

ALMA MATER STUDIORUM - UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

SCUOLA DI INGEGNERIA E ARCHITETTURA

DIPARTIMENTO DICAM

CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA CIVILE

TESI DI LAUREA

in

Teoria e Tecnica della Circolazione M

**IL SISTEMA FERROVIARIO METROPOLITANO
BOLOGNESE: STUDIO DELLE NUOVE STAZIONI DELLA
LINEA 6**

CANDIDATO
Domenico Aprigliano

RELATORE:
Prof. Luca Mantecchini

CORRELATORI
Ing. Donato Nigro
Arch. Sabrina Tropea
Ing. Elisa Conticelli

Anno Accademico 2012/13

Sessione III

INDICE

INTRODUZIONE	3
CAPITOLO 1	5
SFM: SERVIZIO FERROVIARIO METROPOLITANO	5
1.1 Gli accordi all'origine del progetto SFM	5
1.2 La rete SFM	12
1.3 Caratteristiche delle linee SFM	15
1.4 Le stazioni	21
CAPITOLO 2	31
LA LINEA 6 DEL SERVIZIO FERROVIARIO METROPOLITANO STAZIONE CENTRALE-FIERA	31
2.1 Introduzione	31
2.2 Caratteristiche della linea	33
2.3 Interventi necessari per la sua realizzazione	39
2.4 Possibili ulteriori sviluppi della linea verso il Caab	41
2.5 Fasi di lavoro	43
2.6 Stima dei costi di realizzazione del progetto	44
2.7 Confronto tra la linea SFM6 e la metrotranvia	44
CAPITOLO 3	47
ACCESSIBILITA' E RAPPORTO DEL SFM CON IL TERRITORIO	47
3.1 Aspetti generali	47
3.2 Studio dell'accessibilità e dei sistemi d'interfaccia	50
3.2.1 Analisi dell'accessibilità	50
3.2.2 Analisi dei sistemi di interfaccia	53
3.3 Il rapporto del SFM con il territorio	57
3.4 Strumento urbanistico di Bologna: PSC	59
3.4.1 Previsioni del PSC negli ambiti serviti dalle stazioni della Linea 6 del SFM	61
3.4.1.1 Fermata nuova sede comunale	63
3.4.1.2 Fermata CNR	65
3.4.1.3 Fermata Aldini	67
3.4.1.4 Fermata Fiera	69
3.4.2 Ulteriori approfondimenti sulle previsioni urbanistiche delle stazioni della linea 6 del SFM	72

3.5 Ambiti cittadini in via di sviluppo coinvolti dal sistema SFM6	77
CAPITOLO 4	79
ANALISI FERMATA ALDINI	79
4.1 Breve premessa	79
4.2 Destinazioni d'uso	80
4.3 Valutazione potenziali utenti	82
4.4 Viabilità	86
4.4.1 Percorsi ciclabili e pedonali	88
4.5 Integrazione con il trasporto pubblico locale	90
4.6 Possibili interventi per migliorare l'accessibilità	96
CAPITOLO 5	99
IL SISTEMA TRAM-TRENO	99
5.1 Definizione di Tram-Treno	99
5.2 I sistemi tram-treno	101
5.3 Scenari realizzativi	102
5.4 Principali ostacoli realizzativi	104
5.5 Materiale rotabile	106
5.5.1 Lo scartamento	106
5.6 L'armamento	108
5.7 Dinamica di marcia	111
5.8 Equipaggiamento a trazione	112
5.8.1 Azionamenti politensione	113
5.8.2 Azionamento ibrido	114
5.9 Accessibilità	116
5.9.1 Interfaccia veicolo-banchina	116
5.9.2 Funzionalità degli spazi interni	119
CAPITOLO 6	127
LA PROPOSTA DI TRAM-TRENO SULLA LINEA SFM6	127
6.1 Il progetto	127
6.2 Eventuali punti di criticità del progetto	133
6.3 Fermate del tracciato tranviario	135
6.4 Tempi di percorrenza	138
CONCLUSIONI	141
BIBLIOGRAFIA	143

INTRODUZIONE

Il panorama trasportistico bolognese è ricco di proposte, ma privo di iniziative in via di realizzazione per molteplici motivi, primi fra tutti i forti investimenti necessari e le problematiche tecnologiche connesse. Secondo recenti indagini gli spostamenti giornalieri, a Bologna, sono circa 1 milione e 400 mila, ma solo il 23% utilizza il mezzo pubblico. E se le previsioni di un aumento fino a 1 milione e 600 mila saranno confermate, si giungerà ad una situazione di drammatica criticità del sistema attuale. In particolare nel sistema ferroviario si prevede il raggiungimento dei 150 mila passeggeri al giorno, alcuni dicono addirittura 200 mila, dei quali la metà sfrutterebbero il SFM, ai quali si aggiungono i 200 mila previsti sul sistema Tper.

Il Servizio Ferroviario Bolognese (SFM) rappresenta il principale progetto di riequilibrio e di governo della mobilità e dei trasporti del bacino bolognese. L'obiettivo è la creazione di un sistema di trasporto pubblico su rotaia che serva per tutti gli spostamenti fra la città di Bologna e la provincia lungo le direttrici ferroviarie già esistenti. Il progetto è economico perché sfrutta l'infrastruttura ferroviaria e gli itinerari esistenti; infatti il SFM si fonda sulle 8 direttrici già esistenti che si dipartono radialmente da Bologna ed è organizzato su sei linee:

1. SFM 1: Porretta Terme – Marzabotto – Bologna C.le – Bologna S. Ruffillo - Pianoro – San Benedetto Val di Sambro/Castiglione dei Pepoli
2. SFM 2: Vignola – Bologna C.le – Budrio Centro– Portomaggiore
3. SFM 3: Poggio Rusco – Crevalcore – Bologna C.le – San Ruffillo
4. SFM 4: Ferrara – S. Pietro in Casale – Bologna C.le – Castel S. Pietro T. - Imola
5. SFM 5: Modena - Castelfranco Emilia – Bologna C.le
6. SFM 6: Bologna C.le – Fiera.

Nel presente lavoro di tesi, verrà dapprima valutato lo stato di attuazione del SFM, e dopo verrà analizzata nello specifico la linea SFM6 che ancora non risulta realizzata.

Il progetto riguarda la proposta di collegamento tra la Stazione centrale di Bologna e la Fiera, attraverso l'utilizzo della cintura ferroviaria di Bologna, attualmente utilizzata solo dal trasporto merci.

L'idea di un collegamento della Stazione Centrale con il Quartiere Fieristico si è posta da diversi anni all'attenzione delle Amministrazioni Locali e della Regione, nonché della Società BolognaFiera. Sulla linea di cintura esiste già una fermata "Fiera" che dovrà essere opportunamente potenziata.

L'obiettivo alla base dell'ipotesi di riutilizzo della linea di cintura non è solo quello di realizzare un servizio su sede propria tra Bologna C.le e la Fiera, ma anche di servire tramite un collegamento stabile una serie di insediamenti e di polarità dislocati lungo lo sviluppo del tracciato.

Infatti lungo la linea SFM6 la Provincia di Bologna ha già previsto la realizzazione di tre nuove fermate, denominate CNR, Aldini e Tecnapolo e l'adeguamento della Stazione Arcoveggio in direzione della nuova sede comunale e della Fiera.

Inoltre sulla linea si è anche già ipotizzato un possibile ulteriore prolungamento verso il Quartiere Pilastro, il Caab e la facoltà di agraria.

CAPITOLO 1

SFM: SERVIZIO FERROVIARIO METROPOLITANO BOLOGNESE

Il Servizio Ferroviario Metropolitano (SFM) rappresenta il principale progetto di riequilibrio e di governo della mobilità e dei trasporti del bacino bolognese. L'obiettivo è la creazione di un sistema di trasporto pubblico su rotaia che serva per tutti gli spostamenti fra la città di Bologna e la provincia lungo le direttrici ferroviarie già esistenti.

Uno dei principi fondamentali di funzionamento del servizio è rappresentato dall'orario cadenzato. Si tratta di un orario con passaggi dei treni ad intervalli costanti. L'orario di passaggio si ripete nell'ora e a tutte le fermate. Inoltre gli orari di tutte le linee sono tra loro integrati e coordinati per assicurare l'interscambio senza attese inutili. L'incrocio coordinato dei treni nelle fermate viene anche chiamato "rendez-vous".

Il progetto è economico, perché sfrutta l'infrastruttura ferroviaria e gli itinerari già esistenti; inoltre con l'introduzione dell'orario cadenzato viene ulteriormente migliorata l'economicità del sistema, poiché il materiale rotabile viene impiegato nel modo più efficace, i tempi morti si riducono ed i percorsi vengono ottimizzati.

1.1 Gli accordi all'origine del progetto SFM

L'idea della realizzazione di un sistema di servizi di trasporto ferroviari passanti a Bologna Centrale risale addirittura agli anni '80 ma di fatto l'origine degli accordi formali programmatici tra i vari enti territoriali e di trasporto interessati risale alla metà degli anni '90.

Il progetto nasce in occasione del confronto sulla linea veloce Milano-Bologna-Firenze tra il Gruppo FS il ministero dei Lavori Pubblici e gli Enti Pubblici Territoriali:

- Regione Emilia Romagna,
- Provincia di Bologna,
- Comune di Bologna.

Quest'ultima aveva previsto il tracciato dell' Alta Velocità in superficie nell' attraversamento di Bologna, ma gli Enti Locali richiesero il passaggio in sotterranea sia per evitare ulteriori fratture e barriere nel tessuto urbano, sia per aumentare la potenzialità dei binari di superficie, che una volta liberi dai treni a lunga percorrenza, potevano essere dedicati maggiormente ai servizi regionali e di bacino.

Il 29 luglio 1994, per dare seguito ad una convenzione siglata nel 1986 e all'Intesa di "Programma Direttore per l' Area Bolognese", viene siglata tra i cinque Soggetti sopra menzionati *"l' Intesa per la definizione di un nuovo assetto dei trasporti pubblici nell' Area metropolitana Bolognese"*.

L'intento generale di tale Intesa consiste nello stabilire le linee guida, gli interventi e gli impegni tecnici ed economici necessari alla realizzazione del nuovo sistema della mobilità dell'Area Metropolitana. In particolare l'accordo del 1994 prevedeva:

1. Centralità del trasporto ferroviario come mezzo "portante" della mobilità;
2. Integrazione e ottimizzazione dei servizi ferroviari e delle relative infrastrutture;
3. Coordinamento tra i singoli soggetti coinvolti ed assunzione di impegni tecnici e finanziari (a tal fine viene istituito tra i soggetti un Comitato per il Coordinamento del nodo di Bologna).

La realizzazione del progetto viene suddivisa in tre orizzonti temporali, stabiliti in base alle previsioni dei lavori per il completamento della linea ad Alta velocità, ovvero:

1. *breve periodo (1994-1995).*
2. *medio periodo (2000-2001)*
3. *lungo periodo e assetto finale 2004-2005*

L'assetto di breve periodo prevede:

primo cadenzamento a partire dall'orario estivo del 1995 sulla direttrice Bologna - S. Pietro in Casale-Galliera, con intensificazione del livello di servizio a 30' tra S. Giorgio di Piano e Bologna; contestuale revisione del servizio di linea ATC in funzione dei necessari livelli di interscambio e di attestamento della rete ATC in corrispondenza delle stazioni; realizzazione entro aprile 1995 del sottopassaggio della stazione Castel Maggiore e di Corticella.

L'assetto di medio periodo (ovvero ad avvenuta realizzazione del quadruplicamento Veloce) è caratterizzato da:

la fine dei lavori di ristrutturazione del nodo ferroviario di Bologna, il cadenzamento con frequenza a 30' di tutti i servizi ferroviari entro un raggio di percorrenza di 25' lungo le principali direttrici gestite dalle FS (S. Giovanni P., S. Giorgio di Piano, C.S. Pietro T., Pianoro,

Sasso Marconi e Anzola) con servizi interconnessi diretti e passanti a Bologna C.le; il cadenzamento base di 60' sulle restanti fermate; la realizzazione delle adeguate condizioni di accessibilità per le stazioni e le fermate interessate; la riorganizzazione del trasporto pubblico su gomma; la riapertura della ferrovia Casalecchio – Vignola e suo collegamento con la stazione di Bologna C.le e previsione di passante ferroviario suburbano Vignola – Casalecchio – Portomaggiore.

L'assetto finale di riferimento è rappresentato da:

il rafforzamento delle frequenze da 30' a 15' in prossimità del nodo di Bologna; il cadenzamento 30'-60' entro i confini provinciali, ed intensificazione nelle ore di punta in funzione della corrispondente domanda potenziale calibrata in base ai risultati ottenuti nel medio periodo.

Si può quindi osservare come i tempi previsti da tale intesa siano ampiamente slittati.

L'accordo prevede anche che i costi per la realizzazione del SFM vengono così divisi:

1. FS, TAV e Ministero dei lavori Pubblici : costi di investimento per le infrastrutture di linea e di stazione, e per il materiale rotabile;
2. Enti Locali (non vengono fissate le singole competenze di ogni Ente): costi per interventi accessori su stazioni e fermate.

Il 17 luglio 1997 viene sottoscritto tra Comune di Bologna, Provincia di Bologna, Regione Emilia- Romagna, Ministero dei trasporti, FS e società TAV *“L'accordo Attuativo ed Integrativo all'Intesa per la definizione di un nuovo assetto dei trasporti pubblici nell'Area Metropolitana Bolognese del 29 luglio 1994”*.

L'Accordo stabilisce più concretamente i contenuti del progetto, la certezza di alcune fonti di finanziamento e i tempi di realizzazione.

I contenuti dell' accordo del 1997 per la realizzazione del progetto SFM sono :

1. Costruzione di 22 nuove fermate ferroviarie: 7 nel comune di Bologna e 15 nel resto della provincia di cui 7 sulle ferrovie Bologna – Vignola e Bologna – Portomaggiore;
2. Adeguamento delle stazioni esistenti con finanziamenti a carico di FS e del Ministero dei Trasporti e a carico degli Enti Locali per le opere complementari e l'accessibilità delle fermate;
3. Raccordo della ferrovia Casalecchio – Vignola nella ferrovia Porrettana e quindi alla stazione centrale di Bologna a carico di FS e TAV;
4. Doppio binario sulla linea Bologna – Verona a carico di FS;
5. Ammodernamento delle ferrovie Casalecchio – Vignola e Bologna – Portomaggiore a carico del Ministero dei Trasporti;

6. Acquisto di nuovo materiale rotabile a trazione elettrica con costi a carico della Regione (fondi nazionali trasferiti alla Regione);
7. Interventi accessori alle stazioni: adeguamento viabilità automobilistica, ciclabile e pedonale intorno alle fermate, parcheggi, depositi bici (a carico degli Enti Locali: Regione, Provincia e Comuni).

Il 19 giugno 2007 viene sottoscritto un nuovo Accordo sul SFM da parte di Regione, Provincia, Comune di Bologna e gruppo FS dovuto alla necessità di rivedere le condizioni e gli impegni per completare ed aggiornare l'Intesa del 1994 e il successivo Accordo Attuativo del 1997.

Non essendo firmato dal Governo esso pone ancora problemi per il reperimento delle risorse finanziarie agli interventi non ancora finanziati.

L'Accordo del 2007, nel prendere atto di un allungamento dei tempi di realizzazione, ridefinisce i nuovi orizzonti temporali per l'attuazione del progetto, prevedendo tre fasi attuative:

1. *Assetto Intermedio* : servizio da attuare entro l'orario di servizio 2008-2009;
2. *Assetto Base* : servizio cadenzato e passante da attuare pienamente, contestualmente al completamento dei lavori della nuova linea e della nuova stazione AV/AC per la fine del 2011;
3. *Assetto Potenziato* : ulteriore sviluppo del servizio SFM, da programmare e valutare in relazione a una prevedibile crescita dell'utenza, a partire dal 2015.

L' *assetto intermedio* prevede:

- l'attuazione della linea passante SFM4, S. Pietro in C. – Bologna – Imola con cadenzamento regolare a 30' sulla tratta S. Pietro in Casale – Imola;
- un cadenzamento pieno e regolare sulla linea Porretta – Bologna, attestata a Bologna C.le P.le Ovest, a 30' minuti sulla tratta Bologna – Marzabotto ed a 60' sulla tratta Marzabotto – Porretta con potenziamenti nelle ore di punta su quest'ultima tratta ed effettuazione delle fermate di Casalecchio Garibaldi su tutti i treni;
- un potenziamento del servizio sulla tratta Poggio Rusco – Bologna;
- un cadenzamento regolare a 60' con potenziamenti nelle ore di punta a 30' sulla tratta Castelfranco E. – Bologna, prevedendo la sospensione della fermata di Lavino;
- un miglioramento della linea Bologna – Prato in termini quantitativi e qualitativi, compatibilmente con i limiti di capacità della linea;
- il completamento delle nuove fermate di Pian di Macina e Mazzini entro il 2008, e la loro attivazione entro la fine del 2009;

- il potenziamento a 30' del servizio sulle due ferrovie regionali Bologna – Vignola e Bologna – Portomaggiore;
- l'interramento della ferrovia Bologna – Portomaggiore in ambito urbano di Bologna.

L'assetto base prevede:

- l'adeguamento infrastrutturale e tecnologico del nodo e della stazione centrale di Bologna, compreso il ripristino di tutti i binari in superficie;
- la realizzazione e l'adeguamento delle stazioni Zanardi, Prati di Crapara, S. vitale, Anzola, S. Ruffillo e Fiera;
- il riesame della fermata Aeroporto, da denominarsi Borgo Panigale – Scala, limitando la sua realizzazione alla linea Bologna – Milano in relazione al nuovo progetto del People Mover stazione C.le di Bologna – Aeroporto, in modo da assicurare un adeguato servizio per il quartiere Borgo Panigale;
- il riesame dell'opportunità dell'adeguamento della stazione di Lavino;
- il non adeguamento della stazione di S. Benedetto val di Sambro, in quanto non più strettamente necessario all'esercizio previsto del SFM.

L'assetto potenziato prevede un potenziamento dell'assetto base, ed in particolare l'introduzione di ulteriori treni veloci a servizio delle tratte lunghe con cadenzamento base di 60'. Viene anche prevista la realizzazione di una nuova fermata denominata Toscanella di Dozza sulla linea Bologna – Imola e delle nuove fermate Aldini e CNR sulla linea Bologna – Fiera.

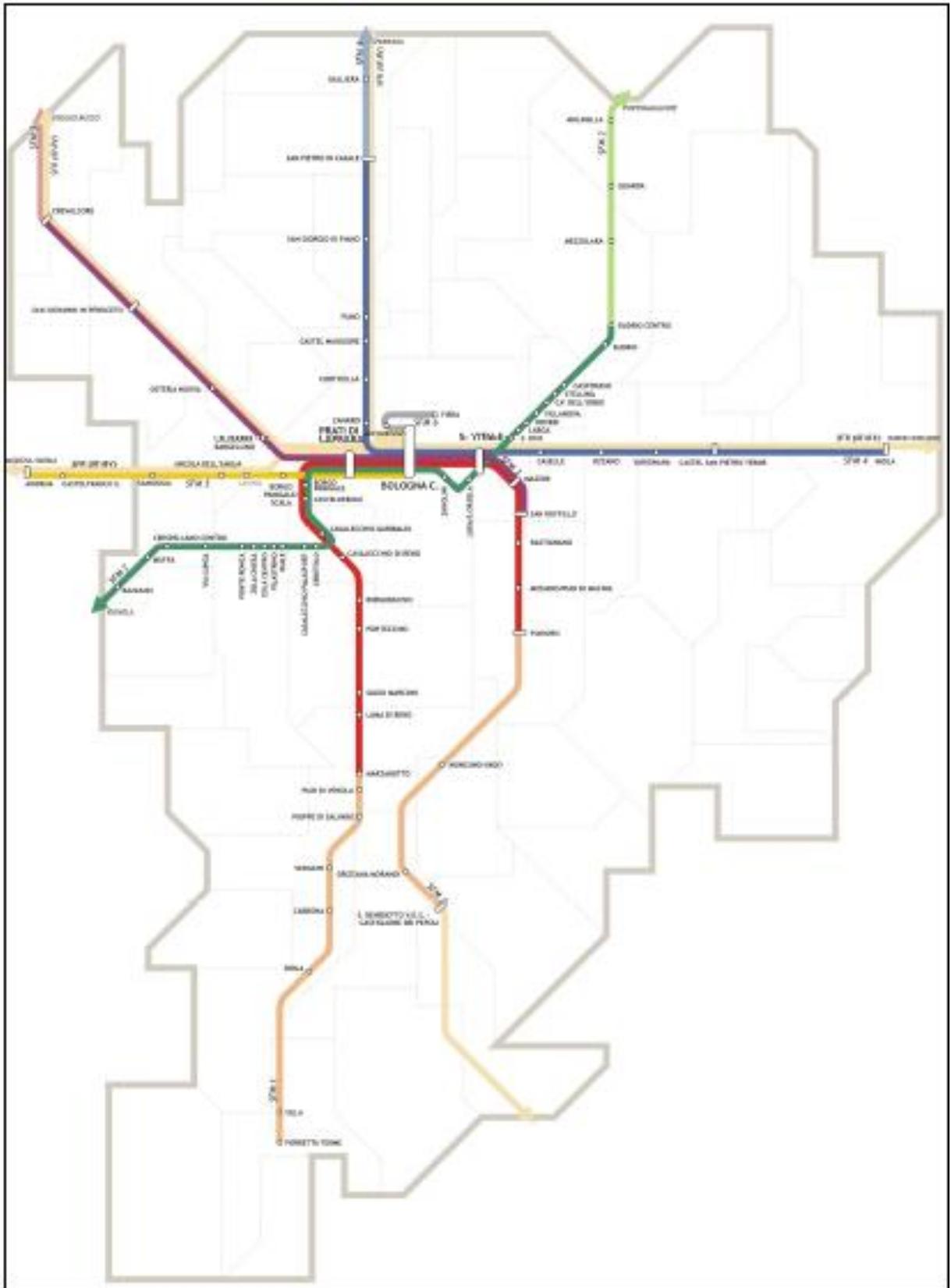
Tale assetto potenziato si correla anche ad un modello di esercizio del SFM maggiormente caratterizzato come servizio di ambito metropolitano.

In tale Accordo viene anche prevista una possibile nuova fonte per reperire le risorse finanziarie necessarie al SFM, ovvero, che le risorse derivanti dai pedaggi aggiuntivi per l'accesso al sistema autostradale - tangenziale di Bologna (road-pricing) vengano destinate al Servizio Ferroviario Metropolitano bolognese.

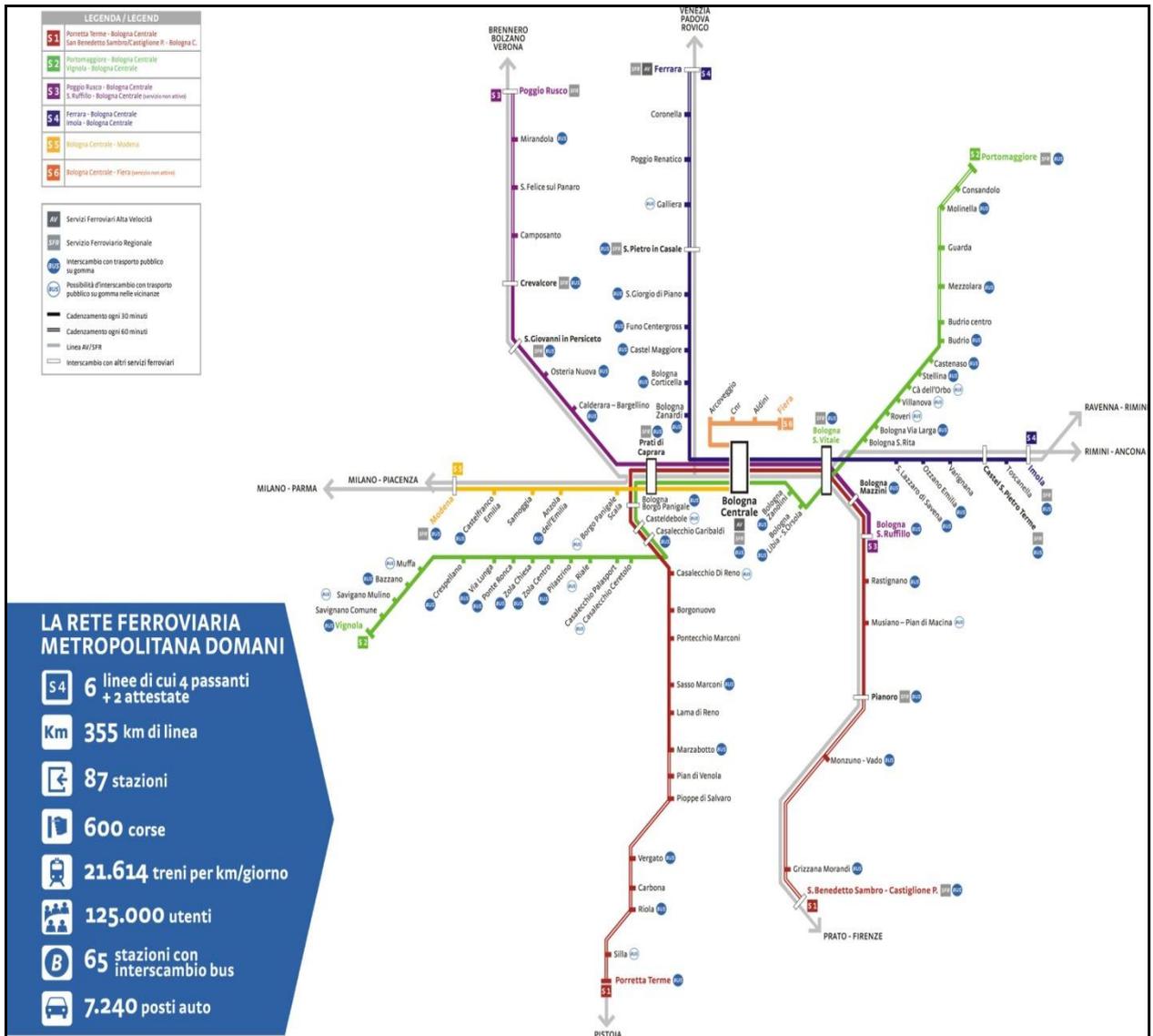
Facendo un punto sull'attenzione degli Accordi, si osserva che i tempi sono ampiamente slittati in quanto il completamento dell'assetto base al momento è previsto dopo il 2015; delle 22 nuove fermate ad oggi ne risultano completate 17, mentre le stazioni riqualificate sono 28 sulle 37 previste.

Inoltre sono stati modificati alcuni terminali delle linee.

Nelle successive pagine vengono riportate le mappe della rete SFM relative all'assetto base e all'assetto potenziato.



Mappa della rete SFM nell'assetto base



Mappa della rete SFM nell'assetto potenziato

1.2 La rete SFM

Il SFM si fonda sulle 8 direttrici ferroviarie già esistenti che si dipartono radialmente da Bologna:

	LINEA	PROPRIETARIO	GESTORE
1	Bologna – Milano	RFI	TI
2	Bologna – Verona	RFI	TI - Tper
3	Bologna – Padova	RFI	TI - Tper
4	Bologna – Rimini	RFI	TI – Tper
5	Bologna – Prato	RFI	TI
6	Bologna – Porretta Terme	RFI	TI
7	Bologna – Portomaggiore	FER	Tper
8	Bologna – Vignola	FER	Tper

Sulle 8 linee ferroviarie (6 delle FS e 2 in concessione) che convergono sulla stazione centrale di Bologna da tutte le direzioni circoleranno, oltre ai treni nazionali e regionali, anche treni di interesse metropolitano.

La rete interessata è lunga circa 350 chilometri, di cui 280 nella Provincia di Bologna (278 km di rete RFI e 72 Km di rete regionale). La rete SFM partendo dalla stazione centrale si estenderà con un raggio di circa 25-30 chilometri percorribili in 30-45 minuti.

Uno degli obiettivi della riorganizzazione dei servizi è quello di creare linee passanti e non più attestate tutte nella stazione di Bologna centrale, così da ridurre le necessità di interscambio.

Nel progetto, quattro delle sei linee SFM sono state pensate per essere passanti, e quindi dopo aver raggiunto la stazione centrale di Bologna proseguono nella direzione opposta a quella di provenienza:

- **SFM 1: Porretta – Marzabotto – Bologna – Pianoro – San Benedetto**, che risulterà dall'unione delle attuali linee Bologna-Porretta e Bologna-Prato;
- **SFM 2: Vignola – Bologna – Budrio – Portomaggiore**, unione delle attuali linee Bologna-Vignola e Bologna-Portomaggiore;
- **SFM 3: Poggio Rusco – Bologna – Bologna S. Ruffillo**, sulle attuali linee Bologna-Verona e Bologna-Prato;
- **SFM 4: Ferrara – S. P. in Casale – Bologna – Imola**, sulle attuali linee Bologna-Ferrara-Venezia S.L. E Bologna-Rimini/Ravenna;

Le altre due linee saranno invece ancora attestate a Bologna C. le:

- **SFM 5: Modena – Bologna C.le**, sulla attuale linea Bologna-Piacenza;
- **SFM 6: Bologna C. le – Fiera**, costituita dalla linea di cintura, utilizzata attualmente solo per il trasporto merci.

I servizi passanti hanno diversi pregi.

La presenza di linee ferroviarie passanti, infatti permette spostamenti veloci attraverso l'area urbana di Bologna ed inoltre i treni passanti servono fermate urbane di Bologna poste su diversi assi della città e quindi svolgono un'importante funzione di distribuzione e collegamento con l'area urbana ampia, diversamente raggiungibile solo tramite i tram.

Inoltre la stazione di Bologna centrale viene fortemente alleggerita dalla creazione dei servizi passanti, che in genere attraversano l'impianto su un binario occupandolo solo per pochi minuti necessari alla sosta.

Presupposto per il buon funzionamento dei servizi passanti, e più in generale del SFM, è una elevata affidabilità e regolarità del servizio. Infatti con i servizi passanti le perturbazioni d'esercizio si propagano anche all'altra direttrice collegata, generando irregolarità di circolazione con conseguenza a catena sul servizio.

Per la bontà e l'affidabilità del servizio l'elemento più decisivo è la qualità dei collegamenti tra le linee piuttosto che la velocità di circolazione; per questo motivo i principi fondamentali e qualificanti a cui fa riferimento per questo aspetto del progetto SFM sono l'orario cadenzato ed il coordinamento con il Servizio Ferroviario Regionale (SFR).

Le caratteristiche dell'orario cadenzato possono essere così riassunte:

- le circolazioni sono raggruppate in missioni (dette anche famiglie) di treni, i quali circolano ad intervalli regolari, che possono essere a cadenza semi-oraria, oraria, bioraria, ecc.;
- per ogni missione (e per la sua corrispondente in senso inverso) coincidono sempre: percorso, politica di fermata, tempi di percorrenza, gli stessi minuti di partenza e arrivo in tutte le stazioni servite;
- l'incrocio tra convogli di una stessa famiglia avviene sempre in un punto individuato della rete e in un momento ben preciso (punto di simmetria).

Per i viaggiatori il vantaggio principale è la migliore leggibilità degli orari, mentre la ripetitività del servizio nell'arco della giornata potrà garantire la facilità di spostamento; in quanto ciò permetterà di parlare di Orario Cadenzato Coordinato (Integrato) per tutto il bacino, ovvero gli orari di tutte le linee saranno tra di loro integrati e coordinati con quelli dei bus, per assicurare

l'interscambio senza attese inutili (l'incrocio coordinato dei treni nelle fermate viene anche chiamato "*rendez-vous*").

Ogni linea del SFM prevede un cadenzamento semi-orario (alla mezz'ora) tra i capilinea interni ed orario (ogni 60 minuti) verso quelli esterni. Con la sovrapposizione delle linee, in prossimità del nodo di Bologna, si otterrà una frequenza ogni 15/7,5 minuti.

L'orario, così pensato, coprirà tutte le necessità di movimento degli utenti, non solo il pendolarismo lavorativo o scolastico, ma anche gli spostamenti legati al tempo libero ed a esigenze varie. Per queste ragioni il servizio, durante i giorni lavorativi, verrà svolto dalle ore 6.00 alle ore 21.00 mantenendo un cadenzamento costante. Nei giorni feriali e nelle ore notturne, in assenza di grossi flussi pendolari, il servizio si ridurrà, passando a cadenzamenti orari e bi-orari, ma continuando a garantire un servizio regolare e frequente.

Inoltre su 5 delle 8 direttrici ferroviarie attuali, che si diramano dalla stazione centrale di Bologna, ovvero sulle linee a doppio binario, sono previsti, oltre al servizio metropolitano, ulteriori servizi a carattere regionale, costituenti il Servizio Ferroviario Regionale (SFR).

Tali relazioni sono caratterizzate da corse oggi denominate generalmente RV (Regionali Veloci), che collegano i principali centri della Regione con le destinazioni di maggiore interesse, anche fuori dei confini regionali. Si tratta delle direttrici:

- Piacenza – Bologna c.le
- Bologna c.le – Ancona
- Bologna c.le – Venezia S.L.
- Bologna c.le – Verona P.N. (Brennero)
- Bologna c.le – Prato

L'interscambio tra SFR e SFM è di norma previsto presso la località terminale del cadenzamento a 30' e 60' dei treni metropolitani.

Altra funzione rivestono le stazioni di Bologna c.le, Prati di Caprara e S. Vitale-Rimesse, vere e proprie porte d'accesso al sistema ferroviario bolognese, in quanto in queste stazioni è possibile l'interscambio sia tra più direttrici SFM, sia tra SFM e SFR.

Molto importante risulta essere anche l'integrazione tra le varie modalità di trasporto così da poter utilizzare facilmente più mezzi per compiere gli spostamenti.

Si è tenuto conto anche che vi sono utenti che si muovono a piedi ed in bicicletta; per loro sono stati realizzati percorsi comodi, il più possibile diretti con aree di parcheggio e deposito in prossimità delle stazioni.

E' stato inoltre adeguatamente considerato l'interscambio con l'auto privata prevedendo parcheggi in prossimità delle stazioni.

Per quanto riguarda l'integrazione con il Trasporto Pubblico Locale, il progetto SFM prevede che i percorsi e gli orari dei bus saranno riorganizzati in modo tale da garantire, nei nodi principali, condizioni ottimali di trasporto (rendez-vous). I sistemi Treno SFM-bus appariranno al passeggero, nell'assetto definitivo, perfettamente integrati per quanto riguarda gli orari (orario cadenzato), le infrastrutture (corrispondenza delle stazioni SFM con le fermate dei tram e dei bus) e l'organizzazione delle tariffe mediante l'introduzione di un sistema tariffario per zone, valido per tutti i mezzi di trasporto pubblico.

1.3 Caratteristiche delle linee SFM

Il SFM è organizzato su 6 linee:

7. SFM 1: Porretta Terme – Marzabotto – Bologna C.le – Bologna S. Ruffillo - Pianoro – San Benedetto Val di Sambro/Castiglione dei Pepoli
8. SFM 2: Vignola – Bologna C.le – Budrio Centro– Portomaggiore
9. SFM 3: Poggio Rusco – Crevalcore – Bologna C.le – San Ruffillo
10. SFM 4: Ferrara – S. Pietro in Casale – Bologna C.le – Castel S. Pietro T. - Imola
11. SFM 5: Modena - Castelfranco Emilia – Bologna C.le
12. SFM 6: Bologna C.le – Fiera.

SFM 1: Porretta Terme – Marzabotto – Bologna C.le – Bologna S. Ruffillo - Pianoro – San Benedetto Val di Sambro/Castiglione dei Pepoli - (Prato)

FERROVIA BOLOGNA - PISTOIA	
<i>Lunghezza della linea</i>	59 km da Bologna centrale a Porretta Terme
<i>Caratteristiche della linea</i>	2 binari (Bo-Casal.), 1 binario (Casal.-Pistoia)
<i>Trazione</i>	Elettrica a corrente continua 3000 V
<i>Pendenza massima</i>	16 per mille (Bo-Porretta), 25 per mille (Porretta-Pistoia)
<i>Distanziamento</i>	Blocco elettrico automatico a correnti fisse (Bo-Casalecchio), blocco automatico contaassi (Casalecchio-Pistoia)
<i>Programma di servizio previsto:</i>	a regime: un treno ogni 30' fino a Marzabotto e uno ogni 60' fino a Porretta
<i>Innesto con la linea SFM2</i>	Stazione di Casalecchio Garibaldi
<i>Stazioni e Fermate</i>	Bologna Centrale Prati di Caprara (da realizzare) Borgo Panigale Casteldebole Casalecchio Garibaldi Casalecchio Ronzani Borgonuovo Pontecchio M. Sasso Marconi Lama di Reno Marzabotto Pian di Venola Pioppe di Salvaro Vergato Carbona Riola Silla

	Porretta Terme
FERROVIA BOLOGNA - PRATO	
<i>Lunghezza della linea</i>	41 km da Bologna centrale a S. Benedetto Sambro - Castiglione P.; 81 km fino a Prato
<i>Caratteristiche della linea</i>	Doppio binario
<i>Trazione</i>	Elettrica a corrente continua 3000 V
<i>Pendenza massima</i>	18 per mille
<i>Distanziamento</i>	Blocco elettrico automatico a correnti codificate con ripetizione segnali in macchina
<i>Programma di servizio previsto:</i>	a regime: un treno ogni 30' fino a Pianoro e uno ogni 60' fino a Prato
<i>Innesto con la linea SFM3</i>	Stazione di San Ruffillo
<i>Stazioni e Fermate</i>	Bologna Centrale S. Vitale (in corso di realizzazione) Mazzini (nuova) San Ruffillo Rastignano (nuova) Pian di Macina (da realizzare) Pianoro Nuovo Monzuno - Vado Grizzana S. Benedetto Sambro - Castiglione P.

Cadenzamento: dalle 6.00 alle 21.00 ai 30' fino a Marzabotto e a 60' fino a Porretta, quest'ultimo prolungato sino alle 24.00, con servizio regolare in tutte le fermate/stazioni.

Sono inoltre previsti potenziamenti nelle ore di punta della mattina e del tardo pomeriggio.

Cadenzamento dalle 6.00 alle 24.00 ai 30' fino a Pianoro e a 60' fino a S. Benedetto Sambro/Castiglione P., con servizio in tutte le fermate/stazioni. Sono inoltre previsti potenziamenti nelle ore di punta.

SFM 2: Vignola – Bologna C.le – Budrio Centro – Portomaggiore

FERROVIA BOLOGNA - CASALECCHIO - VIGNOLA	
<i>Lunghezza della linea</i>	24 km da Vignola a Casalecchio e 34 km da Vignola a Bologna C.le
<i>Caratteristiche della linea</i>	2 binari (Bo-Casal.), 1 binario (Casal.-Vign.)
<i>Trazione</i>	Elettrica a corrente continua 3000 V (da attivare, al momento Diesel)
<i>Pendenza massima</i>	23 per mille
<i>Distanziamento</i>	Blocco elettrico automatico a correnti fisse (Bo-Casalecchio), blocco automatico contaassi (Casalecchio-Vignola)
<i>Programma di servizio previsto:</i>	a regime: un treno ogni 30' fino a Vignola
<i>Innesto con la linea SFM1</i>	Stazione di Casalecchio Garibaldi
<i>Stazioni e Fermate</i>	Bologna Centrale Prati di Caprara (da realizzare) Borgo Panigale

	Casteldebole Casalecchio Garibaldi Ceretolo Casalecchio Palasport Riale Pilastrino (nuova, interscambio con bus e auto) <i>Zola Chiesa (nuova)</i> Zola Centro (nuova) Ponte Ronca Via Lunga (nuova) Crespellano Muffa (nuova) Bazzano Savignano Mulino (Modena) Savignano Comune (Modena) Vignola (Modena)
FERROVIA BOLOGNA - PORTOMAGGIORE	
Lunghezza della linea	47 km da Bologna C.le a Portomaggiore
Caratteristiche della linea	Semplice binario
Trazione	Elettrica a corrente continua 3000 V (<i>da attivare, al momento Diesel</i>)
Pendenza massima	18 per mille (30 per mille tratto in uscita Zanolini provvisorio)
Distanziamento	Blocco automatico conta-assi
Programma di servizio previsto:	A regime: un treno ogni 30' fino a Budrio; uno ogni 60' fino a Portomaggiore
Interscambio con le linee SFM1 - SFM3 - SFM4	Fermata di S. Vitale
Stazioni e Fermate	Bologna Centrale Zanolini (oggi S. Vitale) <i>S.Orsola-Via Libia (da realizzare)</i> S. Vitale (oggi Rimesse da ristrutturare) S. Rita Via Larga Roveri Villanova Cà dell'Orbo Stellina Castenaso Budrio Budrio Centro Mezzolara Guarda Molinella Consandolo (Ferrara) Portomaggiore (Ferrara)

Cadenzamento: dalle 6.00 alle 21.00 ai 30' fino a Vignola ed a 60' dalle 21.00 alle 24.00, con servizio in tutte le fermate/stazioni. I convogli previsti saranno tutti a trazione elettrica.

Cadenzamento dalle 6.00 alle 24.00 ai 30' fino a Budrio e a 60' fino a Portomaggiore, con servizio in tutte le fermate/stazioni. Sono inoltre previsti potenziamenti nelle ore di punta.

SFM 3: Poggio Rusco – Crevalcore – Bologna C.le – San Ruffillo

FERROVIA BOLOGNA - VERONA	
<i>Lunghezza della linea SFM</i>	59 km da Bologna Centrale a Poggio Rusco
<i>Caratteristiche della linea</i>	2 binari (Bo-Poggio Rusco), 1 binario (Poggio Rusco-Nogara)
<i>Trazione</i>	Elettrica a corrente continua 3000 V
<i>Pendenza massima</i>	7 % per mille
<i>Distanziamento</i>	Blocco elettrico automatico a correnti fisse
<i>Programma di servizio previsto:</i>	A regime: un treno ogni 30' fino a Crevalcore e uno ogni 60' fino a Poggio Rusco
<i>Interscambio con le linee SFM1 - SFM2</i>	Fermata di <i>Prati di Caprara</i> , stazione di Bologna C.le e fermata di San Vitale
<i>Interscambio con la linea SFM4</i>	Fermata di San Vitale
<i>Interscambio con la linea SFM5</i>	Fermata di Prati di Caprara
<i>Stazioni e Fermate SFM</i>	Bologna Centrale <i>Prati di Caprara (da realizzare)</i> <i>Bargellino (da realizzare)</i> Osteria Nuova San Giovanni in Persiceto Crevalcore Camposanto (Modena) San Felice sul Panaro (Modena) Mirandola (Modena) Poggio Rusco (Mantova)
TRATTO SULLA FERROVIA BOLOGNA - PRATO	
<i>Lunghezza della linea SFM</i>	7 km da Bologna Centrale a San Ruffillo; 83 km fino a Prato
<i>Caratteristiche della linea</i>	Doppio binario
<i>Trazione</i>	Elettrica a corrente continua 3000 V
<i>Pendenza</i>	18 per mille
<i>Distanziamento</i>	Blocco elettrico automatico a correnti codificate con ripetizione segnali in macchina
<i>Programma di servizio previsto:</i>	a regime: un treno ogni 30' fino a San Ruffillo
<i>Innesto con la linea SFM1</i>	Stazione di Bologna C.le
<i>Stazioni e Fermate SFM</i>	Bologna Centrale <i>S. Vitale (in corso di realizzazione)</i> <i>Mazzini (nuova)</i> San Ruffillo

Cadenzamento; dalle 6.00 alle 21.00 ai 30' fino a Poggio Rusco, con servizio in tutte le fermate/stazioni. Sono inoltre previsti potenziamenti nelle ore di punta ed il servizio cadenzato orario in serata fino alle 24.00.

SFM 4: Ferrara – S. Pietro in Casale – Bologna C.le – Castel S. Pietro T. - Imola

FERROVIA BOLOGNA - FERRARA	
<i>Lunghezza della linea</i>	47 km da Bologna a Ferrara
<i>Caratteristiche della linea</i>	Doppio binario
<i>Trazione</i>	Elettrica a corrente continua 3000 V
<i>Pendenza massima</i>	10 per mille
<i>Distanziamento</i>	Blocco elettrico automatico a correnti codificate con ripetizione dei segnali in macchina
<i>Programma di servizio previsto:</i>	a regime: un treno ogni 30' fino a San Pietro in Casale e uno ogni 60' fino a Ferrara
<i>Interscambio con le altre linee SFM</i>	Stazione di Bologna C.le
<i>Stazioni e Fermate</i>	Bologna Centrale Zanardi (da realizzare) Corticella Castelmaggiore Funò San Giorgio di Piano San Pietro in Casale Galliera Poggio Renatico (Ferrara) Coronella (Ferrara) Ferrara
FERROVIA BOLOGNA - RIMINI	
<i>Lunghezza della linea</i>	35 km da Bologna Centrale a Imola
<i>Caratteristiche della linea</i>	Doppio binario
<i>Trazione</i>	Elettrica a corrente continua 3000 V
<i>Pendenza massima</i>	7 per mille
<i>Distanziamento</i>	Blocco elettrico automatico a correnti codificate con ripetizione dei segnali in macchina
<i>Programma di servizio previsto:</i>	a regime: un treno ogni 30' fino a Imola
<i>Interscambio con le linee SFM1 - SFM2 - SFM3</i>	Stazione di S. Vitale
<i>Interscambio con la linea SFM5</i>	Stazione di Bologna C.le
<i>Stazioni e Fermate</i>	Bologna Centrale S. Vitale (nuova da attivare) S. Lazzaro (nuova) Ozzano Varignana Castel S. Pietro Imola

Cadenzamento: dalle 6.00 alle 24.00 ai 30' fino a S. Pietro in Casale e a 60' fino a Ferrara, con servizio in tutte le fermate/stazioni. Sono inoltre previsti potenziamenti nelle ore di punta.

