

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



U.O. PROGETTAZIONE FUNZIONALE ED ESERCIZIO

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO-ECONOMICA

ADEGUAMENTO PFTE CODOGNO-CREMONA-MANTOVA

STUDIO DI TRASPORTO

SCALA:

-


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

N M 1 S 0 3 F 1 6 R G T S 0 0 0 3 0 0 1 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	EMISSIONE ESECUTIVA	A.Ferracci <i>Andrea Ferracci</i>	Aprile 2020	M.Medda <i>M. Medda</i> P.A.Macciano <i>P. A. Macciano</i>	Aprile 2020	M.Berlingieri <i>M. Berlingieri</i>	Aprile 2020	P. Rivoli Aprile 2020


File: NM1S03F16RGTS0003001A.doc

n. Elab.: X


	ADEGUAMENTO PFTE CODOGNO-CREMONA-MANTOVA					
STUDIO DI TRASPORTO	COMMESSA NM1S	LOTTO 03 F 16	CODIFICA RG	DOCUMENTO TS0003 001	REV. A	FOGLIO 2 di 203

INDICE


1	Premessa.....	5
2	Dati di base.....	7
3	Il contesto di riferimento: la mobilità nell'area di studio	8
3.1	Definizione dell'area di studio	8
3.2	Il contesto territoriale e socio-economico	8
3.2.1	Il sistema fisico, la densità insediativa, il tessuto urbanizzato	8
3.2.2	Il sistema produttivo	9
3.2.3	Il contesto infrastrutturale	12
3.2.4	L'evoluzione demografica	14
3.2.5	L'evoluzione economica	17
3.3	La mobilità sistematica.....	18
3.3.1	Gli spostamenti emessi e attratti dai comuni	22
3.3.2	Spostamenti sistematici – le linee di desiderio	25
3.3.3	Focus sulla Provincia di Mantova.....	29
3.3.4	Focus sulla Provincia di Cremona.....	31
3.4	L'offerta di trasporto ferroviario.....	33
3.4.1	il quadro di riferimento del trasporto su ferro attuale	33
4	L'asse stradale Piadena – Mantova: le caratteristiche attuali e il traffico interessato.....	35
4.1	Caratteristiche geometrico funzionali dell'asse stradale	35

	ADEGUAMENTO PFTE CODOGNO-CREMONA-MANTOVA					
STUDIO DI TRASPORTO	COMMESSA NM1S	LOTTO 03 F 16	CODIFICA RG	DOCUMENTO TS0003 001	REV. A	FOGLIO 3 di 203

4.2	campagna di indagine del traffico	36
5	Il piano di soppressione dei passaggi a livello:.....	47
5.1	Descrizione sintetica degli interventi di soppressione PL e principali elementi rilevanti.....	47
5.1.1	Intervento NV22 – Piadena	48
5.1.2	Intervento NV24 – Bozzolo.....	52
5.1.3	Intervento NV25 – Bozzolo.....	55
5.1.4	Intervento NV27 – Marcaria	57
5.1.5	Interventi NV30 e NV31 – Castellucchio	60
5.1.6	Intervento NV34 – Mantova.....	63
5.2	Interventi non soggetti ad approfondimento trasportistico	65
6	La valutazione puntuale degli interventi	70
6.1	gli interventi oggetto di valutazione microscopica	70
6.1.1	Il software Vissim.....	70
6.1.2	Obiettivi e orizzonti temporali.....	72
6.1.3	La costruzione dei modelli di microsimulazione veicolare.....	72
6.2	Gli interventi oggetto di valutazione macroscopica:.....	137
6.2.1	Premessa.....	137
6.2.2	L'approccio metodologico.....	139
6.2.3	Metodologia di analisi della mobilità attuale.....	140
6.2.4	Assegnazione e calibrazione del modello	149

	ADEGUAMENTO PFTE CODOGNO-CREMONA-MANTOVA					
STUDIO DI TRASPORTO	COMMESSA NM1S	LOTTO 03 F 16	CODIFICA RG	DOCUMENTO TS0003 001	REV. A	FOGLIO 4 di 203

6.2.5	Risultati delle assegnazioni	156
6.3	Gli interventi oggetto di valutazione statica.....	184
6.3.1	NV25 – Bozzolo	185
6.3.2	NV26 – Marcaria.....	198
7	Le principali considerazioni e raccomandazioni	201

	ADEGUAMENTO PFTE CODOGNO-CREMONA-MANTOVA					
STUDIO DI TRASPORTO	COMMESSA NM1S	LOTTO 03 F 16	CODIFICA RG	DOCUMENTO TS0003 001	REV. A	FOGLIO 5 di 203

1 PREMESSA

La linea ferroviaria Codogno-Cremona-Mantova, a semplice binario e interessata da un traffico misto, viaggiatori e merci, è caratterizzata da un elevato numero di passaggi a livello che comportano rilevanti condizionamenti alla circolazione sia ferroviaria (limitazioni alla velocità di marcia), sia stradale (lunghi tempi di chiusura), oltre che costituire punti critici sotto il profilo della sicurezza.


Con l'Accordo Quadro firmato a Dicembre del 2016 tra Regione Lombardia e Rete Ferroviaria Italiana, è stata sottoscritta l'Intesa sulle strategie e sulle modalità per lo sviluppo del servizio ferroviario regionale passeggeri, del trasporto merci e degli standard qualitativi per l'interscambio modale tra Regione Lombardia e il Gestore dell'Infrastruttura. A seguito di tale accordo, nell'ambito del progetto di raddoppio della linea, è stata avviata la progettazione degli interventi stradali necessari alla soppressione di una parte rilevante dei passaggi a livello che la contraddistinguono.

Il presente studio trasportistico, redatto nell'ambito dell'approfondimento del Progetto di fattibilità tecnico economica del Raddoppio Codogno-Cremona-Mantova – Lotto 3, ha l'obiettivo di analizzare gli interventi stradali previsti per la risoluzione dei passaggi a livello nella tratta compresa tra le stazioni di Piadena e Mantova. In particolare, lo studio sviluppa analisi di traffico per la verifica del livello di servizio degli interventi progettati sulla rete stradale.

Gli interventi stradali previsti per la soppressione mediante risoluzione dei passaggi livello non hanno come principale funzione il miglioramento delle prestazioni della rete, piuttosto quello di eliminare i mutui condizionamenti tra circolazione stradale e ferroviaria che si originano in corrispondenza dei PL e di incrementare i livelli di sicurezza mediante la risoluzione delle interferenze tra i due sistemi. È tuttavia evidente che gli interventi sono stati anche occasione per adeguare alle norme vigenti, intersezioni stradali che pur non presentando criticità dal punto di vista del livello di servizio offerto, presentano limiti sotto il profilo della sicurezza. In quest'ottica le analisi sviluppate puntano a verificare che gli interventi previsti, anche di adeguamento, non determinino un peggioramento del livello di servizio complessivamente garantito.

L'approccio metodologico seguito è stato differenziato in funzione delle caratteristiche dell'intervento stradale analizzato:

- gli interventi per i quali la variazione dei fenomeni di mobilità dipende in maniera prevalente da come mutano, tra scenario attuale e di progetto, le scelte degli utenti in termini di percorso tra origine e destinazione dello spostamento, sono stati studiati mediante modelli macroscopici in grado di analizzare questo aspetto ad una scala territoriale adeguata.


	ADEGUAMENTO PFTE CODOGNO-CREMONA-MANTOVA					
STUDIO DI TRASPORTO	COMMESSA NM1S	LOTTO 03 F 16	CODIFICA RG	DOCUMENTO TS0003 001	REV. A	FOGLIO 6 di 203

- gli interventi nei quali, invece, le mutazioni delle condizioni di circolazione sono prevalentemente legate alle modifiche geometrico-funzionali dell'infrastruttura stradale, più che ad una redistribuzione dei flussi veicolari a scala territoriale, sono stati analizzati con il supporto di modelli microscopici in grado riprodurre in maniera più dettagliata, ma in un ambito ristretto, gli effetti sulla circolazione stradale degli interventi di progetto.

Infine, nelle situazioni meno complesse, per le quali è stato possibile ricondurre l'analisi dell'intervento di progetto a quella di una singola intersezione, sono stati utilizzati modelli statici, mentre nelle altre situazioni si è fatto ricorso a modelli di simulazione dinamici, più adatti a tener conto di possibili effetti a catena in grado di propagarsi da un punto ad un altro della rete analizzata.

Al fine di ricostruire la domanda di spostamento da utilizzarsi per i suddetti approcci metodologici, è stata organizzata una campagna di indagini di mobilità secondo due differenti tipologie di rilievo che, in modo complementare, forniscono i veicoli in ingresso in tutta l'area di studio.


Le rilevazioni di traffico sono state condotte in circostanze molto particolari per l'intero Paese, ovvero l'emergenza sanitaria nazionale connessa alla diffusione dell'epidemia legata al cd «Corona Virus COVID-19» che dal 21 febbraio 2020 ha incominciato ad interessare il Paese e in special modo le regioni del nord Italia e nelle quali ha ridotto gli spostamenti. Tuttavia, come sarà descritto successivamente è stato possibile verificare la bontà dei rilievi effettuati avvalendosi di studi e piani pregressi sviluppati per le medesime aree. Nei capitoli seguenti, dopo un inquadramento del contesto socio-economico e trasportistico e del corridoio infrastrutturale in cui il progetto va ad inserirsi, vengono descritti i singoli interventi stradali per poi passare alla valutazione puntuale degli stessi mediante la descrizione delle modalità di analisi e i risultati ottenuti per ciascuno.

	ADEGUAMENTO PFTE CODOGNO-CREMONA-MANTOVA					
STUDIO DI TRASPORTO	COMMESSA NM1S	LOTTO 03 F 16	CODIFICA RG	DOCUMENTO TS0003 001	REV. A	FOGLIO 7 di 203

2 DATI DI BASE

Di seguito si riporta l'elenco delle fonti e della documentazione da cui sono stati ricavati i dati di base utilizzati per lo sviluppo dello presente studio:

- Progetto di fattibilità tecnico – economica del raddoppio Codogno - Cremona – Mantova, Relazione tecnico descrittiva – Viabilità;
- Dati ISTAT del 15° Censimento generale della popolazione e delle abitazioni relativi agli spostamenti pendolari per motivi di studio o di lavoro;
- Dati ISTAT del 15° Censimento generale della popolazione e delle abitazioni relativi alla popolazione residente per sezione censuaria;
- Dati ISTAT del 15° Censimento generale della popolazione e delle abitazioni relativi alla estensione geografica, georeferenziata, delle sezioni di censimento;
- Matrici Origine/Destinazione della mobilità delle persone della Regione Lombardia (anno 2016);
- Matrici Origine/Destinazione dei Mezzi Pesanti della Regione Lombardia (anno 2016);
- Dati di traffico derivanti da conteggi diretti effettuati durante una campagna di rilievi di traffico appositamente predisposta per il presente studio;
- Dati di traffico derivanti da conteggi diretti effettuati nell'ambito delle attività per la redazione del Piano Provinciale della Mobilità Sostenibile della Provincia di Mantova (2010);
- Dati di traffico derivanti da conteggi diretti effettuati nell'ambito delle attività per la redazione dello Studio di impatto viabilistico - Ambito di trasformazione Economica ATECO 03 (2018);
- Dati di traffico derivanti da conteggi diretti effettuati nell'ambito delle attività per la redazione del Piano Urbano della Mobilità Sostenibile del Comune di Mantova (2019);
- Grafo stradale da dati OpenStreetMap (OSM);
- Quadri orari RFI relativi all'orario programmato 15 Dicembre 2019 - 13 Giugno 2020.

	ADEGUAMENTO PFTE CODOGNO-CREMONA-MANTOVA					
STUDIO DI TRASPORTO	COMMESSA NM1S	LOTTO 03 F 16	CODIFICA RG	DOCUMENTO TS0003 001	REV. A	FOGLIO 8 di 203

3 IL CONTESTO DI RIFERIMENTO: LA MOBILITÀ NELL'AREA DI STUDIO

3.1 DEFINIZIONE DELL'AREA DI STUDIO

Gli interventi stradali oggetto di analisi sono quelli progettati nell'ambito dell'approfondimento del Progetto di fattibilità tecnico economica del Raddoppio Codogno-Cremona-Mantova – Lotto 3 tra Piadena e Mantova. L'ambito territoriale coinvolto dagli interventi si estende quindi tra le province di Cremona e Mantova.

Il presente capitolo inquadra l'ambito territoriale allargato su cui insistono gli interventi di progetto sotto il profilo socio-economico e dei fenomeni di mobilità che lo caratterizzano.

3.2 IL CONTESTO TERRITORIALE E SOCIO-ECONOMICO


3.2.1 Il sistema fisico, la densità insediativa, il tessuto urbanizzato

Il territorio che comprende le province di Cremona e Mantova si estende per complessivi 4.111,90 kmq nella bassa pianura lombarda orientale e si sviluppa, per circa 160 km, dal confine con i comuni dell'hinterland milanese fino all'estremo lembo orientale della Lombardia, confinante con la provincia di Ferrara, per una fascia di ampiezza variabile tra i 16 km (zona della città di Cremona) e i 60 km (zona dell'Alto Mantovano).

Dal punto di vista fisico geografico l'ambito di studio è essenzialmente pianeggiante. Il cremonese degrada dolcemente procedendo dal milanese verso sud-est. Rivolta d'Adda, posto nella zona più nordoccidentale, sorge ad una quota altimetrica pari a 101 m. s.l.m.; Casalmaggiore, sulla riva del Po all'estremo lembo orientale del cremonese, a 26 m. s.l.m. Il mantovano è caratterizzato dalla presenza di un anfiteatro collinare (colline moreniche) che occupa la parte settentrionale della provincia, lungo la direttrice ovest-est continua l'andamento di progressivo e lento degradare che caratterizza il cremonese; Solferino sorge a quota 124 m. s.l.m.; Felonica, punta più orientale del mantovano, a 11 m. s.l.m.

La conformazione fisica del territorio è, quindi, essenzialmente pianeggiante per tutta l'estensione dell'ambito di studio.

Sotto un profilo demografico le due province di Cremona e Mantova, hanno un peso relativo quasi analogo rispetto al totale, come mostrato nel confronto della Tabella 1 che mette a confronto i dati demografici più significativi, in termini quantitativi, delle due province.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	ADEGUAMENTO PFTE CODOGNO-CREMONA- MANTOVA					
	STUDIO DI TRASPORTO	COMMESSA NM1S	LOTTO 03 F 16	CODIFICA RG	DOCUMENTO TS0003 001	REV. A

PROVINCIA	CREMONA	MANTOVA	TOTALE
POPOLAZIONE (n. ab.)	359.388	412.610	771.998
ESTENSIONE (kmq)	1.770,46	2.341,44	4.111,90
DENSITÀ MEDIA (ab/kmq)	202,99	176,22	187,75 (val. medio)
COMUNI	115	69	184

Tabella 1: Popolazione e densità delle province che costituiscono il bacino. Fonte dati ISTAT 1 Gennaio 2016


Confrontando i dati riportati in tabella si nota che la provincia di Cremona partecipa con il 46,6% degli abitanti complessivi e il 43,1% del territorio. Il numero dei comuni, invece, si scosta sensibilmente, 115 cremonesi rispetto ai 69 mantovani, da cui ne consegue che l'estensione dei comuni cremonesi è in media decisamente inferiore.

Dal punto di vista insediativo e amministrativo i territori delle due province sono organizzati secondo assetti diversi. Nel cremonese troviamo, infatti, solo cinque centri caratterizzati da una popolazione superiore a 9.000 abitanti: Cremona (71.901), Crema (34.371), Casalmaggiore (15.351), Castelleone (9.455) e Pandino (9.024), tutti posti linearmente lungo la strada provinciale che solca la pianura conducendo dal casalasco al milanese. Il mantovano è, invece, connotato da un assetto policentrico, i comuni con più di 9.000 ab. sono 12: Mantova (48.671), Castiglione delle Stiviere (23.212), Suzzara (21.161), Viadana (19.926), Porto Mantovano (16.422), Curtatone (14.804), Borgo Virgilio (14.646), Castel Goffredo (12.547), Goito (10.364), Asola (10.151), San Giorgio di Mantova (9.519), Gonzaga (9.150). La pianura mantovana è, quindi, caratterizzata da un sistema di paesi che, rispetto al circondario, ospitando le principali funzioni sociali ed economiche, assumono il ruolo di polarità. La provincia cremonese è, invece, caratterizzata da tre grandi poli (Crema, Cremona e Casalmaggiore) e da un elevato numero di piccoli centri che, in base a specifiche condizioni localizzative, assumono Maggiore o minore rilevanza.

3.2.2 Il sistema produttivo

I dati economici rilevati dagli annuari statistici provinciali consegnano uno scenario piuttosto omogeneo per l'intero territorio considerato.

Assumendo come dato di riferimento il numero di imprese registrate i termini sono i seguenti: 42.291 imprese registrate nella provincia di Mantova, 30.406 nella provincia di Cremona rispetto ad una base Lombarda di 949.631 imprese. Complessivamente le imprese di Cremona e Mantova costituiscono il 7,66% del totale lombardo.

	ADEGUAMENTO PFTE CODOGNO-CREMONA-MANTOVA					
STUDIO DI TRASPORTO	COMMESSA NM1S	LOTTO 03 F 16	CODIFICA RG	DOCUMENTO TS0003 001	REV. A	FOGLIO 10 di 203

Il territorio pianeggiante di buona parte dell'intero ambito, reso fertile da un fitto sistema idrografico costituito da corsi fluviali naturali e da un reticolo di canali di bonifica artificiali, risulta particolarmente adatto per le coltivazioni in genere. Nel settore agricolo la somma del numero totale di aziende di Mantova e Cremona è pari al 12.665 unità, valore che costituisce il 25,6% del totale lombardo. Gran parte della produzione agricola è destinata a sostenere l'ambito zootecnico: allevamento di bovini, in particolare per la produzione di latte destinato al comparto lattiero caseario (grana padano, provolone, parmigiano reggiano), e di suini destinati alla macellazione per l'industria di carni insaccate.

Il tessuto produttivo è costituito generalmente da imprese di dimensioni medio piccole, anche se non mancano gruppi industriali di notevole importanza, principalmente attivi nel comparto manifatturiero dove spicca il numero di addetti nel settore metallurgico (produzione di macchinari e prodotti in metallo) e agroalimentare (lattiero casearia, lavorazione delle carni, industria dolciaria). Nel bacino sono generalmente dislocati vari siti produttivi che, in alcuni casi, per la particolare organizzazione a scala territoriale assumono i caratteri di "distretto industriale". Nell'area oggetto di indagine sono stati individuati il "distretto del legno del casalasco viadanese" e "il distretto n. 6 Castel Goffredo – Tessile Calzetteria", posti rispettivamente a sud e a nord della tratta ferroviaria lungo cui sono previsti gli interventi stradali oggetto di analisi.

Nella zona dell'oltre Po mantovano si è consolidato un distretto, non riconosciuto dalla vigente legislazione regionale, ma decisamente importante per il ruolo attrattivo che esercita a scala territoriale. Trattasi del distretto metalmeccanico del basso mantovano che ha in Suzzara il centro principale.

Le seguenti immagini riportano i dati economici di sintesi per le province di Cremona e Mantova.

