbane con caratteristiche extra-urbane (linea 99);
- linee con deviazioni che comportavano un incremento dei tempi di percorrenza (linee “200”);
- nuove aree edificate (Lotto 2bis) che necessitavano una rivisitazione dei percorsi delle linee TPL (linee 89 e 99 e quelle in transito)
- poli attrattivi come scuole, aree industriali e poli sanitari, che individuavano ulteriori punti di trasbordo (Budrio e Castenaso).

Tenendo conto degli elementi sopra citati e delle indicazioni del PMP, la revisione dei servizi comprese le seguenti linee:

- Linea suburbana Medicina-Castenaso-Bologna;
- Linea Medicina-Budrio;
- Linea Budrio-(Frullo)-Bologna;
- Linea in adduzione a Medicina da Lugo e Castelguelfo;
- Linee di adduzione Molinella-Budrio;
- Linee dirette scolastiche Lugo-Medicina-Bologna e Molinella-Budrio-Bologna;
- Servizio comunale di Budrio.

1.2.5 Il PUMS di Bologna Metropolitana

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.

Il documento, approvato nel novembre 2019, è stato elaborato 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, Accordo di Parigi COP 2015, Impegno UE su riduzione Incidentalità).

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%**, di cui il 12% dal rinnovo del parco veicolare (da benzina/diesel a elettrico) e il restante 28% (440.000 spostamenti) dalla riduzione del traffico privato.

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



Figura 1-3: Target “ambientali” definiti dal PUMS (Fonte: PUMS Città metropolitana di Bologna)

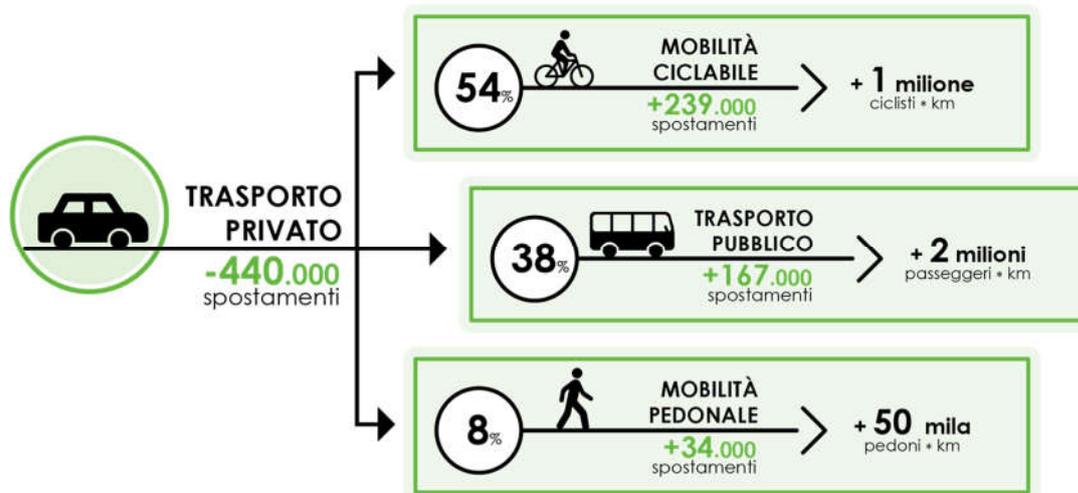


Figura 1-4: Target di riequilibrio modale della mobilità definiti dal PUMS (Fonte: PUMS Città metropolitana di Bologna)

Strategie e azioni per il trasporto privato

L'obiettivo di redistribuzione modale del PUMS necessita di una politica coerente sulla rete stradale metropolitana, tale da favorire in primo luogo la "riqualificazione" delle strade esistenti in un'ottica di sicurezza, qualità dello spazio e inserimento paesaggistico.

Nel caso di nuove opere stradali, il PUMS raccomanda che queste siano coerenti con il PUMS e con gli obiettivi attesi in termini di diversione modale e miglioramento della sicurezza degli spostamenti; successivamente, devono essere definite le priorità realizzative **privilegiando la riqualificazione e l'ampliamento in sede di strade esistenti ed escludendo in ogni caso la creazione di nuove strade metropolitane**, se non già inserite negli strumenti di pianificazione vigenti.

I progetti di nuove strade, e le riqualificazioni o ampliamenti in sede di strade esistenti, devono riguardare in maniera unitaria e solidale tutte le diverse componenti di mobilità che interessano l'infrastruttura in un'ottica di **pianificazione integrata**: sede stradale destinata alla circolazione delle autovetture e del trasporto pubblico, spazi destinati alla circolazione pedonale e ciclistica e fasce di ambientazione/inserimento paesaggistico

Per quanto concerne gli interventi relativi alla realizzazione di varianti locali ai centri abitati, compresi i relativi svincoli e raccordi, il PUMS raccomanda che vengano valutati con attenzione e rispondano esclusivamente a necessità legate all'allontanamento del traffico pesante e al miglioramento della sicurezza, della salute, della qualità dello spazio urbano e della sua permeabilità, ponendo una particolare attenzione alla progettazione stradale di dettaglio per favorire i pedoni e ai ciclisti.

Strategie e azioni per il trasporto pubblico

Gli **obiettivi** posti dal PUMS per il trasporto pubblico prevedono un significativo potenziamento della rete in tutto l'ambito metropolitano, strutturando la rete di trasporto collettivo in tre componenti.

- **Portante** – costituita dal Servizio Ferroviario Metropolitano SFM, dalla nuova rete tramviaria 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)

Le **strategie** previste dal PUMS 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 tramviaria;
- **potenziamento della capacità di trasporto e innalzamento della velocità commerciale e della regolarità di marcia** delle autolinee extraurbane e suburbane portanti ("Metrobus");

- 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.

Rete SFM

Posto che circa il **65% della domanda extraurbana che il PUMS si propone di trasferire su trasporto pubblico, si sviluppa tra comuni direttamente serviti dal SFM** e che la sola **componente di scambio con Bologna ne copre il 67%**, è del tutto evidente che il primario obiettivo del PUMS è quello di portare a compimento, il disegno originario del Servizio Ferroviario Metropolitano bolognese, introducendo alcuni opportuni correttivi

L'obiettivo comune a tutte le linee passanti per Bologna è quello di **garantire, se necessario, servizi cadenzati ai 15' nelle fermate dove sono previsti i maggiori livelli di traffico nelle ore di punta** o comunque servizi cadenzati con frequenza mai inferiore a 2 treni/ora in tutte le località servite dal SFM. Questa politica permetterebbe di rendere appetibili le soluzioni di viaggio che includono il SFM.

Il modello d'esercizio previsto per il SFM punta a rafforzare il ruolo del servizio ferroviario quale struttura portante del Trasporto Pubblico Metropolitano ("TPM"), sfruttandone le caratteristiche di rapidità e di indifferenza alla congestione stradale e portando a sistema l'incremento di accessibilità/distribuzione garantito al sistema ferroviario dalle importanti realizzazioni in termini di nuove fermate dell'ultimo decennio. Tutte le linee sono incardinate tra loro nel cosiddetto "**Passante**", cadenzato con frequenza ai 15' per l'intera giornata e in tutte le fermate metropolitane tra Casalecchio e Pianoro. Il risultato è una **rete SFM nel complesso più frequentata e più efficiente**;

Autolinee extraurbane

In linea generale la rete portante delle autolinee extraurbane punta a creare "**l'effetto rete**" dei servizi, sia tra autolinee extraurbane che con SFM e rete tramviaria di Bologna, attraverso un'offerta che copra tutto il territorio, con interscambi ben organizzati in termini di esercizio (orari), di infrastrutture (percorsi), di informazione e servizi ai passeggeri, evitando sovrapposizioni funzionali e differenze di fruibilità per gli utenti nelle diverse aree della città metropolitana.

Coerentemente con gli obiettivi del PRIT2025 di una crescita dei passeggeri TPL **di un aumento del 10% dei passeggeri trasportati dal TPL su gomma, legandolo al potenziamento e alla riqualificazione dei servizi, anche nella prospettiva di un incremento dei servizi minimi al 2025 del 10%**, la rete TPM di progetto in ambito metropolitano si pone i seguenti obiettivi:

- completare la rete portante del trasporto pubblico metropolitano;
- eliminare il parallelismo dei servizi su gomma e su ferro,
- ottimizzare il rendez-vous sistematico bus - treno nei Centri di Mobilità presenti sulla rete SFM;
- sviluppare l'integrazione tra autolinee portanti e complementari;
- realizzare un modello di esercizio cadenzato;
- ridurre le percorrenze delle linee extraurbane all'interno del territorio comunale di Bologna.

Il programma di esercizio base è pensato su 16 ore, dalle ore 6:00 alle 21:00, con frequenza variabile in base alla classificazione assegnata dal PUMS:

- **Rete I Livello** (Metrobus), comprende i collegamenti intercomunali ad elevata domanda di mobilità (frequenza tra 15' e 30');
- **Rete II Livello**, include i collegamenti di adduzione dai centri principali alla rete portante (frequenza tra 30' e 60');
- **Rete III Livello**, comprende i collegamenti intercomunali e di adduzione per i comuni non serviti dalle reti di I e II livello e i nuovi collegamenti "trasversali" (frequenza tra 60' e 120');
- **Rete integrativa (IV Livello)**, comprende i servizi scolastici, i potenziamenti delle ore di punta, i servizi flessibili, ma anche tutti i collegamenti di carattere strettamente locale, turistico e stagionale (frequenza definita dalle amministrazioni locali e dal gestore del servizio).

La riorganizzazione delle reti e dei servizi delle autolinee extraurbane è necessaria per migliorare e garantire l'accessibilità anche alle aree industriali ed ai poli produttivi di rilievo sovracomunale, con particolare attenzione a quelli suscettibili di sviluppo.

In questa maniera la nuova riorganizzazione del TPM farà in modo che il territorio venga servito in maniera più capillare, efficace ed efficiente con un servizio potenziato, regolarizzato nell'arco dell'intero orario di servizio e integrato con le altre modalità di trasporto, andando a connettere tra loro i comuni e questi con le frazioni principali, le aree produttive di rilevanza metropolitana e le principali polarità del territorio ed i nodi di interscambio della mobilità, realizzando una rete totalmente connessa sull'intero territorio metropolitano.

Con la riorganizzazione e l'incremento del servizio delle autolinee extraurbane del TPM rispetto alla rete attuale si prevede di coprire il 21% dei target degli obiettivi PUMS per il trasporto pubblico. Ciò significa che il restante 79% dei target andrà soddisfatto sostanzialmente con il potenziamento della rete SFM e dei servizi Metrobus.

Bus Rapid Transit (Metrobus)

Lungo gli assi principali della rete del trasporto pubblico, il Piano propone il ricorso a sistemi di trasporto su gomma ad infrastrutturazione leggera comunemente definiti **BRT (Bus Rapid Transit)**. Per questa tipologia di mezzi, il PUMS prevede la preferenziazione della sede, l'allestimento delle fermate e un servizio efficiente, veloce, competitivo e confortevole.

Com'è noto, in generale un sistema BRT è caratterizzato dalla realizzazione di una serie di interventi sulla sede stradale per proteggere, rendere prioritaria o agevolare la marcia dei mezzi (su via dedicata, riservata o in promiscuo) e la contestuale adozione di soluzioni particolari per agevolare/velocizzare l'incarozzamento alle fermate e garantire così una riduzione dei tempi di percorrenza per raggiungere il centro città ma favorendo al contempo l'interscambio e l'intermodalità tra tutte le modalità di trasporto possibili.

Per l'ambito metropolitano il PUMS propone l'inserimento dei Metrobus promuovendo una riorganizzazione complessiva delle sedi stradali tali da ridurre al minimo le interferenze dei mezzi con le altre componenti di traffico.

Per le tutte direttrici interessate dalle linee Metrobus, che nel progetto di rete del TPM extraurbano interscambiano o si attestano in corrispondenza delle linee del tram, è prevista una riorganizzazione del servizio del TPL su gomma ed una attuazione delle linee Metrobus svincolate dalle tempistiche di entrata in esercizio del tram, facendo attenzione agli interventi che verranno proposti lungo gli itinerari in entrata a Bologna, interessati dal futuro transito delle linee tramviarie.

Nel dettaglio, le direttrici lungo le quali è proposto l'inserimento del Metrobus sono:

- Castel San Pietro Terme – San Lazzaro (prolungata a Bologna nello Scenario PUMS - 2030);
- Calderara di Reno – Via Emilia;
- Medicina – Bologna (oggetto del presente studio);
- Monte San Giovanni – Casalecchio (prolungata a Bologna nello Scenario PUMS – 2030);
- Ponte Samoggia – Terminal Emilio Lepido;
- Baricella – Bologna;
- Bazzano – Casalecchio (prolungata a Bologna nello Scenario PUMS – 2030)
- Pieve di Cento– Corticella.

La rete tramviaria di Bologna

L'assetto a regime della rete portante urbana tramviaria proposta nel PUMS prevede **4 linee** (la Linea Blu in realtà è prevista per un orizzonte temporale superiore a quello del PUMS, oltre il 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 tramviaria è integrata con le 8 direttrici SFM non solo alla Stazione Centrale ma anche presso una serie di stazioni urbane, e con tutte le linee Metrobus, consentendo un collegamento ottimale verso i principali attrattori urbani dall'intero bacino metropolitano bolognese. Le 4 linee della rete tramviaria 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.

Strategie e azioni per la mobilità ciclo-pedonale

Per la mobilità ciclistica il PUMS punta sulla definizione di una **rete ciclabile di progetto integrata ed estesa a tutto il territorio metropolitano** così come prefigurata nel **Biciplan metropolitano**, classificando la rete per la mobilità quotidiana in **strategica** e **integrativa** e dedicando, inoltre, attenzione allo sviluppo della rete cicloturistica. Per quanto riguarda Bologna, il documento che il PUMS si propone di prendere come riferimento è il **Biciplan di Bologna**, sia come schema per la rete dell'ambito comunale, sia per la pianificazione delle connessioni ciclistiche proposte dal Biciplan metropolitano tra l'ambito urbano del capoluogo ed i comuni di prima cintura.

Nel dettaglio, il PUMS persegue i seguenti obiettivi e target specifici al fine di promuovere la diffusione della mobilità ciclabile in tutto il territorio della Città metropolitana e di garantire la sicurezza reale e percepita degli utenti, in linea con quanto disposto dal PNSS:

- incremento di circa **240.000 spostamenti** nell'Ambito metropolitano in bici al 2030 come contributo per il raggiungimento dell'obiettivo PAIR di riduzione del 20% del traffico motorizzato nei centri abitati;
- **14% di quota modale su mobilità ciclabile** nell'Ambito metropolitano e 18% nell'Ambito di Bologna entro il 2030;
- **azzeramento del numero di morti** tra i ciclisti entro il 2030.

Il PUMS, ai fini della definizione dello scenario di Piano e delle relative proposte progettuali, declina alcuni contenuti del **Bicipan Metropolitano**:

- una rete portante metropolitana multilivello strutturata con una rete ciclabile per la Mobilità Quotidiana e una rete cicloturistica;
- criteri uniformi di pianificazione a livello metropolitano;
- “revisione” dei percorsi esistenti e la diffusione delle Linee guida per il sistema regionale della ciclabilità, al fine di aumentare la sicurezza dei ciclisti.

A livello di pianificazione, il PUMS riprende anche diversi aspetti del **Bicipan di Bologna**, come:

- l'individuazione di una **Rete Ciclabile Strategica**, della quale definisce gli standard tecnici e prestazionali, definita tramite una valutazione economica e di priorità di programmazione;
- **servizi di supporto** alla mobilità ciclistica e al suo consolidamento nel tempo: bike sharing, sosta e ricovero, enforcement, e-bike, logistica urbana, la bici per la mobilità sociale, servizi per il cicloturismo, app e comunicazione.

I Centri di Mobilità

Il PUMS individua **30 Centri di Mobilità** (luoghi in cui si massimizzano le possibilità di interscambio tra sistemi di trasporto collettivo e privato) su tutto il territorio della Città metropolitana e li classifica in base alla funzione e collocazione geografica: **urbani, non urbani e terminal** (dove sono previsti i transiti dei servizi commerciali su gomma, nazionali e internazionali).

I Centri di Mobilità sono prevalentemente collocati in corrispondenza di:

- stazioni SFM che presentano una frequenza di servizio a 15';
- fermate dove convergono più servizi extraurbani di trasporto pubblico su gomma (con priorità alla rete di I° e II° livello);
- fermate dove è previsto interscambio con le linee tramviarie di Bologna e con il mezzo privato;
- attestamenti della linea tramviaria Rossa e a Medicina.

1.3 Inquadramento socioeconomico

In questo paragrafo si descrive l'area di studio sotto il profilo delle caratteristiche demografiche e socioeconomiche di principale interesse ai fini di un inquadramento generale propedeutico alle successive attività che concorreranno allo studio di fattibilità del sistema Metrobus.

Il sistema territoriale di riferimento per tali analisi è quello dell'area di studio descritta al Paragrafo 1.1. Le informazioni di seguito riportate si riferiscono agli ultimi censimenti della popolazione e dell'industria di ISTAT; nello specifico l'anno di riferimento per il censimento dell'Industria è dunque per le informazioni su unità locali, addetti e attività per settore economico è il 2011; per quanto ai dati demografici sono disponibili dati più recenti fino al 2019.

1.3.1 Popolazione e struttura demografica

La densità media abitativa, considerando la media su tutte le sezioni di censimento dell'area, è di 390 abitanti/km². Escludendo dal calcolo il Comune di Bologna, il resto dell'area presenta una densità media inferiore e pari a 218 abitanti/km². La distribuzione dei residenti nel territorio è disomogenea (sempre non considerando Bologna); si concentra infatti quasi del tutto in pochi centri abitati sparsi mentre il resto del territorio ha densità molto bassa ed inferiore ai 200 abitanti per chilometro quadro (89% di estensione dell'area con meno di 200 ab/km²).

Al 1° gennaio 2020, secondo i dati ISTAT, nel complesso l'area ospita circa 761.000 abitanti, rappresentando dunque come peso demografico circa il 17% della popolazione residente in tutta la Regione Emilia-Romagna. Escludendo il Comune di Bologna, la popolazione dell'area di studio ammonta a 371.000 abitanti. Il dettaglio dei singoli comuni è modulato secondo i dati riportati in Tabella 1-2.

Comune	Popolazione 2012	Popolazione 2020
Alfonsine	12.236	11.808
Argenta	22.100	21.365
Bagnacavallo	16.656	16.687
Bagnara di Romagna	2.369	2.416
Bologna	371.151	390.625
Budrio	18.023	18.545
Castel Bolognese	9.516	9.599
Castel Guelfo di Bologna	4.303	4.534

Comune	Popolazione 2012	Popolazione 2020
Castel San Pietro Terme	20.447	20.967
Castenaso	14.357	15.686
Conselice	9.819	9.709
Cotignola	7.381	7.375
Dozza	6.443	6.629
Fusignano	8.259	8.150
Granarolo dell'Emilia	10.776	12.369
Imola	67.661	70.000
Lugo	32.019	32.287
Massa Lombarda	10.523	10.520
Medicina	16.559	16.835
Molinella	15.611	15.677
Mordano	4.663	4.739
Ozzano nell'Emilia	12.910	13.928
San Lazzaro di Savena	31.093	32.792
Sant'Agata sul Santerno	2.806	2.935
Solarolo	4.511	4.506
Totale	732.192	760.683

Tabella 1-2: Popolazione residente al 2012 ed al 2020 nell'area di studio (Fonte: Banca dati Istat)

L'andamento demografico relativamente al periodo compreso tra il 2012 ed il 2020 (illustrato nel grafico in Figura 1-5) è caratterizzato da un incremento di residenti nell'ordine del 3,9%.

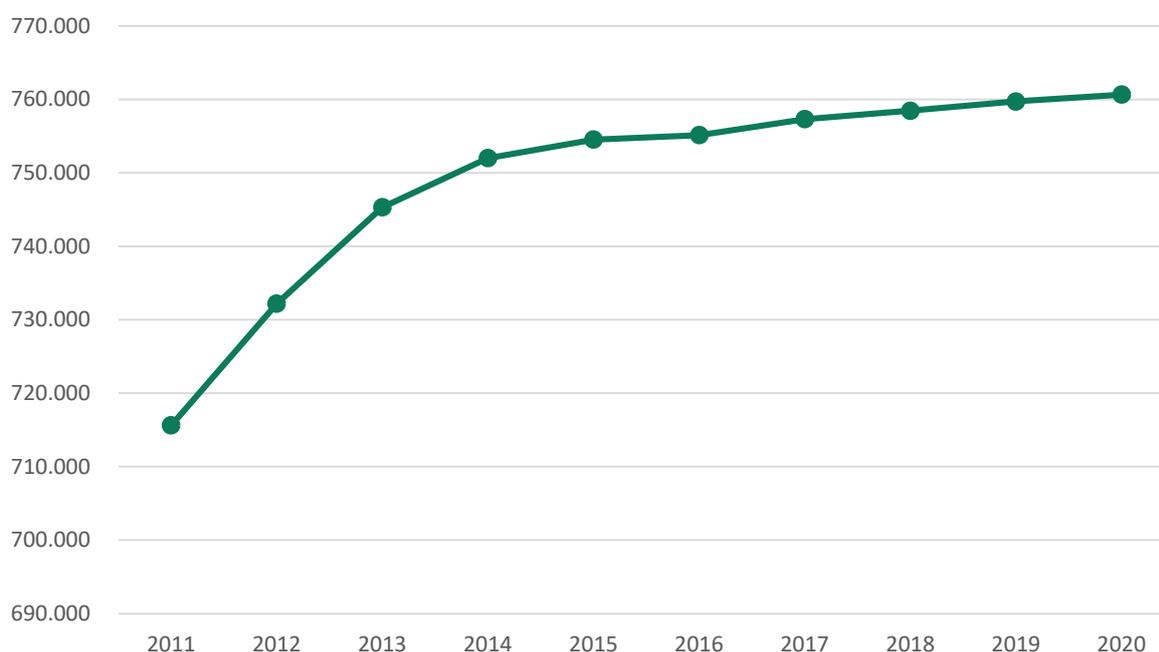


Figura 1-5: Andamento demografico nei comuni dell'area di studio nel periodo compreso tra il 2011 e il 2020 (Fonte: Banca dati Istat)

Scendendo nel dettaglio dei comportamenti demografici osservati per singolo comune, emerge chiaramente che:

- nell'intervallo tra il 2012 e il 2020 alcuni comuni dell'area di studio sono stati soggetti ad un particolare incremento della popolazione superiore rispetto alla media dell'area (pari al 4%): Granarolo dell'Emilia (+14,8%), Ozzano dell'Emilia (+7,9%) e Castenaso (+9,3%);
- nello stesso periodo, i comuni dell'area a registrare la maggiore flessione nel numero di residenti sono Argenta (-3,3%), in Provincia di Ferrara, e Alfonsine (-3,5%) in Provincia di Ravenna.

In Tabella 1-3 si riportano i principali indicatori di struttura demografica¹ dell'area di studio per gli anni 2011 e 2019. I valori riportati rappresentano le medie aritmetiche dei valori relativi ai singoli comuni dell'area.

Anno	Indice di vecchiaia	Indice di dipendenza strutturale
2011	170,4	58,7
2019	183,5	61,7

Tabella 1-3: Indicatori di struttura demografica area di studio.

Ciò che si evince in merito alle dinamiche di struttura è che:

- i comuni dell'area di studio seguono lo stesso trend demografico generale della regione e nazionale, caratterizzato da un progressivo invecchiamento della popolazione. Infatti, l'indice di vecchiaia al 2019 è superiore a quello del 2011 del 8%, mentre l'indice di dipendenza strutturale cresce nello stesso periodo del 5%.
- al 2019, l'indice di vecchiaia è dello 0,9% superiore rispetto a quello dell'intera Regione Emilia-Romagna pari a 182,6. L'indice di dipendenza strutturale risulta invece superiore del 2,7% rispetto a quello regionale (58,9).

Scendendo nel dettaglio della struttura demografica dei singoli comuni si evince chiaramente che:

- alcuni comuni presentano un indice di vecchiaia nettamente superiore alla media dell'area e questi sono: Argenta (+36%), Alfonsine (+36%), Bagnacavallo (+23%) e Bologna (+15%).
- d'altro canto, alcuni comuni sono caratterizzati da una struttura più giovane rispetto alla media dell'area per cui presentano indici di vecchiaia inferiori rispetto alla media: Castel Guelfo di Bologna (-28%), Bagnara di Romagna (-27%) e Sant'Agata sul Santerno (-22%).

Sotto il punto di vista della struttura demografica, quindi, l'area di studio è caratterizzata da una situazione di disomogeneità; alcuni comuni sono stati soggetti a notevole incremento della popolazione nell'ultimo decennio ed in parte coincidono con quelli aventi indice di vecchiaia inferiore alla media; altri, invece, sono caratterizzati da una crescita ridotta con notevole incremento degli indicatori di vecchiaia.

¹ Fonte: Atlante statistico metropolitano e Istat (per i comuni in Provincia di Ferrara). Dati aggiornati al 2019

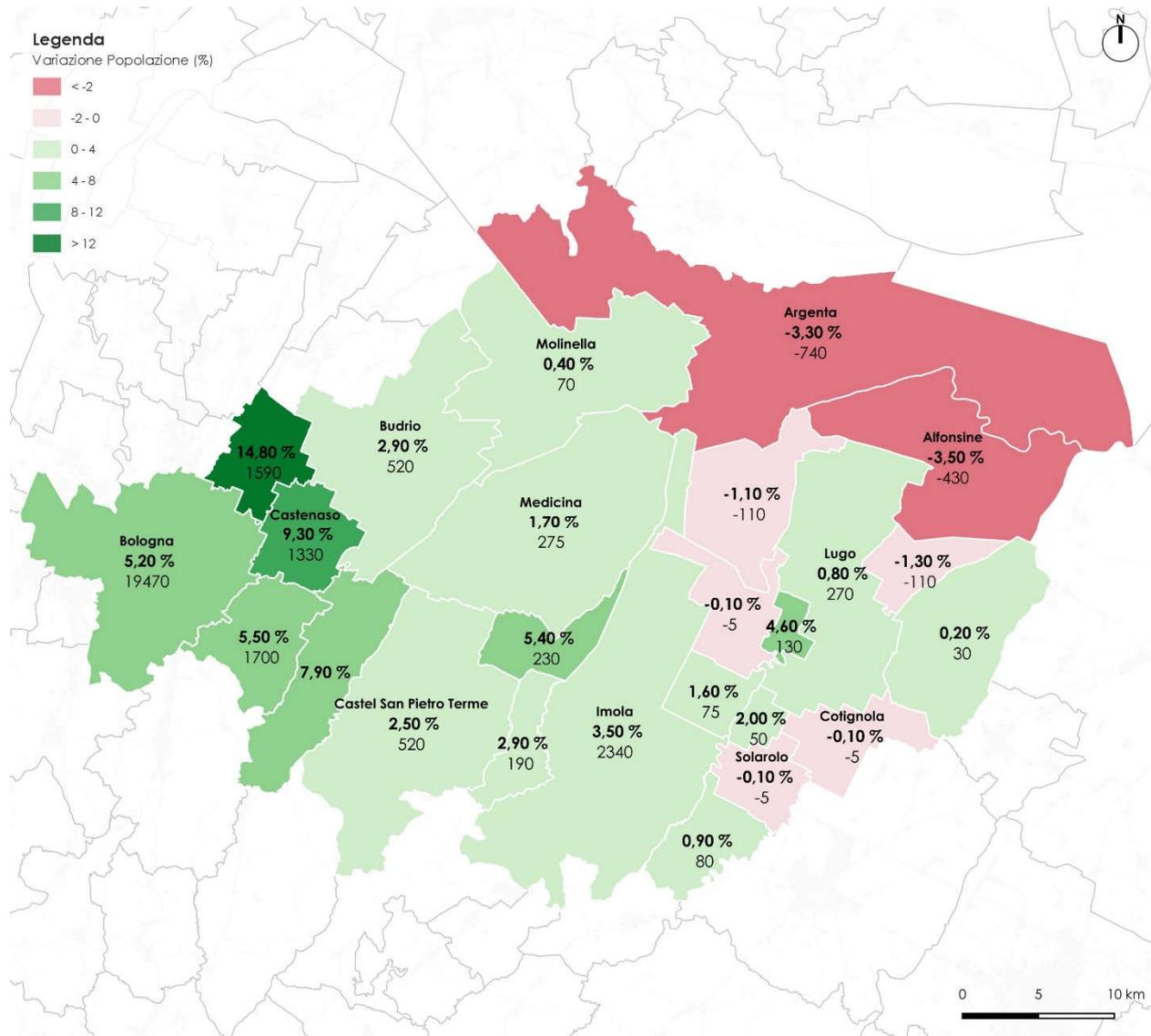


Figura 1-6: Variazione popolazione per Comune tra il 2012 e il 2020. (Fonte Banca dati Istat)

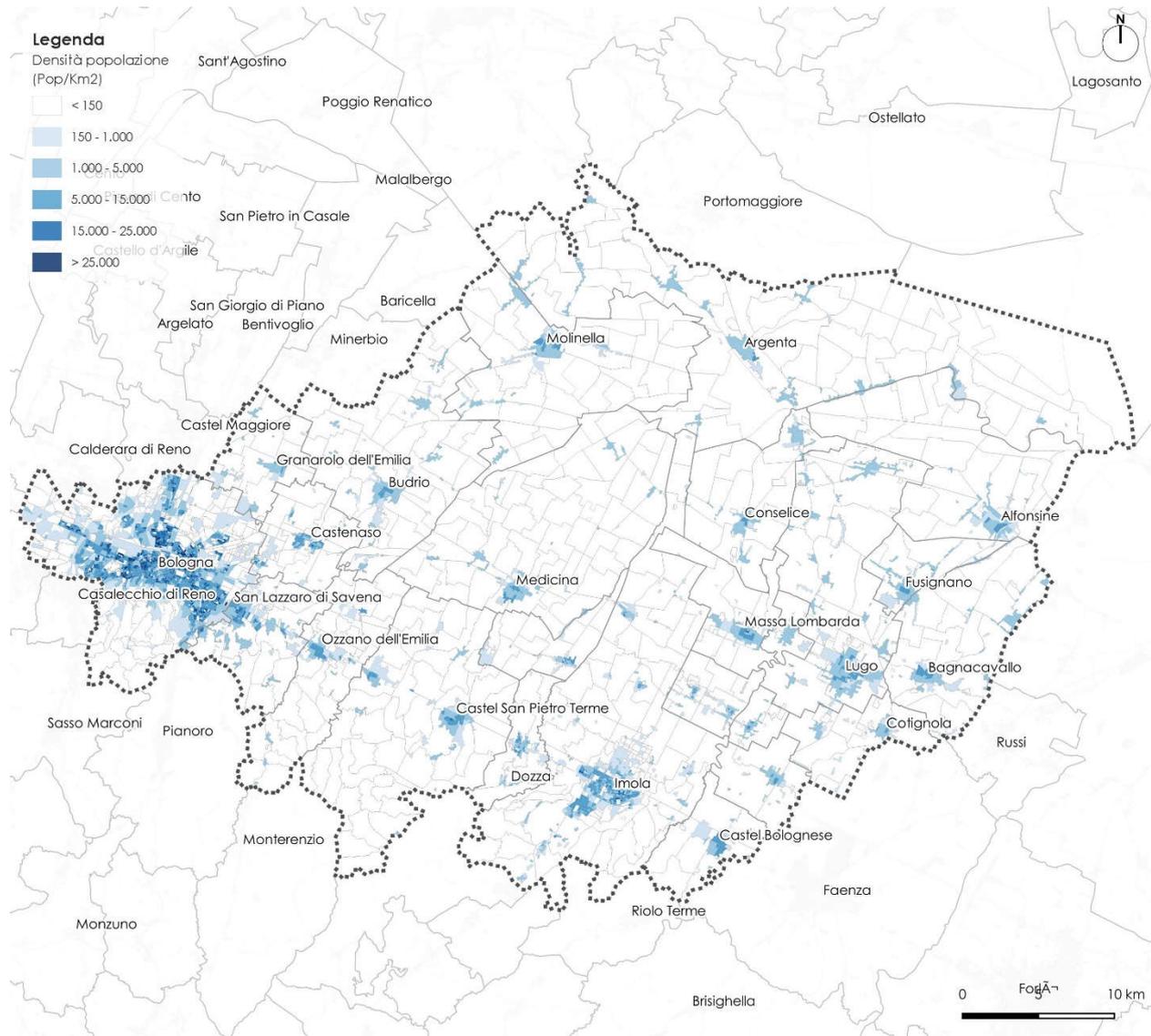


Figura 1-7: Densità popolazione (Fonte Banca dati Istat – Dati al 1 gennaio 2020)

1.3.2 Addetti e struttura economica

Nell'area di studio all'ultimo censimento dell'industria e dei servizi del 2011 si contavano complessivamente 79.570 unità locali e 329.243 addetti, secondo la distribuzione per settore e per comune riportata in Tabella 1-4.

Comune	Addetti				Unità locali		Addetti Totale	Unità locali Totale
	Altri servizi	Commercio	Industria	Altri servizi	Commercio	Industria		
Alfonsine	649	963	1.827	311	403	256	3.439	970
Argenta	1.698	2.199	1.717	513	724	397	5.614	1.634
Bagnacavallo	918	2.005	1.530	448	588	340	4.453	1.376
Bagnara di R.	112	148	306	73	71	62	566	206
Bologna	90.333	80.950	23.016	22.405	19.288	4.892	194.299	46.585
Budrio	1.862	1.812	2.115	471	647	391	5.789	1.509
Castel Bolognese	646	973	1.611	289	320	197	3.230	806
Castel Guelfo	255	1.185	1.171	107	285	150	2.611	542
Castel San Pietro	1.768	2.968	2.775	633	881	542	7.511	2.056
Castenaso	1.203	4.098	2.325	460	726	357	7.626	1.543
Conselice	519	797	1.498	215	310	230	2.814	755

Comune	Addetti				Unità locali		Addetti	Unità locali
	Altri servizi	Commercio	Industria	Altri servizi	Commercio	Industria	Totale	Totale
Cotignola	520	824	1.518	198	244	147	2.862	589
Dozza	295	710	1.156	157	225	192	2.161	574
Fusignano	317	563	1.061	170	266	211	1.941	647
Granarolo d. E.	973	4.691	3.541	322	595	355	9.205	1.272
Imola	8.836	9.975	10.240	2.466	2.496	1.279	29.051	6.241
Lugo	4.422	5.270	4.108	1.256	1.512	732	13.800	3.500
Massa Lombarda	454	823	1.319	220	346	194	2.596	760
Medicina	958	1.324	1.603	411	564	355	3.885	1.330
Molinella	969	1.630	1.646	358	545	369	4.245	1.272
Mordano	201	406	1.077	80	135	104	1.684	319
Ozzano dell'Emilia	800	1.591	3.906	375	566	387	6.297	1.328
S. Lazzaro Savena	3.492	4.922	3.155	1.189	1.444	549	11.569	3.182
S. Agata	227	396	437	80	126	84	1.060	290
Solarolo	191	398	346	94	119	71	935	284
Totale	122.618	131.621	75.004	33.301	33.426	12.843	329.243	79.570

Tabella 1-4: Addetti e unità locali per settore e comune (Fonte: censimento dell'industria e dei servizi – 2011)

Nel complesso, il peso dei diversi macrosettori è pressoché equilibrato, con una lieve superiorità quantitativa del settore del commercio, secondo la distribuzione percentuale illustrata in Figura 1-8. Il comparto della produzione industriale rappresenta nell'ambito dell'area di studio il 15% di tutte le unità locali, assorbendo il 21% degli addetti.

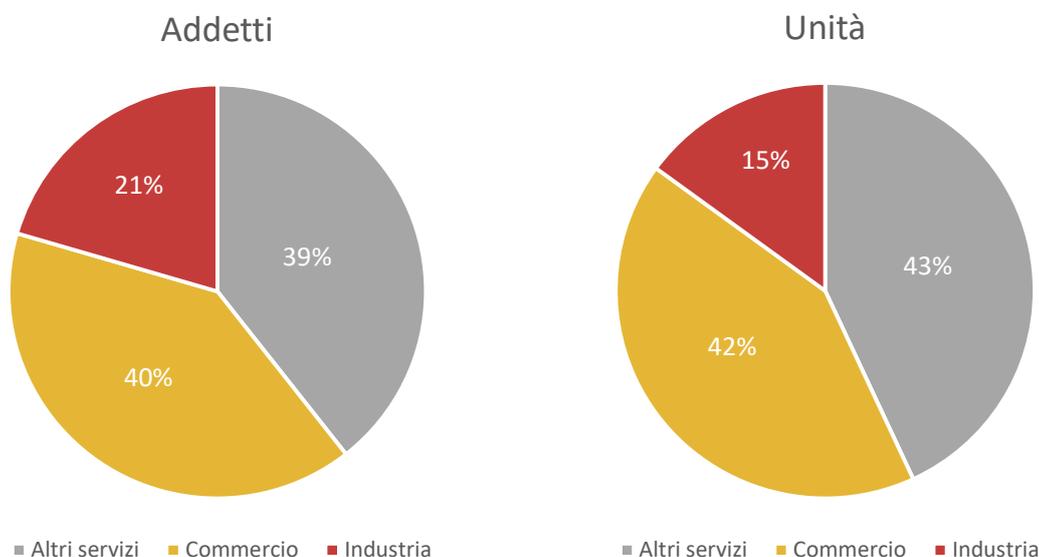


Figura 1-8: Distribuzione delle attività e degli addetti per macrosettore economico

Escludendo dall'analisi il Comune di Bologna, che per vocazione tipica di capoluogo di Provincia vede una preponderanza di attività legate ai servizi nel resto dell'area di studio le distribuzioni percentuali subiscono una netta variazione in favore del settore di produzione industriale, che passa così a ricoprire il 23% di tutte le unità locali con assorbimento del 37% degli addetti totali, a conferma della forte vocazione industriale del territorio oggetto di analisi.

A scala comunale la situazione per macrosettori, escludendo Bologna, risulta abbastanza omogenea. Di fatto in tutti i comuni il peso dell'industria si attesta al di sopra del valore medio (33% Dozza, 30% Conselice e 29% Molinella e Ozzano nell'Emilia), fatta eccezione per San Lazzaro di Savena, Imola e Lugo che hanno percentuali più basse, compensate da una maggiore prevalenza di attività nel settore del commercio.

Scendendo nel dettaglio dei gruppi di attività economica, si evince che nei comuni di Conselice e Dozza si rilevano percentuali elevate di unità locali operanti nel settore delle costruzioni (nell'ordine del 19% sul totale); nel manifatturiero

invece spiccano maggiormente Ozzano dell’Emilia e Castel Guelfo di Bologna. Nei comuni di Bologna, San Lazzaro di Savena e Imola sono maggiormente diffuse le attività legate ai servizi (Istruzione, sanità, attività professionali, amministrazione pubblica e altro). Le percentuali di unità locali ripartite per comune e gruppo di attività economica sono riportate in Tabella 1-5.

	Bologna	Budrio	Castel Guelfo di Bologna	Castel San Pietro Terme	Castenaso	Conselice	Dozza	Imola	Lugo	Massa Lombarda	Medicina	Molinella	Ozzano dell’Emilia	San Lazzaro di Savena	San’Agata sul Santerno
Agricoltura, silvicoltura e pesca	0,0%	0,7%	0,6%	0,4%	0,3%	0,8%		0,3%	0,3%	0,4%	0,9%	1,2%	0,2%	0,1%	1,0%
Alberghi, ristoranti	13,8%	13,3%	9,4%	14,2%	13,2%	10,6%	13,6%	12,9%	11,7%	11,8%	12,7%	13,1%	12,9%	12,3%	11,0%
Commercio	29,3%	28,8%	39,9%	28,5%	32,9%	28,7%	24,6%	28,6%	33,0%	30,9%	28,4%	27,0%	27,8%	33,4%	32,8%
Costruzioni	6,3%	13,5%	10,9%	13,2%	8,2%	19,6%	17,9%	11,6%	12,3%	13,8%	15,7%	16,7%	10,8%	8,5%	14,8%
Energia, acqua, rifiuti	0,2%	0,3%	1,1%	0,2%	0,3%	0,1%	0,2%	0,5%	0,4%	1,1%	0,3%	0,2%	0,1%	0,2%	
Estrazione mineraria	0,0%			0,1%				0,1%					0,1%	0,1%	
Manifatturiero	4,2%	12,4%	16,8%	13,0%	15,0%	10,9%	15,5%	8,9%	8,6%	11,7%	11,0%	12,3%	18,3%	8,7%	14,1%
Servizi	43,3%	26,4%	16,6%	25,3%	25,1%	23,3%	22,5%	34,2%	30,4%	24,3%	26,0%	22,6%	23,9%	33,1%	20,7%
Trasporti	2,8%	4,6%	4,8%	5,1%	5,0%	6,0%	5,7%	3,0%	3,2%	5,9%	5,0%	7,0%	6,0%	3,7%	5,5%

Tabella 1-5: Distribuzione delle unità locali per comune e gruppo di attività economica. (Fonte: Censimento industria e servizi – 2011)

Il territorio dell’area di studio ospita numerose zone industriali ed artigianali. Sull’asse stradale San Vitale si trovano, infatti, un importante polo industriale in località Fossatone (Comune di Medicina) ed altre due zone industriali minori, Canaletti e Prunaro; tra Medicina e Castel San Pietro lungo la SP19 è invece localizzata la zona industriale di Cà Bianca. All’interno del comune di Ozzano dell’Emilia si trova la zona industriale di Quaderna, situata lungo la SP48, infrastruttura che si innesta direttamente sulla San Vitale. All’interno del Comune di Budrio, sempre su una strada provinciale che si connette alla San Vitale, si trova la zona industriale di Cento.

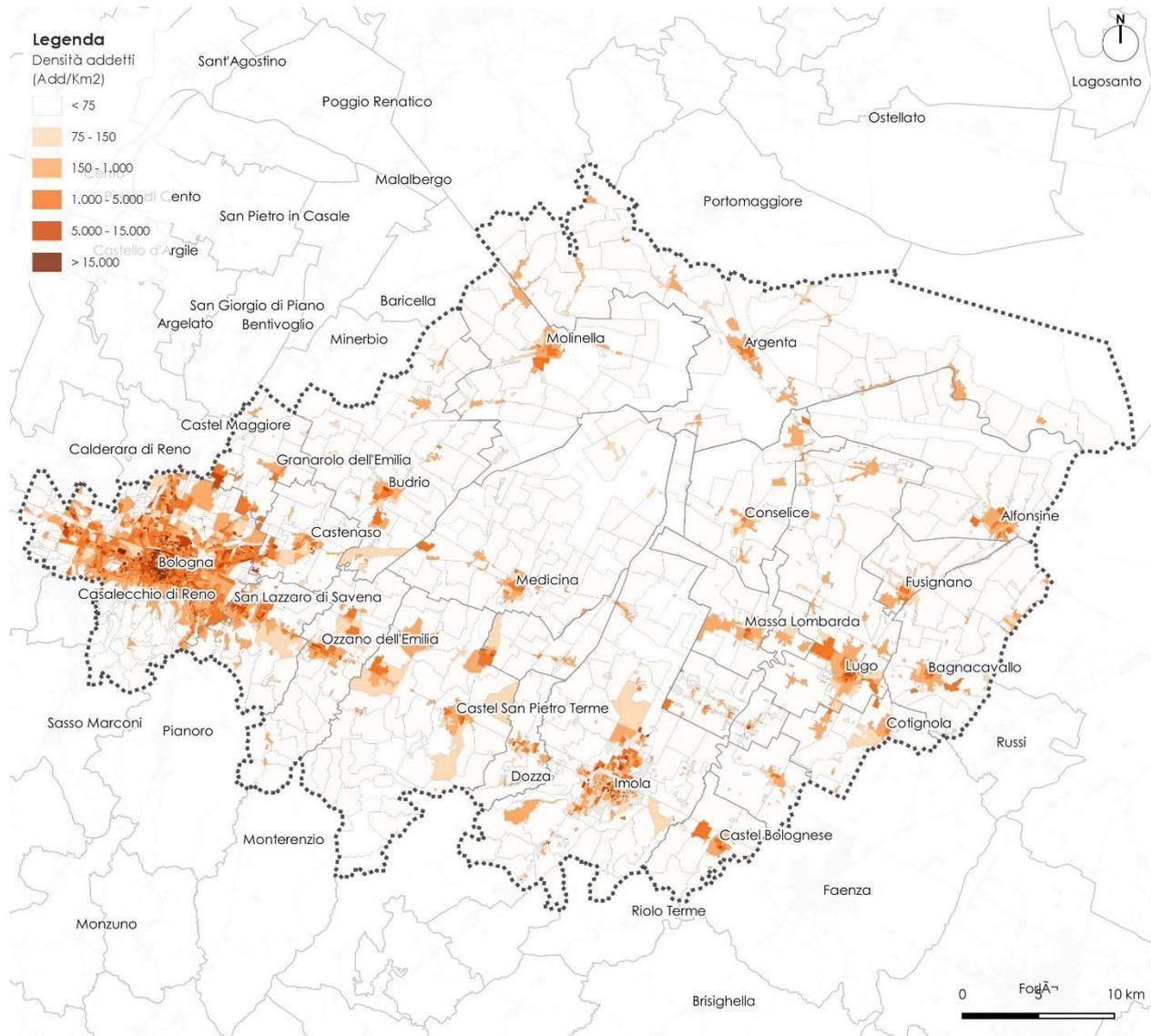


Figura 1-9: Densità addetti (Fonte: Censimento industria e servizi 2011)

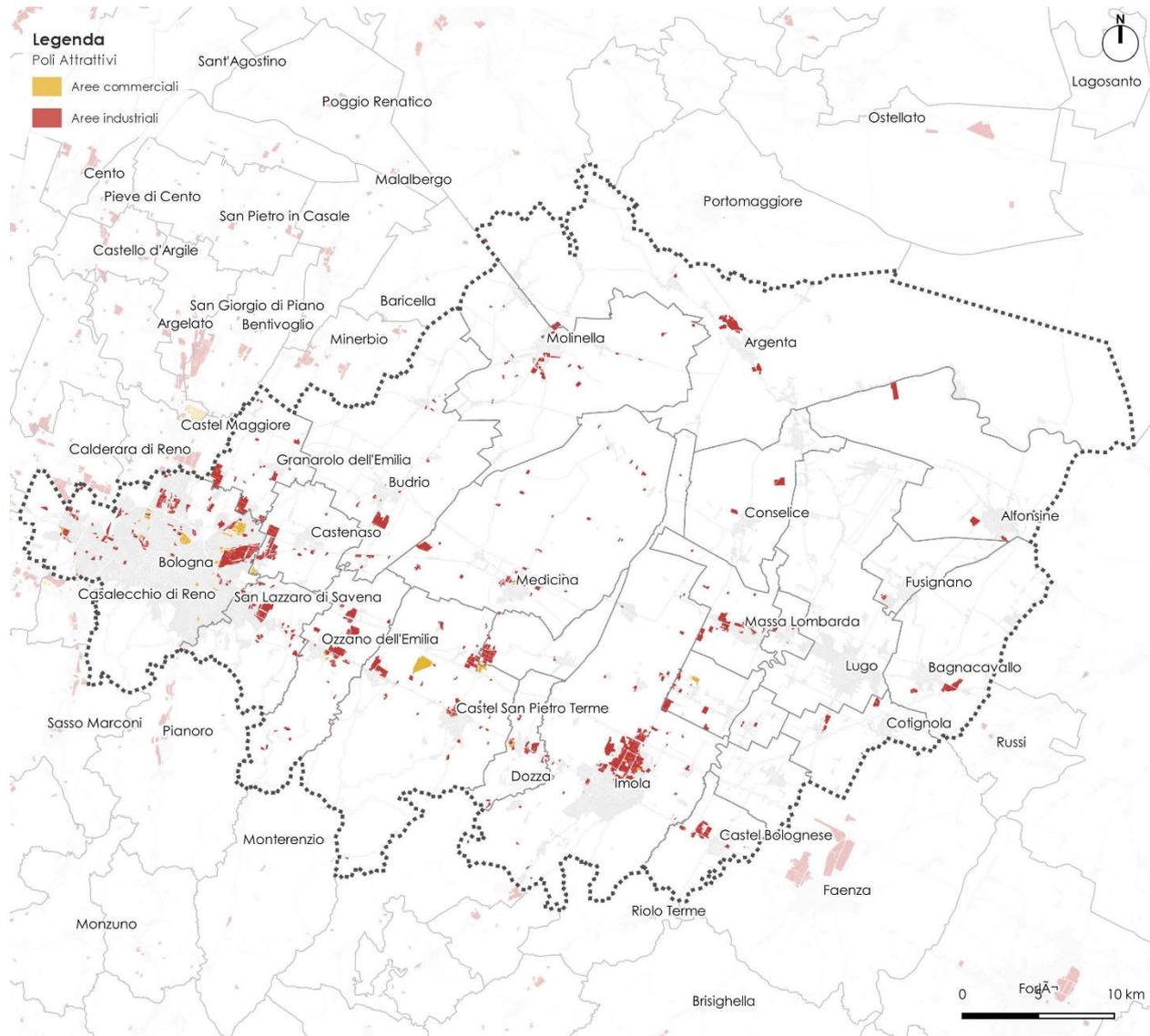


Figura 1-10: Principali insediamenti industriali e commerciali

1.4 Il sistema di offerta

In questo paragrafo vengono descritte le caratteristiche delle diverse componenti di offerta di trasporto presenti nell'area di studio. Trattandosi di un progetto di ambito extra-urbano sono tenute in considerazione le infrastrutture stradali ed i servizi di trasporto pubblico afferenti alla mobilità di medio e lungo raggio, senza scendere nel dettaglio delle singole peculiarità di ogni comune dell'area, a meno di realtà che possano risultare di particolare interesse in quanto direttamente di interesse per il corridoio Metrobus oggetto di studio.

