PADOVA URBS PICTA

I CICLI AFFRESCATI DEL XIV SECOLO DI PADOVA

*Comune di Padova*

*Settore MOBILITA'*

# *DOSSIER DI PROGETTO*

# *LINEA TRAMVIARIA SIR 2 E SISTEMA METROPOLITANO A*

# *RETE TRAMVIARIA - SMART -*

*Documento del dibattito pubblico ai sensi dell'art. 22 D.Lgs. n. 50/2016 e art. 5 DPCM n. 76/2018*



| | |
|---|---|
| *Arch. Carlo Andriolo* | *Caposettore della Mobilità* |
| *Avv. Lorenzo Minganti* | *Caposervizio della mobilità* |
| *Ing. Diego Galiazzo* | *Direttore tecnico - APS holding S.p.A.* |



*Febbraio 2022*

# Sommario

1. Premessa ..... 5
2. Inquadramento generale ..... 5
2.1 Contesto socio-economico ..... 5
2.2 Assetto attuale Trasporto Pubblico ..... 7
2.3 Le strategie previste dal PUMS ..... 8
2.4 La Rete SIR ..... 9
2.5 Lo scenario infrastrutturale di riferimento ..... 12
2.5.1 Le infrastrutture di trasporto stradale ..... 12
2.5.2 Le Infrastrutture di Trasporto Pubblico ..... 13
3. Alternative valutate ..... 14
4. Studio trasportistico ..... 14
4.1 Gli scenari di Riferimento ..... 17
4.2 La domanda di spostamento futura ..... 17
4.3 Il modello trasportistico negli scenari di Riferimento ..... 19
4.4 I flussogrammi ..... 19
4.5 I nuovi servizi SIR: le “Linee T” ..... 22
4.6 Domanda totale sulla linea in progetto ..... 25
4.7 Il calcolo del tempo medio di viaggio ed i risparmi di tempo per gli utenti del progetto ..... 26
4.8 Dimensionamento parco mezzi ..... 27
4.9 I tempi di accesso al centro di Padova ..... 27
5. Il tracciato del SIR 2 ..... 28
5.1 Le sezioni tipologiche ..... 29
5.2 Andamento planimetrico ..... 30
5.2.1 La tratta Ovest ..... 30
5.2.2 La tratta Est ..... 35
5.3 Andamento altimetrico della Linea ..... 39
5.4 Le corsie riservate ..... 39
5.5 Gli incroci semaforizzati ..... 40
5.6 Le fermate ..... 40
5.7 La passerella ciclo-pedonale Via Venezia-San Lazzaro ..... 40
5.8 Il deposito/officina ..... 41

6. Impianti ..... 43
6.1 Impianti per l'esercizio ..... 43
7. Aspetti idraulici ..... 44
8. Studio ambientale ..... 45
8.1 Mobilità E Traffico ..... 45
8.2 Atmosfera ..... 46
8.3 Rumore ..... 48
9. Analisi Costi benefici ..... 57
10. Fasi realizzative e cantierizzazione ..... 59
11. Cronoprogramma delle attività ..... 60
12. Quadro tecnico economico ..... 60

# 1. Premessa

Il presente dossier di progetto è un documento previsto all'interno del procedimento di dibattito pubblico ed ha l'obiettivo di descrivere in un linguaggio chiaro e comprensibile l'opera e le motivazioni relativamente all'opportunità dell'intervento nonché il percorso che ha portato all'individuazione della soluzione prescelta tra le diverse alternative. Altresì il documento riporta, sempre in modo discorsivo e sintetico, i diversi aspetti relativamente alle principali caratteristiche dell'opera, agli impatti, alle tempistiche di realizzazione, ai costi e alla sostenibilità dell'opera stessa.

In altri termini, questa relazione rappresenta una sintesi delle relazioni e della documentazione del Progetto di fattibilità tecnico economico, nei quali elaborati sono sviluppati tutte le analisi e gli approfondimenti relativi all'opera e alla sua fattibilità tecnico economica.

Quanto riportato nei paragrafi che seguono è tratto dai seguenti elaborati del PFTE della linea SIR 2:

| N° | Elaborato | Codice |
|---|---|---|
| | Relazione illustrativa | R.00.2.0.0. |
| | Relazione tecnica | R.00.5.0.0 |
| | Studio preliminare ambientale | R.00.7.0.0. |
| | Studio trasportistico | R.00.9.0.0. |
| | Relazione ACB | R.00.6.0.0. |

# 2. Inquadramento generale

## 2.1 Contesto socio-economico

Le dinamiche insediative che hanno caratterizzato lo sviluppo di Padova e le aree limitrofe possono essere iscritte all'interno del modello dinamico di distribuzione territoriale che ha caratterizzato nel corso del tempo l'intera area centrale del Veneto. Tre macro tendenze, legate alle opportunità occupazionali, possono essere identificate:

- Pressione insediativa sulle aree più esterne dei centri urbani, e lungo gli assi viari principali (e il reticolo di strade a queste collegate), che crescono in popolazione in maniera più sostenuta rispetto ai propri centri urbani di riferimento;
- un elevato grado di mobilità basato sull'utilizzo di veicoli privati (automobili per persone e camion per merci);
- lo sviluppo sostenuto di nuovi centri periferici.

Per quanto riguarda più specificatamente l'assetto territoriale della popolazione residente a Padova e nella sua conurbazione, analisi svolta mostra che:

- il comune di Padova mantiene un ruolo centrale all'interno della Conurbazione (vi risiede più di metà della popolazione della Conurbazione) e della Provincia (vi risiede quasi un quarto della popolazione provinciale);

- dal 2001 a oggi i comuni di prima cintura nel loro complesso crescono in termini demografici a un tasso superiore a quello del comune di Padova (+19% vs. +2%);
- all'interno del comune di Padova, tende a ridursi la popolazione residente nelle zone del centro storico e a crescere quella delle zone esterne.

Con circa 210 mila abitanti Padova rappresenta di gran lunga il comune di dimensioni maggiori della Conurbazione, la cui dimensione – circa 200 mila abitanti – è complessivamente analoga a quella del comune Capoluogo. All'interno della cintura, quattro comuni – Albignasego, Selvazzano, Vigonza e Abano – hanno più di 20.000 abitanti, sette (Rubano, Cadoneghe, Ponte San Nicolò, Vigodarzere, Noventa Padovana, Saonara e Villafranca Padovana) hanno un numero compreso tra 10.000 e 20.000, mentre due (Legnaro e Limena) hanno meno di 10.000 abitanti.

Per quanto tra il 2001 e il 2017, il peso della conurbazione sul totale provinciale sia rimasto sostanzialmente stabile, in questo periodo è cresciuto il peso dei comuni di prima cintura, passato dal 45% del 2001 al 49% del 2017, diretta conseguenza di una crescita della popolazione decisamente più elevata rispetto al capoluogo.

Da un punto di vista geografico si può osservare come siano cresciuti maggiormente i comuni delle parti est, sud-est e nord-ovest della Conurbazione dei singoli comuni. Più nello specifico va evidenziata la crescita di Noventa (+41%), Albignasego (+35%), Villafranca (+29%), e Legnaro (+28%) (ISTAT, 2018).

Per quel che riguarda l'analisi dell'assetto territoriale degli addetti, emerge con ancor maggiore evidenza il ruolo centrale del comune di Padova, in cui si concentrano circa 2/3 degli addetti della Conurbazione e poco più di metà degli addetti della provincia. Internamente al comune, le principali concentrazioni di addetti si riscontrano nel centro storico in particolare nella zona delle piazze per i servizi privati e dell'ospedale come polo di servizio pubblico, nella zona Stanga – S. Lazzaro – Brenta (servizi) e nella Zip (industria e servizi).

Va però osservato che in circa 15 anni (2001-2015) il numero di addetti è cresciuto maggiormente nel comune di Padova (+8,5%) che negli altri comuni della Conurbazione (+4%). Circa 2/3 degli addetti insediati nel comune di Padova lavorano in imprese dei servizi, il 24% nelle istituzioni pubbliche e no profit e il restante 11% nel settore industriale (costruzioni comprese). Gli addetti degli altri comuni della Conurbazione lavorano per il 57% nelle imprese dei servizi, il 34% nell'industria e il 9% nelle istituzioni pubbliche e no profit. Abano fa registrare una percentuale particolarmente elevata di addetti nel terziario privato, legato alla ricettività turistica (77%), mentre Legnaro ha una elevata percentuale di addetti nel settore pubblico/no profit legato all'istruzione universitaria e alla ricerca (32%).

Guardando alla dinamica prevista per il comune di Padova e per la Conurbazione, il dato immediatamente evidente è una tendenza di lungo periodo di convergenza su livelli di popolazione del comune di Padova (circa 208 mila abitanti nel 2027) e degli altri comuni della Conurbazione (ca. 205 mila). Se infatti nel 2001 i comuni di cintura rappresentavano il 45% della popolazione della Conurbazione, secondo le proiezioni il loro peso arriverà a sfiorare il 50%. Da qui a 10 anni si prevede infatti che la popolazione del Comune di Padova conosca una leggera contrazione (-0,8%) a fronte invece di una consistente crescita negli altri comuni della Conurbazione (+2,9%). Nello specifico dei singoli comuni le previsioni vedono una crescita per tutti i comuni a esclusione di Abano.

In conclusione, dall'analisi del contesto territoriale emergono alcune indicazioni utili alla progettazione della linea SIR2. In particolare, ci si riferisce:

- al ruolo e al rango del Capoluogo rispetto ai comuni dell'Area conurbata da considerare insieme al peso e alla crescita (demografica e di addetti) di alcuni comuni di prima cintura (Noventa, Albignasego, Villafranca, Legnaro, Selvazzano, Vigonza, Abano, Rubano, Limena) che ha come conseguenza il consolidamento e lo sviluppo di quelle relazioni di mobilità tra l'area urbana e i comuni limitrofi;
- allo sviluppo e al peso demografico di alcuni quartieri del Capoluogo (Arcella, Voltabarozzo, Salboro, Montà-Valsugana) è al ruolo di riferimento che ha la zona del Centro storico e delle Piazze che determina anche in questo caso lo sviluppo delle relazioni di mobilità sulle direttrici radiali dell'area urbana;
- alla conseguente definizione delle direttrici di forza della mobilità, sulle quali si distribuiscono anche le principali funzioni d'uso che definiscono la consistenza e le caratteristiche degli spostamenti tra i diversi ambiti urbani e dell'Area conurbata;
- infine, alla definizione di una domanda di mobilità strutturata per direttrici che rappresenta dunque un riferimento sia per i servizi urbani, sia per l'insieme delle linee dell'Area conurbata: servizi tra il Capoluogo e i comuni di prima cintura, servizi tra l'area urbana centrale e gli insediamenti periferici e semiperiferici.

## 2.2 Assetto attuale Trasporto Pubblico

Attualmente, l'ambito urbano di Padova è servito da 22 linee di autobus e da una linea di tram su gomma (SIR 1), per un totale di 23 linee di trasporto pubblico locale. A queste si aggiungono 4 linee che collegano Padova alla zona collinare di Abano Terme/Torreglia (le cosiddette 'linee dei colli').

Il volume di produzione è pari a 7.414.302 vett.*km/anno per quanto riguarda la rete urbana, di cui 921.027 eserciti sulla linea del SIR1. A questi si aggiungono 14.679.640 vett.*km/anno relativi ai servizi extra urbani. La rete può contare su 4,8 Km di corsie preferenziali dedicate agli autobus e 7,2 Km dedicate al SIR1.

In un giorno feriale, sulle linee della rete urbana sono trasportati circa 103.600 passeggeri. Il 32% del traffico passeggeri giornaliero si svolge sulla linea tranviaria SIR1 (33.000 passeggeri/giorno). Il sabato il numero di passeggeri trasportati sulla rete si riduce a circa 78.000 passeggeri/giorno, ma non si riduce sulla linea tranviaria SIR1 che con 32.500 passeggeri/giorno (42% dei passeggeri rilevati nella giornata di sabato) è la linea che trasporta la maggior parte dei passeggeri che utilizzano la rete. Più ridotti sono infine i carichi sulle altre linee nei giorni festivi, dove però anche il servizio è decisamente più limitato. Nei giorni festivi sulla rete sono rilevati circa 28.000 passeggeri/giorno, di cui più della metà (circa il 54%) sono trasportati dal tram SIR1.

Le indagini svolte hanno permesso la definizione del servizio offerto come segue:

- SIR1: attuale corridoio di massima forza, tranviario, e che da solo trasporta più del 30% del valore complessivo della rete urbana;
- Corridoio di forza della linea U10 (futuro corridoio SIR2) saliti pari a circa il 10% del totale della rete urbana;
- Corridoio di forza delle linee U14 e U16 (futuro corridoio SIR3) con saliti dell'ordine dei 5.600 passeggeri/giorno;
- U22: linea di forza con carico attuale superiore a quello del futuro corridoio SIR3, con circa 6.300 passeggeri/giorno;
- le linee urbane di forza (U03, U06, U09, U11, U11B, U12, U13, U15, U15B) con saliti a bordo compresi tra i 5.200 e i 3.300 passeggeri/giorno, di media forza;

- le rimanenti linee urbane di media forza (U02, U04, U05, U19, U24, U88) con carichi tra 2.300 e 1.400 passeggeri/giorno (unica eccezione la linea U02 con 700 saliti circa) a cui appartengono le linee di apporto dal territorio esterno alla città di Padova ai capolinea della SIR1 (U04, U19 e U88);
- le linee dei colli con carichi tra 800 e 1.600 passeggeri/giorno, che passano da tipologia extraurbana ad urbana;
- le linee urbanizzate con carichi fortemente differenziati tra loro, con valori consistenti per E003 e E73 (1400 e 700 passeggeri/giorno rispettivamente) e decisamente più ridotti per E31 e E37 (che insistono, prolungando verso l'esterno, sulla direttrice della SIR2).

## 2.3 Le strategie previste dal PUMS

La Conferenza Metropolitana di Padova (CO.ME.PA.) e il Comune di Vigonovo, hanno portato a termine la redazione del Piano Urbano della Mobilità Sostenibile (PUMS). Tale strumento ha l'obiettivo di fornire una visione condivisa del sistema della mobilità per il decennio 2020-2030. I macro obiettivi del PUMS sono presentati nella Tabella 1.1 di seguito:

*Tabella 1: PUMS Macro Obiettivi*

| | **Area** | **Marco obiettivo** | |
|---|---|---|---|
| A) | Efficacia e efficienza del sistema di mobilità | a.1 | Miglioramento TPL |
| | | a.2 | Riequilibrio modale della mobilità |
| | | a.3 | Riduzione della congestione |
| | | a.4 | Miglioramento accessibilità persone e merci |
| | | a.5 | Miglioramento integrazione sistema mobilità / assetto del territorio |
| | | a.6 | Miglioramento della qualità dello spazio stradale urbano |
| B) | Sostenibilità energetica e ambientale | b.1 | Riduzione consumo carburante tradizionali e alternativi |
| | | b.2 | Miglioramento della qualità dell'aria |
| C) | Sicurezza della mobilità stradale | c.1 | Riduzione incidentalità |
| | | c.2 | Diminuzione sensibile n. incidenti morti / feriti |
| | | c.3 | Diminuzione sensibile costi sociali incidenti |
| | | c.4 | Diminuzione sensibile n. incidenti morti / feriti tra utenti deboli |
| D) | Sostenibilità socio economica | d.1 | Miglioramento inclusione sociale |
| | | d.2 | Aumento di soddisfazione della cittadinanza |
| | | d.3 | Aumento di tasso di occupazione |
| | | d.4 | Riduzione dei costi della mobilità (uso veicoli privati) |

*Fonte: Tabella 4.1 Macro obiettivi, PUMS, p. 33*

Al fine di centrare i macro obiettivi identificati, il PUMS individua 5 linee d'azione strategiche:

- Integrazione tra politiche di mobilità, territoriali e ambientali. Al fine da contrastare l'attuale modello di mobilità vocato all'uso dell'auto, anche per gli spostamenti di breve distanza, è importante che le scelte insediative siano coerenti con modelli di mobilità sostenibile.

- Qualità dello spazio pubblico come fattore per orientare le politiche di mobilità che si declina secondo tre macro temi: (1) Città accessibile a tutti; (2) visione dello spazio pubblico da destinare alla fruizione collettività; (3) Città a rischio zero.
- Favorire l'uso dei modi di trasporto a minor impatto ambientale (piedi, ciclabilità, trasporto collettivo, ecc.). La strategia promossa dal PUMS è orientata in modo decisivo a favore della mobilità attiva (pedonale e ciclabile) e, compatibilmente con le risorse pubbliche disponibili e con le scelte operate in ambito sovraordinato12, a favore del trasporto collettivo.
- Ridurre la dipendenza dell'uso dell'auto negli spostamenti di breve distanza, attraverso misure volte ad incidere sulla riduzione del tasso di motorizzazione, disaccoppiando il bisogno di mobilità dall'uso dell'auto e dal suo possesso.
- Attenzione al trasporto merci (relazioni di lunga distanza e di distribuzione in ambito urbano).

Ogni linea strategica è declinata in misure/interventi raggruppabili in circa 30 sottoinsiemi di azioni con differenti livelli di complessità, che saranno da realizzare nel breve-medio e lungo periodo, ovvero nell'arco del decennio di validità del Piano.

L'insieme coordinato delle singole azioni mirano a portare, nell'arco del decennio, al riequilibro modale degli spostamenti creando favorevoli condizioni di sviluppo in particolare del trasporto pubblico collettivo. Al completamento della rete di forza del servizio TPL il PUMS assegna quindi un ruolo di primaria importanza nel soddisfare la domanda di mobilità generata e attratta dai comuni Co.Me.Pa.

I risultati della modellazione trasportistica relativa alla redazione del Piano indicano che se le azioni contenute nello Scenario di Piano saranno implementate, si raggiungerà il seguente cambio modale:

*Tabella 2: Cambio modale atteso come risultato dello Scenario di Piano*

| | | Auto (%) | TPL (%) | Piedi/bici (%) |
|---|---|---|---|---|
| Spostamenti interni alla città | Scenario Attuale | 48 | 35 | 17 |
| | Scenario di Piano al 2030 | 36 | 40 | 24 |
| Spostamenti generati dai Comuni Co.Me.Pa | Scenario Attuale | 59 | 18 | 23 |
| | Scenario di Piano al 2030 | 50 | 26 | 24 |

*Fonte: PUMS: report Terza Fase, pp.128, 129*

## 2.4 La Rete SIR

Il PUMS conferma la necessità di sviluppare, nell'arco del decennio di validità del piano, il Sistema Intermedio a Rete (SIR) quale sistema di forza del trasporto pubblico locale sia di ambito urbano che di area vasta. Questo è articolato in tre linee di forza:

- Nord – Sud: Asse SIR 1
- Est – Ovest: Asse SIR 2
- Stazione -Sud Est: Asse SIR 3

I tre Assi / le tre Linee erano state già confermate nelle previsioni del PUM del 2001 e del PATI del 2012. La loro previsione è inoltre in sintonia con quanto disposto dal Piano Provinciale della Viabilità.

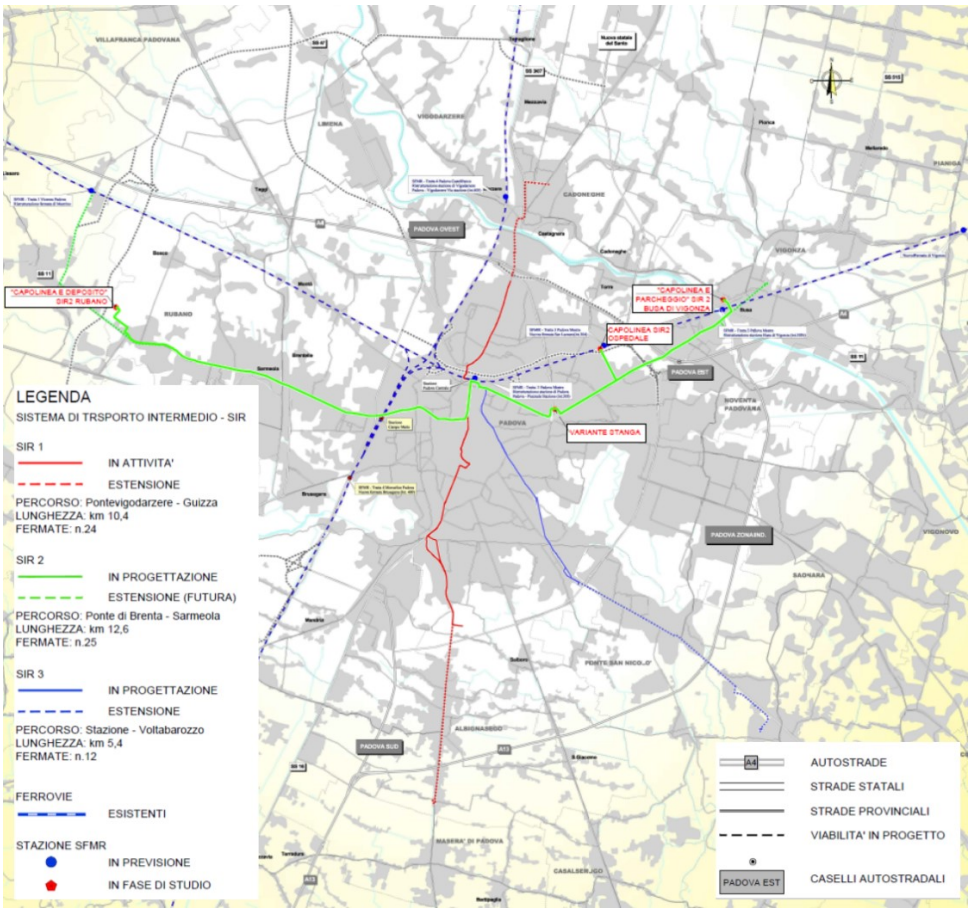



*Figura 1: Corografia → Elaborato T.00.3.0.0*

Al momento della scelta del sistema SIR1, Padova ha optato per una soluzione con tecnologica Translohr. Questo è un tram su gomma che ha una capienza intermedia tra bus e tram (può portare circa 180 persone nella versione a 3 casse), e richiede una infrastruttura più leggera rispetto a quella del tram tradizionale. Inoltre, il Translohr è caratterizzato sia da un minore ingombro trasversale del veicolo (2,20 m. rispetto ai 2,20-2,30 m. del tram), che da un minore raggio di curvatura (10,5 m. rispetto 25 m. del tram). Queste sue caratteristiche permettono una minore larghezza delle corsie protette/riservate, e quindi una maggiore flessibilità di inserimento nei contesti urbani dove la sezione stradale disponibile è limitata.

La linea **SIR 1,** operativa a partire dal Marzo del 2007, ha una lunghezza di circa 10,5 km e costituisce di fatto un'asta nord-sud (Vigodarzere-Guizza), che serve un'area fortemente urbanizzata. Lungo il tracciato insistono inoltre i principali monumenti cittadini (Cappella Scrovegni, Palazzo della Ragione, Pedrocchi, Prato della Valle, Basilica S. Giustina, Basilica S. Antonio, Odeo Cornaro, Convento di P. Leopoldo). La linea ha una capacità di circa 1.800 / 2.000 passeggeri/ora. Il tracciato ha 26 fermate ed il servizio prevede una percorrenza media tra i due capolinea di 34 minuti. I 18 convogli operativi sono composti da tre moduli per una lunghezza complessiva di 25 metri. Circa il 68% del tracciato è in sede propria. Per la linea esistente SIR 1, il PUMS propone di realizzare i prolungamenti a nord fino a Cadoneghe, a sud fino ad Albignasego/Maserà ma tali azioni allo stato attuale non sono ancora state economicamente programmate.

La linea **SIR 2**, oggetto dell'intervento descritto nel presente documento, ha una lunghezza complessiva di circa 17,5 km, e attraversa la città da Ovest (Rubano - incrocio con via Pria Fosca) fino a Est (Busa di

Vigonza), servendo così due importanti direttrici di accesso alla città, rispettivamente lungo la SR11 e la SR515. La linea percorre una tratta comune lunga 14,3 km che è attrezzata con 27 fermate.

All'altezza di via Einaudi e via San Marco, il tracciato si sdoppia: una prima direttrice, di circa 0,85 km, raggiunge il nuovo ospedale a Padova Est – San Lazzaro RFI (con una fermata aggiuntiva a San Lazzaro), mentre la seconda direttrice, che ha una lunghezza di circa 3,3 km ed è servita da 7 fermate aggiuntive, passa oltre il Ponte di Brenta, e ha il suo capolinea presso il parcheggio scambiatore in fase di progettazione che servirà la stazione RFI di Busa di Vigonza.

Date le caratteristiche fisico-geometriche del tracciato, e la disponibilità di spazi più ampi rispetto al corridoio del SIR3, il presente PFTE propone un **Corridoio della Mobilità in sede riservata per l'84% del suo sviluppo** utilizzabile da tutto il TPL oltre alla presenza di un itinerario ciclabile senza soluzione di continuità per l'intero percorso.