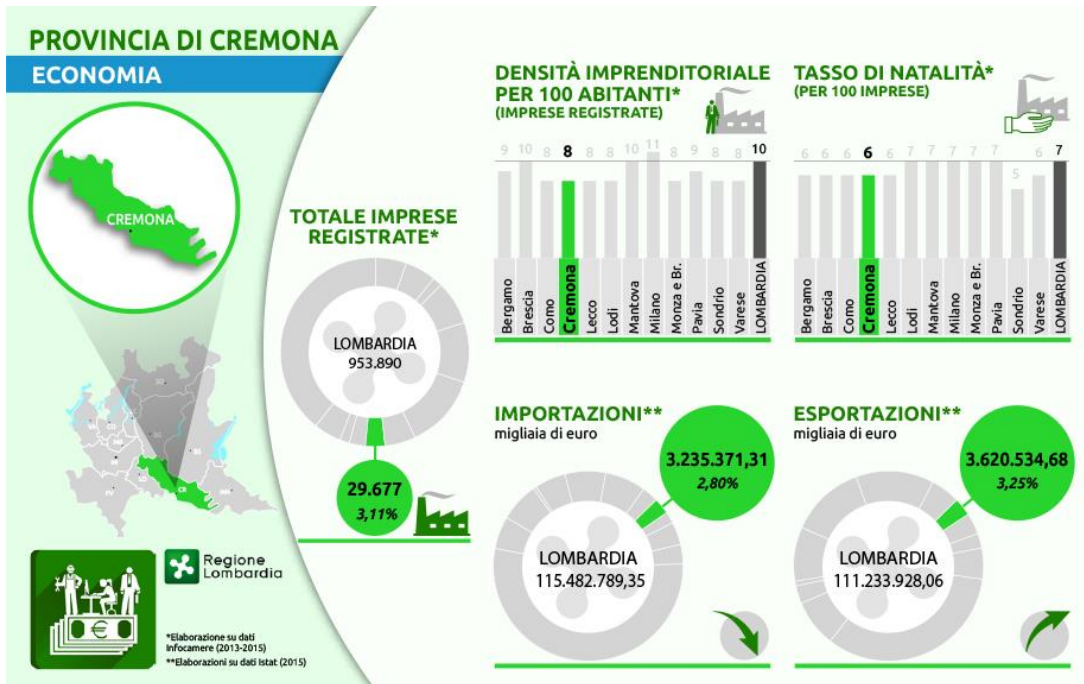


Figura 1. Dati Regione Lombardia su economia - Provincia di Cremona

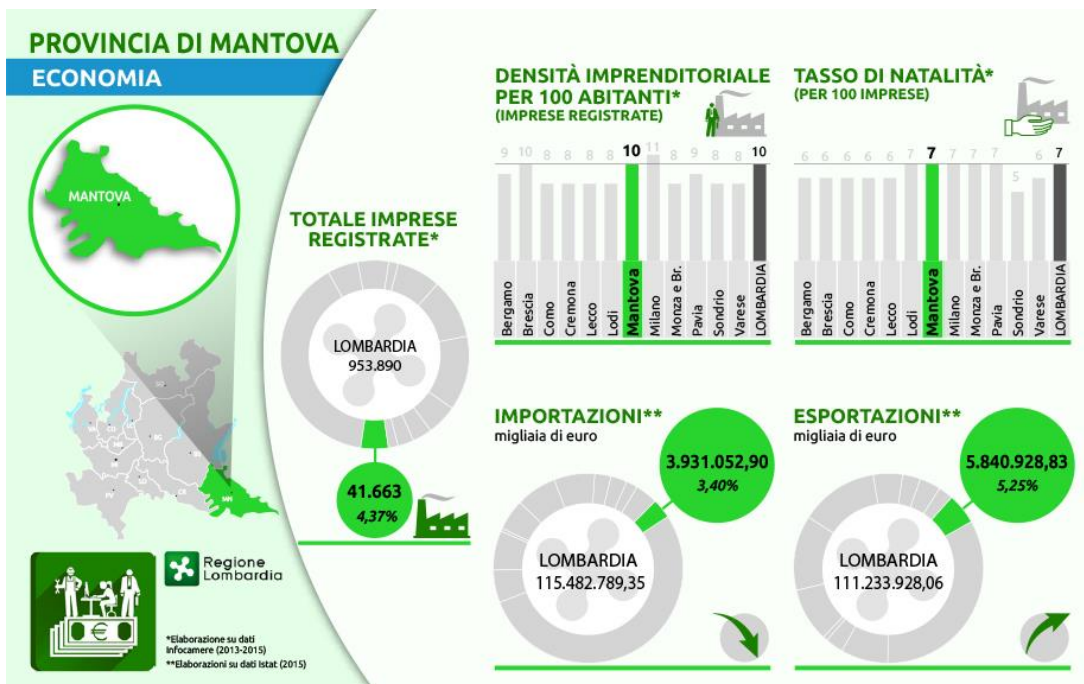



Figura 2. Dati Regione Lombardia su economia - Provincia di Mantova

	ADEGUAMENTO PFTE CODOGNO-CREMONA-MANTOVA					
STUDIO DI TRASPORTO	COMMESSA NM1S	LOTTO 03 F 16	CODIFICA RG	DOCUMENTO TS0003 001	REV. A	FOGLIO 12 di 203

3.2.3 Il contesto infrastrutturale


Dal punto di vista della dotazione di infrastrutture per il trasporto, entrambe le province coinvolte dall'area di studio presentano alcune carenze. Utilizzando come parametro di valutazione l'indice delle dotazioni infrastrutturali¹ notiamo che il dato, limitato alla rete stradale, riporta un valore pari a 65,3 per la provincia di Mantova e pari a 57,4 per la provincia di Cremona, rispetto ad una media regionale pari a 81,5. Se consideriamo l'indice rapportato all'insieme delle infrastrutture economiche, non solo per la mobilità, e quindi includendo, oltre alle reti stradali, anche ferrovie, aeroporti, servizi a banda larga, strutture per le imprese e reti energetico ambientali, il dato passa a 66,8 per Mantova e 70,0 per Cremona rispetto ad un dato medio lombardo pari a 112,0. Si rileva dunque una carenza di connessione sul territorio, sia in termini di fattori fisici infrastrutturali sia in termini di reti per la comunicazione immateriale a servizio di imprese e cittadini.

Per quanto riguarda il sistema autostradale, attualmente nelle due province sono attivi esclusivamente due tratti autostradali, con andamento praticamente parallelo lungo la direttrice nord-sud, che toccano i due capoluoghi. Trattasi dell'autostrada A21 che collega Torino e Brescia, transitando per Cremona, Piacenza, Alessandria e Asti, e dell'A22 che collega il passo del Brennero (confine italoaustriaco) con Modena e quindi l'A1.

Sono in corso di progettazione due ulteriori tratti:

- l'autostrada Cremona – Mantova, che collegherà i due capoluoghi attraverso i paesi di Castellucchio, Marcaria, Piadena, Pieve San Giacomo,
- la cosiddetta "Ti.Bre" (Tirreno – Brennero) che collegherà Parma con Nogarole Rocca, nella pianura veronese, transitando per Casalmaggiore, Piadena, Bozzolo, Gazoldo degli Ippoliti, Goito, Valeggio sul Mincio, Villafranca. Attualmente, rilevata la congiuntura economica non favorevole, resta difficile prevedere, con buona approssimazione, la probabilità di attuazione dei

¹ Fonte: Annuario Statistico regionale della Lombardia dell'anno 2014 ed è calcolato dall'Istituto Tagliacarne su base provinciale. Ai fini della determinazione degli indici di dotazione infrastrutturale, l'Istituto Tagliacarne considerata la dotazione sia sotto il profilo quantitativo (lunghezza rete stradale/ferroviaria, estensione piste aeroportuali, ecc.) che qualitativo (presenza autostrade a tre corsie, numero di accessi, livello di automazione, ecc.). Gli indici vengono poi rapportati alla domanda potenziale (superficie, popolazione e occupati) determinando infine un indice di "dotazione relativa" che assume valori superiori a 100 se la provincia registra una dotazione infrastrutturale superiore alla media nazionale e inferiore a 100 in caso contrario.

	ADEGUAMENTO PFTE CODOGNO-CREMONA-MANTOVA					
STUDIO DI TRASPORTO	COMMESSA NM1S	LOTTO 03 F 16	CODIFICA RG	DOCUMENTO TS0003 001	REV. A	FOGLIO 13 di 203

già menzionati progetti, perciò la realizzazione di tali infrastrutture non è stata tenuta in considerazione nella simulazione degli scenari di progetto.


La rete stradale assume connotati e caratteristiche diverse nelle varie zone dei due territori provinciali. Limitandoci nella trattazione alle sole zone più direttamente coinvolte dagli interventi oggetto di analisi, si rilevano le seguenti peculiarità:

- Il **cremonese** presenta una ricca rete infrastrutturale che, a corona della città di Cremona, collega con una viabilità primaria il bacino cremonese alle aree limitrofe. Nella parte centrale del territorio si riscontra la necessità di mettere in comunicazione i due bacini casalasco e cremasco senza dover attraversare il capoluogo.
- Il **casalasco** si connota per sole due infrastrutture primarie: l'una che partendo dalla città di Cremona collega il territorio con il mantovano e l'altra che attraversa verticalmente il Casalasco da Piadena a Casalmaggiore. La carenza di collegamenti con le aree circostanti ha rappresentato un forte condizionamento per l'area in parola che ha visto ridursi, in moltissimi suoi comuni, il numero degli abitanti ed i servizi. A fronte di tale situazione, i corridoi autostradali previsti attraverso il casalasco programmati dallo stato e dalla regione per collegare il Tirreno al Brennero (Ti.Bre.) e l'Italia e l'Europa ai paesi dell'est (medio-padane) diventano quindi particolarmente importanti per rilanciare il tale territorio.
- Mantova sconta la grave lacuna del mancato completamento del sistema tangenziale che, unito alla particolare conformazione orografica del territorio, costituisce un grosso limite per il transito autoveicolare attraverso il capoluogo. A livello generale si rileva un sistema viario convergente verso il capoluogo e da cui si diramano le varie strade provinciali.

L'area di studio è complessivamente caratterizzata da una diffusa rete stradale convergente verso i centri maggiori, in particolare Cremona e Mantova. In varie circostanze il sistema viabilistico si rivela inadatto a supportare gli attuali flussi di traffico soprattutto in prossimità dei poli urbani attrattori. La EX SS 10 PADANA INFERIORE, che attraversa il Po nei pressi di Cremona conduce poi a Mantova per poi terminare nel Veneto, costituisce l'arteria principale che collega le province di Cremona e Mantova.

In relazione alla rete ferroviaria, il relativo indice di dotazione infrastrutturale, ricavato dall'annuario statistico regionale, consegna un valore pari a 101,9 per Cremona, e pari a 71,7 per Mantova, rispetto ad un valore medio regionale di 93,1. Si rileva, quindi, una forte disomogeneità tra le due province. La città di Cremona è servita da diverse relazioni ferroviarie, in particolare:

- ferrovia Cremona – Pavia (con innesto per Milano in località Codogno),
- ferrovia Brescia – Cremona, ferrovia Treviglio – Cremona (con transito per Crema),
- ferrovia Cremona – Mantova,

	ADEGUAMENTO PFTE CODOGNO-CREMONA-MANTOVA					
STUDIO DI TRASPORTO	COMMESSA NM1S	LOTTO 03 F 16	CODIFICA RG	DOCUMENTO TS0003 001	REV. A	FOGLIO 14 di 203

- ferrovia Cremona – Fidenza.

Tutte le relazioni sono divenute nel tempo di interesse esclusivamente locale, private di collegamenti rapidi di lungo percorso (sono rimasti solo i Milano-Mantova) e in molti casi sostituite da servizi su gomma che non hanno il medesimo livello qualitativo di offerta (es.: Cremona-Piacenza e Cremona-Fidenza). La città di Mantova è servita dalla linea per Cremona, dalla ferrovia Verona – Mantova – Modena e dalla Mantova – Monselice. Tra gli altri centri si ricordano Casalmaggiore, servito dalla linea Parma – Brescia e Suzzara, in cui si incrociano le ferrovie Parma – Ferrara e Verona – Mantova – Modena. In generale, le dotazioni del sistema ferroviario richiedono importanti investimenti per ammodernare le dotazioni strutturali e tecnologiche. Tutte le linee, infatti, escluso il solo tratto Cremona-Cavatigozzi, sono a binario unico con incroci vincolati.

3.2.4 L'evoluzione demografica

Al 31 Dicembre 2015, secondo i dati ISTAT, la popolazione residente nelle due province risulta essere di 774.711 abitanti, circa l'8% del totale dei residenti nella Regione Lombardia. Di questi, 360.444 risiedono nel territorio provinciale di Cremona, con un 20% concentrato proprio nel Capoluogo (71.901 abitanti), mentre il rimanente 80% è ripartito fra i restanti 114 Comuni che compongono la Provincia. Il secondo Comune più popoloso è, come prevedibile, Crema, in cui troviamo un ulteriore 10% della popolazione della Provincia (34.371 abitanti). Segue il Comune di Casalmaggiore, in cui risiedono 15.351 abitanti (il 5% del totale della Provincia). Castelleone e Pandino, con 9.455 e 9.024 residenti, rispettivamente, concentrano ognuno il 3% della popolazione della Provincia di Cremona. Seguono i Comuni di Soresina, Rivolta d'Adda, Soncino, Spino d'Adda, Pizzighettone, Offanengo e Castelveverde in cui troviamo ancora più di 5.000 abitanti.

Negli ultimi 10 anni, nella Provincia di Cremona, si è assistito ad un aumento della popolazione residente del 3.5% (+12.074 abitanti) contro una crescita a livello di regionale del 7,1% (tra il 2014 ed il 2015 si sono superati i 10.000.000 di residenti). ISTAT prevede, dal 2016 al 2020, una crescita annua dell'1% della popolazione residente e del 4% della popolazione straniera residente in Regione Lombardia che arriverebbe quindi a quota 14.821.974 residenti nel 2065 (Scenario Centrale di previsione ISTAT).

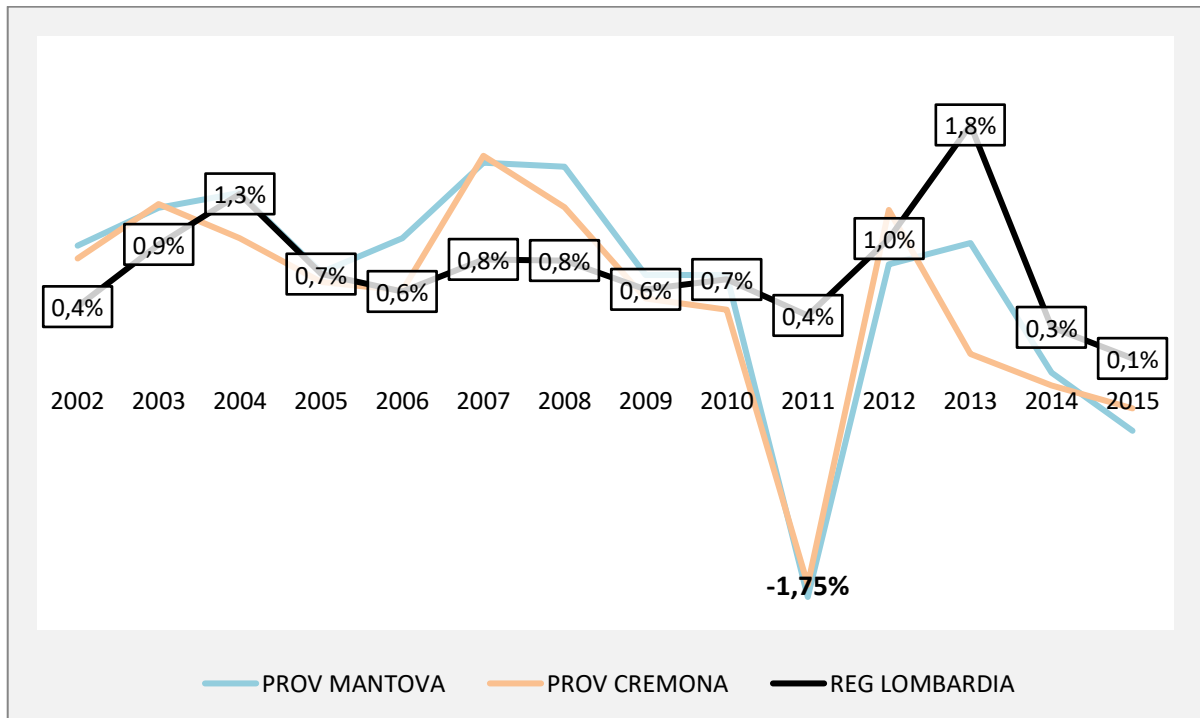


Figura 3. Andamento del tasso di crescita della popolazione residente. (Elaborazione dati ISTAT)

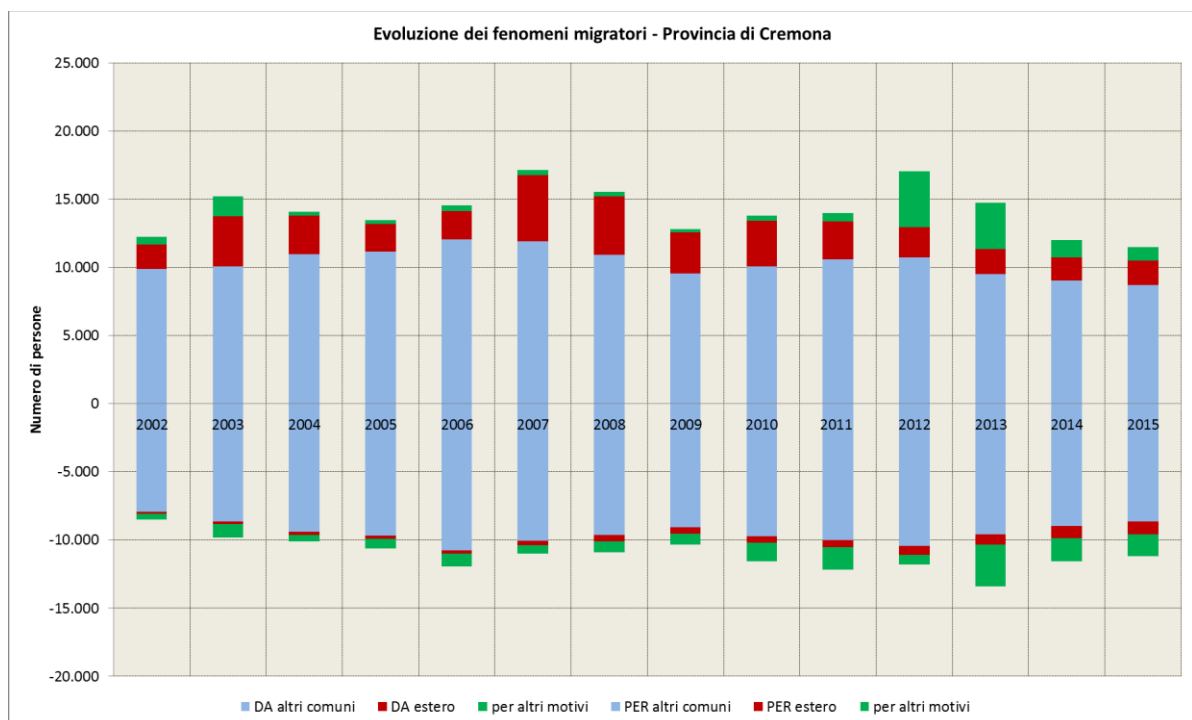



Figura 4. Evoluzione del saldo migratorio per la provincia di Cremona 2001 – 2015 (ISTAT)

	ADEGUAMENTO PFTE CODOGNO-CREMONA-MANTOVA					
	STUDIO DI TRASPORTO	COMMESSA NM1S	LOTTO 03 F 16	CODIFICA RG	DOCUMENTO TS0003 001	REV. A

La Provincia di Mantova è composta da 69 Comuni in cui risiedono 414.267 abitanti. Questi rappresentano poco più del 4% della popolazione dell'intera Regione e, a differenza della Provincia di Cremona, sono distribuiti in maniera più omogenea nel territorio provinciale: nel Comune di Mantova ne risiedono 48.671, il 12%, a Castiglione delle Stiviere 23.212, il 6%. Suzzara è un altro centro di rilievo in cui risiedono 21.161 abitanti (il 5% del totale della Provincia). Nell'elenco dei Comuni con più di 10.000 abitanti troviamo nell'ordine: Viadana, con 19.926 abitanti, Porto Mantovano (16.422), Curtatone (14.804), Borgo Virgilio (14.646), Castel Goffredo (12.547), Goito (10.364) ed Asola, con 10.151 residenti.