1.4.1 Trasporto privato

L'area di studio è servita da una rete stradale composta da infrastrutture di diverso livello gerarchico: autostrada, extraurbane principali e strade locali.

L'Autostrada A14 "Adriatica" Bologna-Taranto attraversa l'area di studio a sud della direttrice San Vitale (che vi corre parallelamente) dividendola orizzontalmente in due porzioni. La A14 transita in prossimità dei comuni di Castel San Pietro Terme (svincolo vicino alla Zona Industriale Cà Bianca), Ozzano nell'Emilia (svincolo in prossimità della Zona Industriale Quaderna) e San Lazzaro di Savena (svincolo in località Idice).

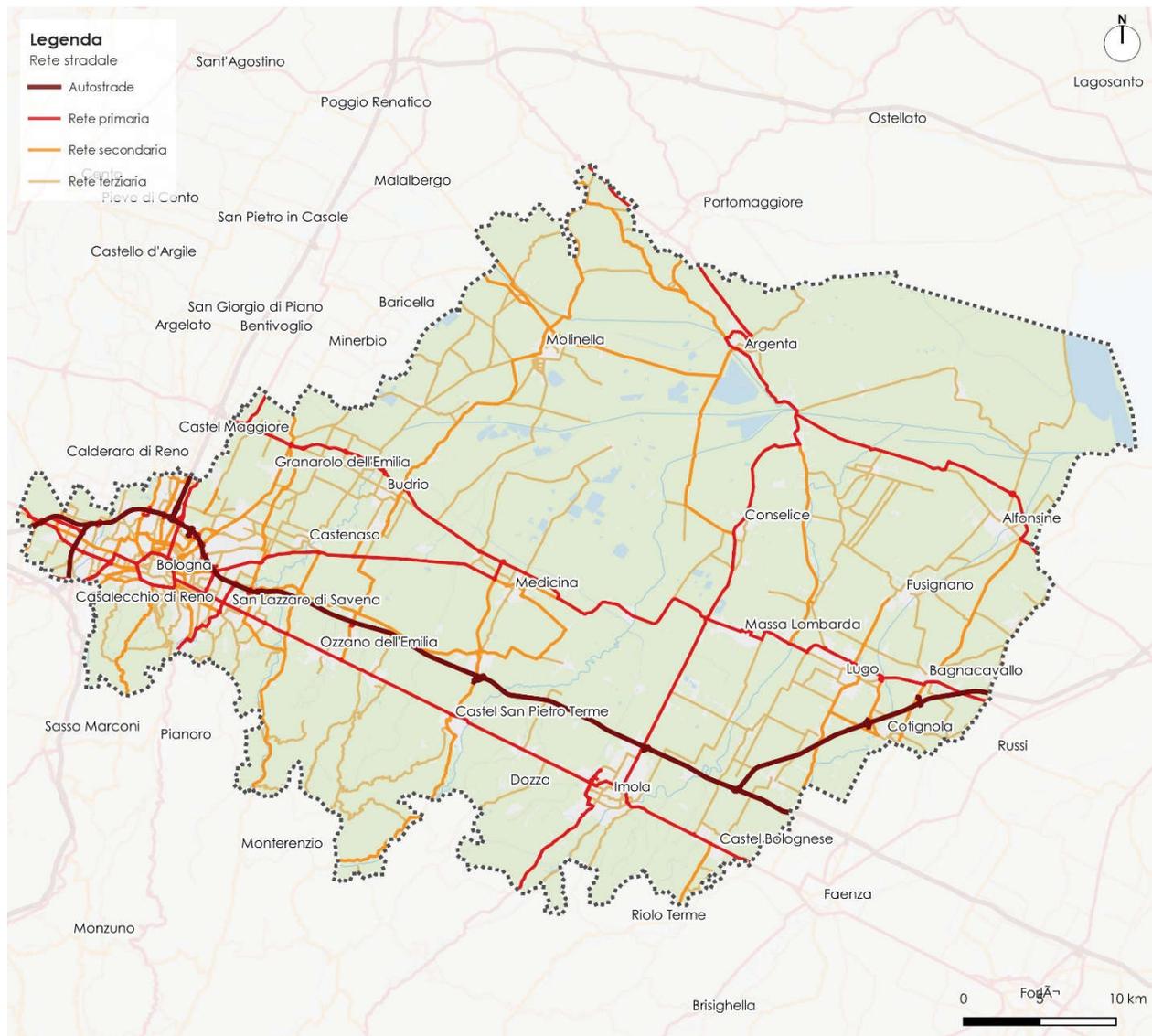


Figura 1-11: Rete stradale attualmente a servizio dell'area di studio

Il secondo livello gerarchico è rappresentato dalle seguenti arterie:

- *SP253 - via San Vitale*, sede del corridoio Metrobus oggetto di studio; è un collegamento interprovinciale che collega Ravenna con Bologna, transitando per Lugo, Massa Lombarda e Medicina. La via San Vitale termina dentro Bologna in località Massarenti, dove si interseca con l'Autostrada A14 Adriatica; qui procede come Via Massarenti e poi nuovamente come via San Vitale fino al Centro storico del capoluogo. La piattaforma stradale della SP253 San Vitale nella tratta di interesse è a carreggiata unica con una corsia per senso di marcia. Le intersezioni con le altre strade sono tutte a raso. Lungo il percorso sono presenti quattro rotonde, le prime due in prossimità del centro abitato di Medicina, una in coincidenza dello svincolo per Castenaso e l'altra dentro Villanova;
- la *SP3- Trasversale di Pianura*, che si dirama dalla San Vitale prima di arrivare a Medicina, provenendo da est, nel tratto di nuova realizzazione tra Budrio e Ramello. È una strada principale di collegamento intercomunale tra i comuni del quadrante Est della Città metropolitana di Bologna e quelli del quadrante Nord Ovest. Questa strada interseca sia la statale via Ferrarese che l'autostrada A13, consentendo l'accesso alla rete stradale primaria;
- la *SS9 - via Emilia*, di collegamento interregionale, è una delle arterie principali della Regione Emilia-Romagna e va da Rimini a San Giuliano Milanese. All'interno dell'area di studio la via Emilia collega i centri abitati di Castel San Pietro Terme, Osteria Grande, Ozzano dell'Emilia e San Lazzaro di Savena, immettendosi infine a Bologna con il nome di Via Mazzini.

Le altre strade sono a servizio degli spostamenti intercomunali, oppure di tipo locale, utilizzate per gli spostamenti di distribuzione interna. Tra le provinciali di maggiore interesse se ne citano di seguito alcune che fungono da connessioni trasversali nord-sud tra la San Vitale e la via Emilia, formando una rete a pettine:

- la SP19, che collega in direzione Nord-Sud la SP253 - San Vitale con la SS9 - via Emilia, partendo da Località La Fabbrica (poco fuori Medicina) e attraversando la zona industriale Cà Bianca e il centro abitato di Castel San Pietro Terme;
- la SP48 e la SP6 che si allacciano alla San Vitale collegando le località a sud di essa con quelle a nord all'altezza di Budrio e Ozzano. In particolare, la SP48, si estende verso sud raggiungendo le località di Ponte Rizzoli, Zona Industriale Quaderna e Ozzano nell'Emilia mentre la SP6 parte dalla San Vitale e transita per la Zona industriale di Cento, attraversando poi Budrio e riconnettendosi alla SP3 - Trasversale di pianura.
- la SP31 connette tra loro le località dell'area di studio a Sud della San Vitale; parte da Castel Guelfo e termina a San Lazzaro di Savena dove si connette all'autostrada A14. Le principali località attraversate sono Cà Bianca e Ponte Rizzoli.

1.4.2 Trasporto pubblico

L'area di studio è servita solo parzialmente dal **trasporto pubblico ferroviario**. Le due linee che attraversano il territorio sono infatti localizzate ai confini sud e ovest dello stesso, lasciando scoperte le località situate internamente. Proprio dall'assenza della ferrovia su questo spicchio di territorio, nasce l'esigenza di offrire un servizio di trasporto rapido di massa quale il Metrobus che colleghi l'area di studio al capoluogo.

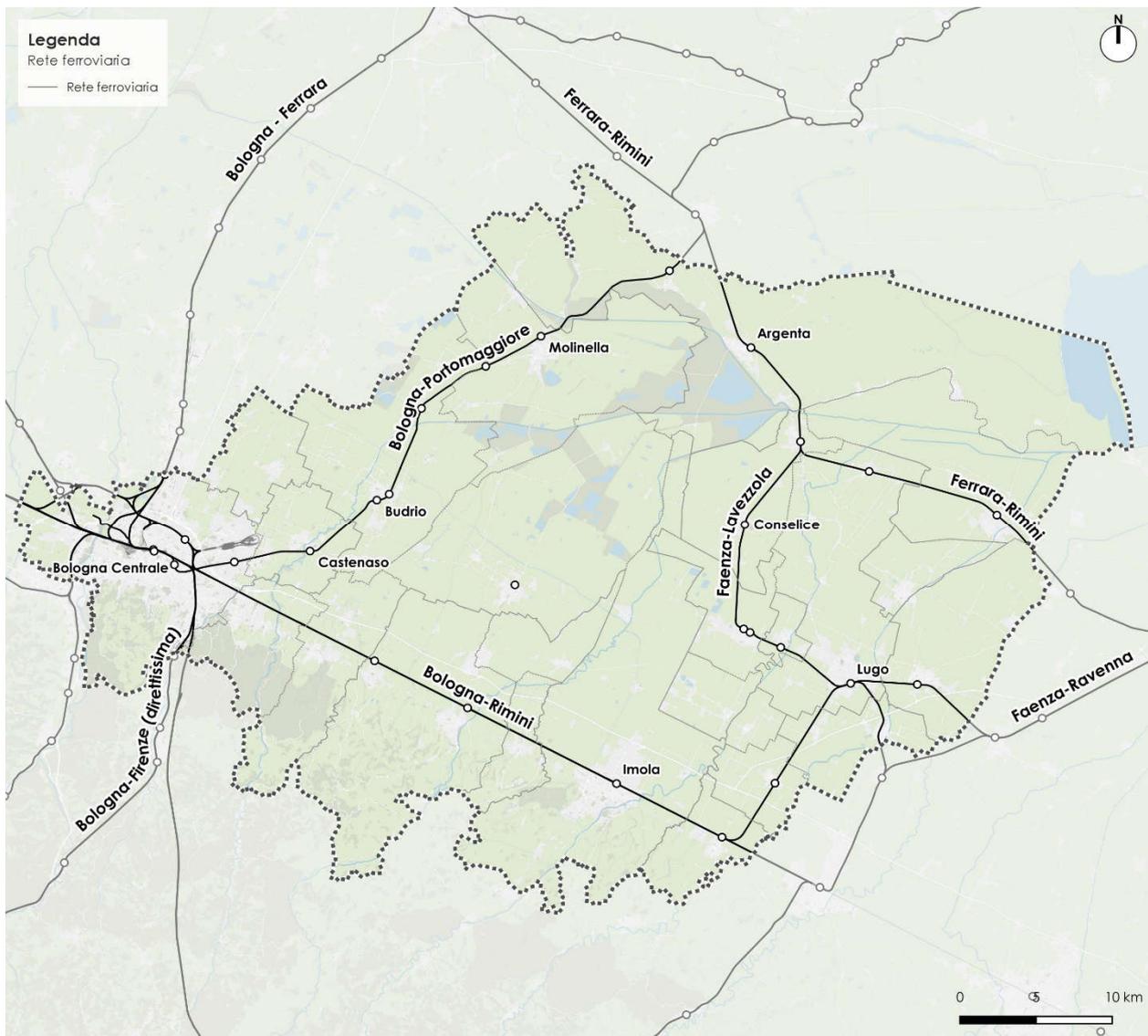


Figura 1-12: Direttrici ferroviarie attualmente a servizio dell'area di studio

Le due linee ferroviarie citate sono la Portomaggiore-Bologna (S2B del Servizio Ferroviario Metropolitano) e la Imola-Bologna (S4B). Le suddette linee dividono pertanto l'area di studio in diversi settori:

- il settore interno che comprende i comuni di Medicina e Castel Guelfo di Bologna, ed altre località sull'asse San Vitale, i quali non sono direttamente serviti da trasporto ferroviario;
- il settore Nord-Est che comprende i comuni serviti dalla linea ferroviaria S2B Portomaggiore-Bologna, Castenaso, Budrio, Molinella;
- il settore Sud-Est che comprende i comuni serviti dalla linea ferroviaria S4B Ferrara-Imola San Lazzaro di Savena, Ozzano dell'Emilia, Castel San Pietro Terme e Imola.

L'area è servita, inoltre, da **autolinee su gomma** che espletano collegamenti extra-comunali, il cui gestore è TPer. Per questo studio è stato isolato dall'insieme dei servizi su gomma della Città metropolitana di Bologna un insieme di **20 autolinee**, di cui 2 linee sub-urbane e 18 extraurbane. La selezione è stata condotta considerando come criterio necessario l'intersezione con il corridoio del Metrobus, individuando quindi quelle in arrivo a Medicina o passanti lungo la SP253 San Vitale nel tratto di interesse. È stata inclusa anche la linea 132, che, pur non transitando attualmente per la SP253 San Vitale, potrebbe essere prolungata in fase di riorganizzazione della rete, in modo da fare adduzione al Metrobus e alla località di Ponte Rizzoli (Zona industriale). Dalle analisi seguenti è stata esclusa la linea 89 in quanto caratterizzata da un servizio prettamente a carattere urbano e suburbano, che impatta solo parzialmente sul corridoio San Vitale.

L'insieme selezionato dunque potrà subire variazioni in termini di passeggeri o essere soggetto a riorganizzazione dovuta all'inserimento di un corridoio ad alta frequenza. È opportuno precisare che, sebbene si tratti di linee che possono interagire perché insistono sul corridoio o come adduzione o in sovrapposizione, non è detto che tutte saranno necessariamente soggette a modifiche.

Tipologia	Linea	Nome
Extra-urbane	116	Medicina Castelguelfo - Castel San Pietro Terme
	117	Linea 116 AGI: Medicina - Castel San Pietro Terme
	132	Ponte Rizzoli - Ozzano Galvani
	156	Imola Autostazione - Castel Guelfo di Bologna
	157	Linea AGI: Imola - Castel Guelfo - Medicina
	200	Linea AGI: Medicina-Bologna
	205	Linea AGI: Bologna - Castel Guelfo
	206	Bologna - Sesto Imolese - Massa Lombarda - Lugo
	211	Linea AGI: Bologna - Budrio - Medicina
	213	Linea AGI: Bologna - Budrio - Medicina (via San Donato)
	242	Linea AGI: Notturmo Sabato Bologna - Budrio - Molinella
	243	Linea AGI: Bologna - Budrio - Molinella - Marmorta
	247	Imola - Alberino
	248	Linea AGI: Medicina - Castel San Pietro Terme
	256	Medicina - Conselice - Longastrino
	257	Bologna - Argenta
	273	Linea AGI: Bologna - Budrio - Ospitale Monacale
	299	Linea 99 AGI: Bologna - Medicina - Lugo ²
Sub-urbane	89	Cà dell' Orbo - Villanova - Ospedale S. Orsola - Bologna - Casalecchio di Reno - San Biagio
	99	Bologna – Medicina - Lugo

Tabella 1-6: Elenco delle linee selezionate per lo studio

Secondo la programmazione del giorno feriale medio nel periodo scolastico³, l'insieme di queste linee è articolato in un totale di 204 corse giornaliere e sviluppa quotidianamente un monte chilometri di circa 5.800 bus*km circa. Il sabato il numero di corse scende a 158 con circa 4.300 bus*km di produzione, mentre domenica e festivi è attiva solo la linea 99,

² La linea 299 e la linea 99 coincidono, a meno del gestore che, nel primo caso è Autoguidovie. Per questo motivo, a parità di percorsi, sono classificate con codici diversi nei GTFS. Da questo momento in poi si farà riferimento alla linea 99 (nome della linea al pubblico).

³ GTFS TPer Luglio-Dicembre 2020

con 36 corse in totale e 1.000 bus*km prodotti. Durante il periodo non scolastico, invece, la produzione del giorno feriale medio si riduce di circa il 20%, attestando il numero delle corse complessive a 151 per un totale di circa 4.500 bus*km.

Le linee 116, 117, 156 e 213 sono attive solo nel periodo scolastico, mentre le altre sono attive sia nel periodo scolastico che in quello estivo.

Gruppo frequenza	Linea	N. corse/giorno
Alta	Linea 99	68
	Linea 206	15
Media	Linea 211	18
	Linea 273	29
	Linea 247	17
	Linea 243	10
	Linea 257	8
Bassa	Linea 132	6
	Linea 157	6
	Linea 156	5
	Linea 213	5
	Linea 248	5
	Linea 256	5
	Linea 116	4
	Linea 205	2
	Linea 117	1
	Linea 200	1

Tabella 1-7: Raggruppamento delle linee per gruppo di frequenza

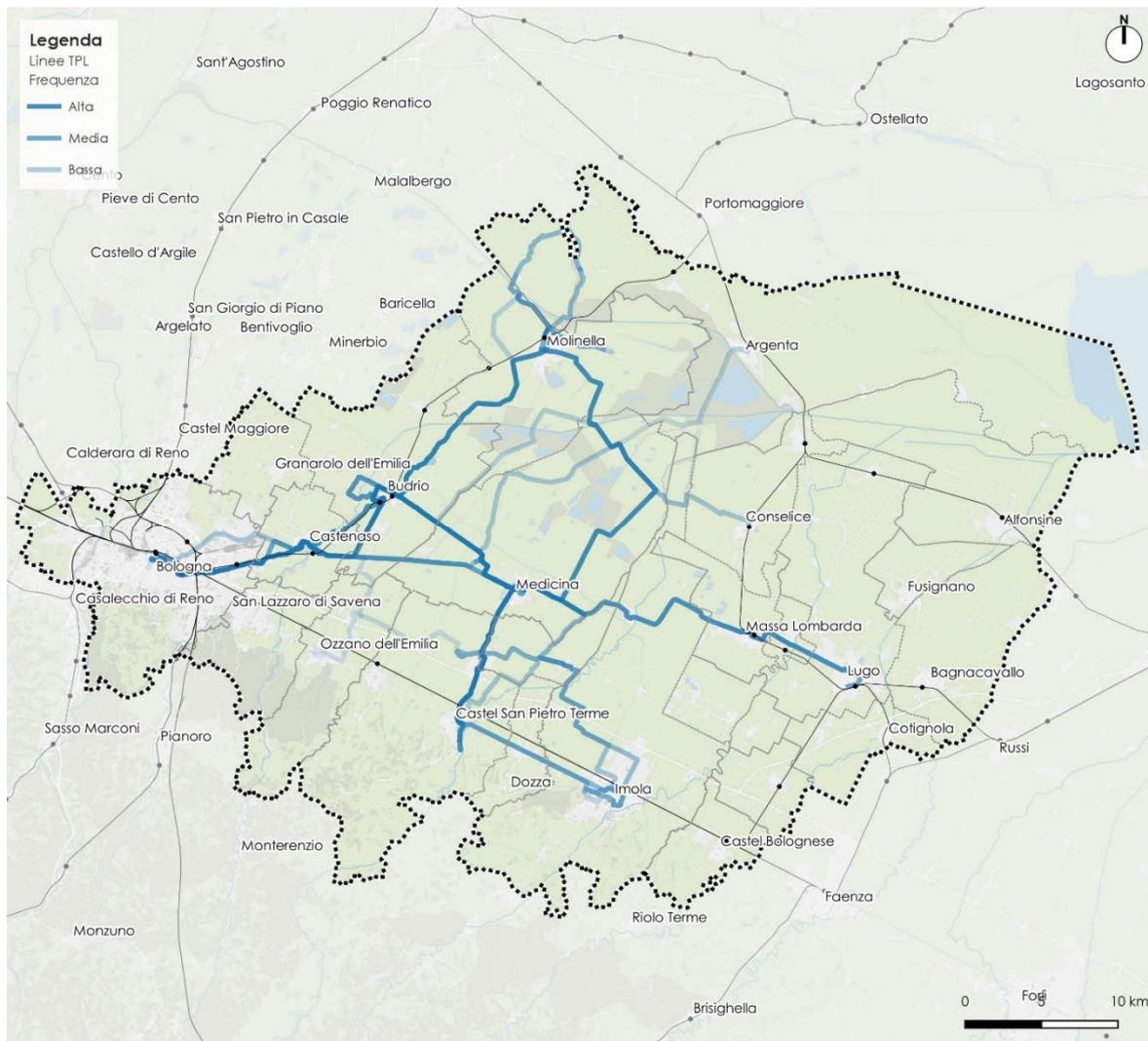


Figura 1-13: Classificazione delle autolinee in funzione della frequenza giornaliera di un giorno feriale medio invernale (Fonte: GTFS TPer Luglio-Dicembre 2020)

Al fine di individuare eventuali corridoi forti ed una gerarchizzazione dei servizi, è stato eseguito un raggruppamento delle linee a seconda del numero di corse giornaliere programmate, suddividendo in tre gruppi differenti, da quello contenente le linee a più alta frequenza a quello con linee che prevedono meno di 5 partenze giornaliere, quindi con frequenza molto bassa.

Le linee a frequenza più elevata, considerando la somma su entrambe le direzioni di andata e ritorno, sono la linea 99 (Medicina – Bologna), che nel periodo scolastico prevede 69 partenze giornaliere, e la linea 206 (Lugo – Medicina – Bologna) con 27 partenze giornaliere.

Analizzando le caratteristiche del servizio durante un giorno feriale medio invernale, le linee di corridoio San Vitale presentano un andamento piuttosto differente nelle due direzioni di marcia; infatti, in direzione del capoluogo si registra una netta prevalenza di corse durante le fasce di punta mattutine (oltre il 25% delle corse giornaliere) mentre in uscita la distribuzione è piuttosto equa durante tutto l'arco della giornata, fatta eccezione per i picchi in concomitanza con l'uscita dalle scuole e con la punta pomeridiana.

Per quanto riguarda, invece, i collegamenti tra i comuni dell'area di studio, l'andamento del servizio è praticamente concentrato solo durante le fasce di punta (mattina, mezzogiorno e sera) e con valori piuttosto contenuti.

Dalla rappresentazione dei servizi su mappa si evince che allo stato attuale non è presente gerarchizzazione funzionale rispetto ad un corridoio, la rete è infatti organizzata con tre tipologie di linee:

- linee di collegamento con Bologna con percorsi sull'asse Lugo-Medicina-Bologna Via San Vitale, con corse prevalentemente concentrate nelle ore mattutine;
- linee con funzione sia di raccolta/distribuzione in alcuni comuni e poi collegamento con Bologna;

- linee a servizio dei collegamenti Intercomunali del bacino di studio.

Si riportano in Tabella 1-8 le linee classificate sulla base della tipologia di collegamento svolto.

Gruppo	Linea	Descrizione
Gruppo A: Corridoio San Vitale	99	Bologna - Medicina - Lugo
	200	Linea AGI: Medicina-Bologna
	206	Bologna - Sesto Imolese - Massa Lombarda - Lugo
	299	Linea 99 AGI: Bologna - Medicina - Lugo
Gruppo B: distribuzione e collegamento con Bologna	205	Linea AGI: Bologna - Castel Guelfo
	211	Linea AGI: Bologna - Budrio - Medicina
	213	Linea AGI: Bologna - Budrio - Medicina (via San Donato)
	243	Linea AGI: Bologna - Budrio - Molinella - Marmorta
	257	Bologna - Argenta
	273	Linea AGI: Bologna - Budrio - Ospitale Monacale
Gruppo C: collegamenti Intercomunali nel bacino	116	Medicina Castelfelfo - Castel San Pietro Terme
	117	Linea 116 AGI: Medicina - Castel San Pietro Terme
	132	Ponte Rizzoli - Ozzano Galvani
	156	Imola Autostazione - Castel Guelfo di Bologna
	157	Linea AGI: Imola - Castel Guelfo - Medicina
	247	Imola - Alberino
	248	Linea AGI: Medicina - Castel San Pietro Terme
	256	Medicina - Conselice - Longastrino

Tabella 1-8: Classificazione delle linee per tipologia di adduzione

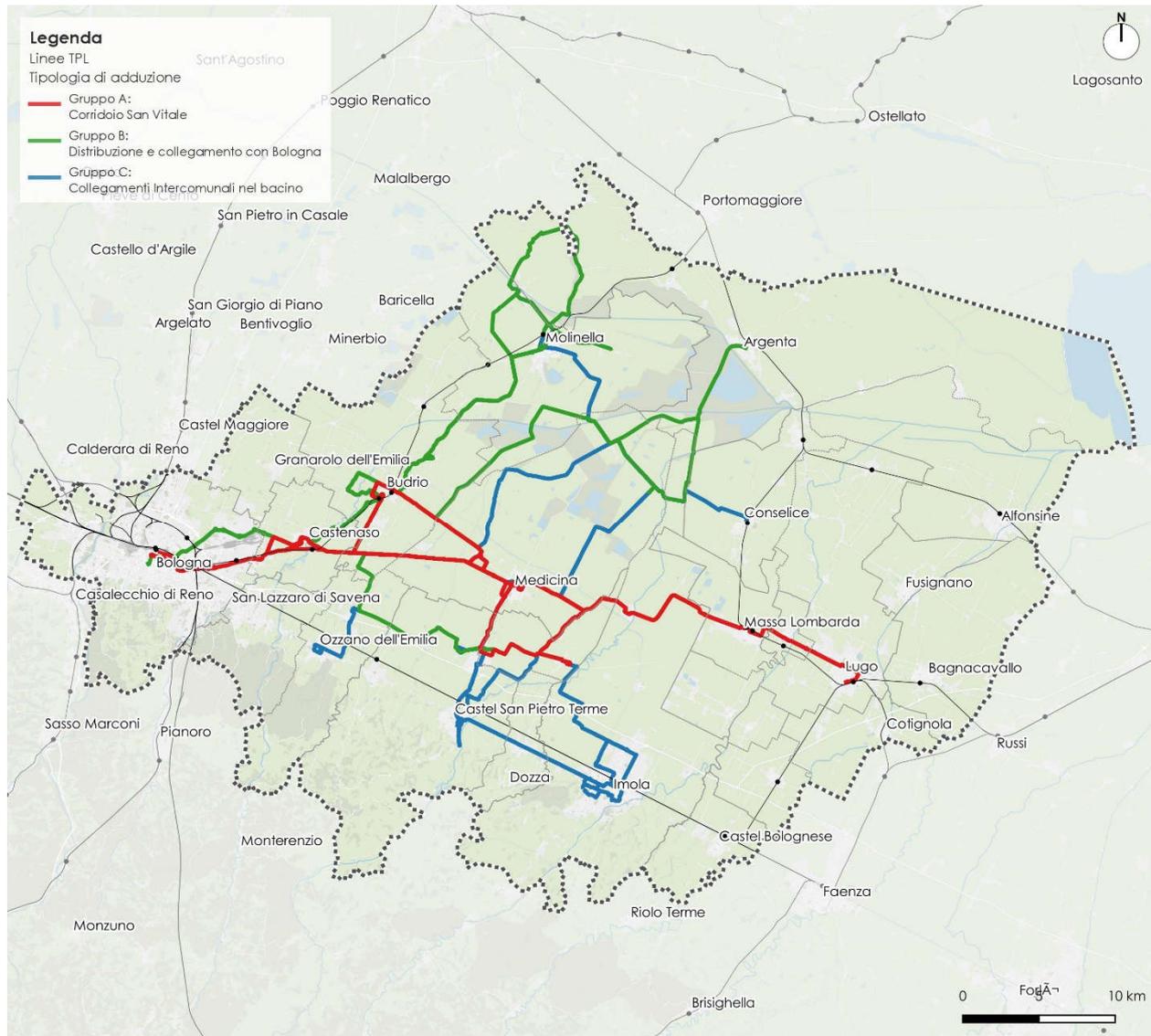


Figura 1-14: Classificazione delle autolinee per tipologia di adduzione

Va infine specificato che i percorsi delle linee che attualmente fanno adduzione a Bologna e che transitano per la San Vitale sono sovrapposti, completamente o parzialmente, con il tracciato del Metrobus. In particolare, **la linea 200 e la Linea 99 risultano in completa sovrapposizione: infatti la prima ricalca esattamente il percorso del Metrobus** mentre alcune corse della seconda transitano per Castel Guelfo, Castenaso, Budrio e Località Villa Fontana.

1.4.3 Altre modalità

Nell'area di studio sono attualmente presenti diverse piste ciclabili, riportate di seguito in elenco⁴:

- l'anello Budrio-Castenaso, un percorso ciclabile che connette questi due comuni e San Lazzaro di Savena in località Mirandola. Il percorso transita nei centri abitati di Budrio e di Castenaso ed attraversa la San Vitale, potrebbe dunque essere potenzialmente utilizzato per fare adduzione al servizio Metrobus.
- percorso ciclabile Medicina-Villa Fontana, che connette i due centri partendo dalla prima rotatoria di intersezione tra la San Vitale e via del Piano terminando all'ingresso di Villa Fontana;
- percorso Ozzano dell'Emilia – Ferrara, che connette questi due comuni passando per Budrio e Molinella. Il percorso attraversa la San Vitale in coincidenza della località Prunaro per poi proseguire su via Riccardina dentro Budrio, Località Mezzolara, Alberino e sulla SP5 verso Ferrara.

Per quanto alla mobilità ciclabile il PUMS, attraverso il documento del Biciplan, punta alla definizione di una rete ciclabile sia in ambito comunale che per le connessioni tra l'ambito urbano del capoluogo ed i comuni di prima cintura. Nel Biciplan

⁴ Fonte: <https://www.piste-ciclabili.com/provincia-bologna>

Metropolitano viene considerata sia la rete ciclabile per la mobilità quotidiana, distinta in “Rete strategica” e “Rete Integrativa”, sia la rete cicloturistica. Nell’ambito dell’area di studio la rete strategica prevede:

- l’itinerario strategico N. 9 San Vitale – Zenzalino (Bologna – Molinella);
- l’itinerario B Castel Maggiore – Medicina;
- l’itinerario C Persicetana-Eurovelo 7 (da Medicina a Castel S. Pietro).

1.5 Il sistema di domanda

1.5.1 Le fonti dati

Le stime inerenti alla domanda di mobilità sono state eseguite utilizzando diverse tipologie di dati. Ciascuna fonte è stata selezionata per estrarre le informazioni che meglio essa riesce a riprodurre, per le sue caratteristiche in termini di ambito di analisi e struttura.

In Figura 1-15 è riportata in modo sintetico l’analisi benchmark delle diverse possibili fonti di dati sulla domanda di mobilità. Le caratteristiche di ogni fonte sono descritte assegnando un punteggio variabile tra un minimo di uno ad un massimo di cinque pallini. Così, ad esempio, è evidente che, sebbene la matrice del pendolarismo ISTAT sia esaustiva per numerosità del campione (perché dedotta da censimento sull’intera popolazione), la stessa fonte pecca per completezza di informazioni, in quanto considera i soli spostamenti sistematici per studio o lavoro, per aggiornamento (ogni 10 anni) e così via.

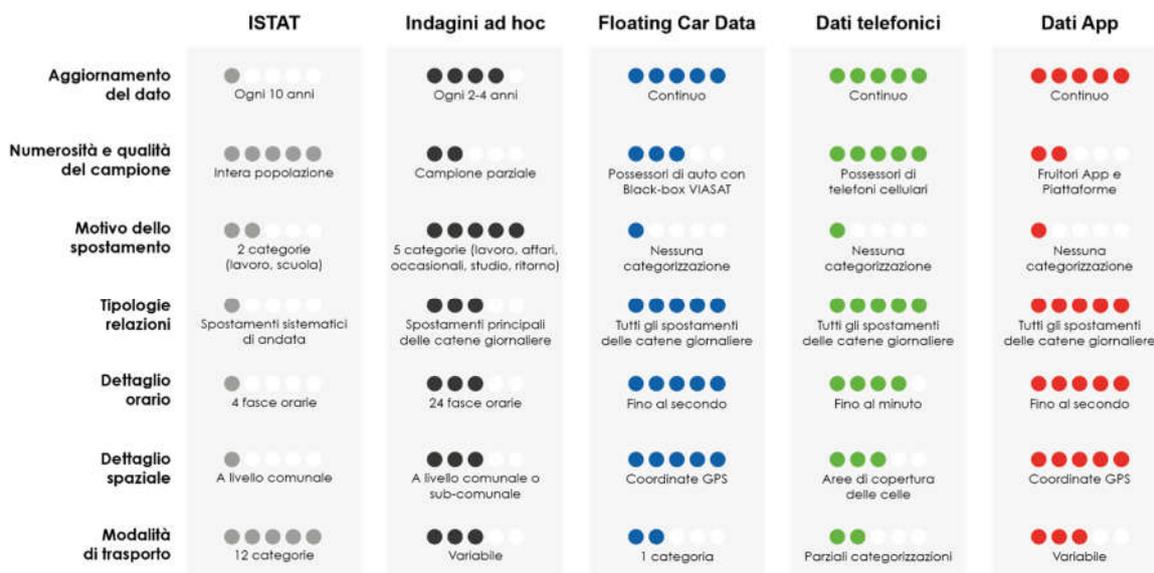


Figura 1-15: Analisi benchmark delle diverse possibili fonti di dati sulla domanda di mobilità

Le fonti dati che saranno utilizzate per l’analisi della domanda di mobilità in questo quadro conoscitivo sono:

- “L’Indagine sulle abitudini di mobilità presso la popolazione della provincia di Bologna” eseguita nel 2016 ed utilizzata anche per la redazione del PUMS della Città metropolitana di Bologna (categoria Indagini ad hoc nell’analisi benchmark);
- i Floating Car Data estratti nell’ambito dell’area di studio.

Prima di illustrare i risultati estratti dall’analisi di queste fonti (paragrafi 1.5.2 e 1.5.3), si ritiene necessario riportare per ciascuna una breve descrizione, seguendo lo schema del benchmark in Figura 1-15.

Indagine PUMS

L’“Indagine sulle abitudini di mobilità presso la popolazione della provincia di Bologna” (in seguito anche “Indagine PUMS”) si basa su una rilevazione avvenuta nel periodo compreso tra il 26 gennaio e il 26 febbraio 2016. Le interviste sono state svolte utilizzando un questionario semi-strutturato, realizzato in versione informatica per la somministrazione CATI (Computer Assisted Telephone Interviewing). Il target di indagine è stato costituito da cittadini residenti, in età compresa tra 14 e 85 anni.

L’area di studio analizzata è l’intera Città metropolitana di Bologna (835.955 residenti), all’interno della quale sono stati rilevati 2.401.195 spostamenti (valore espanso) nel giorno medio feriale. Il numero complessivo di interviste effettuate è di 5.500 con circa 15.800 spostamenti rilevati in fase di intervista. Il tasso di campionamento medio rispetto alla

popolazione residente è dello 0,66%. All'interno dell'area di studio, considerando gli spostamenti che vi hanno almeno origine o destinazione, si hanno 3.671 interviste (compresa Bologna) su una popolazione residente di 683.084 abitanti, con un campionamento medio pari allo 0,54%.

L'indagine esamina tutti gli spostamenti effettuati durante la giornata per ogni intervistato, consentendo quindi di ricostruire le catene di spostamenti. Per ogni spostamento restituisce le informazioni sul modo e sul motivo, distinguendo 11 diversi mezzi e tra 11 diversi motivi.

Gli spostamenti sono raggruppati per Comune di origine e Comune di destinazione, anche se per quelli nel Comune di Bologna si effettua una sub-zonizzazione in fuori i viali e dentro i viali.

Il piano di campionamento

Il campione per l'indagine è stato di 5.500 interviste rappresentative per genere, classe di età (4 fasce) e comune di residenza secondo la zonizzazione d'interesse (15 quadranti) della popolazione presente nell'universo di riferimento (835.955 soggetti).

La numerosità e la struttura campionaria applicate hanno garantito un errore complessivo per il sondaggio pari a +/-2,2 con un livello di confidenza del 95%.

	Universo				Campione teorico		
	Maschi		Femmine		Maschi	Femmine	Totale
	V.A.	%	V.A.	%	V.A.		
14 – 24 anni	43.781	5,2	41.362	4,9	288	272	560
25 – 44 anni	132.820	15,9	135.272	16,2	874	890	1.764
45 – 64 anni	134.789	16,1	142.739	17,1	886	939	1.825
65 – 85 anni	90.984	10,9	114.244	13,7	599	752	1.351
Totale	402.374	48,1	433.581	51,9	2.647	2.853	5.500

Tabella 1-9: Piano di campionamento rispetto a sesso e classe d'età

Nella costruzione del campione particolare attenzione è stata riposta alla distribuzione per zona.

A questo riguardo il campione è stato ricostruito procedendo per step, al fine di evitare distorsioni sull'errore campionario che si sarebbe generato procedendo ad un campionamento direttamente proporzionale alla struttura dell'universo per quadranti. Nello specifico:

- Step 1: distribuzione delle interviste in modo proporzionale alla popolazione residente nei 15 quadranti;
- Step 2: aggregazione, nel rispetto della zona di appartenenza dei singoli quadranti, nelle 5 zone previste per le elaborazioni;
- Step 3: definizione, per ciascuna zona di una quantità fissa di interviste (400), passando così da una distribuzione proporzionale ad un campione ragionato, garantendo in questo modo per ogni area di analisi errori statistici non dissimili e quindi confrontabilità dei dati;
- Step 4: distribuzione, all'interno di ciascuna zona delle interviste secondo il peso che i singoli quadranti hanno all'interno della propria zona di riferimento.

Quadranti	Universo		1-Campione proporzionale per quadrante	Zone	2-Campione proporzionale per zone	3-Campione con quote fisse per zona	4-Distribuzione campionaria per quadrante
	V.A.	%	V.A.		V.A.	V.A.	V.A.
Bologna	324.331	38,8	2.134	Bologna	2.134	1.700	1.700
Est Pianura	44.235	5,3	291	Imolese	728	1.300	520
Est Vallata	8.235	1,0	54				97
Imola	58.114	7,0	382				683
Nord Esterno	65.775	7,9	433	Pianura	924	500	234
NordEst Esterno	28.112	3,4	185				100
NordOvest Esterno	46.514	5,6	306				166
Nord interno	24.070	2,9	158	Cintura	1.098	1.500	216
NordEst Interno	12.294	1,5	81				110
NordOvest Interno	21.106	2,5	139				190
SudEst Interno	52.129	6,2	343				468
Ovest Interno	57.340	6,9	377				515
SudEst Esterno	12.010	1,4	79	Collina - Montagna	616	500	64
SudOvest Bazzanese	33.948	4,1	223				181
SudOvest Esterno	47.742	5,7	314				255
Totale	835.955	100,0	5.500		5.500	5.500	5.500

Figura 1-16: Piano di campionamento rispetto alla distribuzione territoriale

Il profilo sociodemografico degli intervistati

Rispetto ai 5.500 intervistati, circa il 52% del campione è composto da donne, mentre il 48% da uomini.

Le due classi di età centrali (25-44 e 45-64) coprono entrambe circa un terzo degli intervistati, il 24% degli intervistati è over 65, mentre il 10,2% sono ragazzi in età compresa tra i 14 e i 24 anni.

Il livello medio di istruzione catturato è risultato piuttosto elevato: il 25,8% degli intervistati è laureato (o istruzione superiore) ed il 40,5% ha conseguito un diploma/licenza di scuola superiore di II grado.

Per quanto riguarda la condizione professionale, il 47,8% della popolazione intervistata risulta stabilmente occupata, mentre il 3,6% sono disoccupati.

Gli intervistati appartenenti alla cosiddetta utenza debole costituiscono complessivamente il 46,6% degli intervistati, costituito da:

- 33,6% di pensionati;
- 8,6% di studenti;
- 4,4% di casalinghe.

In merito alla dotazione familiare di mezzi per il trasporto privato, risulta alto il possesso dell'automobile e della bicicletta: rispettivamente, il 93% ed il 76% degli intervistati ne possiede almeno una in famiglia, mentre il 23% degli intervistati possiede almeno un motociclo/ciclomotore in famiglia.

La mobilità

L'indagine relativa agli spostamenti del giorno feriali ha avuto l'obiettivo di rilevare l'intero diario di viaggio dei soggetti rispondenti, la cui elaborazione ha consentito la messa a punto di una base-dati completa degli spostamenti giornalieri distinti per origine e destinazione, modo, motivo e fascia oraria.

Per quanto al motivo dello spostamento, si riscontra una ripartizione piuttosto spinta verso la mobilità non sistematica. Infatti, con riferimento a tutto il territorio della Città metropolitana ed al netto dello spostamento di ritorno a casa, la mobilità sistematica (spostamento abituale per lavoro/studio) si attesta al 31%, gli altri motivi di lavoro coprono il 4% e la quota restante è relativa a spostamenti non sistematici.

Prendendo in considerazione i soli spostamenti che interessano il comune capoluogo (spostamenti interni a Bologna e di scambio con Bologna) si ottiene un lieve incremento sia degli spostamenti sistematici sia di quelli per altri motivi di lavoro.

Per quanto riguarda la modalità di trasporto utilizzata, l'indagine ha rilevato che circa il 77% degli spostamenti complessivi viene effettuato utilizzando almeno un mezzo di trasporto, mentre significativa è la quota di spostamenti che viene svolta solo a piedi, pari al 22,8% del totale.

Anche per il modo di trasporto è utile analizzare come si distribuisce la ripartizione modale per gli spostamenti che interessano direttamente il comune capoluogo; l'elemento principale che si rileva è una riduzione della mobilità con mezzo privato ed un incremento di quella con mezzi di trasporto collettivo (gomma e treno).

Altro aspetto importante è quello relativo alla frequenza degli spostamenti. Circa il 70% degli spostamenti viene compiuto sempre o spesso durante la settimana lavorativa. In particolare, circa la metà degli spostamenti complessivi (44,7%) viene compiuta sistematicamente 4 o 5 giorni a settimana.

I “city users”

Per ottenere la matrice totale degli spostamenti giornalieri che interessano quotidianamente la Città metropolitana è necessario tenere in conto anche della quota di spostamenti effettuati nel territorio provinciale dai non residenti (anche definiti “city users”). Tale componente di domanda si compone di due aliquote principali:

- 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, etc.) è stata stimata 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.

Floating Car Data (FCD)

Per effettuare un'analisi più di dettaglio sulla domanda di mobilità stradale si è proceduto alla valutazione degli spostamenti auto (autocontenuti nell'area di studio, di scambio o che la attraversano). Tale analisi è stata possibile grazie all'utilizzo dei Floating Car Data (FCD). Gli FCD sono generati da un'apparecchiatura detta “scatola nera” (“black box” nel suo equivalente inglese) che può essere installata sui veicoli per scopi assicurativi. Le scatole nere sono dispositivi dotati di GPS in grado di registrare la posizione del veicolo ed altri dati utili alla ricostruzione dei sinistri (data e ora, stato del motore, velocità istantanea, etc.). La tecnologia permette inoltre di ricostruire la domanda di mobilità con il mezzo privato, in una determinata porzione di territorio, tramite l'analisi delle informazioni che caratterizzano gli spostamenti intesi come sequenze di punti.

Il passaggio dal campione statistico (sequenze FCD) all'universo (flussi veicolari) avviene tramite un coefficiente di espansione legato ai livelli di motorizzazione del luogo in cui il veicolo sosta di notte usualmente. *Il coefficiente di penetrazione dell'apparecchiatura nell'area emiliano-romagnola è compreso tra intorno all'1%*; i dati FCD utilizzati per le analisi sono relativi al mese di ottobre 2019.