La linea **SIR 3** ha attualmente concluso la fase di progettazione definitiva ed è in corso la gara per l'affidamento dell'appalto integrato. La lunghezza del tracciato del progetto così come presentato al MIT è di 5,4 km e il tempo di percorrenza (singola direzione) è stimato essere intorno ai 20 minuti. Il capolinea è alla stazione ferroviaria di Padova Centrale da cui prosegue verso sud – est servendo la zona degli Ospedali, a forte attrazione di traffico. Prosegue poi fino a connettersi con la Tangenziale Sud Voltabarozzo. Allo stato attuale la tratta ha 13 fermate.

Il progetto del SIR 2 si compone di quattro tratte distinte:

1. La tratta Ovest, dal capolinea sito nel Comune di Rubano fino all'innesto con la linea esistente SIR 1 (in Corso Garibaldi, a Padova), lunga circa 8.760 metri esclusi i 150 m dal capolinea all'ingresso del deposito/officina.
2. La tratta Est, dall'innesto con la futura linea SIR 3 in progetto (In via Tommaseo, angolo via Gozzi, a Padova) (Km.10 c.a.) fino al capolinea Est di Busa di Vigonza, sito nel comune di Vigonza (Padova), a ridosso del fiume Brenta, lunga circa 6.710 metri.
3. Alla progressiva 13+500 al bivio con rotatoria tra via San Marco e via Einaudi è prevista una diramazione per il futuro ospedale e la futura Stazione di san Lazzaro, con uno sviluppo della diramazione di circa 850 m.
4. La tratta centrale, da Largo Europa fino alla Stazione (tratto di sovrapposizione SIR 2 – SIR 1) e poi dalla Stazione al bivio tra Via Tommaseo e Via Gozzi (tratto di sovrapposizione SIR 2 – SIR 3) di lunghezza complessiva pari a quasi 1165 metri

**La lunghezza complessiva del percorso è quindi pari a 17,5 km.**

*Figura 2_Tracciato Complessivo SIR2*

Nello sviluppo totale non sono compresi appositi binari di attestazione in corrispondenza dei capolinea e del deposito, per una lunghezza complessiva di circa 300 metri, tali terminali consentono il ricovero durante le ore di morbida, evitando pertanto le corse a vuoto da e verso il deposito centrale della rete SIR. Lungo lo sviluppo del tracciato del nuovo SIR2, è stata prevista la continuità di una parallela pista ciclabile bidirezionale, facendo parte della configurazione tipica del Corridoio della Mobilità.

## 2.5 Lo scenario infrastrutturale di riferimento

### *2.5.1 Le infrastrutture di trasporto stradale*

Lo scenario infrastrutturale dell'ambito di intervento comprende ad oggi la rete viaria esistente con le diverse caratteristiche e ranghi; tuttavia, le analisi condotte per le valutazioni dell'opera in oggetto hanno considerato i futuri sviluppi previsti nei diversi step temporali ovvero inserendo nella modellazione le strutture e infrastrutture programmate nonché gli sviluppi urbanistici in corso e previsti.

In coerenza con quanto indicato nel PUMS, si sono considerate le opere stradali previste nello scenario di Piano del PUMS avendo il riguardo di distribuire le opere previste nel Piano tra il 2030 ed il 2040. L'immagine di seguito, riportata anche nell'elaborato T.01.9.1.1_PUMS_ReteViaria, riporta uno stralcio del PUMS con l'elenco degli interventi di tipo viabilistico presi in considerazione nei due orizzonti temporali di riferimento.

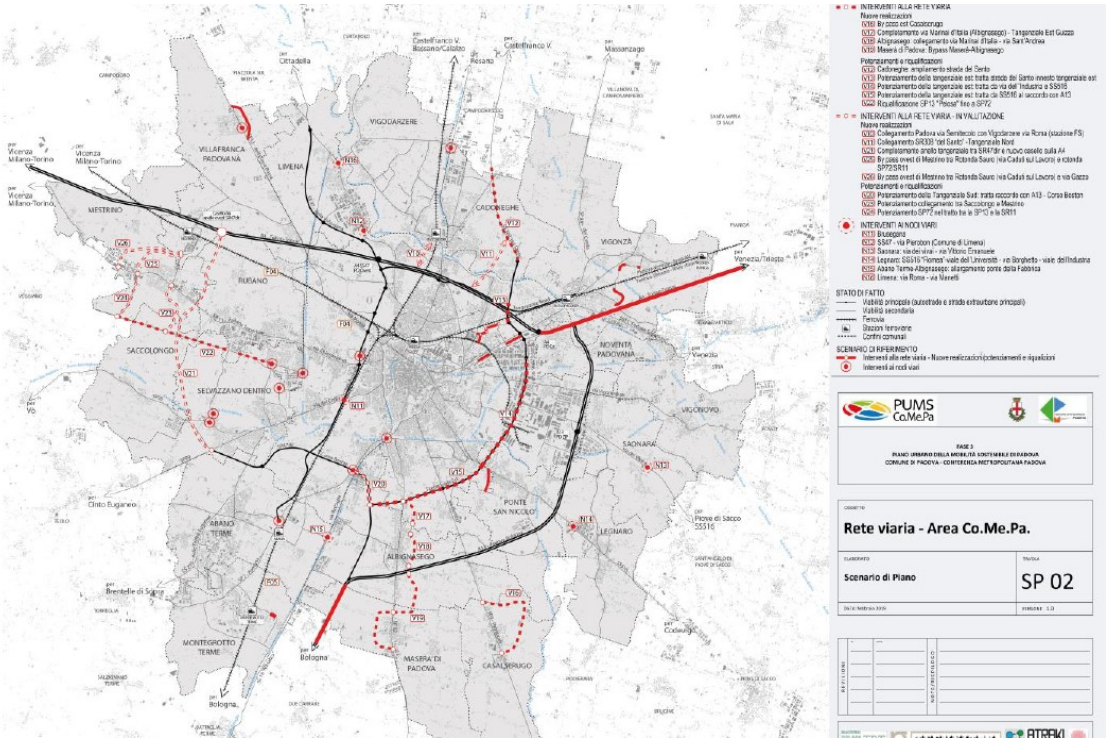



*Figura 3 Estratto PUMS: Rete viaria Scenario di Piano*

Il Piano è decisamente ambizioso, al punto che, come si vedrà, la quantità di investimenti per infrastrutture di trasporto privato controbilancia l'entrata in esercizio già dal medio termine del SIR 3.

Il completamento del sistema SIR che consente l'attivazione di politiche più incisive, ma credibili, di penalizzazione dell'uso dell'auto, invece riesce ad affermare la crescita decisa della quota modale del TPL.

### *2.5.2 Le Infrastrutture di Trasporto Pubblico*

Per quanto concerne le opere sul Trasporto Pubblico si è preso anche qui in riferimento quanto indicato sul PUMS, ad eccezione dell'asse 2 (est-ovest) della rete SIR (anche noto come SIR 2) che nello studio specifico fa parte dell'opera progettuale oggetto di analisi. Si rammenta che, a fronte della realizzazione dell'asse 2, il progetto prevede la chiusura dei servizi SIR 1 e SIR 3 intesi come linee separate e l'apertura di una rete di servizi integrati ed interconnessi tra tutte le direttrici disponibili. Precisamente 8 servizi "T" eserciti sulle cinque dorsali SIR.

In particolare, le opere TPL pianificate e di maggiore interesse sono soprattutto quelle che interagiscono principalmente con l'asse in progetto. Tra tutte quelle che fanno parte del sistema SIR quindi la linea SIR 3 all'anno 2030, ed i prolungamenti degli assi SIR 1 e SIR 3 al 2040.

Altro elemento che interessa direttamente l'asse 2 dell'estensione della rete SIR in progetto, e già considerato nell'orizzonte 2030, è la realizzazione della fermata ferroviaria presso San Lazzaro a Padova, sulla linea regionale Padova-Venezia ed in corrispondenza del polo ospedaliero "San Lazzaro-Padova Est" in progetto. Tale punto si prefigura come importante nodo di interscambio nonché come nuovo polo attrattore per le funzioni sanitarie e universitario di rilevanza regionale.

Con la realizzazione del SIR 2 si vengono a creare 6 capolinea e si prevedono 8 linee di tram che coprono gli itinerari la cui domanda di trasporto giustifica il servizio. In relazione a questo assetto il TPL verrà

rimodulato con uno schema di funzionamento diverso dall'attuale e con l'obiettivo di ottimizzare il sistema complessivo e rendere il servizio più capillare nel territorio.

# 3. Alternative valutate

Il progetto originale prevedeva che la linea SIR 2 si attestasse a Rubano, in corrispondenza dell'intersezione con via Europa; quindi, prima del centro urbano in cui si trova il Municipio e, ad est, a Ponte di Brenta prima dell'attraversamento del fiume Brenta. Le alternative valutate fin da subito analizzate sono state il prolungamento della linea, sia ad ovest quanto ad est, al fine di migliorare il servizio offerto. I prolungamenti sono risultati preferibili alla soluzione iniziale in quanto verso ovest la linea attraversa tutto il centro urbano di Rubano e arriva in un area in cui il PUMS prevede il passaggio del GRAP ovvero di una viabilità di collegamento verso l'A4; mentre il prolungamento verso est è stato valutato migliorativo in quanto si attesta la linea in corrispondenza di un nodo intermodale di elevata rilevanza strategica dovuta alla presenza della stazione ferroviaria, dell'incrocio tra la SR 515, la SR 514 e SR 11 (e delle relative linee TPL che collegano Padova con le altre provincie) e di un parcheggio scambiatore in fase di progettazione da parte del Comune di Vigonza ed RFI.
Un ulteriore alternativa valutata è stato il collegamento con l'area in cui sorgerà il Nuovo Ospedale di Padova (NOP), in ragione dell'attrattività del futuro polo, anche in questo caso il capolinea è intermodale per la presenza della futura stazione SFMR e della viabilità di distribuzione/collegamento dell'area con il territorio padovano.
Il PFTE ha analizzato e valutato queste alternative e, come descritto in precedenza, anche le combinazioni delle tre linee al fine di individuare l'assetto migliore del servizio in termini di costi/benefici.
Le ulteriori alternative valutate sono state relativamente alla tecnologia da adottare per l'esercizio del sistema. Sono state considerate tre tecnologie distinte:

- Filobus
- Translohr → tram su gomma già in esercizio sulla linea SIR 1 e tecnologia scelta per la linea SIR 3
- Tram tradizionale

Sotto questo aspetto le analisi hanno condotto all'individuazione della tecnologia esistente come la tecnologia da adottare e di seguito si riportano sinteticamente le motivazioni determinanti:

- A parità di infrastruttura, l'attuale tram (line SIR 1 e SIR 3) presenta impatti e costi di realizzazione inferiori rispetto al tram tradizionale;
- Capacità di trasporto, in relazione alla domanda di trasporto stimata dagli studi trasportistici, il filobus soddisfa la medesima domanda del tram con un numero maggiore di corse con una frequenza di partenza molto elevata;
- Caratteristiche geometriche, anche questa linea attraversa il centro storico di Padova e per tali ragioni le dimensioni del veicolo (rispetto al tram tradizionale e al filobus) meglio si inseriscono in detto contesto. In particolare, la guida vincolata da garanzia di traiettoria rispetto al filobus;
- Interscambiabilità; la realizzazione di tre linee con la medesima tecnologia conferisce al sistema complessivo la possibilità di realizzare itinerari ulteriori combinando le diverse linee;
- Collegato al punto precedente, la coerenza tecnologica si riflette nei costi di gestione e manutenzione sia relativamente alle strutture e personale quanto ai materiali di ricambio.

# 4. Studio trasportistico

La valutazione del Progetto aderisce al metodo delle analisi trasportistiche e cioè sul confronto tra domanda e offerta infrastrutturale sia privata che di Trasporto Pubblico.

Lo studio trasportistico e di analisi della domanda è stato condotto con questa struttura, tipica e funzionale all'illustrazione ed alla narrativa dei contenuti:

1) Raccolta ed utilizzo dei **dati rappresentativi della domanda di spostamento** nell'area di studio:
   a. Per il traffico stradale sono stati utilizzati i dati estratti dal PUMS (campagna rilievi 2016) attualizzati al 2018;
   b. Per il TPL sono stati usati i risultati delle indagini per la gara di affidamento del servizio di Trasporto Pubblico Locale di Padova. Tale fonte risulta essere la più completa e recente (2018) sul territorio padovano – fonte: Busitalia Veneto S.p.A.;
2) Definizione dell'**area di studio**: l'estensione dell'area corrisponde al Comune di Padova e ai Comuni facenti parte del Co.Me.Pa. in aderenza a quanto fatto nel PUMS.
3) Definizione dell'**offerta di rete stradale** derivante da cartografia OpenStreetMaps successivamente caratterizzata per gli scopi modellistici;
4) Definizione dell'**offerta di Trasporto Pubblico** derivante da dati GTFS prodotti da Busitalia Veneto S.p.a. (di seguito BIV), l'operatore di TPL locale con riferimento a:
   a. L'offerta esistente al 2018 (data di esecuzione delle indagini) per lo scenario BASE, cioè lo Stato di Fatto;
   b. L'offerta di TPL inclusa nella proposta tecnica della gara per la gara di affidamento del servizio di Trasporto Pubblico Locale di Padova per lo Scenario di Riferimento.
5) Creazione e calibrazione delle **matrici di domanda** nello scenario BASE con riferimento il PUMS;
6) Creazione e calibrazione di un **modello di scelta modale** come aggiornamento ed evoluzione del modello di simulazione realizzato nell'ambito del PUMS;
7) Validazione del Modello nello **Scenario BASE** al 2018- per le modellizzazioni ci si è avvalsi del software **VISUM** di PTV Group leader mondiale nella progettazione di applicativi per la modellazione della mobilità;
8) Scelta degli **orizzonti temporari** da analizzare - gli anni **2030 e 2040** sono stati scelti in coerenza con l'orizzonte PUMS (2030) ed il decennio successivo per i fini della produzione di input dell'analisi Costi Benefici;
9) Definizione della **crescita di domanda** agli anni 2030 e 2040 - per quanto concerne la crescita di domanda al 2030 si è presa la stessa crescita utilizzata nel PUMS, mentre per l'orizzonte temporale al 2040 si è fatta crescere la domanda con lo stesso trend ipotizzato dal PUMS fino al 2030.

   In aggiunta, è stata aggiornata la domanda associabile al **Nuovo Polo Ospedaliero di "Padova Est-San Lazzaro"** secondo i dati più recenti derivanti dall'Accordo di Programma stipulato in data 22 Aprile 2020 e la successiva progettazione preliminare del complesso.
10) Definizione delle **opere infrastrutturali** nello scenario di **Riferimento 2030 e 2040** - si sono presi in considerazione tutte le opere stradali e di Trasporto Pubblico previste all'interno del PUMS ad eccezione dell'opera oggetto di studio ovvero la linea SIR2;
11) Creazione del modello negli **scenari di Riferimento** agli anni **2030 e 2040**;
12) Definizione del progetto negli **scenari di Progetto** nei due orizzonti temporali **2030 e 2040**;
13) Creazione del modello negli **scenari di Progetto** agli anni **2030 e 2040** – si distinguono dai corrispondenti scenari di riferimento solo per l'infrastruttura di progetto (cioè il completamento della rete di forza), la riorganizzazione dei servizi Tram (a cucitura delle relazioni dirette maggiormente significative) e le razionalizzazioni di rete TPL ad essa ascrivibili.

Tuttavia, nel caso specifico, lo studio deve rispondere alle richieste metodologiche formali connesse all'Avviso per la presentazione di istanze per accesso alle risorse destinate al Trasporto Rapido di Massa ad Impianti Fissi emanato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti nel 2018 e s.m.i. .

Il medesimo avviso rimanda alle disposizioni vigenti:

- DM 300 del 16.06.2017 "Linee guida per la valutazione degli investimenti in opere pubbliche";
- Protocollo d'Intesa tra il M.I.T. e la Banca Europea degli Investimenti (BEI) ed in particolare con lo European Investment Advisory Hub ("HEIAHub"), strumento di assistenza tecnica identificato dalla Commissione Europea a sostegno del Piano Juncker che intende fornire risorse finanziarie all'economia reale al fine di accelerare gli investimenti pubblici e privati.

L'esito di questo protocollo d'intesa si sintetizza nelle Tabelle di Sintesi dell'Analisi della Mobilità Urbana /ACE/ACB" di cui il M.I.T. ha prodotto istruzioni per la compilazione.

Le analisi e gli approfondimenti sono riportati nello studio del traffico contenuto nel PFTE e a seguire due immagini che riassumono la modellazione del traffico privato e del TPL allo stato attuale.

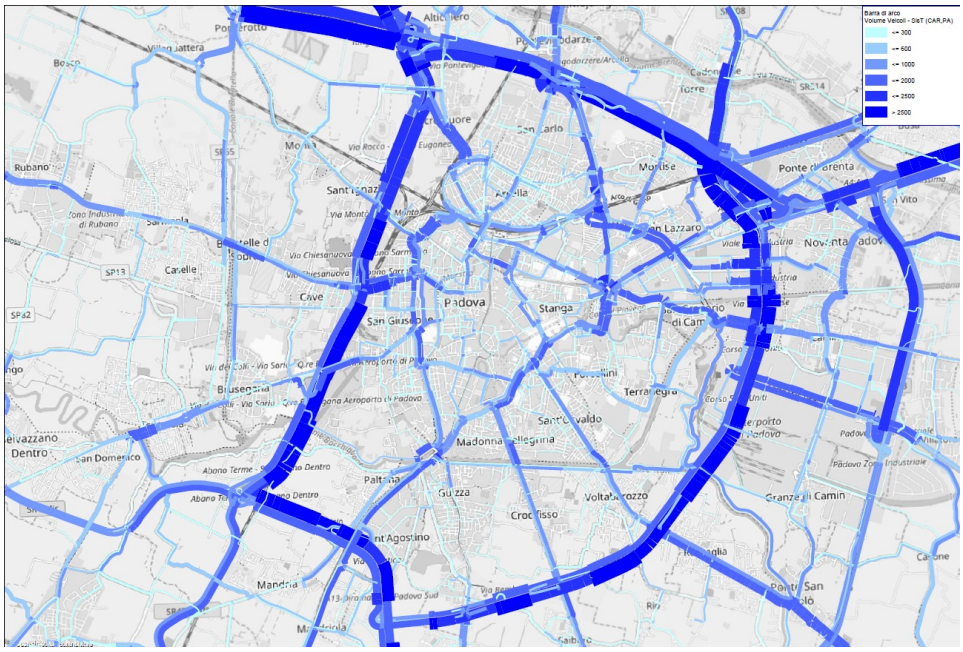



*Figura 4 Flussigramma veicoli Auto Scenario BASE OdP AM*

In questa immagine, tratta dalla modellazione trasportistica, è riportata la rete viaria di Padova e della prima cintura e le line blu, di diverso spessore ed intensità, rappresentano l'assegnazione del traffico veicolare privato ovvero, sulla base dei dati di traffico disponibili e della matrice origine destinazione aggiornata, vengono rappresentati i flussi veicolari corrispondenti all'ora di punta giornaliera.

Analoga modellazione viene fatta per il TPL (trasporto pubblico locale) e il diagramma che segue rappresenta la rete viaria del contesto padovano (Padova e cintura) e in verde sono rappresentati gli itinerari delle linee urbane ed extraurbane e anche in questo caso lo spessore degli archi rappresenta l'intensità della domanda di trasporto ovvero quante persone utilizzano una determinata linea in corrispondenza dell'ora di punta, tratto per tratto. Si osserva come l'itinerario nord-sud, coperto anche dal SIR1, ad oggi rappresenta la linea con maggior frequentazione. Analogamente l'itinerario est-ovest, coperto oggi da bus, risulta molto frequentato.

*Figura 5 Flussigramma passeggeri TPL Scenario BASE OdP AM*

## 4.1 Gli scenari di Riferimento

Lo **Scenario di Riferimento** nella valutazione di un progetto viene definito come quello **scenario futuro che comprende tutte le opere previste/pianificate all'orizzonte temporale considerato e che hanno ragione di essere considerate in operatività per la data considerata**. Anche per quanto concerne la variazione di domanda di mobilità essa viene considerata nella sua evoluzione nel tempo. Nel caso di specie sono considerati 2 orizzonti temporali: Il primo all'**anno 2030** (denominato "SR2030") ed il secondo all'**anno 2040** (denominato "SR2040"). Tali orizzonti temporali sono considerati periodi congrui con il progetto sottoposto a valutazione. **Sia l'evoluzione della domanda di mobilità che le opere inserite in ciascuno degli scenari di riferimento derivano da quanto indicato nel PUMS** e sono illustrati nei paragrafi seguenti.

## 4.2 La domanda di spostamento futura

Come anticipato, la domanda di mobilità all'anno **2030** subisce **un incremento coerente a quanto indicato nel PUMS di circa il 13% rispetto al 2018,** passando da 146'000 a circa 165'000 spostamenti (persone) nell'ora di punta della mattina. Per il **2040** si è invece supposto che la crescita dal 2030 sia continua e uguale al periodo precedente; pertanto, si avrà un incremento di circa il 23% rispetto al 2018 passando a circa **180.000 spostamenti nell'ora di punta della mattina**. Si fa presente che **nella domanda prevista è stata considerata anche la domanda inerente il polo ospedaliero in progetto presso l'area di San Lazzaro a Padova che prevede 5000 nuovi studenti oltre al mantenimento dell'ospedale esistente**. Tale domanda polarizza nella zona del nuovo ospedale circa 2500 studenti/h in ingresso nell'ora di punta della mattina in aggiunta al funzionamento tipico dell'ospedale (operatori e pazienti) per cui sono stimate nello stesso periodo 700 pers/h. Si aggiungono a queste 375 persone che potrebbero effettuare spostamenti tra i due ospedali per seguire specifiche lezioni, per raccordo tra le strutture e vari altri titoli.

Il grafico successivo mostra l'evoluzione della domanda dal 2018 al 2040 e successivamente la ripartizione modale per il Riferimento 2030 e 2040.

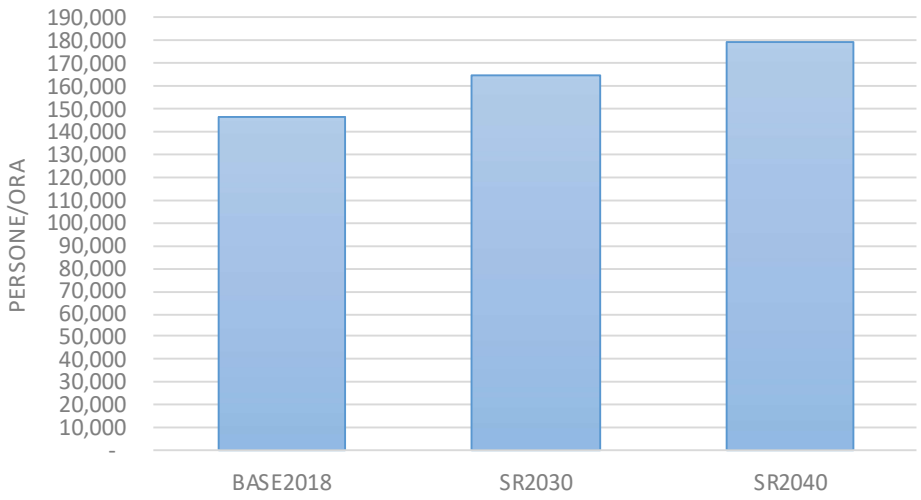



*Figura 6: Spostamenti totali nell'ora di punta AM al 2018, 2030 e 2040*

La **domanda** pertanto **rimane costante a parità di orizzonte temporale**, ne segue che **il modello non calcolerà la domanda indotta**: cioè non ci saranno spostamenti nuovi generati dall'infrastruttura di trasporto pubblico di progetto e alla voce "D3" della Tabella 3.8 ACB dell'elaborato TA.04.1.0.0 il valore sarà nullo,

Si ritiene però che la crescita di domanda generale comunque introdotta come variazione della matrice O/D complessivamente metta in circolazione anche spostamenti "nuovi" legati alla maggiore e migliore accessibilità introdotta con i nuovi interventi.

**Oltre il modello, nella realtà**, dove il modellista deve sempre cercare di collocare il proprio lavoro, è probabile che la maggiore fruibilità del corridoio porti ad un aumento più che proporzionale dei viaggi tra località collocate lungo il nuovo corridoio che ad oggi non sono perfettamente connesse (ad esempio: Sarmeola con Via Vicenza, Corso Milano con il Centro Commerciale Brentelle, ma anche le relazioni non sistematiche con le aree commerciali di Via Venezia) per via della tipologia di servizio offerto.

In ogni caso, resta il fatto che l'Analisi Benefici Costi non annovererà eventuali benefici associabili a questa componente della domanda della futura linea.