Cadenzamento dalle 6.00 alle 24.00 ai 30' fino a Imola, con servizio in tutte le fermate/stazioni. Sono inoltre previsti potenziamenti nelle ore di punta.

SFM 5: Modena - Castelfranco Emilia – Bologna C.le

FERROVIA BOLOGNA - MILANO	
<i>Lunghezza della linea</i>	25 km da Bologna Centrale a Castelfranco Emilia
<i>Caratteristiche della linea</i>	Doppio binario
<i>Trazione</i>	Elettrica a corrente continua 3000 V
<i>Pendenza massima</i>	6 per mille
<i>Distanziamento</i>	Blocco elettrico automatico a correnti codificate con ripetizione dei segnali in macchina
<i>Programma di servizio previsto:</i>	a regime: un treno ogni 30' fino a Modena
<i>Innesto su tutte le altre linee SFM</i>	Stazione di Bologna Centrale
<i>Iterscambio con e linee SFM1 - SFM2 - SFM3</i>	Fermata di Prati di Caparra
<i>Stazioni e Fermate</i>	Bologna Centrale Prati di Caparra (da realizzare) Borgo Panigale Scala (da realizzare) Lavino (sospesa) Anzola Samoggia Castelfranco (Modena) Modena

Cadenzamento: dalle 6.00 alle 21.00 ai 30' fino a Modena, con servizio in tutte le fermate/stazioni. In serata il cadenzamento diverrà orario fino alle 24.00.

SFM 6: Bologna C.le – Fiera (da realizzare)

FERROVIA BOLOGNA - MILANO	
<i>Lunghezza della linea</i>	5,2 km da Bologna Centrale a Fiera
<i>Caratteristiche della linea</i>	Singolo binario dedicato alla linea 6
<i>Programma di servizio previsto:</i>	a regime: un treno ogni 10/15'
<i>Innesto su tutte le altre linee SFM</i>	Stazione di Bologna Centrale
<i>Stazioni e Fermate</i>	Bologna Centrale Nuova sede comunale CNR (da realizzare) Aldini (da realizzare) Tecnopolo (da valutare se realizzare) Fiera (da potenziare)

1.4 Le stazioni

Altra componente fondamentale del progetto SFM bolognese è rappresentata dalle stazioni, che costituiscono non solo i punti di accesso e qualificazione dell'intero sistema, ma anche i luoghi di scambio con le altre modalità di trasporto. Per questo si è valutato come le stazioni esistenti dovevano essere adeguate e dove era essenziale realizzarne nuove per servire meglio il territorio. Il SFM non è limitato al confine provinciale perché tiene conto anche del reale bacino dell'area metropolitana bolognese.

Delle 87 stazioni previste ne sono infatti localizzate 73 nel territorio provinciale, di cui 16 nel comune di Bologna, mentre le restanti 14 ricadono nelle Province di Modena, Ferrara e Mantova.

Le nuove stazioni previste sono 22, di cui 7 nel comune di Bologna e 15 nel restante territorio provinciale.

Altro punto qualificante risulta essere l'elevato numero di stazioni situate nel comune di Bologna, le quali, tra le esistenti e quelle di nuova realizzazione, a completamento di tutti gli interventi, sono, come si è detto, 16; ciò favorirà fortemente l'accesso alla città dalle otto direttrici, e secondariamente potrà soddisfare anche una parte delle esigenze di spostamento interno alla città.

Per le stazioni esistenti è stato previsto il loro adeguamento alle nuove esigenze trasportistiche e urbanistiche come, per esempio, l'innalzamento delle banchine per facilitare la salita e la discesa ai treni e la realizzazione di sottopassaggi ciclo-pedonali per aumentare la sicurezza dei viaggiatori e anche per migliorare l'accessibilità di pedoni e ciclisti.

Le 22 nuove stazioni, di cui 17 già completate sono:

1. Borgo Panigale scala (da realizzare)
2. Calderara – Bargellino
3. Casalecchio Garibaldi – Meridiana
4. Casalecchio Palasport
5. Casteldebole
6. Ceretolo
7. Funo – Centergross
8. Libia – S.Orsola (da realizzare)
9. Mazzini
10. Musiano – Pian di Macina
11. Osteria Nuova
12. Ozzano dell'Emilia

13. Pian di Venola
14. Pilastrino
15. Prati di Caprara (da realizzare)
16. Rastignano
17. S. Vitale – Rimennese (da realizzare)
18. S. Lazzaro di Savena
19. Via Lunga
20. Zanardi (da realizzare)
21. Zola centro
22. Zola Chiesa

La localizzazione delle nuove stazioni è stata scelta tenendo conto delle caratteristiche del contesto urbano, in modo da incrementarne l'attrattività e la comodità.

Le fermate possono in effetti generare flussi di pedoni, elemento di sicuro interesse per l'apertura di attività commerciali. Inoltre la presenza di un flusso permanente di persone più o meno a tutte le ore della giornata assicura una forma di controllo sociale molto importante per la sicurezza dei luoghi.

Le nuove fermate ferroviarie poste sulle linee di proprietà RFI sono caratterizzate tutte dalla completa unitarietà architettonica e formale, derivante dalla presenza di elementi progettati ad hoc dall'architetto Giovanni Rebecchini, tipizzati in un abaco appositamente creato nel 1994.

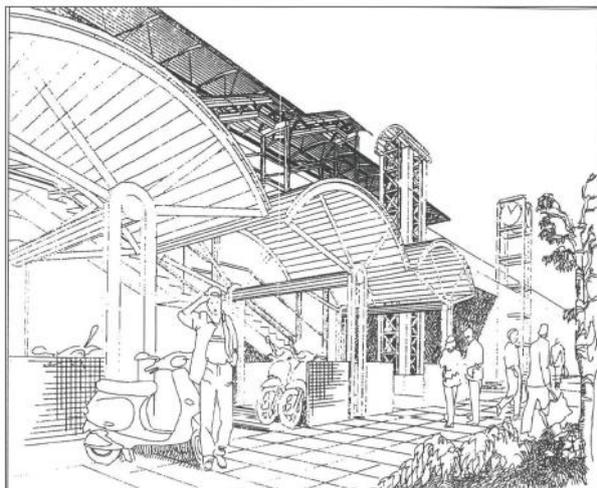
Gli elementi previsti nell'Abaco sono:

- la pensilina di fermata;
- le scale dei sottopassaggi;
- gli ascensori;
- le rampe ciclo-pedonali;
- la torre dei servizi con l'orologio;
- la panchina e le ringhiere.

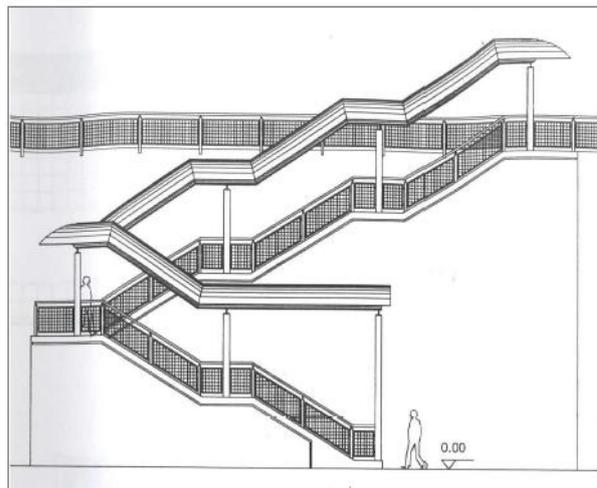
L'abaco dell'architetto Rebecchini per il SFM bolognese contempla anche l'uso di uno specifico colore azzurro (RAL 5024 per le coperture e RAL 5009 per le strutture), che con gli anni è diventato l'elemento veramente caratterizzante le nuove stazioni realizzate sulle linee RFI.

Purtroppo l'elemento di copertura delle pensiline progettato nell' abaco è risultato di difficile assemblaggio e quindi a volte sono stati realizzati dei manufatti diversi dall'originale.

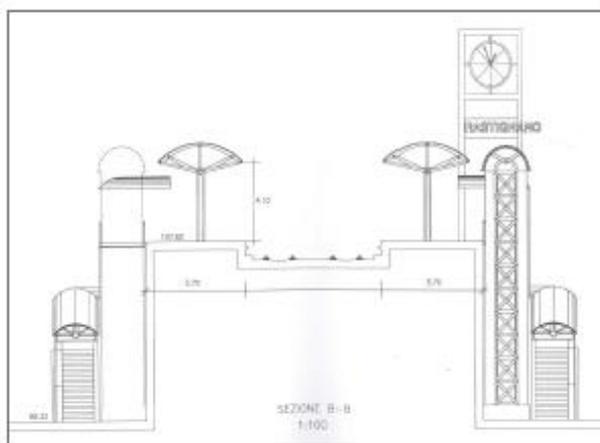
Nella pagina seguente vengono riportati gli abachi di riferimento.



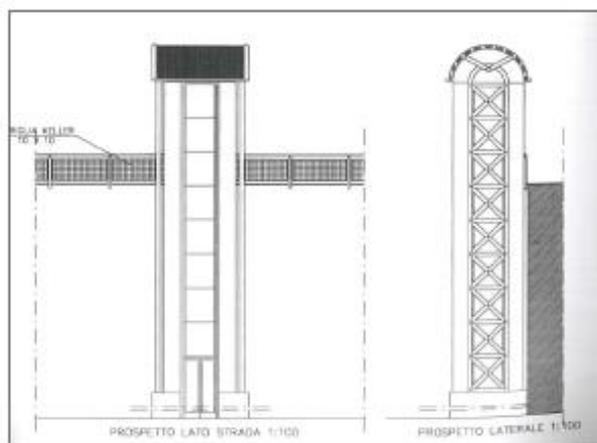
Abaco – fermata tipo 1



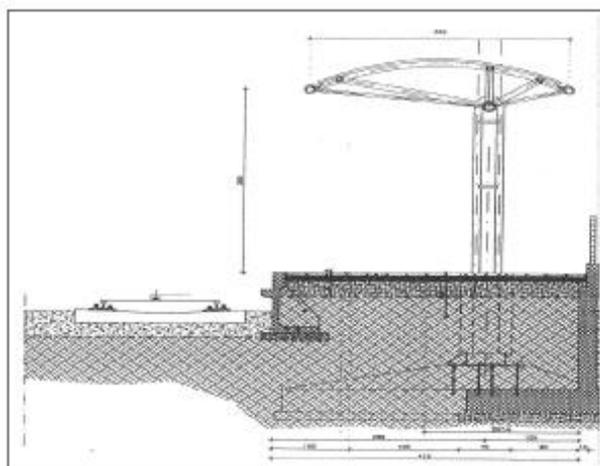
Abaco – fermata tipo 2



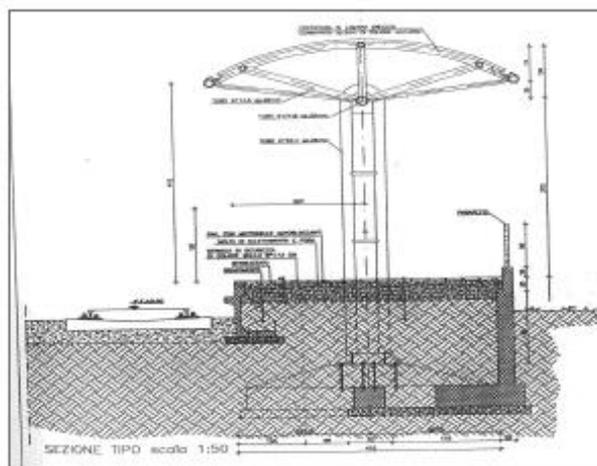
Abaco – tipologia accessi 1



Abaco – tipologia accessi 2



Abaco – tipologia pensilina 1



Abaco – tipologia pensilina 2

Le stazioni riqualificate

La riqualificazione delle stazioni nasce, principalmente, dalla necessità di adeguarle ed ammodernarle secondo i principi del SFM.

A ciò si è aggiunta l'esigenza, per le linee gestite da RFI, di uniformare le stazioni allo standard SFM.

Nella Provincia di Bologna sono stati programmati interventi su 37 stazioni, di cui 26 di proprietà di RFI e 11 di FER, come si può osservare dalla seguente tabella.

STAZIONE/FERMATA	COMUNE	LOCALIZZAZIONE				RIQUALIFICATE		DA RIQUALIFICARE
		PROPRIETÀ LINEA	COM BOLOGNA	PROVINCIA	FUORI PROVINCIA	prima del 2004	dal 2004 al 2010	
ANZOLA DELL'EMILIA	ANZOLA DELL'EMILIA	RFI		X			x	
BAZZANO	BAZZANO	FER		X			x	
BOLOGNA CENTRALE	BOLOGNA	RFI	X	X				x
BORGOPANIGALE	BOLOGNA	RFI	X	X		x		
BORGONUOVO	SASSO MARCONI	RFI		X				x
BUDRIO	BUDRIO	FER		X			x	
BUDRIO CENTRO	BUDRIO	FER		X			x	
CASALECCHIO DI RENO	CASALECCHIO DI RENO	RFI		X				x
CASTEL MAGGIORE	CASTEL MAGGIORE	RFI		X			x	
CASTEL S. PIETRO TERME	CASTEL S. PIETRO TERME	RFI		X		x		
CASTENASO	CASTENASO	FER		X			x	
CORTICELLA	BOLOGNA	RFI	X	X		x		
CREPELLANO CENTRO	CREPELLANO	FER		X			x	
CREVALCORE	CREVALCORE	RFI		X		x		
FIERA	BOLOGNA	RFI	X	X				x
GALLIERA	GALLIERA	RFI		X			x	
LAMA DI RENO	MARZABOTTO	RFI		X			x	
MONZUNO-VADO	MONZUNO	RFI		X			x	
MUFFA	CREPELLANO	FER		X			x	
PIANORO	PIANORO	RFI		X			x	
PIOPPE DI SALVARO	GRIZZANA	RFI		X			x	
PONTE RONCA	ZOLA PREDOSA	FER		X		x		
PONTECCHIO	SASSO MARCONI	RFI		X				x
PORRETTA TERME	PORRETTA TERME	RFI		X				x
RIALE	ZOLA PREDOSA	FER		X		x		
RIOLA	VERGATO	RFI		X			x	
S. BENEDETTO VAL DI SAMBRO	S.BENEDETTO VAL DI SAMBRO	RFI		X			x	
S. GIOVANNI IN PERSICETO	SAN GIOVANNI IN PERSICETO	RFI		X		x		
S. RUFFILLO	BOLOGNA	RFI	X	X				x
SAMOGGIA	ANZOLA DELL'EMILIA	FER		X				x
SASSO MARCONI	SASSO MARCONI	RFI		X			x	
SILLA	CASTEL DI CASIO	RFI		X			x	
STELLINA	CASTENASO	FER		X		x		
VARIGNANA	CASTEL S. PIETRO TERME	RFI		X		x		
VERGATO	VERGATO	RFI		X				x
ZANOLINI	BOLOGNA	FER	X	X		x		
TOT RIQUALIFICATE						11	17	
TOT DA RIQUALIFICARE								9
TOTALE RFI		26				7	11	8
TOTALE FER		11				4	6	1

Le stazioni riqualificate di proprietà RFI sono in totale 18, pari al 69% degli interventi programmati; sulle direttrici FER sono state riqualificate, invece, ben 10 stazioni, pari ad una percentuale del 91%. Nella seguente tabella è riportata la tipologia di intervento.

STAZIONE/FERMATA	COMUNE	TIPOLOGIA INTERVENTO			DA RIQUALIFICARE
		FV	Sottopasso	Piazzale	
ANZOLA DELL'EMILIA	ANZOLA DELL'EMILIA		X	X	
BAZZANO	BAZZANO	X	X	X	
BOLOGNA CENTRALE	BOLOGNA				X
BORGO PANIGALE	BOLOGNA	X	X	X	
BORGONUOVO	SASSO MARCONI				X
BUDRIO	BUDRIO	X	X		
BUDRIO CENTRO	BUDRIO			X	
CASALECCHIO DI RENO	CASALECCHIO DI RENO				X
CASTEL MAGGIORE	CASTEL MAGGIORE		X	X	
CASTEL S. PIETRO TERME	CASTEL S. PIETRO TERME	X	X	X	
CASTENASO	CASTENASO	X		X	
CORTICELLA	BOLOGNA	X		X	
CREPELLANO CENTRO	CREPELLANO		X	X	
CREVALCORE	CREVALCORE	X	X	X	
FIERA	BOLOGNA				X
GALLIERA	GALLIERA				
LAMA DI RENO	MARZABOTTO				
MONZUNO-VADO	MONZUNO				
MUFFA	CREPELLANO				
PIANORO	PIANORO				
PIOPPE DI SALVARO	GRIZZANA				
PONTE RONCA	ZOLA PREDOSA				
PONTECCHIO	SASSO MARCONI				X
PORRETTA TERME	PORRETTA TERME				X
RIALE	ZOLA PREDOSA				
RIOLA	VERGATO				
S. BENEDETTO VAL DI SAMBRO	S.BENEDETTO VAL DI SAMBRO				
S. GIOVANNI IN PERSICETO	SAN GIOVANNI IN PERSICETO				
S. RUFFILLO	BOLOGNA				X
SAMOGGIA	ANZOLA DELL'EMILIA				X
SASSO MARCONI	SASSO MARCONI				
SILLA	CASTEL DI CASIO				
STELLINA	CASTENASO				
VARIGNANA	CASTEL S. PIETRO TERME				
VERGATO	VERGATO				X
ZANOLINI	BOLOGNA				

nb: nei conteggi delle riqualificate, nuove e da riqualificare non sono state considerato le fermate/stazioni fuori provincia.

Di seguito si riportano alcune immagini esplicative delle stazioni riqualificate.



Stazione di Borgo Panigale



Stazione di Castel Maggiore



Stazione di Crevalcore, dal piazzale e dalla banchina

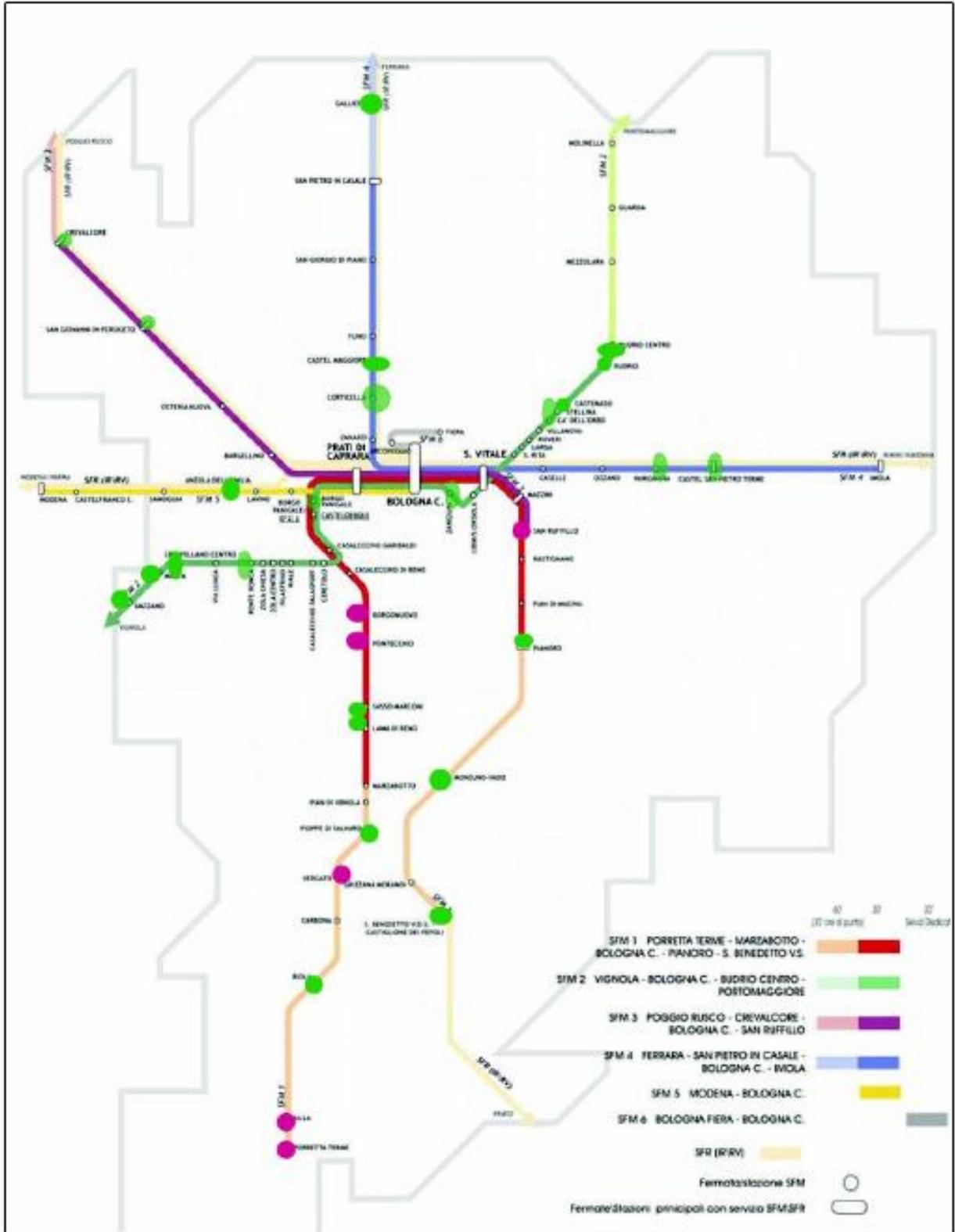


Stazione di Molinella (FER)



Stazione di Riale (FER)

La situazione al 2010 mostra una realizzazione pari al 75% degli interventi programmati, come specificato nella seguente mappa, dove in verde sono indicate le stazioni riqualificate e in rosso quelle da riqualificare.



Mappa situazione delle stazioni

Le nuove stazioni

Il lavoro finora svolto per la realizzazione delle nuove fermate ferroviarie previste, dagli Accordi per il SFM, è stato significativo, nonostante i ritardi registrati rispetto ai tempi programmati nel 1994. Sono in effetti state realizzate 17 delle 22 nuove fermate previste dal progetto SFM.

STAZIONE PREVISTA SFM	ANNO DI COMPLETAMENTO			
	2007	2008	2009	2010
1 Borgo Panigale Scala	-	-	-	-
2 Calderara - Bargellino	-	x		
3 Casalecchio Garibaldi	x			
4 Casalecchio Palasport	x			
5 Casteldebole	x			
6 Ceretolo	x			
7 Funo	x			
8 Libia/S. Orsola	-	-	-	-
9 Mazzini	-	-	x	
10 Musiano - Pian di Macina	-	-	x	
11 Osteria Nuova	x			
12 Ozzano	x			
13 Pian di Venola	x			
14 Pilastrino	x			
15 Prati di Caprara	-	-	-	-
16 Rastignano	x			
17 S. Lazzaro S.	-	x		
18 S. Vitale-Rimesse	-	-	-	-
19 Via Lunga	x			
20 Zanardi	-	-	-	-
21 Zola Centro	x			
22 Zola Chiesa	-	-	-	x
Totale per anno	12	2	2	1
Totale progressivo	12	14	16	17
% stazioni realizzate rispetto alle 22 previste	55%	64%	73%	77%

Tabella: Le nuove stazioni SFM

DIRETTRICE	Previste Ass Base	stazioni attive				Confronto 2007-2010
		2007	2008	2009	2010	
Bologna - Porretta	18	17	17	17	17	0
Bologna - S Benedetto VS	10	8	8	9	9	1
Bologna - Vignola	19	18	18	18	18	0
Bologna - Portomaggiore	18	16	16	16	16	0
Bologna - Poggio Rusco	10	8	9	9	9	1
Bologna - Ferrara	11	10	10	10	10	0
Bologna - Imola	7	5	6	6	6	1
Bologna - Modena	8	5	5	5	5	0

Tabella: Le stazioni SFM attive su ogni direttrice

Di seguito si riportano immagini esplicative di alcune nuove stazioni realizzate sulla rete di RFI.



Stazione di Musiano-Pian di Macina



Stazione di S. Lazzaro di Savena



Stazione di Casteldebole



Stazione Mazzini



Stazione di Funo



L'aspetto delle nuove stazioni SFM sulla rete RFI, per quanto riguarda la parte strettamente ferroviaria, riflette in buona misura quanto previsto dall'abaco delle fermate mentre le nuove stazioni realizzate sulla rete regionale (soprattutto sulla Bologna- Vignola) si differenziano

nettamente. Di seguito si riportano immagini esplicative di alcune nuove stazioni realizzate sulla BolognaVignola.



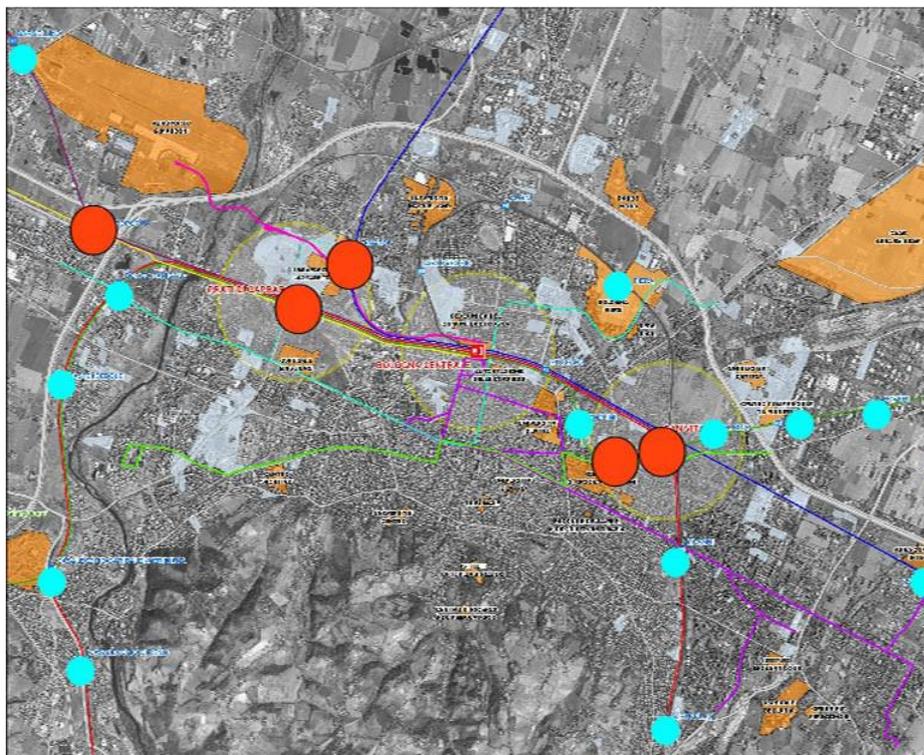
Stazione di Casalecchio Garibaldi



Stazione di Via Lunga

Le 5 nuove stazioni ancora da realizzare (Borgo Panigale Scala – Ex Aeroporto, Prati di Caprara, S. Vitale-Rimesse, Zanardi e S. Orsola-Libia) sono tutte comprese nel territorio del Comune di Bologna. Per esse al momento non vi è però certezza sui tempi di realizzazione, nonostante sono stati reperiti i finanziamenti mancanti nell'ambito del progetto Trasporti integrati.

Nella seguente immagine è riportata la mappa delle stazioni SFM nel Comune di Bologna. In rosso le nuove stazioni ancora da realizzare e in azzurro quelle già realizzate.



Mappa stazioni SFM nel comune di Bologna.

CAPITOLO 2

LA LINEA 6 DEL SERVIZIO FERROVIARIO METROPOLITANO: STAZIONE CENTRALE-FIERA

2.1 Introduzione

Il progetto riguarda la proposta di collegamento tra la Stazione centrale di Bologna e il Quartiere fieristico, attraverso l'utilizzo della cintura ferroviaria merci del nodo di Bologna, opportunamente adeguata per evitare interferenze con il mantenimento del servizio merci stesso.

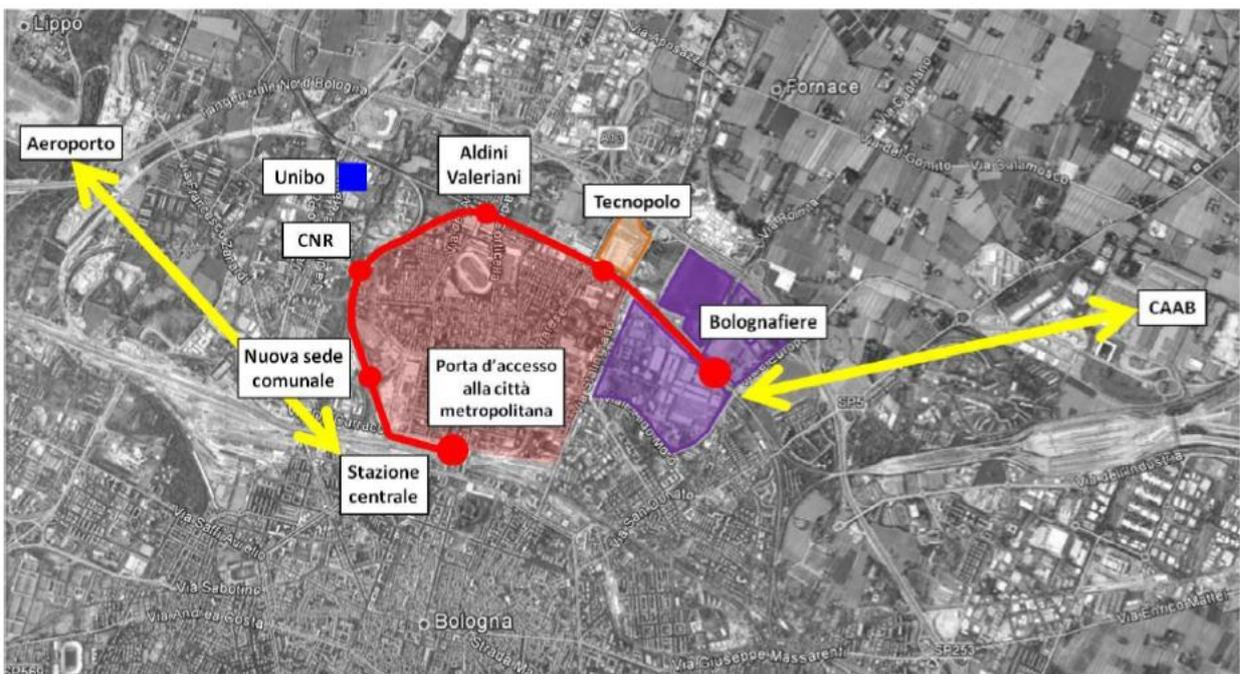


Immagine linea di cintura.

L'idea di un collegamento della Stazione Centrale di Bologna con il Quartiere Fieristico si è posta da diversi anni all'attenzione delle Amministrazioni Locali e della Regione, nonché della Società BolognaFiere.

A partire dagli anni '80 il Comune di Bologna aveva ipotizzato di collegare la Fiera con la Stazione Centrale di Bologna attraverso un ramo di linea su sede propria con caratteristiche di metropolitana automatica, progetto che più recentemente era stato modificato per prevedere una tecnologia tipo metrotramvia.

Problemi di carattere prevalentemente finanziario hanno impedito che tale soluzione si concretizzasse.

L'idea di utilizzo della cintura merci per assicurare tale collegamento risale ai primi anni '90, nell'ambito della messa a punto del progetto di Servizio Ferroviario Metropolitano, nel quale la

linea prende il nome di SFM6. Peraltro il collegamento ferroviario via cintura venne già utilizzato a partire dal 1995 durante particolari occasioni ed eventi in Fiera.

Questo servizio ferroviario gioverebbe moltissimo al traffico cittadino che proprio in occasione delle fiere principali, subisce un forte aumento del rischio di congestione.

Sulla linea della cintura esiste già una fermata “Fiera”, il cui potenziamento, dal costo di 9,2 mil. di €, è entrato nel progetto di completamento del SFM.

La proposta richiede un approfondimento mediante uno studio di fattibilità, che dovrà valutare anche la tecnologia con cui realizzare tale collegamento, confrontando due possibili alternative:

1. *sistema di trasporto leggero a tecnologia tram-treno*, che permetterebbe maggior flessibilità di utilizzo e una riduzione dei costi per la realizzazione di tutte le infrastrutture mancanti, sia come tracciato che come fermate, utilizzando comunque anche i binari di cintura già presenti;
2. *sistema di trasporto ferroviario convenzionale*.

L’obiettivo alla base dell’ipotesi di riuso della linea di cintura non è solo quello di realizzare un servizio su sede propria tra Bologna C.le e la Fiera, ma anche di servire tramite un collegamento stabile una serie di insediamenti e di polarità molto importanti dislocati lungo lo sviluppo del tracciato.

Sulla nuova linea si è anche già ipotizzato un possibile ulteriore prolungamento verso il Quartiere Pilastro, il CAAB e la facoltà di Agraria.

Tale previsione è anche coerente con l’Accordo per il Completo Sviluppo e l’Attuazione del SFM, sottoscritto il 19-06-2007. Infatti nella previsione di assetto potenziato del SFM l’Accordo contempla la linea SFM6, con l’utilizzo di parte dell’esistente linea di cintura per realizzare un collegamento stabile tra la stazione di Bologna C.le e la Fiera, a servizio anche degli insediamenti e delle polarità presenti lungo il suo tracciato (linea SFM 6).

2.2 Caratteristiche della linea

La linea SFM 6 interessa il percorso Bologna Centrale – Bologna Arcoveggio – Bivio Arcoveggio – Bologna Fiere e si estende per 5,02 Km.

TRATTA	LUNGHEZZA	TECNOLOGIA	ESERCIZIO
Bo C.le-Bo Arcoveggio	0,82 Km	BAcc	DCO
Bo Arcoveggio-Bv Arcoveggio	2,52 Km	BAcc	DCO
Bv Arcoveggio-Bo Fiere	1,68 Km	BAcc	DCO

Il tratto Bologna C.le-Bologna - Bologna Arcoveggio è attualmente interrotto per consentire i lavori di realizzazione della stazione sotterranea di Bologna ed il suo ripristino è previsto dal 2015.

Nell'ipotesi di un suo sviluppo, la Linea SFM 6 potrebbe servire 6 fermate, di cui 3 esistenti (Bologna C.le, Arcoveggio-Nuova Sede Comunale e Fiera), 2 nuove già ipotizzate (CNR e Aldini) e una che si potrebbe ipotizzare a servizio del futuro Tecnopolo.



Immagine delle stazioni lungo la linea 6

Il collegamento SFM6 lungo la cintura merci si potrebbe attestare al binario 15 o in alternativa al binario 14 di Bologna C.le. Con l'utilizzo del binario 15 il collegamento affiancherebbe il terminal del futuro People Mover per l'Aeroporto. L'interscambio per i viaggiatori che si muovono tra la Fiera e l'Aeroporto risulterebbe così molto agevolato. La linea si collegherebbe alla cintura ferroviaria in corrispondenza della stazione esistente di Arcoveggio, vicina alla nuova sede del Comune, dotata di 4 binari.

Lungo il percorso si effettuerebbero nove fermate, da costruire lungo la linea di cintura esistente, in corrispondenza del CNR, dell'Istituto Professionale Aldini-Valeriani e del futuro Tecnopolo. Il collegamento si attesterebbe in corrispondenza della fermata, già realizzata, di Bologna Fiera, di cui si prevede il potenziamento.

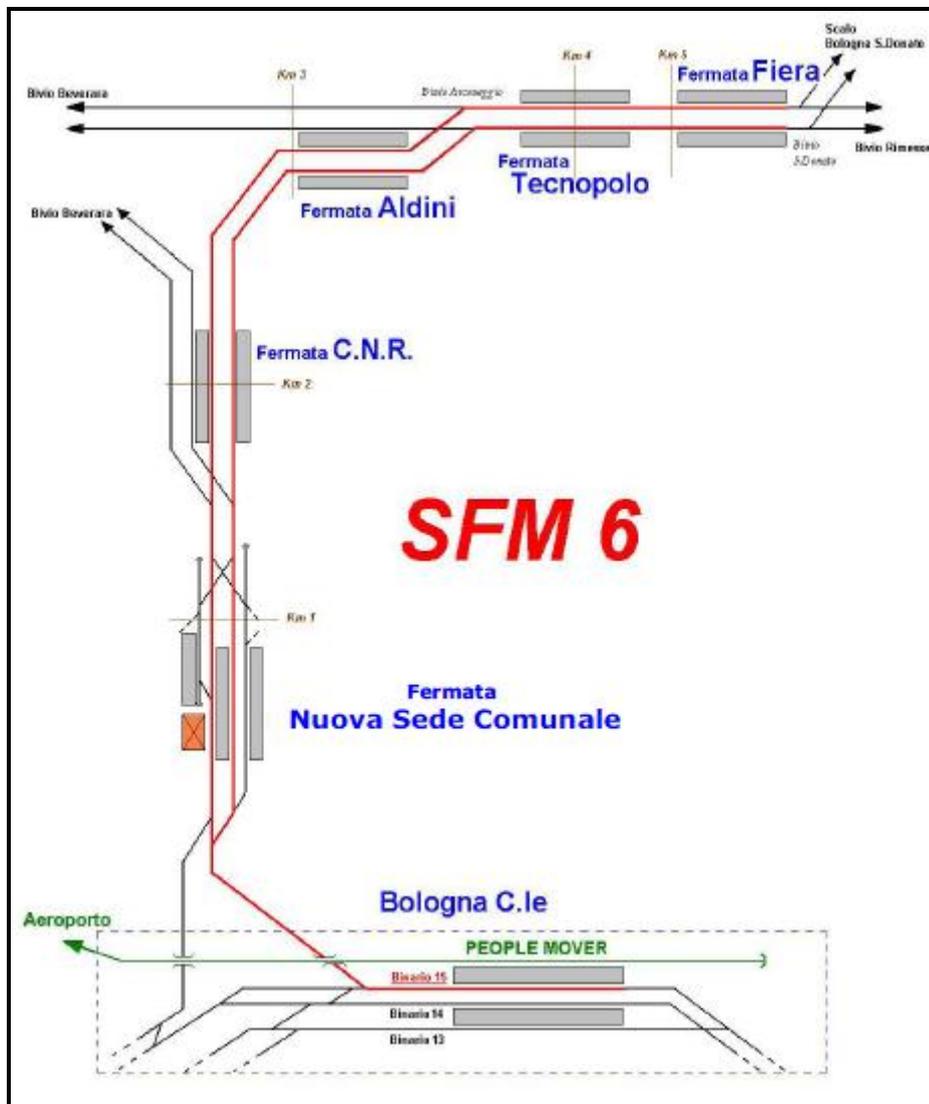


Immagine: schema della linea 6 SFM

Nonostante la mancanza di certezze in merito allo sviluppo del sistema SFM 6, la Provincia di Bologna ha sviluppato due soluzioni, una “alta” ed una “bassa”: la prima prevede un cadenzamento di 15 minuti, la seconda invece uno da 20 minuti, così da ridurre gli interventi infrastrutturali necessari.

Il confronto con alcuni enti particolarmente impegnati nel settore ferroviario, tra cui la Provincia di Bologna e RFI, ha suggerito di sviluppare due ipotesi: una di minimo e una di massimo livello.

L’assetto base, così è stata definita l’ipotesi di minimo intervento, prevede di sfruttare le infrastrutture ferroviarie esistenti con l’aggiunta del solo materiale rotabile. Si tratta di una soluzione fattibile con i tempi di realizzazione minori e ridotti investimenti, ma allo stesso tempo crea il dilemma della coesione tra due differenti tipologie di traffico, quello merci, attualmente in esercizio, e quello passeggeri, previsto dal progetto. Le difficoltà maggiori risiedono nella differenza tra le due tipologie di servizio: mentre quello passeggeri per risultare competitivo ed efficiente deve essere rapido ed affidabile, quello merci invece è estremamente lento ed incostante.

Secondo i dati resi disponibili da RFI, in una settimana tipo, i volumi di traffico rilevati lungo la linea merci di cintura compresa tra il bivio Arcoveggio e quello San Donato sono caratterizzati da una forte discontinuità; infatti esclusa la domenica, sono il lunedì ed il mercoledì i giorni con minor impegno ferroviario della tratta, mentre i viaggi si concentrano maggiormente di giovedì.

Al contrario il traffico passeggeri deve garantire una continuità ed una stabilità settimanale, in particolare nei giorni lavorativi che non possono sottostare ad eccessive limitazioni, altrimenti comprometterebbero le caratteristiche indispensabili di un servizio passeggeri. La regolarità di quest’ultimo non deve essere solo giornaliera ma anche oraria, quindi il servizio deve essere adeguatamente intensificato nei giorni lavorativi e nelle ore di punta.

E’ necessario quindi analizzare la pianificazione oraria dei treni merci lungo la linea di cintura per comprendere il reale stato di occupazione della linea da parte dei treni; si osserva come il traffico merci è particolarmente esiguo dalle 6.00 alle 14.30, mentre dalle 17.00 si intensifica notevolmente, limitando così la possibilità di inserire un certo numero di treni atti al trasporto passeggeri. In quest’ottica di futuro sviluppo si può tentare di ridefinire, almeno in parte, la tempistica del trasporto merci, concentrando quest’ultimo nelle ore notturne (dalle 21.00 alle 6.00) quando gli uffici e i servizi terziari sono chiusi e di conseguenza anche l’utenza relativa ad essi è quasi nulla. Così facendo si può lasciar maggior spazio nelle ore centrali della giornata (dalle 06.00 alle 21.00) al trasporto passeggeri.

L'assetto base, disponendo delle sole infrastrutture esistenti difficilmente riuscirebbe a garantire frequenze inferiori ai 20 minuti, in quanto la tempistica di percorrenza del tratto interessato è di circa 8 minuti a cui si devono aggiungere le soste alle fermate previste, nell'ordine dei 2 minuti ciascuna, per un totale di circa 20 minuti, ovviamente solo nel caso in cui il servizio sia svolto da due treni in contemporanea.

Infine c'è un ulteriore ostacolo da non sottovalutare: la linea della cintura è attualmente considerata una linea secondaria e per queste tipologie di infrastrutture vengono definiti degli specifici intervalli d'orario in cui prevedere periodicamente interventi di manutenzione, al contrario delle linee principali che sfruttano programmi manutentivi ad hoc, studiati per ridurre al minimo il disagio al traffico ferroviario. Gli orari destinati a queste lavorazioni vanno dalle 9.15 alle 12.00 a seconda della tipologia di binario interessato. Questa fascia oraria risulta strategica nell'ambito passeggeri in quanto coinvolge una buona parte delle corse da e per i luoghi di lavoro e studio. Anche se questo genere di interventi non si svolge ogni settimana, la loro programmazione per quanto sporadica può creare dei disagi.

L'assetto base in positivo avrà una riduzione dei tempi di messa in servizio e dei suoi costi, ma ovviamente il servizio risulterà differente, più rischioso per quanto riguarda puntualità e regolarità e più carente nel numero di corse previste.

L'assetto potenziato, invece, oltre a prevedere un proseguimento del tracciato originario oltre la Fiera fino al comparto CAAB, si propone anche di insediare un binario singolo atto al solo trasporto passeggeri, raggiungendo un sostanziale miglioramento del servizio e limitando notevolmente gli ostacoli logistici imposti dovuti al precedente assetto.

Dunque il progetto potenziato prevede, come detto, l'utilizzo di un binario completamente indipendente per il traffico passeggeri, tuttavia questa ipotesi necessita di ulteriori lavorazioni e di nuove infrastrutture rispetto alla situazione attuale ed all'assetto base.

Una simulazione di traffico svolta da RFI lungo il tratto Bologna C.le - Bologna scalo S. Donato, per mezzo di un treno (tipologia Ale 501/502) composto da due motrici ed una rimorchiata, ha mostrato che i tempi di percorrenza si attestano intorno ai 25 minuti con una velocità di marcia pari a 30-32 km/h, assolutamente compatibile con quella massima consentita sul tratto, pari a 90km/h. La previsione di un binario dedicato aumenta la regolarità e l'efficacia del servizio, ma resta irrisolto, almeno in parte, il problema dell'efficienza, infatti il potenziamento infrastrutturale non riduce i tempi di percorrenza.

Una soluzione possibile consiste nel raddoppiarne la frequenza e nel sistemare un binario di attestamento nelle stazioni di scambio per facilitare la sosta e l'incrocio dei convogli. Questa ipotesi comporta la posa di un nuovo binario lungo due tratti brevi in corrispondenza delle

stazioni terminali e in quella di scambio posta a metà tragitto (probabilmente al tecnopolo). In questo modo potrebbero viaggiare contemporaneamente 2 treni con cadenza medio di 15 minuti. Questo schema di servizio si rivela assolutamente paragonabile a quello offerto da una nuova linea di autobus ed altrettanto competitivo rispetto al trasporto privato, che, al contrario di quello ferroviario, dovrebbe sottostare alla viabilità ed al traffico cittadino. Questa soluzione intensiva può essere applicata solo nelle ore di punta, quando la richiesta di mezzi è massima, mentre nelle ore di morbida in numero di viaggi può essere ridotto, per esempio secondo un cadenza medio di 30 minuti.

