

COMMITTENTE



COMUNE DI GENOVA

IL RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO
ALBERTO BITOSSO
IL DIRETTORE ESECUTORE DEL CONTRATTO
ANTONIO ROSSA

**PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER
IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE
CONNESSE)**

PROGETTAZIONE

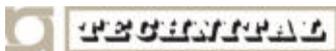
MANDANTARIA



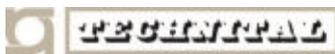
MANDANTE

MANDANTE

MANDANTE



Società



ANALISI TRASPORTISTICHE

Relazione tecnica

IL PROGETTISTA RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE

Dott. Ing. Alessandro Peresso

SCALA:

-

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA PROGR. REV.

E 2 1 D 0 2 D Z 1 R G T S 0 0 0 X 0 0 1 D

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	EMISSIONE ESECUTIVA	G. Rossi	07/2021	A.Rosin	07/2021	M.Marinelli	07/2021	A.Peresso 07/2021
B	EMISSIONE ESECUTIVA	G. Rossi	01/2022	A.Rosin	02/2022	M.Marinelli	02/2022	A.Peresso 02/2022
C	EMISSIONE ESECUTIVA	G. Rossi	03/2022	A.Rosin	03/2022	M.Marinelli	03/2022	A.Peresso 03/2022
D	VARIAZIONE TEAM DI COMMESSA	G. Rossi	05/2022	A.Rosin	05/2022	M.Marinelli	05/2022	A.Peresso 05/2022

File: E21D02DZ1RGTS000X001D

n. Elab.: 31

	PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)					
NOME DOCUMENTO	COMMESSA E21D	LOTTO 02 D Z1	CODIFICA RG	DOCUMENTO TS000X 001	REV. D	FOGLIO 2 di 135

Sommario

1. Premessa.....	4
2. Riferimenti normativi e criteri di analisi.....	5
3. Metodologia di studio.....	7
4. Modello di macrosimulazione.....	10
5. Dati di traffico.....	14
5.1 Dati esistenti	14
5.2 Indagini e analisi integrative.....	15
6. Modello di microsimulazione.....	25
6.1 Modello di microsimulazione: i nodi critici simulati	27
6.2 Implementazione modello di domanda	29
6.3 Implementazione modello di offerta	34
7. Analisi funzionali delle soluzioni di progetto.....	36
7.1 Macronodo A-B: Stazione FS Brignole - Piazza Giusti – Corso Sardegna, Tolémaide, Archimede, Canevari, Ponte Castelfidardo, Montegrappa.....	39
7.2 Nodo C: Piazza Corvetto	54
7.3 Nodo D: Piazza della Nunziata – via Gramsci – via Fontane.....	59
7.4 Nodo E: Corso Europa – Via Isonzo – Via Timavo	65
7.5 Nodo F: Cavalcavia Corso Europa – Via Carrara	69
7.6 Nodo G: Piazza Tommaseo.....	74
7.7 Nodo H: Piazza Montano – Cantore – Via Degola.....	78
7.8 Nodo I1: via Bobbio – via Montaldo	88
7.9 Nodo L: piazza Ferraris.....	93
8. Studio Macro nodo via emilia – via piacenza	101

	PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)												
NOME DOCUMENTO	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>E21D</td> <td>02 D Z1</td> <td>RG</td> <td>TS000X 001</td> <td>D</td> <td>3 di 135</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	E21D	02 D Z1	RG	TS000X 001	D	3 di 135
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
E21D	02 D Z1	RG	TS000X 001	D	3 di 135								

9.	Analisi integrative.....	111
9.1	Microsimulazione dell'incrocio di largo Jursè	113
9.2	Piazza Nunziata – via Gramsci – spostamento fermata.....	122
9.3	Corsia preferenziale di Largo della Zecca, Galleria Garibaldi	126
9.4	Corsia preferenziale di via Milano (Cantore – Francia – Dinegro)	128
9.5	Nuova circuitazione di corso Sardegna – Don Orione	131
10.	Conclusioni.....	134

	PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)												
NOME DOCUMENTO	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>E21D</td> <td>02 D Z1</td> <td>RG</td> <td>TS000X 001</td> <td>D</td> <td>4 di 135</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	E21D	02 D Z1	RG	TS000X 001	D	4 di 135
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
E21D	02 D Z1	RG	TS000X 001	D	4 di 135								

1. PREMESSA

Il presente studio integra quello precedente (REV A) aggiungendo nuove analisi trasportistiche relative a specifiche tematiche, emerse in fase di revisione/analisi del progetto. Tali tematiche, rappresentate in dettaglio nel paragrafo 9 “Analisi integrative”, sono relative all’ottimizzazione del layout di progetto dei nodi, alla implementazione di un modello di microsimulazione aggiuntivo per un nuovo incrocio (via Jursè), ma anche all’ottimizzazione delle corsie preferenziali e alla valutazione di spostamento/ricollocaimento delle fermate (piazza della Nunziata).

Questo studio trasportistico si configura come lo strumento di stima e analisi degli impatti trasportisti indotti dall’entrata in esercizio del nuovo sistema degli Assi di Forza per il trasporto pubblico locale. La stazione appaltante ha infatti previsto, nel capitolato tecnico a base di gara, che il progettista incaricato implementi le verifiche funzionali delle soluzioni progettuali previste nel PFTE, estendendole alle soluzioni migliorative che si sarebbero rese necessarie in relazione alle criticità emerse con specifico riferimento all’ottimizzazione dei nodi.

La stazione appaltante ha quindi individuato una serie di intersezioni stradali critiche su cui focalizzare le analisi. Tali nodi sono riconducibili ad ambiti territoriali estesi, oltre la singola intersezione isolata, su ampie porzioni di territorio, per meglio valutare gli effetti di mutua interazione tra i nodi stessi. La metodologia di studio ha richiesto che le analisi funzionali per la stima degli indicatori trasportistici fossero sviluppate mediante implementazione di modelli di microsimulazione, in relazione alla specificità dei nodi della rete stradale urbana, le cui peculiarità geometrico – funzionali e la complessità topologica non sono riconducibili a tipologie standardizzate.

Il punto di partenza per l’implementazione dei modelli di microsimulazione, sviluppati in ambiente Vissim, è stata la struttura modellistica di simulazione strategica, a scala macro, che il comune di Genova e AMT Genova hanno implementato per la redazione degli strumenti di pianificazione vigenti (PUMS) e che ha sostanziato lo studio di fattibilità tecnico economica del progetto “Assi di Forza”.

Da questo modello sono stati quindi derivati i sottomodelli di rete relativi ai nodi, oggetto di analisi e, mediante una metodologia condivisa cui si rimanda all’interno del presente documento, sviluppati i modelli di microsimulazione. Nel corso delle analisi sono state implementate le soluzioni progettuali indicate dal PFTE, verificando che per ciascun nodo che il livello di servizio medio non fosse mai superiore ad “E”, e proponendo soluzioni alternative qualora il criterio non fosse stato soddisfatto. Questo processo ha permesso di modificare nodi critici come quello di via Montano – Cantore, ottimizzare e razionalizzare l’ubicazione di fermate e lunghezze di tratti preferenziali (via Bobbio, Corso Europa) e verificare scenari alternativi di inibizione al transito del

	PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)					
NOME DOCUMENTO	COMMESSA E21D	LOTTO 02 D Z1	CODIFICA RG	DOCUMENTO TS000X 001	REV. D	FOGLIO 5 di 135

trasporto privato (chiusura parziale e totale di via Brignole) sempre verificando, con l'analisi quantitativa dei tempi di ritardo, i livelli di servizio corrispondenti.

Il seguente rapporto descrive le fasi di redazione dello studio, i dati di partenza, quelli integrativi, i modelli e la sintesi dei risultati, mentre per una più attenta analisi degli indicatori di prestazione funzionale, calcolati dai modelli di simulazione, si rimanda all'allegato specifico¹.

2. RIFERIMENTI NORMATIVI E CRITERI DI ANALISI

Lo studio è stato redatto in conformità e nel rispetto dei seguenti riferimenti normativi:

- D.M. LL.PP. del 5.11.2001 – “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade” e successiva modifica con D.M. 22.4.2004.
- D.M. Infrastrutture e Trasporti del 19.04.2006 - “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali”.

Oltre alla normativa sopra citata, il presente studio è stato redatto con riferimento ai più recenti criteri della “Pianificazione e Ingegneria dei Sistemi di Trasporto”, e della “Teoria e Tecnica della Circolazione”, si è fatto quindi specifico riferimento alle seguenti fonti bibliografiche fondamentali:

- [1] “Highway Capacity Manual – HCM 2000”, Special Report n° 209, T.R.B., Washington D.C., 2000;
- [2] T. Esposito, R. Mauro, “Fondamenti di infrastrutture viarie – Vol.1 – La geometria stradale”, Hevelius Edizioni, Benevento, 2001;
- [3] T. Esposito, R. Mauro, “Fondamenti di infrastrutture Viarie – Vol.2 - La progettazione fun-zionale delle strade”, Hevelius Edizioni, Benevento, 2003;
- [4] P. Ferrari, F. Giannini, “Ingegneria stradale – Vol. 1 – Geometria e progetto di strade”, ed. ISEDI, III edizione, 1991;
- [5] “Highway Capacity Manual – HCM 2010”, T.R.B., Washington D.C. 2010
- [6] Manuali per l'utente Vissim, PTV;
- [7] Manuali per l'utente Visum, PTV;
- [8] E. Cascetta - Teoria e metodi dell'ingegneria dei sistemi di trasporto, UTET, 1998.

¹ Vedi “book con layout ed indicatori di prestazione dei nodi”

	<p>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)</p>												
<p>NOME DOCUMENTO</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>E21D</td> <td>02 D Z1</td> <td>RG</td> <td>TS000X 001</td> <td>D</td> <td>6 di 135</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	E21D	02 D Z1	RG	TS000X 001	D	6 di 135
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
E21D	02 D Z1	RG	TS000X 001	D	6 di 135								

Le procedure ed i modelli per il calcolo dei L.d.S. e le verifiche di capacità sono state eseguite con l'ausilio dei seguenti software specialistici:

- VISUM;
- VISSIM;
- SIDRA INTERSECTIONS.

	PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)					
NOME DOCUMENTO	COMMESSA E21D	LOTTO 02 D Z1	CODIFICA RG	DOCUMENTO TS000X 001	REV. D	FOGLIO 7 di 135

3. METODOLOGIA DI STUDIO

La metodologia operativa seguita per la redazione dello studio in oggetto, rappresenta in Figura 1, è stata condivisa con la stazione appaltante e riassumibile nelle seguenti fasi:



Figura 1: metodologia operativa

- **acquisizione ed aggiornamento del modello di simulazione strategico VISUM:** il PUMS² della città metropolitana di Genova è stato supportato dalle valutazioni trasportistiche conseguenti all'implementazione di uno specifico modello strategico di simulazione trasportistica. Sulla base di questa struttura modellistica, calibrata e validata, è stata sviluppato lo Studio di fattibilità tecnico economica per la progettazione degli Assi

² Si veda allegato 3 "il modello di traffico per la simulazione degli scenari" 2019

	PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)					
NOME DOCUMENTO	COMMESSA E21D	LOTTO 02 D Z1	CODIFICA RG	DOCUMENTO TS000X 001	REV. D	FOGLIO 8 di 135

di Forza. Tale studio, oltre ad implementare gli scenari rappresentativi dello stato di fatto e di riferimento, ha sviluppato le stime dell'evoluzione della domanda di trasporto rispetto all'interazione della nuova offerta di trasporto, comprensiva della riorganizzazione del TPL con l'entrata in esercizio degli Assi di Forza. Le risultanze di tali simulazioni trasportistiche hanno quindi sostanziato le scelte progettuali alla base della redazione del PFTE³. La SA ha messo a disposizione dei progettisti questa struttura modellistica con il fine di aggiornare lo scenario di progetto con specifico riferimento ai seguenti scenari:

- implementazione dell'estensione degli assi di forza a Ponente;
- implementazione di modifiche puntuali delle linee e fermate (piazza Montano, via Degola, Stazione Brignole).
- **Selezione Nodi e Macronodi critici:** la SA e i progettisti hanno individuato i nodi e l'insieme di intersezioni complesse che potessero essere particolarmente critiche dal punto geometrico-dimensionale e trasportistico al fine di sviluppare le verifiche funzionali delle soluzioni previste dal PFTE e delle eventuali proposte migliorative;
- **Estrazione dei sottomodelli di nodo e microsimulazioni:** partendo dal modello strategico di macrosimulazione aggiornato, sono stati estratti i sottomodelli relativi alle aree di studio rappresentative dei nodi critici. Per ciascuno di questi ambiti sono stati poi implementati i modelli di microsimulazione, comprensivi dei sottomodelli di domanda e di offerta, opportunamente aggiornati e dettagliati in funzione di una scala caratterizzata da maggiore precisione, coerente con gli scopi della simulazione microscopica. Il simulatore utilizzato è Vissim PTV, con riferimento all'ora di punta mattinale 7:00 – 8:00;
- **Verifiche modellistiche:** il passaggio da un modello macro di ampia scala sviluppato con finalità di analisi strategica, ad uno microscopico relativo ad una porzione di rete, ha reso necessario implementare un processo di verifica e aggiornamento dei modelli di offerta e soprattutto di domanda. Di concerto con la stazione appaltante sono stati quindi confrontate le stime di traffico sugli archi e nei nodi con le serie storiche dei dati di traffico forniti dalla SA, con specifico riferimento sia ai valori assoluti che alle distribuzioni percentuali delle specifiche manovre di svolta nei nodi critici. Laddove sono state riscontrate delle anomalie, conseguenti alla scala modellistica oltre che alla rappresentazione topologica (ubicazione di centroidi e archi connettori non rappresentativa della complessità di un nodo) si è provveduto ad aggiornare le rilevazioni di traffico mediante nuovi conteggi ed elaborazione integrative di big-data⁴.
- **Aggiornamento modelli di domanda/offerta delle microsimulazioni dei nodi critici:** Sulla base delle osservazioni di campo sono stati quindi stato aggiornati, ove necessario,

³ Si veda: Assi di forza per il trasporto pubblico locale - "Studio di fattibilità tecnico economica" – Studio trasportistico SS14 – SS14 febbraio 2020

⁴ Tom Tom traffic Stats – OD Analysis

	PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)												
NOME DOCUMENTO	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>E21D</td> <td>02 D Z1</td> <td>RG</td> <td>TS000X 001</td> <td>D</td> <td>9 di 135</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	E21D	02 D Z1	RG	TS000X 001	D	9 di 135
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
E21D	02 D Z1	RG	TS000X 001	D	9 di 135								

i modelli di domanda/offerta dei sottomodelli di microsimulazione dei nodi critici sulla base di ipotesi condivise con la SA.

- **Analisi funzionali delle soluzioni progettuali:** l'implementazione dei modelli di microsimulazione dei nodi critici ha consentito di sviluppare le analisi funzionali delle soluzioni progettuali stimando gli indicatori trasportistici con specifico riferimento ai livelli di servizio e alle lunghezze degli accodamenti dei nodi (valori medi), dei singoli rami e correnti veicolari. In prima fase sono state eseguite le verifiche funzionali delle soluzioni progettuali individuate dal PFTE per poi sviluppare e riverificare le funzionalità trasportistica di scenari progettuali migliorativi laddove necessario.

	PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)					
NOME DOCUMENTO	COMMESSA E21D	LOTTO 02 D Z1	CODIFICA RG	DOCUMENTO TS000X 001	REV. D	FOGLIO 10 di 135

4. MODELLO DI MACROSIMULAZIONE

Il modello di simulazione trasportistica (sviluppato in ambiente Visum) implementato per la valutazione del progetto “Assi di Forza per il Trasporto Pubblico Locale” è un modello multimodale strategico a scala macroscopica che estende alla città metropolitana di Genova. Il modello, sviluppato dal comune di Genova e AMT Genova, consente di stimare gli spostamenti interni al Comune di Genova e il relativo pendolarismo con il territorio esterno. La struttura modellistica è in grado di stimare la ripartizione modale in funzione degli interventi infrastrutturali anche con specifico riferimento all’offerta di trasporto pubblico, su gomma, ferro (linea ferroviaria e metropolitana) e impianti speciali (funicolari).

Le fonti dati utilizzate per la costruzione del modello sono le seguenti:

- Matrici Origine-Destinazione per singola modalità di trasporto relative alla fascia oraria 6.30-9.00, riferite al territorio metropolitano con la seguente zonizzazione:
 - 72 unità urbanistiche nel territorio del comune di Genova;
 - una zona per ogni Comune nel territorio della città metropolitana di Genova;
 - 4 zone esterne.
- modello PUMS riferito all’ambito territoriale della città metropolitana impostato come modello multimodale;
- modello AMT relativo al solo trasporto pubblico e limitato al comune di Genova,

Lo stato “attuale” descrive la rete di offerta con riferimento all’anno 2017, scenario antecedente al crollo del Ponte Morandi. L’analisi trasportistica implementata prevede il confronto tra stato di fatto, quadro di riferimento e progetto, con differenti scenari per quanto riguarda l’offerta e la domanda.

Il grafo di rete è stato costruito partendo dal grafo presente nel modello utilizzato da AMT, integrato, per la restante area metropolitana di Genova, con il grafo di OpenstreetMap, apportando le seguenti modifiche:

1. aggiornamento del grafo stradale, pur mantenendo le strade della viabilità principale e quelle della viabilità secondaria ove necessario (soprattutto in ambito urbano);
2. Applicazione di una nuova classificazione funzionale, a partire da quella prevista nel modello PUMS.

	PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)					
NOME DOCUMENTO	COMMESSA E21D	LOTTO 02 D Z1	CODIFICA RG	DOCUMENTO TS000X 001	REV. D	FOGLIO 11 di 135

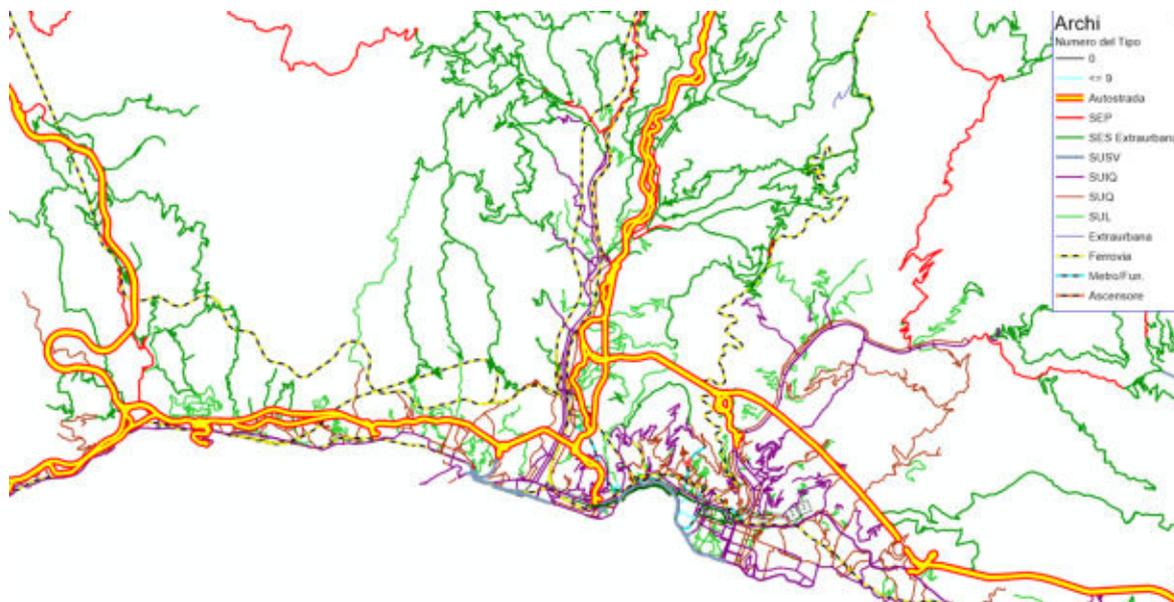


Figura 2: modello di rete (FONTE PUMS – COMUNE DI GENOVA – AMT)

Si riporta in Figura 2 la rappresentazione del modello di rete Visum mentre in Tabella 1 sono indicate le caratteristiche complessive della rete con indicati e distinti per tipologia, il numero di archi ed i km complessivi presenti nel modello.

Tipologia	Numero di archi presenti nella rete	Km complessivi per tipologia di arco
Autostrada	894	827,534 km
Strada extraurbana principale	620	362,652 km
Strada extraurbana secondarie	8.421	4.358,685 km
Strada urbana di scorrimento veloce	271	76,829 km
Strada urbana interquartiere	4.451	665,660 km
Strada urbana di quartiere	3.402	396,073 km
Strada urbana locale	2.371	349,101 km
Extraurbana non classificata	1.500	1.656,889 km
Ferrovia	402	544,338 km
Altro (Metro, funic., asc.)	58	19,299 km

Tabella 1 Numero di archi e lunghezza monodirezionale per tipologia di strade (FONTE PUMS – COMUNE DI GENOVA – AMT)

	PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)					
NOME DOCUMENTO	COMMESSA E21D	LOTTO 02 D Z1	CODIFICA RG	DOCUMENTO TS000X 001	REV. D	FOGLIO 12 di 135

In Figura 3 vengono rappresentate le modalità di trasporto e i servizi che costituiscono il modello di offerta di Visum.

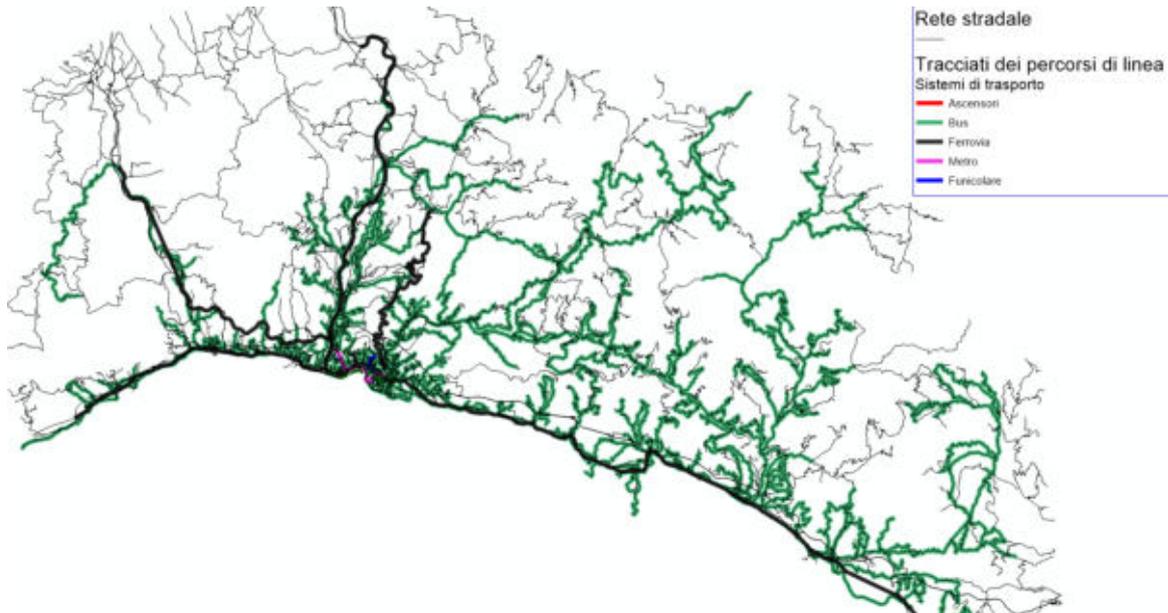


Figura 3: modello di rete servizio TPL e ferroviari (FONTE PUMS – COMUNE DI GENOVA – AMT)

Per quanto attiene la domanda di trasporto la zonizzazione del modello multimodale è composta da 335 zone così ripartite:

- 265 zone costituenti sotto-aree delle originali 72 unità urbanistiche nel territorio del Comune di Genova;
- 66 zone relative ai Comuni nel territorio della Città Metropolitana di Genova, congruenti con la matrice origine-destinazione del 2016 e rispondenti ad aggregazioni di zone extra-comune del modello PUMS;
- 4 zone cordonali per rappresentare il traffico di ingresso, uscita e di attraversamento dell'area metropolitana di Genova.

La domanda relativa al trasporto privato è stata assegnata al modello tramite tre matrici:

- Veicoli leggeri (VL);
- 2 ruote (2R);
- Mezzi pesanti (MP).

L'ora di punta implementa è riferita alla fascia oraria 7:00-8:00 all'interno del periodo di analisi 6:30-9:00 oggetto della simulazione in Visum.

	PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)												
NOME DOCUMENTO	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>E21D</td> <td>02 D Z1</td> <td>RG</td> <td>TS000X 001</td> <td>D</td> <td>13 di 135</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	E21D	02 D Z1	RG	TS000X 001	D	13 di 135
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
E21D	02 D Z1	RG	TS000X 001	D	13 di 135								

Per quanto attiene gli scenari modellistici sono stati implementati i seguenti:

- scenario di riferimento: rappresenta l'aggiornamento all'anno 2026 in termini di offerta e domanda dello stato di fatto (al netto dell'intervento a progetto). Rispetto allo stato di fatto il grafo dell'offerta del Tpl prevede:
 - estensione della rete metropolitana (sia a ponente che a levante), in corso di progettazione e già finanziati, con termine lavori prevista ante 2026. Tale intervento, unitamente all'acquisto già finanziato di 14 nuovi treni di ultima generazione, consentirà di raddoppiare i posti offerti per singolo convoglio.
 - l'istituzione di due nuove fermate ferroviarie e la soppressione di una intermedia tra le due previste.
- lo scenario di progetto:
 - implementazione dell'asse di forza e successivo prolungamento dell'asse Ponente;
 - implementazione modifiche puntuali delle linee e fermate TPL – Asse di Forza.

	PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)												
NOME DOCUMENTO	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>E21D</td> <td>02 D Z1</td> <td>RG</td> <td>TS000X 001</td> <td>D</td> <td>14 di 135</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	E21D	02 D Z1	RG	TS000X 001	D	14 di 135
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
E21D	02 D Z1	RG	TS000X 001	D	14 di 135								

5. DATI DI TRAFFICO

5.1 Dati esistenti

La calibrazione del modello di domanda, implementata nella macrosimulazione strategica, è stata effettuata sulla base delle misurazioni di traffico effettuate nel 2016 sia sul territorio comunale che in ambito provinciale riferito all'area metropolitana (Figura 4). Complessivamente sono state utilizzate:

- 67 sezioni di rilievo in ambito comunale;
- 24 postazioni di rilievo in ambito Città Metropolitana;

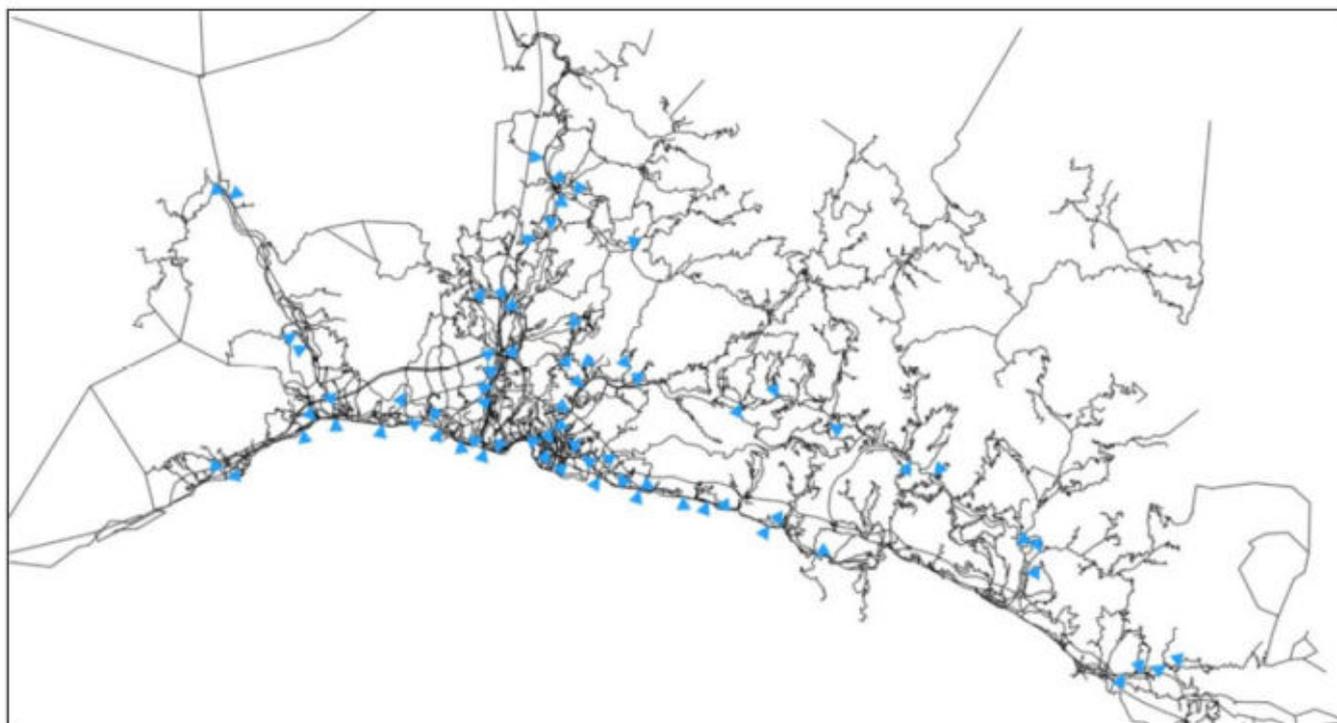


Figura 4: localizzazione rilievi traffico 2016 (FONTE PUMS – COMUNE DI GENOVA – AMT)

Successivamente il comune di Genova ha promosso indagini integrative sui nodi di specifico interesse per la loro afferenza ai tracciati degli Assi di Forza:

- Corso Europa – via Pastore (2018);
- Corso Sardegna – don Orione (2017);
- Largo Zecca (2017);

	PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)					
NOME DOCUMENTO	COMMESSA E21D	LOTTO 02 D Z1	CODIFICA RG	DOCUMENTO TS000X 001	REV. D	FOGLIO 15 di 135

- Piazza Verdi (2018) con cantiere;
- Piazza Verdi (2016) pre-cantiere;
- Via Fiume – de Amicis (2018);
- Via Fontane (2017);
- Piazza Nunziata (2017)
- Corso Europa – via Timavo (2016);
- Via Piacenza – Trensasco (2015).

5.2 Indagini e analisi integrative

Sebbene il quando complessivo delle indagini di traffico evidenzi una significativa numerosità e una omogenea distribuzione sul territorio, si è reso necessario prevedere una serie di indagini integrative. Infatti il passaggio da un modello macro di ampia scala, sviluppato con finalità di analisi strategica, ad uno microscopico relativo ad una porzione di rete, ha reso necessario implementare un processo di verifica e aggiornamento dei modelli di offerta e di domanda. Di concerto con la stazione appaltante sono stati quindi confrontati le stime di traffico sugli archi e nei nodi con le serie storiche dei dati di traffico forniti dalla SA, con specifico riferimento sia ai valori assoluti che alle distribuzioni percentuali delle specifiche manovre di svolta nei nodi critici. La metodologia condivisa prevedeva che laddove fossero state riscontrate delle anomalie, conseguenti alla scala modellistica oltre che alla rappresentazione topologica (ubicazione di centroidi e archi connettori non rappresentativa della complessità di un nodo) si sarebbe provveduto ad aggiornare le rilevazioni di traffico mediante nuovi conteggi ed elaborazione integrative di big-data (Tom Tom Traffic stats and OD analysis).

Occorre tuttavia precisare che tali rilievi avrebbero dovuto svolgersi in una periodo, a partire da Marzo 2021, interessato dall'emergenza pandemica COVID 2019, che avrebbe alterato significativamente la domanda di mobilità non solo nei suoi valori ma anche nelle distribuzione spaziale e temporale. In accordo con la stazione appaltante si è deciso quindi eseguite delle verifiche utilizzando i dati origine destinazione fornita dal provider Tom Tom⁵ su 3 nodi test per valutare e quantificare le discrepanze tra i dati pre-COVID e quelli durante il periodo COVID.

Tom Tom Traffic Stats è una suite di servizi web progettata per creare applicazioni web che analizzano i dati storici sul traffico derivati dalla banca dati del provider TOT TOM basata su milioni di dispositivi di **navigazione TomTom, sistemi integrati nel cruscotto e applicazioni in uso sui telefoni cellulari**. Tutti questi dispositivi inviano dati FCD anonimi ai server in tempo reale, dai quali vengono ricavate ed elaborate le informazioni. L'API Traffic Stats consente agli

⁵ Traffic stats and OD analysis

	PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)												
NOME DOCUMENTO	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>E21D</td> <td>02 D Z1</td> <td>RG</td> <td>TS000X 001</td> <td>D</td> <td>16 di 135</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	E21D	02 D Z1	RG	TS000X 001	D	16 di 135
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
E21D	02 D Z1	RG	TS000X 001	D	16 di 135								

utenti di monitorare, analizzare e generare rapporti sulle statistiche di traffico. È possibile rivedere percorsi specifici (Analisi del percorso) o aree definite (Analisi dell'area, Densità del traffico). Traffic Stats è inoltre corredato del servizio TomTom O/D Analysis per la stima delle matrici origine destinazione.

I 3 nodi test individuati sono i seguenti:

- Nodo test Corso Europa – Via Timavo;

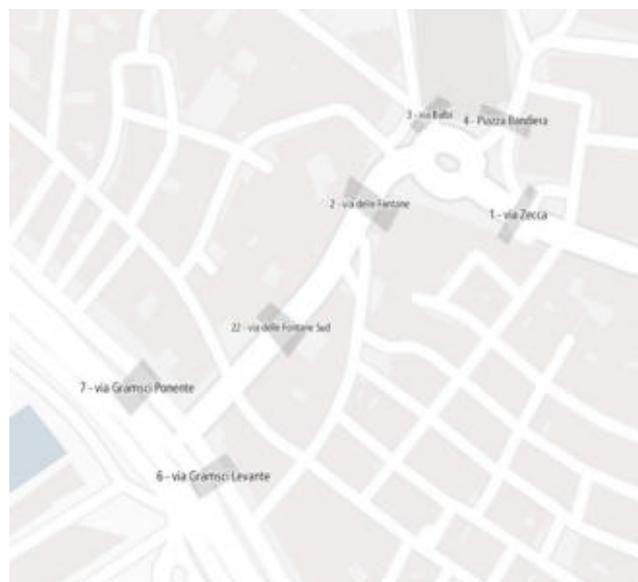


	<p>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)</p>												
<p>NOME DOCUMENTO</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>E21D</td> <td>02 D Z1</td> <td>RG</td> <td>TS000X 001</td> <td>D</td> <td>17 di 135</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	E21D	02 D Z1	RG	TS000X 001	D	17 di 135
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
E21D	02 D Z1	RG	TS000X 001	D	17 di 135								

- Nodo Test piazza Corvetto;



- Nodo Test piazza Nunziata – via Fontane – via Gramsci



		PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)				
NOME DOCUMENTO	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	E21D	02 D Z1	RG	TS000X 001	D	18 di 135

L'analisi dei dati, confrontando il periodo di punta 6-9 del 2019 con il medesimo periodo 2021 hanno mostrato importanti differenze fino alla prima settimana di maggio. I dati si sono poi stabilizzati e a partire dalla terza settimana di maggio il confronto pre-COVID/COVID ha evidenziato minime differenze. Si riportano nelle successive tabelle i valori di confronto delle percentuali di svolta della manovre nei nodi test, da cui emergono differenze percentuali inferiori al 4%.

Percentuali						
Nodo	Origin	1 - corso Europa Levante	2 - via Isonzo	3 - corso Europa Ponente	4 - via Timavo	2021
Test1	1 - corso Europa Levante	3.6%	1.2%	46.0%	4.0%	
Test1	2 - via Isonzo	2.8%	0.5%	1.3%	1.7%	
Test1	3 - corso Europa Ponente	22.5%	1.7%	5.1%	0.6%	
Test1	4 - via Timavo	3.2%	2.6%	2.5%	0.8%	
Nodo	Origin	1 - corso Europa Levante	2 - via Isonzo	3 - corso Europa Ponente	4 - via Timavo	2019
Test1	1 - corso Europa Levante	4.3%	1.4%	42.8%	4.8%	
Test1	2 - via Isonzo	2.1%	1.0%	1.3%	1.7%	
Test1	3 - corso Europa Ponente	23.9%	2.1%	5.2%	0.7%	
Test1	4 - via Timavo	3.4%	2.1%	1.8%	1.4%	
	Origin	1 - corso Europa Levante	2 - via Isonzo	3 - corso Europa Ponente	4 - via Timavo	Variazione
	1 - corso Europa Levante	-0.7%	-0.2%	3.1%	-0.7%	
	2 - via Isonzo	0.7%	-0.5%	-0.1%	0.0%	
	3 - corso Europa Ponente	-1.4%	-0.4%	-0.1%	-0.1%	
	4 - via Timavo	-0.1%	0.4%	0.8%	-0.6%	

Tabella 2: nodo test 1: confronto dati TOM TOM - 2019 vs 2021

Percentuali								
Origin	1 - via Serra	2 - via 4 Novembre	3 - via Roma	4 - via Bixio	5 - via Piaggio	6 - via Palestro	7 - via Assarotti	2021
1 - via Serra	3.3%	0.4%	0.0%	0.2%	0.2%	0.0%	0.3%	
2 - via 4 Novembre	7.1%	5.4%	0.3%	9.8%	1.0%	2.9%	7.9%	
3 - via Roma	1.4%	0.9%	1.2%	3.3%	0.0%	0.1%	1.0%	
4 - via Bixio	3.0%	1.5%	0.3%	4.0%	0.0%	0.2%	1.6%	
5 - via Piaggio	7.4%	2.4%	0.2%	2.5%	1.3%	0.3%	0.9%	
6 - via Palestro	0.7%	1.2%	0.0%	1.9%	0.5%	1.3%	0.7%	
7 - via Assarotti	3.1%	5.8%	0.0%	7.5%	0.8%	0.8%	3.2%	
Origin	1 - via Serra	2 - via 4 Novembre	3 - via Roma	4 - via Bixio	5 - via Piaggio	6 - via Palestro	7 - via Assarotti	2019
1 - via Serra	3.7%	0.1%	0.0%	0.3%	0.1%	0.0%	0.3%	
2 - via 4 Novembre	7.7%	4.8%	0.1%	9.9%	0.6%	2.1%	7.3%	
3 - via Roma	2.2%	0.8%	0.8%	4.7%	0.1%	0.2%	0.7%	
4 - via Bixio	4.2%	1.7%	0.1%	4.0%	0.1%	0.0%	1.2%	
5 - via Piaggio	9.1%	3.6%	0.0%	1.9%	1.0%	0.1%	1.0%	
6 - via Palestro	0.8%	0.6%	0.0%	1.2%	0.5%	0.6%	0.3%	
7 - via Assarotti	4.1%	4.3%	0.2%	8.8%	0.7%	0.7%	2.8%	
	1 - via Serra	2 - via 4 Novembre	3 - via Roma	4 - via Bixio	5 - via Piaggio	6 - via Palestro	7 - via Assarotti	Variazione
	-0.4%	0.3%	0.0%	0.0%	0.1%	0.0%	0.1%	
	-0.6%	0.6%	0.2%	-0.1%	0.3%	0.8%	0.6%	
	-0.8%	0.0%	0.4%	-1.3%	-0.1%	-0.1%	0.3%	
	-1.2%	-0.2%	0.1%	0.0%	-0.1%	0.2%	0.4%	
	-1.7%	-1.2%	0.2%	0.6%	0.4%	0.2%	-0.1%	
	-0.1%	0.6%	0.0%	0.8%	0.0%	0.7%	0.4%	
	-1.0%	1.5%	-0.2%	-1.3%	0.1%	0.1%	0.4%	

Tabella 3: nodo test 2: confronto dati TOM TOM - 2019 vs 2021



PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)

NOME DOCUMENTO

COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO
E21D 02 D Z1 RG TS000X 001 D 19 di 135

Percentuali - area ridotta									
Nodo	Origin	1 - via Zecca	2 - via delle Fontane	22 - via delle Fontane Sud	3 - via Balbi	4 - Piazza Bandiera	6 - via Gramsci Levante	7 - via Gramsci Ponente	
									2021
Test3	1 - via Zecca	4.4%	0.4%	2.0%	1.7%	3.2%	0.8%	10.3%	
Test3	2 - via delle Fontane	0.3%	0.9%	0.4%	0.1%	0.0%	0.1%	1.2%	
Test3	22 - via delle Fontane Sud	0.7%	0.2%	0.5%	0.2%	0.2%	0.2%	0.4%	
Test3	3 - via Balbi	0.5%	0.1%	0.4%	0.6%	0.1%	0.1%	0.7%	
Test3	4 - Piazza Bandiera	3.6%	0.2%	1.6%	0.3%	2.4%	0.1%	2.6%	
Test3	6 - via Gramsci Levante	1.1%	0.5%	0.2%	0.2%	1.1%	6.8%	20.4%	
Test3	7 - via Gramsci Ponente	3.6%	0.2%	0.2%	0.7%	0.8%	16.2%	6.6%	
Nodo	Origin	1 - via Zecca	2 - via delle Fontane	22 - via delle Fontane Sud	3 - via Balbi	4 - Piazza Bandiera	6 - via Gramsci Levante	7 - via Gramsci Ponente	
									2019
Test3	1 - via Zecca	4.1%	0.5%	1.9%	2.0%	1.6%	1.1%	9.1%	
Test3	2 - via delle Fontane	0.3%	0.5%	0.6%	0.1%	0.0%	0.1%	2.0%	
Test3	22 - via delle Fontane Sud	0.6%	0.2%	0.5%	0.2%	0.3%	0.1%	0.4%	
Test3	3 - via Balbi	0.3%	0.1%	0.2%	0.7%	0.0%	0.1%	0.3%	
Test3	4 - Piazza Bandiera	3.0%	0.2%	0.8%	0.1%	2.0%	0.2%	3.8%	
Test3	6 - via Gramsci Levante	2.1%	0.1%	0.2%	0.5%	0.7%	6.6%	24.0%	
Test3	7 - via Gramsci Ponente	3.3%	0.4%	0.3%	0.5%	0.8%	15.5%	6.9%	
									Variazione
	1 - via Zecca	0.3%	-0.2%	0.1%	-0.2%	1.6%	-0.4%	1.2%	
	2 - via delle Fontane	-0.1%	0.4%	-0.2%	0.0%	0.0%	0.0%	-0.8%	
	22 - via delle Fontane Sud	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	-0.1%	0.1%	0.0%	
	3 - via Balbi	0.2%	0.0%	0.1%	0.0%	0.1%	-0.1%	0.4%	
	4 - Piazza Bandiera	0.6%	0.0%	0.7%	0.2%	0.4%	-0.1%	-1.2%	
	6 - via Gramsci Levante	-1.0%	0.4%	0.0%	-0.2%	0.4%	0.2%	-3.5%	
	7 - via Gramsci Ponente	0.3%	-0.2%	-0.1%	0.2%	0.0%	0.7%	-0.3%	

Tabella 4: nodo test 3: confronto dati TOM TOM - 2019 vs 2021

Sulla base di questi elementi nel mese di giugno 2021, sono stati eseguiti i rilievi di traffico integrativi con l'ausilio videocamere con conteggio classificato dei veicoli, in corrispondenza di un insieme di nodi significativi.

- N01 – intersezione semaforizzata tra via Giacometti, corso Sardegna, Piazza Giusti;
- N02 – intersezione semaforizzata tra Piazza Manzoni, corso Galilei, corso Galliera;
- N03 – intersezione semaforizzata tra via Moresco, corso Monte Grappa;
- N04 – intersezioni in piazza Verdi e viale Thaon di Revel;
- N05 – intersezione a rotatoria di piazza Corvetto;
- N05 – intersezione a rotatoria di piazza della Nunziata;
- N07 – intersezione semaforizzata tra viale Thaon di Revel e via Fiume.

