

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 GENERALE ILLUSTRATIVA

0850P05-01020100-ARG001\_E00

DATA	CODICE RELAZIONE	REV.
12/2020	0850P05-01020100-ARG001_E00	0

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

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

## Sommario

<b>Relazione generale Illustrativa</b> .....	<b>1</b>
<b>1 Premessa</b> .....	<b>1</b>
<b>2 Approccio metodologico</b> .....	<b>2</b>
<b>3 Inquadramento</b> .....	<b>4</b>
3.1 Inquadramento territoriale.....	4
3.2 Inquadramento trasportistico.....	5
3.3 Quadro di riferimento programmatico.....	10
<b>4 Il sistema BRT/Metrobus</b> .....	<b>15</b>
4.1 Il Bus Rapid Transit: definizione, evoluzione, esempi.....	15
4.2 Confronto tra Sistemi di Trasporto.....	16
4.3 Approfondimenti di esperienze similari.....	18
<b>5 Inserimento urbanistico</b> .....	<b>21</b>
5.1 Compatibilità con gli strumenti pianificatori vigenti.....	21
<b>6 Lo studio delle alternative</b> .....	<b>22</b>
6.1 Tracciato.....	22
6.2 Modello di esercizio.....	25
6.3 Analisi comparativa delle tecnologie.....	28
<b>7 Analisi di domanda</b> .....	<b>31</b>
7.1 Le fonti dati.....	31
7.2 Domanda di TPL: indagine PUMS.....	31
7.3 Domanda di trasporto privato: Floating Car Data.....	32
7.4 Sintesi dei risultati.....	32
<b>8 Offerta di progetto</b> .....	<b>39</b>
8.1 Inquadramento dell'intervento nello scenario di PUMS.....	39
8.2 Sistema Metrobus.....	41
8.3 Modello d'esercizio.....	41
8.4 Tipologia e parco mezzi.....	46
8.5 La riorganizzazione delle linee di TPL.....	46
<b>9 Cronoprogramma di realizzazione delle opere</b> .....	<b>48</b>
<b>10 Quadro economico</b> .....	<b>49</b>
<b>11 Indicazioni per le successive fasi progettuali</b> .....	<b>50</b>

## Indice delle figure

Figura 2-1: il processo progettuale.....	3
Figura 3-1: posizione della Città metropolitana di Bologna all'interno dell'Emilia-Romagna e del Comune di Bologna nella Città metropolitana di Bologna.....	4
Figura 3-2: andamento demografico nei comuni dell'ara di studio nel periodo compreso tra il 2011 e il 2020 (Fonte: Banca dati Istat).....	5
Figura 3-3: mappa schematica del SFM di Bologna.....	6
Figura 3-4: mappa delle linee bus extraurbane (143).....	7
Figura 3-5: mappa delle linee bus suburbane (18).....	7
Figura 3-6: mappa delle linee bus urbane (55 Bologna, 10 Imola).....	8
Figura 3-7: progetto della linea tramviaria della città metropolitana di Bologna.....	9
Figura 4-1: evoluzione del sistema BRT nel mondo dal 1968 ai giorni nostri.....	16

Figura 4-2: esperienze di BRT nel mondo in termini di lunghezza del tracciato (km) .....	17
Figura 4-3: esperienze di BRT nel mondo in termini di domanda giornaliera (pass/day) .....	17
Figura 4-4: sintesi dei risultati .....	18
Figura 4-5: inquadramento delle velocità commerciali per le relative città .....	18
Figura 4-6: correlazione tra velocità commerciale e densità tra le fermate .....	19
Figura 4-7: correlazione tra la velocità commerciale e la lunghezza totale della linea BRT .....	19
Figura 4-8: analisi della tipologia di regolazione semaforica (tecnologia ITS) .....	20
Figura 6-1: alternativa 1, diretta via SP 253 .....	23
Figura 6-2. Alternativa 2, via Castenaso e Villa Fontana .....	23
Figura 6-3: esempio di alternativa di progetto di dettaglio analizzata per la configurazione della Fermata Castenaso ....	24
Figura 6-4: ipotesi di servizio lungo itinerario diretto da Medicina a Bologna (AV su Alternativa 1) .....	26
Figura 6-5: ipotesi di servizio lungo itinerario passante per gli abitati di Villa Fontana e Castenaso (AV su Alternativa 2) .....	26
Figura 6-6: ipotesi di servizio AV lungo itinerario Medicina – Bologna .....	26
Figura 6-7: ipotesi di servizio AC lungo itinerario Castenaso – Bologna .....	26
Figura 6-9: esempio di filobus .....	28
Figura 6-10: esempio di eBus .....	28
Figura 7-1: sezione massimo carico del sistema Metrobus – passeggeri/ora (zona Cà dell’Orbo) .....	34
Figura 7-2: benefici ottenuti sulle zone di traffico in termini di shift modale .....	37
Figura 7-3: grado di raggiungimento dei target di shift modale da PUMS .....	38
Figura 8-1: area di studio .....	39
Figura 8—2: domanda potenziale (trasporto pubblico + trasporto privato) lungo il corridoio “San Vitale” .....	40
Figura 8-3. Schema di linea – Metrobus AV .....	42
Figura 8-4: Schema di linea – Metrobus AC .....	43
Figura 8-5: rappresentazione mediante orario grafico del modello d’esercizio previsto per la linea Metrobus AV .....	45
Figura 8-6: rappresentazione mediante orario grafico del modello d’esercizio previsto per la linea Metrobus AC .....	45
Figura 8-7: ipotesi di turnazione dei mezzi - linea Metrobus AV .....	46
Figura 8-8: ipotesi di turnazione dei mezzi - linea Metrobus AC .....	46

## Indice delle tabelle

Tabella 3-1: Il sistema di offerta attuale nell’area di studio .....	9
Tabella 6-1: individuazione delle tratte costituenti il corridoio del Metrobus .....	22
Tabella 6-2: criteri e indicatori di valutazione per le due soluzioni di tracciato .....	25
Tabella 6-3: criteri e indicatori di valutazione per le soluzioni di modello di esercizio .....	28
Tabella 6-4: confronto sintetico tra soluzione filobus e ebus .....	29
Tabella 6-5: confronto tra soluzioni alternative di tipologia di ricarica .....	30
Tabella 7-1: riassunto risultati indagine PUMS su 3671 campioni (0,54% popolazione residente) .....	31
Tabella 7-2: matrice degli spostamenti auto aggregata. (Fonte FCD – ottobre 2019, giorno medio feriale) .....	32
Tabella 7-3: coefficienti per l’espansione dei dati di traffico .....	32
Tabella 7-4: shift modale negli scenari simulati .....	33
Tabella 7-5: stima della domanda sul sistema Metrobus e degli indicatori sintetici .....	33
Tabella 7-6: indicatori sintetici di rete del Trasporto Pubblico .....	34
Tabella 7-7: indicatori sintetici di rete del Trasporto Privato .....	35
Tabella 8.1: dati di mobilità a confronto – scenario attuale vs. scenario di riferimento .....	40

## Relazione generale Illustrativa

### 1 Premessa

Coerentemente con le disposizioni e linee definite dalla Legge n. 205 del 27/12/2017 (“Legge di bilancio 2018”) per il rifinanziamento del Fondo (Legge n. 232 del 11/12/2016 art. 1 comma 140) di stanziamento per interventi nel trasporto rapido di massa ad impianti fissi previsti nel periodo 2018-2033, il 01/03/2018 il Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (MIT) ha pubblicato un “Avviso di presentazione istanze per accesso alle risorse” invitando i potenziali beneficiari a presentare istanza per l’assegnazione di contributi con proposte per la realizzazione di interventi ammissibili.

Questo contesto ha rafforzato la determinazione delle Amministrazioni a perseguire gli sforzi prefissati negli strumenti programmatici più recenti per lo sviluppo sostenibile della mobilità della Città metropolitana di Bologna (primo fra tutti il Piano Urbano della Mobilità Sostenibile di Bologna metropolitana, PUMS) e portato alla concezione di una rete di sistemi di trasporto rapido di massa che risponda ai fabbisogni del territorio.

La progettazione di Fattibilità Tecnico Economica della linea Metrobus Direttrice S. Vitale (Bologna – Medicina) rientra in questo percorso.

Il presente documento, in quanto relazione generale, illustra sinteticamente l’intero processo progettuale che ha portato l’Amministrazione alla scelta progettuale più **coerente** con i fabbisogni della città, più **efficace** in termini di servizio di trasporto per la città e per le aree contermini, più **efficiente** in relazione ai costi dell’iniziativa, considerando sia i vincoli infrastrutturali, urbanistici, ambientali, paesaggistici e architettonici che le caratteristiche dell’area interessata dal progetto implicano e lavorando nell’ottica della resilienza ai cambiamenti del contesto di riferimento che un progetto di lungo termine come una linea di tipo Bus Rapid Transit deve necessariamente possedere.

Inoltre la proposta è sviluppata nella consapevolezza della responsabilità di un obiettivo specifico: quello di “tradurre”, l’impalcatura metodologica, strategica e di analisi elaborata nell’ambito del “processo PUMS”, in un servizio di trasporto che:

- consta di una infrastruttura, di una tecnologia, di un parco rotabile;
- ha l’onere di incidere in modo rilevante sulla ripartizione modale degli spostamenti;
- ha **l’ambizione di diventare best practice** per sistemi analoghi che stanno per essere sviluppati nell’ambito metropolitano bolognese;
- si colloca **in un periodo storico, segnato dall’emergenza sanitaria del COVID 19**, dove sono messi in discussione i canoni classici della stima degli impatti sugli spostamenti e quindi sulla sostenibilità economica, sull’ambiente, sulla società. Inoltre, un periodo che pone una esigenza stringente di rispondere a cambiamenti anche repentini del contesto di riferimento con una particolare attenzione alla **resilienza** delle soluzioni di progetto.

In tal senso il progetto è stato selezionato per candidarsi a beneficiare del predetto contributo in virtù del grado di maturità raggiunto, sia progettuale, sia di condivisione da parte degli stakeholders e più in generale di “sensibilità” da parte dell’Amministrazione alle criticità cui risponde. Come tale, si ritiene che la sua attuabilità possa essere quindi rapida e in tempi certi.

Il documento, seguendo un processo logico stringente, porrà in evidenza gli elementi di maturità del progetto nell’ambito di:

- integrazione nel “processo” pianificatorio della città;
- risposta ai fabbisogni di mobilità e agli obiettivi di sostenibilità;
- caratteristiche tecniche e tecnologiche;
- scelte intraprese in termini di tracciato, di tecnologia, di regolazione, di materiale rotabile;
- costi per la realizzazione, la manutenzione, l’esercizio del sistema;
- prima valutazione della redditività economica e della sostenibilità finanziaria, gestionale ed amministrativa del sistema.

Stante l’unicità del progetto si è ritenuto fondamentale, infine, ma non per ultimo, supportare la fase progettuale anche da una approfondita analisi delle esperienze di sistemi BRT già sviluppate nei diversi Paesi, con un focus specifico relativo a realtà similari a quella dell’area bolognese.

## 2 Approccio metodologico

La Città metropolitana di Bologna ha perseguito, per tradizione storica e culturale, una politica di intervento che fa della pianificazione della mobilità sostenibile lo strumento per governare i processi di trasformazione dell'area urbana e metropolitana e delle aree con le quali costantemente “dialoga”, trovandosi perfettamente in linea con i principi ispiratori di “Connettere Italia”.

La sostenibilità oggi assume un nuovo e sempre più articolato significato, che supera le categorie classiche correlate principalmente ai temi strettamente ambientali, andando a meglio indagare la risposta ai fabbisogni di domanda di mobilità in un'ottica di sostenibilità economica e finanziaria, a sostenere la condivisione delle iniziative tramite processi di “dibattito pubblico”, a esasperare quanto più possibile l'integrazione con la rete esistente in termini di **servizi**, di **infrastrutture** (nodi di scambio), di **modelli di business** (servizi OSP e non OSP, MaaS), di **informazione all'utenza** (MaaS), di **tecnologia** (Smartness), di **materiale rotabile**, di **esperienza manutentiva e gestionale**.

In coerenza con le suddette premesse, il processo progettuale sviluppato, e rappresentato schematicamente in Figura 2-1, illustra gli elementi e le reciproche interrelazioni che hanno influenzato le scelte progettuali, sia strategiche, che tattiche e operative.

La configurazione delle vie di marcia e le scelte di materiale rotabile sono entrate in un processo ricorsivo di progettazione che ha preso in considerazione la posizione, lo schema, l'attrezzaggio delle fermate, la coerente connessione con la rete di adduzione e l'incremento di efficacia dei Centri di Mobilità. Questo vasto e complesso “pacchetto” di azioni di progettuali è stato chiaramente sviluppato in risposta ai fabbisogni di domanda di mobilità stimati ai diversi orizzonti temporali, secondo un modello di trasporto multimodale che ha valutato l'efficacia delle alternative di progetto e ne ha supportato, secondo opportuni indicatori, la definizione dell'assetto finale. Strumenti di simulazione di dettaglio hanno corroborato le scelte tecniche, sia geometrico-funzionali sia di regolazione semaforica, con l'obiettivo di raffinare le analisi sia in termini di tempo di percorrenza e “robustezza” del modello di esercizio del Metrobus, sia di impatti sulla mobilità veicolare.

In coerenza con quanto sopra, il documento propone il metodo che ha guidato l'Amministrazione nell'analisi del progetto e che può sinteticamente essere articolato secondo i seguenti punti:

- **studio dell'ambito territoriale, trasportistico e urbanistico** attuale, fondamentale per la valutazione dell'integrazione del progetto nel contesto e l'individuazione di eventuali vincoli;
- **individuazione dei fabbisogni di servizi di trasporto**, ovvero della cosiddetta “unmet demand” (domanda insoddisfatta), valutati sulla base di una analisi quali-quantitativa del contesto urbanistico, socioeconomico e trasportistico e di una analisi quantitativa della domanda di spostamento nelle sue caratteristiche spaziali, temporali, modali;
- **analisi delle possibili alternative progettuali**, in termini di modalità, tecnologia, livello di infrastrutturazione, opportunità di integrazione, semplificazione della manutenzione e gestione;
- **valutazione delle alternative di progetto** rispetto alla cosiddetta “opzione 0”, sulla base di criteri relativi agli impatti sulla domanda di spostamento, sulla rete stradale e le sue prestazioni, sulla rete dei servizi esistenti, sull'ambiente, sul patrimonio artistico, sui costi, ovvero più in generale secondo quanto già evidenziato rispetto al significato di “sostenibile”;
- **definizione del modello di esercizio**: servizio di trasporto che meglio risponde ai suddetti fabbisogni, in termini prioritariamente di prestazioni ovvero capacità, disponibilità, tracciato e velocità.

Si ritiene che tali criteri siano ampiamente ricompresi nella “valutazione di 2° livello” come codificata da “Connettere Italia”, utili quindi a comprendere in modo esaustivo gli obiettivi cui il progetto risponde e gli impatti che esso potrà generare sul contesto di riferimento.

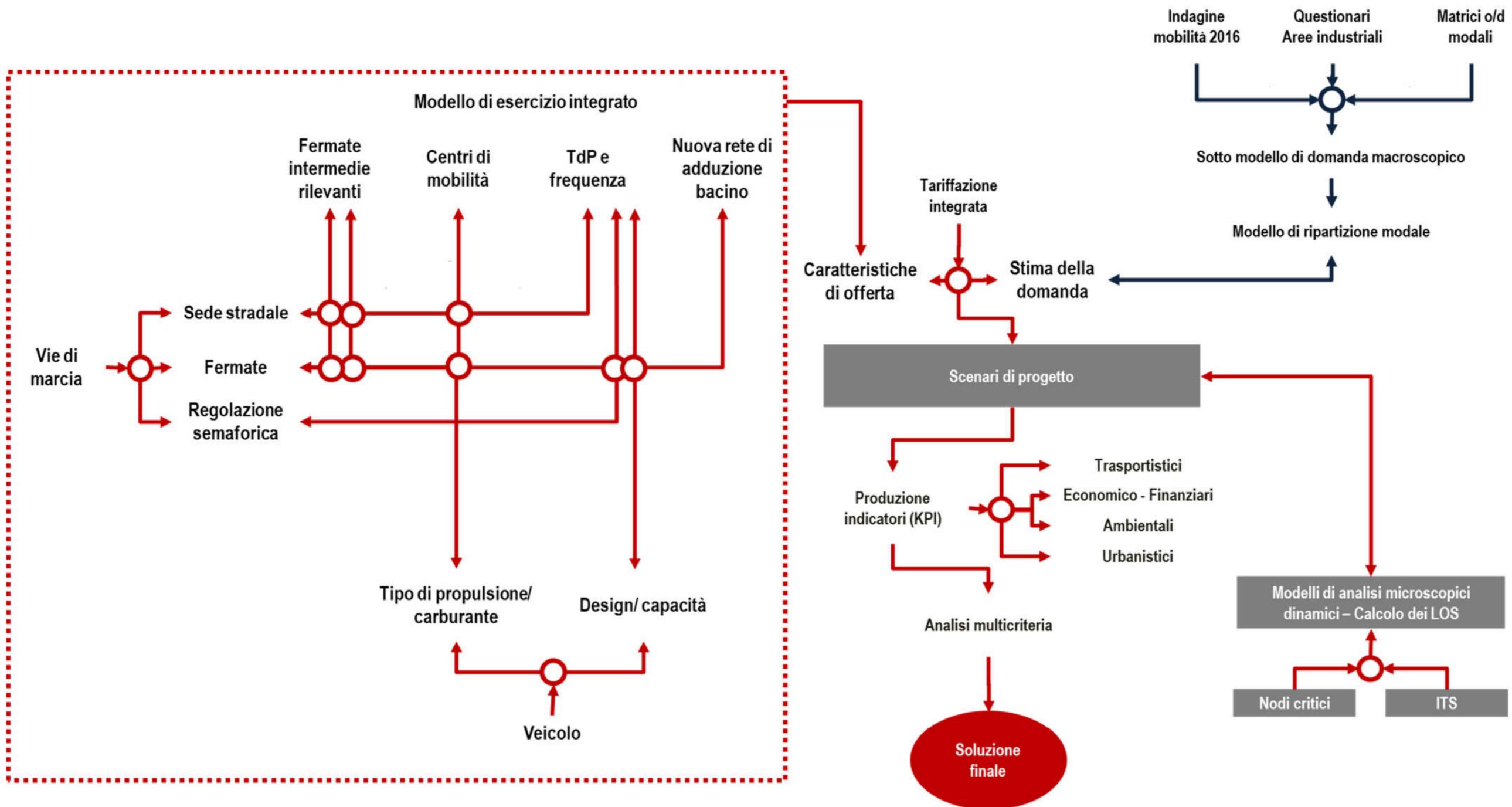


Figura 2-1: il processo progettuale

### 3 Inquadramento

#### 3.1 Inquadramento territoriale

La Città metropolitana di Bologna costituisce l'ambito metropolitano del capoluogo dell'Emilia-Romagna, che conta 55 comuni per un totale di circa un milione di abitanti su una superficie di 3700 km<sup>2</sup>.

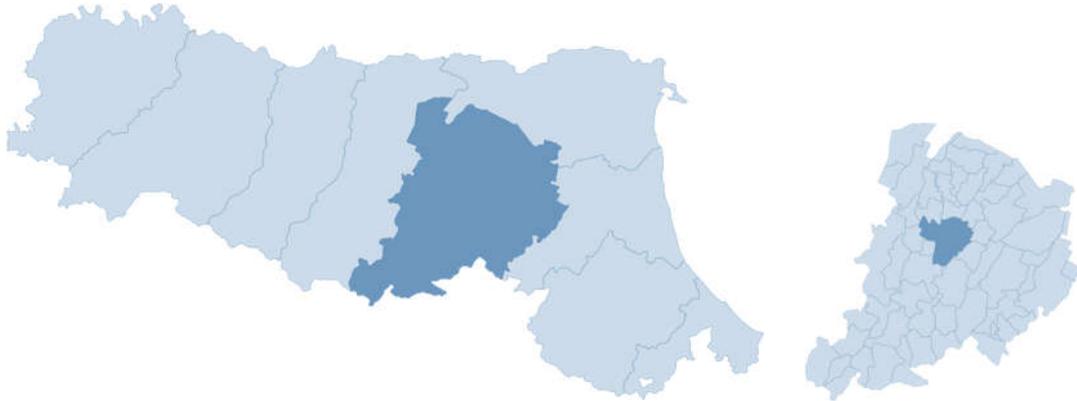
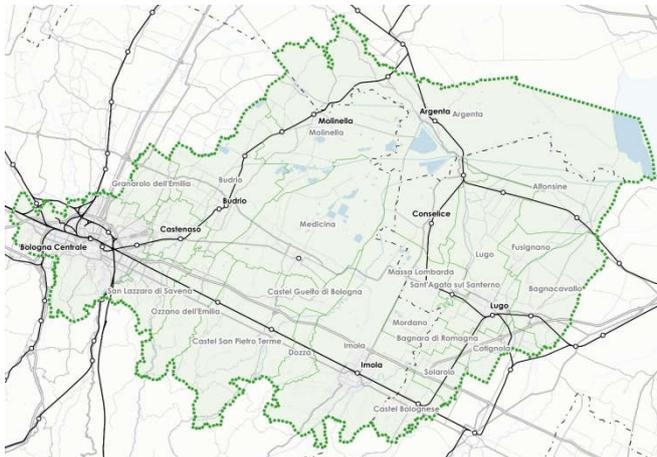


Figura 3-1: posizione della Città metropolitana di Bologna all'interno dell'Emilia-Romagna e del Comune di Bologna nella Città metropolitana di Bologna



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, Budrio, Castenaso e Bologna.