In linea di massima, il tasso di crescita della popolazione residente nella Provincia di Mantova ha avuto, negli ultimi 15 anni, lo stesso andamento di quello della Provincia di Cremona, con un forte picco di decrescita registrato tra il 2010 ed il 2011 (-1.75% per la Provincia di Mantova, -1.66% per la Provincia di Cremona) a cui corrisponde una leggera inflessione nel tasso di crescita della popolazione residente in tutta la Regione. Fino alla rilevazione della fine del 2010 possiamo notare una buona affinità nell'andamento del tasso di crescita delle due Province e quello della Regione, dal 2012 in poi si nota un leggero disallineamento anche se la tendenza degli ultimi due anni è per tutti una leggera inflessione del numero di residenti.

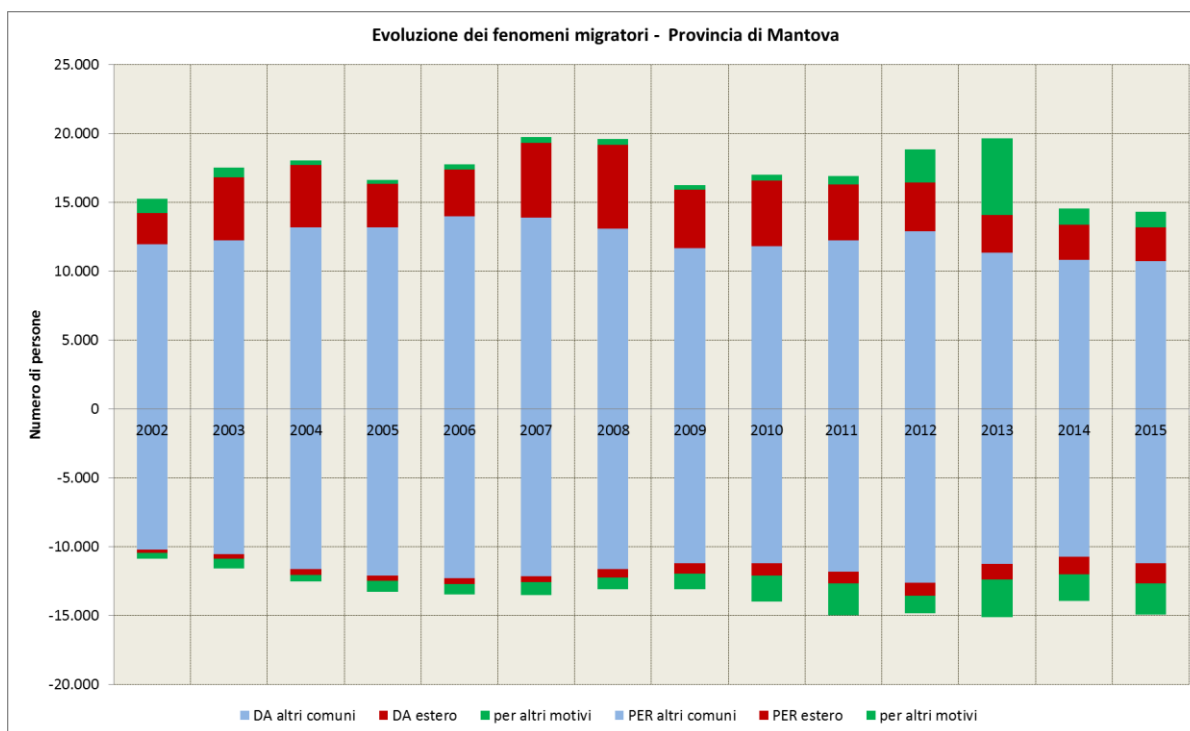



Figura 5. Evoluzione del saldo migratorio per la provincia di Mantova 2001 – 2015 (ISTAT).

	ADEGUAMENTO PFTE CODOGNO-CREMONA-MANTOVA					
	STUDIO DI TRASPORTO	COMMESSA NM1S	LOTTO 03 F 16	CODIFICA RG	DOCUMENTO TS0003 001	REV. A

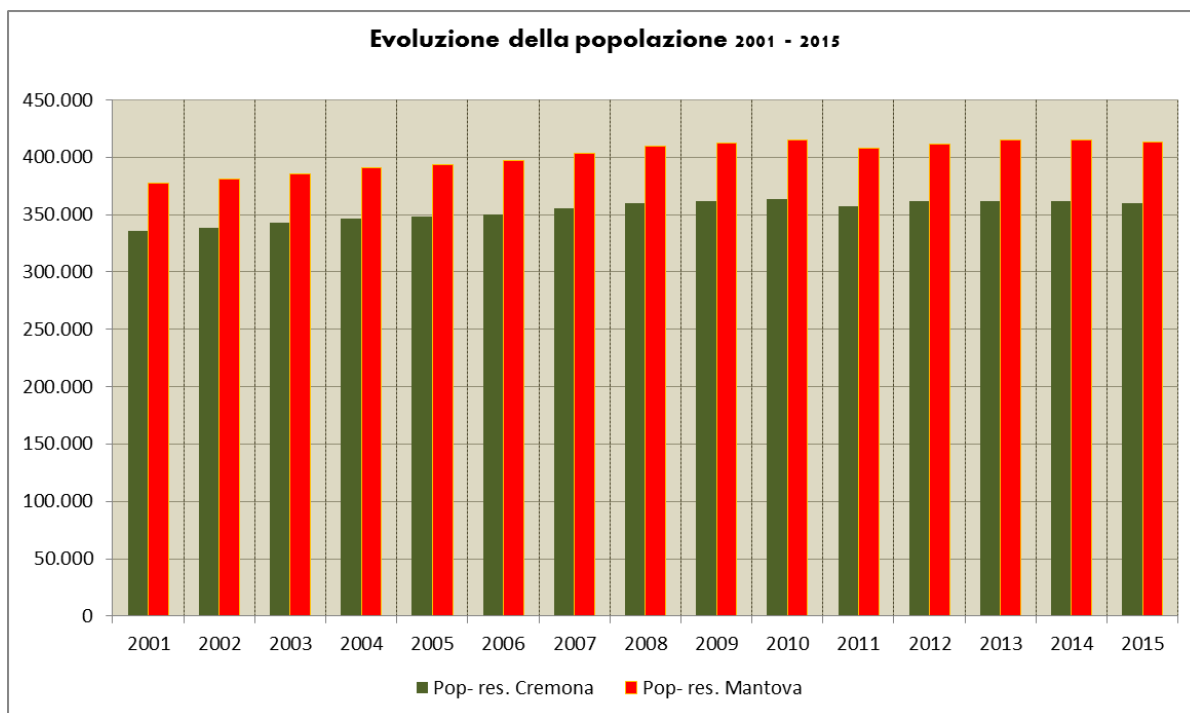



Figura 6. Evoluzione demografica per le Province di Cremona e Mantova 2001 – 2015 (ISTAT).

3.2.5 L'evoluzione economica

Assumendo come riferimento il PIL (prodotto interno lordo) provinciale dell'intera economia per abitante, si rileva un dato pari a euro 25.985 per la provincia di Mantova ed euro 25.770 per la provincia di Cremona, rispetto ad una media lombarda di euro 31.882 e nazionale di euro 24.107. Anche in questo caso notiamo, quindi, una certa omogeneità nei dati del bacino unico.

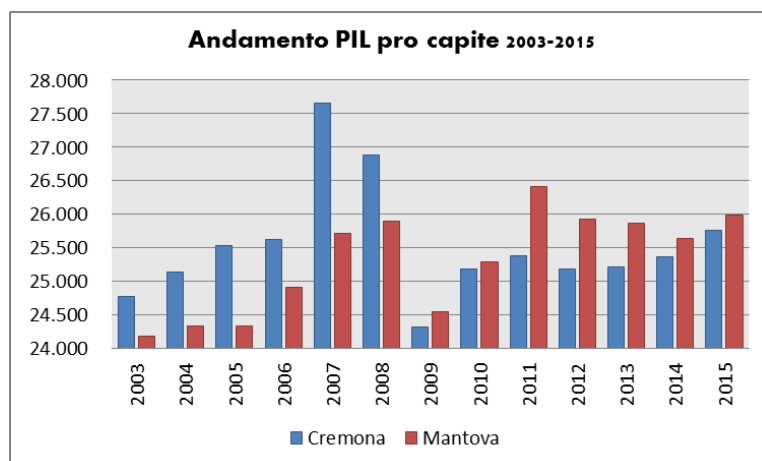
La differenza tra i valori delle due Province ed il dato medio della Regione Lombardia è andata col tempo aumentando: nel 2003 il PIL della Provincia di Cremona era inferiore del 17% rispetto al valore medio lombardo, nel 2015 questa differenza è salita al 19% (con picchi del 22-23% tra il 2009 ed il 2012). Anche il PIL della Provincia di Mantova ha subito una leggera inflessione negli anni a cavallo del 2009 e, ad oggi, è inferiore del 18% rispetto alla media regionale, ma comunque più alto della media nazionale (+8%).

	ADEGUAMENTO PFTE CODOGNO-CREMONA-MANTOVA					
	STUDIO DI TRASPORTO	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
	NM1S	03 F 16	RG	TS0003 001	A	18 di 203

	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Varese	25.031	25.769	25.485	26.565	27.092	27.174	24.949	26.453	26.136	26.066	25.986	25.726	26.072
Como	24.198	24.125	24.865	25.258	26.647	25.426	23.785	24.724	25.299	23.901	23.821	23.567	23.996
Sondrio	22.701	23.530	23.436	23.792	24.608	24.840	24.530	25.779	26.588	26.045	26.148	26.012	26.536
Milano	37.204	38.136	39.292	39.604	41.431	45.785	44.349	46.528	47.086	45.859	44.960	44.143	44.976
Bergamo	26.759	27.378	28.015	29.208	29.676	28.809	28.118	27.637	27.897	27.103	27.010	26.602	27.117
Brescia	27.410	28.029	27.742	28.458	29.534	29.546	26.927	27.162	28.140	27.509	27.478	27.280	27.586
Pavia	23.042	23.399	22.736	23.178	23.860	22.561	20.660	20.904	21.797	20.906	20.826	20.810	21.150
Cremona	24.784	25.136	25.539	25.634	27.653	26.886	24.317	25.187	25.382	25.193	25.221	25.375	25.770
Mantova	24.187	24.338	24.332	24.909	25.711	25.907	24.550	25.298	26.409	25.925	25.869	25.644	25.985
Lecco	25.746	26.449	26.820	26.756	27.911	27.118	24.937	25.046	25.537	25.236	25.305	25.201	25.704
Lodi	22.487	22.710	24.288	26.373	26.072	23.583	23.817	24.153	23.036	22.798	22.612	22.514	22.942
Monza e Brianza*	22.905	23.720	24.312	24.291	25.232	26.907	25.347	26.526	26.567	25.661	25.439	25.144	25.431
Lombardia	28.968	29.612	30.104	30.627	31.771	32.913	31.260	32.327	32.786	31.977	31.697	31.343	31.883
Italia	21.971	22.695	23.204	23.884	24.767	25.069	24.084	24.383	24.801	24.361	24.031	23.860	24.107

*Provincia costituita definitivamente nel dicembre 2009 da 55 comuni provenienti dalla Provincia di Milano

Tabella 2. Prodotto interno lordo (PIL) dell'intera economia per abitante, a prezzi correnti. Fonte: Elaborazioni Istituto Guglielmo Tagliacarne




	Cremona		Mantova	
	PIL pro capite	Var%	PIL pro capite	Var%
2003	24.784		24.187	
2004	25.136	1,4%	24.338	0,6%
2005	25.539	1,6%	24.332	0,0%
2006	25.634	0,4%	24.909	2,4%
2007	27.653	7,9%	25.711	3,2%
2008	26.886	-2,8%	25.907	0,8%
2009	24.317	-9,6%	24.550	-5,2%
2010	25.187	3,6%	25.298	3,0%
2011	25.382	0,8%	26.409	4,4%
2012	25.193	-0,7%	25.925	-1,8%
2013	25.221	0,1%	25.869	-0,2%
2014	25.375	0,6%	25.644	-0,9%
2015	25.770	1,6%	25.985	1,3%

Figura 7. Andamento PIL dell'intera economia per abitante

Stante l'impossibilità di una stima esatta degli effetti a medio e lungo termine della situazione di blocco generalizzato della maggior parte delle attività economiche a seguito dell'emergenza sanitaria legata al COVID-19, non è possibile fare al momento previsioni sull'andamento futuro del Pil sulla base dell'andamento degli ultimi anni.

3.3 LA MOBILITÀ SISTEMATICA

Per l'analisi di contesto del sistema della mobilità che interessa l'area su cui sono distribuiti gli interventi di progetto, si è fatto riferimento ad un ambito esteso comprendente entrambe le province coinvolte, Cremona e Mantova, e sono stati utilizzati i dati ISTAT del 15° Censimento generale della popolazione e delle abitazioni relativi agli spostamenti pendolari per motivi di studio o di lavoro (2011).

	ADEGUAMENTO PFTE CODOGNO-CREMONA-MANTOVA					
STUDIO DI TRASPORTO	COMMESSA NM1S	LOTTO 03 F 16	CODIFICA RG	DOCUMENTO TS0003 001	REV. A	FOGLIO 19 di 203

In questo capitolo, è stata considerata come area di analisi il territorio unitario delle due province di Cremona e Mantova ed è stato considerato un livello di disaggregazione territoriale coincidente con i confini comunali.

La tabella di seguito mostra i valori complessivi del fenomeno della mobilità sistematica, relativamente ai principali motivi dello spostamento (lavoro e studio) e ai diversi modi di trasporto. In sostanza il totale degli spostamenti interni all'area e verso le zone esterne ammonta a oltre 430.000 unità al giorno, con una prevalenza della modalità "auto".

	Auto	Ferro	Gomma	Bici	Piedi	Altro	TOT
matrice totale	289.835	10.538	27.840	42.329	44.443	15.491	430.475

Tabella 3. spostamenti complessivi per le zone dell'Area di Studio

Secondo questa logica, la Figura 8 **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** mostra la ripartizione per modo e per macroarea degli spostamenti sistematici dell'area di studio. In particolare:

- gli spostamenti intracomunali sono quelli che si sviluppano tutti internamente a ciascun singolo comune dell'area di studio. Dal grafico emerge con evidenza come per questa tipologia di spostamento il mezzo privato sia la modalità più utilizzata, seguita dalla bicicletta e dai piedi. Dalla Figura 9 si vede come il modo piedi + bici ricopra oltre il 40% degli spostamenti;
- gli spostamenti intercomunali sono quelli che si sviluppano tra i singoli comuni dell'area di studio. In questo caso i diagrammi di seguito mostrano come la quota del mezzo privato cresce in modo importante fino a oltre l'80% degli spostamenti totale, bici e piedi come ovvio sono modalità irrilevanti, mentre il TPL su gomma raggiunge la quota del 10%. Gli spostamenti su ferrovia sono di modesta importanza;
- gli spostamenti intra-extra sono quelli che si sviluppano tra i comuni esterni all'area di studio e quelli interni. In questo caso è interessante notare come la quota del TPL su gomma e quella su ferrovia siano più interessanti e, insieme, vadano a ricoprire oltre il 20% degli spostamenti complessivi;
- gli spostamenti extra – intra sono quelli che si sviluppano tra i comuni interni all'area di studio e quelli esterni. Qui la quota del TPL è minore mentre sale quella relativa all'uso del mezzo privato.

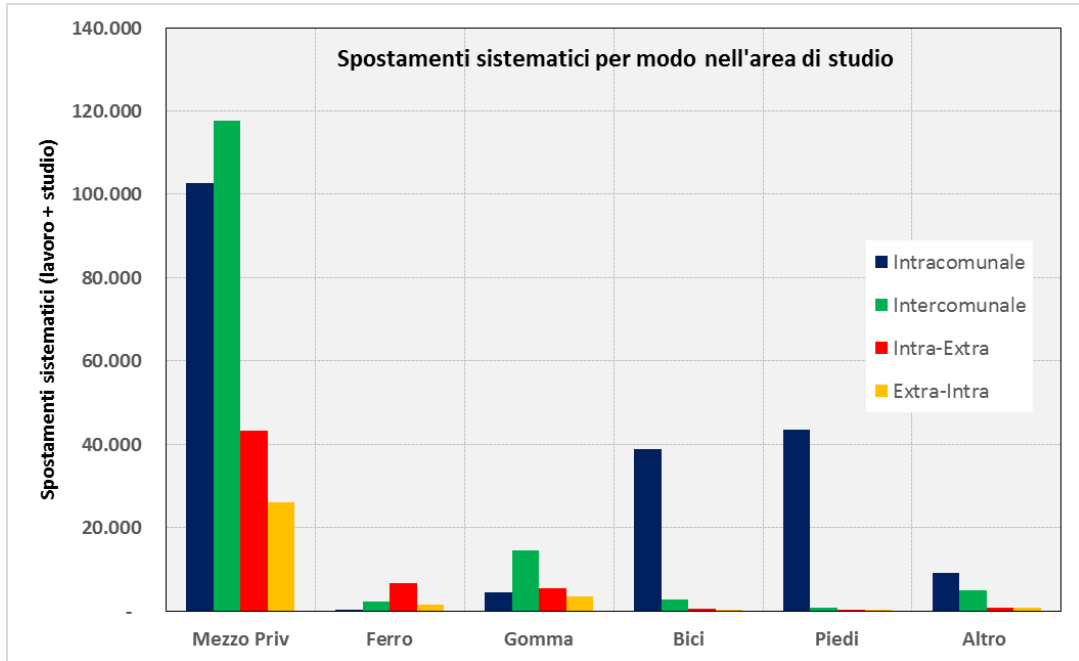
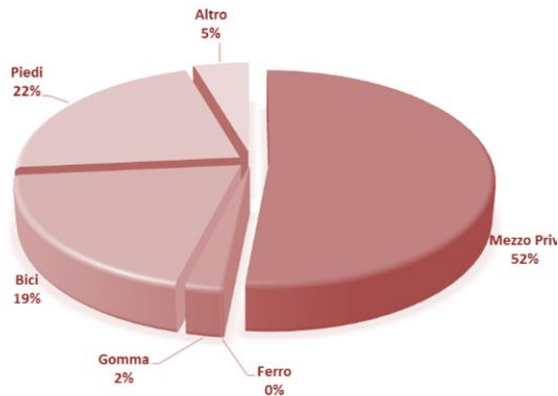
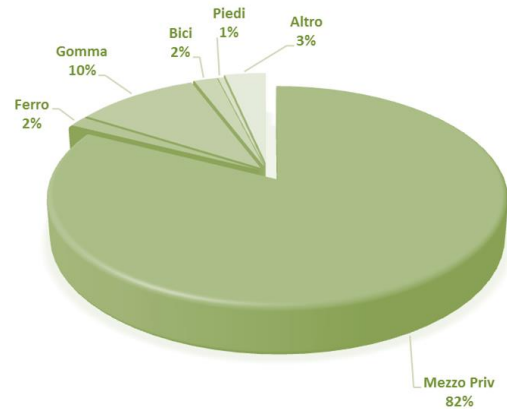



Figura 8. spostamenti sistematici per modo di trasporto e per tipo di relazione in valore assoluto (lavoro + studio, matrice ISTAT 2011)

Ripartizione modale degli spostamenti sistematici intracomunali



Ripartizione modale degli spostamenti sistematici intercomunali



 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	ADEGUAMENTO PFTE CODOGNO-CREMONA- MANTOVA					
	STUDIO DI TRASPORTO	COMMESSA NM1S	LOTTO 03 F 16	CODIFICA RG	DOCUMENTO TS0003 001	REV. A

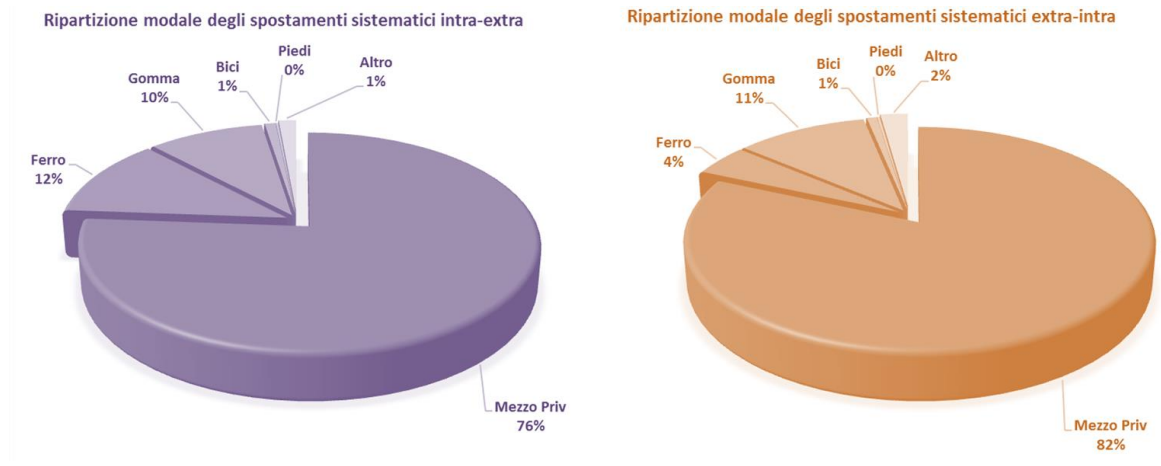


Figura 9. spostamenti sistematici per modo di trasporto e per tipo di relazione in valore percentuale (lavoro + studio, matrice ISTAT 2011)

La Figura 10 **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** mostra la ripartizione modale complessiva relativa a tutta la matrice degli spostamenti relativi all'area di studio.