Alcune caratteristiche della linea proposta (utenza, frequenza)

Frequenza servizio ipotizzabile	15 minuti
Residenti nell'intorno delle fermate	circa 6.500 abitanti
Visitatori annuali fiera	1.267.000 persone
Stima potenziale dell'utenza giornaliera	10.000 persone

Per la stima dell'utenza della linea di cintura sono stati considerati bacini d'influenza di raggio pari a 400 m intorno a ciascuna delle 6 fermate come riportato dal seguente grafico:

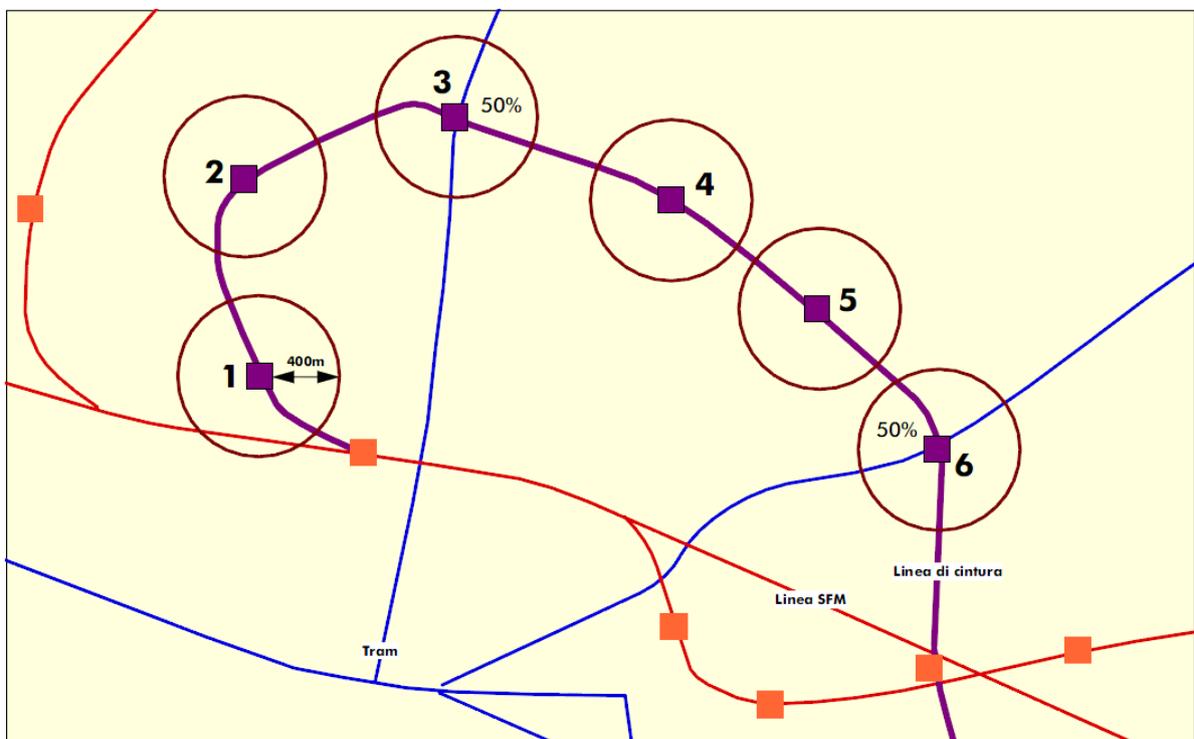


Immagine dei bacini d'influenza di raggio 400 m lungo la linea 6

Nella seguente tabella invece sono indicati i residenti, gli spostamenti generati e attratti nei bacini d'influenza:

Stazione/fermata	Residenti	Generati	Attratti
Arcoveggio	443	231	1334
Cnr	3086	1767	992
Aldini	2191	1061	3100
Tecnopolo	815	459	1093
Fiera	66	45	2542
S. Donino	4580	2374	706

Per la stima dell'utenza della linea di cintura si è considerata una ripartizione modale 30% ed inoltre la fermata aldini è servita nella misura del 50% da altre linee bus.

L'utenza ottenuta va incrementata del 30% ca. grazie all'incremento dell'utenza nelle ore di morbida. Gli spostamenti generati e attratti sulla linea di cintura si ottengono sommando tutti quelli su ciascuna fermata considerando una quota del 50% per le fermate 3 e 6, e calcolando sulla somma il 30%.

generati: $(231 + 1'767 + 1'061*0.5 + 459 + 45 + 2'374*0.5) * 30\% = \mathbf{1'267}$

attratti: $(1'334 + 992 + 3'100*0.5 + 1'093 + 2'542 + 2'374*0.5) * 30\% = \mathbf{2'609}$

L'utenza totale giornaliera sarà data da:

$(1'267 + 2'609) * 2(\text{andata e ritorno}) * 130\%(\text{incremento utenza nelle ore di morbida}) = \mathbf{10'100}$

2.3 Interventi necessari per la sua realizzazione

La realizzazione di un collegamento stabile attraverso la linea SFM 6, con l'utilizzo di infrastrutture in gran parte esistenti, prevede che queste vengano adeguate e potenziate, in modo da poter permettere un servizio frequente e regolare.

Tale previsione è contenuta anche nell'Accordo SFM del 19/06/2007.

Affinché si possa attivare un servizio stabile tra Bologna C.le e la fermata Fiera sono necessari i seguenti interventi:

1. Ripristino del collegamento tra il binario 15 di Bologna C.le e la stazione “Nuova Sede Comunale”, previsto al termine dei lavori A.V. e della sistemazione di Via de' Carracci.



Immagine collegamento binario 15 di Bologna C.le e stazione Arcoveggio

2. Adeguamento della fermata Fiera, mediante la realizzazione di un apparato di stazione, che consenta la possibilità di attestare dei servizi.



Immagine stazione Fiera

3. Il tratto di cintura ferroviaria tra il Bivio Beverara ed il Bivio S. Donato vede in alcuni momenti della giornata, la circolazione di un servizio merci non trascurabile. E' quindi opportuno che la sosta dei convogli SFM6 sia prevista su binari dedicati. Tra le ipotesi effettuate da RFI sull'assetto della fermata Fiera, quella raffigurata nel seguente schema sarebbe da preferire:

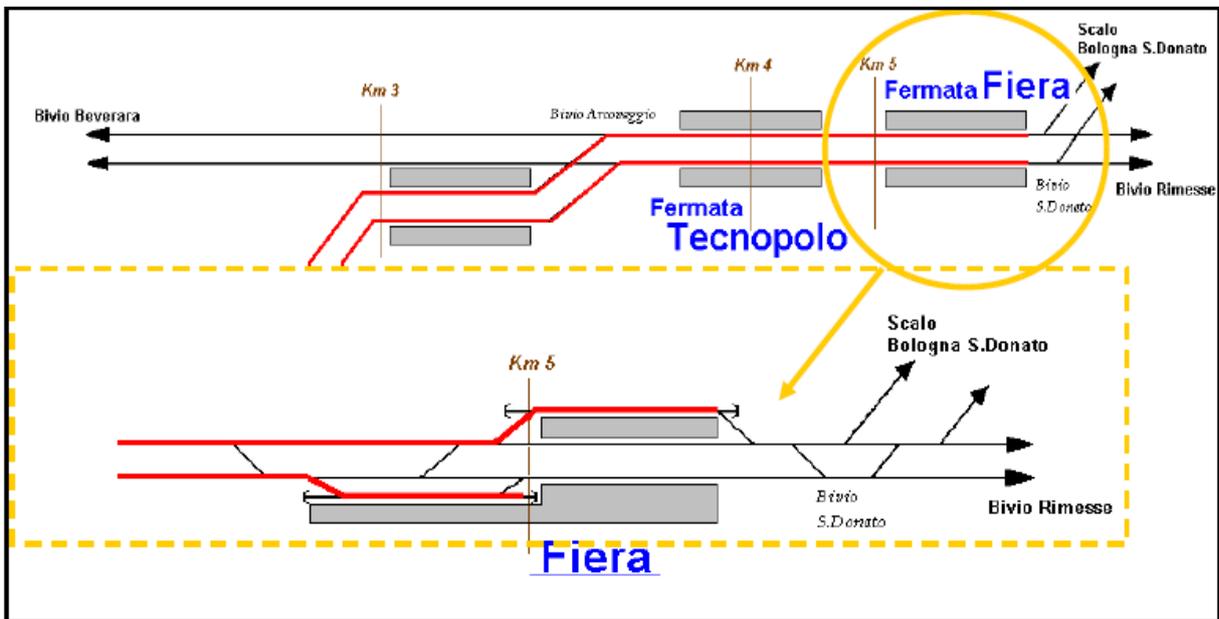


Immagine: schema assetto della fermata Fiera

4. Per poter offrire un servizio di frequenza adeguata (ogni 10-15 minuti) occorre un intervento che renda indipendente il traffico passeggeri rispetto a quello merci; è quindi necessario realizzare un tratto di binario singolo della lunghezza approssimativa di km 1,8. La stima dell'investimento è di circa 8 mil. €

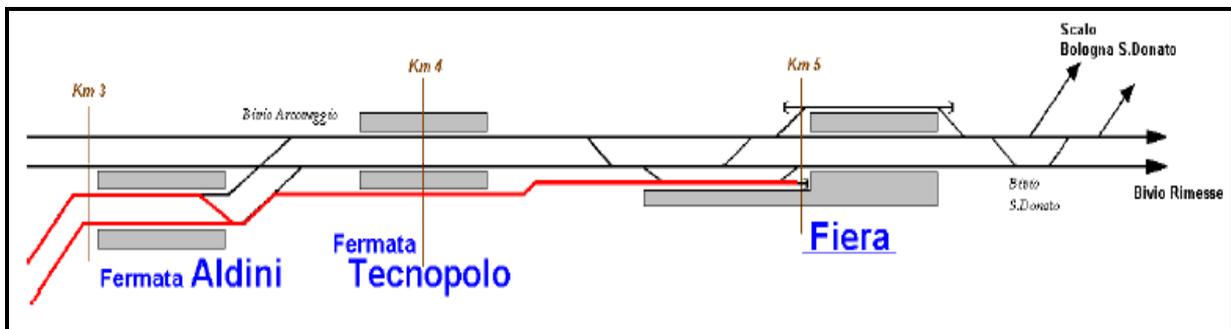


Immagine binario singolo fino alla fermata Fiera

2.4 Possibili ulteriori sviluppi della linea verso il CAAB

É possibile ipotizzare, quale ulteriore sviluppo della linea, la sua prosecuzione sino al CAAB (Centro Agro-Alimentare) di Bologna, dov'è insediata anche la Facoltà di Agraria, interessando ulteriori località urbane intermedie, con le fermate di S. Donino e Pilastro.



Immagine di un eventuale prolungamento della linea fino al CAAB

Per realizzare tale prolungamento sarebbero necessari ulteriori interventi:

- Costruzione fermata S. Donino
- Costruzione fermata Pilastro
- Nuovo Impianto di sicurezza Scalo S. Donato
- Nuovo binario singolo verso la fermata CAAB e relativa elettrificazione (500m)
- Costruzione fermata CAAB

Il costo totale dell'investimento sarebbe di circa 20 mil. €.

Inoltre, al fine di ottenere una completa indipendenza dei servizi SFM 6 prolungati sino al CAAB dal traffico merci, sarebbe necessario ribaltare dalla parte nord il binario indipendente ipotizzato tra le fermate Aldini e Fiera, con un'opera di scavalamento ("salto di montone") della cintura nella tratta prima della fermata Fiera, in modo da evitare un'intersezione fisica tra i due flussi passeggeri e merci. In tal caso la prosecuzione della linea oltre la fermata Fiera richiederebbe un nuovo tratto di binario, a fianco degli esistenti, che si raccorderebbe con quello

previsto oltre la fermata Pilastro per raggiungere la fermata terminale CAAB come riportato nella figura di pagina seguente:

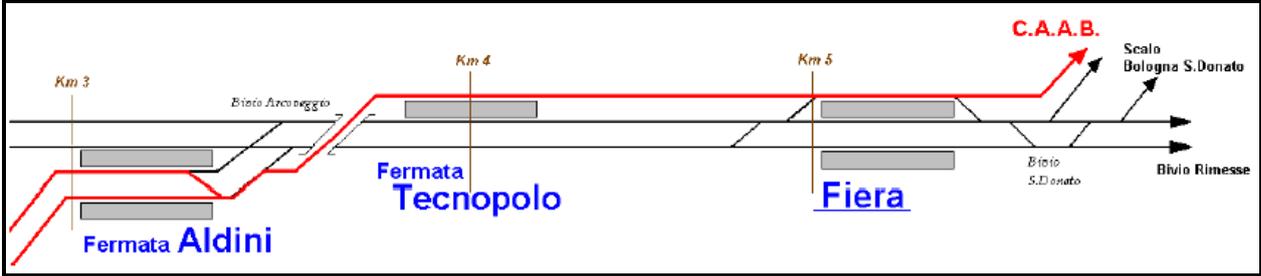


Immagine del binario singolo ribaltato dalla parte nord

L'immagine seguente mostra invece la linea 6 dalla fermata Aldini al CAAB

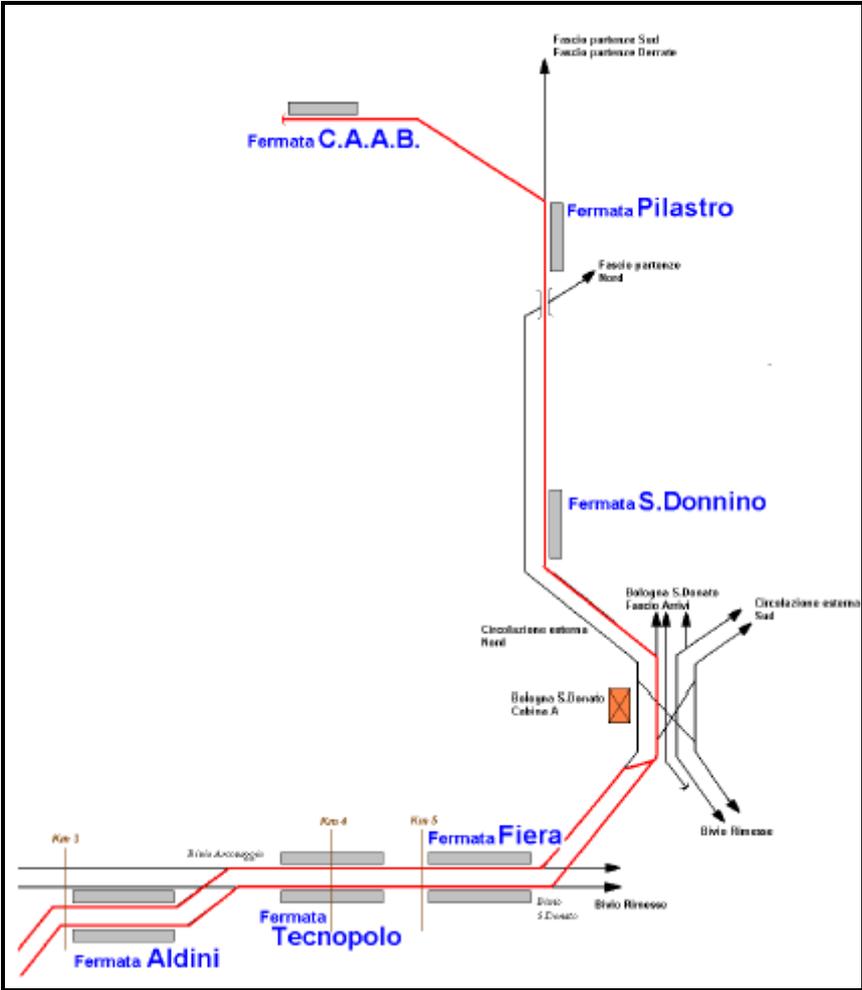


Immagine della linea ferroviaria fino al Caab

2.5 Fasi di lavoro

L'attuazione del progetto può avvenire attraverso le seguenti fasi:

- Un esame preliminare di contesto, congiuntamente al gestore dell'infrastruttura RFI, per la individuazione delle principali condizioni e vincoli di natura tecnico-infrastrutturale da considerare per le successive fasi;
- Uno studio di fattibilità, che coinvolga anche il gestore dell'infrastruttura ferroviaria RFI e la società TPER che gestisce il trasporto pubblico a Bologna, che individui e verifichi le diverse opzioni e fasi di sviluppo, sia tecniche (tecnologia solo ferroviaria o tram-treno) che di fattibilità economico-finanziaria e gestionale;
- In funzione dei risultati dello studio di fattibilità, passaggio alle fasi di progettazione e di individuazione delle fonti e delle modalità di finanziamento e di gestione.

Già nello studio di pre-fattibilità sono emerse alcune criticità, che è necessario approfondire nello studio di fattibilità, con riferimento anche ad un'analisi dettagliata sulla domanda potenziale tenendo conto dell'attrattività dei poli collegati al fine di dimensionare il servizio e sviluppare un'analisi costi/benefici.

In prima analisi va anche valutata la possibilità di realizzare un passaggio a raso della linea su Via Carracci, nonché l'effettiva esigenza della fermata in corrispondenza della nuova sede comunale, dal momento che gli uffici comunali saranno collegati direttamente alla Stazione Centrale dei treni tramite un sottopassaggio.

Andrà anche valutata la soluzione di adeguamento della fermata Fiera presente nel progetto di assetto integrato SFM-Filovie, per verificare il livello di coerenza della soluzione con i possibili sviluppi del SFM6, con particolare riferimento alla 2° fase di proseguimento verso il CAAB.

Non è possibile, data la mancanza di uno studio di fattibilità, indicare un cronoprogramma relativo ai tempi di realizzazione. In relazione alla complessità e all'estensione della soluzione che si adottasse, tra un'ipotesi di minima e una di massima, si può stimare un tempo di realizzazione (esclusi i tempi necessari per la fase di studio e di progettazione e comprese le fasi di appalto e aggiudicazione) variabile dai tre ai cinque anni.

2.6 Stima dei costi di realizzazione del progetto

Si dà di seguito un'indicazione di prima approssimazione contenuta nello studio di pre-fattibilità dell'aprile 2013, riferita all'ipotesi di collegamento Stazione C.le-Fiera, senza prolungamento fino al CAAB.

- Realizzazione di 3 nuove fermate: € 10 mil.
- Potenziamento tecnologia cintura merci: € 2 mil.
(in parte già previsto nelle opere di potenziamento del nodo di Bologna)
- Nuovo tratto di binario di 1,8 km: € 8 mil.
- Potenziamento fermata Fiera € 9,2 mil.

A tali investimenti va sommato il costo del materiale rotabile. Si ipotizza l'utilizzo di due convogli (più una riserva), che potrebbero essere anche di tecnologia tranviaria, per un costo stimato complessivo di circa € 15 mil, per un totale di investimento pari circa a € 44,2 mil.

L'intervento inoltre prevede risparmi di gestione su altre linee di servizio e funzioni quali le linee bus urbane 28 e 35 e i servizi ferroviari o i bus dedicati per particolari eventi. A questi risparmi però bisogna aggiungere i nuovi costi per la gestione del nuovo collegamento ferroviario/tramviario Stazione C.le – Fiera.

2.7 Confronto tra la linea SFM6 e la metrotranvia

La linea SFM6, basata sull'utilizzo di un'infrastruttura esistente (la cintura ferroviaria merci opportunamente adeguata) può essere una valida alternativa ad altre soluzioni, già perseguite e poi scartate per la loro onerosità (come la metropolitana), o perchè di minor efficacia trasportistica.

La linea SFM6 si caratterizza come elemento strutturante di un'area fortemente insediata e con importanti polarità. La possibilità potenziale di utilizzare una tecnologia tram-treno inoltre conferisce alla proposta un interesse ancora maggiore, potendo servire una delle poche direttrici urbane non raggiunte dal SFM con una linea di trasporto pubblico su sede propria.

Si riporta di seguito un'immagine che mette a confronto i percorsi della linea SFM6 e della metrotranvia:



Immagine: confronto dei percorsi linea 6 SFM e metrotranvia

E' stato effettuato un confronto dei costi di investimento che ha evidenziato come la realizzazione della linea SFM6 risulti molto meno onerosa della realizzazione della metrotranvia. Nella seguente tabella sono rappresentati i risultati del confronto:

	SFM 6	Metrotranvia lotto 1 Fiera - Stazione F.S.
Lunghezza percorso	5,2 km	3,3 km
Numero fermate	6	6
Tempi di percorrenza	10 minuti	7 minuti
Passeggeri giornalieri stimati	10.000	12.500
Costi dell'infrastruttura	28 Mil. € (con binario indep.)	291 Mil. €*
Costo totale dell'intervento (compreso Materiale Rotabile)	38 Mil. €° (con binario indep.)	305 Mil. €
Finanziamento previsto (Linea 1 Fiera-Stazione+ galleria al grezzo Stazione-Ospedale Maggiore)		267Mil. € (Stato)
		108 Mil. € (Comune)
		8 Mil. € (RFI)
		5 Mil. € (RER)
		388 Mil. €

° ipotesi di utilizzo di 2 convogli (5 mil.€ ciascuno)

** comprensivi della realizzazione del deposito-officina, e dell'acquisto di 4 convogli*

Il fabbisogno finanziario per il completamento del SFM e della linea SFM6 Stazione C.le – Fiera risulta:

• SFM6 (con 2 convogli)	38 MI€
• SFM	
INFRASTRUTTURA	32 MI€
COMPLETAMENTO FERMATE	17 MI€
• MATERIALE ROTABILE	140 MI€
• TOTALE	227 MI€

Lo strumento attuativo per finanziare il completamento del SFM e la realizzazione del SFM 6 Stazione C.le–Fiera si può individuare in un Accordo Territoriale tra il Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, la Regione Emilia Romagna, il Comune e la Provincia di Bologna, e Rete Ferroviaria Italiana S.p.A., che preveda l'utilizzo delle risorse finanziarie, già destinate al progetto della Metrotranvia, da parte di RFI.

Tale soluzione, che consentirebbe anche di superare la problematica di spendibilità delle risorse collegata al rispetto del Patto di Stabilità Finanziaria da parte del Comune di Bologna, è stata resa possibile dall'approvazione da parte del CIPE dal 26.10.12 (Del. n. 102) del progetto preliminare di un Servizio di Trasporto Pubblico Integrato Metropolitano bolognese, che prevede il completamento del SFM e della filoviarizzazione del Comune di Bologna.

CAPITOLO 3

ACCESSIBILITA' E RAPPORTO DEL SFM CON IL TERRITORIO

3.1 Aspetti generali

Dall'Accordo del 1997 al 2010 gli Enti Locali hanno operato con impegno per migliorare le condizioni di accessibilità alle stazioni ferroviarie. Nell'Accordo figurano l'adeguamento della viabilità carrabile e ciclopedonale di accesso alle nuove fermate e a quelle esistenti e la realizzazione di aree di parcheggi di interscambio per bus, auto, moto e cicli.

In tutti gli strumenti urbanistici e di settore, Il SFM viene considerato l'elemento cardine per la riorganizzazione della mobilità bolognese e le stazioni diventano luoghi integrati di accesso al sistema, dove poter interscambiare, a vari livelli, con gli altri mezzi di trasporto. Per migliorare l'accessibilità e l'intermodalità delle stazioni, in termini di percorsi e aree attrezzate, gli Enti locali hanno effettuato un grande investimento finanziario; ciò si evince molto bene dalla tabella riportata di seguito, dalla quale emerge come le effettive dotazioni del sistema SFM siano state anche superiori rispetto alle previsioni del PTCP.

	Previsioni PTCP	Realizzati al 2010	Differenza
Posti auto	4602	5660	+1058
Sottopassaggi	52	50	-2
Piste ciclabili	36	43	+7

Tabella: sintesi delle opere realizzate per migliorare l'accessibilità delle stazioni SFM

Sia la posizione, sia il grado di accessibilità delle stazioni/fermate possono giocare un ruolo determinante per invogliare ad un maggior uso del trasporto pubblico.

Dall'analisi dei bacini si può notare che il SFM Bolognese serve potenzialmente l'87,6% della popolazione residente nella Provincia di Bologna. Il 19% si trova ad una distanza in linea d'aria inferiore ai 600 m dalla più vicina stazione e di conseguenza una buona parte degli utenti potenziali del SFM potrebbe raggiungere le stazioni a piedi se le vie di accesso risultano comode e adeguate. Nella realtà, purtroppo, i percorsi pedonali per raggiungere le stazioni risultano molto lunghi e di conseguenza l'utente del SFM è costretto a raggiungere la stazione con un mezzo motorizzato o addirittura a non accedervi proprio.

Per questo motivo sono stati considerati, interventi urgenti per l'accessibilità, quelli che si trovano all'interno dei bacini d'influenza dei 600m.

Il 56% della popolazione provinciale, invece, risiede in un bacino d'influenza situato entro i 4000m dalla fermata più vicina, distanza da cui potrebbero recarsi in bicicletta. A tal proposito per migliorare l'accessibilità alla stazione per questi utenti, si dovranno prevedere dei collegamenti ciclabili adeguati.

Infine circa il 20% della popolazione provinciale risiede in un bacino oltre i 4000m ed in questo caso l'accesso alla stazione dovrebbe essere garantito per lo più dall'integrazione del SFM con i bus ed il mezzo privato.

Per quanto riguarda il sistema di interfaccia, ossia l'organizzazione delle aree di attesa e delle infrastrutture di parcheggio nelle aree adiacenti alle stazioni è altrettanto importante definire delle strategie di pianificazione al fine di rendere il SFM davvero appetibile.

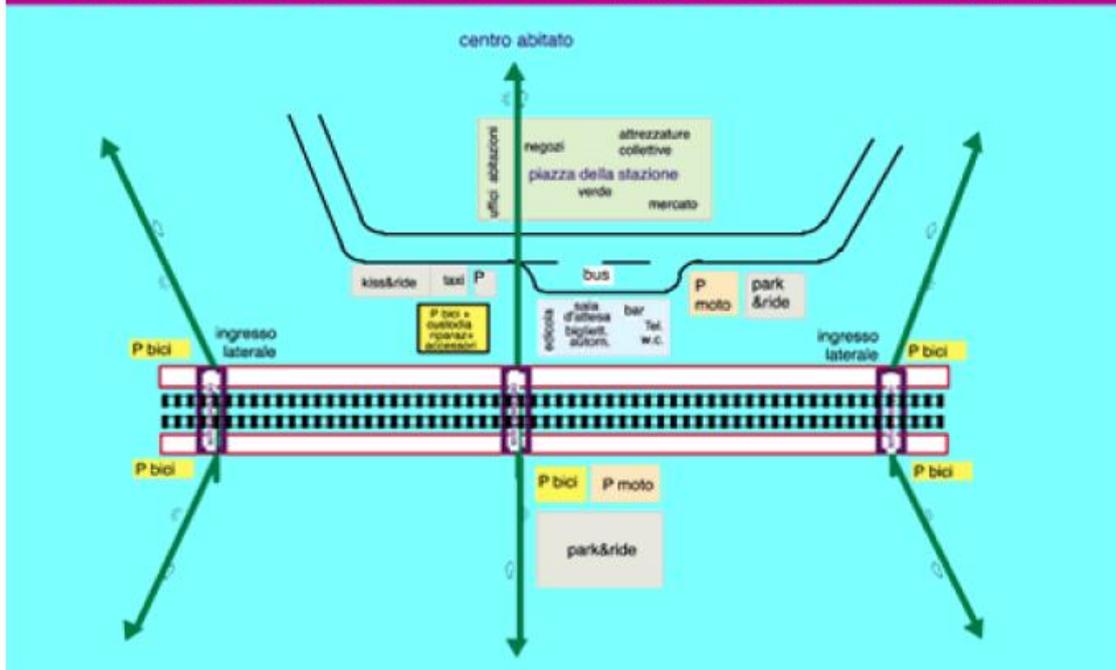
Gli utenti che si recano in stazione con la bicicletta devono trovare un luogo sicuro e vicino al fabbricato viaggiatori, dove lasciare il proprio mezzo. Anche i bus devono sostare nelle immediate vicinanze del fabbricato viaggiatori in modo da facilitare l'interscambio. Infine per i parcheggi auto deve essere prevista un'area più distante dalla stazione.

In alcuni casi, trovare le aree necessarie alla realizzazione dei parcheggi auto richiesti dal modello applicato per determinarne il fabbisogno è risultato impossibile, mentre in alcuni casi il numero di parcheggi realizzati risulta addirittura maggiore rispetto a quelli previsti dal modello. Tenendo conto che il numero maggiore dei potenziali utenti del SFM bolognese, raggiunge le stazioni a piedi e in bicicletta, è necessario ottenere una buona offerta di infrastrutture di interfaccia preferendole almeno in un primo momento alle eventuali aree di parcheggio mancanti. Lo studio inerente l'interfaccia ha perciò indicato come urgenti i casi in cui vi era una scarsa presenza di depositi bici e moto e anche quelli in cui non erano previsti sottopassaggi passanti. Infatti l'accesso viene migliorato con la creazione di sottopassaggi passanti, in punti strategici, in quanto sono in grado di collegare zone in cui la presenza dell'infrastruttura ferroviaria costituisce una barriera consentendo così anche l'accessibilità diretta degli utenti provenienti dalle zone più sfavorite. Il sottopassaggio passante è un elemento di grande importanza perché migliora il rapporto del territorio con la stazione.

Spesso si è anche riscontrata una carenza di posti d'attesa e di pensiline; la presenza di tali elementi per l'attesa è molto importante in quanto è indicativa di comfort per l'intero SFM.

Di seguito si riporta uno schema di progettazione dello spazio intorno alla fermata ed alcuni esempi di sottopassaggi realizzati finora.

SCHEMA DI PROGETTAZIONE DELLO SPAZIO INTORNO ALLA FERMATA



Stazione di Anzola



Stazione di S. Giovanni in Persiceto



Stazione di Borgo Panigale



Stazione di Casalecchio-Garibaldi

3.2 Studio dell'accessibilità e dei sistemi d'interfaccia

Lo studio viene suddiviso in due ambiti di lavoro sviluppati parallelamente:

1. Studio e individuazione delle soluzioni per il miglioramento dell'accessibilità dei bacini d'influenza alle stazioni/fermate del SFM;
2. Analisi e valutazione dei sistemi d'interfaccia, ai fini del dimensionamento delle relative infrastrutture di parcheggio e di sosta in corrispondenza delle stazioni/fermate SFM.

Questi due ambiti sono legati tra loro, infatti dallo studio sull'accessibilità del SFM si ottengono dei dati che dovranno poi essere utilizzati nella parte riguardante l'interfaccia.

3.2.1 Analisi dell'accessibilità

Lo studio sull'accessibilità alle stazioni del SFM ha lo scopo di individuare gli interventi necessari per migliorare le condizioni di accessibilità ciclo-pedonali e con il mezzo pubblico.

Innanzitutto si definiscono i bacini d'influenza delle diverse stazioni (ovvero i residenti che fanno capo ad una determinata stazione) partendo dalle condizioni quadro, ossia i punti fissi che lo studio deve considerare (il progetto SFM a regime ed il relativo progetto della rete bus suburbana).

Si procede poi all'analisi dell'accessibilità, basandosi su uno strumentario, per poter determinare eventuali punti critici e le relative misure di miglioramento.

L'inquadramento dei bacini d'influenza permette di determinare l'area da analizzare in funzione dell'accessibilità alle stazioni. Inoltre viene determinata l'utenza potenziale (residenti) di ogni stazione. Questi dati verranno poi utilizzati per il calcolo di infrastrutture di parcheggio e di sosta necessari ad ogni stazione.

Per il SFM Bolognese vengono definiti quattro diversi tipi di bacini d'influenza:

1. *Bacino 0-600m*: questo bacino d'influenza rappresenta l'area circolare con raggio 600m e centro nella stazione. In questo bacino l'utente SFM si reca alla stazione a piedi.
2. *Bacino 600-4000m*: In questo bacino d'influenza l'utente SFM si reca in stazione con le biciclette o con i motorini. In questo caso la distanza di 4000m è calcolata in base alle vie esistenti e non in linea d'aria.
3. *Bacino >4000m*: In questo bacino l'utente SFM si reca alla stazione con mezzi motorizzati privati o pubblici.

4. *Bacini lungo le linee busviarie*: bacino derivante da coloro che risiedono lungo il percorso di una linea bus afferente ad una stazione, considerando un raggio d'influenza dalla fermata del bus pari a 400m.

Determinati i bacini d'influenza si procede al calcolo dell'utenza potenziale totale del SFM.

Per l'analisi dell'accessibilità si è partiti dal rilievo dello stato di fatto e dello stato di progettazione, proseguendo con una discussione o confronto con gli enti locali individuando la mappa delle criticità. Infine è stata effettuata una proposta degli interventi, elaborando un piano delle misure ed un piano degli interventi urgenti.

L'elaborazione delle proposte di interventi urgenti inerenti l'accessibilità alle stazioni avviene con l'ausilio di uno strumentario, in cui sono elencate le principali misure per l'attraversamento pedonale e per favorire gli spostamenti pedonali e ciclabili.

Misure principali per l'attraversamento pedonale

- ✓ Strisce pedonali
- ✓ Cambio di pavimentazione
- ✓ Isola di protezione
- ✓ Fascia centrale multiuso
- ✓ Rialzamento della carreggiata
- ✓ Sporgenza del marciapiede/restringimento della carreggiata
- ✓ Impianto semaforico

Misure principali per favorire gli spostamenti pedonali e ciclabili

- ✓ Marciapiede
- ✓ Percorso pedonale
- ✓ Pista ciclabile
- ✓ Pista ciclopedonale

Al momento le linee che risultano più problematiche sull'aspetto dell'accessibilità e qualità delle stazioni risultano essere le due direttrici regionali, la Bologna-Vignola e la Bologna-Portomaggiore. Quasi tutte le stazioni, esistenti e nuove, prevedono percorsi pedonali e ciclabili anche come sottopassaggi di stazione, studiati e progettati per assicurare maggiore comodità e sicurezza ai viaggiatori e per garantire percorsi il più possibile diretti dalle zone residenziali e produttive alle stazioni. In alcuni casi nel realizzare i percorsi ciclo-pedonali è stata posta particolare attenzione anche alla loro differenziazione altimetrica rispetto alle strade; ciò per aumentare la sicurezza del pedone o del ciclista, e per un maggiore comfort, riducendo le pendenze.

Di seguito si riportano alcuni esempi di realizzazione.



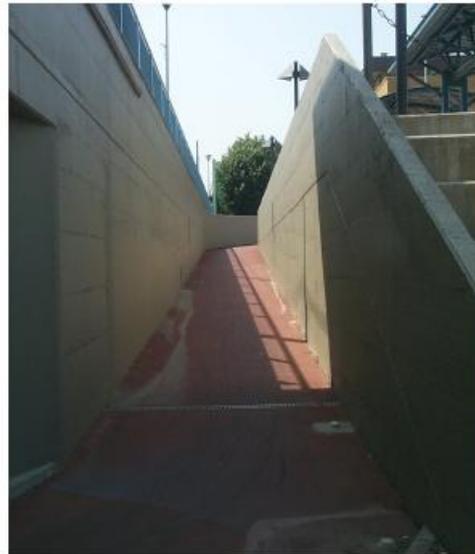
Galliera – Percorso ciclabile urbano



Grizzana M. - Scale per superare il dislivello



Casalecchio Garibaldi – distinzione tra percorso ciclabile e pedonale



Funo Centergross – Percorso ciclo-pedonale all'uscita del sottopassaggio



Ozzano Emilia - Percorso ciclabile verso il centro urbano



Ceretolo - Differenza di quota del percorso ciclabile rispetto alla strada



Musiano-Pian di Macina e Mazzini – accesso pedonale tramite scale



3.2.2 Analisi dei sistemi di interfaccia

Partendo dai dati sui bacini d'utenza (potenziale), ottenuti dall'analisi sull'accessibilità si determina una stima della domanda complessiva del SFM (tramite una simulazione).

Infine si effettua un'indagine sulla mobilità integrata dalla quale è possibile definire diverse tipologie di stazioni.

Questi lavori preparatori portano poi alla definizione del modello di calcolo delle diverse modalità di accesso alle stazioni (a piedi, in bicicletta, in motorino, ecc.).

Il modello va sottoposto ad un'analisi della plausibilità, e se necessario andrà calibrato, agendo sulle variabili definite per le varie tipologie di stazioni (ripartizioni modali). Una volta messo a punto il modello, si procede alla stima del fabbisogno di spazio per le infrastrutture di sosta e di attesa. Quest'ultimi dati fungono a loro volta da input per l'elaborazione del piano infrastrutturale d'interfaccia.

Il dimensionamento delle strutture di interfaccia alle stazioni viene effettuato principalmente in base alle partenze dall'origine dello spostamento. Le partenze dalla stazione di origine sono costituite in gran parte dalle partenze nella fascia oraria situata tra le 6.00 e le 12.00.

Il dimensionamento delle infrastrutture come aree d'attesa coperte, posti a sedere e parcheggi viene effettuato tenendo conto dell'utenza nell'ora di punta 7.00-8.00.

In alcune stazioni, in cui non si hanno dati simulati sull'utenza in ora di punta, è stato elaborato un metodo di stima, calcolata sulla base dell'utenza potenziale di ogni stazione e dello scenario di trasporto integrato ferro-gomma.

L'obiettivo dell'indagine sulla mobilità integrata, invece, consiste nella quantificazione della ripartizione modale attuale che caratterizza l'utenza del servizio ferroviario nell'accedere alla stazione.

L'indagine è stata effettuata su cinque stazioni campioni considerate rappresentative delle altre stazioni del sistema. Esse sono:

- ✓ Le stazioni di Pianoro e Vergato, che sono state considerate come stazioni di riferimento per l'area montana del territorio servito dal sistema ferroviario.
- ✓ Le stazioni di Budrio e San Giovanni in Persiceto, come riferimento per l'area della pianura.
- ✓ La stazione di Borgo Panigale, come riferimento per tutte le altre stazioni del sistema localizzate in ambito urbano.

I dati ottenuti dalle indagini effettuate forniscono per ciascuna stazione campione la disaggregazione dell'utenza secondo i diversi modi di trasporto.

La seguente tabella contiene la ripartizione modale rilevata sull'intero campione di indagine senza considerare la particolare localizzazione della stazione di intervista.

MODO DI TRASPORTO	UTENTI	% SUL TOTALE
A piedi	290	37,32%
In bicicletta	95	12,23%
In auto come conducente	206	26,51%
In auto come passeggero	21	2,70%
In auto	100	12,87%
In moto/motorino	23	2,96%
In autobus	41	5,28%
Taxi	1	0,13%
Treno	0	0,00%
Altro	0	0,00%
TOTALE	777	100%

La tabella che segue invece fornisce la distribuzione territoriale dei 290 utenti che raggiungono la stazione ferroviaria a piedi.

STAZIONE	Dist < 600	600 < Dist < 4000	Dist >4000	TOTALE
Borgo Panigale	17	9	0	26
Budrio	25	9	1	35
Pianoro	3	2	1	6
San Giovanni in Persiceto	24	18	0	42
Vergato	140	34	7	181
TOTALE	209	72	9	290
RIPARTIZIONE PERCENTUALE	72,07%	24,83%	3,10%	100%

Dai risultati delle indagini svolte sulle cinque stazioni vengono quindi definite le seguenti tipologie di stazioni:

- Stazione tipo "Città"
- Stazione tipo "Pianura"
- Stazione tipo "Montagna"

Per ogni tipo di stazione viene quindi indicata la ripartizione modale caratteristica per i casi “Senza bus” e “Con bus” e per le classi “Studente” o “Altro” e “Bel tempo” o “Brutto tempo”, applicando alcuni correttivi, rispetto alla situazione attuale, basati sulle ipotesi di miglioramento dell’accesso alle stazioni.

A questo punto tutte le stazioni del SFM vengono assegnate ad una delle tre tipologie.

In particolare le stazioni che si trovano nel comune di Bologna sono di tipo “Città”, mentre tutte le stazioni che si trovano nelle zone prive di differenze altimetriche elevate rispetto ai rispettivi bacini d’influenza e che non sono già state catalogate come stazioni di tipo “Città” vengono definite stazioni di tipo “Pianura”.

Le stazioni di tipo “Montagna” si trovano lungo le due direttrici appenniniche (Porrettana e direttissima Bologna-Firenze).

Nel caso di studi quindi tutte le stazioni appartengono alla tipologia di tipo “Città”.

Infine esiste un modello di calcolo per indicare il fabbisogno di infrastrutture di parcheggio e di attesa alle stazioni/fermate ottenuto con il programma excel.

Per ogni stazione si inseriscono i seguenti dati di input:

- Tipologia di stazione (ripartizione modale per Città, Pianura e Montagna, e a seconda dell’esistenza o meno di bus di adduzione)
- Numero treni in ora di punta
- Numero partenze in andata (utenti)
- Numero partenze in ora di punta (utenti)
- Utenza potenziale (residenti) per i diversi bacini d’influenza

In base ai dati di input, il modello automaticamente fornisce in output il fabbisogno di parcheggi e aree di attesa.

Il numero di parcheggi necessari viene calcolato prendendo i valori massimi tra i casi “bel tempo” e “brutto tempo”.

Inoltre viene calcolato anche un valore di riserva, che tiene conto dell’eventuale crescita dovuto all’attrattività del SFM.

Per gli studenti non si ipotizza alcun aumento mentre per l’utenza rimanente si ipotizza un incremento pari al 50% dell’utenza al momento dell’entrata a regime del SFM.

A questo punto è possibile passare alla fase di progettazione delle varie infrastrutture di interfaccia, nella quale si valuta la plausibilità delle indicazioni scaturite dal modello di calcolo.

Infine si procede ad una stima dei costi di realizzazione.

Di seguito si riportano alcuni esempi di parcheggi realizzati nelle stazioni SFM.



Parcheggio alla stazione di Imola



Parcheggio alla stazione di Lama di Reno



Parcheggio alla stazione di Ozzano E.



Parcheggio alla stazione di Rastignano



Parcheggio alla stazione di Silla

3.3 Il rapporto del SFM con il territorio

Negli ultimi decenni, la crescita esplosiva della motorizzazione privata ha condizionato fortemente anche le politiche del territorio, ovvero lo sviluppo urbanistico diffuso ed indipendente dalle direttrici ferroviarie, che ha condotto alla presente situazione di crisi e di asservimento sempre maggiore degli spostamenti al mezzo privato.

Per invertire queste tendenze le fermate SFM devono costruire delle potenti leve di politiche urbanistiche selettive, ed assumere un ruolo centrale in un processo che può definirsi di “concentrazione decentrata”: concentrare i nuovi poli di sviluppo postindustriale presso le fermate ferroviarie del territorio provinciale, piuttosto che presso grandi assi stradali ed autostradali.

Alla scala urbana, i centri abitati dotati di fermata ferroviaria possono fare molto per valorizzare anche a fini urbanistici la presenza del SFM nel loro territorio: insediamenti ad alta densità edilizia nell’intorno delle fermate favoriscono all’origine l’utilizzo del mezzo pubblico e ricevono dalla vicinanza delle fermate maggiore qualità e pregio.

La “crisi da congestione” delle metropoli e la diffusione del paradigma della sostenibilità sia nelle discipline urbanistiche che trasportistiche, sono tra i principali fattori che negli ultimi anni hanno contribuito alla espansione delle reti infrastrutturali su ferro in molte aree metropolitane. D’altra parte i notevoli investimenti per la riconversione o la messa a sistema di assi infrastrutturali dismessi e la costruzione di nuove reti metropolitane in molte città mondiali, hanno attivato un crescente interesse da parte di studiosi delle discipline territoriali secondo cui i nuovi sistemi di trasporto su ferro possono avere un ruolo chiave nelle forme di organizzazione e trasformazione urbana. In altre parole la costruzione e la riqualificazione delle aree di stazione e delle nuove linee possono favorire processi di recupero urbano e di trasformazione sia in aree periferiche che in aree centrali, dove la dismissione di grandi funzioni industriali ha reso disponibili aree libere in zone strategiche delle aree urbane.

La realizzazione di nuove infrastrutture di trasporto su ferro può da una parte orientare la scelta per la localizzazione di nuovi insediamenti residenziali di espansione e dall’altra mettere in moto interventi per la riqualificazione dei tessuti insediativi esistenti in aree urbane consolidate, anche attraverso la localizzazione di funzioni ad alta attrattività di spostamenti.

Questo tipo di interventi può essere riassunto con un termine per la prima volta utilizzato da Calthorpe nel 1993: Transit Oriented Development (TOD), ovvero “sviluppo urbano orientato al trasporto pubblico”, in prevalenza su ferro. Il termine Transit Oriented Development è prevalentemente utilizzato negli Stati Uniti, dove per limitare fenomeni incontrollati di diffusione urbana, molti studiosi hanno introdotto nuove teorie secondo cui le aree di stazione

sono luoghi strategici, in cui localizzare interventi di inserimento di nuove attività, interventi di densificazione, nuova edificazione in modo da contribuire ad uno sviluppo sostenibile e policentrico del sistema territoriale cui appartengono. I principi base del Transit Oriented Development sono orientati a creare nelle aree di influenza delle stazioni della rete infrastrutturale su ferro le condizioni per uno sviluppo ad alto mix funzionale (presenza di attività diverse) e con alti valori di intensità d'uso (alte densità di residenti ed addetti) e caratterizzato da una buona qualità e vivibilità urbana.

Gli interventi proposti nei diversi contesti urbani delle stazioni sono quindi finalizzati a favorire uno sviluppo "compatto" e ad alta qualità urbana al fine di incrementare il ritorno economico degli investimenti sul sistema di trasporto e di massimizzare l'uso delle stazioni esistenti e di progetto.