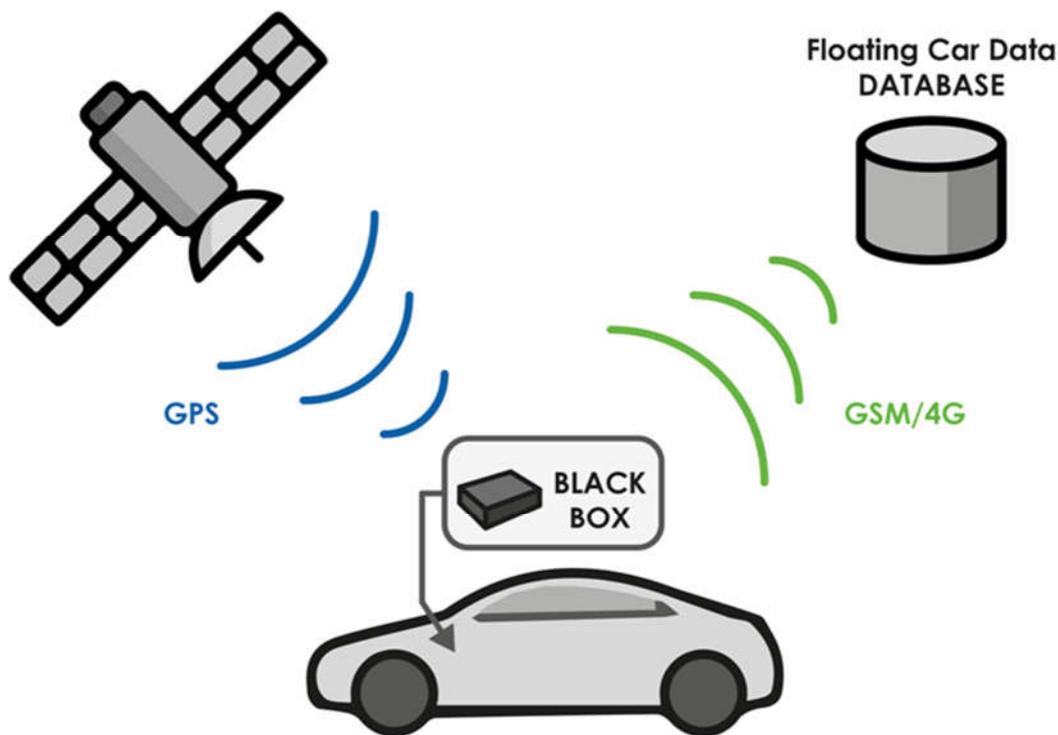


Figura 1-17 Schema funzionale del sistema di rilevamento dei Floating Car Data

L'utilizzo di questi dati rappresenta una grande opportunità, considerato il mutamento in corso delle abitudini della mobilità delle persone che sta vedendo una trasformazione accentuata dei "diari di spostamento" delle persone verso una caratterizzazione **sempre meno sistematica** e sempre più erratica e concatenata degli spostamenti.

Come si evince dalla Figura 1-15, sebbene gli FCD presentino dei vantaggi sotto molti punti di vista, quali la frequenza di aggiornamento, la rappresentatività del campione e la possibilità di analizzare le catene di spostamento, oltre ad una granularità spaziale e temporale molto elevata, questi sono dati relativi ai soli spostamenti in modalità auto e non restituiscono informazioni sul motivo dello spostamento.

1.5.2 Indagine PUMS

Come anticipato al precedente paragrafo §1.5.1, il campione di interviste relativo agli spostamenti che hanno origine o destinazione all'interno dell'area di studio è di 3.671, con un tasso di rappresentatività dello 0,54% sulla popolazione residente. La zonizzazione è di tipo comunale, per cui gli spostamenti autocontenuti sono quelli che hanno inizio e fine all'interno dello stesso comune mentre quelli di scambio hanno inizio e fine in comuni diversi.

Secondo l'indagine di mobilità, nel giorno feriale medio nell'area di studio vengono generati circa 1.460.000 spostamenti, pari a oltre il 60% di tutti gli spostamenti generati nella Città metropolitana di Bologna. Escludendo il Comune di Bologna e di Imola dall'analisi, restano circa 250.000 spostamenti giornalieri generati, di cui 145.000 autocontenuti all'interno dei singoli comuni. Per agevolare la lettura si riportano di seguito alcune analisi specifiche sugli spostamenti complessivi che interessano l'intera area di studio, sugli scambi tra i comuni dell'area di studio (escludendo Bologna e Ferrara) e sugli scambi tra l'area di studio e il capoluogo.

Spostamenti nell'area di studio

A livello complessivo, nell'area di studio il 73% degli spostamenti è autocontenuto nel comune di origine mentre il 27% è di scambio con gli altri comuni dell'area.

Il 55% degli spostamenti viene effettuato con mezzo privato mentre il 31% su mobilità dolce (bici e piedi); il TPL si attesta al 13%, prettamente in ambito urbano (11%).

Per gli spostamenti autocontenuti, la modalità auto resta comunque quella prevalente, ma si riduce al 47%, mentre il 39% degli spostamenti avviene con modalità bici o a piedi e il 14% con il TPL.

Spostamenti di scambio tra comuni dell'area di studio (escluse Bologna e Imola)

Escludendo dalle analisi i due principali centri abitati, nell'area di studio il 58% degli spostamenti è autocontenuto nel comune di origine mentre il 42% è di scambio con gli altri comuni dell'area.

Il 75% degli spostamenti viene effettuato con mezzo privato mentre il 23% su mobilità dolce (bici e piedi); il TPL, invece, si attesta appena al 1,5%

Per gli spostamenti autocontenuti, la modalità auto resta comunque quella prevalente, ma si riduce al 69%, mentre il 30% degli spostamenti avviene con modalità bici o a piedi ed appena l'1% con il TPL.

Spostamenti di scambio tra comuni dell'area di studio e Bologna

Per quanto riguarda, infine, lo scambio in ingresso a Bologna dall'intera area di studio si registrano circa 60.000 spostamenti.

I comuni che hanno una relazione più consistente col capoluogo risultano essere San Lazzaro di Savena, Castenaso, Granarolo dell'Emilia e Budrio.

L'80% degli spostamenti in ingresso al capoluogo avviene tramite mezzo privato mentre il trasporto pubblico viene usato nella misura del 18%, di cui 11% in autobus e 7% in treno.

1.5.3 Floating Car Data

La stessa tipologia di analisi condotta attraverso i dati dell'indagine PUMS è stata eseguita sfruttando le informazioni ottenute a partire dai Floating Car Data. Come accennato in precedenza, in questo caso i risultati, dettagliati di seguito, fanno riferimento ai soli spostamenti effettuati in auto e non si hanno informazioni sul motivo dello spostamento.

Nel quadro conoscitivo si riportano esclusivamente i dati aggregati a livello di area di studio mentre altri approfondimenti (con maggiore disaggregazione spaziale) saranno trattati al paragrafo specifico per l'analisi della domanda di mobilità.

L'espansione all'universo degli FCD restituisce per il giorno feriale medio un totale di 1.686.000 spostamenti di auto generati e attratti dai comuni dell'area di studio, o in attraversamento (origine e destinazione fuori dall'area) compreso il capoluogo Bologna. Di questi, circa 1.040.000 sono autocontenuti nell'area di studio.

La matrice degli spostamenti di auto aggregata a livello di area è riportata in Tabella 1-10.

Origine	Destinazione		
	Area di studio	Altri comuni	Totale generato
Area di studio	65%	10%	75%
	1.093.429	180.309	1.273.738
Altri comuni	11%	14%	25%
	179.551	232.860	412.411
Totale attratto	76%	24%	1.686.149
	1.272.980	413.169	

Tabella 1-10: Matrice degli spostamenti auto aggregata. (Fonte FCD – ottobre 2019, giorno medio feriale)

Da notare come la componente auto di mobilità interna all'area di studio pesa il 65% del totale, il che risulta in linea con quanto rilevato dall'elaborazione dei dati relativi a tutte le modalità desunti dell'indagine PUMS.

La distribuzione oraria degli spostamenti del giorno medio feriale, colorati per componenti di domanda (autocontenuta, scambio o attraversamento), segue l'andamento illustrato nel grafico in Figura 1-18. Si evince facilmente la presenza di due fasce di punta, una mattutina dalle 07:00 alle 09:00 nella quale si concentra il 12% degli spostamenti totali e una pomeridiana dalle 17:00 alle 19:00 in cui avviene il 16% degli spostamenti totali.

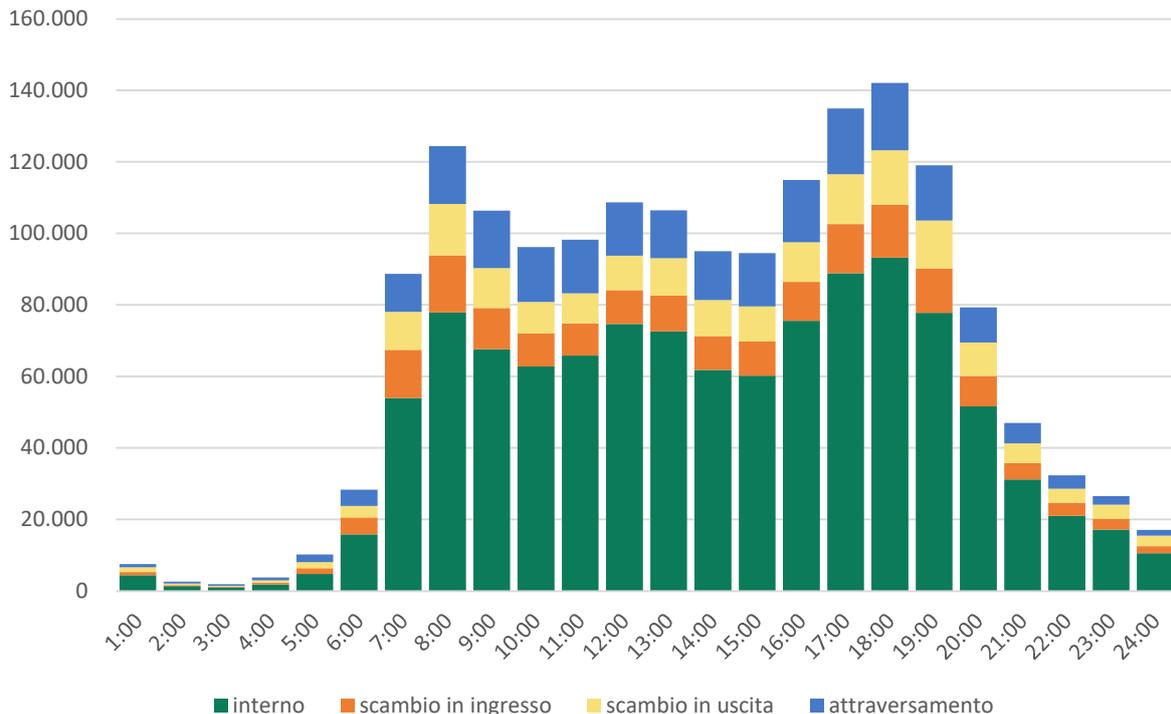


Figura 1-18: Andamento orario degli spostamenti totali effettuati in auto, per le diverse componenti di domanda autocontenuta, di scambio o di attraversamento dell'area. (Fonte: FCD - ottobre 2019, giorno feriale medio)

Gli FCD consentono di approfondire l'analisi sulle distanze percorse per componente di mobilità e sulle velocità di percorrenza. Si riportano di seguito i risultati di queste analisi, relativamente alla fascia di punta mattutina (07:00-09:00):

- la componente autocontenuta in modalità auto pesa il 62% sul totale, i viaggi di questo tipo percorrono distanze medie di 8 km a velocità media di circa 34 km/h;
- gli spostamenti di scambio (interno-esterno ed esterno-interno), pari al 26% del totale effettuano in media distanze di 37 km e viaggiano a una velocità media di 68 km/h;
- La componente di attraversamento rappresenta il 12% del totale, gli spostamenti di questo tipo hanno lunghezza in media di 64 km e velocità media di 83 km/h.

Simili caratteristiche si notano per le fasce orarie di punta pomeridiana (17:00-19:00), con eccezione di un lieve incremento nel peso della componente interna, che passa a ricoprire il 66% degli spostamenti totali.

1.6 Principali criticità del sistema di mobilità

1.6.1 Trasporto privato

In questo paragrafo si riportano le criticità riscontrate sul sistema di offerta stradale, limitatamente al corridoio sul quale sarà instradato il Metrobus, considerando quindi la SP253 - San Vitale e le strade principali ad essa afferenti.

La SP253 - San Vitale è caratterizzata da dimensioni ed organizzazione della carreggiata omogenee nella tratta di riferimento. La strada è composta da una sola carreggiata con una corsia per senso di marcia, con dimensioni trasversali totali di circa 7,5 metri.

Alcune criticità sullo stato attuale, relativamente all'inserimento del corridoio Metrobus sono:

- *Sede stradale di sezione ridotta* che non consente, se non in tratte ridotte o situazioni "puntuali", di prevedere per l'inserimento di corsie dedicate al Metrobus mediante interventi di semplice riorganizzazione della sede attuale;
- *Limitate possibilità di allargamento della sede stradale* nelle tratte critiche per la presenza di vincoli difficilmente rimovibili (edifici, spazi funzionali ad attività produttive, infrastrutture, etc.);
- *Possibilità di riorganizzazione delle intersezioni* per agevolare la fluidità di marcia del Metrobus, riducendo tuttavia la loro funzionalità rispetto alla situazione attuale per quanto riguarda la circolazione dei veicoli privati. Risulta pertanto necessario lo studio di dettaglio di ogni singola intersezione per evitare una eccessiva riduzione del livello di servizio;

- *Presenza di colli di bottiglia* per quanto riguarda la circolazione nelle fasce di punta.

Lungo la San Vitale non sono presenti spazi per la circolazione pedonale né piste ciclabili. Lungo gran parte del tracciato del Metrobus non sono presenti neanche spazi di banchina o spazi per allargamento della carreggiata, per creare eventuali spazi per la circolazione dei velocipedi o dei pedoni.

In questo caso una criticità potrebbe presentarsi in corrispondenza delle fermate del Metrobus dal momento che con l'attuale conformazione, potrebbe non esserci spazio sufficiente per l'installazione delle pensiline.

Lungo l'asse del Metrobus sono presenti intersezioni a raso con altre infrastrutture stradali, di uguale livello gerarchico o inferiore (strade locali), ulteriore possibile criticità nell'inserimento di un servizio ad alta velocità commerciale.

Le criticità legate al traffico sono comunque approfondite nei paragrafi successivi del documento, in particolare al paragrafo dedicato all'offerta di trasporto privato (Par. 3.2.1) dove vengono affrontate nel dettaglio le condizioni di circolazione a partire dall'analisi delle prestazioni di rete eseguita con FCD.

Incidentalità⁵

La SP253 - San Vitale è stata sede, nel 2019, di 41 incidenti stradali con un tasso di incidentalità al km (calcolato su una tratta di 31,7 km) pari a 1,3. Se si considera il tasso di incidentalità al km, questo la fa posizionare in ottava posizione rispetto alle altre strade della Città metropolitana per cui sono disponibili rilievi, mentre è sesta per numero di incidenti. Non essendo disponibili dati di traffico sulla medesima infrastruttura, quanto riportato sull'incidentalità ha una valenza generica e non fornisce un'indicazione del tutto esaustiva sulla pericolosità della strada.

1.6.2 Trasporto pubblico

La rete di TPL dell'area di studio non presenta una gerarchizzazione funzionale né in termini di percorsi né di frequenze.

Nell'ottica dell'inserimento di un servizio come il Metrobus, rispetto alla situazione attuale, è dunque necessaria una rimodulazione dei servizi sulla base di una nuova gerarchizzazione di rete; di conseguenza per raggiungere le migliori prestazioni di servizio, dovrà essere ripensato anche il sistema di linee di adduzione, così da renderle ben organizzate e abbastanza frequenti per portare gli utenti ad utilizzare il MetrobusT. Dovrà essere superato quindi l'assetto organizzativo attuale, che vede molte linee in collegamento diretto con Bologna, in favore di una maglia integrata e opportunamente gerarchizzata.

Le principali criticità riscontrate nel servizio attuale sono:

- Scarsa riconoscibilità della rete:
 - le linee non sono funzionali ad un collegamento ben definito;
 - le linee con stesso nome sono spesso a servizio di collegamenti differenti;
 - alcune linee sono a servizio degli stessi collegamenti ma hanno nomi diversi.
- mancanza di servizi di distribuzione internamente alle zone industriali;
- assenza di gerarchizzazione della rete:
 - adduzione verso un unico polo (Bologna);
 - assenza di un corridoio portante;
- equilibrio delle corse nelle due direzioni durante la giornata non sempre garantito.

Procedendo da Medicina verso Bologna, si assiste ad un **progressivo incremento dell'offerta in transito sulla San Vitale**, per effetto della convergenza sulla direttrice della SP 253 di linee provenienti da altre aree o per la sovrapposizione di servizi a carattere suburbano e urbano.

Alcune linee, specialmente quelle a servizio di aree a scarsa domanda e con frequenza molto bassa, hanno livelli di frequentazione molto contenuti, implicando una inevitabile inefficienza dei servizi. L'andamento della domanda sulla San Vitale non è particolarmente elevato ed è incrementale man mano che si procede da Medicina verso Bologna.

⁵ Fonte: Incidenti stradali, morti e feriti sulle strade provinciali e statali - Città metropolitana di Bologna - Anno 2019

2 Il progetto del Metrobus

In coerenza con quanto disposto dal PUMS della Città metropolitana di Bologna, in linea con la pianificazione strategica sovraordinata e al fine di conseguire gli sfidanti target sanciti dal Piano, il presente studio propone una riorganizzazione globale del servizio di trasporto pubblico extraurbano su gomma nel territorio del bacino San Vitale.

La proposta nasce con lo scopo offrire all'utenza un servizio più strutturato che possa contribuire ad un rilancio complessivo del ruolo del trasporto pubblico della Città metropolitana, in grado di concorrere in maniera tangibile alla funzione territoriale e all'attrattività del territorio.

In tale ottica, la rete TPM prevista dal PUMS in ambito metropolitano si pone, tra gli altri, i seguenti obiettivi:

- *eliminare il parallelismo dei servizi su gomma e su ferro*, prevedendo potenziamenti nelle aree non servite da collegamenti su ferro al fine di assicurare l'efficienza del TPM in modo omogeneo su tutto il territorio metropolitano;
- *sviluppare l'integrazione tra autolinee portanti e complementari* su direttrici non servite da SFM;
- *valorizzare i Centri di Mobilità*;
- *realizzare un modello di esercizio cadenzato*.

In linea generale la rete portante delle autolinee extraurbane punta a creare "l'effetto rete" dei servizi, attraverso **caratteristiche funzionali e prestazionali ben precise**, che vengono a loro volta, declinate e recepite dall'intero sistema Metrobus metropolitano e, nello specifico, da quello oggetto del presente studio a servizio della direttrice San Vitale.

Nello specifico, infatti, i sistemi Metrobus vanno a costituire un elemento focale della nuova rete di Trasporto Pubblico Metropolitano dal momento sono pensati come assi caratterizzati da un alto livello di servizio su percorsi che garantiscano regolarità ed elevata qualità delle dotazioni delle fermate e nodi di interscambio.

Lungo tali direttrici il PUMS propone il ricorso a servizi di trasporto su gomma ad infrastrutturazione leggera con sistema BRT (Bus Rapid Transit); come noto, queste linee di autobus offrono una combinazione tra impiego di mezzi particolarmente curati, preferenziazione della sede e allestimento delle fermate progettato ad arte che rende il servizio non solo efficiente, veloce, estremamente competitivo e confortevole, ma anche capace di essere percepito come gradevole, con un conseguente incremento notevole sulla propensione all'uso del mezzo pubblico da parte degli utenti rispetto ad un autobus tradizionale.

Per quanto detto finora, le analisi del presente studio non hanno riguardato solo questioni meramente infrastrutturali e trasportistiche ma hanno interessato anche aspetti di solito non direttamente connessi alla pianificazione dei servizi TPL; pertanto, l'implementazione del nuovo sistema Metrobus dovrà adeguatamente considerare una serie di caratteristiche fondamentali per quel miglioramento della percezione per gli utenti, cui si è fatto accenno in precedenza:

- **Fermate:**
 - alto livello di comfort;
 - riconoscibilità;
 - dotazione di servizi;
- **Servizio:**
 - elevata velocità commerciale;
 - alta frequenza;
 - alta capacità;
- **Biglietto:**
 - acquisto e validazione del titolo di viaggio senza incidenza sul tempo di viaggio
- **Accessibilità:**
 - assenza di barriere architettoniche alle fermate;
 - incarrozzamento a raso;
- **Via di marcia:**
 - sede o corsie dedicate;
 - gestione delle intersezioni;
- **Veicoli:**
 - alti livelli di comfort;
 - riconoscibilità.

Nello specifico, quindi, il sistema Metrobus a servizio del bacino San Vitale prevede la realizzazione di una serie di interventi sulla sede stradale per proteggere, rendere prioritaria o agevolare la marcia dei mezzi e la contestuale adozione di soluzioni particolari per velocizzare l'incarozzamento alle fermate. In tal modo si garantisce una riduzione complessiva dei tempi di percorrenza impiegati attualmente dai servizi su gomma per raggiungere il capoluogo.

È opportuno ricordare, infine, che il PUMS propone l'inserimento dei Metrobus promuovendo una riorganizzazione complessiva delle sedi stradali lungo le direttrici individuate da rendere compatibile tanto a livello realizzativo quanto a livello funzionale con gli altri progetti e servizi, con particolare riferimento all'evoluzione prevista per la rete tramviaria ai vari scenari temporali. Per tale ragione è stata pensata una riorganizzazione del servizio del TPL ed una attuazione del sistema Metrobus Medicina-Bologna svincolata dalle tempistiche di entrata in esercizio dell'intera rete tramviaria prestando, al contempo, particolare attenzione agli interventi proposti lungo l'itinerario in ingresso a Bologna (lungo via Massarenti), interessato dal futuro transito della linea tramviaria verde.

2.1 Il tracciato

Il tracciato, lungo circa 30 km, inizia a Medicina, nel Centro di Mobilità previsto lungo via Licurgo Fava in un'area indicata dal Comune di Medicina (Consorzio agrario) e sulle cui dotazioni si rimanda al paragrafo §4.1.3.

Uscendo dal centro abitato di Medicina, percorre la SP253 "San Vitale" sviluppandosi quindi lungo un tracciato sostanzialmente rettilineo fino all'abitato di Villa Fontana. Da qui si propongono due opzioni di tracciato che interessano o meno il passaggio nella frazione:

- **Alternativa 1:** transito sulla SP253, senza deviazione all'interno dell'abitato di Villa Fontana con fermate a Bivio Rossi e Fasanina;
- **Alternativa 2:** deviazione su via Rossi, via Villa Fontana, via Dalla Valle e via San Donino a servizio dell'abitato con fermate a Villa Fontana e Villafontana S. Donino.

Superato l'abitato di Villafontana, il percorso prosegue lungo la SP253 attraversando le frazioni di Fossatone, Canaletti, Trebbo di Budrio fino all'abitato di Castenaso, dove si propongono altre due opzioni di tracciato che interessano o meno il transito nel comune:

- **Alternativa 1:** transito sulla SP253, senza deviazione all'interno dell'abitato di Castenaso con fermate a Castenaso Stazione e Castenaso Stellina;
- **Alternativa 2:** deviazione su via Nasica e via Tosarelli a servizio dell'abitato con fermate a Castenaso Nasica e Castenaso Chiesa.

A valle dell'abitato di Castenaso, il tracciato riprende lungo la SP253 ed attraversa la Zona Industriale di Cà dell'Orbo, la frazione di Villanova per poi avvicinarsi all'abitato di Bologna lungo via Enrico Mattei (toponimo della SP253 all'ingresso nel capoluogo). Superato lo svincolo della Tangenziale di Bologna alla Rotonda Paradisi, il Metrobus prosegue lungo via Massarenti, attraversando il quartiere San Vitale, fino a raggiungere i viali e l'Autostazione.

2.2 Analisi delle fermate

Come accennato in precedenza, i sistemi Metrobus, che costituiscono uno degli elementi portanti della nuova rete di Trasporto Pubblico Metropolitano prevista dal PUMS, sono pensati come servizi di trasporto pubblico su gomma ad infrastrutturazione leggera con sistema BRT (Bus Rapid Transit).

Le caratteristiche di questa tecnologia hanno, quindi, comportato la necessità di concentrare le valutazioni anche su tematiche quali la localizzazione, la dotazione infrastrutturale garantita e le caratteristiche in termini di accessibilità delle fermate della futura linea Metrobus.

Le fermate, infatti, rivestono un ruolo fondamentale nei sistemi BRT soprattutto per il contributo fornito a rendere tali servizi efficienti, veloci, estremamente competitivi e confortevoli, ma anche capaci di essere percepiti come più gradevoli e accessibili di una linea TPL tradizionale.

Per quanto detto finora, quindi, è stata condotta un'analisi dettagliata delle fermate attualmente presenti lungo la direttrice SP253 "San Vitale", in termini di:

- localizzazione lungo il tracciato;
- posizione rispetto alla sezione stradale;
- dotazione infrastrutturale esistente;
- potenziali interventi per il miglioramento dell'accessibilità ciclo-pedonale;
- frequentazioni, utilizzando i dati ottenuti in un'indagine del dicembre 2012 sulle O/D dei passeggeri movimentati alle fermate delle linee in transito sulla direttrice San Vitale (99, 206 e 299).

A seguito delle valutazioni appena citate, le fermate esistenti sono state *clusterizzate* in 18 differenti ambiti territoriali: 18 direttamente lungo la SP253 San Vitale e 1 relativo alle porzioni di territorio leggermente dislocate rispetto a tale direttrice.

Ambito	Saliti/Discesi [pax/giorno]	Saliti/Discesi [%]	# fermate
01_BO-Centro	1.040	23,63%	5
02_BO-Massarenti	779	17,70%	5
03_BO-Mattei	247	5,61%	5
04_Villanova	150	3,41%	3
05_Cà dell'Orbo	116	2,64%	5
06_Castenaso	527	11,97%	9
07_Fossamarcia	5	0,11%	1
08_Trebbo	21	0,48%	1
09_Canaletti	45	1,02%	3
10_Prunaro	4	0,09%	1
11_Passo Pecore	15	0,34%	1
12_Fossatone	41	0,93%	2
13_Ponte Gaiana	8	0,18%	1
14_Fasanina	16	0,36%	1
15_Villa Fontana	86	1,95%	3
16_Bivio Rossi	8	0,18%	2
17_La Fabbrica	17	0,39%	1
18_Medicina	514	11,68%	4
99_Esterno	763	17,33%	42
Totale complessivo	4402	100,00%	95

Tabella 2-1: Riepilogo dati movimentazione alle fermate per ambito territoriale della direttrice San Vitale (Fonte dati: Indagine dicembre 2012 – Linee 99, 200 e 206)

H24	01_BO-Centro	02_BO-Massarenti	03_BO-Mattei	04_Villanova	05_Cà dell'Orbo	06_Castenaso	07_Fossamarcia	08_Trebbo	09_Canaletti	10_Prunaro	11_Passo Pecore	12_Fossatone	13_Ponte Gaiana	14_Fasanina	15_Villa Fontana	16_Bivio Rossi	17_La Fabbrica	18_Medicina	99_Esterno	Totale
01_BO-Centro	50	150	59	93	57	264	9	7	16	1		21	2	5	30	1	3	189	83	1040
02_BO-Massarenti	194	107	60	42	16	158	6	4	11	2	1	12	5	1	17	1	2	97	43	779
03_BO-Mattei	94	52	14	18	4	24	2	2	4	1		3	2		4			11	12	247
04_Villanova	45	37	9	2	1	28		1	4			1		1	10		1	6	4	150
05_Cà dell'Orbo	51	27	8	1		12	1		1									8	7	116
06_Castenaso	236	163	18	27	10	11		1	1	1	1	1			8	1	5	35	8	527
07_Fossamarcia	3	1																1		5
08_Trebbo	11	6	1	1		1												1		21
09_Canaletti	14	19	1	3		1									1		1	3	2	45
10_Prunaro	1	1	2																	4
11_Passo Pecore	7	5		1														2		15
12_Fossatone	14	11	2			2												10	2	41
13_Ponte Gaiana		1				3											1	1	2	8
14_Fasanina	6	6	2		1	1														16
15_Villa Fontana	25	27	3	1	1	5		2				1						15	6	86
16_Bivio Rossi	4	2																	2	8
17_La Fabbrica	11	1													1			2	2	17
18_Medicina	169	94	17	11	8	48	4	2	8	2	4	17	5	4	49	1		4	67	514
99_Esterno	97	59	10	9	2	16			6	1	2		1	1	3		4	122	430	763
Totale	1032	769	206	209	100	574	22	19	51	8	8	56	15	12	123	4	17	507	670	4402

Figura 2-1: Matrice O/D giornaliera per ambito sulle fermate della direttrice San Vitale (Fonte dati: Indagine dicembre 2012 – Linee 99, 200 e 206)

In questo modo è stato possibile identificare gli ambiti territoriali da servire con il nuovo sistema Metrobus, *riducendo il numero di fermate effettuate ad una singola per ciascuno dei suddetti cluster*; questa scelta ha consentito di limitare i perditempo dovuti alla sosta, velocizzando quindi le percorrenze lungo il tracciato e assicurando le caratteristiche di competitività al servizio, tipiche dei sistemi BRT. Al contempo, il deficit scontato in termini di accessibilità è stato compensato con un miglioramento delle infrastrutture ciclo-pedonali di accesso/egresso alle aree di fermata, con un adeguamento dei servizi e comfort garantiti all'utenza.

3 Il modello di macro-simulazione

Al fine di stimare gli impatti che saranno generati dall’inserimento del Metrobus sul sistema di mobilità dell’area di studio, si è proceduto ad implementare un modello di simulazione del sistema di trasporto. Come base dati per ricostruire le caratteristiche del sistema di offerta e domanda (sia sulla rete del trasporto pubblico che su quella privata), sono stati utilizzati i dati raccolti ed elaborati per la redazione del PUMS della Città metropolitana di Bologna.

Nei prossimi paragrafi vengono dettagliatamente descritte le caratteristiche del modello di base e tutti gli ulteriori elementi di dettaglio che sono stati specificamente introdotti per lo studio in esame.

3.1 Zonizzazione

Come solito nella pianificazione dei trasporti, l’area di studio è stata suddivisa in zone omogenee di generazione ed attrazione di traffico (zone di traffico).

Come accennato nel paragrafo §1.1, l’area di studio considerata per lo svolgimento dell’analisi comprende 25 comuni, afferenti in parte alla Città metropolitana di Bologna e in parte alle province di Ferrara e Ravenna.

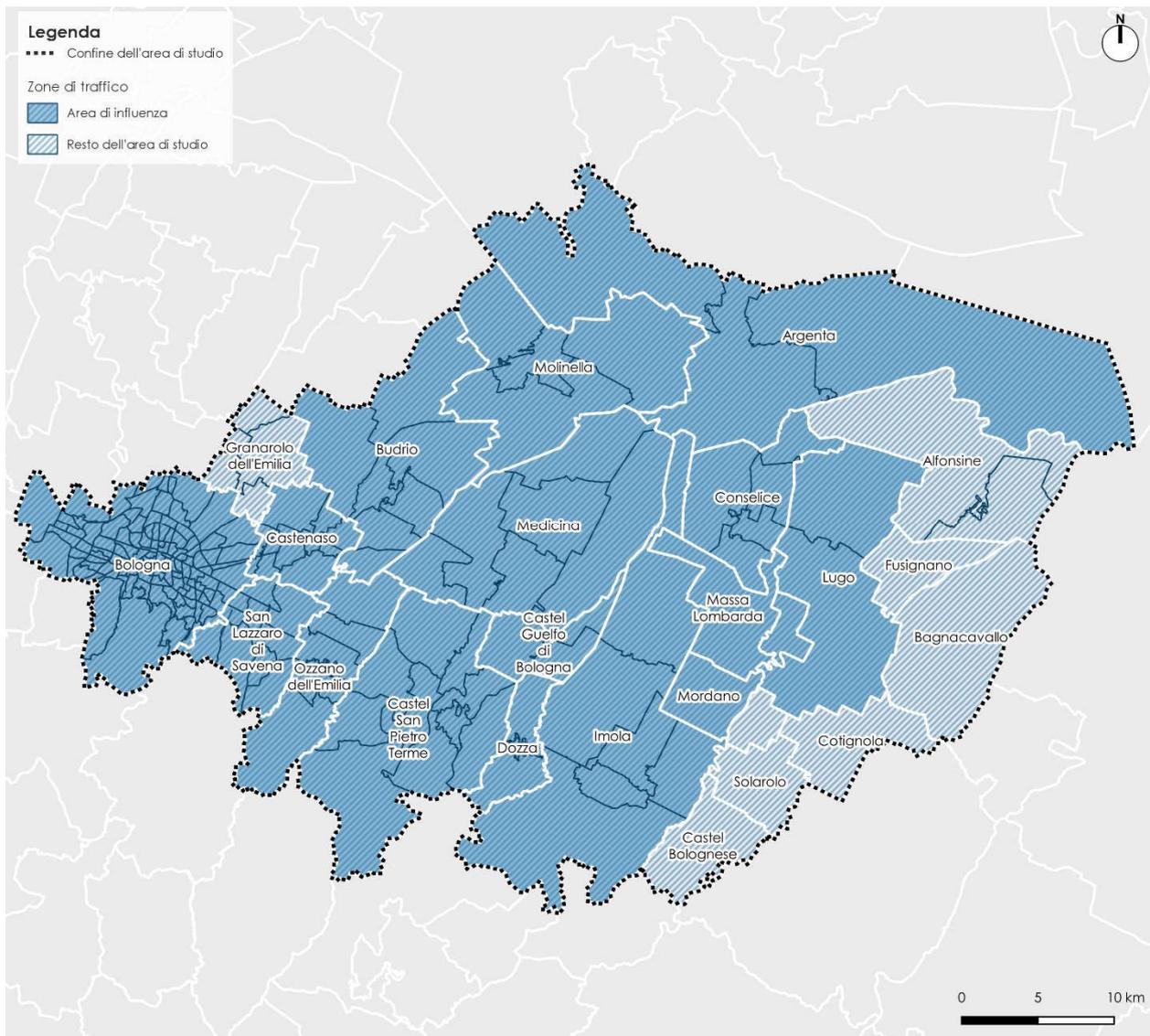


Figura 3-1: Zonizzazione del modello di simulazione

La zonizzazione del modello di simulazione utilizzato per la redazione del PUMS della Città metropolitana è stata adeguata in funzione dell’ampliamento dell’area di studio e opportunamente infittita in funzione del livello di dettaglio richiesto per lo studio in oggetto.

Ambito	Numero Zone	% Zone
Area di influenza	227	81%
Resto area di studio	12	4%
Esterne	42	15%
Totale	281	100%

Tabella 3-1: Riepilogo zonizzazione del modello di simulazione

In particolare, è opportuno precisare che la zonizzazione esterna è stata opportunamente dimensionata e ricostruita al fine di garantire la massima affidabilità ai risultati ottenuti nell'area di influenza (ossia quella direttamente interessata dall'intervento oggetto dello studio); è stata pertanto verificata la capacità del presente modello di simulazione di riprodurre in modo adeguato le principali caratteristiche del sistema di mobilità esistente e, al contempo, di assicurare coerenza con quanto ottenuto utilizzando il modello di simulazione implementato per la redazione del PUMS di Bologna Metropolitana.

3.1.1 Area di studio

Per quanto ai comuni che appartengono all'area di studio ma non all'area di influenza, in particolare, sono state inserite le 12 zone di traffico relative ai comuni esterni alla Città metropolitana di Bologna ottenendo la seguente zonizzazione:

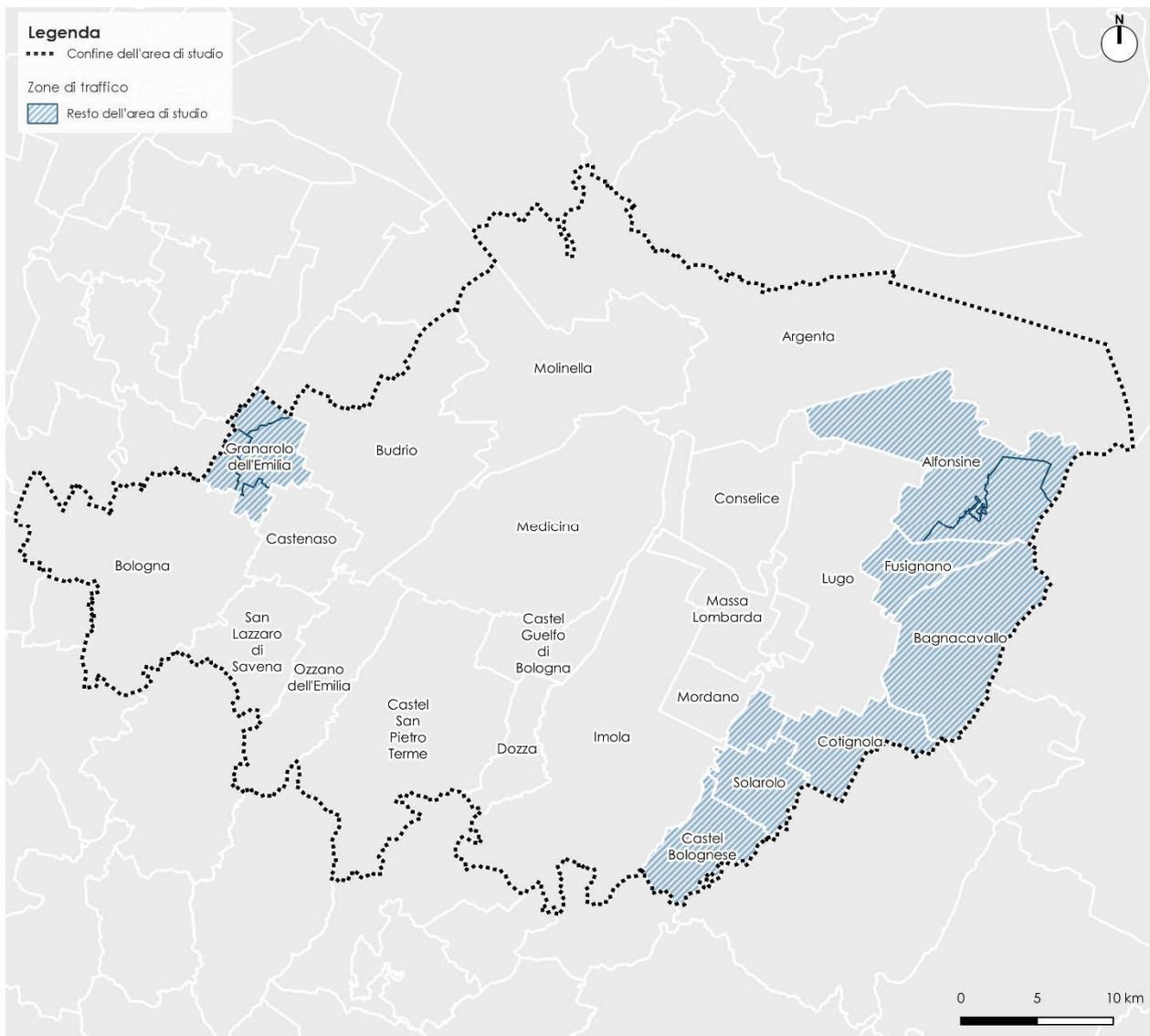


Figura 3-2: Zonizzazione del modello di simulazione nei Comuni del resto dell'area di studio

3.1.2 Area di influenza

Per quanto all'area di influenza, come detto nel paragrafo §1.1.1, questa costituisce il bacino dei comuni direttamente interessati dal transito delle linee TPL che insistono sul corridoio della SP253 San Vitale; ne consegue che le analisi relative a questa porzione dell'area di studio richiedono un livello di dettaglio molto spinto per misurare adeguatamente gli effetti dell'inserimento del sistema Metrobus in oggetto.

Per tale ragione, si è proceduto a una sub-zonizzazione di questa porzione del territorio rispetto al modello utilizzato per la redazione del PUMS; tale operazione, nello specifico, ha riguardato 227 zone di traffico distribuite tra i comuni direttamente interessati dal transito del Metrobus e, in minor parte, i comuni contermini.

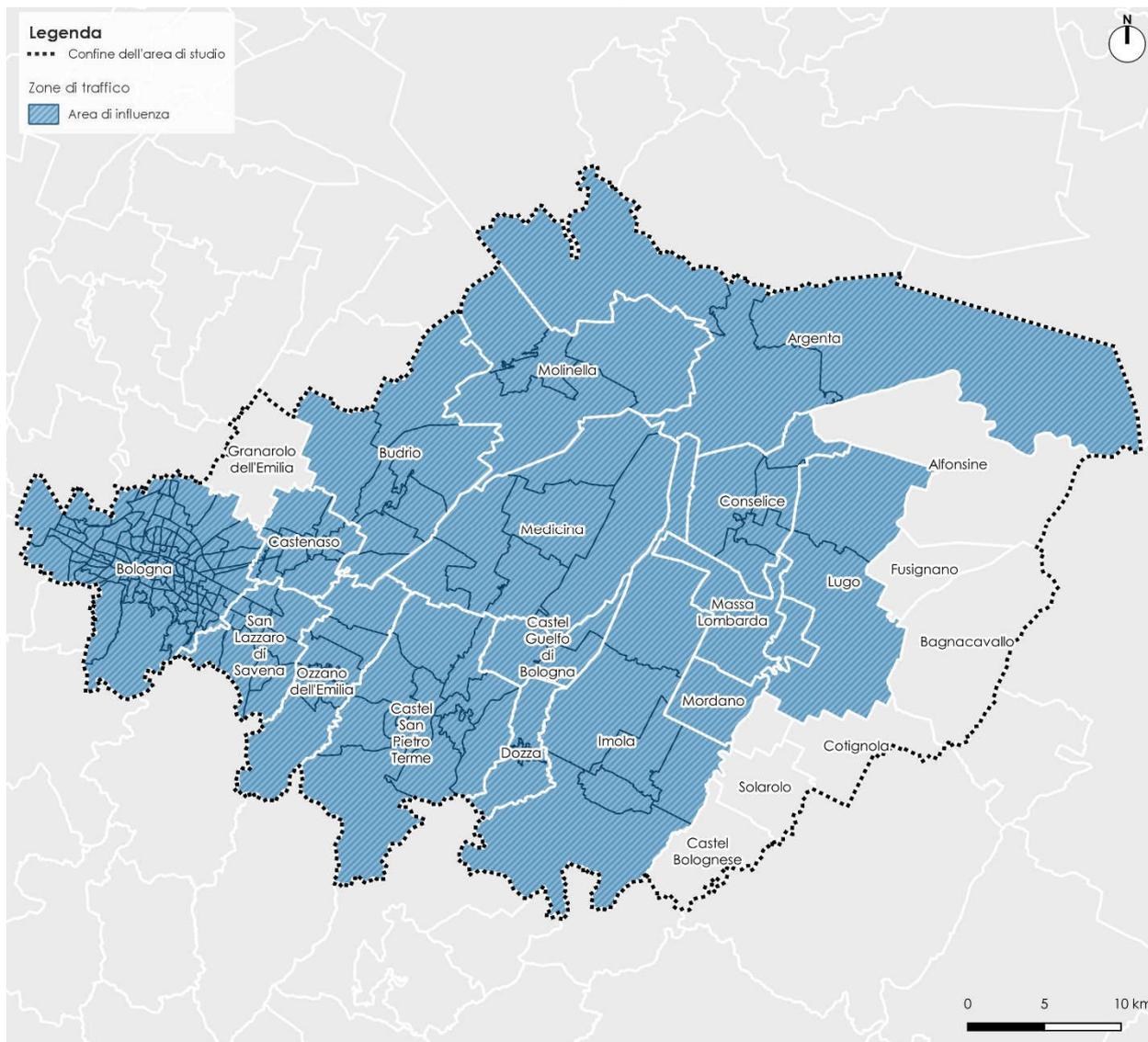


Figura 3-3: Zonizzazione del modello di simulazione nei Comuni dell'area di influenza

3.2 Il modello di offerta

Nei paragrafi che seguono si descrive come è stata costruita l'offerta per le due componenti della mobilità (traffico privato e trasporto pubblico), per i quali si riporta anche un riepilogo sintetico relativo agli algoritmi di calcolo utilizzati.

3.2.1 Trasporto privato

La rete stradale descritta del modello di simulazione è schematizzata come un grafo ottenuto dalla successione di archi e nodi che vengono descritti in base alle loro caratteristiche fisico - geometriche.

Per i nodi stradali, che come noto rappresentano le intersezioni tra diversi archi stradali; sono state definite le penalità di svolta e le capacità delle svolte stesse. Sulla base della tipologia di archi (classifica funzionale) che insistono su un'intersezione e della geometria dell'intersezione sono state definite:

- le regole di precedenza tra le strade che convergono nel nodo;

- il tipo di manovre di svolta: a destra, diritto, a sinistra, inversione a U.

Oltre ai nodi rappresentativi delle intersezioni, un'importante classe di nodi è costituita dai nodi centroidi (281 nodi, pari al numero delle zone di traffico), nei quali si ipotizzano concentrate tutte le attività di una zona e dove, quindi, risultano ubicate le origini e le destinazioni degli spostamenti generati o attratti dalla zona stessa. Generalmente essi non corrispondono a luoghi fisici e vengono solitamente posizionati nel baricentro della zona di traffico; inoltre, essi sono collegati al grafo della rete stradale tramite archi fittizi che prendono il nome di "connettori", che svolgono la funzione di collegare le zone di domanda alla rete e consentono di modellizzare l'ingresso e l'egresso dalla rete da parte degli utenti. È utile sottolineare che una delle più importanti e delicate operazioni di calibrazione del modello di dell'offerta di un sistema di trasporto, è proprio quella di posizionare correttamente gli archi connettori, in modo che non si generino delle distorsioni nell'utilizzo della rete da parte degli utenti che, per poter accedere o uscire da una zona di traffico, devono necessariamente transitare per il/i nodo/i della rete stradale a cui è collegato l'arco connettore.

Ogni arco, invece, è rappresentativo di un asse stradale, o di una sua porzione, che presenta caratteristiche omogenee, mentre i nodi sono rappresentativi delle intersezioni tra tronchi stradali o vengono posizionati in corrispondenza di variazioni significative delle caratteristiche geometriche dell'asse. La rete implementata nel modello ricostruisce con elevato livello di dettaglio il sistema della viabilità esistente nell'area di studio ed in particolare lungo il corridoio stradale che ospiterà il nuovo sistema Metrobus.

Ogni arco che compone il grafo stradale, è stato descritto con le informazioni relative alla sua lunghezza, al numero di corsie disponibili per il deflusso, al limite di velocità. Inoltre, sulla base della sezione, geometria e tipologia di intersezione finale, ad ogni arco è stata attribuita una classe funzionale e per ogni classe funzionale sono stati associati specifici valori di capacità⁶ e velocità di percorrenza a flusso nullo.

Nel complesso, la rete stradale modellizzata è composta da 15.925 archi e copre 5.300 km di strade⁷ all'interno dell'area di studio.

3.2.2 Trasporto pubblico

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

- rete urbana, suburbana ed extraurbana del trasporto su gomma;
- rete del Sistema Ferroviario Metropolitano (SFM);
- rete del sistema ferroviario regionale, interregionale e nazionale.

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 si compone di:

- 42 linee urbane di Bologna (comprendenti di 5 navette, 2 linee notturne e 1 linea Aerobus);
- 7 linee urbane di Imola;
- 15 linee suburbane;
- 99 linee extraurbane;
- 10 linee Prontobus.

Nell'esercizio 2018 sono stati complessivamente registrati 35,4 milioni di km percorsi, di cui una metà (17,9 milioni) per il servizio urbano di Bologna e poco meno (16,8 milioni) per il servizio suburbano ed extraurbano.