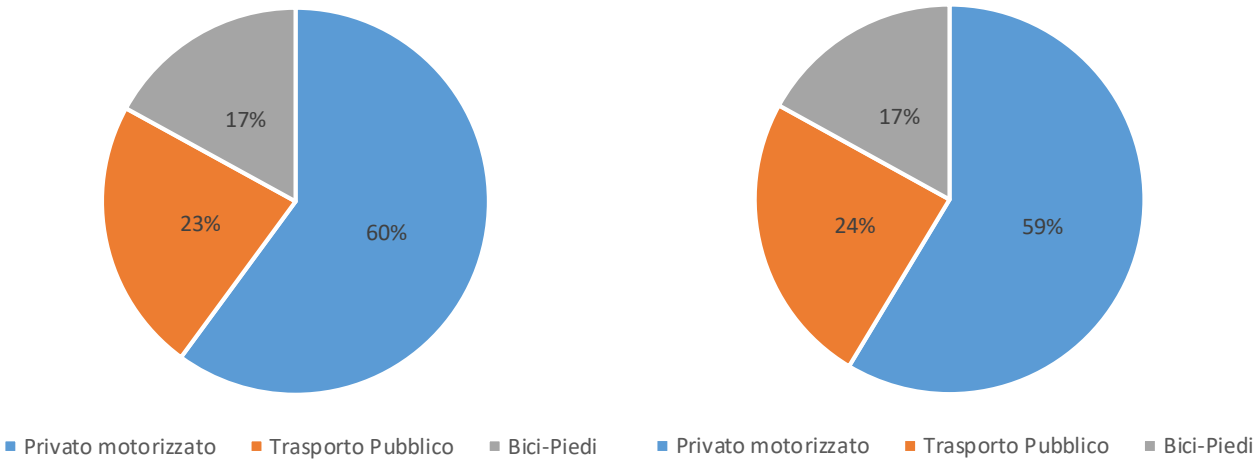



*Figura 7 Ripartizione modale nello scenario SR2030 nell'OdP AM (sinistra) e nello scenario SR2040 nell'OdP AM (destra)*

Il modello invece apprezzerà la ripartizione modale valutando gli impatti che il nuovo progetto, il quale nella relazione illustrativa è introdotto come **"Corridoio ad Alta Mobilità**", avrà sulla scelta del mezzo effettuata dalle persone. Il **modello è quindi sensibile ai temi di interscambio, alle attese alle fermate (alla frequenza), alla forma della rete del TPL ed alle restrizioni al trasporto privato**.

Per comprendere meglio le leve dietro alla scelta modale, si illustrano nei paragrafi successivi gli interventi inclusi negli scenari di Riferimento al 2030 ed al 2040. Il mantra è sempre quello di seguire quanto previsto e pianificato nel PUMS.

## 4.3 Il modello trasportistico negli scenari di Riferimento

Combinando insieme le opere pianificate su rete viaria e sul TPL insieme all'evoluzione della domanda di mobilità considerando i due orizzonti temporali al 2030 e 2040 è stato possibile effettuare le simulazioni utili alle valutazioni trasportistiche e definire così gli scenari di riferimento SR2030 ed SR2040.

## 4.4 I flussogrammi

I flussogrammi di carico mostrano in funzione dello spessore della barra e dell'intensità del colore su ogni arco stradale i flussi veicolari per il trasporto privato ed i passeggeri per il trasporto pubblico. Di seguito sono illustrati i flussi sugli archi della rete nell'ora di punta della mattina al 2030 e al 2040.

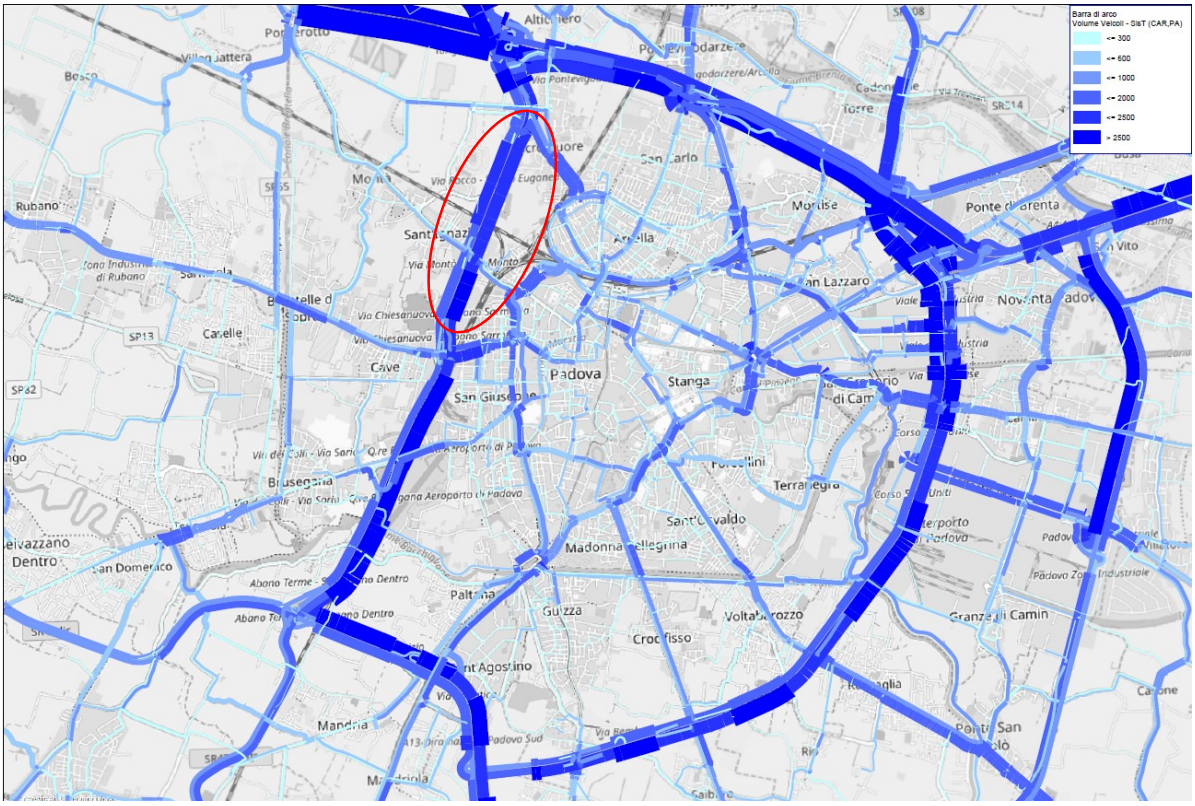



*Figura 8 Flussogramma veicoli Auto Scenario SR2030 OdP AM*

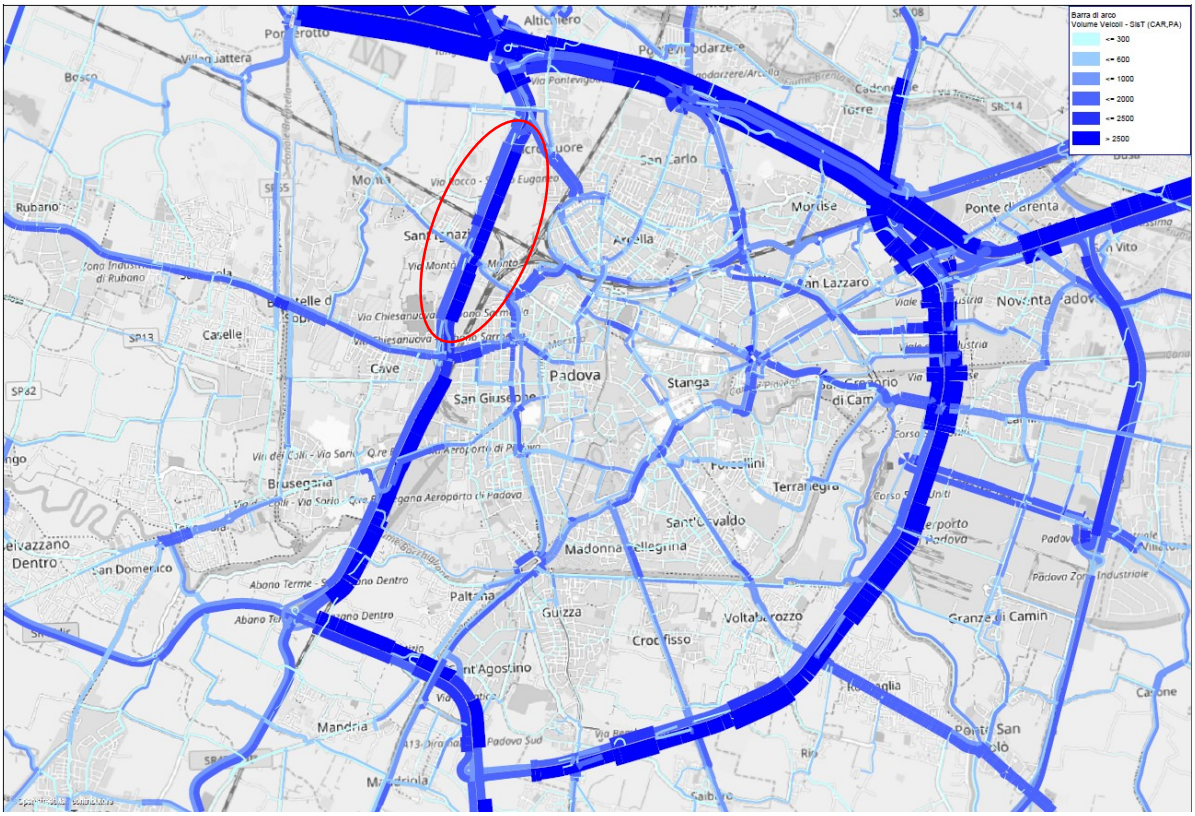



*Figura 9 Flussogramma veicoli Auto Scenario SR2040 OdP AM*

Partendo dallo stato di fatto dei carichi sulla rete rispettivamente del traffico privato e del trasporto pubblico, il modello di assegnazione viene implementato con le informazioni relative alla programmazione al fine di simulare come si svilupperanno i carichi in corrispondenza ad orizzonti temporali definiti.

Nella fattispecie, sono stati definiti il 2030 e 2040 come gli anni di simulazione, infatti, in corrispondenza di queste date, indicativamente, la programmazione prevede sia la realizzazione della linea SIR 2, che va a completare il sistema SIR, sia la realizzazione di altri interventi infrastrutturali e sul sistema della mobilità (PUMS) che incideranno considerevolmente sulla modalità di spostamento e quindi sui carichi della rete.

Confrontando queste immagini, negli elaborati originali, si possono osservare delle differenze in termini di spessore e colore, che stanno a significare le variazioni definite in termini di numeri dai risultati modellistici.

Analogamente per i grafici relativi al TPL, a fronte dell'inserimento delle nuove linee SIR/SMART, viene simulato il carico della rete del TPL dapprima nel 2030 e a seguire nel 2040. Negli elaborati di progetto è possibile individuare sia la diversa modalità di spostamento ovvero il passaggio da traffico privato a TPL sia l'impennata di utilizzo del TPL tra il 2030 e 2040. IL PFTE, inoltre, ha valutato la rete TPL con il sistema SIR e con il sistema SIR implementato con la creazione di nuove linee combinando gli itinerari tramviari. L'effetto sulla domanda di trasporto è positivo in quanto la generazione di più itinerari tramviari che coprono tutta la città, genera un incremento della domanda di trasporto pubblico a scapito del trasporto privato.

*Figura 10: Flussogramma passeggeri TPL Scenario SR2030 OdP AM*

*Figura 11: Flussogramma passeggeri TPL SR2040 OdP AM*

## 4.5I nuovi servizi SIR: le “Linee T”

L’attivazione dell’asse 2 della rete SIR di fatto rappresenta la chiusura del progetto SIR come originalmente concepito all’inizio del secolo e come confermato dal PUMS 2019. La realizzazione della stella con i 5 assi di forza da tutte le principali direttrici e dai punti di interscambio con la tangenziale consente l’attivazione di uno scenario di servizio completamente nuovo.

Lo scopo è duplice:

- Creare assi ad elevata capacità e frequenza per consentire a tutti coloro che si spostano lungo i medesimi un elevato livello di servizio e bassi tempi di attesa anche nel caso di interscambi;
- Creare servizi in grado di connettere direttamente attraverso il sistema Translohr™ parti della città finora non collegate
- Creare la migliore accessibilità possibile al nuovo ospedale e polo universitario attraverso accessibilità diretta:
    - dalla parte orientale della provincia → accesso diretto mediante corse extraurbane
    - dalla parte sudoccidentale e settentrionale della provincia → accesso diretto mediante SFMR
    - dalla città → con i servizi SIR diretti da Voltabarozzo, dalla Guizza, da Rubano e potenzialmente anche da Pontevigodarzere

*Tabella 3 I nuovi Servizi SIR*

| Linea | Denominazione | Frequenza [corse/h] | Tipo di Veicolo | Capacità [pphpd] | Lunghezza [km] |
|---|---|---|---|---|---|
| **T1** | Pontevigodarzere - Guizza | 8 | LOHR_3 | 1176 | 9.73 |
| **T2** | Rubano - Vigonza | 8 | LOHR_4 | 1680 | 16.64 |
| **T3** | Rubano - San Lazzaro | 2 | LOHR_4 | 420 | 14.03 |
| **T5** | Voltabarozzo - Vigonza | 2 | LOHR_3 | 294 | 11.77 |
| **T6** | Voltabarozzo - San Lazzaro | 4 | LOHR_3 | 588 | 9.16 |
| **T7** | Pontevigodarzere - Voltabarozzo | 2 | LOHR_3 | 294 | 8.77 |
| **T11** | Guizza - Vigonza | 2 | LOHR_3 | 294 | 13.45 |
| **T12** | Guizza - San Lazzaro | 2 | LOHR_3 | 294 | 10.84 |

*Tabella 4 Caratteristiche del servizio sui 5 assi SIR*

| Asse | Servizi Passanti | Frequenza [corse/h] | Tipo di Veicolo | Capacità [pphpd] |
|---|---|---|---|---|
| **SIR 1 Pontevigodarzere** | T1 – T7 | 10 | LOHR 3 | 1470 |
| **SIR 1 Garibaldi-Popolo** | T1 – T2- T3 – T11 – T12 | 22 | LOHR 3/4 | 3864 |
| **SIR 1 Guizza** | T1 – T11 – T12 | 12 | LOHR 3 | 1764 |
| **SIR 2 Rubano** | T2- T3 | 10 | LOHR 4 | 2100 |
| **SIR 2 Tribunale-Fiera-Stanga** | T2- T3 – T11 – T12– T6 - T7 | 20 | LOHR 3/4 | 3570 |
| **SIR 2 Ospedale** | T3- T6 – T12 | 8 | LOHR 3/4 | 1302 |
| **SIR 2 Vigonza** | T2- T5 – T11 | 12 | LOHR 3/4 | 2268 |

| Asse | Servizi Passanti | Frequenza [corse/h] | Tipo di Veicolo | Capacità [pphpd] |
|---|---|---|---|---|
| **SIR 3 Voltabarozzo** | T1 – T5 – T6 - T7 | 8 | LOHR 3 | 1176 |

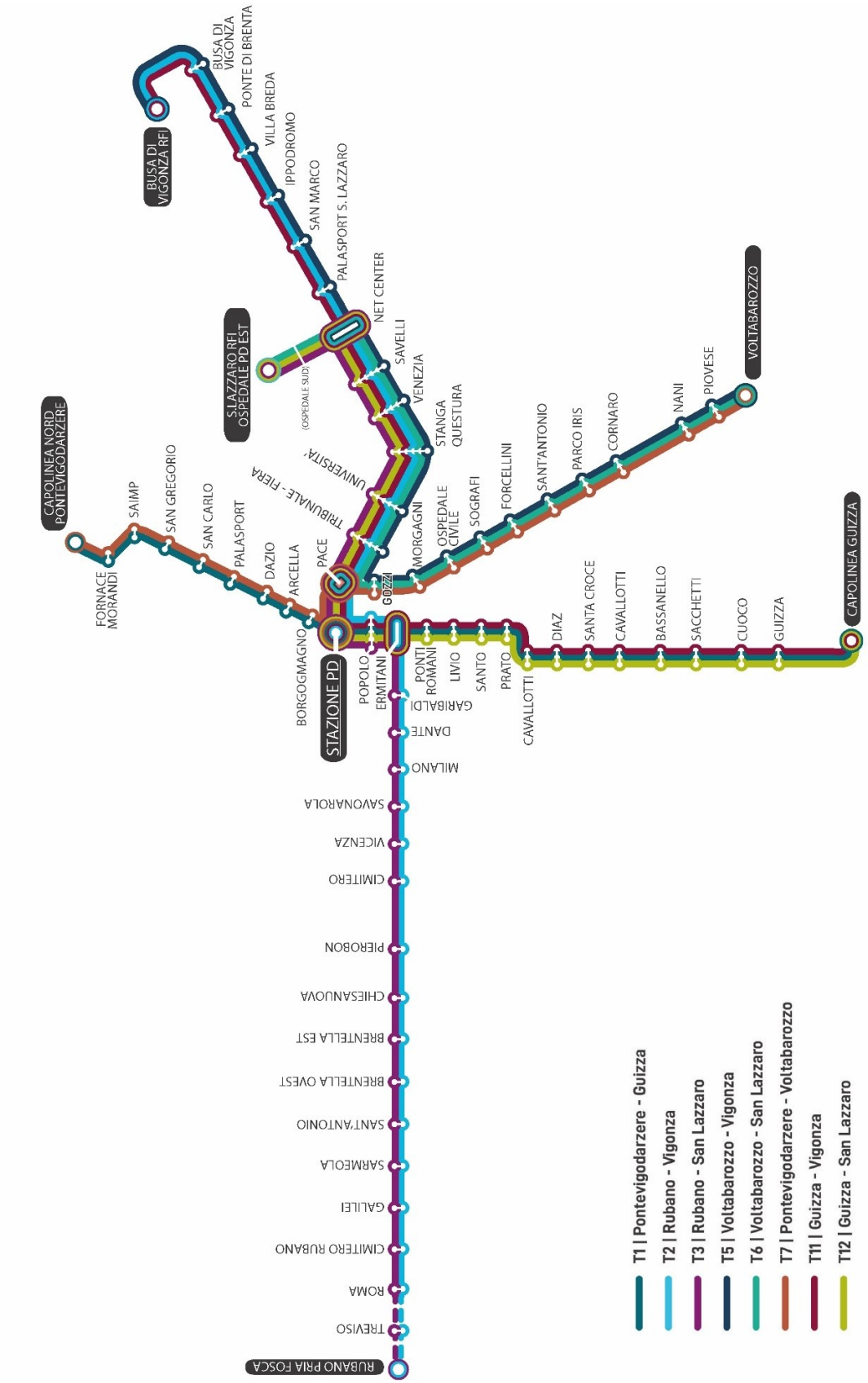


*Figura 12: Schema dei servizi SIR proposti all'attivazione del corridoio 2.*

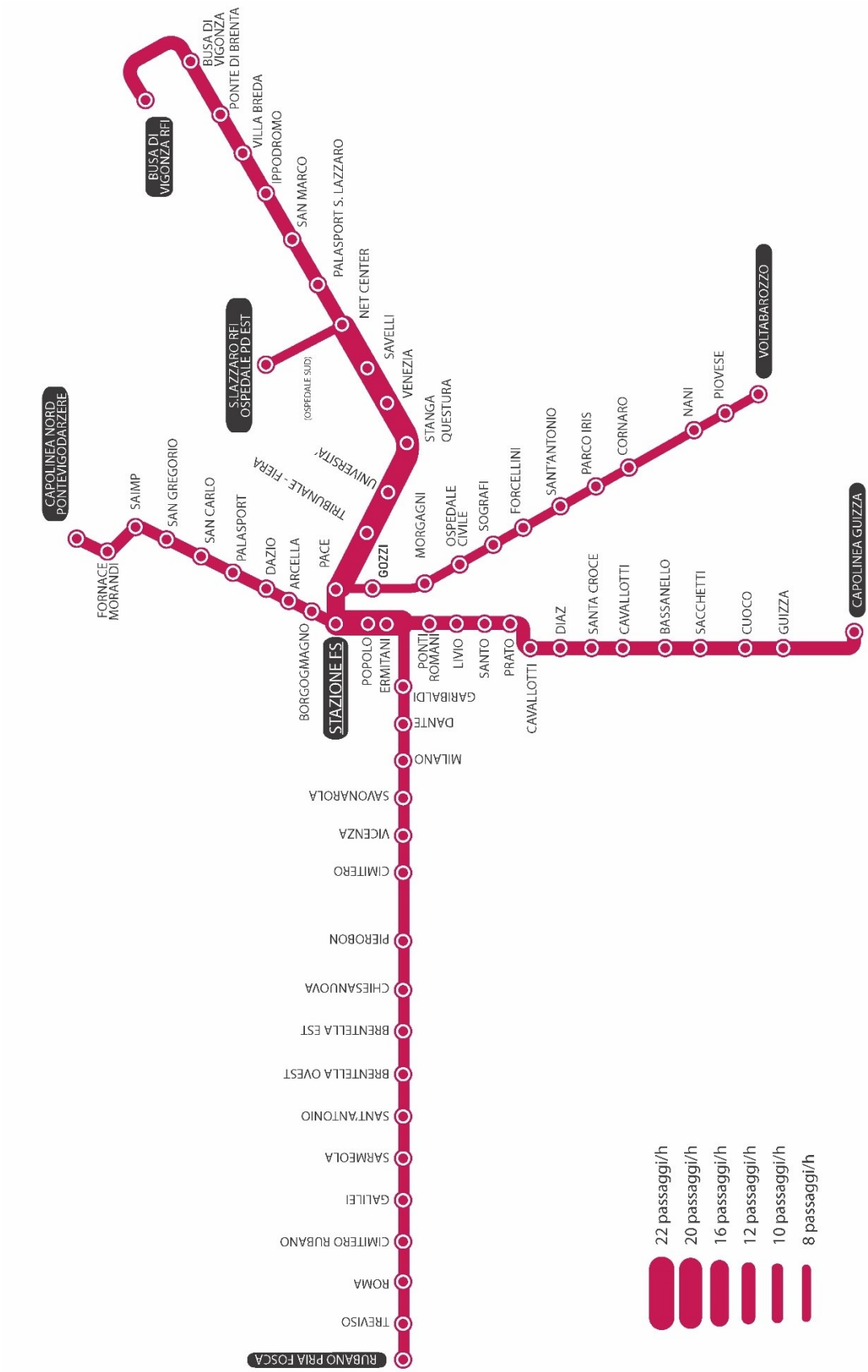



*Figura 13: Schema delle freqeunze combinate lungo gli assi SIR all'attivazione del corridoio 2.*

Il totale della produzione associata al progetto oggetto di finanziamento è pari a 597 veic * Km cui devono essere aggiunti 155 veic * km prodotti dalla Linea T1.

Il carico massimo stimato nell'ora di punta su ciascun corridoio è il seguente:

- Asse SIR 1 – Tratta Nord (Stazione-Ponte Vigodarzere) – Sc. Progetto 2040 – 1462 [pphpd] vs Capacità offerta di 1470 [pphpd];
- Asse SIR 1 – Tratta Nord (Stazione-Eremitani) – Sc. Progetto 2040 – 3600 [pphpd] vs Capacità offerta di 3864 [pphpd];
- Asse SIR 1 – Tratta Sud (Eremitani-Guizza) – Sc. Progetto 2040 – 1722 [pphpd] vs Capacità offerta di 1764 [pphpd];
- Asse SIR 2 – Tratta Ovest (Eremitani-Rubano) – Sc. Progetto 2040 – 1805 [pphpd] vs Capacità offerta di 2100 [pphpd];
- Asse SIR 2 – Tratta Est (Pace-Centro NET) – Sc. Progetto 2040 – 2750 [pphpd] vs Capacità offerta di 3570 [pphpd];
- Asse SIR 2 – Tratta Est/San Lazzaro (Centro NET-SanLazzaroRFI) – Sc. Progetto 2040 – 965 [pphpd] vs Capacità offerta di 1302 [pphpd];
- Asse SIR 2 - Tratta Est/Busa di Vigonza (Centro NET-BusadiVigonzaRFI) – Sc. Progetto 2040 – 1675 [pphpd] vs Capacità offerta di 2268 [pphpd];
- Asse SIR 3 - (Pace-Voltabarozzo) – Sc. Progetto 2040 – 1163 [pphpd] vs Capacità offerta di 1176 [pphpd].

Il segmento più carico della rete, dunque, è Stazione-Eremitani lungo l'attuale asse SIR 1 dove nello scenario di Progetto si concentrano 22 passaggi /h (rif. Figura 36 e 37).

Si vedano a tale proposito gli elaborati T.02.1.20.1 e T.02.1.22.1 che rappresentano solo i carichi delle linee SIR.

In considerazione del fatto che il calcolo è svolto con riferimento a:

- Capacità dei mezzi calcolate a 4 pax/m2;
- Scenario di Progetto 2040;
- Uno schema di funzionamento a rete che è comunque soggetto a possibili modifiche all'interno dei saldi di produzione qui proposti;
- Il funzionamento come "Corridoio della Mobilità" su gran parte della rete che consente la sovrapposizione dei servizi Translohr™ con i servizi bus di varia natura.
- Verifiche di congruenza tra domanda e capacità offerta soddisfatte sui singoli segmenti della rete;

Si ritiene accettabile che i singoli servizi offerti mostrino sull'arco di massimo carico, nello scenario di Progetto 2040, valori di saturazione compresi fra 1 e 1.5.

## 4.6 Domanda totale sulla linea in progetto

Sebbene il progetto verta sull'estensione della rete e sulla riorganizzazione dell'interno insieme dei servizi SIR eserciti con tecnologia Translohr, la Tabella 3.8 ABC dell'Allegato 8 – ABC è necessario individuare la domanda totale sulla linea in progetto.