Gli effetti indotti da queste pratiche sono innanzitutto la costituzione di nuclei urbani ad elevata accessibilità al trasporto pubblico, con buoni livelli di qualità urbana anche in aree periferiche, un uso più efficiente delle infrastrutture di trasporto e infine, a lungo termine, la riduzione dello sprawl urbano. In particolare per le agenzie di trasporto pubblico e le amministrazioni locali i benefici di queste pratiche consistono nell'incremento degli spostamenti con il trasporto pubblico, cui consegue un incremento diretto dei guadagni; inoltre è dimostrato da numerosi studi (Cervero e Duncan 2002) come questo tipo di interventi favorisce un incremento dei valori immobiliari e dei suoli per diverse destinazioni d'uso, cui consegue un potenziale incremento degli introiti legati alle tasse.

D'altra parte per la comunità i benefici del TOD comprendono la riqualificazione di aree urbane periferiche degradate, il miglioramento delle condizioni di traffico in aree congestionate, la riduzione di consumo di suolo, provocato dalla diffusione incontrollata insediativa e infine un aumento della competitività del sistema territoriale.

In tale scenario, segnato da incertezze e difficoltà, sia il Comune che la Provincia di Bologna hanno nel frattempo ridefinito radicalmente le proprie strategie urbanistiche, elaborando i propri strumenti previsti dalla nuova legislazione urbanistica regionale. La ferrovia, come è ovvio per una realtà come Bologna, ha fortemente condizionato, e in parte guidato, tali processi.

Il Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale, approvato nel 2004, ed il successivo Piano della Mobilità Provinciale, indicano in uno sviluppo policentrico guidato e concentrato sulle stazioni del SFM un importante contributo alla soluzione del tema dello sprawl e della congestione del cuore urbano bolognese. Per la prima volta, la pianificazione sovracomunale detta precisi indirizzi, tesi ad assicurare, oltre che un più razionale sviluppo degli insediamenti produttivi da concentrarsi in poche aree ecologicamente attrezzate, uno sviluppo dei nuovi

insediamenti residenziali concentrato in via prioritaria nei centri urbani dotati di un sufficiente livello di accessibilità, in particolare di tipo ferroviario.

Da parte sua, il Piano Strutturale Comunale, di recentissima approvazione, nel definire le “sette città” che dovrebbero strutturare la nuova Bologna, delinea la cosiddetta “città della ferrovia”, chiamata a rappresentare la faccia internazionale della città: al suo interno si sviluppano politiche diverse, dal potenziamento dell’aeroporto Marconi, alla definizione del futuro polo fieristico, allo sviluppo delle nuove eccellenze della ricerca e dell’università, fino all’utilizzo dei tanti ambiti ex industriali, ferroviari e militari dimessi che dovrebbero costituire insieme un’occasione di riqualificazione e di rilancio complessivo della città. La scelta, in particolare, di favorire prioritariamente l’utilizzo di aree già attualmente edificate, rispetto al coinvolgimento di nuove aree agricole per lo sviluppo urbano, caratterizza il nuovo Piano bolognese, coniugando le esigenze di reperimento di nuove risorse per grandi interventi urbani (in primo luogo quello della stazione), la minimizzazione del consumo di suolo non ancora edificato ed il recupero di grandi aree dismesse, attualmente foriere di fenomeni di abbandono e degrado urbano.

3.4 Strumento urbanistico di Bologna: PSC

Il **Piano Strutturale Comunale (PSC)** stabilisce gli orientamenti generali che guideranno lo **sviluppo urbanistico della città di Bologna nei prossimi vent’anni**. Dopo due anni di discussioni pubbliche e incontri istituzionali, il 16 luglio 2007 il Consiglio Comunale ha adottato il nuovo Piano. **Il PSC è entrato ufficialmente in vigore il 10 settembre 2008.**

Il **PSC** è appunto un piano strutturale, con **ampi contenuti strategici e tempi lunghi di attuazione**, che fornisce indirizzi per trasformazioni che saranno poi attivate da altri strumenti.

Il PSC immagina Bologna fra vent’anni come una città:

1. **europea**: Bologna andrà inserita attivamente nelle reti che legano le città europee;
2. **metropolitana**: Bologna è considerata una città metropolitana per il suo policentrismo, ossia per la compresenza di situazioni territoriali e sociali diversificate e riconoscibili, sia nel territorio comunale che nell’area metropolitana circostante;
3. **sostenibile**: perché sia desiderabile abitare Bologna, è necessario mettere in campo una serie di azioni tese a rendere la città sostenibile sotto il profilo ambientale, della mobilità, dell’accessibilità alla casa e ai servizi, della convivenza.

Per dare concretezza a questa “visione” del territorio di Bologna, il PSC individua alcune grandi strategie di trasformazione che descrive attraverso le “Sette Città”: figure territoriali individuate

a partire da analogie territoriali, sociali e urbanistiche, interessate da progetti, politiche e azioni strategiche. **Le Sette Città sono:**

1. *Città della Ferrovia*: è la città a vocazione internazionale dove nei prossimi anni si verificheranno le trasformazioni più rilevanti;
2. *Città della Tangenziale*: è il progetto di recupero di abitabilità dell'area nord di Bologna, che comprende la sequenza di insediamenti addossati alla grande barriera autostradale;
3. *Città della Collina*: intende affermare una nuova identità per il “giardino di Bologna” che nel tempo ha subito una progressiva riduzione e privatizzazione degli usi;
4. *Città del Reno*: riconquista il rapporto con il fiume che scorre a ovest, attraverso la costituzione di un parco fluviale metropolitano ad elevata qualità ambientale;
5. *Città del Savena*: riprende il tema del doppio parco fluviale (ad est e a ovest), intercalato da aggregati residenziali e produttivi di qualità;
- 6, 7. *Città della Via Emilia Ponente e Città della Via Emilia Levante*: con le due città della via Emilia, Bologna aggiorna la sua strategia di intervento nella città storica, aprendo il **nucleo antico**, allungandolo e articolandolo: in questo senso le due città riassumono una strategia tipicamente urbana, anche per il fondamentale raccordo con il nuovo sistema della mobilità che interessa tutta la via Emilia.

Nella figura successiva viene riportata la suddivisione del territorio di Bologna nelle sette città.



Immagine suddivisione del territorio di Bologna secondo il PSC

Il PSC descrive nel dettaglio i cambiamenti che interessano le 34 “Situazioni” che compongono il territorio di Bologna, aree ben riconoscibili e (vissute come unità territoriali) da sempre (storicamente) identificate dagli abitanti con nomi specifici (Fossolo, Fiera, Bolognina, ecc...).

Le “Situazioni” sono parti di città caratterizzate dalla presenza di relazioni spaziali, funzionali, ambientali, paesaggistiche per cui si richiede un trattamento unitario.

L'obiettivo del Piano di migliorare l'abitabilità locale ha prodotto indicazioni di carattere progettuale, che costituiscono un'agenda di azioni, in parte affidate all'iniziativa dei Quartieri, ordinate secondo un criterio di priorità:

1. **Accessibilità integrata e sostenibile;**
2. **qualità ecologica e ambientale;**
3. **qualità sociale.**

Il riordino di tutte le tutele e i vincoli che gravano sul territorio permette di pensare al Piano come una Carta unica del territorio, banca dati unica consultabile da chi è in qualche modo interessato alle trasformazioni territoriali. La specificazione di questi orientamenti e la loro traduzione in direttive e indirizzi per le altre due componenti del piano urbanistico comunale, il Piano operativo comunale (POC), il Regolamento urbanistico ed edilizio (RUE) avviene attraverso:

- **3 Sistemi:** il “Sistema delle infrastrutture per la mobilità” per un'accessibilità integrata e sostenibile; il “Sistema delle attrezzature e degli spazi collettivi” per la qualità sociale; il “Sistema delle dotazioni ecologiche e ambientali” per la qualità ambientale;
- **189 Ambiti** che distinguono Territorio da urbanizzare (Ambiti per nuovi insediamenti, di sostituzione, in trasformazione), Territorio urbanizzato (Ambiti da riqualificare, consolidati, storici), Territorio rurale (Ambiti di valore naturale e ambientale, Ambiti agricoli di rilievo paesaggistico);
- **34 Situazioni** – urbane, di campagna, collinari- che aggregano gli Ambiti per gestire i microprocessi di qualificazione.

3.4.1 Previsioni del PSC negli ambiti serviti dalle stazioni della linea 6 del SFM

Il tracciato del servizio SFM 6, secondo il progetto a base di questa tesi, servirebbe alcuni comparti bolognesi che nei prossimi anni subiranno notevoli modifiche urbanistiche ed edificatorie, aumentandone l'attrattività metropolitana.

Nell'immagine seguente vengono riportati i diversi ambiti del territorio serviti dalle nuove fermate del SFM lungo la linea 6.

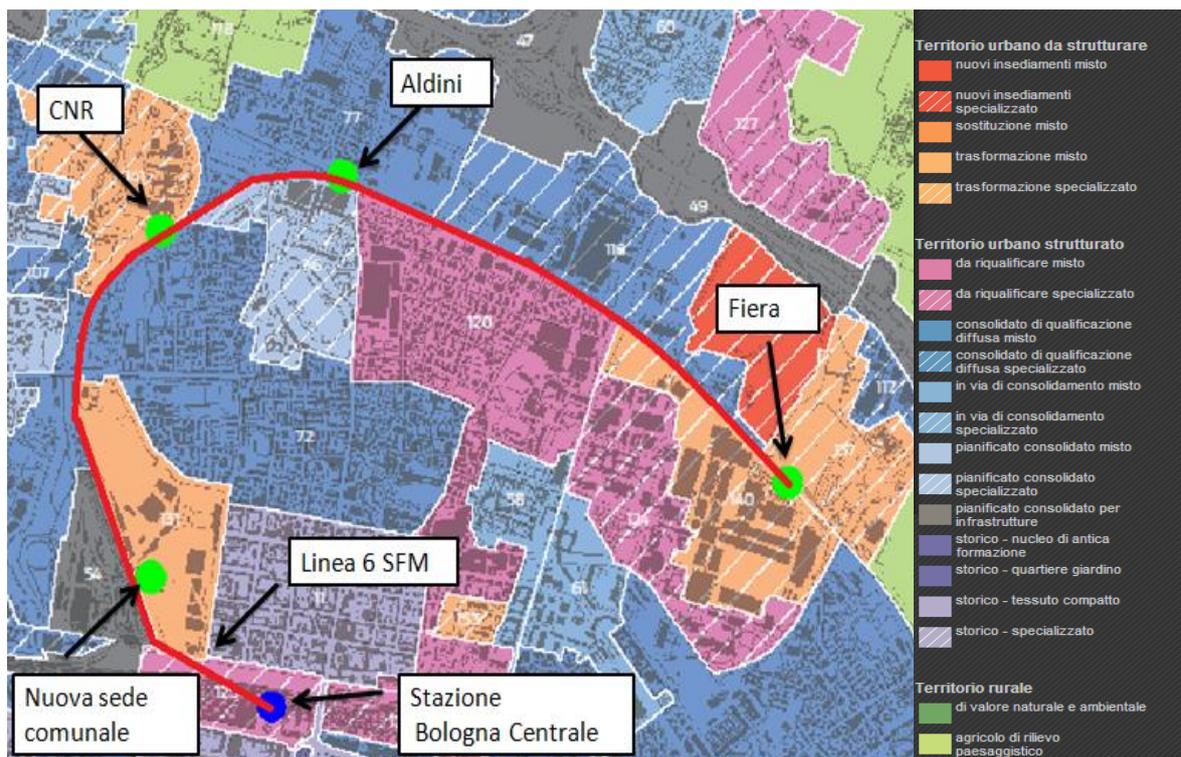


Immagine dei diversi ambiti attraversati dalla rete SFM6

Il PSC classifica il territorio comunale in “Territorio urbano da strutturare”, “Territorio urbano strutturato”, “Territorio rurale” e disaggrega i tre Territori in Ambiti.

Il Territorio urbano da strutturare comprende le parti di città oggetto di trasformazione intensiva per nuova urbanizzazione (*Ambiti per i nuovi insediamenti*) e per sostituzione di porzioni consistenti dell’agglomerato urbano (*Ambiti di sostituzione*), oltre a quelle interessate da strumenti urbanistici preventivi, approvati e adottati in attuazione del Prg previgente, che concorrono alla ristrutturazione complessiva (*Ambiti in trasformazione*).

Il Territorio urbano strutturato comprende le parti che, per la presenza di alcune aree o attività dismesse, richiedono una riorganizzazione spaziale (*Ambiti da riqualificare*); quelle relativamente stabili che ammettono interventi leggeri di qualificazione (*Ambiti consolidati di qualificazione diffusa*); quelle che si vanno consolidando attraverso il completamento dell’attuazione di strumenti urbanistici preventivi (*Ambiti in via di consolidamento*); quelle consolidate per impianto, attrezzature e stato di conservazione (*Ambiti pianificati consolidati*); quelle caratterizzate da impianti ed edifici di valore storico (*Ambiti storici*).

Il Territorio rurale è costituito dal territorio non urbano dove il PSC persegue l’obiettivo generale dell’integrazione tra politiche di salvaguardia del valore naturale, ambientale e paesaggistico e politiche di sviluppo di attività agricole sostenibili.

In particolare la linea 6 del SFM servirà i seguenti ambiti:

36-54-72-77-107-116-120-125-131-147-140-141-150.

Ogni ambito viene riportato con un colore diverso e nella legenda viene indicato nello specifico il significato.

Di ogni tipologia di Ambito sono fissati dal Quadro normativo i caratteri, la massima capacità insediativa potenziale, le dotazioni territoriali minime da realizzare, le prestazioni ambientali richieste. Per ciascun singolo Ambito compreso nel Territorio urbano da strutturare, il Quadro normativo indica ruolo, dotazioni, prestazioni e condizioni di sostenibilità.

Il “ruolo” indica gli obiettivi da raggiungere con l’attivazione delle politiche urbanistiche; le “dotazioni” individuano le nuove infrastrutture da realizzare e fissano le condizioni di integrazione con il sistema della mobilità, con quello delle attrezzature e spazi collettivi, con quello delle dotazioni ecologiche e ambientali.

Le “prestazioni” sono espresse in termini di requisiti che le opere e le politiche urbanistiche devono garantire per ottenere i livelli di qualità urbana raccomandati dalle Schede di Situazione e di qualità ambientale enunciati dalla Valsat.

Le “condizioni di sostenibilità” individuano gli interventi infrastrutturali e ambientali cui è subordinata l’attuazione dell’ambito.

3.4.1.1 Fermata nuova sede comunale

Secondo le previsioni del PSC nell’intorno della fermata della nuova sede comunale il territorio è composto da:

- territorio urbano da ristrutturare per trasformazione misto (ambito 131)
- territorio urbano strutturato, pianificato consolidato per infrastrutture (ambito 54)



Ambiti della stazione nuova sede comunale

Ambito n. 131 Navile (Ex Mercato ortofrutticolo)

All'interno di questo Ambito valgono le norme e i parametri stabiliti dagli strumenti urbanistici ed edilizi vigenti al momento dell'approvazione del PSC.

Lo Strumento attuativo della trasformazione è il piano particolareggiato di iniziativa pubblica, relativo alla Zona Integrata di Settore R5.2 Navile (ex Mercato ortofrutticolo) disciplinata dall'art. 55 delle Norme di attuazione del Prg.

I Carichi insediativi previsti sono pari a 128.362 mq complessivi, di cui 111.662 mq di Su (superficie utile) per usi privati (92.503 mq residenza, 17.159 mq altri usi, 2.000 mq ostello) e 16.700 mq per usi pubblici. Sono ammesse variazioni delle quantità di Su per i singoli usi previsti, ma non della Su massima realizzabile per usi privati.

Gli obiettivi della trasformazione sono:

- restituire alla città un vasto complesso di aree inutilizzate in posizione centrale.
- rendere il comparto permeabile, accessibile e facilmente attraversabile.
- realizzare nuove centralità pubbliche a servizio del nuovo insediamento e della Bolognina storica, in particolare un grande parco centrale a ridosso di via Fioravanti.
- prolungare la maglia urbana della Bolognina all'interno del comparto, rinnovando il principio insediativo pur conservandone gli aspetti di maggiore qualità.

Intervento di riqualificazione che si inserisce pienamente nelle strategie della Città della Ferrovia, e contribuisce a realizzare l'insieme di trasformazioni urbane volte a ricongiungere il nucleo centrale di Bologna con la prima periferia storica.

Ambito n. 54

Sono le parti del territorio occupate da infrastrutture aeroportuali, ferroviarie e stradali di rilevante estensione, o destinate a questa utilizzazione.

Il PSC promuove in questi Ambiti la realizzazione delle nuove infrastrutture e il mantenimento in efficienza di quelle esistenti, la realizzazione di adeguate opere finalizzate alla mitigazione ambientale e all'inserimento paesaggistico delle infrastrutture.

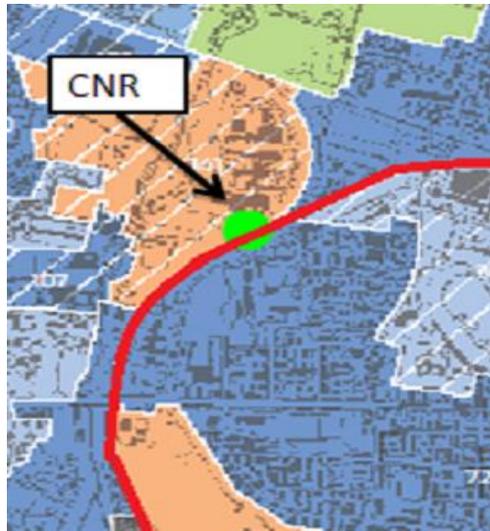
La realizzazione degli interventi di carattere infrastrutturale si attua con le norme specificamente previste dalla legislazione esistente, ed è programmata all'interno di POC.

Su edifici eventualmente presenti in queste aree il Rue renderà eseguibili in maniera diretta interventi di manutenzione degli immobili, escludendo comunque cambi d'uso verso l'abitazione.

3.4.1.2 Fermata CNR

Secondo le previsioni del PSC nell'intorno della fermata CNR il territorio è composto da:

- territorio urbano strutturato, consolidato di qualificazione diffusa misto (ambito 72)
- territorio urbano da ristrutturare per trasformazione specializzato (ambito 141)



Ambiti della stazione CNR

Ambito n. 72

Gli Ambiti consolidati di qualificazione diffusa sono parti del Territorio urbano strutturato, a destinazione mista o specializzata, cresciute per successive aggiunte senza un preventivo disegno unitario.

Il PSC promuove il miglioramento mediante interventi e opere di modesta entità edilizia finalizzati a realizzare nuove dotazioni territoriali (per mobilità, servizi, ambiente) e ad aumentare le prestazioni di quelle esistenti (accessibilità e fruibilità degli spazi).

Negli Ambiti consolidati di qualificazione diffusa sono previsti interventi di recupero del patrimonio edilizio esistente. La nuova costruzione per sostituzione di edifici esistenti è ammissibile a condizione che contribuisca a realizzare gli obiettivi indicati dal PSC per la Situazione urbana di riferimento, e nel rispetto delle regole di seguito stabilite.

Negli Ambiti a caratterizzazione funzionale mista, il RUE disciplina gli interventi di conservazione e trasformazione del patrimonio edilizio esistente, con i seguenti indirizzi:

- introduzione di un mix funzionale sensibile alle nuove esigenze abitative; in questi Ambiti possono convivere usi abitativi, usi artigianali, servizi economici e amministrativi, commerciali, ricettivi, ricreativi, sociali;
- miglioramento delle prestazioni di spazi e attrezzature pubbliche e degli edifici privati.

Il POC individua e disciplina gli interventi di trasformazione di rilevante impatto urbanistico (Sul finale > 2.300 mq), programmando contestualmente la realizzazione delle necessarie dotazioni territoriali in relazione agli indirizzi stabiliti dal PSC per ogni Situazione.

Riguardo al recupero e riuso degli insediamenti produttivi dismessi o in dismissione si formulano i seguenti indirizzi:

- nel caso di contenitori industriali ancora in funzione in Ambiti misti, la possibilità di trasformare le aree dal punto di vista urbanistico è condizionata dal raggiungimento di accordi preliminari al POC che definiscano le modalità di delocalizzazione programmata delle attività produttive, il mix funzionale più adatto per il contesto, le dotazioni territoriali da realizzare in relazione agli obiettivi stabiliti per la Situazione;
- qualora si tratti di aree contigue a tessuti urbani residenziali, va prioritariamente valutata la possibilità e opportunità di un recupero dei contenitori ancora per attività economiche, che siano compatibili dal punto di vista ambientale con il contesto residenziale e utili alla valorizzazione dei tessuti urbani in termini di mix funzionale e di vitalità economica; qualora non sia perseguibile o opportuno il recupero dei contenitori, va consentita la sostituzione e trasformazione per funzioni urbane integrate (residenza, servizi, attività economiche compatibili, ecc.);
- nel caso di sostituzione degli insediamenti, va perseguito il recupero o ripristino di percentuali elevate di superficie permeabile a verde;
- le trasformazioni di insediamenti produttivi dismessi, qualora non sia possibile o opportuno un riuso ancora per attività economiche, costituiscono occasioni rilevanti per realizzare un'offerta di edilizia residenziale con caratteristiche sociali e in particolare di alloggi in affitto.

Gli interventi sul patrimonio edilizio esistente e quelli di nuova costruzione per sostituzione riferiti a Sul inferiori a 2.300 mq si attuano sulla base della normativa del RUE.

Gli interventi di nuova costruzione per sostituzione riferiti a Sul superiori a 2.300 mq sono attivati previo inserimento nel POC. La massima capacità insediativa potenziale per gli interventi di nuova costruzione per sostituzione di cui è complessivamente pari a 85.000 mq di Sul per gli Ambiti a dominante funzionale mista.

Ambito n. 141 Università polo CNR - Navile

Lo Strumento attuativo della trasformazione è il Decreto, prot. 29513 del 1 febbraio 2005, del Ministero dei lavori pubblici (Provveditorato alle opere pubbliche per l'Emilia Romagna) per la

realizzazione dei nuovi insediamenti universitari di Chimica e Astronomia dell'Osservatorio Astronomico siti lungo il canale Navile, in via Gobetti.

La capacità edificatoria complessiva per gli insediamenti universitari risulta pari a 69.500 mq di Su, di cui: circa 43.500 mq per i dipartimenti di Chimica e Astronomia, l'Osservatorio Astronomico, aule e servizi connettivi; 26.566 mq per la facoltà di Farmacia e il corso di laurea in Biotecnologia.

Per quanto riguarda la sede CNR sono ammessi completamenti e ampliamenti fino a un massimo di 47.500 mq di Su da realizzarsi mediante intervento edilizio diretto.

L'obiettivo della trasformazione è realizzare un nuovo insediamento universitario integrato (aule didattiche, sale studio, spazi comuni, biblioteche, bar, laboratori, studi), con ampia dotazione di verde e attrezzature sportive, accessibile con mezzo pubblico e privato e inserito nella rete di piste ciclabili. Il nuovo insediamento si inquadra nel programma di decentramento delle sedi universitarie dal centro della città e si inserisce nelle strategie della Città della Ferrovia, in particolare per la scelta di moltiplicare e qualificare le attività che connotano Bologna come città europea.

L'attuazione è subordinata al potenziamento del sistema di trasporto pubblico, in termini di capacità, frequenza e copertura del territorio.

3.4.1.3 Fermata Aldini

Secondo le previsioni del PSC nell'intorno della fermata Aldini il territorio è composto da:

- territorio urbano strutturato, consolidato di qualificazione diffusa misto (ambito 77)
- territorio urbano strutturato, consolidato pianificato specializzato (ambito 36)
- territorio urbano strutturato, da riqualificare misto (120)



Ambiti della stazione Aldini

Ambito n. 77

Si tratta dello stesso tipo di ambito che si trova intorno alla fermata CNR. Valgono, quindi le stesse caratteristiche dell'ambito n. 72 sopra descritto.

Ambito n. 36

L'obiettivo è il mantenimento delle buone caratteristiche di qualità, conseguite nell'ambito in seguito all'attuazione di strumenti urbanistici di carattere preventivo.

Il RUE disciplina gli interventi di conservazione e trasformazione del patrimonio edilizio esistente, volti alla manutenzione e all'adeguamento; il POC individua e disciplina gli interventi di qualificazione o integrazione delle dotazioni territoriali o delle infrastrutture per l'urbanizzazione. Gli interventi sul patrimonio edilizio esistente si attuano sulla base della normativa del RUE.

n. 120 Bolognina Est

Gli Ambiti da riqualificare sono parti del territorio che richiedono interventi volti a recuperare diffusamente qualità urbana e ambientale, con potenziamento di infrastrutture e dotazioni collettive, introduzione di un mix funzionale sensibile alle nuove esigenze, miglioramento delle prestazioni di spazi e attrezzature. Sono a destinazione mista, cioè caratterizzati dall'adeguata compresenza di residenza e attività sociali, culturali, commerciali e produttive con essa compatibili.

La massima capacità insediativa potenziale valutata dalla Valsat per gli Ambiti da riqualificare a destinazione mista è complessivamente pari a 258.900 mq di Sul.

La superficie minima delle dotazioni territoriali da realizzare negli Ambiti da riqualificare misti è pari a 176.300 mq.

Per la sostenibilità degli interventi di riqualificazione e un'adeguata qualità ambientale, la progettazione, in coerenza con le indicazioni della Valsat, deve garantire il rispetto di obiettivi di qualità ecologica, sociale, ambientale, della morfologia urbana e del sistema dei servizi.

La riqualificazione della Bolognina lato est, cogliendo l'opportunità di trasformare aree produttive e militari dismesse e la disponibilità di spazi non ancora edificati, dovrà confrontarsi con le strategie della Città della Ferrovia e aprire questa parte alle relazioni con il resto della città. In particolare, le operazioni di riqualificazione dovranno garantire dotazioni di attrezzature collettive e verde adeguate al nuovo ruolo urbano che verrà attribuito all'Ambito con gli interventi di connessione nord-sud (nuova stazione) ed est-ovest (completamento della zona di settore Fiera- Stalingrado).

La progettazione degli interventi dovrà considerare l'importanza dei diversi elementi naturali e storici e stabilire le modalità d'intervento sulle preesistenze: il tracciato della vecchia ferrovia che attraversa l'area in direzione nord-sud dovrà diventare l'asse distributivo degli spazi pubblici, esistenti e nuovi.

Sono previsti inoltre la realizzazione di due nuovi parcheggi pubblici a servizio del contesto urbano circostante, su via dell'Arcoveggio e via Ferrarese ed un percorso ciclopedonale da via Ferrarese in direzione dell'Arcoveggio e del canale Navile.

Tra le attrezzature che interessano l'Ambito, il Museo provinciale dei trasporti richiede un intervento di riqualificazione che lo integri nel contesto.

Per le dotazioni ecologiche e ambientali si prevede una connessione ecologica lungo l'asse della vecchia ferrovia per collegare diversi spazi verdi sia in direzione della Montagnola, sia del Parco Nord. Per contribuire a realizzare compiutamente gli obiettivi di qualità urbana previsti per la Situazione Bolognina, la riqualificazione dell'Ambito dovrà garantire la qualificazione delle vie Corticella e Ferrarese finalizzata alla valorizzazione dei fronti commerciali, all'attraversamento e alla circolazione ciclopedonale.

3.4.1.4 Fermata Fiera

Secondo le previsioni del PSC nell'intorno della fermata Fiera il territorio è composto da:

- territorio urbano da strutturare per trasformazione specializzata (ambito 137 e 140)
- territorio urbano da strutturare per nuovi insediamenti a destinazione specializzata (ambito 150)



Ambiti della stazione Fiera

Ambito n. 137 Fiera-Michelino

Gli strumenti attuativi della trasformazione sono il piano particolareggiato, convenzionato, relativo alla Zona urbana speciale R3.22 – Via Michelino e Nuova uscita autostradale "Fiera" – disciplinata dall'art. 53 delle Norme di attuazione del Prg, e il Contratto di costruzione e gestione sottoscritto il 4 agosto 2006 con Fiere Internazionali di Bologna Spa–Bologna Fiere per la realizzazione e la gestione del sistema sosta e parcheggi a servizio del quartiere fieristico.

I carichi insediativi previsti sono pari a 13.516 mq ad uso per attrezzature ricettive nel comparto R3.22, mentre in R5.1.n sono pari a mq 10.206 ad uso di attrezzature ricettive e 7.500 posti auto per parcheggio pubblico.

Gli Obiettivi della trasformazione sono:

- ridurre l'occupazione di spazio stradale per la sosta dell'utenza fieristica.
- potenziare i parcheggi in apposite strutture sia per l'interscambio sia per le emergenze di viabilità e sosta che si determinano nei giorni delle rassegne fieristiche.
- potenziare le strutture alberghiere di servizio al quartiere fieristico.

Gli Interventi di infrastrutturazione e miglioramento dell'offerta di servizi nel quartiere fieristico esistente sono molto importanti affinché la Fiera di Bologna possa giocare il suo ruolo centrale nella Città della Ferrovia.

Ambito n. 140 Quartiere fieristico

Lo Strumento attuativo della trasformazione è il Piano particolareggiato, convenzionato, relativo al Quartiere fieristico, disciplinato dall'art. 48 delle Norme di attuazione del PRG.

I Carichi insediativi previsti risultano pari a 24.000 mq di Su per il nuovo padiglione espositivo che si aggiungono alla Su esistente. Sono ammesse ulteriori integrazioni della Su a fronte di specifiche necessità funzionali.

Gli Obiettivi della trasformazione sono:

- garantire le migliori condizioni edilizie per lo sviluppo dell'attività fieristica a Bologna, incrementando la flessibilità d'uso del quartiere e ampliando le aree esterne non edificate per migliorare l'organizzazione degli spazi logistici.
- potenziare gli accessi dal lato nord, in relazione al nuovo parcheggio multipiano di via Michelino, al nuovo casello autostradale, alla fermata ferroviaria (SFM).
- realizzare i corpi di collegamento tra i padiglioni più piccoli, con riqualificazione di servizi ristorativi e igienici, e la rete di collegamenti pedonali sopraelevati.

Gli interventi di riorganizzazione interna al quartiere fieristico esistente sono molto importanti affinché la Fiera di Bologna possa giocare il suo ruolo centrale nella Città della Ferrovia.

Ambito n. 150 Ampliamento Fiera District (polo funzionale)

Gli Ambiti per i nuovi insediamenti specializzati, cioè caratterizzati dalla prevalenza di attività direzionali e produttive, sono costituiti dalle parti del territorio oggetto di nuova urbanizzazione.

La massima capacità insediativa potenziale valutata dalla Valsat per gli Ambiti per i nuovi insediamenti è complessivamente pari a 470.400 mq di Sul per gli Ambiti a dominante funzionale specializzata.

La strategia della Città della Ferrovia prevede un consistente rafforzamento dell'infrastrutturazione di appoggio al quartiere espositivo bolognese (treno e trasporto pubblico, accessibilità auto e parcheggi, alberghi). L'Ambito destinato a un nuovo insediamento specializzato costituisce un'integrazione per lo sviluppo delle attività fieristiche. L'Ambito è parte del polo funzionale individuato dal PTCP.

Data la vicinanza al Parco nord, la realizzazione di connessioni fisiche e funzionali tra il quartiere fieristico e la zona ricreativa-culturale potrà sortire effetti sinergici, conciliando le strategie per la Città della Ferrovia con quelle individuate per la Città della Tangenziale.

L'attuazione è subordinata:

- alla realizzazione di un efficiente collegamento attraverso la metro tranvia (progetto ormai accantonato, bisogna capire come aggiornare);
- al mantenimento di una quota di superficie permeabile di suoli pari al 40% delle superfici fondiarie.

3.4.2 Ulteriori approfondimenti sulle previsioni urbanistiche delle stazioni della linea 6 del SFM

Il PSC per migliorare l'abitabilità locale del territorio, indicando possibili soluzioni per i problemi più rilevanti, aggrega gli Ambiti in porzioni di territorio, dette "Situazioni".

Per ogni Situazione il PSC, dimensiona le dotazioni presenti e stimate (disaggregate in "verde e spazi aperti", "attrezzature" e "parcheggi") evidenziando eventuali criticità. Per ogni Situazione il PSC costruisce inoltre un elenco ragionato di azioni da realizzare con le successive fasi di programmazione e attuazione, avvalendosi di una rappresentazione cartografica in "Schede di Situazione". Le indicazioni normative inerenti opere e azioni per la qualità urbana sono formulate in maniera sintetica all'interno delle Schede di Situazione. L'elenco costituisce un'agenda con priorità motivate: le priorità sono espresse attraverso la sequenza delle voci in legenda. Nella legenda delle Schede sono definite le seguenti voci:

- **Centralità:** spazio costruito e non, caratterizzato da multifunzionalità, da facile accessibilità pedonale, ciclabile e con trasporto pubblico, frequentato liberamente da una pluralità di utenti, spesso caratterizzato da edifici o manufatti di valore storico, testimoniale e architettonico che realizzano istanze di identità;
- **Spazio pubblico:** spazio aperto destinato a essere acquisito e sistemato per l'utilizzazione pubblica;
- **Strada centralità:** tratto di strada da sistemare per consentire le pratiche della vita in pubblico, dove garantire accessibilità pedonale e ciclabile in condizioni di sicurezza, offerta commerciale, attrezzature e servizi collettivi;
- **Strada nuovo tratto:** nuovo tratto di strada carrabile da realizzare in attuazione del PSC, per completare la dotazione infrastrutturale principale;
- **Fascia di ambientazione:** parte di territorio che sarà interessata dalla realizzazione di una nuova infrastruttura per la mobilità e dalle relative fasce di ambientazione e mitigazione;
- **Fermata del trasporto pubblico:** fermata del trasporto pubblico locale il cui impatto sull'organizzazione dello spazio urbano è, o può essere, positivamente significativo;
- **Percorso ciclabile:** percorso specializzato per la mobilità ciclabile, parte di una rete cittadina;
- **Attraversamento:** sistema attrezzato e sicuro di connessione per mettere in comunicazione parti di città separate dalla presenza di infrastrutture;
- **Accesso/varco:** punto o fascia di connessione tra elementi significativi, da risolvere con interventi mirati agli obiettivi indicati;

- **Parcheggio:** parcheggio significativo per la soluzione di criticità rilevate o per la realizzazione di strategie del PSC;

- **Risorsa storica e paesaggistica:** edificio o gruppo di edifici e relative pertinenze verdi che costituisce una emergenza significativa nel paesaggio rurale e come tale risulta interessante dal punto di vista della fruizione del territorio rurale;

Inoltre per ogni voce della legenda, in maniera specifica per ogni Situazione, viene indicato l'obiettivo da raggiungere in termini di dotazioni e prestazioni da garantire, criticità da rimuovere, elementi di valore da tutelare o recuperare.

Il PSC suddivide dunque il territorio di Bologna in 34 "Situazioni".



Per valutare la parte di territorio attraversata dalla linea 6 del SFM occorre dunque considerare le seguenti "situazioni", individuate dal Psc: Bolognina, Fiera District, Beverara e Corticella.

Per consultare le diverse schede delle situazioni inerenti la zona d'interesse bisogna consultare direttamente il PSC di Bologna.

Altro aspetto importante da considerare per l'analisi urbanistica è il sistema delle infrastrutture per la mobilità; infatti la tavola "Infrastrutture per la mobilità" individua l'assetto infrastrutturale che assicura gli standard di qualità assunti come obiettivo per la mobilità delle persone e delle merci. Il PSC assegna un ruolo fondamentale al Servizio ferroviario metropolitano come sistema cardine della mobilità nell'area metropolitana.

L'attuazione del PSC e dei piani di settore dovrà garantire la migliore accessibilità alle stazioni e fermate SFM attraverso:

- il potenziamento dell'interscambio con il trasporto pubblico locale;
- l'attestamento di piste ciclabili e la presenza di parcheggi e spazi per la sosta in corrispondenza delle stazioni e fermate;
- un'adeguata rete di percorsi pedonali dedicati e sicuri nell'intorno dei 600 metri dalle stazioni e fermate.

La rete del trasporto pubblico su sede propria dovrà consentire il collegamento ai principali "luoghi" della Città della Ferrovia.

Il rafforzamento del trasporto pubblico può costituire condizione necessaria e preliminare per gli interventi di trasformazione, secondo quanto indicato nelle norme relative a singoli Ambiti.

Su queste strade e nell'immediato intorno dovranno essere recuperati, spazi e strutture per la sosta degli automezzi. Allo scopo di favorire l'estensione della rete del trasporto pubblico, le nuove strade di connessione dovranno avere caratteristiche tali da consentire la circolazione dei mezzi pubblici e ospitare le relative fermate.

Il PSC seleziona le piste ciclabili che formano un sistema di collegamenti continuo, sicuro e ben riconoscibile, integrato con altre forme di mobilità, diffuso nella città storica, attraverso:

- il completamento degli itinerari esistenti, anche in funzione delle fermate del trasporto pubblico;
- l'individuazione di nuovi percorsi;
- la messa in sicurezza degli incroci e la progettazione di adeguate forme di attraversamento delle nuove rotatorie (con adeguamento, ove possibile, di quelle esistenti);
- ponti e sottopassi per bypassare infrastrutture di trasporto o corsi d'acqua.

Il PSC individua le fermate a servizio di attrezzature pubbliche e di altri poli attrattori di traffico urbano e le colloca in prossimità di parcheggi prevalentemente destinati all'interscambio modale. Le fermate del trasporto pubblico, quando intercettano altri modi di trasporto, costituiscono "nodi" significativi delle sette Città e come tali devono essere progettate e realizzate.

Per un interscambio efficace anche tra bus e bici il PSC promuove, nei loro pressi, la creazione di appositi spazi di sosta, dedicati e protetti.

La tavola “infrastrutture per la mobilità” indica il progetto strutturale per la dotazione di posti auto per lo scambio modale. La precisa localizzazione e il dimensionamento dei parcheggi indicati dal PSC andranno precisati in sede di formazione dei POC, mantenendone le prestazioni in termini di:

- facilità di interscambio con il mezzo pubblico;
- prossimità alle aree da servire (tenendo conto della utilizzazione prevalente che il PSC ha per essi indicato);
- buona accessibilità dalla rete stradale.

La tavola “attrezzature e spazi collettivi” indica l’attuale dotazione di parcheggi pubblici e di uso pubblico, su strada o in struttura; negli Ambiti all’interno dei quali sia possibile, preso atto della diffusa sottodotazione di parcheggi pubblici in sede propria (ossia escludendo quelli su strada), è necessario reperire nuove superfici da destinare alla sosta automobilistica, aumentando l’offerta in strutture multipiano là dove sia carente la disponibilità di suoli liberi, con un incremento dell’offerta rivolta anche agli Ambiti adiacenti.

Il dimensionamento dei nuovi parcheggi deve essere finalizzato, oltre che al soddisfacimento della domanda di sosta generata dai nuovi insediamenti, anche alla creazione di un’offerta in grado di ridurre la sosta su strada, per recuperare spazi necessari al trasporto pubblico e alla mobilità ciclopedonale.

Le misure di gestione della mobilità sono demandate ai Piani generali del traffico urbano (Pgtu) che, come previsto dalle direttive ministeriali, devono essere aggiornati con una frequenza massima quadriennale al fine di garantire l’adeguamento del sistema alla dinamicità dei processi e di corrispondere al monitoraggio dello stato generale della mobilità nel territorio comunale e degli effetti indotti dagli interventi.

Nella pagina seguente viene riportata la tavola “Infrastrutture per la mobilità” con uno zoom dell’area interessata dal progetto della linea 6. Si può osservare come in corrispondenza della stazione Aldini esiste una linea del trasporto pubblico su sede propria con una fermata proprio nelle vicinanze della stazione in modo da favorire l’interscambio con il servizio ferroviario metropolitano.

Inoltre il PSC prevede di proseguire tale linea verso la stazione Fiera del servizio metropolitana e di realizzare una fermata nelle strette vicinanze con quest’ultima al fine di favorire l’interscambio con il trasporto pubblico.

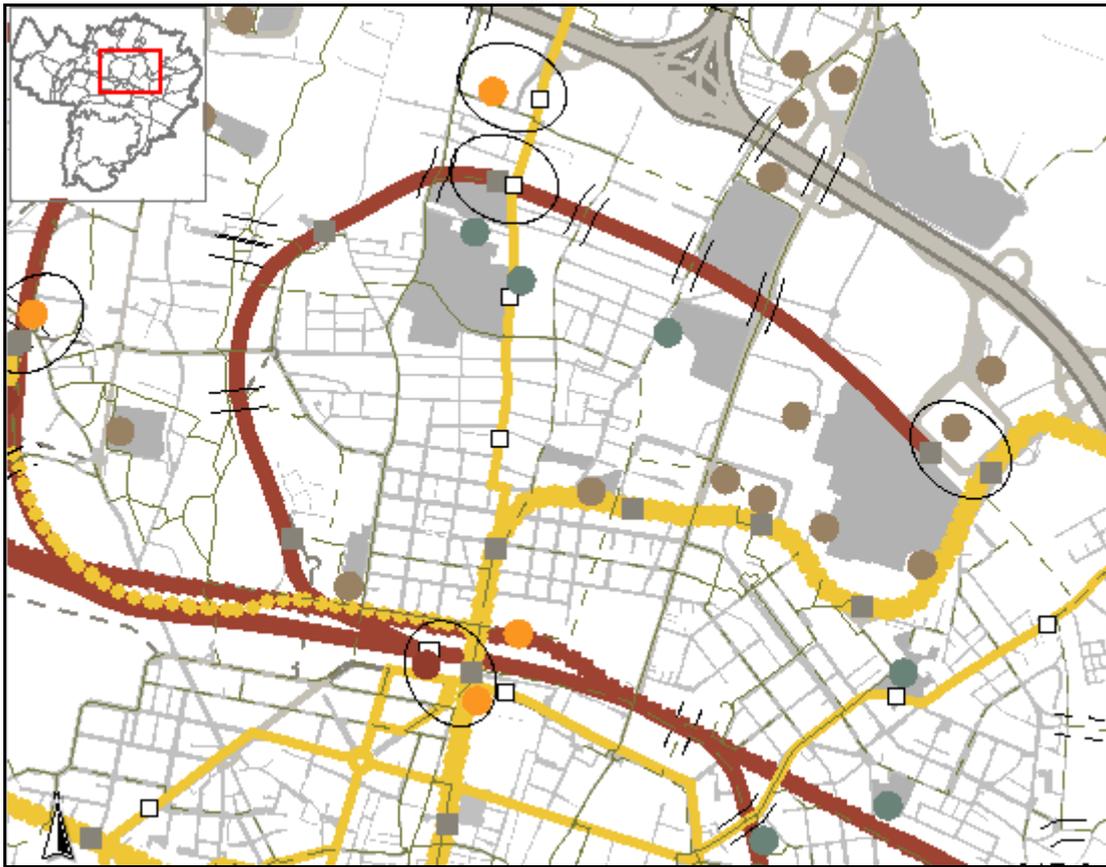


Tavola: “infrastrutture per la mobilità”

In questa fase di analisi non è stata considerata la fermata del Tecnopolo perché non prevista nelle previsioni attuali del PSC.

3.5 Ambiti cittadini in via di sviluppo coinvolti dal sistema SFM6

Il tracciato del servizio SFM6, secondo il progetto a base di questa tesi, servirebbe alcuni comparti bolognesi, che nei prossimi anni subiranno notevoli modifiche urbanistiche ed edificatorie, aumentandone l'attrattività metropolitana.

La prima fermata del servizio ferroviario sarà in corrispondenza della Stazione Bologna Arcoveggio, che collegherà direttamente la nuova sede comunale, che si trova in prossimità del quartiere Navile, dove anticamente sorgeva il mercato ortofrutticolo.

Tale quartiere è attualmente oggetto di un importante intervento di riqualificazione e di nuovo insediamento, denominato Trilogia Navile. Questo progetto prevede non solo la ridefinizione del'ex mercato, ma anche della nuova stazione ferroviaria che non sarà più una barriera ma una nuova centralità.

L'area si estende per oltre 300000 mq di cui la Trilogia Navile costituisce l'insieme urbanistico più consistente, ripartito in tre distinti complessi architettonici (Navile uno, due e tre).

Di seguito si riporta la planimetria del progetto Trilogia Navile.



Triplice è anche la destinazione d'uso del nuovo comparto, sono infatti previste abitazioni, uffici e servizi terziari. L'ambito Navile uno si colloca nell'area più a nord, nella parte terminale di via Goberti; Navile due si trova invece nella parte più a sud ed infine Navile tre si trova al margine sud dell'ex mercato ed è occupato da uffici e servizi terziari.

Questa nuova realizzazione richiamerà molte persone, sia residenti che impiegati, per questo necessità di nuovi sistemi di mobilità in grado di raggiungerla, e proprio in quest'ottica si sviluppa l'importanza della realizzazione del sistema ferroviario metropolitano SFM6.

La linea SFM6 servirà anche l'ambito CNR-Navile nel quale è prevista la realizzazione di numerose facoltà tecnico scientifiche, tra cui i dipartimenti di Chimica, Astronomia e l'Osservatorio astronomico (per un totale di 43500 mq) e le facoltà di Farmacia e Biotecnologie che potranno contare su circa 26000 mq di superficie utile a disposizione, mentre circa 27000 mq

saranno adibiti a verde ed attrezzature sportive e 18000 mq a verde pubblico in prossimità del canale Navile.

Dunque il Navile si pone come uno dei più importanti poli **scientifico** tecnologici di Europa con una presenza di circa **3.800** tra docenti, ricercatori e studenti.