Nel modello implementato sono rappresentate complessivamente il seguente numero di corse per le differenti tipologie di servizio pubblico; nello specifico, *le corse elencate sono quelle che fanno riferimento ad un giorno feriale medio invernale non scolastico e rispettano una delle seguenti condizioni:*

- partenza entro le 08:30;
- arrivo dopo le 07:30.

In questo modo, la rete TPL oggetto di simulazione è rappresentativa dell'offerta garantita nell'ora di punta (07:30-08:30), sia a livello urbano che extraurbano, e al contempo fornisce all'utenza la possibilità di esaurire il proprio spostamento anche a cavallo dell'intervallo orario di riferimento.

⁶ 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.

⁷ Si precisa che, essendo il grafo costituito da archi monodirezionali, per tutta la viabilità a doppio senso di marcia le estese sono raddoppiate

Tipologia di servizio	N° corse
Autobus	848
Filobus	155
Sistema ferroviario (SFM, interregionale, nazionale)	72
Totale	1.075

Tabella 3-2: Numero di corse modellizzate per i servizi di Trasporto Pubblico

3.3 Il modello di domanda

La domanda di trasporto è l'espressione delle esigenze di mobilità degli utenti e viene rappresentata attraverso il numero di spostamenti da ciascuna zona di origine ad ogni zona di destinazione in un determinato intervallo di tempo (Matrice Origine – Destinazione). Come già esposto in precedenza, anche per la domanda di trasporto il modello implementato trae origine dalle analisi svolte per la redazione del PUMS della Città metropolitana di Bologna.

3.3.1 Analisi delle diverse fonti dati

In particolare, il punto di partenza per la determinazione della domanda di mobilità complessiva è rappresentato dall'indagine O/D condotta nel 2016 sui residenti della Città metropolitana, che ha permesso di delineare un quadro esaustivo sulle abitudini di mobilità all'interno di tale ambito territoriale (cfr. paragrafo §1.5.2).

Nei paragrafi che seguono si forniscono delle indicazioni sintetiche sulle metodologie applicate per adeguare il livello di dettaglio dell'indagine alle caratteristiche della nuova zonizzazione prevista nell'area di studio e, in seguito, sui livelli di domanda del trasporto privato e di quello pubblico.

Trasporto privato

Sulla base delle evidenze esposte nel precedente paragrafo §1.5, è stato possibile stimare la matrice degli spostamenti del trasporto privato inerente all'area di studio. Per far ciò, oltre ad utilizzare la ripartizione modale ottenuta dalla campagna di indagine si è considerato un coefficiente di riempimento medio delle autovetture pari a 1,2.

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

Come illustrato nel dettaglio nel paragrafo §3.6, le matrici utilizzate nel modello del PUMS di Bologna Metropolitana sono state dapprima integrate considerando i comuni dell'area di studio esterni alla Città metropolitana di Bologna e ulteriormente suddivise in zone di traffico più fitte. Per completare questo procedimento si è ipotizzata la quota di spostamenti tra le sub-zone di traffico come percentuale del totale degli spostamenti tra le zone di traffico originarie da cui si è proceduto alla suddivisione. L'applicazione di questa metodologia ha fatto ricorso ai *Floating Car Data*, sfruttandone sia le potenzialità in termini di granularità e dettaglio spaziale sia di rappresentatività dei fenomeni di mobilità.

Successivamente, le matrici sono state *validate con particolare attenzione a tutto il corridoio di influenza del nuovo sistema Metrobus lungo la direttrice San Vitale*, tra Medicina e Bologna.

Per far ciò si è fatto riferimento, in primo luogo, alle informazioni fornite dalla Regione Emilia-Romagna in merito ai dati rilevati dalle postazioni di conteggio MTS sulla rete extraurbana, secondo la metodologia descritta nel successivo paragrafo §3.6 relativo alla calibrazione del modello.

A valle del processo di calibrazione e validazione, risulta che nell'intervallo 07:30-08:30 del giorno medio feriale, la rete stradale dell'area di studio è interessata dai seguenti carichi veicolari:

- 128.900 autoveicoli;
- 8.800 veicoli commerciali leggeri;
- 5.600 mezzi pesanti.

Trasporto pubblico

Anche per la domanda del trasporto pubblico, si è utilizzata la matrice O/D del PUMS, determinata sulla base delle risultanze ottenute dall'indagine di mobilità ("Indagine PUMS") e opportunamente integrata e adeguata alla nuova zonizzazione. Nello specifico, gli spostamenti su trasporto pubblico sono stati suddivisi in origine sulla base della percentuale di popolazione residente, mentre in destinazione sulla base della percentuale di addetti della singola sub-zona.

Come nel caso del trasporto privato anche per la domanda del TPL si è proceduto alla calibrazione delle matrici con le modalità esposte nel successivo paragrafo §3.6.

A valle del processo di calibrazione e validazione risulta che nell'intervallo 07:30-08:30 di un giorno medio feriale, la domanda che utilizza i servizi di TPL nell'area di studio è di 45.900 persone.

3.4 Il modello di ripartizione modale

Prima di passare ad esporre le caratteristiche del modello di assegnazione, è necessario descrivere la struttura del modello di ripartizione modale implementato, calibrato e validato al fine di stimare lo shift modale dal trasporto privato al trasporto pubblico a seguito dell'implementazione degli interventi previsti sia nello scenario di riferimento che in quello di progetto.

Tramite la definizione di una funzione di utilità legata ad alcuni parametri specifici delle alternative di spostamento, tale tipologia di modello fornisce come output le percentuali di ripartizione modale, 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 un set di parametri, moltiplicati per dei coefficienti (β) che ne indicano il peso percepito dall'utenza.

In particolare, la funzione di utilità del trasporto privato ha la seguente forma funzionale:

$$U_{auto} = \beta T_{auto} \cdot T_{auto} + \beta C_{auto} \cdot C_{auto} + \beta ZTL_{destinazione} \cdot ZTL_{destinazione}$$

dove:

- T_{auto} = tempo di percorrenza in auto sulla relazione O/D (ore);
- $C_{auto} = 0,1 \cdot DIST_{auto} + \text{pedaggio} + \text{costo park destinazione}$ (€);
- $ZTL_{destinazione} = 1$ se la zona di destinazione è ZTL; 0 altrimenti (#).

I valori assunti dai coefficienti β risultano:

- $\beta T_{auto} = -1$;
- $\beta C_{auto} = -0,1$;
- $\beta ZTL_{destinazione} = -1,23$.

La funzione di utilità del trasporto pubblico assume la forma:

$$UTPL = \beta \text{frequenza OD} \cdot \text{FreqOD} + \beta \text{Costo biglietto} \cdot \text{Cbiglietto} + \\ + \beta \text{Tempo viaggio} (T_{accesso} + T_{bordo} + T_{egresso} + T_{piedi} + T_{attesa \text{trasbordo}}) + \\ + \beta \text{Presenza ferro} \cdot PR_{ferro} + ASCTPL$$

dove:

- $T_{accesso/egresso}$ = tempi pedonali sui connettori in accesso/egresso dai centroidi (ore);
- FreqOD = numero di corse giorno che collegano la relazione OD sul percorso di impedenza minima (#);
- $C_{biglietto}$ = costo del biglietto (€);
- T_{piedi} = tempo pedonale su rete necessario a raggiungere la fermata (ore);
- T_{bordo} = tempo a bordo (ore);
- $T_{attesa \text{trasbordo}}$ = tempo di attesa per l'eventuale trasbordo (ore);
- PR_{ferro} = prodotto della percentuale di area coperta dai buffer delle fermate delle linee portanti per la zona di origine e quella di destinazione⁸ (#);
- $ASCTPL$ = parametro specifico dell'alternativa modale pari a -1,67€ (determinato in fase di calibrazione)

Questi i valori assunti dai coefficienti β :

- $\beta \text{Tempo viaggio} = -1$;
- $\beta \text{Frequenza OD} = +0,0219$;
- $\beta \text{Costo biglietto} = -0,1$;
- $\beta PR_{ferro} = +0,814$.

I valori dei parametri sono stati calcolati dal modello di simulazione o, in alternativa, sono stati reperiti da fonte esterna (TPer per costo biglietto, siti comunali per tariffazione sosta, etc.).

⁸ 800 metri per le stazioni ferroviarie, 1.200 metri nei Centri di Mobilità, 200 metri per le fermate del tram, quelle del People Mover e 400 metri per le fermate previste sul Metrobus. In fase di calibrazione del modello, si è utilizzato soltanto il dato relativo alle stazioni ferroviarie, in quanto i restanti servizi non sono ancora in esercizio allo stato attuale.

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:

$$p_{od}^j = \frac{e^{\frac{U_{od}^j}{\theta}}}{\sum_{i=1}^m e^{\frac{U_{od}^i}{\theta}}}$$

Pertanto, la probabilità della generica alternativa p_{od}^j è determinata dal rapporto tra il numero di Nepero elevato all'utilità di tale alternativa (U_{od}^j) diviso un coefficiente Θ (che esprime il livello di stocasticità del modello) e 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 zona di traffico (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.

Negli scenari futuri, introducendo i nuovi valori dei parametri ricavati dal modello in funzione delle performance del sistema di offerta implementato, vengono quindi ottenute le stime delle relative quote di spostamenti su auto privata e trasporto pubblico.

È opportuno sottolineare che, in funzione della maggiore disponibilità dei dati e nell'ottica di massimizzare l'affidabilità dei risultati ottenuti, **la calibrazione del modello di ripartizione modale ha riguardato solo i dati relativi alle coppie O/D che interessano la cosiddetta "area di influenza" (sia internamente che come scambio).**

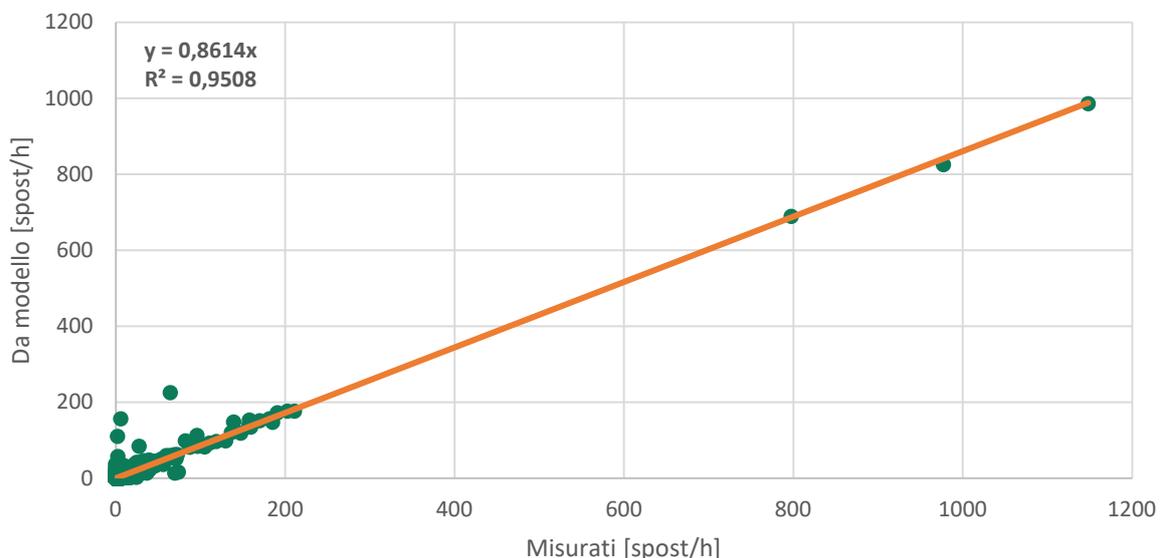


Figura 3-4: Scattergram modello di ripartizione modale

3.5 Il modello di assegnazione

I "modelli di assegnazione" sono degli algoritmi matematici che consentono di simulare le modalità con cui la domanda utilizza il sistema di offerta. Applicando queste procedure, quindi, è possibile ottenere delle stime dei flussi di traffico sugli archi della rete stradale e la stima degli utenti che utilizzano una data linea di trasporto pubblico.

3.5.1 Periodo di analisi e coefficienti di espansione

Come accennato in precedenza, nel modello implementato sono rappresentate *le corse che fanno riferimento ad un giorno ferial medio invernale non scolastico e rispettano una delle seguenti condizioni:*

- partenza entro le 08:30;
- arrivo dopo le 07:30.

In questo modo, la rete TPL oggetto di simulazione è rappresentativa dell'offerta garantita nell'ora di punta (07:30-08:30), sia a livello urbano che extraurbano, e al contempo fornisce all'utenza la possibilità di esaurire il proprio spostamento anche a cavallo dell'intervallo orario di riferimento.

I risultati e gli indicatori sintetici di rete forniti per ciascuno Scenario temporale di analisi (Attuale, Riferimento e Progetto) sono quindi relativi all'ora di punta mattutina di un giorno ferial medio invernale; di conseguenza sono

stati utilizzati coefficienti di espansione “ora-giorno” e “giorno-anno”, la cui metodologia di calcolo è illustrata nei paragrafi seguenti.

Coefficiente ora-giorno

Come illustrato in precedenza, alcune delle stime inerenti alla domanda di mobilità lungo il corridoio sono state eseguite utilizzando due diverse tipologie di dati. Anche la determinazione dei coefficienti di espansione ora-giorno ha quindi fatto ricorso a tali informazioni, selezionando due fonti in particolare per estrarre le informazioni che meglio riescono a riprodurre grazie alle loro caratteristiche in termini di ambito di analisi e struttura:

- i Floating Car Data estratti nell’ambito dell’area di studio.
- l’indagine O/D sulle fermate delle linee 99 e 206 lungo il corridoio San Vitale, eseguita nel novembre 2013 ed utilizzata anche per la definizione delle fermate del sistema Metrobus;

Per le loro caratteristiche e grazie alle tipologie delle informazioni fornite, queste due differenti fonti dati sono state utilizzate rispettivamente per calcolare il:

- “Coefficiente di espansione ora-giorno”, relativo alla rete di Trasporto privato.
- “Coefficiente di espansione ora-giorno” relativo alla rete del Trasporto pubblico;

Trasporto privato

Per quanto riguarda il “coefficiente di espansione ora-giorno” relativo alla rete del Trasporto privato, si è fatto riferimento ai dati forniti dai Floating Car Data misurati all’interno dell’area di studio (cfr. paragrafo §1.5.3).

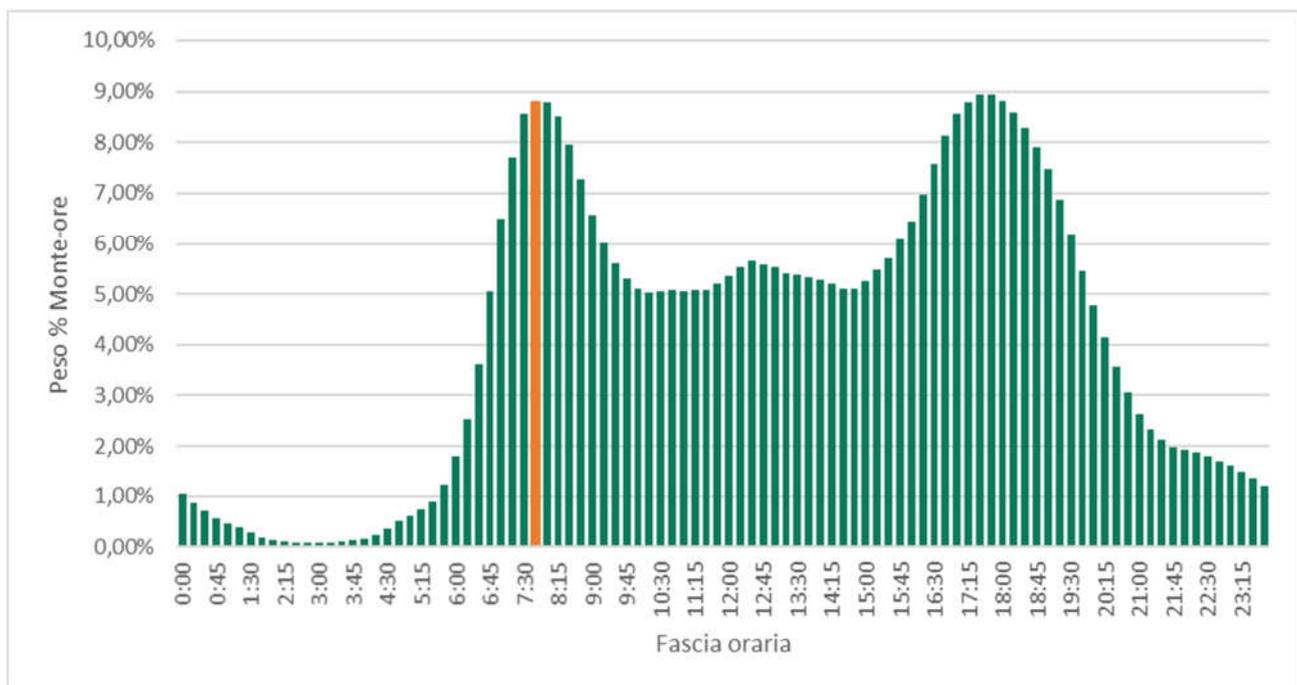


Figura 3-5 Andamento giornaliero del monte-h sviluppato dai veicoli FCD all’interno dell’area di studio

In questo caso si è calcolato il monte-ore complessivo sviluppato dai veicoli in un giorno feriale medio del mese di ottobre 2019 sulla rete stradale dell’area di studio e si è valutato il peso dell’ora di punta mattutina all’interno della singola giornata media feriale invernale. Si osserva come questo valore sia pari a circa il 9% del totale giornaliero (circa 1/11). **Da tali considerazioni è stato quindi definito un coefficiente di espansione ora-giorno per il Trasporto privato pari a 11,4.**

Trasporto pubblico

Per quanto riguarda il “coefficiente di espansione ora-giorno” relativo alla rete del Trasporto pubblico, si è fatto riferimento all’Indagine O/D svolta alle fermate delle linee 99 e 206 lungo il corridoio San Vitale nel novembre 2013; tale fonte, infatti, rappresenta al meglio le dinamiche di mobilità lungo il tracciato del futuro sistema Metrobus dal momento che caratterizza a livello spaziale e temporale tutti i passeggeri movimentati durante l’intero giorno di rilevazione.

Analizzando il dato complessivo, lungo le due linee citate si osservano giornalmente oltre 4.400 passeggeri movimentati che si concentrano principalmente durante l'intervallo di analisi 06:30-07:30 (come atteso in ambito prettamente extraurbano e suburbano, l'ora di punta è leggermente anticipata rispetto a quanto avviene nei grandi centri urbani).

Da questo totale è stato desunto quindi il valore relativo all'ora di punta mattutina (circa 560 spostamenti/h), pari a circa il 13% del totale giornaliero (quindi circa 1/8 del totale giornaliero). **Da tali considerazioni è stato quindi definito un coefficiente di espansione ora-giorno per il Trasporto pubblico pari a 7,9.**

06:30-07:30	01_BO-Centro	02_BO-Massarenti	03_BO-Mattei	04_Villanova	05_Cà dell'Orbo	06_Castenaso	07_Fossamarcia	08_Trebbo	09_Canaletti	10_Prunaro	11_Passo Pecore	12_Fossatone	13_Ponte Gaiana	14_Fasanina	15_Villa Fontana	16_Bivio Rossi	17_La Fabbrica	18_Medicina	99_Esterno	Totale
01_BO-Centro					5	4	2		2			2					2	2	4	23
02_BO-Massarenti	13	5	1		1	5							2					3	3	33
03_BO-Mattei	5	4	1		2	2														14
04_Villanova		3	1												1					5
05_Cà dell'Orbo	2	6	1																2	11
06_Castenaso	33	20	2	1	2												5	12	3	78
07_Fossamarcia																		1		1
08_Trebbo	2	3				1														6
09_Canaletti	5	7				1														13
10_Prunaro																				0
11_Passo Pecore	1	2																		3
12_Fossatone		2				1														3
13_Ponte Gaiana						1													2	3
14_Fasanina	2	5			1															8
15_Villa Fontana	8	5	1	1		3		2												20
16_Bivio Rossi	2																			2
17_La Fabbrica	2	1																2		5
18_Medicina	53	21	3	5		5			1	1		1							21	111
99_Esterno	36	30	4	2		7			3		2			1			3	39	93	220
Totale	164	114	14	9	11	30	2	2	6	1	2	3	2	1	1	0	10	59	128	559

Figura 3-6 Andamento orario spostamenti sul Trasporto Pubblico sulle linee 99 e 206 (Fonte: Indagine OD fermate - 2013)

Coefficiente giorno-anno

Infine, per effettuare l'espansione dal giorno medio feriale invernale all'intera annualità è stato utilizzato un coefficiente di espansione, calcolato servendosi dei dati forniti dal Sistema di monitoraggio MTS in merito ai flussi che insistono nel territorio oggetto di analisi.

Il sistema di rilevazione dei flussi di traffico (realizzato dalla Regione, dalle Province e dall'Anas) è composto dai dati rilevati da 285 postazioni installate in ambito extraurbano e periurbano, al margine della carreggiata stradale. La viabilità censita è la principale dei percorsi statali e provinciali. La densità e il numero delle postazioni per ambito provinciale varia in rapporto all'ampiezza e all'articolazione del reticolo stradale stesso.

Nell'area di studio i dati forniti dalle postazioni di interesse hanno mostrato un numero di transiti durante il mese di ottobre 2019 superiore ai 400.000 veicoli, che mediato sui giorni di misurazione per tutte le sezioni di conteggio ha restituito un coefficiente di espansione pari a 325.

Da tali considerazioni, e in assenza di ulteriori dati disponibili sul TPL, è stato quindi definito in via cautelativa un coefficiente di espansione giorno-anno per il Trasporto privato e per il Trasporto pubblico pari a 300.

3.5.2 Trasporto privato

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

Come detto, gli algoritmi di assegnazione permettono di simulare le logiche di comportamento degli automobilisti che sono portati a scegliere l'itinerario del viaggio minimizzando il costo generalizzato del trasporto. Questo 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.

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 si riduce e dipende dal livello di congestione.

Il tempo di percorrenza con un dato flusso di veicoli viene dunque determinato con una funzione detta "curva di deflusso" o "capacity restraint" (funzione CR), che descrive la relazione esistente tra la capacità di una strada ed il flusso che la interessa.

Il software VISUM consente di applicare differenti tipologie di curve; nel caso in esame il modello è stato implementato utilizzando curve di deflusso di tipo BPR ("Bureau of Public Roads") derivate dall'HCM (manuale americano "Highway Capacity Manual").

Le curve BPR presentano la seguente formulazione

$$T_{corr} = T_0 \cdot \left[1 + a \left(\frac{q}{q_{max} * c} \right)^b \right]$$

dove:

- T_{corr} = tempo di percorrenza a rete carica;
- T_0 = tempo di percorrenza a rete scarica;
- q = flusso presente sull'arco stradale;
- q_{max} = capacità dell'arco stradale;
- a, b, c = parametri caratteristici adimensionali (in linea coi principali riferimenti bibliografici) che variano con la tipologia degli archi e che determinano la pendenza e la convessità della funzione.

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

$$q = \sum_{i=1}^{NumSist} q_i + q_{precarico}$$

dove:

- q_i = flusso del sistema di trasporto i-esimo,
- $q_{precarico}$ = flusso preliminare e rappresentativo di una mobilità non espressa direttamente nella matrice O/D (ad esempio la mobilità intrazonale).

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 abbiano una conoscenza completa delle caratteristiche della rete e dello stato del traffico sulla rete e decidano di conseguenza l'itinerario migliore.

Nel software VISUM tale procedura è implementata attraverso una prima assegnazione di tipo 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. Successivamente vengono effettuate diverse iterazioni per ricercare i percorsi con impedenza inferiore e quindi bilanciare i flussi tra tutti i possibili itinerari per ciascuna relazione O/D.

3.5.3 Trasporto pubblico

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 ($pax \cdot km$) ed i passeggeri ora ($pax \cdot h$).

Il modello di trasporto pubblico è stato implementato utilizzando la procedura di calcolo basata sugli orari dei passaggi delle linee, che è indicata per aree extraurbane dove il servizio non è uniformemente distribuito durante l'intera giornata e dove è necessario considerare il coordinamento degli orari.

Questa procedura di assegnazione 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.

Essa si sviluppa in tre passi:

- la ricerca dell'itinerario,
- la scelta dell'itinerario,
- la ripartizione degli spostamenti.

Il primo passo individua i possibili percorsi fra due zone di traffico. Il secondo passo confronta i singoli itinerari ed elimina quelli relativamente meno convenienti, in termini di lunghezza dei collegamenti pedonali (il tempo massimo è stato individuato in 30 minuti) e definendo un numero massimo di trasbordi consentito per ogni percorso pari a 3. Il terzo passo analizza le caratteristiche degli itinerari selezionati 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. Per ogni itinerario plausibile viene calcolata l'impedenza come funzione di diversi parametri quali:

- Tempo a bordo dei mezzi di trasporto pubblico;
- Tempi di accesso ed egreso (dai centroidi di zona alla rete di trasporto);
- Tempo a piedi (tra fermate del TPL);
- Tempo di attesa ai trasbordi;
- Numero di trasbordi.

Calcolato quindi il valore dell'impedenza dei collegamenti avviene un'ulteriore fase di selezione che permette di ridurre il set di assegnazione, scartando tutti i collegamenti che presentano un'impedenza superiore a 1,5 volte l'impedenza del percorso a costo minimo maggiorato di 10 minuti.

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, in cui l'utilità è definita secondo la seguente legge:

$$U = \text{Impedenza}^{-B}, \text{ dove } B = 4$$

3.6 Calibrazione e validazione

L'attività di calibrazione comprende tutte quelle operazioni di revisione, controllo e aggiornamento dei dati di domanda ed offerta volti ad aumentare la precisione del modello e la sua capacità di riprodurre lo stato di fatto.

3.6.1 Conteggi

Trasporto privato

I dati di rilievo utilizzati per la verifica della calibrazione del modello di trasporto privato sono stati:

- i flussi rilevati dalle postazioni del Sistema MTS, implementato dalla Regione Emilia-Romagna, che insistono nel territorio oggetto di analisi nell'ottobre 2019 (come in Figura 3-7);
- le distanze e i tempi di viaggio medi relativi all'ora di punta mattutina, desunti dai Floating Car Data estratti relativamente all'area di studio relativi al mese di ottobre 2019.

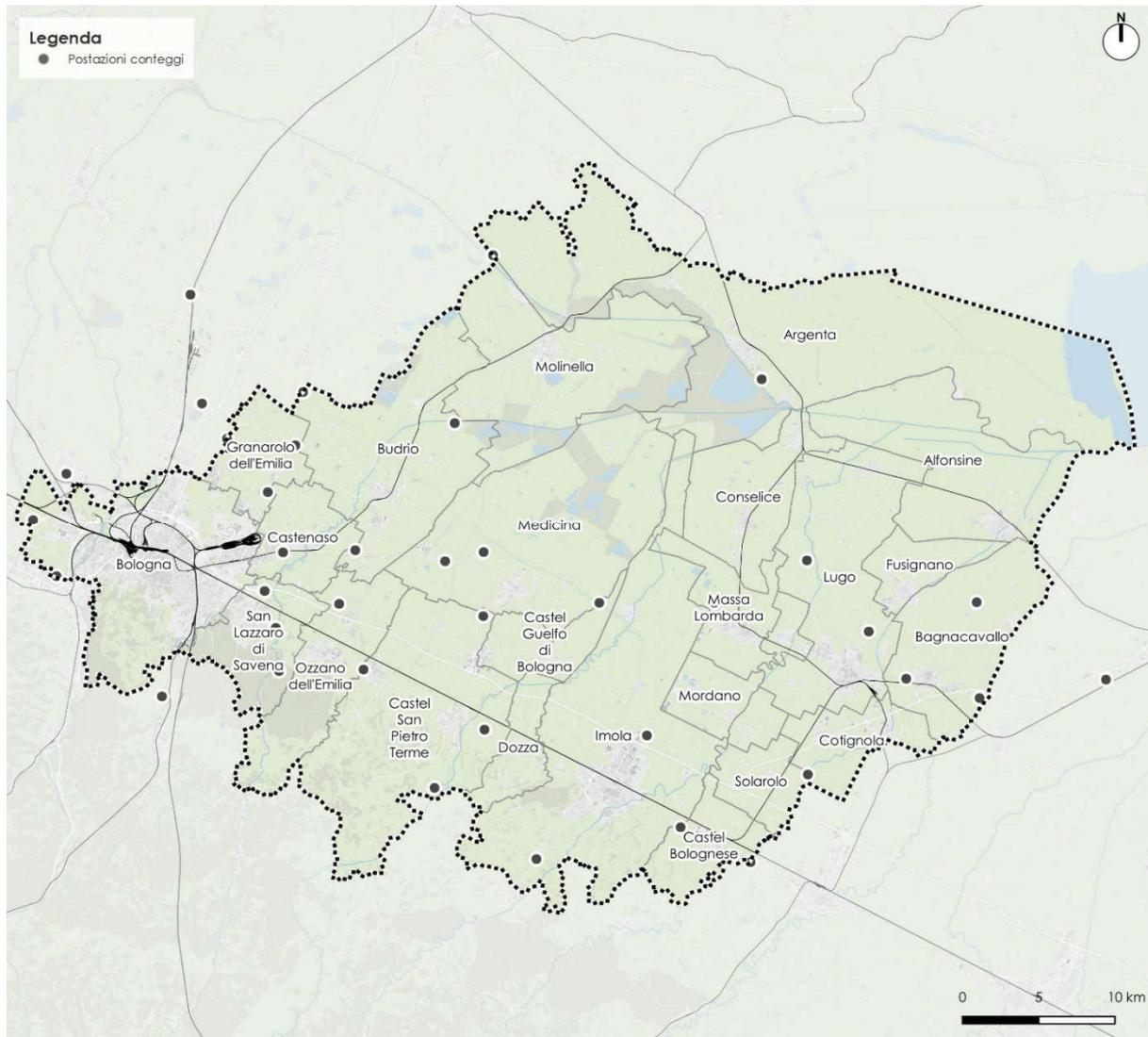


Figura 3-7: Sezioni di validazione per il trasporto privato

Trasporto pubblico

I dati utilizzati per la verifica della calibrazione del modello di trasporto pubblico sono stati quelli resi disponibili dagli operatori del trasporto ferroviario, che hanno fornito il rilievo dei saliti e discesi in corrispondenza delle stazioni del SFM relativi all'anno 2018.

Purtroppo, a causa dell'emergenza sanitaria che ha investito il paese a partire dal mese di febbraio 2020, non è stato possibile effettuare delle ulteriori indagini integrative sulle linee che servono il quadrante interessato dall'intervento.

3.6.2 Calibrazione e validazione del modello

Trasporto privato

Sinteticamente le principali operazioni effettuate hanno riguardato:

- revisione del grafo di offerta e controllo/calibrazione dei connettori, per ottenere un buon bilanciamento dei flussi di ingresso/egresso dalle zone e una corretta distribuzione dei flussi sulla rete nell'intorno dei nodi centroidi;
- correzione della domanda tramite procedure di matrix estimation sulla base dei flussi rilevati.

Ai fini del presente studio, pertanto, ci si è concentrati ad effettuare un'operazione di calibrazione validazione del modello lungo il corridoio che verrà interessato dalla realizzazione del nuovo sistema Metrobus. Inoltre, dal momento che le stime del modello di ripartizione modale risultano molto sensibili rispetto alle variazioni nei costi generalizzati del trasporto, è stata effettuata un'attenta e scrupolosa calibrazione e validazione rispetto alle distanze ed ai tempi di viaggio simulati sull'intera rete. 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 dalle postazioni MTS e le distanze ed i tempi di viaggio medi su ciascuna O/D dell'area di influenza. La precisione della validazione sul corridoio è stata valutata in base ai seguenti parametri statistici:

- **confronto tra flussi stimati – flussi misurati:** si è controllato che i valori simulati, calcolati mediante il modello, fossero ben correlati ai valori rilevati mediante i conteggi; in una buona calibrazione il coefficiente di correlazione della retta di regressione lineare deve essere prossimo a 1 (coefficiente angolare della retta bisettrice). Nel caso in esame, si è ottenuto un coefficiente pari a 1,0985 per quanto riguarda i flussi veicolari, pari a 0,9825 per quanto riguarda le distanze medie di viaggio tra O/D e pari a 1,0815 per quanto riguarda i tempi medi di viaggio tra O/D;
- **coefficiente di correlazione R^2 :** è anche detto indice di correlazione di Bravais-Person e dà una misura della dipendenza tra due variabili; anche per quanto riguarda questo coefficiente, in una buona calibrazione il valore deve essere prossimo a 1. Nel caso in esame, si è ottenuto un indice di correlazione pari a 0,9841 per quanto riguarda i flussi veicolari, pari a 0,9514 per quanto riguarda le distanze medie di viaggio tra O/D e pari a 0,9543 per quanto riguarda i tempi medi di viaggio tra O/D;
- **Indice GEH:** la letteratura di settore indica come soglia obiettivo un valore inferiore a 5 per l'85% dei dati analizzati. In questo caso, l'81% dei rilievi è risultato inferiore a 5, a conferma dell'attendibilità dei dati ottenuti dalle simulazioni.

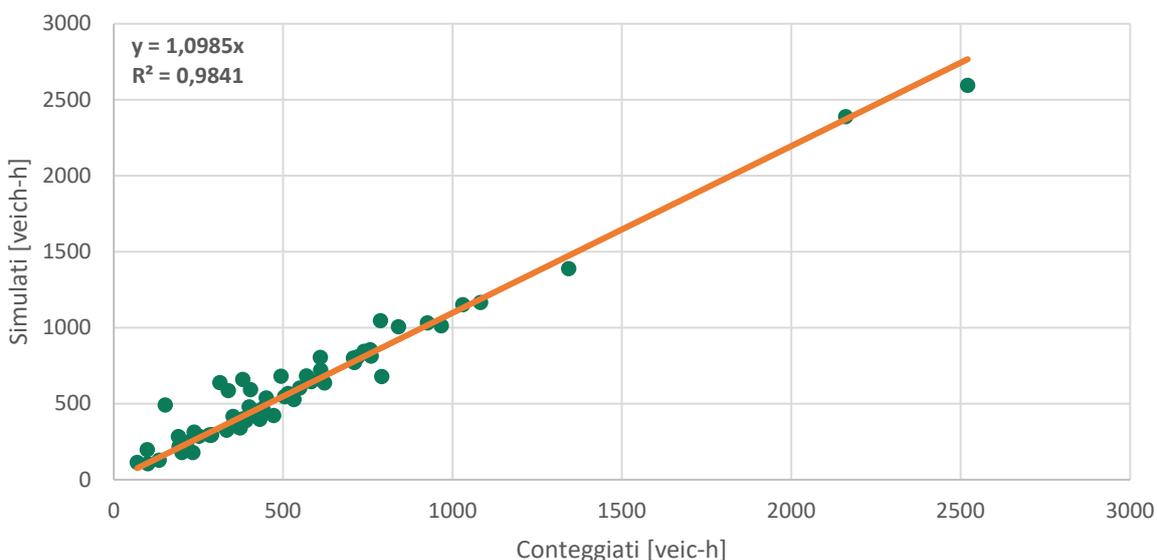


Figura 3-8: Calibrazione del trasporto privato – Flussi veicolari ora di punta mattutina

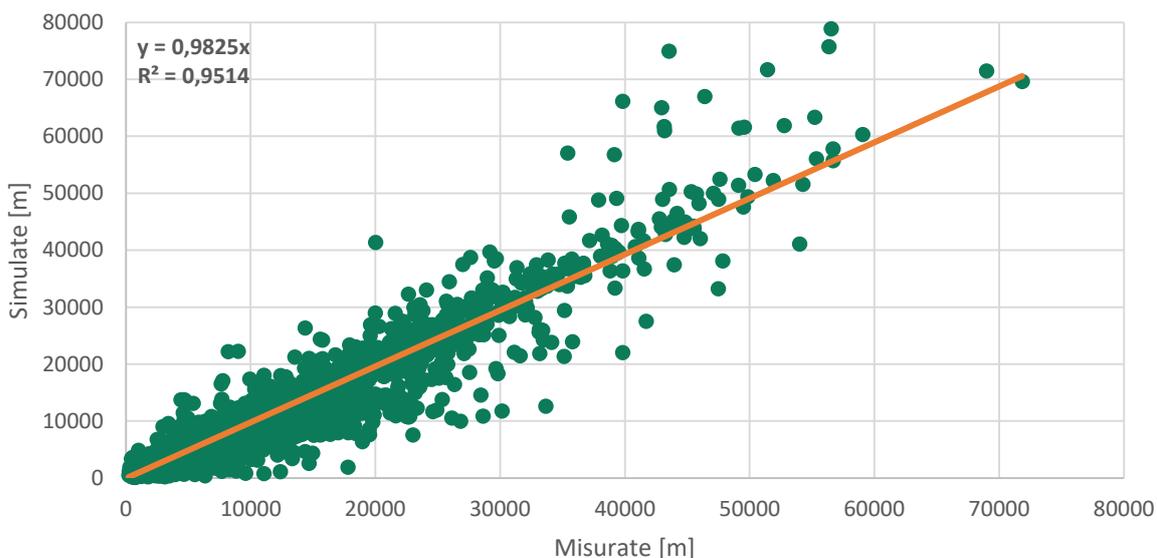


Figura 3-9: Calibrazione del trasporto privato – Distanze medie di viaggio tra O/D ora di punta mattutina

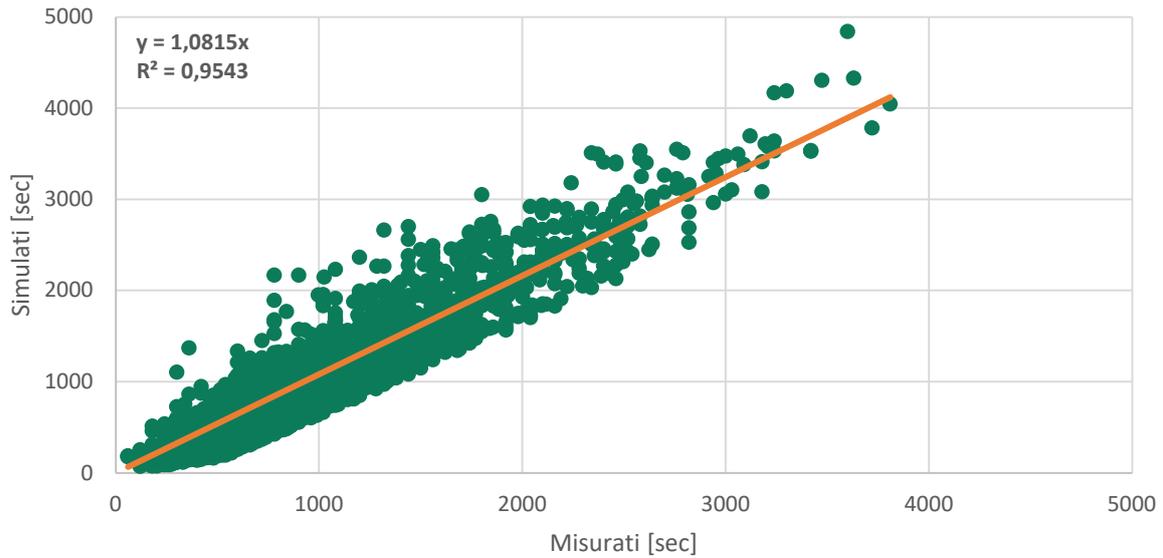


Figura 3-10: Calibrazione del trasporto privato – Tempi medi di viaggio tra O/D ora di punta mattutina

Trasporto pubblico

Anche nel caso del trasporto pubblico, si è proceduto ad una procedura di calibrazione validazione prettamente lungo il corridoio interessato dalla realizzazione del nuovo sistema Metrobus.

Sulla base delle informazioni disponibili è stato possibile ricostruire, in termini di passeggeri saliti e discesi, i transiti alle Stazioni del SFM presenti nell'area di studio da utilizzare per la calibrazione del modello.

La precisione della simulazione è stata valutata in base ai seguenti parametri statistici, analizzando il risultato anche senza considerare Bologna Centrale (Figura 3-12) che, data l'entità dei flussi in transito, risulta totalmente fuori scala rispetto al resto delle stazioni SFM, rischiando quindi di condizionare le valutazioni:

- *confronto flussi stimati – flussi misurati*: nel caso in esame, la retta di regressione ha coefficiente pari a 1,0897, che rappresenta un risultato soddisfacente.
- *coefficiente di correlazione R^2* : nel caso in esame, si è ottenuto un buon valore dell'indice di correlazione pari a 0,9231.

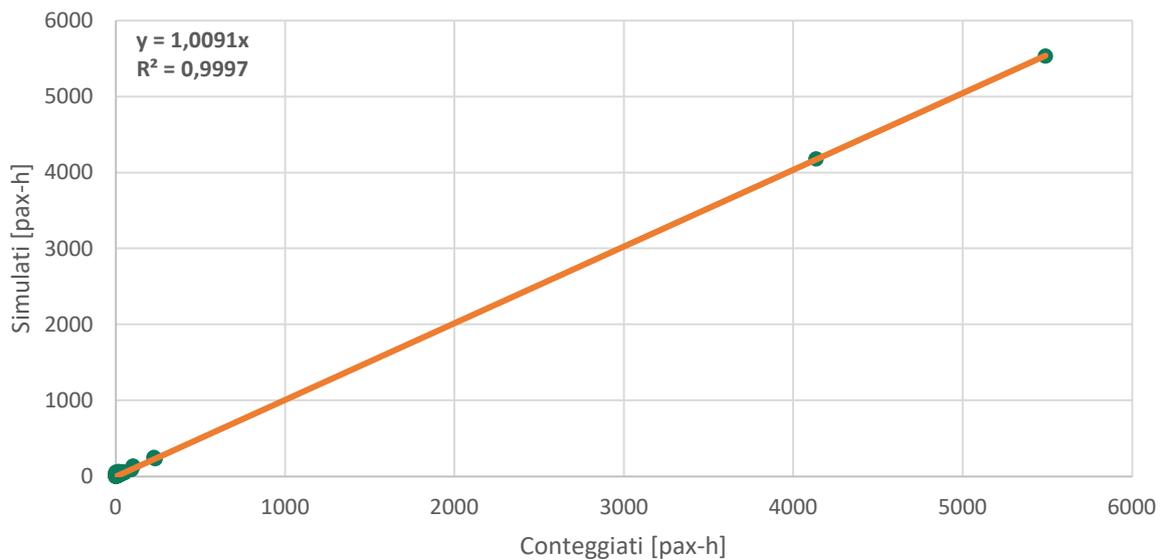


Figura 3-11: Calibrazione del trasporto pubblico - Saliti/Discesi alle Stazioni SFM

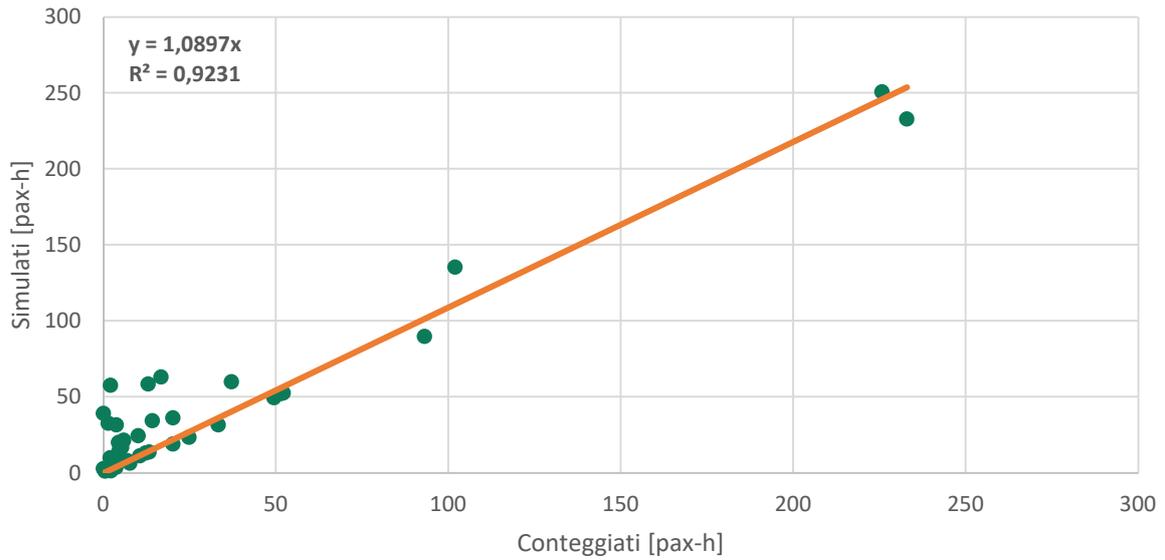


Figura 3-12: Calibrazione del trasporto pubblico – Saliti/Discesi alle Stazioni SFM (esclusa Bologna C. le)

4 Gli scenari futuri

Il modello descritto nei capitoli precedenti e calibrato sulla situazione attuale, rappresenta la base di partenza per la costruzione degli scenari futuri. L'operazione successiva è stata quindi l'individuazione dell'orizzonte temporale di riferimento più rappresentativo nel quale riprodurre la distribuzione dei flussi di traffico indispensabili per tutte le attività di progettazione e di valutazione degli impatti del nuovo sistema Metrobus.

L'orizzonte temporale individuato è il 2027, anno in cui s'ipotizza che il servizio Metrobus sia entrato pienamente a regime e rispetto al quale è possibile definire, con buona approssimazione sulla base degli strumenti di pianificazione di medio e lungo periodo, l'assetto territoriale ed infrastrutturale previsto.

Gli scenari che saranno presi in esame, come prassi nelle valutazioni di progetti di infrastrutture e/o di servizi di trasporto, sono due:

- lo **Scenario di Riferimento** (o di "non intervento"), che modella la rete con tutti gli interventi sia sulla rete di trasporto privato sia su quella di trasporto pubblico che si prevede saranno realizzati entro l'anno di riferimento preso in considerazione a meno dell'intervento di progetto da analizzare;
- lo **Scenario di Progetto**, che introduce anche l'intervento di progetto e le eventuali modifiche alle reti infrastrutturali e dei servizi da questo indotte.

4.1 Il sistema di offerta

4.1.1 Lo Scenario di Riferimento

Nel presente paragrafo si riportano gli interventi che determinano la configurazione dello Scenario di Riferimento che, come già esposto, rappresenta lo scenario comprensivo di tutti gli interventi previsti sia sulle reti infrastrutturali sia su quelle sei servizi all'anno di riferimento (2027) a meno dell'intervento di progetto del quale si vogliono valutare gli effetti. Per svolgere tale attività si è fatto in primo luogo riferimento a quanto previsto dal PUMS, avendo però cura di valutare attentamente la reale fattibilità dei singoli interventi all'orizzonte temporale considerato.