Sulla base delle suddette misurazioni, sono stati quindi stato aggiornati i modelli di domanda/offerta dei sottomodelli di microsimulazione dei nodi critici sulla base di ipotesi condivise con la SA. Si rimanda al par 6.2 per il dettaglio delle modifiche eseguite



PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)

NOME DOCUMENTO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
E21D	02 D Z1	RG	TS000X 001	D	20 di 135

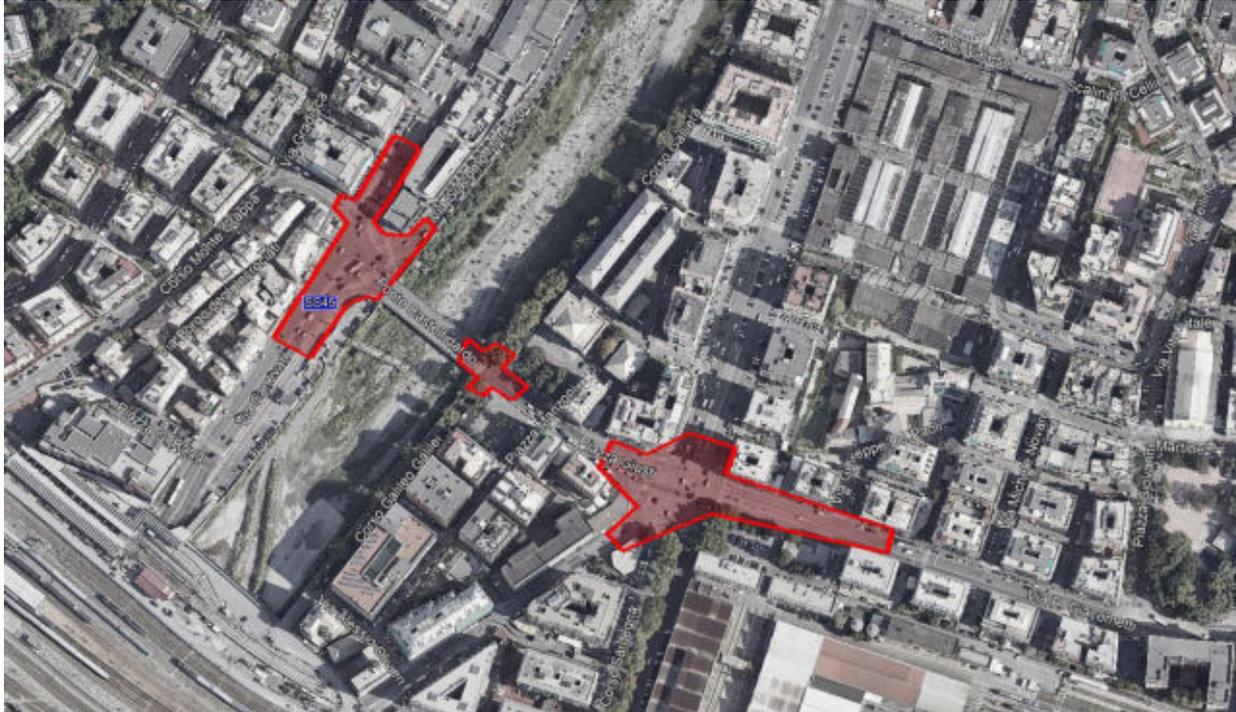


Figura 5: Nodi N01, N02, N03



Figura 6: Nodi N04, N07

	PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)												
NOME DOCUMENTO	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>E21D</td> <td>02 D Z1</td> <td>RG</td> <td>TS000X 001</td> <td>D</td> <td>22 di 135</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	E21D	02 D Z1	RG	TS000X 001	D	22 di 135
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
E21D	02 D Z1	RG	TS000X 001	D	22 di 135								

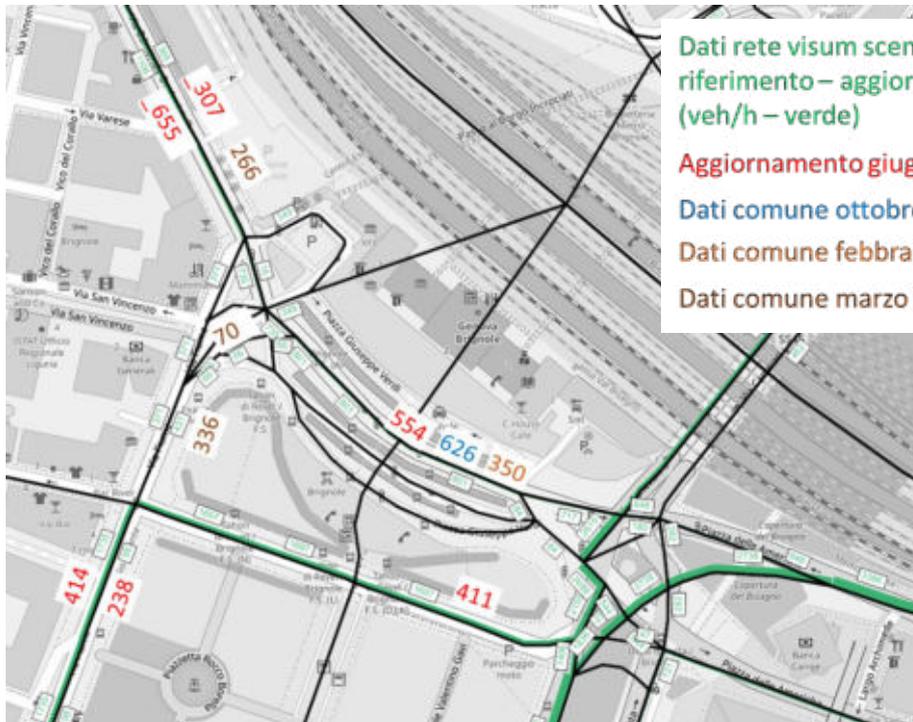
Nelle figure successive riportano i valori rilevati, riferiti al totale veicoli (2 ruote + leggeri + commerciali + bus e pesanti) nell'ora di punta 7:00 – 8:00, posti a confronto con i dati storici laddove presenti. Nel paragrafo 6.2 vengono specificati quali dati siano stati utilizzati e le ipotesi formulate per implementarli nel modello di domanda per le microsimulazione



Figura 9: rilievi di traffico: N01, N02, N03 - Giusti – Canevari

NOME DOCUMENTO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
E21D	02 D Z1	RG	TS000X 001	D	23 di 135



Dati rete visum scenario di riferimento – aggiornato nel TPL (veh/h – verde)
 Aggiornamento giugno 2021 (veh/h)
 Dati comune ottobre 2016 (veh/h)
 Dati comune febbraio 2018 (veh/h)
 Dati comune marzo 2018 (veh/h)

Figura 10: rilievi di traffico: N04, N07: Piazza Verdi - T.d. Ravel - Fiume - de Amicis

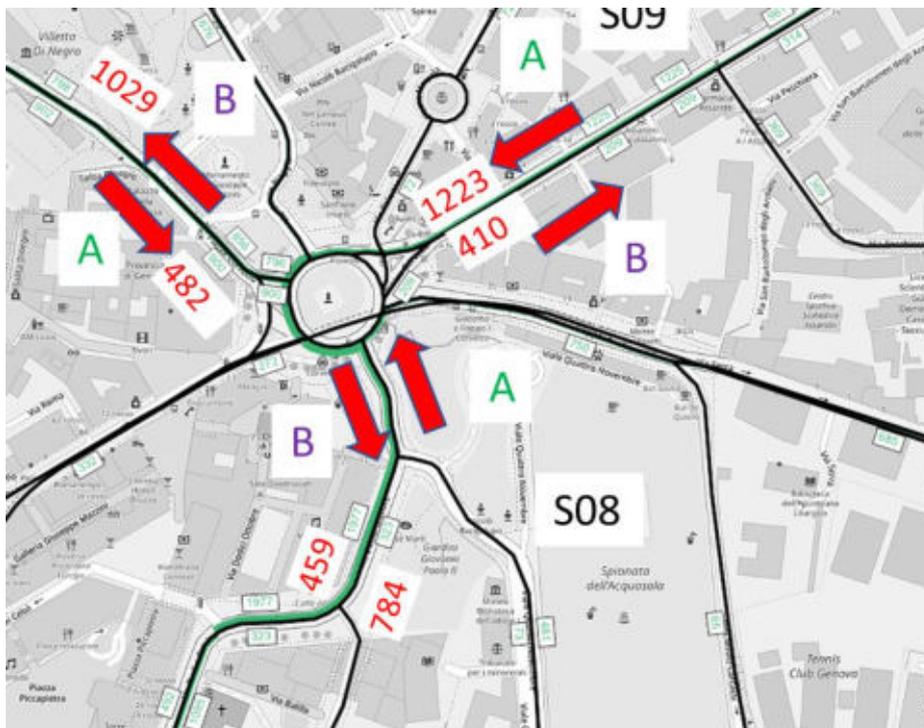


Figura 11: rilievi di traffico: N05: Piazza Corvetto

NOME DOCUMENTO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
E21D	02 D Z1	RG	TS000X 001	D	24 di 135

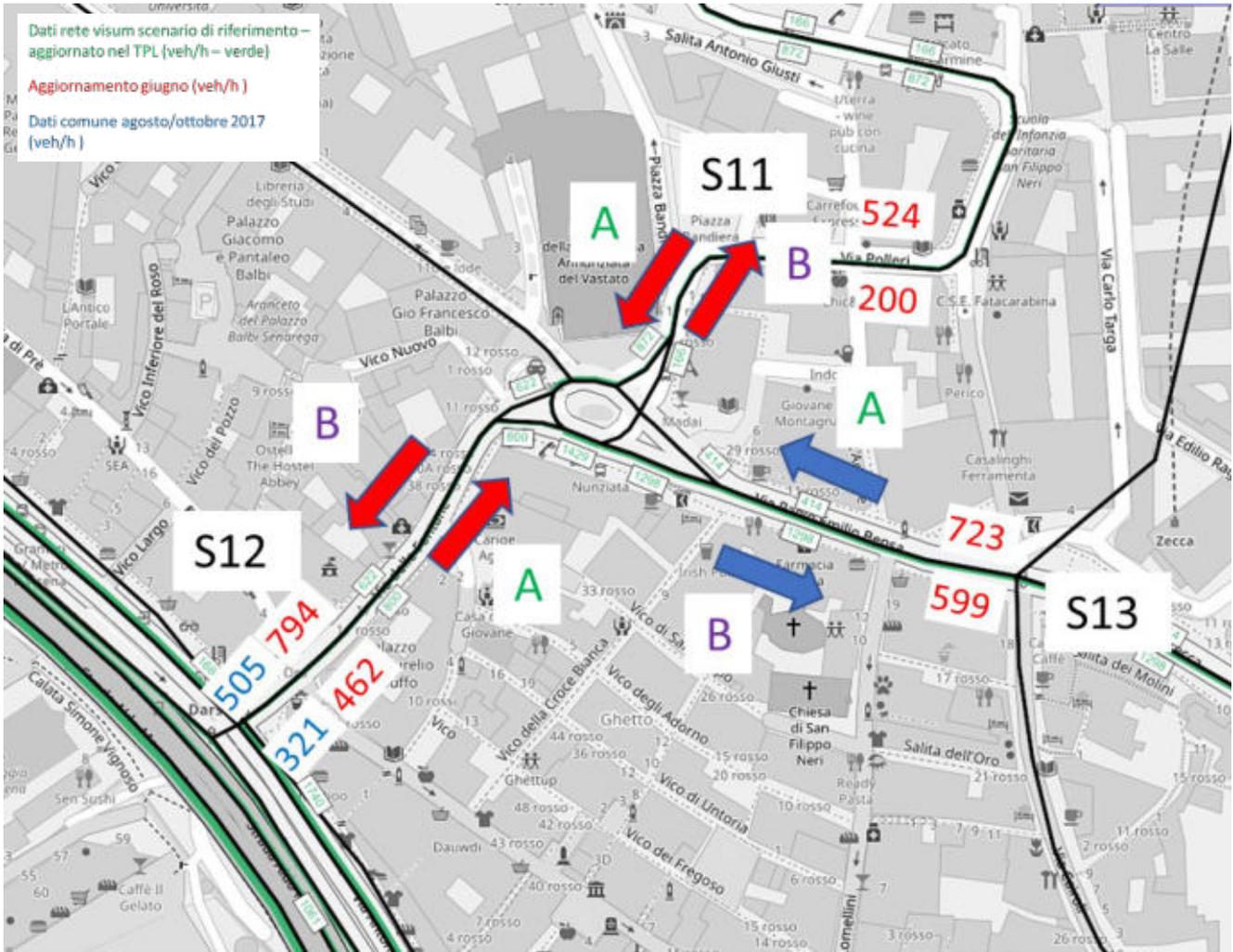


Figura 12: rilievi di traffico: N06: Piazza Nunziata

	PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)					
NOME DOCUMENTO	COMMESSA E21D	LOTTO 02 D Z1	CODIFICA RG	DOCUMENTO TS000X 001	REV. D	FOGLIO 25 di 135

6. MODELLO DI MICROSIMULAZIONE

VISSIM è un modello di simulazione microscopica della circolazione stradale. L'interazione microscopica tra il modello di domanda di trasporto e quello di offerta viene implementata tenendo conto delle differenti caratteristiche riguardanti la geometria degli archi stradali, delle corsie, la composizione del traffico veicolare, la regolazione delle precedenza agli incroci e delle fasi semaforiche, le prestazioni dei veicoli e le attitudini psico-fisiche dei conducenti.

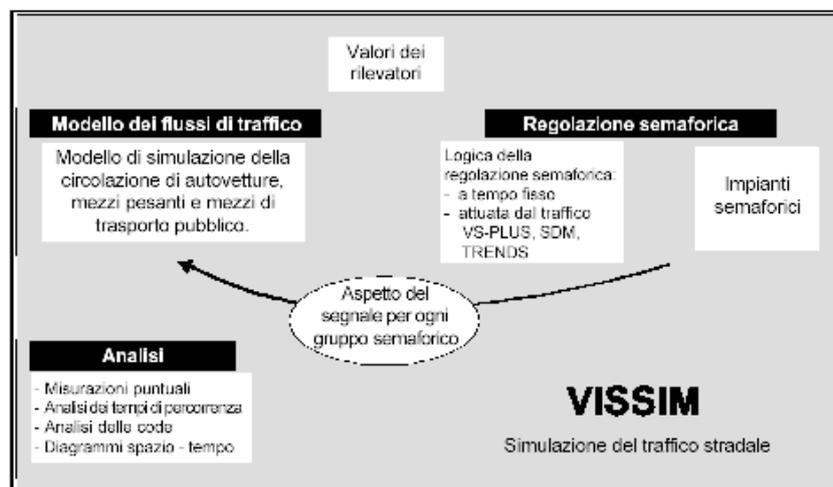


Figura 13: Architettura del modello VISSIM

I risultati della simulazione sono: in tempo reale - l'animazione della circolazione a video, e offline - i listati di un gran numero di parametri e indicatori che consentono di implementare metodi quantitativi di analisi per il calcolo dei livelli di servizio di archi nodi, come ad esempio: i tempi di viaggio, di tempi di attesa, di tempi di ritardo, lunghezza delle code, velocità, portate, densità ecc.

Il modello dei flussi di traffico consente l'implementazione di modelli a flusso ininterrotto, la modellazione dei veicoli su una stessa traiettoria, la simulazione del cambiamento di corsia e le logiche di regolazione semaforica (VS-PLUS (1993), SDM (BOTTGER, 1989) e VAP).

La qualità del modello dei flussi di traffico, che descrive il movimento dei veicoli nella rete, è essenziale per la qualità del modello di simulazione stesso. Contrariamente a modelli più semplici che ipotizzano delle velocità più o meno costanti e dei processi di successione dei veicoli di tipo deterministico, VISSIM impiega il modello di percezione psicofisica di WIEDEMANN.

	PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)					
NOME DOCUMENTO	COMMESSA E21D	LOTTO 02 D Z1	CODIFICA RG	DOCUMENTO TS000X 001	REV. D	FOGLIO 26 di 135

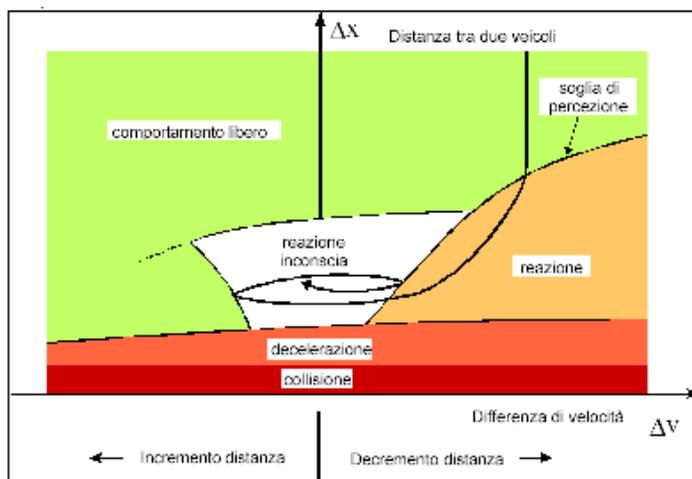


Figura 14: Modello di successione dei veicoli secondo WIEDEMANN

L'idea di base del modello sottostà alla nozione che il conducente di un veicolo più rapido comincia a rallentare nel momento in cui egli tocca la sua soglia individuale di percezione. Dal momento che non sa stimare in maniera esatta la velocità del veicolo che lo precede, la velocità del suo veicolo diminuisce al di sotto di questa, e ciò ha per conseguenza un'accelerazione dopo il superamento della sua soglia di percezione. Ne risulta una successione di lievi azioni di accelerazione e decelerazione.

Delle funzioni di distribuzione, riguardanti le velocità e il distanziamento tra i veicoli, permettono di tener conto del comportamento distinto di differenti conducenti.

Infine in VISSIM la simulazione del comportamento di un conducente, su una carreggiata a più corsie, non tiene solamente conto dei due veicoli che lo precedono ma anche dei veicoli posti sulle corsie vicine.

Ogni conducente è assegnato, con i parametri che descrivono il suo comportamento, ad un veicolo preciso. Il comportamento del conducente si trova quindi in accordo con le prestazioni tecniche del veicolo. Le caratteristiche che determinano l'unità conducente - veicolo possono essere classificate in tre categorie:

- Specifiche tecniche del veicolo:
 - i. lunghezza del veicolo;
 - ii. velocità massima;
 - iii. accelerazione;
 - iv. posizione istantanea del veicolo nella rete;

	PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)					
NOME DOCUMENTO	COMMESSA E21D	LOTTO 02 D Z1	CODIFICA RG	DOCUMENTO TS000X 001	REV. D	FOGLIO 27 di 135

v. velocità e accelerazione istantanea del veicolo.

- Comportamento dell'unità conducente – veicolo:
 - i. limiti psicofisici di percezione del conducente (capacità di stima, percezione della sicurezza, disposizione ad assumere dei rischi);
 - ii. memoria del conducente;
 - iii. accelerazione in funzione della velocità corrente in rapporto alla velocità desiderata.
- Interazione tra più unità conducente – veicolo:
 - i. rapporti fra un determinato veicolo e i veicoli che lo precedono e che lo seguono nella stessa corsia e nelle corsie vicine;
 - ii. informazioni riguardanti l'arco di strada utilizzato.

6.1 Modello di microsimulazione: i nodi critici simulati

La SA e i progettisti hanno individuato i nodi e l'insieme di intersezioni complesse che possono presentare criticità dal punto di vista trasportistico, oltre che geometrico-dimensionale, al fine di sviluppare le verifiche funzionali delle soluzioni previste dal PFTE e delle eventuali proposte migliorative.

I nodi individuati non rappresentano mai singole intersezioni semplici ma si estendono su ampie porzioni di rete, definendo veri e propri macronodi. Si rimanda al paragrafo 7 per la completa descrizione delle aree studio implementate, oltre alla sintesi degli indicatori di prestazione funzionale stimata dai modelli di microsimulazione. Di seguito si elencano i macronodi oggetto di analisi.

- **Macronodo A-B: Stazione FS Brignole - Piazza Giusti – Corso Sardegna, Tolemaide, Archimede, Canevari, Ponte Castelfidardo, Montegrappa:** comprende la zona circostante la stazione FS di Brignole, estendosi su di un'area studio molto ampia a partire dalla direttrice di via de Amicis (nord-ovest) per estendersi in senso anti-orario alle direttrici di via XX settembre, via Brigata Liguria, viale Emanuele Filiberto Duca D'Aosta, corso B. Aires, via Tolemaide, via Invrea, via Archimede e via Canevari.
- **Nodo C: Piazza Corvetto:** comprende la zona circostante Piazza Corvetto, estendosi su di un'area studio più ampia, per la necessità di implementare gli effetti di mutua interazione delle intersezioni.

	PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)					
NOME DOCUMENTO	COMMESSA E21D	LOTTO 02 D Z1	CODIFICA RG	DOCUMENTO TS000X 001	REV. D	FOGLIO 28 di 135

- Nodo D: Piazza della Nunziata – via Gramsci – via Fontane:** si sviluppa su di un'area di studio che si estende da via Gramsci (direzione nord e sud) fino a Piazza Caricamento per proseguire fino via delle Fontane, piazza Nunziata, via Bensa e via Polleri. La necessità di estendere il modello di simulazione fino a piazza Caricamento è dovuta al fatto che al traffico privato non è consentita la svolta a sinistra, da via Gramsci Nord verso sia delle Fontane, di conseguenza per poter accedervi i veicoli devono transitare da piazza Caricamento, ritornare su via Gramsci e svoltare a destra su via delle Fontane.
- Nodo E: intersezione Corso Europa – Via Isonzo – Via Timavo:** si estende su di un'area di studio molto ampia che si sviluppa per quasi 2 km lungo Corso Europa, dall'ospedale San Martino a Nord fino all'incrocio con via Carrara, verso sud, includendo il nodo di via Timavo - via Isonzo, idealmente baricentrico rispetto a tale area studio.
- Nodo F: Cavalcavia Corso Europa – Via Carrara:** si estende su di un'area di studio che si sviluppa per quasi 2.5 km lungo Corso Europa, da via Timavo – via Isonzo a Nord/Ponente fino allo svincolo Genova – Nervi (non compreso) verso Sud/Levante, includendo quindi sia il nodo di Via carrara che la corsia di immissione su corso Europa, oggetto di riqualificazione.
- Nodo G: Piazza Tommaseo:** Il nodo di piazza Tommaseo ricomprende un'area di studio che si estende lungo corso B. Aires, includendo le intersezioni con Corso Torino e via Casaregis, per proseguire fino a via Nizza e alla rotatoria Carlo Cereti, via Saluzzo, via Pozzo e via Trebisonda.
- Nodo H: Piazza Montano – Cantore – Via Degola:** si sviluppa su di un'area di studio che si estende lungo via Antonio Cantore dall'incrocio con via La Spezia (levante) fino all'incrocio con via Reti – via Degola, comprendendo quindi piazza Montano e l'incrocio semaforizzato con via Monti. Inoltre, al fine di simulare correttamente le mutue interazione con le intersezioni vicine, si è reso necessario estendere l'area studio anche verso sud, includendo la rotatoria di piazza Vittorio Veneto, via Dondero e via Avio.

Partendo dal modello strategico di macrosimulazione sono quindi stati estratti i sottomodelli relativi alle aree di studio rappresentative dei nodi critici. Per ciascuno di questi ambiti stati poi implementati i modelli di microsimulazione comprensivi dei sottomodelli di domanda e di offerta, opportunamente aggiornati e dettagliati in funzione della scala di rappresentazione microscopica.

In aggiunta ai nodi critici già individuati sono stati richiesti approfondimenti sui seguenti nodi e porzioni di rete:

- Nodo I1: intersezione via Bobbio – via Montaldo:** la simulazione trasportistica è stata sviluppata con riferimento alla soluzione progettuale proposta dalla stazione appaltante che prevede la ricollocazione delle fermate del TPL al centro della Carreggiata di via Bobbio;

	PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)												
NOME DOCUMENTO	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>E21D</td> <td>02 D Z1</td> <td>RG</td> <td>TS000X 001</td> <td>D</td> <td>29 di 135</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	E21D	02 D Z1	RG	TS000X 001	D	29 di 135
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
E21D	02 D Z1	RG	TS000X 001	D	29 di 135								

- **Nodo L: Piazza Galileo Ferraris:** la SA appaltante di concerto con i progettisti ha evidenziato la necessita di ridefinire il layout della piazza in relazione ad una razionalizzazione degli accessi-recessi del TPL, dei frontisti e dei parcheggi. La simulazione trasportistica del PFTE ha infatti evidenziato la necessita di riprogettare tale area implementando un layout definitivo che consenta la realizzazione di una banchina atta ad ospitare tutte le fermate ed i capolinea previsti;
- **Nodo I3; intersezione via Canevari – Montegrappa – Ponte Castelfidardo:** la simulazione è ricompresa nel macro Nodo A-B;
- **Nodo I4: Ambito/Zona via Emilia – Via Piacenza:** per questo ambito territoriale che si estende dalla rotatoria a nord tra via Molassana e via Emilia fino all’incrocio via Emilia – via Piacenza è stato chiesto di sviluppare le soluzioni progettuali alternative che consentano di estendere il tratto delle corsie preferenziale e ridurre le tratte in promiscuo. Le soluzioni studiate sono realizzabili solo a fronte dell’eliminazione di ingenti porzioni di aree sosta e riconfigurazioni molto impattanti degli spazi pedonali e dell’accessibilità all’area (cfr relazione generale di progetto). Sono state anche sviluppate soluzioni che prevedono il riassetto della viabilità interna all’ambito via Emilia – via Piacenza, riorganizzando i sensi di percorrenza al fine di “ostacolare” il traffico di attraversamento. Gli interventi ipotizzati di riassetto interno della viabilità, agendo su archi e nodi, sembrano non assicurare miglioramenti funzionali bensì evidenziano il rischio di un peggioramento dei tempi di ritardo e quindi dei livelli di servizio. Si rimanda al paragrafo 8 per gli approfondimenti trasportistici.
- **Nodo Largo Jursè:** in questa intersezione, oggetto di analisi integrativa, si articolano molteplici correnti veicolari con sovrapposizioni di linee di trasporto pubblico e trasporto privato, in un contesto di particolare complessità geometrico e funzionale. Si è reso quindi necessario verificare, mediante modello di microsimulazione, la soluzione del PFTE e proporre una soluzione alternativa, ottimizzata, in grado di garantire tempi di ritardo e accodamenti più contenuti. Si veda paragrafo 9 contenente le analisi integrative.

6.2 Implementazione modello di domanda

Come evidenziato nella nota metodologica, i modelli di microsimulazione dei nodi sono stati sviluppati partendo dal modello a scala macro tramite la definizione di un “sub-area model” rappresentativo delle aree di studio, oggetto di specifica analisi. La procedura, prevista dalle routine e dal tool di dialogo tra il software Visum (macrosimulatore) e Vissim (microsimulatore), ha permesso di importare nel modello anche la domanda di trasporto relativa, comprensiva di tutti gli itinerari assegnati, per modo di trasporto e dei valori di traffico.

	PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)												
NOME DOCUMENTO	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>E21D</td> <td>02 D Z1</td> <td>RG</td> <td>TS000X 001</td> <td>D</td> <td>30 di 135</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	E21D	02 D Z1	RG	TS000X 001	D	30 di 135
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
E21D	02 D Z1	RG	TS000X 001	D	30 di 135								

Analizzando i risultati per tutti i nodi, di concerto con la SA, sono emerse delle incongruenze, insite, come già evidenziato, nella struttura del modello strategico. Le analisi di traffico integrative sono servite proprio per verificare e quindi aggiornare, laddove necessario, tali incongruenze.

Nello specifico si è osservato che il modello di simulazione ha stimato un carico veicolare, su via T. d. Ravel di quasi 1700 vei/h a fronte di un valore rilevato di 411 vei/h. Il valore modellistico è stato ritenuto incongruo, non solo in relazione alla capacità dell'arco ma anche in relazione all'esperienza diretta dei tecnici. In Figura 15 si riporta il confronto tra il flusso simulato dal modello e quello rilevato, sovrapposto alla composizione di flusso (tratto in nero) su via T. d. Ravel che permette di capire l'albero delle distribuzioni dei flussi in transito sulla via. Utilizzando la composizione di flusso del modello si è quindi rimodulato, nel modello di microsimulazione, il valore d'arco riferendolo al valore rilevato, incrementato del 19%, per tener conto della stagionalità (stimata in incremento del 16% da primavera a inverno) e dell'incremento complessivo della mobilità media (stimata del 3% nel PUMS).

NOME DOCUMENTO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
E21D	02 D Z1	RG	TS000X 001	D	31 di 135

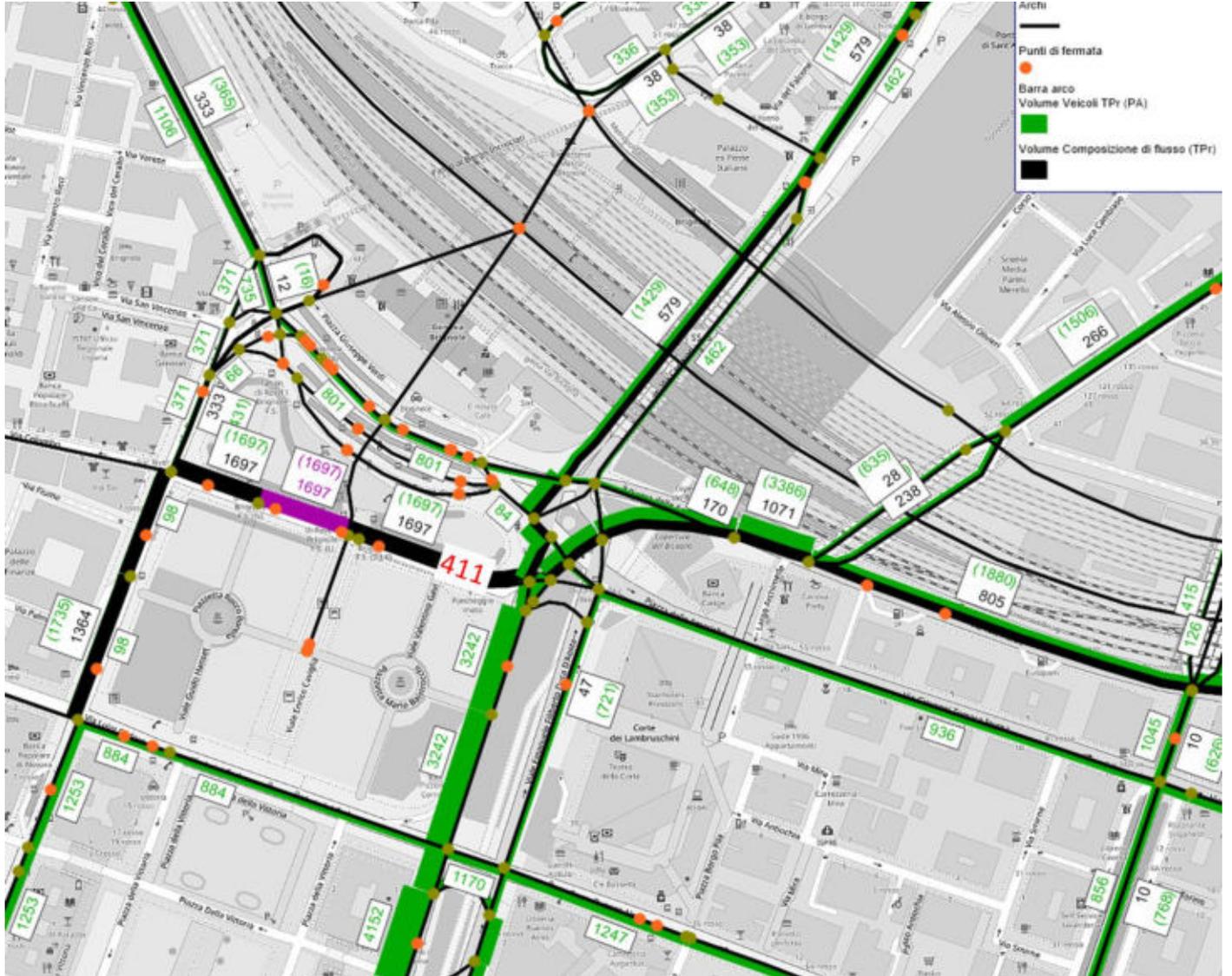


Figura 15: confronto flusso simulato vs valore rilevato su via T.d Ravel - composizione di flusso

Sempre da confronto tra flussi simulati e rilevati si è osservato un ribaltamento del valore dei veicoli in transito su via Canevari e Corso Galliera verso Brignole. Come evidenziato in Figura 16 (circolo blu) il valore complessivo dei flussi sulle due strade è sostanzialmente invariato a conferma della buona rappresentatività a larga scala del modello, mentre il valore sugli archi è invertito: maggior flusso su via Canevari rispetto via Galliera. Anche in questo caso si è provveduto quindi ad intervenire sul modello di microsimulazione modificando il modulo dei flussi generati.

NOME DOCUMENTO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
E21D	02 D Z1	RG	TS000X 001	D	32 di 135

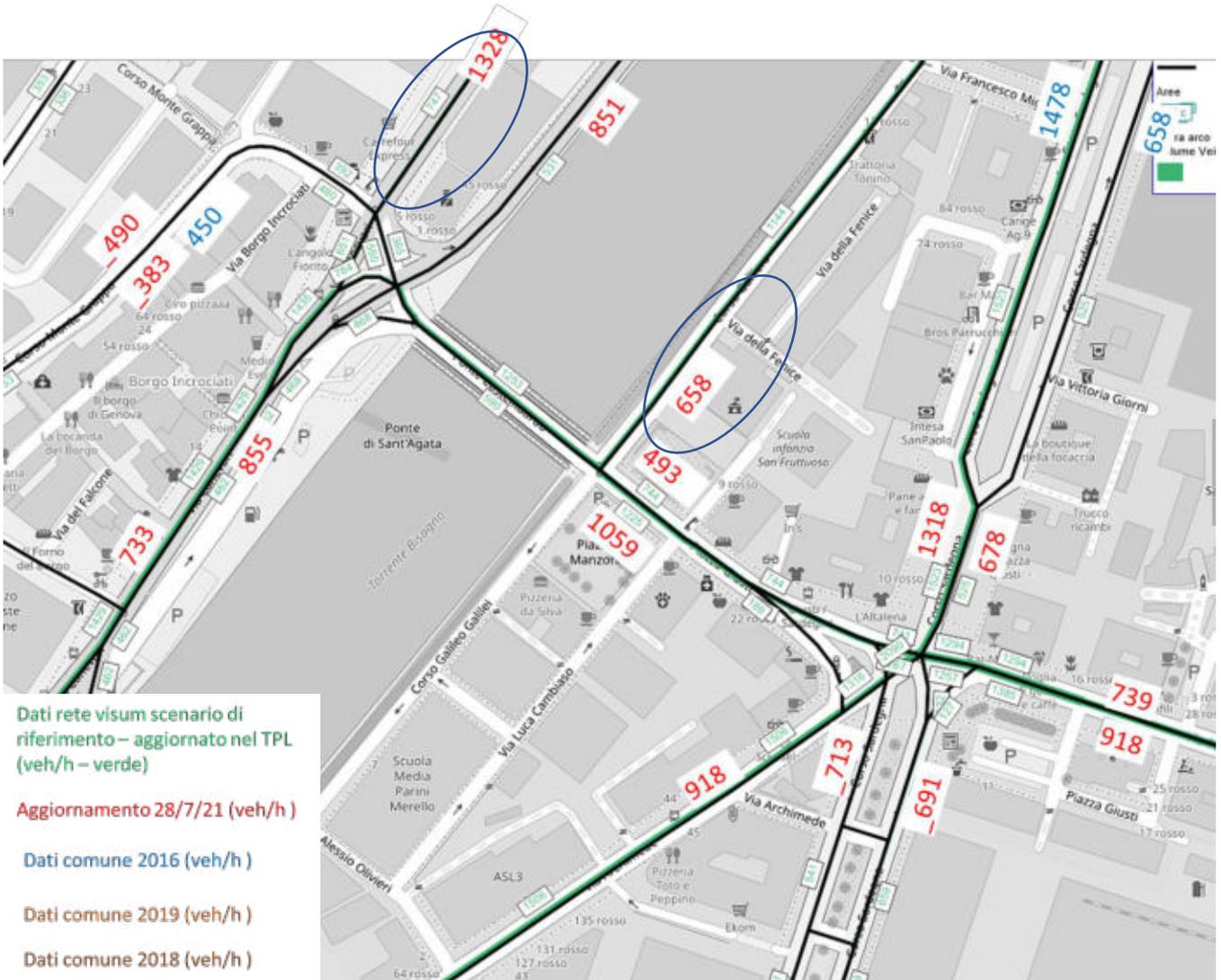


Figura 16: confronto flusso simulato vs valore rilevato su via Canevari – Corso Galliera

Per quanto attiene i flussi rilevati su piazza Corvetto si segnala l'inversione dei valori su via XII ottobre (Figura 17 circolo blu). Il valore di 1977 veicoli in direzione sud, ritenuto incongruo, stato riportato al valore della direzione opposta incrementato del 19% per effetto della stagionalità e incremento medio della domanda di mobilità.

	PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)												
NOME DOCUMENTO	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>E21D</td> <td>02 D Z1</td> <td>RG</td> <td>TS00X 001</td> <td>D</td> <td>33 di 135</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	E21D	02 D Z1	RG	TS00X 001	D	33 di 135
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
E21D	02 D Z1	RG	TS00X 001	D	33 di 135								

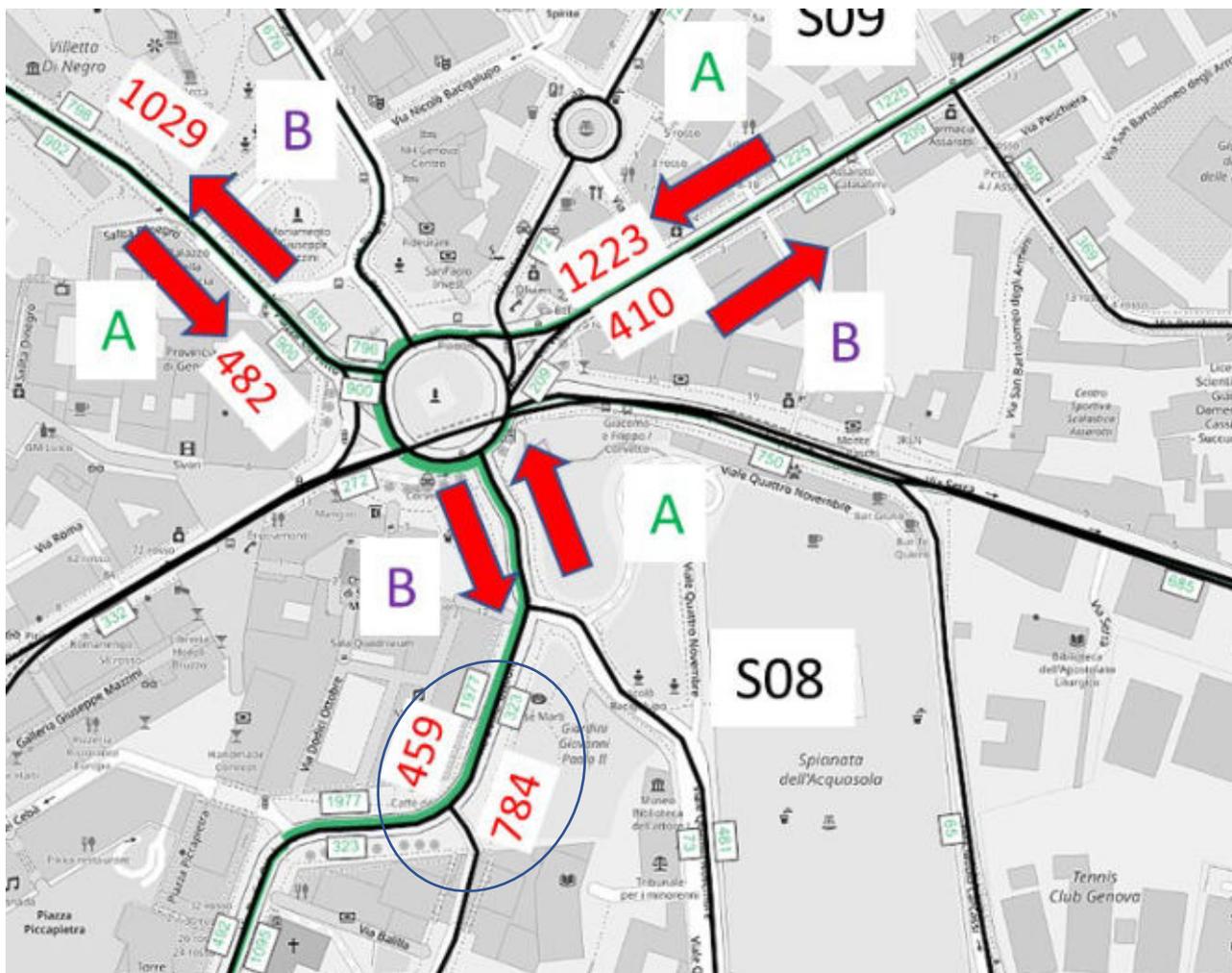


Figura 17: confronto flusso simulato vs Piazza Corvetto

Infine, su piazza della Nunziata, si è riscontrato un valore incongruo, su via Bensa direzione Levante, ovvero 1298 vei/h simulati contro i 599 vei/h misurati (Figura 18 circolo blu). Il valore è stato quindi rimodulato al valore misurato, previo incrementato del 19%, per effetto della stagionalità e incremento medio della domanda di mobilità.

NOOME DOCUMENTO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
E21D	02 D Z1	RG	TS000X 001	D	34 di 135

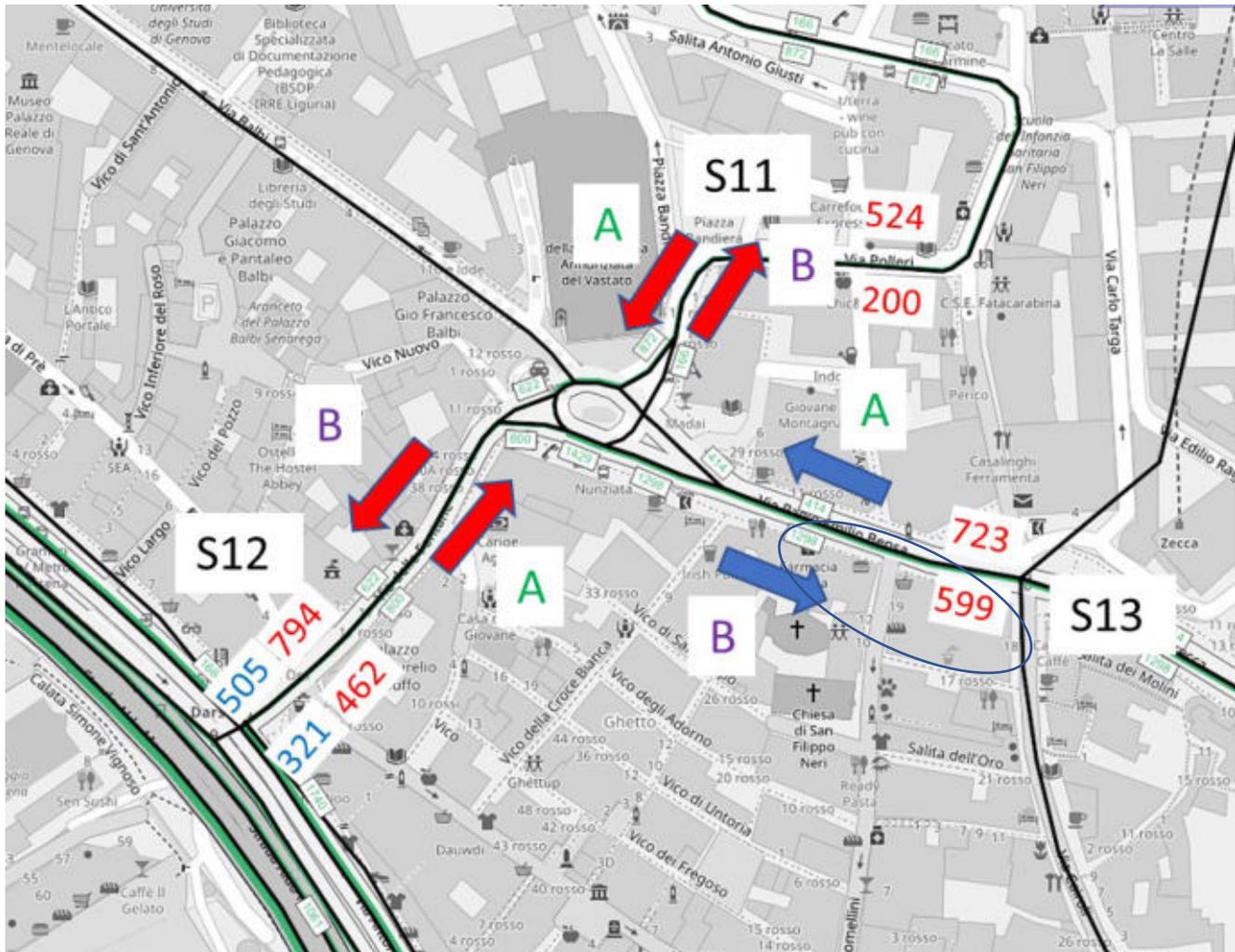


Figura 18: confronto flusso simulato vs valore rilevato piazza Nunziata

6.3 Implementazione modello di offerta

La rete di trasporto viene modellata in VISSIM tramite la definizione di archi e connessioni. Ciascun arco è caratterizzato rispetto alla sua classificazione funzionale (arco autostradale, extraurbano, urbano o rampa di immissione), con il numero e la larghezza delle corsie e l'eventuale pendenza longitudinale con conseguente comportamento di guida da parte dell'utenza. Ciascuna connessione tra diversi archi viene caratterizzata stabilendo le regole di precedenza ed eventualmente di scambio tra diverse corsie.

Una rete di trasporto in VISSIM viene implementata attraverso l'inserimento di dati statici, che restano immutati durante la simulazione, e dati dinamici.

	PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)												
NOME DOCUMENTO	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>E21D</td> <td>02 D Z1</td> <td>RG</td> <td>TS000X 001</td> <td>D</td> <td>35 di 135</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	E21D	02 D Z1	RG	TS000X 001	D	35 di 135
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
E21D	02 D Z1	RG	TS000X 001	D	35 di 135								

I dati statici rappresentano l'infrastruttura stradale e sono:

- gli archi, caratterizzati da una o più corsie e definiti dal loro punto d'inizio, di fine ed eventuali punti intermedi;
- le connessioni fra archi, necessarie per la modellazione delle possibilità di cambio di direzione (manovre di svolta agli incroci) e per le rampe di immissione e uscita dall'autostrada;
- Le intersezioni stradali con diritto di precedenza;
- Le intersezioni stradali semaforizzati (tempi e fasi semaforiche, lanterne, sistemi di attuazione del traffico).

I dati dinamici sono:

- i flussi veicolari e la suddivisione percentuale delle classi veicolari;
- la scelta di direzione;
- la scelta di itinerario;
- le regole di precedenza, con l'indicazione della loro posizione, del valore relativo alle interdistanze e agli intervalli di tempo minimi fra veicoli;
- i segnali di Stop, con l'indicazione del loro posizionamento;
- Le intersezioni semaforizzate attuate dal traffico

Gli impianti semaforici possono essere implementati in Vissim utilizzando la regolazione a ciclo fisso e a ciclo a variabile attuata dal traffico. Attraverso il modulo opzionale VAP (Vehicle Actuated Programming), Vissim consente di modellizzare e definire logiche di regolazione semaforica mediante l'uso di regolatori esterni. Tale modulo risulta particolarmente importante nel caso di regolazione semaforica attuata dal traffico e in regime di priorità del trasporto pubblico.