Oltre all'area Navile, la linea SFM6 servirà un altro ambito che nei prossimi anni subirà notevoli trasformazioni: si tratta del comparto denominato Tecnopolo, che sorge in corrispondenza dell'ex Manifattura tabacchi. In quest'area sorgerà un polo tecnologico, sede di enti pubblici e privati operanti nella ricerca ad alta specializzazione e nell'innovazione, che diventerà il centro più importante della regione Emilia Romagna. Proprio la regione ha acquistato dei terreni in questa zona. L'area in oggetto si estende su una superficie di quasi 101000 mq, di cui 91000 di superficie lorda edificata. Il progetto del Tecnopolo, che ospiterà circa mille ricercatori, è strutturato secondo tre macro aree principali, l'insediamento di enti e centri di ricerca, un centro per la comunicazione scientifica e la zona per i servizi generali.

Inoltre lungo la rete del SFM6 sarà prevista una fermata in corrispondenza della scuola Aldini; in questa zona sicuramente la scuola costituisce il principale polo attrattore e il territorio circostante è quasi esclusivamente a destinazione residenziale.

Infine la linea SFM servirà l'ambito della fiera; questo faciliterà notevolmente gli spostamenti in occasione degli eventi particolari che si svolgeranno in fiera. Infatti le persone che arrivano in Stazione C.le possono raggiungere direttamente il quartiere fieristico tramite la linea SFM6 ed inoltre mediante il people mover, la linea potrà collegare direttamente la fiera con l'aeroporto.

CAPITOLO 4

ANALISI FERMATA ALDINI

4.1 Breve premessa

In questo capitolo valuteremo una sola stazione del SFM6; in particolare sarà svolta un'analisi più approfondita della futura fermata Aldini.

Per prima cosa, scelta la posizione della stazione, valuteremo la destinazione d'uso del territorio circostante che ricade nel bacino d'influenza dei 600 m, sicuramente quello maggiormente significativo per effettuare una corretta valutazione urbanistica della fermata.

La realizzazione di una tavola delle destinazioni d'uso, in particolare, permetterà di analizzare le dotazioni d'uso del territorio circostante e di determinare i diversi tipi di utenti che la futura fermata andrà a servire.

Inquadrata la destinazione d'uso del territorio che circonda la stazione andremo a determinare gli utenti potenziali della nuova fermata.

Inoltre per una completa analisi della stessa sarà necessario valutare la viabilità, in termini di strade e di percorsi ciclopedonali, che determina l'accessibilità alla stazione.

Infine andremo a considerare l'integrazione con le altre modalità di trasporto.

4.2 Destinazioni d'uso

Per poter determinare le destinazioni d'uso del territorio circostante di una stazione del Servizio Ferroviario Metropolitano, bisogna valutare i bacini d'influenza intorno alla fermata. L'inquadrimento dei bacini d'influenza permette di determinare l'area da analizzare in funzione dell'accessibilità alle stazioni. Il bacino d'influenza che si considera è quello di 600 metri che rappresenta l'area circolare con raggio 600 m e centro nella stazione; in questo bacino l'utente SFM si reca alla stazione a piedi.

In particolare per comprendere meglio le dotazioni d'uso del territorio circostante e di inquadrare con maggior dettaglio i diversi tipi di utenti che la nuova fermata andrà a servire è stata realizzata una tavola delle destinazioni d'uso, riportata nella pagina seguente.

Dall'analisi si è riscontrato che il bacino d'influenza della fermata è costituito prevalentemente da aree residenziali e quindi la maggior parte dei potenziali utenti della stazione saranno i residenti stessi della zona.

Inoltre ricade nel bacino anche la scuola Aldini che con i suoi 2000 studenti potrebbe portare nell'ora di punta un numero notevole di utenti in stazione; infatti essa è posizionata a ridosso della futura fermata e quindi risulterà facilmente raggiungibile dagli studenti.

Inoltre nelle immediate vicinanze della fermata, come si può notare dalla tavola delle dotazioni d'uso, vi sono una casa di cura e due centri sportivi di cui uno è l'ippodromo che potrebbero portare altri utenti alla fermata Aldini.

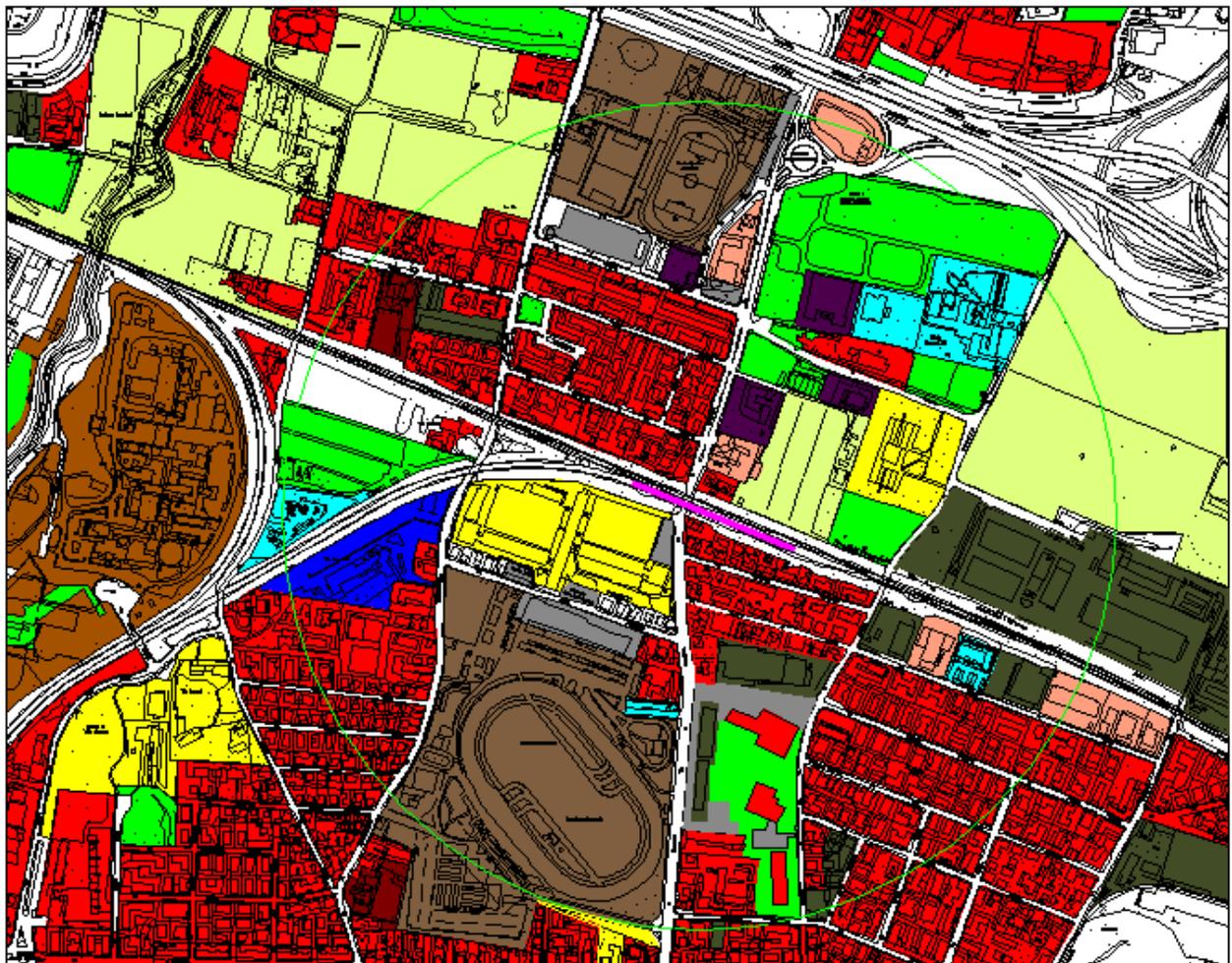
Nel territorio diverse sono anche le zone destinate ad aree verdi e ad attività commerciali.

L'area risulta anche servita da diversi parcheggi ubicati prevalentemente in superficie, che potrebbero essere utilizzati dagli utenti che decidono di raggiungere la stazione con il proprio mezzo e che quindi troverebbero opportuni spazi di sosta per lasciare le auto e servirsi del Servizio Ferroviario Metropolitano.

Diverse sono anche le aree destinate agli usi produttivi e direzionali.

Dunque in definitiva, analizzando le destinazioni d'uso si può concludere che la maggior parte degli utenti della futura stazione saranno i residenti della zona e fra i poli di maggiore attrazione sicuramente quello che potrebbe portare altri utenti alla fermata è la scuola Aldini.

Di seguito viene riportata tavola delle dotazioni d'uso dove è stata rappresentata anche la banchina, in colore magenta, che per il Servizio Ferroviario Metropolitano Bolognese deve essere lunga 250 metri quanto la lunghezza di un treno metropolitano.



LEGENDA TAVOLA DESTINAZIONI D'USO

■ EDIFICI RESIDENZIALI	■ CENTRI E IMPIANTI SPORTIVI	■ PARCHEGGI
■ VERDE URBANO-TERRITORIALE	■ SCUOLE	■ SPAZI PER CULTO
■ USO PRODUTTIVO-DIREZIONALE	■ OSPEDALI	■ SEDI UNIVERSITARIE
■ ATTREZZATURE SOCIO SANITARIE	■ AREE COMMERCIALI	■ BANCHINA FERMATA SFM
■ VERDE ATTREZZATO E DI ARREDO - ORTI URBANI	■ SEDI PER ATTIVITA' CULTURALI, POLITICHE E SOCIALI	○ RAGGIO D'INFLUENZA 600 m

Immagine: tavola destinazione d'uso

4.3 Valutazione potenziali utenti

Valutata la destinazione d'uso che ha permesso di inquadrare quali tipi di utenti la fermata andrà a servire, bisogna ora effettuare una valutazione dei potenziali utenti della nuova stazione.

Per prima cosa si considerano i residenti nel bacino di 600 m intorno alla fermata Aldini; per ottenere i residenti si considerano i numeri civici che ricadono nel bacino e si valuta il numero di residenti presenti in ciascun numero civico. Si tiene presente che per rispettare la normativa sulla privacy quando ci sono meno di 5 residenti per un numero civico, si considerano sempre 5 residenti. Dall'analisi del bacino risultano **4.797** residenti nel bacino di 600 m intorno alla futura fermata Aldini.

Di seguito viene riportata la mappa in cui è evidenziata l'origine cartografica dei dati.

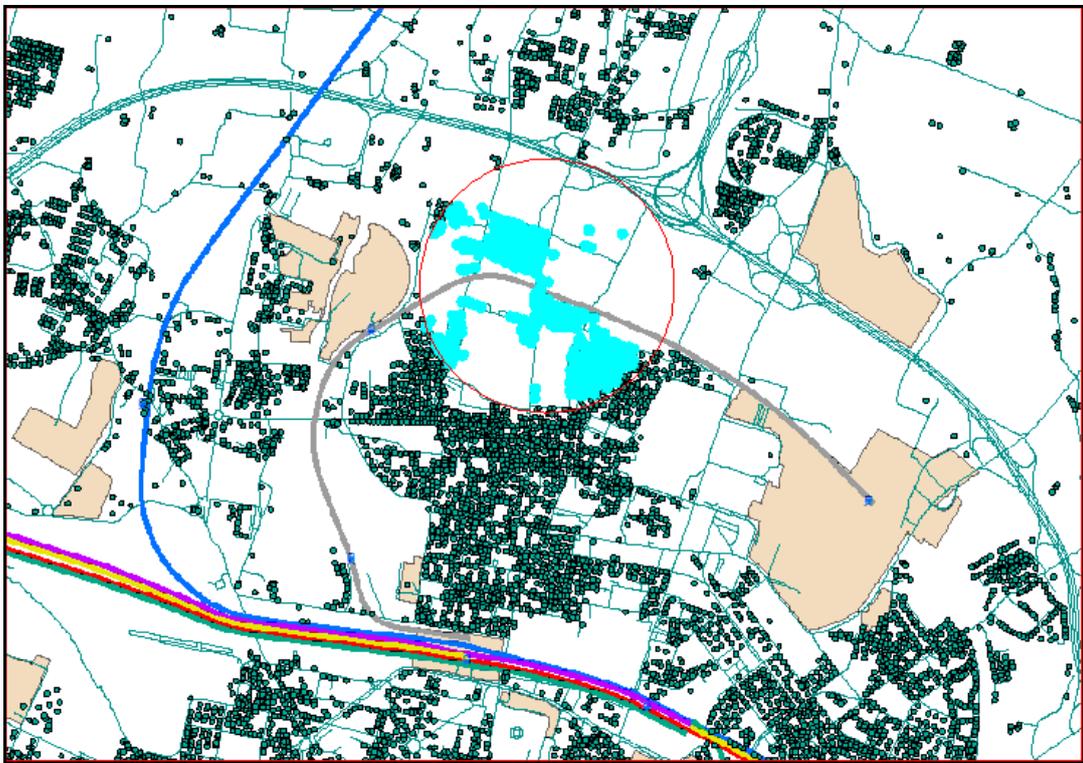


Immagine: mappa dei residenti nel bacino dei 600 m della stazione Aldini

Come già accennato, all'interno del bacino ricadono inoltre, gli istituti Aldini Valeriani e Sirani e quindi oltre ai residenti bisogna anche considerare il numero di studenti e docenti presenti nell'istituto.

Gli **Istituti Aldini Valeriani e Sirani** si trovano oltre l'Ippodromo dell'Arcoveggio, in un'area racchiusa fra Via di Corticella (a est), Via dell'Arcoveggio (ad ovest), Via Bassanelli (a sud) e il tracciato della ferrovia (a nord). Gli studenti risultano circa **2.000** mentre i docenti **220**.

La scuola Aldini con i suoi 2000 studenti potrebbe portare nell'ora di punta un numero notevole di utenti in stazione, e quindi richiede un'analisi più approfondita analizzando i diversi comuni di

provenienza degli studenti per valutare quanti effettivamente possono essere interessati al Servizio Ferroviario Metropolitano. Infatti studenti che abitano in comuni serviti dal Servizio Ferroviario Metropolitano, potrebbero raggiungere la scuola mediante il solo trasporto su ferro semplicemente cambiando treno in stazione centrale.

Naturalmente non tutti i residenti e gli studenti si serviranno della futura stazione, ma in generale si è constatato che solo il 5% di essi utilizza il Servizio Ferroviario Metropolitano, percentuale che negli anni si spera vada aumentando.

Poiché nella zona, come già detto, vi sono altri poli attrattori di cui non si ha una stima delle persone, per determinare una stima dei potenziali utenti della stazione si considera un range compreso tra il 5 e il 10 % dei dati in possesso sui residenti, sugli studenti e sui docenti degli Aldini. Quindi gli utenti variano tra **350 e 700**.

Nelle vicinanze della fermata Aldini è prevista un'altra fermata del Servizio ferroviario Metropolitano, quella del CNR il cui bacino d'influenza di 600 m in parte si sovrappone a quello della fermata Aldini come si può osservare dalla mappa seguente.

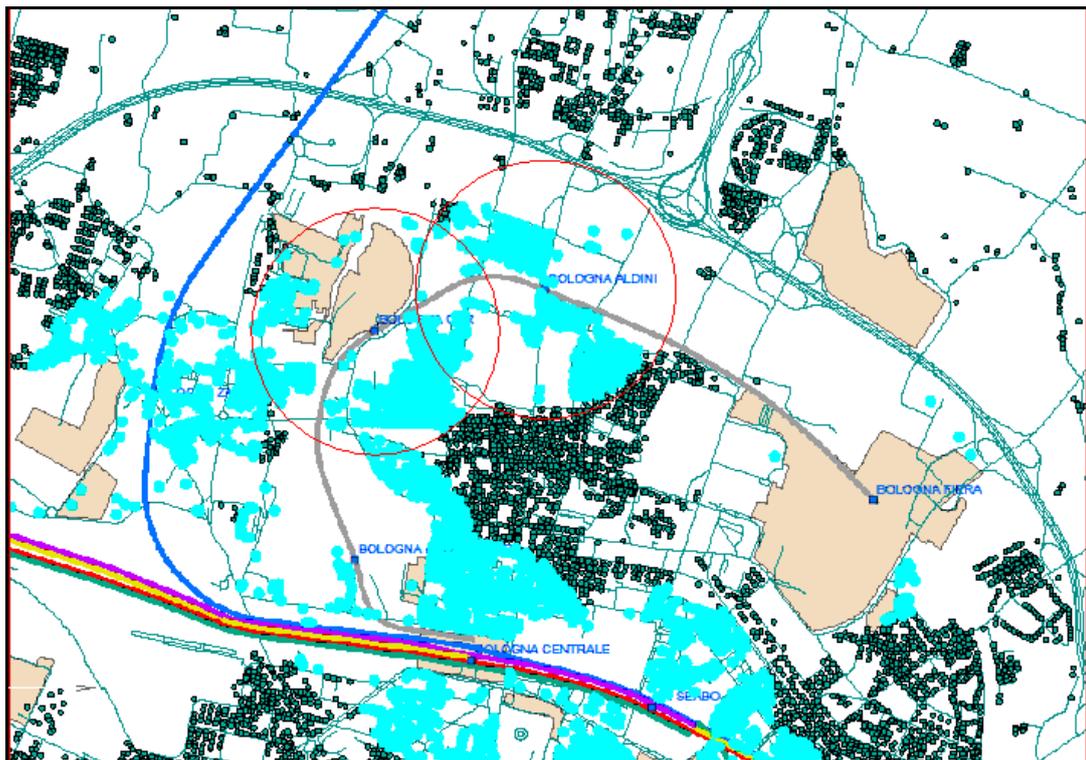


Immagine: mappa dei residenti nei bacini dei 600 m delle stazioni Aldini e CNR

Poiché i bacini delle due stazioni si sovrappongono sono stati valutati anche gli utenti potenziali della fermata CNR.

Anche per la fermata CNR sono stati considerati i residenti che ricadono nel bacino di 600, con la stessa modalità che è stata effettuata per il calcolo di quelli della stazione Aldini.

In tal caso i residenti risultano pari a **6.650**.

Di seguito è riportata la mappa in cui è evidenziata l'origine cartografica dei dati.

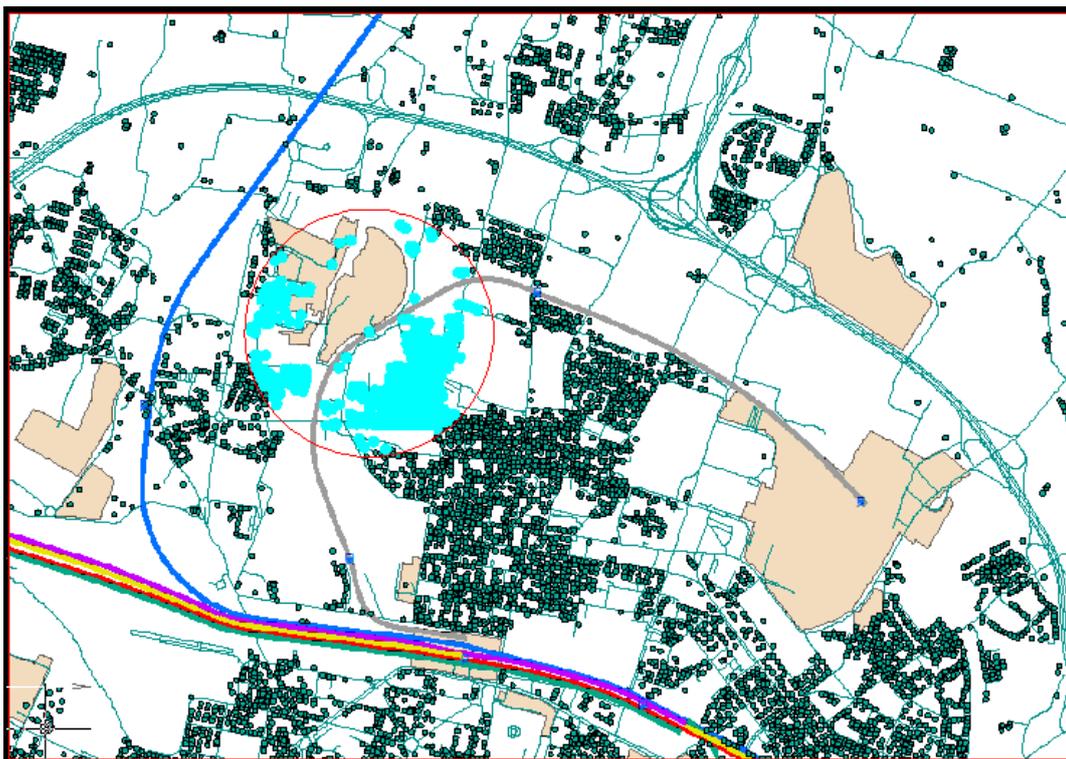


Immagine: mappa dei residenti nel bacino dei 600 m della stazione CNR

All'interno di questo bacino, sulla riva destra del Navile, nell'ansa del raccordo ferroviario, è situato il centro di ricerca CNR, **dotato** di sette istituti di ricerca, di una sala convegni e di una grande biblioteca, nel quale operano **1.300 persone**.

Inoltre in questa area è previsto, il progetto del nuovo complesso **universitario** di Chimica e di **Astronomia**, **che** mira alla realizzazione di **un'importante** polarità scientifica nell'area del **vecchio** canale, all'altezza del salto del Pero, dove nasce il **Battiferro**.

Una seconda area, a Sud del C.N.R., e' stata destinata da tempo **all'Osservatorio** Astronomico di Bologna.

Le strutture di ricerca **dell'Università** degli Studi di Bologna coinvolte nel programma insediativo sono **costituite** da quattro Dipartimenti di Chimica che fanno capo alla Facoltà di Scienze, e alla Facoltà di Chimica industriale (**Chimica** generale e inorganica, Chimica organica, Chimica fisica, Chimica **industriale** e il gruppo di Chimica analitica), e dal Dipartimento di **Astronomia**, che fa capo sempre alla **Facoltà** di Scienze.

Il nuovo insediamento comprende due attrezzature didattiche di grande rilievo, i **laboratori** didattici di Chimica e di Astronomia dotati di poco meno di 1.000 postazioni di lavoro e un **gruppo** di 28 aule comuni, per 1.700 posti, in grado di **soddisfare** le esigenze didattiche di Chimica e di Astronomia e degli **insegnamenti** di altri corsi di laurea che faranno riferimento alle Chimiche.

Il nuovo insediamento del Navile comprende le presidenze delle Facoltà prima dette e dei **corsi** di laurea, la biblioteca generale di Chimica, in **grado** di ospitare 225 studiosi, e la **biblioteca** di Astronomia, che ne ospiterà 100.

Lavoreranno nel nuovo polo universitario **276** professori e **ricercatori**, **133** unità di personale tecnico e amministrativo, **159** tra **dottorandi**, laureandi e visitatori e un numero di studenti di Chimica stimato in **1.200 unità**, ai quali si aggiungono circa **400** studenti di altri **corsi** di laurea. Complessivamente, le nuove **strutture** didattiche e di ricerca richiameranno **2.400 persone**.

Dunque il Navile si pone come uno dei più importanti poli **scientifico** tecnologici di Europa con una presenza di circa **3.800** tra docenti, ricercatori e studenti.

Così come per la fermata Aldini anche per quella del CNR la stima dei potenziali utenti si effettua allo stesso modo. In tal caso i potenziali utenti risultano tra **520** e **1040**.



Ortofoto area futura stazione Aldini

4.4 Viabilità

Definita la posizione della nuova stazione Aldini, è necessario valutare anche la viabilità che determina l'accessibilità nel bacino d'influenza. In particolare si valutano i diversi tipi di strade classificandole in strade principali, secondarie e di quartiere in funzione della grandezza e dei volumi di traffico.

Di seguito viene riportata un immagine in cui si mettono in evidenza le diverse strade presenti nel territorio circostante.

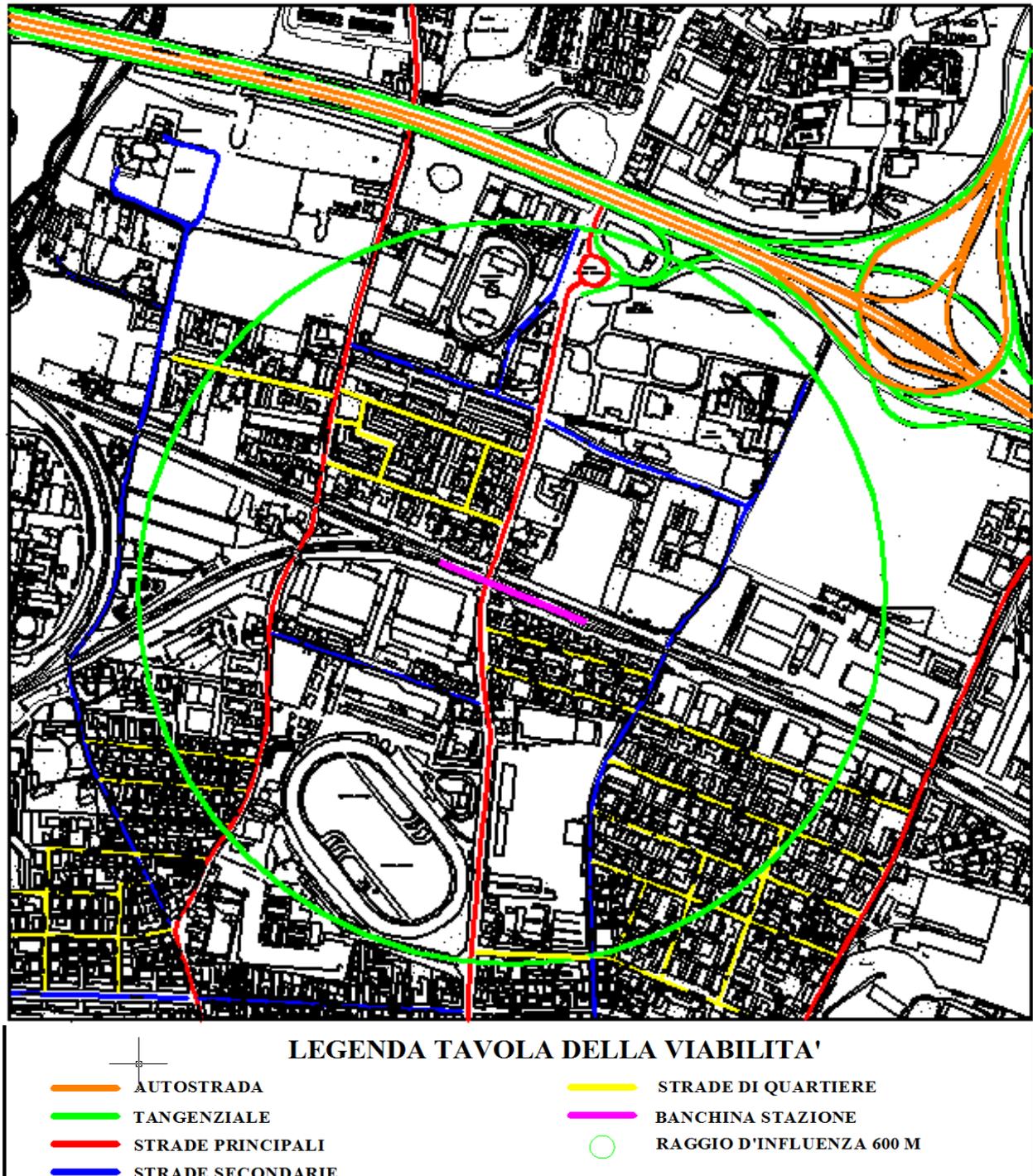


Immagine: tavola viabilità nel bacino d'influenza

Si può notare che a nord della ferrovia vi sono sia l'autostrada A14 Bologna – Taranto che la tangenziale Casalecchio – San Lazzaro; in particolare l'uscita 6 della tangenziale che porta in via di Corticella può essere molto vantaggiosa per gli utenti che decidono di servirsi della stazione poiché è situata nelle immediate vicinanze.

Sicuramente la strada principale più importante per l'intera viabilità della zona risulta essere via di Corticella lungo la quale è prevista anche una corsia preferenziale e quindi vi è un elevato flusso di traffico di autobus. Inoltre la strada è a doppio senso di marcia e subito dopo il sottopasso della ferrovia in direzione nord verso la tangenziale diventa più ampia, a 2 corsie per senso di marcia con carreggiate separate da un marciapiede.

Un'altra strada classificata come principale è via dell'Arcoveggio, anch'essa a doppio senso di marcia lungo la quale vi sono diverse fermate d'autobus. La presenza della pista ciclabile e pedonale sulla destra andando verso nord la rende una strada strategicamente molto importante per la viabilità ciclabile e pedonale.

Un'altra strada principale è via Ferrarese, a doppio senso, con corsia preferenziale fino al sottopasso della ferrovia venendo da nord.

Le strade secondarie sono:

- Via Erbosa (a senso unico)
- Via di saliceto, costituita da un tratto a senso unico e uno a doppio senso.
- Via Sario Bassanelli, in cui vi è un accesso della scuola Aldini.
- Via Giurolo A. Toni (a doppio senso).
- Via Luciano Proni (a doppio senso).
- Via Barberi Giovanni Francesco, dove transitano anche degli autobus.

Tutte le altre strade dell'area di studio risultano essere strade di quartiere, tutte a senso unico; esse sono:

Via Jacopo di Paolo, Via Alfredo Calzolari, Via Don G. Fornasini, Via Bruno Arnaud, Via Vittorio Alfieri, Via Bartolomeo Passarotti, Via Bruno Tosarelli, via Giorgio Vasari, Via Francesco Primaticcio, Via Francesca Edera de Giovanni, Via Ettore Zaniboni, Via fratelli Mussi, Via Martiri di Monte sole, Via fratelli Cervi, via fratelli Gruppi, Via Luigi Bertili, Via Cristoforo da Bologna, Via Don Giovanni Verità, Via Alceste Giovannini, Via Enzo Cesarini e Via Daniele Manin.

Dunque dall'analisi sulla viabilità si può concludere che l'accessibilità alla stazione sarà garantita dall'uscita 6 della tangenziale che faciliterà molto gli utenti, ed inoltre dalla strada via di Corticella che costituisce l'arteria principale dell'intera zona, mentre il restante delle vie sono prevalentemente vie di quartiere.

4.4.1 Percorsi ciclabili e pedonali

Per una completa valutazione della viabilità occorre analizzare anche i percorsi ciclopedonali.

Come già accennato, nel bacino d'influenza che rappresenta l'area circolare con raggio 600 m e centro nella stazione, l'utente del SFM si reca alla stazione prevalentemente a piedi, in quanto il tempo di marcia corrisponde ad un massimo di circa 10 minuti.

In linea di principio il SFM cerca di incentivare l'accesso a piedi e in bicicletta alla stazione.

Per favorire gli spostamenti pedonali e ciclabili le misure principali sono:

- Marciapiede
- Percorso pedonale
- Pista ciclabile
- Pista ciclopedonale

Di seguito viene riportata un'immagine delle piste ciclabili nel bacino di 600 m della futura stazione Aldini; in colore magenta è indicata la banchina della stazione mentre il raggio d'influenza è di colore verde ed infine le piste ciclabili sono riportate in colore giallo

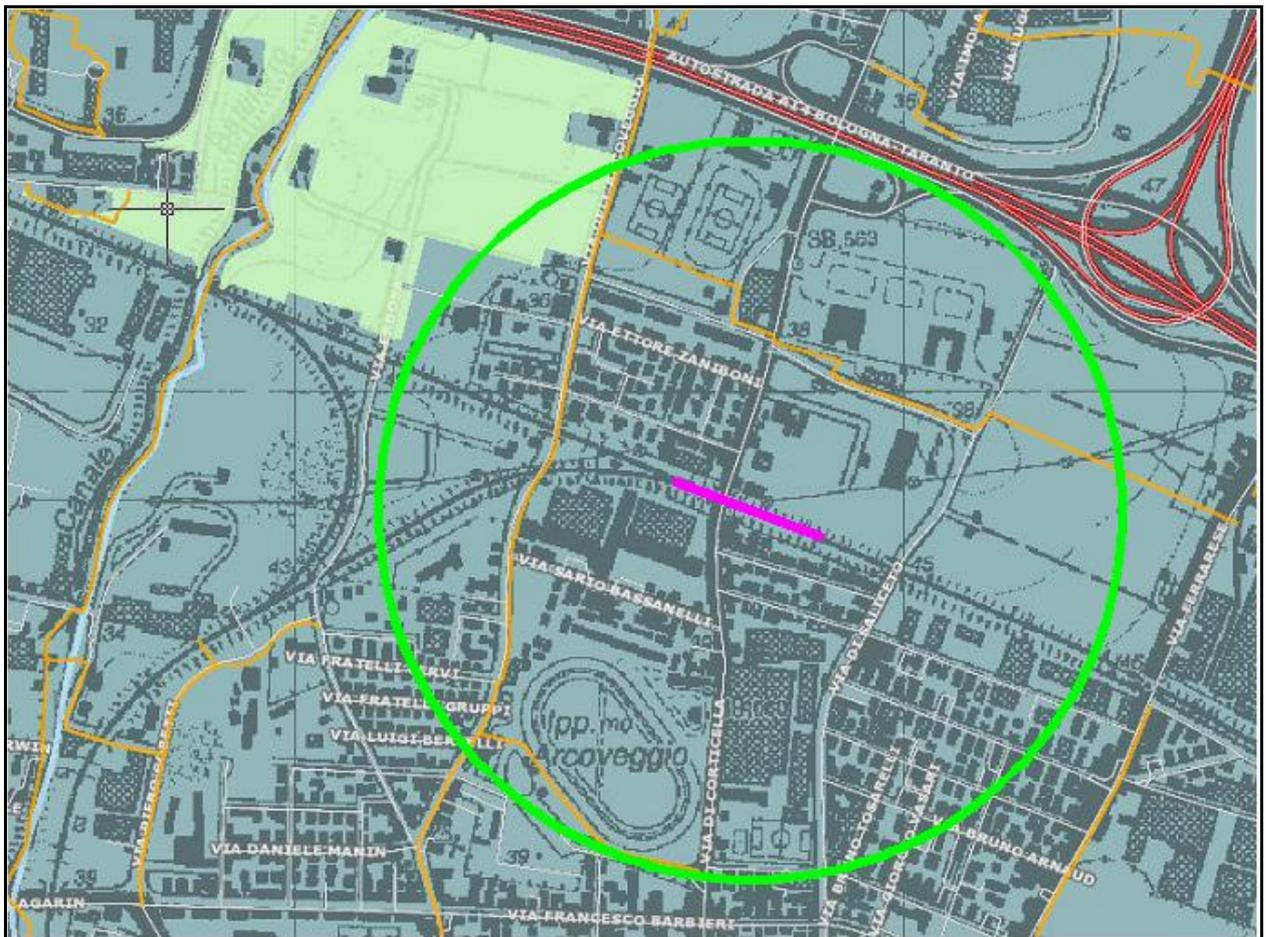


Immagine piste ciclabili: Stazione Aldini

Si nota come il percorso ciclopedonale più vicino alla banchina ferroviaria, e che quindi potrebbe essere maggiormente utilizzato dagli utenti che si recano a piedi e in bicicletta alla stazione, è quello lungo via dell'Arcoveggio. Esso è posizionato sul lato destro della strada in direzione nord verso l'autostrada.

Di seguito sono riportate due immagini: nella prima è rappresentato il percorso ciclopedonale di via dell'Arcoveggio e nella seconda un attraversamento del percorso.



Immagine percorso ciclopedonale Via dell'Arcoveggio

Il percorso si dirama a destra a nord della ferrovia in via Giuriolo A. Toni proseguendo in via di Saliceto, e a sud della ferrovia intorno all'ippodromo.

Un'altra pista ciclabile un pò più lontana dalla stazione ma comunque nelle immediate vicinanze è quella che si sviluppa lungo il canale Navile che si collega con il percorso pedonale situato in via Pietro Goberti.

Infine un ulteriore percorso ciclopedonale è posizionato in un tratto di via Ferrarese prima del sottopasso della ferrovia.

Per migliorare l'accessibilità della stazione, naturalmente si dovranno prevedere nuovi percorsi che si ricongiungono al sistema di piste già presenti nel territorio.

4.5 Integrazione con il trasporto pubblico locale

Un ulteriore principio cardine del progetto SFM è l'integrazione tra le varie modalità di trasporto, favorendo la possibilità di utilizzare più mezzi per compiere gli spostamenti.

Il progetto SFM prevede che i percorsi e gli orari dei bus saranno riorganizzati in modo da garantire condizioni ottimali per il trasporto.

Il raggio d'influenza di una fermata del bus si aggira attorno ai 400 m, ed è da intendere come distanza massima in linea d'aria percorribile a piedi.

Il Comune di Bologna, coinvolgendo la Regione Emilia-Romagna e la Provincia di Bologna, RFI, FER e TPER, prevede un riassetto del sistema infrastrutturale del trasporto pubblico in grado di garantire l'efficiente ed efficace sistema di connessioni interno all'area urbana e di collegamento della stessa con l'area metropolitana, in particolare mettendo in sinergia le reti del trasporto ferroviario e filoviario, già in larga parte presenti nel territorio.

Tale progetto in particolare prevede la necessità di:

- completare il Servizio Ferroviario Metropolitano (SFM),
- riorganizzare e potenziare la rete di trasporto pubblico urbano mediante lo sviluppo del sistema filoviario esistente, puntando sull'integrazione dello stesso con quello ferroviario.

Mediante l'attuazione degli interventi previsti è possibile garantire un forte e diffuso sistema di collegamenti su mezzo pubblico ad alimentazione elettrica, che permetteranno di ottenere importanti risultati in termini di diminuzione della congestione stradale, dell'inquinamento atmosferico e dell'inquinamento acustico.

L'obiettivo complessivo di tutti gli interventi è di costituire un sistema integrato di trasporto passeggeri intermodale di ambito urbano e metropolitano bolognese, in grado di soddisfare una maggiore domanda di mobilità pubblica. A tal fine gli interventi previsti sono finalizzati ad assicurare il completamento e l'avvio a regime del Servizio Ferroviario Metropolitano, e l'ampliamento della rete delle linee filoviarie urbane, con il pieno interscambio tra le due componenti del Sistema Integrato di Trasporto.

L'obiettivo è pertanto quello di realizzare una rete filoviaria portante che assicuri sulle direttrici principali un trasporto pubblico e garantisca la totale intermodalità con la rete ferroviaria.

Il progetto di estensione della rete filoviaria si propone di ampliare il sistema di filovie urbane della città di Bologna. Una delle reti filoviarie soggette ad una trasformazione, ricade nel bacino di influenza di 600 m della fermata Aldini dove è prevista la filoviarizzazione del ramo Matteotti–Corticella dell'attuale linea autobus n. 27, con le diramazioni ai capilinea Byron e Corticella Stazione SFM, creando la nuova linea filoviaria n. 12.

Inoltre nel territorio circostante al bacino d'influenza di 600 m sarà prevista la filoviarizzazione della linea 25, che collega la zona nord di Bologna, dai capilinea Gomito e Dozza, verso il capolinea situato all'interno del Deposito TPER Due Madonne.

L'immagine seguente mostra le due linee delle filovie nella zona della nuova fermata Aldini.

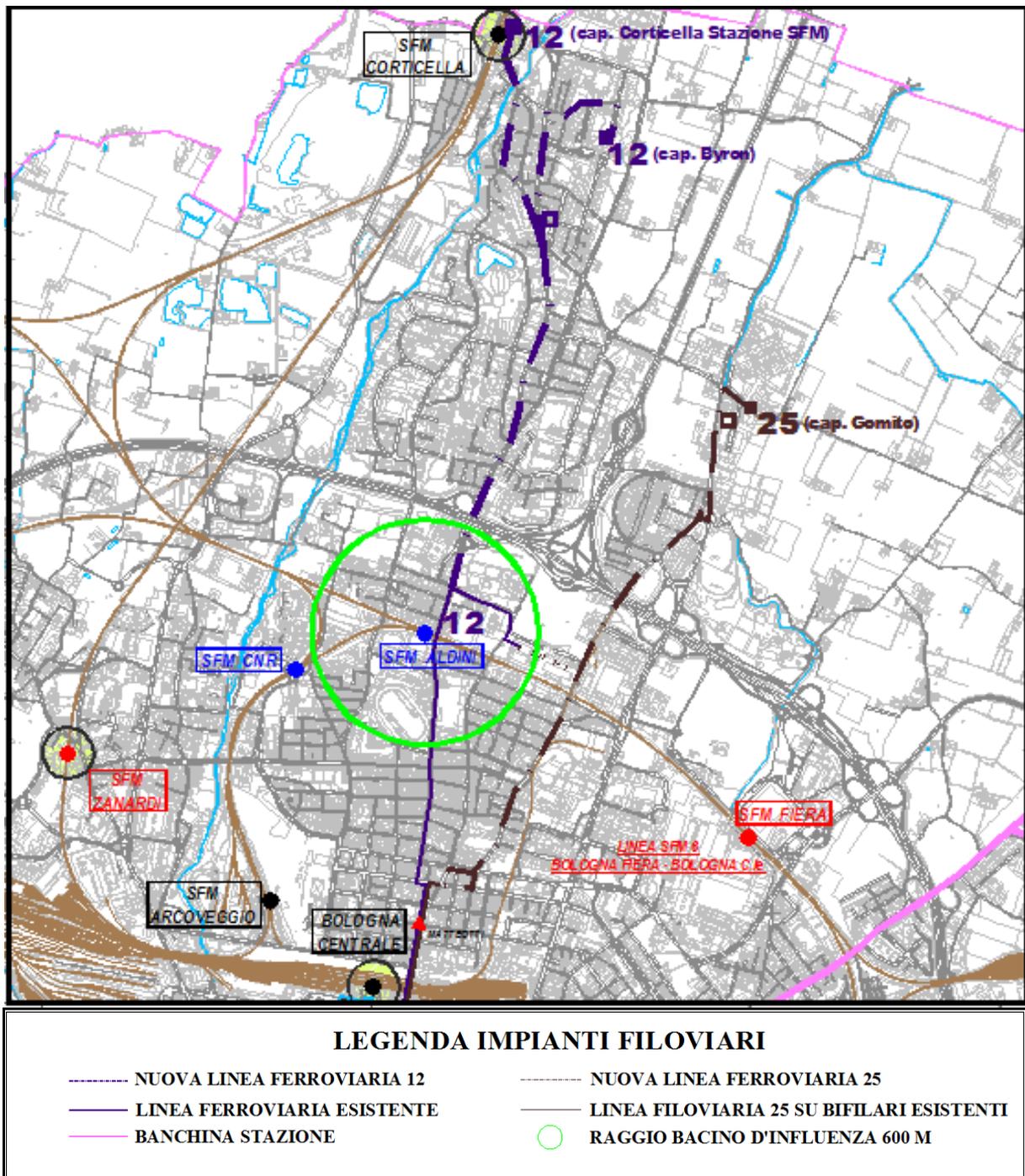


Immagine: tavola delle filovie

La società TPER ha comunicato che la nuova linea 12 continuerà a servire le stesse fermate della vecchia linea 27 Mazzini-Corticella con la stessa frequenza.

Per calcolare la capacità della linea nell'ora di punta sono state fatte le seguenti assunzioni:

- ora di punta 7.00 – 8.00
- autobus/filobus snodato (18 m) da 140 posti
- autobus/filobus normale (12 m) da 100 posti
- frequenza della fermata più vicina alla futura stazione Aldini del SFM
- orario di un giorno feriale

La fermata in esame per la linea 12 risulta essere quella denominata “Istituto Aldini” che dista circa 150 m dalla stazione.

Gli autobus arrivano con una frequenza di 4 minuti nell’ora di punta, cioè 15 autobus all’ora e la capacità sarà semplicemente data da:

$$C = n * p$$

Dove:

p sono i passeggeri max trasportati che dipendono dal tipo di autobus considerato;

n sono gli autobus nell’ora di punta in arrivo alla fermata.

Se consideriamo che la linea è servita da solo filobus snodati, la capacità nell’ora di punta sarà di 2100 passeggeri/h, se invece abbiamo solo filobus normali avremo una capacità di 1500 pass/h.

Nella realtà però, in generale la linea è servita sia da entrambi tipi di filobus; il tal caso considerando che passano 8 filobus snodati e 7 normali, la capacità è pari a 1820 pass/h.

Inoltre, il territorio circostante la stazione ferroviaria, è servito da altre linee lungo via di Corticella e via dell’Arcoveggio.

Le fermate che ricadono nel bacino di raggio 600 m e centro nella stazione sono 7.

Quelle situate su via di Corticella sono:

1. Ippodromo
2. Istituto Aldini
3. De Giovanni
4. Caserme Rosse

Quelle su via dell’Arcoveggio sono:

5. Palestra Ippodromo
6. Villa Erbosa
7. Arcoveggio

Le fermate sono servite sia da linee urbane che suburbane ed extraurbane.

Così come per la nuova linea 12, è stata anche calcolata la capacità di tutte le linee che raggiungono la zona di studio con le medesime assunzioni ipotizzate.

Nella pagina seguente viene riportata un immagine in cui si possono vedere le posizioni delle diverse fermate sia lungo via di Corticella che lungo via dell'Arcoveggio.