L'ambito attraversato dalla direttrice San Vitale presenta caratteristiche diverse nelle diverse tratte:

- prettamente urbano all'interno del semianello della tangenziale di Bologna,
- suburbano nella tratta compresa tra la tangenziale di Bologna e il centro abitato di Castenaso, nel quale la direttrice San Vitale attraversa un'alternanza di aree urbane, commerciali e produttive, intercalate da aree agricole residuali;
- prettamente extraurbano, nelle tratta più esterna, compresa tra i centri abitati di Castenaso e Medicina, caratterizzato dall'attraversamento di un'area a destinazione prevalentemente agricola, con abitazioni sparse solo a volte concentrate a formare frazioni più o meno compatte e di dimensioni, in genere, molto limitate<sup>1</sup>.

L'area di studio, individuata come unione tra l'area di influenza (17 comuni serviti dalle linee di trasporto pubblico che insistono sul corridoio della San Vitale e pertanto interessati dall'inserimento del sistema Metrobus) e il sottoinsieme dei comuni che presentano il maggior numero di spostamenti di mutuo scambio con quest'ultima, comprende 25 comuni (13 afferenti alla Città metropolitana di Bologna, 11 alla provincia di Ravenna e 1 alla provincia di Ferrara), per una superficie complessiva pari a circa 2.000 km<sup>2</sup>.

I comuni direttamente attraversati dalla direttrice hanno una popolazione complessiva di poco meno di 442.000 abitanti che diventano oltre 760.000 con riferimento all'intera area di studio (25 comuni).

L'andamento demografico relativamente al periodo compreso tra il 2012 ed il 2020 (illustrato nel grafico in Figura 3-2) è caratterizzato da un incremento di residenti nell'ordine del 3,9%.

<sup>1</sup> Fa eccezione Villa Fontana, frazione del Comune di Medicina.

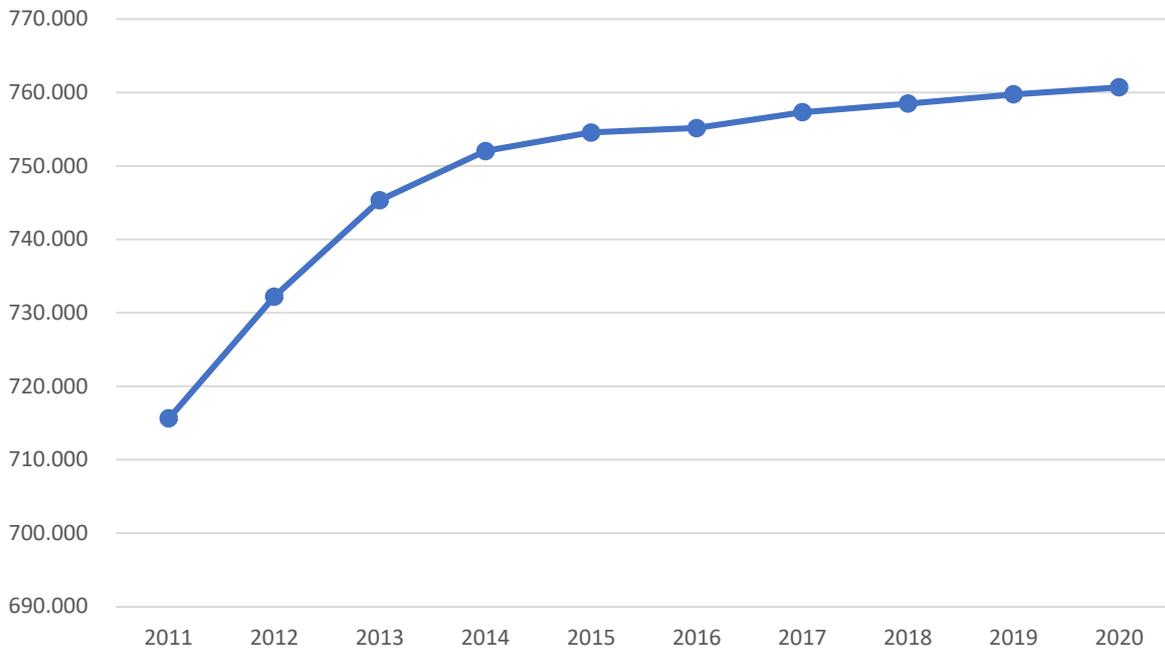


Figura 3-2: andamento demografico nei comuni dell'ara di studio nel periodo compreso tra il 2011 e il 2020 (Fonte: Banca dati Istat)

## 3.2 Inquadramento trasportistico

La Città metropolitana di Bologna è un importante nodo tra Nord e Sud Europa e, in quanto tale, dispone di svariati accessi e collegamenti, principalmente indirizzati e originati dal Comune di Bologna.

### 3.2.1 Collegamenti nazionali e regionali

**Ferrovia.** La stazione ferroviaria più importante della città metropolitana è quella di Bologna Centrale in cui si diramano le principali linee regionali e nazionali. Nella provincia ci sono due linee ad alta velocità: la ferrovia ad alta velocità Milano-Bologna e la Bologna – Firenze. Le altre linee sono la “Porrettana”, la Bologna-Vignola, la Milano-Bologna, la Bologna-Verona, la Padova-Bologna, la Bologna-Ancona, la Bologna-Firenze e la Bologna-Portomaggiore.

**Strade.** La Città metropolitana è servita da 4 autostrade:

- Autostrada del Sole (Milano – Napoli);
- Autostrada A14 (Bologna – Taranto);
- Autostrada A13 (Bologna – Padova);
- raccordo autostradale 1 ovvero la Tangenziale di Bologna, classificata come autostrada senza pedaggio.

Le principali strade statali e provinciali della Città metropolitana sono:

- Strada statale 9 Via Emilia, antica strada romana che collega Milano a Rimini;
- Strada statale 64 Porrettana, che unisce Pistoia a Ferrara;
- Strada provinciale 65 della Futa, che inizia a Firenze e permette il collegamento con Bologna;
- Strada provinciale 325 di Val di Setta e Val di Bisenzio, da Sasso Marconi a località Ponte a Signa.

La Città metropolitana di Bologna gestisce in totale 98 strade provinciali per una estensione di circa 1.400 km.

**Aereo.** È presente un unico aeroporto nella Città metropolitana: l'Aeroporto G. Marconi di Bologna-Borgo Panigale, che nel 2014 risulta essere il settimo aeroporto più frequentato d'Italia.

### 3.2.2 Collegamenti metropolitani e urbani

**Servizio Ferroviario Metropolitano (SFM).** Attuato dal 1994, prevede un sistema di relazioni ferroviarie cadenzate e in parte passanti rispetto al nodo bolognese, suddivise in cinque linee:

- S1
  - S1\_A Porretta T.-Marzabotto-Casalecchio-Bologna Centrale;
  - S1\_B S. Benedetto V. di Sambro/Castiglione P.-Pianoro-Bologna Centrale;
- S2
  - S2\_A Vignola-Bazzano-Zola Predosa-Casalecchio-Bologna Centrale;

- S2\_B Portomaggiore-Molinella-Budrio-Castenaso-Bologna Centrale;
- S3 Poggio Rusco-Crevalcore-S. Giovanni in Persiceto-Calderara-Bologna Centrale;
- S4
  - S4\_A Ferrara-Galliera-S. Pietro in Casale-S-Giorgio di Piano-Castel Maggiore-Bologna Centrale;
  - S4\_B Imola- Castel S. Pietro-Ozzano-San Lazzaro-Bologna Centrale;
- S5 Modena-Anzola dell'Emilia-Bologna Centrale.

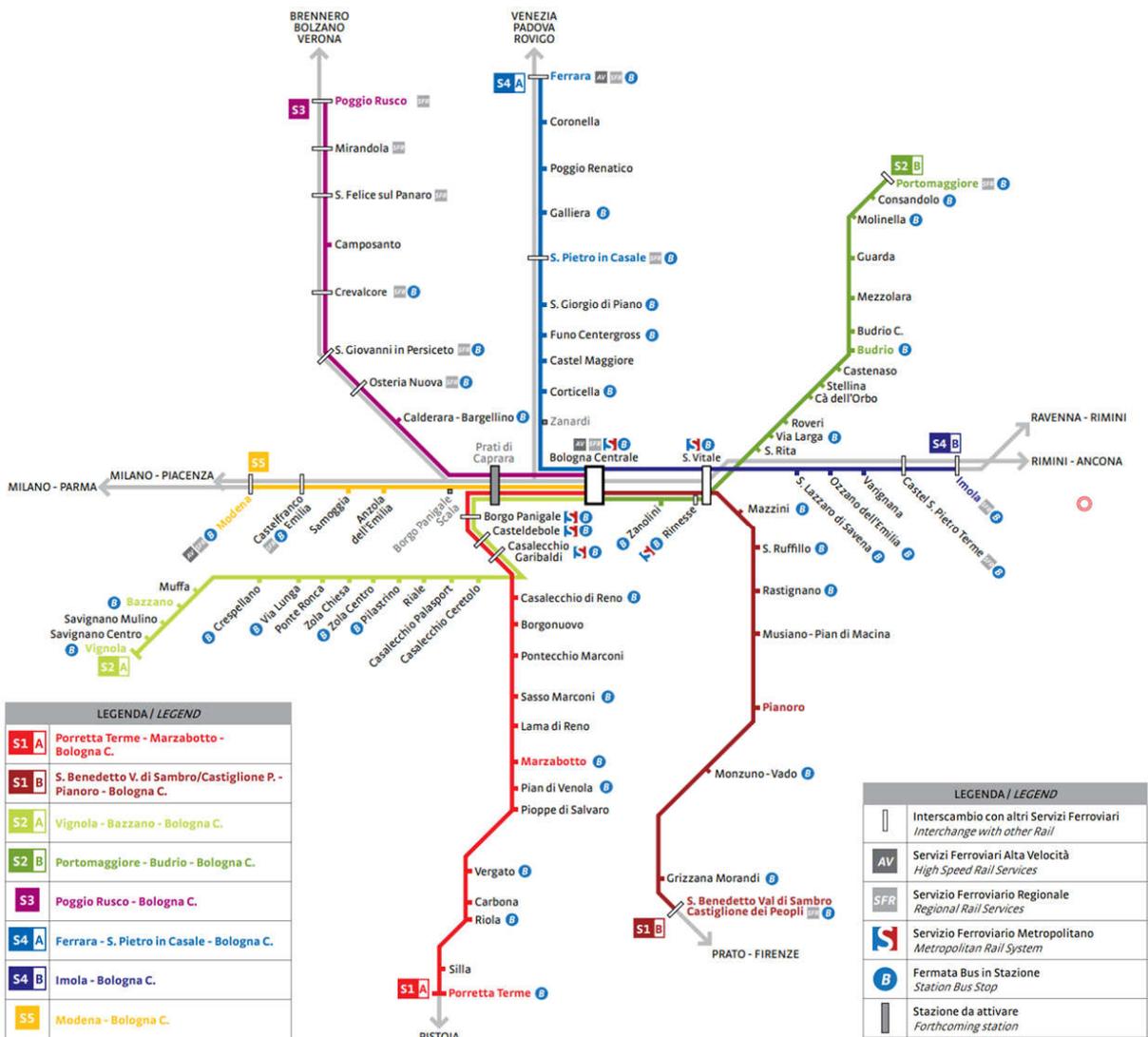


Figura 3-3: mappa schematica del SFM di Bologna

Linee del TPL su gomma. La rete urbana, suburbana ed extraurbana del trasporto pubblico locale su gomma è estremamente estesa e capillare. Il servizio extraurbano comprende 143 linee, a cui si aggiungono 18 linee suburbane.

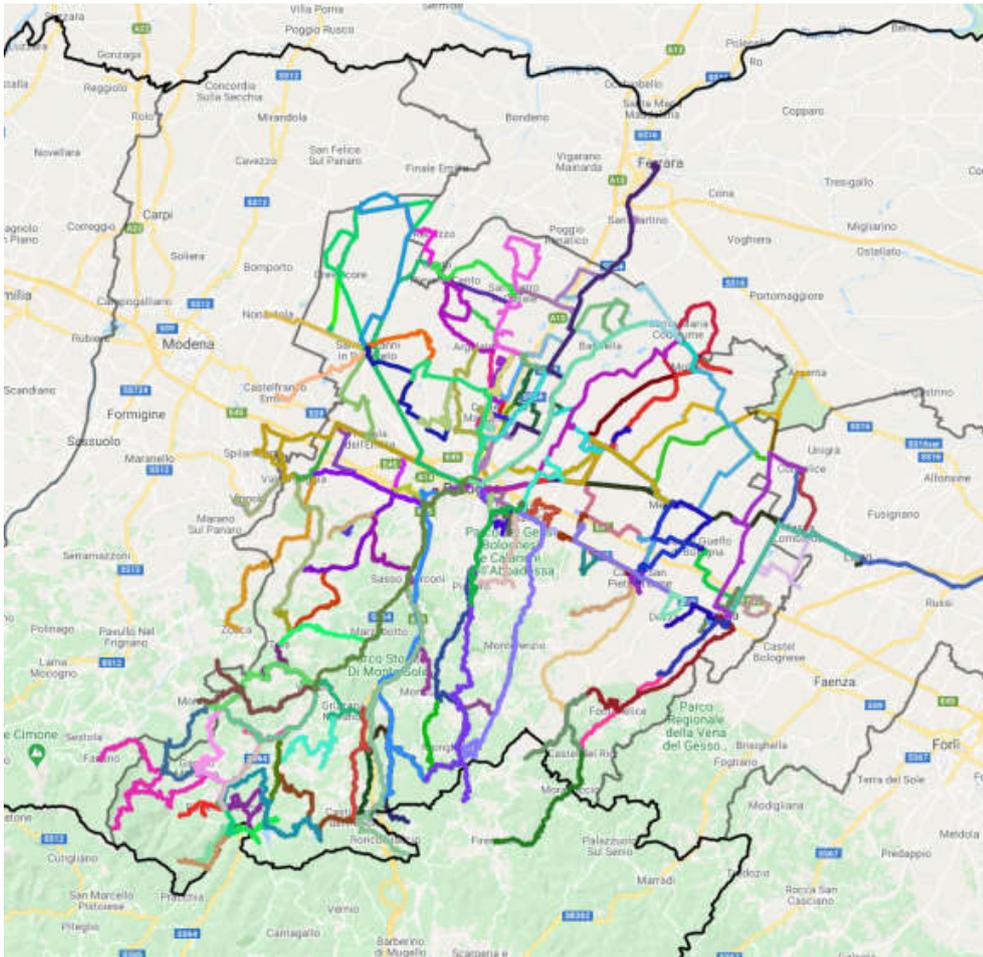


Figura 3-4: mappa delle linee bus extraurbane (143)



Figura 3-5: mappa delle linee bus suburbane (18)

Il servizio di TPL urbano è presente solo nei due centri maggiori, Bologna (55 linee, in parte filoviarizzate) e Imola (10 linee).



Figura 3-6: mappa delle linee bus urbane (55 Bologna, 10 Imola)

Linea tranviaria. Il PUMS (Piano Urbano della Mobilità Sostenibile) della Città metropolitana di Bologna, approvato il 27 novembre 2019, ha previsto entro il 2030 un nuovo sistema di trasporto rapido di massa di tipo tranviario per l'area urbana di Bologna integrato con il trasporto pubblico su gomma e totalmente connesso alle altre componenti della rete portante del Trasporto Pubblico Metropolitano (TPM): SFM e Metrobus. La nuova rete tranviaria di Bologna è stata organizzata su quattro linee tra loro interconnesse:

- Linea Rossa: Terminal Emilio Lepido–Terminal Fiera–Facoltà di Agraria/CAAB;
- Linea Verde: Corticella–Deposito Due Madonne;
- Linea Gialla: Rastignano–Casteldebole;
- Linea Blu: Casalecchio–San Lazzaro.

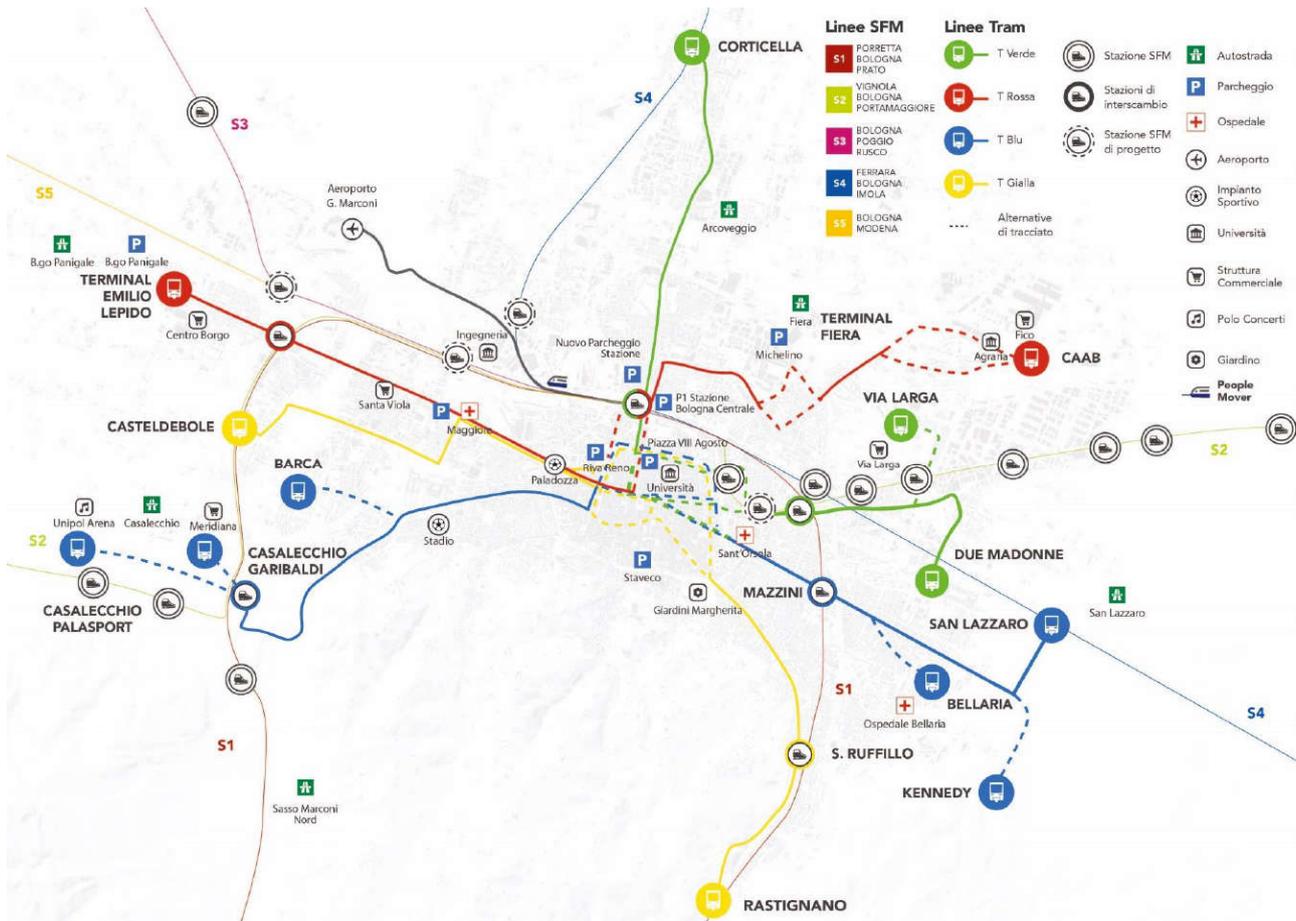


Figura 3-7: progetto della linea tramviaria della città metropolitana di Bologna

### 3.2.3 Focus sull'area di studio

L'area di studio è servita da una rete di trasporto pubblico e privato composta da infrastrutture di diverso livello gerarchico e sinteticamente riportate nella Tabella 3-1. Per lo studio approfondito del sistema di offerta attuale nell'area di studio si rimanda all'elaborato specialistico relativo all'analisi trasportistica.