Nello specifico del modello Vissim di questo studio sono state implementate le logiche VAP attuate dal traffico urbano.

Per la rappresentazione topologica di dettaglio dei modelli si rimanda ai paragrafi relativi alle analisi funzionali.

	PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)												
NOME DOCUMENTO	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>E21D</td> <td>02 D Z1</td> <td>RG</td> <td>TS000X 001</td> <td>D</td> <td>36 di 135</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	E21D	02 D Z1	RG	TS000X 001	D	36 di 135
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
E21D	02 D Z1	RG	TS000X 001	D	36 di 135								

7. ANALISI FUNZIONALI DELLE SOLUZIONI DI PROGETTO

Gli output prodotti dalle microsimulazioni sono stati rielaborati in funzione delle diverse tipologie delle infrastrutture di progetto:

- Intersezioni non semaforizzate;
- Intersezioni a rotatoria;
- Intersezioni semaforizzate

Sulla base di questi dati di output sono stati stimati gli indicatori di prestazione funzionale per il calcolo dei livelli di servizio nei vari scenari applicando la metodologia HCM che si basa sul calcolo del tempo di ritardo medio di controllo. Il calcolo viene eseguito per ciascuna corrente veicolare, afferente al nodo, e ne viene successivamente determinata la media pesata, rispetto ai flussi veicolali, così da ottenere un ritardo medio rappresentativo dell'attestazione nel suo complesso.

Approssimando la media pesata dei ritardi medi di controllo di ciascuna attestazione alla media del tempo di attesa all'attestazione, si calcola il Livello di Servizio con riferimento agli intervalli definiti dall'Highway Capacity Manual 2000 (Tabella 5 e Tabella 6). **La procedura di calcolo è sviluppata secondo la metodologia HCM utilizzando i risultati di output della microsimulazione VISSIM.**

Livello di Servizio	Tempo di ritardo medio (sec/vei)
A	≤ 10 sec/vei
B	10 – 20 sec/vei
C	20 - 35 sec/vei
D	35 - 55 sec/vei
E	55 – 80 sec/vei
F	≥ 80 sec/vei

Tabella 5 Livelli di servizio delle intersezioni semaforizzate (HCM 2000)

	PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)												
NOME DOCUMENTO	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>E21D</td> <td>02 D Z1</td> <td>RG</td> <td>TS000X 001</td> <td>D</td> <td>37 di 135</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	E21D	02 D Z1	RG	TS000X 001	D	37 di 135
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
E21D	02 D Z1	RG	TS000X 001	D	37 di 135								

Livello di Servizio	Tempo di ritardo medio (sec/vei)
A	≤ 10 sec/vei
B	10 – 15 sec/vei
C	15 - 25 sec/vei
D	25 - 35 sec/vei
E	35 – 50 sec/vei
F	≥ 50 sec/vei

Tabella 6 Livelli di servizio delle intersezioni non semaforizzate e rotatorie (HCM 2000)

Il livello di servizio A corrisponde alle condizioni di minor ritardo e massima fluidità della circolazione, mentre il livello F evidenzia la massima criticità dell'incrocio, corrispondente a ritardi e accodamenti che possono portare al blocco dell'intersezione e indurre comportamenti lesivi della sicurezza stradale. Nelle ore di punta generalmente si considerano accettabili livelli di servizio complessivi del nodo pari a D/E.

Per ciascuna intersezione del sistema il modello di microsimulazione ha consentito di stimare

- Ritardo_{med}: tempo di ritardo medio di controllo (sec/vei);
- QLEN_{media}: coda media nell'intervallo di simulazione (metri);
- QLEN_{max}: coda massima nell'intervallo di simulazione (metri).

Nel prosieguo del paragrafo 7 si riportano le tabelle riepilogative delle microsimulazioni, distinte per nodo mentre nell'allegato specifico⁶ vengono riportati nel dettaglio gli indicatori per ciascuna corrente veicolare. Si è provveduto inoltre alla stima delle lunghezze degli accodamenti al fine di verificarne gli effetti e le possibili ripercussioni sulle intersezioni immediatamente prospicienti, in un'ottica di equilibrio dell'intero sistema di intersezioni. Per la stima di tale valore occorre fare un'importante precisazione in relazione al modello di domanda multimodale implementato. Si

⁶ Vedi_ "book con layout ed indicatori di prestazione dei nodi"

	PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)												
NOME DOCUMENTO	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>E21D</td> <td>02 D Z1</td> <td>RG</td> <td>TS000X 001</td> <td>D</td> <td>38 di 135</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	E21D	02 D Z1	RG	TS000X 001	D	38 di 135
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
E21D	02 D Z1	RG	TS000X 001	D	38 di 135								

osserva infatti che i dati di domanda, derivato dal macromodello strategico Visum, fanno riferimento alle seguenti categorie o classi veicolari:

- Veicoli leggeri (VL);
- 2 ruote (2R);
- Mezzi pesanti (MP).

Nel modello di microsimulazione i mezzi a 2 ruote, che in alcuni nodi superano il 35%, sono stati simulati come categoria "car" (autovetture), sebbene di ridotte dimensioni (lunghezza 3.75 m e larghezza 1.85 m). Tale approccio, estremamente cautelativo, poiché non consente ai veicoli a 2 ruote di viaggiare affiancati, è stato adottato con il fine di non incorrere i fenomeni di sottostima dei tempi di ritardo. La stima quindi della lunghezza delle code, media e massima, espressa in metri è da ritenersi estremamente cautelativa e quindi passibile di sovrastima. La valutazione della lunghezza di coda, espressa in veicoli, viene calcolata dividendo la lunghezza in metri per un valore medio tra 6 e 6.5 metri (5 metri di lunghezza media di tutti i veicoli e 1/1.5 metri di distanziamento tra veicoli).

	PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)					
NOME DOCUMENTO	COMMESSA E21D	LOTTO 02 D Z1	CODIFICA RG	DOCUMENTO TS000X 001	REV. D	FOGLIO 39 di 135

7.1 Macronodo A-B: Stazione FS Brignole - Piazza Giusti – Corso Sardegna, Tolemaide, Archimede, Canevari, Ponte Castelfidardo, Montegrappa

Il macronodo in oggetto (Figura 19) comprende la zona circostante la stazione FS di Brignole, estendosi su di un'area studio molto ampia a partire dalla direttrice di via de Amicis (nord-ovest) per estendersi, in senso antiorario, alle direttrici di via XX settembre, via Brigata Liguria, viale Emanuele Filiberto Duca D'Aosta, corso B. Aires, via Tolemaide, via Invrea, via Archimede e via Canevari.



Figura 19: Corografia Macronodo A-B (poligono giallo)

La complessità del sistema e la necessità di implementare gli effetti di mutua interazione delle intersezioni che si articolano nell'area (Figura 20), ha imposto di estendere il modello fino alle

	PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)												
NOME DOCUMENTO	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>E21D</td> <td>02 D Z1</td> <td>RG</td> <td>TS000X 001</td> <td>D</td> <td>40 di 135</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	E21D	02 D Z1	RG	TS000X 001	D	40 di 135
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
E21D	02 D Z1	RG	TS000X 001	D	40 di 135								

intersezioni di piazza Giusti – Corso Sardegna – via Giacometti, e al nodo di via Canevari – ponte Castelfidardo e via Montegrappa.

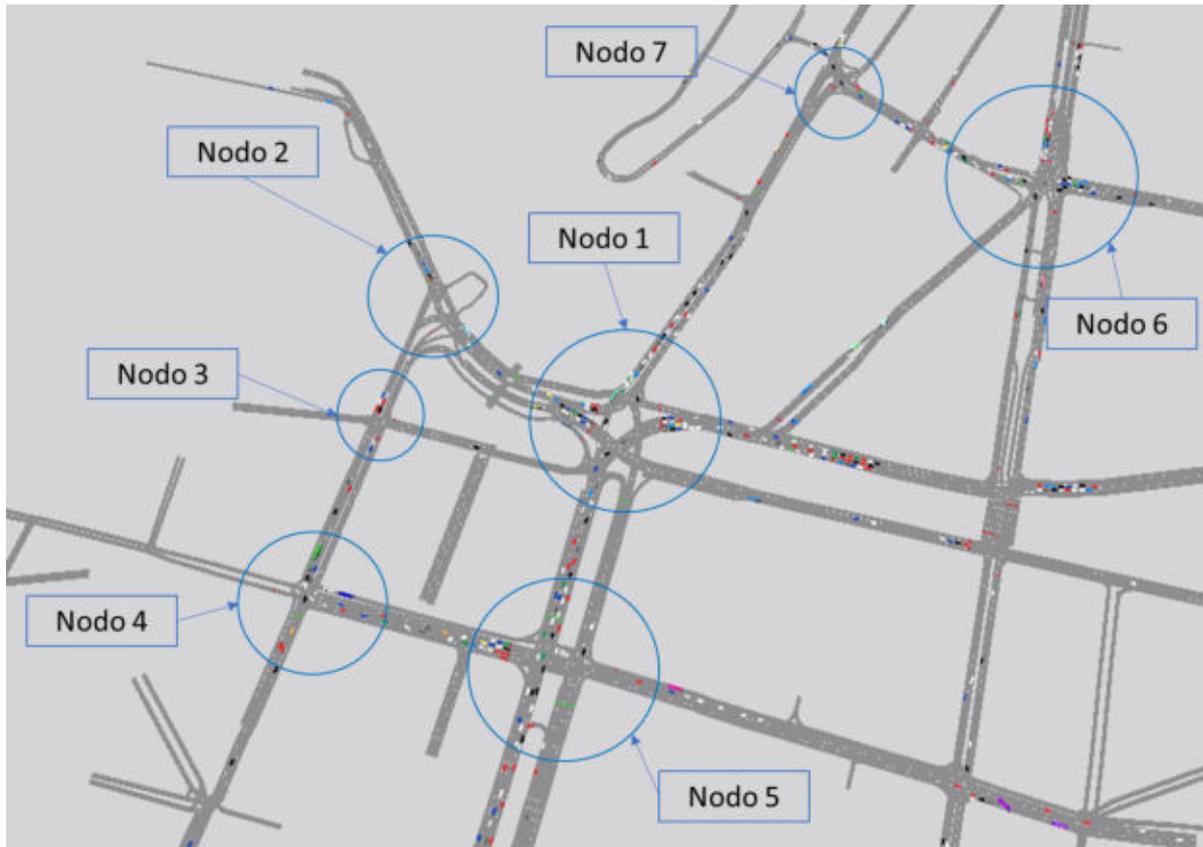


Figura 20: Modello di Microsimulazione Macronodo A-B

Complessivamente il macronodo comprende tutte le intersezioni afferenti l'area studio; particolare attenzione è stata riposta alle seguenti intersezioni semaforizzate:

- Nodo 1: intersezione semaforizzata di piazza delle Americhe (Figura 21);
- Nodo 2: intersezione semaforizzata di Fiume – de Amicis – Verdi (Figura 22);
- Nodo 3: intersezione semaforizzata Thaon de Ravel – Fiume (Figura 23);
- Nodo 4: intersezione sem. XX Settembre - Cadorna - Fiume – Brigata Liguria (Figura 24);
- Nodo 5: intersezione sem Viale Emanuele Filiberto - Corso B.Aires (Figura 25);
- Nodo 6: intersezione sem. piazza Giusti – Corso Sardegna – via Giacometti (Figura 26);
- Nodo 7: intersezione sem. Canevari - Castelfidardo – Montegrappa (Figura 27).



PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)

NOME DOCUMENTO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
E21D	02 D Z1	RG	TS000X 001	D	41 di 135

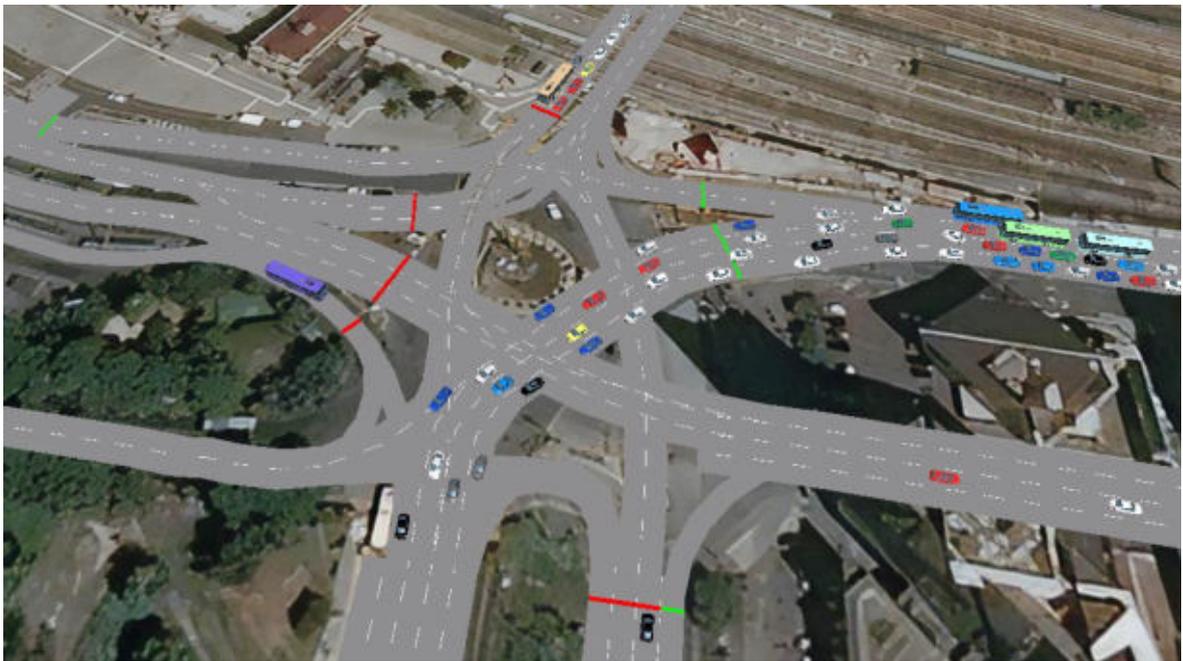
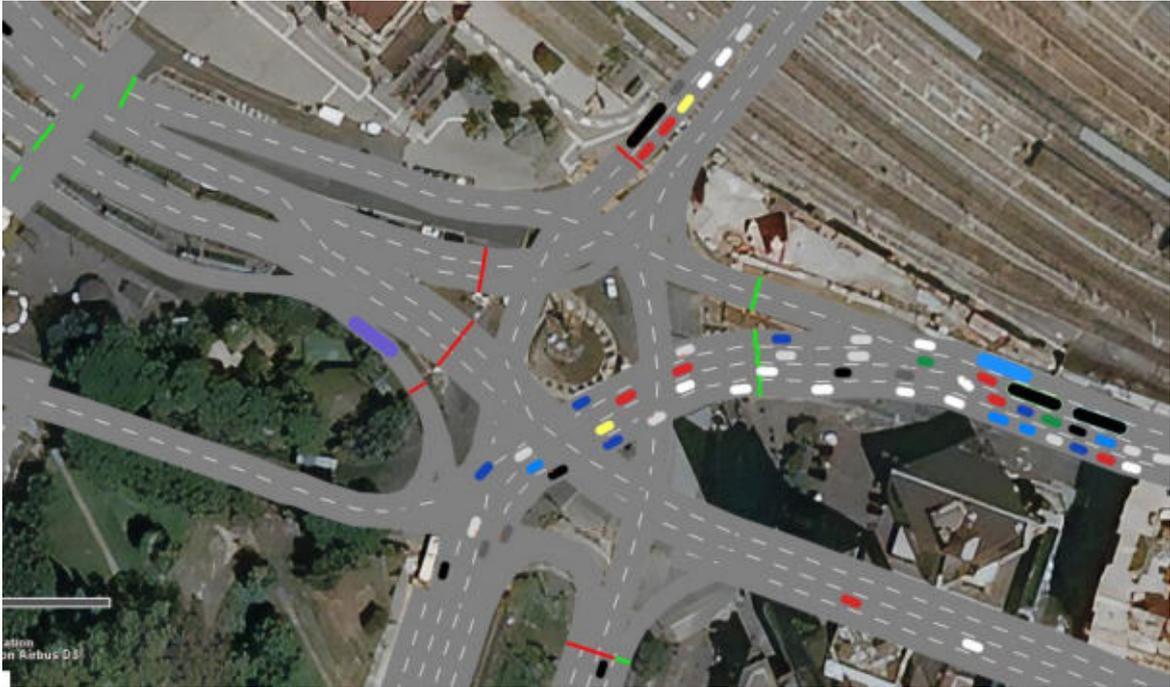


Figura 21: Nodo 1: intersezione semaforizzata di piazza delle Americhe



PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)

NOME DOCUMENTO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
E21D	02 D Z1	RG	TS000X 001	D	42 di 135

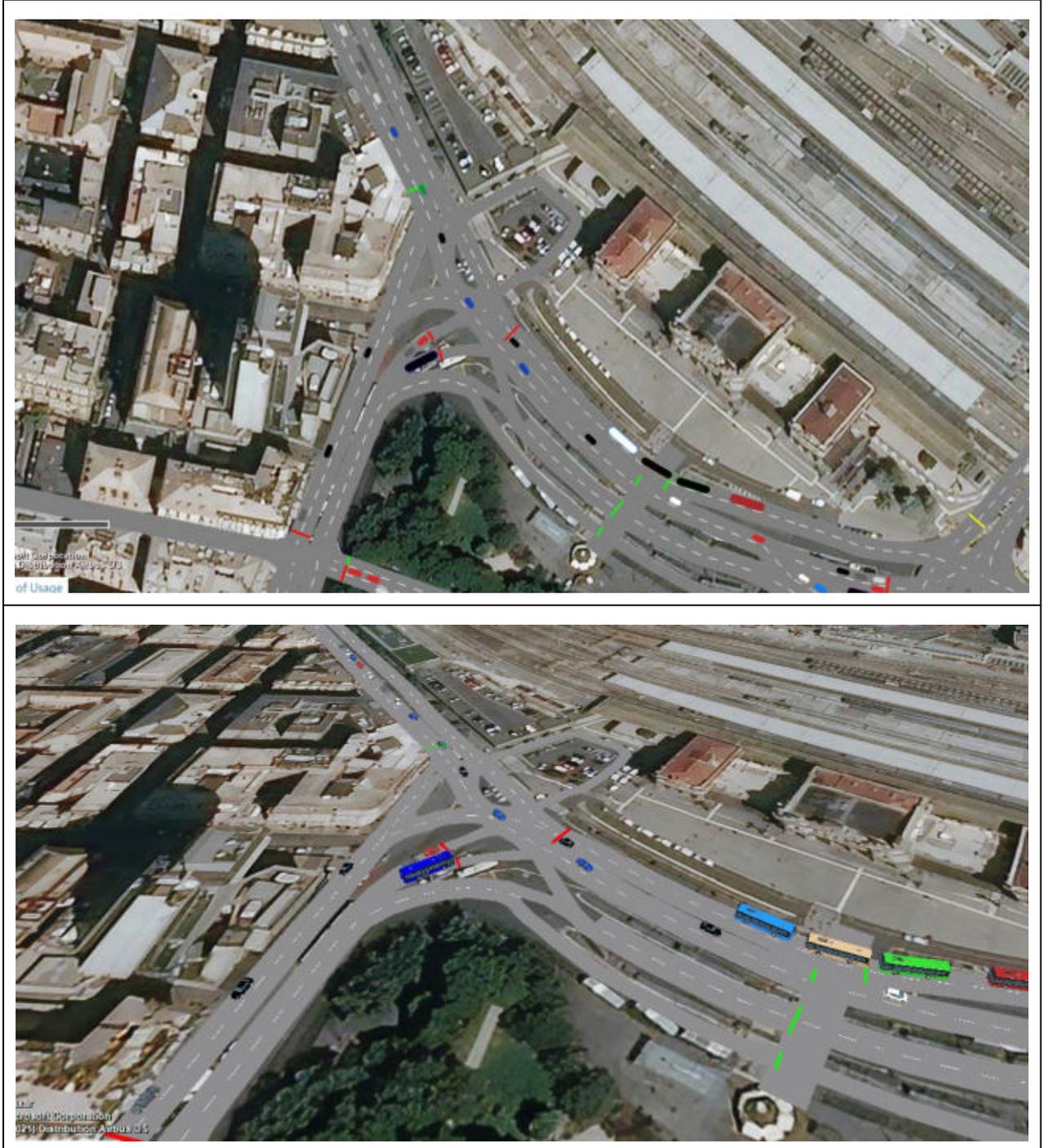


Figura 22: Nodo 2 intersezione semaforizzata di Fiume – de Amicis – Verdi



PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)

NOME DOCUMENTO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
E21D	02 D Z1	RG	TS000X 001	D	43 di 135

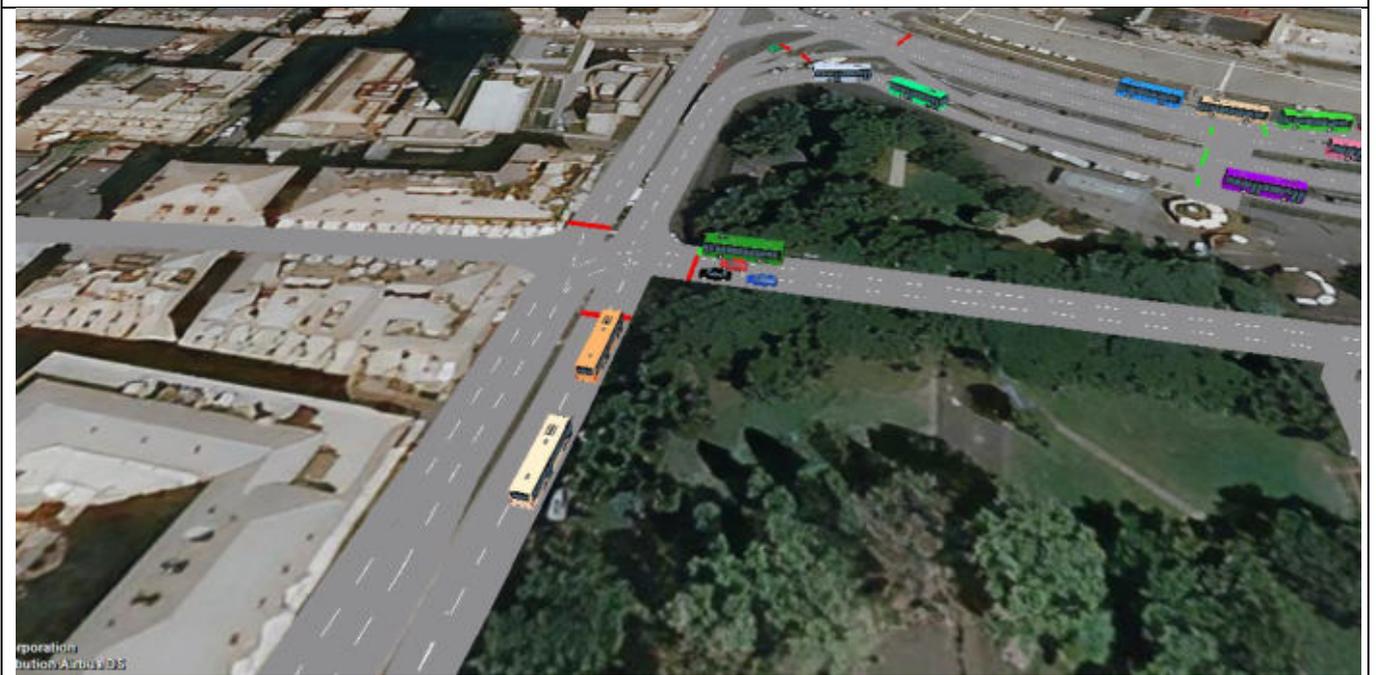
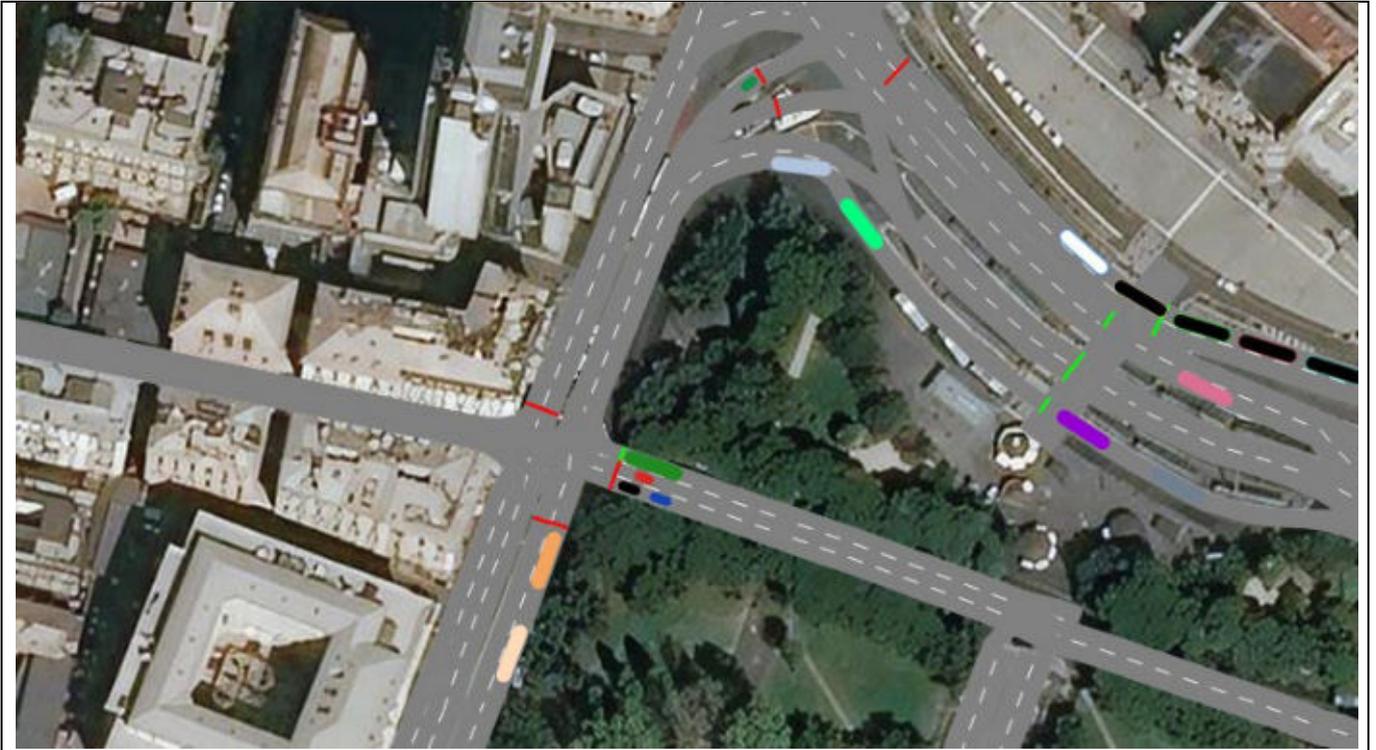


Figura 23: Nodo 3 intersezione semaforizzata Thaon de Ravel – Fiume



PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)

NOME DOCUMENTO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
E21D	02 D Z1	RG	TS000X 001	D	44 di 135

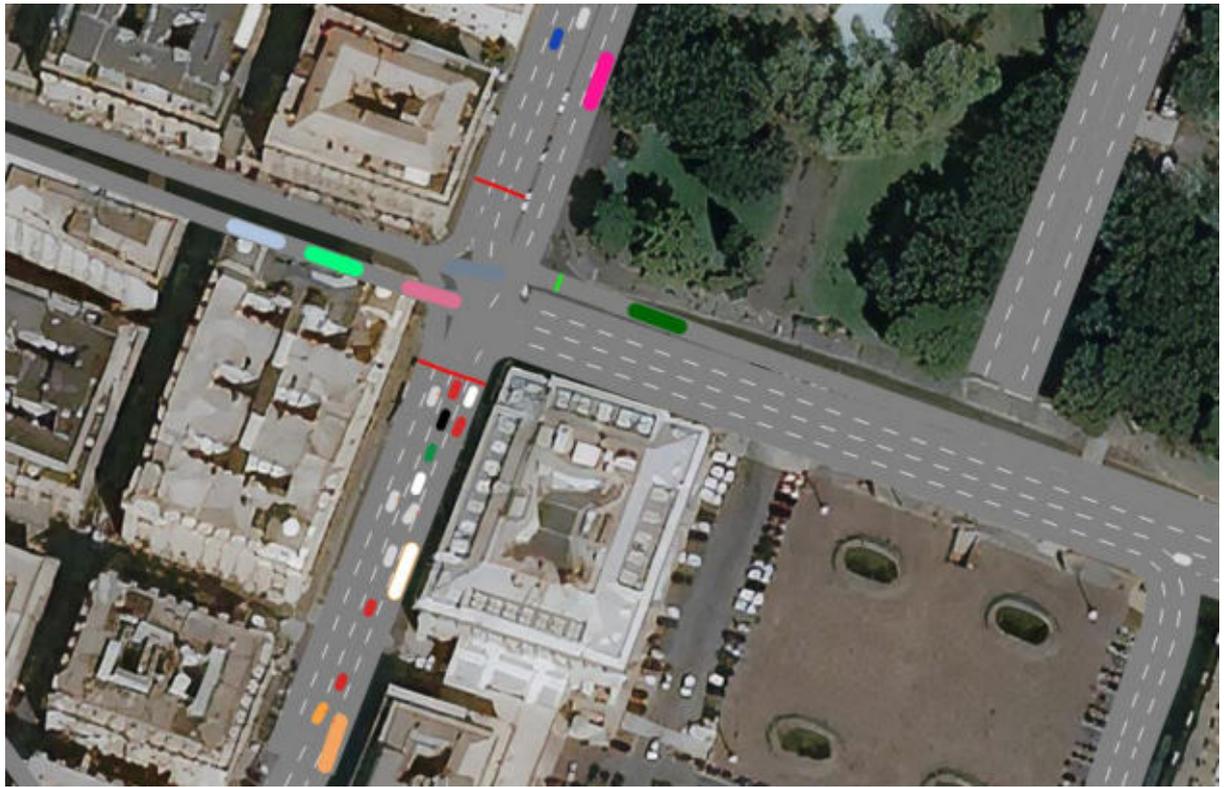


Figura 24: Nodo 4 intersezione semaforizzata XX Settembre - Cadorna - Fiume – Brigata Liguria



PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)

NOME DOCUMENTO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
E21D	02 D Z1	RG	TS000X 001	D	45 di 135

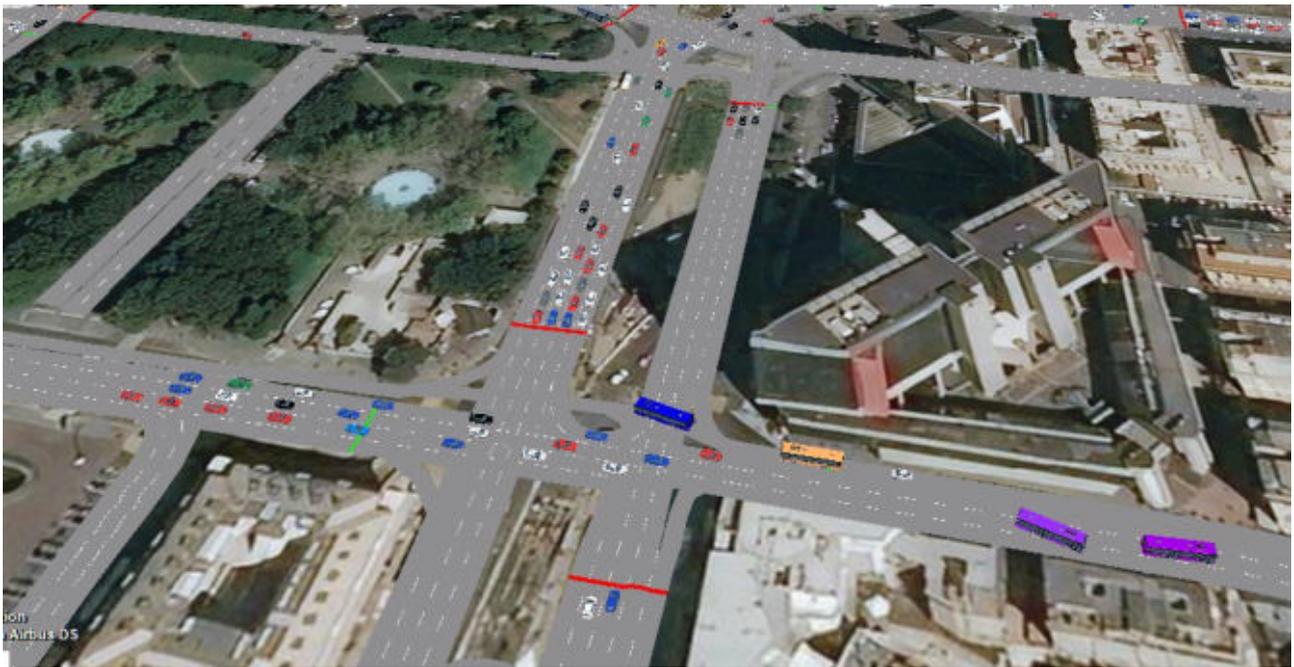
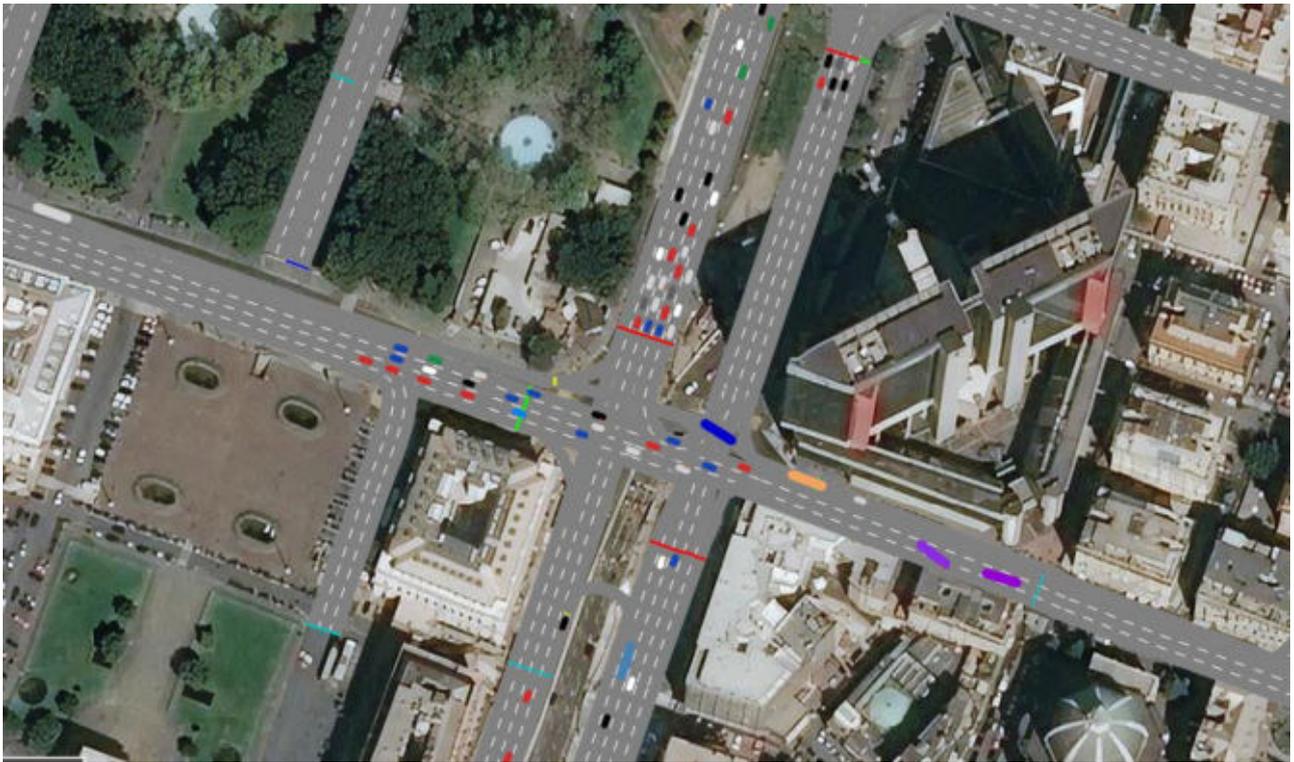


Figura 25: Nodo 5 Viale Emanuele Filiberto - Corso B.Aires



PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)

NOME DOCUMENTO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
E21D	02 D Z1	RG	TS000X 001	D	46 di 135

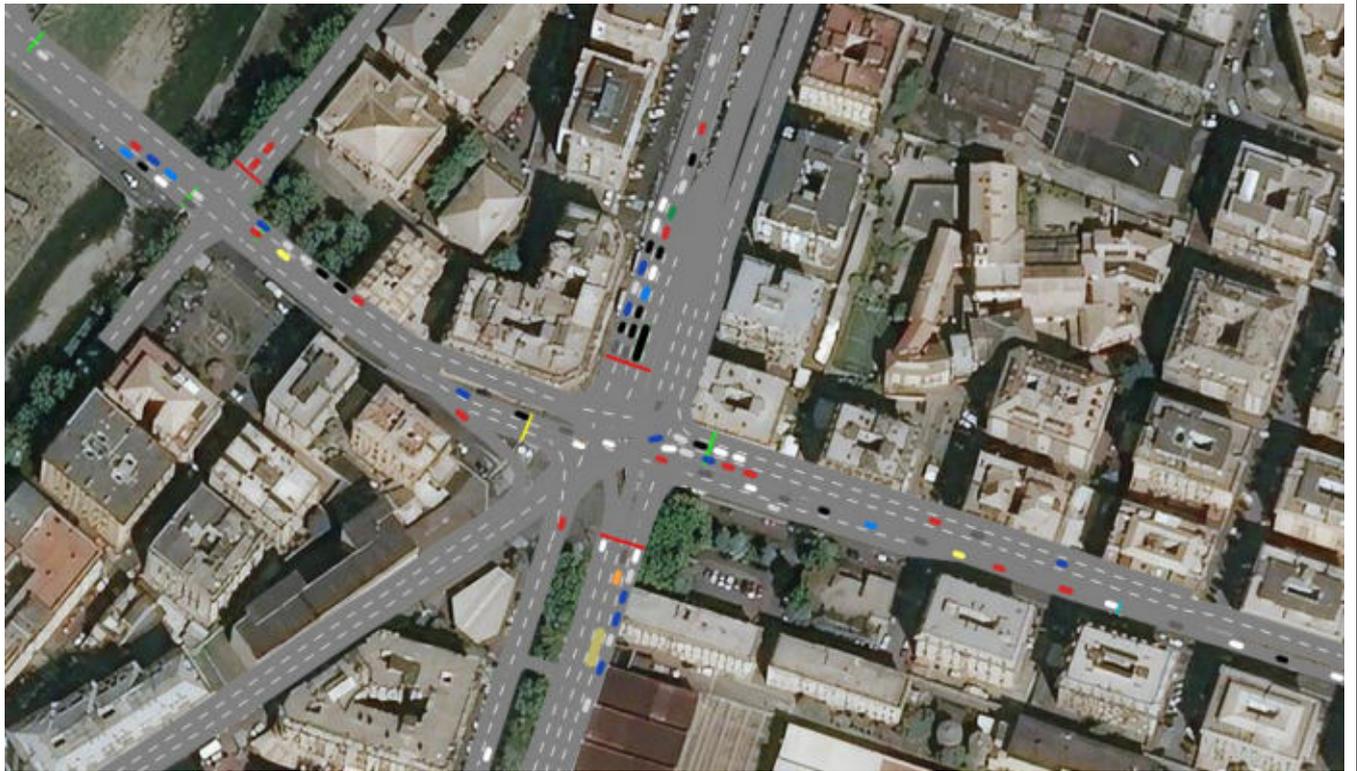


Figura 26: Nodo 6 intersezione semaforizzata piazza Giusti – Corso Sardegna – via Giacometti



PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)

NOME DOCUMENTO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
E21D	02 D Z1	RG	TS000X 001	D	47 di 135

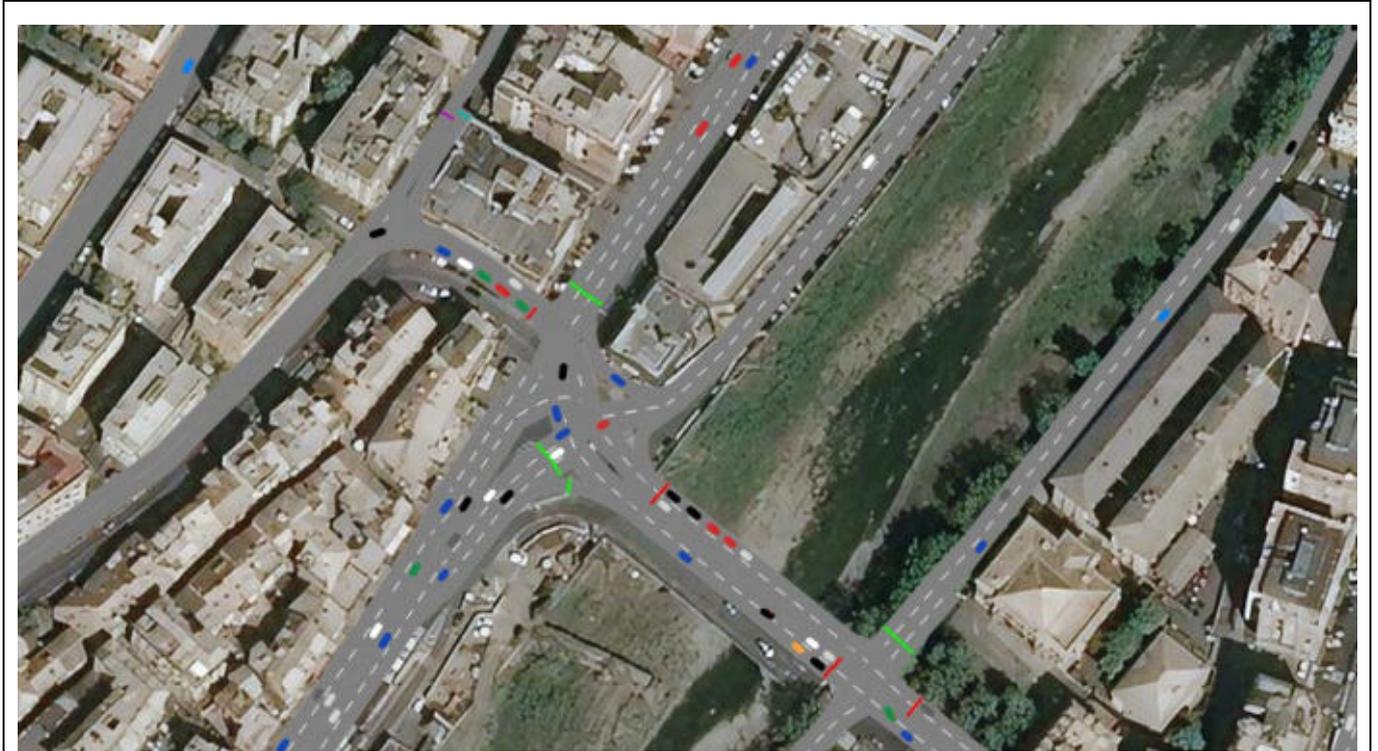


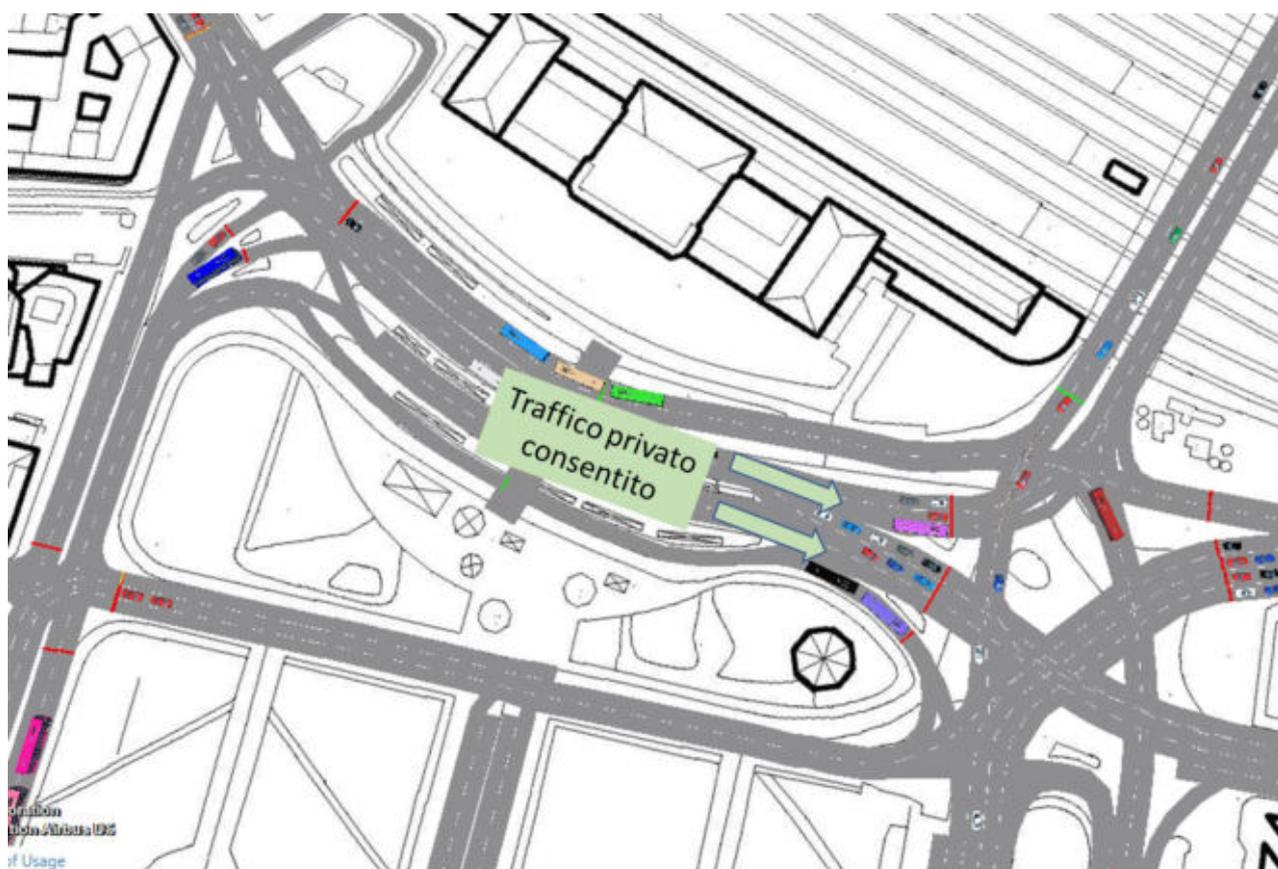
Figura 27: Nodo 7 intersezione semaforizzata Canevari - Castelfidardo - Montegrappa

	PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)												
NOME DOCUMENTO	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>E21D</td> <td>02 D Z1</td> <td>RG</td> <td>TS000X 001</td> <td>D</td> <td>48 di 135</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	E21D	02 D Z1	RG	TS000X 001	D	48 di 135
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
E21D	02 D Z1	RG	TS000X 001	D	48 di 135								

Per tutte le intersezioni indicate sono state sviluppate le analisi funzionali e calcolati gli indicatori trasportistici, con specifico riferimento ai tempi di ritardo medio di controllo e lunghezza delle code di nodo, ramo e singola corrente veicolare, stimati dal modello di microsimulazione nell'ora di punta mattinale 7-8.