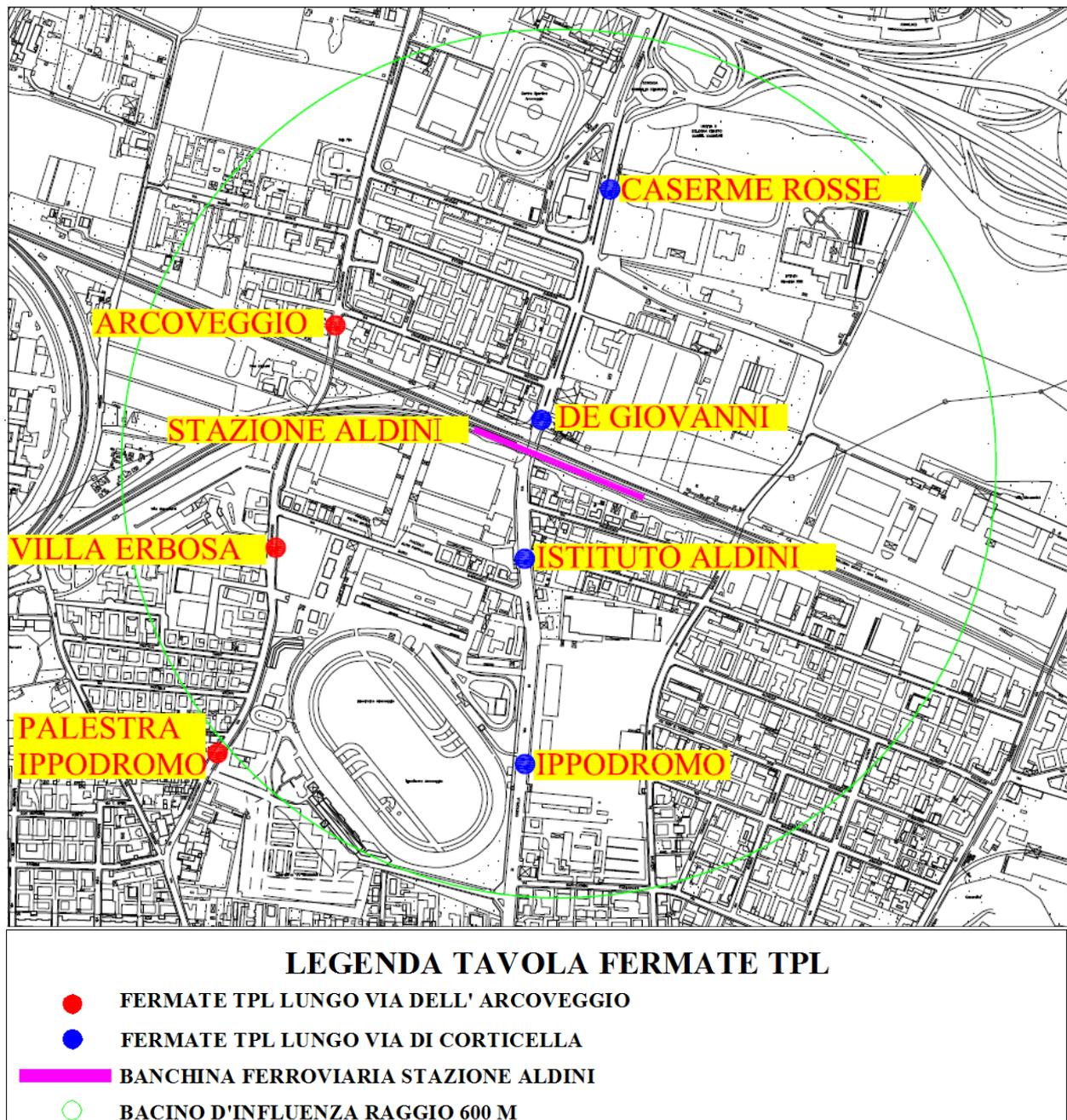


Immagine: tavola fermate TPL

Sicuramente le fermate di maggiore interesse per quanto riguarda l'integrazione con il Servizio Ferroviario sono quelle "Istituto Aldini" e "De Giovanni" lungo via di Corticella, vista l'immediata vicinanza con la futura stazione ferroviaria, e quelle "Arcoveggio" e "Villa erbosa" lungo via dell'Arcoveggio.

Si dovranno prevedere opportuni percorsi pedonali che collegano direttamente le fermate del TPL con la stazione ferroviaria, laddove non sono già presenti, in modo tale da incentivare l'integrazione tra le due modalità di trasporto.

Di seguito vengono riportate tre tabelle che riassumono tutte le caratteristiche delle varie linee. Per il calcolo della capacità le fermate considerate sono: “Istituto Aldini” per quanto riguarda via di Corticella e “Arcoveggio” per via dell’Arcoveggio. La prima tabella rappresenta la capacità della linea nel caso in cui gli autobus in arrivo sono tutti snodati da 140 posti, la seconda tabella indica invece la capacità delle linee servite solo da autobus normali da 100 posti ed infine la terza indica la capacità nel caso in cui gli autobus sono sia snodati che normali.

NOME LINEA	TIPO	VIA SERVITA	FREQUENZA (numero corse nell’ora di punta)	CAPACITA’ (pass /h)
62	Urbana	Via di Corticella	1 (Notturmo)	100
95	Suburbana	Via di Corticella	2	280
97	Suburbana	Via di Corticella	10	1400
98	Suburbana	Via di Corticella	4	560
180	Extraurbana	Via di Corticella	1	140
181	Extraurbana	Via di Corticella	4	560
354	Extraurbana	Via di Corticella	2	280
447	Extraurbana	Via di Corticella	1	140
448	Extraurbana	Via di Corticella	2	280
504	Extraurbana	Via di Corticella	1	140
11	Urbana	Via dell’Arcoveggio	6	840

Tabella: Capacità della linea servita da soli autobus snodati da 140 posti

Naturalmente la linea 62 essendo un notturno è sicuramente servita da solo autobus normali da 100 posti, quindi la capacità resta sempre uguale.

NOME LINEA	TIPO	VIA SERVITA	FREQUENZA (numero corse nell’ora di punta)	CAPACITA’ (pass /h)
62	Urbana	Via di Corticella	1 (Notturmo)	100
95	Suburbana	Via di Corticella	2	200
97	Suburbana	Via di Corticella	10	1000
98	Suburbana	Via di Corticella	4	400
180	Extraurbana	Via di Corticella	1	100
181	Extraurbana	Via di Corticella	4	400

354	Extraurbana	Via di Corticella	2	200
447	Extraurbana	Via di Corticella	1	100
448	Extraurbana	Via di Corticella	2	200
504	Extraurbana	Via di Corticella	1	100
11	Urbana	Via dell'Arcoveggio	6	600

Tabella: Capacità della linea servita da soli autobus normali da 100 posti

NOME LINEA	TIPO	VIA SERVITA	FREQUENZA (numero corse nell'ora di punta)	CAPACITA' (pass /h)
62	Urbana	Via di Corticella	1 (Notturmo)	100
95	Suburbana	Via di Corticella	2	240
97	Suburbana	Via di Corticella	10	1200
98	Suburbana	Via di Corticella	4	480
180	Extraurbana	Via di Corticella	1	100
181	Extraurbana	Via di Corticella	4	480
354	Extraurbana	Via di Corticella	2	240
447	Extraurbana	Via di Corticella	1	100
448	Extraurbana	Via di Corticella	2	240
504	Extraurbana	Via di Corticella	1	100
11	Urbana	Via dell'Arcoveggio	6	720

Tabella: Capacità della linea servita da entrambi autobus

Al contrario la rete SFM 6, ipotizzando una frequenza di 10/15 minuti nell'ora di punta avrà una capacità variabile a seconda delle due tipologie di treno considerato.

Infatti se si considera che il collegamento sarà effettuato da un tradizionale treno tipo ETR 350, che prevede 270 posti a sedere e 350 posti in piedi per una capienza totale di 620, con una frequenza di 10 minuti la capacità della rete sarà di 3720 passeggeri/h, mentre con una frequenza di 15 minuti sarà 2480 pass/h.

Se invece si considera di realizzare il collegamento con un Tram-Treno, la capacità dipenderà dal tipo di veicolo considerato. Nel capitolo successivo viene ipotizzata una possibile frequenza considerando uno specifico Tram-treno.

4.6 Possibili interventi per migliorare l'accessibilità

La provincia di Bologna nel Piano della Mobilità Provinciale (PMP), dà grande rilevanza, nell'ambito delle principali politiche da perseguire per migliorare e rendere sostenibile il sistema della mobilità provinciale, alle azioni per favorire la mobilità non motorizzata, e in particolar modo la mobilità ciclabile.

Lo scopo è di agevolare la mobilità ciclabile e promuovere un sistema a rete di piste, sia preservando il patrimonio di percorsi ciclopedonali esistenti, sia ampliandolo con interventi che ricongiungano i singoli percorsi ciclabili; obiettivo di tale rete è il collegamento efficace tra le zone a più alta attrattività, tra cui vi sono le stazioni ferroviarie.

Quasi tutte le stazioni, esistenti e nuove, prevedono percorsi pedonali e ciclabili, spesso anche come sottopassaggi di stazione, studiati e progettati per assicurare maggiore comodità e sicurezza ai viaggiatori e per garantire percorsi il più possibile diretti dalle zone residenziali e produttive alle stazioni.

Spesso la carenza di percorsi pedonali brevi e diretti alle stazioni, costringe l'utente del SFM a percorrere dei tracciati molto lunghi e ciò annulla la possibilità data dalla vicinanza e costringe quindi ad accedere alla stazione con un mezzo motorizzato o, peggio ancora, a non accedervi affatto. Per questo motivo sono considerati interventi urgenti della parte inerente l'accessibilità quelli che si trovano all'interno del bacino d'influenza dei 600 m.

In tale ottica si è cercato di operare sul territorio in esame analizzando le possibili soluzioni per migliorare l'accessibilità prevedendo nuovi percorsi ciclopedonali cercando di collegarli con quelli già esistenti, in modo tale da creare una rete che renda maggiormente appetibile la futura stazione Aldini.

Prevedendo due accessi alla stazione, uno tra via dell'Arcoveggio e Via di Corticella dietro la scuola Aldini e uno tra via di Corticella e via di Saliceto, gli interventi necessari per il miglioramento dell'accessibilità per gli utenti che decidono di raggiungere la stazione a piedi o in bicicletta sono:

1. estensione della pista ciclopedonale di via dell'Arcoveggio dietro la scuola Aldini, collegandola direttamente con l'accesso della stazione;
2. realizzazione di un percorso ciclopedonale su via di Saliceto collegandolo, a sud con quello esistente dell'ippodromo e a nord con quello già presente sempre in via di Saliceto, per migliorare l'accessibilità dell'altro accesso della stazione;
3. Prolungamento del percorso ciclabile su via Ferrarese collegandolo quello presente su via di Saliceto.

Inoltre dove non sono previsti attraversamenti pedonali e ciclabili protetti dovranno essere adeguati, per rendere molto efficace tutta la rete.

Nell'immagine seguente vengono riportate le piste ciclabili esistenti e quelle nuove ipotizzate nel bacino d'influenza dei 600 m della stazione.

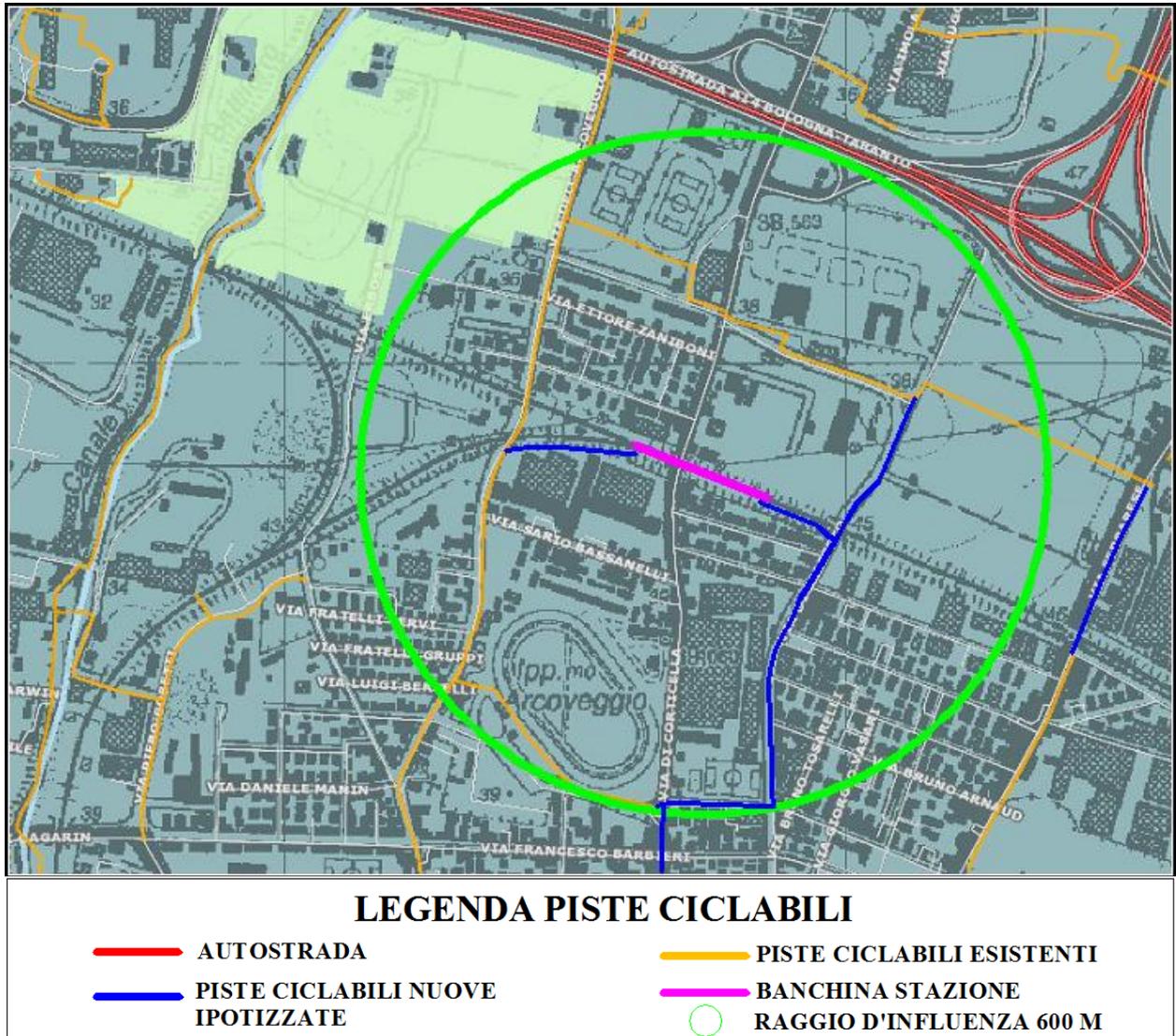


Immagine piste ciclabili: Stazione Aldini

Inoltre coloro che si recano in stazione con la bicicletta dovranno poter trovare un luogo sicuro e vicino in cui lasciare il proprio mezzo, quindi dovrà essere previsto uno spazio vicino la stazione da destinare alla sosta delle bici.

Infine in merito al tema dell'interscambio tra il trasporto privato e quello collettivo, il concetto che sta alla base del progetto SFM è quello di realizzare parcheggi d'interscambio presso le stazioni vicine ai luoghi di residenza degli utenti e non grandi parcheggi scambiatori a ridosso dell'area urbana che scoraggerebbero l'uso del SFM.

Ogni stazione viene quindi considerata, compatibilmente con la disponibilità di spazi idonei, come nodo di interscambio con il trasporto privato.

La futura fermata ferroviaria Aldini ricade in un'area fortemente urbanizzata, già dotata di parcheggi di superficie. Si ritiene pertanto che non sia necessario prevedere nuovi parcheggi nell'intorno della fermata ferroviaria, per la quale sono sicuramente da preferire nuove aree attrezzate per ciclisti e pedoni.

CAPITOLO 5

IL SISTEMA TRAM-TRENO

Nel corso degli ultimi anni, le tecnologie del sistema ferroviario si sono altamente evolute modificando, anche drasticamente, la tipologia di servizio.

Il sistema SFM6 compie un percorso strettamente urbano, e per questo potrebbe rivelarsi interessante studiare un'ulteriore alternativa relativa alla tipologia di mezzi a disposizione.

Nell'ultimo decennio, infatti, il rilancio del trasporto pubblico su ferro è stato favorito dai progressi della tecnologia tramviaria, che entra nei centri storici e garantisce un ottimo servizio.

E' da questo filone di ricerca che si sviluppa il cosiddetto "tram-treno", un termine identificante una famiglia di rotabili che effettuano un servizio su tratte ferroviarie, ma che sono in grado, grazie ad opportuni raccordi, di impegnare i normali binari tramviari fornendo così un capillare servizio di collegamento all'interno dei centri cittadini nonché fra località tra loro distanti.

Il tram-treno è particolarmente conveniente quando sussistono le condizioni per poter sfruttare la loro caratteristica principale, ovvero, integrare reti ferroviarie (generalmente preesistenti che collegano le zone suburbane a quelle urbane) a infrastrutture tranviarie al servizio del territorio urbano.

5.1 Definizione di Tram-Treno

Un tram-treno è un veicolo equipaggiato per l'interoperabilità sia sulle reti tranviarie locali che sulla rete ferroviaria nazionale. Si parla di:

- **Tram-treno**, riferendosi a un veicolo tranviario che viene "attrezzato" per la circolazione su linee ferroviarie ordinarie. In questo caso si parla di materiale ferroviario leggero;
- **Ferrotranvia** (Treno-tram), riferendosi a un veicolo ferroviario "attrezzato" per la circolazione su linee tranviarie extraurbane o urbane.

Il concetto "Tram-treno" è un'evoluzione della metrotranvia, nata per velocizzare il sistema tranviario costruendo un'immagine moderna del trasporto tranviario in grado di offrire un sistema con prestazioni "metropolitane" e costi nettamente inferiori.

Concetto chiave, elemento fondante e allo stesso tempo caratteristica peculiare del Tram-Treno è l'interoperabilità, ovvero la capacità dei sistemi di scambiarsi e usare mutuamente ciascuno i propri prodotti e le proprie infrastrutture.

Integrare reti ferroviarie a infrastrutture tranviarie al servizio del territorio urbano richiede che i due mezzi (treno e tram) abbiano caratteristiche comuni (prima fra tutte lo scartamento, che deve essere lo stesso) e che, grazie ad idonee apparecchiature di commutazione, siano duali, ossia possano funzionare sia con modalità tram (generalmente con alimentazione a 600/750 V in corrente continua) sia con modalità ferroviaria (3 KV in corrente alternata in Italia, 15/25 KVca nel resto d'europa).

Il primo caso di rete Tram-Treno propriamente detto è quello di Karlsruhe (comune della Germania), in cui i mezzi tranviari, dotati di inverter a bordo, passano dalla rete tranviaria in corrente continua al funzionamento in corrente alternata sui binari ferroviari, condivisi con i treni suburbani e regionali.

L'interesse suscitato dal modello Karlsruhe risiede nell'essere un modo di trasporto con caratteristiche nuove, un ibrido di tranvia e ferrovia metropolitana, in grado di rispondere ad un particolare tipo di domanda di trasporto in maniera molto efficace e competitiva. Il nuovo servizio ha dovuto affrontare diversi problemi di natura tecnica, ma soprattutto ha faticato a trovare un suo spazio all'interno del panorama normativo: la circolazione di un veicolo sia su sede tranviaria che su rete ferroviaria nazionale deve rispondere efficacemente a quanto dettato da entrambe le norme.

Sebbene le due tipologie sono tecnicamente simili, la marcia del veicolo avviene in un caso a vista, in regime di traffico promiscuo e quindi con una serie di vincoli dettati dal codice della strada, e nell'altro tramite segnalamento, attraverso apparecchiature e dotazioni la cui natura ed il cui funzionamento rispondono a precisi standard.



Veicolo bimodale in sosta presso la stazione centrale di Karlsruhe

5.2 I sistemi tram-treno

La classificazione di un servizio di trasporto pubblico su rotaia come tram-treno deriva senza dubbio dal modello di Karlsruhe; la sua caratteristica peculiare risiede nel prevedere la marcia promiscua di veicoli di derivazione tranviaria su tratte ferroviarie aperte anche al traffico pesante. L'utilizzo di veicoli tranviari permette di tracciare percorsi che sfruttano sia linee ferroviarie extraurbane che la rete tranviaria urbana, effettuando un servizio su scala regionale che sia in grado di penetrare nel tessuto urbano; ciò permette di ottenere, anche su servizi a media percorrenza, una buona prossimità ai bacini di origine e destinazione, attraverso la creazione di fermate ravvicinate ai nuclei edilizi. Le dimensioni ridotte dei veicoli tranviari, la rapidità di accesso in vettura e le ottime prestazioni di accelerazione permettono di realizzare gli stessi collegamenti svolti precedentemente con treni regionali effettuando molte più fermate senza penalizzare i tempi globali di percorrenza.

Un rotabile tranviario può essere adattato facilmente alla marcia con segnalamento a norma ferroviaria, ma rimane abilitato anche alla guida a vista; grazie alle dimensioni ed al peso contenuti esso genera rispetto ad un'automotrice ferroviaria rumore e vibrazioni sensibilmente minori, uniti a costi di acquisto ed esercizio più bassi.

Nella sua accezione più completa, un sistema tram-treno comprende:

- I veicoli tram-treno, che possono circolare sia su linee ferroviarie che su linee tranviarie;
- L'infrastruttura tranviaria, costituita dalle tranvie sulle quali sono ammessi a circolare i veicoli tram-treno;
- L'infrastruttura ferroviaria, costituita dalle linee e dagli impianti (stazioni, depositi, ecc.) di ferrovia sui quali sono ammessi a circolare i tram-treno;
- I tram, circolanti sull'infrastruttura tranviaria, insieme con i veicoli tram-treno;
- I veicoli ferroviari, circolanti sull'infrastruttura ferroviaria sulla quale sono ammessi a circolare i veicoli tram-treno.

Si distinguono i seguenti sistemi tram-treno:

- 1. Sistema tram-treno tipo 1:** sistema comprendente un'infrastruttura ferroviaria dove sono ammessi a circolare soltanto veicoli tram-treno;
- 2. Sistema tram-treno tipo 2:** sistema comprendente un'infrastruttura ferroviaria utilizzata da veicoli ferroviari e da veicoli tram-treno in fasce temporali diverse;
- 3. Sistema tram-treno tipo 3:** sistema comprendente un'infrastruttura ferroviaria dove sono ammessi a circolare contemporaneamente veicoli ferroviari e veicoli tram-treno;

Nel caso in esame della linea di cintura di Bologna, dove vi è anche un traffico merci, il sistema tram-treno sarà di tipo 3 detto anche sistema tram treno proprio.

5.3 Scenari realizzativi

Si passa ad analizzare i diversi scenari in cui è possibile realizzare il sistema tram-treno:

1. *Il primo è quello in cui sono presenti sia un sistema tranviario che tronchi ferroviari con capacità residua.*

Questa configurazione riflette la realtà che ha storicamente generato il modello tram-treno, ovvero quella in cui l'integrazione avviene tra due reti esistenti e quindi con un ridotto investimento in termini di oneri di costruzione.

Se da un lato il fatto che le infrastrutture siano già presenti, mantiene bassi i costi per la realizzazione della rete, dall'altro il loro utilizzo comporta l'adeguamento a standard e regolamenti non modificabili; questo si traduce in difficoltà nella progettazione dei veicoli, fino a giungere in alcuni casi all'impraticabilità della soluzione.

In uno scenario di questo tipo la realizzazione di una linea che operi in condivisione di binario va a costituire un servizio capace di affiancare o sostituire integralmente una linea ferroviaria regionale; l'alternativa è costituita dalla trasformazione dello stesso servizio ferroviario in chiave metropolitano rispetto al quale il tram-treno garantisce maggiore flessibilità e minori costi. Infatti mentre nel caso di una linea metropolitana la realizzazione di nuove stazioni o di modifiche nei tracciati comporta investimenti ingenti e pesanti ricadute sull'assetto urbanistico, i tracciati tranviari possono attraversare il tessuto abitato senza l'obbligo di protezione della sede con le fermate costituite da banchine semplici.

Il minor ingombro della sede tranviaria ed i ridotti raggi di curvatura rendono inoltre molto più semplice e libero il disegno del tracciato, rendendo più facile andare ad intercettare le zone a più alta domanda. Inoltre costi di impianto e gestione della linea, così come rumori e vibrazioni generati, sono sensibilmente minori.

La scelta di un sistema di tipo tranviario è naturalmente possibile qualora la domanda stimata non richieda l'installazione di sistemi più capaci. Ultimo ma non meno importante vantaggio legato all'utilizzo di un sistema tram-treno consiste nel realizzare collegamenti diretti dall'area suburbana al cuore di eventuali centri funzionali o commerciali senza rotture di carico.

Dunque in un contesto che offre sia reti tranviarie che ferroviarie, una reciproca connessione offre quindi la possibilità di realizzare, con costi ridotti, un servizio di elevata capacità commerciale, capace di intercettare un'alta domanda e caratterizzato da costi paragonabili a quelli di una normale tranvia moderna.

2. *Secondo caso: è presente una linea ferroviaria regionale con capacità residua o dismessa.*

Il territorio è dotato di una linea ferroviaria di interesse regionale disponibile ad accogliere nuovi convogli in quanto dotata di capacità. La condivisione di binario potrebbe avvenire, anche con

linee ferroviarie interessate da traffico a lunga percorrenza, ma la possibilità che su di essi vi siano le condizioni per far circolare veicoli tranviari senza provocare disagi sono poche.

Il territorio italiano è ricco di tronchi ferroviari non adatti ad ospitare linee ferroviarie o metropolitane perché interessati da domanda troppo bassa o perché troppo lontani dai bacini di utenza, ma che potrebbero costituire la base per servizi di tipo tram-treno, in quanto basterebbe realizzare deviazioni tranviarie verso i centri abitati principali con una spesa contenuta.

In presenza di linee ferroviarie da convertire ad uso più produttivo in termini costi/ benefici, le soluzioni alternative sono rappresentate da un lato dal ripristino del servizio ferroviario o dal suo potenziamento in chiave metropolitana, dall'altro da un totale abbandono del ferro. Nella prima ipotesi l'opportunità di nuovi servizi ferroviari va valutata a fronte delle dimensioni della domanda che la linea sarebbe chiamata a soddisfare: per livelli inferiori ai 10000 pphd all'ora il tram-treno risulta essere la soluzione più conveniente.

Anche in questo caso la realizzazione di sistemi tram-treno è relativamente poco onerosa e problematica in rapporto ai vantaggi ottenibili e si adatta bene sia alla realtà trasportistica ed economica di città diffusa che al livello richiesto dai suoi abitanti.

Rispetto ad un utilizzo di tipo esclusivamente tranviario, una rete promiscua si rivela più flessibile rispetto ad usi differenti: accanto al servizio leggero, infatti possono in questo caso coesistere servizi ferroviari pesanti, passeggeri o merci, senza alcuna penalizzazione reciproca.

La nostra rete SFM 6 ricade in questo tipo di scenario realizzativo, in quanto esiste una rete ferroviaria poco utilizzata, o meglio utilizzata solo per il trasporto merci (linea della cintura), e si possono prevedere deviazioni tranviarie lungo il percorso per servire meglio i centri abitati.

3. Terzo caso: totale assenza di infrastrutture ferroviarie

Questo è sicuramente lo scenario in cui l'applicazione del modello tram-treno è più remota e difficile da giustificare. Infatti, ipotizzare che in regioni ad urbanizzazione diffusa prive di infrastrutture ferroviarie disponibili possa essere realizzato un sistema tram-treno può avvenire solo a patto di trovare forti motivazioni strategiche. La realizzazione di un sistema tram-treno senza preesistenze ferroviarie assume significato solamente nell'ottica di un progetto su larga scala che preveda la necessità sia di servizi, passeggeri o merci, con materiale ferroviario pesante, sia di un servizio di trasporto pubblico locale a carattere suburbano. In questo senso avrebbe senso progettare i due tracciati in maniera tale che sfruttino quanto più possibile dei tronchi comuni, col fine ultimo di contenere i costi; qualora invece tale possibilità sia remota o poco probabile, la scelta di una tranvia moderna appare sicuramente più corretta.

5.4 Principali ostacoli realizzativi

Se da un punto di vista tecnico il mondo ferroviario e quello tranviario sono molto vicini, nella realtà essi sono cresciuti perdendo ogni punto di contatto già dalla fine dell'880, pertanto ipotizzare una connessione funzionale tra i due mondi presenta diversi problemi, principalmente di carattere normativo.

Ferrovia e tranvia si sono distinte da sempre per le differenti modalità di esercizio, dovute in gran parte alle diverse dinamiche di guida del veicolo. In ambito ferroviario il problema principale risiede nel regolare le distanze reciproche di convogli dalle diverse velocità e percorrenze, al fine di ottimizzare il sistema. La sede è totalmente protetta, senza interferenze, le velocità sono elevate così come gli spazi di arresto: per la massima sicurezza vengono continuamente sviluppati sistemi di segnalamento che determinano la velocità ottimale per ogni singolo treno, regolata poi in automatico o dal macchinista in base a segnali codificati.

Una vettura tranviaria procede invece con marcia a vista, i veicoli si muovono sulla rete in maniera omogenea in quanto simili nelle prestazioni e nelle velocità. I problemi relativi alla guida di un veicolo tranviario riguardano la promiscuità con un caotico traffico veicolare, il quale può impedire la marcia occupando la sede.

Il primo problema da affrontare in sede di progettazione di un sistema tram-treno è di carattere normativo: riguarda la ricerca di soluzioni tecniche o gestionali tali da rendere l'esercizio compatibile con entrambi gli approcci. Da questo punto di vista la legislazione in materia esprime solamente una generica praticabilità di soluzioni di questo tipo. Nella gestione di questo problema intervengono diversi attori:

- l'ente normativo nazionale, che in materia ferroviaria fa riferimento all'organo UIC;
- l'organo ministeriale vigilante sulla sicurezza di esercizio, il quale possiede facoltà di giudizio riguardo alla corretta applicazione delle normative;
- il gestore della linea ferroviaria ed il suo ente normativo interno, i quali devono aprirsi all'analisi di uno scenario di esercizio non contemplato nei propri regolamenti;
- l'esercente del servizio tranviario già esistente o da realizzare, che deve essere capace di mediare le esigenze espresse dagli enti normativi ferroviari con quelle riguardanti l'esercizio tranviario e con le indicazioni del codice della strada, trovando soluzioni che risultino economicamente percorribili;
- l'autorità politica ed amministrativa, a livello cittadino ma soprattutto regionale, che deve garantire sia la corretta pianificazione del servizio che il rispetto delle esigenze del territorio, garantendo la buona riuscita del progetto.

Il gestore del servizio e della linea tranviaria ha invece il ruolo fondamentale di controllare che attraverso le modifiche all'esercizio richieste per la circolazione ferroviaria, il tram-treno non diventi incompatibile con la marcia in ambiente urbano; esso quindi deve, anche grazie alla sua eventuale esperienza, controllare la compatibilità con le norme tranviarie nazionali ed interne, ad esempio in merito al comportamento della ruota nei deviatori.

Per la buona riuscita del progetto è necessario però che esista, nella veste di gestore cittadino, di autorità amministrativa o di ente ferroviario nazionale, un interlocutore principale fortemente interessato al progetto e capace di gestire con efficacia sia le problematiche tecnico-normative che quelle economiche.



Il veicolo di Zwickau (Germania) in sede ferroviaria e sede tranviaria

5.5 Materiale rotabile

Un servizio Tram-Treno si distingue per l'utilizzo di materiale rotabile di derivazione tranviaria, destinato ad operare in due contesti, quello tranviario e quello ferroviario, differenti per tipologia di infrastrutture, regime di marcia e parametri normativi. L'adozione di un veicolo di natura prettamente urbana in un tale scenario di servizio pone in evidenza problematiche e requisiti altamente specifici la cui corretta soluzione è condizione primaria per la diffusione di questo nuovo modo di trasporto.

5.5.1 Lo scartamento

Il primo problema da affrontare nella verifica della fattibilità di un veicolo per uso promiscuo riguarda la realizzazione di un corretto interfacciamento di un unico profilo sia con i binari di tipo ferroviario che con quelli tranviari: la condizione discriminante più importante è sicuramente la presenza dello stesso scartamento sulle due reti.

Si definisce scartamento la distanza fra i bordi interni dei funghi delle due rotaie costituenti il binario. In campo ferroviario il rispetto dell'Unità tecnica ferroviaria ha favorito una buona omologazione di tutte le reti europee sul valore di 1.435 mm, con l'eccezione della rete spagnola, di quella russa e di molte reti minori, pubbliche o private; in campo tranviario invece la minore azione normativa ha portato alla presenza di diverse misure di scartamento, soprattutto nelle reti storiche.

Per quanto concerne le reti tranviarie, mentre le nuove realizzazioni di Bergamo e Messina prevedono scartamento ferroviario, Milano, Roma e Torino presentano uno scartamento di 1.445 mm. Anche in Germania, il paese a più alta diffusione di reti tranviarie, lo scartamento ridotto è presente in molte linee di vecchia costruzione, così come in Austria.

Nel caso in cui la rete tranviaria sia già esistente la presenza di uno scartamento corrispondente a quello della linea ferroviaria è una condizione fondamentale per l'applicazione del modello tram-treno. A Roma, ad esempio, i soli 10 mm di differenza nei confronti dello standard ferroviario rendono impossibile la creazione di un profilo ruota per uso promiscuo. Sarebbe teoricamente ipotizzabile l'uso di carrelli a scartamento variabile, così come avviene già in campo ferroviario, ma a fronte di seri problemi di dimensioni, peso e costi.

Va però ricordato come lo scenario più adatto per l'applicazione di schemi tram-treno sia identificabile nelle aree ad urbanizzazione diffusa, contesti regionali caratterizzati da cittadine di dimensioni medie e piccole che, con qualche eccezione in Germania ed Austria, solitamente

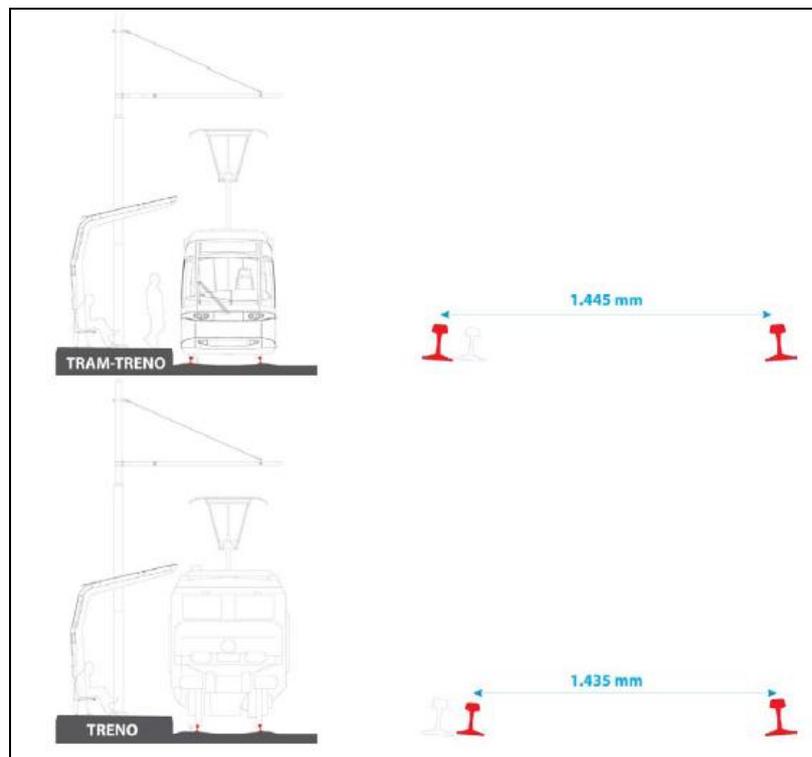
non possiedono reti tranviarie: la realizzazione di una rete urbana totalmente nuova, tuttavia elimina alla radice il problema della compatibilità di scartamento.

Negli stessi contesti suburbani è però frequente incontrare reti ferroviarie secondarie caratterizzate da uno scartamento non standard: la realizzazione della rete tranviaria e del materiale rotabile può risultare vincolata a questa condizione, la quale non pone problemi di carattere tecnico, ma che può, nell'immediato ed ancor più in prospettiva, rendere il sistema un unicum che necessita di componenti specifici.

Uno scartamento metrico o minore può, nelle attuali configurazioni di carrelli per veicoli a pianale ribassato, causare una riduzione dello spazio disponibile per i motori e quindi influire negativamente sulle prestazioni ottenibili, mentre scartamenti molto ampi necessitano di carrelli di apposita concezione con un aumento del costo del veicolo.

Nel caso la linea ferroviaria possieda uno scartamento ridotto e si desideri far circolare veicoli tranviari a scartamento standard, è possibile dotare la linea di una terza rotaia, compatibilmente con la presenza di spazio sufficiente per i diversi limiti di sagoma.

Tale accorgimento, esemplificato in figura, consiste nel realizzare due binari a diverso scartamento con una rotaia in comune e permette di far circolare sia veicoli a scartamento standard che rotabili a scartamento ridotto; questa soluzione pone allo stesso tempo le basi per un progressivo allineamento alla norma anche della linea pesante con l'acquisto di nuovo materiale a scartamento standard.



Scartamento per un Tram-treno e per un treno

5.6 L'armamento

Armamenti ferroviari e tranviari adottano gli stessi principi di funzionamento, ma differiscono profondamente nella geometria dei singoli elementi della sovrastruttura, ovvero nelle componenti di interfaccia. La radice di questa differenza è da ricercare ancora una volta nella natura promiscua della sede tranviaria: fin dai primi sviluppi le tranvie adottarono infatti sistemi di armamento che rendessero la presenza dei binari compatibile con la pavimentazione stradale, senza creare intralcio o pericolo per il transito di pedoni, ciclisti e mezzi su gomma. L'evoluzione è passata attraverso diverse soluzioni, tutte principalmente volte a ricavare uno spazio capace di ospitare il bordino tramite l'accoppiamento di una controrotaia alla rotaia principale o mediante uno scavo ricavato direttamente nel fungo; attualmente tutte le tranvie operanti in sede promiscua adattano il profilo a gola di Phoenix, mentre in sede riservata l'armamento rimane tipicamente ferroviario.

Il profilo del bordino di un veicolo ibrido deve quindi presentare una base piatta e di dimensioni tali da permettere il transito sui deviatori tranviari, un'altezza ed uno spessore compatibili sia con le gole tranviarie che con i requisiti dei regolamenti ferroviari. Sempre riguardo al profilo della ruota, va infine considerato che sulle reti ferroviarie è previsto l'allargamento dello scartamento nei tratti in curva: in relazione alla circolazione di veicoli tranviari, con interasse ridotto, tale allargamento obbliga l'adozione di ruote che presentino una superficie di rotolamento adeguatamente ampia da compensare la variazione di scartamento.

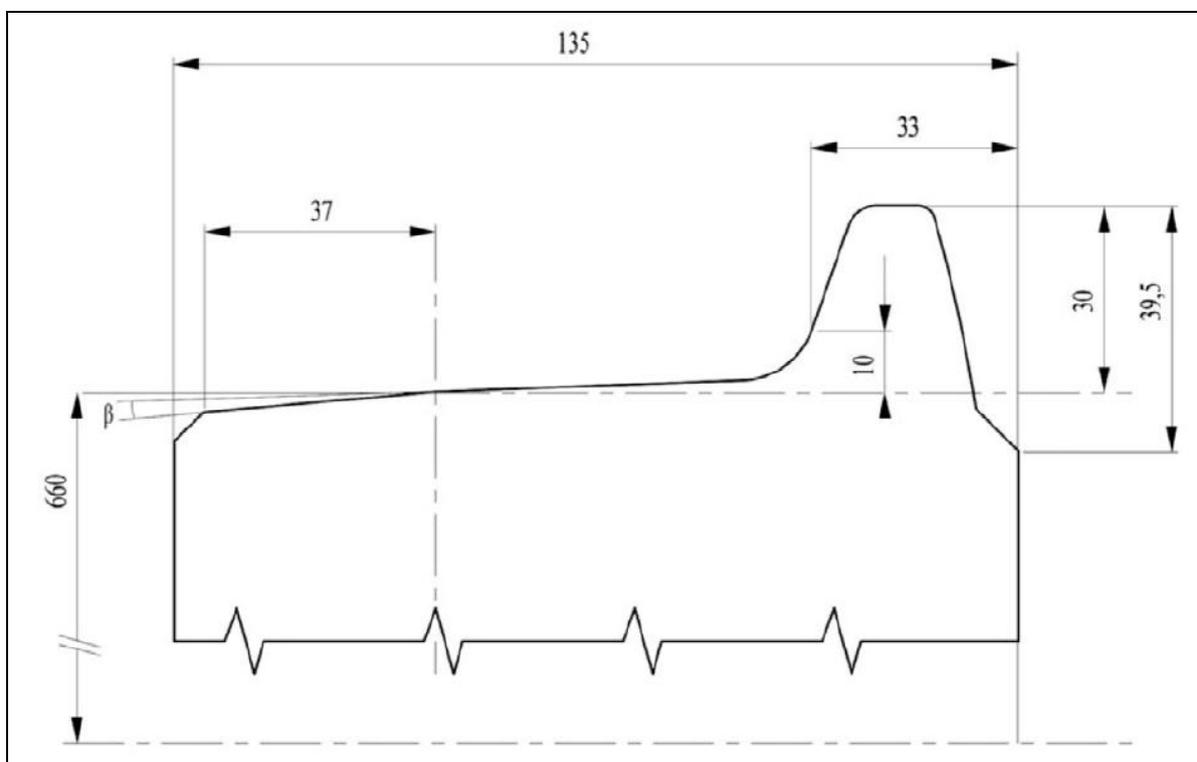
Raggio della curva		Scartamento
da metri	a metri	mm
$+\infty$	275	1.435
275	250	1.440
250	225	1.445
225	200	1.450
200	175	1.455
175	150	1.460
150	0	1.465

Tabella: allargamento dello scartamento sulla rete RFI

La circolazione dei veicoli bitensione di Karlsruhe è una prova di come tutti questi problemi possono essere risolti con successo qualora sussistano alcune condizioni di base.

Per far conciliare le esigenze di circolazione in sede promiscua e transito nei deviatori, il profilo è stato modificato nel seguente modo: il cerchione ha una larghezza di 135 mm contro i 100 mm usati in Germania e gli 84 previsti in Italia e prevede un rientro di 8 mm sulla faccia interna, al fine di permettere al bordino di entrare nelle controrotaie ferroviarie senza urtarle.

Nel caso di Saarbucken la realizzazione del servizio tram-treno coincideva invece con la realizzazione di una rete nuova da configurare in assoluta libertà: le autorità cittadine hanno quindi optato per la realizzazione di un armamento a carattere ferroviario leggero ed il profilo del cerchione adottato è di tipo ferroviario, con il bordino modificato solamente alla base per permettere il transito sul cuore tranviario.



Il profilo del cerchione adottato a Karlsruhe

L'esempio di Saarbrücken dimostra come nel caso di nuova realizzazione della rete tranviaria sia possibile adottare direttamente profili ruota di tipo ferroviario: questa soluzione obbliga ad utilizzare rotaie con gola larga 60 mm, impedendo per ragioni di sicurezza il transito di biciclette nella sede.

Anche lo studio della SNCF per applicazioni tram-treno nella cintura parigina parte da una condizione in cui la rete tranviaria è ancora da realizzare. Nella seguente tabella si riassumono le caratteristiche delle due alternative possibili, in relazione al fatto che la rete tranviaria sia già esistente (KVG Karlsruhe) oppure da realizzare (SNCF).

		KVG Karlsruhe	SNCF
altezza del bordino	<i>mm</i>	31	31
larghezza della ruota	<i>mm</i>	135	135
diametro della ruota (a nuovo)	<i>mm</i>	660	630
Qr minimo (a nuovo)		6,5	6,5
distanza tra le facce interne delle ruote	<i>mm</i>	1.361	1.360
distanza tra le facce interne dei bordini	<i>mm</i>	1.380	1.380

Tabella riassuntiva delle dimensioni principali dei profili adottabili: rete mista(KVG) e rete tranviaria esclusiva (SNCF)

Tali profili derivano dal confronto con la normativa UIC 510-2, riguardante i profili ruota ferroviari, e costituiscono soluzioni percorribili senza problemi. L'altezza del bordino è in entrambi i casi di 31 mm e la larghezza è di 135 mm, la minima prevista dalla UIC 510-2 e compatibile con l'allargamento dello scartamento in curva; con l'uso di questi profili la rete urbana può essere armata con rotaie Ri 59N, Ri 60N o con la corrispondente UNI Ir2.

L'applicazione di un profilo specifico per il tram-treno garantisce la piena operabilità sulle reti ferroviaria e tranviaria, soprattutto se quest'ultima è di nuova costruzione. Se la rete è già esistente invece è necessaria un'analisi specifica.

Tale profilo non comporta l'adozione di rotaie con gola particolarmente larga, quindi non compromette la presenza dei pedoni e ciclisti sul tracciato, ma rende le ruote soggette a fenomeni di usura precoce. Rimane in ogni caso possibile anche l'adozione di profili ferroviari, con rotaie tranviarie a gola larga, ma solo con la chiusura della sede a cicli e motocicli.

5.7 Dinamica di marcia

La scelta della tipologia di rodiggio, ovvero dell'insieme degli organi compresi fra le rotaie e la sospensione elastica, è importante in quanto determinante nella configurazione di tutta la struttura del veicolo, in particolare per la sua azione di vincolo nel disegno del pianale. Allo stesso tempo il rodiggio è il principale responsabile del comportamento dinamico del veicolo, quindi di prestazioni, sicurezza e comfort. Lo scenario di applicazione di un servizio tram-treno prevede tratti caratterizzati da dotazioni infrastrutturali e condizioni di marcia molto differenti:

1. tratti tranviari urbani: la circolazione avviene su armamento per sede promiscua, con rotaia a gola e scambi tranviari. La velocità è ridotta, rispondente ai valori tollerati dal codice della strada, i raggi di curvatura possono avere valori di 25, 18 o anche 15 metri ed il regime di marcia è reso irregolare da attraversamenti, intersezioni a raso, fermate frequenti ed eventuale presenza turbativa di traffico privato;
2. tratti tranviari extraurbani o protetti: in questi tratti la protezione della sede permette regimi di marcia più regolari e velocità massime maggiori, nei limiti delle normative;
3. tratti ferroviari interurbani: la sede è di tipo ferroviario, quindi separata e dotata di segnalamento; la marcia avviene per la gran parte del tragitto alla velocità massima consentita dal gestore della rete; il tracciato presenta grandi raggi di curvatura ed armamento di tipo ferroviario.