La domanda totale sulla linea in progetto esprime il numero di passeggeri saliti o scesi sulla nuova linea oggetto dell'istanza di finanziamento nell'anno. Trattandosi di estensione, si è avuto cura di rappresentare esattamente il numero atteso di passeggeri limitatamente al perimetro del progetto, senza alcuna estensione a parti esistenti della linea.

Pertanto, dai diagrammi di carico, sono stati considerati:

- I passeggeri saliti totali relativi ai servizi T2 e T3;
- I passeggeri saliti sui servizi T5, T6, T11 e T12 per i soli tratti percorsi sui binari all'interno del perimetro del progetto.

Risulta quindi che il numero dei passeggeri saliti considerato ai fini del calcolo della domanda totale è pari a 7'038 pax/h rispetto ai 9'764 pax/h totali che si avrebbero considerando tutti i saliti nel 2030. Nel 2040 la domanda è pari a 8'492 pax/h rispetto ai 10'696 veh/h totali che si avrebbero considerando tutti i saliti.

All'anno, applicando i fattori di conversione di 9,863 h/giorno e 300 giorni/anno si ottengono rispettivamente:

- 20'824'738 pax/anno nel 2030
- 25'126'979 pax/anno nel 2040

La giustificazione di questi fattori è prodotta nella Nota Metodologica 2.

La domanda totale è infine distinta in:

- Domanda tendenziale, già assegnata alla rete TPL nello scenario di riferimento, e valutata come il numero di saliti sulla Linea U10 negli scenari di Riferimento. Essa è pari a
  - 7'373'579 pax/anno nel 2030
  - 8'122'181 pax/anno nel 2040
- Domanda indotta, cioè la domanda relativa a spostamenti che si sono manifestati con la realizzazione del progetto.
- Domanda in diversione, modale dalla rete stradale, o da altri mezzi di TPL e valutata come la differenza tra domanda totale, domanda indotta e domanda tendenziale. Ne risulta
  - 13'451'159 pax/anno nel 2030
  - 17'003'722 pax/anno nel 2040

## 4.7 Il calcolo del tempo medio di viaggio ed i risparmi di tempo per gli utenti del progetto

I risparmi di tempo per gli utenti del progetto sono funzione della domanda di progetto. Le variazioni del tempo di spostamento totale e medio sono state desunte dalla modellizzazione. Per associare un risparmio di tempo medio a ciascun segmento della domanda di progetto (come definito al § 3.5 delle Linee Guida) si è operato come segue:

- Con riferimento a tutti i servizi SIR che condividono almeno un segmento del loro percorso con l'asse 2 del SIR e noto il numero di passeggeri saliti e la velocità commerciale dello specifico servizio, il tempo medio di viaggio è stato così calcolato:
  - Il rapporto tra i passeggeri*Km e la velocità commerciale si ottiene il valore dei passeggeri*h;

  - Il rapporto tra il totale dei passeggeri * ora ed il totale dei passeggeri saliti fornisce il tempo medio di viaggio nello Scenario di Progetto

- Analogamente, ma con riferimento alla Linea U10, si ottiene il Tempo Medio di Viaggio nello scenario di Riferimento
- La differenza tra i due valori determina il Risparmio di Tempo associabile a coloro che prima dell'intervento viaggiavano già lungo l'Asse 2 del SIR e che beneficiano dell'intervento; cioè la domanda tendenziale.

  Il risparmio di tempo della domanda tendenziale è pari a -5,09 min/pax per il 2030 e -4,21 min/pax per il 2040.

Per calcolare il risparmio di tempo della domanda in diversione è stato necessario calcolare in primo luogo il valore totale di ore/anno associate a spostamenti di TPL sull'intera rete rapportando il valore dei passeggeri*h/anno per il numero dei viaggi/anno (ottenuto dalla matrice O/D). Successivamente si sono calcolate le differenze tra scenari di Progetto e Riferimento. Si ottengono così valori pro-capite molto più bassi, financo positivi (cioè incrementi del tempo di viaggio). Dall'analisi condotta in precedenza segue che il risparmio medio di tempo di viaggio è pari a 0,35 min/pax (quindi si tratta di un aggravio di tempo) nel 2030 mentre è pari a -0.03 min/pax nel 2040.

## 4.8 Dimensionamento parco mezzi

Noti i dati di operatività delle Linee "T" proposte, si procede al calcolo del parco mezzi valutando le necessità della flotta Translohr™ secondo l'assetto di Progetto 2040 (senza prolungamenti SIR 1 e SIR 3 ipotizzati nel PUMS) e sottraendo dalla stima così ottenuta la flotta ipotizzata per lo Scenario di Riferimento (sempre senza prolungamenti SIR 1 e SIR 3 ipotizzati nel PUMS). Si considerino i dati seguenti:

1. La flotta Translohr™ oggi in operatività è costituita da 18 unità LOHR 3 Casse con capacità da 147 pax/convoglio @4 pers/m2.
2. La flotta Translohr™ attesa per lo Scenario di Riferimento è costituita da 25 unità LOHR 3 Casse con capacità da 147 pax/convoglio @4 pers/m2.
3. La flotta Translohr™ attesa per lo Scenario di Progetto è costituita da 55 unità di cui:
   a. 20 unità LOHR 4 Casse con capacità da 210 pax/convoglio @4 pers/m2.
   b. 35 unità LOHR 3 Casse con capacità da 147 pax/convoglio @4 pers/m2.
4. Ne segue che la flotta da acquisire è pari a 30 unità di cui:
   a. 20 unità LOHR 4 Casse con capacità da 210 pax/convoglio @4 pers/m2.
   b. 10 unità LOHR 3 Casse con capacità da 147 pax/convoglio @4 pers/m2.

## 4.9 I tempi di accesso al centro di Padova

Le caratteristiche del tracciato dell'asse 2 del SIR sono pensate per garantire un corridoio di mobilità su trasporto pubblico di alta qualità atto a garantire un'elevata affidabilità, grazie alla separazione dal traffico privato, ed un'accessibilità più rapida al centro di Padova rispetto all'attuale servizio.

Con riferimento ai tempi di percorrenza dell'attuale linea bus U10 nell'ora di punta del mattino in penetrazione alla città, si osserva come essi siano pari a circa 25 minuti per la direttrice dal capolinea Ovest e di circa 30 minuti per la direttrice dal capolinea Est.

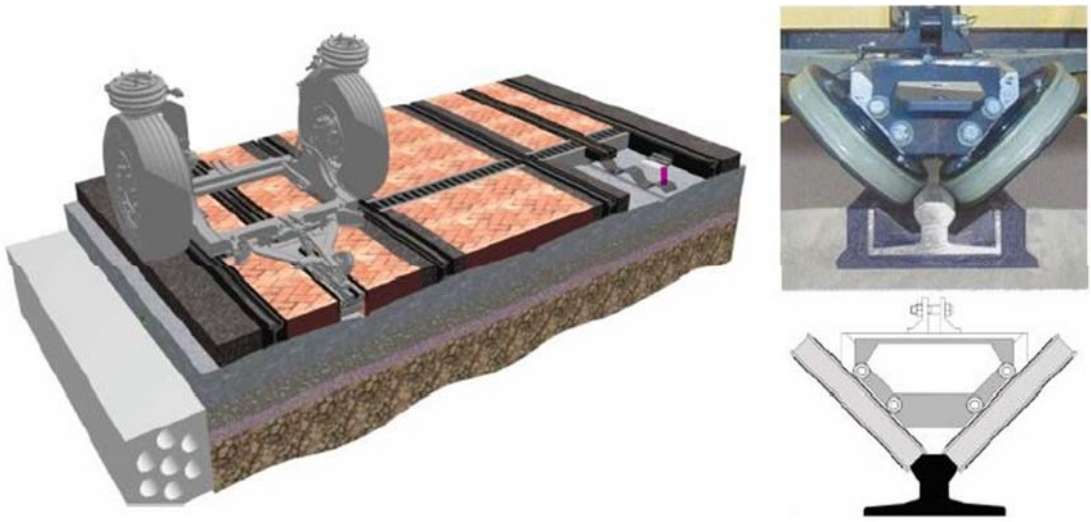
Con l'introduzione del Corridoio di Mobilità SIR2, considerando gli stessi punti di partenza dai capolinea della linea U10 e arrivo nel centro di Padova, si osserva come i tempi di percorrenza siano pari a 19 minuti

sulla direttrice da Ovest e di 23 minuti sulla direttrice Est con un **risparmio di tempo rispettivamente del 25% e del 23%.**

# 5. Il tracciato del SIR 2

Il progetto della linea Translhor SIR 2, nella configurazione a 3 e 4 casse, interessa il Comune di Padova, il Comune di Rubano ed il Comune di Vigonza ed è stato redatto principalmente:

- In accordo ai dettami del PUMS
- In accordo agli interventi di riqualificazione approvati dalle pubbliche amministrazioni
- In accordo agli interventi infrastrutturali approvati dalle pubbliche amministrazioni
- In accordo alla normativa ed alla legislazione tecnica specifiche per gli interventi da realizzare
- In particolare:
    - UNI 8379:2000 “Sistemi di trasporto a guida vincolata”,
- UNI 11174:2014 “Materiale rotabile per tramvie e tramvie veloci, caratteristiche e prestazioni
    - UNI 7156:2014 “tramvie urbane ed extraurbane-Distanze minime da ostacoli fissi e interbinario” e s.m.
- In accordo alle normative stradali vigenti



I principali parametri di riferimento assunti sono riportati nel seguito non essendo una linea con sede vincolata, essendo un Translohr.

- Larghezza delle corsie 3.50 m
- Larghezza del mezzo 2.20 m
- Curve di transizione (clotoidi) possibilmente con lunghezza maggiore di 10 metri;
- Archi di curva circolare possibilmente con lunghezza maggiore di 10 metri;
- Raggio planimetrico minimo pari a 10.50 metri (15m minimo usati)
- Pendenza trasversale della piattaforma non superiore al 2%;

- Pendenza longitudinale della piattaforma in corrispondenza delle fermate non superiore al 4% (possibilmente non superiore al 2%);
- Pendenza massima delle livellette in linea del 13% (massima usata 4.8%);
- Raggio minimo dei raccordi altimetrici pari a 1500 m in prossimità delle stazioni;
- Raggio minimo dei raccordi altimetrici pari a 2500 m in linea;
- Raggio minimo dei raccordi altimetrici eccezionale pari a 75m.
- Per ragioni d'aderenza, di potenza installata e di confort dei passeggeri si è evitata laddove possibile la sovrapposizione dei raccordi e dei raccordi circolari o delle clotoidi; questa prescrizione non è tassativa.
- Laddove non si può procedere così, a causa della topografia dei luoghi, per recuperare differenze di pendenze non eccessive sono state rispettate le seguenti combinazioni imposte dalla normativa del veicolo:
- Raggio in piano da 30 a 70 metri R>2500m;
- Raggio in piano da 70 a 200 metri R>1500m
- Lungo il tracciato, in media ogni 1000 m, dovranno essere previste comunicazioni tra i due assi del SIR 2, per consentire in caso di blocco di un tratto di linea, il passaggio sul tratto di linea attivo e il rientro sul corretto asse, superato il blocco. Questo con supervisione da remoto sia di personale sul posto.

## 5.1 Le sezioni tipologiche

La sede prevista per il SIR 2 con Translohr risulta essere pari a 20.50 m, comprensiva del corridoio centrale di 7.00 m, una corsia di marcia per ogni direzione di 3.50 m per la circolazione di veicoli privati, una banchina di 0,50 m ed un marciapiede di 1.50 m su ciascun lato della strada e una pista ciclabile bidirezionale di 2,50 m.

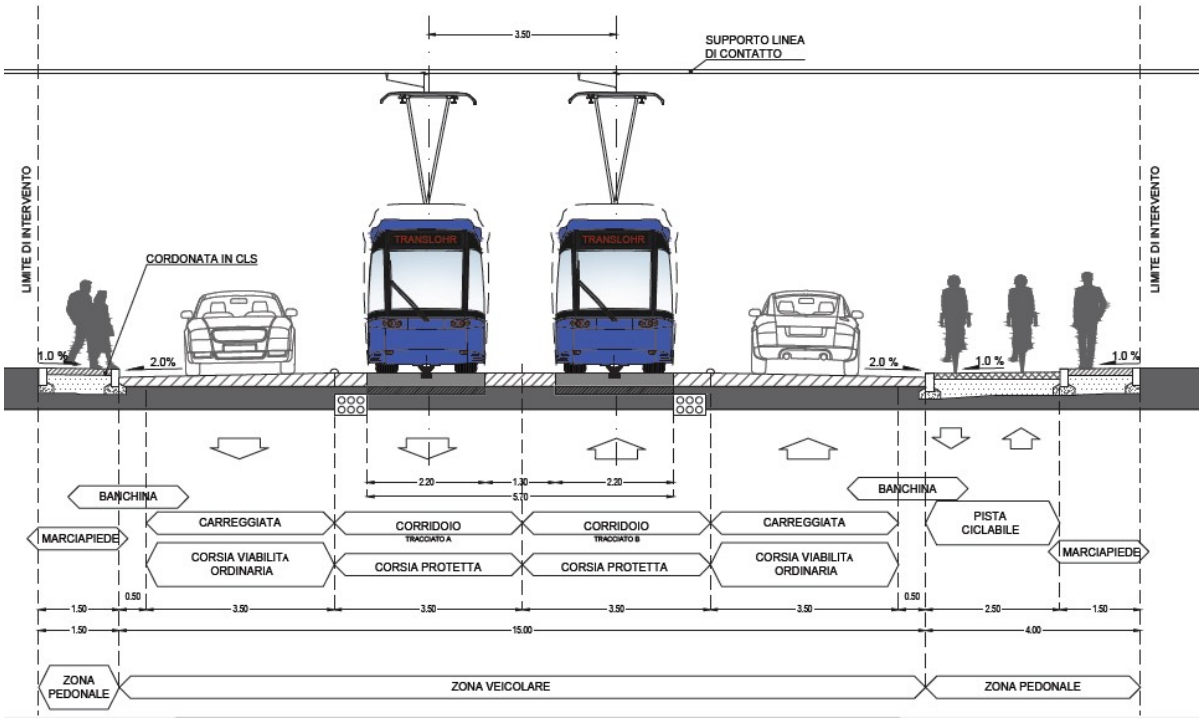



*Figura 14_Sezione tipica corrente*

Le fermate sono larghe 2.1 m, lunghe 33 m per accogliere indistintamente mezzi da tre e quattro casse.

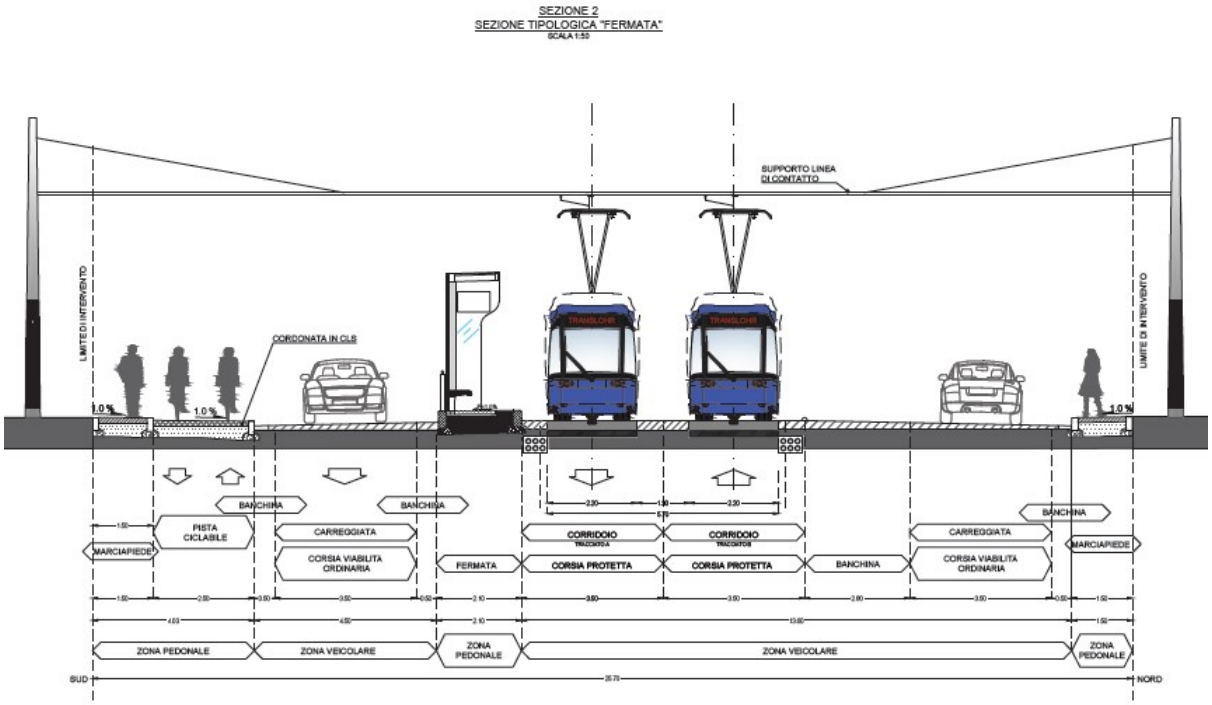



*Figura 15_Sezione tipo di una fermata*

Per le sezioni tipologiche si fa riferimento agli elaborati T.03.1.1.0, T.03.1.2.0, T.03.1.3.0, T.03.1.4.0, T.03.1.5.0.

## 5.2 Andamento planimetrico

### *5.2.1 La tratta Ovest*

La tratta Ovest del SIR 2 ha uno sviluppo complessivo di 8755 m circa e consente il collegamento tra il Comune di Rubano e il centro storico di Padova; il tracciato si innesta con quello della linea SIR1 in corrispondenza dell'intersezione di Corso Garibaldi con Largo Europa, condividendone la sede fino al piazzale della stazione ferroviaria; da qui la linea dopo un tratto in sovrapposizione alla futura SIR3, il SIR2 prosegue poi verso Est.

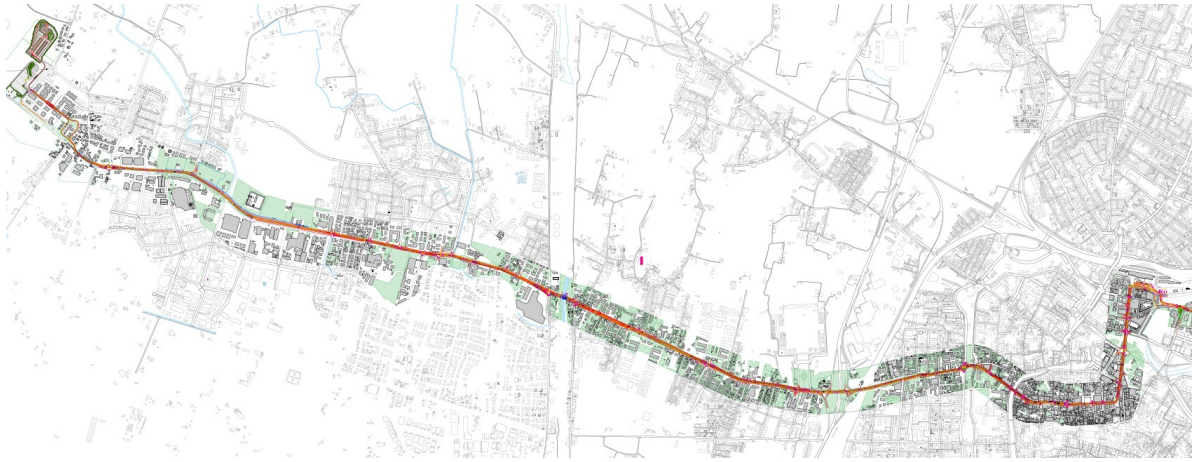


*Figura 16_Tratta Ovest*

L'origine del tracciato del Translohr SIR 2 è definito nel Comune di Rubano, in un'area a ridosso della SS11 ed al confine con Mestrino, precisamente in Via Pria Fosca. Il capolinea è funzionale a realizzare l'attestamento dei bus extraurbani e un parcheggio di scambio con il capolinea della linea Translohr in progetto (vedi tav. T.03.2.1.0 e tav. T.02.3.1.0 )

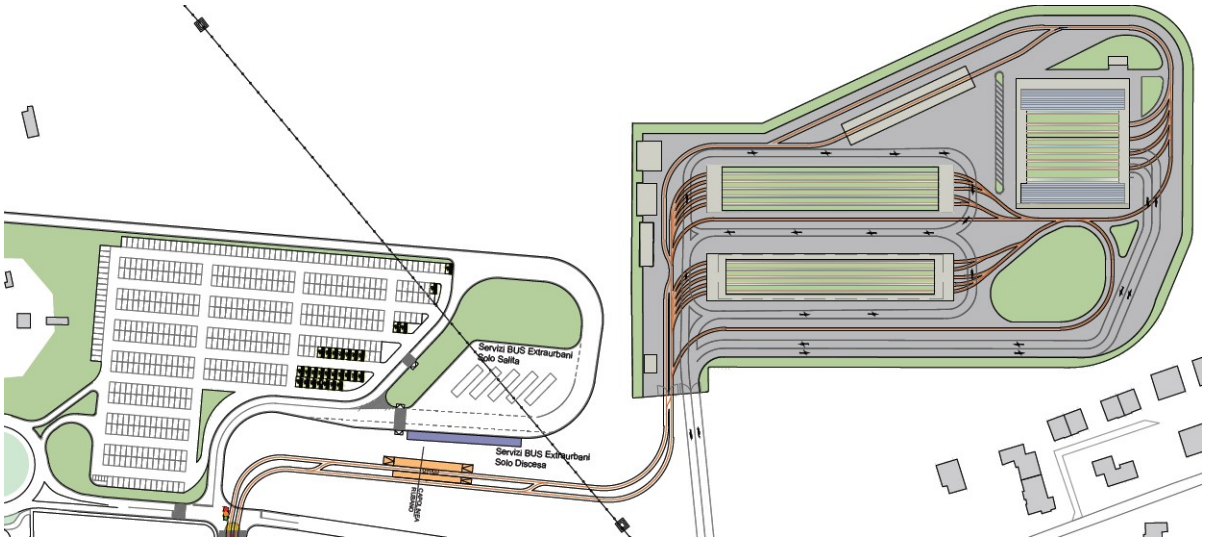



*Figura 17_ Capolinea, deposito e parcheggio di Rubano*

Dal capolinea Ovest le due piste corrono in sede riservata lungo Via Lorenzo Nardi fino al centro alla S.R.11 "Padana Superiore", determinando una riorganizzazione della carreggiata: da questo punto infatti le vie di corsa del SIR si trovano in sede riservata centrale di larghezza pari a 7.00 m e sono affiancate da e da due strade a senso unico di larghezza complessiva di 3.50 m ciascuna con banchine di 50 cm in destra e destinate alla circolazione di tutte le altre componenti di traffico. (vedi tav. T.02.3.2.0)

La larghezza totale della nuova carreggiata risulta di 15,0 m (Figura 14_Sezione tipica corrente), mentre l'attuale sede stradale misura circa 10 m. Inoltre, il progetto prevede la realizzazione di una pista ciclabile bidirezionale di 2.50 m che porta a 17.50 m la larghezza standard della sede. Questo allargamento della sede è progettato interamente sul lato della strada a Nord e comporta la traslazione del canale irriguo parallelo e la realizzazione di tratti tombati per gli attraversamenti, consentendo il mantenimento del traffico bidirezionale per gran parte dei lavori, potendo realizzare l'ampliamento della sede mantenendo il normale traffico veicolare sulla strada regionale.

In alcuni casi il rifacimento dei marciapiedi comporta la sola risagomatura degli stessi, in altri casi consiste invece nella demolizione e ricostruzione degli stessi per poter allargare la sede stradale. Per quanto possibile il tracciato di progetto risulta affiancato alle recinzioni esistenti, evitando di dover abbattere e ricostruire soprattutto quelle costituite da muri e garantendo comunque un marciapiede di progetto di larghezza pari a 1,50 m, valore minimo secondo il D.M. 5/11/01; per fare ciò è necessario allineare il tracciato alternativamente sul lato Nord e Sud della sede stradale esistente, in funzione dei vincoli presenti sui lati.

Nel tratto corrispondente alla fermata "Galilei" (dalla progressiva 2+750 circa fino alla progressiva 3+150 circa) è necessario occupare una parte dello spazio esistente tra la carreggiata della SR11 e le contro strade

adiacenti: per limitare tale occupazione è stata prevista la delimitazione della carreggiata con muretti di contenimento. È così garantito il doppio senso di circolazione su entrambe le contro strade unitamente al parcheggio per le auto sul lato Sud e quelli per motocicli sul lato Nord seppur rivisti (vedi tav. T.02.3.5.0)

Dalla progr. 2+750 circa (fermata "S. Antonio") alla progr. 4+350 circa, il tracciato stradale di progetto è accostato ai limiti esistenti a Sud in quanto fortemente vincolato dalla presenza dell'edificio alla progressiva 3+650, che rappresenta un limite di progetto. In conseguenza a ciò la sezione stradale si muove verso Nord e la carreggiata invade la pista ciclabile esistente, che deve quindi essere traslata, con conseguente ridistribuzione dei posti di parcheggio in corrispondenza dei negozi presenti nei pressi della fermata (vedi tav. T.02.3.7.0).