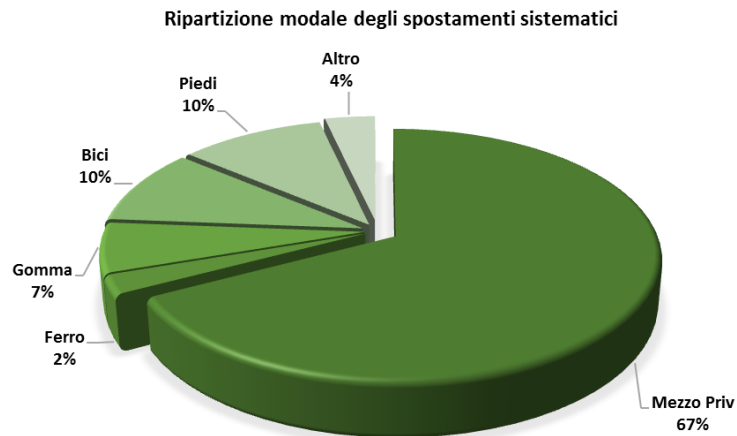



Figura 10. ripartizione modale degli spostamenti sistematici relativi all'area di studio (lavoro + studio, matrice ISTAT 2011)

	ADEGUAMENTO PFTE CODOGNO-CREMONA-MANTOVA					
	STUDIO DI TRASPORTO	COMMESSA NM1S	LOTTO 03 F 16	CODIFICA RG	DOCUMENTO TS0003 001	REV. A

Se si ragiona in termini di soli spostamenti intercomunali, senza cioè considerare quelli intracomunali, il fenomeno della mobilità è rappresentato dalla tabella seguente.

	Ferro	Gomma	Privato	Bici	Piedi	Altro	TOT
matrice totale	10.351	23.383	187.167	3.496	878	6.384	231.659
totale studio	6.790	19.494	13.934	364	217	4.825	45.625
totale lavoro	3.561	3.889	173.233	3.131	661	1.560	186.034
% modale studio	66%	83%	7%	10%	25%	76%	20%
% modale lavoro	34%	17%	93%	90%	75%	24%	80%

Tabella 4. valori totali degli spostamenti relativi all'area di studio – interni e di scambio con le zone esterne

Il totale degli spostamenti interni all'area e verso le zone esterne ammonta a oltre 230.000 unità ed è possibile fare alcune considerazioni iniziali di questo tipo:


- la quota di spostamento su auto sale a oltre l'80% rispetto a quella della matrice complessiva che comprende anche gli spostamenti intracomunali dove, ovviamente, la componente a piedi e in bici ha un peso rilevante;
- la quota di mobilità per motivo "studio" assorbe il 20% di quella complessiva dell'area;
- la quota di utilizzo della ferrovia e della gomma è assolutamente rilevante per il motivo "studio" mentre per il motivo "lavoro" l'auto privata è assolutamente il modo più utilizzato.

Nei paragrafi che seguono si descriveranno i risultati di particolari focus utili a comprendere meglio il quadro della mobilità del bacino e, inoltre, le differenze esistenti tra le due province che lo compongono.

3.3.1 Gli spostamenti emessi e attratti dai comuni

Le tavole che seguono illustrano le elaborazioni sviluppate a partire dalla matrice ISTAT 2011 sugli spostamenti sistematici con l'obiettivo di individuare le principali relazioni di mobilità per modo e per motivo, i principali Comuni del bacino per entità di spostamenti e in generale per descrivere la dinamica degli spostamenti nell'ambito.

La Figura 11 **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** rappresenta il valore degli spostamenti complessivi, emessi ed attratti, per singolo comune ripartiti tra quelli da e verso l'interno dell'area di studio e quelli da e verso l'esterno. Si nota come:

	ADEGUAMENTO PFTE CODOGNO-CREMONA-MANTOVA					
STUDIO DI TRASPORTO	COMMESSA NM1S	LOTTO 03 F 16	CODIFICA RG	DOCUMENTO TS0003 001	REV. A	FOGLIO 23 di 203

- Cremona e Mantova costituiscono ovviamente i principali centri per numero di spostamenti complessivi. Cremona presenta una quota importante, superiore al 25%, di spostamenti da o verso l'esterno dell'abito. Mantova è caratterizzata maggiormente da una mobilità locale;
- I comuni del Mantovano presentano complessivamente una quota di spostamenti superiore rispetto a quelli del Cremonese: Castiglione delle Stiviere, Viadana, Suzzara, Asola costituiscono degli importanti nodi della rete.

In Figura 12 **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** e Figura 13 **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** sono mostrati rispettivamente gli spostamenti emessi ed attratti relativamente all'area di studio e ripartiti per modalità di trasporto. Dalla lettura dei dati è possibile comprendere che:

- relativamente agli spostamenti in origine, il territorio del bacino mostra tre diversi "comportamenti":
 - nel Cremonese gli spostamenti sono piuttosto polarizzati sulla città di Cremona, mentre i comuni della provincia hanno un ruolo secondario. Verosimilmente esistono componenti centrifughe sia verso i comuni contermini sia verso Milano e le altre province/regioni piuttosto rilevanti. La componente su gomma è decisamente modesta mentre quella su ferro, per i comuni direttamente connessi con la ferrovia, è rilevante;
 - il Mantovano presenta una situazione più omogenea dove Mantova e i principali comuni della prima cintura hanno un valore di spostamenti sostanzialmente simile. In sostanza, i comuni della provincia hanno un elevato tasso di mobilità che presuppone un importante fenomeno di pendolarismo, testimoniato anche da una significativa componente di spostamenti su gomma;
- relativamente agli spostamenti in destinazione i "comportamenti" sono più simili:
 - ovviamente la domanda in destinazione è molto polarizzata sui tre centri principali, con quote di trasporto pubblico rilevanti;
 - ciononostante, nel Mantovano si registrano alcuni comuni con una quota elevata di spostamenti in destinazione sia a nord, come Castiglione delle Stiviere, sia a sud come Suzzara, Viadana, Casalmaggiore.

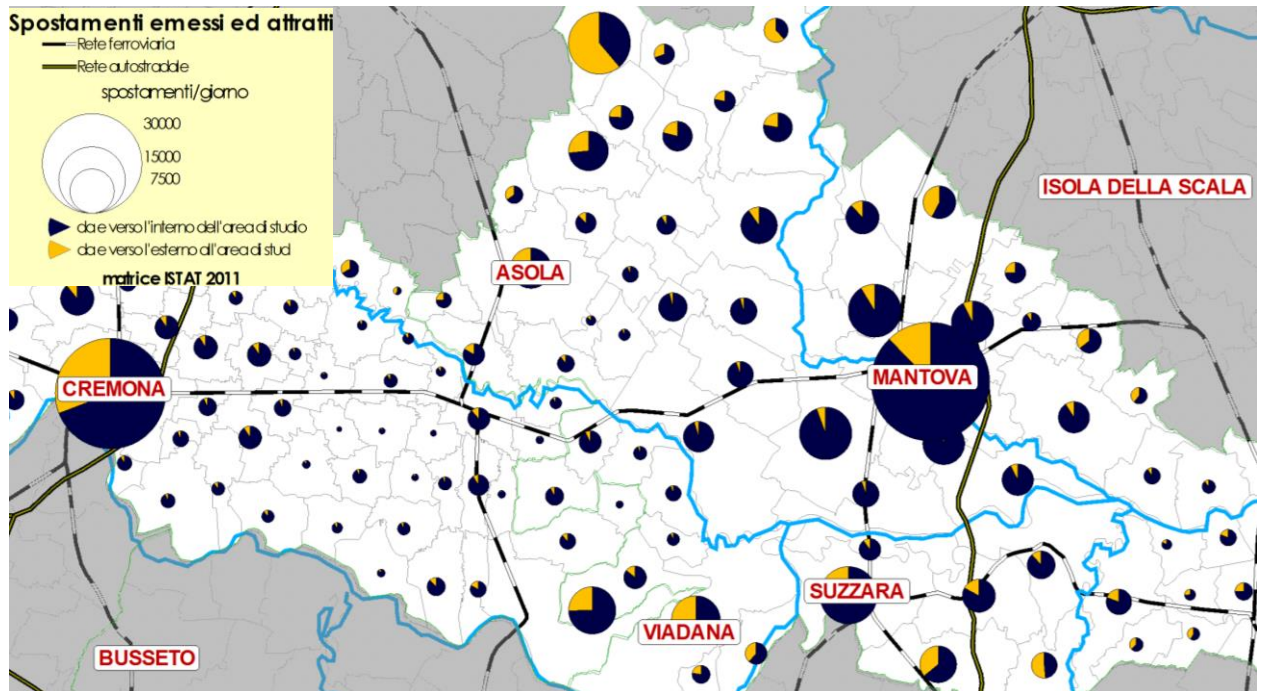


Figura 11. spostamenti totali (emessi + attratti) relativi ai Comuni dell'Area di Studio verso l'interno e verso l'esterno dell'Area

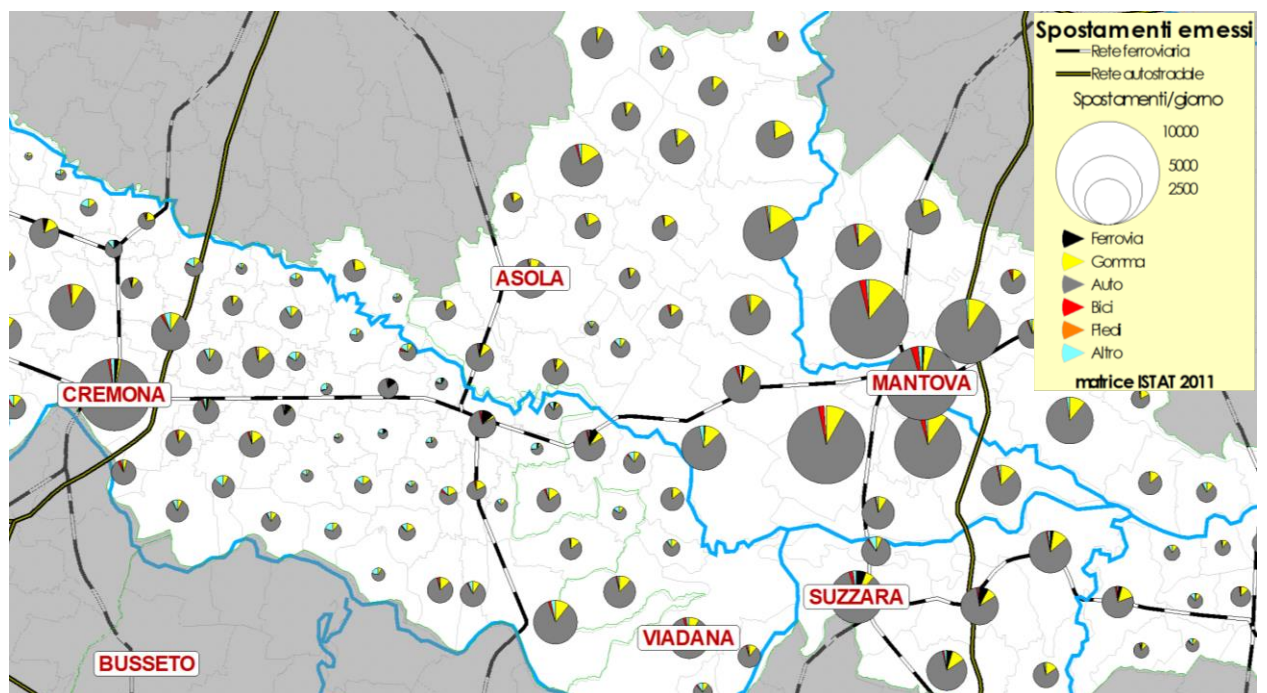



Figura 12. spostamenti emessi internamente all'Area di Studio disaggregati per modo di trasporto

	ADEGUAMENTO PFTE CODOGNO-CREMONA-MANTOVA					
	STUDIO DI TRASPORTO	COMMESSA NM1S	LOTTO 03 F 16	CODIFICA RG	DOCUMENTO TS0003 001	REV. A

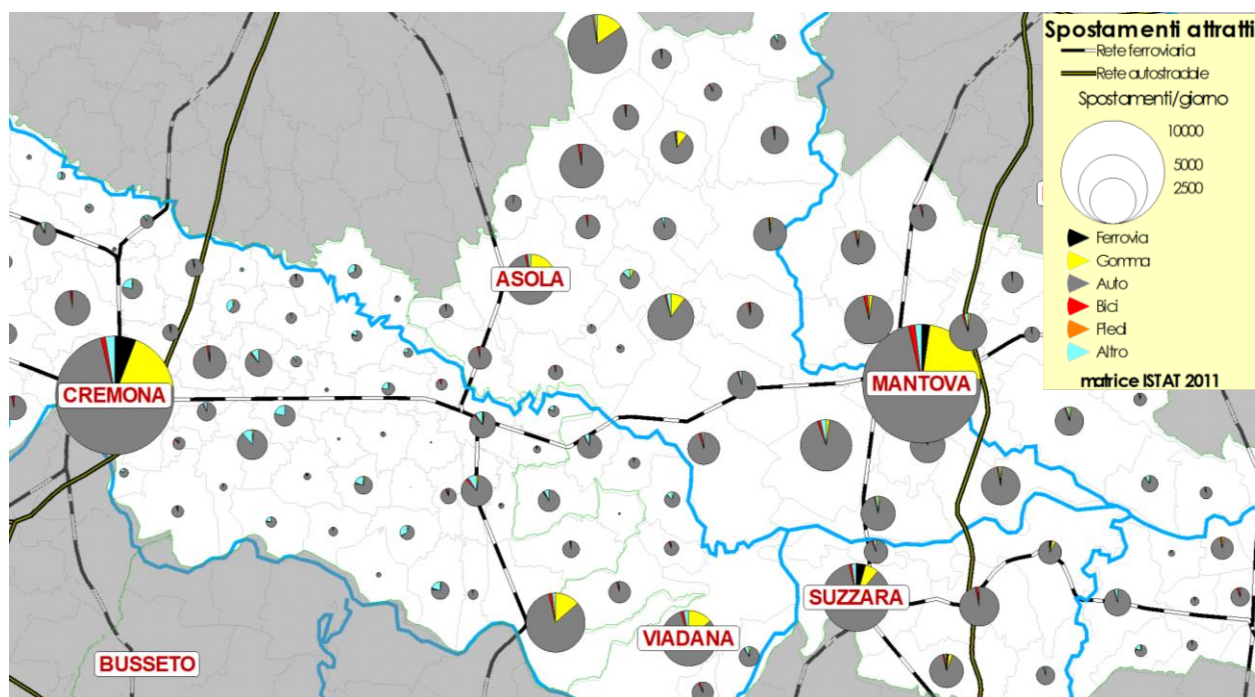



Figura 13. spostamenti attratti internamente all'Area di Studio disaggregati per modo di trasporto

3.3.2 Spostamenti sistematici – le linee di desiderio

Le linee di desiderio costituiscono lo strumento più efficace per interpretare il fenomeno della mobilità dal punto di vista spaziale, ovvero di distribuzione degli spostamenti tra le diverse zone dell'area di studio. Le immagini di seguito sono relative esclusivamente alla domanda di spostamento interna all'area di studio e rappresentano la matrice disaggregata per modo di trasporto e per motivo dello spostamento.

Al di là dei numeri assoluti, quello che emerge dal confronto tra le diverse mappe è che:

- gli spostamenti per motivo "lavoro" e con mezzo "privato" sono quelli in numero più consistente. Le relazioni importanti che si delineano dall'osservazione della mappa sono quelle incentrate su Cremona, per quanto riguarda la Provincia di Cremona, mentre sono più ripartite per quanto riguarda la Provincia di Mantova, anche se si nota comunque un numero cospicuo di spostamenti con destinazione Mantova. Il Comune di Castiglione delle Stiviere è un polo attrattore, ma anche di origine, interessante e lo si può notare anche per gli spostamenti su gomma;
- gli spostamenti per motivo "lavoro" e con mezzo "ferrovia" sono insignificanti e concentrati tra le località in cui è presente una stazione ferroviaria, con un valore massimo che si attesta sotto i 30 spostamenti giornalieri tra Mantova e Suzzara, tra Crema e Cremona e da Pizzighettone a Cremona;

	ADEGUAMENTO PFTE CODOGNO-CREMONA-MANTOVA					
STUDIO DI TRASPORTO	COMMESSA NM1S	LOTTO 03 F 16	CODIFICA RG	DOCUMENTO TS0003 001	REV. A	FOGLIO 26 di 203

- gli spostamenti per motivo “lavoro” e con mezzo “gomma” sono anch’essi irrisonanti ma sono più uniformemente distribuiti. Si nota, come per l’utilizzo dell’auto privata, l’aspetto a raggera attorno ai Capoluoghi ed alla città di Crema;
- gli spostamenti per motivo “studio” e con mezzo “privato” non sono marginali e sono distribuiti come quelli per motivo “lavoro” con mezzo privato, andandoci cioè a concentrare sulle città di Crema e Cremona e poi su Mantova ma anche su altri Comuni significativi della sua Provincia;
- gli spostamenti per motivo “studio” e con mezzo “ferro” sono più significativi di quelli per motivo “lavoro” che utilizzano lo stesso mezzo, ma comunque ci attestiamo su valori massimo che toccano i 130/150 spostamenti al giorno (da Pizzighettone a Cremona e da Castel d’Ario a Mantova);
- gli spostamenti per motivo “studio” e con mezzo “gomma” sono importanti ed anche in questo caso ricalcano l’immagine degli spostamenti con mezzo “privato” per lo stesso motivo.