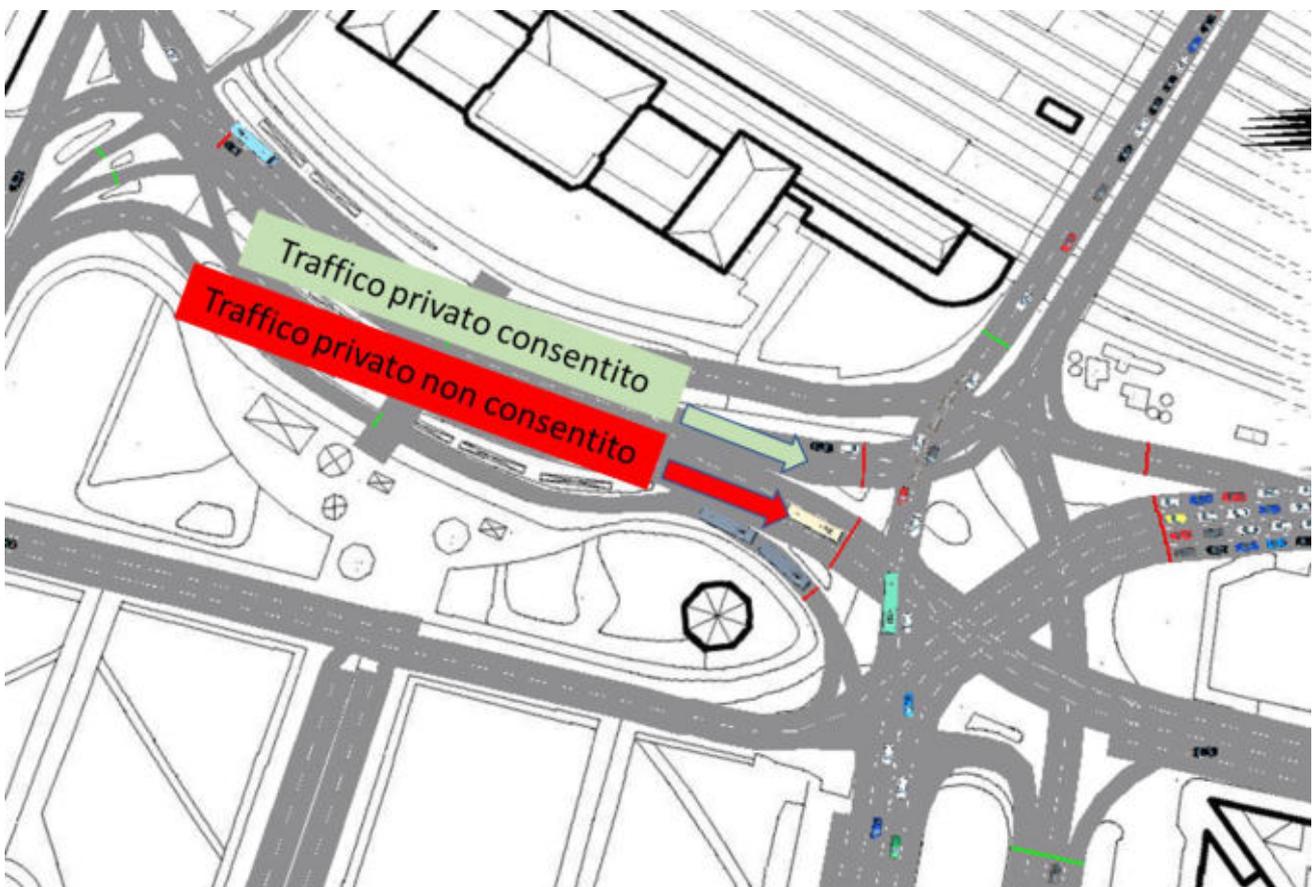
Su richiesta della stazione appaltante lo scenario di progetto è stato articolato in 3 differenti soluzioni, finalizzate alla verifica dell'inibizione parziale e totale dei transiti del traffico privato su piazza Verdi. Nel dettaglio sono stati quindi implementati i seguenti 3 scenari:

1. **Soluzione progettuale PFTE (A1):** prevede la riorganizzazione degli itinerari e delle fermate del trasporto pubblico mantenendo il transito dei mezzi privati su piazza Verdi nella direzione Ponente – Levante (verso piazza delle Americhe).



	PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)					
NOME DOCUMENTO	COMMESSA E21D	LOTTO 02 D Z1	CODIFICA RG	DOCUMENTO TS000X 001	REV. D	FOGLIO 49 di 135

2. **Soluzione progettuale PFTE con chiusura parziale (A2):** prevede la riorganizzazione degli itinerari e delle fermate del trasporto pubblico consentendo il transito dei mezzi privati su piazza Verdi sono nella direzione via Canevari, inibendo quindi la svolta a DX e la direzione diritta verso via Invrea.



Questa soluzione comporta che il flusso di attraversamento della piazza, verso via Invrea, debba riallocarsi sull'itinerario di via Fiume, svoltare a sinistra su via Cadorna e risalire sempre con svolta a sinistra verso corso E. Filiberto di Savoia, mentre quello diretto verso via Canevari possa continuare a transitare su piazza verdi (itinerari in giallo di Figura 28)

	<p>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)</p>												
<p>NOME DOCUMENTO</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>E21D</td> <td>02 D Z1</td> <td>RG</td> <td>TS000X 001</td> <td>D</td> <td>50 di 135</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	E21D	02 D Z1	RG	TS000X 001	D	50 di 135
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
E21D	02 D Z1	RG	TS000X 001	D	50 di 135								



Figura 28: deviazioni itinerari traffico privato - soluzione di chiusura parziale di piazza Verdi

- **Soluzione progettuale PFTE con chiusura totale (A3):** prevede la riorganizzazione degli itinerari e delle fermate del trasporto pubblico consentendo il transito dei soli mezzi pubblici su piazza Verdi.



	PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)					
NOME DOCUMENTO	COMMESSA E21D	LOTTO 02 D Z1	CODIFICA RG	DOCUMENTO TS000X 001	REV. D	FOGLIO 51 di 135

Questa soluzione comporta che tutto il flusso di attraversamento della piazza, verso via Invrea e Canevari, debba riallocarsi sull'itinerario di via Fiume, svotare a sinistra su via Cadorna e risalire sempre con svolta a sinistra verso corso E. Filiberto di Savoia, (itinerari in giallo di Figura 29)



Figura 29: deviazioni itinerari traffico privato - soluzione di chiusura totale di piazza Verdi

Si riportano di seguito i risultati aggregati in termini di valori medi al nodo, mentre nell'allegato specifico⁷ vengono riportati nel dettaglio gli indicatori per ciascuna corrente veicolare.

I risultati delle simulazioni, riportati in Figura 30 e Tabella 7, mostrano che i livelli di servizio non raggiungono mai il livello di massima criticità pari ad "F" ma variano da "E" a "C", definendo un quadro di criticità coerente con le condizioni di esercizio che si verificano nelle ore di punta. Nello specifico dei 3 scenari si osserva come, la chiusura parziale di piazza Verdi, induca un incremento dei tempi di ritardo sul nodi 3 (Thaon de Ravel), 4 (XX settembre) e 5 (R. Filiberto) con un conseguente decadimento dei livelli di servizio. Tali intersezioni passano da un livello di servizio "C" a "D" (prossimo a E"), senza mai arrivare ad un valore pari ad "F". Si ritiene quindi che tale soluzione, possa trovare applicazione, anche in via solo transitoria e sperimentale, poiché questo

⁷ Vedi "book con layout ed indicatori di prestazione dei nodi"

	PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)												
NOME DOCUMENTO	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>E21D</td> <td>02 D Z1</td> <td>RG</td> <td>TS000X 001</td> <td>D</td> <td>52 di 135</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	E21D	02 D Z1	RG	TS000X 001	D	52 di 135
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
E21D	02 D Z1	RG	TS000X 001	D	52 di 135								

decadimento funzionale risulta sempre compatibile e congruente con le condizioni che si riscontrano abitualmente nelle ore di punta. Sugli altri nodi non si verificano variazioni significative dei tempi di ritardo. Diversamente, lo scenario di chiusura totale di piazza Verdi evidenzia criticità tali da non essere quantificabili dal modello di microsimulazione. Accade infatti che in fase di elaborazione il modello non sia in grado di consentire il transito di tutti i veicoli nell'orizzonte temporale di simulazione (ora di punta 7-8), producendo inoltre warning/avvisi di "malfunzionamento"⁸. Questo implica che i tempi di ritardo medio stimati non possano essere considerati rappresentativi. Sono stati riportati in Figura 30, solo a titolo di rappresentazione grafica mentre, nella Tabella 7, sono indicati con la sigla N.D. (non disponibile).

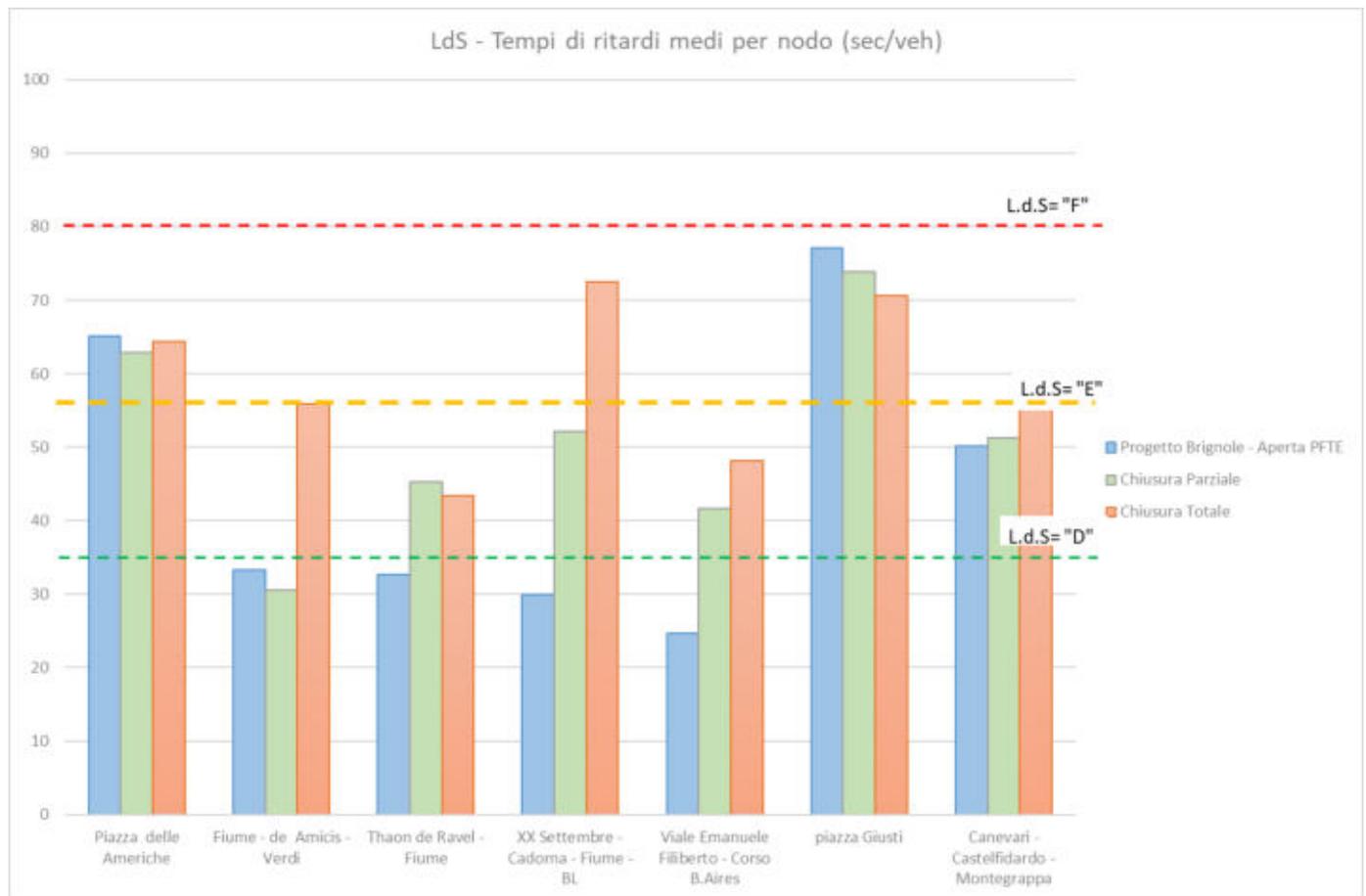


Figura 30: Analisi funzionali Macrondo A-B – grafico di confronto dei tempi di ritardi medi nodo (sec/veh) nei 3 scenari di progetto

⁸ Cancellazione di singoli veicoli dall'itinerario per impossibilità ad eseguire la manovra nei tempi tecnici definiti dal modello

	PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)
NOME DOCUMENTO	COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO E21D 02 D Z1 RG TS000X 001 D 53 di 135

Lo scenario di chiusura totale sembra quindi indurre aumenti dei tempi di ritardo eccessivi e tali da non essere stimabili compiutamente.

nodo	Progetto Brignole - Aperta PFTE		Chiusura Parziale		Chiusura Totale	
	ritardo (sec/veh)	L.d.S (sec/veh)	ritardo (sec/veh)	L.d.S (sec/veh)	ritardo (sec/veh)	L.d.S (sec/veh)
Piazza delle Americhe	65	LOS_E	63	LOS_E	N.D	N.D
Fiume - de Amicis - Verdi	33	LOS_C	31	LOS_C	N.D	N.D
Thaon de Ravel - Fiume	33	LOS_C	45	LOS_D	N.D	N.D
XX Settembre - Cadorna - Fiume - BL	30	LOS_C	52	LOS_D	N.D	N.D
Viale Emanuele Filiberto - Corso B.Aires	25	LOS_C	42	LOS_D	N.D	N.D
piazza Giusti	77	LOS_E	74	LOS_E	N.D	N.D
Canevari - Castelfidardo - Montegrappa	50	LOS_D	51	LOS_D	N.D	N.D

Tabella 7: Analisi funzionali Macrondo A-B – tempi di ritardi medi al nodo (sec/veh) e livelli di servizio nei 3 scenari di progetto

	<p>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)</p>												
<p>NOME DOCUMENTO</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>E21D</td> <td>02 D Z1</td> <td>RG</td> <td>TS000X 001</td> <td>D</td> <td>54 di 135</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	E21D	02 D Z1	RG	TS000X 001	D	54 di 135
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
E21D	02 D Z1	RG	TS000X 001	D	54 di 135								

7.2 Nodo C: Piazza Corvetto

Il nodo in oggetto (Figura 31) comprende la zona circostante Piazza Corvetto, estendosi su di un'area studio più ampia, per la necessità di implementare gli effetti di mutua interazione delle intersezioni.



Figura 31: Corografia Macrondo C – Piazza Corvetto (poligono giallo)

Il modello di simulazione è stato quindi esteso fino a queste zone (Figura 32):

- Galleria Nino Bixio fino a Piazza del Portello;
- Via Roma fino a piazza Labò;

	PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)												
NOME DOCUMENTO	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>E21D</td> <td>02 D Z1</td> <td>RG</td> <td>TS000X 001</td> <td>D</td> <td>55 di 135</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	E21D	02 D Z1	RG	TS000X 001	D	55 di 135
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
E21D	02 D Z1	RG	TS000X 001	D	55 di 135								

- Via XII ottobre fino a via Vernazza;
- Via dei Santi Giavomo e Filippo – via Serra
- Via Assarotti;
- Via Palestro;
- Via Piaggio fino a via Bertani.

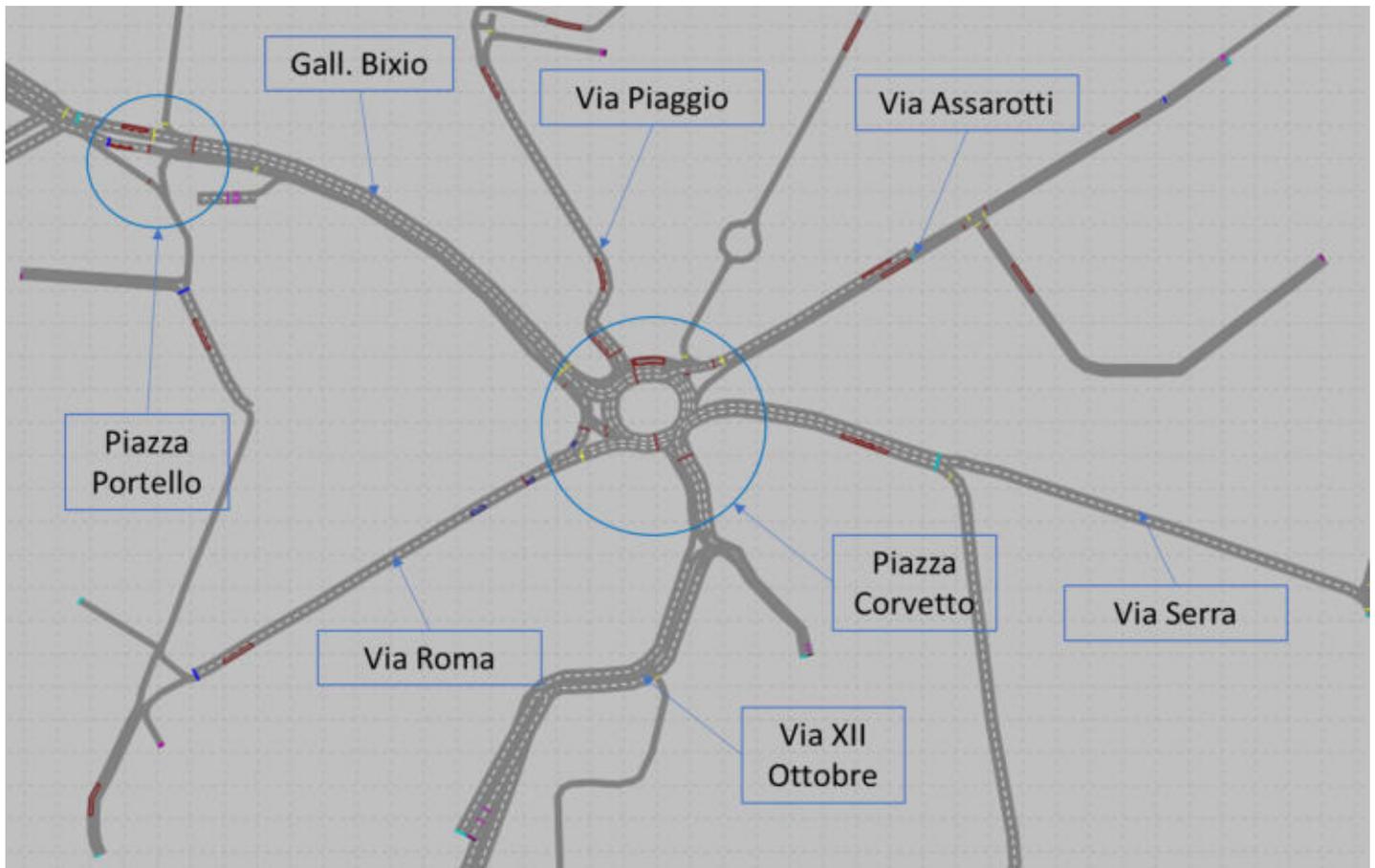


Figura 32: Modello di Microsimulazione Macrondo C – Piazza Corvetto

Nel dettaglio del nodo di piazza Corvetto, il modello di microsimulazione ne ha riprodotto il funzionamento, caratterizzato da una circolazione a rotatoria semaforizzata. I regimi di precedenza non sono quindi regolati con priorità al flusso sull’anello circolatorio ma da un complesso sistema semaforico (Figura 33). Lo scenario di progetto simulato è quello previsto dal PFTE, che prevede l’inserimento degli Assi di Forza sull’itinerario da via Roma a Galleria N. Bixio (Figura 34), senza modificare l’attuale configurazione funzionale dello svincolo, ma solamente agendo sulla fasatura semaforica.

NOME DOCUMENTO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
E21D	02 D Z1	RG	TS000X 001	D	56 di 135

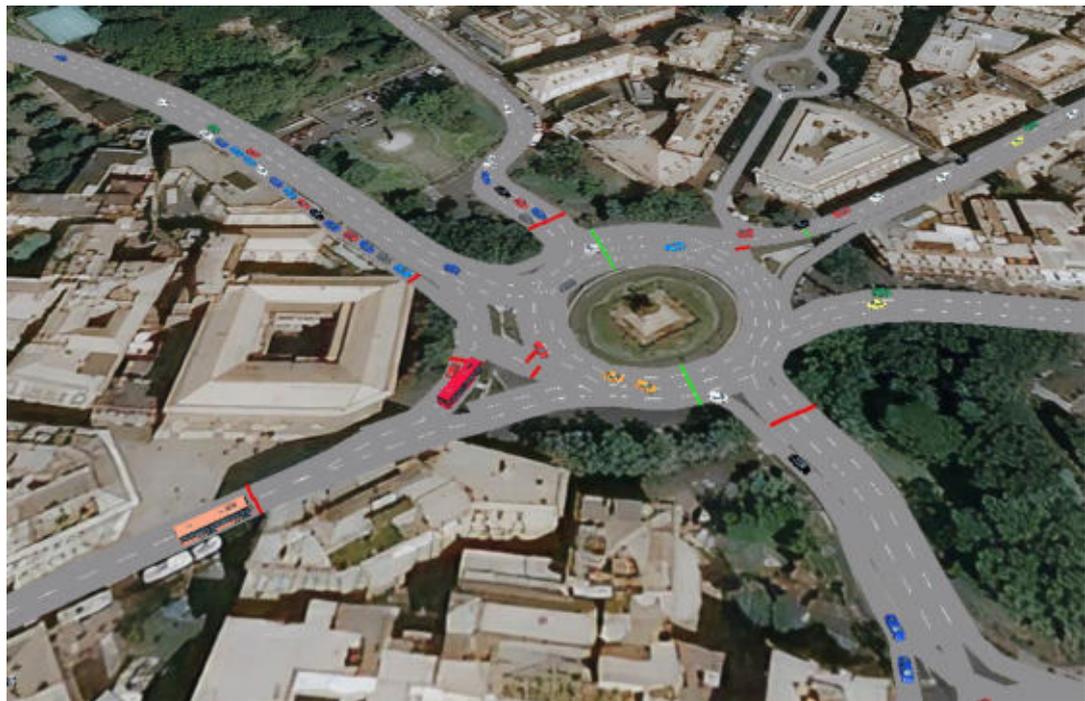
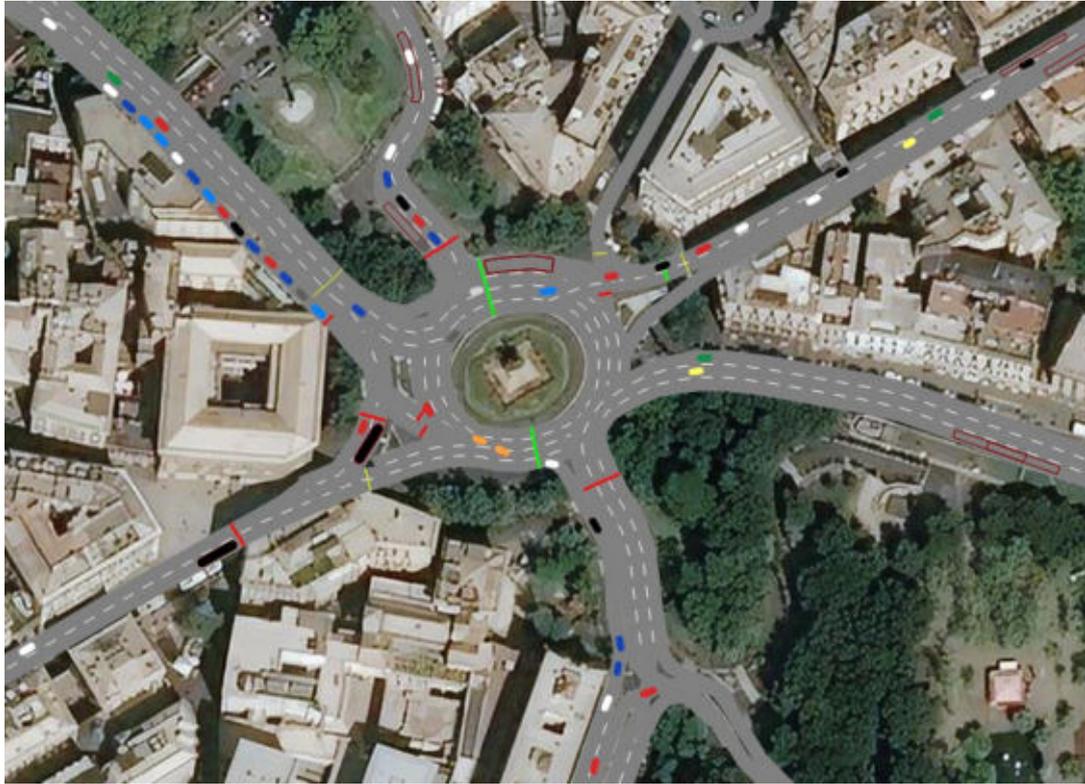


Figura 33: Nodo C: intersezione semaforizzata complessa di Piazza Corvetto

	PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)												
NOME DOCUMENTO	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>E21D</td> <td>02 D Z1</td> <td>RG</td> <td>TS000X 001</td> <td>D</td> <td>57 di 135</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	E21D	02 D Z1	RG	TS000X 001	D	57 di 135
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
E21D	02 D Z1	RG	TS000X 001	D	57 di 135								

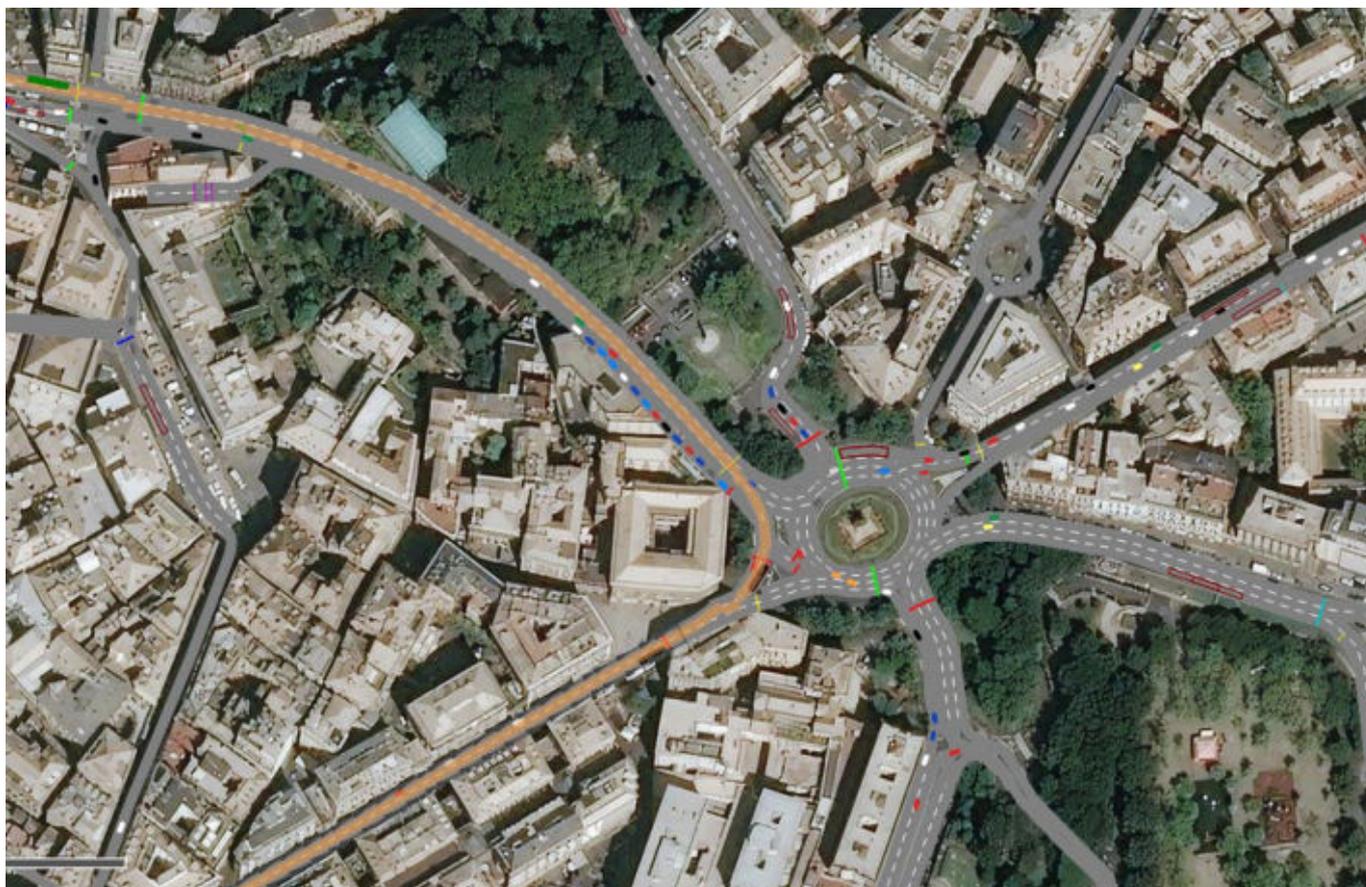


Figura 34: Nodo C: intersezione semaforizzata complessa di Piazza Corvetto (itinerario Assi di Forza – tratto arancione)

Le analisi funzionali implementate dal simulatore, riportate in Tabella 8, evidenziano che il tempo di ritardo medio del nodo è di circa 65 sec/veh cui corrisponde un livello di servizio pari ad “E”. Nel dettaglio dei singoli rami afferenti al nodo, i L.d.S non presentano mai valori pari ad “F” ma variano da “D” a “E”, definendo un quadro di criticità coerente con le condizioni di esercizio che si verificano nelle ore di punta. Con riferimento alla lunghezza delle code si osservano criticità prevalenti su galleria Bixio, con valori medi di circa 25 veicoli in coda⁹ che si accodano in galleria e piazza Cappuccini (via Piaggio) con 10 veicoli; tali valori sono congruenti con le condizioni di esercizio riscontrabili nello stato di fatto. Nello specifico dell’analisi di dettaglio delle singole correnti veicolari si rimanda nell’allegato specifico¹⁰.

⁹ Per la stima della lunghezza di coda espressa in metri si rimanda alla precisazione di cui al 7

¹⁰ Vedi “book con layout ed indicatori di prestazione dei nodi”

NOME DOCUMENTO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
E21D	02 D Z1	RG	TS000X 001	D	58 di 135

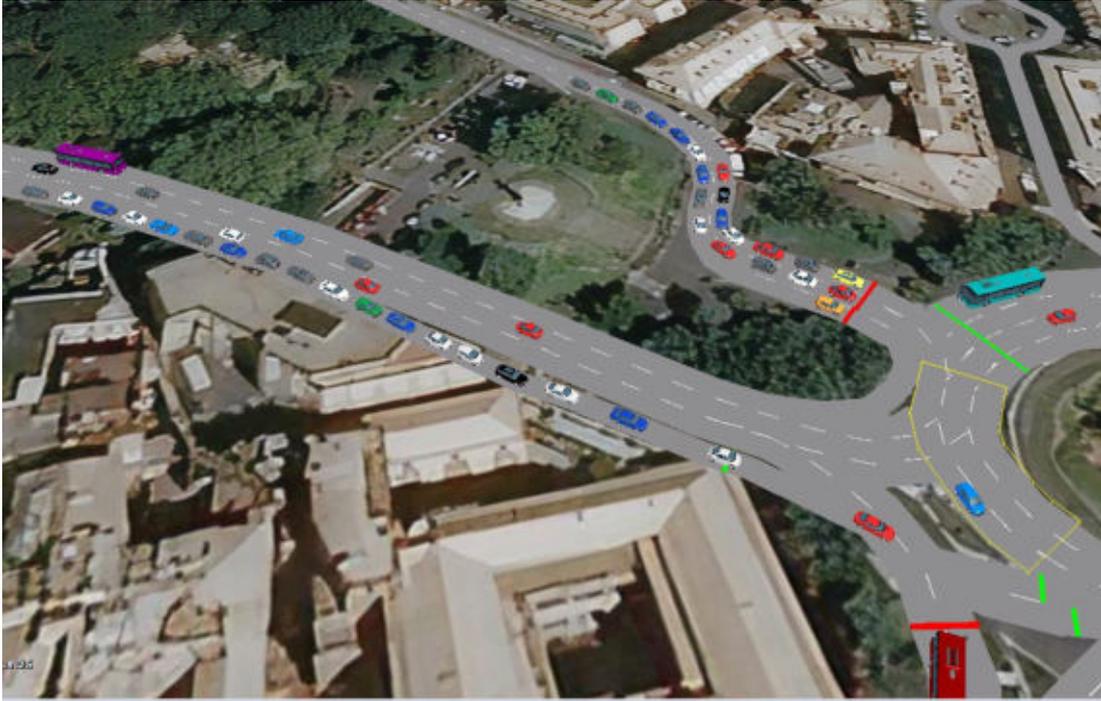


Figura 35: Nodo C: intersezione semaforizzata complessa di Piazza Corvetto (coda su Gall. Bixio e via Piaggio)

	Coda Media (m)	Coda (veh)	Ritardo medio (sec/v)	Livello di Servizio
via Galliera - Nino Bixio	165	25	73	LOS E
Via XII Ottobre	20	3	61	LOS E
Piazza Cappuccini - Via Piaggio	51	10	79	LOS E
Via Assarotti	38	6	52	LOS D
via Roma	14	2	57	LOS E
tot nodo	58	84	64	LOS E

Tabella 8: analisi funzionale nodo Corvetto - Livelli di servizio (ritardi sui rami e al nodo) e lunghezza delle code

	PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)												
NOME DOCUMENTO	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>E21D</td> <td>02 D Z1</td> <td>RG</td> <td>TS000X 001</td> <td>D</td> <td>59 di 135</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	E21D	02 D Z1	RG	TS000X 001	D	59 di 135
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
E21D	02 D Z1	RG	TS000X 001	D	59 di 135								

7.3 Nodo D: Piazza della Nunziata – via Gramsci – via Fontane

Il nodo in oggetto (Figura 36) si sviluppa su di un'area di studio che si estende da via Gramsci (direzione nord e sud) fino a Piazza Caricamento per proseguire fino via delle Fontane, piazza Nunziata, via Bensa e via Polleri. La necessità di estendere il modello di simulazione fino a piazza Caricamento è dovuta al fatto che al traffico privato non è consentita la svolta a sinistra, da via Gramsci Nord verso sia delle Fontane, di conseguenza per poter accedere i veicoli devono transitare da piazza Caricamento, ritornare su via Gramsci e svoltare a destra su via delle Fontane. Il modello di simulazione è stato quindi esteso fino a queste zone ricomprendendo anche le intersezioni semaforizzate afferenti (Figura 37):



Figura 36: Corografia Macrondo D – Piazza Nunziata – via Gramsci – via Fontane (poligono giallo)

	PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)												
NOME DOCUMENTO	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>E21D</td> <td>02 D Z1</td> <td>RG</td> <td>TS000X 001</td> <td>D</td> <td>60 di 135</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	E21D	02 D Z1	RG	TS000X 001	D	60 di 135
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
E21D	02 D Z1	RG	TS000X 001	D	60 di 135								



Figura 37: Modello di Microsimulazione Macrondo D – Piazza Nunziata – via Gramsci – via Fontane

Nel dettaglio del nodo di via Gramsci – via Fontane, il modello di microsimulazione ne ha riprodotto il funzionamento, caratterizzato da circolazione semaforizzata mentre piazza della Nunziata è regolata da una rotonda con precedenza all’anello tra via Fontane, via Bensa, via Polleri e via Balbi (solo come ramo di uscita).

Lo scenario di progetto simulato è quello previsto dal PFTE, che prevede l’inserimento degli assi di forza sull’itinerario da via Gramsci Nord, con svolta a sinistra su corsia riservata, verso via delle Fontane (Figura 38), senza modificare l’attuale configurazione funzionale dello svincolo, ma solamente agendo sulla fasatura semaforica, mantenendo invariata anche l’attuale rotonda di piazza della Nunziata (Figura 39 e Figura 40)

NOME DOCUMENTO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
E21D	02 D Z1	RG	TS000X 001	D	61 di 135



Figura 38: Nodo D: intersezione semaforizzata Gramsci – Fontane



PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)

NOME DOCUMENTO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
E21D	02 D Z1	RG	TS000X 001	D	62 di 135

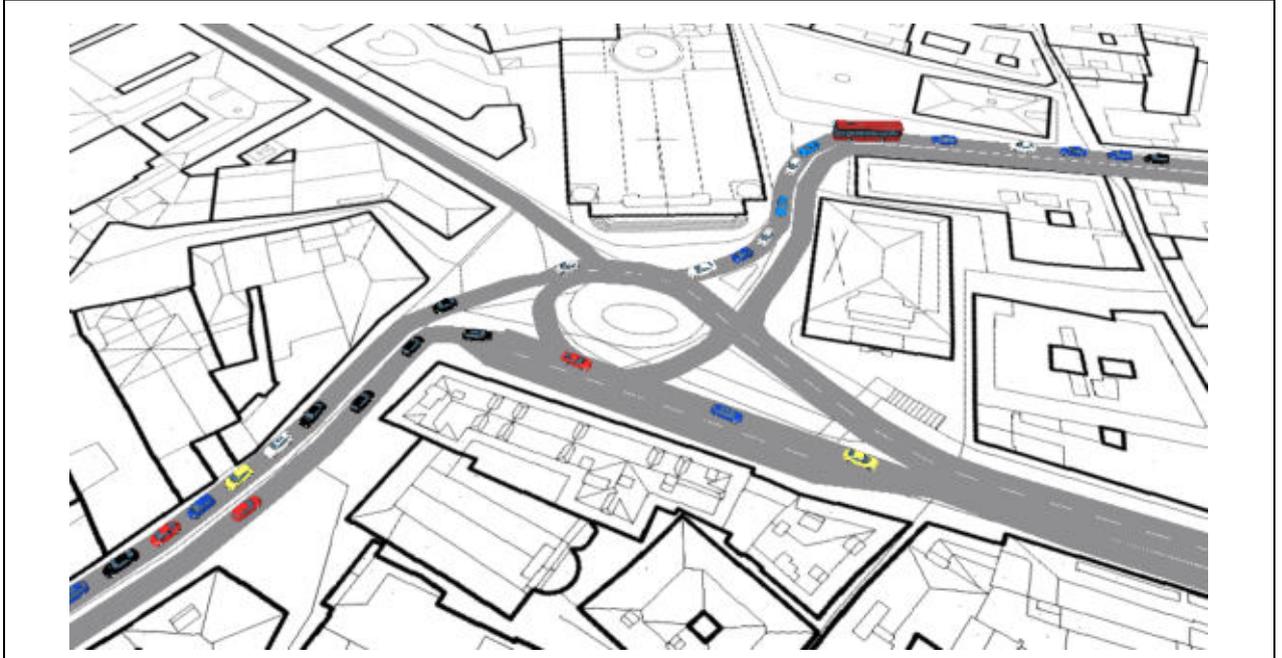
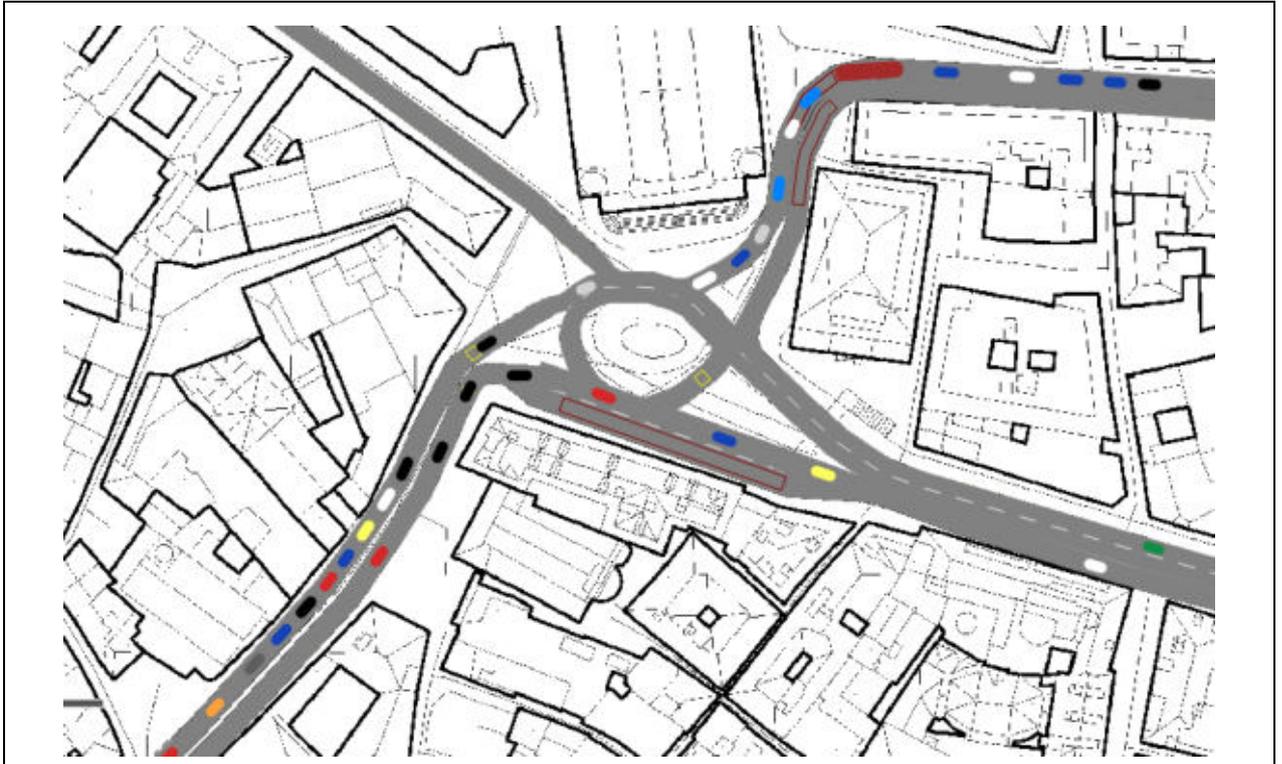


Figura 39: Nodo D: intersezione a rotatoria di piazza della Nunziata

	PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)												
NOME DOCUMENTO	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>E21D</td> <td>02 D Z1</td> <td>RG</td> <td>TS000X 001</td> <td>D</td> <td>63 di 135</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	E21D	02 D Z1	RG	TS000X 001	D	63 di 135
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
E21D	02 D Z1	RG	TS000X 001	D	63 di 135								

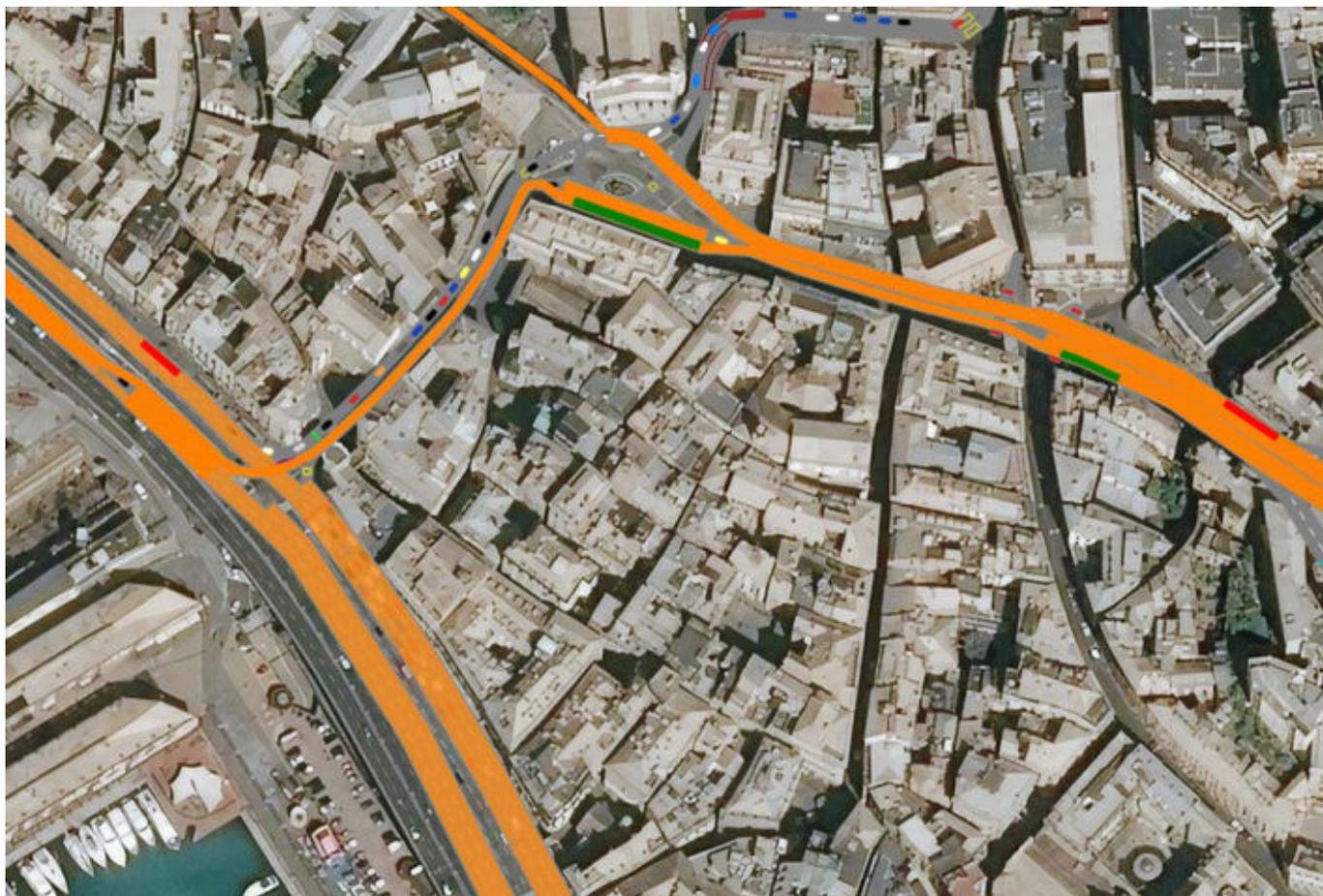


Figura 40: Nodo D: itinerario Assi di Forza – tratto arancione - PFTE

Le analisi funzionali del nodo semaforizzato Gramsci – Fontana, implementate dal microsimulatore, evidenziano (Tabella 9) che la stima del tempo di ritardo medio del nodo è di circa 33 sec/veh, cui corrisponde un livello di servizio pari ad “C”. Nel dettaglio dei singoli rami afferenti al nodo, i L.d.S non presentano mai valori pari ad “F” ma variano da “A” a “D”. Occorre tuttavia evidenziare che, con riferimento alla lunghezza delle code, su via delle Fontane, in direzione via Gramsci, possono ingenerarsi accodamenti anche superiori alla lunghezza della via stessa, fino ad interessare l’uscita dalla rotatoria a monte. Tale fenomeno è da considerarsi comunque saltuario e di natura non sistematica, in un contesto in cui lunghezza media della coda di circa 8 veicoli.