Tabella 3-1: Il sistema di offerta attuale nell'area di studio

<b>Trasporto privato</b>	I° livello: Autostrada A14 "Adriatica" Bologna-Taranto divide la direttrice San Vitale orizzontalmente in due porzioni	II° livello: SP253 - via San Vitale, sede del corridoio Metrobus oggetto di studio; SP3- Trasversale di Pianura; SS9 - via Emilia; III° livello: altre strade a servizio degli spostamenti intercomunali o locali (in particolare SP19, SP48, SP6 e SP31)
<b>Trasporto pubblico su ferro</b>	Linea ferroviaria Portomaggiore-Bologna (linea S2B del SFM), serve il settore Nord-Est dell'area di studio	Linea ferroviaria Imola-Bologna (linea S4B del SFM), serve il settore Sud-Est dell'area di studio
<b>Trasporto pubblico su gomma</b>	Linea suburbane 99, in parziale sovrapposizione al percorso del Metrobus	Linee extraurbane (18)
<b>Altre modalità (ciclabilità)</b>	Rete attuale: anello Budrio-Castenaso (potenzialmente utilizzato per fare adduzione al servizio Metrobus); percorso ciclabile Medicina-Villa Fontana; percorso Ozzano dell'Emilia – Ferrara.	Rete strategica (Bicipolitana: rete ciclabile per la mobilità quotidiana) prevista dal Biciplan (PUMS): itinerario strategico N. 9 San Vitale – Zenzalino (Bologna – Molinella); itinerario B Castel Maggiore – Medicina;

itinerario C Persicetana-Eurovelo 7 (da Medicina a Castel S. Pietro).

### 3.3 Quadro di riferimento programmatico

#### 3.3.1 Quadro programmatico delle politiche territoriali

Il quadro della pianificazione territoriale-urbanistica di riferimento è stato analizzato alle diverse scale territoriali ed è costituito come di seguito sintetizzato.

##### A livello regionale:

- dal Piano Territoriale Regionale (PTR)

Il Piano Territoriale Regionale (PTR), ai sensi dell'articolo 23 della L.R. 20/2000 è lo strumento di programmazione con il quale la Regione Emilia-Romagna definisce gli obiettivi per assicurare lo sviluppo e la coesione sociale, accrescere la competitività del sistema territoriale regionale, garantire la riproducibilità, la qualificazione e la valorizzazione delle risorse sociali ed ambientali. Gli obiettivi di Piano sono riassumibili in cinque punti:

- ripartire dalla città: contenere il consumo dei suoli, riqualificare le città, i centri storici e i quartieri, vuol dire dare priorità alle reti della mobilità sostenibile: corsie preferenziali per i mezzi pubblici, trasporti urbani collettivi in sede propria, piste ciclabili;
- attribuire alle reti, in particolare alle reti infrastrutturali e alle reti ecosistemiche, la funzione ordinatrice del sistema;
- ridare forma alle città e al territorio, intervenendo sui confini;
- far decollare un grande progetto di riqualificazione del paesaggio;
- prevedere lo sviluppo degli insediamenti produttivi nella rete delle aree ecologicamente attrezzate, energeticamente virtuose, non disperse nel territorio e coerentemente integrate con il sistema della mobilità.

- dal Piano Territoriale Paesistico Regionale (PTPR)

Il Piano Territoriale Paesistico Regionale (PTPR), approvato con D.C.R. n. 1338 del 28/1/1993, è parte tematica del Piano Territoriale Regionale (PTR) e si pone come riferimento centrale della pianificazione e della programmazione regionale dettando regole e obiettivi per la conservazione dei paesaggi regionali. Il piano paesistico regionale influenza le strategie e le azioni di trasformazione del territorio sia attraverso la definizione di un quadro normativo di riferimento per la pianificazione provinciale e comunale, sia mediante singole azioni di tutela e di valorizzazione paesaggistico-ambientale. La norma prevede che i Piani Provinciali costituiscano, una volta approvati dalla Regione, variante normativa e cartografica al Piano Territoriale Regionale e al Piano Territoriale Paesistico Regionale. Hanno, inoltre, efficacia di Piano territoriale con finalità di salvaguardia dei valori paesistici, ambientali e culturali del territorio, anche ai fini dell'art. 143 del D.Lgs. 22 gennaio 2004 n.42. La Città metropolitana di Bologna è dotata di Piano Territoriale di Coordinamento vigente; pertanto, l'analisi delle interazioni delle azioni di progetto con il sistema programmatico generale e paesistico sarà effettuato in relazione al PTCP di Bologna.

- dal Piano Aria-PAIR 2020

Le Regioni hanno il compito di predisporre ed approvare i Piani regionali di qualità dell'aria, con l'obiettivo principale di individuare azioni concrete per il risanamento della qualità dell'aria e la riduzione dei livelli di inquinanti presenti sui territori regionali.

Il Piano Aria Integrato Regionale (PAIR 2020) dell'Emilia-Romagna è stato approvato con deliberazione dell'Assemblea Legislativa n. 115 dell'11 aprile 2017. Lo strumento prevede di raggiungere entro il 2020 importanti obiettivi di riduzione delle emissioni dei principali inquinanti rispetto al 2010: del 47% per le polveri sottili (PM10), del 36% per gli ossidi di azoto, del 27% per ammoniaca e composti organici volatili e del 7% per l'anidride solforosa che permetteranno di ridurre la popolazione esposta al rischio di superamento del limite giornaliero consentito di PM10, dal 64% al 1%.

Nell'individuare gli ambiti di intervento e le misure per il risanamento della qualità dell'aria, definisce specifiche linee d'azione per il settore dei trasporti e, tra queste le azioni per una mobilità sostenibile delle persone con le quali si propone le seguenti finalità generali:

- lo spostamento verso una mobilità collettiva sarà incentivato attraverso la promozione e l'ottimizzazione dell'utilizzo del trasporto pubblico locale (TPL) e regionale;
- l'utilizzo di mezzi a basso impatto ambientale attraverso, anche, la promozione della mobilità elettrica.

##### A livello di Città metropolitana:

- dal Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (PTCP)

Il “Piano Stralcio per l’assetto idrogeologico”, adottato dal Comitato Istituzionale dell’Autorità di Bacino il 06/12/2002 e approvato, per il territorio di competenza, dalla Regione Emilia-Romagna il 07-04-2003 e dalla Regione Toscana il 21/09/2004, ha come obiettivo prioritario la riduzione del rischio idrogeologico entro valori compatibili con gli usi del suolo in atto, in modo tale da salvaguardare l’incolumità delle persone e ridurre al minimo i danni ai beni esposti.

Il PTCP recepisce e integra i contenuti (norme e perimetrazioni) del PSAI, che in ogni caso mantiene la sua efficacia.

#### A livello comunale:

- dal Piano Strutturale Comunale (PSC)

La pianificazione comunale generale è implementata mediante i Piani Strutturali Comunali (PSC) o, in caso di associazioni di Comuni, i Piani Strutturali Associati, introdotti dalla Legge Regionale 20/2000.

Con la nuova L.R. 24/2017, la Regione Emilia-Romagna ha avviato un nuovo periodo di rinnovamento per la pianificazione territoriale ed urbanistica, prevedendo che il nuovo governo del territorio abbia quali obiettivi principali il contenimento del consumo, la rigenerazione dei territori urbanizzati, la valorizzazione dei terreni agricoli e del territorio nelle sue caratteristiche ambientali e paesaggistiche e la tutela degli elementi storici e culturali, da perseguire anche mediante i nuovi strumenti urbanistici previsti:

- a livello comunale: PUG (Piano Urbanistico Generale), Accordi Operativi e Piani attuativi;
- a livello metropolitano: PTM (Piano Territoriale Metropolitano).

Per la Città metropolitana di Bologna è in corso di approvazione il PTM adottato il 23/12/2020.

### 3.3.2 Quadro programmatico di settore

Il quadro degli strumenti programmatici vigenti nel settore dei trasporti, sinteticamente riportati e analizzati nel seguito, è l’elemento essenziale per:

- comprendere e valutare il grado di integrazione del progetto nel contesto dei servizi di trasporto, della rete infrastrutturale e del contesto urbanistico programmato all’orizzonte temporale di riferimento;
- stabilire la “maturità” del progetto, di quella “sensibilità” al fabbisogno di mobilità maturata e consolidata in seno all’Ente di Governo e agli stakeholders che ha inevitabilmente influenzato i processi e giustamente indirizzato gli strumenti di pianificazione strategica e di programmazione tattica sin qui deliberati;
- individuare eventuali vincoli, che possono ostacolare l’attivazione del progetto, ovvero di una delle sue alternative, in tempi rapidi, costituendo di fatto uno dei criteri fondamentali di valutazione;
- tracciare una “mappa degli stakeholder” istituzionali del progetto, grazie alla consapevolezza degli Enti di Governo che “insistono” sullo stesso in base all’ordinamento dei Piani e Programmi già deliberati.

#### 3.3.2.1 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.

Il documento propone il raggiungimento degli obiettivi di **accessibilità ai territori, all’Europa e al Mediterraneo, qualità della vita e competitività delle aree urbane** (potenziare ed integrare i sistemi di trasporto di trasporto pubblico locale e nazionale), **sostegno alle politiche industriali di filiera e mobilità sostenibile e sicura** attraverso strategie trasversali rispetto agli obiettivi ed alle modalità di trasporto: **infrastrutture utili, snelle e condivise, integrazione modale e intermodalità, valorizzazione del patrimonio infrastrutturale esistente, sviluppo urbano sostenibile**.

All’interno delle riforme riguardanti la mobilità avvenute negli ultimi anni nella cornice del documento Connettere Italia si colloca il **Piano Metro per le aree metropolitane**. Nel Piano sono stati individuati numerosi interventi prioritari necessari al completamento di alcune infrastrutture di trasporto ferroviario urbano, sia metropolitano che tramviario, in grado 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.

All’interno delle varie linee di azione individuate per il perseguimento degli obiettivi e per l’attuazione della Visione al 2030, il documento individua inoltre 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: **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.

### 3.3.2.2 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 della Città metropolitana di Bologna, 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.

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 ciclopedonale, 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%.**

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 ciclopedonale per cittadini, city users e turisti.

### 3.3.2.3 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.

#### 3.3.2.4 Piano della mobilità provinciale (PMP)

Il Piano della Mobilità Provinciale aggiorna e sviluppa quanto già contenuto negli indirizzi del **Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (PTCP)**, configurandosi come indicatore degli strumenti per la concreta attuazione delle scelte in tema di mobilità.

Se il PTCP evidenzia l'inscindibile legame esistente tra lo sviluppo territoriale, la tutela ambientale e la pianificazione dei trasporti, il PMP delinea l'assetto futuro delle infrastrutture e dei servizi di trasporto, nonché i necessari strumenti operativi, che, garantendo l'accessibilità al territorio e la mobilità dei cittadini, salvaguardano la qualità ambientale, lo sviluppo economico e la coesione sociale.

Il PMP agisce sull'intero territorio provinciale riconoscendo, assieme all'importanza del capoluogo con i suoi poli funzionali e il suo consolidato ruolo attrattore, le peculiarità locali e le nuove emergenze che richiedono un'attenzione particolare volta a garantire uno sviluppo equo ed equilibrato dei diversi ambiti.

Il PMP si sostanzia, oltre che attraverso le politiche e le azioni in esso contenute, attraverso due ulteriori Piani operativi, il **Piano di Bacino del Trasporto Pubblico (PdB)** ed il **Piano della Vabilità Extraurbana (PTVE)** che vanno ad agire e a mettere a sistema gli interventi sulle due principali modalità di trasporto: il trasporto collettivo e quello individuale.

Il PMP, approvato il 31 marzo 2009 con delibera n. 29, è stato sostituito dal PUMS, approvato il 27 novembre 2019.

**Piano di Bacino – Direttrice San Vitale.** È 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.

L'obiettivo principale del Piano di Bacino della direttrice SP 253 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.

Con il PdB della SP 253 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.

### 3.3.2.5 Piano Urbano della Mobilità Sostenibile (PUMS)

La Città metropolitana di Bologna ha approvato il 27 novembre 2019 il Piano Urbano della Mobilità Sostenibile di Bologna metropolitana (PUMS) che ha quale obiettivo generale la riduzione del 40% delle emissioni da traffico al 2030, rispetto al 1990, che si traduce in un trasferimento di 440.000 spostamenti da auto ad altre modalità di trasporto sostenibili: treno, bus, piedi, bici e mobilità in sharing.

Al fine di raggiungere questo obiettivo, nel PUMS sono state determinate le diverse strategie da attuare per le varie modalità di trasporto. In particolare, per il trasporto pubblico è stata definita la **nuova rete portante del Trasporto Pubblico Metropolitan (TPM)**, in grado di superare i limiti di capacità dell'attuale offerta e di offrire un'alternativa competitiva all'utilizzo dell'auto privata. La rete portante del TPM è costituita da:

- Servizio Ferroviario Metropolitan (SFM), che soddisfa la domanda di mobilità su corridoi ad elevato traffico;
- Rete tranviaria di Bologna, che sarà in grado di potenziare la capacità, la competitività e l'attrattività del trasporto pubblico urbano;
- Linee Metrobus, corridoi extraurbani e suburbani che, con sistemi assimilabili ai Bus Rapid Transit (BRT), garantiscono elevata frequenza, velocità, capacità, affidabilità del servizio e comfort.

Nella rete così strutturata del TPM, che si fonda sull'interscambio tra i diversi sistemi di trasporto collettivo e sull'intermodalità con i sistemi di trasporto privato (auto, moto, bici, piedi) rivestono un ruolo strategico i Centri di Mobilità, luoghi in cui si concentrano le maggiori opportunità di trasbordo/intermodalità e dove è possibile fruire di una gamma di servizi ed alternative di viaggio. La linea Metrobus oggetto di studio è interessata da due Centri di Mobilità in corrispondenza del capolinea di Medicina e alla stazione SFM di Castenaso.

Parallelamente il PUMS mira anche alla **progressiva sostenibilità ambientale delle flotte** per il trasporto pubblico, prevedendo una transizione sempre più massiccia all'acquisto di veicoli a 0 emissioni, a metano ed ibridi a metano per il servizio su gomma extraurbano.

Per quanto concerne il **Bus Rapid Transit (Metrobus)**, il Piano prevede questo sistema lungo gli assi principali della rete del trasporto pubblico. 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 prevede la 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.

Per l'ambito metropolitano il PUMS propone l'inserimento delle linee 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, il progetto di rete del TPM extraurbano si struttura sul principio che tali linee interscambino e/o si attestino in corrispondenza delle linee del tram ed 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.

## 4 Il sistema BRT/Metrobus

Il sistema del Bus Rapid Transit (BRT) costituisce un'applicazione del sistema dei trasporti con una lunga tradizione per lo più geograficamente correlata alle grandi aree metropolitane dei Paesi emergenti, testimoni di evoluzioni urbane tanto massive quanto rapide nel tempo e caratterizzate da vincoli economici e finanziari rilevanti.

In questo senso il BRT ha spesso costituito una soluzione per soddisfare i fabbisogni di mobilità con prestazioni elevate, sia in termini di capacità sia di velocità, mantenendo un basso livello di infrastrutturazione. Conseguentemente, il BRT ha garantito costi di realizzazione e manutenzione contenuti e rapidità di implementazione.

Solo recentemente il sistema BRT è stato introdotto per le aree urbane in Europa, costituendo un'evoluzione della classica busvia in sede riservata, con l'obiettivo di soddisfare i fabbisogni di mobilità intermedi tra il sistema bus su gomma classico e i sistemi a guida vincolata (tramvie in particolare) in un contesto di media densità. Il BRT costituisce quindi un sistema con prestazioni elevate in termini di velocità, accessibilità, comfort, impatti sull'ambiente che mantiene costi di realizzazione contenuti e tempi di realizzazione brevi. Tali prestazioni sono garantite da un'opportuna segregazione dal traffico veicolare, spesso considerando soluzioni puntuali – e non segregando l'intero tracciato – da un sistema tecnologico di monitoraggio del bus e preferenziamento – anche selettivo – alle intersezioni semaforizzate, da un'infrastruttura che garantisce comfort al passeggero in attesa e facilità di incarrozzamento nelle fasi di salita e discesa e da un mezzo a bassa emissione.

Il BRT prefigurato dal PUMS della Città metropolitana di Bologna e oggetto delle analisi si colloca in questo contesto e costituisce probabilmente la prima esperienza in Italia di utilizzo in un contesto non solo urbano, ma finalizzato a soddisfare i fabbisogni di mobilità pendolare e di adduzione all'area urbana, integrandosi chiaramente nella rete dei servizi metropolitani e regionali garantiti dalla ferrovia e dalle linee su gomma extraurbane grazie alla realizzazione dei cosiddetti "Centri di Mobilità".

In questa ottica, le attività di cui al presente documento si pongono l'obiettivo di analizzare contesti, esperienze, buone pratiche e "lezioni apprese" di BRT già sviluppati nel mondo e, in particolare, in Europa per poter meglio indirizzare le scelte progettuali.

L'approccio individuato per rispondere agli obiettivi prefissati tenendo conto del contesto di riferimento in termini urbanistici, tecnologici e di sviluppo della rete, è articolato secondo i punti di seguito:

- individuazione di una definizione condivisa del concetto di BRT, sulla base di quanto disponibile in letteratura con riferimento sia alla ricerca applicata sia alle esperienze di progetto già sviluppate nei diversi Paesi;
- definizione e quantificazione di indicatori specifici delle caratteristiche e delle prestazioni del servizio, considerando base dati disponibile per le diverse esperienze nel mondo;
- identificazione e quantificazione della correlazione tra indicatori rilevanti, che possano fornire spunti progettuali per il caso oggetto di studio per la Città metropolitana di Bologna;
- focus specifico su esperienze che, per caratteristiche del contesto possono essere considerate analoghe a quello della Città metropolitana e che per tipologia e prestazioni del servizio possano essere considerate riferimenti per la progettazione;
- dettaglio di elementi di progetto che presentano elementi di "replicabilità" rispetto al progetto della Città metropolitana.

Il metodo è peraltro propedeutico e integrato alle attività relative alla scelta delle alternative in materia di materiale rotabile che, anche in questo caso, pongono sfide importanti per rispondere a criteri di efficienza, di sostenibilità, di coerenza con il contesto tecnologico di riferimento e, infine, di futura contendibilità del mercato.

### 4.1 Il Bus Rapid Transit: definizione, evoluzione, esempi

A livello internazionale, i criteri che definiscano in toto un sistema Bus Rapid Transit (BRT) continuano ad essere oggetto di ampia discussione. *BRTdata*, uno dei più ampi database a livello globale di *EMBARQ/WRI Cities* e di *BRT Centre of Excellence* (tra le altre), definisce il BRT come un bus su gomma caratterizzato da:

- velocità commerciali elevate rispetto al servizio di Trasporto Pubblico Locale (TPL);
- frequenze elevate rispetto al tradizionale cadenzamento delle linee bus;
- marcata identità del servizio, garantita da un'immagine coordinata tra materiale rotabile, nodi di accesso e infrastruttura, informazione all'utenza e bigliettazione.

Raveau et al. (2016) sostengono che [...] il sistema Bus Rapid Transit, al fine di attuare il suo potenziale di fornire un servizio di metropolitana in superficie, dovrebbe ridurre i tempi di percorrenza, essere confortevole per gli utenti, ridurre i tempi di attesa e garantirne l'affidabilità, poiché questi attributi, tra gli altri, possono influenzare il livello di servizio percepito dagli utenti.

Tale servizio BRT può essere ottenuto aumentando la velocità commerciale, la frequenza, la capacità e regolarizzando gli *headways* (Muoz 2015).

Il “Bus Rapid Transit Planning guide” specifica che nel mondo, anche se chiamato con nomi diversi, il sistema Bus Rapid Transit deve possedere le seguenti caratteristiche:

- Alta capacità;
- Alta qualità;
- Corsie dedicate e prioritizzazione alle intersezioni.

Levinson et al. (2003, 1), in una delle definizioni più citate in letteratura, descrivono il BRT come una “**forma flessibile e su gomma di transito rapido che combina stazioni, veicoli, servizi, vie di corsa e tecnologie dell’informazione in un sistema integrato con una forte identità**”. Wright e Hook (2007, 12) tracciano uno spettro di trasporto pubblico a più livelli, definendo un “BRT completo” come un sistema di autobus che abbia le seguenti caratteristiche: “**qualità di servizio della metropolitana; rete integrata di percorsi e corridoi; stazioni chiuse e di alta qualità; verifica della qualifica di bordo; servizio frequente e rapido; veicoli moderni e puliti; riconoscibilità ed immagine coordinata; servizio clienti superiore**”.

È da sottolineare che solo poche città, nel Mondo, hanno un BRT che racchiuda tutte queste caratteristiche.