Rispetto a veicoli tranviari tradizionali, un veicolo tram-treno deve presentare un rodiggio capace di sopportare sollecitazioni più intense, garantendo sempre affidabilità, comfort di marcia ed una buona dinamica nell'ingresso in curva; la natura dei carrelli rimane allo stesso tempo tipicamente tranviaria, causa i ridotti raggi di curvatura, la necessità di pianale ribassato ed i limiti al peso per asse.

In sintesi l'esercizio di un veicolo per un servizio tram-treno necessita, pur nei limiti della natura tranviaria, di due classi di requisiti relative al rodiggio:

- **affidabilità meccanica:** il dimensionamento delle componenti meccaniche del rodiggio deve essere adeguato ai regimi tipici dei tratti extraurbani, con velocità alte per un veicolo tranviario e sollecitazioni agli organi di rotolamento molto forti;
- **comportamento meccanico:** la configurazione della struttura e del rodiggio deve garantire un comportamento sicuro a velocità sostenuta, con particolare attenzione alle fasi di ingresso e transito sui deviatori; allo stesso tempo risulta fondamentale garantire un alto livello di comfort.

5.8 Equipaggiamento a trazione

Una motrice tranviaria è spinta generalmente da motori elettrici trifase controllati da un circuito di trazione. In una rete urbana l'alimentazione del circuito avviene tramite captazione, cioè attraverso il contatto di un elemento strisciante, il pantografo, con un conduttore in sospensione aerea, mentre il ritorno di corrente avviene sulle rotaie.

La tensione in ingresso al pantografo, solitamente di 600 Vcc o 750 Vcc, passa attraverso un circuito di protezione ed alimenta una sezione ad alta tensione e circuiti ausiliari a media e bassa tensione.

Questa configurazione risulta valida per un veicolo operante in un sistema chiuso e definito come quello di una rete tranviaria: il transito su reti ferroviarie comporta invece il confronto con una realtà infrastrutturale differente anche in merito alle scelte riguardanti l'alimentazione.

Mentre per le reti tranviarie la scelta di una trazione elettrica e di un sistema di alimentazione a captazione si è storicamente imposta come l'unica compatibile con lo scenario cittadino e la natura dei veicoli, il sistema ferroviario sfrutta diverse soluzioni riguardo a trazione ed alimentazione in base alla natura del servizio.

La natura della linea influenza chiaramente il disegno dei veicoli su di essa operanti. Una motrice ferroviaria per linee non elettrificate, prive cioè della linea aerea di alimentazione può presentare:

1. sistema di trazione autonoma (diesel);
2. sistema di trazione elettrica, con motori elettrici alimentati da un generatore diesel.

Una elettromotrice riceve invece tutta l'energia necessaria dal circuito di alimentazione della linea stessa, cui è connessa attraverso lo strisciante del pantografo e le rotaie del binario; il sistema di frenatura è sia idraulico che elettrico.

Un veicolo tranviario progettato per l'uso promiscuo sulla rete ferroviaria europea deve quindi interfacciarsi con:

- una eventuale porzione della rete, in particolare quella regionale, priva di linea aerea; in fase di progettazione del servizio può essere valutata l'opportunità economica e la possibilità tecnica di elettrificazione della linea, in tensione tranviaria o secondo standard ferroviario;
- scelte differenti riguardo a correnti e tensione di alimentazione tra le diverse nazioni; in Europa sono principalmente in uso sistemi alimentati a 25 kVca 50 Hz, 15 kVca 162/3 Hz, 1,5 kVcc, 3 kVcc.

In queste condizioni possono essere individuati quattro ipotetici scenari relativi all'alimentazione:

- 1) la rete urbana e il tratto ferroviario sono entrambi elettrificati con standard tranviario;
- 2) il servizio utilizza tratti tranviari elettrificati e linee ferroviarie non elettrificate;
- 3) la rete ferroviaria è già elettrificata ed il veicolo deve interfacciarsi con due diverse tensioni di alimentazione aerea, urbana ed interurbana;
- 4) la linea utilizza una rete tranviaria e tronchi ferroviari alimentati con diverse tensioni, richiedendo al veicolo capacità di accettare tre o più diverse tipologie di alimentazione.

Il configurarsi di tali scenari dipende sia dalla situazione iniziale del contesto sia da scelte operate in fase di progettazione del servizio.

<i>Scenario</i>	<i>Equipaggiamento</i>
1	600/750 V cc
1, 2, 3, 4	generatore interno
3	600/750 V cc + 15 kV 16 ^{2/3} Hz
3	600/750 V cc + 25 kV ca 50 Hz
3	600/750 V cc + 1500 V cc
3	600/750 V cc + 3000 V cc
2, 3, 4	600/750 V cc + generatore interno
4	600/750 V cc + 15 kV + 25 kV

Possibili configurazioni di impianto

5.8.1 Azionamenti politensione

Un convoglio tranviario è per definizione un veicolo elettrico. Tale soluzione tecnologica ne garantisce doti di silenziosità ed efficienza energetica nonché le buone prestazioni ed il valore nullo di inquinamento atmosferico in loco: risulta quindi naturale trovare nell'adeguamento degli azionamenti la soluzione alla circolazione sotto diverse tensioni di linea. L'intervento nell'architettura di sistema si traduce nella realizzazione di un apparato capace di convertire la tensione ferroviaria in quella tranviaria; il sistema si presenta infatti come derivato da collaudati modelli tranviari urbani, disegnati per operare in corrente continua a 600 V o 750 V.

Un'analisi sommaria dello schema di base comune alle realizzazioni bitensione esistenti individua: sezione di commutazione, sezione di trasformazione e sezione di trazione.

Una soluzione di questo tipo è praticabile e già disponibile sul mercato: la sua applicazione comporta un aumento dei costi del veicolo rispetto ad un veicolo tranviario comune. L'utilizzo di architetture modulari e di componenti comuni all'intero settore tranviario rende l'azionamento

politensione, qualora applicabile, una scelta affidabile, efficiente, sostenibile in termini di costi e manutenzione e meglio rispondente alla natura elettrica del veicolo, anche dal punto di vista dell'immagine. Unico vincolo rimane, chiaramente, la presenza di linea aerea su tutto il percorso.

5.8.2 Azionamento ibrido

L'applicazione di sistemi di generazione interna, affiancati al sistema di captazione e non, offre apparentemente la migliore soluzione per il variegato scenario di alimentazione di un tram-treno. Allo stesso tempo però la presenza sul mercato di veicoli ibridi è molto ridotta.

Un veicolo tranviario ibrido affianca alla trazione elettrica, un impianto di generazione composto oggi, da un motore diesel con relative componenti di supporto, da un alternatore e da un raddrizzatore.

I principali vantaggi sono:

- un sistema di generazione interna dell'energia necessaria al veicolo, che lo rende chiaramente svincolato dalla presenza di linea di alimentazione aerea;
- un solo tipo di veicolo è capace di circolare indifferentemente su tutta la rete tranviaria e ferroviaria europea, sotto tutte le tensioni di linea o in assenza di elettrificazione;
- il prodotto è unico per qualsiasi contesto;
- in linea teorica la generazione interna rende ottimale il consumo di energia, evitando la dispersione tipica delle reti di distribuzione;
- l'alimentazione aerea potrebbe scomparire anche nei tratti urbani.

I principali limiti, invece, sono:

- il sistema veicolo rimane di natura elettrica, ma possiede anche una parte meccanica di considerevole complessità;
- il sistema necessita di maggiore manutenzione;
- il veicolo produce inquinamento in loco;
- l'architettura generale risulta complessa ed ingombrante in relazione alla natura di un veicolo tranviario.

L'utilizzo di veicoli diesel-elettrici per servizio tram-treno deve quindi essere valutato:

- a) come scelta giustificata da un rapporto costi/benefici migliore rispetto alla totale elettrificazione di una linea;
- b) come unica soluzione quando l'elettrificazione non è tecnicamente possibile;

- c) come scelta sistematica a fronte di un reale vantaggio rispetto a sistemi politensione, soprattutto nell'impianto di linee nuove.



Veicolo tram-treno a trazione diesel

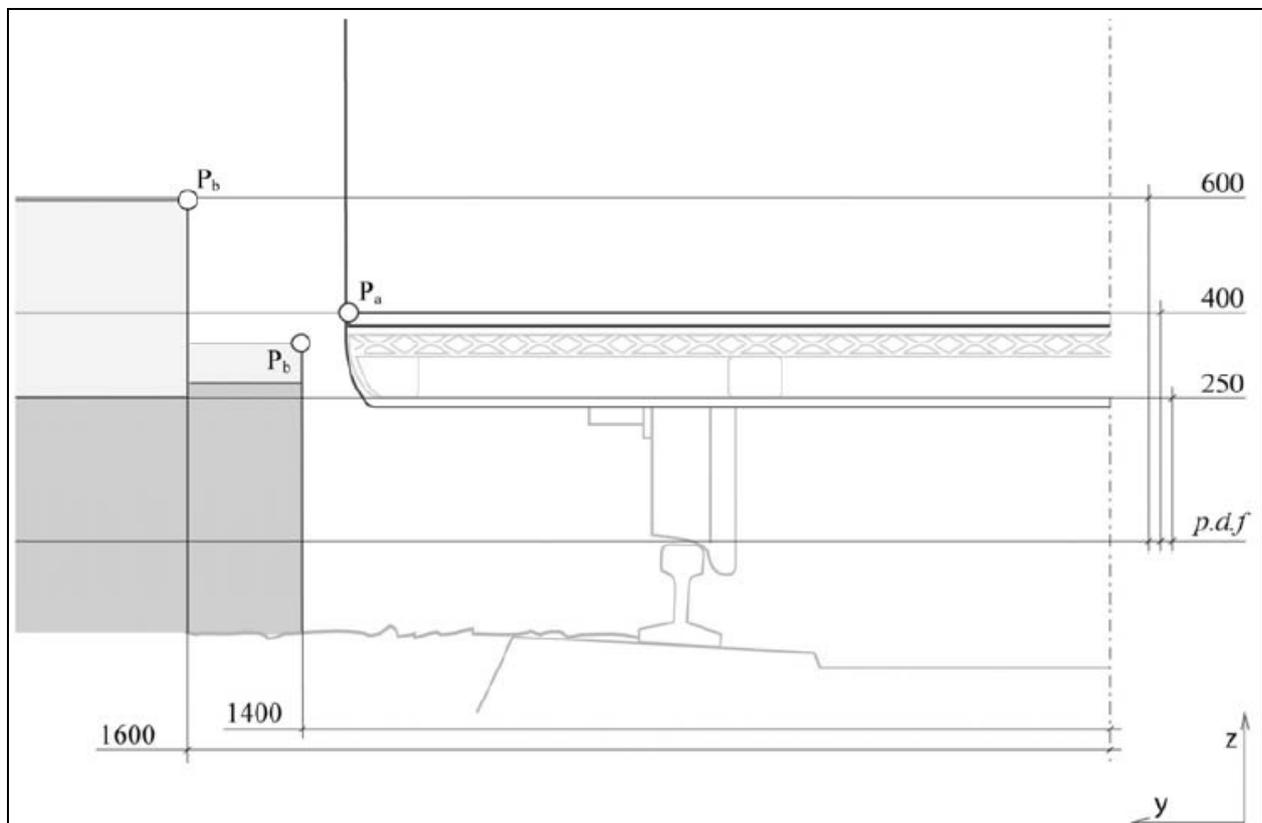
5.9 Accessibilità

L'efficacia di un servizio tram-treno, ovvero la sua capacità di effettuare un servizio con un alto numero di fermate e buona velocità commerciale, risiede principalmente nel contenere al minimo i tempi di salita e discesa (incarozzamento).

Il progetto dell'interfaccia di accesso in vettura deve quindi mirare all'ottenimento di dinamiche di movimentazione passeggeri sia rapide che agevoli a tutte le tipologie di passeggeri: in campo tranviario tutto ciò è stato ottenuto grazie al pianale ribassato. Nel caso del tram-treno, il veicolo è chiamato ad interfacciarsi con differenti geometrie di banchina, in risposta a diversi standard, rendendo più complessa la soluzione del problema.

5.9.1 Interfaccia veicolo-banchina

La natura promiscua del servizio fa sì che il veicolo debba relazionarsi con due contesti, quello ferroviario e quello tranviario, differenti anche per la geometria delle infrastrutture di accesso: il problema nasce dalla diversa sagoma limite, dalle differenti quote tipiche delle rispettive banchine e dai limiti posti alla loro modifica da un transito non esclusivo.



Schema riassuntivo delle possibili geometrie caratteristiche delle banchine in ambito ferroviario e tranviario in relazione allo scenario di un servizio tram-treno

Si assume come riferimento Pa il punto corrispondente, in sezione, alla soglia di accesso al veicolo; la posizione degli elementi è definita in rapporto alla quota di mezzeria del binario posta sul piano del ferro (*p.d.f.*). In tale sistema Pa si pone ad una quota orizzontale compresa tra 1.200 e 1.325 mm ed altezza variabile a partire da un valore di 400 mm.

Il secondo elemento di riferimento è il punto Pb, corrispondente in sezione al ciglio della banchina: la sua quota orizzontale varia da 1.205 e 1330 mm dalla mezzeria nelle fermate tranviarie ed è almeno 1.650 mm nelle stazioni. L'altezza di Pb sul *p.d.f.* è invece un dato variabile senza soluzione di continuità a causa della infinita varietà di tipologie di banchina sia in campo tranviario che, soprattutto, in quello ferroviario.

L'integrazione nel tessuto stradale cittadino rende la fermata tranviaria una struttura pressoché identica ad un semplice marciapiede: si tratta spesso di sezioni specializzate dei passaggi pedonali, protese verso la sede stradale per creare continuità col veicolo, dotate di arredi, segnaletica verticale e pavimentazione con indicatori tattili.

La distanza di Pb dalla mezzeria del binario è pari alla metà della larghezza del rotabile in esercizio con un franco solitamente pari a 50 mm. Il valore maggiormente variabile è invece quello relativo all'altezza di Pb che può essere nullo o fino ad massimo di 350 mm.

Nel caso di un servizio tram-treno è possibile applicare due ipotesi esemplificative:

- le vetture tranviarie utilizzate presenteranno, con molta probabilità, una larghezza di 2.650 mm: ciò permetterebbe l'adozione di configurazioni 2+2 per le sedute e la riduzione massima del gap orizzontale da colmare tra veicolo e banchina ferroviaria;
- la linea, di nuova concezione, presenterà ad ogni fermata banchine progettate per un accesso ottimale; il transito di veicoli tranviari per servizio urbano sarà rappresentato solamente da rotabili di nuova generazione, con pavimento a 350 mm spf (sul piano del ferro).

Da tali assunti deriva per la posizione del punto Pb una posizione a 1.330 mm in orizzontale e compresa tra 280 e 350 mm in verticale.

Le strutture di accesso al veicolo in sede ferroviaria presentano al contrario una pressoché infinita varietà di geometrie, tanto da non risultare propriamente analizzabili. Grazie alla definizione di un'unica sagoma limite UIC valida su tutto il territorio europeo, alla quota orizzontale di Pb può essere attribuito il valore di 1.600 mm.

La quota verticale invece dovrà fare riferimento alla normativa vigente in ambito europeo, la quale indica una quota di 550 mm spf; in alcune realizzazioni recenti, principalmente a carattere urbano e suburbano, è stata adottata la quota di 600 mm.

Il riferimento Pb risulta in questo caso posto ad una quota verticale variabile tra 250 e 600 mm, sempre a 1.600 mm spf.

Risulta evidente come realizzare un facile accesso in vettura sia critico nel caso di un servizio tram-treno. La normativa individua come l'accesso ottimale venga realizzato attraverso dimensioni di rotabile e banchina che, in condizioni normali, soddisfino le seguenti condizioni:

- la distanza fra la soglia della porta e l'orlo della banchina, con il rotabile in posizione centrata rispetto alla mezzera del binario, non sia maggiore di 70 mm (a differenza di quanto prescritto dalla UNI 7156);
- il dislivello fra la soglia della porta e il piano della banchina sia sempre compreso fra +50 mm e -20 mm.

I sistemi attualmente in esercizio non presentano soluzioni particolarmente interessanti, anche perché caratterizzati da tipologie di veicolo e di banchina ferroviaria particolari: sia Karlsruhe che Saarbücken presentano piattaforme a 380 mm spf.

I veicoli a pianale ribassato di Karlsruhe presentano una pedana mobile che fuoriesce dal sottocassa andando a colmare la distanza tra soglia e banchina alla quota di 400 mm, mentre il pavimento è posto a 580 mm: l'accesso avviene quindi, attraverso un gradino, mentre per i passeggeri in carrozzella è prevista una rampa mobile installata a mano dal conducente.

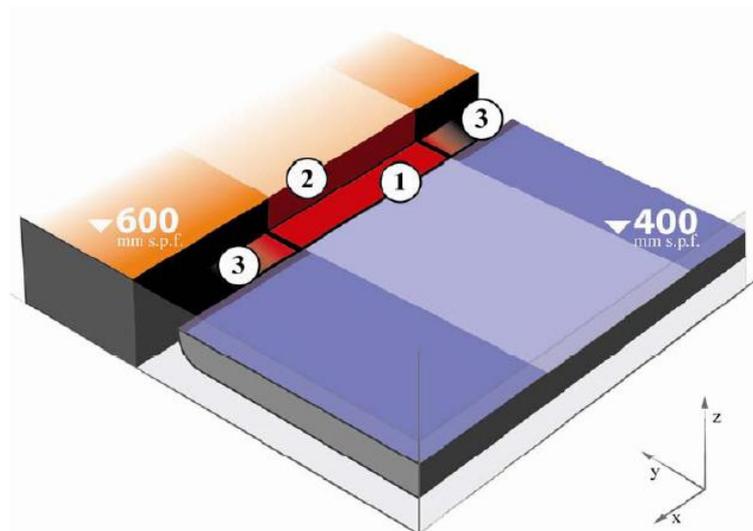
Il problema dell'incarozzamento, nell'ottica di una maggiore diffusione dei sistemi tram-treno e dell'applicazione delle recenti norme in materia di banchine ferroviarie, appare non risolto in maniera adeguata; allo stesso tempo la qualità dell'accesso, la sua rapidità e la disponibilità a qualsiasi categoria di utenza sono fattori di primaria importanza per garantire efficacia e qualità al nuovo servizio.

5.9.2 Funzionalità degli spazi interni

Il servizio tram-treno presenta caratteri differenti sia rispetto all'esercizio su rete tranviaria urbana che a quello di una linea ferroviaria regionale; dalle esperienze dei sistemi esistenti e dall'analisi della configurazione tipica del percorso è possibile individuare due principali classi di utenza:

- 1) passeggeri a medio e lungo raggio: la lunghezza di percorso tipico di un servizio tram-treno fa sì che esso vada ad intercettare una domanda di spostamento tra differenti centri di un'area regionale; il tempo di permanenza sul veicolo è alto, spesso superiore ai trenta minuti.
- 2) Passeggeri a corto raggio: un servizio tram-treno attraversa centri abitati di varie dimensioni, quindi accoglie anche spostamenti di tipo urbano in una quota proporzionale all'estensione dei tratti tranviari.

In termini progettuali tali requisiti si riassumono nella necessità di uno spazio interno libero, flessibile e continuo, tale da non presentare alcun ostacolo alla libera disposizione degli elementi; il veicolo dovrebbe presentare la massima larghezza consentita, 2.650 mm e rendere la quota di superficie sfruttabile.



Rappresentazione schematica della zona di incarrozzamento con indicate le aree critiche per la sicurezza-indicazioni di quota delle superfici in mm

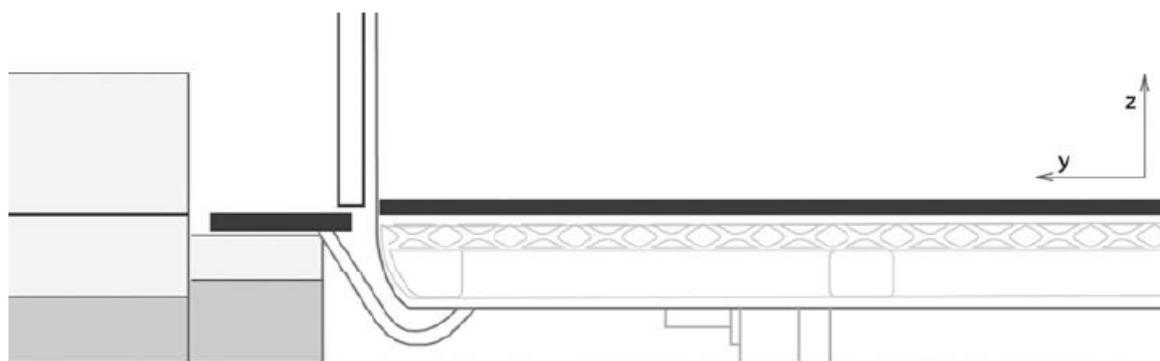
La progettazione di un'accessibilità migliorata è un'azione che può essere articolata in base a tre fattori di rischio:

- 1) Eliminazione del gap orizzontale tra pavimento del veicolo e banchina ferroviaria: il primo fattore di rischio per i passeggeri nel trasferimento da banchina ferroviaria a veicolo tranviario e viceversa è sicuramente rappresentato dalla possibilità di cadere

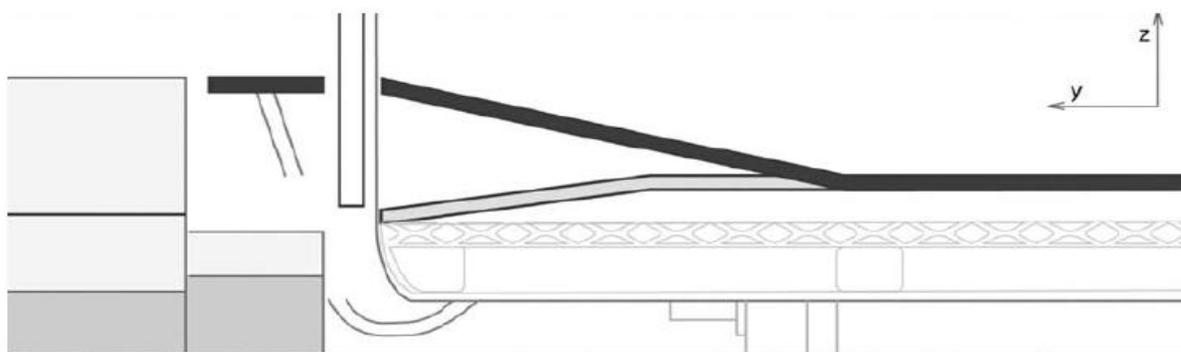
nel vuoto di fronte alla porta. Tale gap è presente in ogni interfaccia veicolo banchina e la predisposizione di una superficie mobile in questa zona costituisce senza dubbio un primo rimedio efficace nell'evitare la caduta dei passeggeri, garantendo continuità del piano di appoggio.

- 2) Eliminazione del dislivello verticale tra banchina ferroviaria e pavimento: la presenza di tale gradino nella zona di salita e discesa rappresenta un secondo elemento di rischio poco accettabile.
- 3) Prevenzione della possibilità di caduta nelle aree limitrofe al vano porta: in presenza di una pedana mobile, in pratica, un passeggero potrebbe cadere ai lati della stessa.

Il reale rischio legato ad un tale evento non è elevato, ma sempre significativo soprattutto in considerazione del reale dislivello presente; in sede ferroviaria infatti esso può raggiungere, considerando la distanza tra terreno e piano del ferro, il valore massimo di 800 mm.



Soluzione con pedana mobile a quota 300 mm spf- modello SaarBahn- veicolo con pianale posto a 400 mm spf



Configurazione composta da pavimento interno ad inclinazione variabile e pedana esterna a quota della banchina ferroviaria- veicolo con pianale posto a 450 mm spf

Anche se più difficile da immaginare nell'applicazione su un normale veicolo tranviario, la soluzione con pedana mobile appare in linea teorica quella maggiormente percorribile.

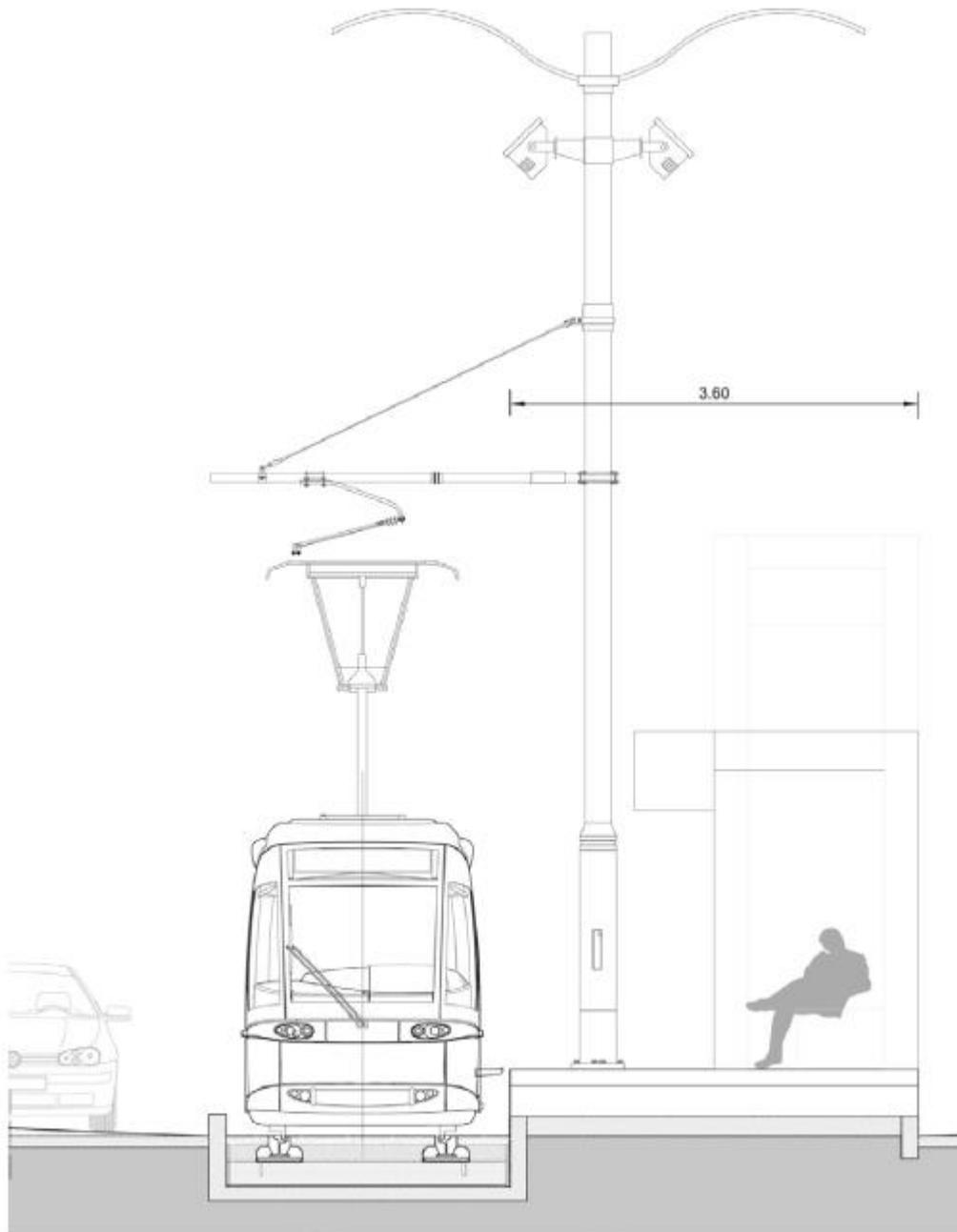


Fermata urbana della linea S4 a Helbronn (DE)



Fermata tram-treno a Kassel

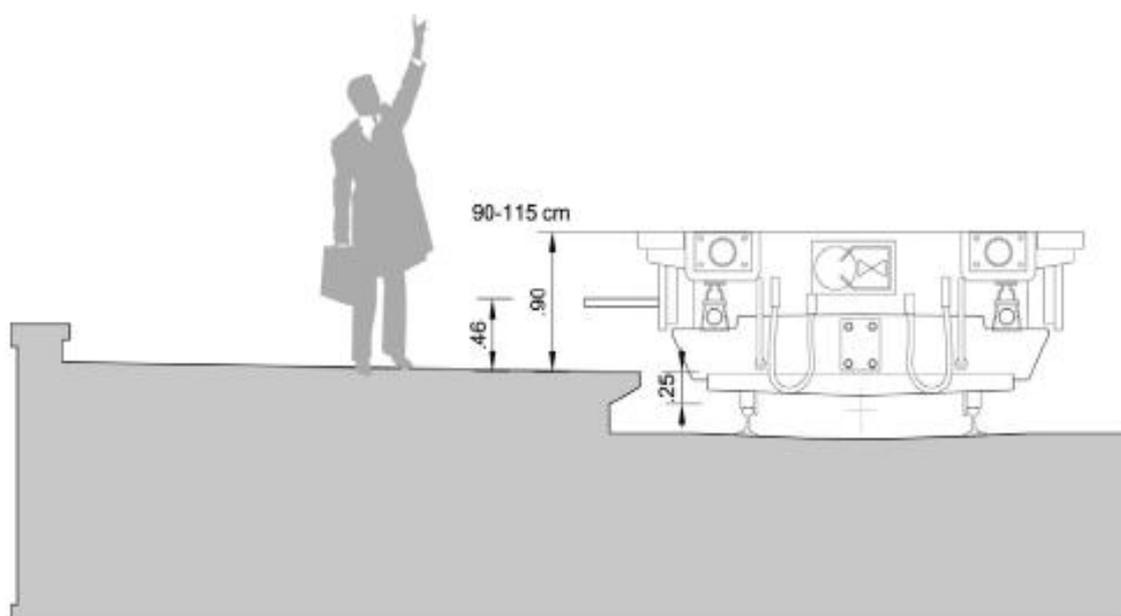
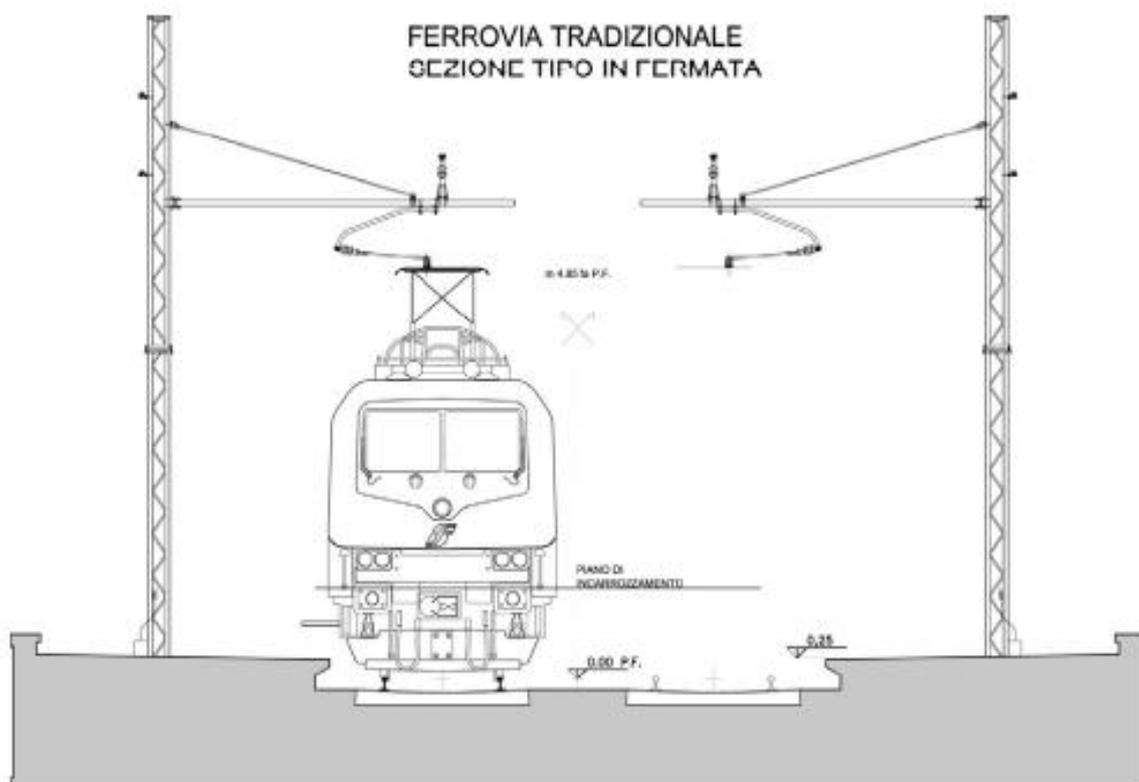
Nel caso di una nuova realizzazione tranviaria si possono adottare nuovi standard per la tratta urbana orientandosi maggiormente verso l'integrazione con la rete ferroviaria (quella più vincolante). In questo caso ad esempio si può adottare un prototipo di banchina urbana alta (+550 mm dal pdf).



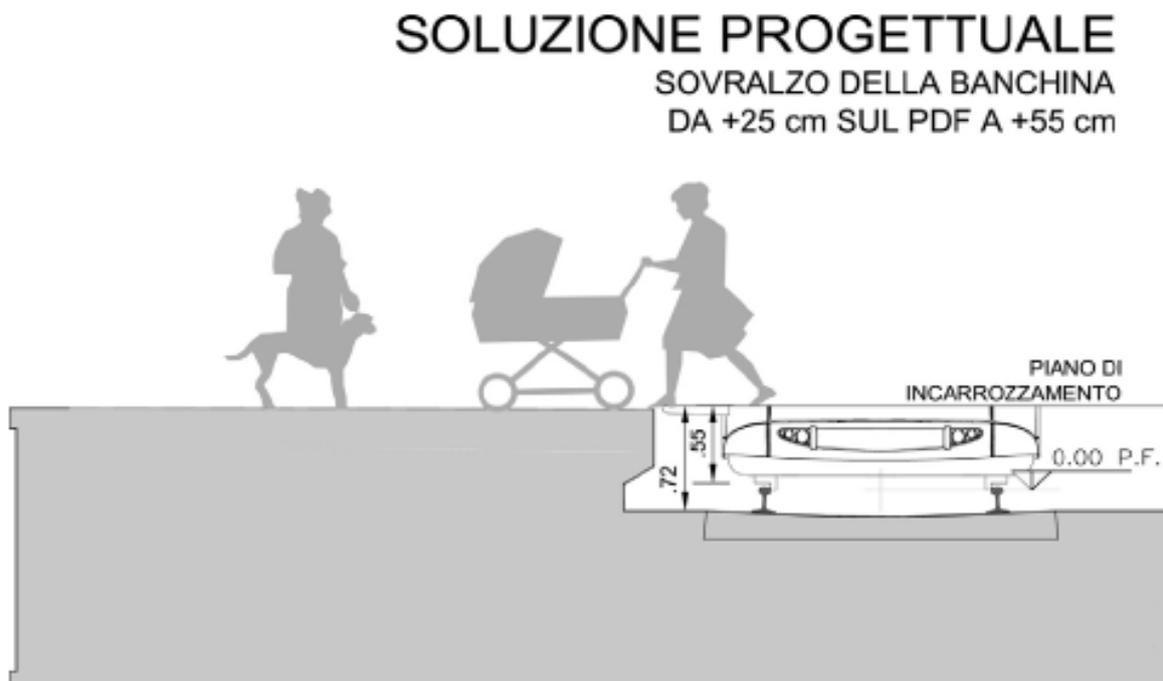
Sezione su un modello di fermata con banchina alta

La necessità di garantire la maggiore accessibilità per l'utenza comporterà la costruzione di rampe con corrimano evitando in qualsiasi modo l'interpolazione di scalini. Se da una parte questo permette la totale accessibilità al sistema dall'altro aumenta l'impronta (ingombro in pianta) della fermata di circa un 30%.

Per il prodotto “mezzo di trasporto” il requisito fondamentale resta l’accessibilità totale: ad esempio nel caso della piattaforma urbana alta è necessario verificare quale siano i livelli di accessibilità nelle due configurazioni ferroviarie tipo riscontrabili oggi nelle regioni urbane italiane (vedi le 4 figure successive).

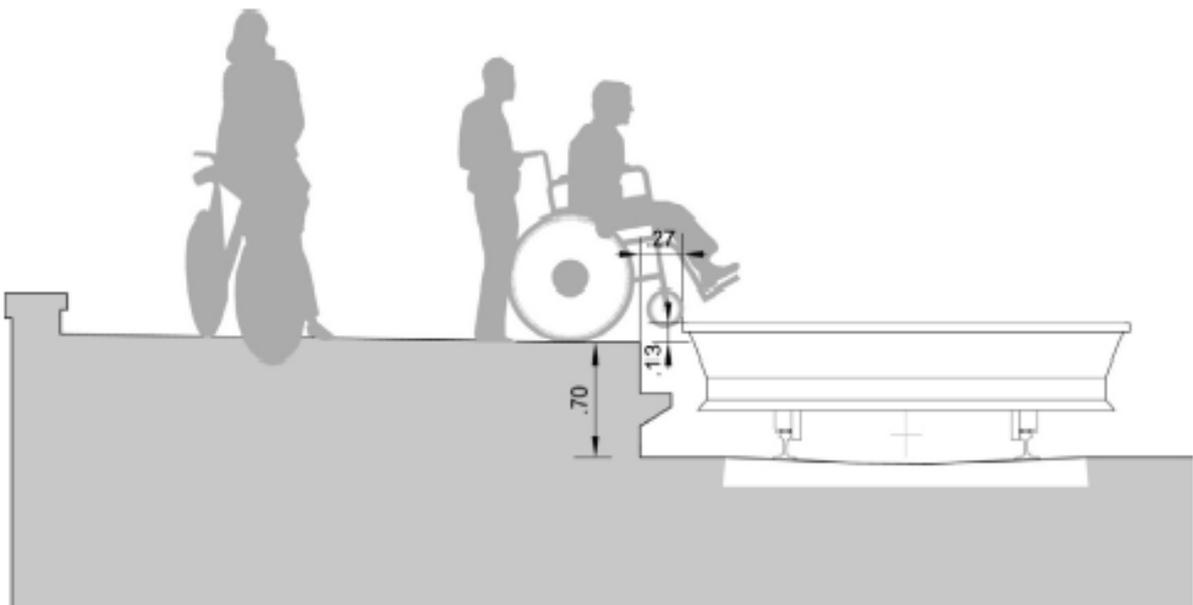
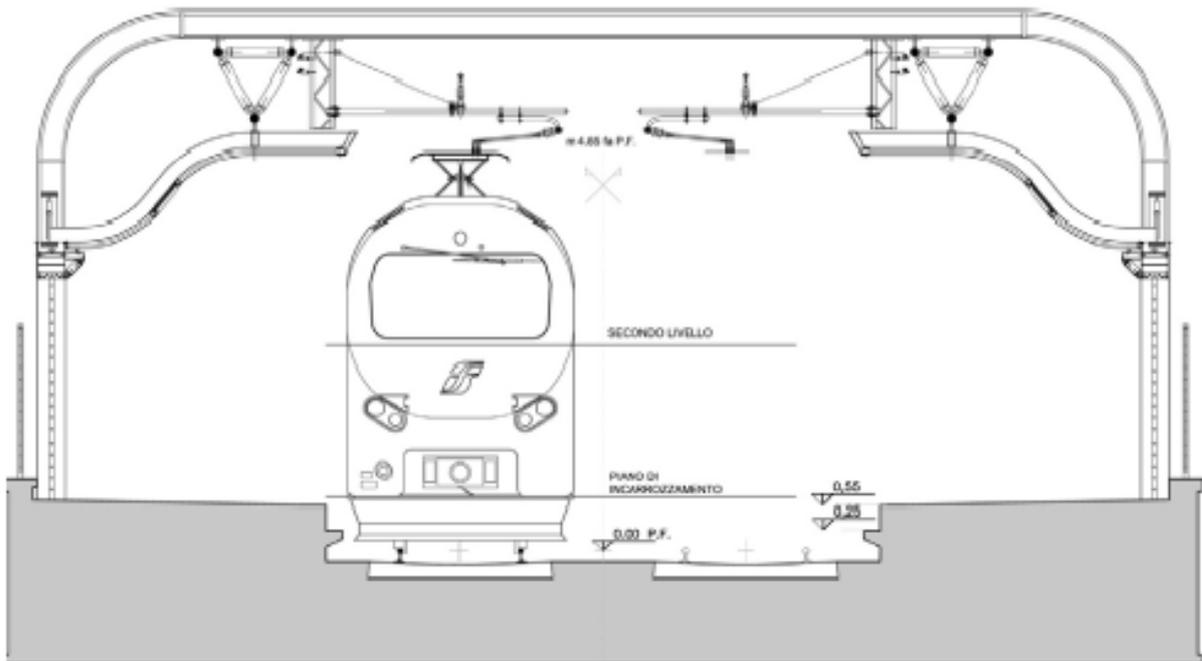


Linea ferroviaria tradizionale: altezza di banchina +250 mm dal pdf



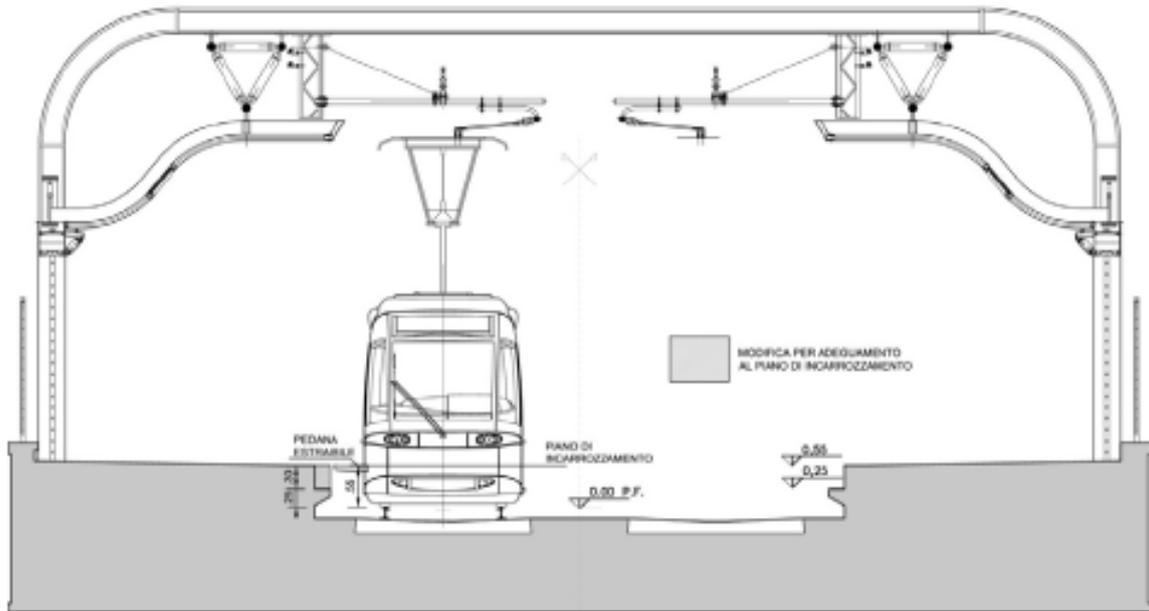
*Linea ferroviaria tradizionale: altezza di banchina +250 mm dal pdf:
soluzione progettuale per introduzione di servizio tram-treno*

FERROVIA METROPOLITANA
SEZIONE TIPO IN FERMATA



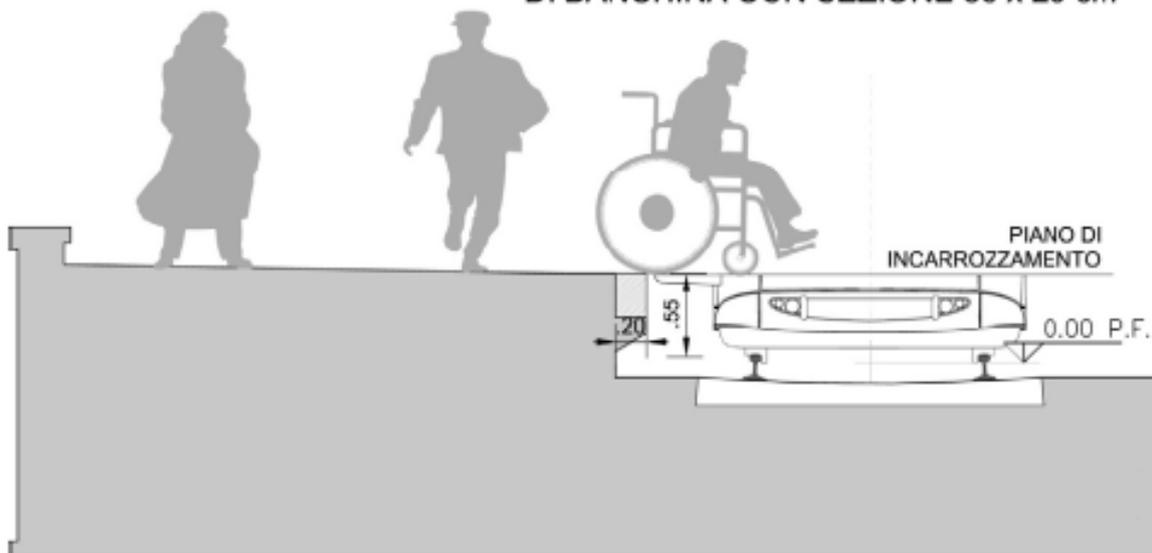
Linea ferroviaria metropolitana RFI: altezza di banchina +550 mm dal pdf

FERROVIA METROPOLITANA
SEZIONE TIPO IN FERMATA CON TRAM-TRENO



SOLUZIONE PROGETTUALE

AGGIUNTA DI UN CORDOLO SUL CIGLIO
DI BANCHINA CON SEZIONE 55 x 20 cm



*Linea ferroviaria metropolitana RFI: altezza di banchina +550 mm dal pdf:
soluzione progettuale per introduzione di servizio tram-treno*

CAPITOLO 6

LA PROPOSTA DI TRAM-TRENO SULLA LINEA SFM6

6.1 Il progetto

Il progetto riguarda la proposta di collegamento tra la Stazione centrale di Bologna e il Quartiere fieristico, attraverso l'utilizzo della cintura ferroviaria merci del nodo di Bologna, opportunamente adeguata per evitare interferenze con il mantenimento del servizio merci stesso. Come già accennato, sarà previsto nell'assetto potenziato il prolungamento della linea SFM6 sino al Caab (Centro Agro-Alimentare) di Bologna, dov'è insediata anche la Facoltà di Agraria. Lungo il tracciato saranno previste altre fermate quali: nuova sede comunale, CNR, Aldini, Tecnopolo, Fiera, San Donino, Pilastro e Caab.