Per quanto attiene l’intersezione a rotatoria di piazza Nunziata, il tempo di ritardo medio del nodo è di circa 34 sec/veh cui corrisponde un livello di servizio pari ad “D”. Tuttavia nel dettaglio dei singoli rami afferenti al nodo, si osserva che il ramo di via Polleri presenta un L.d.S pari a “F”,

	PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)					
NOME DOCUMENTO	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	E21D	02 D Z1	RG	TS000X 001	D	64 di 135

evidenziando fenomeni di accodamenti di circa 30 veicoli¹¹, mentre i rimanenti rami presentano un livello di servizio pari a “C”, decisamente più soddisfacenti specialmente se riferiti alle ore di punta. Nello specifico dell’analisi di dettaglio delle singole correnti veicolari si rimanda nell’allegato specifico¹².

	Coda Media (m)	Coda (Veh)	Ritardo medio (sec/v)	Livello di Servizio
via Gramsci Nord	5	1	6	LOS A
via Gramsci Sud	109	18	49	LOS D
Via delle Fontane	49	8	37	LOS D
tot	54	391	33	LOS C

Tabella 9: PFTE incrocio sem.Gramsci - Fontane - Livelli di servizio (ritardi sui rami e al nodo) e stima delle code

	Coda Media (m)	Coda (Veh)	Ritardo medio (sec/v)	Livello di Servizio
via delle Fontane	18	3	16	LOS C
via Bensa	6	1	18	LOS C
via Polleri (Nord)	188	31	64	LOS F
tot	39	7	34	LOS D

Tabella 10: PFTE rotatoria piazza delle Fontane - Livelli di servizio (ritardi sui rami e al nodo) e stima delle code

¹¹ Per la stima della lunghezza di coda espressa si rimanda alla precisazione di cui al 7

¹² Vedi “book con layout ed indicatori di prestazione dei nodi”

	PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)												
NOME DOCUMENTO	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>E21D</td> <td>02 D Z1</td> <td>RG</td> <td>TS000X 001</td> <td>D</td> <td>65 di 135</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	E21D	02 D Z1	RG	TS000X 001	D	65 di 135
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
E21D	02 D Z1	RG	TS000X 001	D	65 di 135								

7.4 Nodo E: Corso Europa – Via Isonzo – Via Timavo

Il nodo si estende su di un'area di studio molto ampia (Figura 41) che si sviluppa per quasi 2 km, lungo Corso Europa, dall'ospedale San Martino a Nord fino all'incrocio con via Carrara, verso sud, includendo il nodo di via Timavo - via Isonzo, idealmente baricentrico rispetto a tale area studio.



Figura 41: Corografia Macronodo E: Corso Europa – Timavo Isonzo (poligono giallo)

Nel dettaglio del nodo di Corso Europa, via Timavo, via Isonzo, il modello di microsimulazione è stato implementato con riferimento al progetto sviluppato nel PFTE, che prevede che l'asse di forza si sviluppi lungo corso Europa, su sede riservata (Figura 42).

Il trasporto pubblico, in prossimità dell'incrocio semaforizzato con via Timavo e via Isonzo, viene canalizzato su una baia di fermata protetta sulla corsia centrale di Corso Europa (Figura 43).

	PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)												
NOME DOCUMENTO	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>E21D</td> <td>02 D Z1</td> <td>RG</td> <td>TS000X 001</td> <td>D</td> <td>66 di 135</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	E21D	02 D Z1	RG	TS000X 001	D	66 di 135
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
E21D	02 D Z1	RG	TS000X 001	D	66 di 135								

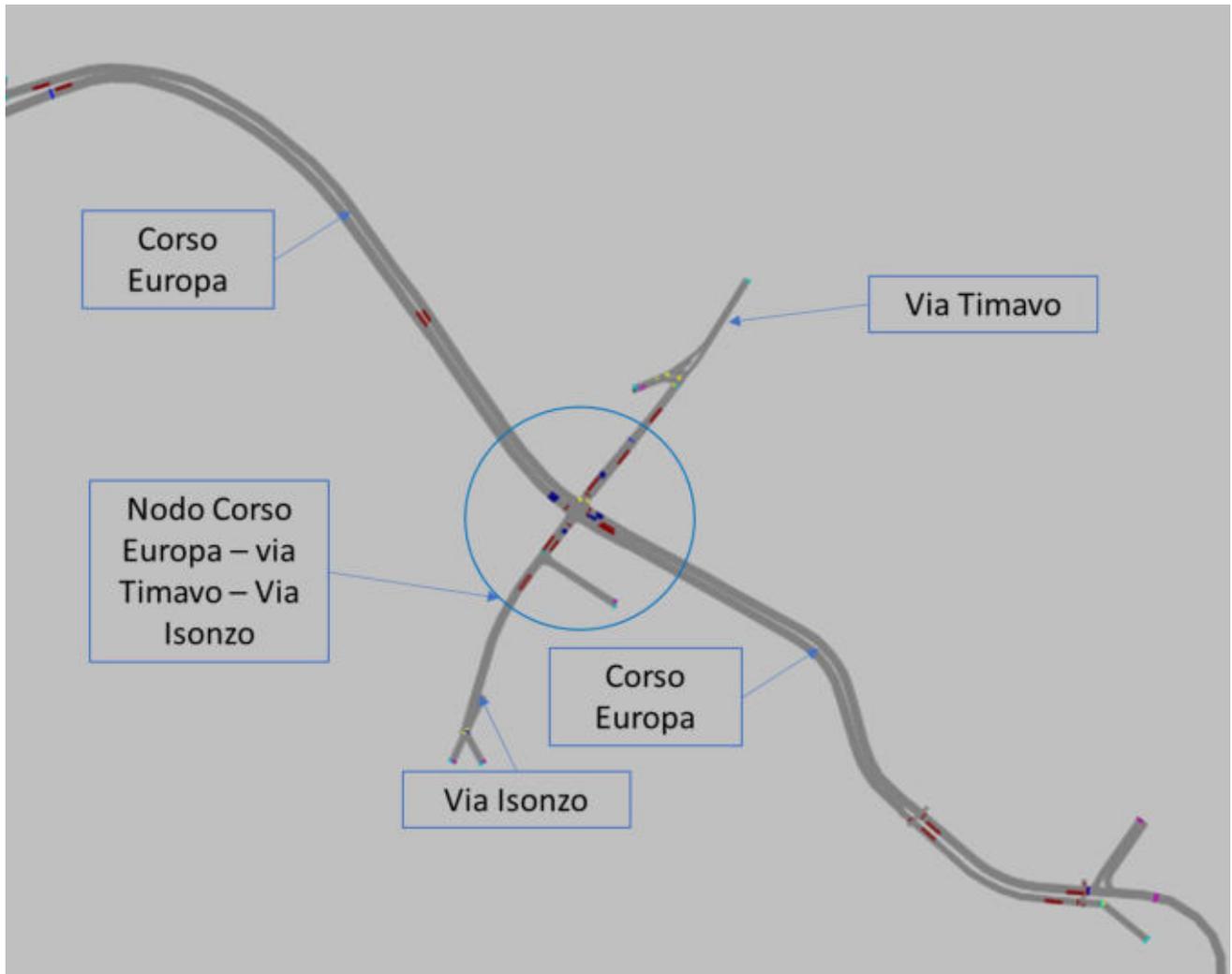


Figura 42: Modello di Microsimulazione Macrondo E – Corso Europa – Timavo – Isonzo

L'intersezione semaforizzata presenta la peculiarità di non consentire le svolte a sinistra da corso Europa, sia levante che ponente, verso via Isonzo e via Timavo. Questo regime delle correnti veicolari semplifica la fasatura semaforica consentendo il segnale di verde contemporaneo, su Corso Europa, sia per il traffico privato e che per il trasporto pubblico. Diversamente da via Isonzo e via Timavo sono consentite le svolte a sinistra su Corso Europa, opportunamente regolate da fase semaforica dedicata.



PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)

NOME DOCUMENTO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
E21D	02 D Z1	RG	TS000X 001	D	67 di 135

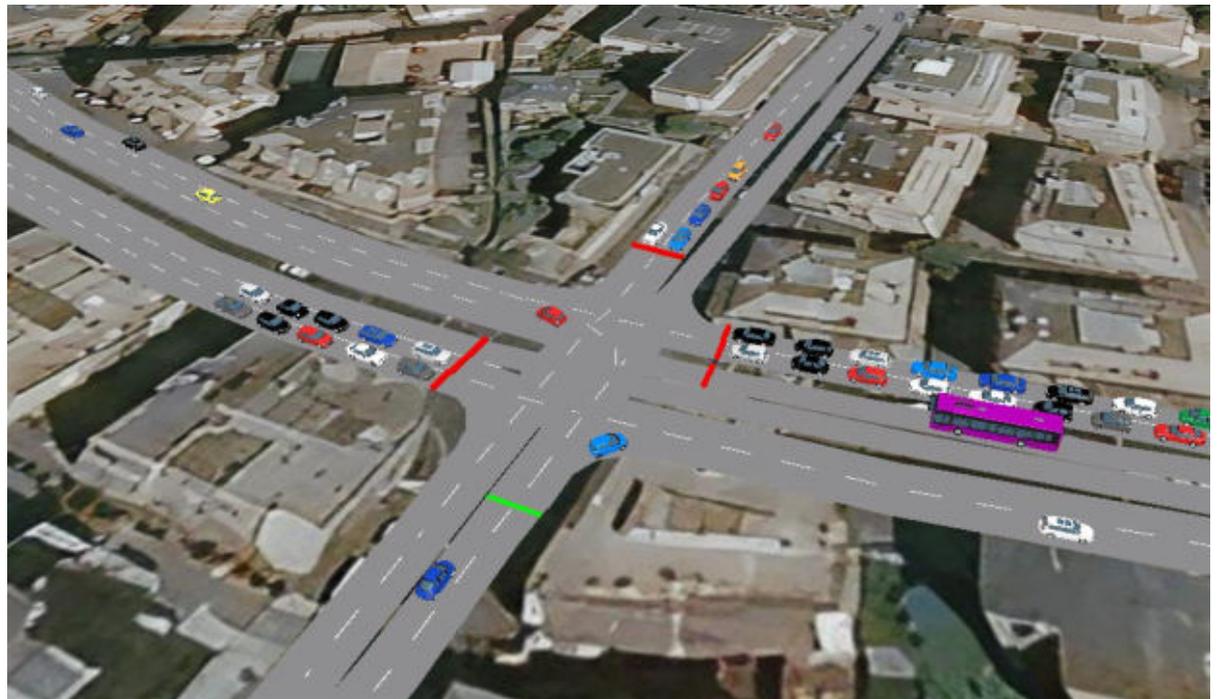
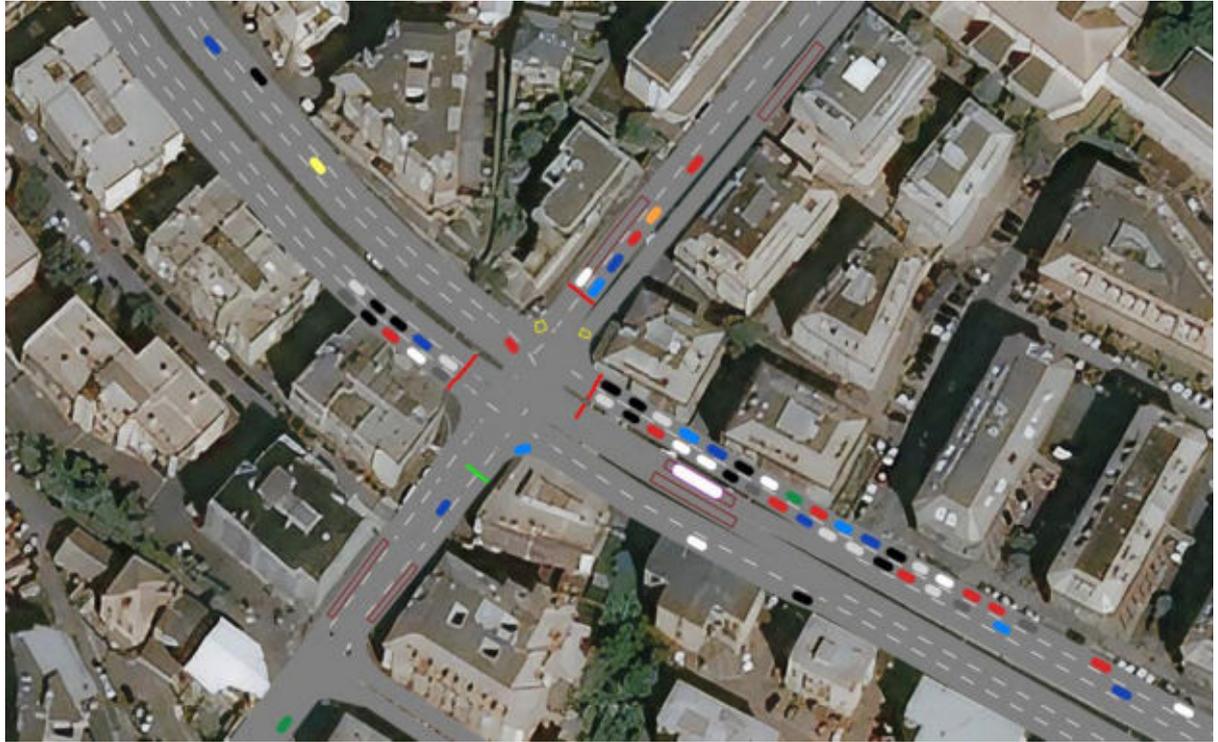


Figura 43: Nodo E: intersezione semaforizzata Corso Europa – Timavo – Isonzo

	PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)												
NOME DOCUMENTO	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>E21D</td> <td>02 D Z1</td> <td>RG</td> <td>TS000X 001</td> <td>D</td> <td>68 di 135</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	E21D	02 D Z1	RG	TS000X 001	D	68 di 135
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
E21D	02 D Z1	RG	TS000X 001	D	68 di 135								

Le analisi funzionali del nodo semaforizzato di Corso Europa, Via Timavo, via Isonzo, implementate dal microsimulatore, evidenziano che (Tabella 11) la stima del tempo di ritardo medio del nodo è di circa 35 sec/veh, cui corrisponde un livello di servizio pari ad “C”. Nel dettaglio dei singoli rami afferenti al nodo, i L.d.S non presentano mai valori pari ad “F” ma variano da “B” a “D”, da ritenersi soddisfacenti specialmente se riferiti alle ore di punta. Per quanto attiene la lunghezza delle code, su via corso Europa, in direzione via Ponente, possono ingenerarsi accodamenti medi superiori ai 150 metri corrispondenti ad almeno 25 veicoli¹³; tale fenomeno è da considerarsi comunque congruente con le condizioni attuali e soprattutto compatibile con le ampie lunghezze di accumulo di corso Europa.

Nello specifico dell’analisi di dettaglio delle singole correnti veicolari si rimanda nell’allegato specifico¹⁴.

	Coda Media (m)	Coda (veh)	Ritardo medio (sec/veh)	Livello di Servizio
Via Isonzo	17	3	40	LOS D
Corso Europa dir Ponente	148	25	39	LOS D
Via Timavo	26	4	41	LOS D
Corso Europa dir Levante	12	2	17	LOS B
tot nodo	41	7	35	LOS C

Tabella 11: PFTE incrocio sem. Corso Europa – via Timavo – Via Isonzo - Livelli di servizio (ritardi sui rami e al nodo) e stima delle code

¹³ Per la stima della lunghezza di coda espressa si rimanda alla precisazione di cui al 7

¹⁴ Vedi “book con layout ed indicatori di prestazione dei nodi”

	PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)					
NOME DOCUMENTO	COMMESSA E21D	LOTTO 02 D Z1	CODIFICA RG	DOCUMENTO TS000X 001	REV. D	FOGLIO 69 di 135

7.5 Nodo F: Cavalcavia Corso Europa – Via Carrara

Il nodo si estende su di un'area di studio (Figura 44) che si sviluppa per quasi 2.5 km lungo Corso Europa, da via Timavo – via Isonzo a Nord/Ponente fino allo svincolo Genova – Nervi (non compreso) verso Sud/Levante, includendo quindi sia il nodo di Via Carrara che la corsia di immissione su corso Europa, oggetto di riqualificazione.



Figura 44: Corografia Macronodo F: Corso Europa – via Carrara (poligono giallo)

Il PFTE prevede di introdurre un semaforo su corso Europa, attuato dal passaggio dell'Asse di Forza, sulla nuova corsia riservata per l'immissione in prosecuzione di via Stefano Turr, mentre il traffico privato rimane su corsia separata in regime di obbligo di precedenza (Figura 45). Quest'ultima manovra, attualmente presenta delle forti criticità geometriche e funzionali che rendono problematica l'immissione su corso Europa (direzione Ponente) evidenziando forti accodamenti che interessano l'intersezione con via Carrara posta a monte. Il modello di microsimulazione è stato implementato con riferimento al progetto sviluppato nel PFTE (Figura 46 - Figura 47), con la finalità di verificare gli effetti dell'introduzione di una nuova intersezione semaforizzata su corso Europa e gli effetti di mutua interazione con l'intersezione di via Carrara.

	<p>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)</p>												
<p>NOME DOCUMENTO</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>E21D</td> <td>02 D Z1</td> <td>RG</td> <td>TS000X 001</td> <td>D</td> <td>70 di 135</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	E21D	02 D Z1	RG	TS000X 001	D	70 di 135
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
E21D	02 D Z1	RG	TS000X 001	D	70 di 135								

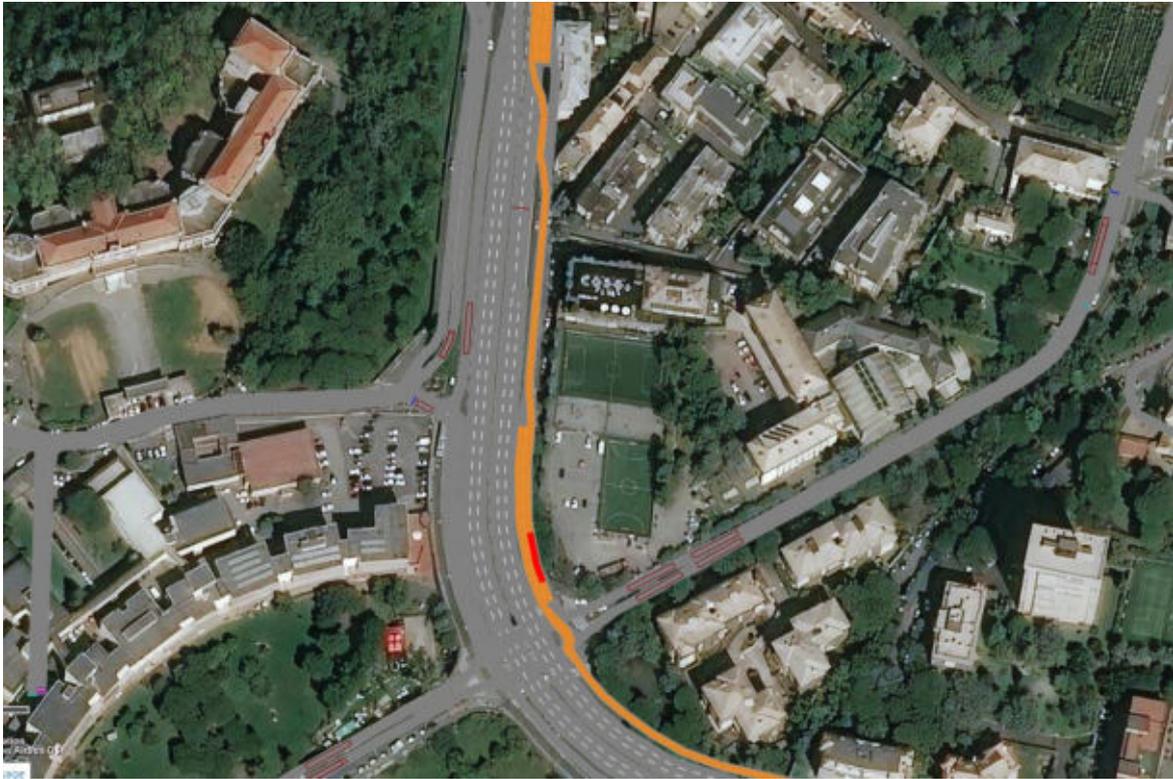


Figura 45: Nodo F: itinerario Assi di Forza – tratto arancione - PFTE

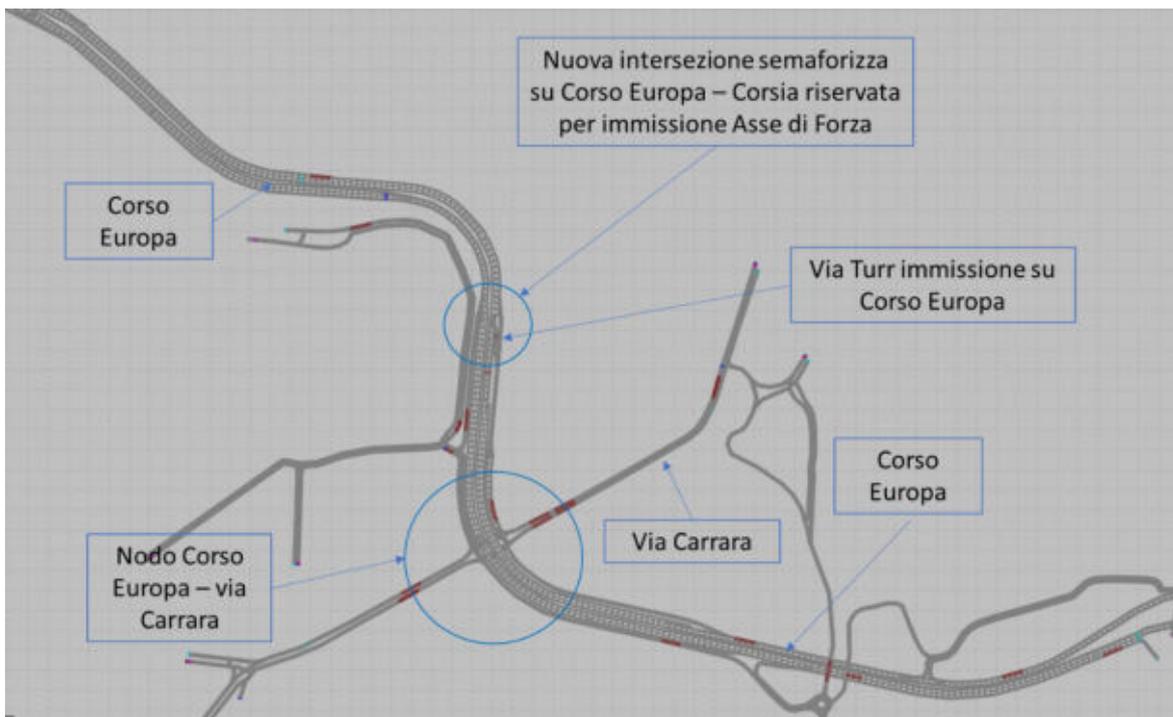


Figura 46: Modello di Microsimulazione Macronodo F – Corso Europa – Via Carrara



PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)

NOME DOCUMENTO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
E21D	02 D Z1	RG	TS000X 001	D	71 di 135

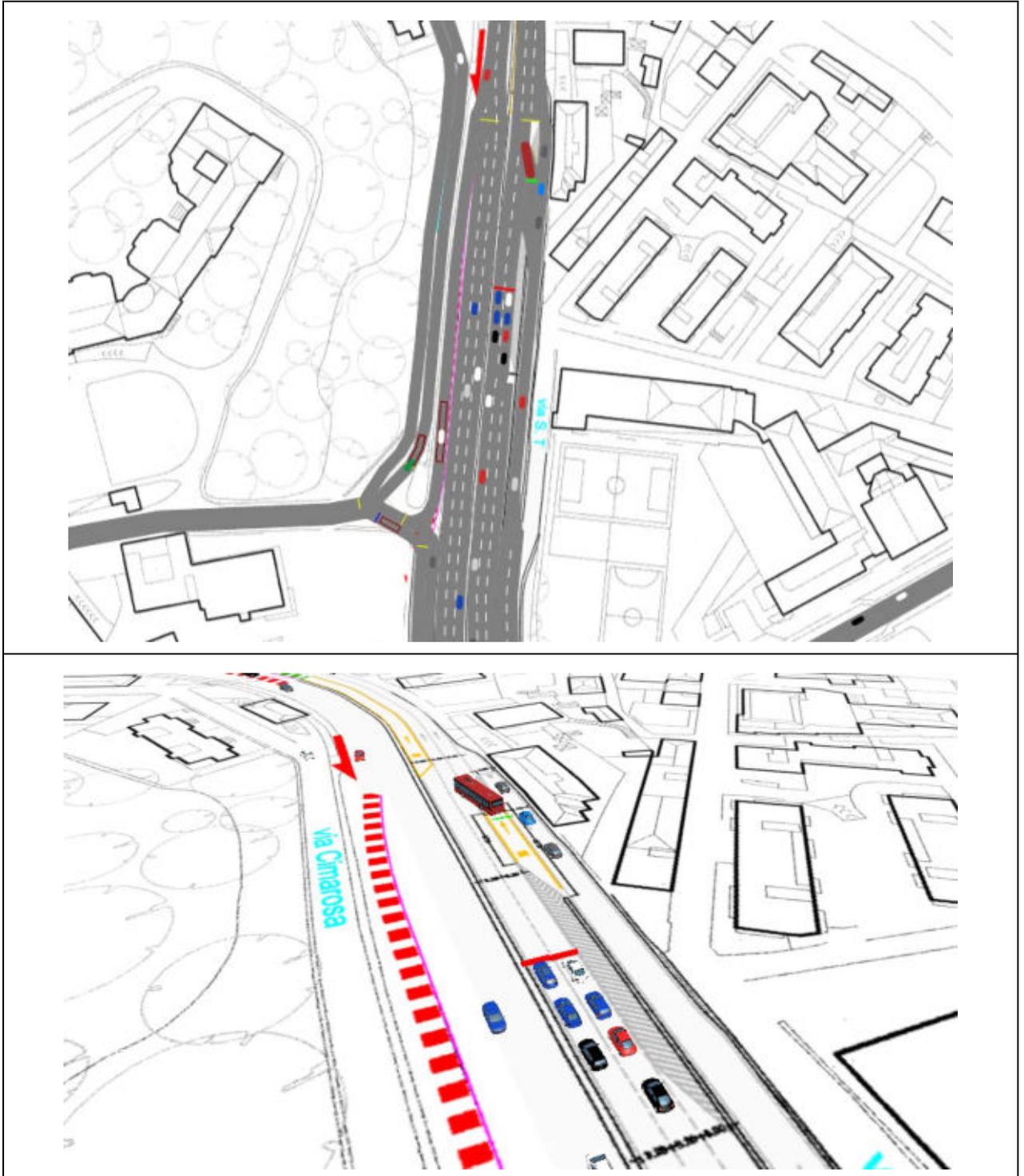


Figura 47: Nodo F (PFTE): intersezione semaforizzata Corso Europa – rampa immissione - via Turr

	PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)												
NOME DOCUMENTO	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>E21D</td> <td>02 D Z1</td> <td>RG</td> <td>TS000X 001</td> <td>D</td> <td>72 di 135</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	E21D	02 D Z1	RG	TS000X 001	D	72 di 135
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
E21D	02 D Z1	RG	TS000X 001	D	72 di 135								

Dalle verifiche funzionali sviluppate con il microsimulatore è emersa la necessità di accorciare l'inizio della corsia preferenziale su Corso Europa, per consentire, ai veicoli in ripartenza dal nuovo semaforo, una maggiore lunghezza per il cambio di corsia verso la corsia centrale e quella destra. Questo accorgimento presenta anche il vantaggio di facilitare l'immissione dei veicoli da via Turr per i quali il punto di convergenza con chi proviene da Corso Europa viene spostato in avanti, ampliando lo spazio di immissione. In Figura 48 si riporta, sul lato sinistro, la posizione della corsia preferenziale come da PFTE, sul lato destro, la soluzione adottata, in cui la corsia preferenziale comincia dopo la curva di corso Europa (ramo contornato di giallo).

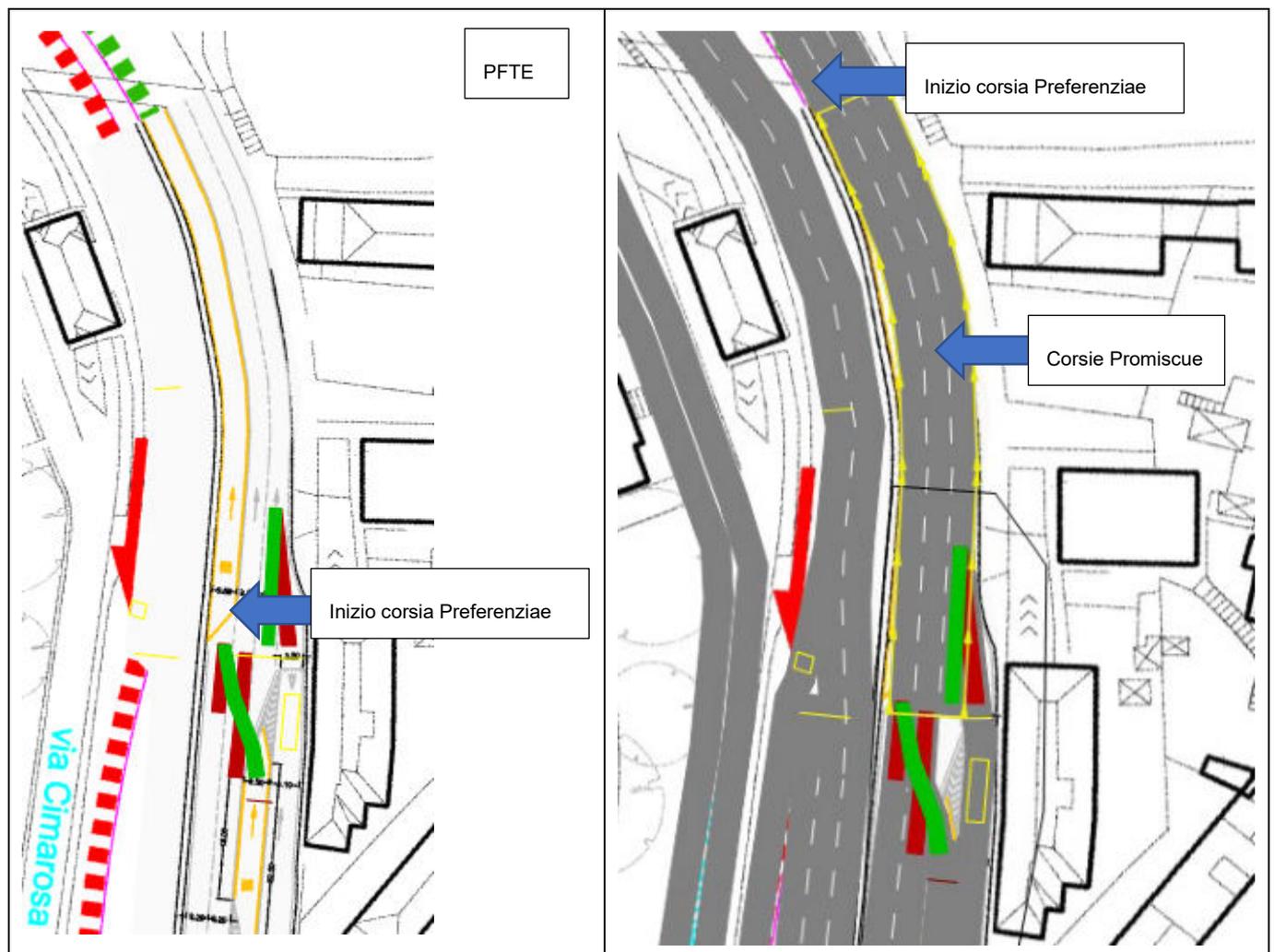


Figura 48: Nodo F Corso Europa – rampa immissione – confronto tra PFTE (sinistra) e modifica preferenziale (destra)

	PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)												
NOME DOCUMENTO	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>E21D</td> <td>02 D Z1</td> <td>RG</td> <td>TS000X 001</td> <td>D</td> <td>73 di 135</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	E21D	02 D Z1	RG	TS000X 001	D	73 di 135
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
E21D	02 D Z1	RG	TS000X 001	D	73 di 135								

Le analisi funzionali del nodo semaforizzato, ottimizzando la corsia preferenziale su Corso Europa, in prossimità della corsia di immissione da via Turr, evidenziano che (Tabella 11) la stima del tempo di ritardo medio del nodo è di circa 5 sec/veh, cui corrisponde un livello di servizio pari ad "A". Nel dettaglio dei singoli rami afferenti al nodo, i L.d.S diventa "C" ma molto vicina a "B" (ritardi di 20 sec/veh), da ritenersi soddisfacenti. Per quanto attiene la lunghezza delle code, non si riscontrano accodamenti rilevanti ne su corso Europa (80 metri di coda) ne sulle rampe di immissione (15 metri di coda), escludendo l'insorgere di accodamenti che possano interessare il nodo a monte di Via Carrara¹⁵.

Nello specifico dell'analisi di dettaglio delle singole correnti veicolari si rimanda nell'allegato specifico¹⁶.

	Coda (m)	Coda (veh)	ritardo Medio (sec/veh)	Livello di Servizio
Corso Europa	78	13	4	LOS A
rampa immissione Traffico Privato	15	3	3	LOS A
rampa immissione Preferenziale Asse di forza	15	3	21	LOS C
tot	2	13	4	LOS A

Tabella 12: PFTE incrocio sem. Corso Europa – immissione da via Tur - Livelli di servizio (ritardi sui rami e al nodo) e stima delle code

¹⁵ Per la stima della lunghezza di coda espressa si rimanda alla precisazione di cui al 7

¹⁶ Vedi "book con layout ed indicatori di prestazione dei nodi"

	PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)												
NOME DOCUMENTO	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>E21D</td> <td>02 D Z1</td> <td>RG</td> <td>TS000X 001</td> <td>D</td> <td>74 di 135</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	E21D	02 D Z1	RG	TS000X 001	D	74 di 135
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
E21D	02 D Z1	RG	TS000X 001	D	74 di 135								

7.6 Nodo G: Piazza Tommaseo

Il nodo di piazza Tommaseo (Figura 49 e Figura 50) ricomprende un'area di studio che si estende lungo corso B. Aires, includendo le intersezioni con Corso Torino e via Casaregis, per proseguire fino a via Nizza e alla rotatoria Carlo Cereti, via Saluzzo, via Pozzo e via Trebisonda.



Figura 49: Corografia Macronodo G: Piazza Tommaseo (poligono giallo)

Il PFTE prevede di introdurre una corsia preferenziale sul sedime della Piazza che verrà completamente riconfigurata, consentendo il passaggio dell'Asse di forza verso via Montevideo con manovra di svolta a sinistra, in attraversamento di corso B. Aires. L'itinerario così sviluppato implica una rifasatura del semaforo su corso B. Aires, in afferenza alla piazza, per consentire le ripartenze del trasporto pubblico, protette rispetto al traffico privato, e le manovre di svolta a sinistra citate, in contrapposizione con la corsia riservata nella direzione opposta, verso la stazione Brignole. Si riporta in Figura 51 l'itinerario degli assi di forza che impegnano la nuova piazza Tommaseo nella configurazione di progetto PFTE descritta, mentre in Figura 52 il dettaglio dell'intersezione durante la microsimulazione.

NOME DOCUMENTO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
E21D	02 D Z1	RG	TS000X 001	D	75 di 135



Figura 50: Modello di Microsimulazione Macronodo G – Piazza Tommaseo



Figura 51: Nodo G: itinerario Assi di Forza – tratto arancione - PFTE



PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)

NOME DOCUMENTO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
E21D	02 D Z1	RG	TS000X 001	D	76 di 135

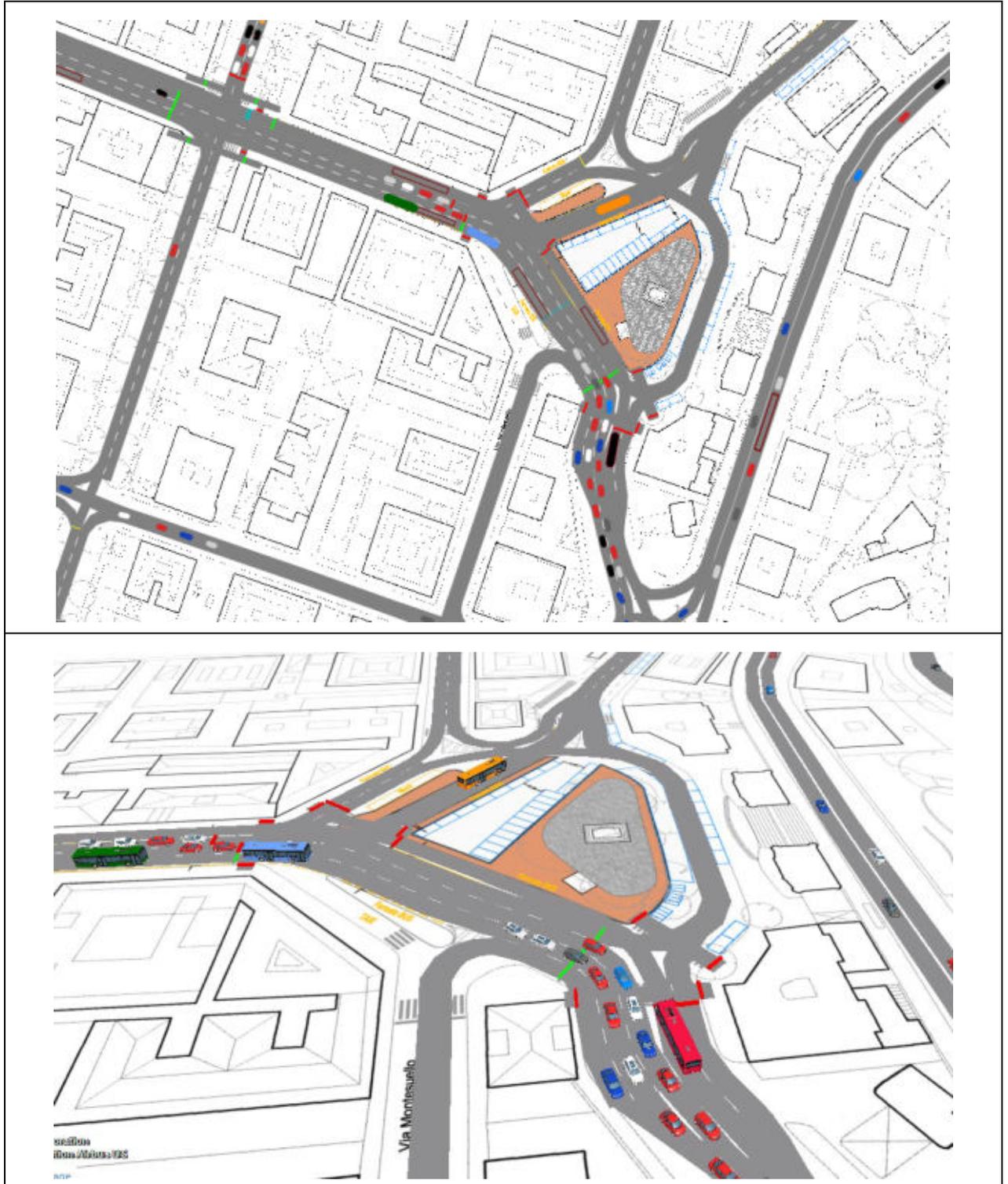


Figura 52: Nodo G (PFTE): intersezione semaforizzata Piazza Tommaseo

	PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)												
NOME DOCUMENTO	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>E21D</td> <td>02 D Z1</td> <td>RG</td> <td>TS000X 001</td> <td>D</td> <td>77 di 135</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	E21D	02 D Z1	RG	TS000X 001	D	77 di 135
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
E21D	02 D Z1	RG	TS000X 001	D	77 di 135								

Le analisi funzionali del nodo semaforizzato, evidenziano che (Tabella 13) la stima del tempo di ritardo medio del nodo è di circa 25 sec/veh, cui corrisponde un livello di servizio pari ad “C”, da ritenersi quindi soddisfacente. Nel dettaglio dei singoli rami afferenti al nodo, il L.d.S più critico si riscontra su via Pozzo, tratto preferenziale, con ritardo di circa 70 sec/veh pari ad un L.d.S pari ad “E” che tuttavia non genera significativi accodamenti a causa dell’esiguo numero di veicoli in transito (solo TPL). La coda massima si registra sulla corsia adibita al traffico privato su corso B. Aires con valori medi di circa 30 metri, tali quindi da non interessare il nodo a monte di Via Casaregis¹⁷.

Nello specifico dell’analisi di dettaglio delle singole correnti veicolari si rimanda nell’allegato specifico¹⁸.

	Coda media (m)	Coda (veh)	ritardo medio (sec/veh)	Livello di Servizio
Corso B. Aires	28	5	22	LOS C
Piazza Tommaseo	1	1	51	LOS D
via Pozzo	5	1	68	LOS E
via Suello	13	2	7	LOS A
tot	12	2	24	LOS C

Tabella 13: PFTE incrocio sem. Piazza Tommaseo - Livelli di servizio (ritardi sui rami e al nodo) e stima delle code

¹⁷ Per la stima della lunghezza di coda espressa si rimanda alla precisazione di cui al 7

¹⁸ Vedi_ “book con layout ed indicatori di prestazione dei nodi”

	PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)					
NOME DOCUMENTO	COMMESSA E21D	LOTTO 02 D Z1	CODIFICA RG	DOCUMENTO TS000X 001	REV. D	FOGLIO 78 di 135

7.7 Nodo H: Piazza Montano – Cantore – Via Degola

Il nodo di Piazza Montano Cantore (Figura 53) si sviluppa su di un'area di studio che si estende lungo via Antonio Cantore dall'incrocio con via La Spezia (levante) fino all'incrocio con via Reti – via Degola, comprendendo quindi piazza Montano e l'incrocio semaforizzato con via Monti. Inoltre, al fine di simulare correttamente le mutue interazione con le intersezioni vicine, si è reso necessario estendere l'area studio anche verso sud, includendo la rotatoria di piazza Vittorio Veneto, via Dondero e via Avio.