Interventi sulla rete di trasporto privato

Per ciò che riguarda la rete stradale, lo Scenario di Riferimento è stato implementato considerando la realizzazione dei seguenti interventi:

- realizzazione del progetto del *Passante di Bologna* che prevede il potenziamento in sede della tratta urbana della A14 e della tratta urbana del Sistema Tangenziale. Nello specifico:
 - il potenziamento della A14 avverrà tramite la realizzazione di una terza corsia reale⁹ e della corsia di emergenza tra l'Interconnessione con il Raccordo di Casalecchio e lo svincolo di Bologna San Lazzaro con un limite di velocità posto a 110 km/h;
 - il potenziamento della Tangenziale avverrà tramite la realizzazione di una terza corsia reale e della corsia di emergenza tra lo svincolo 3 e lo svincolo A14 di Bologna San Lazzaro. Il limite di velocità su tutto il Sistema Tangenziale sarà posto a 80 km/h. Il progetto inoltre prevede interventi su alcuni svincoli della Tangenziale con apertura i nuovi svincoli e chiusura e/o modifica di altri.
- realizzazione *III corsia sulla A13* da Bologna Arcoveggio a Ferrara Sud, per un'estesa complessiva di circa 33 km;
- realizzazione della *IV corsia sulla A14* tra ponte Rizzoli e la diramazione per Ravenna per complessivi 27 km;
- realizzazione della *Complanare Nord all'A14* nel tratto da Bologna-San Lazzaro a Ponte Rizzoli e relativi svincoli;
- realizzazione di due *complanari ad Est e Ovest del ramo di A13* tra diramazione con l'A14 e lo svincolo Bologna-Arcoveggio, in maniera tale da consentire lo scambio tra sistema autostradale e i quartieri di Croce Coperta e Dozza;
- realizzazione di un *collegamento tra via Porrettana (altezza uscita Cantagallo) e il Raccordo Autostrada-Tangenziale* in corrispondenza della stazione ferroviaria Casalecchio Garibaldi;
- completamento dell'*asse Osteria Nuova - Trebbo di Reno*;
- *collegamento tra le aree posizionate ad Est e ad Ovest del fascio ferroviario* tra le stazioni di Rastignano e Bologna San Ruffillo;
- realizzazione di uno *svincolo di collegamento tra la SP253 e la zona di Ca' dell'Orbo*;
- realizzazione di uno *svincolo e di una rotatoria per il collegamento diretto tra la Trasversale di Pianura e il casello autostradale di Bologna-Interporto* ed il potenziamento del tratto tra il casello e lo svincolo per Interporto;

⁹ Attualmente sulla tratta urbana della A14 è disponibile una terza corsia dinamica tra il Raccordo di Casalecchio e Bologna S. Lazzaro che viene attivata in caso di necessità

- realizzazione di un *collegamento in direzione Nord-Sud tra la San Vitale e via dell'Industria*;
- una serie di interventi infrastrutturali (diretti o accessori) per il *collegamento tra le zone poste a Nord e Sud del fascio ferroviario all'interno dell'abitato di Bologna*;
- realizzazione di alcuni *rami infrastrutturali tangenziali all'abitato di Imola* allo scopo di garantire il bypass da parte dei flussi di attraversamento;
- realizzazione di un *collegamento tra la via Emilia e la SP30 a Ovest di Toscanella di Dozza*, finalizzato a indirizzare il traffico dalla via Emilia verso il nuovo casello autostradale Toscanella, limitando l'attraversamento del nucleo abitato.

Oltre agli interventi citati, sono state applicate anche tutte quelle modifiche indotte dagli interventi previsti a seguito dell'entrata in esercizio della Linea Rossa della tramvia. In particolare, sono stati introdotti:

- nuova viabilità e nuovo svincolo per consentire il collegamento tra via San Donato e Tangenziale di Bologna;
- modifiche agli schemi di circolazione (modifica ai sensi di marcia, svolte vietate, etc.);
- riduzione di capacità lungo le carreggiate stradali.

Interventi sulla rete di trasporto pubblico

Relativamente alla rete di trasporto pubblico, l'intervento più rilevante che caratterizza lo Scenario di Riferimento è certamente l'introduzione della Linea Rossa del Tram che si sviluppa per circa 15 chilometri all'interno della città di Bologna e il cui percorso ha origine dal capolinea ovest *Terminal Emilio Lepido* situato a Borgo Panigale.

La linea si sviluppa lungo l'asse delle vie Marco Emilio Lepido, Emilia Ponente e Aurelio Saffi fino alla cinta dei viali, prosegue poi su Via San Felice e Via Ugo Bassi nel pieno centro storico di Bologna alle spalle di Piazza Maggiore; da qui svolta verso nord in direzione della Stazione Bologna Centrale FS e passato ponte Matteotti attraversa il quartiere della Bolognina. Giunta a Piazza dell'Unità si dirige verso est su via della Liberazione e Viale Aldo Moro, dove la linea si separa dirigendosi:

- verso il "Fiera District" per andarsi ad attestare al *Terminal Fiera Michelino*;
- lungo via della Repubblica e poi via S. Donato per raggiungere il quartiere Pilastro posto a nord-est della città ed andarsi ad attestare presso la *Facoltà di Agraria*.

Questo importante intervento comporta necessariamente un ampio riassetto delle linee su gomma urbane/suburbane/extraurbane. In generale, per le varie linee coinvolte, sono stati previsti interventi di vario tipo, i principali dei quali sono:

- eliminazione di linee;
- riduzione della frequenza;
- modifica degli attestamenti;
- modifica del percorso.

Per quanto riguarda, nello specifico, le linee suburbane ed extraurbane, i percorsi in ambito urbano sono pensati per evitare la sovrapposizione col tracciato della tramvia:

- le linee 81, 91 e 86 scambiano con la linea tramviaria in corrispondenza della fermata Cinta Daziaria;
- le linee 87, 651, 576 (e altre linee minori sulle stesse direttrici) si attestano al nodo di interscambio Terminal Emilio Lepido;
- le linee provenienti dai comuni Nord/Nord-Est della Città metropolitana (93, 88, 300 e 301) si attestano al Terminal Fiera-Michelino.

Di seguito si riporta l'elenco delle linee interessate dalla riorganizzazione dei percorsi.

Linea	Tipologia	Descrizione
11	Urbana	Istituto R. Luxemburg/Bertalia/Arcoveggio - rot. Corelli/Ponticella
13	Urbana	Borgo Panigale - S. Ruffillo – Rastignano
14	Urbana	Barca - Ospedale S. Orsola - Due Madonne/Pilastro
19	Urbana	Casteldebole - San Lazzaro di Savena
20	Urbana	San Biagio - Casalecchio di Reno - Pilastro
21	Urbana	Filanda - Stazione Centrale - San Donato

Linea	Tipologia	Descrizione
27	Urbana	Corticella - Mazzini
28	Urbana	Via Indipendenza S. Pietro / Via dei Mille - Fiera
38	Urbana	Circolare periferica destra
39	Urbana	Circolare periferica sinistra
41	Urbana	Navetta A: Istituto Fioravanti Piazza Liber Paradisus - Poliambulatorio Rizzoli
50	Urbana	Navetta C: Cestello - Piazza Minghetti - Stazione Centrale - Parcheggio Tanari
55	Urbana	Facoltà di Agraria - San Ruffillo
81	Suburbana	Stazione Centrale - Longara - Padulle - Bagno di Piano
86	Suburbana	P.za Roosevelt / P.za San Francesco - Casalecchio di Reno
87	Suburbana	Bologna - Stazione Centrale - Ospedale Maggiore - Anzola - Castelfranco
88	Suburbana	Bologna - Cadriano - Viadagola - Granarolo dell'Emilia
91	Suburbana	Stazione Centrale - Calderara di Reno - Padulle - Bagno di Piano
93	Suburbana	Bologna - Granarolo dell'Emilia - Baricella - Mondonuovo
213	Extraurbana	Bologna - Budrio - Medicina
300	Extraurbana	Bologna - Granarolo dell'Emilia - Baricella - Mondonuovo
556	Extraurbana	Cento - San Giovanni in Persiceto - Bologna
576	Extraurbana	Bologna - San Giovanni in Persiceto - Crevalcore
646	Extraurbana	Bologna - Anzola dell'Emilia - Spilamberto - Bazzano Stazione F.B.V.
651	Extraurbana	Bologna autostazione - Bazzano stazione
673	Extraurbana	Zola Predosa - Rigosa

Tabella 4-1: Linee TPL su gomma modificate a seguito dell'inserimento della Linea Rossa del tram

Altro importante progetto considerato nello Scenario di Riferimento è quello relativo all'attivazione del *Progetto Integrato della Mobilità Bolognese (PIMBO)*. 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.

In estrema sintesi il progetto riguarda:

- interventi su alcune 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;
 - opere di accessibilità alle fermate SFM;
- il completamento dell'interramento della tratta urbana della linea ferroviaria SFM 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.

Nello specifico, il progetto di filoviarizzazione riguarda le linee:

- 12: Genova/Atleti Azzurri – Stazione Centrale – Corticella SFM (attuale Linea 27);
- 13: Borgo Panigale - S. Ruffillo – Rastignano;
- 14: Barca - Ospedale S. Orsola - Due Madonne/Pilastro;
- 15: P.za XX Settembre - S. Lazzaro di Savena (anche nota come Crealis)¹⁰
- 32: Circolare esterna destra;
- 33: Circolare esterna sinistra.

¹⁰ Linea attivata il 30 giugno 2020

- *Pax*km* Metrobus: fornisce la percorrenza complessiva sviluppata a bordo del sistema Metrobus da parte dei “saliti Metrobus”;
- *Percorrenza media a bordo*: ottenuta dal rapporto tra “pax*km Metrobus” e “saliti Metrobus”;
- *Produzione* Metrobus: fornisce la percorrenza complessiva giornaliera sviluppata dalle corse del sistema Metrobus.

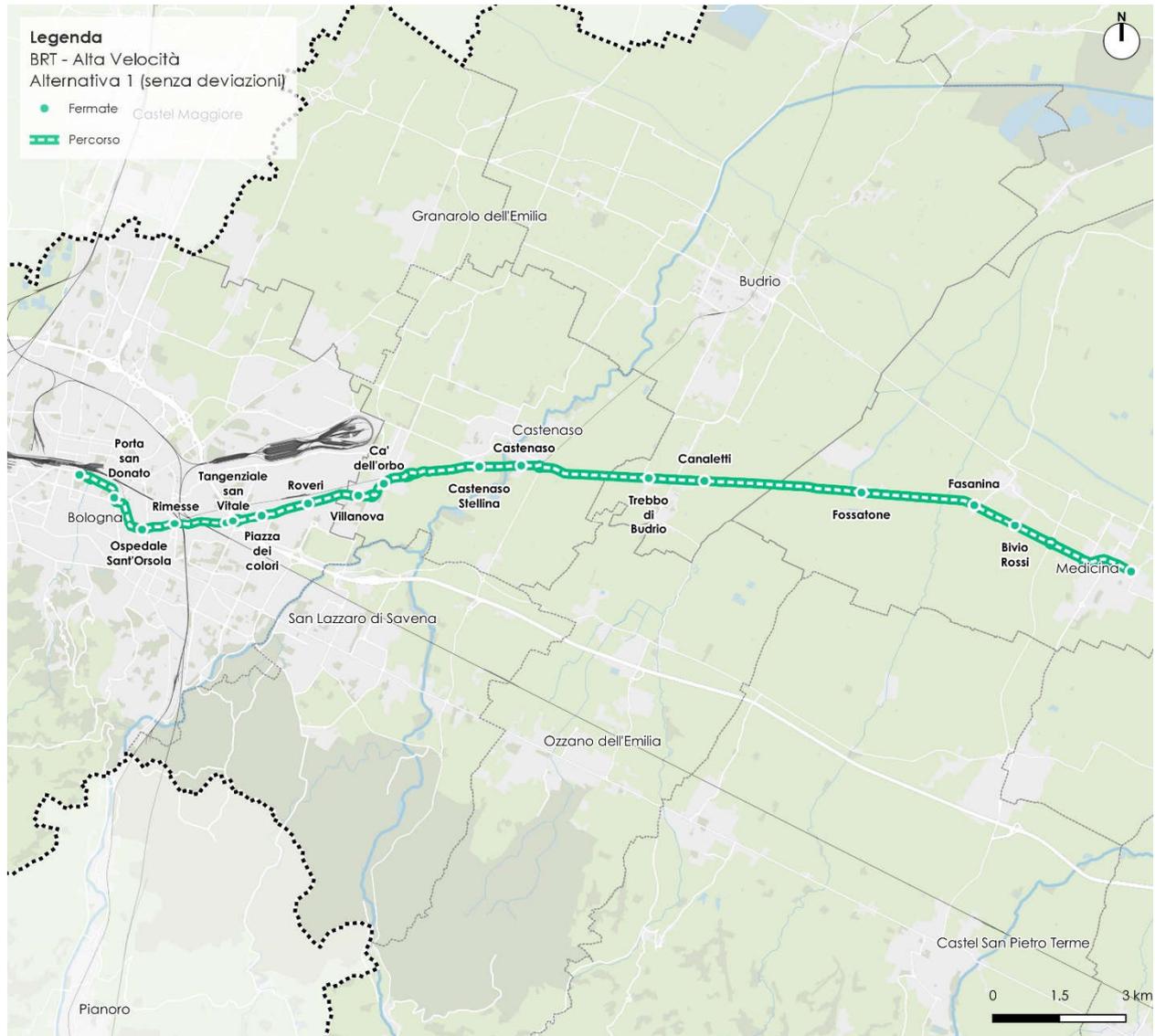


Figura 4-2: Alternativa di tracciato 1 – Metrobus Alta Velocità

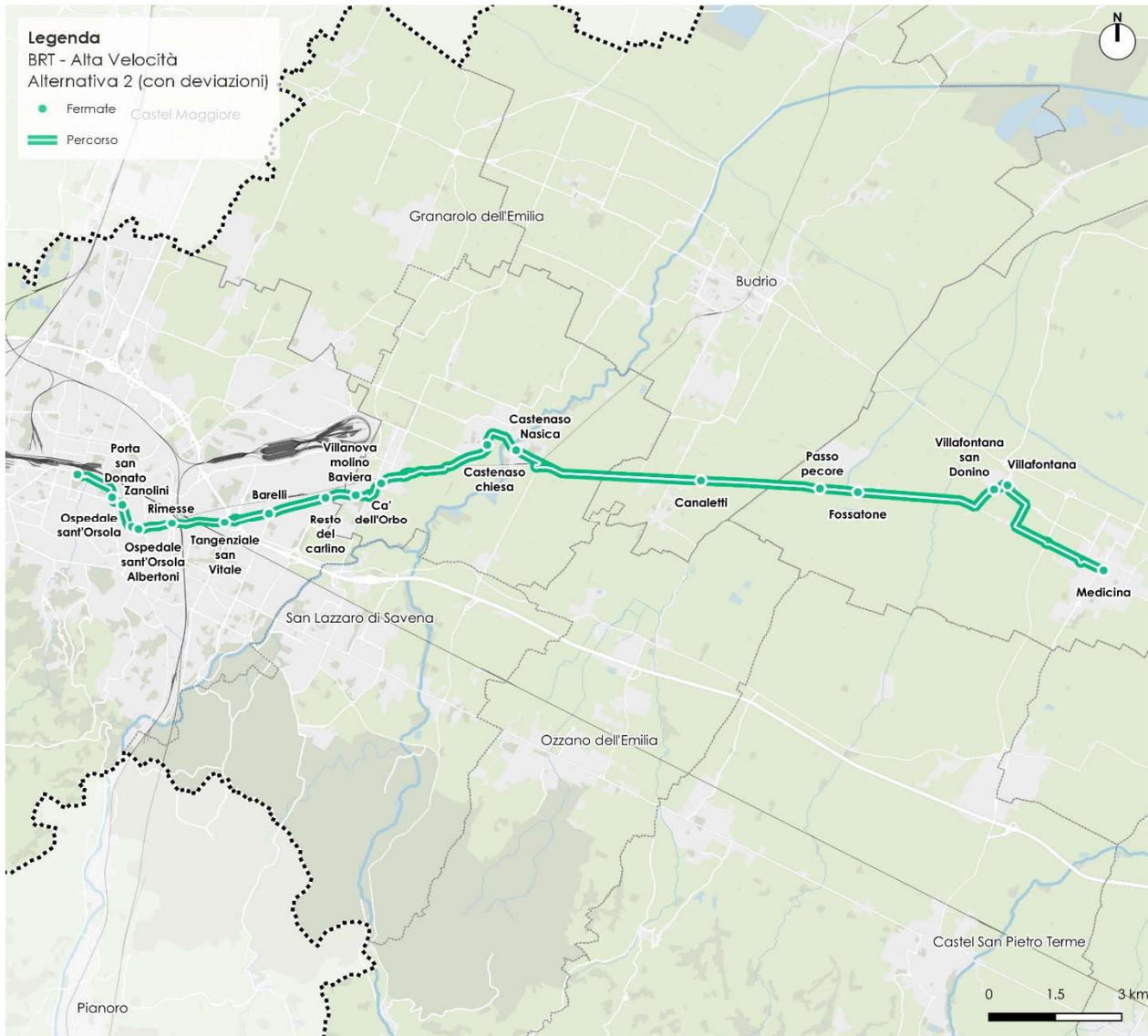


Figura 4-3: Alternativa di tracciato 2 – Metrobus Alta Velocità

Indicatore	Soluzione "1"	Soluzione "2"
Shift modale sul Trasporto Pubblico (pax/h)	215	220
Saliti Metrobus (pax/h)	850	500
Pax*km Metrobus (pax*km)	16.750	7.700
Percorrenza media a bordo (km)	19,5	15,5
Produzione Metrobus (bus*km/gg)	2.000	2.100

Tabella 4-2: Principali indicatori di valutazione delle Alternative di tracciato

Sulla base di queste risultanze fornite dalle alternative ipotizzate si evince come **la soluzione "1" sia la soluzione che fornisce le migliori prestazioni a livello trasportistico**, sia in termini di minori costi di produzione sia in termini di carico sulla linea perché il suo itinerario diretto consente di servire in modo più efficace la popolazione residente nell'area di studio.

4.1.3 Lo Scenario di Progetto

Come noto, la configurazione dello Scenario di Progetto differisce da quello di riferimento esclusivamente per la presenza del progetto che deve essere oggetto di valutazione e che, inevitabilmente, genera delle modifiche sia al funzionamento della rete di trasporto privato che a quello della rete del trasporto pubblico.

Del tracciato della linea Metrobus si è già parlato nel precedente capitolo §2, mentre nel paragrafo §4.1.2 si è individuata nella Soluzione “1” l’alternativa che viene sottoposta a valutazione e per la quale viene definita anche la riorganizzazione della rete di trasporto su gomma del bacino San Vitale.

Di seguito sono riportati tutti gli ulteriori elementi progettuali che discendono direttamente dalla realizzazione del sistema Metrobus.

Interventi sulla rete di trasporto privato

Per quanto alla rete del trasporto privato, il nuovo sistema Metrobus prevede una serie di interventi infrastrutturali mirati a conferire al servizio le caratteristiche prestazionali tipiche di un sistema BRT:

- sede o corsie dedicate;
- gestione delle intersezioni;
- assenza di barriere architettoniche alle fermate.

Nello specifico, oltre ad una configurazione ed una localizzazione delle fermate in grado di conferire maggiore riconoscibilità, accessibilità e comfort all’utenza, tra le principali modifiche previste relativamente alla rete stradale recepite nel modello di simulazione a scala macroscopica si segnalano:

- nel tratto di attraversamento della Z.I. di Cà dell’Orbo, la realizzazione su via Tosarelli da via Ca’ dell’Orbo alla Rotonda Falcone e Borsellino di un *tratto di corsia preferenziale in direzione Bologna*;
- nel tratto di attraversamento della Z.I. di Cà dell’Orbo, la realizzazione su via Tosarelli in approccio alla Rotonda Falcone e Borsellino di un *tratto di corsia preferenziale in direzione Medicina*;
- nel tratto di attraversamento del comune di Castenaso, la realizzazione sulla SP 235 S. Vitale in approccio alla Martiri del 21 ottobre 1944 di un *tratto di corsia preferenziale in direzione Medicina*;
- nel tratto di attraversamento del comune di Castenaso, la realizzazione sulla SP 235 S. Vitale in approccio alla Martiri del 21 ottobre 1944 di un *tratto di corsia preferenziale in direzione Bologna*;

Si rimanda comunque agli specifici elaborati del PFTE per i dettagli progettuali dei singoli interventi.

Interventi sulla rete di trasporto pubblico

Oltre all’implementazione del nuovo sistema Metrobus per collegare Medicina a Bologna, che nel precedente capitolo §2 è stato esposto nelle differenti alternative di tracciato e che costituisce l’intervento di progetto da sottoporre a valutazione, sono stati previsti altri interventi che interesseranno la rete del trasporto pubblico, illustrati di seguito in quanto strettamente correlati alla realizzazione del Metrobus.

La riorganizzazione delle linee di TPL

Coerentemente con quanto previsto dal PUMS Metropolitano, contestualmente all’implementazione del nuovo sistema Metrobus, è stata prevista la ristrutturazione delle linee TPL del bacino San Vitale nell’ottica di perseguire tre principali obiettivi:

- il **miglioramento dell’accessibilità al territorio**, tramite l’utilizzo dei servizi di trasporto pubblico;
- il **riequilibrio modale a favore del TPL**, attraendo la quota di domanda potenziale che attualmente utilizza il mezzo privato;
- l’**incremento dell’inclusione sociale**, assicurando a tutti i cittadini pari opportunità fisiche ed economiche di accesso ai luoghi ed ai servizi di interesse.

Il presente studio è stato pertanto condotto attraverso strategie di pianificazione in grado di centrare tali sfidanti obiettivi; la riorganizzazione delle linee TPL è stata di conseguenza pensata declinando alla scala locale del bacino San Vitale le strategie e le azioni previste dal PUMS in merito alla rete del Trasporto Pubblico Metropolitano:

- **Rete gerarchizzata**, pianificando le linee secondo una gerarchia funzionale, in linee di forza e adduzione, considerando il Metrobus come linea portante tra Medicina e Bologna;
- **Rete capillare**, Assicurando una buona copertura del territorio e pensando percorsi di linea che servano, oltre che da adduzione, da raccolta e distribuzione nei centri abitati e nei poli attrattivi;
- **Attrattività del TPL**, pianificando servizi che siano efficienti ed attrattivi per frequenza, velocità, comfort a bordo ed in fermata e assicurando adeguata informazione all’utenza.

Come accennato nel capitolo §2, nell'ottica di assicurare elevata velocità e capacità al trasporto pubblico tra Medicina e Bologna per compensare la mancanza del servizio ferroviario, la definizione del nuovo sistema Metrobus ha interessato diversi ambiti di analisi:

- fermate;
- servizio;
- bigliettazione;
- accessibilità;
- via di marcia;
- parco veicolare.

Sono stati pertanto implementati due differenti servizi, in grado di garantire all'utenza al contempo velocità e capacità di trasporto lungo la direttrice San Vitale:

- **Metrobus – Alta Velocità: Medicina – Bologna Autostazione**, che prevede 6 corse/h/direzione nell'ora di punta mattutina, 4 nella punta serale e 2 nelle ore di morbida per un totale di 86 corse ogni giorno;
- **Metrobus – Alta Capacità: Castenaso Mazzini – Bologna Autostazione**, che prevede 4 corse/h/direzione nell'ora di punta mattutina e 2 nella punta serale e nelle ore di morbida per un totale di 68 corse ogni giorno.

Per quanto riguarda, invece, la riorganizzazione delle linee di adduzione, è stato necessario prevedere un significativo riassetto dei servizi di TPL su gomma che attualmente servono il quadrante est della Città metropolitana. A tale scopo, quindi, sono stati individuati una serie di criteri di pianificazione in grado di risolvere le principali criticità dell'attuale rete TPL (evidenziate nel paragrafo §1.6.2), facilitando il conseguimento degli obiettivi e l'attuazione delle strategie sanciti dal vigente PUMS:

- **Gerarchizzazione della rete:**
 - Metrobus e SFM come sistema portante;
 - Rete di adduzione a Metrobus e SFM;
- **Riconoscibilità:**
 - Struttura e caratteristiche dei percorsi semplificati rispetto all'attuale;
- **Funzionalità:**
 - Percorsi e frequenze stabilite in base alle caratteristiche della domanda di mobilità ed alla localizzazione dei poli attrattivi (zone industriali e poli produttivi);
- **Connessione:**
 - Attestamenti che favoriscano l'interscambio modale nei futuri Centri di Mobilità;
 - Ottimizzazione dell'uso delle risorse.

È opportuno specificare che non è stata apportata alcuna modifica alle corse scolastiche. Questa scelta, assunta in accordo con l'Amministrazione, è stata fatta per non obbligare gli studenti in arrivo dai comuni della Città metropolitana ed in alcuni casi anche dalle province contermini ad effettuare dei trasbordi e/o ad incrementare le percorrenze pedonali. Pertanto, *i servizi scolastici sono stati considerati solo in termini di contributo al monte km complessivo della rete pianificata ma non sono stati oggetto di questa pianificazione.*

Nelle successive figure sono illustrate le modifiche introdotte alle linee extraurbane; è opportuno precisare che, per quanto appena detto, alcune linee che ad oggi effettuano esclusivamente servizio scolastico, sebbene esistenti, non sono state considerate nella modellizzazione dello Scenario Attuale e di quello di Riferimento.

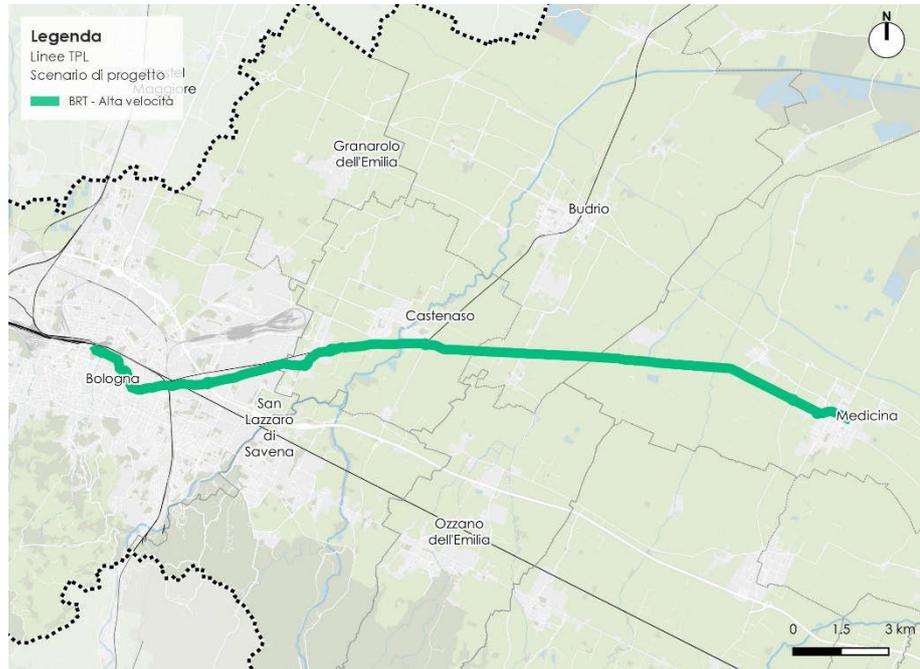
Tali linee risultano implementate, pertanto, solo nello Scenario di Progetto, dal momento che è l'unico nel quale assumono validità anche "non scolastica". Di conseguenza, solo nello Scenario di Progetto vengono considerate per il computo delle produzioni chilometriche annuali, utili a loro volta a verificare l'equilibrio economico-finanziario del progetto in questione. Il dato delle corse/giorno si riferisce pertanto a quelle con validità "non scolastica". È necessario precisare, infine, che le linee 99 e 299 vengono invece sostituite dal sistema Metrobus.

**Metrobus –
Alta Velocità**

Scenario Progetto

Percorso
Medicina –
Bologna Autostazione

Corse/giorno
86



**Metrobus –
Alta Capacità**

Scenario Progetto

Percorso
Castenaso Mazzini–
Bologna Autostazione

Corse/giorno
68

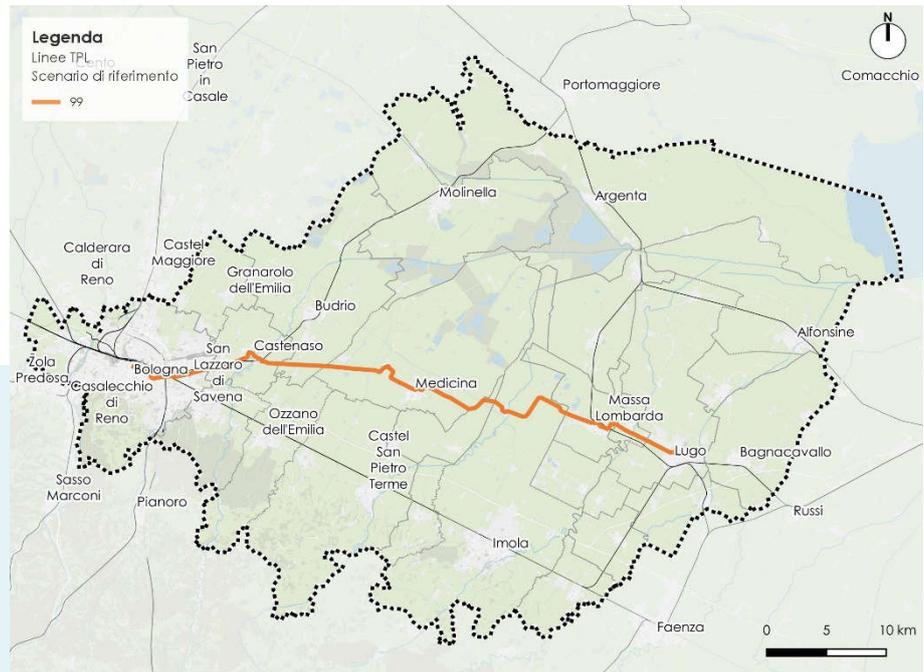


Linea 99

Scenario Riferimento

Percorso
Bologna - Medicina - Lugo / Castel Guelfo

Corse/giorno
65



Linea 99

Scenario Progetto

Percorso

SOPPRESSA

Corse/giorno

Linea 89

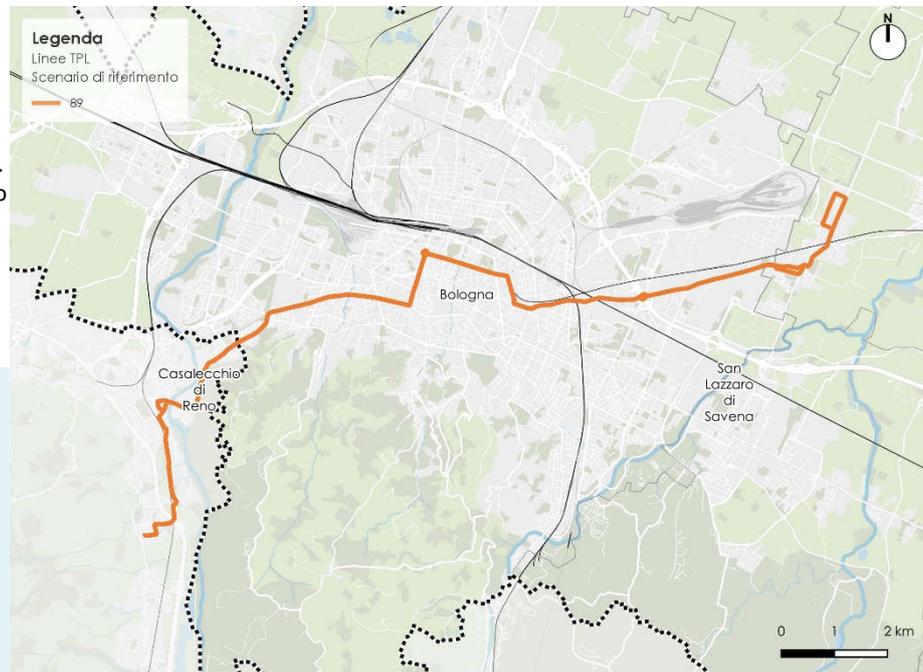
Scenario Riferimento

Percorso

Cà dell' Orbo - Villanova - Ospedale S. Orsola - Bologna - Casalecchio di Reno - San Biagio