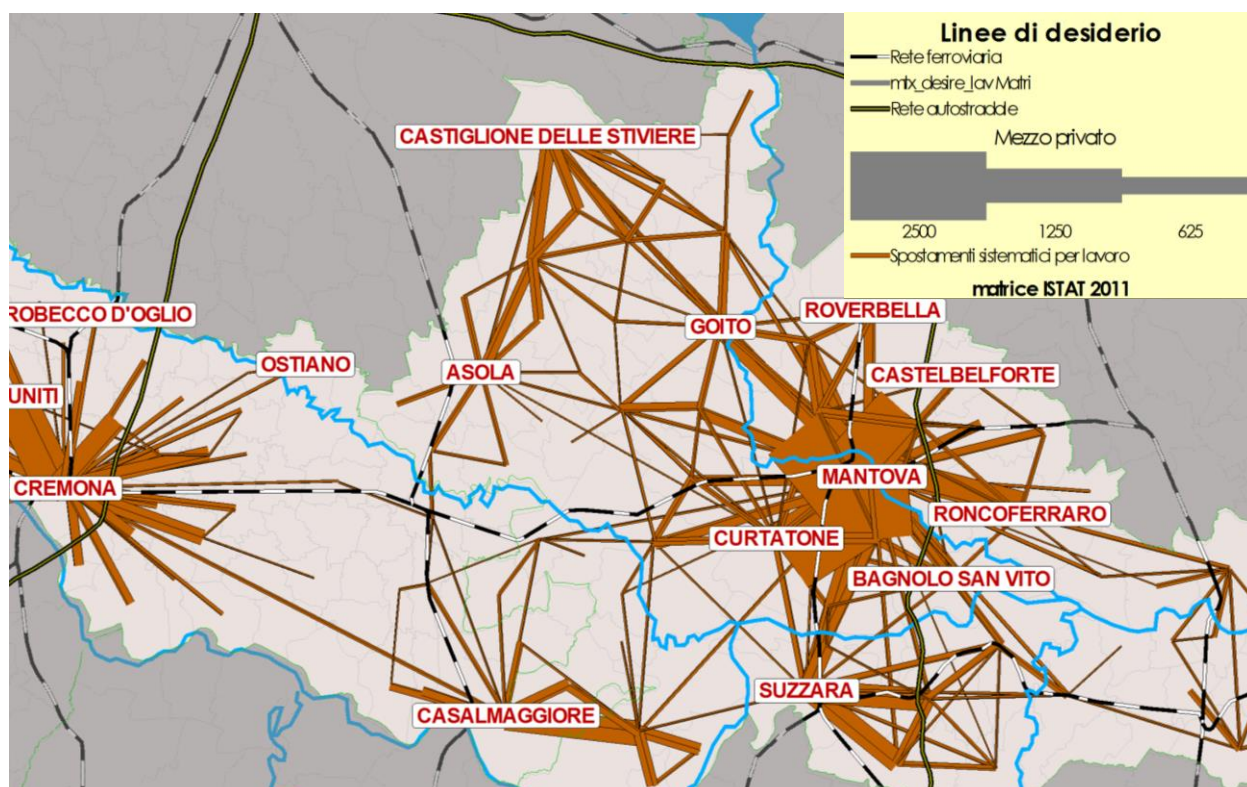



Figura 14. linee di desiderio – spostamenti sistematici per motivo lavoro – auto

 ITAFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	ADEGUAMENTO PFTE CODOGNO-CREMONA-MANTOVA					
	STUDIO DI TRASPORTO	COMMESSA NM1S	LOTTO 03 F 16	CODIFICA RG	DOCUMENTO TS0003 001	REV. A

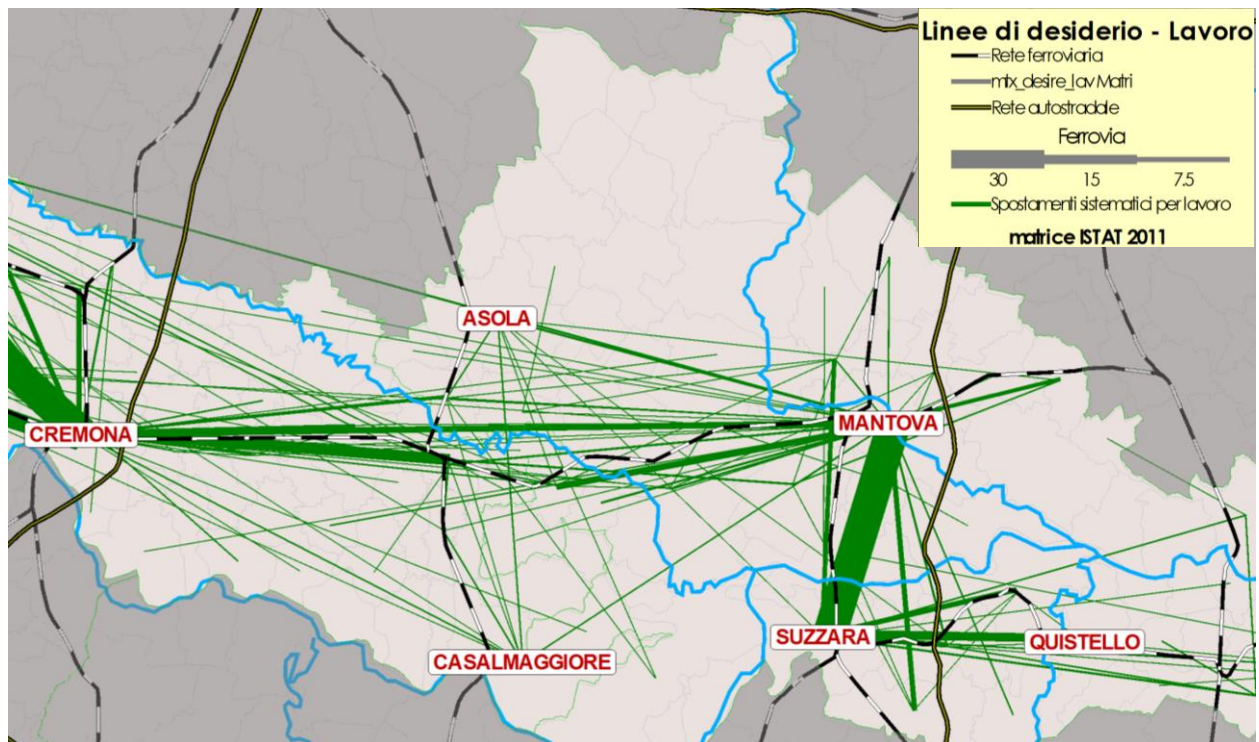


Figura 15. linee di desiderio – spostamenti sistematici per motivo lavoro – ferrovia

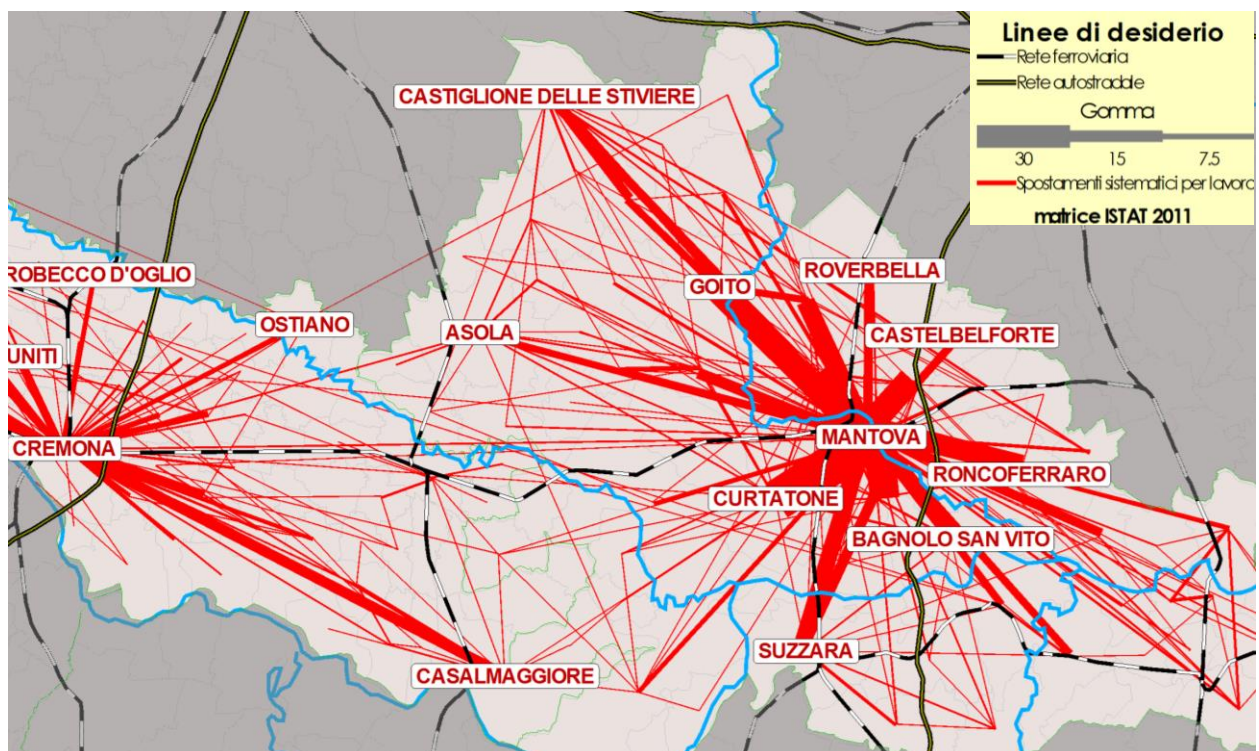


Figura 16. linee di desiderio – spostamenti sistematici per motivo lavoro – gomma

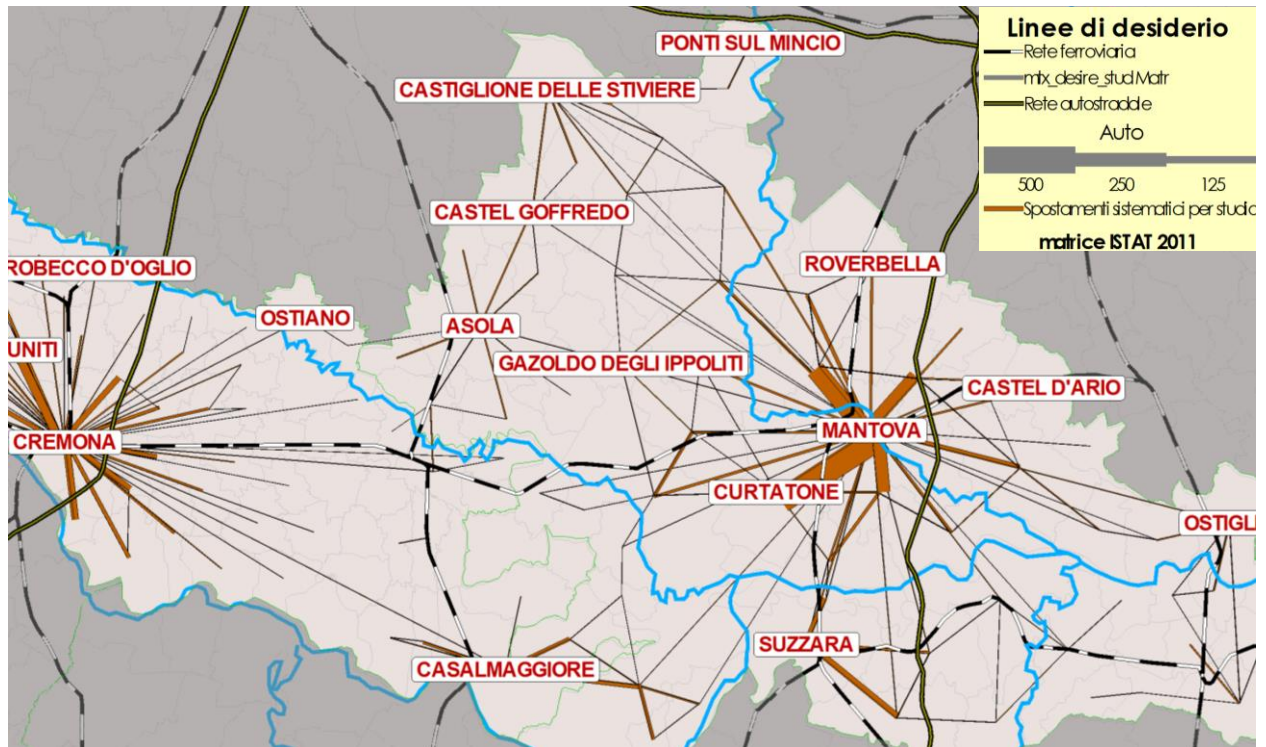


Figura 17. linee di desiderio – spostamenti sistematici per motivo studio – auto

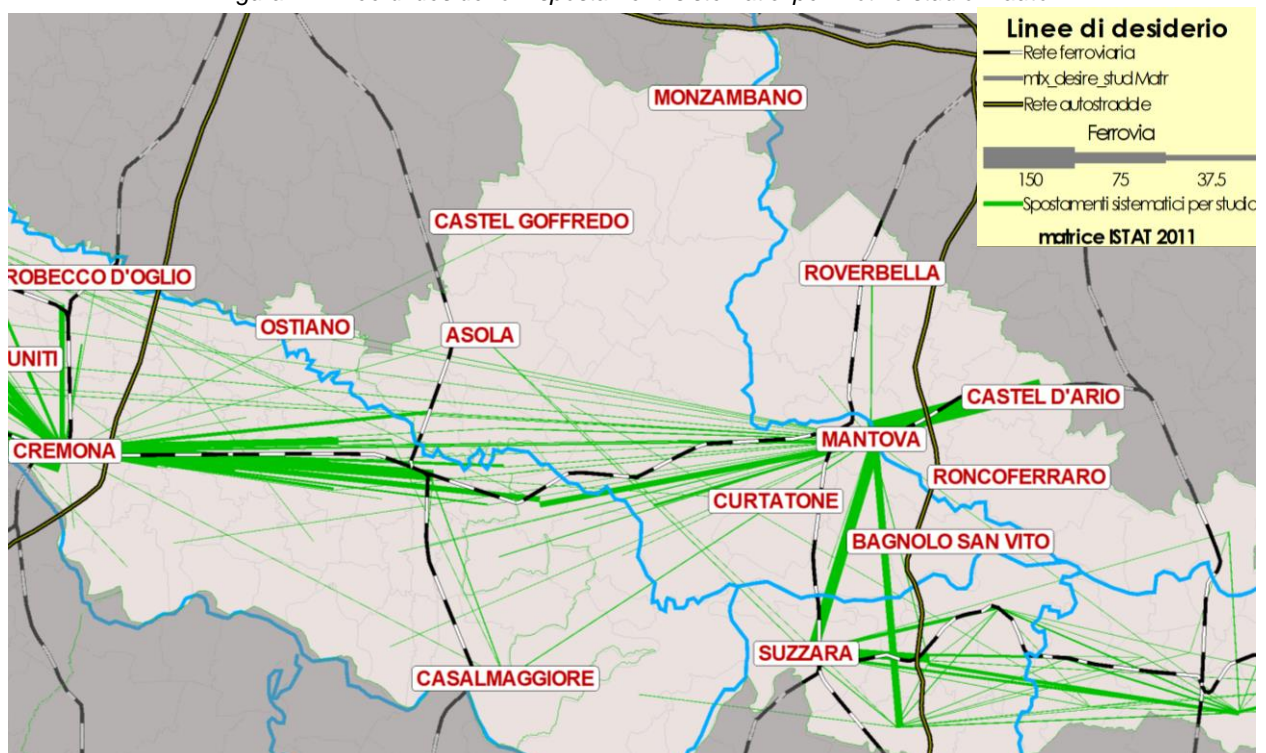



Figura 18. linee di desiderio – spostamenti sistematici per motivo studio – ferrovia

	ADEGUAMENTO PFTE CODOGNO-CREMONA-MANTOVA					
STUDIO DI TRASPORTO	COMMESSA NM1S	LOTTO 03 F 16	CODIFICA RG	DOCUMENTO TS0003 001	REV. A	FOGLIO 29 di 203

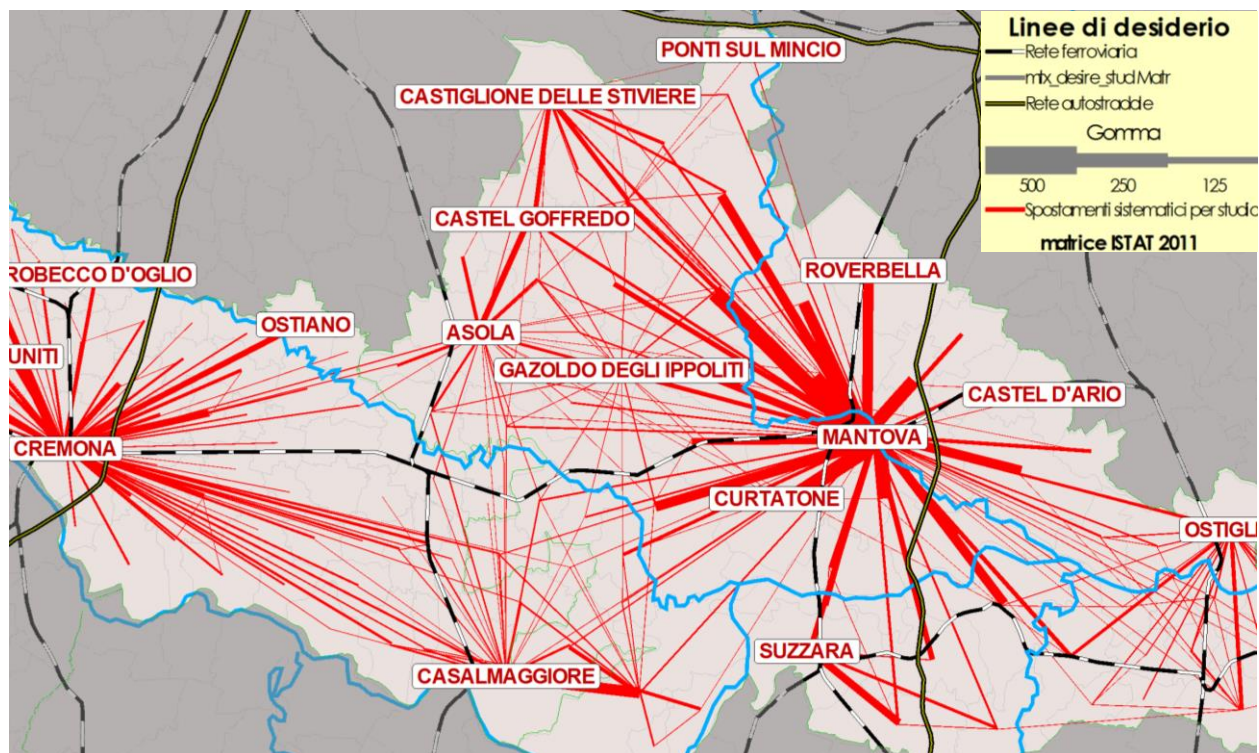


Figura 19. linee di desiderio – spostamenti sistematici per motivo studio – gomma

3.3.3 Focus sulla Provincia di Mantova

La tabella di seguito mostra il focus relativo alla provincia di Mantova per il totale degli spostamenti sistematici.