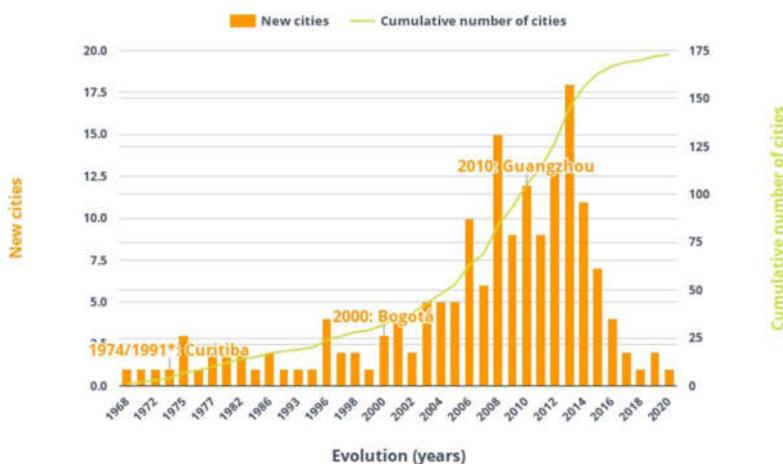


Figura 4-1: evoluzione del sistema BRT nel mondo dal 1968 ai giorni nostri

Dagli anni '70 ad oggi il sistema Bus Rapid Transit (BRT) si sta diffondendo in tutto il contesto mondiale, grazie alla sua **estrema flessibilità e capacità di adattarsi a molteplici contesti** (urbani ed extraurbani), adottando caratteristiche funzionali e progettuali differenti.

Dal grafico in figura si evidenzia la diffusione del sistema BRT nel mondo nel corso degli anni. E' evidente come negli ultimi 20 anni la crescita del numero di iniziative di BRT è rapidamente evoluta, ma, come vedemo, senza interessare in modo importante le città europee: sud America e Cina rimangono gli ambiti preferenziali di applicazione, probabilmente spinti dai finanziamenti delle Banche di sviluppo.

## 4.2 Confronto tra Sistemi di Trasporto

Da quanto emerso al paragrafo precedente, si giunge ad una definizione sostanzialmente univoca di BRT che, di fatto, si colloca come elemento portante della rete dei servizi su gomma, caratterizzato da prestazioni elevate in particolare in termini di **capacità offerta e velocità commerciale**.

In tal senso è stata quindi condotta una specifica analisi per comprendere gli **elementi infrastrutturali, urbanistici, tecnologici** che influenzano direttamente o indirettamente le già menzionate prestazioni, elaborando e correlando le informazioni messe a disposizione da uno dei più ricchi ed esaustivi database di esperienze BRT nel mondo (cfr. <https://brtdata.org/><sup>2</sup>).

In particolare, sono state individuate 173 città in cui è implementato il sistema BRT per un totale di 390 corridoi che si sviluppano per 5.196 km, che soddisfano una domanda giornaliera complessiva di circa 34 milioni di passeggeri.

Le figure di seguito mostrano il numero di esperienze in BRT dei singoli paesi classificati rispettivamente per lunghezza del tracciato e per domanda mediamente servita nelle 24 ore.



<sup>2</sup> BRTData è un progetto di BRT + CoE, un centro di eccellenza per Bus Rapid Transit. La costruzione della piattaforma e la raccolta dei dati sono il risultato di una partnership tra i membri BRT + CoE e ITDP. Attualmente, BRTData è gestito e aggiornato dal WRI Brasil Ross Center for Sustainable Cities.

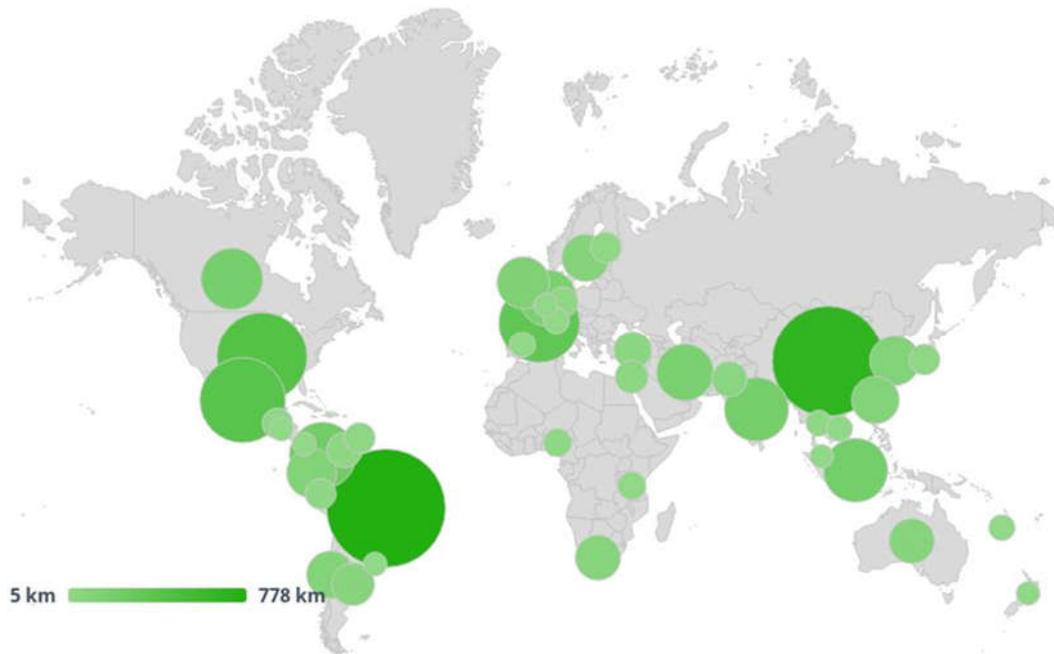


Figura 4-2: esperienze di BRT nel mondo in termini di lunghezza del tracciato (km)



Figura 4-3: esperienze di BRT nel mondo in termini di domanda giornaliera (pass/day)

Sono stati quindi analizzati e correlati i seguenti indicatori caratteristici del sistema BRT, con il duplice obiettivo di classificare le diverse applicazioni e verificare opportune correlazioni:

- **Velocità commerciale** espressa in km/h;
- **Densità delle fermate**, calcolata come rapporto tra la lunghezza del tracciato e il numero di fermate, espresso in metri;
- **Domanda di picco**, ovvero il massimo numero di passeggeri trasportati per ora per direzione nel segmento più caricato, espresso in pass/ora/direzione;
- **Domanda giornaliera**, intesa come il numero di passeggeri totali trasportati al giorno, espresso come pass/giorno;
- **Percentuale di tratta segregata**, ovvero il rapporto tra la lunghezza delle corsie segregate e la lunghezza totale del corridoio (% length of segregated lanes), espresso in termini percentuali.

Gli indicatori sono chiaramente legati al contesto urbanistico e insediativo: area urbana consolidata, area periferica, città metropolitana, aree sub-urbane presentano caratteristiche di densità insediativa e tipologia di urbanizzazione differenti, che incidono in modo rilevante su densità delle fermate, catchment area e popolazione intercettata.

Parimenti, il BRT/Metrobus della città di Bologna si sviluppa per buona parte in campo extraurbano e solo parzialmente si inserisce nel tessuto urbano e nella città consolidata. In tal senso, ai fini di individuare realtà confrontabili con l'ambito di progetto, è stata successivamente effettuata una selezione delle città in cui le linee del BRT si sviluppano per una lunghezza non inferiore a 10 km e in parte in ambito suburbano o extraurbano.

### 4.3 Approfondimenti di esperienze similari

Perseguendo l'obiettivo di individuare casi di studio e soluzioni che possano essere migrate nel contesto metropolitano bolognese, sono state condotte analisi specifiche su un sottoinsieme di casi, relativi in prima istanza alle esperienze di servizi che presentano una quota di percorso sviluppato in promiscuo. In particolare, sono stati considerati i casi in cui la percentuale di segregazione sia minore o uguale al 70% (Figura 4-4).

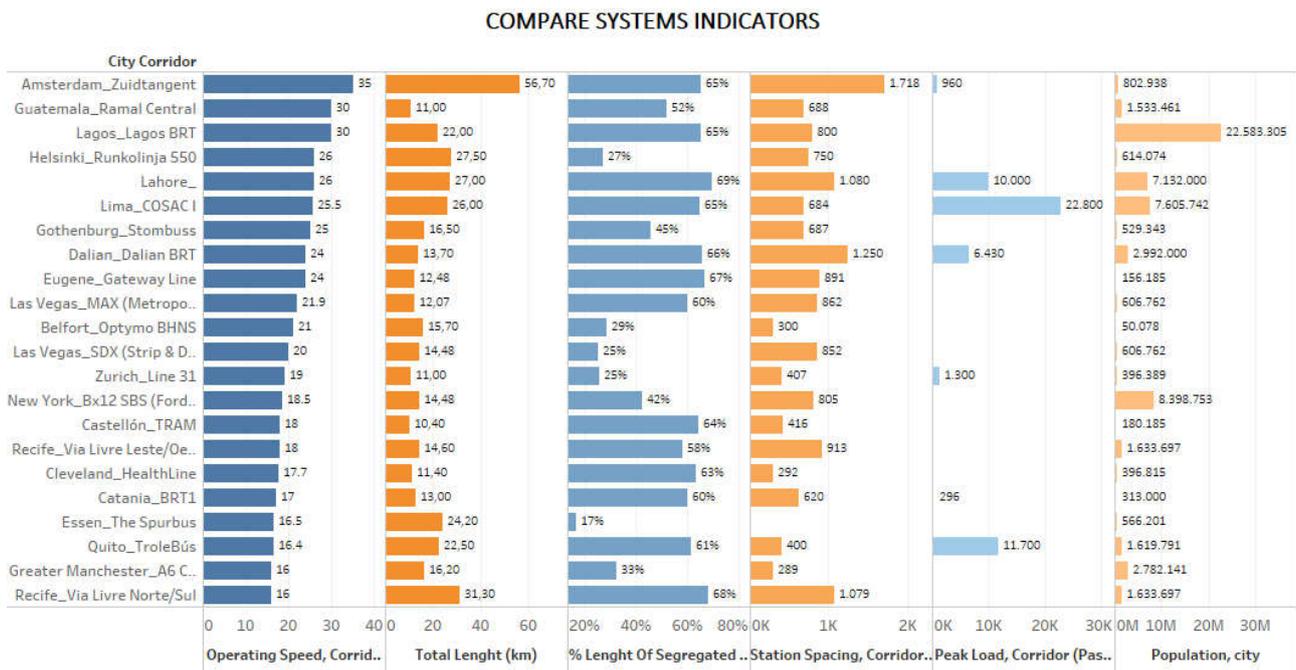


Figura 4-4: sintesi dei risultati

Di seguito si inquadrano le città analizzate e viene rappresentata in scala la **velocità commerciale** che caratterizza i sistemi BRT.



Figura 4-5: inquadramento delle velocità commerciali per le relative città

Per questi casi, la figura di seguito evidenzia la correlazione tra velocità commerciale e densità delle fermate. Le esperienze sono tutte per lo più comprese nell'intervallo 15-30 km/h e la correlazione pare piuttosto marcata.

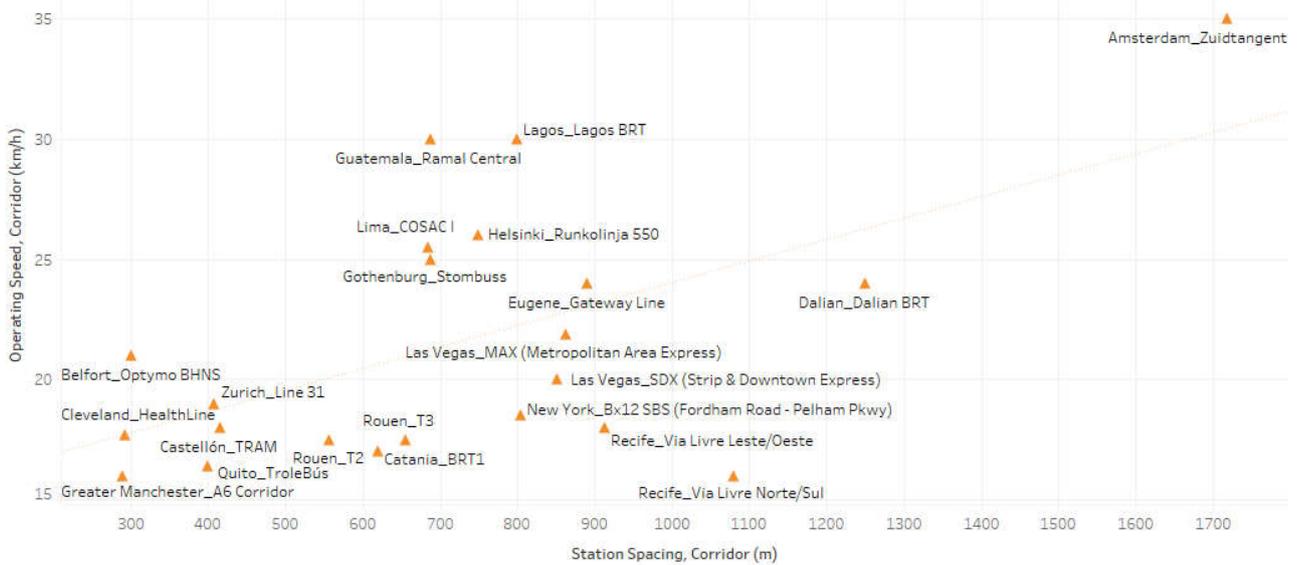


Figura 4-6: correlazione tra velocità commerciale e densità tra le fermate

Nel successivo grafico di Figura 4-7 è messa in evidenza la correlazione tra velocità commerciale e lunghezza della linea, in particolare, evidenziando l'intervallo in cui ricadono le tratte del caso della Città metropolitana di Bologna (direttrici S. Vitale e S. Donato).

I valori sono chiaramente molto variabili, poiché la sede in promiscuo accentua la dipendenza dal contesto e delle caratteristiche di sistema. Tuttavia il valore di velocità commerciale ottimale potrebbe essere intorno ai 26 km/h. Più in generale si evidenzia come per le applicazioni esistenti il valore di fondo scala sia di 15 km/h.

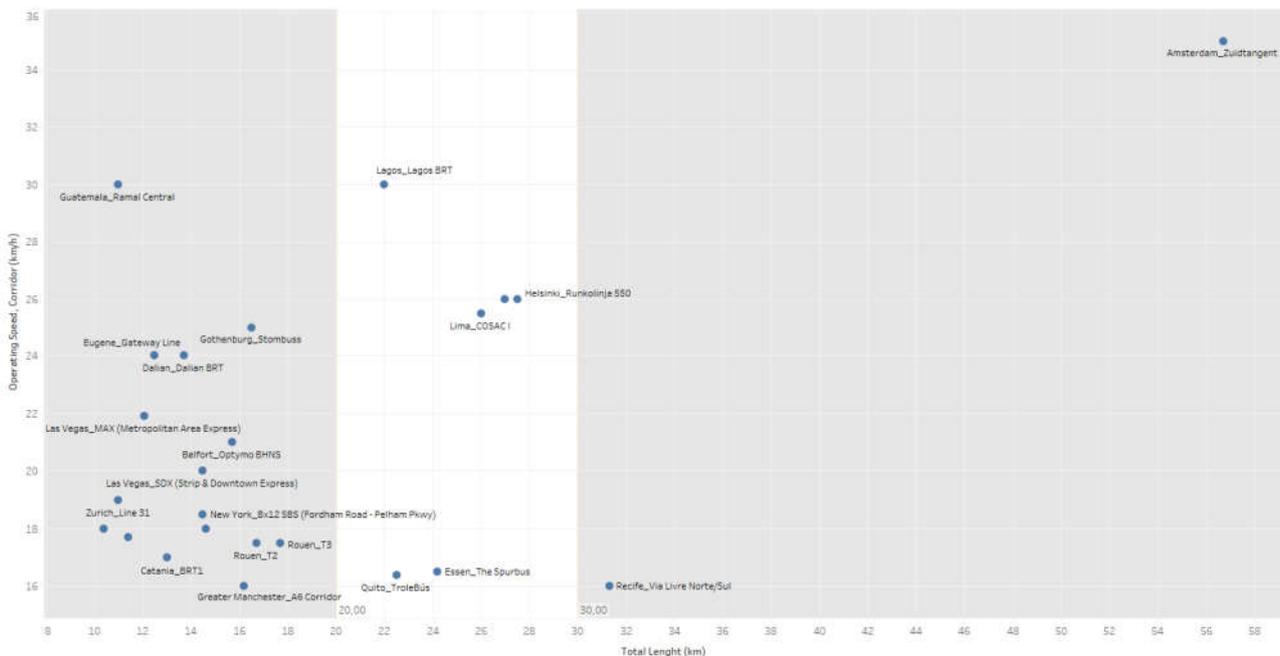


Figura 4-7: correlazione tra la velocità commerciale e la lunghezza totale della linea BRT

D'altro lato, la suddetta promiscuità (anche parziale) del sistema porta alla necessità di analizzare un altro elemento di influenza delle prestazioni del BRT, ovvero la **tipologia di regolazione alle intersezioni**, in prossimità delle quali si prevede che l'autobus abbia priorità sul traffico veicolare. Dall'analisi delle applicazioni esistenti è emerso come i sistemi che non hanno implementato il sistema di preferenziazione semaforica (ITS) hanno velocità commerciali più basse, come rappresentato in Figura 4-8.

Sono emblematici i casi, ad esempio, di Helsinki che, a fronte di un tratto segregato pari al 27% del tracciato, registra, anche grazie al sistema di preferenziamento, una velocità di 26 km/h; Zurigo con il 25% di segregazione ha una velocità di poco inferiore ai 20 km/h. Viceversa, Lagos e Guatemala, ad esempio, presentano velocità elevate, basso livello di infrastrutturazione ai nodi ma oltre il 50% del tracciato in sede segregata.

ITS applications

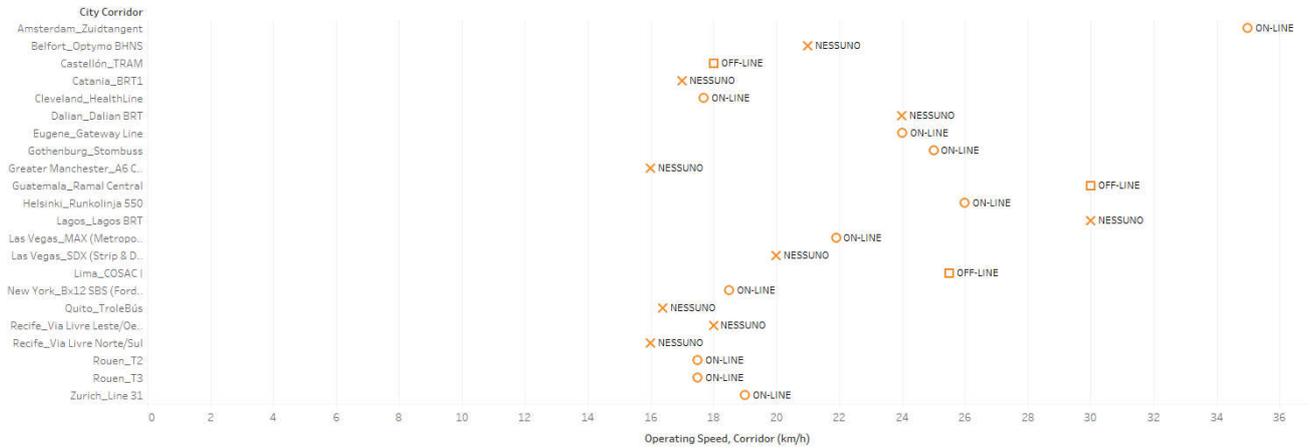


Figura 4-8: analisi della tipologia di regolazione semaforica (tecnologia ITS)

Alla luce di tutte le considerazioni e le elaborazioni sviluppate, si ritiene utile approfondire per caratteristiche analoghe in termini di percentuale di segregazione, tipologia urbanistica e densità insediativa, i casi di Helsinki (Finlandia), Essen (Germania), Rouen (Francia), che verranno dettagliati al documento specifico “Revisione delle best practices del sistema BRT”.

## 5 Inserimento urbanistico

### 5.1 Compatibilità con gli strumenti pianificatori vigenti

#### 5.1.1 Piano Territoriale Regionale (PTR)

Nella valutazione del rapporto tra l'opera e Piano Generale Regionale, va detto che lo strumento nel suo insieme è rivolto a stabilire gli indirizzi per la formazione degli strumenti di pianificazione territoriale subordinati. Per quanto riguarda il progetto, tali indirizzi non hanno un valore immediatamente prescrittivo, tuttavia mantengono un prezioso valore indicativo.

In particolare, in riferimento al livello di coerenza delle opere in esame, si evidenzia come tra gli indirizzi individuati per raggiungere gli obiettivi fissati vi sia quello di dare priorità alle reti della mobilità sostenibile: corsie preferenziali per i mezzi pubblici, trasporti urbani collettivi in sede propria, piste ciclabili.

#### 5.1.2 Pianificazione paesaggistica

Come già evidenziato, dall'entrata in vigore della Legge Regionale 24 marzo 2000 n. 20 "Disciplina generale sulla tutela e l'uso del territorio" e con l'approvazione del PTCP Bologna, nel territorio della Città metropolitana di Bologna il PTPR ha perso la sua efficacia, in quanto l'unico riferimento sugli aspetti della tutela del paesaggio è lo Strumento Generale Provinciale.