Corse/giorno

73



Linea 89

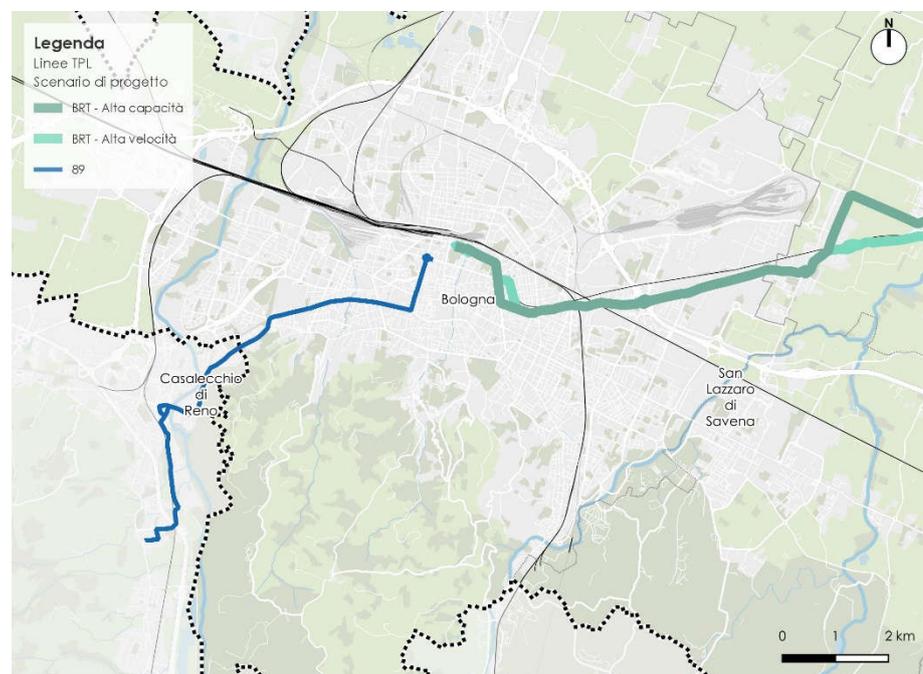
Scenario Progetto

Percorso

Cà dell' Orbo - Villanova - Ospedale S. Orsola - Bologna

Corse/giorno

73



Linea 116

Scenario Riferimento

Percorso

ATTUALMENTE SOLO SCOLASTICA

Corse/giorno

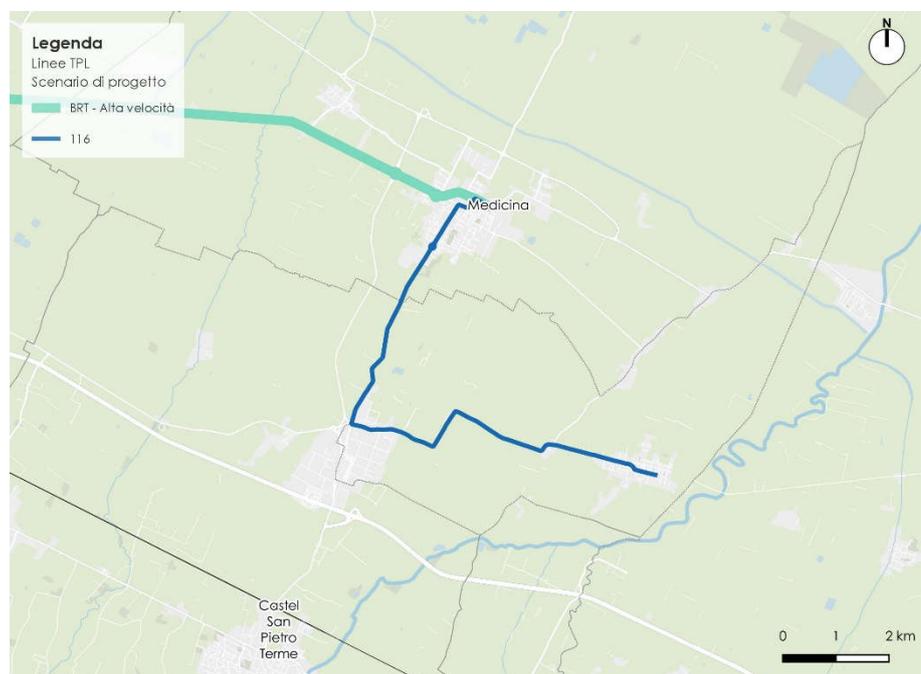
Linea 116

Scenario Progetto

Percorso
Castel Guelfo - Medicina

Corse/giorno

8



Linea 117

Scenario Riferimento

Percorso

ATTUALMENTE SOLO SCOLASTICA

Corse/giorno

Linea 117

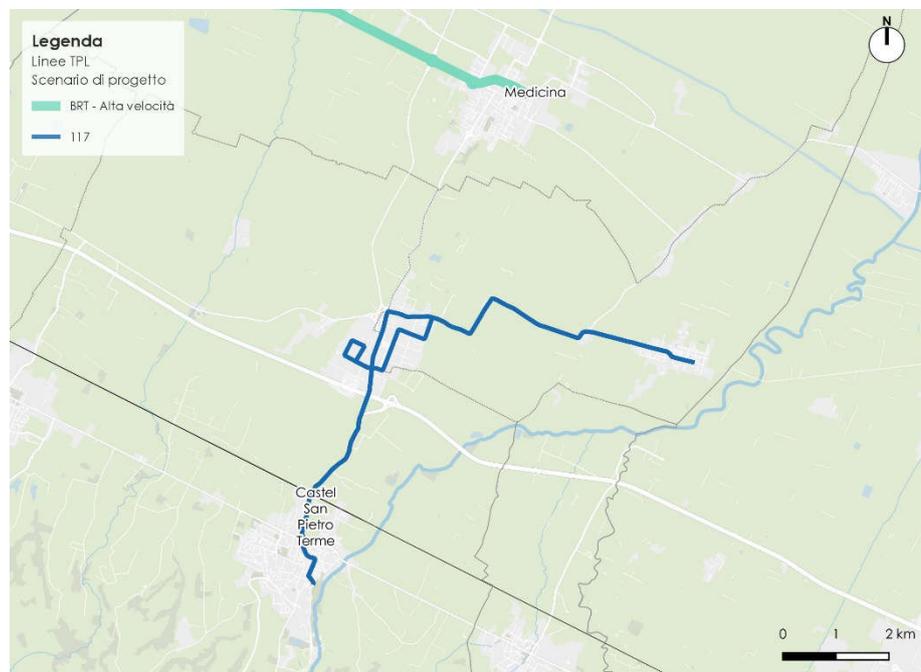
Scenario Progetto

Percorso

Castel San Pietro Terme – Castel Guelfo

Corse/giorno

8

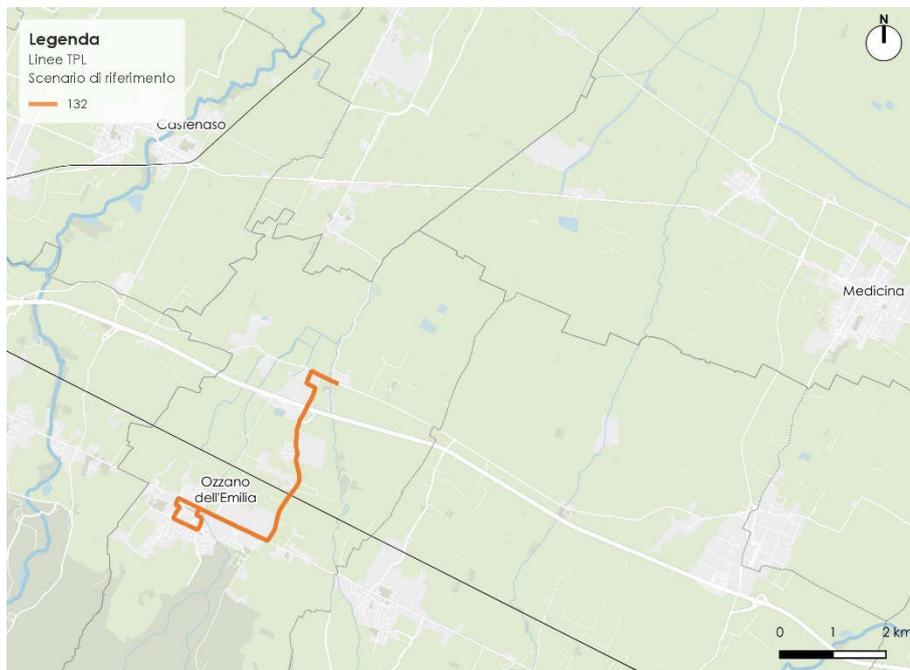


Linea 132

Scenario Riferimento

Percorso
Ponte Rizzoli -
Ozzano Galvani

Corse/giorno
6

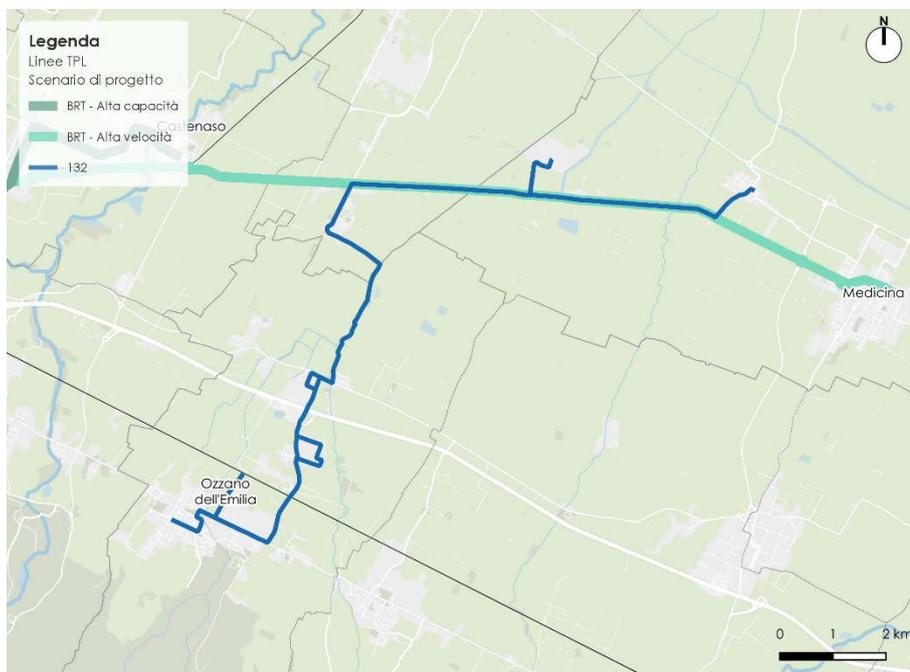


Linea 132

Scenario Progetto

Percorso
Ponte Rizzoli - Ozzano Galvani – Z.I.
Fossatone - Villa Fontana

Corse/giorno
8

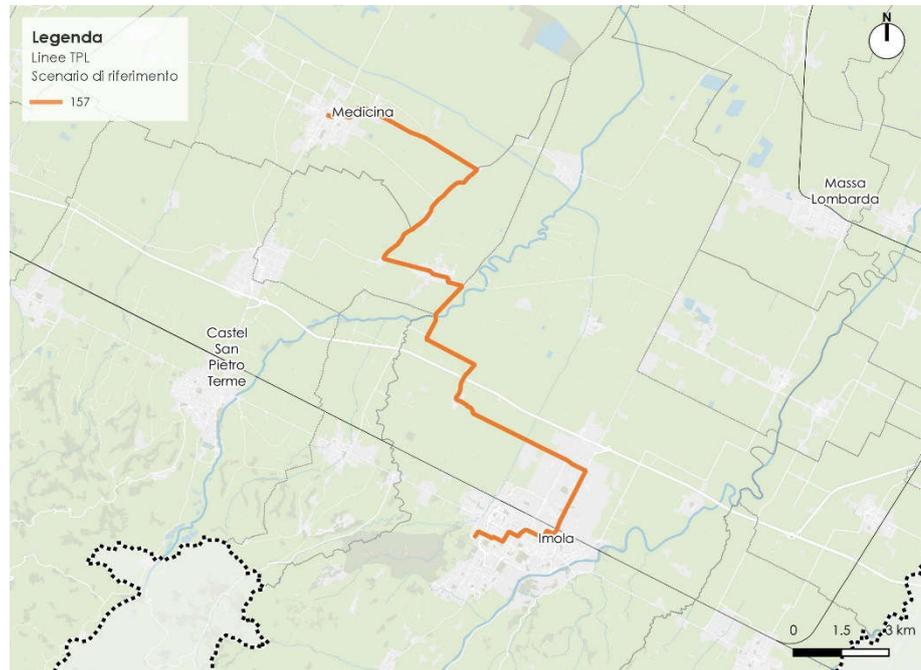


Linea 157

Scenario Riferimento

Percorso
Imola - Castel Guelfo -
Medicina

Corse/giorno
5

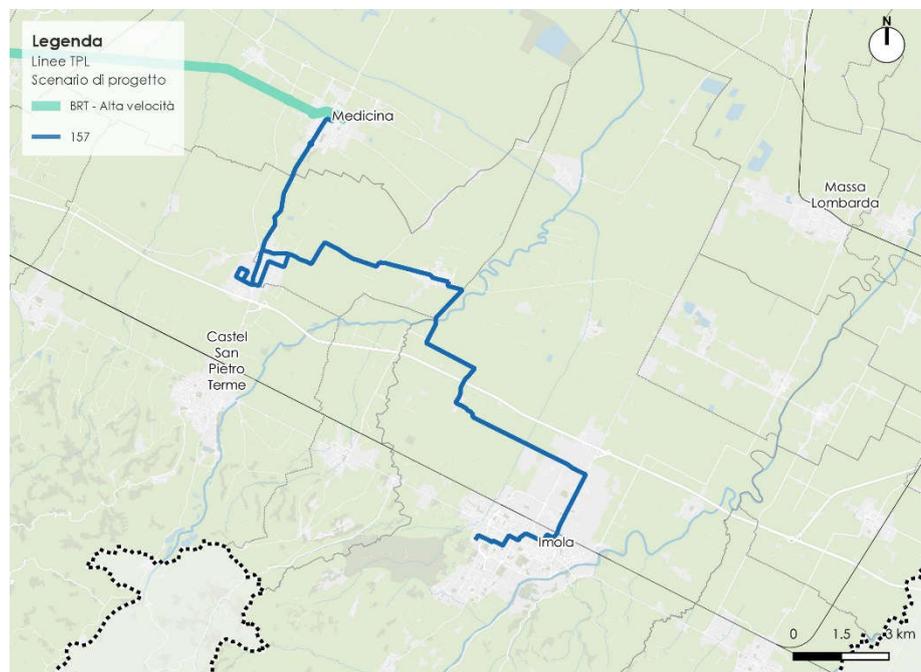


Linea 157

Scenario Progetto

Percorso
Imola – Castel Guelfo –
Z.I. Cà Bianca - Medicina

Corse/giorno
8

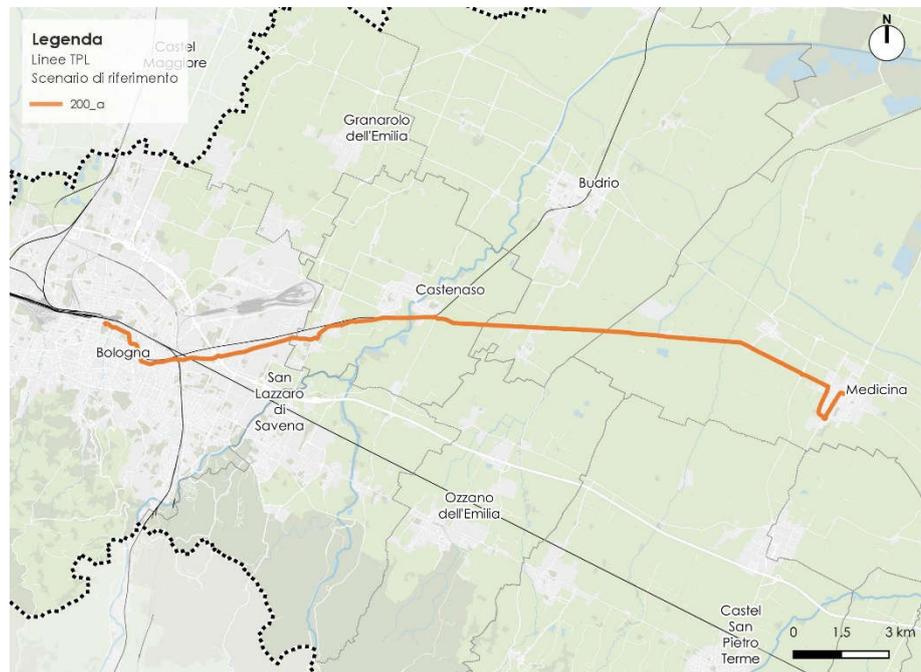


Linea 200

Scenario Riferimento

Percorso
Medicina-Bologna

Corse/giorno
1



Linea 200

Scenario Progetto

Percorso

SOPPRESSA

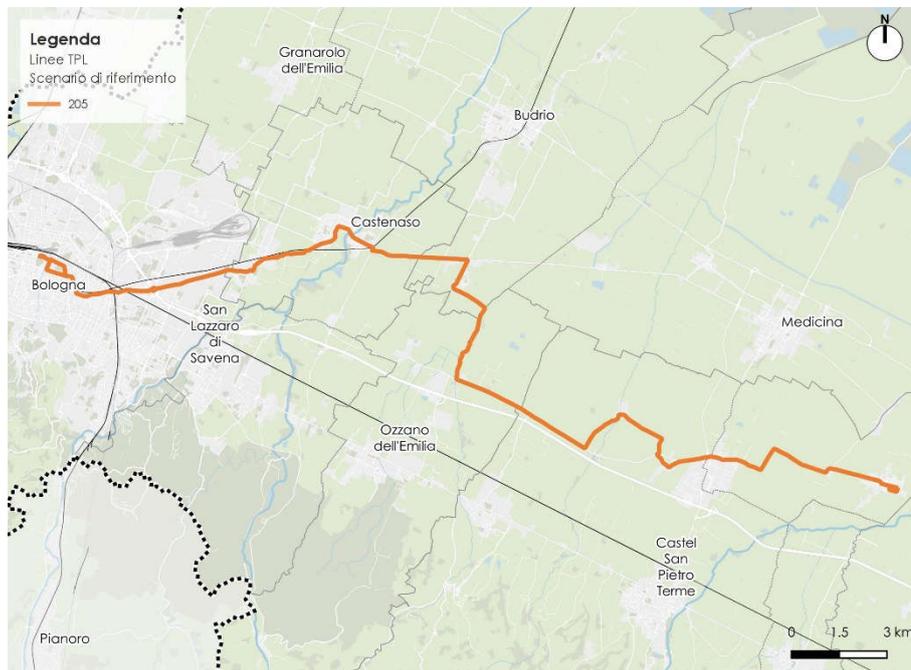
Corse/giorno

Linea 205

Scenario Riferimento

Percorso
Bologna - Castel Guelfo

Corse/giorno
2

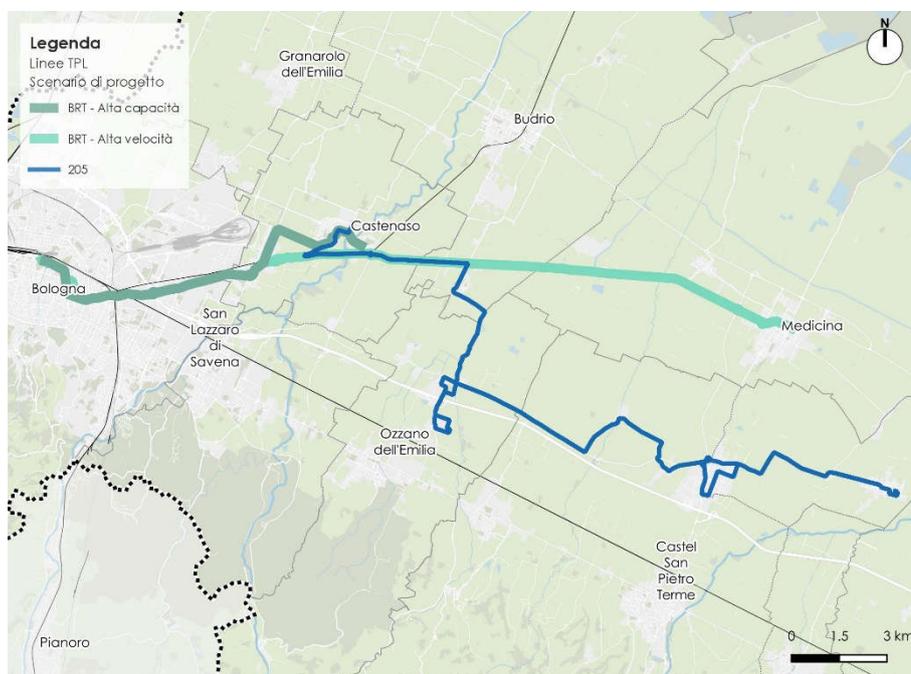


Linea 205

Scenario Progetto

Percorso
Castenaso Acquedotto– Ponte Rizzoli – Z.I. Cà Bianca - Castel Guelfo

Corse/giorno
6

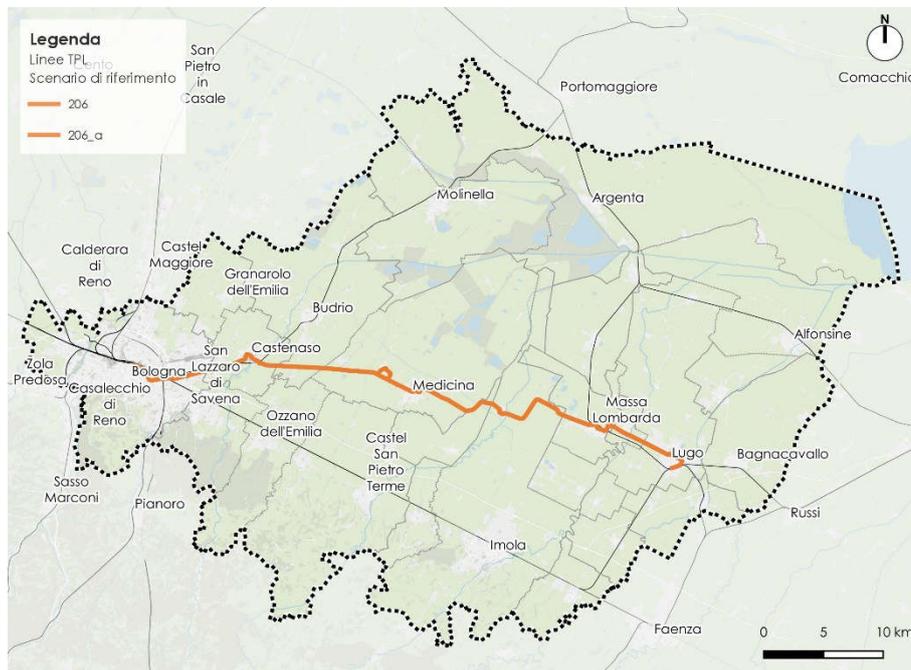


Linea 206

Scenario Riferimento

Percorso
Bologna - Sesto Imolese - Massa
Lombarda - Lugo

Corse/giorno
23

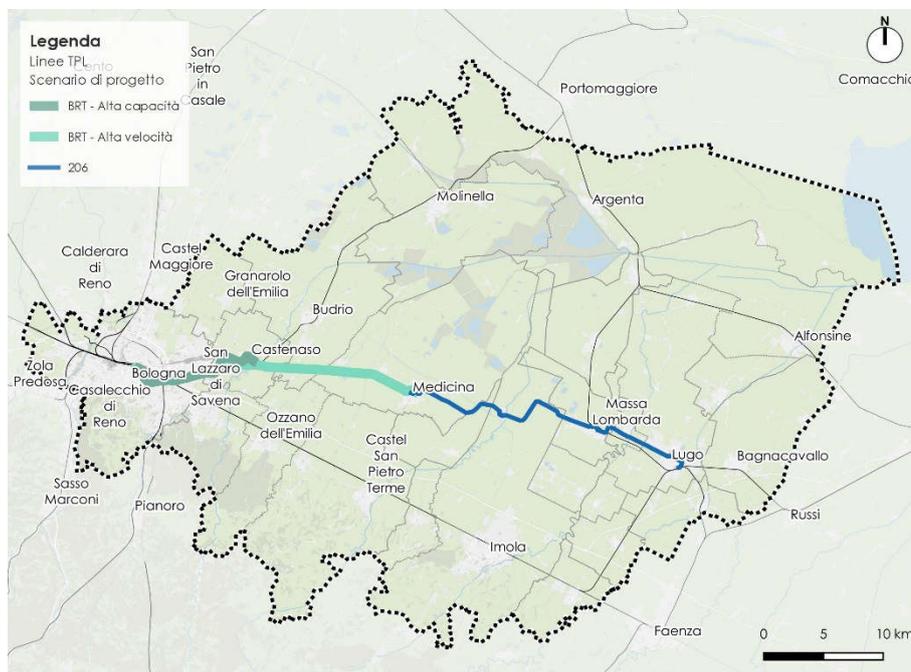


Linea 206

Scenario Progetto

Percorso
Medicina - Sesto Imolese - Massa
Lombarda - Lugo

Corse/giorno
26

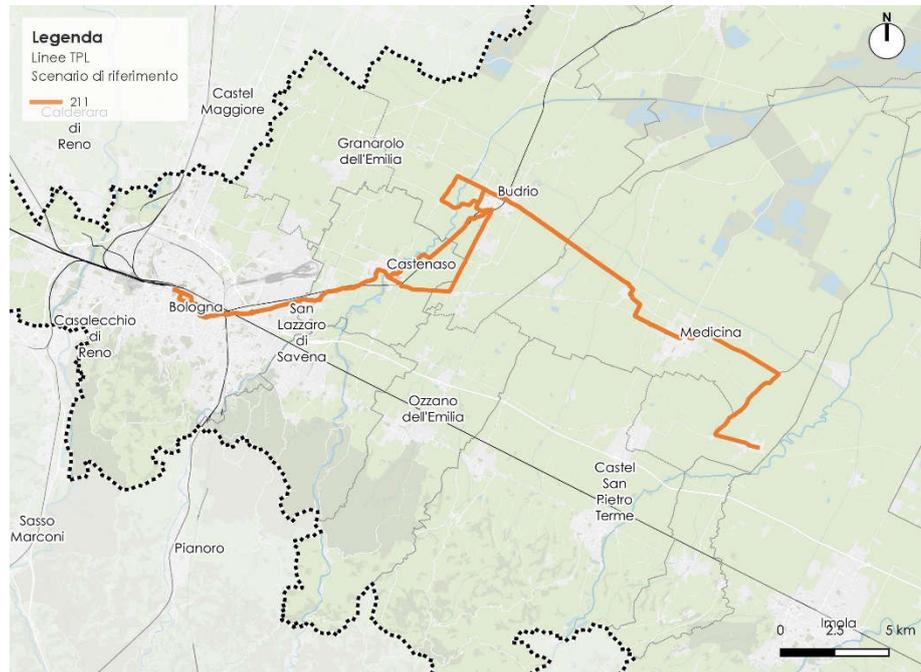


Linea 211

Scenario Riferimento

Percorso
Bologna - Budrio - Medicina

Corse/giorno
4



Linea 211

Scenario Progetto

Percorso

SOPPRESSA

Corse/giorno

Linea 212

Scenario Riferimento

Percorso

ATTUALMENTE NON PREVISTA

Corse/giorno

Linea 212

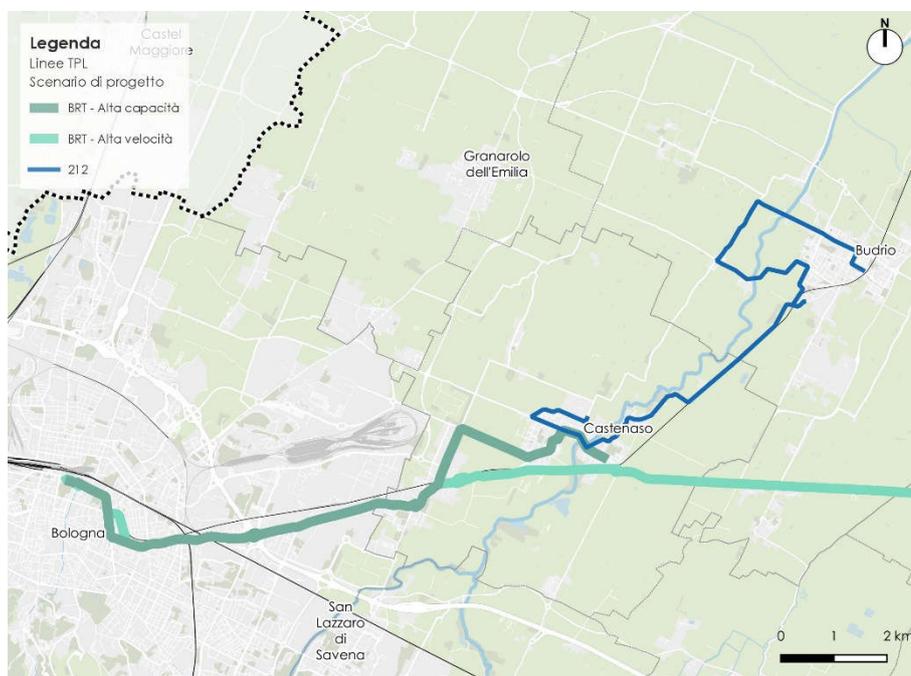
Scenario Progetto

Percorso

Budrio – Castenaso Acquedotto

Corse/giorno

2

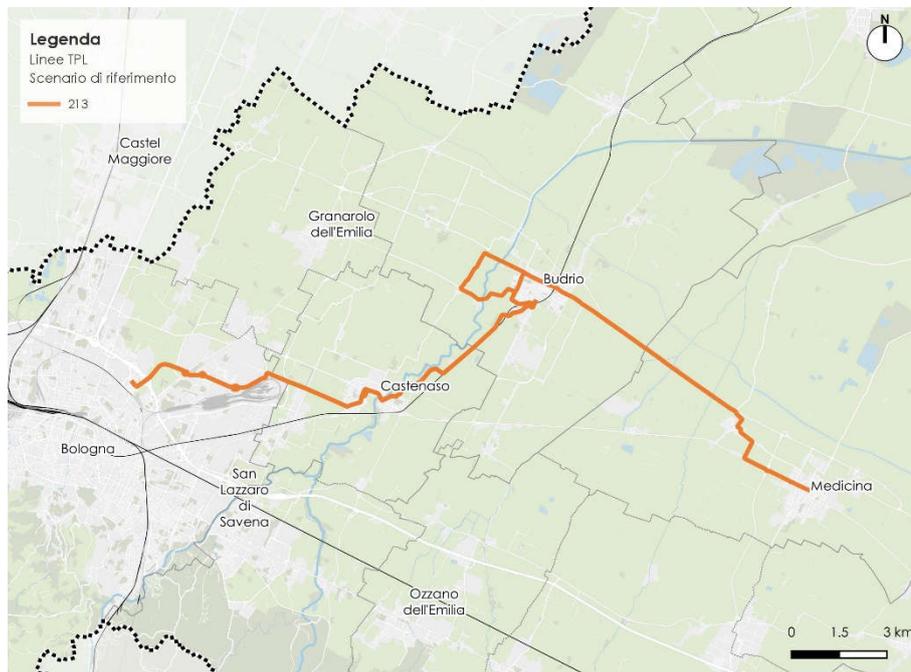


Linea 213

Scenario Riferimento

Percorso
 Bologna Terminal Fiera -
 Fiesso - Budrio -
 Vigorso - Medicina

Corse/giorno
 4

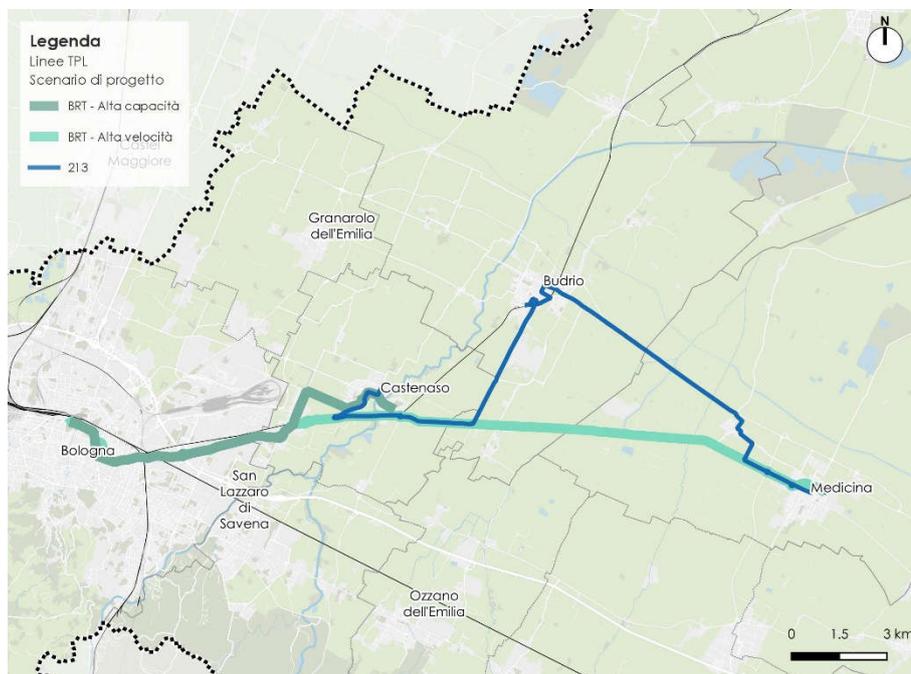


Linea 213

Scenario Progetto

Percorso
 Castenaso Acquedotto -
 Budrio - Medicina

Corse/giorno
 10

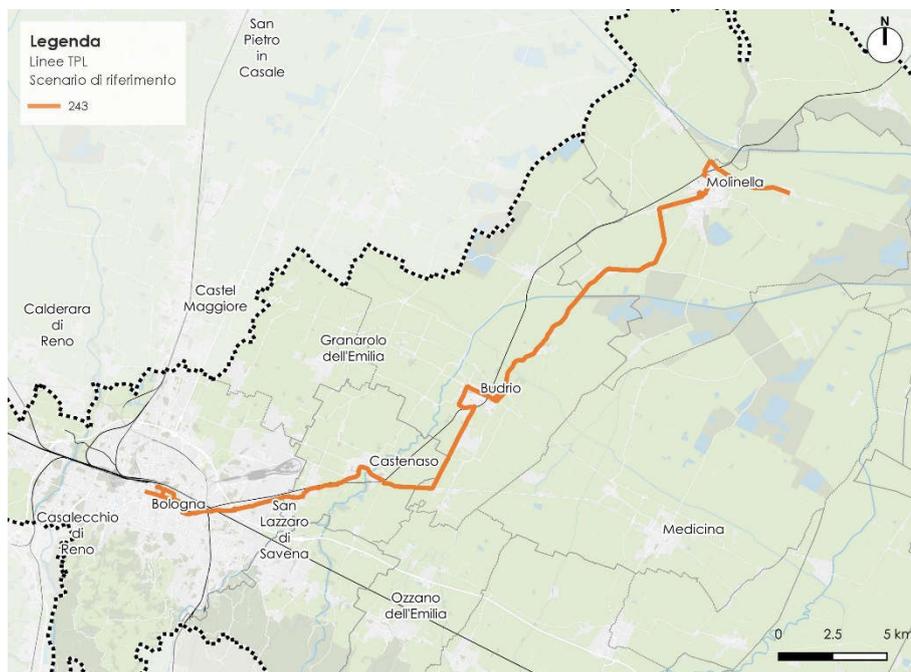


Linea 243

Scenario Riferimento

Percorso
Bologna - Budrio - Molinella -
Marmorta

Corse/giorno
8

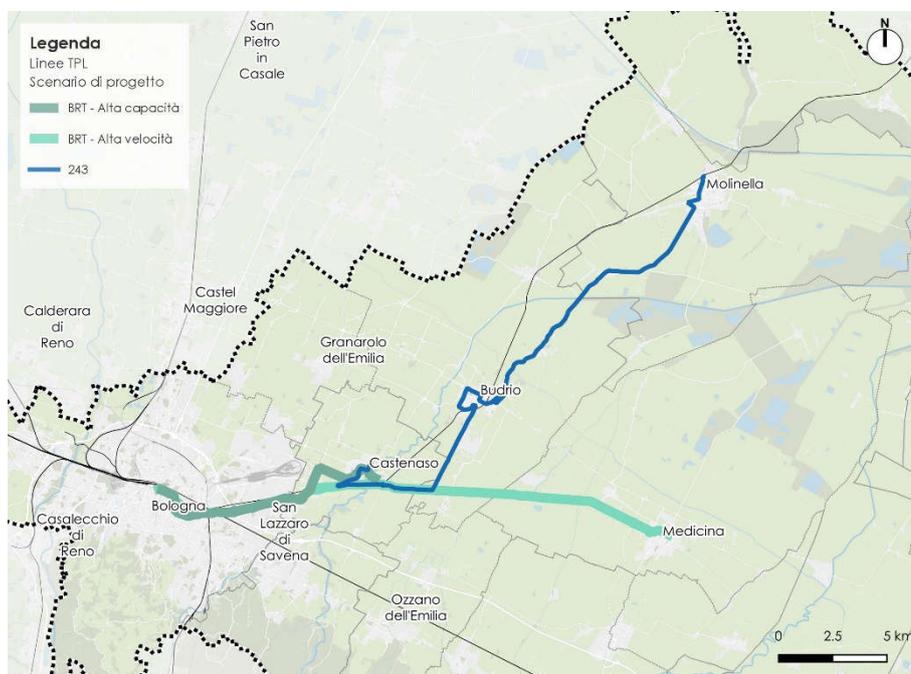


Linea 243

Scenario Progetto

Percorso
Castenaso Acquedotto -
Budrio - Molinella

Corse/giorno
8

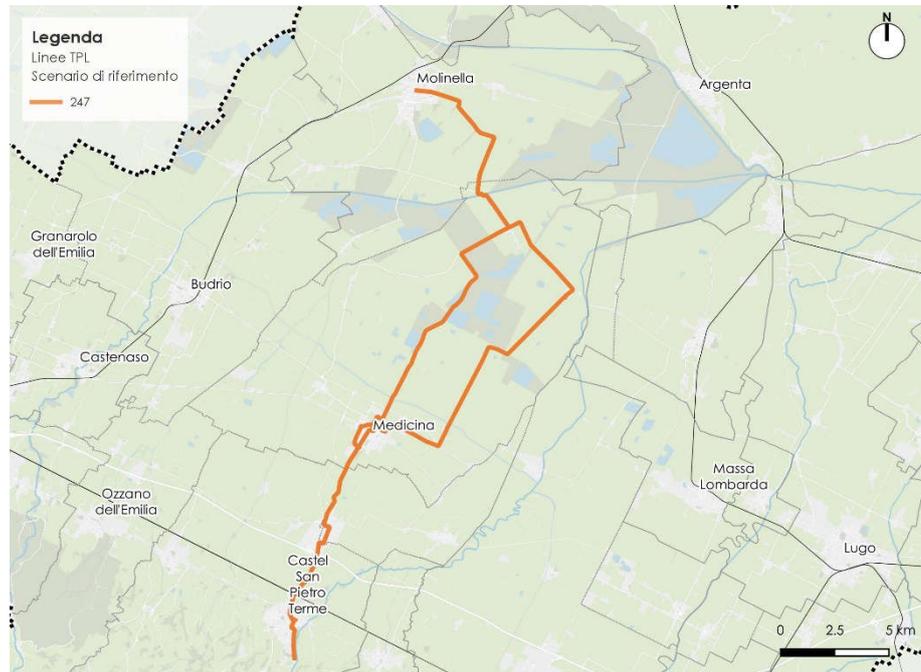


Linea 247

Scenario Riferimento

Percorso
Imola - Alberino

Corse/giorno
2

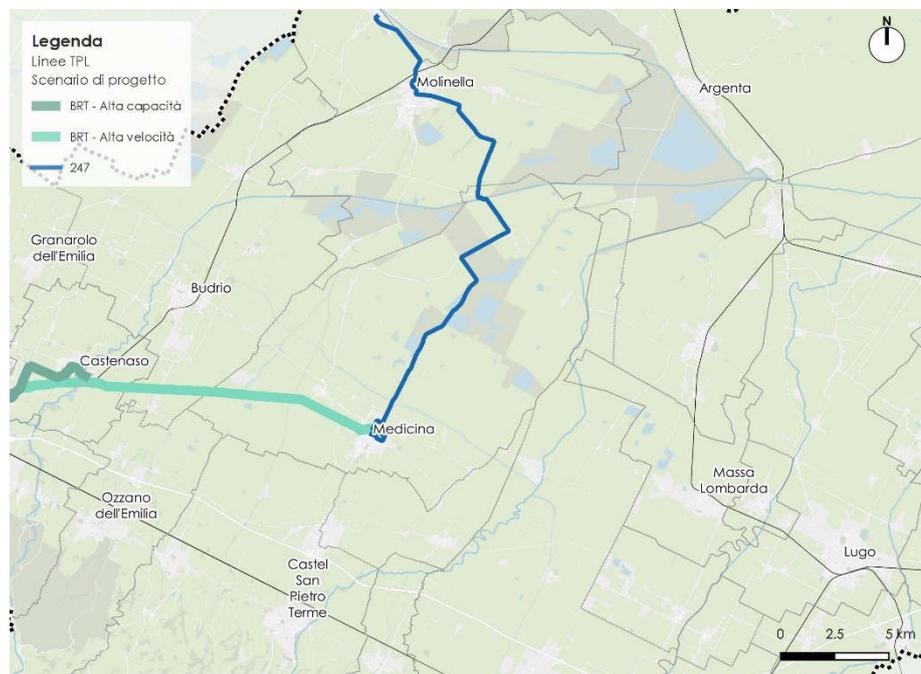


Linea 247

Scenario Progetto

Percorso
Medicina - Alberino

Corse/giorno
8



Linea 248

Scenario Riferimento

Percorso
Medicina -
Castel San Pietro Terme

Corse/giorno
3



Linea 248

Scenario Progetto

Percorso
Medicina -
Castel San Pietro Terme

Corse/giorno
20

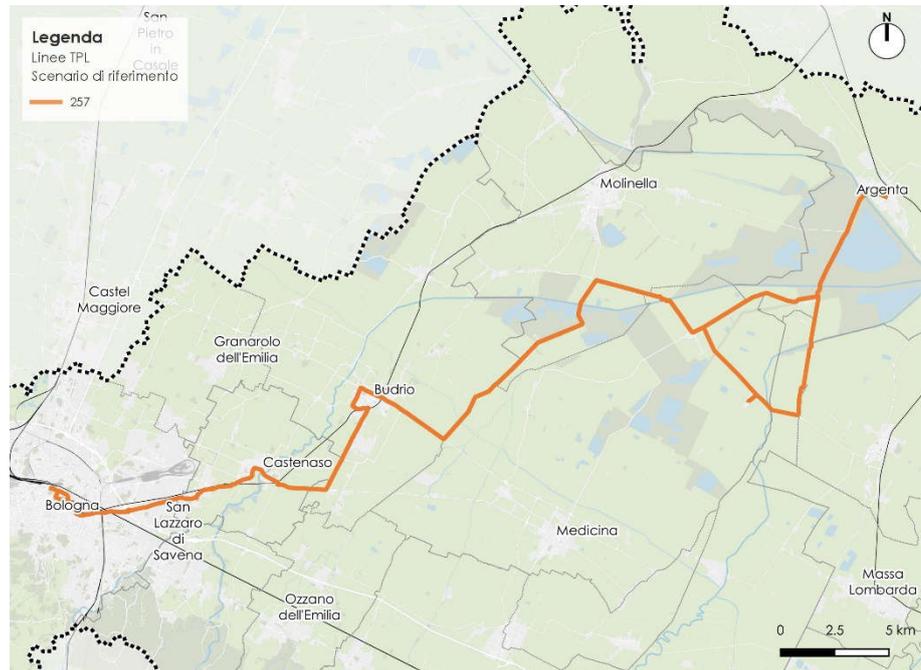


Linea 257

Scenario Riferimento

Percorso
Bologna - Argenta

Corse/giorno
8

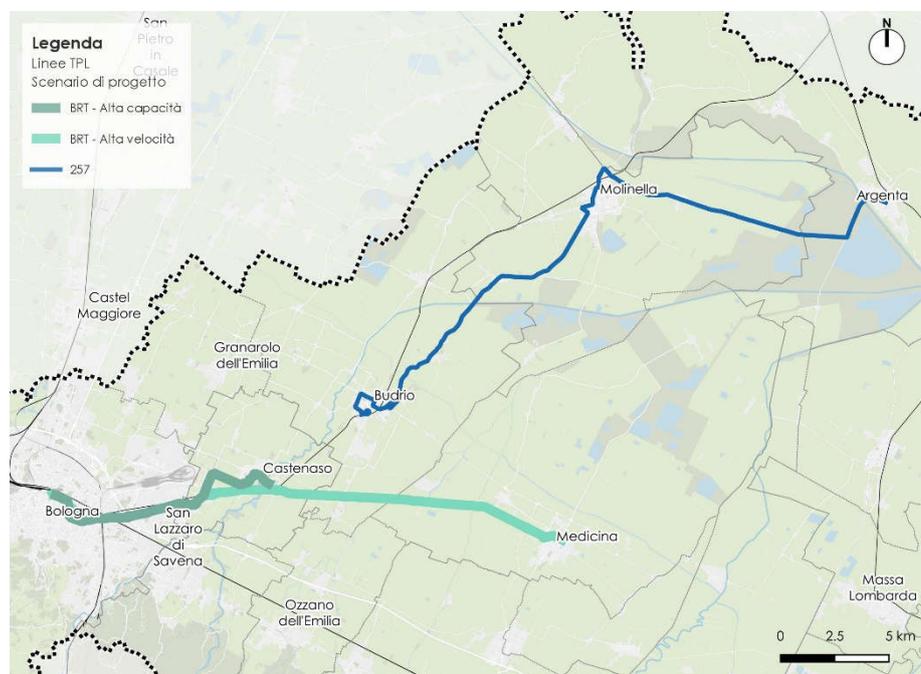


Linea 257

Scenario Progetto

Percorso
Budrio - Argenta

Corse/giorno
8



Linea 258

Scenario Riferimento

Percorso

ATTUALMENTE NON PREVISTA

Corse/giorno

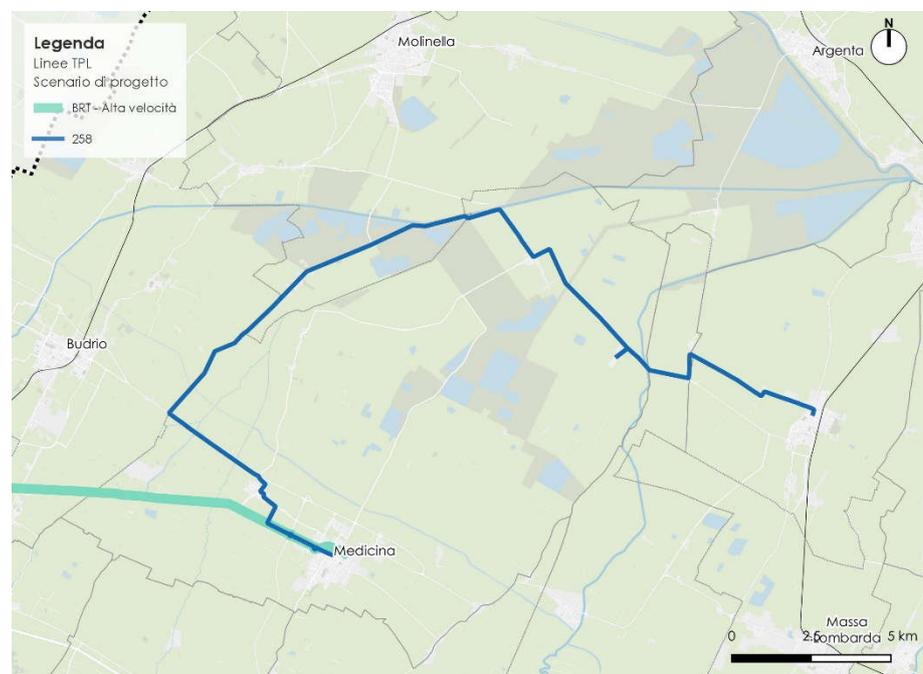
Linea 258

Scenario Progetto

Percorso
Medicina – Selva Malvezzi -
Conselice

Corse/giorno

5

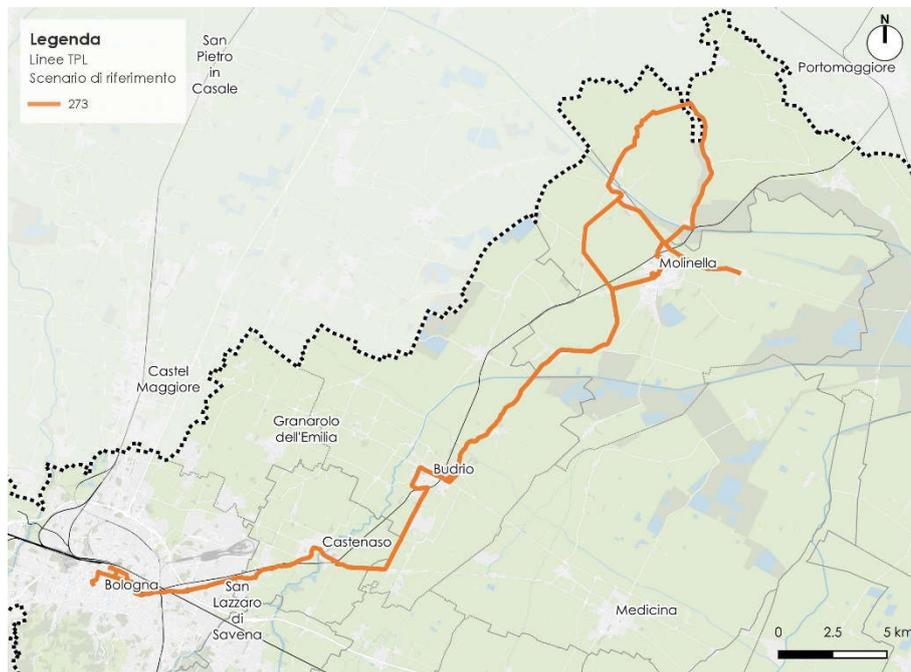


Linea 273

Scenario Riferimento

Percorso
Bologna - Budrio -
Ospitale Monacale

Corse/giorno
8

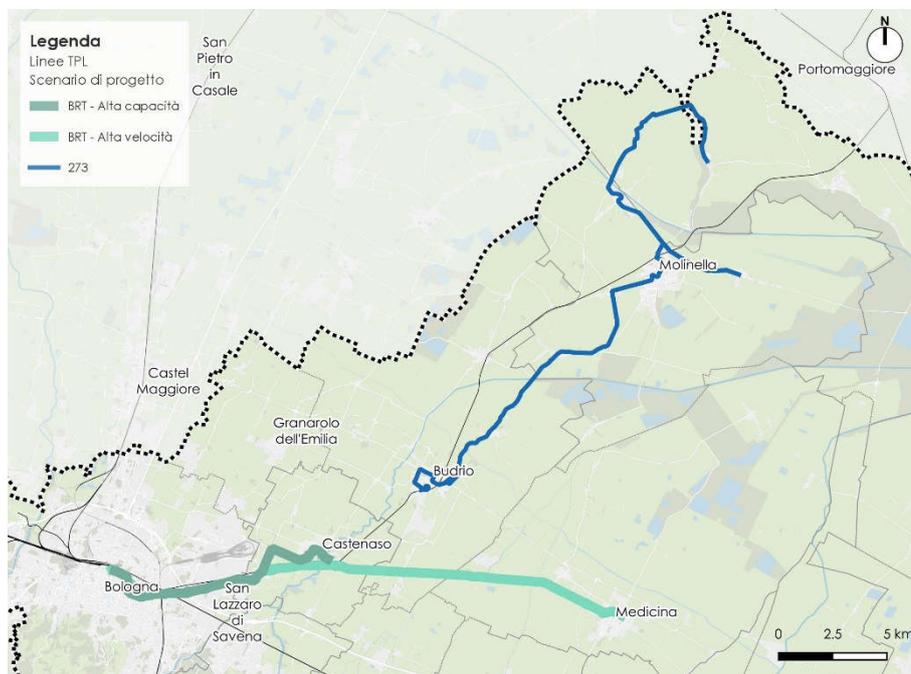


Linea 273

Scenario Progetto

Percorso
Budrio - Ospitale Monacale

Corse/giorno
6

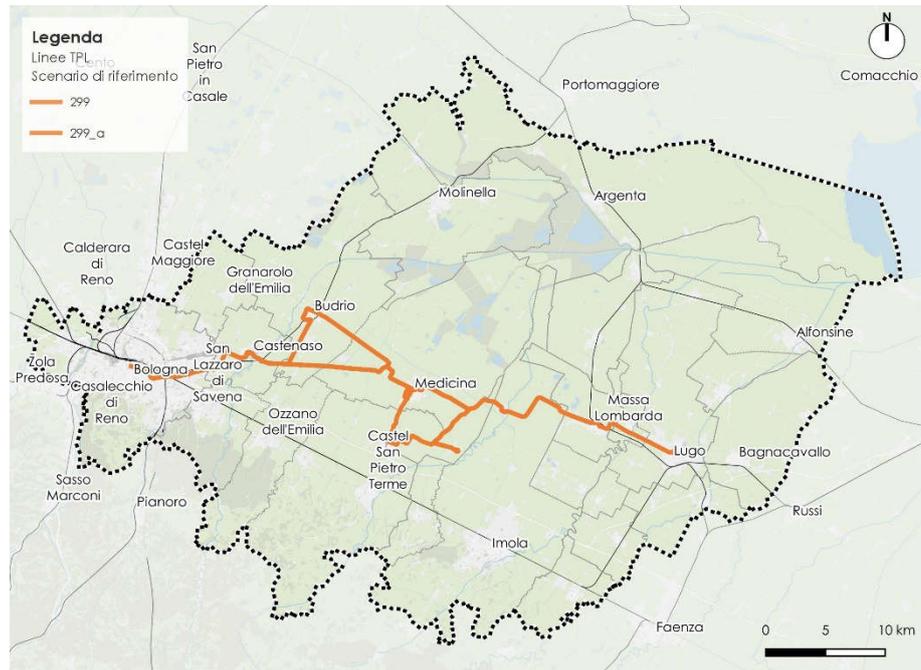


Linea 299

Scenario Riferimento

Percorso
Bologna - Medicina - Lugo

Corse/giorno
n.d.
(esercita da AGI)



Linea 299

Scenario Progetto

Percorso

SOPPRESSA

Corse/giorno

Centri di Mobilità

Come accennato nel paragrafo §1.2.5, il PUMS di Bologna Metropolitana ha individuato 30 *Centri di Mobilità* al fine di incentivare l'interscambio tra diversi sistemi di trasporto collettivo in una logica d'intermodalità con i sistemi di trasporto privato (auto, moto, bici, etc.) e con la mobilità pedonale; la localizzazione dei Centri di Mobilità è prevista in corrispondenza dei punti della rete in cui si concentra la massima intensità di possibile trasbordo/intermodalità, in particolare con la rete del Trasporto Pubblico Metropolitan, di cui il nuovo sistema Metrobus costituisce uno degli assi portanti.

Durante la redazione del presente studio, pertanto, particolare attenzione è stata dedicata alla progettazione dei due Centri di Mobilità direttamente interessati dall'inserimento e dal transito del futuro sistema Metrobus: Medicina e Castenaso (Stazione).

Medicina

Il Centro di Mobilità è previsto nell'area indicata dal Comune di Medicina (Consorzio agrario). L'impostazione della proposta progettuale è stata condivisa col Comune e con la Città metropolitana di Bologna e prevede:

- fermate Metrobus, con possibilità di ospitare contemporaneamente due mezzi da 18 metri in servizio, accesso a raso ai mezzi Metrobus e banchine di fermata attrezzate per la ricarica rapida;
- fermate linee di adduzione, con banchina unica per tutti i mezzi così che l'interscambio avvenga "a marciapiede", l'accesso ai mezzi del TPL ordinario (porta anteriore) sia a raso e l'interscambio avvenga richiedendo spostamenti ridotti e al coperto;
- deposito e servizi;
- parcheggio di interscambio;
- percorsi ciclo-pedonali di accesso/egresso;
- area Kiss&Ride.

Castenaso

Il Centro di Mobilità è previsto nella stazione di Castenaso. L'impostazione della proposta progettuale è stata condivisa col Comune e con la Città metropolitana di Bologna e prevede:

- fermate Metrobus;
- parcheggio di interscambio;
- percorsi ciclo-pedonali di accesso/egresso;
- area Kiss&Ride.

4.2 Il sistema di domanda

4.2.1 Evoluzione demografica

Per ciò che concerne 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 inter istituzionale 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 tredici anni dovrebbe contare circa 1 milione e 42 mila residenti, oltre 30 mila in più di oggi, con un incremento atteso del 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 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 1.051.000 (in quella più alta), con aumenti rispetto alla situazione al 2018 che vanno da quasi 22 mila persone in più (+2,2%) a circa 39.500 (+3,9%).

Da un'analisi dei dati ISTAT relativi all'intervallo intercensuario 2012-2020, illustrato in Figura 1-5 si osserva come nell'area di studio il quadro socio-demografico abbia mostrato un incremento pari al 3,9% complessivo, concentrato principalmente nel capoluogo e nei comuni di prima cintura (Granarolo, Ozzano e Castenaso). Per quanto detto finora,

sulla base del trend registrato nell'ultimo decennio, si è stimato che all'anno di riferimento (quindi esattamente tra 8 anni, nel 2027) la popolazione dell'area di studio si incrementi del 3,9% rispetto al 2020.

Nella seguente Tabella 4-3, è illustrato, nel dettaglio per singolo Comune, l'incremento percentuale di popolazione considerato all'orizzonte temporale 2027; ipotizzando una crescita della domanda di mobilità strettamente correlata a quella socio-demografica, tale coefficiente è stato applicato come moltiplicatore degli spostamenti generati da ciascun comune dal momento che le simulazioni modellistiche fanno riferimento alla fascia oraria di punta mattutina.

Comune	Incremento domanda
Alfonsine	-3,5%
Argenta	-3,3%
Bagnacavallo	0,2%
Bagnara di Romagna	2,0%
Bologna	5,2%
Budrio	2,9%
Castel Bolognese	0,9%
Castel Guelfo di Bologna	5,4%
Castel San Pietro Terme	2,5%
Castenaso	9,3%
Conselice	-1,1%
Cotignola	-0,1%
Dozza	2,9%
Fusignano	-1,3%
Granarolo dell'Emilia	14,8%
Imola	3,5%
Lugo	0,8%
Massa Lombarda	0,0%
Medicina	1,7%
Molinella	0,4%
Mordano	1,6%
Ozzano nell'Emilia	7,9%
San Lazzaro di Savena	5,5%
Sant'Agata sul Santerno	4,6%
Solarolo	-0,1%

Tabella 4-3: Incremento percentuale della popolazione e della domanda generata per ciascun Comune dell'area di studio (Fonte: Banca dati Istat)

4.2.2 Nuove centralità urbanistiche

Sono stati valutati e inseriti nell'analisi trasportistica gli effetti derivanti dagli interventi urbanistici previsti dagli strumenti di pianificazione territoriale all'orizzonte temporale di riferimento del 2027.

Utilizzando i dati progettuali forniti dal Dipartimento Urbanistica, Casa e Ambiente, Settore Piani e Progetti Urbanistici del Comune di Bologna e dall'Area Pianificazione Territoriale della Città metropolitana 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 in primo luogo stimato il numero di residenti e addetti che graviteranno su ciascun nuovo intervento. È stata inoltre ipotizzata una quota percentuale per ciascun intervento previsto che sarà realizzata al 2027.

In seconda battuta, utilizzando coefficienti desunti dalla letteratura, sono stati stimati gli spostamenti generati ed attratti dalle trasformazioni territoriali a livello giornaliero. Tali coefficienti variano in funzione delle diverse tipologie di intervento e delle relative dimensioni:

- **residenziale:** 0,028 spostamenti/giorno/mq;
- **pubblici esercizi:** 0,098 spostamenti/giorno/mq;
- **direzionale:** 0,041 spostamenti/giorno/mq;
- **commerciale:** 0,171 spostamenti/giorno/mq;

- **produttivo:** 0,004 spostamenti/giorno/mq.

Infine è stato applicato un coefficiente per riportare il dato giornaliero alla fascia oraria di punta che, in linea con i principali riferimenti presenti in letteratura, è stato stimato pari a 0,11. L'incremento complessivo di domanda dovuto agli sviluppi urbanistici è risultato quindi pari a circa **2.800 spostamenti/h** (di cui 1.600 generati e 1.200 attratti):

- circa 1.600 spostamenti/h per quanto riguarda Bologna (di cui 710 generati e 870 attratti);
- circa 1.200 spostamenti/h nel resto della Città metropolitana (di cui 895 generati e 315 attratti).

Nelle seguenti Tabella 4-4, Tabella 4-5, Tabella 4-6 e Tabella 4-7 sono riportati gli interventi previsti dai diversi strumenti di programmazione e le stime degli spostamenti complessivi generati dalla realizzazione dei programmi stessi al loro completamento, con il dettaglio sul capoluogo e sul resto della Città metropolitana. Nelle successive Figura 4-4 e Figura 4-5 sono riportate le localizzazioni delle aree che saranno oggetto di trasformazioni territoriali, anche in questo caso con la specifica relativa a Bologna ed al resto dell'area di studio.

Inoltre, per determinare la distribuzione della domanda generata/attratta dalle nuove urbanizzazioni è stato implementato un semplice modello gravitazionale che tiene conto della potenzialità attrattiva/generativa delle altre zone e utilizza come impedenza un mix del quadrato delle distanze su rete delle diverse modalità di trasporto.

Infine, per la stima della ripartizione modale di questi spostamenti si è utilizzato lo specifico modello descritto in precedenza. In questo modo è stato possibile tenere in conto dell'impatto che gli interventi previsti avranno sullo shift modale sia nello Scenario di Riferimento che in quello di Progetto.