 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	ADEGUAMENTO PFTE CODOGNO-CREMONA- MANTOVA					
	STUDIO DI TRASPORTO	COMMESSA NM1S	LOTTO 03 F 16	CODIFICA RG	DOCUMENTO TS0003 001	REV. A

		Privato	Ferro	Gomma	Bici	Piedi	Altro	TOT
Intracomunale	v.a	62.568	103	2.555	18.554	22.165	5.406	111.352
	%	56,2%	0,1%	2,3%	16,7%	19,9%	4,9%	100,0%
Di cui								
Comune di MN	v.a	8.148	31	1.189	4.135	3.847	45	17.396
	%	46,8%	0,2%	6,8%	23,8%	22,1%	0,3%	100,0%
intercomunali	v.a	61.483	810	7.606	1.284	311	1.366	72.860
	%	84,4%	1,1%	10,4%	1,8%	0,4%	1,9%	100,0%
Intra - extra	v.a	19.949	2.229	2.195	222	58	392	25.044
	%	79,7%	8,9%	8,8%	0,9%	0,2%	1,6%	100,0%
Extra- intra	v.a	13.819	767	1.237	126	41	311	16.302
	%	84,8%	4,7%	7,6%	0,8%	0,3%	1,9%	100,0%

Tabella 5. spostamenti sistematici in valore assoluto e percentuale per la provincia di MN

La ripartizione modale per le diverse componenti spaziali della domanda è poi rappresentata dai diagrammi di seguito.

I dati in valore assoluto assumono un significato di assoluto interesse se confrontati con quelli relativi alla provincia di Cremona di cui al paragrafo successivo. Si rimanda quindi alle pagine seguenti per una analisi di dettaglio.

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>ADEGUAMENTO PFTE CODOGNO-CREMONA-MANTOVA</p>					
<p>STUDIO DI TRASPORTO</p>	<p>COMMESSA NM1S</p>	<p>LOTTO 03 F 16</p>	<p>CODIFICA RG</p>	<p>DOCUMENTO TS0003 001</p>	<p>REV. A</p>	<p>FOGLIO 31 di 203</p>

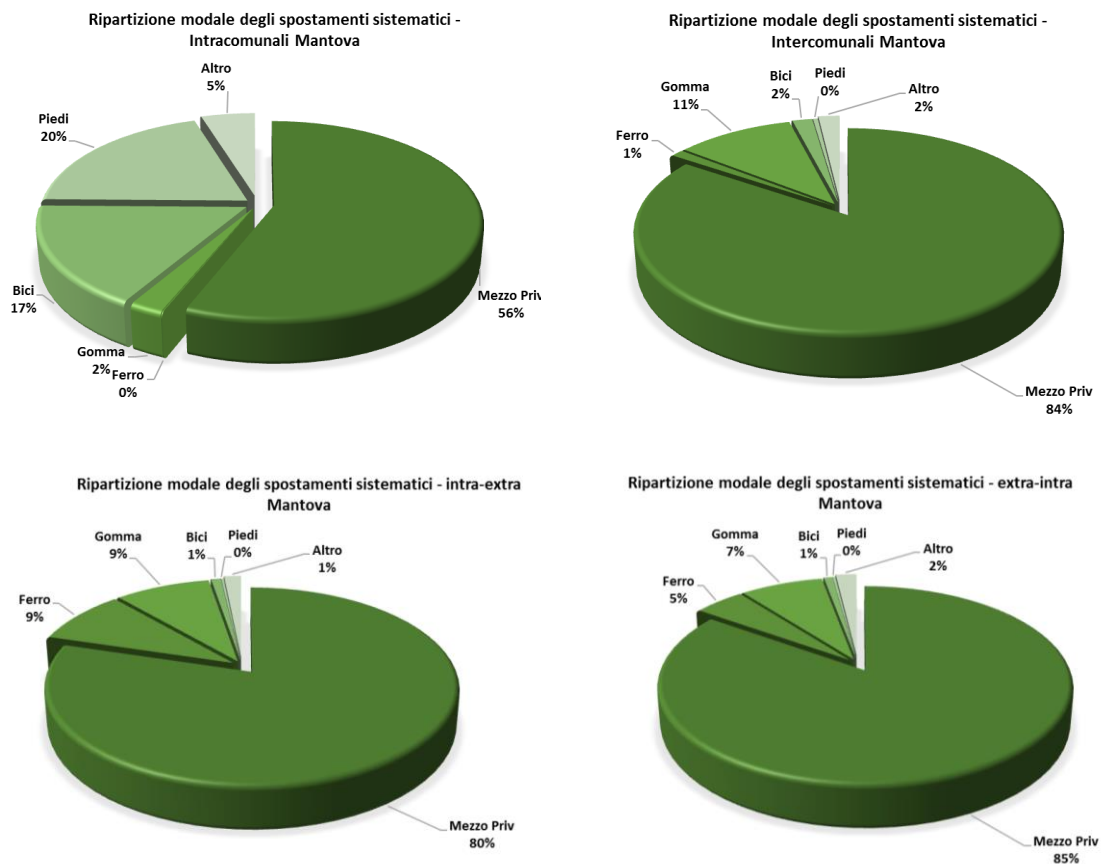



Figura 20. Ripartizione modale degli spostamenti – Mantova

3.3.4 Focus sulla Provincia di Cremona

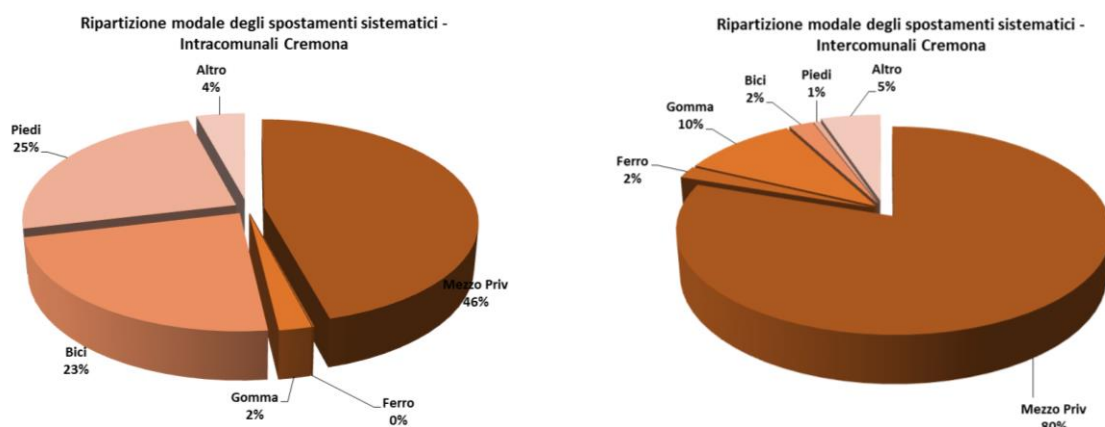
La tabella di seguito mostra il focus relativo alla provincia di Cremona per il totale degli spostamenti sistematici.


 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	ADEGUAMENTO PFTE CODOGNO-CREMONA- MANTOVA					
	STUDIO DI TRASPORTO	COMMESSA NM1S	LOTTO 03 F 16	CODIFICA RG	DOCUMENTO TS0003 001	REV. A

		Privato	Ferro	Gomm	Bici	Piedi	Altro	TOT
a								
Intracomunale	v.a	40.088	82	1.901	20.280	21.399	3.700	87.450
	%	45,8%	0,1%	2,2%	23,2%	24,5%	4,2%	100,0%
Di cui Comune di CR	v.a	14.602	38	1.462	5.996	5.594	66	27.758
	%	52,6%	0,1%	5,3%	21,6%	20,2%	0,2%	100,0%
intercomunali	v.a	51.449	1.222	6.464	1.343	358	3.334	64.171
	%	80,2%	1,9%	10,1%	2,1%	0,6%	5,2%	100,0%
Intra - extra	v.a	23.326	4.475	3.215	280	50	421	31.767
	%	73,4%	14,1%	10,1%	0,9%	0,2%	1,3%	100,0%
Extra- intra	v.a	12.317	692	2.175	130	28	400	15.741
	%	78,2%	4,4%	13,8%	0,8%	0,2%	2,5%	100,0%

Tabella 6. spostamenti sistematici in valore assoluto e percentuale per la provincia di CR

La ripartizione modale per le diverse componenti spaziali della domanda è poi rappresentata dai diagrammi di seguito.



	ADEGUAMENTO PFTE CODOGNO-CREMONA-MANTOVA					
	STUDIO DI TRASPORTO	COMMESSA NM1S	LOTTO 03 F 16	CODIFICA RG	DOCUMENTO TS0003 001	REV. A

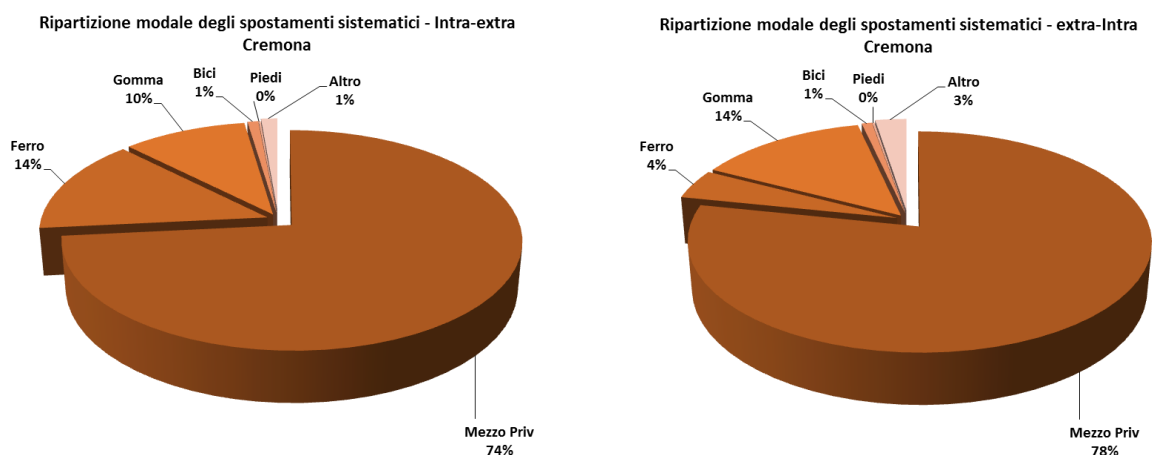


Figura 21. Ripartizione modale degli spostamenti – Cremona

3.4 L'OFFERTA DI TRASPORTO FERROVIARIO

3.4.1 il quadro di riferimento del trasporto su ferro attuale



Figura 22. Linea ferroviaria Cremona – Mantova

La linea ferroviaria oggetto degli interventi di soppressione dei Passaggi a Livello nell'ambito dei quali si collocano gli interventi stradali oggetto di analisi è la Cremona-Mantova.


	ADEGUAMENTO PFTE CODOGNO-CREMONA-MANTOVA					
STUDIO DI TRASPORTO	COMMESSA NM1S	LOTTO 03 F 16	CODIFICA RG	DOCUMENTO TS0003 001	REV. A	FOGLIO 34 di 203



Figura 23. Rete ferroviaria di RFI in regione Lombardia


La linea, a binario unico ed elettrificata, fa parte della cosiddetta rete complementare gestita da Rete Ferroviaria Italiana. La linea ferroviaria fu inaugurata nel 1874. Attualmente il traffico passeggeri è servito da treni regionali Trenord lungo le relazioni:

- Codogno-Mantova;
- Cremona-Mantova;
- Milano Centrale-Mantova.

La stazione di Piadena, in questo contesto, è un importante nodo ferroviario, punto d'incrocio delle linee Brescia-Parma e Pavia-Cremona-Mantova. La stazione è servita dai treni RegioExpress in servizio tra Milano e Mantova, e dai treni regionali delle relazioni Cremona-Mantova e Brescia-Parma.

Anche il traffico merci è sviluppato ed è effettuato da Trenitalia Cargo e da altre imprese private che utilizzano principalmente gli scali di Cava Tigozzi e di Piadena. La linea è inoltre utilizzata come itinerario alternativo alla linea Milano-Verona-Venezia.

La soppressione di tali PL è diventata quindi fattore sempre più strategico, sia lato strada per risolvere le criticità generate dalle lunghe fasi di chiusura, sia la ferrovia come attività propedeutica all'intervento di raddoppio di tutta la tratta.

	ADEGUAMENTO PFTE CODOGNO-CREMONA-MANTOVA					
STUDIO DI TRASPORTO	COMMESSA NM1S	LOTTO 03 F 16	CODIFICA RG	DOCUMENTO TS0003 001	REV. A	FOGLIO 35 di 203

4 L'ASSE STRADALE PIADENA – MANTOVA: LE CARATTERISTICHE ATTUALI E IL TRAFFICO INTERESSATO

4.1 CARATTERISTICHE GEOMETRICO FUNZIONALI DELL'ASSE STRADALE


La linea ferroviaria Codogno-Cremona-Mantova, nella tratta compresa tra Piadena e Mantova ha un andamento sostanzialmente parallelo, seppure non affiancato, a quello dalle SP 10 “Padana Inferiore”, che attualmente costituisce la principale infrastruttura del sistema viario portante trasversale di collegamento di Mantova con Cremona e da qui con Milano.

Tale rapporto tra le due infrastrutture fa sì che pur non essendo presenti passaggi a livello sulla SP 10, tutti gli interventi previsti per la soppressione dei PL della tratta oggetto del Lotto 3, interessando viabilità secondaria che la interseca, abbiano ripercussioni, dirette o indirette sull'asse principale. In molti casi gli interventi di risoluzione dei PL hanno comportato la necessità di ripensare le intersezioni stradali tra la viabilità direttamente interessata e la provinciale con l'adeguamento alle vigenti norme di intersezioni non più a norma.

La SP 10, come detto, ha un peso molto rilevante all'interno della rete stradale della provincia di Mantova intanto unico asse viario di collegamento trasversale est-ovest. Attualmente l'asse sopporta un carico di traffico molto rilevante, al limite della capacità dell'infrastruttura. La strada non presenta per altro caratteristiche infrastrutturali particolarmente performanti, essendo a singola carreggiata, con una corsia per senso di marcia e caratterizzata da intersezioni a raso con la viabilità trasversale. A Piadena, Bozzolo e Marcaria il tracciato stradale si mantiene esterno alle aree più densamente urbanizzate mentre a Castelluccio l'asse attraversa quasi diametralmente l'intero centro abitato. Dopo aver superato Curtatone la direttrice stradale si raccorda con la Tangenziale sud di Mantova per poi proseguire verso il centro del capoluogo, costeggiando il Lago Superiore e poi il Logo di Mezzo, per poi superarlo e attraverso il Ponte di San Giorgio.

Tenuto conto della rilevanza dell'asse, risulta evidente la necessità di verificare che gli interventi che lo interessano, direttamente o indirettamente, non ne pregiudichino il livello di servizio, pur nell'esigenza di un adeguamento normativo che migliori in particolare le condizioni di sicurezza della circolazione stradale.

Tanto più in un contesto in cui l'asse non presenta alternative e risulta, come evidenziato anche dai dati di traffico rilevato, già soggetto ad un traffico importante (vedi cap. 4.2).

	ADEGUAMENTO PFTE CODOGNO-CREMONA-MANTOVA					
STUDIO DI TRASPORTO	COMMESSA NM1S	LOTTO 03 F 16	CODIFICA RG	DOCUMENTO TS0003 001	REV. A	FOGLIO 36 di 203

4.2 CAMPAGNA DI INDAGINE DEL TRAFFICO

Per acquisire i dati necessari a comprendere la mobilità stradale nel contesto in esame e funzionali alla costruzione e verifica del grado di confidenza dei modelli di simulazione, nell'ambito dello studio è stata realizzata una campagna di rilievi del traffico.

Le rilevazioni di traffico sono state condotte in un periodo molto particolare per l'intero Paese ed in particolare per la Lombardia, ovvero l'emergenza sanitaria nazionale connessa con il cd «Corona Virus COVID-19». Tutte le rilevazioni di traffico sono state condotte, infatti, nella settimana immediatamente antecedente l'entrata in vigore del D.P.C.M. 9/3/2020 ma in vigore dei precedenti D.P.C.M. connessi con l'emergenza sanitaria che prescrivevano una riduzione della mobilità all'interno della cosiddetta "zona rossa" lombarda. Tenuto conto dei condizionamenti al traffico da cui sono affetti i dati raccolti in sede di analisi, gli stessi sono stati sempre confrontati e integrati, ove possibile, con i dati storici raccolti negli ambiti studi e piani redatti per le stesse aree.

La campagna di indagini ha previsto complessivamente il rilievo dei flussi veicolari in 5 sezioni stradali e i conteggi delle manovre di svolta in 9 intersezioni, ubicate nelle province di Cremona e Mantova, come esposto in Figura 24 **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**


Le rilevazioni di traffico sono finalizzate a supportare il successivo studio di traffico per lo studio del raddoppio della ferrovia Codogno-Cremona-Mantova, nel dettaglio il lotto 3 ovvero la tratta Piadena-Mantova.

La campagna di indagini di mobilità, finalizzata alla costruzione della domanda di spostamento è stata organizzata secondo due differenti tipologie di rilievo che, in modo complementare, forniscono i veicoli in ingresso in tutta l'area di studio:

- *Sezione stradale posta ai margini dell'area di studio e volte a quantificare il traffico in ingresso/uscita.*

Le sezioni di traffico oggetto di indagine sono collocate lungo la SP10 oppure si trovano nei pressi dei passaggi a livello lungo la tratta ferroviaria Piadena - Mantova. La SP10 è la principale arteria di attraversamento che collega i capoluoghi di Cremona e Mantova, nell'area oggetto di indagine si sviluppa parallelamente alla linea ferroviaria Cremona-Mantova seguendola a nord della stessa. Nel dettaglio le due sezioni di traffico previste sono ubicate nei comuni di Bozzolo (sez. 03) e Castellucchio (sez. 08).

Le altre tre sezioni di traffico sono collocate nei pressi di altrettanti passaggi a livello ad azionamento automatico lungo la via San Lorenzo (Piadena sez. 01), la SP.67 (Marcaria sez. 04) e via Gabbiana (Castellucchio sez. 05).

	ADEGUAMENTO PFTE CODOGNO-CREMONA-MANTOVA					
	STUDIO DI TRASPORTO	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
	NM1S	03 F 16	RG	TS0003 001	A	37 di 203


- *Conteggi alle intersezioni stradali, finalizzati alla quantificazione del numero di veicoli per ogni manovra di svolta.*

Le intersezioni oggetto di indagine sono collocate principalmente lungo la SP.10 nei comuni di Piadena (int. 01 e 10), Bozzolo (int. 07, 08 e 02), Marcaria (int. 03) e Castellucchio (int. 04). Le restanti due intersezioni si trovano nei pressi di altrettanti attraversamenti ferroviari a servizio dei comuni di Marcaria (int. 09) e Castellucchio (int. 05). L'intersezione 01 che collega via del Popolo con la SP. 10 nel Comune di Piadena è strutturata a livelli sfalsati per evitare interferenze tra le diverse manovre. L'intersezione 4 nel Comune di Castellucchio è invece gestita tramite rotatoria. In tutti gli altri casi si tratta di intersezioni a raso organizzate con tradizionale precedenza. Per agevolare il traffico lungo la SP. 10 sono presenti corsie di accumulo per gestire le interferenze tra le manovre di svolta.