#### 5.1.3 Il Piano Aria-PAIR 2020

Le opere in oggetto sono fortemente coerenti con le linee di azione promosse dallo strumento.

#### 5.1.4 Il PTCP Bologna

L'analisi condotta non ha evidenziato incoerenze o incompatibilità delle opere in progetto con il quadro prescrittivo del PTCP. L'unico elemento di attenzione è costituito da una potenziale interferenza, giudicata nell'ambito di questo studio come o insussistente o non significativa, tra l'ampliamento estremamente marginale del golfo di fermata Trebbo di Budrio e un'area di accertata e rilevante consistenza archeologica.

#### 5.1.5 La pianificazione della Città Metropolitana di Bologna nel settore dei trasporti (PUMS)

Dall'analisi degli indirizzi e obiettivi strategici del Piano Urbano della Mobilità Sostenibile (PUMS) è possibile affermare che il progetto in esame si pone in continuità e coerenza con le scelte strategiche e con le indicazioni volte a perseguire il miglioramento, anche dal punto di vista della sostenibilità, del sistema della mobilità locale.

#### 5.1.6 Piano Stralcio di Assetto Idrogeologico

Il PTCP recepisce e integra i contenuti (norme e perimetrazioni) del Piano Stralcio di Assetto Idrogeologico (PSAI). Nella tavola 1 del PTCP sono riportate le aree suscettibili di inondazione. Dall'analisi condotta su tale documento non si evidenziano relazioni tra le azioni di progetto e le aree caratterizzate da criticità idraulica individuate dal PTCP (e dal PSAI).

#### 5.1.7 Pianificazione Comunale

Dall'analisi condotta sulla classificazione urbanistica dei territori comunali interessati dall'intervento (Bologna, Castenaso, Budrio, Medicina), non sono emerse incompatibilità con le determinazioni dei Piani Strutturali Comunali, in quanto le opere, a parte qualche interferenza assolutamente marginale, si sviluppano per la gran parte su aree classificate dal piano come appartenenti al sistema infrastrutture.

## 6 Lo studio delle alternative

Il processo di valutazione delle alternative progettuali si attiene all’approccio metodologico precedentemente descritto e illustrato nella Figura 2-1 ponendosi come fase di composizione dei diversi elementi del sistema nello scenario complessivo migliore. Trattasi di un processo ricorsivo e integrato, capace di tener conto delle interrelazioni tra i diversi componenti del sistema, delle valutazioni di efficacia ed efficienza, delle considerazioni e prescrizioni degli stakeholder e delle stime sulla possibile evoluzione del contesto tecnologico.

Il metodo di analisi delle possibili alternative progettuali in termini di modalità, tecnologia, livello di infrastrutturazione, opportunità di integrazione, semplificazione della manutenzione e gestione può sinteticamente essere articolato secondo i seguenti punti:

- valutazione delle **alternative di progetto rispetto alla cosiddetta “opzione 0”**, sulla base di criteri relativi agli impatti e alla “sostenibilità” del sistema;
- individuazione del **“corridoio infrastrutturato”**, ovvero delle scelte principali e strategiche in termini di tracciato della linea;
- definizione delle scelte progettuali di infrastruttura per **ambiti di dettaglio**;
- definizione del **modello di esercizio** servizio di trasporto che meglio risponde ai suddetti fabbisogni, in termini prioritariamente di prestazioni ovvero capacità, disponibilità, tracciato e velocità;
- definizione del **materiale** rotabile che meglio risponde alle esigenze di capacità della linea, sulla base anche del modello di esercizio ipotizzato;
- definizione della **tipologia di alimentazione** del mezzo, e delle relative infrastrutture di alimentazione.

### 6.1 Tracciato

#### 6.1.1 La definizione delle alternative

##### 6.1.1.1 Individuazione del corridoio

La prima fase del processo di definizione del tracciato consiste nell’**individuazione del “corridoio”** che meglio soddisfa i fabbisogni di mobilità in termini di domanda di spostamento nelle sue caratteristiche spaziali e temporali.

A questo proposito è stato tenuto conto che:

- la definizione di Medicina come Centro di Mobilità va a determinare una **esigenza di collegamento veloce con la città di Bologna**;
- il corridoio offerto da via San Vitale non attraversa i centri abitati principali tra Medicina e Bologna, escludendo dal tracciato centri urbani con fabbisogni di mobilità anche rilevanti;
- lungo la Provinciale San Vitale è presente la stazione ferroviaria di Castenaso che costituisce elemento di integrazione tra il sistema su “ferro” e quello “su gomma”.

Sono dunque state individuate le seguenti macro-tratte caratterizzate da più alternative come di seguito:

Tabella 6-1: individuazione delle tratte costituenti il corridoio del Metrobus

<b>Tratta 1</b> Medicina – Villa Fontana	il percorso si sviluppa lungo la SP253 “San Vitale” senza possibilità di opzioni alternative	
<b>Tratta 2</b> Passaggio per Villa Fontana	<b>Alt. 1:</b> transito sulla SP253, senza deviazione all’interno dell’abitato di Villa Fontana con fermate a Bivio Rossi e Fasanina	<b>Alt. 2:</b> deviazione su via Rossi, via Villa Fontana, via Dalla Valle e via San Donino a servizio dell’abitato con fermate a Villa Fontana e Villa Fontana S. Donino
<b>Tratta 3</b> Villa Fontana - Castenaso	il percorso prosegue lungo la SP253 attraversando le frazioni di Fossatone, Canaletti, Trebbo di Budrio fino all’abitato di Castenaso senza opzioni alternative	
<b>Tratta 4</b> Passaggio per Castenaso	<b>Alt. 1:</b> transito sulla SP253, senza deviazione all’interno dell’abitato di Castenaso con fermate a Castenaso Stazione e Castenaso Stellina	<b>Alt. 2:</b> deviazione su via Nasica e via Tosarelli a servizio dell’abitato con fermate a Castenaso Nasica e Castenaso Chiesa
<b>Tratta 5</b> Castenaso - Bologna	il tracciato riprende lungo la SP253 e attraversa la Zona Industriale di Cà dell’Orbo per poi avvicinarsi all’abitato di Bologna lungo via Enrico Mattei (SP253). Superato lo svincolo della Tangenziale di Bologna alla Rotonda Paradisi, il Metrobus prosegue su via Massarenti, attraversando il quartiere San Vitale fino ai viali e all’Autostazione	

Dalla composizione delle tratte e delle rispettive alternative risultano dunque i due corridoi:

**Alternativa 1** (Figura 6-1): prevede un tracciato diretto con instradamento interamente via SP 253, non prevede quindi il transito attraverso i centri abitati di Castenaso, di Villa Fontana e attraverso la zona industriale posta a nord della ferrovia Bologna-Portomaggiore in località Ca' dell'Orbo.



Figura 6-1: alternativa 1, diretta via SP 253

**Alternativa 2** (Figura 6-2): prevede un tracciato simile a quello attualmente utilizzato dai servizi di TPL, con transito attraverso i centri abitati di Castenaso e di Villa Fontana, non è invece previsto il passaggio attraverso la zona industriale posta a nord della ferrovia Bologna-Portomaggiore in località Ca' dell'Orbo.

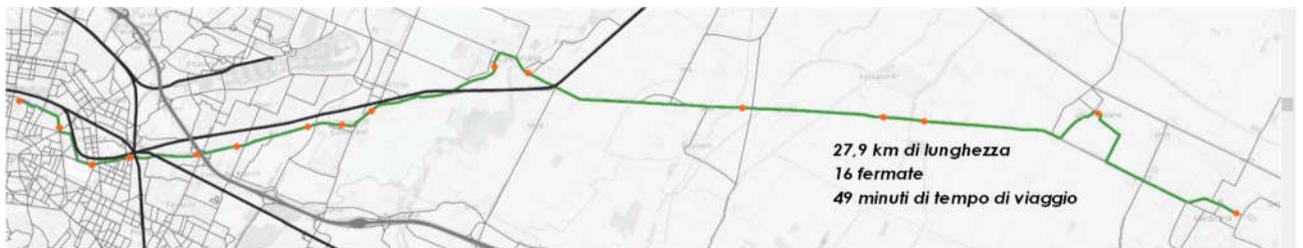


Figura 6-2. Alternativa 2, via Castenaso e Villa Fontana

#### 6.1.1.2 Alternative progettuali di dettaglio

Gli aspetti che caratterizzano la fase di **definizione delle alternative di progetto di dettaglio** sono maggiormente riconducibili a fattori di "ambito" più legati a dinamiche di tipo locale e fortemente correlati alle condizioni di inserimento del tracciato nel contesto infrastrutturale e urbanistico di riferimento (come la configurazione delle fermate e di alcuni nodi rilevanti della rete quali rotonde e intersezioni semaforizzate).

Nello specifico sono state analizzate configurazioni alternative per gli ambiti di Castenaso, di Cà dell'Orbo e di Villanova come meglio specificato nell'elaborato specifico *"Documento di fattibilità delle alternative progettuali"* e qui sinteticamente citate:

- Ambito Castenaso: alternative di progetto per il nodo di scambio con il servizio ferroviario alla stazione SFM di Castenaso e per il nodo di scambio con il servizio ferroviario alla stazione SFM di Castenaso Stellina; ipotesi di sistemazione del capolinea di Castenaso e delle relazioni con il trasporto pubblico della rete extraurbana;
- Ambito Cà dell'Orbo: opzioni di progetto per la sistemazione della fermata di Cà dell'Orbo;
- Ambito Villanova: opzioni di progetto per la sistemazione della fermata di Villanova.

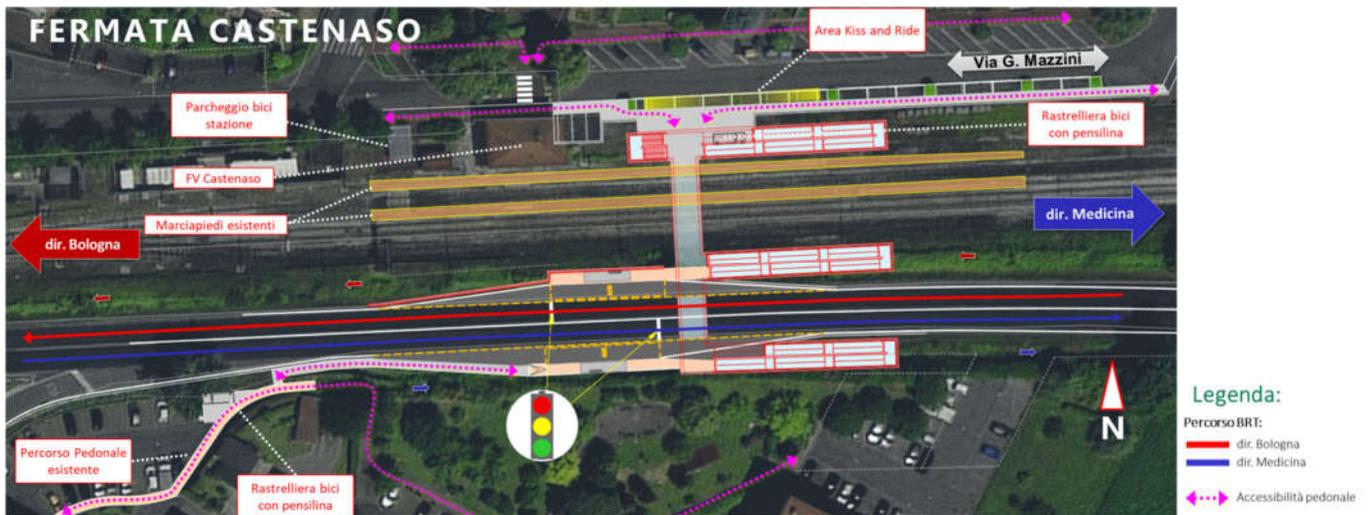


Figura 6-3: esempio di alternativa di progetto di dettaglio analizzata per la configurazione della Fermata Castenaso

### 6.1.2 I criteri di scelta

Con riferimento alle alternative sopra esposte, i criteri presi in considerazione per la scelta del tracciato sono riferibili a:

- **Accessibilità** dell'area di studio, in termini di domanda servita dal sistema. Sono stati considerati i seguenti indicatori:
  - Shift modale sul Trasporto Pubblico [valore dei passeggeri/ora che modificano la loro scelta modale rispetto allo scenario di riferimento];
  - Saliti sul sistema Metrobus [valore dei passeggeri/ora che salgono complessivamente alle fermate della linea per le diverse configurazioni di progetto];
  - Percorrenza totale sul sistema Metrobus [numero di Passeggeri x km che utilizzano in un'ora la linea];
  - Percorrenza media sul sistema Metrobus [numero di chilometri a bordo del mezzo percorso dai passeggeri in un'ora];
  - Produzione del sistema Metrobus [numero di bus\*km in un giorno di servizio];
- **Prestazione** del servizio di trasporto, in termini di velocità commerciale e affidabilità, espressa come probabilità di ritardo/scostamento rispetto all'orario tabellare. Sono stati considerati i seguenti indicatori:
  - Velocità commerciale della linea [km/h];
  - Lunghezza del tracciato [km];
- **Condivisione** e concertazione con gli stakeholder.

### 6.1.3 Il tracciato selezionato

Le due alternative sono state confrontate, sotto il profilo della attrattività nei confronti della domanda di trasporto, attraverso un approccio modellistico. I risultati delle simulazioni permettono di caratterizzare le due alternative:

- l'Alternativa 1 che, grazie al transito diretto interamente via SP 253, garantisce un servizio più veloce:
  - richiede un maggior numero di trasbordi;
  - garantisce, in generale, tempi di percorrenza minori;
  - non risulta conveniente per collegamenti di breve raggio;
  - è, in generale, competitiva con auto per collegamenti di lungo raggio lungo la direttrice.
- l'Alternativa 2 che, grazie al transito attraverso i centri abitati di Castenaso e Villa Fontana risulta in grado di servire in maniera più capillare la domanda di trasporto che caratterizza il bacino della San Vitale:
  - richiede un minor numero di trasbordi;
  - determina tempi di percorrenza più elevati;
  - risulta comoda per collegamenti di breve raggio;
  - non è, in generale, competitiva con auto per collegamenti di lungo raggio.

Gli indicatori trasportistici di sintesi più significativi sono riportati in Tabella 6-2.

Tabella 6-2: criteri e indicatori di valutazione per le due soluzioni di tracciato

critero	Indicatore	Soluzione "1"	Soluzione "2"
Prestazione	Velocità commerciale	37 ●●●	34 ●●
Accessibilità	Shift modale sul Trasporto Pubblico (pax/h)	215 ●●●	220 ●●●
	Saliti Metrobus (pax/h)	850 ●●●	500 ●
	Pax*km Metrobus (km)	16.750 ●●●	7.700 ●
	Percorrenza media a bordo (km)	19,5 ●●●	15,5 ●●●
	Produzione Metrobus (bus*km/gg)	2.000 ●●●	2.100 ●●●

Sulla base di tale valutazione emerge chiaramente come la prima alternativa di tracciato (relativa al collegamento diretto Medicina – Bologna lungo la SP253) costituisca quella meglio rispondente ai criteri individuati. Come meglio illustrato nella reazione delle analisi trasportistiche, è possibile qui sintetizzare che:

- il mancato passaggio per Villa Fontana e Castenaso determina una minore incidenza sulla quota di ripartizione modale. Le due soluzioni sono similari poiché in un caso si incide particolarmente sulle scelte modali di coloro che usano Medicina come nodo di scambio, mentre nell'altro si agisce sui residenti dei due centri abitati senza avere in ogni caso un rilevante impatto, dovuto al decadimento delle prestazioni;
- a rafforzare questa considerazione sono gli indicatori più strettamente riferibili alla linea Metrobus che, nel caso di itinerario diretto vedono un distacco netto rispetto alla soluzione passante per Castenaso e Villa Fontana. Le prestazioni del sistema servono con efficacia i fabbisogni di mobilità sia in termini di saliti totali sulla linea sia dei passeggeri\*km trasportati.

In tal senso, si ritiene di individuare la soluzione di tracciato diretta come quella più rispondente ai criteri di scelta individuati e si assume dunque l'Alternativa 1 come quella preferibile, a cui si farà riferimento nel proseguo del presente studio. Saranno le alternative sul modello di esercizio a migliorare la capacità del Metrobus di intercettare i fabbisogni di domanda dei territori distanti dal tracciato individuato.

## 6.2 Modello di esercizio

### 6.2.1 La definizione delle alternative

Il processo di definizione del modello di esercizio lega le decisioni relative al tracciato e quelle sulla tipologia di alimentazione del parco rotabile: mentre il tracciato condiziona le prestazioni del sistema e ha un riflesso diretto sul modello di esercizio in relazione al tempo di viaggio, al tempo giro, all'orario tabellare alle fermate e quindi al fabbisogno di mezzi, la tecnologia e la tipologia di alimentazione del parco mezzi portano a un forte legame tra modello di esercizio, profilo di carico dell'alimentazione elettrica, frequenza e posizione degli eventuali punti di ricarica.

Non ultimo, la posizione dei depositi utilizzabili, ovvero di spazi che potranno essere considerati utili per la realizzazione di un nuovo deposito, costituiscono punti "notevoli" della rete, che devono essere individuati con l'obiettivo di minimizzare i viaggi "a vuoto" rispetto, appunto, a una alternativa di modello di esercizio.

In tale contesto, sono stati presi in considerazione **3 gruppi di alternative**, così strutturati:

**Alternativa 1** (Figura 6-4): Metrobus lungo il tracciato della SP253 con un servizio diretto Medicina – Bologna;



Figura 6-4: ipotesi di servizio lungo itinerario diretto da Medicina a Bologna (AV su Alternativa 1)

**Alternativa 2** (Figura 6-5): Metrobus lungo il tracciato della SP253 con un servizio tra Medicina e Bologna in transito per Villa Fontana e Castenaso;



Figura 6-5: ipotesi di servizio lungo itinerario passante per gli abitati di Villa Fontana e Castenaso (AV su Alternativa 2)

**Alternativa 3** (Figura 6-6 e Figura 6-7): Metrobus con due differenti servizi, in grado di garantire all'utenza al contempo velocità e capacità di trasporto lungo la direttrice San Vitale:

- **Servizio Metrobus – Alta Velocità: Medicina – Bologna Autostazione;**
- **Servizio Metrobus – Alta Capacità: Castenaso Mazzini – Bologna Autostazione.**



Figura 6-6: ipotesi di servizio AV lungo itinerario Medicina – Bologna



Figura 6-7: ipotesi di servizio AC lungo itinerario Castenaso – Bologna

## 6.2.2 I criteri di scelta

Anche in questo caso, con riferimento alle alternative sopra esposte e alle relazioni con gli altri aspetti progettuali, i criteri presi in considerazione per la scelta del modello di esercizio sono riferibili a:

- **Accessibilità** dell'area di studio, in termini di domanda servita dal sistema. Sono stati considerati i seguenti indicatori:
  - Shift modale sul Trasporto Pubblico [valore dei passeggeri/ora che modificano la loro scelta modale rispetto allo scenario di riferimento];
  - Saliti sul sistema Metrobus [valore dei passeggeri/ora che salgono complessivamente alle fermate della linea];
  - Percorrenza totale sul sistema Metrobus [numero di Passeggeri x km che utilizzano in un'ora la linea];
  - Percorrenza media sul sistema Metrobus [numero di chilometri a bordo del mezzo percorso dai passeggeri in un'ora];
  - Produzione del sistema Metrobus [numero di bus\*km in un giorno di servizio].

- **Prestazione** del servizio di trasporto, in termini di velocità commerciale e affidabilità, espressa come probabilità di ritardo/scostamento rispetto all'orario tabellare. Sono stati considerati i seguenti indicatori:
  - Velocità commerciale della linea [km/h];
  - Lunghezza del tracciato [km];
  - Affidabilità del servizio [in via qualitativa secondo un indicatore che tenga conto della probabilità di scostamento dell'orario effettivo rispetto a quello tabellare].

D'altro lato è necessario considerare gli elementi che costituiscono un vincolo di coerenza con le scelte in materia di tecnologia del mezzo e con quelli di opportunità di scelta delle aree di deposito e di capolinea.

### 6.2.3 Il modello selezionato

La definizione del modello di esercizio mette a sistema gli aspetti di fabbisogno di domanda, quelli infrastrutturali e quelli legati alle caratteristiche del mezzo, tenendo in conto che:

- la risposta ai fabbisogni di domanda è legata strettamente alle frequenze del servizio, che incidono sulla quota di ripartizione modale;
- le prestazioni di dettaglio in termini di velocità di marcia e velocità commerciale dipendono fortemente dalle caratteristiche del tracciato con particolare riferimento a:
  - presenza di corsie riservate o segregate, configurazione geometrica delle intersezioni e tipologia di regolazione semaforica;
  - densità e posizionamento delle fermate lungo il tracciato – bordo strada, su tratta riservata, in prossimità dell'intersezione, etc.;
  - prestazioni legate al mezzo, con riferimento a capacità di accelerazione/decelerazione;
- le caratteristiche di alimentazione del mezzo incidono, nel caso particolare di ebus, sui tempi di fermata del bus alle fermate, ovvero di sosta ai capolinea e, in ultima istanza sulle necessità di turno-macchina per garantire sempre un mezzo in grado di viaggiare in modo affidabile e sicuro.