Intervento	Superficie Utile (m ²)	Destinazione d'uso	% completamento al 2027
R5.3	79.488	Residenziale	50%
R5.3	79.488	Residenziale	50%
exP8	2.327	Produttivo	100%
CAABSud	28.792	Resid. e Comm.	100%
129	9.660	Commerciale	100%
Prati di Caprara Est	43.634	Residenziale	30%
Prati di Caprara Ovest	43.635	Residenziale	30%
Prati di Caprara Sud	9.900	Pubblici Esercizi	30%
Ravone	59.400	Residenziale	30%
Ex Oma	6.800	Pubblici Esercizi	100%
Ex Sintexcal	4.464	Residenziale	100%
ex Officine SABIEM	7.600	Residenziale	100%
Navile - ex mercato ortofrutticolo	92.503	Residenziale	50%
Tecnopolo di Bologna - ex Manifattura Tabacchi	72.390	Direzionale	100%
Area via Scandellara	12.362	Residenziale	50%
Via del Pontelungo, 7/C	1.860	Residenziale	100%
Via Zanardi, 106	1.824	Residenziale	100%
Via Zanardi, 106	2.016	Direzionale	100%
Via Zanardi, 106	480	Commerciale	100%
Via Zanardi, 106	480	Pubblici Esercizi	100%
Via Bigari, 1	6.000	Pubblici Esercizi	100%
Via Creti, 22-24/Via della Liberazione, 8-10	6.705	Residenziale	100%
Via Creti, 22-24/Via della Liberazione, 8-10	216	Commerciale	100%
Via Stalingrado, 31-33/Via Gnudi, 2	3.300	Direzionale	100%
Via Libia, 69-71	2.920	Commerciale	100%

Intervento	Superficie Utile (m ²)	Destinazione d'uso	% completamento al 2027
Via Bovi Campeggi, 2	4.000	Commerciale	100%
Via Marzabotto, 4	1.758	Residenziale	100%
Via Marzabotto, 5	419	Direzionale	100%
Via Marzabotto, 6	502	Commerciale	100%
TOTALE	584.923	---	---

Tabella 4-4: Sviluppi urbanistici previsti nel Comune di Bologna al 2027

Intervento	Stima spostamenti emessi/gg	Stima spostamenti emessi/hdp	Stima spostamenti attratti/hdp
R5.3	1.119	123	0
R5.3	1.119	123	0
exP8	11	0	1
CAABSud	811	89	0
129	1.654	0	182
Prati di Caprara Est	369	41	0
Prati di Caprara Ovest	369	41	0
Prati di Caprara Sud	291	0	32
Ravone	502	55	0
Ex Oma	666	0	73
Ex Sintexcal	126	14	0
ex Officine SABIEM	214	24	0
Navile - ex mercato ortofrutticolo	1.303	143	0
Tecnopolo di Bologna - ex Manifattura Tabacchi	3.000	0	330
Area via Scandellara	174	19	0
Via del Pontelungo, 7/C	52	6	0
Via Zanardi, 106	51	6	0
Via Zanardi, 106	84	0	9
Via Zanardi, 106	82	0	9
Via Zanardi, 106	47	0	5
Via Bigari, 1	588	0	65
Via Creti, 22-24/Via della Liberazione, 8-10	189	21	0
Via Creti, 22-24/Via della Liberazione, 8-10	37	0	4
Via Stalingrado, 31-33/Via Gnudi, 2	137	0	15
Via Libia, 69-71	500	0	55
Via Bovi Campeggi, 2	685	0	75
Via Marzabotto, 4	50	6	0
Via Marzabotto, 5	17	0	2
Via Marzabotto, 6	86	0	9
TOTALE	14.332	709	867

Tabella 4-5; Incrementi di domanda generata e attratta a seguito degli sviluppi urbanistici previsti nel Comune di Bologna al 2027

Intervento	Comune	Sup. Utile (m ²)	Destinazione d'uso	% compl. al 2027
BUDRIO	BUDRIO_C2.11	12.390	Residenziale	100%
BUDRIO	BUDRIO_C2.2-2.4	54.451	Direzionale	100%
CASTEL GUELFO DI BOLOGNA	POGGIO PICCOLO_D4	75.430	Produttivo	100%
CASTEL GUELFO DI BOLOGNA	CAPOLUOGO_C6	4.544	Residenziale	100%
CASTEL GUELFO DI BOLOGNA	CAPOLUOGO_C7	4.596	Residenziale	100%
CASTEL GUELFO DI BOLOGNA	CAPOLUOGO_C8	2.700	Residenziale	100%
CASTEL SAN PIETRO TERME	CASTEL SAN PIETRO_A	29.424	Residenziale	100%
CASTEL SAN PIETRO TERME	OSTERIA GRANDE_Q	42.769	Produttivo	100%
CASTENASO	CASTENASO_ANSC2.2	7.128	Residenziale	100%
CASTENASO	CAPOLUOGO_ANSC2.1N	8.623	Residenziale	100%
GRANAROLO DELL'EMILIA	LOVOLETO_Exc.2.8	12.165	Residenziale	100%
GRANAROLO DELL'EMILIA	ZONA IND CADRIANO_ASPB.3.2	5.412	Produttivo	100%
GRANAROLO DELL'EMILIA	CAPOLUOGO_8.1	5.408	Residenziale	100%
GRANAROLO DELL'EMILIA	4.1	20.056	Residenziale	100%
GRANAROLO DELL'EMILIA	CAPOLUOGO_2.1	3.324	Residenziale	100%
GRANAROLO DELL'EMILIA	QUARTO INFERIORE_2.6	19.187	Residenziale	100%
MEDICINA	capoluogo_C2.16	8.400	Residenziale	100%
MEDICINA	VILLA FONTANA_ANSC1.2	14.500	Residenziale	100%
MOLINELLA	MOLINELLA_C3-2-1	48.649	Residenziale	100%
MOLINELLA	MOLINELLA_C3-2-2	14.351	Residenziale	100%
MOLINELLA	MOLINELLA_C3-2-3	12.686	Residenziale	100%
MOLINELLA	SAN MARTINO IN A._C3-3	6.957	Residenziale	100%
MOLINELLA	MOLINELLA_C3-1	5.336	Residenziale	100%
MOLINELLA	MARMORTA_C3-6	3.132	Residenziale	100%
OZZANO DELL'EMILIA	CAPOLUOGO_AUC6	8.510	Residenziale	100%
SAN LAZZARO DI SAVENA	CASELLE_ANSC8911	4.000	Residenziale	100%
SAN LAZZARO DI SAVENA	IDICE_ANSC3a	2.874	Residenziale	100%
SAN LAZZARO DI SAVENA	17o	29.935	Residenziale	100%
TOTALE		466.937	---	---

Tabella 4-6: Sviluppi urbanistici nel resto dei Comuni dell'area di studio appartenenti alla Città metropolitana di Bologna previsti al 2027

Intervento	Comune	Stima spost. emessi/gg	Stima spost. emessi/hdp	Stima spost. attratti/hdp
BUDRIO	BUDRIO_C2.11	12.390	349	38
BUDRIO	BUDRIO_C2.2-2.4	54.451	2.257	0
CASTEL GUELFO DI BOLOGNA	POGGIO PICCOLO_D4	75.430	368	0
CASTEL GUELFO DI BOLOGNA	CAPOLUOGO_C6	4.544	128	14
CASTEL GUELFO DI BOLOGNA	CAPOLUOGO_C7	4.596	129	14
CASTEL GUELFO DI BOLOGNA	CAPOLUOGO_C8	2.700	76	8

Intervento	Comune	Stima spost. emessi/gg	Stima spost. emessi/hdp	Stima spost. attratti/hdp
CASTEL SAN PIETRO TERME	CASTEL SAN PIETRO_A	29.424	829	91
CASTEL SAN PIETRO TERME	OSTERIA GRANDE_Q	42.769	209	0
CASTENASO	CASTENASO_ANSC2.2	7.128	201	22
CASTENASO	CAPOLUOGO_ANSC2.1N	8.623	243	27
GRANAROLO DELL'EMILIA	LOVOLETO_ExC.2.8	12.165	343	38
GRANAROLO DELL'EMILIA	ZONA IND CADRIANO_ASPB.3.2	5.412	26	0
GRANAROLO DELL'EMILIA	CAPOLUOGO_8.1	5.408	152	17
GRANAROLO DELL'EMILIA	4.1	20.056	565	62
GRANAROLO DELL'EMILIA	CAPOLUOGO_2.1	3.324	94	10
GRANAROLO DELL'EMILIA	QUARTO INFERIORE_2.6	19.187	540	59
MEDICINA	capoluogo_C2.16	8.400	237	26
MEDICINA	VILLA FONTANA_ANSC1.2	14.500	408	45
MOLINELLA	MOLINELLA_C3-2-1	48.649	1.370	151
MOLINELLA	MOLINELLA_C3-2-2	14.351	404	44
MOLINELLA	MOLINELLA_C3-2-3	12.686	357	39
MOLINELLA	SAN MARTINO IN A._C3-3	6.957	196	22
MOLINELLA	MOLINELLA_C3-1	5.336	150	17
MOLINELLA	MARMORTA_C3-6	3.132	88	10
OZZANO DELL'EMILIA	CAPOLUOGO_AUC6	8.510	240	26
SAN LAZZARO DI SAVENA	CASELLE_ANSC8911	4.000	113	12
SAN LAZZARO DI SAVENA	IDICE_ANSC3a	2.874	81	9
SAN LAZZARO DI SAVENA	17o	29.935	843	93
TOTALE		10.996	895	315

Tabella 4-7: Incrementi di domanda generata e attratta a seguito degli sviluppi urbanistici previsti nel resto dei Comuni dell'area di studio appartenenti alla Città metropolitana di Bologna al 2027



Figura 4-4: Sviluppi urbanistici previsti nel Comune di Bologna al 2027 (Fonte: Dipartimento Urbanistica, Casa e Ambiente, Settore Piani e Progetti Urbanistici del Comune di Bologna)

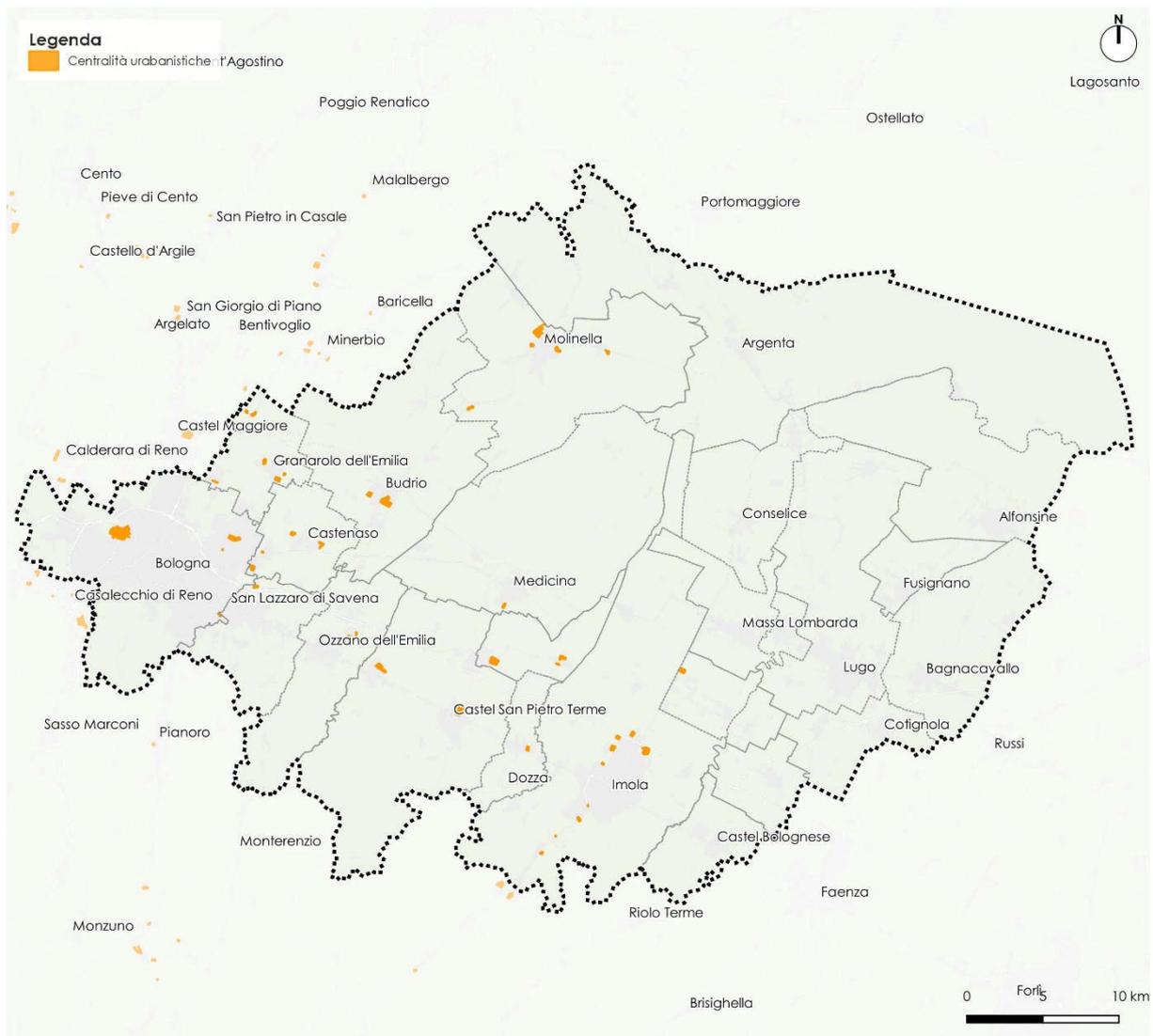


Figura 4-5: Sviluppi urbanistici previsti nel resto dei Comuni dell'area di studio appartenenti alla Città metropolitana di Bologna al 2027 (Fonte: Area Pianificazione Territoriale della Città metropolitana di Bologna)

BOLOGNA AUTOSTAZIONE - CASTENASO MAZZINI

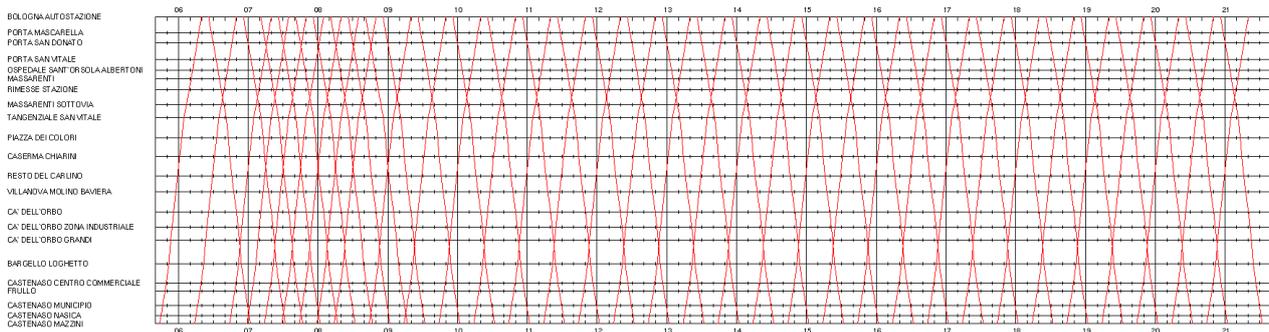


Figura 5-2: Orario grafico del servizio Metrobus Alta Capacità per entrambe le direzioni

Da questo orario grafico ne consegue una velocità commerciale sul servizio oltre i 37 km/h sul Metrobus Alta Velocità e oltre i 21 km/h sul Metrobus Alta Capacità mentre il fabbisogno di materiale rotabile necessario ad esercire le linee pari a 16 veicoli, a cui aggiungere un 10% di scorta.

5.1.2 La stima della domanda giornaliera sul Metrobus

Nella tabella successiva, si riportano le stime degli utenti che utilizzeranno il nuovo sistema Metrobus nello Scenario di Progetto:

Indicatore	Intervallo temporale	Scenario Progetto (2027)
Saliti	ora di punta	2.232
	giorno	17.634
	anno	5.290.236
Pax*km	ora di punta	30.167
	giorno	238.319
	anno	71.495.790
Pax*h	ora di punta	759
	giorno	5.996
	anno	1.798.830
Percorrenza media (km)		13,5
Tempo medio a bordo (min)		20,4

Tabella 5-2: Stima della domanda sul sistema Metrobus e degli indicatori sintetici

Come illustrato si stima che, su base annua, i passeggeri del sistema Metrobus composto tanto dal servizio “Alta Velocità” (Bologna-Medicina) quanto da quello “Alta Capacità” (Bologna-Castenaso) siano pari a 5,3 milioni, corrispondenti a circa 17.600 passeggeri nel giorno medio feriale.

Dal punto di vista della percorrenza media, i passeggeri del futuro sistema Metrobus si stima percorrano oltre 13 km a bordo dei mezzi, con un tempo di viaggio medio pari a circa 20 minuti.

Come illustrato nei flussogrammi seguenti, il sistema Metrobus è interessato da un carico prevalente in direzione Bologna ma comunque piuttosto bilanciato anche in direzione uscente dal capoluogo (a differenza dalla maggior parte delle dinamiche di mobilità che interessano i capoluoghi durante l’ora di punta mattutina).

Ciò è testimoniato da un rapporto tra passeggeri saliti e sezione di massimo carico pari a circa 2,5, a dimostrazione del fatto che il diagramma di carico sul sistema Metrobus non risulta telescopico e monodirezionale verso il capoluogo ma piuttosto equamente distribuito.



Figura 5-3 Sezione massimo carico del sistema Metrobus – passeggeri/ora (zona Cà dell’Orbo)

La sezione di massimo carico si verifica in prossimità della Zona Industriale di Cà dell’Orbo, dove si raggiungono i **922 pax/h/dir**, in ottemperanza ai vincoli imposti dall’Addendum “AVVISO n.2 per la presentazione di istanze per accesso alle risorse destinate al Trasporto Rapido di Massa ad Impianti Fissi” per l’ammissibilità dell’istanza di finanziamento.

In generale, l’impatto sulla rete del Trasporto Pubblico dell’intervento oggetto dello studio comporta un generale incremento di domanda, del numero di trasbordi, della velocità media di viaggio rispetto allo Scenario di Riferimento; contestualmente, si verifica una riduzione (anche se piuttosto contenuta) del tempo medio a bordo e della distanza media di viaggio.

Per maggiore dettaglio, si rimanda ai flussogrammi in formato A3 allegati alla presente documentazione.

Indicatore	Scenario Attuale (2018)	Scenario di Riferimento (2027)	Scenario Progetto (2027)	Δ Prog – Rif (#)
Domanda (pax/h)	45.906	49.145	49.299	154
Domanda (pax/gg)	362.657	388.246	389.462	1.217
Domanda (pax/anno)	108.797.220	116.473.650	116.838.630	364.980
Numero trasbordi	1,42	1,43	1,49	0,06
V media (km/h)	28,3	32,0	32,2	0,20
T medio (min)	14,9	12,8	12,6	-0,20
D media (km)	7,03	6,82	6,78	-0,04

Tabella 5-3 Indicatori sintetici di rete del Trasporto Pubblico

È comunque opportuno precisare che, tenuto conto del livello di analisi richiesto nello studio (Progetto di Fattibilità Tecnico-Economica), orientato prettamente alla verifica della sostenibilità economico-finanziaria del sistema oggetto dell'istanza, *si ritengono accettabili le distorsioni modellistiche e le conseguenti approssimazioni puntuali in termini di "saturazione dei mezzi", che saranno oggetto di approfondimenti (sia infrastrutturali che di esercizio) nelle eventuali successive fasi di progettazione.*

5.1.3 Impatto sulla mobilità privata

Per completezza di analisi, in aggiunta alle analisi sul sistema di Trasporto pubblico e in particolare sul sistema Metrobus, illustrate al paragrafo precedente, sono state confrontate le prestazioni della rete stradale negli scenari simulati, con l'ausilio di alcuni indicatori trasportistici.

Nello specifico, per la valutazione degli effetti apportati dall'intervento oggetto dello studio sul sistema di Trasporto privato sono state utilizzate le seguenti grandezze:

- Domanda totale (spostamenti), espressa in passeggeri attraverso l'applicazione del coefficiente di riempimento (stimato pari a 1,2 e applicato solo alle auto) e considerando auto, furgoni e mezzi pesanti;
- Percorrenze totali sulla rete (Veic*km), ossia distanza complessiva percorsa dall'utenza;
- Monte ore (Veic*ora), ossia tempo totale speso sulla rete;
- Velocità media (Km/h), ottenuta dal rapporto tra i due indicatori precedenti;
- Lunghezza media (Km), ottenuta dal rapporto tra le percorrenze complessive e la domanda veicolare assegnata;
- Tempo medio (min), ottenuta dal rapporto tra il monte ore speso sulla rete stradale e la domanda veicolare assegnata.

Indicatore	Intervallo temporale	Scenario Attuale (2018)	Scenario di Riferimento (2027)	Scenario Progetto (2027)	Δ Prog – Rif (#)
Domanda (spostamenti)	ora di punta	168.991	175.522	175.368	-154
	giorno	1.877.142	1.957.390	1.954.708	-2.682
Percorrenze (veic*km)	giorno	21.399.419	22.314.246	22.283.671	-30.575
	anno	6.419.825.640	6.694.273.800	6.685.101.360	-9.172.440
Monte ore (veic*h)	ora di punta	51.677	52.364	52.300	-64
	giorno	589.118	596.950	596.220	-730
	anno	176.735.340	179.084.880	178.866.000	-218.880
V media (km/h)		36,3	37,4	37,4	0,0
D media (km)		13,1	13,2	13,2	0,0
T medio (min)		21,6	21,1	21,1	0,0
Km rete in congestione (V/C > 0,9)		106,4	94,2	93,8	-0,4

Tabella 5-4 Indicatori sintetici di rete del Trasporto Privato

Come si evince dalla Tabella 5-4, lo Scenario di Progetto garantisce una leggera riduzione delle percorrenze complessive sul trasporto privato rispetto allo Scenario di Riferimento, mostrando al tempo stesso un'invarianza in termini di velocità media, tempo medio e distanza media di viaggio. La lettura degli indicatori sintetici di rete relativi al trasporto privato mostra come la configurazione del sistema di mobilità prevista nello Scenario di Progetto consegua l'obiettivo di riduzione del traffico veicolare rispetto allo Scenario di Riferimento, assicurando una riduzione delle percorrenze sviluppate sulla rete (oltre 9.100.000 veic*km/anno in meno).

5.1.4 Coerenza con gli obiettivi del PUMS

Come accennato in precedenza, il progetto del sistema Metrobus oggetto del presente studio declina alla scala locale gli sfidanti obiettivi di **riduzione delle emissioni da traffico del 40%**, di cui il 12% dal rinnovo del parco veicolare (da benzina/diesel a elettrico) e il restante 28% (440.000 spostamenti) dalla riduzione del traffico privato.

In coerenza con quanto disposto dal PUMS e al fine di conseguire gli sfidanti target sanciti dal Piano, il presente studio propone pertanto una riorganizzazione globale del servizio di trasporto pubblico extraurbano su gomma nel territorio del bacino San Vitale.

Come detto, la proposta nasce con lo scopo offrire all'utenza un servizio più strutturato che possa contribuire ad un rilancio complessivo del ruolo del trasporto pubblico nell'area metropolitana, in grado di concorrere in maniera tangibile alla funzione territoriale e all'attrattività del territorio.

In tale ottica, la rete TPM prevista dal PUMS in ambito metropolitano si pone, tra gli altri, i seguenti obiettivi:

- *eliminare il parallelismo dei servizi su gomma e su ferro*, prevedendo potenziamenti nelle aree non servite da collegamenti su ferro al fine di assicurare l'efficienza del TPM in modo omogeneo su tutto il territorio metropolitano;
- *sviluppare l'integrazione tra autolinee portanti e complementari* su direttrici non servite da SFM;
- *valorizzare i Centri di Mobilità*;
- *realizzare un modello di esercizio cadenzato*.

Per quanto detto finora, sono stati valutati gli effetti in termini di shift modale in relazione a quanto previsto nel PUMS della Città metropolitana per alcuni sottoinsiemi di relazioni O/D, ritenute di particolare interesse all'interno del contesto territoriale esaminato. Isolati gli spostamenti appartenenti a ciascun sottoinsieme sono state valutate le variazioni degli indicatori di rete per il trasporto pubblico rispetto allo stato attuale.

Nello specifico i set di relazioni analizzate sono i seguenti:

- relazioni O/D dove si è verificato un beneficio in termini di riduzione del costo generalizzato sul Trasporto Pubblico (e quindi di shift modale da privato a pubblico) grazie all'implementazione degli interventi di Progetto;
- relazioni O/D dove si è verificato un beneficio in termini di riduzione del costo generalizzato sul Trasporto Pubblico (e quindi di shift modale da privato a pubblico) grazie all'implementazione degli interventi di Progetto ma soltanto relative ai comuni di Medicina, Castel Guelfo di Bologna e Castel San Pietro Terme.

Per entrambe le tipologie di relazioni è stato quindi condotto un confronto con quanto ottenuto durante la redazione del PUMS, al fine di valutare il grado di raggiungimento dei target di shift modale rispetto a quelli previsti dal vigente Piano.

Per quanto riguarda le relazioni di interesse sull'intera area di studio (ossia quelle dove si è verificato un beneficio in termini di diversione da auto a TPL), il confronto con il PUMS indica un *buon grado di raggiungimento degli obiettivi di "shift modale" dal momento che questo indicatore si attesta al 63%*.

Il dato è ottenuto effettuando il rapporto tra il numero di spostamenti "in diversione modale" a seguito dell'implementazione degli interventi di progetto, pari a circa 210 spostamenti/h (ossia circa 1.660 spostamenti/giorno applicando un coefficiente di espansione "ora-giorno" pari a 7,9) e lo shift modale ottenuto con lo Scenario PUMS 2030 (espresso in numero di spostamenti/giorno che si trasferiscono da mezzo privato a TPL), pari circa 2.650 spostamenti/giorno sulle medesime relazioni O/D. Pertanto, tali risultanze attestano *lo shift modale complessivo da privato a pubblico su tali relazioni ad un valore pari al 4%*.

Nella Figura 5-4 è illustrato il dato ottenuto per singola zona di traffico in termini di benefici sul TPL (numero di relazioni O/D con "shift" positivo da privato a TPL); come si evince dall'illustrazione, l'implementazione del nuovo sistema Metrobus e la conseguente riorganizzazione delle linee TPL di adduzione massimizza gli effetti sulla diversione modale per quanto riguarda le zone di Canaletti/Trebbo di Budrio, Massa Lombarda, Lugo, Budrio e Conselice.

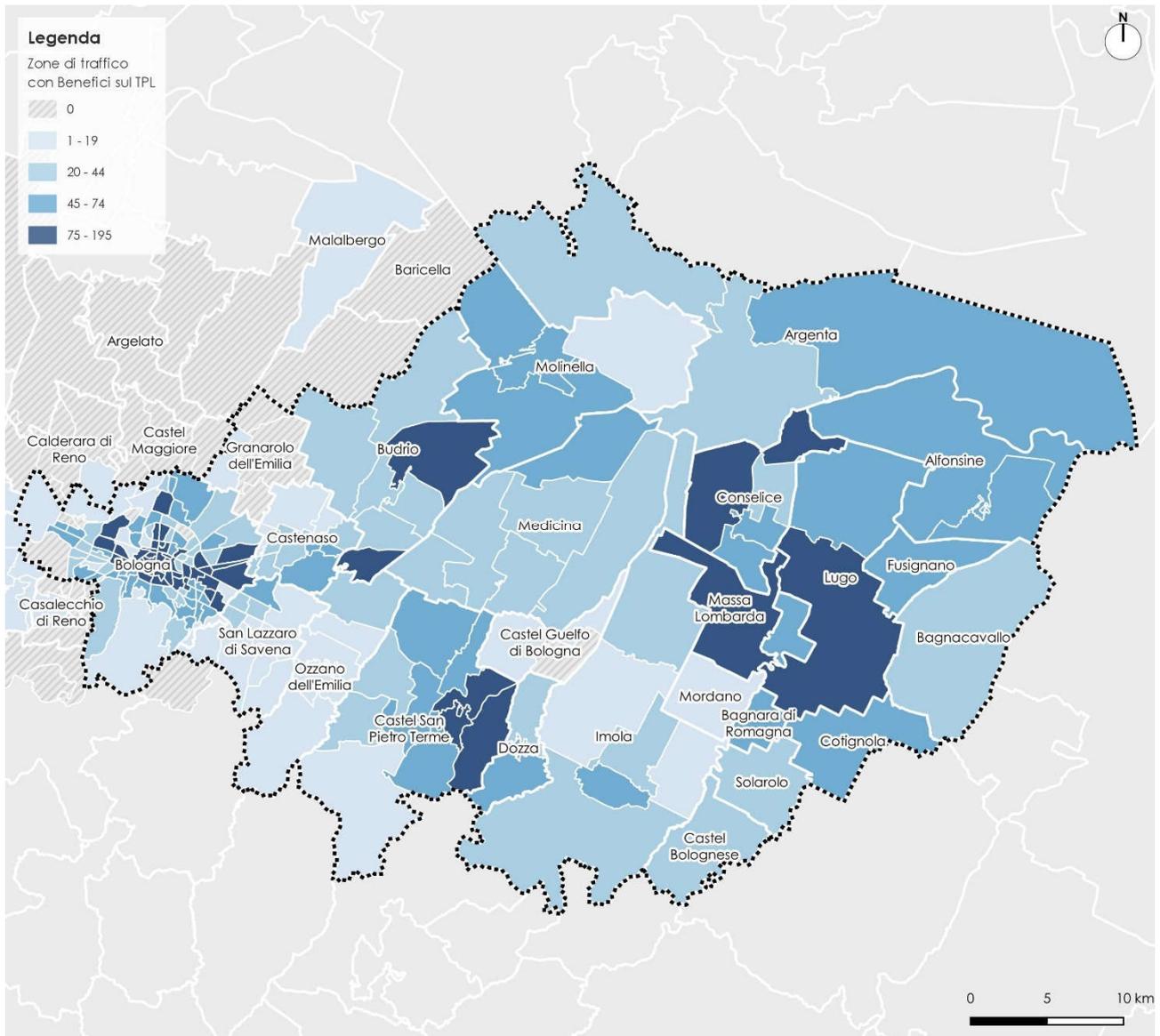


Figura 5-4 Benefici ottenuti sulle zone di traffico in termini di shift modale

Per quanto riguarda i singoli comuni di Medicina, Castel Guelfo e Castel San Pietro Terme, il grado di raggiungimento degli obiettivi di “shift modale” da PUMS è leggermente più basso dal momento che questo indicatore si attesta al 36%.

Lo shift modale ottenuto nello Scenario di Progetto si avvicina, infatti, a circa 60 spostamenti/h (pari a oltre 470 spostamenti/giorno applicando un coefficiente di espansione “ora-giorno” pari a 7,9) mentre il totale previsto in diversione modale dallo Scenario PUMS 2030 è pari a oltre 1.260 spostamenti/giorno.

In questo caso, tali risultanze attestano *lo shift modale complessivo da privato a pubblico (sulle relazioni O/D dei soli 3 comuni citati) ad un valore pari allo 0,5%.*

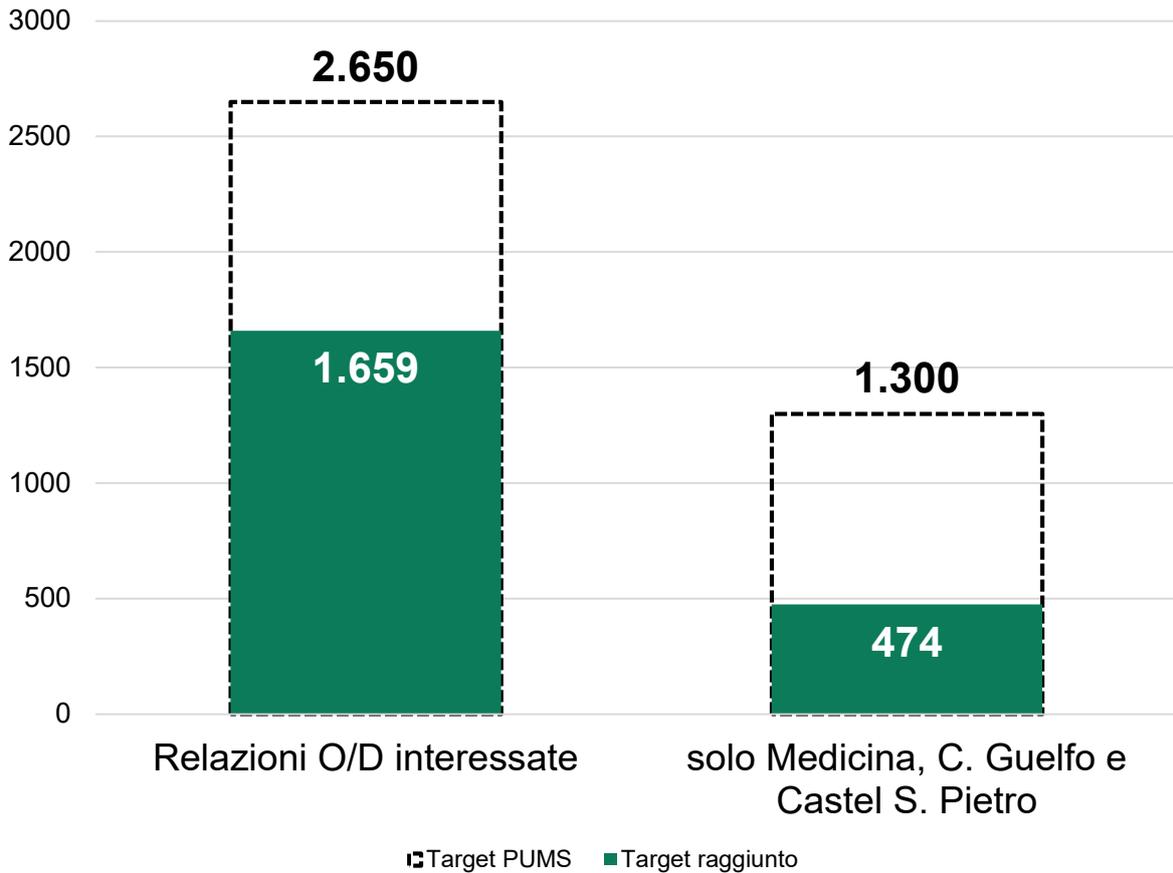
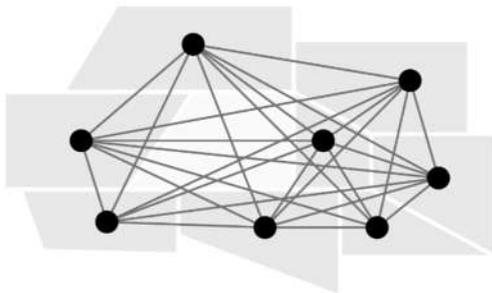


Figura 5-5 Grado di raggiungimento dei target di shift modale da PUMS

A tal proposito è opportuno rimarcare che, indubbiamente, il forte impatto degli interventi sulla rete del trasporto privato nell'area di studio (realizzazione di svincoli, aggiunta di una corsia sull'A14), comporta quale conseguenza immediata che il solo progetto di attivazione del sistema Metrobus e di riorganizzazione della rete TPL non è sufficiente a raggiungere gli obiettivi di shift modale nei singoli comuni di Medicina, Castel Guelfo e Castel San Pietro Terme (né nell'intera area di studio). I risultati sono però piuttosto rilevanti se si considera che sono stati ottenuti in assenza degli interventi di riorganizzazione della rete SFM (servizio 15'-15'), previsti dal vigente PUMS.

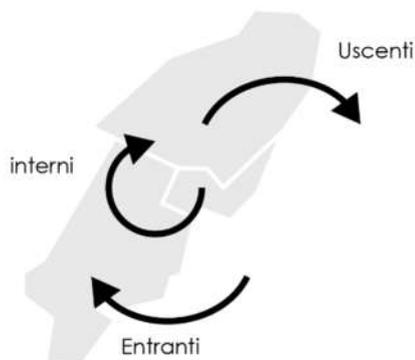


RELAZIONI O/D INTERESSATE

+1.659

+4%

SOLO MEDICINA,
CASTEL GUELFO E
CASTEL SAN PIETRO



+474

+0,5%

Figura 5-6 Shift modale giornaliero ottenuto con il nuovo sistema Metrobus

5.1.5 Proposte per migliorare l'accessibilità alle fermate del Metrobus

Come più volte accennato, il sistema Metrobus lungo la direttrice San Vitale è stato pensato in funzione delle caratteristiche tipiche dei Bus Rapid Transit, combinando il ricorso a mezzi particolarmente curati con la preferenziazione della sede ed un allestimento delle fermate progettato affinché il servizio non sia solo efficiente, veloce, estremamente competitivo e confortevole, ma anche gradevole e attrattivo per l'utenza.

Per quanto detto finora, le analisi del presente studio non hanno riguardato solo questioni meramente infrastrutturali e trasportistiche ma hanno interessato anche aspetti di solito non direttamente connessi alla pianificazione dei servizi TPL quali l'allestimento delle fermate e il miglioramento dell'accessibilità ciclo-pedonale a queste ultime.

Anche in questo caso, la scelta ha contribuito a conferire robustezza al progetto in un'ottica di coerenza con le strategie previste dal PUMS di Bologna Metropolitana per il conseguimento degli sfidanti target di riduzione del traffico veicolare privato e riduzione degli inquinanti.

Le 17 fermate individuate lungo il servizio Alta Velocità tra Medicina e Bologna Autostazione, sono state a tal proposito strutturate secondo differenti tipologie caratterizzate da modularità crescente in funzione dei servizi che si riterranno utili per incrementare accessibilità e "user experience" (opportunità), tenendo conto della disponibilità degli spazi (vincoli). Le diverse tipologie presentano caratteristiche stilistico-architettoniche comuni (materiali, organizzazione delle funzioni, brand, etc.) secondo l'approccio dell'"immagine coordinata" del servizio.

Sulla base del contesto insediativo da servire (residenziale/produttivo, compatto/disperso), delle modalità di accesso e della domanda attesa sono state ipotizzate le funzioni tipo da prevedere in ciascuna fermata all'interno di un set di dotazioni standard:

- Spazio di attesa coperto;
- Interscambio (con servizio TPL urbano);
- Interscambio (con servizio TPL d'adduzione);
- Sosta auto;

- Bike sharing a stazione fissa;
- Punto manutenzione biciclette;
- Sosta biciclette;
- Sosta e-bike;
- Servizi aggiuntivi.

Dal punto di vista strettamente modellistico, sono state recepite in particolare la sosta delle biciclette e la realizzazione di nuovi percorsi ciclabili che, in entrambi i casi, hanno visto la loro implementazione attraverso una riduzione dei tempi di accesso/egresso alle fermate dalle zone di traffico limitrofe.

Nello specifico la realizzazione di nuovi percorsi ciclo-pedonali è stata prevista per migliorare i collegamenti con le fermate di:

- Medicina;
- Fasanina, verso l'abitato di Villafontana;
- Fossatone, verso la Zona Industriale omonima;
- Canaletti e Trebbo di Budrio;
- Cà dell'Orbo e Villanova.

5.2 Flussogrammi di rete

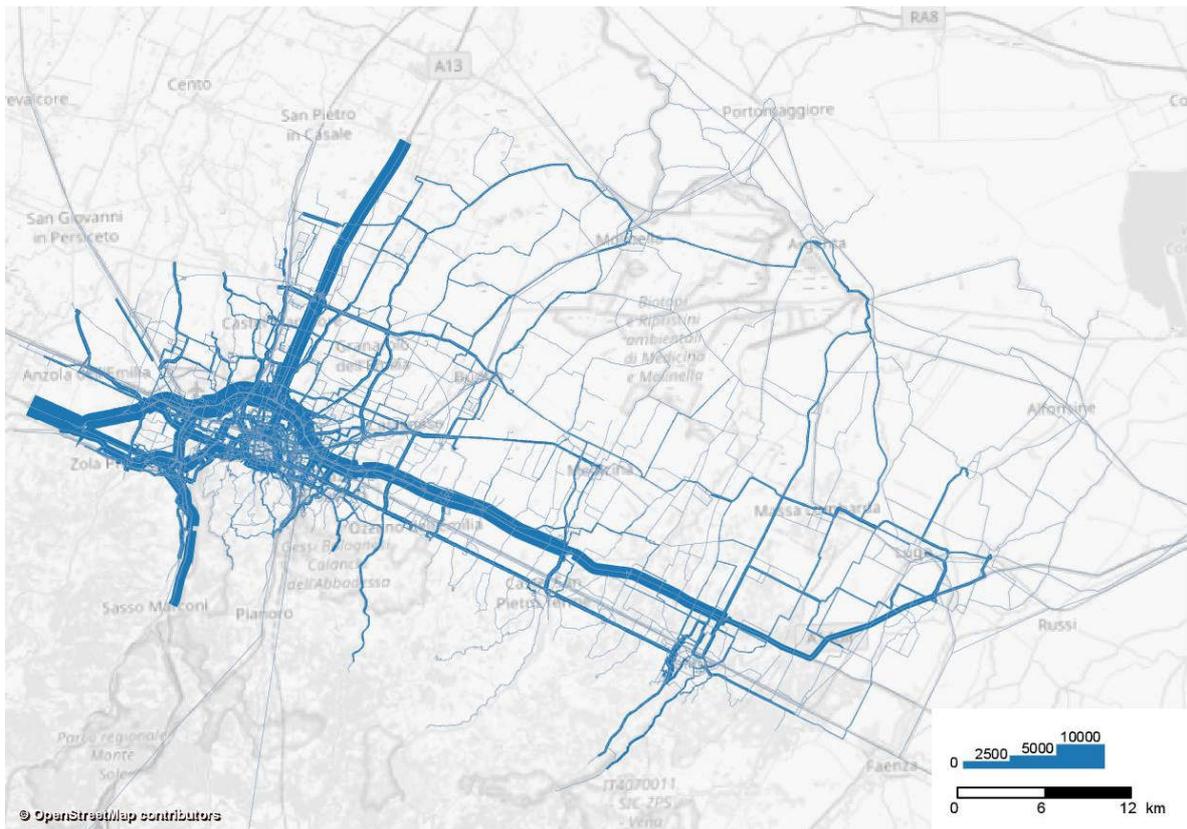


Figura 5-7 Flussogramma trasporto privato nello Scenario di Progetto – veicoli/ora (ora di punta mattutina 07:30-08:30)

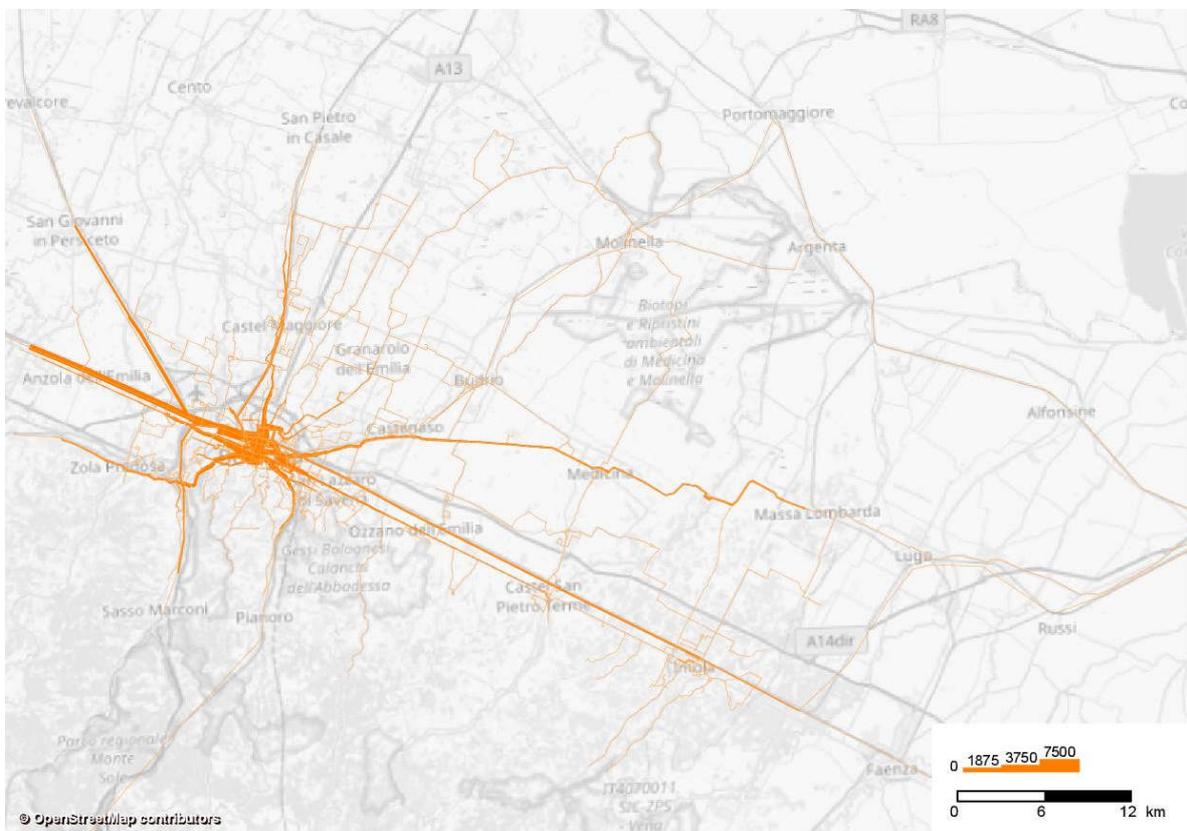


Figura 5-8 Flussogramma trasporto pubblico nello Scenario di Progetto – passeggeri/ora (ora di punta mattutina 07:30-08:30)