In corrispondenza della fermata "Brentella Ovest" la fermata è posta al centro della carreggiata in modo preservare la svolta a sinistra per le auto e il mantenimento del portale informativo esistente. Per mantenere tutte le manovre stradali esistenti si occupa una piccola parte del parcheggio esistente a Sud, mentre vengono conservati i parcheggi sul lato Nord (vedi tav. T.02.3.7.0).

Entrando a Padova da Via Chiesanuova, fino all'incrocio con rotatoria esistente mantiene la sezione tipologica corrente. Il tracciato taglia diametralmente la rotatoria, su cui confluiscono Via del Cimitero e via Magarotto, opportunamente semaforizzata per garantire la sicurezza e fluidità dell'esercizio del SIR. (vedi tav. T.02.3.8.0, tav. T.02.3.9.0, tav. T.02.3.10.0).

Dalla progressiva 4+700 (dopo la fermata "Cimitero") fino alla progressiva 7+500, in Porta Savonarola, la sede del SIR diviene promiscua in uscita da Padova. Sulla cavalcaferrovia Chiesanuova, per garantire la corsia veicolare e la sede dedicata SIR in direzione Padova, nonché la continuità della pista ciclabile, è previsto un allargamento dell'impalcato nella porzione a Sud, mediante la costruzione di una struttura a sbalzo. (vedi tav. T.02.3.10.0).

In Porta Savonarola la sede del SIR percorre la prima rotatoria esistente, semaforizzata, mentre la seconda rotatoria viene eliminata, grazie alla gestione concordata dei sensi di marcia delle strade laterali afferenti (Via Orsini), garantendo il mantenimento per il SIR 2, della sede riservata, fino alla Fermata Dante, lungo Via Milano.

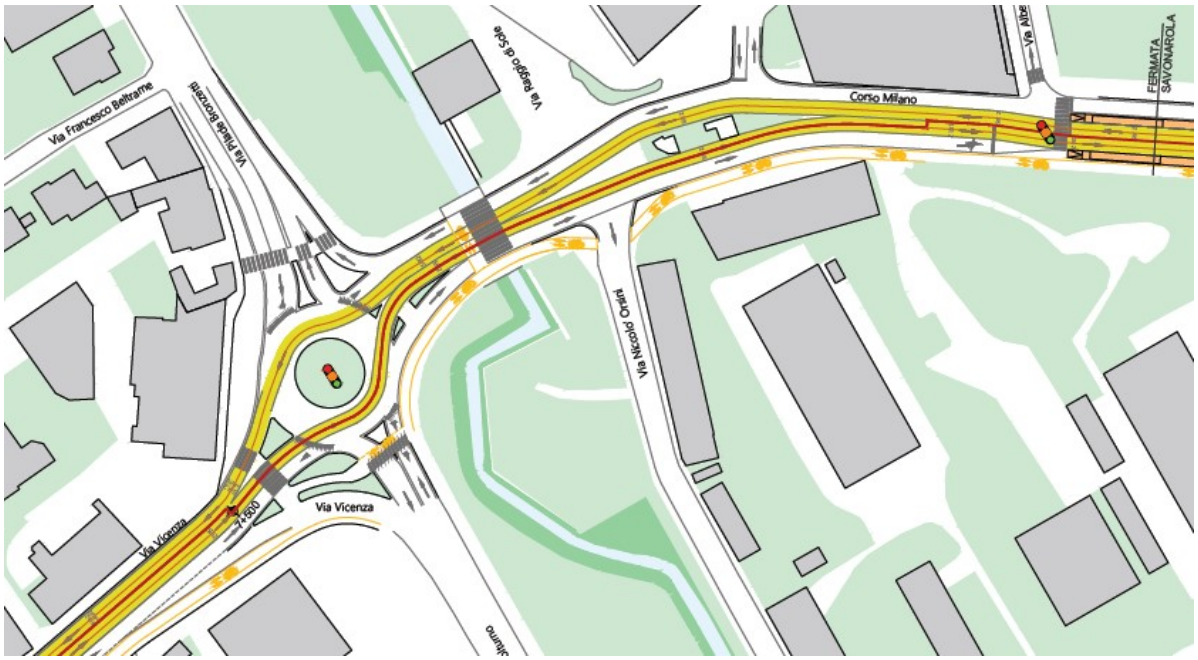



*Figura 18_Porta Savonarola*

Dalla Fermata Dante, si ha una riduzione della sede stradale, dovuta al contesto consolidato. Pertanto, la corsia in entrata resta riservata, mentre la corsia in uscita da Padova verso Ovest diventa in condivisione con il traffico privato fino a via del Risorgimento (vedi tav. T.02.3.13.0).

Da via del Risorgimento a Piazza Garibaldi la sede torna riservata, ma solo per pochi metri perché da piazza Garibaldi fino all'incrocio con Riviera dei Ponti Romani la sede stradale può accogliere solo il SIR2, con la corsia direzione Nord promiscua. In questo incrocio il SIR 2 si innesta sulla linea del SIR 1, fino al piazzale della Stazione. Dopo l'innesto, lungo via Garibaldi si avranno, quindi, in sede riservata, i due SIR, e, in direzione Stazione, una corsia per le auto e la nuova pista ciclabile (vedi tav. T.02.3.14.0).

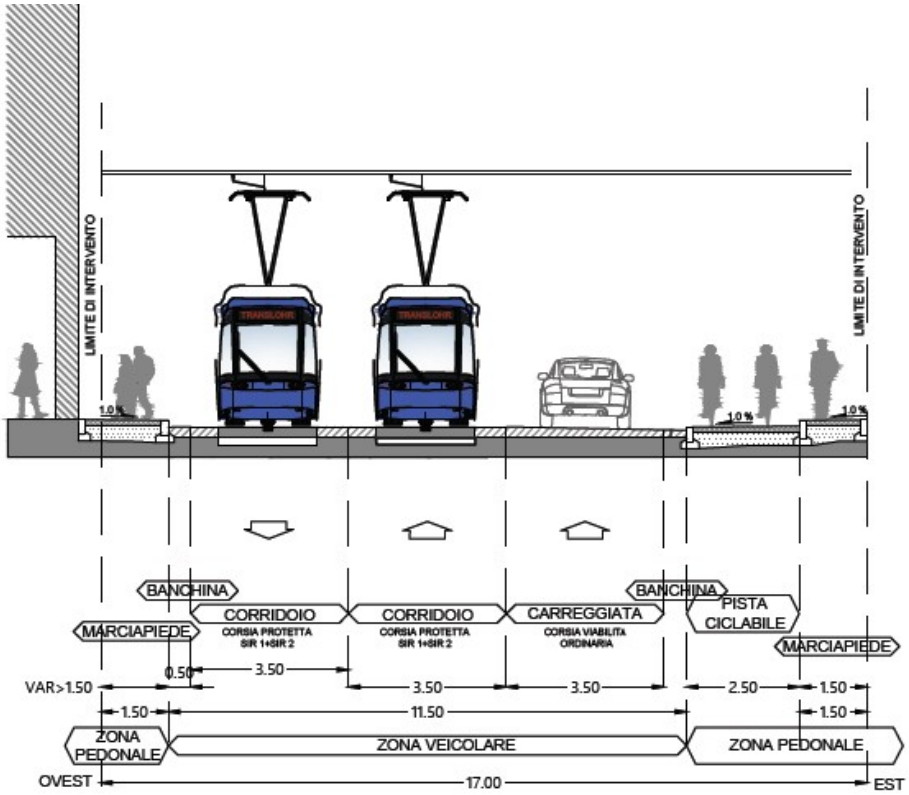



*Figura 19_Sezione binario condiviso SIR1 e SIR2*

Il raggio minimo utilizzato per le curve circolari misura 15,00 m in corrispondenza delle due rotatorie mentre si è riusciti a portare da 20 a 24m il raggio della curva in Piazza Garibaldi.

Alla fine di Corso Garibaldi viene realizzata una nuova fermata direzione Rubano che permette lo scambio tra il SIR 1 e SIR 2 e tra il SIR 3 e il SIR 1. Le corsie del SIR 2 si separano nel piazzale della stazione.

La fermata in direzione Vigonza è, invece, condivisa con la fermata del SIR 3 (Km.9+600) nel piazzale della stazione. Un binario di ricovero viene realizzato nel piazzale, per la sosta temporanea di mezzi nelle ore di minor utilizzo.

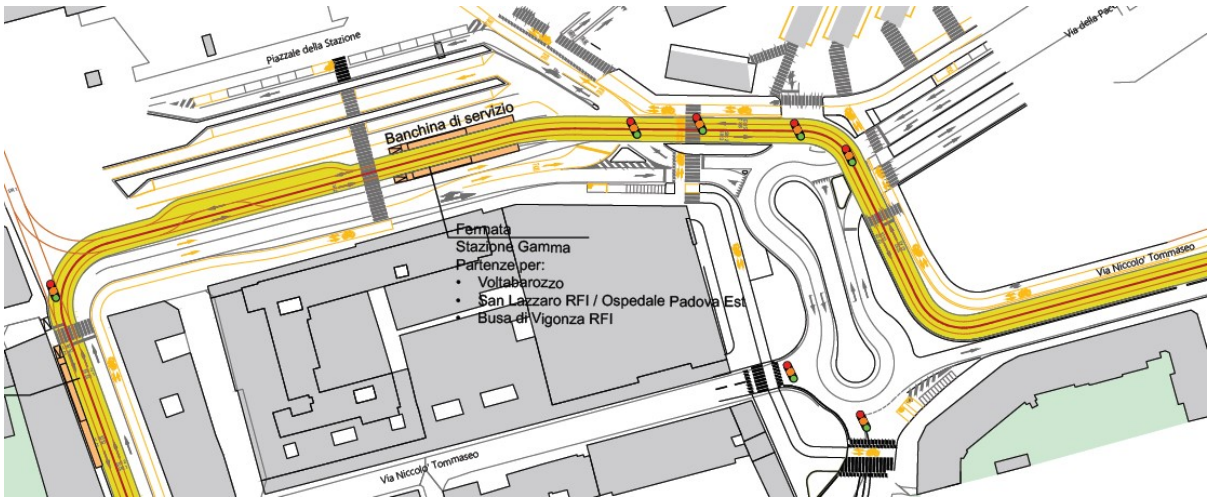



*Figura 20_Planimetria della Stazione*

Lasciato Corso Garibaldi ed il SIR 1, il binario del SIR 2 si sovrappone a quello del SIR 3 di progetto. Il nodo della Stazione di Padova diventa centrale nello schema di funzionamento del sistema. **I servizi sono concepiti per fermare in uscita dal piazzale** (piattaforme α, β e γ) **per consentire ai passeggeri che salgono sui SIR in Stazione di usufruire, nella fermata corrispondente, della massima frequenza offerta per la direzione desiderata.**

Sono previste anche due banchine di servizio per eventuali servizi speciali e tronchi oltre ad un'asta di manovra ed un binario di sosta.

Il capolinea del SIR 3 diviene di conseguenza non necessario.

(vedi tav. T.02.3.15.0).

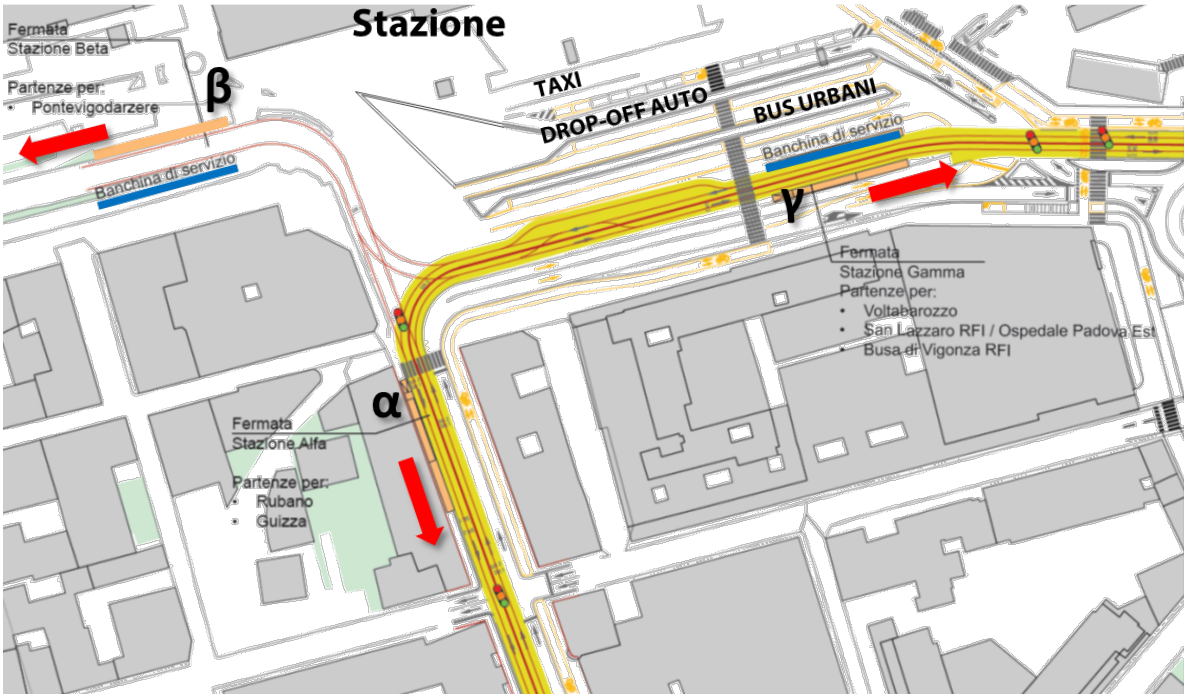



*Figura 21 Fermata Stazione SIR 2 con SIR 1 e SIR 3*

### *5.2.2 La tratta Est*

La tratta Est consente il collegamento tra la stazione RFI e il capolinea Est di Busa di Vigonza nella frazione di Vigonza e ha uno sviluppo di 7600 m circa, escludendo il tronco in comune con la futura linea SIR3.

*Figura 22_Tratta Est*

In corrispondenza del bivio tra SIR 2 e SIR 3, al km 10+000 viene realizzata la connessione con il binario del SIR 3 (vedi tav. T.02.3.15.0).

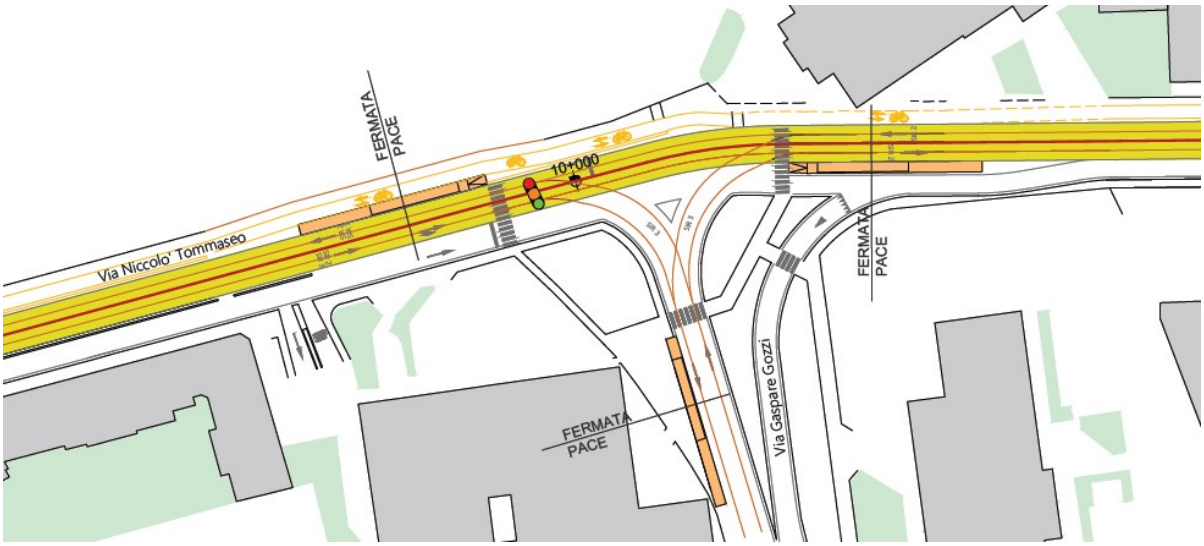



*Figura 23_Innesto con i binari SIR3*

Proseguendo su via Tommaseo e poi su Via Venezia il tracciato del SIR si sviluppa in sede riservata centrale fino alla deviazione Stanga, dove in Via Anelli la corsia in uscita diventa promiscua, fino al ricongiungimento su Via Venezia. La pista ciclabile segue invece il percorso lateralmente al piazzale della Stanga per poi rientrare su via Venezia (vedi tav. T.02.3.16.0 e T.02.3.17.0).

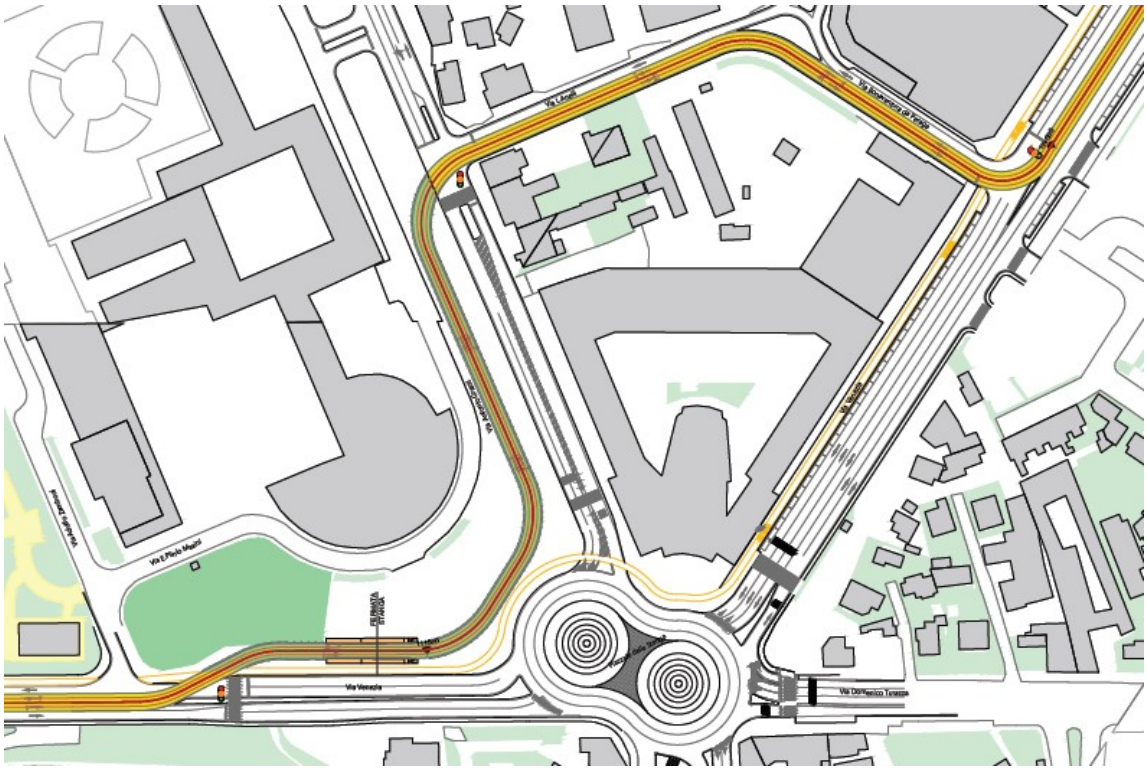


*Figura 24_variante in corrispondenza della Stanga*

Nel tratto successivo il SIR 2 si colloca sempre a centro della carreggiata in sede riservata sul viadotto che sovrappassa il raccordo ferroviario per l'interporto e la sottostante rotatoria. Per garantire sul viadotto le corsie laterali, si è deciso di eliminare la pista ciclabile presente sul viadotto e realizzare parallelamente a raso una passerella ciclo-pedonale per garantire in sicurezza l'attraversamento della rotatoria e del raccordo ferroviario sia per i pedoni che per la continuità della pista ciclabile. (vedi tav. T.02.3.19.0)

Alla progressiva 13+500, al bivio con rotatoria tra via San Marco e via Einaudi, è prevista una diramazione in direzione del futuro ospedale, con uno sviluppo di circa 850 m (vedi tav. T.02.3.20.0e tav. T.02.3.21.0).

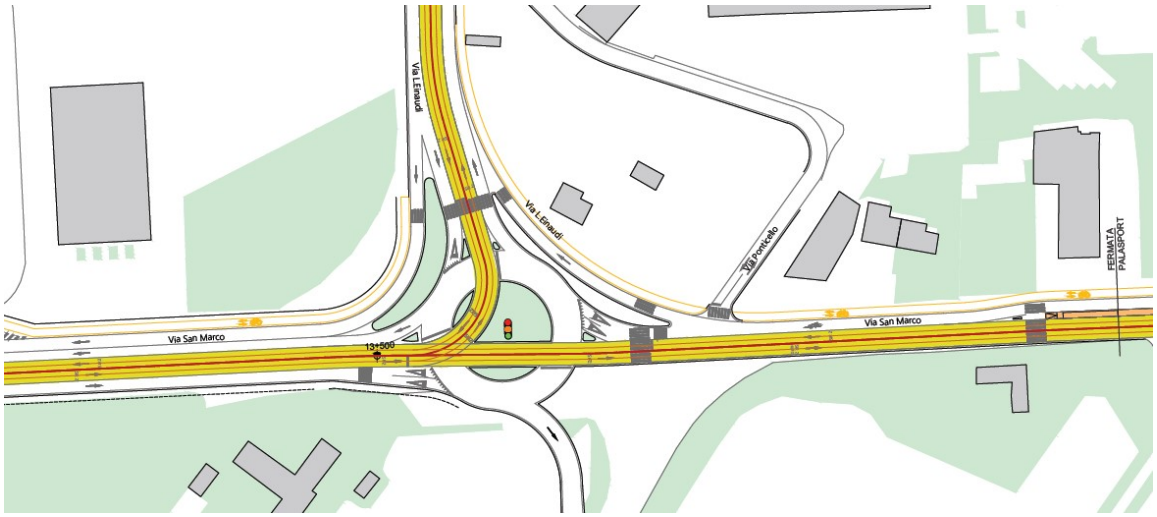



*Figura 25_Bivio Ospedale San Lazzaro*

In corrispondenza del Bivio con la diramazione per l'ospedale e la futura Stazione di san Lazzaro, al km 13+500, il traffico stradale direzione Ponte di Brenta viene deviato prima del Palasport sulla parallela raccordo Ghandi per rientrare poi su via san Marco prima di sottopassare la SS 307. Nel tratto della fermata

Palasport quindi il SIR 2 corre in sede riservata, mentre si ha una corsia veicolare in direzione Padova e la pista ciclabile.

Alla progressiva 14+100 m, in corrispondenza della confluenza di Via Franceschini su Via San Marco, fino alla rotatoria di Busa di Vigonza il SIR 2 è in carreggiata promiscua in uscita verso Est, mentre è prevista la corsia stradale in direzione Padova. Nel tratto in cui la linea percorre il ponte che scavalca l'A4, la pista ciclabile corre parallelamente, sfruttando l'esistente passerella a Nord, che poi si ricongiunge alla sede stradale da via dell'Ippodromo (vedi tav. T.02.3.22.0)

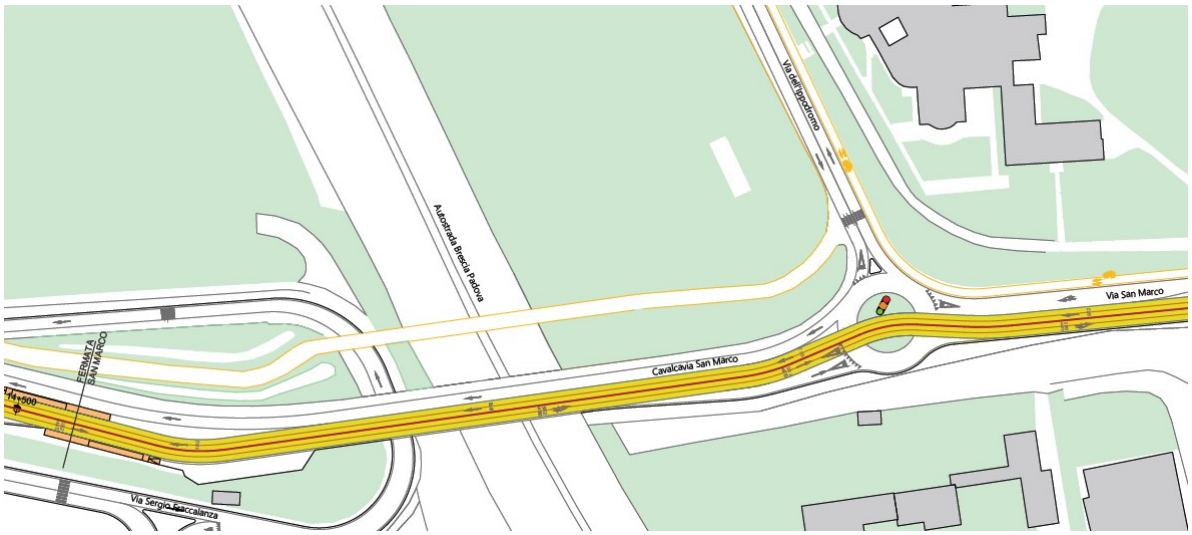



*Figura 26_Cavalcavia San Marco e pista ciclabile parallela*

Superata la rotonda di Busa di Vigonza, le due linee del SIR 2 si separano per poi, sotto semaforizzazione, unirsi in un solo binario per 220 ml, per non penalizzare la viabilità esistente dovendo sottopassare la ferrovia VE-PD ed il viadotto della tangenziale Nord, fino al capolinea.