In più, le soluzioni alternative analizzate hanno tenuto conto delle scelte compiute rispetto al tracciato di cui al paragrafo 6.1.3 e alle ulteriori considerazioni illustrate nello specifico documento di analisi trasportistiche, rispetto alla dislocazione dei depositi e rispetto alle tecnologie dei mezzi e delle infrastrutture di ricarica di cui al paragrafo successivo in termini di tempi di sosta ai capolinea e ai depositi e di turnazione del materiale. Esse sono riconducibili a:

- servizio diretto che prevede 10 corse/h/direzione nell'ora della fascia di punta mattutina e 4 corse/h/direzione nell'ora della fascia di morbida;
- servizio via Villa Fontana/Castenaso che prevede 10 corse/h/direzione nell'ora della fascia di punta mattutina e 4 corse/h/direzione nell'ora della fascia di morbida;
- servizio misto denominato Alta Velocità/Alta Capacità, così organizzato:
  - **Servizio Metrobus – Alta Velocità: Medicina – Bologna Autostazione:**  
Il modello d'esercizio di progetto prevede una estensione del servizio a 15,5 h/giorno e l'effettuazione di 43 corse/giorno/direzione, così ripartite:
    - fascia di punta della mattina (2h): 6 corse/h/direzione
    - fascia di punta della sera (2h): 4 corse/h/direzione
    - fasce di morbida (11,5 h): 2 corse/h/direzione
  - **Servizio Metrobus – Alta Capacità: Castenaso Mazzini – Bologna Autostazione:**  
Il modello d'esercizio di progetto prevede una estensione del servizio a 15 h/giorno e l'effettuazione di 34 corse/giorno/direzione, così ripartite:
    - fascia di punta della mattina (2h): 4 corse/h/direzione
    - fascia di punta della sera (2h): 2 corse/h/direzione
    - fasce di morbida (11 h): 2 corse/h/direzione

La Tabella 6-3 evidenzia i valori corrispondenti ai diversi indicatori definiti al paragrafo precedente, cui è associata una valutazione qualitativa utile ad un confronto tra le due macro soluzioni di progetto.

Tabella 6-3: criteri e indicatori di valutazione per le soluzioni di modello di esercizio

critero	Indicatore	Servizio diretto	Servizio via Cast. e Villaf.	Servizio AV/AC	
Prestazione	Velocità commerciale (km/h)	●●●	●●	37/21	●●
Prestazione	Affidabilità del servizio	●●●	●	---	●●
Accessibilità	Saliti Metrobus (pax/h)	●●	●	2.248	●●●
Accessibilità	Pax*km Metrobus (km)	●●	●	30.167	●●●
Accessibilità	Percorrenza media a bordo (km)	●●	●●●	13,4	●●●

Sulla base di tale valutazione, emerge chiaramente come l’alternativa di modello di esercizio che meglio risponde ai criteri di valutazione è quella articolata secondo i due servizi AV e AC. Il modello risponde peraltro al concetto di “corridoio infrastrutturato” che individua, all’interno del più ampio intervento infrastrutturale lungo la SP256 S. Vitale, una rete di servizi che, per elementi distintivi, riconducibili prioritariamente a tipologia di fermate e caratteristiche dei mezzi, possa rappresentare un sistema BRT ad elevate prestazioni per il territorio di riferimento.

### 6.3 Analisi comparativa delle tecnologie

#### 6.3.1 La definizione delle alternative

Le alternative tecnologiche del parco rotabile prese in considerazione sono innanzitutto rispondenti ai criteri esplicitati dall’addendum all’*Avviso di presentazione istanze per accesso alle risorse per il trasporto rapido di massa* che aprono al finanziamento di “sistemi filoviari (e assimilabili)” ovvero a tutti i sistemi eserciti con veicoli su gomma a trazione elettrica che si alimentano/ricaricano lungo la via di corsa con sistemi di alimentazione continui o discreti.

In tale ottica le alternative possibili risultano:

- **filobus**, che prevede la presenza della catenaria per l’intero tracciato o per parti di esso, utile a:
  - garantire l’alimentazione continua del mezzo;
  - fornire soluzioni con accumulo di energia durante il passaggio sotto la linea di contatto tradizionale per poi affrontare tratti di percorso catenary free (soluzione In Motion Charge - IMC);
- **ebus** con alimentazione a batterie, in grado di transitare su tratte interamente *catenary free*, unitamente a infrastrutture di ricarica puntuale. È utile articolare le possibili alternative in relazione alla posizione e numerosità dei punti di ricarica:
  - Tipo A: solo eBus con massima capacità batterie, nessuna stazione di ricarica veloce in linea ma solo in deposito;
  - Tipo B: eBus con massima capacità batterie e stazioni di ricarica in corrispondenza di uno o entrambe i capolinea;
  - Tipo C: eBus con minima capacità batteria e stazioni di ricarica flash lungo percorso.



Figura 6-8: esempio di filobus



Figura 6-9: esempio di eBus

#### 6.3.2 I criteri di scelta

La valutazione rispetto alle alternative filobus e ebus è riconducibile a criteri generali come di seguito:

- **Accessibilità**, in termini di capacità del mezzo rispetto alla domanda potenziale dell’area di studio;
- **Flessibilità** del sistema con riferimento alle evoluzioni del contesto in termini di percorso – anche per lavori e cantieri stradali temporanei, integrazione con sistemi di trasporto in via di progettazione, etc.
- **Costo** del sistema complessivo, ovvero tenendo in conto il mezzo, la rete e le infrastrutture di ricarica.

#### 6.3.3 La tecnologia selezionata

La scelta della tecnologia, con riferimento sia al parco mezzi sia alle infrastrutture di ricarica, risponde ad accessibilità, flessibilità e costi, ma tiene necessariamente conto degli aspetti legati alle scelte sul modello di esercizio. In particolare,

il processo di scelta è stato sviluppato secondo due passaggi successivi e consequenziali che hanno tenuto conto di alcuni elementi preliminari:

- il **contesto tecnologico attuale**, caratterizzato da un rapido sviluppo volto a individuare soluzioni che da un lato riducano l’impatto estetico, ambientale e urbanistico, minimizzando le zone di rispetto, con maggiore possibilità di superamento degli ostacoli, riducano gli impatti sulla circolazione in caso di condizioni meteo avverse (neve, ghiaccio), dall’altro lato siano *tailored*, cucite su misura vista la poca flessibilità delle strutture esistenti;
- il **contesto territoriale**, per lo più periurbano o extraurbano/metropolitano, in cui si colloca il Metrobus costituisce un “ambiente” che pone delle questioni rilevanti in tema di realizzazione di infrastrutture per la ricarica continua o per quella “flash”: cavalcavia esistenti, paesaggio, ambiti rurali o di piccoli centri determinano vincoli geometrico-funzionali o paesaggistici tali da incidere pesantemente sulle scelte di progetto;
- il **contesto urbano** della città di Bologna, che vive un periodo di importante e rapida evoluzione dal punto di vista della mobilità, anche per l’introduzione delle linee tranviarie rispetto alle quali il Metrobus dovrà necessariamente trovare spazi di **integrazione** (sia dal punto di vista trasportistico che in riferimento agli aspetti di alimentazione) e **flessibilità** del servizio laddove la linea potrà subire nel futuro deviazioni temporanee ma di lungo periodo per lavori e cantieri legati alla realizzazione della rete tranviaria;
- la **tipologia di mobilità** cui il sistema risponde, a carattere periurbano ed extraurbano/metropolitano, con una percorrenza media attorno ai 19 km che necessita di allestimenti interni caratterizzati da una numerosità di posti a sedere sensibilmente superiore ai mezzi impiegati in campo urbano, che limitano la disponibilità di spazio per l’alloggiamento degli accumulatori di carica.

In tal senso, il primo *step* di valutazione ha considerato le due macro classi di soluzione alternative relative al filobus con tecnologia In Motion Charge, e al bus elettrico (ebus). Si rimanda al documento specifico di descrizione degli aspetti tecnologici e di parco rotabile mentre qui alla Tabella 6-4 si riporta la valutazione di tipo qualitativo che mette in luce i seguenti elementi:

- premesso che la soluzione di filovia tradizionale, per le considerazioni preliminari di cui sopra, è stata presa in considerazione e scartata a priori, la soluzione filobus IMC risulta poco flessibile rispetto alla necessità di modifica della rete oggi prevedibili ancorché non definibili nel dettaglio, e sicuramente costosa per la costruzione dell’infrastruttura (filovia);
- le due soluzioni risultano sostanzialmente equivalenti in relazione sia al costo del mezzo sia alla capacità dello stesso in termini di allestimento e posti a sedere;
- l’ebus possiede il grande vantaggio della flessibilità, a fronte dei vincoli imposti dalla sua autonomia che si traduce in un costo di realizzazione dei punti di ricarica.

Di fatto, l’alternativa scelta è riconducibile all’ebus, laddove è stato attribuito, seppur in via qualitativa, un “peso” rilevante al criterio della flessibilità e considerando i vincoli paesaggistici che rendono inapplicabile la realizzazione di filovie nei contesti urbanistici attraversati.

Tabella 6-4: confronto sintetico tra soluzione filobus e ebus

Criteri	Indicatori	eBUS	Filobus IMC	Note
Flessibilità	Flessibilità della rete/infrastruttura	●●●	● (*)	(*) in base alla necessità ed alle prospettive di modifica della rete
	Costi costruzione rete	●●●	●	
Costi	Costi infrastruttura di ricarica	●	●●●	
	Costi acquisto mezzo	●●	●●	
Accessibilità	Autonomia mezzo	●	●●● **	(**) solo se la rete permette lo sfruttamento della tecnologia IMC
	Capacità mezzo di trasporto	●●	●●	

Individuata la soluzione con ebus, il successivo *step* di valutazione è relativo alla scelta tra tre diverse tipologie (Tipo A, B e C). Di fatto le tipologie differiscono per modalità e punto di ricarica e sono state valutate secondo criteri riconducibili ai medesimi di cui sopra (flessibilità, costo, accessibilità) ma scegliendo indicatori di dettaglio, ritenuti dirimenti delle diverse alternative (cfr. Tabella 6-5):

Tabella 6-5: confronto tra soluzioni alternative di tipologia di ricarica

critero	indicatore	soluzione A	soluzione B	soluzione C
accessibilità	Capacità di trasporto mezzo	Minima a causa massima massa lorda ●	Dimensionabile in funzione capacità (massa) batterie ●●●	Dimensionabile in funzione capacità (massa) batterie ●●●
	Flessibilità modifiche infrastrutturali	Qualsiasi modifica possibile ●●●	Vincolata dalle sole stazioni ai capolinea ●●	Minima a causa presenza stazione fisse flash ●
flessibilità	Rischi autorizzazione costruzione per presenza di vincoli in linea	Nessuno vincolo ●●●	Rischio medio determinato dalle sole stazioni ai capolinea ●●	Massimo rischio ●
	Numero veicoli flotta	Necessità di flotta massima a causa bassa autonomia ●	Flotta minima ●●●	Flotta minima ●●●
costo	Costi infrastrutturali linea	Nessuno costo ●●●	Determinato dalle sole stazioni ai capolinea ●●	Costi massimi a causa presenza stazione fisse flash ●
	Costi infrastrutturali in deposito	Massimo costo cause potenze ricarica ●	Necessità di potenze installate minori rispetto a Tipo A ●●	Nessuno costo ●●●
	Potenze elettriche concentrate (costi derivanti)	Massima potenza elettrica richiesta in un punto – Costi installazione cabina e linea MT/BT massimi ●	Potenza delle varie stazioni di ricarica calibrata in funzione delle necessità di servizio – Costo medio ●●	Costo nullo in deposito ma elevate potenze nelle stazioni di ricarica flash ●

Di fatto, l'alternativa che meglio coniuga le esigenze di progetto ai vincoli della rete e al modello di esercizio di cui al precedente paragrafo è la tipologia B.

## 7 Analisi di domanda

### 7.1 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 ed in termini di ambito di analisi e struttura. Le fonti dati utilizzate per l'analisi della domanda di mobilità in questo quadro conoscitivo sono:

- “L’Indagine sulle abitudini di mobilità presso la popolazione della Città metropolitana di Bologna” (di seguito “Indagine PUMS”) eseguita nel periodo compreso tra il 26 gennaio e il 26 febbraio 2016 e utilizzata anche per la redazione del PUMS. 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;
- i Floating Car Data estratti nell’ambito dell’area di studio. 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.). I dati FCD utilizzati per le analisi sono relativi al mese di ottobre 2019;
- i flussi rilevati dalle postazioni del Sistema MTS, implementato dalla Regione Emilia-Romagna, che insistono nel territorio, relativi a ottobre 2019;
- il rilievo dei saliti e discesi in corrispondenza delle stazioni del SFM relativi all’anno 2018;
- i rilievi dei saliti e discesi alle fermate per le linee di TPL interessanti la direttrice San Vitale (precedenti al 2018).

### 7.2 Domanda di TPL: indagine PUMS

L’area di somministrazione del questionario coincide con 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 ha esaminato 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 tra 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. Si riportano, inoltre, per ogni spostamento, la fascia oraria di partenza e di arrivo, considerando l’intero arco delle 24 ore.

Secondo l’indagine di mobilità, nel giorno feriale medio nell’area di studio si registrano i seguenti dati:

Tabella 7-1: riassunto risultati indagine PUMS su 3671 campioni (0,54% popolazione residente)

	Spostamenti nell’area di studio	Spostamenti di scambio tra comuni dell’area di studio (escluse Bologna e Imola)	Spostamenti di scambio tra comuni dell’area di studio e Bologna
<b>n. complessivo</b>	1460000	250000	60000
<b>Autocontenuti</b> (inizio e fine all’interno dello stesso comune)	73 %	58 %	/
<b>Mezzo privato</b>	55 %	75 %	80 %
su tot autocontenuti	47%	69%	/
<b>TPL</b>	13 %	2 %	18 % (11 % bus, 7 % treno)
su tot autocontenuti	14%	1%	/
<b>Mobilità dolce</b>	31 %	23 %	2 %
su tot autocontenuti	39%	30%	/

### 7.3 Domanda di trasporto privato: 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. In questo caso i risultati fanno riferimento ai soli spostamenti effettuati in auto e non si hanno informazioni sul motivo dello spostamento.

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 7-2.

Tabella 7-2: matrice degli spostamenti auto aggregata. (Fonte FCD – ottobre 2019, giorno medio feriale)

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

Da notare come la componente di mobilità auto 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 dimostra 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.

### 7.4 Sintesi dei risultati

Si riportano le stime degli impatti sulla mobilità generati dell'inserimento del nuovo sistema Metrobus lungo la direttrice San Donato.

Come dettagliato nella Relazione Trasportistica, il modello di simulazione sviluppato a supporto delle valutazioni e delle analisi trasportistiche, ottenuto dettagliando quello utilizzato per la redazione del PUMS della Città metropolitana di Bologna, simula la domanda relativa alla fascia oraria di punta mattutina 07:30-08:30. I dati stimati dal modello per l'ora di punta sono stati espansi al giorno e all'anno secondo i seguenti coefficienti di espansione:

Tabella 7-3: coefficienti per l'espansione dei dati di traffico

	Trasporto Pubblico Locale	Trasporto Privato
<b>Ora di punta → Giorno</b>	7,9	11,4
<b>Giorno → anno</b>	300	300

Nell'analisi viene individuata:

- la domanda tendenziale (Scenario di Riferimento);
- la domanda in diversione modale.

Per ciò che concerne la *domanda indotta*, si è scelto di effettuare una scelta a favore di sicurezza non considerando questa quota di domanda che certamente sarà indotta a spostarsi una volta che sia reso disponibile il nuovo servizio di Trasporto Pubblico, in mancanza di evidenze certe sulla sua dinamica.

Modalità	Indicatore	Scenario Attuale (2018)	Scenario di Riferimento (2027)	Scenario Progetto (2027)
<b>Trasporto privato</b>	Spostamenti/ora	154.622	161.154	161.000
<b>Trasporto pubblico</b>	Spostamenti/ora	45.906	49.145	49.299

Modalità	Indicatore	Scenario Attuale (2018)	Scenario di Riferimento (2027)	Scenario Progetto (2027)
Domanda totale	Spostamenti/ora	200.528	210.299	210.299

Tabella 7-4: shift modale negli scenari simulati

Come si evince dalla Tabella 7-4, la realizzazione della nuovo sistema Metrobus comporta un incremento di utenza di 154 spostamenti/h rispetto alla domanda che utilizza il Trasporto Pubblico nello Scenario di Riferimento.

Nei paragrafi seguenti vengono riportati gli altri principali indicatori trasportistici, sempre riferiti all'intera area di studio, per gli scenari simulati:

- Scenario Attuale (2018);
- Scenario di Riferimento (2027);
- Scenario di Progetto (2027).

#### 7.4.1 La stima della domanda 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 7-5: 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 17.800 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 7-1: 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 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 7-6: indicatori sintetici di rete del Trasporto Pubblico

### 7.4.2 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
	ora di punta	51.677	52.364	52.300	-64
Monte ore (veic*h)	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 7-7: indicatori sintetici di rete del Trasporto Privato

Come si evince dalla Tabella 7-7, 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).

### 7.4.3 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% dalla riduzione del traffico privato (per un totale di 440.000 spostamenti).

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 7-2 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/Trebbio di Budrio, Massa Lombarda, Lugo, Budrio e Conselice.

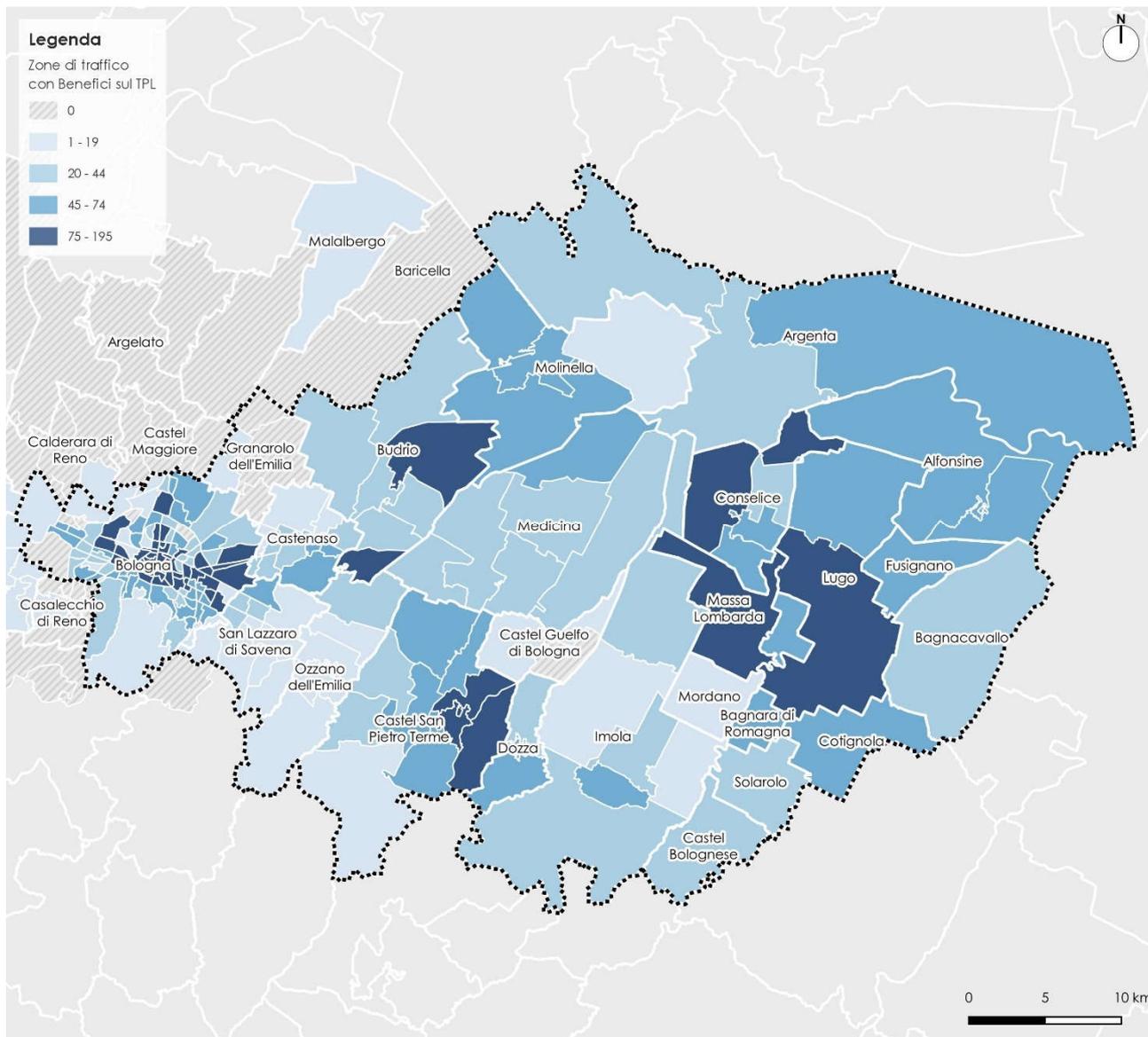


Figura 7-2: benefici ottenuti sulle zone di traffico in termini di shift modale

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%.