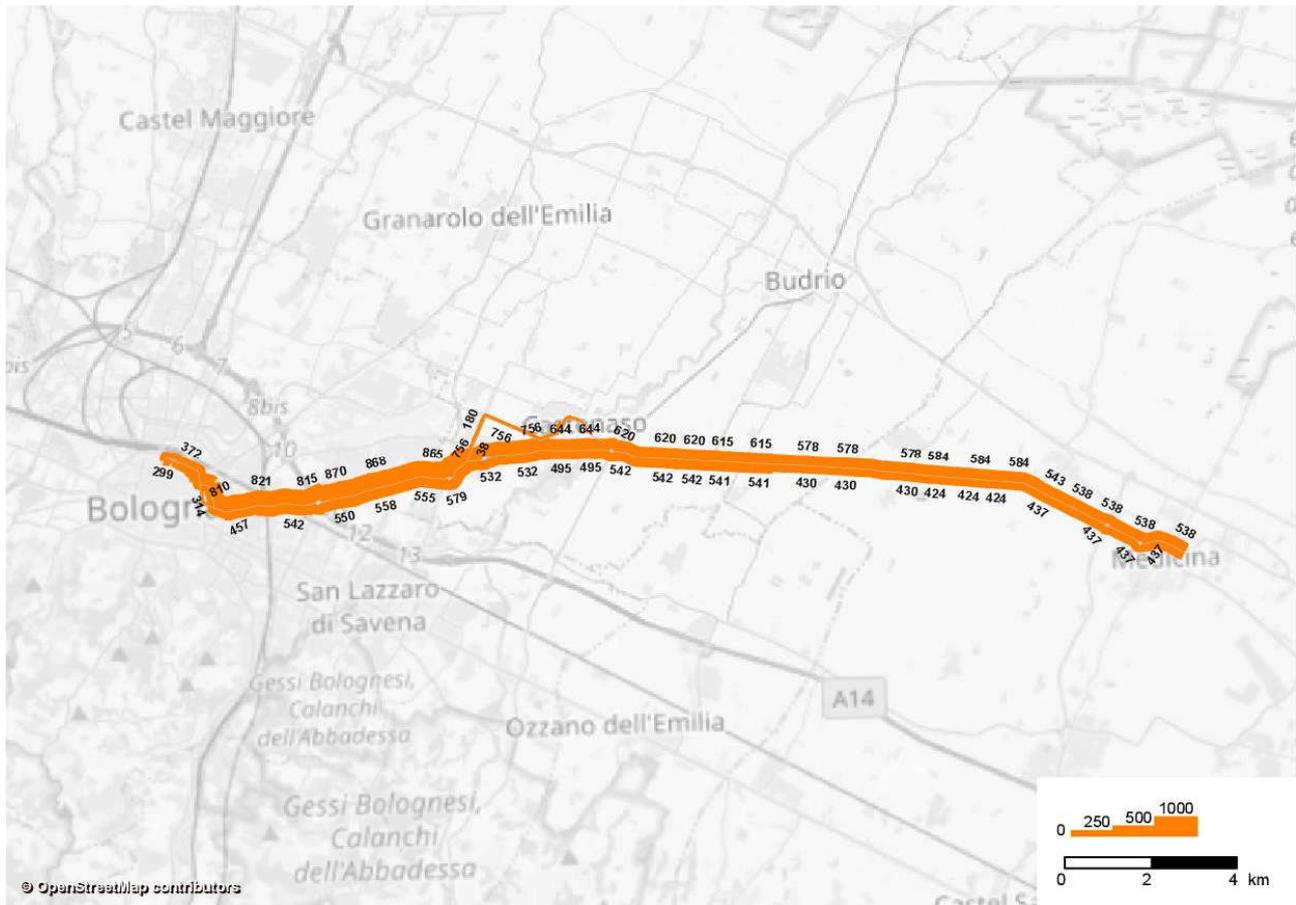


Figura 5-9 Flussogramma sul nuovo sistema Metrobus – passeggeri/ora (ora di punta mattutina 07:30-08:30)

5.2.1 Saliti e discesi alle fermate del servizio Metrobus

Fermata	Saliti	Discesi	Bordo
MEDICINA VIA FAVA	538	0	-
BV ROSSI	4	0	538
FASANINA	42	1	542
FOSSATONE	9	15	583
CANALETTI	37	0	577
TREBBO DI BUDRIO	6	0	614
Castenaso_BRT	25	1	620
Stellina_BRT	113	1	644
CA` DELL`ORBO	5	21	756
VILLANOVA MOLINO BAVIERA	30	14	740
ROVERI	5	3	756
PIAZZA DEI COLORI	13	30	758
TANGENZIALE SAN VITALE	17	65	741
RIMESSE STAZIONE	23	64	693
OSPEDALE SANT`ORSOLA ALBERTONI	41	57	652
PORTA SAN DONATO	6	342	636
BOLOGNA AUTOSTAZIONE	0	299	299

Tabella 5-5: Saliti/discesi nell'ora di punta mattutina sul Metrobus Alta Velocità in direzione Bologna

Fermata	Saliti	Discesi	Bordo
BOLOGNA AUTOSTAZIONE	318	0	-
PORTA SAN DONATO	44	48	318
OSPEDALE SANT'ORSOLA ALBERTONI	85	4	314
RIMESSE STAZIONE	102	6	395
TANGENZIALE SAN VITALE	13	5	491
PIAZZA DEI COLORI	48	18	499
ROVERI	4	4	529
VILLANOVA MOLINO BAVIERA	31	16	528
CA` DELL'ORBO	2	13	543
Stellina_BRT	0	37	532
Castenaso_BRT	49	3	495
TREBBO DI BUDRIO	0	1	542
CANALETTI	0	111	541
FOSSATONE	5	11	430
FASANINA	20	7	424
BV ROSSI	0	0	437
MEDICINA VIA FAVA	0	437	437

Tabella 5-6: Saliti/discesi nell'ora di punta mattutina sul Metrobus Alta Velocità in direzione Medicina

Fermata	Saliti	Discesi	Bordo
CASTENASO MAZZINI	1	0	-
CASTENASO NASICA	101	1	1
CASTENASO MUNICIPIO	87	7	102
FRULLO	0	0	182
CASTENASO CENTRO COMMERCIALE	0	0	182
BARGELLO LOGHETTO	0	0	182
CA` DELL'ORBO GRANDI	1	3	182
CA` DELL'ORBO ZONA INDUSTRIALE	3	17	180
CA` DELL'ORBO	4	8	166
VILLANOVA MOLINO BAVIERA	7	59	161
RESTO DEL CARLINO	0	0	109
ROVERI	0	0	109
CASERMA CHIARINI	23	3	109
PIAZZA DEI COLORI	0	1	129
TANGENZIALE SAN VITALE	2	9	128
MASSARENTI SOTTOVIA	12	6	122
RIMESSE STAZIONE	22	6	128
MASSARENTI	17	2	144
OSPEDALE SANT'ORSOLA ALBERTONI	29	13	158
PORTA SAN VITALE	7	51	174
PORTA SAN DONATO	7	43	131
PORTA MASCARELLA	2	24	94
BOLOGNA AUTOSTAZIONE	0	73	73

Tabella 5-7: Saliti/discesi nell'ora di punta mattutina sul Metrobus Alta Capacità in direzione Bologna

Fermata	Saliti	Discesi	Bordo
BOLOGNA AUTOSTAZIONE	94	0	-
PORTA MASCARELLA	126	7	94
PORTA SAN DONATO	6	167	213
PORTA SAN VITALE	4	4	52
OSPEDALE SANT'ORSOLA ALBERTONI	13	3	52
MASSARENTI	1	7	62
RIMESSE STAZIONE	1	2	56
MASSARENTI SOTTOVIA	0	4	56
TANGENZIALE SAN VITALE	1	1	52
PIAZZA DEI COLORI	2	2	51
CASERMA CHIARINI	3	25	51
ROVERI	0	3	29
RESTO DEL CARLINO	0	0	26
VILLANOVA MOLINO BAVIERA	19	10	26
CA` DELL'ORBO	6	3	35
CA` DELL'ORBO ZONA INDUSTRIALE	2	12	38
CA` DELL'ORBO GRANDI	0	2	27
BARGELLO LOGHETTO	0	0	25
CASTENASO CENTRO COMMERCIALE	0	0	25
FRULLO	0	0	25
CASTENASO MUNICIPIO	11	16	25
CASTENASO NASICA	1	20	20
CASTENASO MAZZINI	0	1	1

Tabella 5-8: Saliti/discesi nell'ora di punta mattutina sul Metrobus Alta Capacità in direzione Castenaso

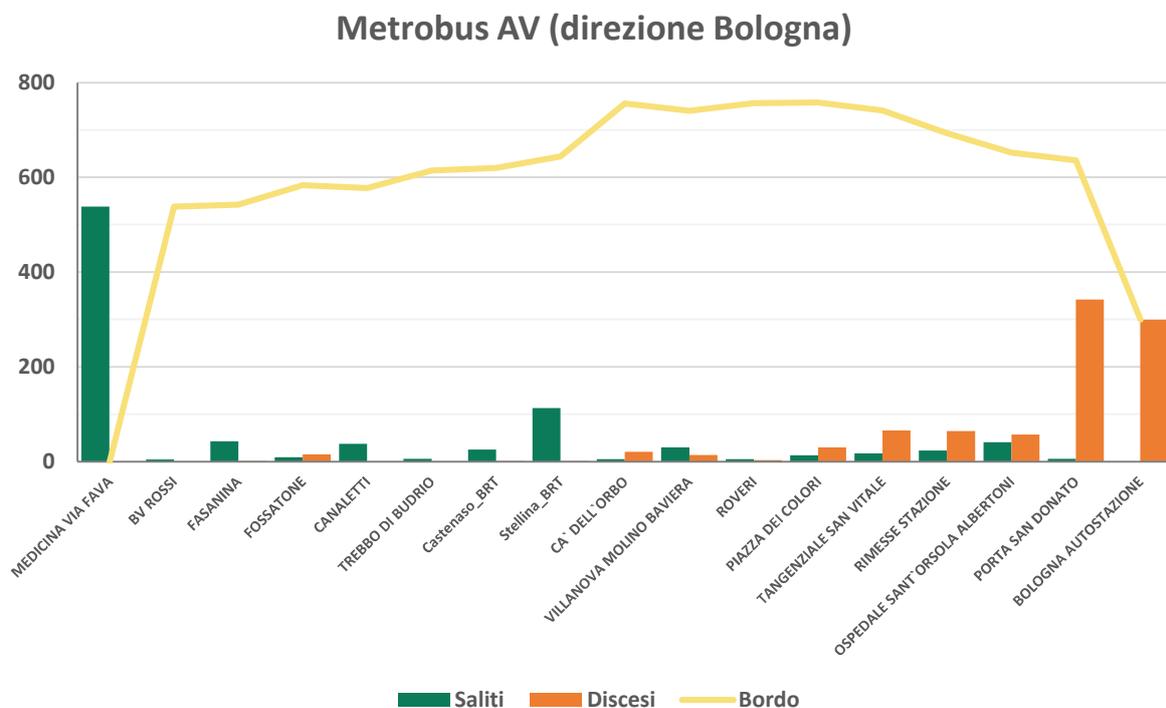


Figura 5-10 Diagramma saliti/discesi nell'ora di punta mattutina sul Metrobus Alta Velocità in direzione Bologna

METROBUS AV (direzione Medicina)

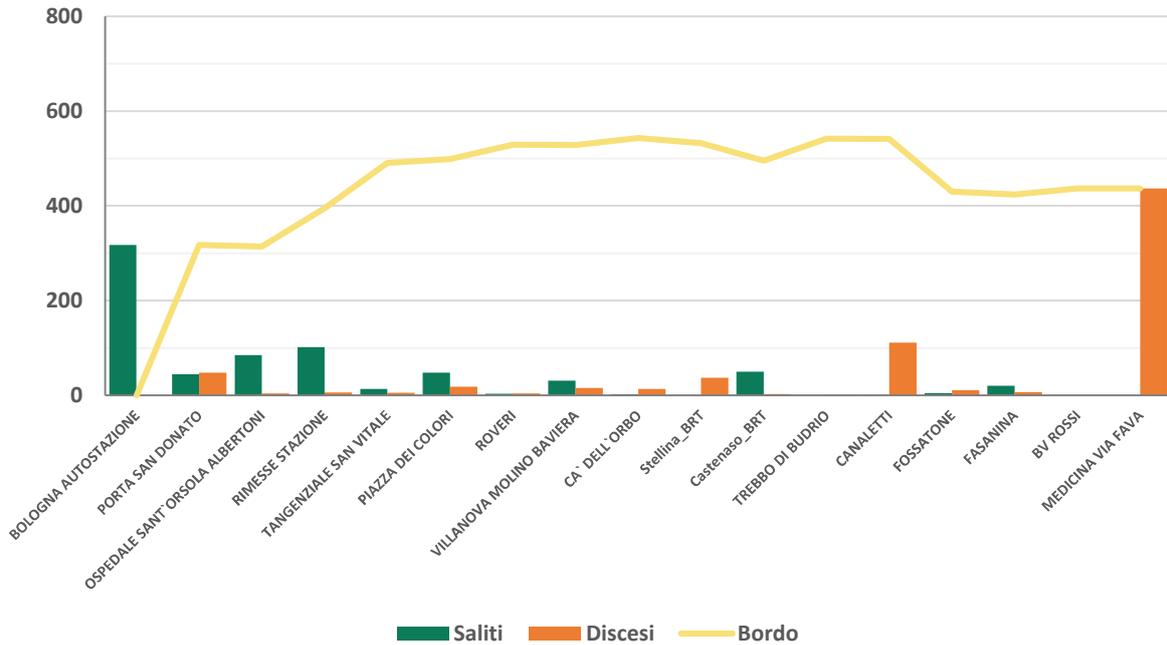


Figura 5-11 Diagramma saliti/discesi nell'ora di punta mattutina sul Metrobus Alta Velocità in direzione Medicina

Metrobus AC (direzione Bologna)

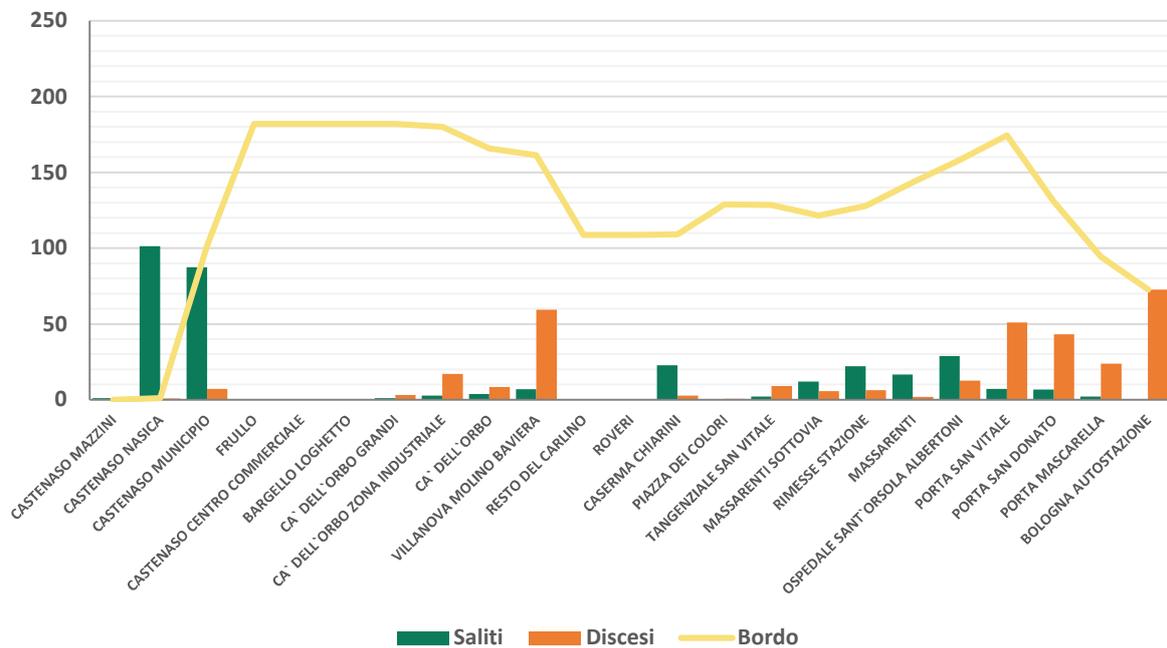


Figura 5-12 Diagramma saliti/discesi nell'ora di punta mattutina sul Metrobus Alta Capacità in direzione Bologna

Metrobus AC (direzione Medicina)

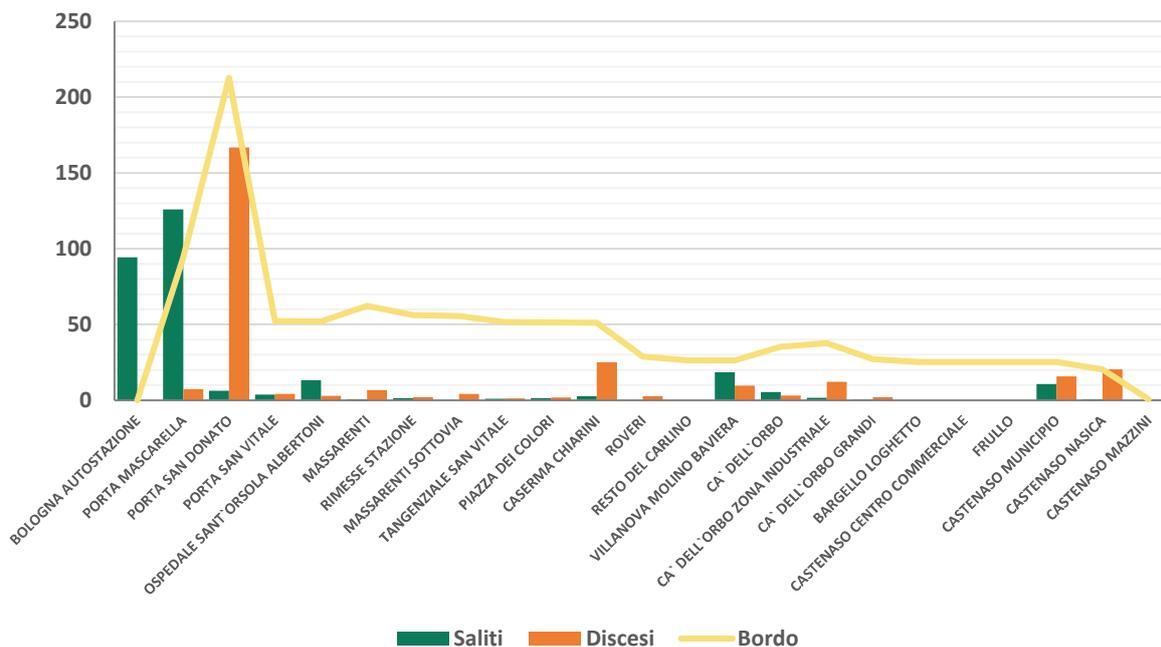


Figura 5-13 Diagramma saliti/discesi nell'ora di punta mattutina sul Metrobus Alta Capacità in direzione Medicina

6 Il modello di micro-simulazione

6.1 Metodologia per l'individuazione degli ambiti critici

Come specificato nell'Addendum "AVVISO n.2 per la presentazione di istanze per accesso alle risorse destinate al Trasporto Rapido di Massa ad Impianti Fissi", *"i sistemi filoviari (e assimilabili) di nuova realizzazione per cui è possibile presentare istanza devono riguardare linee caratterizzate nell'ora di punta da "carico massimo" di almeno 900 pass/h/direzione e velocità commerciali non inferiori ai 13 km/h in caso di servizio in ambito urbano"*.

In particolare, quest'ultimo requisito prestazionale è stato garantito implementando specifici accorgimenti progettuali e pianificatori suggeriti nell'Addendum, quali:

- sede dedicata per almeno il 70% della lunghezza totale o inferiore nel caso in cui si dimostri che le aree attraversate garantiscano comunque, per condizioni o limitazioni di traffico, velocità commerciale significativamente superiori al valore minimo di 13 km/h;
- inter-distanza tra le fermate almeno di 350 metri;
- impianti quali sistemi di localizzazione, di segnalamento, di regolazione, di informazione e asservimento semaforico.

Dal momento che il corridoio su cui è previsto l'instradamento del sistema Metrobus si sviluppa prettamente in ambito extraurbano, risulta difficile ipotizzare una preferenziazione della sede stradale per una lunghezza pari al 70% del totale; ne consegue facilmente che il vincolo prestazionale acquisisce una valenza ancora maggiore e una necessità inderogabile nell'ottica dell'ammissibilità stessa dell'istanza.

Per quanto detto, al fine di garantire velocità commerciali significativamente superiori ai 13 Km/h su tutto il tracciato del sistema Metrobus, in fase di studio trasportistico-infrastrutturale sono state studiate e valutate:

- l'implementazione di sistemi ITS di preferenziazione semaforica;
- le opportune riorganizzazioni geometrico-funzionali alle intersezioni critiche.

Conseguentemente, gli approfondimenti e le necessarie verifiche sull'efficacia di tali misure sono stati condotti mediante simulazione dinamica a scala micro solo sugli ambiti identificati dal processo metodologico dettagliato in seguito. I micro-modelli sono stati realizzati sempre con la suite dei software PTV, mediante VISSIM, e sono stati implementati e opportunamente calibrati proprio nell'ottica di:

- verificare il risparmio nei tempi di viaggio sulla linea Metrobus, previsto in funzione delle soluzioni tecnico-funzionali ipotizzate;
- verificare il rispetto del vincolo prestazionale previsto dall'Addendum ministeriale, garantendo velocità commerciali superiori ai 13 km/h.

Per tali ragioni, l'inserimento del sistema Metrobus sulla viabilità nell'area di studio, e delle conseguenti soluzioni tecnico-funzionali identificate, è stato verificato misurando l'impatto generale sulla fluidità del traffico veicolare, senza però dettagliare tali analisi nell'ottica di minimizzare i ritardi accumulati dalle componenti di traffico privato.

Metodologicamente si è proceduto seguendo questi passaggi:

- Individuazione potenziali criticità – ora di punta mattutina:
 - Analisi puntuali delle differenze tra velocità in congestione e velocità a flusso nullo [da FCD];
 - Analisi dei dati AVM e confronto con dati GTFS;
- Quadro sinottico dell'infrastruttura:
 - Linearizzazione del tracciato;
 - Informazioni sul nodo:
 - Geometrica;
 - Funzionale (LoS);
 - Dettaglio delle criticità potenziali;
- Analisi possibili soluzioni tecniche-funzionali:
 - Individuazione delle possibili soluzioni tecniche e/o funzionali
 - Verifica della fattibilità degli interventi
 - Stima del risparmio di tempo ottenibile
- Analisi a scala microscopica:
 - Individuazione degli ambiti di simulazione

- Accorpamento funzionale di tratte in ambito urbano per verifica prescrizioni Addendum MIT (compresi centri urbani attraversati) [$V_{comm} > 13$ km/h];
- Analisi puntuale almeno sulle intersezioni/tratte delimitate dalle risultanze delle analisi dei dati FCD per verifica delle stime sui risparmi di tempo dove è verificata la condizione:

$$\frac{(V_0 - V_{hdp})}{V_0} \geq 40\%$$

dove:

- V_0 = velocità nelle ore di morbida;
- V_{hdp} = velocità nell'ora di punta mattutina.

6.2 Metodologia per l'analisi di micro-simulazione

La micro-simulazione è uno strumento che permette di riprodurre gli spostamenti dei singoli veicoli in modo dinamico.

Il modello stocastico di micro-simulazione sviluppato nel software VISSIM cerca di replicare la variabilità delle condizioni di traffico dovute a comportamenti casuali dei guidatori che determinano, per esempio, la scelta della velocità, il cambio della corsia, etc. A tal fine esso associa le decisioni dei singoli conducenti basandosi su numeri casuali, generati da un seme ("seed") iniziale definito dal modellista tra i parametri di simulazione.

6.2.1 Modello di rete

Il modello di rete dello stato di fatto viene dettagliato con la rappresentazione esatta della geometria della sede stradale (numero e larghezza delle corsie, raggi di curvatura, etc.), delle discipline di circolazione, delle caratteristiche degli impianti semaforici, ecc.

Riguardo agli impianti semaforici, alcuni di questi sono attuati localmente o centralizzati nello stato attuale. In particolare, quelli interessati dall'intervento all'interno della città di Bologna sono telecontrollati dal Centro di Controllo e Regolazione del Traffico, tramite il sistema denominato UTOPIA (Urban Traffic Optimisation by Integrated Automation).

Questi impianti semaforici "intelligenti" sono caratterizzati dal fatto che la durata delle fasi dei cicli semaforici, cioè la durata dei tempi di verde e di rosso, varia in tempo reale in funzione dell'intensità del traffico rilevata da appositi sensori posizionati sotto la pavimentazione stradale (spire induttive). La regolazione degli impianti semaforizzati è detta di tipo "adattativo a generazione dinamica di piano" in grado cioè di determinare ed attuare le più efficaci strategie di regolazione semaforica del traffico urbano, rispondendo velocemente alle criticità Locali e di Area.

L'aggiornamento continuo dei tempi dei piani semaforici avviene anche tramite il collegamento con la Centrale di Telecontrollo Bus dell'Azienda di Trasporto Pubblico (TPER) la quale, attraverso un sistema di localizzazione GPS, monitora la posizione della flotta dei bus sul territorio ed invia le relative coordinate ai controllori locali i quali predispongono le fasi semaforiche in modo da favorire il preferenziamento del mezzo nell'attraversamento degli incroci telecontrollati. Tale preferenziamento non è mai assoluto ma sempre bilanciato con le altre direzioni controllate ed è configurabile con appositi parametri.

Per ogni impianto, nel pianificato è indicata una durata minima e massima delle fasi variabili in base ai dati di traffico. Tuttavia, nella pianificazione viene anche indicata la presenza di uno o più piani a tempi fissi programmati per il funzionamento "locale" che saranno eseguiti qualora non sia possibile il funzionamento "Centralizzato".

Nel modello di micro-simulazione, non essendo possibile riprodurre un sistema di regolazione così complesso, è stato implementato il piano relativo al ciclo medio o se disponibile al piano locale attivo nell'intervallo di punta. Tale scelta, inoltre, risulta essere maggiormente cautelativa.

Per quanto riguarda gli impianti pedonali a chiamata è stata ipotizzata la frequenza delle chiamate in funzione del contesto in cui è localizzato l'impianto. I valori utilizzati nel modello sono dichiarati negli allegati specifici.

In via cautelativa, in generale, negli scenari di progetto non è stato simulato un sistema di preferenziazione per il Metrobus ad eccezione di alcuni punti singolari come la re-immissione in corsia dopo aver effettuato una fermata in baia, in presenza di un impianto per l'attraversamento pedonale situato a monte della fermata o sulla rotatoria di Ca' dell'Orbo.

6.2.2 Domanda

I flussi di traffico privato entranti nelle porzioni di rete oggetto di verifica e i percorsi effettuati sono stati importati direttamente dal modello di macro-simulazione, salvo alcune modifiche locali visto il differente grado di dettaglio della rete stradale tra i due modelli.

La domanda del trasporto privato è caratterizzata da tre classi veicolari: auto, veicoli commerciali leggeri e mezzi pesanti.

Per quanto riguarda il trasporto pubblico sono state rappresentate tutte le corse delle linee che attraversano gli ambiti oggetto di studio nell'intervallo di punta.

Nello scenario di progetto in via cautelativa non sono state considerate variazioni sulla domanda di trasporto privato (dovute alla diversione modale indotta dall’inserimento del servizio Metrobus). È stato riprodotto, invece, lo scenario di progetto del trasporto pubblico, considerando la presenza delle corse del Metrobus e la soppressione o la deviazione di alcune corse o linee.

6.2.3 Parametri di simulazione

Per ogni scenario sono state effettuate 5 simulazioni. La verifica è stata effettuata per l’ora di punta della mattina, che, sulla base dei rilievi di traffico si colloca tra le 08:00 e le 09:00.

L’intervallo di simulazione è di 5.400 s. Per ottenere una corretta valorizzazione degli indicatori trasportistici, è necessario che all’inizio del periodo di simulazione vera e propria, la rete risulti già attraversata da un congruo numero di veicoli. Per questa ragione si introduce un intervallo temporale di “precarico”, la cui durata dipende dall’estensione della rete oggetto di simulazione. Per le caratteristiche dei nodi trattati in questa analisi, si è ritenuto adeguato utilizzare un tempo di precarico della rete di 15 min, mentre il flusso in ingresso nella rete nell’intervallo di precarico è stato stimato pari all’75% del flusso dell’ora di punta. Dopo l’intervallo dell’ora di punta nel quale sono raccolti i dati per il calcolo degli indicatori è presente un intervallo di “scarico”.

Sono, inoltre, state definite le caratteristiche di comportamento dei conducenti (ad esempio; il distanziamento medio longitudinale e trasversale tra i veicoli in moto e da fermi, il comportamento al semaforo, le velocità desiderate, etc.), così da riprodurre in modo realistico le condizioni di circolazione sulla rete.

6.2.4 Calibrazione del modello

I modelli microscopici relativi agli ambiti oggetto di verifica sono stati calibrati attraverso un processo iterativo, modificando caratteristiche della rete e comportamento dei conducenti al fine di riprodurre non solo i flussi di traffico rilevati sul campo tramite le spire magnetiche, ma anche le condizioni di deflusso (valutate da dati storici Google Maps).

La bontà della calibrazione di un modello è solitamente valutata sulla base dei seguenti parametri:

- corrispondenza dei flussi di traffico simulati con i flussi rilevati;
- corrispondenza dei tempi di percorrenza sui principali itinerari con quelli “tipici”, forniti ad es. da Google Maps;
- corrispondenza della lunghezza delle code simulate con quelle osservate durante il rilievo e/o dall’informazione storica fornita da Google Maps sulle condizioni di traffico.

Purtroppo, l’emergenza Covid19 non ha permesso di effettuare rilievi sul campo per misurare tempi di percorrenza e lunghezza delle code e anche i dati di Google Maps risultano poco attendibili.

La buona corrispondenza di flussi simulati a quelli osservati sul campo è stata valutata sulla base dei due metodi più diffusi in letteratura: lo scattergram e l’analisi GEH.

Lo scattergram mette a confronto in modo diretto i valori conteggiati e quelli simulati. Si tratta di una rappresentazione grafica dei punti determinati dall’accoppiamento delle due variabili. La misura della bontà del modello è data da valori del coefficiente angolare della retta di regressione prossimi all’unità (la pendenza della retta deve avere una giacitura vicina ai 45 gradi) ed un coefficiente di determinazione R^2 superiore a 0,85.

La formula del GEH, utilizzata nel campo dell’ingegneria dei trasporti per confrontare i volumi di traffico rilevati con quelli simulati, ha la forma la seguente:

$$GEH = \sqrt{\frac{2(M - C)^2}{(M + C)}}$$

Nella formula del GEH sopra riportata con M si indicano i flussi simulati e con C i flussi rilevati di una specifica corrente/manovra. L’indicatore permette di definire il modello come ben calibrato allorquando assume un valore inferiore 5 ed inferiore a 3 per gli archi *critici* (ad esempio quelli di ingresso/uscita dalla rete o che presentano flussi elevati).

Si osserva che per alcuni ambiti non sono disponibili dei rilievi di traffico, tuttavia il relativo modello è stato considerato calibrato in quanto erano riprodotti i flussi osservati nel modello macroscopico che è calibrato su un’area più ampia.

6.2.5 Risultati

I risultati che verranno presentati sono ottenuti come valori medi di cinque simulazioni per ogni scenario, con deviazioni standard non significative così come raccomandato dalle principali linee guida del settore.

Gli indicatori considerati sono la velocità media commerciale e i tempi di percorrenza del trasporto pubblico. In particolare, saranno confrontati i valori relativi alla linea 99 per lo scenario attuale e del Metrobus gli scenari progettuali relativi al tratto del percorso comune alle due linee nella direzione che risulta essere più critica.

Per ogni ambito sarà, inoltre, fornito un flussogramma relativo al trasporto privato e una rappresentazione delle velocità per segmento d’arco della linea Metrobus.

6.3 Gli ambiti critici

Sulla base della metodologia citata, sono stati individuati 5 ambiti di analisi che sono stati sottoposti alla modellizzazione a scala microscopica e in merito ai quali saranno effettuate le opportune verifiche:

- **ambito Fava-Matteotti**, all'estremità occidentale dell'abitato di Medicina;
- **ambito Croce Prunaro-Zenzalino**, nella frazione di Canaletti all'interno del territorio comunale di Budrio;
- **ambito Cà dell'Orbo-Villanova**, lungo la SP253 "San Vitale" attraversando la Zona Industriale di Cà dell'Orbo nel Comune di Castenaso;
- **ambito Libia-Martelli**, nell'ambito periurbano di Bologna, a cavallo della Tangenziale;
- **ambito Viali-Autostazione**, in pieno centro abitato di Bologna.

Nei paragrafi seguenti si riporta una sintesi delle caratteristiche degli ambiti, degli interventi previsti nello scenario di progetto e gli indicatori relativi al TPL. Nell'allegato "Quaderno delle Micro-simulazioni" si riportano le rappresentazioni grafiche dei risultati.

6.3.1 Ambito Fava-Matteotti

L'ambito Fava-Matteotti ricade nell'estremità occidentale dell'abitato di Medicina e interessa la rotatoria tra Via Licurgo Fava, Via Giacomo Matteotti, Via Roslè, Via Maestri del Lavoro, Via San Vitale Ovest e Via del Piano.

Non sono disponibili né è stato possibile realizzare rilievi di traffico sul campo a causa dell'emergenza Covid19, tuttavia il modello è considerato calibrato in quanto riproduce i flussi risultanti dal modello macroscopico che è calibrato su un'area maggiore. La rotatoria risulta essere interessata da circa 1.540 veicoli/ora nello scenario attuale.

Nello scenario di progetto è prevista la semaforizzazione dell'attraversamento ciclo-pedonale su Via Licurgo Fava. È stata ipotizzata una chiamata ciclo-pedonale ogni 5 minuti. La fase ciclo-pedonale ha una durata di 27 s.

Per quanto riguarda il trasporto pubblico nello scenario di progetto il numero di corse si incrementa di 4 unità passando da 8 a 12 corse nell'intervallo 08:00-09:00 (di cui 6 Metrobus AV in direzione Medicina, 6 Metrobus AV in direzione Bologna. Sono soppresse le corse delle linee 206, 211 e 299 mentre la 247 subisce modifiche al percorso).

Non si evidenziano differenze significative degli indicatori tra le due direzioni. Si riportano i valori relativi alla direzione Medicina, in quanto leggermente più bassi di quelli calcolati in direzione Bologna.

In direzione Medicina allo stato attuale, nella porzione di rete dell'ambito di studio la velocità commerciale della linea 299 risulta pari a 32,0 km/h; nello scenario di progetto la velocità commerciale della linea Metrobus è pari a 40,8 km/h garantendo un incremento percentuale del +28%.

Il tempo di viaggio relativo alla linea 299 nello scenario attuale è di 105 s; mentre, nello scenario di progetto con 83 s si verifica un risparmio nei tempi di viaggio sulla linea Metrobus del -22%. Il miglioramento delle prestazioni è dovuto al fatto che la fermata di Fabbrica non è effettuata dal Metrobus AV.

6.3.2 Ambito Croce Prunaro-Zenzalino

L'ambito Croce Prunaro – Zenzalino, nella frazione di Canaletti all'interno del territorio comunale di Budrio, interessa la SP253 – Via San Vitale dall'intersezione con Via Croce di Prunaro all'intersezione con Via Zenzalino Sud.

La domanda veicolare che interessa l'ambito è pari a circa 2.580 veicoli/ora nell'intervallo di punta della mattina 08:00-09:00.

Nell'area è disponibile una sezione bidirezionale di rilievo su via Zenzalino Sud, sulla quale si osserva una buona corrispondenza tra flussi simulati e misurati. Inoltre, il modello può considerarsi calibrato in quanto riproduce i flussi risultanti dal modello macroscopico che è calibrato su un'area maggiore.

L'intersezione tra via San Vitale e via Croce Prunaro è regolata da un impianto semaforico attuato in cui la fase per il verde di via Croce del Prunaro è attivata solo a chiamata. La durata delle fasi è prolungata al passaggio dei veicoli fino ad un valore massimo indicato dal piano. In via cautelativa nel modello per l'impianto semaforico all'intersezione tra Via San Vitale e Via Croce di Prunaro, si è ipotizzata una chiamata ad ogni ciclo e la durata massima delle fasi veicolari per un ciclo di circa 120 s.

Nello scenario di progetto cautelativamente non sono state considerate variazioni dei flussi di traffico privato rispetto allo stato attuale.

Per quanto riguarda il trasporto pubblico nello scenario di progetto il numero di corse si incrementa di 5 unità passando da 9 a 14 corse nell'intervallo 08:00-09:00 (di cui 7 Metrobus AV in direzione Medicina, 7 Metrobus AV in direzione Bologna. Sono soppresse le corse delle linee 206, 243 e 299).

La domanda di trasporto privato totale nell'ora di punta risulta pari a 2.580 veicoli/ora.

Nello scenario di progetto sono stati semaforizzati gli attraversamenti pedonali su Via San Vitale in prossimità delle fermate TPL Canaletti (nuova) e Trebbo di Budrio (esistente). È stata ipotizzata una chiamata pedonale ogni 5 minuti. La fase pedonale ha una durata di 27 s. In caso di passaggio del Metrobus il traffico veicolare viene arrestato per permettere l'attraversamento pedonale dei passeggeri e la re-immissione del bus senza ritardi.

Non si evidenziano differenze significative degli indicatori tra le due direzioni. Si riportano i valori relativi alla direzione Bologna, in quanto leggermente più bassi di quelli calcolati in direzione Medicina.

Nella porzione di rete dell'ambito di studio la velocità commerciale della linea 299 risulta pari a 24,2 km/h; nello scenario di progetto la velocità commerciale della linea Metrobus è pari a 33,4 km/h garantendo un incremento percentuale del +38%.

Il tempo di viaggio relativo alla linea 299 nello scenario attuale è di 423 s; mentre, nello scenario di progetto con 298 s si verifica un risparmio nei tempi di viaggio sulla linea Metrobus del -30%. Il miglioramento delle prestazioni è dovuto al fatto che le fermate Palazzo Blocchi, Fontana Loup e Fossamarza non vengono effettuate dal Metrobus AV.

6.3.3 Ambito Cà dell'Orbo-Villanova

L'ambito Cà dell'Orbo – Villanova interessa la SP253 – Via San Vitale attraversando la Zona Industriale di Cà dell'Orbo nel Comune di Castenaso. Comprende la rotatoria Giovanni Falcone e Paolo Borsellino.

Non sono disponibili né è stato possibile realizzare rilievi di traffico sul campo a causa dell'emergenza Covid19, tuttavia il modello è considerato calibrato in quanto riproduce i flussi risultanti dal modello macroscopico che è calibrato su un'area maggiore.

La domanda di trasporto privato totale nell'ora di punta risulta pari a 3.710 veicoli/ora.

Nell'area sono presenti tre impianti semaforizzati. Per l'impianto semaforico all'intersezione tra Via B. Tosarelli e Via Cà dell'Orbo Nord è stato simulato il piano 1. Il funzionamento dell'impianto è condizionato dalla presenza di un passaggio a livello su Via Cà dell'Orbo Nord: quando il passaggio a livello è chiuso, il verde non si attiva per i gruppi semaforici 1, 4 e 6.

Per l'impianto semaforico all'intersezione tra Via B. Tosarelli, Via G. Oberdan e Via Fratelli Bandiera è stato simulato il piano 2.

Per l'attraversamento pedonale a chiamata in prossimità della fermata TPL Resto del Carlino (impianto 469) è stata ipotizzata una chiamata pedonale ogni 10 cicli (ogni 10 minuti).

Si è ipotizzata la chiusura del passaggio a livello per circa 3 minuti nel caso di transito del treno.

Nello scenario di progetto cautelativamente non sono state considerate variazioni dei flussi di traffico privato rispetto allo stato attuale.

In questo ambito sono previsti i seguenti interventi infrastrutturali:

- la realizzazione su Via B. Tosarelli di una corsia preferenziale in direzione Bologna nel tratto compreso tra via Trattati di Roma e la rotatoria Giovanni Falcone e Borsellino per una lunghezza di circa 900 m;
- la realizzazione su Via B. Tosarelli in direzione Medicina di una corsia preferenziale in approccio alla rotatoria Giovanni Falcone e Paolo Borsellino per una lunghezza di circa 120 m;
- riposizionamento dell'attraversamento pedonale di Via B. Tosarelli da via Matteotti all'intersezione tra Via B. Tosarelli e Via Cà dell'Orbo Nord;
- semaforizzazione dell'attraversamento pedonale su Via B. Tosarelli in prossimità delle fermate TPL Cà dell'Orbo;
- riposizionamento e semaforizzazione di un secondo attraversamento pedonale dalla fermata TPL Cà dell'Orbo in direzione Bologna all'intersezione tra Via B. Tosarelli e Via Merighi;
- semaforizzazione degli attraversamenti ciclo-pedonali sui bracci della rotatoria Giovanni Falcone e Borsellino;
- semaforizzazione dell'anello della rotatoria Giovanni Falcone e Borsellino in prossimità degli ingressi da via B. Tosarelli per permettere l'ingresso in rotatoria del Metrobus senza ritardi;
- semaforizzazione dell'attraversamento pedonale su Via B. Tosarelli in prossimità della fermata TPL Villanova Tosarelli.

Per gli impianti semaforici è stata ipotizzata una chiamata pedonale o ciclo-pedonale ogni 10 minuti. La fase pedonale/ciclo-pedonale ha una durata di 25 s.

Per quanto riguarda il trasporto pubblico nello scenario di progetto il numero di corse si incrementa di 10 unità passando da 14 a 24 corse nell'intervallo 08:00-09:00 (di cui 6 Metrobus AV in direzione Medicina, 6 Metrobus AV in direzione Bologna, 4 Metrobus AC in direzione Medicina, 4 Metrobus AC in direzione Bologna. Sono soppresse le linee 89, 206, 211, 237, 243, 273 e 299).

Gli indicatori di rete valutati mettono a confronto la linea TPL 299 con la linea Metrobus in direzione Bologna relativamente al tratto di percorso comune. In particolare, per la linea Metrobus AV il tratto di percorso comune con la linea 299 interessa Via B. Tosarelli fino all'intersezione con Via Cà dell'Orbo Nord; mentre, il percorso della linea Metrobus AC coincide con quello della linea 299 all'interno dell'ambito di studio.

Il tempo di viaggio relativo alla linea TPL 299 nello scenario attuale è di 530 s in direzione Bologna e circa 380 s in direzione Medicina.

In direzione Medicina come atteso non si osservano variazioni significative del tempo di percorrenza della linea Metrobus AC, mentre in direzione Bologna il Metrobus risparmia circa 1 minuto. Per la linea Metrobus AV il miglioramento delle prestazioni risulta più evidente con un risparmio di quasi 2 minuti in direzione Bologna e di circa 1 minuto in direzione Medicina.

In direzione Bologna, che risulta essere quella più critica, nell'area oggetto di verifica la velocità commerciale media del Metrobus AC è pari a 15,1 km/h e quella del Metrobus AV è pari a 21,7 km/h.

6.3.4 Ambito Libia-Martelli

L'ambito Libia – Martelli interessa l'ambito periurbano di Bologna, a cavallo della Tangenziale, a partire dall'intersezione tra Via Enrico Mattei, Via Tommaso Martelli e Via Bassa dei Sassi fino all'intersezione tra Via Giuseppe Massarenti, Via Libia e Via Pelagio Palagi.

Nell'area sono presenti 8 impianti semaforizzati (401, 402, 403, 404, 405, 406, 448 e 466) che regolano la circolazione su 7 intersezioni e 4 attraversamenti pedonali.

Per gli impianti semaforici attuati con il sistema UTOPIA è stato simulato il piano medio o se indicato il piano locale attivo tra le 08:00 e le 09:00.

Si riportano le seguenti ipotesi aggiuntive per gli attraversamenti pedonali a chiamata:

- Impianto 402 Massarenti (S. Rita): chiamata pedonale ogni 3 cicli (ogni 3,5 minuti);
- Impianto 403 Massarenti (Tangenziale): chiamata pedonale ogni 5 cicli (ogni 6,5 minuti);
- Impianto 448 Massarenti (Ghiberti): chiamata pedonale ogni 3 cicli (ogni 4 minuti);
- Impianto 466 Mattei,66: chiamata pedonale ogni 10 cicli (ogni 10 minuti).

Il modello è calibrato su 18 sezioni di conteggio. Si osserva un'ottima corrispondenza tra flussi simulati e flussi misurati. La retta di regressione ha un coefficiente angolare di poco superiore all'unità (1,02) e il coefficiente di determinazione R^2 è pari a 0,99. Per la totalità delle sezioni l'indice GEH è inferiore a 5.

La domanda di trasporto privato totale nell'ora di punta risulta pari a 9.550 veicoli/ora equivalenti.

La simulazione dello scenario di progetto considera l'eliminazione dei passaggi a livello interni a Bologna per interrimento della linea ferroviaria e le variazioni al TPL.

In particolare, il trasporto pubblico attuale passa da 86 corse nell'intervallo 08:00-09:00 dello stato attuale a 98 corse. Sono sopresse le linee 89, 206, 211, 243, 273, 299 e inserite 6 corse Metrobus AV in direzione Medicina, 6 corse Metrobus AV in direzione Bologna, 4 corse Metrobus AC in direzione Medicina, 4 corse Metrobus AC in direzione Bologna.

Cautelativamente non sono state considerate variazioni dei flussi di traffico privato rispetto allo stato attuale.

6.3.5 Ambito Viali-Autostazione

L'ambito Viali – Autostazione interessa il centro abitato di Bologna. Dall'intersezione tra Via Giuseppe Massarenti e Via Zaccherini Alvisi si arriva all'Autostazione passando attraverso i Viali per Porta San Donato e Porta Mascarella.

Nell'area sono presenti 6 impianti semaforizzati:

- impianto 408 tra Via Giuseppe Massarenti e Via Zaccherini Alvisi;
- impianto 350 a Piazza di Porta San Donato;
- impianto 351 tra Viale Carlo Berti Pichat e Via Camillo Ranzani;
- impianto 363 su Viale Carlo Berti Pichat in prossimità di HERA;
- impianto 333 a Piazza di Porta Mascarella;
- impianto 354 tra Viale Angelo Masini, Via Capo di Lucca e Via del Borgo di San Pietro;

che regolano la circolazione su 7 intersezioni.

Si tratta di impianti centralizzati con il sistema UTOPIA, per i quali è stato simulato il piano medio o se indicato il piano locale attivo tra le 08:00 e le 09:00.

Il modello è calibrato su 19 sezioni di conteggio. Si osserva un'ottima corrispondenza tra flussi simulati e flussi misurati. La retta di regressione ha un coefficiente angolare di poco superiore all'unità (1,05) e il coefficiente di determinazione R^2 è pari a 0,99. Per la totalità delle sezioni l'indice GEH è inferiore a 5.

La domanda di trasporto privato totale nell'ora di punta risulta pari a 7.540 veicoli/ora equivalenti.

In questo ambito non sono previsti interventi infrastrutturali per l'inserimento del sistema Metrobus che utilizzerà le dotazioni ad oggi presenti. Nello scenario di progetto sono state simulate soltanto le variazioni relative all'offerta del TPL, che, nell'ora di punta 08:00-09:00, passa da 171 a 183 corse. Si prevede la soppressione delle linee 206, 211, 243, 273, 299. Cautelativamente non sono state considerate variazioni dei flussi di traffico privato rispetto allo stato attuale.

Gli indicatori di rete valutati mettono a confronto la linea TPL 299 con la linea Metrobus in direzione Bologna relativamente al tratto di percorso comune ovvero da Via Giuseppe Massarenti a Porta San Donato.

Allo stato attuale la velocità commerciale della linea TPL 299 risulta pari a 13,4 km/h. Nello scenario di progetto la velocità commerciale della linea Metrobus AV è pari a 14,1 km/h garantendo un incremento percentuale del +5%;

Il tempo di viaggio relativo alla linea TPL 299 nello scenario attuale è di 251 s; mentre, nello scenario di progetto con 239 s si verifica un risparmio nei tempi di viaggio sulla linea Metrobus del -5%.