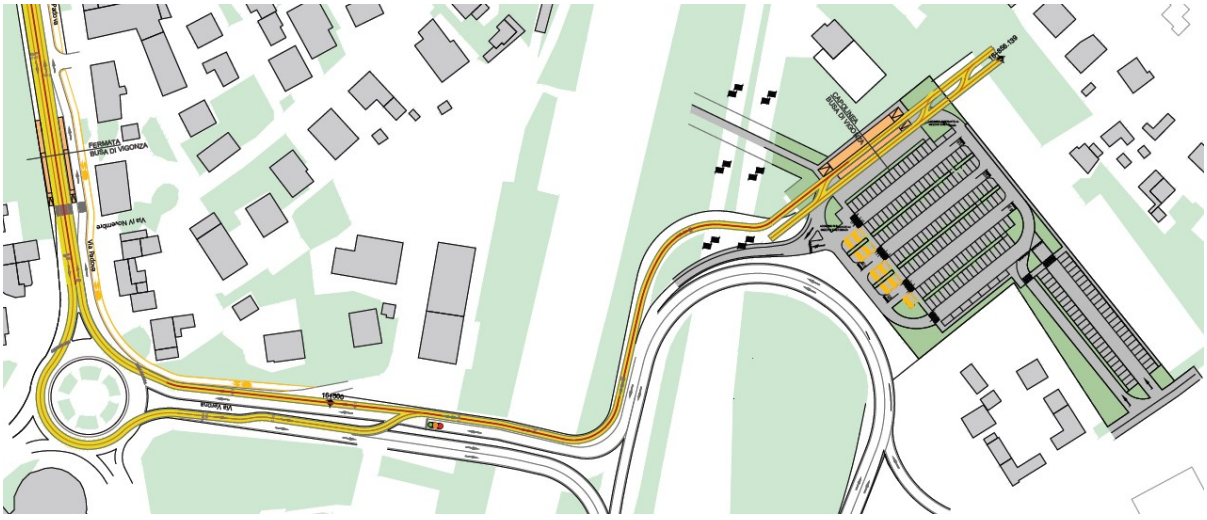



*Figura 27_Rotatoria di Busa di Vigonza e capolinea*

Qui è previsto un parcheggio, che non rientra nel presente progetto, e il collegamento pedonale con la parte lato Sud, come da foto (vedi tav. T.03.2.2.0)

*Figura 28_Capolinea e parcheggio Busa di Vigonza*

## 5.3 Andamento altimetrico della Linea

La tratta Ovest, a partire dal capolinea di Rubano, presenta un andamento pianeggiante con punte di pendenza massima della livelletta 2.80% in corrispondenza del ponte sul Canale Brentella, seguendo la livelletta stradale esistente.

La tratta Est risulta più varia per la presenza di ponti e viadotti, che presentano la pendenza massima sul cavalcavia San Marco, con pendenze in entrata e in uscita di 2,85% e 4,26%, pendenze comunque ampliamente compatibili con il SIR 2.

## 5.4 Le corsie riservate

Per questo tipo di delimitazione ci sono diverse alternative, prevedendo cordoli invalicabili, cordoli valicabili, segnaletica orizzontale continua o segnaletica orizzontale tratteggiata. L'applicazione di ciascuno di questi sistemi deve essere determinata in relazione al contesto urbano ed alle esigenze generali della circolazione di tutte le componenti di traffico.

Nelle planimetrie del progetto preliminare, tale demarcazione è rappresentata dal limite del colore giallo, senza ulteriori specificazioni, ed i criteri seguiti per la loro concezione vengono nel seguito riportati.

Oltre alla segnaletica orizzontale, in particolare negli incroci, e al controllo elettronico dell'invasione delle corsie riservate, per una maggiore visibilità e deterrenza si opterebbe per dissuasori puntuali.

**L'84% dell'estesa del percorso è in sede riservata.**

## 5.5 Gli incroci semaforizzati

Lungo il tracciato del SIR 2 sono previste intersezioni semaforizzate con fasi ulteriori ove già presenti e nuovi impianti, in particolare per le rotatorie, gli attraversamenti pedonali e per garantire la sicurezza e fluidità del servizio. La semaforizzazione prevede, come già per il SIR 1 ed il SIR 3, l'asservimento al transito del Translohr™.

In generale le fermate sono state posizionate in prossimità degli incroci e facendo uso dell'esistente impianto semaforico opportunamente rifasato. Per ulteriori dettagli si rimanda al par. 6.1.

## 5.6 Le fermate

Le fermate previste hanno una lunghezza di 33 m di piattaforma più la rampa di accesso (per un totale di 36 metri), una larghezza di 2.10 m e un'altezza di 25 cm dal piano stradale. Alcune fermate sfruttano parte del marciapiede esistente, pertanto in alcuni casi sono sprovviste di rampa.

In prossimità della fermata il binario del Translohr si accosta alla banchina. Per consentire l'utilizzo delle banchine ad altre tipologie di trasporto pubblico, le banchine sono state posizionate tutte sulla destra rispetto al senso di marcia. Per il dettaglio di una fermata tipo vedi tav. T.03.4.1.0

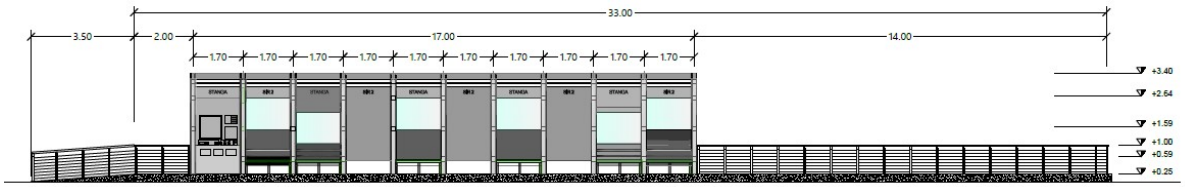



*Figura 29_Prospetto di una fermata*

Per la descrizione del percorso, la distanza tra le fermate e le sezioni descrittive in ciascun tratto della linea si fa riferimento alla tav. T.02.1.16.1.

## 5.7 La passerella ciclo-pedonale Via Venezia-San Lazzaro

Sul viadotto stradale di via Venezia, prima della chiesa di San Lazzaro, è attualmente presente una pista ciclabile, poco fruibile per l'estensione e costretta tra le strutture e la viabilità. Per questo motivo, per l'inserimento del SIR 2 e soprattutto per evitare l'attraversamento a raso della viabilità e della linea ferroviaria esistente per l'interporto, si prevede di scavalcare la rotatoria stradale e la ferrovia con una passerella ciclopedonale. (Figura 30)

La passerella prevede agli estremi una rampa elicoidale per i ciclabili, con pendenza massima dell'8% e lunga circa 95 m a tre luci. Il franco tra l'intradosso della passerella metallica e la ferrovia sottostante e di 5,92 m., in accordo con la linea di trazione elettrica della ferrovia e con la viabilità della nuova rotonda (Figura 31).

(vedi tav. T.03.5.1.0)

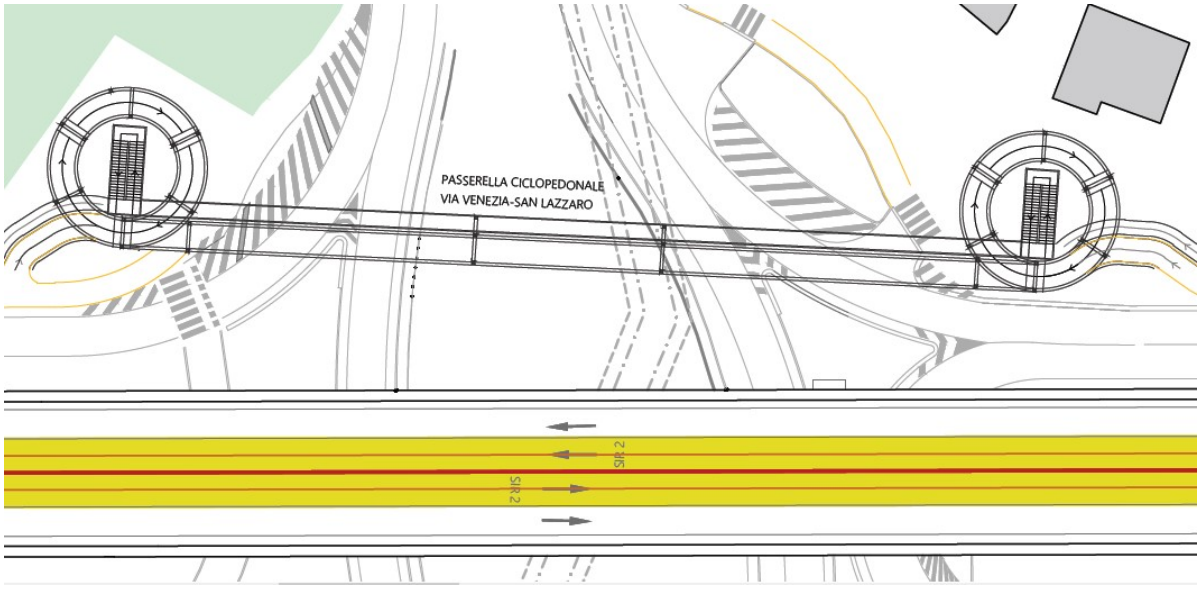



*Figura 30_ Passerella ciclopedonale Via Venezia -San Lazzaro_Pianta*

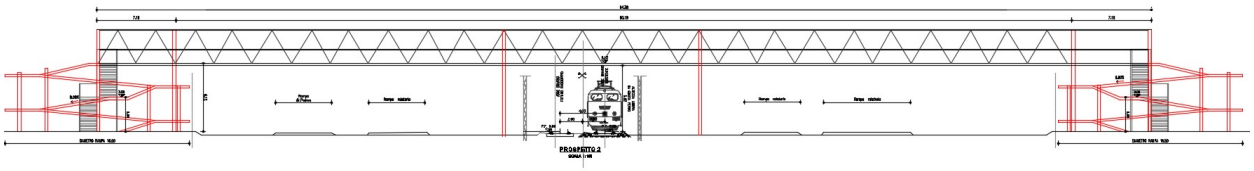


*Figura 31_ Passerella ciclopedonale Via Venezia -San Lazzaro_Prospetto*

## 5.8Il deposito/officina

Il sistema Translohr, previsto per il SIR2, ha determinato la necessità di individuare un'area di deposito per i mezzi, nonché un'area da destinare all'officina. In tale ottica, in accordo con le amministrazioni Comunali si è deciso di collocare il deposto/officina a ridosso del capolinea Ovest di Rubano ed occupa un'area di circa 38,800 mq.

Per garantire il deposito al coperto dei 30 mezzi necessari, 10 a tre casse e 20 a 4 casse, sono state previste due rimesse separate, collegate a un'unica officina elettro-meccanica a sua volta collegata ad un impianto di lavaggio sotto ed esterna cassa.

L'officina prevede tre linee destinate allo svolgimento di attività di manutenzione preventiva e correttiva dei veicoli della flotta. Due linee sono servite da mute di cavalletti di sollevamento, ponteggi di visita imperiale e da un carroponte. In adiacenza alle linee sono previsti locali tecnici, magazzini ed uffici.

Completano la descrizione la sala compressori e l'officina elettrica e meccanica. All'esterno è prevista una sottostazione dedicata e una centrale antincendio.

(vedi tav. T.03.3.1.0 e tav. T.03.3.1.1)

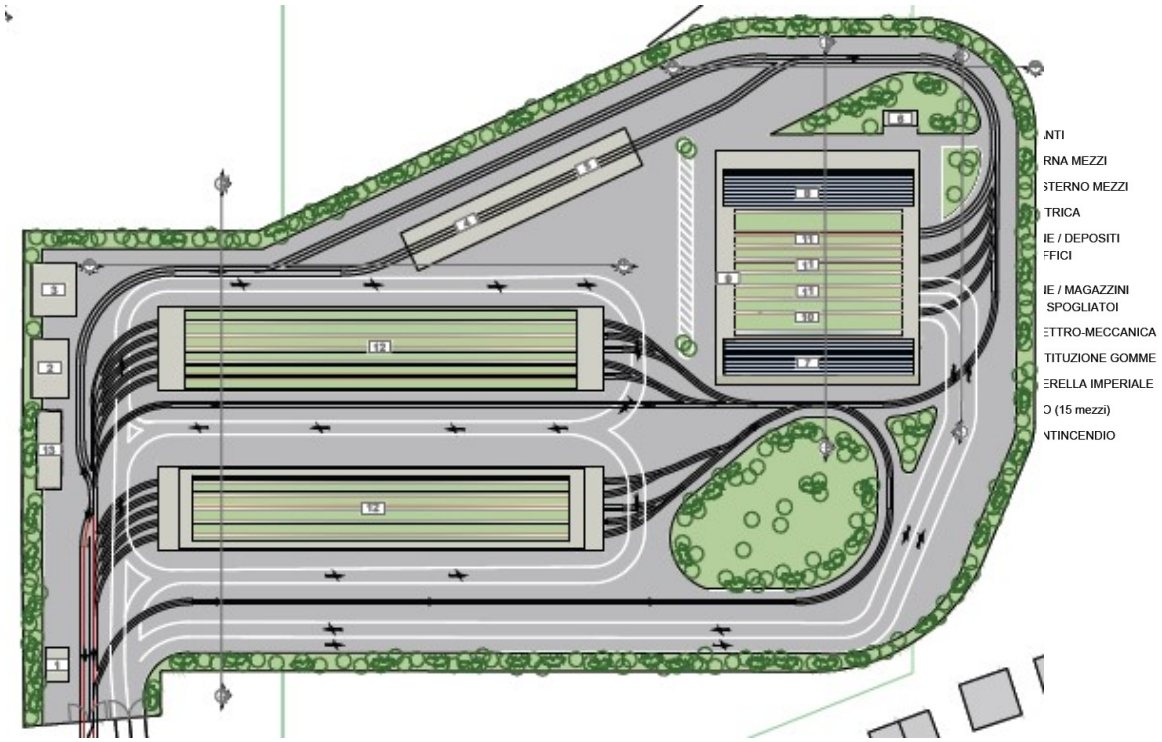



*Figura 32_ Deposito/officina Capolinea di Rubano*

*Figura 33_Sezione dell'officina*

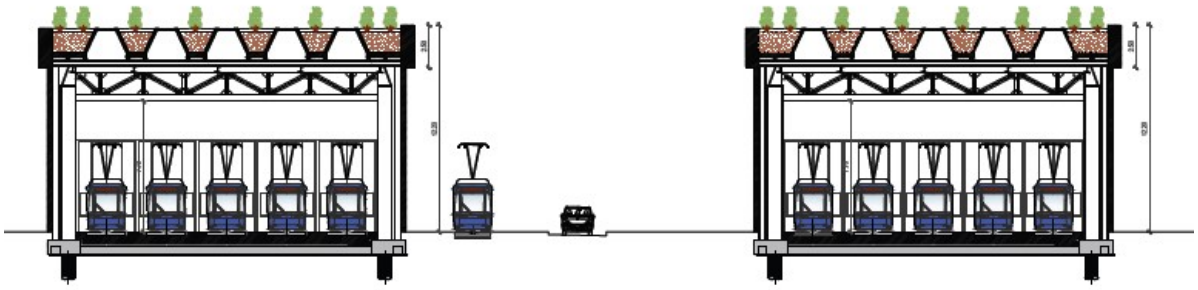


*Figura 34_Sezione delle rimesse*

# 6. Impianti

Il sistema delle alimentazioni del SIR 2 in progetto è costituito da sottostazioni elettriche di conversione (SSE), distribuite lungo la linea e ad essa interconnesse, il cui numero, l'interdistanza e la potenza sottostazioni dovranno consentire l'esercizio non degradato nel caso di mancanza di una SSE e l'adozione della sezione 120 $mm^2$ per le condutture di contatto. Sono state previste sottostazioni in media ogni 1.5 km.

Ogni SSE viene alimentata alla tensione MT 10/20 kV CA dalla rete ENEL, ed alimenta la linea di trazione alla tensione di 750 V CC mediante due alimentatori. La tratta in questione, interamente a doppia via di corsa, viene elettrificata per gran parte la sua estensione.

Nel centro storico e nei tratti in sovrapposizione con la linea SIR 1 e SIR 3 si condivide la linea di contatto esistente. La linea di contatto è sostenuta con pali e mensole dove possibile, oppure mediante tiranti e funi isolate aggrappate ai fabbricati.

La massima campata per il tipo di sospensioni adottate è circa 30-35 m; tale campata si può adottare, in rettilineo, lungo tutta la linea; in corrispondenza delle curve si adottano campate più corte, in base al raggio di curvatura.

Nel centro storico, in analogia a quanto già fatto lungo Corso del Popolo, viene limitato all'indispensabile l'adozione di pali per la TE, mentre si privilegia l'ancoraggio sulle facciate degli edifici con tiranti.

La sede del Translohr prevede due cavidotti laterali che collegano le sottostazioni lungo il tracciato. Questi cavidotti contengono i cavi relativi ai dispositivi di segnalamento, di localizzazione dei tram e di controllo semaforico, gestiscono inoltre le comunicazioni, il controllo nonché la distribuzione dell'energia elettrica ai dispositivi lungo linea e nelle fermate.

## 6.1 Impianti per l'esercizio

I sistemi di Supervisione dei mezzi in linea, d'Informazione al Pubblico e quelli relativi alla Priorità Semaforica, sono parte della dotazione impiantistica del progetto.

La gestione del sistema Supervisione dei mezzi di trasporto a via guidata viene integrata nel sistema generale, informativo e di controllo, già in funzione presso APS Mobilità.

Il controllo in tempo reale dei mezzi è realizzato attraverso la determinazione della posizione dei veicoli, rilevando nel contempo il loro stato operativo (in anticipo, in ritardo, in orario) e confrontando i valori reali rilevati con quelli teorici del programma di esercizio.

Il sistema comprende anche funzioni ausiliarie, come il conteggio dei passeggeri e la fornitura di supporto ed assistenza agli autisti tramite comunicazioni in fonia e con messaggi precodificati.

Il Sistema di Informazione al Pubblico fornisce in tempo reale informazioni sullo stato del servizio (tempi di attesa del mezzo e sua destinazione, tempo di previsto di arrivo al capolinea, eventuali disservizi, ecc.). Le informazioni sono disponibili in ogni fermata, attraverso pannelli a messaggio variabile su palina, collegati alla centrale mediante linee di comunicazione dedicate.

L'assegnazione della Priorità semaforica al mezzo pubblico è garantita attraverso l'interfacciamento del sistema di supervisione dei mezzi con il sistema preposto al controllo dei semafori. Lo scopo è quello di regolarizzare il servizio ed aumentare la velocità commerciale, con il conseguente decremento del numero di mezzi necessari per lo stesso servizio. Una linea seriale dedicata collega il sistema di supervisione APS al

sistema di controllo dei semafori (UTCS) del Comune di Padova. Sono previsti, sui semafori, anche dispositivi in grado di riconoscere l'avvenuta liberazione dell'area dell'incrocio da parte dei veicoli.

# 7. Aspetti idraulici

Il tracciato del SIR 2 di Padova si sviluppa sostanzialmente su sedi stradali e/o aree pubbliche esistenti da dedicare espressamente alla sede del nuovo sistema di trasporto o alle opere ad essa complementari, con la sola eccezione del tratto adiacente alla zona della Stanga, che si sviluppa su un terreno attualmente destinato a verde ed in parte a parcheggio e alle zone da destinare a deposito a Rubano e a parcheggio a Rubano e a Busa di Vigonza.

Idraulicamente, la parziale sostituzione della superficie asfaltata con la pavimentazione rigida in calcestruzzo induce modifiche relativamente modeste alle caratteristiche idrauliche della superficie drenata, e ciò giustifica l'orientamento tecnico di non alterare l'attuale impianto di intercettazione e di allontanamento delle acque meteoriche mediante la rete fognaria esistente. Eventuali modificazioni localizzate alle condizioni di deflusso potranno essere conseguenti alla formazione di nuovi spartiacque (marciapiedi, rampe d'accesso, isole, cordoli spartitraffico, ecc.), all'installazione di nuovi elementi accessori (pensiline e/o stalli con relative coperture, aiuole con segnaletica, dispositivi di controllo per la movimentazione del mezzo pubblico e la sicurezza degli utenti della strada, ecc.) o alla formazione di aree depresse (adeguamenti alla pavimentazione esistente, presenza di soglie non rimovibili, ecc.); tuttavia, salvo l'adeguamento localizzato per evitare la formazione di zone di ristagno, si può ragionevolmente prevedere che l'attuale assetto della rete fognaria intersecata o limitrofa all'infrastruttura trasportistica rimarrà sostanzialmente inalterato.

La valutazione idrologica può essere perciò utile al dimensionamento di opere minori per il drenaggio superficiale e la dislocazione di elementi d'intercettazione aggiuntivi a quelli della rete fognaria esistente; in qualche caso potrebbe presentarsi la necessità di progettare brevi tratti di nuovi collettori fognari, probabilmente sostitutivi di tratti esistenti incompatibili con la costruzione della linea trasportistica o con le condizioni di esercizio e manutenzione della stessa fognatura.

Gli interventi idraulici riguarderanno per la maggior parte dei casi correzioni localizzate delle superfici drenanti e/o dei dispositivi di scarico; è opportuno ricordare che, al di là dell'accuratezza in fase costruttiva, potrà garantire l'efficienza del sistema scolante solamente un'attenta manutenzione degli elementi che concorrono al deflusso delle acque meteoriche.

Rispetto al reticolo idrografico preesistente le sole interferenze di rilievo riguardano lo Scolo Mestrina Vecchia in adiacenza a via della Provvidenza, in comune di Rubano, per il quale si prevede una traslazione e parziale tombamento per far posto alla ciclabile e all'ampliamento della sede stradale.

Per il tratto finale ricompreso tra la statale e la controstrada di via della Provvidenza fino a via Galilei dovranno tuttavia essere esaminate, nelle successive fasi di approfondimento progettuale, eventuali soluzioni alternative al tombinamento come la realizzazione di muri spondali con mantenimento di sezioni idrauliche aperte.

# 8. Studio ambientale

La documentazione relativa al Progetto di fattibilità tecnico economica, riporta l'analisi dei diversi aspetti ambientali e gli estratti dei principali documenti di programmazione territoriale. A seguire si riporta una sintesi delle azioni previste per la mitigazione degli impatti durante la fase di cantiere e durante l'esercizio della linea.

L'intervento nelle sue scelte tecniche tiene conto della diversità delle componenti ambientali e storico-culturali individuate, pensando di agire nella tutela della salute dei cittadini e nella prospettiva di un uso sostenibile del territorio.

Il metodo di valutazione individuato per la stima e la misura degli impatti relativi al progetto è basato su confronti prevalentemente qualitativi degli impatti prodotti, confrontando separatamente gli impatti di ogni componente ambientale. Lo studio è incentrato sulle azioni di progetto e sugli impatti ambientali che risultano essere significativi, cioè che rivestono maggior importanza nell'ambito del processo decisionale, o che hanno un maggior livello di incidenza.

## 8.1 Mobilità E Traffico

### *8.1.1 Impatti*

Gli interventi in progetto sono finalizzati alle esigenze di snellimento dei flussi di traffico cittadino, oltre che alla riduzione dell'inquinamento atmosferico e di rumore nei confronti della comunità che abita e frequenta tali aree e ad aspetti legati alla sicurezza stradale soprattutto nei confronti degli utenti della mobilità dolce (pedoni, ciclisti, ecc.).

In funzione del nuovo assetto della mobilità sarà possibile prevedere e programmare interventi collaterali atti a valorizzare ulteriormente gli spostamenti ciclabili e pedonali nelle diverse aree con la riqualificazione spazi pubblici volti a migliorarne la vivibilità.

Sulla base di ciò, si può evincere che gli interventi in progetto determineranno un effetto globale positivo sulla componente, andando in sintesi a:

- migliorare l'accessibilità dei cittadini in particolare verso e da i poli attrattori (es. centro storico, stazione centrale, Università, Ospedale, cimiteri, zone industriali, aree di interscambio ecc.);
- ridurre sensibilmente i fattori di rischio (inquinamento atmosferico, rumore, incidenti, ecc.);
- contribuire al riequilibrio modale della mobilità;
- produrre un effetto propulsore della qualità urbana e della vivibilità delle aree interessate dal progetto ai fini della loro attrattività.

L'unico impatto che si ritiene collegato alla realizzazione dell'infrastruttura si potrà avere durante la fase di cantiere, dove si potranno verificare interferenze, sebbene temporanee e localizzate, con l'attuale sistema della mobilità.