Figura 24. Locazione delle indagini


I rilievi presso le 5 sezioni oggetto di indagine sono stati svolti in modalità automatica attraverso l'utilizzo di radar a micro-onde ad effetto doppler, come illustrato in Figura 25. **L'origine riferimento non è stata trovata.** Le apparecchiature sono state installate e calibrate sul posto da parte dei tecnici qualificati. Le rilevazioni in corrispondenza delle 5 sezioni stradali sono state condotte in modalità continua sull'arco di 48 ore dalle ore 00.00 di mercoledì 04/03/2020 alle ore 24.00 di giovedì 05/03/2020, quindi, in periodo invernale lavorativo-scolastico.

	ADEGUAMENTO PFTE CODOGNO-CREMONA-MANTOVA					
STUDIO DI TRASPORTO	COMMESSA NM1S	LOTTO 03 F 16	CODIFICA RG	DOCUMENTO TS0003 001	REV. A	FOGLIO 38 di 203

Le indagini presso le 9 intersezioni stradali all'interno dell'area di studio sono state condotte in modalità video assistita con l'ausilio di telecamere autoalimentate con pannelli solari, come illustrato in Figura 25. **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** La finalità dei rilievi di traffico alle intersezioni è primariamente quella di poter disporre del dato di traffico per singolo braccio con aggregazione ad intervalli di 15 minuti per 3 categorie veicolari. Anche queste apparecchiature sono state installate e calibrate sul posto da parte dei tecnici qualificati. Tali rilevazioni sono state condotte per ciascuno dei 9 nodi oggetto di indagine in modalità continua nella mattina di un giorno centrale della settimana (mercoledì 4 o giovedì 5 marzo 2020) durante la fascia di punta del mattino tra le ore 7:00 e le ore 9:00.



Figura 25. Immagini del montaggio delle attrezzature

	ADEGUAMENTO PFTE CODOGNO-CREMONA-MANTOVA					
	STUDIO DI TRASPORTO	COMMESSA NM1S	LOTTO 03 F 16	CODIFICA RG	DOCUMENTO TS0003 001	REV. A

Di seguito si descrivono le sintesi dei risultati delle indagini di traffico effettuate nelle diverse sezioni.

- Sezione 01 - Comune di Piadena (MN) - VIA FAVORITA SAN LORENZO PRESSI CIMITERO
 - Direzione 01 – NORD – Piadena
 - Direzione 02 – SUD – Guazzone S. Lorenzo

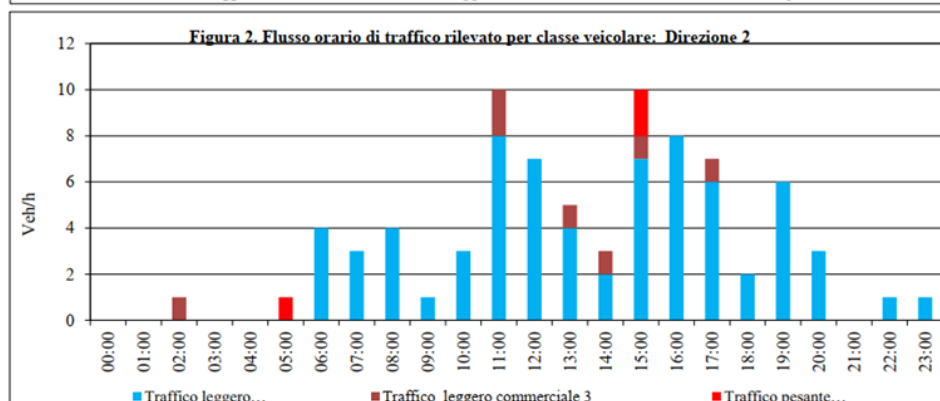
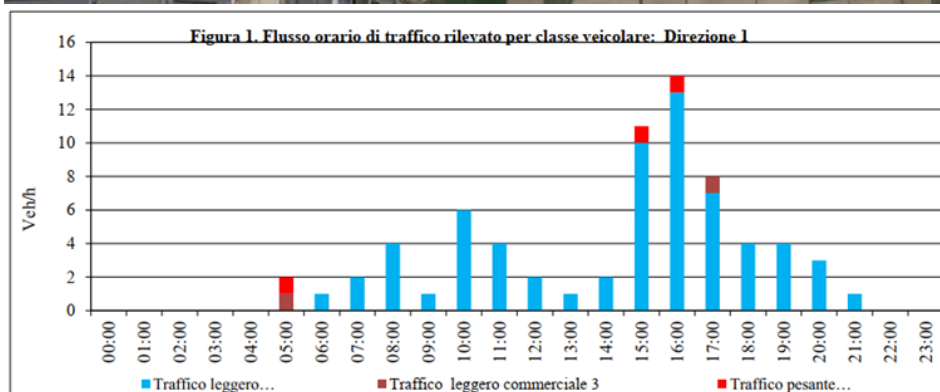



Figura 26. Flusso orario di traffico, Sezione 01 della campagna di indagini

	ADEGUAMENTO PFTE CODOGNO-CREMONA-MANTOVA					
	STUDIO DI TRASPORTO	COMMESSA NM1S	LOTTO 03 F 16	CODIFICA RG	DOCUMENTO TS0003 001	REV. A

- Sezione 03 - Comune di Bozzolo (MN) - SP. 10 TRA VIA NUOVA E SP. 64
 - Direzione 01 – EST – Mantova
 - Direzione 02 – OVEST – Cremona

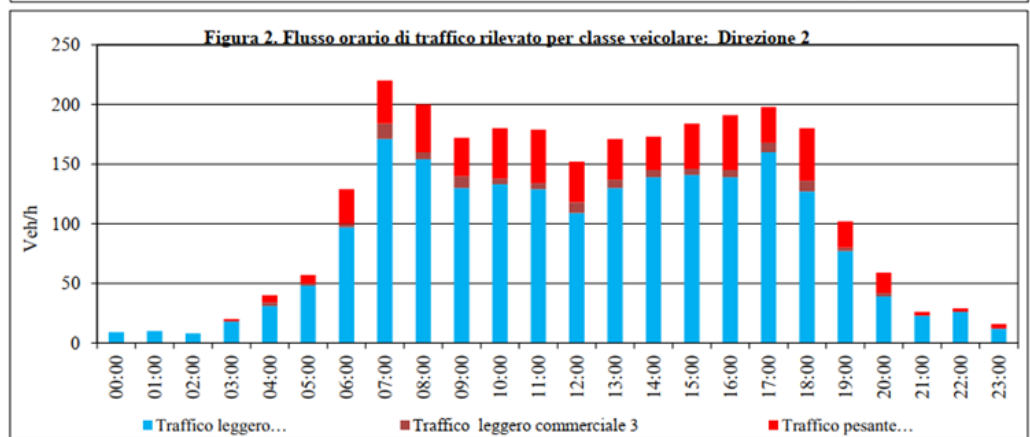
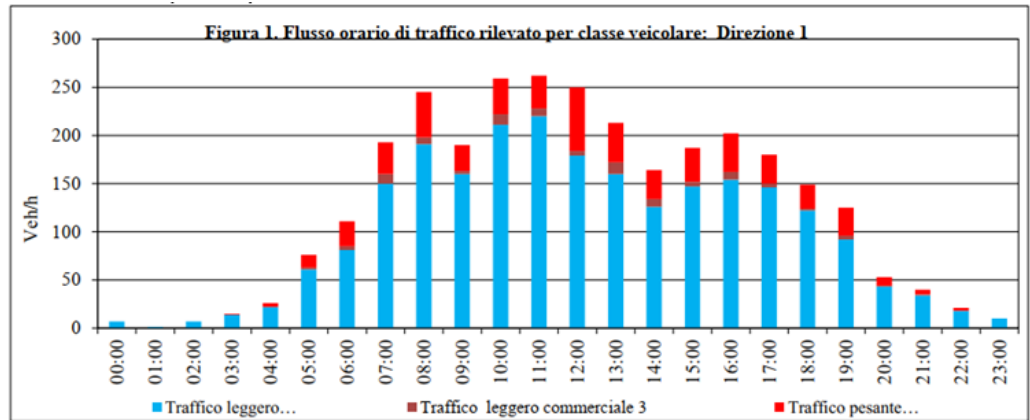
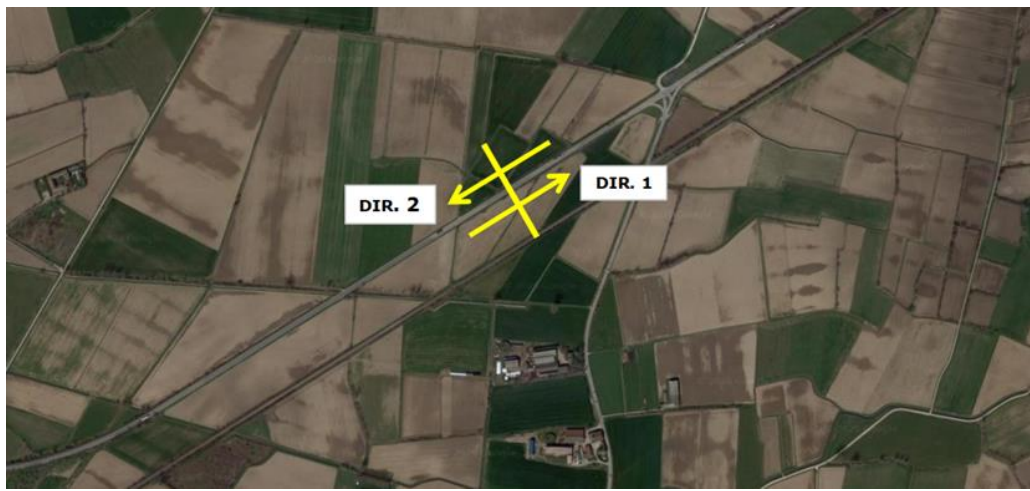



Figura 27. Flusso orario di traffico, Sezione 03 della campagna di indagini

 ITAFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	ADEGUAMENTO PFTE CODOGNO-CREMONA-MANTOVA					
	STUDIO DI TRASPORTO	COMMESSA NM1S	LOTTO 03 F 16	CODIFICA RG	DOCUMENTO TS0003 001	REV. A

- S04 - Comune di Marcaria (MN) - SP. 67 TRA SP. 10 E VIA DEI COMBATTENTI
 - Direzione 01 – OVEST – SP. 10
 - Direzione 02 – EST – Marcaria

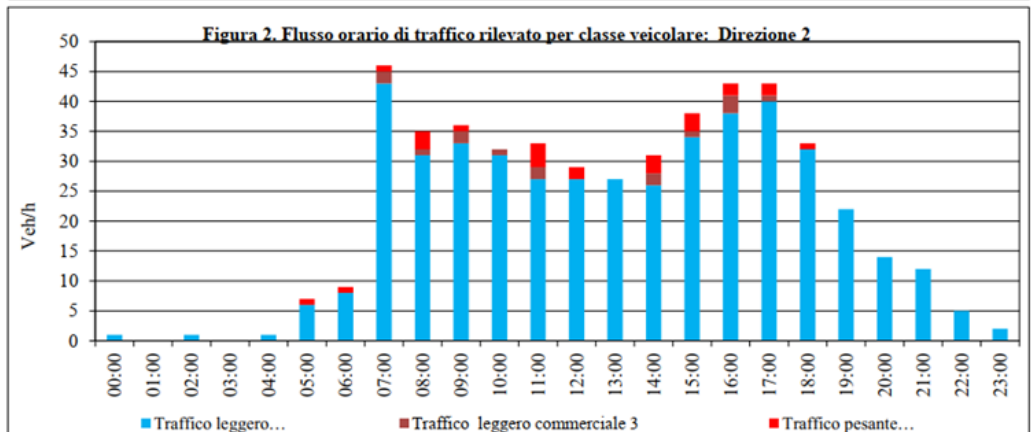
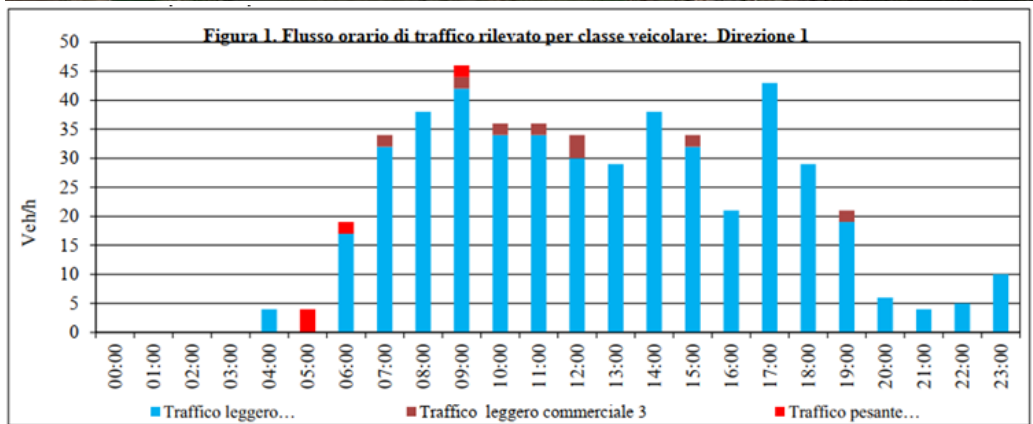
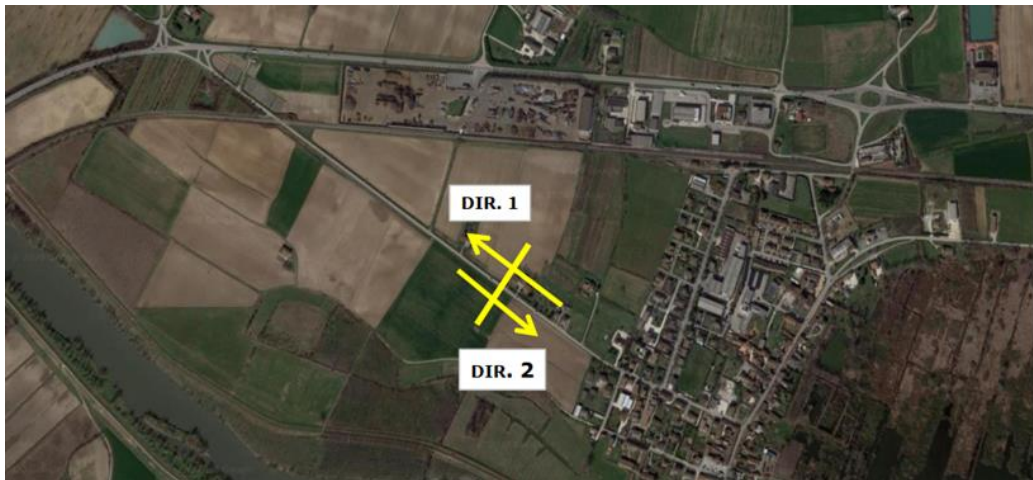



Figura 28. Flusso orario di traffico, Sezione 04 della campagna di indagini

	ADEGUAMENTO PFTE CODOGNO-CREMONA-MANTOVA					
	STUDIO DI TRASPORTO	COMMESSA NM1S	LOTTO 03 F 16	CODIFICA RG	DOCUMENTO TS0003 001	REV. A

- Sezione 05 - Comune di Castellucchio (MN) - VIA GABBIANA
 - Direzione 01 – NORD – Castellucchio
 - Direzione 02 – SUD – Gabbiana

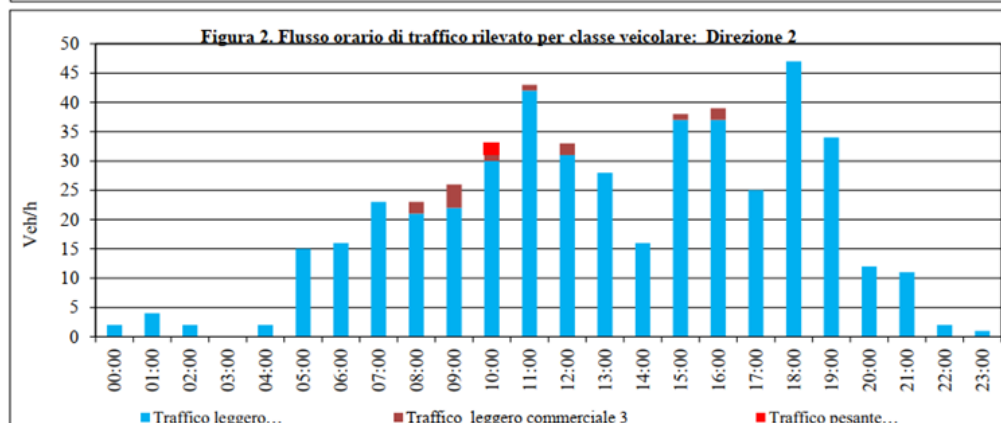
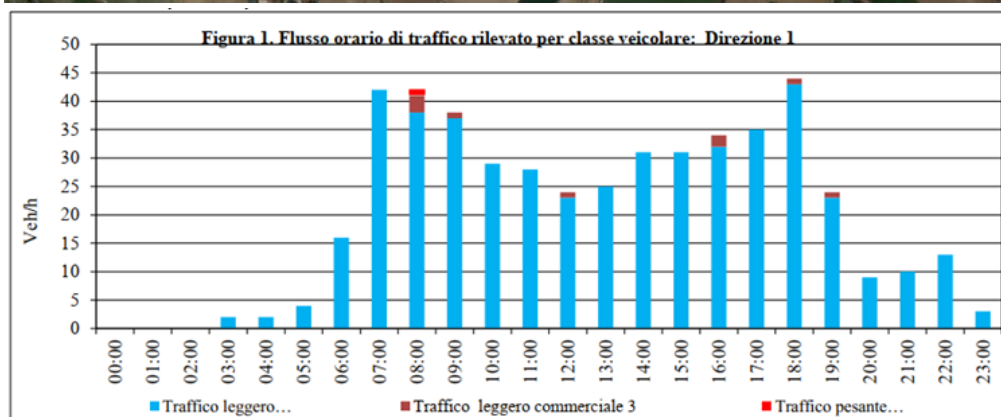
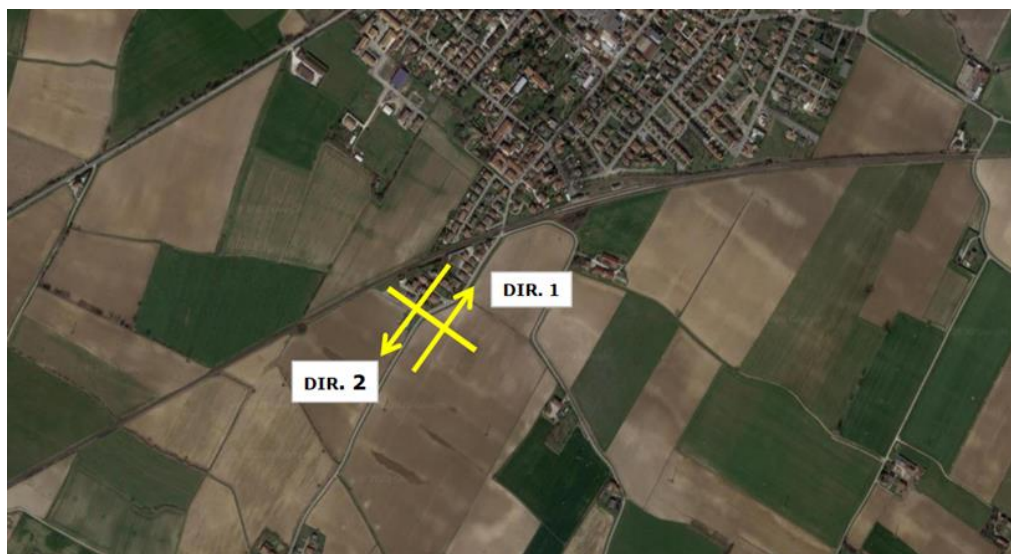