Figura 53: Corografia Macronodo H: Piazza Montano -Cantore – via Degola (poligono giallo)

La soluzione progettuale prevista dal PFTE (H1) ha evidenziato alcune criticità che sono state confermate dalla microsimulazione, in relazione alla complessità delle manovre di svolta su piazza Montano, all'interazione tra le correnti veicoli del trasporto pubblico e privato oltre alla geometria tortuosa degli accessi alle aree di fermata.

NOME DOCUMENTO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
E21D	02 D Z1	RG	TS000X 001	D	79 di 135

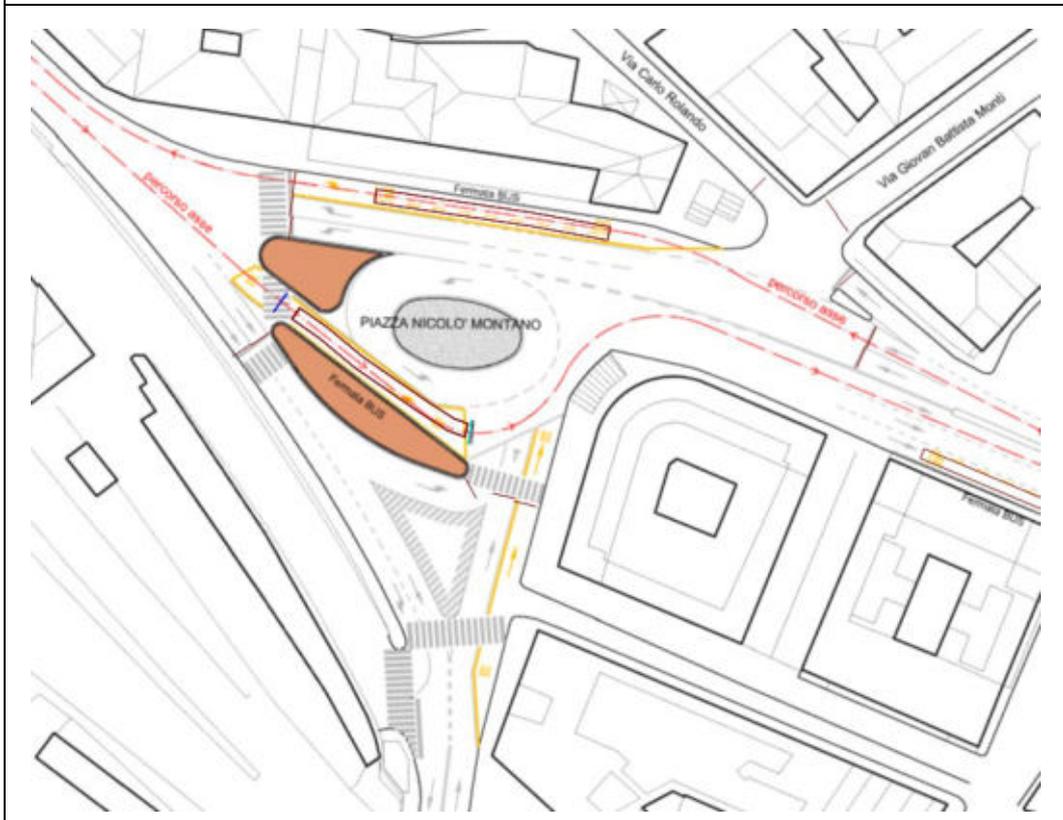


Figura 54: Modello di Microsimulazione Macronodo H1 – Piazza Montano – Cantore – Degola (soluzione PFTE)

	PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)					
NOME DOCUMENTO	COMMESSA E21D	LOTTO 02 D Z1	CODIFICA RG	DOCUMENTO TS000X 001	REV. D	FOGLIO 80 di 135

La stazione appaltante (H2) ha condiviso una proposta migliorativa (riportata in Figura 55 - Figura 57) basata sui seguenti elementi:

- Ricalibrazione degli spazi di capolinea delle linee di adduzione per agevolare l'interscambio con l'Asse Centro e conseguente ridisegno del layout di piazza Montano, senza modificare l'aiuola ellissoidale vincolata dalla Soprintendenza BB. AA.
- Modifica tracciati di linea 7, 8, 66, 165;
- Preferenziale sul ramo sud di piazza Montano spostata su corsia di sinistra;
- Nuova fermata linea 7, 8, direzione Reti sulla corsia sinistra del ramo sud di piazza Montano;
- 2 corsie in ingresso nella piazza da Ponente: 1 preferenziale e 1 per traffico privato;
- intervento di riqualificazione di via Degola: "inversione del senso di marcia" del traffico privato per alleggerire le svolta a sinistra da via Cantore a piazza Vittorio Veneto;
- Nuova Fermata su via Degola per Asse Centro direzione Campi e linea 66;
- Nuovo Capolinea Degola per Asse Centro barrato e linea 7;
- Nuova Fermata su via Degola per Asse Centro direzione G. Ferraris.

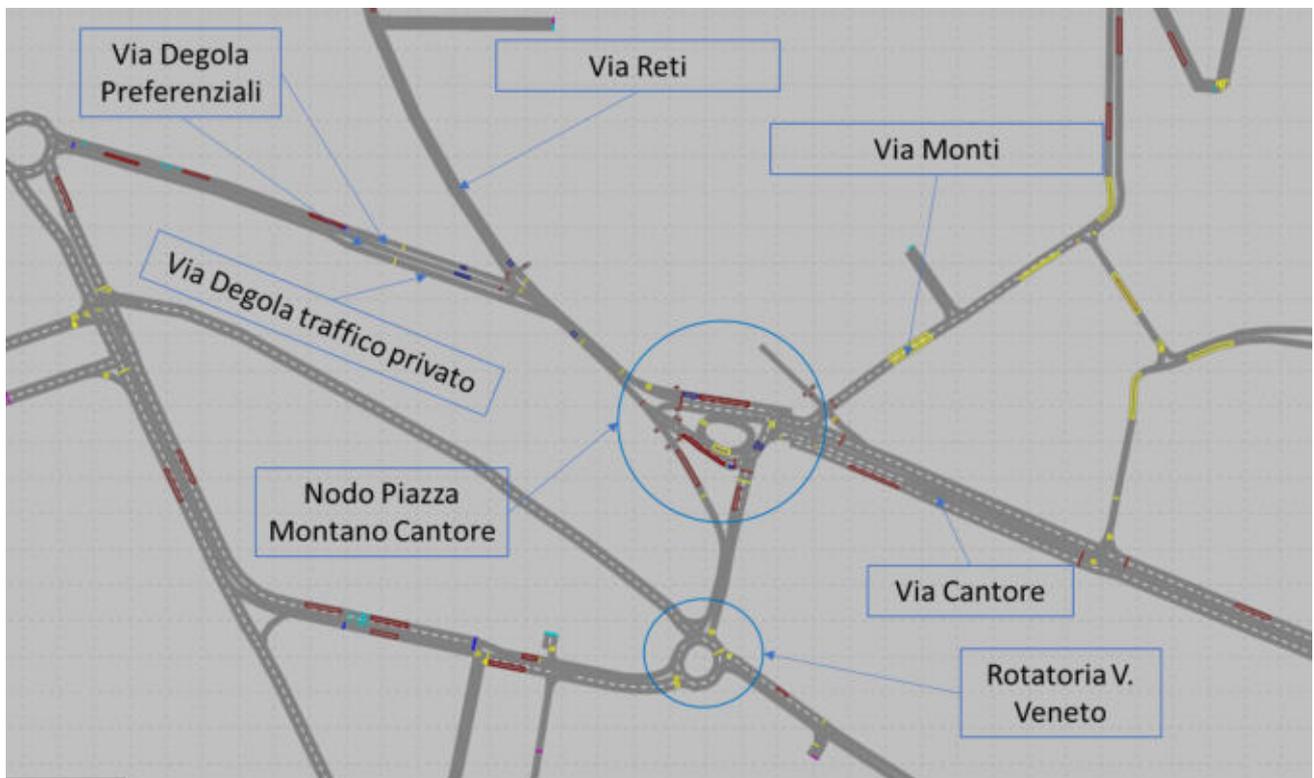


Figura 55: Modello di Microsimulazione Macronodo H2 – Piazza Montano – Cantore – Degola (soluzione SA)



PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)

NOME DOCUMENTO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
E21D	02 D Z1	RG	TS000X 001	D	81 di 135

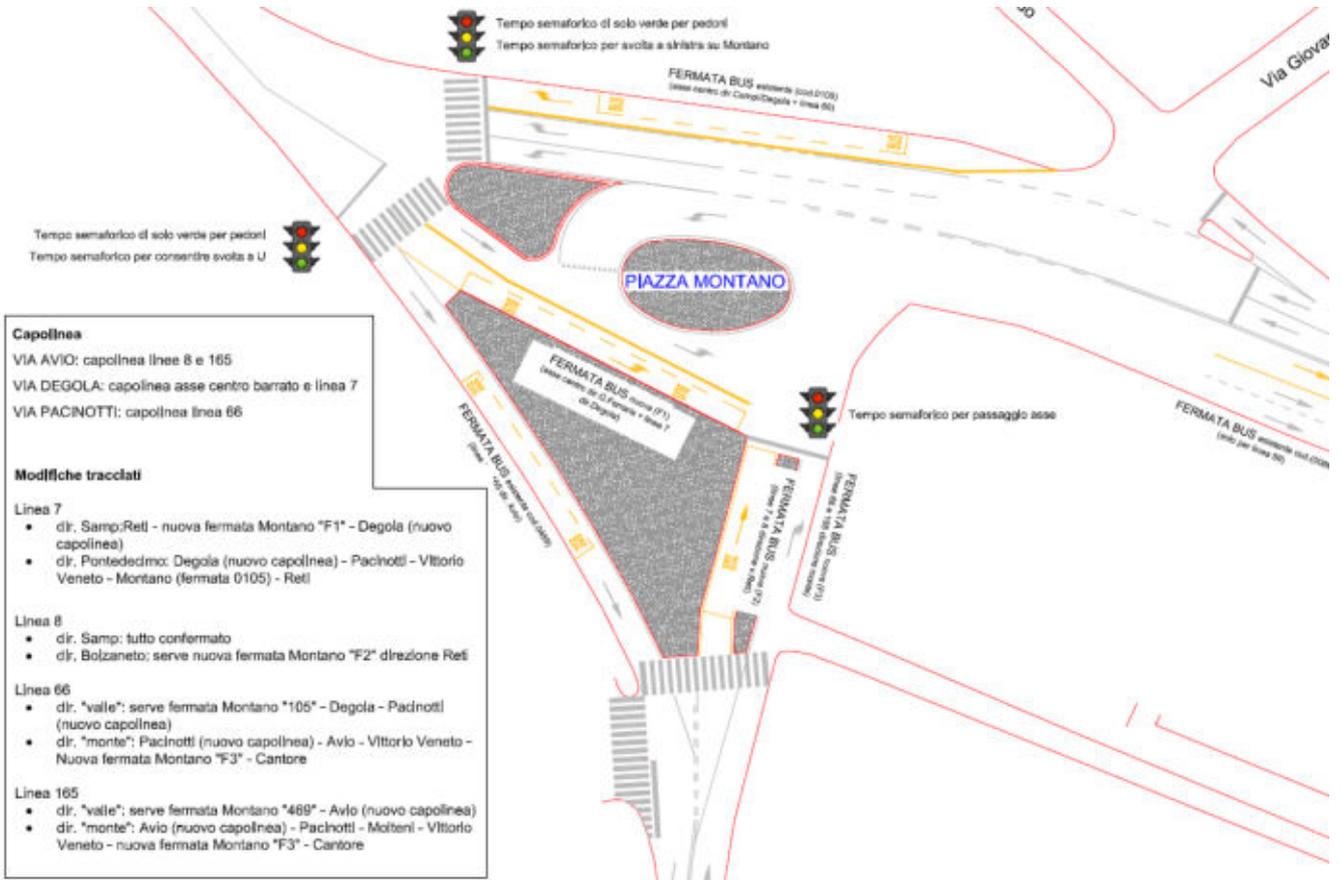


Figura 56: schema layout H2 Piazza Montano – Cantore – (soluzione e fonte SA)

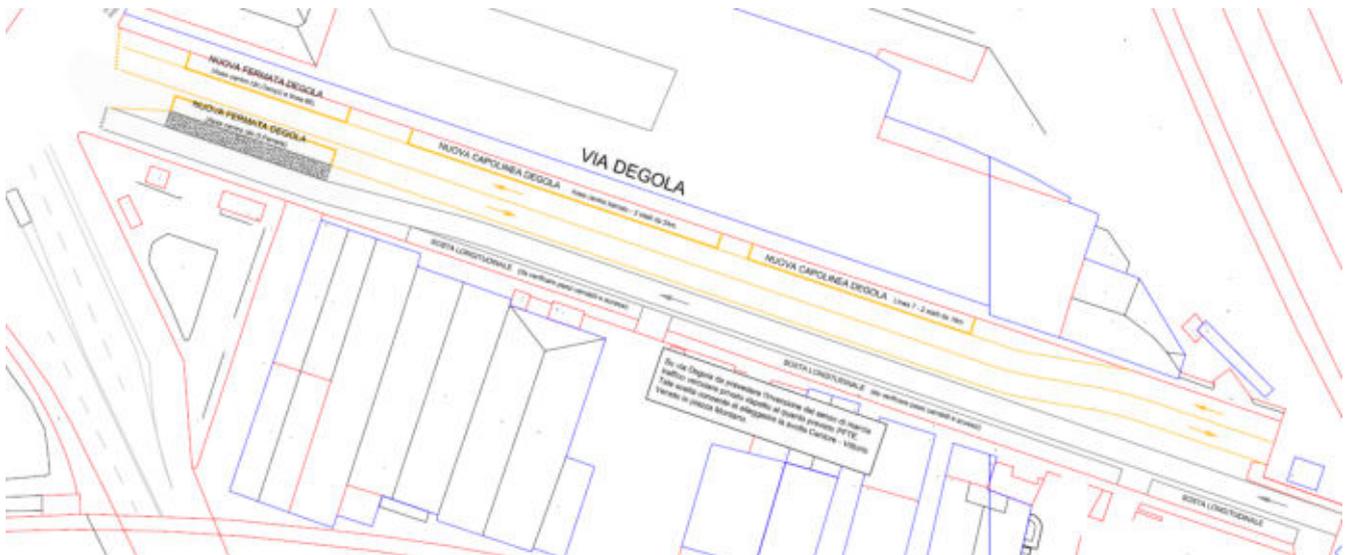


Figura 57: schema layout H2 via Degola – (soluzione e fonte SA)

	PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)					
NOME DOCUMENTO	COMMESSA E21D	LOTTO 02 D Z1	CODIFICA RG	DOCUMENTO TS000X 001	REV. D	FOGLIO 82 di 135

Sono stati quindi implementati 2 modelli di simulazione: quello relativo al PFTE e quello SA. Per quanto attiene la soluzione progettuale PFTE i risultati delle simulazioni hanno confermato le criticità ipotizzate. Nello specifico il modello non è stato in grado di consentire il transito di tutti i veicoli nell'orizzonte temporale di simulazione (ora di punta 7-8), producendo inoltre warning/avvisi di "malfunzionamento"¹⁹. Questo implica che i tempi di ritardo medio stimati non possano essere considerati esaustivi. Le principali criticità riguardano il ramo sud di piazza Montano per il conflitto tra i veicoli privati che svoltano a destra su via Cantore ed il trasporto pubblico che svolta a sinistra, oltre ai veicoli che svoltando a sinistra, su via Vittorio Veneto provenienti da via Cantore, accumulano un ampio ritardo e formano una coda che blocca il flusso in transito sulla piazza. La nuova soluzione di progetto razionalizza e semplifica queste criticità poiché, invertendo la corsia preferenziale sulla corsia sinistra del ramo sud, risolve il conflitto con il trasporto privato in svolta a destra. Inoltre, la razionalizzazione del nodo di via Degola consente di deviare il flusso veicolare su questo itinerario limitando le svolte a sinistra da piazza Montano a piazza V. Veneto.

Le analisi funzionali della soluzione progettuale SA, sviluppate con la microsimulazione, sono state suddivise in tre nodi distinti:

1. Nodo 1 (Figura 58): intersezione semaforizzata tra via Monti, via Cantore e piazza Montano (compreso il ramo sud). Per questo nodo la stima del tempo di ritardo medio è di circa 53 sec/veh cui corrisponde un livello di servizio pari ad "D", da ritenersi quindi soddisfacente. Nel dettaglio dei singoli rami afferenti al nodo, il L.d.S più critico si riscontra su via Monti e via Cantore, con ritardo di superiore ai 60 sec/veh pari ad un L.d.S pari ad "E" che tuttavia genera significativi accodamenti fino a 20 veicoli su via Cantore tali, tuttavia, da non coinvolgere l'intersezione posta a monte²⁰. Anche il ramo di Piazza Montano posto a Sud presenta un livello di servizio pari ad "E" dovuto alla priorità semaforica dell'Asse di Forza in regime precedenza su questo flusso. Tutti questi valori sono comunque compatibili con le condizioni di esercizio che si riscontrano ordinariamente su questa intersezione nelle ore di punta. In Tabella 14 si riportano i valori dei tempi di ritardo e delle code per i rami del nodo. Nello specifico dell'analisi di dettaglio delle singole correnti veicolari si rimanda nell'allegato specifico²¹.

¹⁹ Cancellazione di singoli veicoli dall'itinerario per impossibilità ad eseguire la manovra nei tempi tecnici definiti dal modello

²⁰ Per la stima della lunghezza di coda espressa si rimanda alla precisazione di cui al 7

²¹ Vedi "book con layout ed indicatori di prestazione dei nodi"

NOME DOCUMENTO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
E21D	02 D Z1	RG	TS000X 001	D	83 di 135

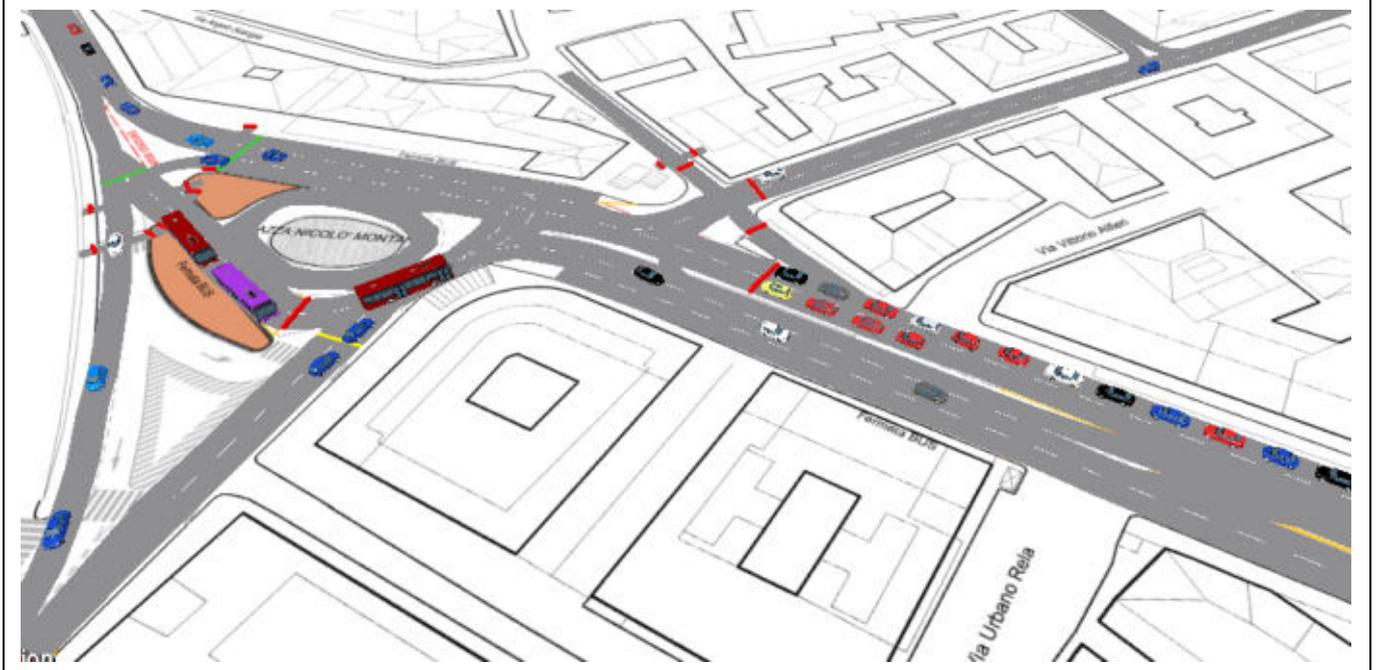


Figura 58: Nodo 1 H2. Int. Sem. piazza Montano – via Cantore – via Monti (cerchio rosso)

	PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)					
NOME DOCUMENTO	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	E21D	02 D Z1	RG	TS000X 001	D	84 di 135

	Coda media(m)	Coda (veh)	Ritardo medio (sec/veh)	Livello di Servizio
via Monti	31	5	60	LOS E
via Cantore	136	21	67	LOS E
Piazza Montano Ramo Sud	61	10	65	LOS E
Piazza Montano Ramo Est e Anello Rotatoria	5	1	11	LOS B
tot nodo	56	9	53	LOS D

Tabella 14: nodo 1 H2 incrocio sem. Piazza Montano – via Cantore – via Monti- L.d.S (ritardi sui rami e al nodo) e stima delle code

2. Nodo 2 (Figura 59): intersezione semaforizzata tra via Reti e piazza Montano. Per questo nodo la stima del tempo di ritardo medio è di circa 34 sec/veh cui corrisponde un livello di servizio pari ad “C” prossimo a “D”, da ritenersi quindi soddisfacente. Nel dettaglio dei singoli rami afferenti al nodo, il L.d.S più critico si riscontra su piazza Montano con ritardo superiore ai 40 sec/veh ed un L.d.S pari ad “D” che genera accodamenti fino a 10 veicoli che tuttavia possono essere distribuiti sulle 2 corsie di trasporto privato oltre a quella riservata. In Tabella 15 si riportano i valori dei tempi di ritardo e delle code per i rami del nodo. Nello specifico dell’analisi di dettaglio delle singole correnti veicolari si rimanda nell’allegato specifico²².

²² Vedi “book con layout ed indicatori di prestazione dei nodi”

NOME DOCUMENTO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
E21D	02 D Z1	RG	TS000X 001	D	85 di 135



Figura 59: Nodo 2 H2. Int. Sem. piazza Montano – via Reti (cerchio rosso)

	PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)					
NOME DOCUMENTO	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	E21D	02 D Z1	RG	TS000X 001	D	86 di 135

	Coda media (m)	Coda (veh)	Ritardo medio (sec/veh)	Livello di Servizio
Piazza Montano	63	10	43	LOS D
via Reti	17	3	18	LOS B
tot nodo	23	4	34	LOS C

Tabella 15: nodo 2 H2 incrocio sem. Piazza Montano – Via Reti - Livelli di servizio (ritardi sui rami e al nodo) e stima delle code

3. Nodo 3 (Figura 60) intersezione semaforizzata tra via Reti e via Degola. Per questo nodo la stima del tempo di ritardo medio è di circa 26 sec/veh cui corrisponde un livello di servizio pari ad “C” prossimo a “D”, da ritenersi quindi soddisfacente. Nel dettaglio dei singoli rami afferenti al nodo, il L.d.S più critico si riscontra su via Reti per le provenienze da Nord, con ritardo di superiore ai 54 sec/veh ed un L.d.S pari ad “D” prossimo a “E” che genera accodamenti medi fino a 16 veicoli, dovuto alla priorità semaforica dell’Asse di Forza in regime precedenza su questo flusso. Tutti questi valori sono comunque compatibili con le condizioni di esercizio che si riscontrano ordinariamente su questa intersezione nelle ore di punta. In Tabella 16 Tabella 15 si riportano i valori dei tempi di ritardo e delle code per i rami del nodo.

	Coda Media (m)	Coda (veh)	Ritardo medio (sec/veh)	Livello di Servizio
Via Reti Sud	24	4	11	LOS B
Via Redi Nord	106	16	54	LOS D
via Degola	1	0	10	LOS A
Tot	26	4	26	LOS C

Tabella 16: nodo 3 H2 incrocio sem. Via Degola – Via Reti - Livelli di servizio (ritardi sui rami e al nodo) e stima delle code

NOME DOCUMENTO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
E21D	02 D Z1	RG	TS000X 001	D	87 di 135

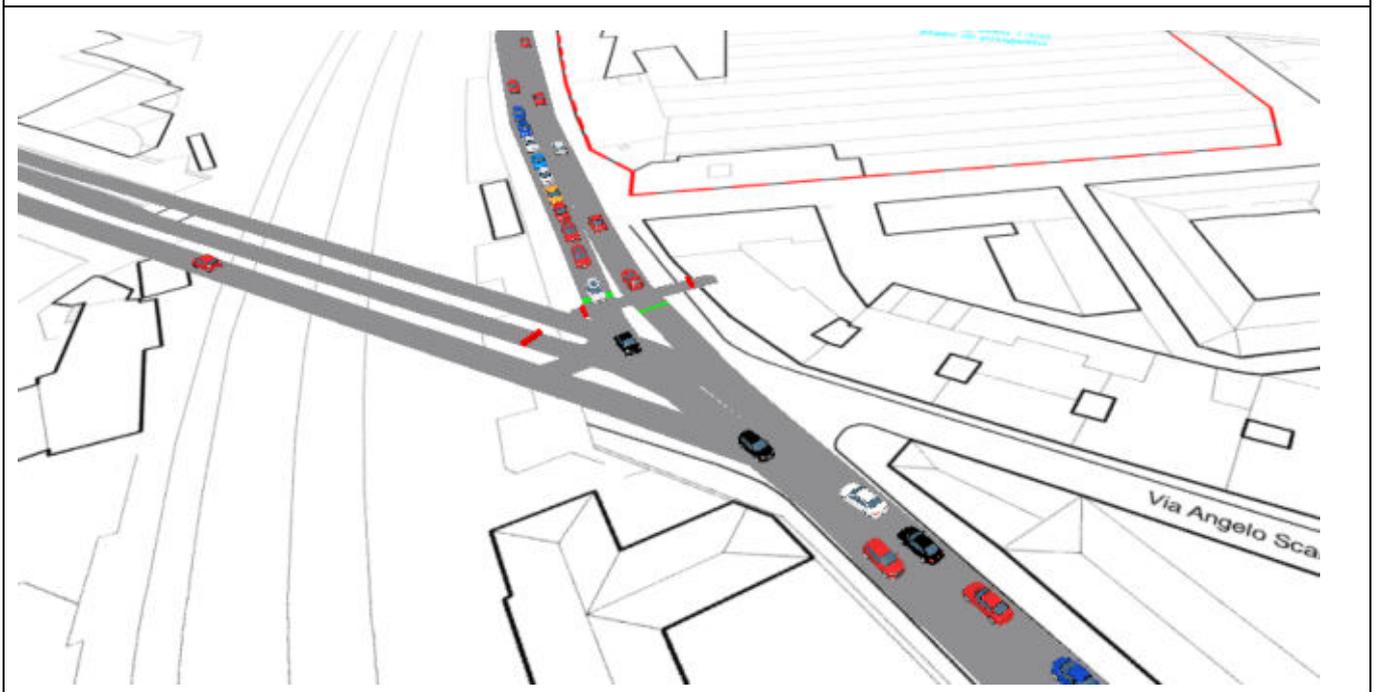
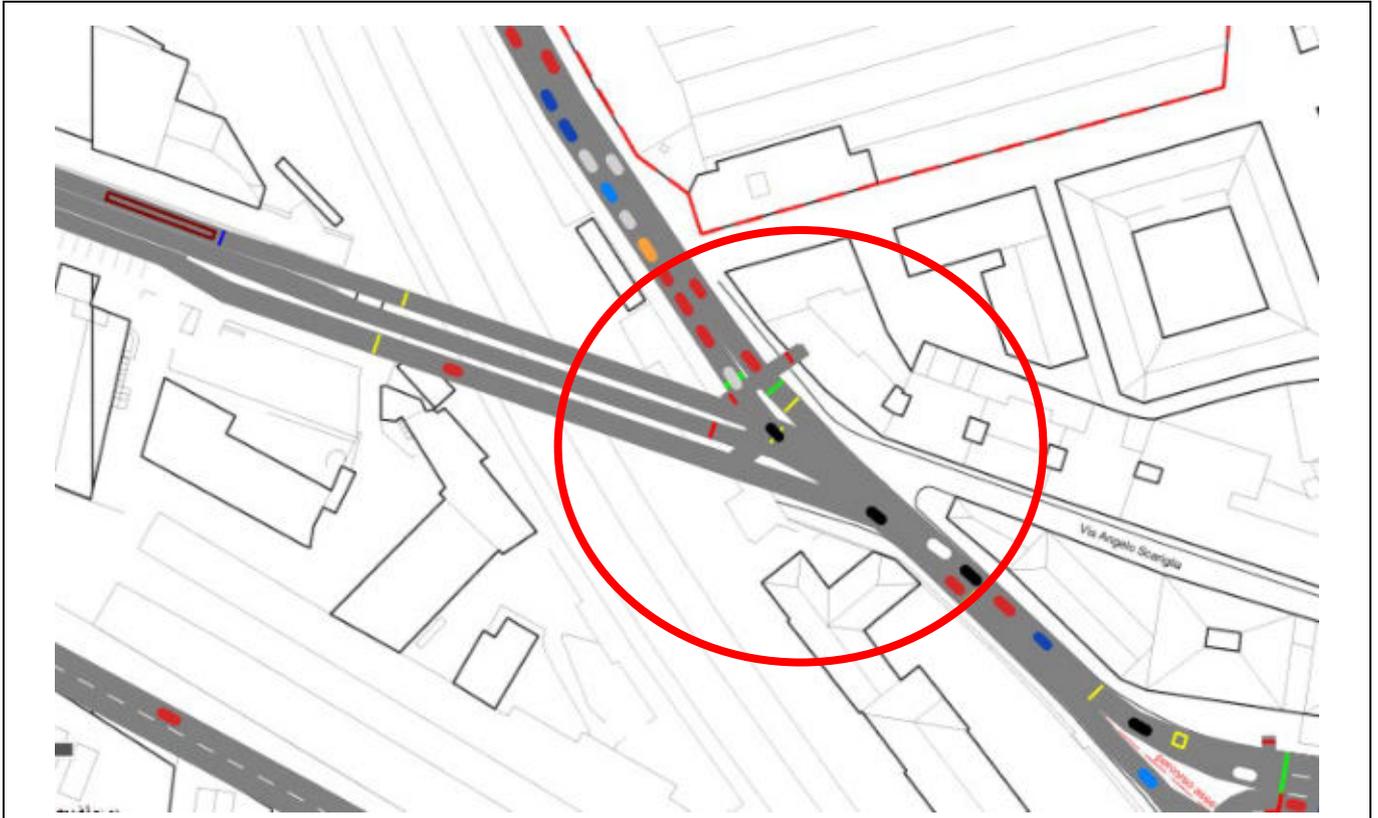


Figura 60: Nodo 3 H2. Int. Sem. via Reti – via Degola (cerchio rosso)

	<p>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)</p>												
<p>NOME DOCUMENTO</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>E21D</td> <td>02 D Z1</td> <td>RG</td> <td>TS000X 001</td> <td>D</td> <td>89 di 135</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	E21D	02 D Z1	RG	TS000X 001	D	89 di 135
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
E21D	02 D Z1	RG	TS000X 001	D	89 di 135								

destra verso via Montaldo, fornendo inoltre un incremento di spazio e raggio di sterzata al TPL, nell'eseguire la manovra di iscrizione in curva per accedere al deposito provenendo da nord. Si riporta in Figura 62 lo schema progettuale adottato e il layout del modello di microsimulazione (Figura 63 e Figura 64).



Figura 62: schema layout via Bobbio – Via Montaldo – (soluzione e fonte SA)

	<p>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)</p>												
<p>NOME DOCUMENTO</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>E21D</td> <td>02 D Z1</td> <td>RG</td> <td>TS000X 001</td> <td>D</td> <td>90 di 135</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	E21D	02 D Z1	RG	TS000X 001	D	90 di 135
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
E21D	02 D Z1	RG	TS000X 001	D	90 di 135								



Figura 63: Modello di Microsimulazione Macronodo I1 – Via Bobbio – via Montaldo (soluzione SA)

NOME DOCUMENTO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
E21D	02 D Z1	RG	TS000X 001	D	91 di 135



Figura 64: nodo I1. Microsimulazione Int. Sem. via Bobbio – via Montaldo (soluzione SA)

	PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)					
NOME DOCUMENTO	COMMESSA E21D	LOTTO 02 D Z1	CODIFICA RG	DOCUMENTO TS000X 001	REV. D	FOGLIO 92 di 135

Le analisi funzionali del nodo semaforizzato, sviluppate con la microsimulazione, evidenziano che la stima del tempo di ritardo medio del nodo è di circa 24 sec/veh, cui corrisponde un livello di servizio pari ad “C”, da ritenersi quindi soddisfacente (Tabella 17). Nel dettaglio dei singoli rami afferenti al nodo, il L.d.S più critico si riscontra su via Montaldo, con ritardo di circa 44 sec/veh pari ad un L.d.S “D” da considerarsi ancora soddisfacente. La coda massima si registra su via Montaldo con valori medi di circa 12 veicoli²³.

Nello specifico dell’analisi di dettaglio delle singole correnti veicolari si rimanda nell’allegato specifico²⁴.

	Coda media (m)	coda (veh)	ritardo medio (sec/veh)	Livello di Servizio
via Bobbio Nord	28	5	22	LOS C
via Montaldo	69	12	44	LOS D
via Bobbio Sud	6	1	7	LOS A
tot nodo	30	5	24	LOS C

Tabella 17: nodo I1. Int. Sem. via Bobbio – via Montaldo - Livelli di servizio (ritardi sui rami e al nodo) e stima delle code

²³ Per la stima della lunghezza di coda espressa si rimanda alla precisazione di cui al 7

²⁴ Vedi “book con layout ed indicatori di prestazione dei nodi”

	PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)												
NOME DOCUMENTO	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>E21D</td> <td>02 D Z1</td> <td>RG</td> <td>TS000X 001</td> <td>D</td> <td>93 di 135</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	E21D	02 D Z1	RG	TS000X 001	D	93 di 135
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
E21D	02 D Z1	RG	TS000X 001	D	93 di 135								

7.9 Nodo L: piazza Ferraris

la SA appaltante, di concerto con i progettisti, ha evidenziato la necessità di ridefinire il layout della piazza in relazione ad una razionalizzazione degli accessi-recessi del TPL, dei frontisti e dei parcheggi. La soluzione trasportistica prevista nel PFTE ha evidenziato inoltre la necessità di riprogettare tale area implementando un layout definitivo che consentisse la realizzazione di una banchina la cui estensione fosse adatta ad ospitare tutte le fermate ed i capolinea previsti. Il modello di microsimulazione si estende un un'area (Figura 65) che comprende le intersezioni tra Corso de Stefanis, via Monticelli, Corso Sardegna, via Fereggiano e la nuova piazza Ferraris che ospiterà fermate e capolinea per l'Asse Centro e l'Asse Centro barrato. Il modello include anche il nodo tra via Fereggiano, viale Bracelli e piazza Ferraris, regolato da impianto semaforico.



Figura 65: Corografia Macronodo Piazza Ferraris (poligono giallo)

NOME DOCUMENTO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
E21D	02 D Z1	RG	TS000X 001	D	94 di 135

La nuova soluzione progettuale prevede di accedere a piazza Ferraris/corso Sardegna da via Fereggiano mediante svolta a sinistra dedicata su via Marassi (piazza Ferraris), mentre le uscite (sempre in direzione sud) avverranno direttamente su Corso Sardegna – Fereggiano – Monticelli e saranno regolamentate da specifico impianto semaforico integrato con quello esistente. Si riporta in Figura 66: schema layout Piazza Ferrari – (nuova soluzione) Figura 66 lo schema progettuale adottato e il layout del modello di microsimulazione (Figura 67 e Figura 70).

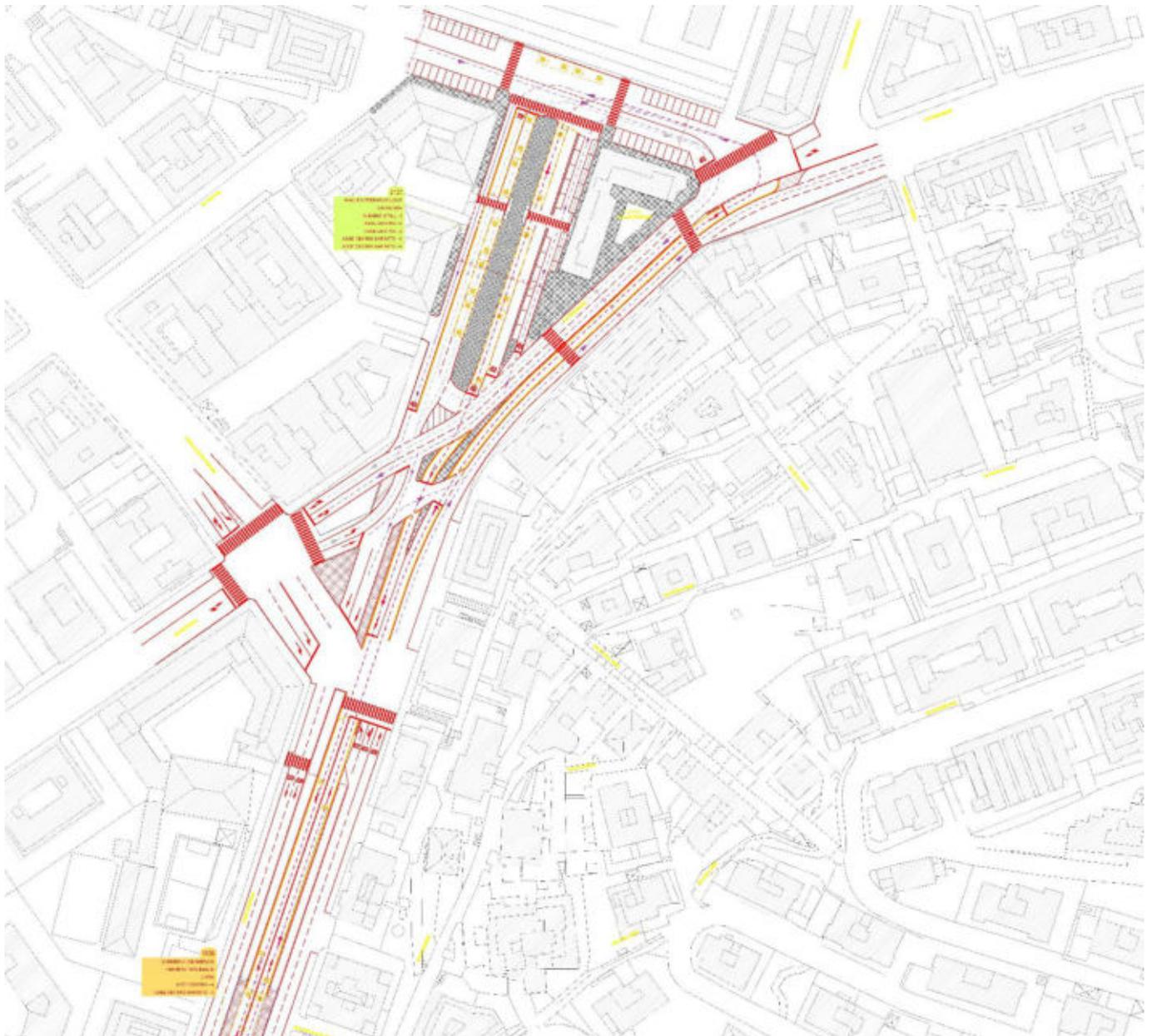


Figura 66: schema layout Piazza Ferrari – (nuova soluzione)

	PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)												
NOME DOCUMENTO	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>E21D</td> <td>02 D Z1</td> <td>RG</td> <td>TS000X 001</td> <td>D</td> <td>95 di 135</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	E21D	02 D Z1	RG	TS000X 001	D	95 di 135
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
E21D	02 D Z1	RG	TS000X 001	D	95 di 135								



Figura 67: Modello di Microsimulazione Macronodo Piazza Ferraris (nuova soluzione)

Gli itinerari di ingresso e uscita alla nuova piazza Ferraris/Corso Sardegna sono riportati rispettivamente in Figura 68 e Figura 69 (tratto in arancione).

NOME DOCUMENTO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
E21D	02 D Z1	RG	TS000X 001	D	96 di 135



Figura 68: Microsimulazione piazza Ferraris/Corso Sardegna – itinerari ingresso (nuova soluzione)

NOME DOCUMENTO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
E21D	02 D Z1	RG	TS000X 001	D	97 di 135



Figura 69: Microsimulazione piazza Ferraris/Corso Sardegna – itinerari uscita (nuova soluzione)

NOME DOCUMENTO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
E21D	02 D Z1	RG	TS000X 001	D	98 di 135



Figura 70: Microsimulazione piazza Ferraris/corso Sardegna (nuova soluzione)

	PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)					
NOME DOCUMENTO	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	E21D	02 D Z1	RG	TS000X 001	D	99 di 135

Le analisi funzionali del macro nodo semaforizzato tra Corso Sardegna - via Fereggiano – corso de Stefanis e via Monticelli, sviluppate con la microsimulazione, evidenziano che la stima del tempo di ritardo medio del nodo è di circa 38 sec/veh, cui corrisponde un livello di servizio pari ad “D”, da ritenersi quindi soddisfacente (Tabella 18). Nel dettaglio dei singoli rami afferenti al nodo, il L.d.S più critico si riscontra su Corso de Stefanis, con ritardo di circa 57 sec/veh pari ad un L.d.S “E”, da considerarsi “accettabile” nelle ore di punta. La coda massima si registra su corso de Stefanis con valori medi pari a circa 8 veicoli²⁵.

	Coda media (m)	coda (veh)	ritardo medio (sec/veh)	Livello di Servizio
via Monticelli	24	5	74	LOS E
Corso Sardegna lato Sud	40	8	27	LOS C
via Fereggiano	26	5	30	LOS C
via De Stefanis	29	6	57	LOS E
Piazza Ferraris	3	1	47	LOS D
tot nodo	14	3	38	LOS D

Tabella 18: Macro Nodo sem. tra Corso Sardegna - via Fereggiano – corso de Stefanis e via Monticelli - Livelli di servizio (ritardi sui rami e al nodo) e stima delle code

Per quanto attiene invece l’intersezione semaforizzata tra via Fereggiano – viale Bracelli e piazza Ferraris (nodo di accesso alla piazza) le analisi funzionali, sviluppate con la microsimulazione,

²⁵ Per la stima della lunghezza di coda espressa si rimanda alla precisazione di cui al 7

	PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)					
NOME DOCUMENTO	COMMESSA E21D	LOTTO 02 D Z1	CODIFICA RG	DOCUMENTO TS000X 001	REV. D	FOGLIO 100 di 135

evidenziano che la stima del tempo di ritardo medio del nodo è di circa 51 sec/veh, cui corrisponde un livello di servizio pari ad “D”, da ritenersi quindi soddisfacente (Tabella 19). Nel dettaglio dei singoli rami afferenti al nodo, il L.d.S più critico si riscontra su via Fereggiano (lato levante), con ritardo di circa 62 sec/veh pari ad un L.d.S “E” da considerarsi ancora accettabile nelle ore di punta. La coda massima si registra sempre su via su via Fereggiano (lato levante), con valori medi di circa 8 veicoli²⁶.

	Coda media (m)	coda (veh)	ritardo medio (sec/veh)	Livello di Servizio
via Fereggiano Ponente	12	2	17	LOS B
via Bracelli	38	8	27	LOS C
Piazza Ferraris	0	0	32	LOS C
via Fereggiano Levante	46	8	62	LOS E
tot nodo	34	7	51	LOS D

Tabella 19: Macro Nodo sem. tra via Fereggiano – viale Bracelli e Piazza Ferraris - Livelli di servizio (ritardi sui rami e al nodo) e stima delle code

²⁶ Per la stima della lunghezza di coda espressa si rimanda alla precisazione di cui al 7

	PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)												
NOME DOCUMENTO	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>E21D</td> <td>02 D Z1</td> <td>RG</td> <td>TS000X 001</td> <td>D</td> <td>101 di 135</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	E21D	02 D Z1	RG	TS000X 001	D	101 di 135
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
E21D	02 D Z1	RG	TS000X 001	D	101 di 135								

8. STUDIO MACRO NODO VIA EMILIA – VIA PIACENZA

La SA, in recepimento alle osservazioni formulate dal MIT e sostanziate nel documento di presentazione delle integrazioni documentali per l'assegnazione del finanziamento per l'intervento "Sistema degli assi di forza"²⁷ ha richiesto ai progettisti di verificare la possibilità di "prevedere ulteriori interventi sulla viabilità esistente al fine di ridurre la quota in promiscuo". In particolare, agendo sull'asse via Emilia/via Piacenza, consentendo l'estensione della corsia riservata del TPL ad ambo le direzioni.

L'area di studio in oggetto è quella relativa alla località San Gottardo che si sviluppa, partendo da Nord, sulla sponda destra del Bisagno, dall'incrocio a rotatoria con via Molassana, per proseguire in direzione Sud, a senso unico su via Piacenza fino all'incrocio con via Emilia (Figura 71).



Figura 71: macro nodo via Emilia/via Piacenza

²⁷ Si veda: Avviso di presentazione istanze per accesso alle risorse per il trasporto rapido di massa – Presentazioni di integrazioni documentali ai sensi dell'art. 2 del D.M. 607 del 27/12/2019

	PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)					
NOME DOCUMENTO	COMMESSA E21D	LOTTO 02 D Z1	CODIFICA RG	DOCUMENTO TS000X 001	REV. D	FOGLIO 102 di 135

L'intera area, densamente abitata e con una consolidata urbanizzazione, è caratterizzata da una maglia stradale che, dal punto di vista geometrico – funzionale, è assimilabile al rango di “strade urbane/locali”, con una larghezza utile, su via Piacenza, variabile da 2.50 a 3.50 m, numerosi accessi carrai, parcheggi in linea, aree di carico scarico funzionali alle diffuse attività commerciali. Tuttavia, la domanda di mobilità che interessa l'area non è circoscritta ai soli spostamenti interni o di scambio, ma è interessata da una significativa quota di traffico di attraversamento, essendo via Piacenza e via Emilia le uniche direttrici di traffico di collegamento con Genova, sul lato destro idrografico del Bisagno.