### *8.1.2 Mitigazioni*

In fase di cantiere si provvederà ad adottare le seguenti misure di mitigazione al fine di limitare le interferenze con il sistema della mobilità nelle aree interessate dai lavori:

- Garantire gli accessi ai passi carrai;
- Garantire gli accessi ai mezzi di emergenza;
- Garantire la viabilità trasversale al tracciato (le zone di lavoro dovranno essere interrotte in corrispondenza delle intersezioni laterali; il periodo di blocco di tali intersezioni dovrà essere limitato per il tempo strettamente necessario ai lavori);
- Garantire la realizzazione di itinerari alternativi per il traffico pubblico e privato in grado di garantire il più possibile livelli di sicurezza e livelli di prestazione analoghi a quelli originali;
- Garantire la movimentazione dei mezzi pesanti al di fuori degli orari di punta del traffico cittadino;
- Studiare la viabilità alternativa in funzione dell'entità del cantiere e della tipologia dello stesso;
- Predisporre tutta la segnaletica orizzontale e verticale necessaria per la viabilità provvisoria; essa dovrà garantire condizioni di sicurezza, chiarezza e visibilità per il traffico pubblico e privato;
- Predisporre una campagna di informazione e di concentrazione tra tutte le organizzazioni coinvolte per quanto riguarda il traffico, la viabilità provvisoria, gli interventi sui sottoservizi, gli accessi carrai, l'accesso agli esercizi commerciali, ecc… (cittadini, esercenti commerciali, pubblici servizi, vigilanza urbana, organi comunali, ecc.).

*Figura 35_descrizione dei lavori in corso*

## 8.2 Atmosfera

### *8.2.1 Impatti*

Fase di cantiere

Le tipologie di emissioni che si potranno determinare durante le lavorazioni in cantiere sono associate principalmente al trasporto dei materiali (inerti, terre, ecc.).

Ulteriore fonte di inquinamento per l'atmosfera è rappresentata dal traffico degli automezzi impiegati nei trasporti dei materiali e dagli scarichi delle macchine operatrici. Considerando la temporaneità delle lavorazioni di cantiere e il contesto cittadino in cui si inserisce l'opera, unitamente alla presenza in prossimità del tracciato, di infrastrutture viarie di rilievo, si ritiene che il traffico indotto dall'attività non risulti impattante per la zona in studio.

Fase di esercizio

In fase di esercizio non si prevedono impatti sulla componente atmosfera, in quanto l'esercizio del tram non comporta un aggravio del quadro emissivo delle aree interessate dal suo passaggio, bensì consentirà di ottenere importanti benefici in termini di miglioramento della qualità dell'aria legati a:

- riduzione della congestione di traffico;
- riduzione del transito di mezzi del trasporto pubblico su gomma;
- riduzione del consumo di carburanti da fonti fossili.

### *8.2.2 Mitigazioni*

Fase di cantiere

La definizione delle misure da adottare per la mitigazione degli impatti generati dalle polveri sui ricettori prossimi alle aree di cantiere è basata sul criterio di impedire il più possibile la fuoriuscita delle polveri dalle stesse aree ovvero, ove ciò non riesca, di trattenerle al suolo impedendone il sollevamento mediante l'impiego di processi di lavorazione ad umido e pulizia delle strade esterne impiegate dai mezzi di cantiere.

Per la corretta gestione dell'attività di cantiere, saranno pertanto seguiti i seguenti accorgimenti operativi per la riduzione e/o il contenimento delle emissioni:

- le superfici di transito degli automezzi internamente alle aree di cantiere saranno periodicamente bagnate, qualora necessario e con frequenza in funzione dell'andamento stagionale, in modo da prevenire l'eventuale sollevamento di polveri;
- saranno adottate opportune operazioni di bagnatura dei cumuli, con frequenza in funzione dell'andamento stagionale, al fine di evitare fenomeni di dispersione e trasporto eolico. In caso di condizioni climatiche particolari, si potrà inoltre provvedere alla copertura dei cumuli con teli impermeabili;
- al fine di evitare o contenere al massimo I fenomeni di deposito sulla viabilità pubblica del materiale particolato terrigeno che dovesse essere trasportato dalle ruote dei mezzi pesanti, con conseguente possibilità di produzione e risospensione di polveri, si potrà valutare l'installazione di impianti di lavaggio delle ruote;
- l mezzi d'opera dovranno rispettare una bassa velocità di transito all'interno dell'area di cantiere;
- l mezzi operativi in uscita dal cantiere saranno opportunamente coperti se adibiti al trasporto d'inerti pulverulenti;
- sulla viabilità esterna interessata dal traffico dei mezzi di cantiere, nei tratti prossimi alle aree di cantiere, qualora necessario si adotteranno misure di abbattimento della polverosità tramite spazzolatura ad umido;
- spegnimento dei mezzi d'opera in sosta;
- studio della disposizione temporale delle attività.

Fase di esercizio

Non si ritengono necessarie misure mitigative, in quanto l'esercizio del tram non comporta un aggravio del

quadro emissivo, essendo privo di motore termico ovvero solo elettrico, delle aree interessate dal suo passaggio.

## 8.3 Rumore

### *8.3.1 Impatti*

Fase di cantiere

Qualunque sia lo stato della zonizzazione, e quindi qualunque sia il limite da rispettare, ogni cantiere temporaneo e mobile che preveda l'esecuzione di opere di scavo, demolizione e simili, immette nell'ambiente circostante entità di rumore che non consentono il rispetto dei valori stessi.

Tale situazione comune alla quasi totalità dei cantieri è contemplata dalla legge che, dato il carattere temporaneo delle attività, in molti casi destinate a cessare con l'avanzamento progressivo dei lavori, prevede (ai sensi del DPCM 1/3/1991) la possibilità di ottenere una deroga a limiti legislativi validi per attività continue. Tale autorizzazione sarà richiesta al Comune per tutta la durata dei lavori.

Nonostante la possibilità di deroga, saranno individuati nelle successive fasi di progettazione, a fine cautelativo, gli interventi finalizzati a contenere gli impatti sui ricettori, in particolare nei tratti il cui il tracciato attraversa i tratti più densamente abitati.

Fase di esercizio

Il mezzo utilizzato per il servizio sebbene abbia la guida vincolata, ha delle ruote gommate quindi in fase di esercizio non si prevedono impatti sulla componente rumore, in quanto l'esercizio del tram non comporta un aggravio del quadro emissivo delle aree interessate dal suo passaggio, bensì consentirà di ottenere importanti benefici in termini di miglioramento acustico legati a:

- riduzione della congestione di traffico;
- riduzione del transito di mezzi del trasporto pubblico su gomma.

### *8.3.2 Mitigazioni*

Fase di cantiere

In termini generali, in relazione alla necessità di rispettare anche la normativa nazionale sui limiti di esposizione dei lavoratori (DL 277 del 15 agosto 1991), è preferibile adottare idonee soluzioni tecniche e gestionali in grado di limitare la rumorosità delle macchine e dei cicli di lavorazione, piuttosto che intervenire a difesa dei recettori adiacenti alle aree di cantiere.

È necessario dunque garantire, in fase di programmazione, attività di cantiere che utilizzino macchinari e impianti di minima rumorosità intrinseca.

La riduzione delle emissioni direttamente alla fonte di rumore può essere ottenuta tramite una corretta scelta delle macchine e delle attrezzature, con opportune procedure di manutenzione dei mezzi e delle attrezzature e, infine, intervenendo quanto possibile sulle modalità operazionali e di predisposizione del cantiere.

Viene di seguito fornita una lista di alcune azioni principali volte a limitare a monte la rumorosità di cantiere:

- uso di macchinari omologati e con buona manutenzione;
- studio della disposizione temporale delle attività;
- scelta e stato dei pneumatici;

- utilizzo di schermi acustici mobili;
- attrezzature e mezzi dovranno essere utilizzati secondo le istruzioni del costruttore, facendo attenzione a eliminare attriti attraverso operazioni di lubrificazione, sostituire i pezzi usurati e che lascino giochi, serrare le giunzioni, porre attenzione alla bilanciatura delle parti rotanti delle apparecchiature per evitare vibrazioni eccessive, verificare la tenuta dei pannelli di chiusura dei motori;
- cercare di evitare l'uso prolungato dei clacson almeno in corrispondenza di ricettori sensibili;
- I materiali, quando praticabile, dovranno essere sollevati e non trascinati, appoggiati e non lasciati cadere da altezze eccessive;
- evitare di effettuare trasporti di materiale o comunque carichi potenzialmente rumorosi senza fissarli e/o isolarli adeguatamente;
- evitare frenate ed accelerazioni brusche;
- evitare di scaricare e caricare materiali pesanti in maniera violenta;
- si suggerisce, per i mezzi di trasporto, di cambiare le marce in corrispondenza del numero corretto dei giri del motore;
- eventuale utilizzo di recinzione di cantiere di tipo fonoassorbente;
- esecuzione delle attività maggiormente impattanti in orari più consoni ed evitare sovrapposizioni;
- trovare mezzi e metodologie differenti per eseguire le stesse lavorazioni in modo da impattare meno sull'ambiente circostante.

Fase di esercizio

In fase di esercizio, sarà importante effettuare una verifica puntuale sugli eventuali ricettori critici mediante esecuzione di attività di monitoraggio, al fine di verificare possibili criticità residue e di conseguenza selezionare le tecniche di mitigazioni più idonee.

## 8.4 Acque Superficiali e Sotterranee

### *8.4.1 Impatti*

Fase di cantiere

Per la realizzazione delle opere in progetto è previsto il ricorso a scavi in tradizionale, mediante l'utilizzo di mezzi meccanici, senza l'impegno di altre metodologie di scavo che possono dare luogo a fenomeni di inquinamento o che prevedono l'uso di additivi o sostanze chimiche.

I potenziali impatti che le attività di cantiere possono provocare sulla qualità delle acque superficiali e sotterranee sono legati a eventuali sversamenti accidentali di combustibili e oli, qualora tali episodi non siano prevenuti grazie ad adeguate disposizioni per le maestranze ed accorgimenti nella fase di installazione del cantiere (es. dotazione di sistemi di contenimento e raccolta di eventuali sversamenti).

Inoltre, potenziali impatti possono essere legati anche a:

- produzione di acque di lavorazione, acque di dilavamento e acque reflue domestiche in corrispondenza delle aree di cantiere e di lavorazione;
- consumi idrici in corrispondenza delle aree di cantiere fisso;
- esecuzione delle lavorazioni in prossimità di ambienti acquatici;

- realizzazione di opere fondazionali in sotterraneo (es.pali), con rischio teorico in interferenza con la falda idrica sotterranea;
- generazione di polveri che, trasportate dal vento, possono ricadere all'interno di corsi d'acqua.

Fase di esercizio

Il progetto non comporta in via generale interferenze con la falda idrica.

In fase di esercizio la causa principale di possibile inquinamento delle acque superficiali e sotterranee è costituita dal dilavamento delle acque meteoriche a seguito di precipitazione piovose, in particolare se successive ad un lungo periodo di siccità e al loro trasporto verso acque superficiali o in falda qualora penetrino attraverso il terreno.

### *8.4.2 Mitigazioni*

Fase di cantiere

Per la corretta gestione dell'attività di cantiere, saranno seguiti i seguenti accorgimenti operativi atti alla riduzione e/o al contenimento degli impatti:

- le superfici di transito degli automezzi internamente alle aree di cantiere e le aree di lavoro saranno periodicamente bagnate, qualora necessario e con frequenza in funzione dell'andamento stagionale, in modo da prevenire l'eventuale sollevamento di polveri.
- Tale operazione sarà comunque eseguita in maniera tale da evitare che le acque possano eventualmente fluire direttamente verso un corso d'acqua, trasportandovi dei sedimenti (a questo fine si provvederà, qualora necessario, a realizzare fossi di guardia a delimitazione delle aree di lavoro);
- saranno adottate opportune operazioni di bagnatura dei cumuli, con frequenza in funzione dell'andamento stagionale, al fine di evitare fenomeni di dispersione e trasporto eolico. In caso di condizioni climatiche particolari, si potrà inoltre provvedere alla copertura dei cumuli con teli impermeabili; al fine di evitare o contenere al massimo i fenomeni di deposito sulla viabilità pubblica del materiale particolato terrigeno che dovesse essere trasportato dalle ruote dei mezzi pesanti, con conseguente possibilità di produzione e risospensione di polveri, si potrà valutare l'installazione di impianti di lavaggio delle ruote; i mezzi d'opera dovranno rispettare una bassa velocità di transito all'interno dell'area di cantiere;
- i mezzi operativi in uscita dal cantiere saranno opportunamente coperti se adibiti al trasporto d'inerti pulverulenti;
- sulla viabilità esterna interessata dal traffico dei mezzi di cantiere, nei tratti prossimi alle aree di cantiere, qualora necessario si adotteranno misure di abbattimento della polverosità tramite spazzolatura ad umido;
- opportuni sistemi di raccolta, trattamento e smaltimento delle acque di dilavamento.

Fase di esercizio

Saranno previsti opportuni sistemi di raccolta, trattamento e smaltimento delle acque di dilavamento se necessari ovvero in mancanza di una rete collegata al depuratore.

In merito alla possibilità di eventuali sversamenti accidentali che possano interessare aree non pavimentate, saranno adottate idonee procedure operative (es. dotazione di sistemi di contenimento, raccolta di eventuali sversamenti, ecc.).

## 8.5 Suolo e sottosuolo

### *8.5.1 Impatti*

Il suolo costituisce un'importante risorsa, finita e non rinnovabile, non solo per il sistema agricolo, di cui sostiene la produzione, ma anche per tutta la società. Il consumo di suolo coincide con la superficie dell'opera (impronta), che è sottratta definitivamente all'agricoltura, e alle aree avverse.

Fase di cantiere

Gli impatti che si determineranno in fase di cantierizzazione e di realizzazione delle opere sono legati alla preparazione delle aree di cantiere, della nuova sede tramviaria ed alla realizzazione delle opere complementari ad esso. In questo contesto, i potenziali impatti sulla componente suolo e sottosuolo sono i seguenti:

- modificazione dei suoli coinvolti nella realizzazione dei cantieri, come ad esempio scotico, compattazione, spostamento e movimentazione, ecc.
- produzione e gestione dei materiali di risulta (incluso il trasporto degli stessi);
- produzione e gestione di terre e rocce da scavo;
- potenziali contaminazioni dei terreni superficiali dovuti alle attività svolte in cantiere (es. dispersione accidentale di prodotti chimici, materiali o combustibili, ecc.);
- eventuale percolazione di sostanze pericolose derivanti dai mezzi di cantiere e dalle lavorazioni attraverso il sottosuolo insaturo fino a costituire un potenziale pericolo anche per il sistema idrico sotterraneo o la rete idrica superficiale, determinando quindi situazioni di inquinamento nei confronti delle matrici coinvolte.

I lavori per la realizzazione delle opere in progetto produrranno materiali di risulta individuati in terreno vegetale, terreni da scavo, rifiuti dalla demolizione della pavimentazione esistente, oltre a eventuali materiali estranei che dovessero essere rinvenuti durante i lavori.

Per quanto riguarda il terreno vegetale, si dovrà prevedere il suo stoccaggio temporaneo in cantiere per il successivo riutilizzo nelle opere di mitigazione ambientale previste.

Per gli eventuali materiali di risulta di cui non è possibile il riutilizzo (ad es. mediante impianti di frantumazione e vagliatura mobili, stabilizzazione a calce, ecc.) sarà previsto lo smaltimento presso gli impianti di recupero/smaltimento di rifiuti speciali.

In fase di cantiere gli impatti sono transitori per tutte le aree interessate e pertanto si stima l'impatto complessivo come trascurabile.

Fase di esercizio

In fase di esercizio dell'opera, il principale impatto è riconducibile all'occupazione permanente di superficie da parte delle opere in progetto, che per il progetto di cui trattasi si avrà in corrispondenza del deposito/officina di Rubano e del Capolinea di Busa di Vigonza

La restante parte del tracciato si sviluppa infatti perlopiù all'interno del tessuto cittadino già urbanizzato.

In merito all'individuazione dell'area per l'ubicazione del deposito dei mezzi della linea tranviaria, sono state valutate diverse alternative, partendo dal presupposto che, per rispondere alle esigenze progettuali ed ottimizzare l'efficienza del servizio in fase di esercizio, l'area nella quale verrà realizzato il deposito deve rispondere ai seguenti requisiti:

- dimensione dell'area: al fine di ottimizzare i costi dell'opera, la scelta progettuale seguita è di concentrare in un'unica area le attività di deposito ed officina, senza prevedere depositi secondari.

- distanza dalla linea della tranvia: l'area deve trovarsi lungo il corridoio della linea tranviaria ed essere accessibile per garantire la minimizzazione dei percorsi dei mezzi diretti o provenienti dal deposito.

Un ulteriore impatto, inoltre, può essere individuato nella possibile contaminazione dei suoli e del primo sottosuolo insaturo causati da eventi accidentali durante i lavori.

### *8.5.2 Mitigazioni*

Fase di cantiere

Alla luce dell'analisi dei potenziali impatti previsti in fase di cantiere, gli interventi di mitigazione individuati per la componente suolo/sottosuolo consistono nella minimizzazione dell'uso di risorse non rinnovabili per soddisfare il fabbisogno di materiali legato alla realizzazione delle opere in progetto.

Nello specifico, il deposito del terreno vegetale sarà organizzato e disposto al fine di garantire che le caratteristiche agronomiche e chimico-fisiche non risultino compromesse nel tempo e mantenere la struttura e potenziale fertilità del suolo accantonato. Il materiale dovrà essere inoltre protetto dall'insediamento di vegetazione infestante e dall'erosione idrica superficiale.

Le aree di stoccaggio saranno preparate e livellate in modo da facilitare lo scarico, il carico e l'ispezione dei materiali.

Per i mezzi meccanici presenti, verranno realizzate delle piazzole di sosta specifiche con pavimentazione impermeabile al fine di scongiurare la caduta di grassi o oli idrocarburi sul terreno e quindi la filtrazione nelle acque di falda.

Le operazioni di movimentazione saranno eseguite con mezzi e modalità tali da evitare eccessivi compattamenti del terreno.

Al fine di limitare il consumo delle risorse non rinnovabili si prevede il riutilizzo delle terre e rocce da scavo prodotte, parzialmente all'interno del cantiere e la restante parte, qualora ne ricorrano le condizioni, come sottoprodotto ai sensi del DPR 120/2017.

In merito alle attività di trasporto dei materiali, saranno adottati i seguenti accorgimenti procedurali:

- verifica dello stato dei mezzi (manutenzioni, stato di usura delle gomme, fanali, ecc.); gestione traffico e viabilità, mediante ad es. individuazione delle interferenze con la viabilità locale, studio delle alternative di percorrenza; previsione di adeguata segnaletica in punti critici, adeguato sistema di vigilanza a supporto della regolamentazione del traffico; ecc.);
- esecuzione dei trasporti principalmente nelle ore diurne, tenendo conto della presenza di zone sensibili, quali scuole, ospedali, case di cura, ecc e astenendosi dal percorrere tali zone negli orari di ingresso/uscita dei suddetti edifici.

Fase di esercizio

Per gli interventi di mitigazione e compensazione relativi all'occupazione di suolo si rimanda a quelli previsti e descritti nel capitolo relativo alla Componente Ecosistemi, Vegetazione e Flora, Fauna, in quanto hanno una valenza anche per la componente suolo.

## 8.6 Paesaggio e Patrimonio Storico/Culturale

### *8.6.1 Impatti*

La problematica degli eventuali impatti generabili dal progetto sul paesaggio urbano si traduce nella capacità di non interferire con opere che possono recare danno visivo e tantomeno strutturale ai complessi monumentali.

Il tracciato in esame non interferisce in maniere significativa con aree soggette a vincoli archeologici, ma con aree a vincolo paesaggistico ai sensi dell'art. 142 del D. Lgs. 42/2004, per cui sarà necessaria apposita relazione paesaggistica.

Fase di cantiere

Gli impatti sul paesaggio in fase di cantiere sono prevalentemente riconducibili alle modifiche indotte alla percezione abituale di un luogo, ad ostruzioni del campo visivo e alla presenza di mezzi o strutture in grado di influire negativamente sulla qualità del contesto.

Gli impatti negativi dei cantieri necessari alla realizzazione dell'opera possono interferire sia dai punti di percezione dinamica lenta dei percorsi pedonali, dai punti di percezione dinamica veloce rappresentata dalla strada lungo l'argine durane la costruzione del nuovo onte, sia dai punti di percezione statica, rappresentata dalle abitazioni.

Fase di esercizio

Dal punto di vista del paesaggio, i principali impatti legati alla realizzazione della nuova linea tramviaria possono essere riconducibili alla frammentazione dei sistemi paesaggistici presenti, nella riduzione dei caratteri del paesaggio circostante l'infrastruttura.

In particolare, i principali contesti sono descritti di seguito:

- Paesaggio periurbano: in cui si colloca il deposito di Rubano e il capolinea di Vigonza. Il principale impatto è legato al consumo di suolo per la realizzazione dell'area di deposito.
- Paesaggio della tratta ovest: tali arterie stradali coinvolgono relazioni fra strada e città, spazi pubblici e privati; estensione della qualità dello spazio della città storica a tutta la città, partendo dalla strada.

  L'inserimento dell'infrastruttura in progetto in questo contesto potrà considerarsi una valida occasione per unire maggiormente Rubano a Padova.
- Paesaggio del centro storico: anche in questo frangente la nuova infrastrutturazione costituirà l'opportunità per contribuire alla costruzione totale del sistema tramviario della città.
- Paesaggio della tratta ad EST: l'infrastruttura di progetto rappresenta un'occasione di ricucitura dei tessuti urbani che negli ultimi anni hanno vissuto uno sviluppo consistente, legato in particolare, all'insediamento di varie poli commerciale ed industriali e per la presenza del casello autostradale.

### *8.6.2 Mitigazioni*

Fase di cantiere

Il disturbo percepito durante le fasi lavorative può essere mitigato tramite un buon sistema informativo e con la gestione ambientale, un monitoraggio ambientale degli stessi dei che metta al centro dell'attenzione dei PMA l'uomo e, quindi, l'ascolto delle reali esigenze della popolazione esposta.

Fase di esercizio

Per quanto riguarda gli effetti del progetto sulla componente paesaggio in fase di esercizio, si sottolinea come tale fase sia finalizzata in particolare ad accertare se la realizzazione dell'opera induce un cambiamento paesisticamente significativo, in relazione a:

- *incidenza morfologica;*
- *incidenza linguistica;*
- *incidenza ambientale;*
- *Incidenza morfologica.*

Rispetto alla morfologia dei luoghi, tenuto conto che il progetto ricalca, in termini di ingombro e di localizzazione le strade esistenti, è plausibile ritenere che l'incidenza sia trascurabile.

- Incidenza linguistica.

L'incidenza linguistica dell'opera viene intesa come l'assonanza e la dissonanza tra gli elementi architettonici dell'infrastruttura con i caratteri materico-cromatici del territorio. In termini generali nelle successive fasi di progetto le scelte saranno portate alla configurazione di un'opera infrastrutturale capace di inserirsi coerentemente nel contesto paesaggistico di riferimento, con particolare attenzione agli aspetti legati al linguaggio e allo stile architettonico per quanto riguarda la realizzazione della nuova passerella tramite una analisi materico-cromatica capace di configurare un'opera caratterizzata da una precisa uniformità compositiva e stilistica, perfettamente integrata sia nelle sue differenti componenti, sia con il contesto paesaggistico di riferimento. Anche il deposito e le eventuali sottostazioni saranno studiati con gli stessi criteri, già indicati anche nel progetto del SIR 3.

Le Fermate, già presenti nel SIR 1 e SIR 2 sono l'elemento di maggiore impatto visivo e a contatto diretto con il pubblico, diventano gioco forza il "Manifesto" della linea tramviaria. Le dotazioni funzionali, di arredo e tecnologiche, oltre ad assolvere un loro ruolo specifico, sono portatrici di un messaggio etico in quanto forma, materia e fruibilità.

I materiali avranno la volontà di rappresentare in sé un messaggio: da un lato sostenibilità e rispetto per l'ambiente, dall'altro identità ed appartenenza ad un luogo ed un territorio.

- Incidenza ambientale.

L'incidenza ambientale dell'opera viene valutata in relazione ai valori ambientali che subiscono maggiori interferenze. Gli impatti ambientali principali legati alla realizzazione dell'opera riguardano principalmente le componenti rumore, ambiente idrico e vegetazione. Tali impatti vengono approfonditi nei capitoli specialistici cui si rimanda.

Essendo tali impatti di modeste entità, l'incidenza ambientale dell'intervento può essere considerata trascurabile o invariata rispetto alle condizioni attuali.

## *8.7* Vegetazione, fauna ed ecosistemi

### *8.7.1 Impatti*

Il verde urbano rappresenta una componente fondamentale per il patrimonio culturale e naturale della città che deve essere salvaguardato. Nelle attività di un progetto lineare è possibile la formazione di aree residuali.