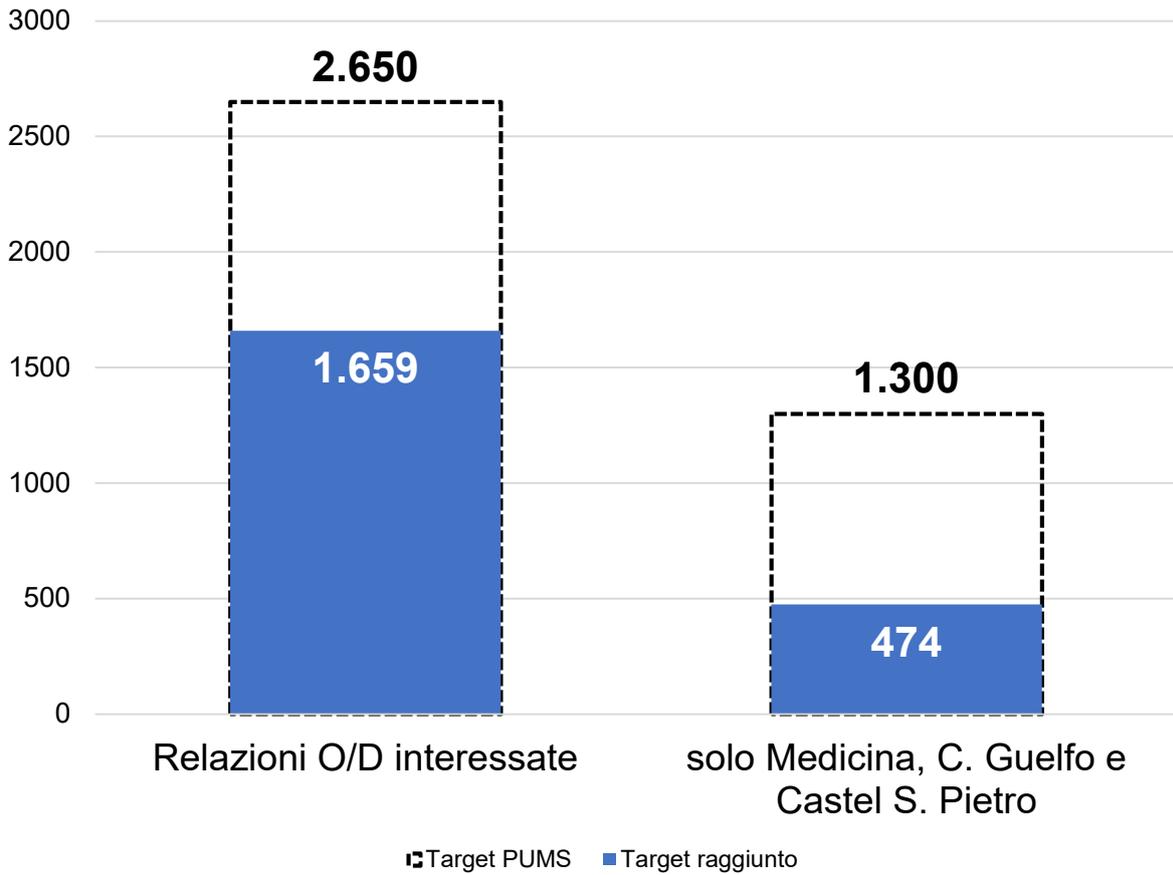


Figura 7-3: grado di raggiungimento dei target di shift modale da PUMS

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.

## 8 Offerta di progetto

### 8.1 Inquadramento dell'intervento nello scenario di PUMS

Come emerge chiaramente dallo studio trasportistico, la rete di TPL esistente dell'area di studio (cfr. Figura 8-1), ovvero lungo la dorsale costituita dalla SP 253 dal Centro di Mobilità di Medicina a Bologna, non presenta una gerarchizzazione funzionale né in termini di percorsi né di frequenze.

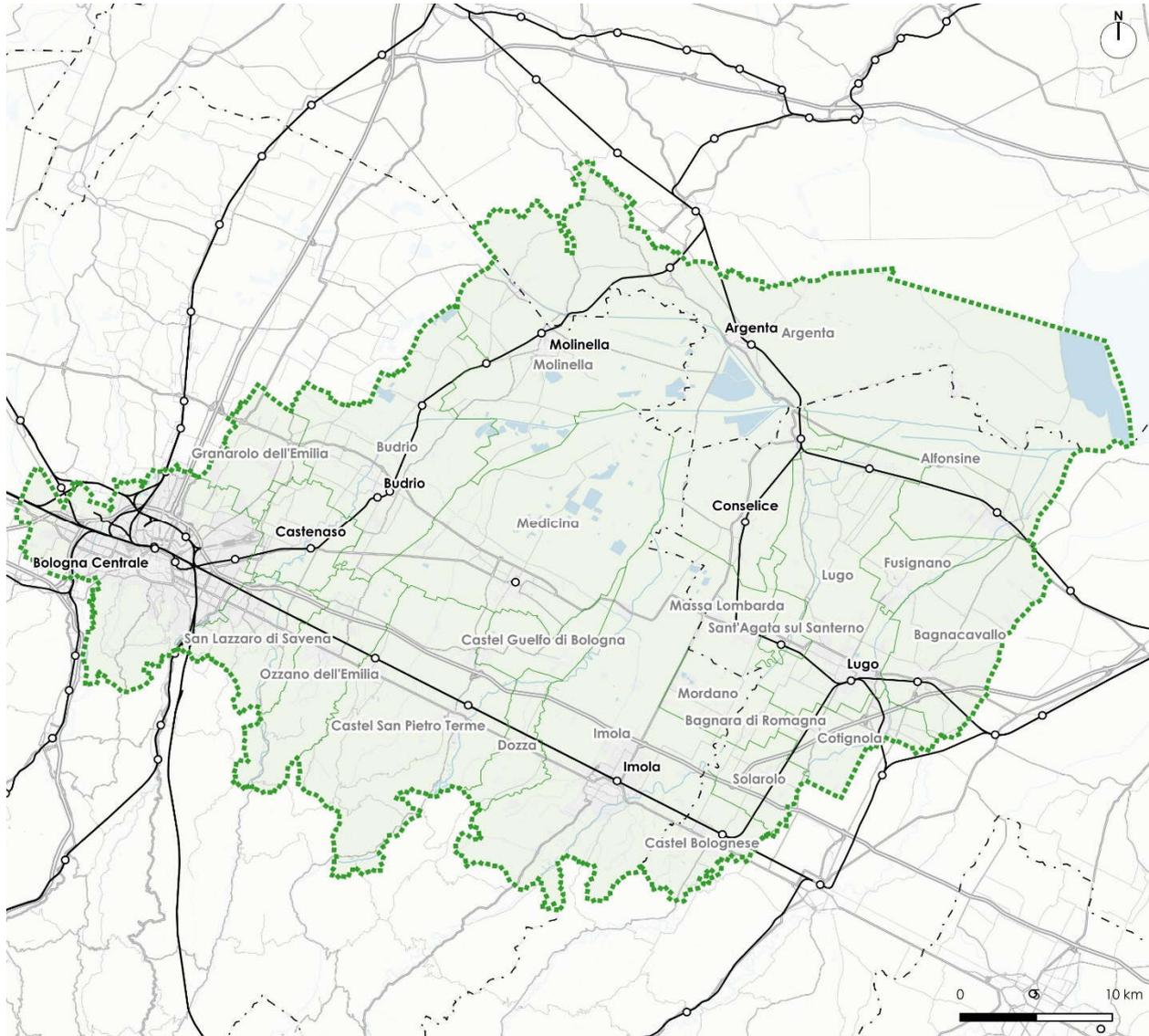


Figura 8-1: area di studio

Le analisi dei dati di mobilità relativi allo scenario di riferimento, anche in confronto con quello attuale, mostrano d'altro lato una significativa quota di domanda potenziale, laddove l'attuale sistema del trasporto pubblico copre una quota modale inferiore al 23%. Il valore cresce leggermente nello scenario di riferimento (cfr. Tabella 8.1).

Indicatore	Scenario Attuale (2018)	Scenario di Riferimento (2027)
Domanda (pax/hp)	45.906	49.145
Domanda (pax/gg feriale medio)	362.657	388.246
Domanda (pax/anno)	108.797.220	116.473.650

Tabella 8.1: dati di mobilità a confronto – scenario attuale vs. scenario di riferimento

D’altro lato, con specifico riferimento alle coppie O/D che ricadono nella “catchment area” del corridoio del trasporto pubblico lungo la SP “San Vitale”, si rileva come:

- la domanda potenziale, ovvero la somma della quota modale in auto e trasporto pubblico, è pari a circa 8.700 spostamenti/h;
- di questo, la quota modale relativa al solo trasporto pubblico è pari al 44%, dato superiore alla media della ripartizione modale d’area vasta;
- il 20% di tale valore è a sua volta riferito all’attuale linea 99, in servizio lungo il corridoio.

La Figura 8—2 rappresenta una assegnazione di tutta la domanda globale (trasporto pubblico + trasporto privato) sulla rete del TPL esistente e evidenzia, a livello puramente qualitativo, il fatto che la tratta della direttrice San Vitale compresa tra Bologna e Medicina è quella su cui insiste la domanda potenziale di gran lunga più consistente lungo il corridoio nell’intero ambito di studio

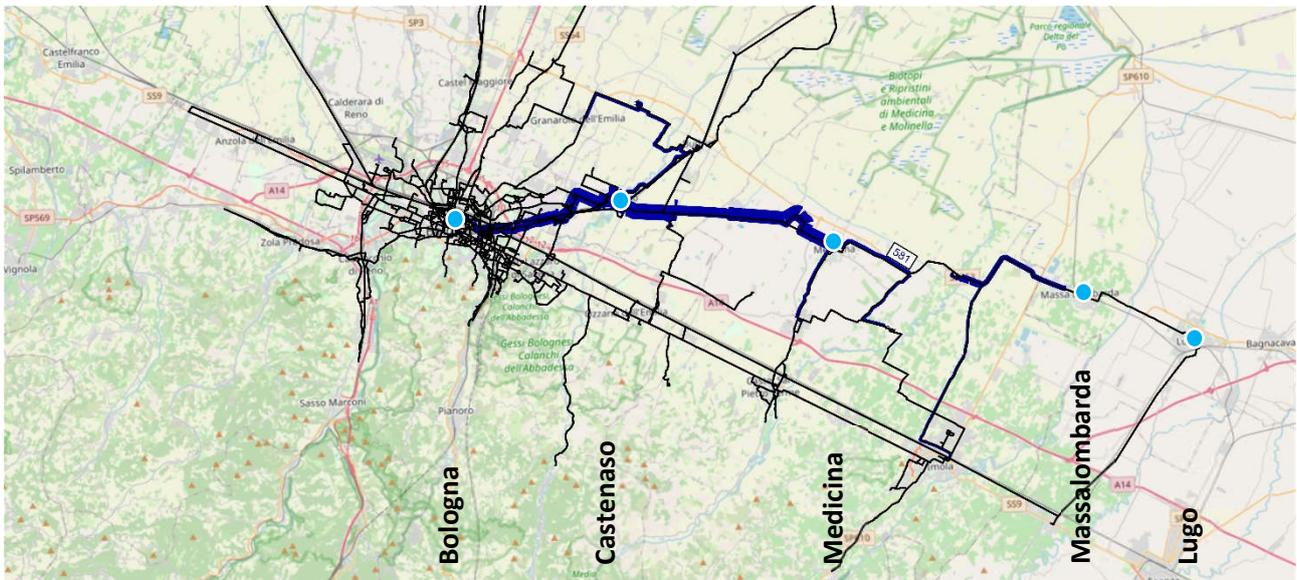


Figura 8—2: domanda potenziale (trasporto pubblico + trasporto privato) lungo il corridoio “San Vitale”

Ponendosi nell’ottica di offrire all’utenza un servizio più strutturato che possa contribuire ad un rilancio complessivo del ruolo del trasporto pubblico della Città metropolitana, emerge come la soluzione progettuale non può che confermare un **sistema Metrobus - BRT come quello in grado di concorrere in maniera tangibile alla funzione territoriale e all’attrattività del territorio**, in un’area che non è servita da un servizio forte e strutturato come il Servizio Ferroviario Metropolitano (SFM).

Stante i valori di domanda potenziale e di quota modale relativa al trasporto pubblico dello scenario di riferimento, anche laddove si immaginasse un servizio di trasporto di rango superiore in termini di capacità e prestazioni, la quota marginale di domanda eventualmente attratta non garantirebbe un saldo positivo tra costi di investimento e benefici attesi.

Chiaramente, l’inserimento di un sistema di busvia ad elevate prestazioni, compatibile con i fabbisogni di domanda potenziale stimati, deve altresì sottendere a una riorganizzazione generale che persegua l’obiettivo di massimizzare i benefici attesi e che potrà essere articolata secondo i seguenti punti:

- *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 tal senso, all'interno del perimetro delineato da quanto predetto e in coerenza con il percorso progettuale compiuto dalla Città metropolitana di Bologna, lo sviluppo della soluzione progettuale e le relative scelte in merito a tracciato, modello di esercizio e tecnologia hanno avuto l'obiettivo di individuare la soluzione più rispondente a tali fabbisogni secondo criteri di efficienza ed efficacia che devono caratterizzare intrinsecamente i servizi di trasporto che rispondono a Obblighi di Servizio Pubblico.

## 8.2 Sistema Metrobus

La progettazione del Sistema Metrobus sulla direttrice San Vitale si è articolata secondo le seguenti fasi:

- **individuazione dei fabbisogni** di servizi di trasporto, ovvero della cosiddetta "unmet demand" (domanda insoddisfatta), valutati sulla base di una analisi quali-quantitativa del contesto urbanistico, socioeconomico e trasportistico e di una analisi quantitativa della domanda di spostamento nelle sue caratteristiche spaziali, temporali, modali;
- **analisi delle possibili alternative progettuali**, in termini di tracciato, modello di esercizio, tipologia, sistema di trazione e allestimento del materiale;
- **valutazione quali-quantitativa delle alternative** rispetto alla cosiddetta "opzione 0", sulla base di criteri relativi ai diversi impatti che l'alternativa progettuale può avere sulla domanda, sulla rete dei servizi esistenti, sull'ambiente, sul patrimonio archeologico e artistico, sui costi, e più in generale secondo quanto già precedentemente evidenziato rispetto al significato di "sostenibile";
- **definizione del servizio di trasporto** che meglio risponde ai suddetti fabbisogni, in termini prioritariamente di prestazioni ovvero capacità, disponibilità, tracciato, prestazioni;
- **progettazione degli interventi infrastrutturali** in grado di garantire i livelli prestazionali attesi per il sistema.

Il Sistema Metrobus così sviluppato è un sistema di trasporto innovativo in cui i **servizi percorrono un "sistema infrastrutturato" che garantisce elevate prestazioni, riconoscibilità del servizio, elevata accessibilità alle fermate, concepite come vere e proprie "piattaforme" di accesso al sistema secondo un approccio "MaaS oriented" che favorisce la "user experience"**.

In particolare il Sistema Metrobus sulla direttrice S. Vitale sarà costituito da due linee portanti del Trasporto Pubblico Metropolitano:

- Metrobus AV (Alta Velocità), con corse che si svilupperanno sulla relazione metropolitana **Bologna-Medicina**, che effettueranno servizio solo nelle fermate principali, appositamente infrastrutturate per garantire alti livelli di accessibilità e confort, tempi ridotti di imbarco e una dotazione di servizi propria di un sistema portante (adeguati spazi di attesa, intermodalità, informazioni in tempo reale, ecc.), e che saranno effettuati con autobus elettrici snodati da 18 m, con allestimenti interni con una quota prevalente di posti a sedere.
- Metrobus AC (Alta Capacità), con corse che si svilupperanno sulla relazione suburbana **Bologna-Castenaso**, che effettueranno servizio in tutte le fermate extraurbane<sup>3</sup>, anche quelle non servite dal Metrobus AV, e che saranno effettuate con autobus elettrici snodati da 18 m, con allestimenti interni con una quota prevalente di posti in piedi.

## 8.3 Modello d'esercizio

L'offerta di trasporto garantita dal Sistema Metrobus è il risultato della sovrapposizione di due linee con caratteristiche in parte diverse e complementari, calibrate sulle esigenze di trasporto di ambiti diversi e in parte sovrapposti:

- il Metrobus AV offre elevate prestazioni ed elevate dotazioni di servizi ad un ambito extraurbano/metropolitano caratterizzato da uno sforzo di accessibilità al Trasporto Pubblico non azzerabile e fortemente interessato ad un collegamento rapido e frequente con il capoluogo metropolitano.
- il Metrobus AC offre un servizio più capillare ma sempre con alte dotazioni di servizi e prestazioni ad un ambito suburbano in cui l'accessibilità diretta al TPL rappresenta un valore aggiunto significativo stante i tempi di viaggio ridotti verso il principale polo attrattore che rimane il capoluogo metropolitano.

<sup>3</sup> In ambito urbano, il Metrobus AC servirà tutte le fermate attualmente servite dalle linee extraurbane.

### 8.3.1 Metrobus Alta Velocità Medicina - Bologna

Il servizio AV si sviluppa sulla relazione Medicina – Bologna, tra il Centro di Mobilità di Medicina e l'Autostazione di Bologna (a brevissima distanza dalla Stazione Centrale di Bologna, principale Centro di Mobilità dell'area metropolitana bolognese) percorrendo la direttrice San Vitale secondo l'itinerario più diretto tra i due capolinea.

Le corse Metrobus AV effettuano servizio solo nelle fermate principali, infrastrutturate per offrire livelli di servizi al passeggero superiori agli standard del TPL extraurbano. Le fermate previste per la linea Metrobus AV sono:

1. Centro di Mobilità di MEDICINA
2. Fermata BIVIO ROSSI
3. Fermata FASANINA
4. Fermata FOSSATONE
5. Fermata CANALETTI
6. Fermata TREBBO DI BUDRIO
7. Fermata CASTENASO STAZIONE
8. Fermata CASTENASO STELLINA
9. Fermata CA' DELL'ORBO
10. Fermata VILLANOVA
11. Fermata ROVERI
12. Fermata PIAZZA DEI COLORI
13. Fermata TANGENZIALE S. VITALE
14. Fermata RIMESSE
15. Fermata OSPEDALE S. ORSOLA ALBERTONI
16. Fermata PORTA S. DONATO
17. AUTOSTAZIONE

Il percorso ha uno sviluppo complessivo di 25,6 km e il tempo di viaggio previsto è di 40 minuti, per una velocità commerciale di circa 37 km/h.

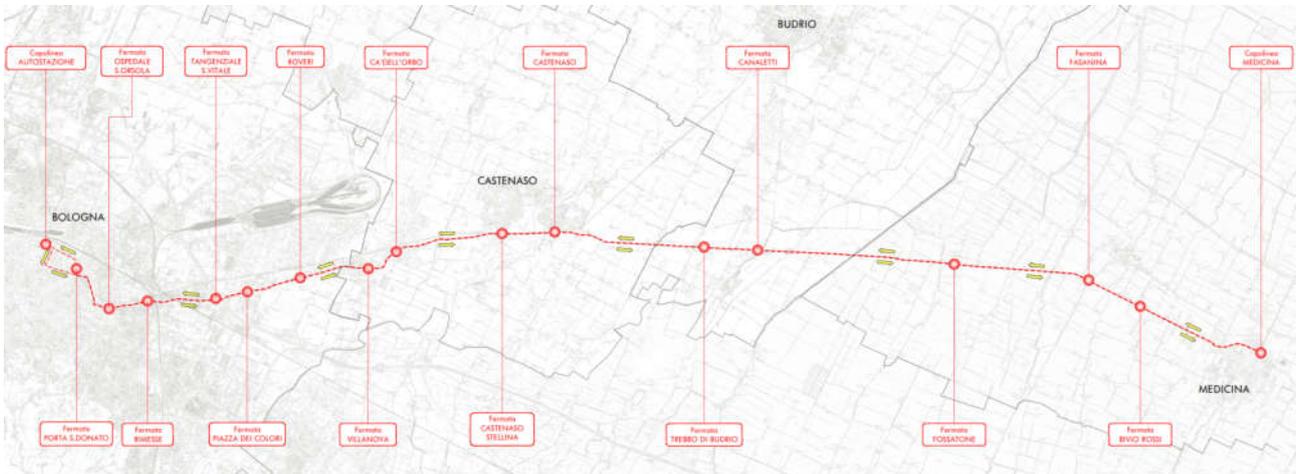


Figura 8-3. Schema di linea – Metrobus AV

Il modello d'esercizio di progetto prevede una estensione del servizio a 15,5 h/giorno e l'effettuazione di 43 corse/giorno/direzione, così ripartite:

- fascia di punta della mattina (2h): 6 corse/h/direzione
- fascia di punta della sera (2h): 4 corse/h/direzione
- fasce di morbida (11,5 h): 2 corse/h/direzione

In **Errore**. L'origine riferimento non è stata trovata. Figura 8-5 è riportato il modello d'esercizio completo mediante orario grafico.