Immagine di un eventuale prolungamento della linea fino al CAAB

L'utilizzo di veicoli tram-treno per realizzare il collegamento della linea SFM6, lungo la quale saranno realizzate diverse fermate abbastanza ravvicinate tra loro, presenta diversi vantaggi.

L'efficacia di un servizio tram-treno, ovvero la sua capacità di effettuare un servizio con un alto numero di fermate e buona velocità commerciale, risiede principalmente nel contenere al minimo i tempi di salita e discesa (incarozzamento). Infatti le dimensioni ridotte dei veicoli tranviari, la rapidità di accesso in vettura e le ottime prestazioni di accelerazione permettono di realizzare gli

In tale ottica si è pensato al tram-treno che, partendo dalla stazione centrale, percorre la linea ferroviaria della cintura e poi lascia i binari ferroviari in un determinato punto per passare su una rete tranviaria da realizzare, effettuando un servizio che risulta in grado di penetrare nel tessuto urbano; ciò permette di ottenere, anche su servizi a media percorrenza, una buona prossimità ai bacini di origine e destinazione, attraverso la creazione di fermate ravvicinate ai nuclei edilizi.

Nel caso in esame la linea ferroviaria è posta ad una quota più alta rispetto alla superficie stradale e l'unico punto in cui essa risulta a raso è in Via Pioppe, in prossimità dello scalo merci san Donato. E' dunque evidente che il punto di raccordo tra la linea ferroviaria e la futura rete tranviaria debba ricadere su questa via. Individuato il punto in cui avviene il passaggio del tram-treno dalla sede ferroviaria alla rete tranviaria, si è ipotizzato un possibile tracciato di una linea che, a partire dal punto di uscita riesca a raggiungere il Caab, i centri commerciali, il Pilastro e l'area destinata al progetto fico (che è sempre previsto nell'area del Caab).

Naturalmente per ipotizzare il tracciato è stato necessario effettuare un sopralluogo per verificare se le dimensioni delle strade erano idonee per ospitare una eventuale rete tranviaria tenendo conto degli ingombri tipici dei tram-treno.

Di seguito vengono riportate delle foto della linea ferroviaria lungo Via Pioppe, dove si può osservare che la ferrovia risulta a livello dell'asse stradale.



Foto linea ferroviaria lungo via Pioppe



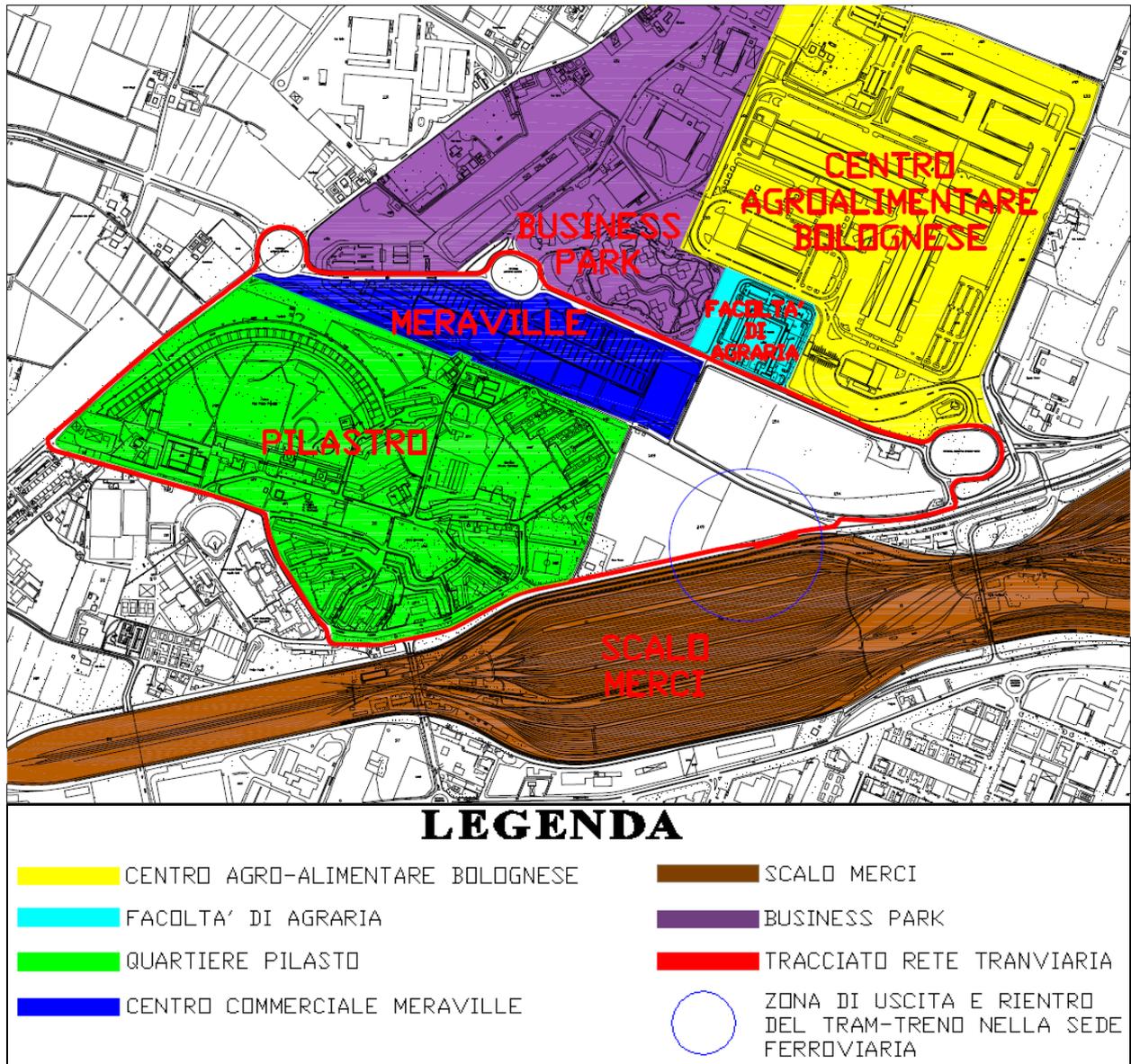
Foto linea ferroviaria lungo via Pioppe

Nella seguente immagine è indicato il possibile tracciato tranviario, in rosso, che servirà il Caab, il centro commerciale meraviglie e il quartiere pilastro. Il tram-treno esce e rientra nella sede ferroviaria dallo stesso punto.



Orto-foto del tracciato tranviario

Nelle seguenti immagini invece viene indicato il tracciato distinguendo le zone che saranno servite ed un zoom del punto di uscita del tram-treno dalla linea di cintura lungo Via Pioppe.



Possibile tracciato della rete tranviaria

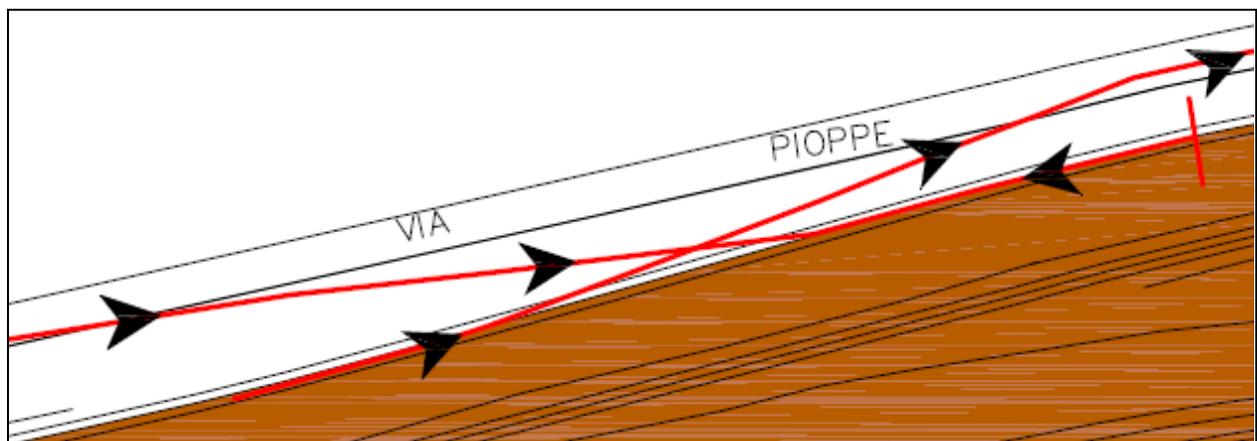


Immagine: zoom del punto di uscita e rientro del tram-treno nella sede ferroviaria.

Il tracciato tranviario così ipotizzato parte da Via Pioppe, nel punto in cui il tram-treno abbandona la sede ferroviaria, imbocca Via Battisti Martinetti a destra e si immette nella rotonda Giuseppe Antonio Torri per raggiungere Via Fanin. Lungo questa via la rete tranviaria servirà il centro agro-alimentare bolognese e la facoltà di agraria.

Il tracciato prosegue verso Via Tito Carnacini dove è sito il centro commerciale Meraville e successivamente imbocca Via San Donato. Da qui gira in Via Luigi Pirandello, dove servirà il Quartiere Pilastro, e svolta in Via Alfredo Panzini.

Infine proseguendo su Via Larga ritorna in Via Pioppe e si collega alla rete ferroviaria nello stesso punto in cui inizia la rete tranviaria.

Così facendo il tram-treno rientra nella linea di cintura bolognese ed effettua il cambio direzione per ripercorre la linea SFM6 e tornare alla Stazione centrale di Bologna. Questo si può osservare direttamente dalla immagine precedente dove è stato effettuato un ingrandimento della zona nella quale avverrà il passaggio dalla ferrovia alla rete tranviaria e viceversa.

Un servizio così realizzato consentirà di servire un'area molto vasta e di collegare direttamente l'ambito Caab con la stazione centrale.

La rete tranviaria così realizzata si estende per circa 5 Km.

Per verificare la fattibilità del tracciato tranviario, è stato ipotizzato un tram-treno che presenta le seguenti caratteristiche, come riportato dalla casa costruttrice

- 1) Lunghezza 42 m
- 2) Larghezza 2.65 m
- 3) Porte 4
- 4) Casse 4
- 5) Posti a sedere 98
- 6) Posti in piedi 153
- 7) Posti totali 251

Con l'utilizzo di tram-treno di queste dimensioni ipotizzando una frequenza di 4 corse/h, ovvero ogni 15 minuti, la capacità della linea è pari a 1000 pass/h.

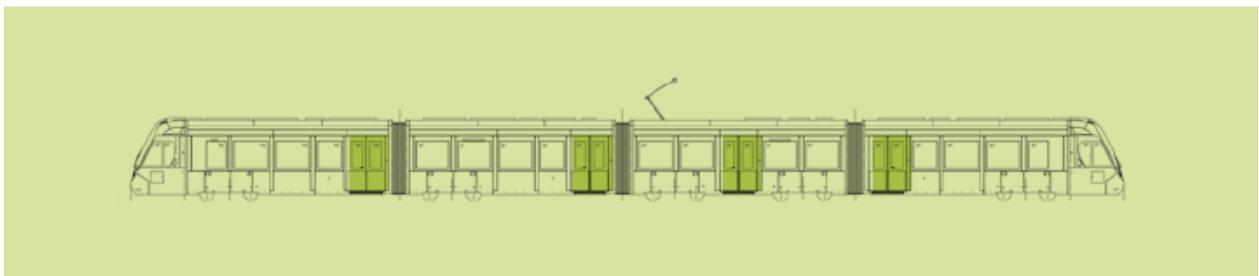


Immagine del tram-treno considerato per la fattibilità del tracciato

6.2 Eventuali punti di criticità del tracciato

Per la verifica della fattibilità del tracciato è stato necessario ipotizzare una tipologia di tram-treno, le cui caratteristiche e prestazioni sono indicate direttamente dalla casa costruttrice.

I parametri più importanti da considerare per un circuito come quello ipotizzato, sono la larghezza pari a 2,65 m, la lunghezza 42 m ed il raggio di curvatura minimo pari a 25 m.

La larghezza delle strade non rappresenta un problema perché sono quasi tutte strade a doppio senso di marcia, con larghezza della singola corsia maggiore di 2,65 m, ed addirittura quella principale che servirà sia il Caab che il centro commerciale Meraville è a due corsie per senso di marcia e dunque su di essa si potrà realizzare una corsia preferenziale. L'unica strada a senso unico ed una corsia, è quella di inizio e fine della rete tranviaria, ovvero Via Pioppe, ma che presenta una larghezza di 5 m tale da garantire l'inserimento della rete tranviaria.

Al contrario i punti critici del tracciato possono essere rappresentati dalle tre rotonde che il tram-treno è costretto a percorrere. Altri punti di criticità potrebbero essere, la svolta in Via Luigi Pirandello da Via San Donato e la svolta da Via Alfredo Panzini che porta in Via del Pilastro.

Nella seguente immagine vengono indicati i punti critici rappresentati dai cerchi di color magenta.

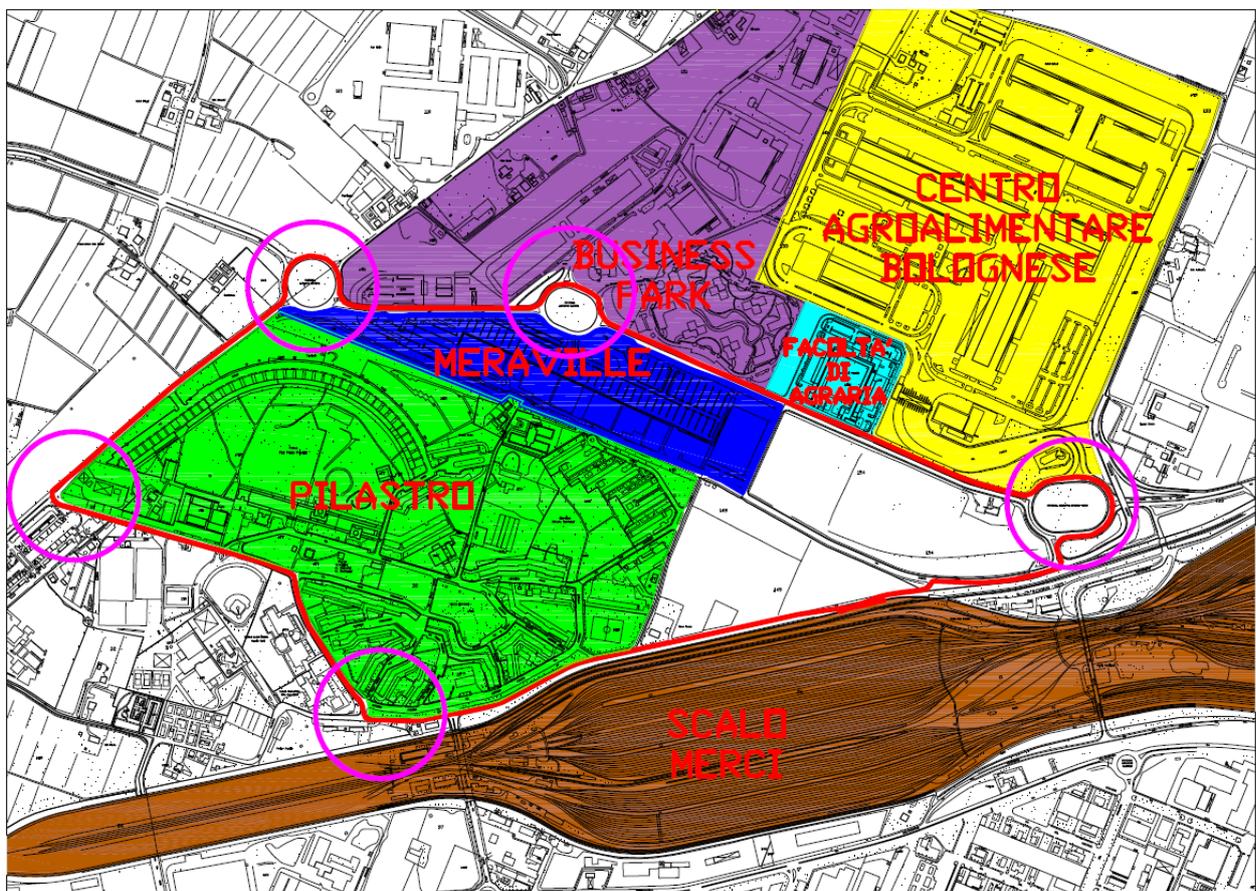
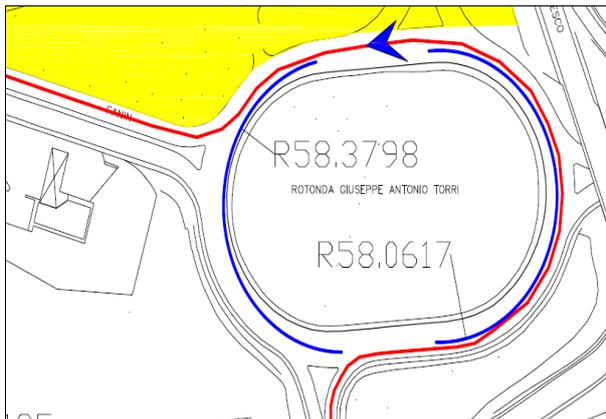


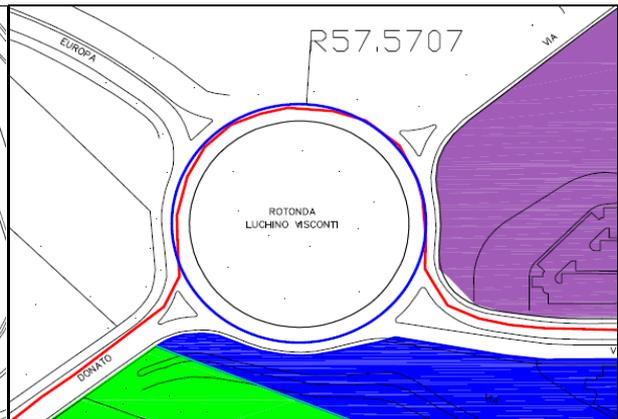
Immagine dei punti critici del tracciato

Risulta quindi necessario calcolare i raggi in ingresso ed in uscita delle tre rotonde e delle due curve che devono risultare maggiori di 25 m.

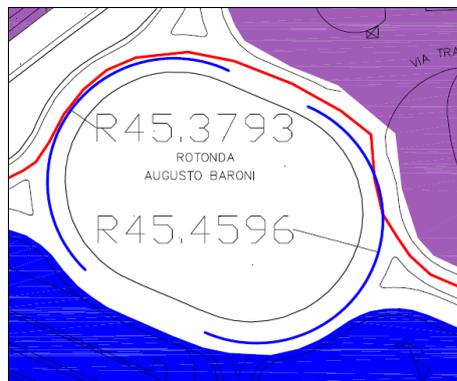
Infatti la casa costruttrice di questo tipo di tram-treno considerato, indica in 25 m il raggio minimo di curvatura. Analizzando i diversi punti critici si è constatato che tutti i raggi sono superiori a 25 m, anche abbondantemente, fatta eccezione di una curva in cui siamo al limite che presenta un raggio di circa 26 m. Di seguito vengono riportate delle immagini in cui sono indicati i raggi di ciascun punto critico.



Raggio rotonda Giuseppe Antonio Torri



Raggio rotonda Luchino Visconti



Raggio rotonda Augusto Baroni



Svolta via San Donato-via Luigi Pirandello



Svolta via Alfredo Panzini- via del Pilastro

6.3 Fermate del tracciato tranviario

Uno dei grandi vantaggi del tram-treno è quello di riuscire a servire diverse fermate anche ravvicinate tra di loro, senza penalizzare i tempi globali di percorrenza, grazie ai ridotti tempi di salita e discesa (incarozzamento) e alle ottime prestazioni di accelerazioni.

Nell'immagine seguente vengono indicate le fermate ipotizzate lungo la rete tranviaria.

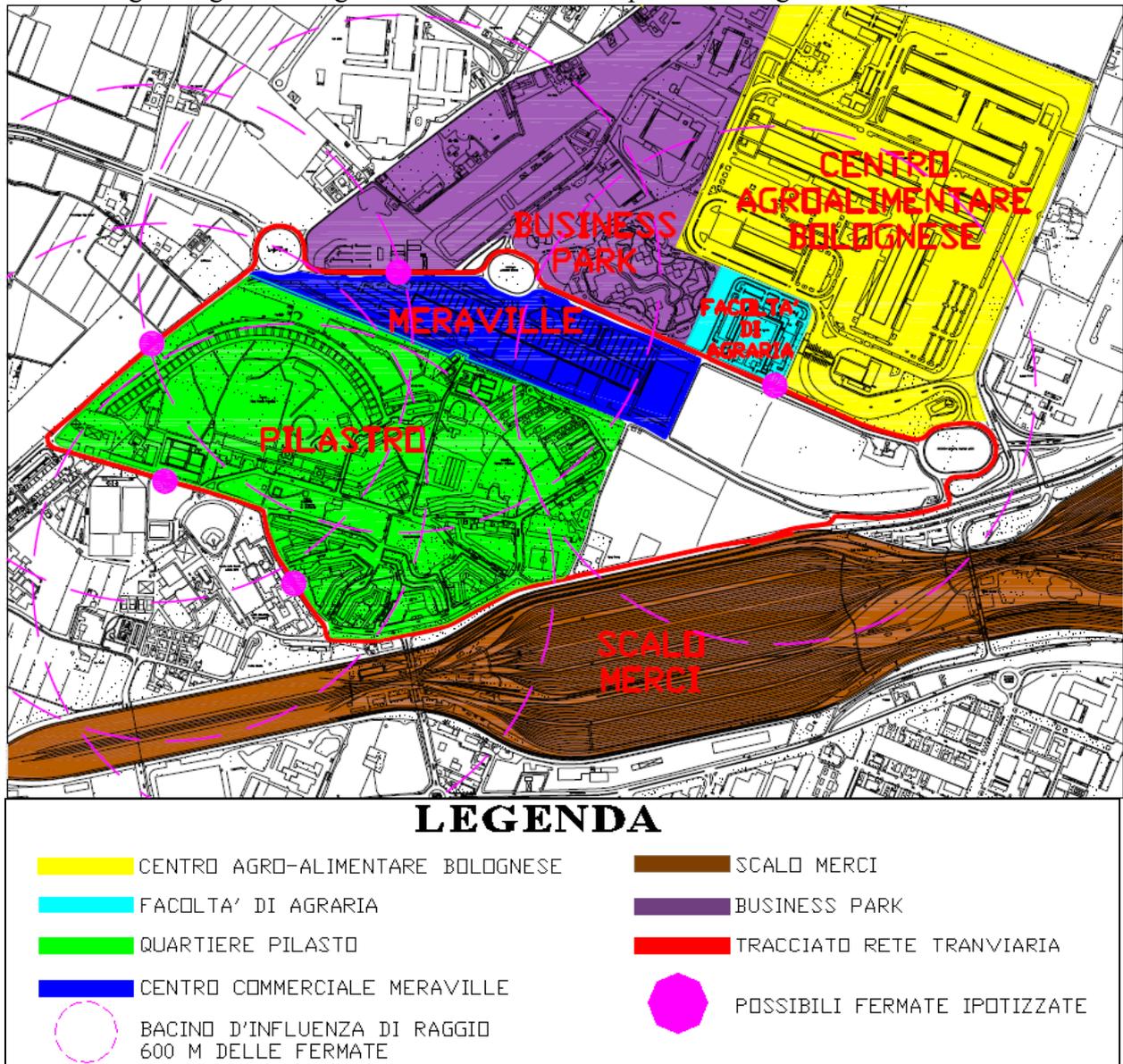


Immagine: possibili fermate lungo il tracciato

Dall'immagine si può osservare che sono state ipotizzate 5 fermate.

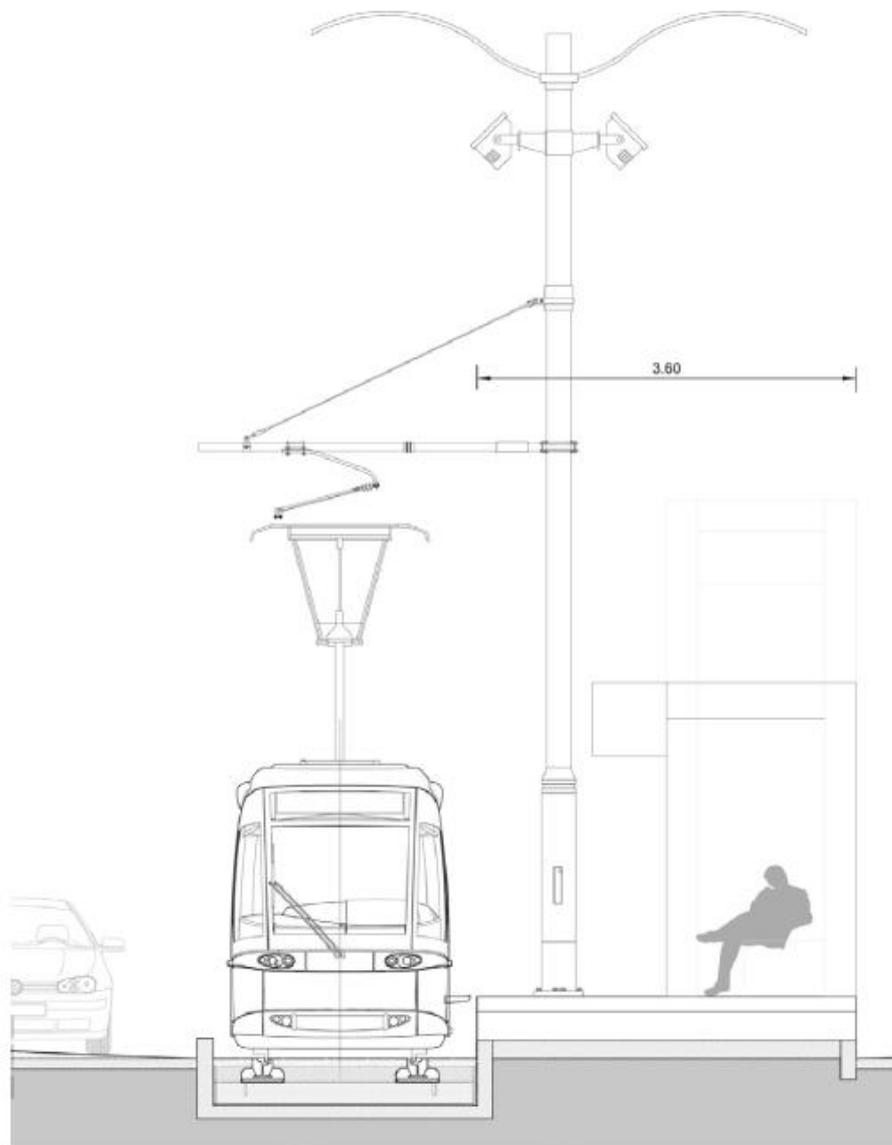
La prima che servirà direttamente il centro agro-alimentari e la facoltà di agraria lungo via Fanin, può essere denominata fermata Caab. La seconda, ubicata in via Tito Carnacini dista circa 900 metri prima e servirà il centro commerciale meraville e viene indicata come fermata Meraville. La terza (fermata San Donato), la quarta (fermata Pilastro) e la quinta (fermata Panzini), invece,

sono destinate per i residenti del quartiere Pilastro e si trovano rispettivamente in via San Donato, in via Luigi Pirandello e in via Alfredo Panzini.

Naturalmente realizzando una fermata lungo la rete tranviaria in corrispondenza del Caab, verrà eliminata quella che era stata ipotizzata precedentemente, nell'assetto potenziato, sulla rete ferroviaria in direzione dello scalo merci, denominata Caab.

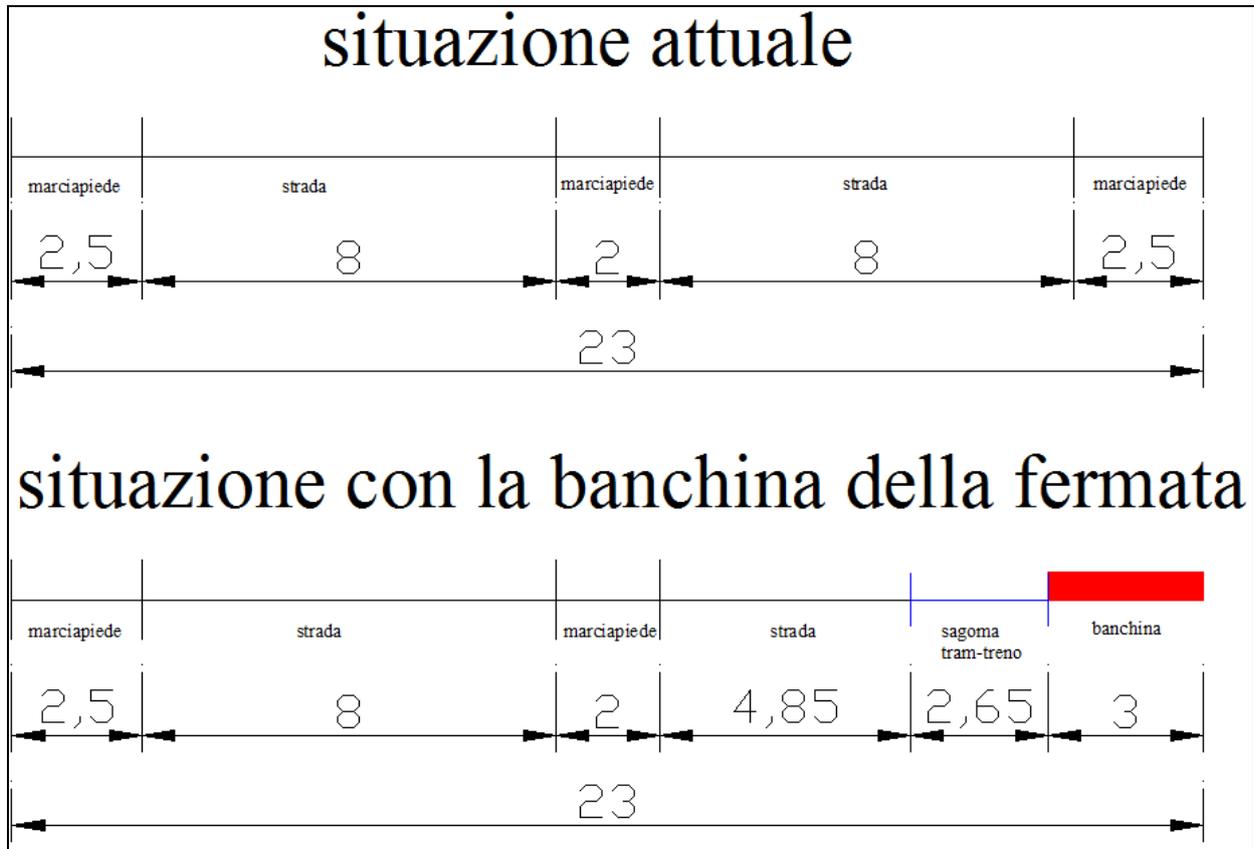
L'integrazione nel tessuto stradale cittadino rende la fermata tranviaria una struttura pressoché identica ad un semplice marciapiede.

Nel caso di una nuova realizzazione tranviaria si possono adottare nuovi standard per la tratta urbana orientandosi maggiormente verso l'integrazione con la rete ferroviaria (quella più vincolante). In questo caso ad esempio si può adottare un prototipo di banchina urbana alta (+550 mm dal pdf).



Sezione di una ipotetica fermata

Di seguito viene rappresentata la sezione della strada dove dovrebbe essere realizzata la prima fermata della rete tranviaria in corrispondenza del Caab.



Sezione della strada prima e dopo la realizzazione della fermata

Dalla sezione della strada si osserva che gli spazi, necessari alla realizzazione di una fermata come quella riportata nella pagina precedente, sono adeguati.

Infatti si dovrà prevedere un allargamento del marciapiede da 2,5 m a 3 m, necessario alla realizzazione della banchina della rete tranviaria. In tal caso l'asse stradale si restringe ma ha comunque una larghezza tale da consentire il transito dei veicoli e del tram-treno.

Stesso discorso vale per le altre fermate.

6.4 Tempi di percorrenza

Si valutano qui i tempi di percorrenza dell'intero tratto, percorso dal tram-treno, sia ferroviario che tranviario. Per ottenere i tempi di percorrenza, non avendo a disposizione una simulazione sono state fatte le seguenti ipotesi:

- 1) Velocità max 100 Km/h;
- 2) Massima accelerazione in partenza 1,09 m/s²;
- 3) Massima decelerazione di frenata 2,8 m/s² per velocità ≤ 70 Km/h;
- 4) Massima decelerazione di frenata 2,5 m/s² per velocità > 70 Km/h;
- 5) Tempo di salita e discesa dei passeggeri (incarozzamento) 30 s;
- 6) Massima velocità consentita sul tratto ferroviario 90 Km/h;
- 7) Massima velocità consentita sul ramo tranviario 50 Km/h.

Le prime 4 ipotesi sono indicate direttamente dalla casa costruttrice del tram-treno considerato.

Per prima cosa bisogna calcolare il tempo che il tram-treno impiega per raggiungere la velocità massima consentita nel tratto ferroviario, pari a 90 Km/h, con un'accelerazione costante di 1,09 m/s². Questo tempo indicato con t_1 sarà pari a:

$$t_1 = \frac{V}{a} = \frac{25 \text{ m/s}}{1,09 \text{ m/s}^2} = 23 \text{ s}$$

Nota il tempo, si calcola lo spazio necessario a raggiungere tale velocità; in tal caso viene considerata la velocità media pari a 12,5 m/s. Questo spazio indicato con S_1 è pari a:

$$S_1 = V * t_1 = 12,5 \text{ m/s} * 23 \text{ s} = 276 \text{ m}$$

Allo stesso modo si calcolano tempo e spazio necessari al tram-treno a fermarsi in condizioni di sicurezza ipotizzando una decelerazione pari a 2,5 m/s²; indicati rispettivamente con t_2 e S_2 valgono:

$$t_2 = \frac{V}{d} = \frac{25 \text{ m/s}}{2,5 \text{ m/s}^2} = 10 \text{ s}$$

$$S_2 = V * t_2 = 12,5 \text{ m/s} * 10 \text{ s} = 125 \text{ m}$$

In maniera analoga si calcolano i valori relativi alla rete tranviaria, modificando i valori della velocità, della velocità media e della decelerazione. Indicati rispettivamente con t_3 , S_3 , t_4 ed S_4 valgono:

$$t_3 = \frac{V}{a} = \frac{13,9 \text{ m/s}}{1,09 \text{ m/s}^2} = 12,8 \text{ s}$$

$$S_3 = V * t_3 = 6,95 \text{ m/s} * 12,8 \text{ s} = 89 \text{ m}$$

$$t_4 = \frac{V}{d} = \frac{13,9 \text{ m/s}}{2,8 \text{ m/s}^2} = 5 \text{ s}$$

$$S_4 = V * t_4 = 6,95 \text{ m/s} * 5 \text{ s} = 34 \text{ m}$$

Noti questi spazi e lo spazio tra una fermata e l'altra, si può calcolare lo spazio in cui il tram-treno mantiene una velocità costante pari a quella massima consentita. Noto lo spazio si calcola il tempo in cui il tra-treno mantiene tale velocità. Infine sommando il tempo per raggiungere la max velocità, quello per fermarsi, quello in cui mantiene la velocità costante massima consentita ed il tempo di incarrozzamento si ottiene il tempo di percorrenza tra una fermata ed un'altra.

Di seguito viene riportata una tabella che riassume tutti i calcoli.

FERMATA	DISTANZA PARZIALE (m)	DISTANZA PROGRESSIVA (m)	TEMPO DI PERCORRENZA PARZIALE (min)	TEMPO DI PERCORRENZA TOTALE (min)
Bologna C.le	0	0	0	0
Nuova sede comunale	820	820	1 min e 20 s	1 min e 20 s
CNR	880	1700	1 min e 22 s	2 min e 42 s
Aldini	1250	2950	1 min e 37 s	4 min e 20 s
Tecnopolo	830	3780	1 min e 20 s	5 min e 40 s
Fiera	1250	5030	1 min e 37 s	7 min e 17 s
S. Donino	1515	6545	1 min e 48 s	9 min e 5 s
Pilastro	1165	7710	1 min e 33 s	10 min e 38 s
Fine tratta ferroviaria	650	8360	1 min e 13 s	11 min e 51 s

Caab	1255	9615	2 min e 10 s	14 min
Meraville	980	10595	1 min e 50 s	15 min e 50 s
S. Donato	760	11355	1 min e 34 s	17 min e 24 s
Pilastro	625	11980	1 min e 24 s	18 min e 48 s
Panzini	420	12400	1 min e 10 s	19 min e 58 s
Capolinea	1250	13650	1 min e 40 s	21 min e 38 s

Naturalmente al capolinea non sono stati considerati il tempo di salita e discesa dei passeggeri in quanto non sarà effettuata nessuna fermata, ma semplicemente il tram-treno cambia direzione per rientrare in stazione centrale.

Si tratta di tempi in condizioni ottimali, validi semplicemente per una stima generale.

Per ottenere una stima più precisa è necessario effettuare una simulazione.

Nel complesso si osserva come il tram-treno crea un collegamento comodo e veloce per gli utenti che vogliono raggiungere il Caab, impiegando dalla stazione centrale solo 14 minuti.

In definitiva il tram- treno per effettuare l'intero percorso dalla Stazione Centrale alla stazione centrale impiega circa 35 minuti e quindi per garantire una frequenza che è stata ipotizzata di 15 minuti sono necessari 4 tram-treno più 1 di riserva.

CONCLUSIONI

Il tracciato del servizio SFM6, secondo il progetto a base di questa tesi, servirà alcuni comparti bolognesi, che nei prossimi anni subiranno notevoli modifiche urbanistiche ed edificatorie, aumentandone l'attrattività metropolitana.

La prima fermata del servizio ferroviario sarà in corrispondenza della Stazione Bologna Arcoveggio, che collegherà direttamente la nuova sede comunale, che si trova in prossimità del quartiere Navile, dove anticamente sorgeva il mercato ortofrutticolo. Tale quartiere è attualmente oggetto di un importante intervento di riqualificazione e di nuovo insediamento, denominato Trilogia Navile. Questo progetto prevede non solo la ridefinizione dell'ex mercato, ma anche della nuova stazione ferroviaria che non sarà più una barriera ma una nuova centralità.

La linea SFM6 servirà anche l'ambito CNR-Navile nel quale è prevista la realizzazione di numerose facoltà tecnico scientifiche, tra cui i dipartimenti di Chimica e Astronomia.

Oltre all'area Navile, la linea SFM6 servirà un altro ambito che nei prossimi anni subirà notevoli trasformazioni: si tratta del comparto denominato Tecnopolo, che sorge in corrispondenza dell'ex Manifattura tabacchi. In quest'area sorgerà un polo tecnologico, sede di enti pubblici e privati operanti nella ricerca ad alta specializzazione e nell'innovazione, che diventerà il centro più importante della regione Emilia Romagna.

Inoltre lungo la rete del SFM6 sarà prevista una fermata in corrispondenza della scuola Aldini.

Infine la linea SFM servirà l'ambito della fiera; questo faciliterà notevolmente gli spostamenti in occasione degli eventi particolari che si svolgeranno in fiera.

Quindi la realizzazione della linea 6 del SFM consentirà non solo di collegare la stazione centrale di Bologna con il Quartiere fieristico, ma anche di creare un collegamento stabile tra una serie di insediamenti e di polarità molto importanti dislocati lungo lo sviluppo del tracciato.

Nel lavoro di tesi è stata analizzata nello specifico la futura stazione della linea SFM6 denominata Aldini che sorgerà proprio in prossimità della scuola Aldini che rappresenta nel bacino di influenza della fermata di raggio 600 m il più grande polo attrattore.

In questa analisi è stata valutata la destinazione d'uso del territorio circostante, la viabilità stradale e ciclopedonale e l'integrazione con il trasporto pubblico su gomma. Infine è stata fatta una potenziale stima degli utenti della futura stazione.

Ultimo aspetto analizzato nel presente lavoro di tesi è la tecnologia con cui realizzare tale collegamento; infatti la Provincia prevede due possibili alternative:

1. sistema di trasporto leggero a tecnologia tram-treno;
2. sistema di trasporto ferroviario convenzionale.

In particolare è stato ipotizzato di utilizzare il tram-treno, valutando di proseguire la linea SFM6 fino al Caab così come previsto dall'assetto potenziato.

Il cosiddetto "tram-treno" è un veicolo tranviario che viene "attrezzato" per la circolazione su linee ferroviarie ordinarie.

Il tram-treno è particolarmente conveniente quando sussistono le condizioni per poter sfruttare la loro caratteristica principale, ovvero, integrare reti ferroviarie a infrastrutture tranviarie al servizio del territorio urbano.

In tale ottica, il progetto alla base di questa tesi prevede un punto di raccordo in corrispondenza dello scalo merci di Bologna, vicino al Caab, dove il tram-treno abbandona la linea ferroviaria di cintura e segue un percorso tranviario da realizzare che attraversa la città servendo direttamente il Caab, i centri commerciali ed il quartiere Pilastro.

La realizzazione di questo progetto consente di collegare direttamente la stazione centrale di Bologna con il Caab.

Inoltre le dimensioni ridotte dei veicoli tranviari, la rapidità di accesso in vettura e le ottime prestazioni di accelerazione permetteranno di realizzare gli stessi collegamenti svolti precedentemente con treni regionali effettuando molte più fermate senza penalizzare i tempi globali di percorrenza.

BIBLIOGRAFIA

- Provincia di Bologna, *Servizio Ferroviario Metropolitano Bolognese, il progetto e il suo stato di attuazione*, rapporto 2011.
- Provincia di Bologna (Ptcp 2004), *Piano territoriale di coordinamento provinciale*, stesura approvata con delibera del Consiglio Provinciale n° 19 del 30/03/2004.
- Mariangiola Galligani, *Le occasioni della Metropoli. La pianificazione “metropolitana” a Bologna. Disegni compiuti, sentieri interrotti, sogni, suggestioni*, CLUEB, Bologna 2004.
- Renzo Zagnoni, Andrea Ottanelli (a cura di), *Vedute fotografiche della costruzione della ferrovia Porrettana*, Gruppo di studi alta valle del Reno, Porretta Terme, 2009.
- Provincia di Bologna, *Bologna piano strategico metropolitano, Il binario dell’innovazione*, stesura del 19.06.2013
- Documento Provincia di Bologna, *Ipotesi collegamento tra la Stazione Centrale di Bologna e la Fiera SFM6, elementi di fattibilità*, Aprile 2013.
- Comune di Bologna, *Piano Strutturale comunale*, stesura approvata con la delibera del Consiglio Comunale n° 133 del 14 luglio 2008.
- Willi Hüsler, Comitato per il Nodo di Bologna, Servizio Ferroviario metropolitano, *accessibilità e sistema di interfaccia delle stazioni/fermate del SFM Bolognese, rapporto tecnico finale* Zurigo dicembre 2003.
- Calthorpe P. (1993), *The Next American Metropolis: Ecology, Community, and the American Dream*, Princeton Architectural Press, Princeton.
- Enrico Papa, *Transit Oriented Development, una soluzione per il governo delle aree di stazione*, rivista Tema dicembre 2007.
- Carlo Santacroce, *Rigenerazione urbana e sviluppo del sistema delle infrastrutture di secondo livello: la stazione come porta della “città della ferrovia”*.
- Elisa Conticelli, *La stazione ferroviaria nella città che cambia*.
- Andrea Spinosa, *Progetto Tram-treno: dall’infrastruttura al progetto urbano*, volume 1 Roma 2010.
- *Linee guida sistema tram-treno*, Ministero dei Trasporti delle Infrastrutture, Roma aprile 2013.
- Provincia di Bologna, *Accordo territoriale relativo agli assetti territoriali, urbanistici ed infrastrutturali del polo funzionale del “Caab”*, Prot. N. 289393/2008 del 9 luglio 2008.