A ciò si aggiunga che la viabilità interna all'area è caratterizzata anche dalla presenza di intersezioni stradali di collegamento tra via Emilia e via Piacenza, regolate da semplice diritto di precedenza o semaforizzate, responsabili di accodamenti e ritardi. Tra i nodi di maggiore rilevanza si segnalano (da Sud a Nord):

- Incrocio via Piacenza, via Emilia, Ponte Feritore;
- Incrocio via Piacenza, via Fossato Cicala;
- Incrocio semaforizzato via Emilia, via Fossato Cicala;
- Incrocio semaforizzato via Emilia, via Pezzali;
- Incrocio semaforizzato via Piacenza, via donne della Resistenza, via Trensasco;
- Incrocio via Emilia, via donne della Resistenza, Ponte Ugo Gallo;
- Incrocio via Emilia, Pezzali;

I rilievi di traffico effettuali dal comune di Genova all'incrocio tra via Trensasco, via Donne della Resistenza e via Piacenza, riportati in Tabella 20 e Tabella 21, riferiti alle ore di punta mattinali e pomeridiane, evidenziano carichi veicolari (complessivi di nodo) superiori a 1050 vei/h. Il carico veicolare su via Donne della Resistenza, prossimo ai 100 vei/h e su via Piacenza, superiore a 850 vei/h, sono da considerarsi come valori critici in relazione alla capacità degli archi stradali e soprattutto dei nodi afferenti.

Sulla base di questi elementi i progettisti hanno sviluppato nuove ipotesi progettuali finalizzate ai seguenti obiettivi principali:

- Incremento delle tratte filoviarie in sede riservata;
- Interventi di disincentivazione del traffico di attraversamento.

Le soluzioni studiate hanno fatto riferimento alle seguenti tipologie di intervento:

1. **Interventi di modificazione dell'asse filoviario** di progetto;
2. **Interventi di riassetto della viabilità interna** al macro nodo Piacenza – Emilia agendo sulla ottimizzazione della circolazione e sul riordino dei nodi stradali.



PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)

NOME DOCUMENTO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
E21D	02 D Z1	RG	TS000X 001	D	103 di 135

Orario	Piacenza	BUS	Trenzasco	via Donne della Resistenza
7:15 - 8:15	94	1	18	10
	94	1	10	12
	96	2	12	9
	87	4	16	12
	89	0	19	7
	98	2	6	12
	96	1	18	9
	94	1	11	10
91	4	10	12	
tot	855		120	93

Tabella 20: rilievi traffico incrocio Piacenza – Trenzasco – d. della Resistenza – 7:15-8:15

Orario	Piacenza	BUS	Trenzasco	via Donne della Resistenza
17:30 - 18:30	79	1	8	22
	63	3	8	20
	89	1	11	15
	87	0	13	16
	91	0	7	21
	84	1	9	25
	75	3	10	18
	86	0	7	18
90	0	14	20	
tot	753		120	93

Tabella 21: rilievi traffico incrocio Piacenza – Trenzasco – d. della Resistenza – 17:30-18:30

Con riferimento agli **interventi di modificazione dell'asse filoviario** progetto (punto 1 del precedente punto elenco) sono state studiate 2 soluzioni: la prima prevede di portare tutto l'asse di forza su via Emilia mentre la seconda prevede la medesima soluzione su via Piacenza. Tuttavia i vincoli geometrico – dimensionali di tali soluzioni le rendono non praticabili, a meno di interventi molto penalizzanti per i residenti soprattutto in termini di riduzione degli stalli di sosta e dei marciapiedi. Per la quantificazione di tali impatti e la descrizione dei tracciati alternativi si rimanda alla relazione generale di progetto.

	PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)					
NOME DOCUMENTO	COMMESSA E21D	LOTTO 02 D Z1	CODIFICA RG	DOCUMENTO TS000X 001	REV. D	FOGLIO 104 di 135

Per quanto attiene invece gli **interventi di riassetto della viabilità interna** del macro nodo Piacenza – Emilia (punto 2 del precedente punto elenco), si è provveduto a studiare uno schema di riorganizzazione della viabilità interna che impedisse al traffico di attraversamento di transitare su via Piacenza. Si è ipotizzato quindi di intervenire sull'incrocio tra via Piacenza, via Pezzali, imponendo l'obbligo di svolta sinistra, per i non residenti, da via Piacenza a via Pezzali, favorendo il successivo itinerario verso sud tramite svolta a destra su via Emilia che, in base al PFTE diventerebbe a doppio senso (Figura 72). L'intervento prevede la necessaria riqualificazione di via Pezzali, attualmente di una larghezza variabile da 2.60 a 3.50 m, portandola ad una sezione uniforme di almeno 3 m; analogo intervento di riqualificazione viene previsto su via Donne della Resistenza.



Figura 72: modifica incrocio via Piacenza via Pezzali – Obbligo svolta a sinistra per non residenti

	PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)					
NOME DOCUMENTO	COMMESSA E21D	LOTTO 02 D Z1	CODIFICA RG	DOCUMENTO TS000X 001	REV. D	FOGLIO 105 di 135

Dal punto di vista funzionale, per quanto si possa intervenire sulla riqualificazione di via Pezzali e via Donne della Resistenza, la vocazione fortemente locale di queste strade/vie, la presenza di parcheggi e accessi carri, oltre al transito di utenze deboli (ciclisti e pedoni) in afferenza alle abitazioni e alle attività commerciali, renderebbero poco auspicabile l'utilizzo di queste strade per il traffico di attraversamento. A ciò si aggiunga che l'intersezione tra via Emilia e via Pezzali non è in grado di accettare volumi di traffico superiori ai 200 vei/h, come si evidenzia nella verifica funzionale eseguita tramite il software Sidra Intersection. È stata eseguita infatti una analisi di sensitività calcolando il tempo di ritardo ed il conseguente livello di servizio dell'incrocio tra via Pezzali e via Emilia, ipotizzando quote crescenti di traffico di attraversamento, deviato su via Pezzali verso via Emilia in luogo dell'itinerario su via Piacenza (Tabella 22). Dalle analisi emerge che l'intersezione andrebbe in crisi (livello di servizio "E") con valori attorno ai 250 vei/h, a fronte degli 850 vei/h che attualmente transitano su via Piacenza.

Scenario	Ritardo medio (sec/v)	L.d.S
100 vei/h su via Pezzali	17	B
200 vei/h su via Pezzali	38	D
250 vei/h su via Pezzali	63	E
300 vei/h su via Pezzali	95	F

Tabella 22: modifica incrocio via Emilia / via Pezzali - analisi funzionali di sensitività al variare del flusso su via Pezzali (Sidra)

In Figura 73 si riportano i tempi di ritardo e i livelli di servizio delle correnti veicolari nel nodo di via Emilia – via Pezzali nello scenario critico limite relativo ad un carico veicolare di 250 vei/h su via Pezzali, calcolati mediante Sidra Intersection. La soluzione prospettata non sembra quindi perseguibile.

Una differente ipotesi progettuale è stata sviluppata prevedendo l'inversione del senso di marcia su via Donne della Resistenza e imponendo l'obbligo di svolta sinistra, per i non residenti, da via Piacenza a via donne della Resistenza.



PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)

NOME DOCUMENTO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
E21D	02 D Z1	RG	TS000X 001	D	106 di 135

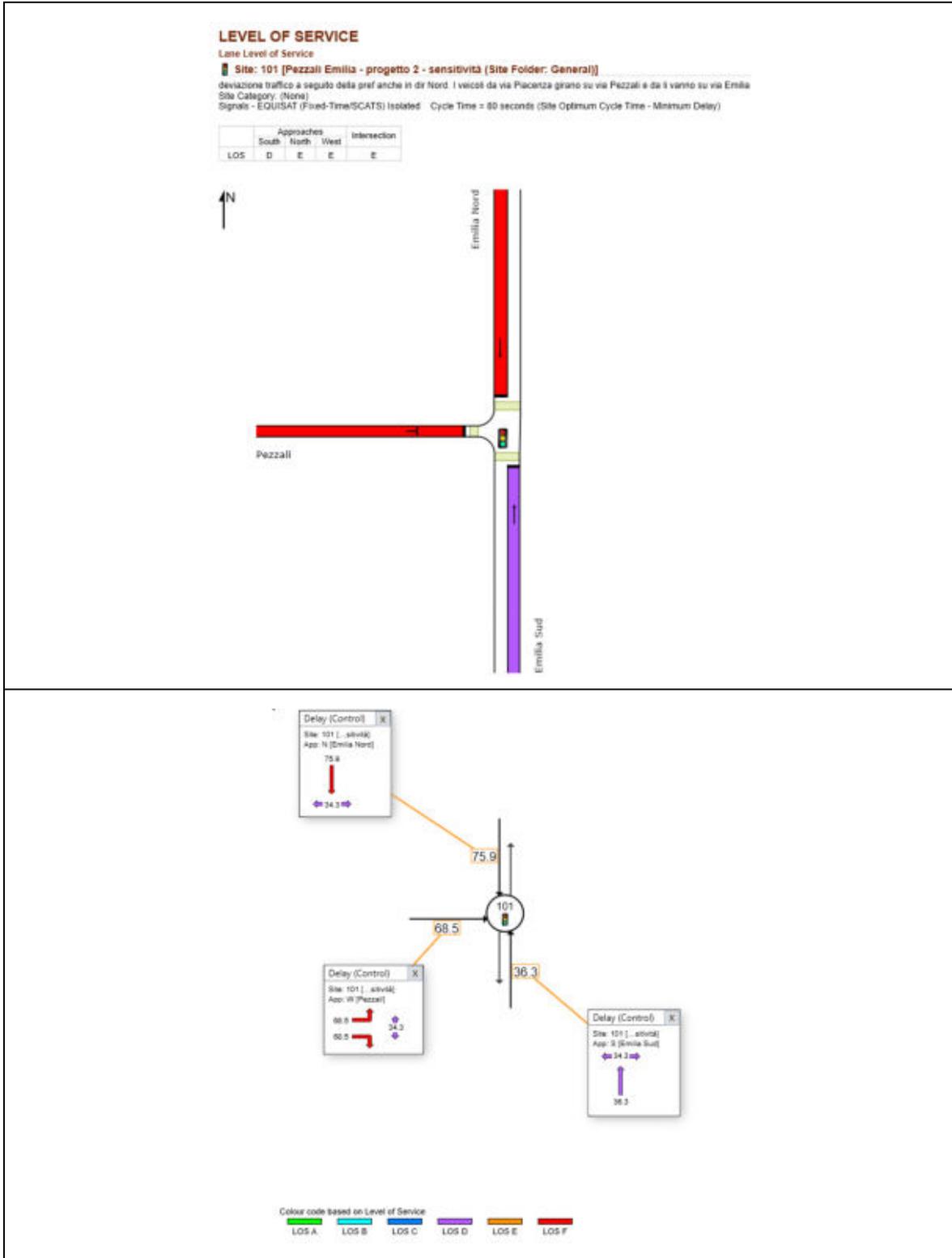


Figura 73: modifica incrocio via Emilia / via Pezzali – livelli di servizio scenario limite con 250 vei/h via Pezzali (Sidra)

	PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)												
NOME DOCUMENTO	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>E21D</td> <td>02 D Z1</td> <td>RG</td> <td>TS000X 001</td> <td>D</td> <td>107 di 135</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	E21D	02 D Z1	RG	TS000X 001	D	107 di 135
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
E21D	02 D Z1	RG	TS000X 001	D	107 di 135								

Anche questa soluzione non risulta attuabile poiché rende difficile il collegamento da sud verso via Trensasco che è attraversata da quasi 200 vei/h. Tale intervento si dovrebbe quindi accompagnare a quello di inversione di marcia di via Pezzali, per consentire di raggiungere via Trensasco, tramite via Piacenza, la quale deve essere posta a doppio senso per un breve tratto (Figura 74). Questa soluzione risulta peggiorativa anche per il semaforo tra via Piacenza e via Trensasco.



Figura 74: modifica incrocio via Piacenza – Trensasco e inversione dei sensi su via Pezzali e via donne della Resistenza – Obbligo svolta a sinistra per non residenti

	PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)					
NOME DOCUMENTO	COMMESSA E21D	LOTTO 02 D Z1	CODIFICA RG	DOCUMENTO TS000X 001	REV. D	FOGLIO 108 di 135

Sempre con l'intento di scoraggiare il traffico di attraversamento è stato ipotizzato di inibire la prosecuzione su via Piacenza, all'altezza dell'incrocio, sempre con via Piacenza (Figura 75) imponendo l'obbligo di svolta a sinistra. Questa soluzione prevede la riqualificazione del tratto di via Piacenza di collegamento con via Emilia portandola ad una sezione uniforme di almeno 3.5 m. Tuttavia anche in questa soluzione, la vocazione fortemente locale della via, la presenza di parcheggi e accessi carrai, oltre alla certa presenza di utenze deboli (ciclisti e pedoni) in afferenza alle abitazioni, rendono poco consigliabile l'utilizzo di questa strada per il traffico di attraversamento.



Figura 75: modifica incrocio via Piacenza – Obbligo svolta a sinistra per non residenti

	PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)					
NOME DOCUMENTO	COMMESSA E21D	LOTTO 02 D Z1	CODIFICA RG	DOCUMENTO TS000X 001	REV. D	FOGLIO 109 di 135

Infine, è stato ipotizzato di inibire la prosecuzione su via Piacenza, ai non residenti, in afferenza all'incrocio con via de Vincenzi imponendo l'obbligo di svolta a destra o sinistra. Questa soluzione implica il cambio di senso sulla via di collegamento con via Emilia ma anche sulla via interna (sempre denominata via Piacenza) per consentire di raggiungere la prosecuzione di via de Vincenzi. Anche questa soluzione non appare perseguibile in ordine alla ridotta capacità dell'arco stradale e dell'incrocio su via de Vincenzi.



Figura 76: modifica incrocio via de Vincenzi– Obbligo svolta a sinistra per non residenti

	PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)												
NOME DOCUMENTO	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>E21D</td> <td>02 D Z1</td> <td>RG</td> <td>TS000X 001</td> <td>D</td> <td>110 di 135</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	E21D	02 D Z1	RG	TS000X 001	D	110 di 135
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
E21D	02 D Z1	RG	TS000X 001	D	110 di 135								

In conclusione, per quanto sopra evidenziato, la soluzione progettuale individuata nel PFTE appare come la più efficiente, sia in termini di ottimizzazione delle lunghezze delle corsie riservate che in termini di implicazioni dirette sull'accessibilità all'area. Gli interventi ipotizzati di riassetto interno della viabilità, agendo su archi e nodi, sembrano non assicurare miglioramenti funzionali bensì evidenziano il rischio di un peggioramento dei tempi di ritardo e quindi dei livelli di servizio.

	PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)												
NOME DOCUMENTO	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>E21D</td> <td>02 D Z1</td> <td>RG</td> <td>TS000X 001</td> <td>D</td> <td>111 di 135</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	E21D	02 D Z1	RG	TS000X 001	D	111 di 135
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
E21D	02 D Z1	RG	TS000X 001	D	111 di 135								

9. ANALISI INTEGRATIVE

In questo paragrafo si dà evidenza dei risultati degli approfondimenti trasportistici, condivisi con la SA, in ordine alle seguenti tematiche specifiche:

- Microsimulazione dell'incrocio di Largo Jursè:** su questa intersezione si articolano molteplici correnti veicolari con sovrapposizioni di linee di trasporto pubblico e trasporto privato, in un contesto di particolare complessità geometrico e funzionale. Si è reso quindi necessario verificare, mediante modello di microsimulazione, la soluzione del PFTE e proporre una soluzione alternativa, ottimizzata, in grado di garantire tempi di ritardo e accodamenti più contenuti.
- Piazza Nunziata – via Gramsci:** in ordine alla necessità di ubicare correttamente la fermata di piazza della Nunziata, la cui estensione in lunghezza potrebbe limitare gli spazi di manovra nel nodo, si è reso necessario ipotizzarne lo spostamento dalla piazza a via Bensa (occupando il sedime stradale) in direzione levante. Questa valutazione è stata fatta aggiornando il modello di microsimulazione dell'intero nodo al fine anche di valutare gli effetti su via Gramsci in ordine al corretto dimensionamento della corsia preferenziale di svolta a sinistra verso via delle Fontane.
- Corsia preferenziale di Largo della Zecca, Galleria Garibaldi:** il progetto PFTE prevede la realizzazione di una corsia preferenziale, estesa per tutto lo sviluppo della galleria in affiancamento alla corsia del trasporto privato. Si è reso necessario valutare l'opportunità di tale estensione in relazione ai lunghi e frequenti accodamenti che attualmente si registrano nella galleria e che potrebbero vanificarne i benefici e accentuarne la criticità. Per tali valutazioni, in accordo con la SA, si è provveduto ad elaborare i dati FCD Junction Analysis del provider Tom Tom, che forniscono in tempo reale le lunghezze delle code oltre ai tempi di ritardo ed una stima dei flussi di traffico, e sulla base di tali dati valutare l'opportunità di confermare o modificare l'ipotesi progettuale.
- Corsia preferenziale di via Milano (Cantore – Francia – Dinegro):** il progetto PFTE prevede la realizzazione di una corsia preferenziale su via Milano, estesa per tutto lo sviluppo del tratto dalla rotatoria Cantore – Francia fino all'incrocio con piazza Dinegro. Si è reso necessario valutare l'opportunità di tale estensione in relazione ai lunghi e frequenti accodamenti che attualmente si registrano sia in direzione levante che verso via Milano/via Venezia (svolta a sinistra), tali da bloccare la rotatoria Cantore /Francia. Anche in questo caso, in accordo con la SA, si è provveduto ad elaborare i dati FCD Junction Analysis del provider Tom Tom con specifico riferimento alle lunghezze delle code medie e massime, e sulla base di tali dati valutare l'opportunità di confermare o modificare l'ipotesi progettuale.
- Nuova circuitazione di corso Sardegna – Don Orione:** La SA ha proposto di valutare gli effetti conseguenti ad un possibile intervento di modifica della circolazione che

	PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)												
NOME DOCUMENTO	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>E21D</td> <td>02 D Z1</td> <td>RG</td> <td>TS000X 001</td> <td>D</td> <td>112 di 135</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	E21D	02 D Z1	RG	TS000X 001	D	112 di 135
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
E21D	02 D Z1	RG	TS000X 001	D	112 di 135								

coinvolge via Don Orione (posta a doppio senso) e via Cagliari (con senso di marcia invertito). Tale soluzione avrebbe lo scopo di semplificare il nodo e consentirebbe di riorganizzare la fasatura semaforica senza le svolte a sinistra da corso Sardegna. È stata quindi proposta una nuova fasatura semaforica e sviluppata l'analisi funzionale del nodo per verificarne l'effettiva fattibilità.

Nei successivi paragrafi si rappresenteranno nel dettaglio le analisi e le risultanze degli approfondimenti sopra esposti.

	PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)												
NOME DOCUMENTO	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>E21D</td> <td>02 D Z1</td> <td>RG</td> <td>TS000X 001</td> <td>D</td> <td>113 di 135</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	E21D	02 D Z1	RG	TS000X 001	D	113 di 135
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
E21D	02 D Z1	RG	TS000X 001	D	113 di 135								

9.1 Microsimulazione dell'incrocio di largo Jursè

L'intersezione a rotatoria di Largo Jursè (Figura 77) interessa direttamente 5 rami, 3 dei quali (via Pieragostini, via Pacinotti e via Degola) oltre ad essere direttamente percorsi dalle linee Filoviarie in progetto sono caratterizzate da flussi veicolari di ingente valore. La microsimulazione del nodo si sviluppa su di un'area di studio che si estende a ponente lungo via Pieragostini, comprendendo il nodo con via Mantovani, via Eridania, per poi estendersi, lungo via Pacinotti, fino al nodo con via Avio, e lungo via Degola fino al nodo con via Reti e piazza Montano.



Figura 77: Corografia Macronodo: Jursè – via Degola – Via Pacinotti – Piazza Montano (poligono giallo)

La soluzione progettuale implementata nel PFTE presenta delle possibili criticità in relazione alle correnti veicolari che si intrecciano su via Degola tra le linee Filoviarie/TPL e quelle del trasporto privato in attestamento alla rotatoria, rendendo complicata la negoziazione degli spazi di manovra

NOME DOCUMENTO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
E21D	02 D Z1	RG	TS000X 001	D	114 di 135

e delle precedenze. Anche la geometria delle manovre di uscita dalla rotonda potrebbe comportare delle interferenze con i rami di ingresso tali indurre maggiori rallentamenti e ritardi. La specificità di tali manovre rende necessario approfondire l'analisi funzionali implementando un modello di microsimulazione, è stato quindi ripreso il modello Vissim sviluppato per il macronodo Piazza Montano – Degola – Cantore estendendolo a Largo Jursè e alle intersezioni limitrofe. Il modello è stato sviluppato con riferimento alla soluzione sviluppata nel PFTE e ad una con nuova soluzione che prevede la riorganizzazione delle correnti veicolari su via Degola (inversione dei flussi). Si riportano, nelle figure successive, gli schemi progettuali ed i layout dei modelli di microsimulazione della soluzione PFTE e della soluzione modificata.

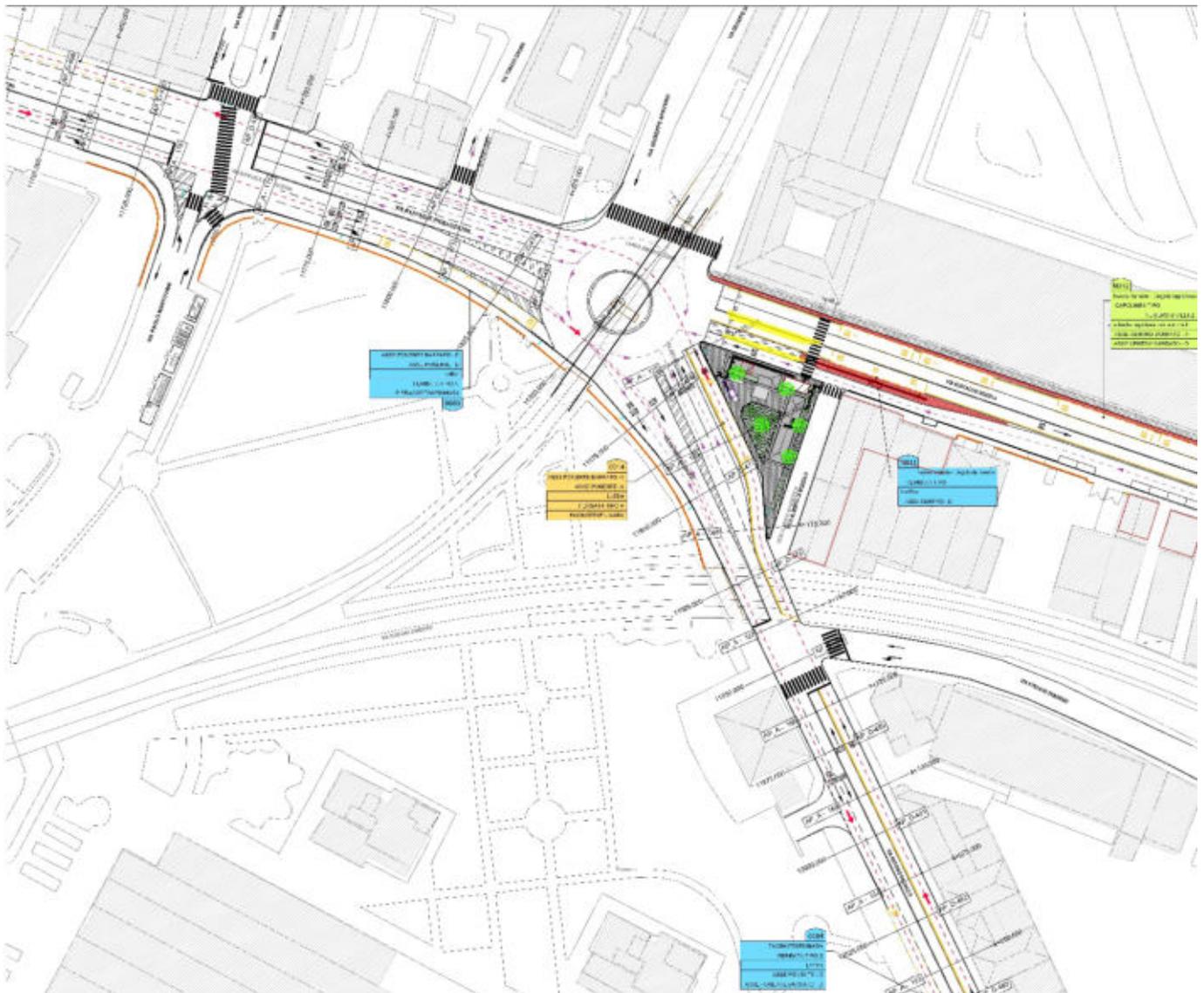


Figura 78: schema layout Largo Jursè – (soluzione PFTE)

NOME DOCUMENTO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
E21D	02 D Z1	RG	TS000X 001	D	115 di 135

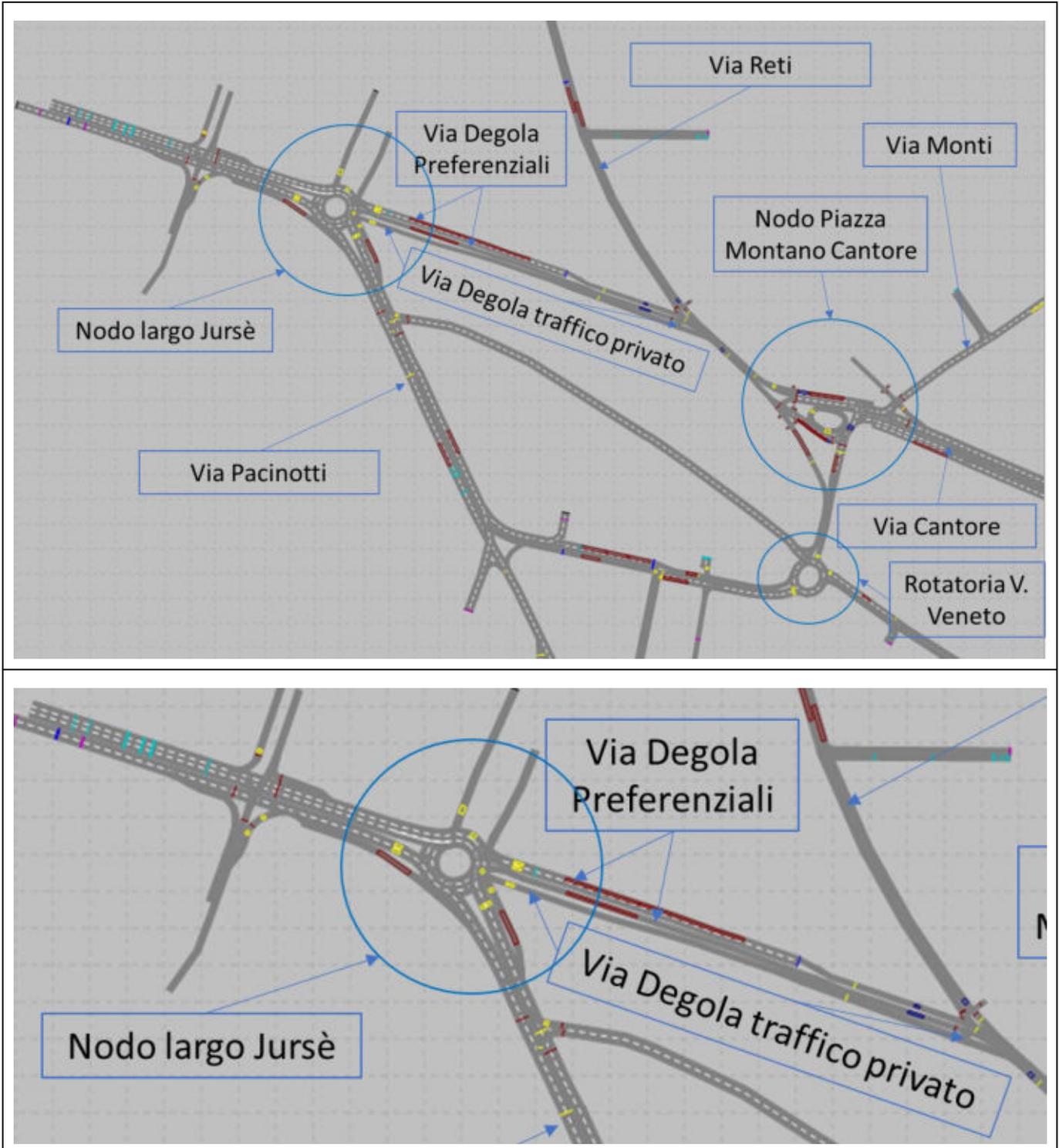


Figura 79: Modello di Microsimulazione Macronodo Largo Jursè – (soluzione PFTE)



PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)

NOME DOCUMENTO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
E21D	02 D Z1	RG	TS000X 001	D	116 di 135

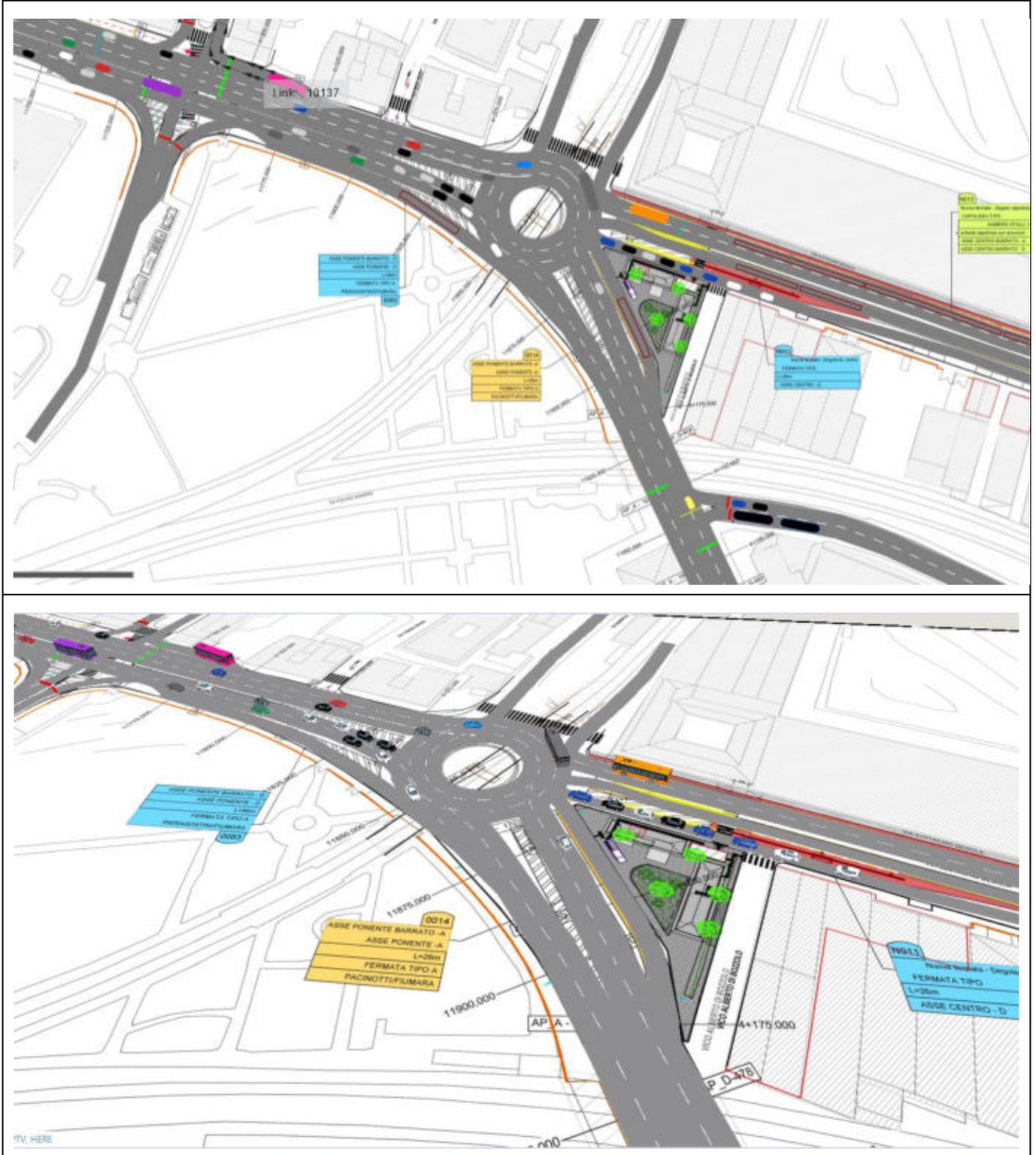


Figura 80: Largo Jursè. Microsimulazione (soluzione PFTE)

NOME DOCUMENTO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
E21D	02 D Z1	RG	TS000X 001	D	118 di 135

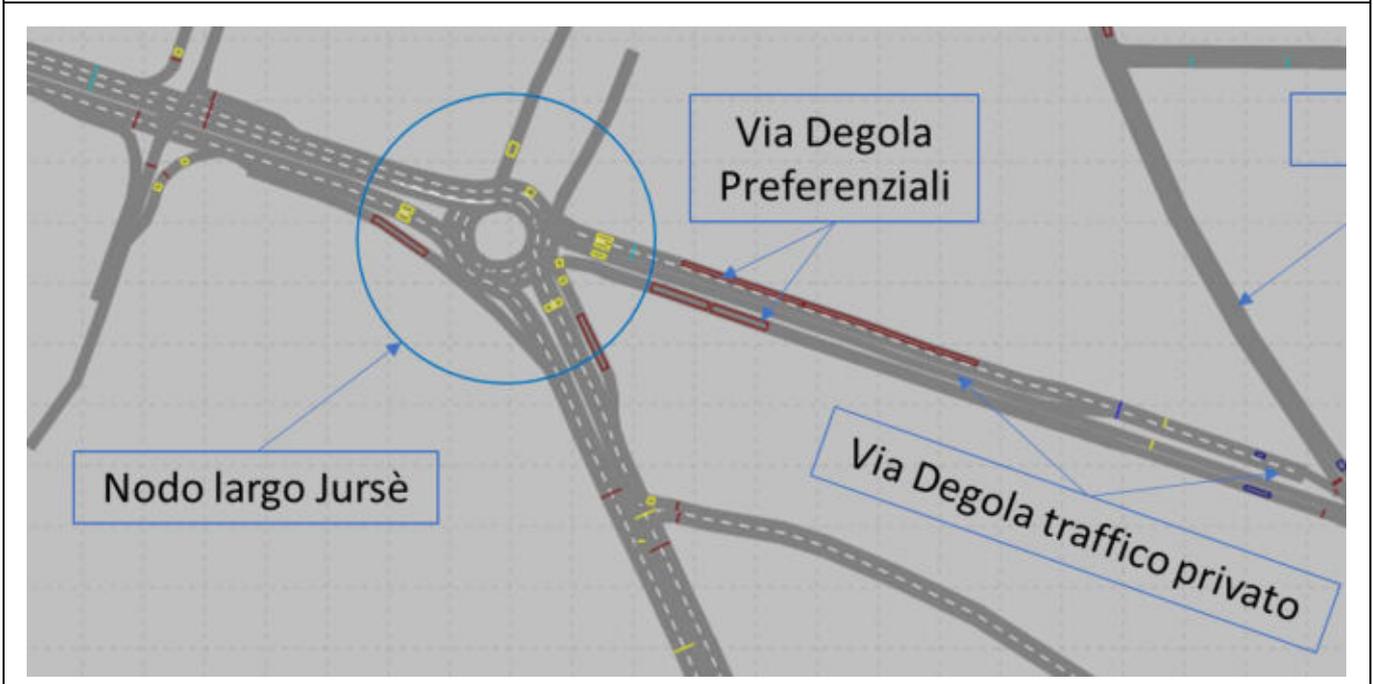
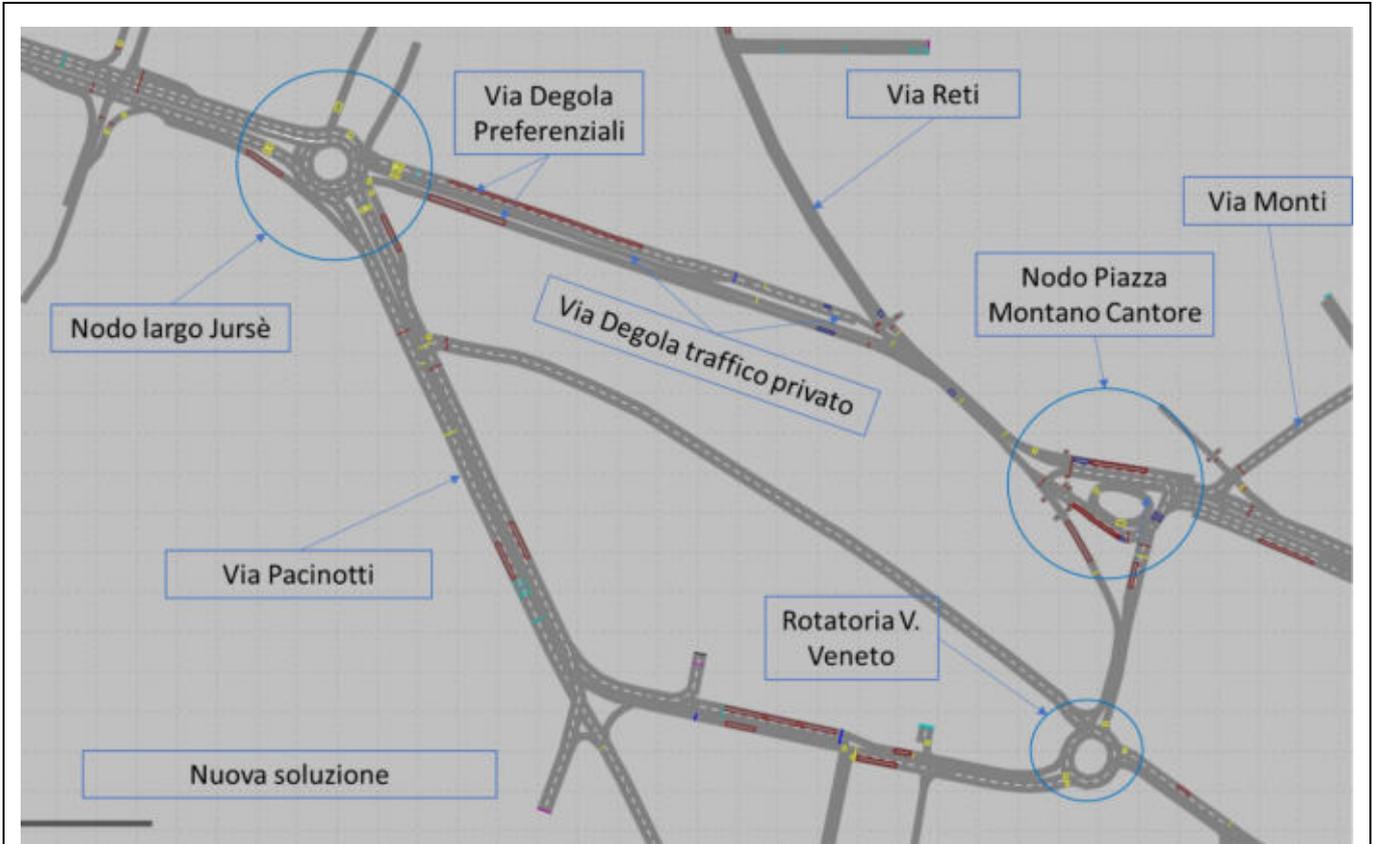


Figura 82: Modello di Microsimulazione Macronodo Largo Jursè – (soluzione modificata)

PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)

NOME DOCUMENTO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
E21D	02 D Z1	RG	TS000X 001	D	119 di 135

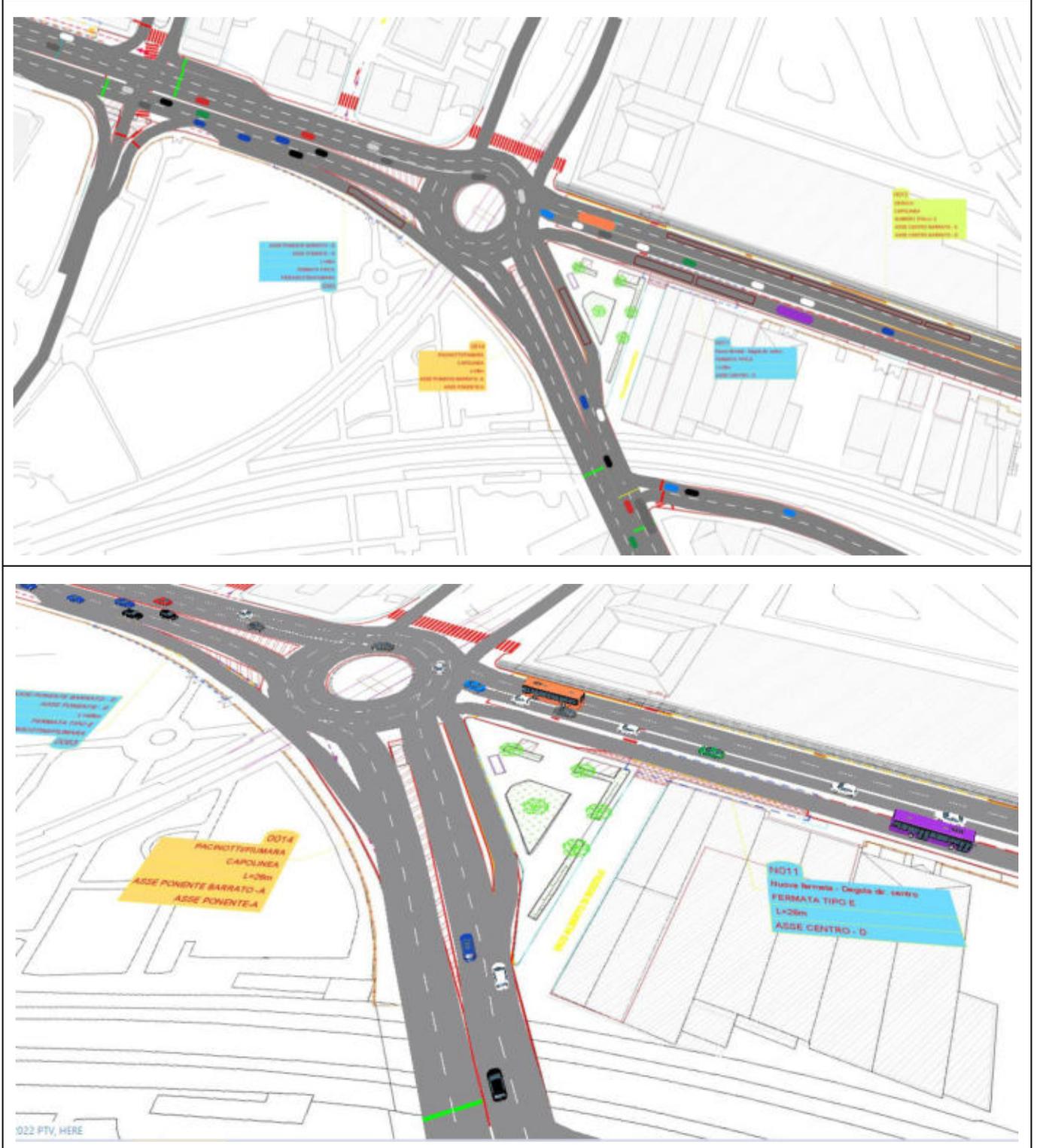


Figura 83: Largo Jursè. Microsimulazione (soluzione modificata)

	PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)					
NOME DOCUMENTO	COMMESSA E21D	LOTTO 02 D Z1	CODIFICA RG	DOCUMENTO TS000X 001	REV. D	FOGLIO 120 di 135

In Tabella 23 e Tabella 24 si riportano i risultati delle analisi funzionali della rotatoria di Largo Jursè, sviluppate con il modello di microsimulazione, per le 2 soluzioni analizzate. I risultati evidenziano che la soluzione PFTE è caratterizzata da un tempo di ritardo medio al nodo pari a circa 30 sec/veh, cui corrisponde un livello di servizio pari ad “D”, da ritenersi quindi soddisfacente. Tuttavia, nel dettaglio dei singoli rami afferenti al nodo (Tabella 23), si evidenzia un L.d.S critico per la manovra di immissione da via Degola, per la corsia dedicata al trasporto privato, con un ritardo medio di quasi 60 sec/veh pari ad un L.d.S “F” e accodamenti medi di circa 8 veicoli (con code massime di circa 200 metri (per l’analisi di dettaglio delle singole correnti veicolari si rimanda all’allegato specifico²⁸).

	Coda media (m)	coda (veh)	ritardo medio (sec/veh)	Livello di Servizio
via Pacinotti	2.92	0	28	LOS D
via Degola	53.6	8	58	LOS F
via Degola TPL	0.27	0	21	LOS C
via Pieragostini	4.77	1	17	LOS C
via Pieragostini TPL	0.59	0	33	LOS D
via Spataro	0.02	0	4	LOS A
tot	8	1	29	LOS D

Tabella 23: Largo Jursè Livelli di servizio (ritardi sui rami e al nodo) e stima delle code – scenario PFTE

²⁸ Vedi “book con layout ed indicatori di prestazione dei nodi”

	PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)					
NOME DOCUMENTO	COMMESSA E21D	LOTTO 02 D Z1	CODIFICA RG	DOCUMENTO TS000X 001	REV. D	FOGLIO 121 di 135

Come si evidenzia in Tabella 24, la soluzione modificata oltre a comportare un miglioramento complessivo del livello di servizio del nodo (tempo di ritardo medio pari a 18 sec/vei e L.d.S. "C") è da preferire anche in relazione ad un complessivo miglioramento dei livelli di servizio su via Degola che passa da un L.d.S "F" ad un L.d.S "B-C".