### 8.3.2 Metrobus Alta Capacità Castenaso – Bologna

Il servizio AC si sviluppa sulla relazione Castenaso – Bologna, tra il capolinea di Castenaso Mazzini e l'Autostazione di Bologna. Il percorso segue la direttrice San Vitale, lungo il corridoio infrastrutturale condiviso con la linea AV, fino alla

località Ca' dell'Orbo per poi proseguire fino ad attraversare l'area urbana di Castenaso, bypassata dal tracciato più diretto della direttrice, fino ad attestarsi al capolinea Castenaso Mazzini.

Le corse Metrobus AC effettuano servizio in tutte le fermate del Metrobus AV e anche nel resto delle fermate servite dal servizio di TPL extraurbano ordinario. Di seguito l'elenco completo, in maiuscolo le fermate comuni al Metrobus AV:

1. Fermata Castenaso Mazzini
2. Fermata Castenaso Nasica
3. Fermata Castenaso Municipio
4. Fermata Frullo
5. Fermata Castenaso Centro Commerciale
6. Fermata Bargello Laghetto
7. Fermata Ca` Dell'Orbo Grandi
8. Fermata Ca` Dell'Orbo Zona Industriale
9. Fermata CA' DELL'ORBO
10. Fermata Villanova Tosarelli
11. Fermata VILLANOVA
12. Fermat Resto del Carlino
13. Fermata ROVERI
14. Fermata Caserma Chiarini
15. Fermata PIAZZA DEI COLORI
16. Fermata TANGENZIALE S. VITALE
17. Fermata Grattacielo
18. Fermata Parco
19. Fermata RIMESSE
20. Fermata Massarenti
21. Fermata OSPEDALE S. ORSOLA ALBERTONI
22. Fermata Bologna Zanolini
23. Fermata PORTA S. DONATO
24. Fermata Porta Mascarella
25. AUTOSTAZIONE

Il percorso ha uno sviluppo complessivo di 12,8 km e il tempo di viaggio previsto è di 36 minuti, per una velocità commerciale di circa 21 km/h.

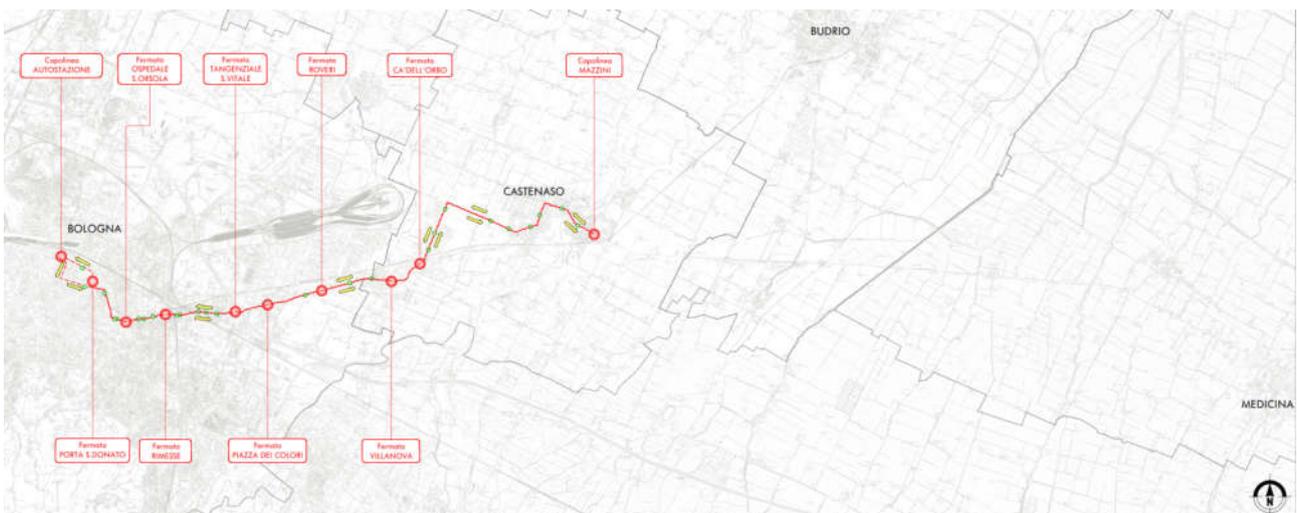


Figura 8-4: Schema di linea – Metrobus AC

Il modello d'esercizio di progetto prevede una estensione del servizio a 15 h/giorno e l'effettuazione di 34 corse/giorno/direzione, così ripartite:

- fascia di punta della mattina (2h): 4 corse/h/direzione
- fascia di punta della sera (2h): 2 corse/h/direzione

- fasce di morbida (11 h): 2 corse/h/direzione

In Figura 8-6 è riportato il modello d'esercizio completo mediante orario grafico.

### BOLOGNA AUTOSTAZIONE - MEDICINA CM

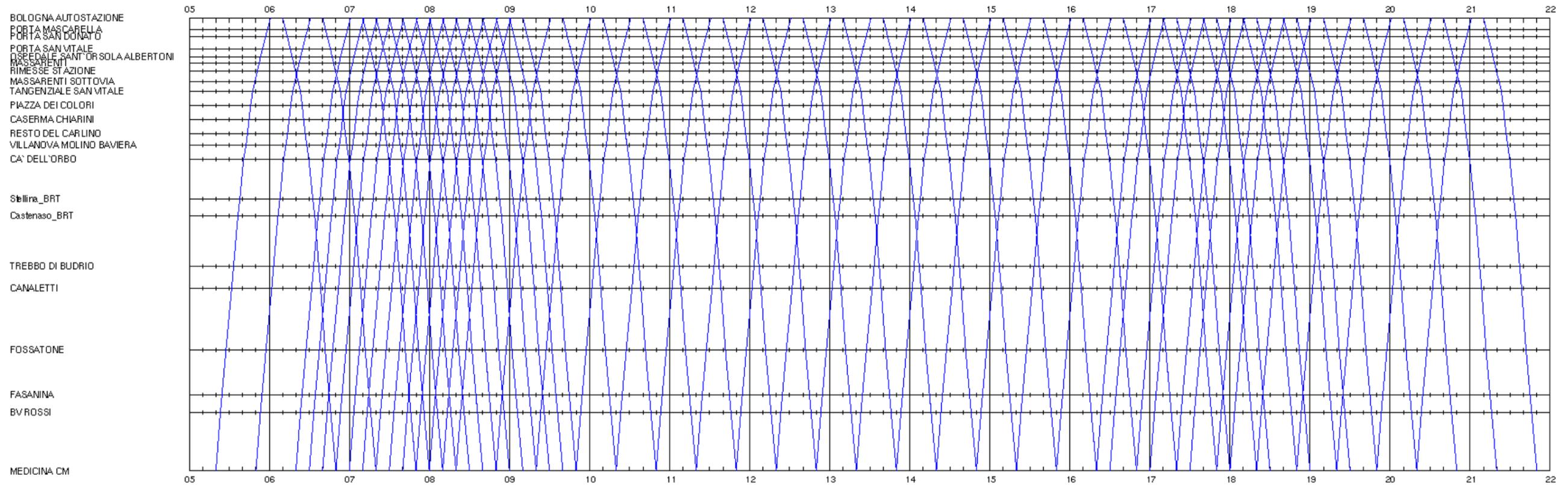


Figura 8-5: rappresentazione mediante orario grafico del modello d'esercizio previsto per la linea Metrobus AV

### BOLOGNA AUTOSTAZIONE - CASTENASO MAZZINI

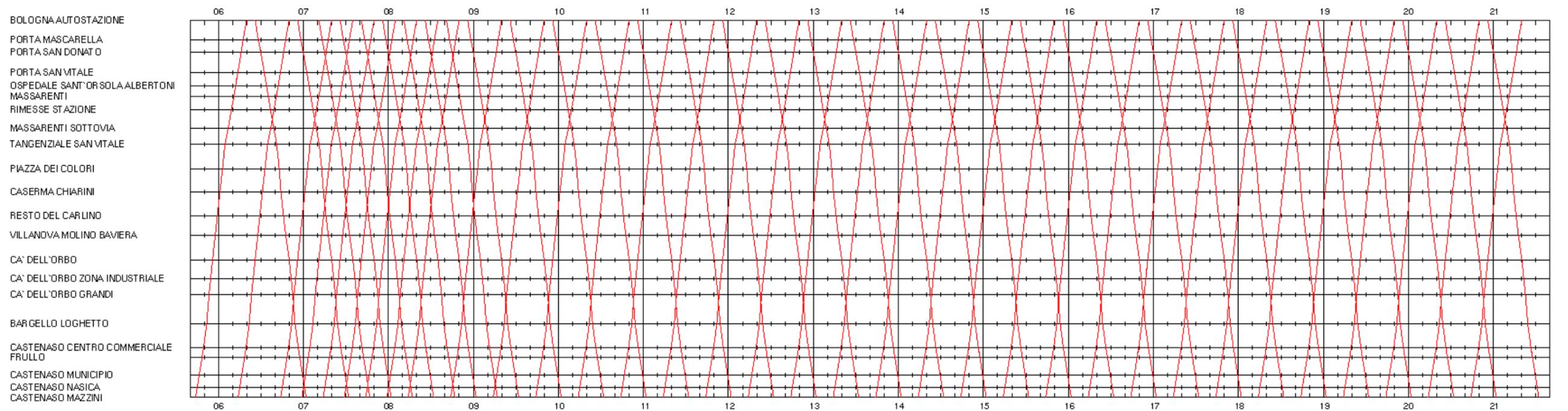


Figura 8-6: rappresentazione mediante orario grafico del modello d'esercizio previsto per la linea Metrobus AC



- 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.

Nell'ottica di offrire all'utenza un servizio più strutturato, rispetto a quello attuale, che possa contribuire ad un rilancio complessivo del ruolo del trasporto pubblico della Città metropolitana anche assicurando elevata velocità e capacità su una direttrice come quella tra Medicina e Bologna priva 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 (scarsa riconoscibilità, assenza di gerarchizzazione, mancanza di servizi di distribuzione internamente alle zone produttive, ecc.), 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.*

## 9 Cronoprogramma di realizzazione delle opere

L'entrata in servizio delle due linee Metrobus sulla direttrice San Vitale è prevista per il terzo trimestre del 2024.

Le fasi amministrative propedeutiche e di progettazione precedenti all'avvio dei lavori di costruzione dell'infrastruttura e di acquisizione dei mezzi sono previste a partire dal mese di marzo 2020, per concludersi entro il mese di agosto 2022.

La fase di realizzazione degli interventi infrastrutturali inizierà a settembre 2022 ed avrà una durata di 725 giorni, concludendosi entro agosto 2024. L'acquisizione dei mezzi necessari all'effettuazione dei servizi Metrobus avrà una durata stimata di 665 giorni e si svilupperà in parallelo ai lavori infrastrutturali tra ottobre 2022 e luglio del 2024.

Per i dettagli sul cronoprogramma delle fasi attuative di rimanda al Cronoprogramma delle fasi attuative (Elab. 0850P05-10010100-ATP001\_E00).

## 10 Quadro economico

A seguire viene presentato il quadro economico dell'intervento in cui sono indicati l'importo lavori, i costi di sicurezza e le somme a disposizione, per un importo totale di progetto pari a € 50.720.938,60.

Tipologia di costi	Voci di costo	Importi (euro)
LAVORI E ROTABILI	Opere civili	12 759 000,00
	Impianti civili	1 054 000,00
	Sistemi di comunicazione e sicurezza	3 544 000,00
	Impianti elettro-ferroviari	2 626 000,00
	Veicoli	14 940 000,00
	<b>CLR (COSTI LAVORI E ROTABILI)</b>	<b>34 923 000,00</b>
	Oneri della sicurezza	799 320,00
	<b>CLR + ONERI SICUREZZA</b>	<b>35 722 320,00</b>
SOMME A DISPOSIZIONE	Lavori preliminari e impianto cantiere	600 000,00
	Rilievi, accertamenti e indagini	178 611,60
	Allacciamenti a pubblici servizi	44 000,00
	Imprevisti	2 500 562,40
	Acquisizione aree o immobili e Indennizzi	1 315 000,00
	Accantonamento di cui all'articolo 106, comma 1 lettera a), del D.lgs. 50/2016	1 071 669,60
	Spese di cui all'articolo 24, comma 4 del D.lgs. 50/2016	-
	Spese di cui all'articolo 113, comma 4 del D.lgs. 50/2016	-
	Spese tecniche relative alla progettazione, alle necessarie attività preliminari, al coordinamento della sicurezza in fase di progettazione, alle conferenze dei servizi	899 235,00
	Spese tecniche relative alla direzione lavori e al coordinamento della sicurezza in fase di esecuzione, all'assistenza giornaliera e contabilità	799 320,00
	Incentivo di cui all'articolo 113, comma 2 del D.lgs. 50/2016, spese per attività tecnico-amministrative connesse alla progettazione, di supporto al responsabile del procedimento, e di verifica e di validazione	714 446,40
	Spese per attività tecnico-amministrative connesse alla progettazione, di supporto al responsabile del procedimento, e di verifica e di validazione di cui all'articolo 26 del D.lgs. 50/2016	107 166,96
	Spese per commissioni giudicatrici	1 000,00
	Spese per pubblicità e , ove previsto, per opere artistiche	2 800,00
	Spese per accertamenti di laboratorio e verifiche tecniche previste dal capitolato speciale d'appalto	178 611,60
	Collaudo tecnico-amministrativo, collaudo statico ed altri eventuali collaudi specialistici	299 745,00
<b>TOTALE SOMME A DISPOSIZIONE</b>	<b>8 712 168,56</b>	
IMPOSTE	I.V.A.	6 206 518,04
	Eventuali altre imposte e contributi dovuti per legge	79 932,00
	<b>TOTALE IMPOSTE</b>	<b>6 286 450,04</b>
<b>TOTALE I.V.A. INCLUSA</b>		<b>50 720 938,60</b>

## 11 Indicazioni per le successive fasi progettuali

Per l'approfondimento progettuale proprio delle successive fasi progettuali sarà necessario un affinamento del quadro conoscitivo dello stato dei luoghi mediante un rilievo topografico di dettaglio delle aree di intervento, che integri quello effettuato in questa fase mediante volo con drone e restituzione a partire dalle ortofoto realizzate sull'intero tracciato.

Analogamente, informazioni di maggior dettaglio dovranno essere acquisite in merito alle possibili interferenze con sottoservizi a rete. La procedura informativa che generalmente viene seguita nella fase di progettazione definitiva si dovrà svolgere secondo il seguente schema operativo:

- formazione di un elenco ampio di Gestori e/o Proprietari di reti tecnologiche e individuazione dei recapiti appropriati;
- trasmissione agli Enti gestori della planimetria riportante una fascia di ricerca di tracciati delle reti tecnologiche, nelle scale opportune, su supporto cartaceo o informatico;
- restituzione, da parte dei destinatari, delle informazioni richieste, ovvero della mappatura delle reti esistenti e delle eventuali prescrizioni per l'adeguamento alle opere di progetto;
- implementazione delle rappresentazioni grafiche ricevute ed elaborazione di un'apposita planimetria (Planimetria dello stato di fatto) riportante tutte le reti tecnologiche presenti nell'area oggetto dell'intervento;
- predisposizione, a cura del Committente dell'opera, della richiesta di preventivo di spesa da inoltrare a ciascun Ente Gestore; in mancanza di risposta da parte dell'Ente Gestore sono stati ipotizzati gli interventi di risoluzione delle interferenze riscontrate sulla base di esperienze pregresse, da confermare nelle successive fasi progettuali;
- definizione degli interventi di risoluzione delle interferenze ed elaborazione di apposita tavola progettuale (Planimetria di progetto) riportante modifiche e spostamenti ipotizzati.

Anche per quanto riguarda gli aspetti geologici, pur non avendo le analisi condotte in via preliminare ravvisato alcun impedimento alla realizzazione delle opere di progetto, sarà comunque necessaria e indispensabile, in fase di progettazione più avanzata, l'esecuzione di una campagna di indagini geognostiche e geofisiche mirate.

Per quanto riguarda gli aspetti ambientali, si riportano per le diverse componenti le relative indicazioni per le successive fasi di progettazione:

- **Ambiente idrico.** In relazione alle opere da realizzare in sotterraneo (il riferimento è ai sottopassi previsti in corrispondenza delle Fermate Castenaso e Castenaso Stellina), residuale, ma pur sempre potenziale, è il rischio d'interferenza con i corpi idrici sotterranei; tale rischio dovrà essere valutato nelle successive fasi di approfondimento progettuale.
- **Atmosfera.** La fase costruttiva comporta potenziali impatti, per quanto limitati e transitori, laddove si verifichi una aderenza degli interventi a bersagli sensibili. Nella fase successiva di progettazione, in cui il tema della cantierizzazione sarà meglio sviluppato, potrà essere elaborata una valutazione più accurata, finalizzata anche ad approfondire le strategie di mitigazione e definire, in corrispondenza degli eventuali bersagli maggiormente sensibili ed esposti, le opportune attività di monitoraggio.
- **Paesaggio.** Le analisi condotte hanno evidenziato una potenziale interferenza degli interventi previsti per la Fermata Trebbo di Budrio, nel Comune di Budrio, con una zona di interesse archeologico vincolata di cui all'art. 142, c.1, lettera m del D.lgs. n.42/2004; Stante il livello di approfondimento del progetto non è al momento possibile valutare se effettivamente tale interferenza sussista; si rimanda alle successive fasi progettuali la verifica della sua esistenza ed eventualmente della sua entità.

Inoltre si sottolinea che nello Studio di prefattibilità ambientale, al quale si rimanda (capitolo 10), sono stati individuati gli indirizzi nelle diverse fasi progettuali per l'adesione ai principi di sostenibilità richiesti dai Criteri Ambientali Minimi (in particolare DM 11/10/2017 *Servizi di progettazione e lavori per la nuova costruzione, ristrutturazione e manutenzione di edifici pubblici* per il Centro di Mobilità di Medicina; DM 8/5/2012 *Acquisizione dei veicoli adibiti al trasporto su strada* per l'acquisto dei bus dedicati al servizio Metrobus) in applicazione delle disposizioni previste dal Piano d'azione per la sostenibilità ambientale dei consumi nel settore della pubblica amministrazione ed in attuazione a quanto previsto all'art. 34 del Codice. In considerazione dell'oggetto del presente PFTE tali CAM dovranno essere applicati sì al progetto del Centro di Mobilità di Medicina, ma anche in estensione, si evidenzieranno i criteri potenzialmente applicabili alle opere civili di riqualificazione e infrastrutturazione previste lungo il corridoio Metrobus, affinché l'intero progetto risponda a principi di sostenibilità.

Infine si fa presente che la Città metropolitana di Bologna sta portando avanti contemporaneamente più procedure per giungere alla realizzazione delle linee Metrobus previste dal PUMS.

Non è possibile, in questa fase sapere se tutte le procedure in corso potranno giungere a conclusione positiva e con quali tempistiche e quindi quali effettive sovrapposizioni potranno verificarsi tra il presente progetto e quelli di altre linee

Metrobus. Ne consegue che il progetto è stato sviluppato senza tener conto, nel dimensionamento delle opere, delle altre progettazioni in corso. Ciò non di meno, nel caso in cui la realizzazione del sistema Metrobus sulla direttrice San Donato sia anticipata da quella di analoghi sistemi su un'altra delle direttrici individuate dal PUMS, una parte degli interventi previsti potrebbero essere ridimensionati o del tutto stralciati poiché già realizzati. I successivi livelli di progettazione dovranno aggiornare le indicazioni progettuali del presente PFTE tenendo conto di questo aspetto.

A mero titolo di esempio si indicano alcuni degli elementi il cui dimensionamento potrebbe necessitare di aggiornamento nel caso illustrato:

- centrale operativa per la gestione del traffico;
- sistema ITS per la gestione del sistema semaforico;
- numero degli impianti semaforici (intersezioni e/o attraversamenti pedonali) da integrare nel sistema di gestione del traffico;
- impianti di ricarica all'Autostazione di Bologna;
- impianti di ricarica nel deposito "Due Madonne".