### *8.7.2 Mitigazioni*

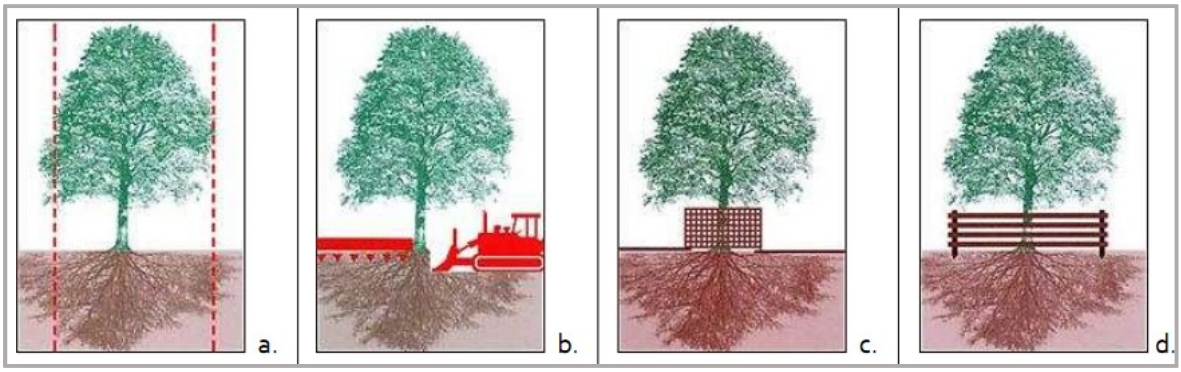
Fase di cantiere

Durante la fase di cantiere, benché fase a carattere temporaneo, il principale aspetto mitigativo è legato all'organizzazione dei cantieri.

All'interno dell'area urbana si propone di salvaguardare le piante presenti. I lavori nei pressi delle alberature urbane devono procedere con particolare cautela. La distanza minima dalla luce netta di qualsiasi scavo al filo tronco non può essere inferiore a m 3 per le piante di prima e seconda grandezza e m 1,5 per gli alberi di terza grandezza e per gli arbusti.

Nel caso di lavori di scavo nella zona delle radici a distanza inferiore a quelle minime si deve procedere con particolari precauzioni: scavi a mano, rispetto delle radici portanti evitando tagli e danneggiamenti. Gli eventuali tagli che si rendessero necessari saranno eseguiti in modo netto disinfettando ripetutamente le ferite con gli anticrittogamici.

Gli scavi nella zona degli alberi non devono restare aperti più di una settimana; se dovessero verificarsi interruzioni dei lavori gli scavi si devono riempire provvisoriamente o l'impresa deve coprire le radici con una stuoia; le radici vanno mantenute umide; i lavori di livellamento nell'area radicale sono da eseguirsi a mano.




a) La protezione degli alberi riguarda sia la chioma che l'apparato radicale, tenendo conto che l'espansione radiale delle radici corrisponde alla proiezione della chioma;

b) lo sterro e i riporti sono da evitare nell'area di proiezione dell'apparato radicale;

c) una protezione o una barriera va installata intorno al tronco; le sue misure minime sono di m 2x2x2;

d) una protezione ideale è quella indicata

Gli alberi posti all'interno dei cantieri devono essere protetti con una solida recinzione che consenta di evitare danni al fusto, alla chioma ed all'apparato radicale. Nel caso risulti impossibile recintare il cantiere intorno al tronco verrà legato del tavolame di protezione dello spessore minimo di cm 2. In caso di necessità deve essere protetta anche la chioma dell'albero. Non sarà ammessa l'infissione di chiodi, e appoggi, l'installazione di corpi illuminanti e di cavi elettrici, ecc. Nella zona delle radici non devono essere depositati in nessun caso materiali da costruzione, carburanti e lubrificanti, macchine operatrici e betoniere. In particolare, si debbono evitare gli spandimenti di acque di lavaggio di betoniere.

Per la fauna, al fine di consentire la permeabilità dell'ambito fluviale anche durate le lavorazioni, sarà adottata una tempistica in grado di riservare spazi temporali di tranquillità, almeno nei periodi del giorno a massima mobilità per la fauna, alba e tramonto. Pertanto, i lavori nel cantiere dovranno essere svolti tra le 8.00 e le 17.00 in autunno-inverno e tra le 8.00 e le 18.00 nel periodo primaverile-estivo. Al di fuori di tali intervalli non sarà consentito:

- l'accesso ad addetti alle aree prossime al fiume;
- la movimentazione di mezzi;
- la produzione di rumori;
- l'accesso e/o uscita con camion dal cantiere.

<u>Fase di esercizio</u>

La fase di esercizio non introduce particolari problematiche rispetto alla situazione attuale. L'intervento prevede la realizzazione dell'infrastruttura nella quasi totalità su sede viaria esistente.

La progettazione di un insieme organico di interventi di inserimento paesaggistico – ambientale da correlare alla realizzazione di un progetto tramviario, quale quello in oggetto, si pone quale momento fondamentale per procedere alla riqualificazione dei caratteri dell'ambito nel quale si interviene. Tali sistemazioni ambientali si fondano prevalentemente su interventi di restauro che consentono contemporaneamente il recupero delle aree direttamente interessate dalla realizzazione del progetto e la valorizzazione degli elementi che ad esso si relazionano percettivamente e funzionalmente. L'utilizzo degli impianti a verde ha, infatti, non solo il fine di offrire una riqualificazione di tipo estetico - percettiva, ma ha anche il compito di operare la ricostruzione degli elementi a valenza naturale in un contesto che, come si è osservato nel corso delle analisi, si caratterizza per l'elevata valenza antropica.

Gli interventi previsti saranno tesi a perseguire l'eliminazione/contenimento delle potenziali interferenze rilevate nel corso delle analisi, al fine di perseguire nuove strategie di organizzazione e strutturazione ambientale e paesistica.

L'approccio seguito persegue l'integrazione e l'inserimento a carattere fondamentalmente naturalistico, con l'obiettivo di ripristinare quelle porzioni territoriali necessariamente modificate dall'opera o da tutte quelle operazioni che si rendono indispensabili per compierla.

In particolare, nella progettazione degli interventi e nella scelta delle essenze si dovrà tenere conto del tipo e degli stadi seriali delle formazioni presenti al contorno individuando in tal modo le specie maggiormente idonee all'impianto. Le specie autoctone sono infatti quelle che, in quanto insediatesi spontaneamente nel territorio in esame, maggiormente si adattano alle condizioni pedoclimatiche della zona e, che, grazie alla maggiore capacità di attecchimento, assicurano una più facile riuscita dell'intervento. Esse inoltre risultano più resistenti verso gli attacchi esterni (gelate improvvise, siccità, parassitosi) e necessitano in generale di una minore manutenzione consentendo di ridurre al minimo, in fase di impianto, l'utilizzo di concimi chimici, fertilizzanti od antiparassitari. Tali specie partecipano al naturale dinamismo della vegetazione, assicurano, come precedentemente indicato, un inserimento in senso naturalistico dell'impianto e favoriscono nel contempo l'evoluzione della cenosi vegetali verso la serie dinamica.

I fattori che saranno tenuti in considerazione nelle future fasi progettuali per la scelta delle specie vegetali da utilizzare per gli interventi di mitigazione ambientale sono così sintetizzabili:

- fattori ecologici: le specie prescelte saranno individuate tra quelle autoctone, sia per motivi ecologici (dinamismo vegetazionale) che per capacità di attecchimento. Si cercherà anche di individuare specie che possiedano doti di reciproca complementarietà, in modo da formare associazioni vegetali polifitiche ben equilibrate e con doti di apprezzabile stabilità nel tempo;
- criteri ecosistemici: si terrà conto della potenzialità delle specie vegetali nel determinare l'arricchimento della complessità biologica, anche al fine di incrementare la disponibilità di rifugio e di fonti alimentari per l'avifauna e la fauna terrestre;
- fattori logistici: si terrà conto della reperibilità sul mercato del materiale vivaistico;
- criteri agronomici ed economici: in generale gli interventi saranno calibrati in modo da contenere gli interventi e le spese di manutenzione (potature, sfalci, irrigazione, concimazione, diserbo);
- criteri di sicurezza stradale.

## 8.8 Sistema socio economico

### *8.8.1 Impatti*

Per quanto riguarda gli impatti relativi a sistema insediativo, condizioni socio economiche e salute pubblica, si rimanda a quelli previsti e descritti nei paragrafi relativi alla componente mobilità e traffico, rumore e atmosfera in quanto hanno una valenza anche per tale componente.

Per quanto riguarda le opportunità dal punto di vista economico, la realizzazione dell'intervento porterà benefici diretti ed indiretti, in particolare per tutto il periodo della fase di costruzione verranno coinvolte le realtà imprenditoriali locali del settore edile, del settore impiantistico, della piantumazione arborea, etc.., con un riflesso indiretto sull'economia del territorio.

Fra mobilità e qualità ambientale delle nostre città vi è una stretta connessione. Laddove gli spostamenti delle persone nella realtà urbana sono prevalentemente effettuati con mezzi privati il traffico rappresenta una fonte determinante in termini di inquinamento atmosferico ed acustico, anche se il miglioramento

delle prestazioni in termini di emissioni dei veicoli verificatosi negli ultimi decenni ha sicuramente avuto effettivi positivi. Una delle politiche strutturali auspicabili per le città è proprio quella della realizzazione di sistemi tranviari, che, laddove funzionanti, hanno incontrato ovunque un notevole successo. Il successo di questo mezzo di locomozione è legato alla buona accessibilità, all'elevato comfort, ai bassi livelli di rumore e alle zero emissioni locali. Il suo sviluppo ha in genere permesso di riqualificare aree urbane degradate, ridurre il traffico stradale e aumentare lo spazio fruibile da pedoni e ciclisti.

Gli interventi in progetto sono finalizzati alle esigenze di snellimento dei flussi di traffico cittadino, oltre che alla riduzione dell'inquinamento atmosferico e di rumore nei confronti della comunità che abita e frequenta tali aree e ad aspetti legati alla sicurezza stradale soprattutto nei confronti degli utenti della mobilità dolce (pedoni, ciclisti, ecc.).

Sulla base di ciò, si può evincere che gli interventi in progetto determineranno un effetto globale positivo sulla componente, andando in sintesi a:

- migliorare l'accessibilità dei cittadini in particolare verso e dai i poli attrattori (es. centro storico, stazione centrale, aree industriali, ospedale ecc.);
- ridurre sensibilmente i fattori di rischio (inquinamento atmosferico, rumore, incidenti, ecc.);
- contribuire al riequilibrio modale della mobilità; produrre un effetto propulsore della qualità urbana e della vivibilità delle aree interessate dal progetto ai fini della loro attrattività.

### *8.8.2 Mitigazioni*

Per gli interventi di mitigazione e compensazione relativi a sistema insediativo, condizioni socioeconomiche e salute pubblica, si rimanda a quelli previsti e descritti nei paragrafi relativi alla componente mobilità e traffico, rumore e atmosfera in quanto hanno una valenza anche per tale componente.

# 9. Analisi Costi benefici

Il Progetto di fattibilità tecnico economico è stato redato con l'obiettivo di partecipare al bando del MIMS relativo ai finanziamenti di cui all'Avviso 2 ovvero per il TRM (Trasporto rapido di massa). L'avviso 2 prevede la realizzazione di un'analisi costi benefici in linea con le analoghe analisi richieste in ambito europeo e a tal riguardo il MIMS ha predisposto delle tabelle necessarie a questo tipo di valutazione. Questa analisi, innovativa, risulta quindi diversa delle consuete analisi costi benefici condotte finora e partendo dal presupposto che l'oggetto del finanziamento è sicuramente un mezzo "green" va ad approfondire la sostenibilità dell'opera sotto l'aspetto della domanda di trasporto e dei costi della realizzazione dell'opera.

In particolare, sulla base dei risultati delle analisi condotte per la valutazione degli effetti trasportistici conseguenti alla realizzazione del Progetto, si è proceduto alla individuazione di tutti i dati necessari per la compilazione delle tabelle di cui all'Avviso (contenute nell'Appendice all'Addendum) applicando, ove necessario, le Linee Guida oltre che i dati di esercizio relativi alle annualità precedenti risultanti dal bilancio della società esercente o da informazioni da essa fornite.

L'analisi, riportata nel PFTE, ha sviluppato i seguenti punti:

- Mobilità dell'area di studio e rete TPL;
- Linee TPL;
- Parco veicolare;
- Costi d'investimento;
- Vita utile del Progetto;

- Valore residui e rinnovi;
- Costi d'esercizio;
- Analisi costi benefici;
- Sostenibilità finanziaria dell'esercizio.

## 9.1 Domanda di trasporto

Trattandosi di estensione, si è avuto cura di rappresentare esattamente il numero atteso di passeggeri limitatamente al perimetro del progetto, senza alcuna estensione a parti esistenti della linea.

Pertanto, dai diagrammi di carico, sono stati considerati:

- I passeggeri saliti totali relativi ai servizi T2 e T3 che impegnano solo la linea in Progetto;
- I passeggeri saliti sui servizi T5, T6, T11 e T12 per i soli tratti percorsi sui binari all'interno del perimetro del Progetto.

Risulta quindi che il numero dei passeggeri saliti considerato ai fini del calcolo della domanda totale è pari a 7.038 pax/h rispetto ai 9.764 pax/h totali nel 2030. Nel 2040 la domanda è pari a 8'492 pax/h rispetto ai 10'696 veh/h totali.

All'anno, applicando i fattori di conversione di 9,863 h/giorno e 300 giorni/anno si ottengono rispettivamente:

- 20'824'738 pax/anno nel 2030;
- 25'126'979 pax/anno nel 2040

La domanda totale è infine distinta in:

- Domanda tendenziale, già assegnata alla rete TPL nello scenario di riferimento, e valutata come il numero di saliti sulla Linea U10 negli scenari di Riferimento. Essa è pari a o 7'373'579 pax/anno nel 2030; o 8'122'181 pax/anno nel 2040;
- Domanda indotta, cioè la domanda relativa a spostamenti che si sono manifestati con la realizzazione del progetto;
- Domanda in diversione, modale dalla rete stradale, o da altri mezzi di TPL e valutata come la differenza tra domanda totale, domanda indotta e domanda tendenziale. Ne risulta 13'451'169 pax/anno nel 2030; 17'003'722 pax/anno nel 2040.

## 9.2 Risparmio di tempo di percorrenza

I risparmi di tempo per gli utenti del progetto sono funzione della domanda di progetto. Le variazioni del tempo di spostamento totale e medio sono state desunte dalla modellizzazione. Per associare un risparmio di tempo medio a ciascun segmento della domanda di progetto (come definito al § 3.5 delle Linee Guida) si è operato come segue:

- Con riferimento a tutti i servizi SIR che condividono almeno un segmento del loro percorso con l'asse 2 del SIR e noto il numero di passeggeri saliti e la velocità commerciale dello specifico servizio, il tempo medio di viaggio è stato così calcolato:
  - Il rapporto tra i passeggeri*Km e la velocità commerciale si ottiene il valore dei passeggeri*h;
  - Il rapporto tra il totale dei passeggeri * ora ed il totale dei passeggeri saliti fornisce il tempo medio di viaggio nello Scenario di Progetto
- Analogamente, ma con riferimento alla Linea U10, si ottiene il Tempo Medio di Viaggio nello scenario di Riferimento

- La differenza tra i due valori determina il Risparmio di Tempo associabile a coloro che prima dell'intervento viaggiavano già lungo l'Asse 2 del SIR e che beneficiano dell'intervento; cioè la domanda tendenziale.

Il risparmio di tempo della domanda tendenziale è pari a -5,09 min/pax per il 2030 e -4,21 min/pax per il 2040.

Per calcolare il risparmio di tempo della domanda in diversione è stato necessario calcolare in primo luogo il valore totale di ore/anno associate a spostamenti di TPL sull'intera rete rapportando il valore dei passeggeri*h/anno per il numero dei viaggi/anno (ottenuto dalla matrice O/D).

Successivamente si sono calcolate le differenze tra scenari di Progetto e Riferimento.

Si ottengono così valori pro-capite molto più bassi, financo positivi (cioè incrementi del tempo di viaggio) per la componente di domanda in diversione per la quale il risparmio medio di tempo di viaggio è pari a 0,35 min/pax (quindi si tratta di un aggravio di tempo) nel 2030 mentre è pari a -0.03 min/pax nel 2040.

I risultati dell'ACB sono sintetizzati in alcuni indicatori di redditività socio-economica ripresi dalle Linee Guida:

- il Valore Attuale Netto (VAN), che nel caso specifico è pari a 97,1 mil €;
- il Tasso Interno di Rendimento (TIR), che nel caso specifico è pari a 5,86%;
- il rapporto Benefici/Costi (B/C), che nel caso specifico è pari a 1,40.

Infine la ''Copertura costi d'esercizio di progetto'' è superiore al 35% (variabile da un minimo dell'88% all'avvio esercizio fino al 118% alla fine del periodo di analisi); sono stati calcolati, quindi, la ''Variazione ricavi tariffari'' e la ''Variazione dei costi d'esercizio'' nonché gli ''Indicatori'' proposti in tabella da cui si evince che la copertura dei costi di esercizio della nuova linea risultano parzialmente coperti dai ricavi tariffari e non dalla riorganizzazione dei servizi poiché il ''Margine di rete'' (ΔR - ΔC) è minore di zero ed i ''Costi d'esercizio cessanti'' sono inferiori ai ''Ricavi tariffari cessanti''.

# 10. Fasi realizzative e cantierizzazione

L'opera ha un'estensione di circa 17,5 km e interessa tre comuni nonché diversi ambiti territoriali differenti per tipologia di urbanizzazione, viabilità e circolazione. Il progetto è complesso in quanto si compone di molte componenti specialistiche differenti che devono essere coordinate e assemblate al fine di raggiungere l'opera completa e funzionante. Le fasi realizzative sono quindi condizionate da numerosi aspetti e in questo momento è possibile individuare delle macro fasi lavorative e delle tipologie di cantierizzazione che poi verranno sviluppate ed approfondite nelle successive fasi progettuali.

In ragione dei tempi ristretti dettati dal finanziamento, sarà possibile prevedere di suddividere l'opera in due stralci funzionali da affidare a due operatori economici diversi che procedono in parallelo.

Relativamente alle fasi realizzative si prevede:

- Adeguamento dei sottoservizi interferenti;
- Realizzazione delle aree logistiche dell'intero cantiere, in corrispondenza dei capolinea;
- Realizzazione delle opera in linea ovvero della via di corsa e delle sistemazioni relative;
- Realizzazione delle opera puntuali come passerelle, manufatti di attraversamento ponti etc;

- Realizzazione degli impianti funzionali alla linea;
- Realizzazione dei depositi e delle officine;
- Realizzazione dei parcheggi a servizio della linea tramviaria in corrispondenza dei capolinea.

Per quanto riguarda la cantierizzazione anche questa avrà caratteristiche legate alla fase realizzativa e nel caso le opere puntuali – depositi, parcheggi e passerelle – prevedono la delimitazione dell'area di cantiere e la realizzazione delle lavorazioni all'interno dell'area secondo quanto verrà previsto nella progettazione mentre per quanto riguarda le opere in linea – sede tramviaria e sistemazioni urbane - verranno sviluppati diversi cantieri contemporaneamente lungo il percorso di progetto. Questi cantieri si svilupperanno per sottofasi/microfasi che delimitano parzialmente la carreggiata stradale così da ridurre il più possibile il disagio e l'interferenza con la circolazione.

# 11. Cronoprogramma delle attività

Nella fase della PFTE è possibile stimare indicativamente la durata del processo complessivo ovvero dalla progettazione al collaudo dell'opera. Questo processo comprende quindi la parte relativa all'iter di progettazione e autorizzatorio e successivamente ci sarà il tempo per la realizzazione dell'opera. La fornitura dei mezzi è un elemento che va in parallelo con le precedenti due fasi in quanto è un procedimento indipendente dalle precedenti fasi e ha obiettivo quello di disporre dei rotabili in corrispondenza della messa in esercizio della linea.

La successiva fase progettuale, che approfondirà nel dettaglio i vari aspetti specialistici dell'intervento, produrrà un cronoprogramma dei lavori più dettagliato e approfondito sia relativamente al concatenarsi delle diverse fasi sia nella tempistica necessaria alle diverse lavorazioni.

Le attività da sviluppare per arrivare al completamento dell'opera sono:

- Completamento del Progetto di fattibilità Tecnico economica secondo le line guida del MIMS;
- Processo autorizzativo che comprende lo screening, la variante urbanistica, gli esprorpi e la confernza dei servizi;
- L'affidamento dell'appalto integrato ovvero l'affidamento della progettazione definitiva/esecutiva e la realizzazione dei lavori;
- Contemporaneamente dovranno essere selezionati i soggetti che si occuperanno della direzione lavori. CSE, collaudo e il collegio Tecnico consultivo.

Questa fase deve concludersi entro il 31/12/2023.

A seguire verranno realizzati i lavori che dovranno terminare il 31/06/2026.

# 12. Quadro tecnico economico

Le stime economiche riportate nella tabella e nelle pagine seguenti sono funzionali alla preparazione dell'Analisi Costi Benefici redatta secondo le linee guida del Ministero delle Infrastrutture.

Per l'analisi dei prezzi sono stati utilizzati il Prezziario di Regione Veneto 2018 e 2019, il Prezziario di Regione Lombardia 2020 e il Prezziario di RFI 2019.

Nella **TABELLA A** sono riportati i costi relativi alle lavorazioni e alle forniture necessarie alla realizzazione del sistema.

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | SEDE SIR | € | 23,881,835.63 |
| 2 | SEDE SU STRADA | € | 8,272,189.02 |
| 3 | SEDE DEDICATA | € | 3,126,340.17 |
| 4 | FERMATE | € | 6,802,628.70 |
| 5 | VIA CAVI | € | 7,685,141.17 |
| 6 | SOTTOSTAZIONI ELETTRICHE | € | 13,416,931.83 |
| 7 | LINEA CONTATTO | € | 15,927,612.26 |
| 8 | SEGNALAMENTO E TLC | € | 11,500,000.00 |
| 9 | PASSERELLA CICLOPEDONALE SU FERROVIA | € | 3,000,000.00 |
| 10 | DEPOSITO RUBANO | € | 42,000,000.00 |
| 11 | PARCHEGGIO RUBANO | € | 980,000.00 |
| 12 | LAVORI PRELIMINARI E IMPIANTO CANTIERE | € | 50,000.00 |
| 13 | RIFACIMENTO PONTE BRENTELLA | € | 1,150,000.00 |
| 14 | PASSERELLA CICLOPEDONALE SU CAVALC.CHIESA NUOVA | € | 120,000.00 |
| | **TOTALE LAVORI E FORNITURE** | € | **€ 137,912,678.77** |
| | ONERI DELLA SICUREZZA | € | 6,895,633.94 |
| **A** | **TOTALE** | **€** | **€ 144,808,312.71** |

Nella **TABELLA B**, invece, sono riportati i costi relativi alla fornitura dei mezzi

| | | | |
|---|---|---|---|
| B | MATERIALE ROTABILE:<br>30 Translohr di cui 10 a 3 casse e 20 a 4 casse | € | € 116,000,000.00 |

Sommando le lavorazioni, le forniture e il materiale rotabile si ottiene:

| | | | |
|---|---|---|---|
| **A + B** | **TOTALE LAVORI, FORNITURE E MATERIALE ROTABILE** | **€** | **260,808,312.71** |

Sono, inoltre, da considerare le somme a disposizione della stazione appaltante inerenti espropri, sondaggi e quanto altro necessario.

Nella **TABELLA C** la classificazione di tali somme:

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | ESPROPRI - ASSERIMENTI | € | 4,007,070.00 |
| 2 | IMPREVISTI % DI A | € | 8,688,498.76 |
| 3 | MONITORAGGI AMBIENTALI | € | 600,000.00 |
| 4 | PROGETTAZIONE PRELIMINARE | € | 1,500,000.00 |
| 5 | PROGETTAZIONE DEFINITIVA | € | 2,162,000.00 |
| 6 | PROGETTAZIONE ESECUTIVA | € | 2,700,000.00 |
| 7 | DIREZIONE LAVORI | € | 6,000,000.00 |
| 8 | SPESE PER COMMISSIONI DI GARA | € | 100,000.00 |
| 9 | SPESE PER COLLAUDI | € | 600,000.00 |
| 10 | SPESE PER PUBBLICITÀ | € | 50,000.00 |
| 11 | INCENTIVI PER FUNZIONI TECNICHE - ART. 113 COMMA 2 D.LGS. 50/2016 (0,20% DI A+B) | € | 521,616.63 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 12 | RISOLUZIONE INTERFERENZE SOTTOSERVIZI | € | 14,500,000.00 |
| **C** | **TOTALE SOMME A DISPOSIZIONE AMMINISTRAZIONE APPALTANTE:** | **€** | **41,429,185.39** |
| | | | |
| **A + B + C** | **TOTALE AL NETTO DI I.V.A.** | **€** | **302,237,498.10** |

Nella **TABELLA D** si riporta il calcolo dell'I.V.A. relativa agli importi indicati

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | I.V.A. 10 % (**A + B + C1 + C12**) – | € | 27,931,538.27 |
| 2 | I.V.A. 22 % (da C2 a C11) | € | 5,042,865.39 |
| **D** | **I.V.A.** | **€** | **32,974,403.66** |

Sommando i valori ottenuti si ottiene l'importo totale necessario per la realizzazione dell'opera:

| | | | |
|---|---|---|---|
| **A + B + C + D** | **TOTALE GENERALE** | **€** | **335,211,901.76** |