	Coda media (m)	coda (veh)	ritardo medio (sec/veh)	Livello di Servizio
via Pacinotti	1.41	0	22	LOS C
via Degola	7.41	1	11	LOS B
via Degola TPL	0.12	0	17	LOS C
via Pieragostini	4.05	1	17	LOS C
via Pieragostini TPL	0.6	0	35	LOS D
via Spataro	0	0	2	LOS A
tot	2	0	18	LOS C

Tabella 24: largo Jursè Livelli di servizio (ritardi sui rami e al nodo) e stima delle code – Sol. Modificata

	PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)												
NOME DOCUMENTO	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>E21D</td> <td>02 D Z1</td> <td>RG</td> <td>TS000X 001</td> <td>D</td> <td>122 di 135</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	E21D	02 D Z1	RG	TS000X 001	D	122 di 135
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
E21D	02 D Z1	RG	TS000X 001	D	122 di 135								

9.2 Piazza Nunziata – via Gramsci – spostamento fermata

Il PFTE prevede di ubicare la fermata di Piazza Nunziata nel sedime della piazza stessa, sulla corsia di destra dell'intersezione a rotatoria in direzione levante. Tale soluzione, verificata con il modello di microsimulazione e riportata al paragrafo 7.3, potrebbe presentare criticità in relazione agli spazi di manovra nel veicolo, che sono limitati e condizionano la guida del mezzo nelle operazioni di fermata, salita e discesa dei passeggeri per gli itinerari pedonali di accesso alla fermata nella piazza (Figura 84).

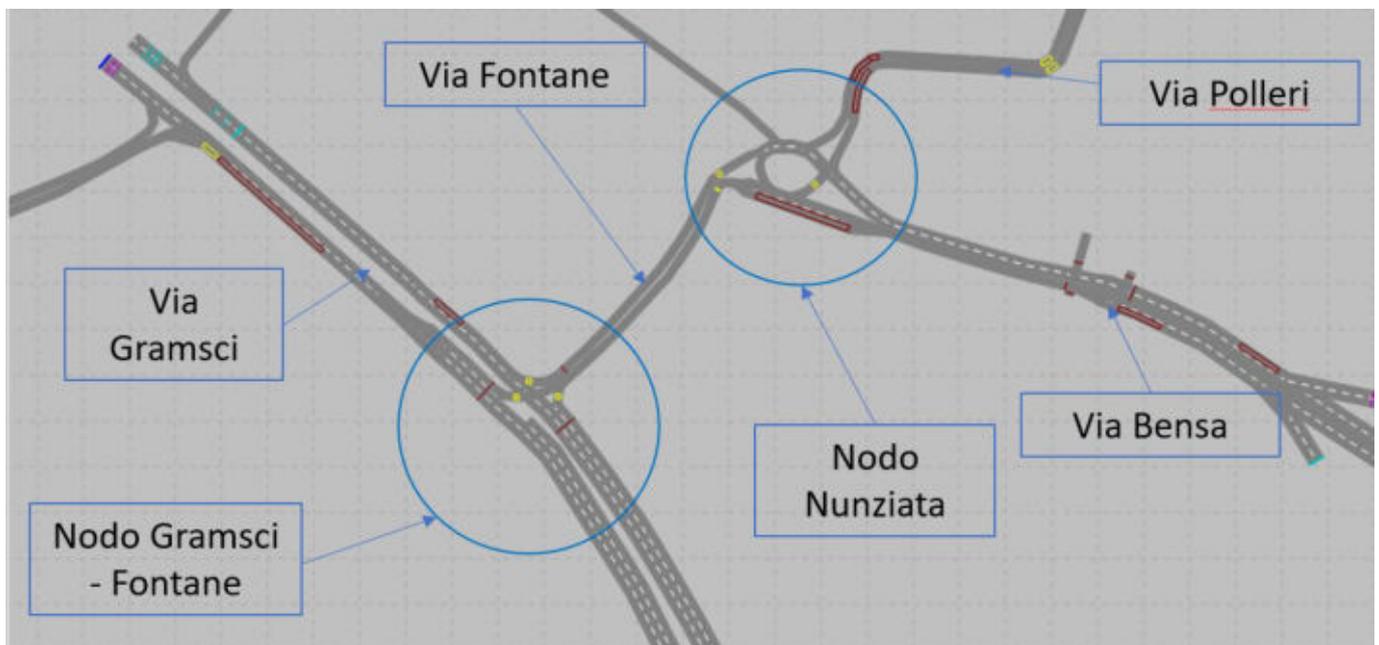


Figura 84: Fermata Piazza Nunziata (soluzione PFTE)

La SA ha chiesto di valutare gli effetti funzionali sul nodo nell'ipotesi di spostamento della fermata verso levante, eliminando quella su via Bessa. Tale ipotesi che prevede che la fermata venga ubicata su una sede stradale che in quel tratto è ad un'unica corsia, in direzione levante, potrebbe produrre rallentamenti e accodamenti con effetti diretti sulla rotatoria di piazza Nunziata. Se da un lato quindi tale soluzione potrebbe portare ad una semplificazione funzionale delle manovre in rotatoria, dall'altro potrebbe indurre un decadimento funzionale della medesima. Si è reso quindi necessario aggiornare il modello di microsimulazione che preveda lo spostamento della fermata, verificando i livelli di servizio dell'intero nodo e valutare gli effetti su via Gramsci in ordine al corretto dimensionamento della corsia preferenziale di svolta a sinistra verso via delle Fontane.

	PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)					
NOME DOCUMENTO	COMMESSA E21D	LOTTO 02 D Z1	CODIFICA RG	DOCUMENTO TS000X 001	REV. D	FOGLIO 123 di 135

In Figura 85 si riporta il layout del modello di microsimulazione che recepisce lo spostamento della fermata in oggetto.

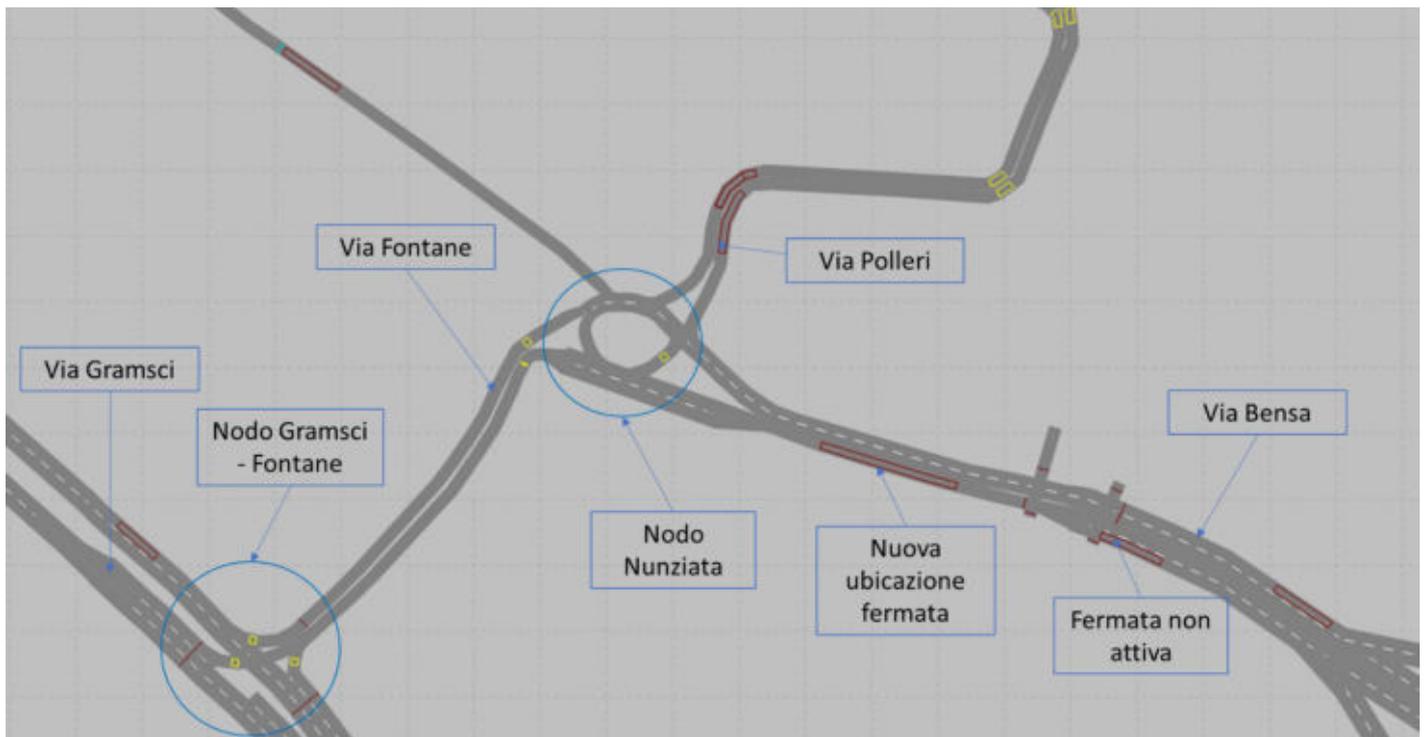


Figura 85: Fermata Piazza Nunziata (soluzione con spostamento fermata)

I risultati della microsimulazione mostrano che, per quanto attiene l'intersezione a rotatoria di piazza Nunziata (Tabella 25), il tempo di ritardo medio del nodo è di circa 41 sec/veh cui corrisponde un livello di servizio pari ad "E". Nel dettaglio dei singoli rami afferenti al nodo, si osserva che il ramo di via Polleri presenta un L.d.S. pari a "F", evidenziando fenomeni di accodamenti di circa 40 veicoli²⁹, mentre i rimanenti rami presentano un livello di servizio pari a "C". Per quanto attiene l'incrocio semaforizzato Gramsci – Fontana, non si riscontrano variazioni significative rispetto al PFTE, le analisi funzionali, evidenziano (Tabella 26) che la stima del tempo di ritardo medio del nodo rimane invariata, pari a circa 32 sec/veh, cui corrisponde un livello di servizio pari ad "C". Nel dettaglio dei singoli rami afferenti al nodo, i L.d.S. non presentano mai valori pari ad "F" ma variano da "A" a "D". Con riferimento alla lunghezza delle code, su via Gramsci, in direzione via Fontane per la svolta a sinistra, la coda media è di circa un veicolo (in questo caso si tratterebbe di un filobus) ma possono ingenerarsi accodamenti anche superiori.

²⁹ Per la stima della lunghezza di coda espressa si rimanda alla precisazione di cui al 7

	PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)					
NOME DOCUMENTO	COMMESSA E21D	LOTTO 02 D Z1	CODIFICA RG	DOCUMENTO TS000X 001	REV. D	FOGLIO 124 di 135



Figura 86: Microsimulazione della soluzione con spostamento della fermata Piazza Nunziata)

Tale fenomeno è da considerarsi comunque saltuario e di natura non sistematica, in un contesto in cui lunghezza massima della coda potrà essere di 3 veicoli, per questa ragione la corsia di accumulo è stata dimensionata per ospitare almeno 3 veicoli filoviari (circa 90 m).

	Coda Media (m)	Coda (Veh)	Ritardo medio (sec/v)	Livello di Servizio
via delle Fontane	27	4	20	LOS C
via Bensa	14	2	24	LOS C
via Polleri (Nord)	281	43	75	LOS F
tot	60	9	41	LOS E

Tabella 25: rotonda piazza delle Fontane - Livelli di servizio (soluzione con spost. Fermata piazza Nunziata)



PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)

NOME DOCUMENTO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
E21D	02 D Z1	RG	TS000X 001	D	125 di 135

	Coda Media (m)	Coda (Veh)	Ritardo medio (sec/v)	Livello di Servizio
via Gramsci Nord	5	1	6	LOS A
via Gramsci Sud	139	21	46	LOS D
Via delle Fontane	54	8	41	LOS D
tot	5	1	32	LOS C

Tabella 26: incrocio sem.Gramsci - Fontane - Livelli di servizio (soluzione con spost. Fermata piazza Nunziata)

	PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)												
NOME DOCUMENTO	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>E21D</td> <td>02 D Z1</td> <td>RG</td> <td>TS000X 001</td> <td>D</td> <td>126 di 135</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	E21D	02 D Z1	RG	TS000X 001	D	126 di 135
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
E21D	02 D Z1	RG	TS000X 001	D	126 di 135								

9.3 Corsia preferenziale di Largo della Zecca, Galleria Garibaldi

il progetto PFTE prevede la realizzazione di una corsia preferenziale, estesa per tutto lo sviluppo della galleria, in affiancamento alla corsia del trasporto privato, in direzione levante. Si è reso necessario valutare l'opportunità di tale estensione in relazione ai lunghi e frequenti accodamenti che attualmente si registrano nella galleria che potrebbero vanificarne i benefici e accentuarne la criticità.



Verifica code
dati FCD
(Tom Tom)

Figura 87: estensione preferenziale Largo Zecca – Galleria Garibaldi

Per tali valutazioni, in accordo con la SA, si è provveduto ad elaborare i dati FCD Junction Analysis del provider Tom Tom, che forniscono, in tempo reale, le lunghezze delle code oltre ai tempi di ritardo ed una stima dei flussi di traffico, e sulla base di tali dati valutare l'opportunità di confermare o modificare l'ipotesi progettuale. In Tabella 27 si riportano i valori medi e massimi delle lunghezze delle code su Largo Zecca – Gall. Garibaldi nelle ore di punta (7-8) e in una fascia di minor carico veicolare (12:00 – 16:00).

Ramo/intervallo	Coda media (m)	Coda massima (m)
Largo Zecca – Gall. Garibaldi – ore 7:00 – 8:00	150	500
Largo Zecca – Gall. Garibaldi – ore 12:00 – 16:00	40	280

Tabella 27: : lungh. code Largo Zecca – Galleria Garibaldi (elab. FCD Junction Analysis Tom Tom) -dir Levante



PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)

NOME DOCUMENTO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
E21D	02 D Z1	RG	TS000X 001	D	127 di 135

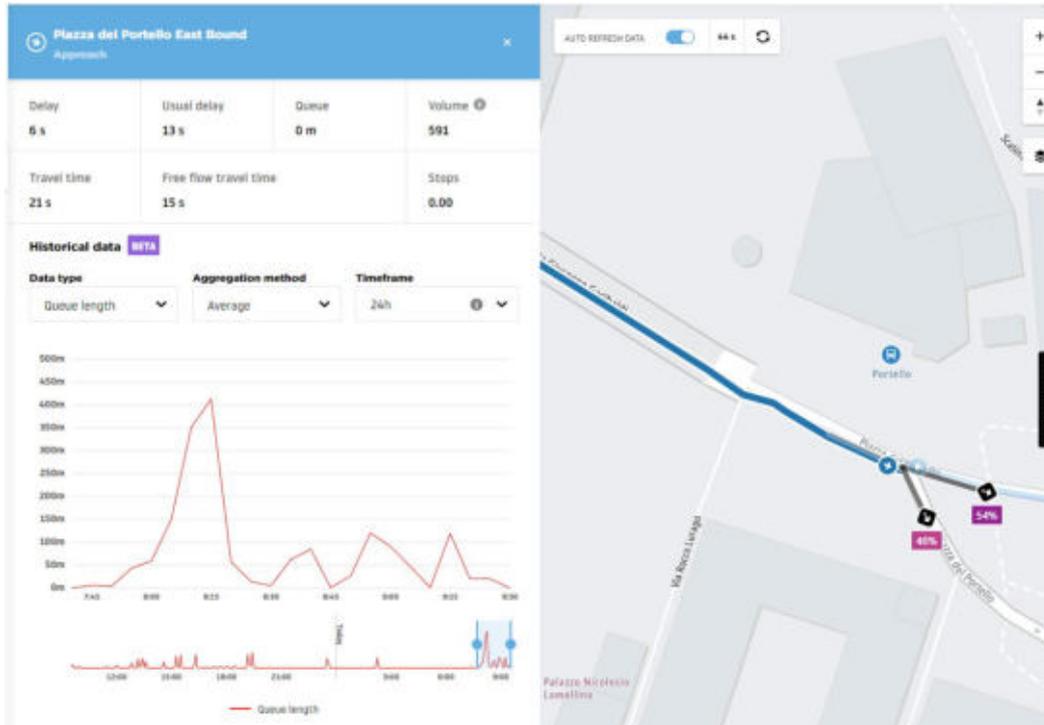


Figura 88: code medie ore 7-8 Largo Zecca – Galleria Garibaldi (elab. FCD Junction Analysis Tom Tom)

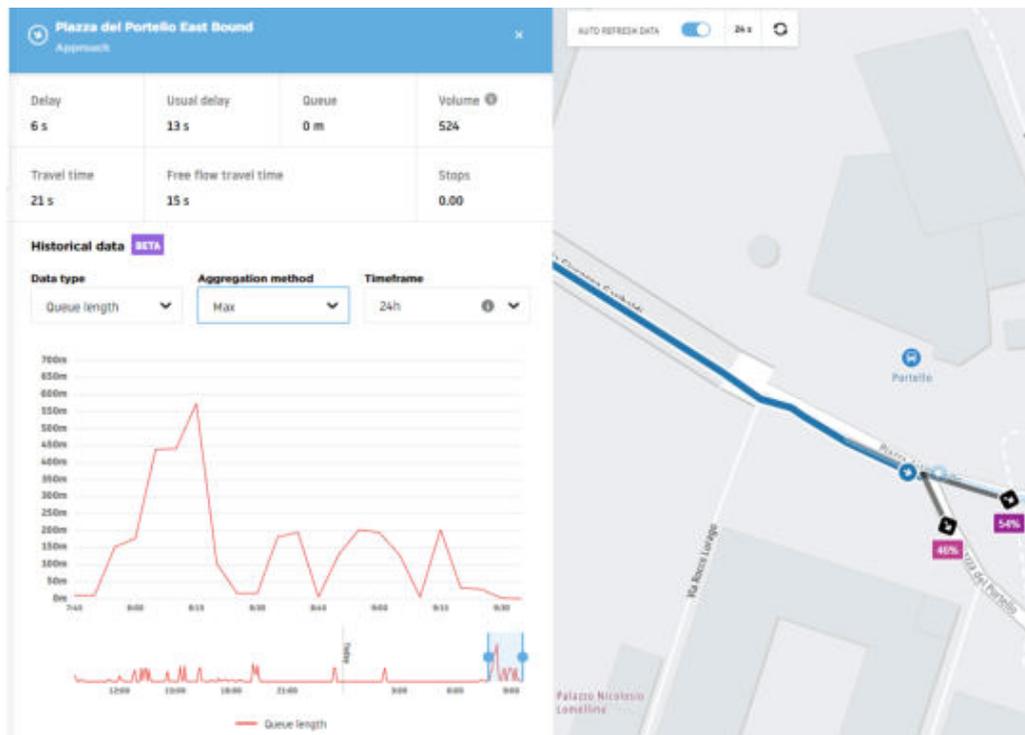


Figura 89: code massime ore 7-8 Largo Zecca – Galleria Garibaldi (elab. FCD Junction Analysis Tom Tom)

	PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)					
NOME DOCUMENTO	COMMESSA E21D	LOTTO 02 D Z1	CODIFICA RG	DOCUMENTO TS000X 001	REV. D	FOGLIO 128 di 135

I dati, rappresentati nella Figura 88 e Figura 89 con sotto intervalli di 5 min, evidenziano valori di accodamenti molto consistenti nelle ore di punta, con valori superiori ai 500 metri, in termini di code massime, e 150 m di code medie, a fronte di una lunghezza della galleria di circa 300 m (fino a piazza del Portello). Per questa ragione l'estensione della preferenziale su tutta la tratta in galleria (in direzione levante) appare incompatibile con gli accodamenti attuali, che potrebbero intercluderne l'accesso a monte, rendendola di fatto non pienamente accessibile/utilizzabile dai mezzi pubblici. Rimane comunque fortemente consigliato prevedere un tratto di preferenziale sugli attestamenti del semaforo di piazza Portello (direzione levante) per una lunghezza di almeno 4 mezzi filoviari in relazione alla organizzazione della fasatura semaforica dedicata/prioritaria per tali mezzi. Per quanto attiene gli accodamenti nella direzione opposta (ponente) si riscontrano valori più contenuti (code massima 230 m, e media 70) ma occorre sottolineare che i veicoli sono disposti su due corsie più la corsia preferenziale. In relazione a questo fatto si attendono code di lunghezza assai più rilevanti nell'ipotesi, indicata dal progetto PFTE, di prevedere una sola corsia verso ponente. Sulla base di tale analisi emerge che la soluzione progettuale non migliori necessariamente le condizioni esistenti, ma si limiti ad invertire gli effetti, diminuendo le code verso levante e aumentando quelle verso ponente. L'ipotesi quindi di non alterare la configurazione attuale rimane ancora pienamente perseguibile.

9.4 Corsia preferenziale di via Milano (Cantore – Francia – Dinegro)

Il progetto PFTE prevede la realizzazione di una corsia preferenziale su via Milano, estesa per tutto lo sviluppo del tratto dalla rotatoria Cantore – Francia all'incrocio con piazza Dinegro (Figura 90). Si è reso necessario valutare l'opportunità di tale estensione in relazione ai lunghi e frequenti accodamenti che attualmente si registrano sia in direzione levante che verso via Milano/via Venezia (svolta a sinistra), tali da bloccare la rotatoria Cantore /Francia.

Anche in questo caso, in accordo con la SA, si è provveduto ad elaborare i dati FCD Junction Analysis del provider Tom Tom con specifico riferimento alle lunghezze delle code medie massime, e sulla base di tali dati valutare l'opportunità di confermare o modificare l'ipotesi progettuale. In Tabella 28 si riportano in sintesi i valori medi e massimi delle lunghezze delle code sull'incrocio semaforizzato di Piazza Dinegro nelle ore di punta (17-18) ed in una fascia di minor carico veicolare (12:00 – 16:00).

Ramo/intervallo	Coda media (m)	Coda massima (m)
Piazza Dinegro dir. levante – ore 17:00 – 18:00	85	235
Piazza Dinegro dir. levante – ore 12:00 – 16:00	70	200

Tabella 28: : lungh. code piazza Dinegro dir levante (elab. FCD Junction Analysis Tom Tom)

	<p>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FIOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)</p>												
<p>NOME DOCUMENTO</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>E21D</td> <td>02 D Z1</td> <td>RG</td> <td>TS000X 001</td> <td>D</td> <td>129 di 135</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	E21D	02 D Z1	RG	TS000X 001	D	129 di 135
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
E21D	02 D Z1	RG	TS000X 001	D	129 di 135								



Verifica code
dati FCD
(Tom Tom)

Figura 90: corsia preferenziale su via Milano da Cantore - Francia a piazza Dinegro

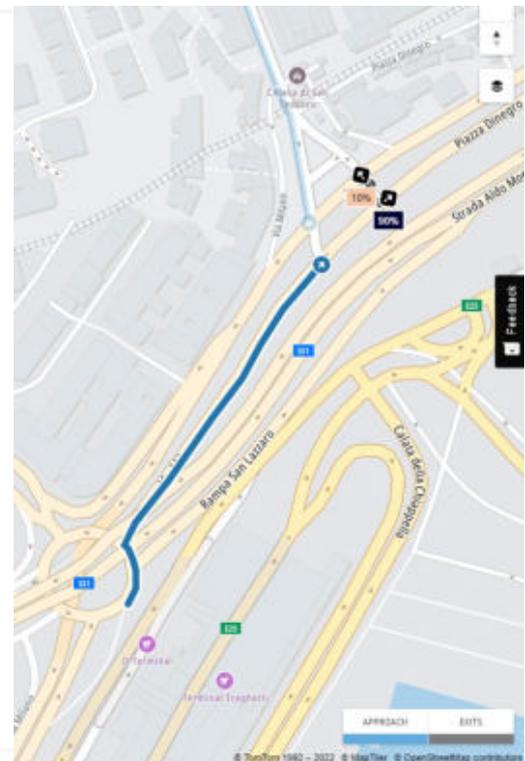
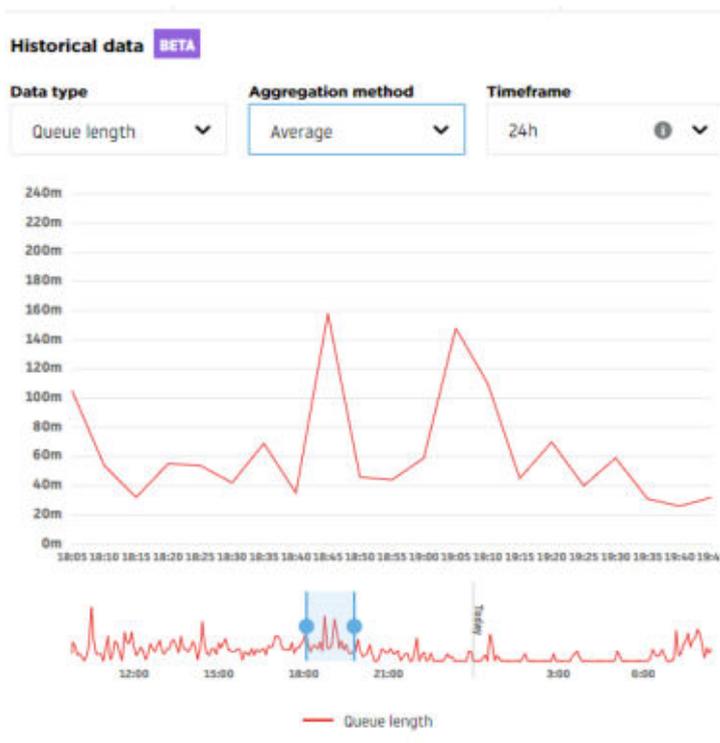


Figura 91: code medie ore 17-18 lungh. code piazza Dinegro dir levante (elab. FCD Junction Analysis Tom Tom)

	PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)												
NOME DOCUMENTO	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>E21D</td> <td>02 D Z1</td> <td>RG</td> <td>TS000X 001</td> <td>D</td> <td>130 di 135</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	E21D	02 D Z1	RG	TS000X 001	D	130 di 135
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
E21D	02 D Z1	RG	TS000X 001	D	130 di 135								

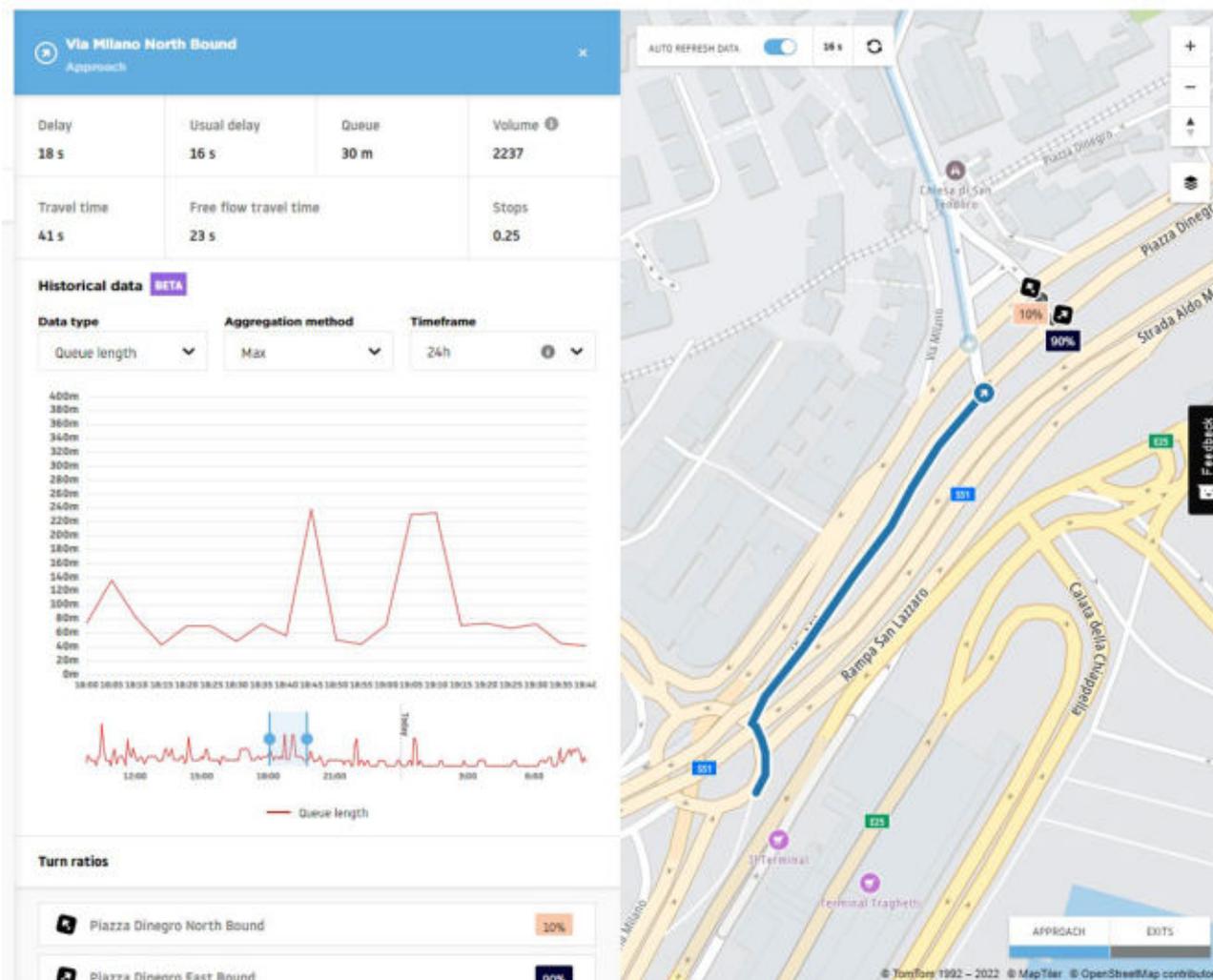


Figura 92: code massime ore 17-18 lungh. code piazza Dinegro dir levante (elab. FCD Junction Analysis Tom Tom)

I dati, rappresentati nella Figura 91Figura 88 e Figura 92 con sotto intervalli di 5 min, evidenziano valori di accodamenti molto consistenti nelle ore di punta, con valori superiori ai 230 metri, in termini di code massime, e 80 m per le code medie, a fronte di una lunghezza del tratto su via Milano, tra la rotatoria Cantore – Francia e il semaforo di Piazza Dinegro, di circa 180 m. Per questa ragione l'estensione della preferenziale su tutta via Milano è incompatibile con gli accodamenti attuali, che potrebbero arrivare fino alla rotatoria Cantore – Francia, rendendola di fatto non accessibile/utilizzabile dai mezzi pubblici.

Rimane comunque fortemente consigliato prevedere un tratto di preferenziale sugli attestamenti del semaforo di piazza Dinegro (direzione levante) per una lunghezza di almeno 60 m in relazione all'organizzazione della fasatura semaforica dedicata/prioritaria per tali mezzi.

	PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)					
NOME DOCUMENTO	COMMESSA E21D	LOTTO 02 D Z1	CODIFICA RG	DOCUMENTO TS000X 001	REV. D	FOGLIO 131 di 135

9.5 Nuova circuitazione di corso Sardegna – Don Orione

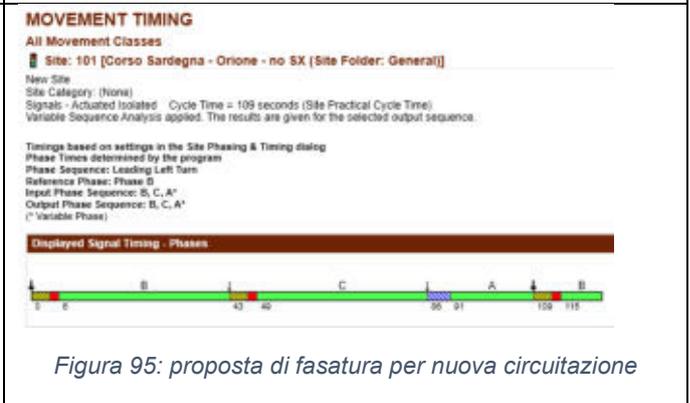
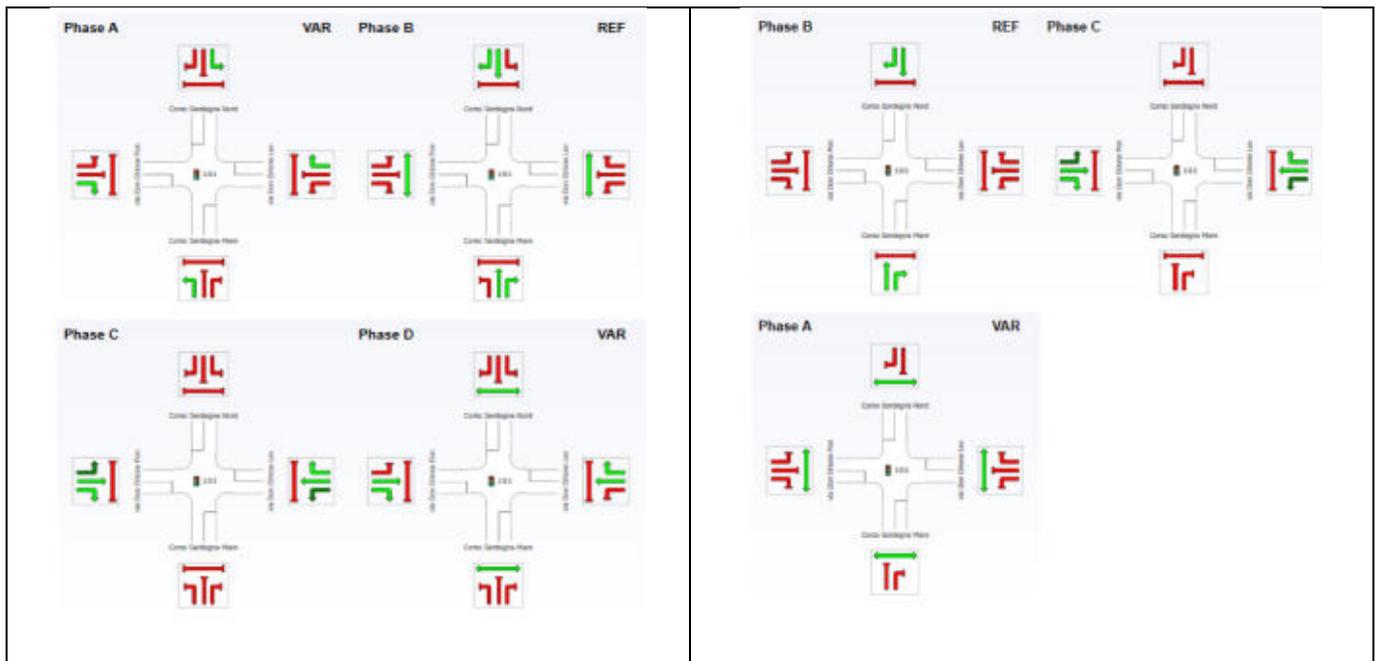
La SA ha proposto di valutare gli effetti conseguenti ad un possibile intervento di modifica della circolazione che coinvolge via Don Orione (posta adoppio senso) e via Cagliari (con senso di marcia invertito). Tale soluzione (Figura 93) avrebbe lo scopo di semplificare il nodo e consentirebbe di riorganizzare la fasatura semaforica senza le svolte a sinistra da corso Sardegna. È stata quindi proposta una nuova fasatura semaforica e sviluppata l'analisi funzionale del nodo per verificarne l'effettiva fattibilità.



Figura 93: nuova circuitazione traffico veicolare – Corso Sardegna via Don Orione – via Cagliari

	<p>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FIOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)</p>												
<p>NOME DOCUMENTO</p>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>E21D</td> <td>02 D Z1</td> <td>RG</td> <td>TS000X 001</td> <td>D</td> <td>132 di 135</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	E21D	02 D Z1	RG	TS000X 001	D	132 di 135
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
E21D	02 D Z1	RG	TS000X 001	D	132 di 135								

Nelle figure successive viene posta a confronto la possibile fasatura del nodo Corso Sardegna – don Orione nella soluzione PFTE e quella semplificata, conseguente alla nuova circuitazione proposta. Si evidenzia per quest’ultima la possibilità di eliminare la fase relativa alle svolte a sinistra da Corso Sardegna (phase A nel PFTE). Tra le proposte di fasatura possibili è stata individuata quella di maggiore tutela per gli attraversamenti pedonali, per i quali è prevista una specifica fase dedicata (phase A nella soluzione con nuova circuitazione). Si riportano nelle Figura 96 e Figura 97 il confronto tra i livelli di servizio delle 2 soluzioni. Le analisi mostrano che la nuova soluzione migliora il livello di servizio di tutte le correnti veicolari (L.d.S variabile tra “C” “D”) pur rimanendo inalterato quello medio del nodo pari a “D”; altre soluzioni potrebbero portare ad una ulteriore riduzione dei tempi di ritardo e miglioramento del livello di servizio ma, come evidenziato, basandosi su un differente approccio in termini di protezione degli attraversamenti pedonali.





PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)

NOME DOCUMENTO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
E21D	02 D Z1	RG	TS00X 001	D	133 di 135

LANE LEVEL OF SERVICE

Lane Level of Service

Site: 101 [Corso Sardegna - Orione (Site Folder: General)]

New Site

Site Category: (None)

Signals - Actuated Isolated Cycle Time = 120 seconds (Site Practical Cycle Time)

Variable Sequence Analysis applied. The results are given for the selected output sequence.

LOS	Approaches				Intersection
	South	East	North	West	
D	D	D	D	D	D

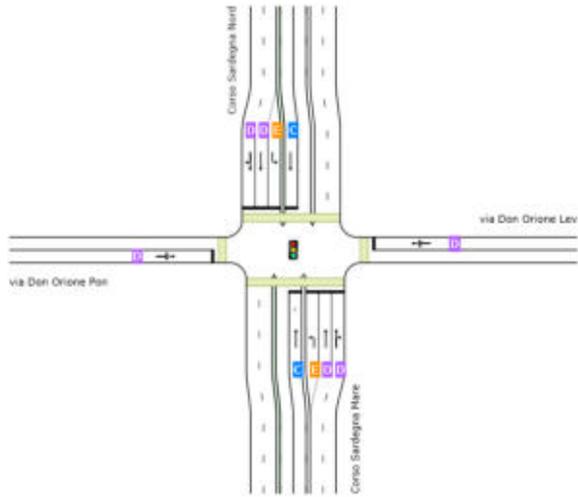


Figura 96: Livelli di Servizio proposta di fasatura PFTE

LANE LEVEL OF SERVICE

Lane Level of Service

Site: 101 [Corso Sardegna - Orione - no SX (Site Folder: General)]

New Site

Site Category: (None)

Signals - Actuated Isolated Cycle Time = 100 seconds (Site Practical Cycle Time)

Variable Sequence Analysis applied. The results are given for the selected output sequence.

LOS	Approaches				Intersection
	South	East	North	West	
D	D	D	D	D	D

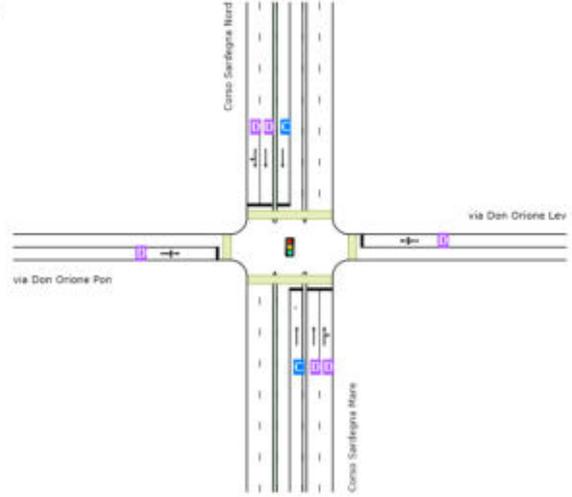


Figura 97: Livelli di Servizio - proposta di fasatura per nuova circuitazione

	PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)												
NOME DOCUMENTO	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>E21D</td> <td>02 D Z1</td> <td>RG</td> <td>TS000X 001</td> <td>D</td> <td>134 di 135</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	E21D	02 D Z1	RG	TS000X 001	D	134 di 135
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
E21D	02 D Z1	RG	TS000X 001	D	134 di 135								

10. CONCLUSIONI

I modelli di microsimulazione hanno consentito di stimare gli indicatori trasportistici funzionali e calcolare i livelli di servizio sui nodi critici individuati.

Nel corso delle analisi sono state implementate le soluzioni progettuali indicate dal PFTE, verificando che per ciascun nodo il livello di servizio medio non fosse mai superiore ad “E”, e proponendo soluzioni alternative qualora il criterio non fosse stato soddisfatto. In Tabella 29 si riporta il quando di sintesi delle analisi sviluppate.

I risultati sviluppati nello studio hanno evidenziato la necessità di modificare il nodo di Montano – Cantore secondo lo schema proposto dalla stazione appaltante.

L’importante intervento di riorganizzazione degli itinerari e delle fermate sul nodo della stazione di Brignole potrà favorire il trasporto pubblico senza produrre decadimenti significativi dei livelli di servizio (mai superiori ad “E”). Anche la soluzione di chiusura parziale al traffico privato è percorribile sebbene necessiti di una verifica sperimentale transitoria, mentre la chiusura totale non sembra perseguibile.

Altre modifiche rispetto al PFTE hanno riguardato il nodo Bobbio – Montaldo per il quale è perseguibile l’inserimento delle fermate sulla corsia preferenziale al centro carreggiata, largo Jursè per il quale è stata studiata un’alternativa di circolazione sul ramo di via Degola. Infine per quanto attiene le corsie preferenziali si rende necessaria la riduzione dell’estensione su corso Europa in afferenza al via Turr, nel tratto tra via la Rotatoria Cantore/Francia/via Milano con piazza Dinegro e nel tratto di galleria Garibaldi/Zecca.

Per quanto attiene il macronodo Via Emilia-Via Piacenza, la soluzione progettuale prevista nel PFTE appare come la più efficiente, sia in termini di ottimizzazione delle lunghezze delle corsie riservate che in termini di implicazioni dirette sull’accessibilità all’area. Gli interventi ipotizzati di riassetto interno della viabilità, agendo su archi e nodi, sembrano non assicurare miglioramenti funzionali bensì evidenziano il rischio di un peggioramento dei tempi di ritardo e quindi dei livelli di servizio.

Per gli altri nodi le soluzioni progettuali previste dal PFTE, sono, dal punto di vista funzionale, compatibili con le condizioni di esercizio che si riscontrano nelle ore di punta, con livelli di servizio medi mai uguali ad “F”.

	PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)
NOME DOCUMENTO	COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO E21D 02 D Z1 RG TS00X 001 D 135 di 135

<i>codifica</i>	<i>Nodo</i>	<i>livello di servizio medio più critico</i>	<i>nota di sintesi</i>
A	Macro nodo Brignole - PFTE	LOS E	tempi di ritardo e accodamenti compatibili con le condizioni di esercizio riscontrabili nelle ore di punta
A2	Macro nodo Brignole - Soluzione Chiusura Parziale Piazza Verdi al Traffico Privato	LOS E	tempi di ritardo e accodamenti compatibili con le condizioni di esercizio nelle ore di punta - peggioramento accettabile sui nodi: Fiume - Ravel / Fiume Cadorna XX settembre / Savoia B. Aires. Soluzione attuabile in via sperimentale
A3	Macro nodo Brignole - Soluzione Chiusura Totale Piazza Verdi al Traffico Privato	LOS F	dati non elaborabili dal simulatore Errori e warning di funzionamento - Soluzione non attuabile - valutato come L.d.S "F"
B	Macro Nodo Corso Sardegna - piazza Giusti - Tolemaide	LOS E	tempi di ritardo e accodamenti compatibili con le condizioni di esercizio riscontrabili nelle ore di punta
C	Piazza Corvetto PFTE	LOS E	tempi di ritardo e accodamenti compatibili con le condizioni di esercizio riscontrabili nelle ore di punta
D	Piazza Nunziata - via Fontane PFTE	LOS D	tempi di ritardo e accodamenti compatibili con le condizioni di esercizio riscontrabili nelle ore di punta
E	Corso Europa - Timavo	LOS C	tempi di ritardo e accodamenti compatibili con le condizioni di esercizio riscontrabili nelle ore di punta
F	Corso Europa - Carrara PFTE	LOS A	tempi di ritardo e accodamenti ottimali
G	Piazza Tommaseo PFTE	LOS C	tempi di ritardo e accodamenti compatibili con le condizioni di esercizio riscontrabili nelle ore di punta
HI	Piazza Montano PFTE	LOS F	dati non elaborabili dal simulatore Errori e warning di funzionamento - Soluzione non attuabile - valutato come L.d.S "F"
H2	Piazza Montano - Soluzione SA	LOS D	tempi di ritardo e accodamenti compatibili con le condizioni di esercizio riscontrabili nelle ore di punta
I1	Via Bobbio – Via Montalto	LOS C	tempi di ritardo e accodamenti compatibili con le condizioni di esercizio riscontrabili nelle ore di punta
L	Piazza Ferraris - Soluzione modificata	LOS D	tempi di ritardo e accodamenti compatibili con le condizioni di esercizio riscontrabili nelle ore di punta
	Largo Jursè – soluzione modificata	LOS C/D	tempi di ritardo e accodamenti compatibili con le condizioni di esercizio riscontrabili nelle ore di punta

Tabella 29: quadro di sintesi