Figura 29. Flusso orario di traffico, Sezione 05 della campagna di indagini

	ADEGUAMENTO PFTE CODOGNO-CREMONA-MANTOVA					
	STUDIO DI TRASPORTO	COMMESSA NM1S	LOTTO 03 F 16	CODIFICA RG	DOCUMENTO TS0003 001	REV. A

- Sezione 08 - Comune di Castellucchio (MN) - SP 10 – Via Roma
 - Direzione 01 – EST – Mantova
 - Direzione 02 – OVEST – Cremona

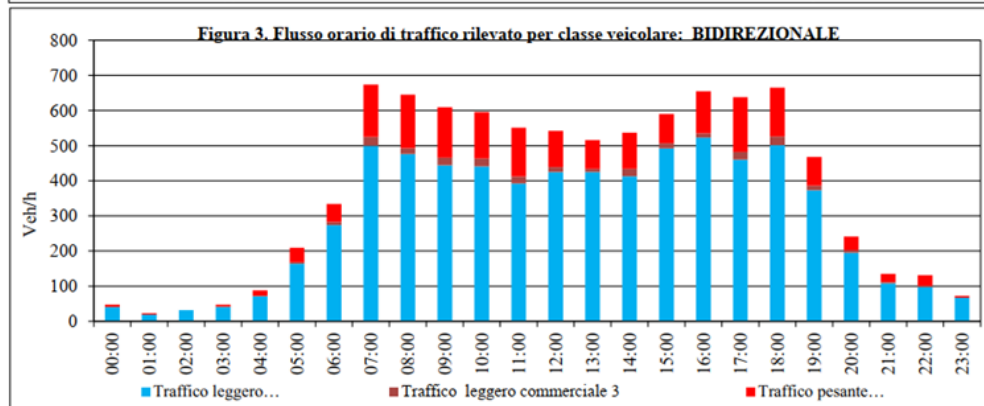
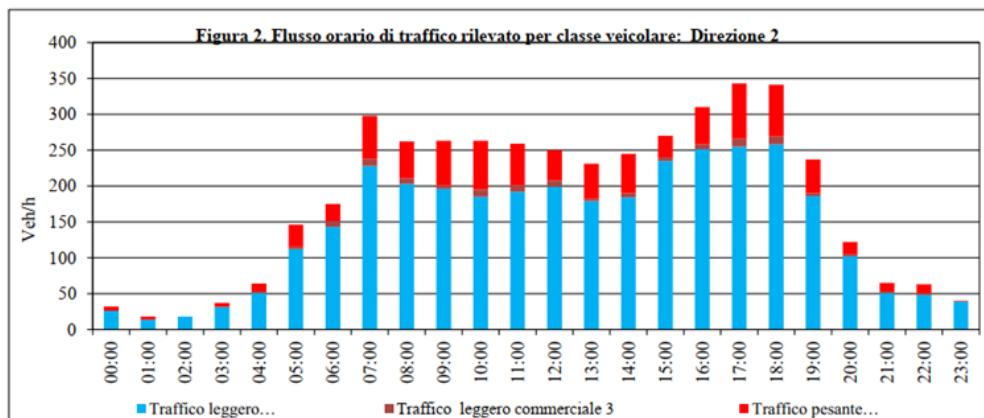
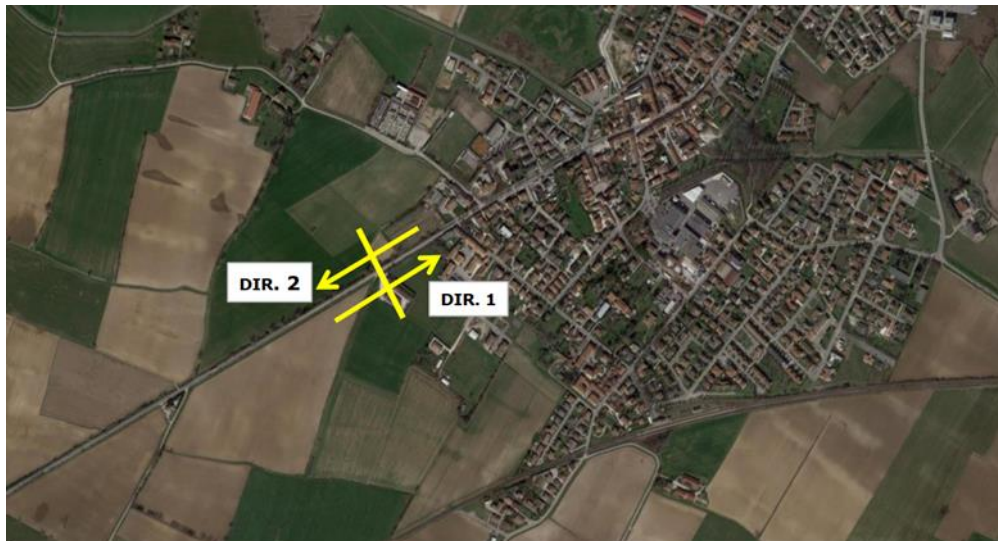



Figura 30. Flusso orario di traffico, Sezione 08 della campagna di indagini

	ADEGUAMENTO PFTE CODOGNO-CREMONA-MANTOVA					
STUDIO DI TRASPORTO	COMMESSA NM1S	LOTTO 03 F 16	CODIFICA RG	DOCUMENTO TS0003 001	REV. A	FOGLIO 44 di 203

I rilievi di traffico presso le 5 sezioni stradali, come premesso, sono state condotte in modo continuativo per la durata di 48 ore dalle ore 00:00 di mercoledì 4 marzo alle 24:00 di giovedì 5 marzo 2020. Lungo la SP.10, nei pressi della sezione 8 a Castellucchio, sono stati rilevati globalmente circa 9.000 veh/giorno con una componente di traffico pesante prossima al 20%. Anche nel Comune di Bozzolo lungo la SP. 10, presso la sezione 3, il traffico dei veicoli pesanti è prossimo al 20%. In questa zona sono stati rilevati traffici bidirezionali di poco superiori a 5.000 veh/giorno. Traffico di modesta entità è stato rilevato nei comuni di Piadena (sez. 01 – 150 veh/giorno), Marcaria (sez. 04 – 800 veh/giorno) e Castellucchio (sez. 05 – 900 veh/giorno). Lungo queste ultime sezioni il traffico è composto quasi esclusivamente da autoveicoli.


Le intersezioni oggetto di indagine sono collocate principalmente lungo la SP.10 nei comuni di Piadena (int. 01 e 10), Bozzolo (int. 07 e 02) come illustrato in Figura 72 **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**, Marcaria, Int. 03 e 09 e Castellucchio (int. 04, 05 e 08).

Come precedentemente descrittotutte le rilevazioni di traffico sono state condotte nella settimana immediatamente antecedente l'entrata in vigore del D.P.C.M. 9/3/2020 ma in vigore dei precedenti D.P.C.M. connessi con l'emergenza sanitaria che hanno ridotto la mobilità nelle aree interessate dalla cosiddetta "zona rossa". Conseguentemente, i dati di traffico acquisiti risultano certamente affetti dalle stringenti misure introdotte per il contenimento della diffusione del contagio e, pertanto, gli stessi possono risultare sottostimati, rispetto a condizioni ordinarie. La sottostima è confermata dal confronto dei dati rilevati con i dati storici disponibili.

Per «riportare» i dati rilevati a valori rappresentativi di una situazione ordinaria, i dati raccolti sono stati confrontati con i dati storici disponibili, in particolare con i dati dei rilievi condotti per:

- Studio di impatto viabilistico dell'Ambito di trasformazione Economica ATECO 03, del 2018
- Piano Provinciale per la Mobilità Sostenibile della Provincia di Mantova, del 2010

Il confronto condotto, in termini di veicoli equivalenti, indicano che il traffico presente sulla rete nei giorni di effettuazione delle indagini era pari circa al 66% del traffico ordinario.

	ADEGUAMENTO PFTE CODOGNO-CREMONA-MANTOVA					
	STUDIO DI TRASPORTO	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
	NM1S	03 F 16	RG	TS0003 001	A	45 di 203


- Studio di impatto viabilistico – Ambito di trasformazione Economica ATECO 03 (Dicembre 2018)

RILIEVO FLUSSO VEICOLARE - VENERDI' 14.12.2018									
ORA	SEZIONE 1			SEZIONE 2			SEZIONE 3		
	DIREZIONE		TOTALE SEZIONE	DIREZIONE		TOTALE SEZIONE	DIREZIONE		TOTALE SEZIONE
	A	B	A+B	A	B	A+B	A	B	A+B
08:00-09:00	709	531	1.240	598	465	1.062	539	596	1.135
09:00-10:00	715	566	1.281	604	474	1.078	567	644	1.211
TOTALE DIREZIONE	1.424	1.098	2.521	1.202	938	2.140	1.106	1.239	2.345
17:00-18:00	676	739	1.414	546	592	1.137	667	614	1.280
18:00-19:00	641	627	1.268	496	506	1.002	564	544	1.107
TOTALE DIREZIONE	1.316	1.366	2.682	1.041	1.098	2.139	1.230	1.158	2.388

Tabella 7. Rilievo flusso veicolare - Ambito di trasformazione Economica ATECO 03



Figura 31. Locazione sezioni di rilievo del flusso veicolare – ATECO 03

	ADEGUAMENTO PFTE CODOGNO-CREMONA-MANTOVA					
STUDIO DI TRASPORTO	COMMESSA NM1S	LOTTO 03 F 16	CODIFICA RG	DOCUMENTO TS0003 001	REV. A	FOGLIO 46 di 203

- Piano della Mobilità Sostenibile della Provincia di Mantova (Anno 2010)

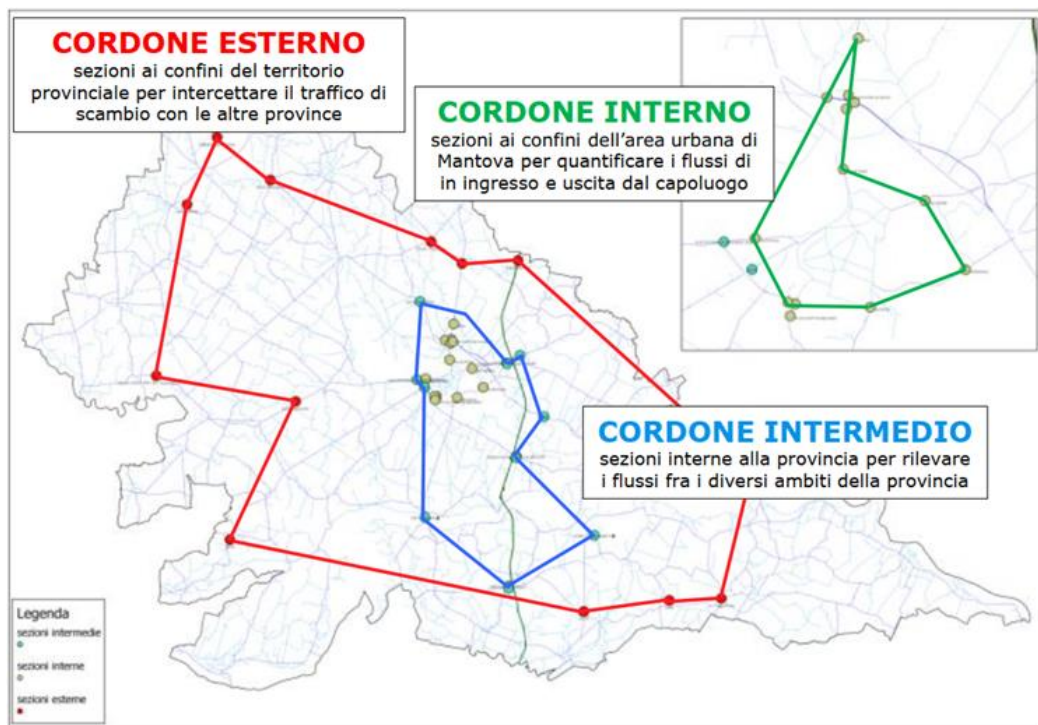



Figura 32. Locazione sezioni di rilievo del flusso veicolare – PUMS

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	ADEGUAMENTO PFTE CODOGNO-CREMONA- MANTOVA					
	STUDIO DI TRASPORTO	COMMESSA NM1S	LOTTO 03 F 16	CODIFICA RG	DOCUMENTO TS0003 001	REV. A

5 IL PIANO DI SOPPRESSIONE DEI PASSAGGI A LIVELLO:


5.1 DESCRIZIONE SINTETICA DEGLI INTERVENTI DI SOPPRESSIONE PL E PRINCIPALI ELEMENTI RILEVANTI

Di seguito si riporta una tabella riassuntiva delle soluzioni e le relative pk delle nuove viabilità previste, nonché l'approccio metodologico scelto per l'analisi ovvero la scelta di non procedere ad analisi di dettaglio per quegli interventi che rappresentano semplici ricuciture stradali o degli adeguamenti della viabilità esistente.

Nuova Viabilità	Soluzione	PK soluzione	Approfondimento trasportistico
NV22	Cavalcaferrovia	56+542	Sì: microsimulazione – PTV VISSIM
NV23	Cavalcaferrovia	59+551	No
NV24	Cavalcaferrovia	64+073	Sì: microsimulazione – PTV VISSIM
NV25	Cavalcaferrovia	65+392	Sì: analisi statica – KREISEL
NV26	Cavalcaferrovia	68+188	Sì: analisi statica
NV27	Sottovia	69+414	Sì: microsimulazione – PTV VISSIM
NV28	Cavalcaferrovia	74+768	No
NV29	Cavalcaferrovia	75+651	No
NV30	Cavalcaferrovia	78+066	Sì: macrosimulazione – PTV VISUM
NV31	Cavalcaferrovia	79+487	Sì: macrosimulazione – PTV VISUM
NV32	Cavalcaferrovia	82+013	No
NV33	Cavalcaferrovia	85+544	No
NV34	Cavalcaferrovia	87+685	Sì: macrosimulazione – PTV VISUM

Tabella 8. Nuove viabilità

Nei capitoli seguenti gli interventi oggetto di approfondimento trasportistico sono trattati più nel dettaglio.

	ADEGUAMENTO PFTE CODOGNO-CREMONA-MANTOVA					
STUDIO DI TRASPORTO	COMMESSA NM1S	LOTTO 03 F 16	CODIFICA RG	DOCUMENTO TS0003 001	REV. A	FOGLIO 48 di 203

5.1.1 Intervento NV22 – Piadena

Per l'intervento in oggetto il passaggio a livello interessato dalla soppressione è posto al km 56+089. I vincoli attualmente presenti nelle vicinanze del PL non risultano compatibili con una realizzazione di un'opera di scavalco in sede.



Figura 33. Stato di fatto: Via Favorita – PL 56+089

La viabilità di progetto che permette il superamento della linea ferroviaria è posta 450 m più a valle, precisamente al km 56+542 ed è costituita da un cavalcaferrovia che collega Via S. Lorenzo alla SP10. L'intervento si completa con un adeguamento dello svincolo a livelli sfalsati tra Via Matteotti e la SP10 mediante una nuova intersezione a rotatoria, sulla quale si innesta anche il cavalcaferrovia di progetto.


	ADEGUAMENTO PFTE CODOGNO-CREMONA-MANTOVA					
STUDIO DI TRASPORTO	COMMESSA NM1S	LOTTO 03 F 16	CODIFICA RG	DOCUMENTO TS0003 001	REV. A	FOGLIO 50 di 203



Figura 35. Stato di fatto: Intersezione SP10 – Via del Popolo

L'intersezione di cui è prevista la modifica tra la SP10 e Via Del Popolo è attualmente costituita da un cavalcavia che permette l'accesso al comune di Piacenza provenendo da Est e una strada provinciale a flusso ininterrotto, la SP10, dotata di svincolo verso e da Piacenza con relative corsie di egresso e ingresso in direzione Sud-Est. Tuttavia, tale intersezione non permette il collegamento da Piacenza verso le destinazioni a Nord-Ovest costringendo di fatto i residenti nell'area più esterna a Piacenza a percorrere il centro della città per raggiungere la strada provinciale 343 che si innesta successivamente alla SP10 così come riportato in figura.



	<p>ADEGUAMENTO PFTE CODOGNO-CREMONA-MANTOVA</p>					
<p>STUDIO DI TRASPORTO</p>	<p>COMMESSA NM1S</p>	<p>LOTTO 03 F 16</p>	<p>CODIFICA RG</p>	<p>DOCUMENTO TS0003 001</p>	<p>REV. A</p>	<p>FOGLIO 51 di 203</p>



Figura 36. Stato di fatto: attuali collegamenti verso le destinazioni a Nord Ovest di Piadena

La realizzazione di un'intersezione a rotatoria permetterebbe dunque non solo l'allaccio della viabilità di progetto di scavalco della ferrovia ma anche un collegamento più veloce alla Strada Provinciale 10 in entrambe le direzioni. Oltre a questo, da un punto di vista della sicurezza stradale, l'inserimento di una rotatoria sulla SP10 porterebbe a una diminuzione di velocità in favore di un aumento della sicurezza stradale poiché, nell'area di intervento, sono presenti accessi a stabilimenti industriali, svincoli e immissioni che sono attualmente soggetti a un alto rischio di incidentalità per via della velocità più elevata della direttrice principale.

	ADEGUAMENTO PFTE CODOGNO-CREMONA-MANTOVA					
STUDIO DI TRASPORTO	COMMESSA NM1S	LOTTO 03 F 16	CODIFICA RG	DOCUMENTO TS0003 001	REV. A	FOGLIO 52 di 203

5.1.2 Intervento NV24 – Bozzolo

Per l'intervento in oggetto il passaggio a livello interessato dalla soppressione è posto al km 63+960.




Figura 37. Stato di fatto: Via Cremona (SP78) – PL 63+960

Tale intervento di progetto si sviluppa nel comune di Bozzolo e consiste in un cavalcaferrovia che collega la SP78 alla SP10 in risoluzione al PL esistente al km 63+960.

La nuova viabilità si innesta, a Nord della ferrovia, alla SP10 attraverso una rotatoria di 65 m di diametro a cinque bracci, parte su sedime dell'intersezione a raso a quattro rami esistente, a Sud della ferrovia deviando dalla carreggiata stradale della SP78.

Gli accessi sulla SP78, interclusi tra la nuova viabilità e i binari ferroviari, sono risolti mediante intersezione a T con l'asse di progetto.

Al fine di valutare la fattibilità di tale progetto, si è reso dunque necessario uno studio approfondito sulle performance delle intersezioni attuali interessate dalle modifiche di viabilità.

	ADEGUAMENTO PFTE CODOGNO-CREMONA-MANTOVA					
STUDIO DI TRASPORTO	COMMESSA NM1S	LOTTO 03 F 16	CODIFICA RG	DOCUMENTO TS0003 001	REV. A	FOGLIO 53 di 203

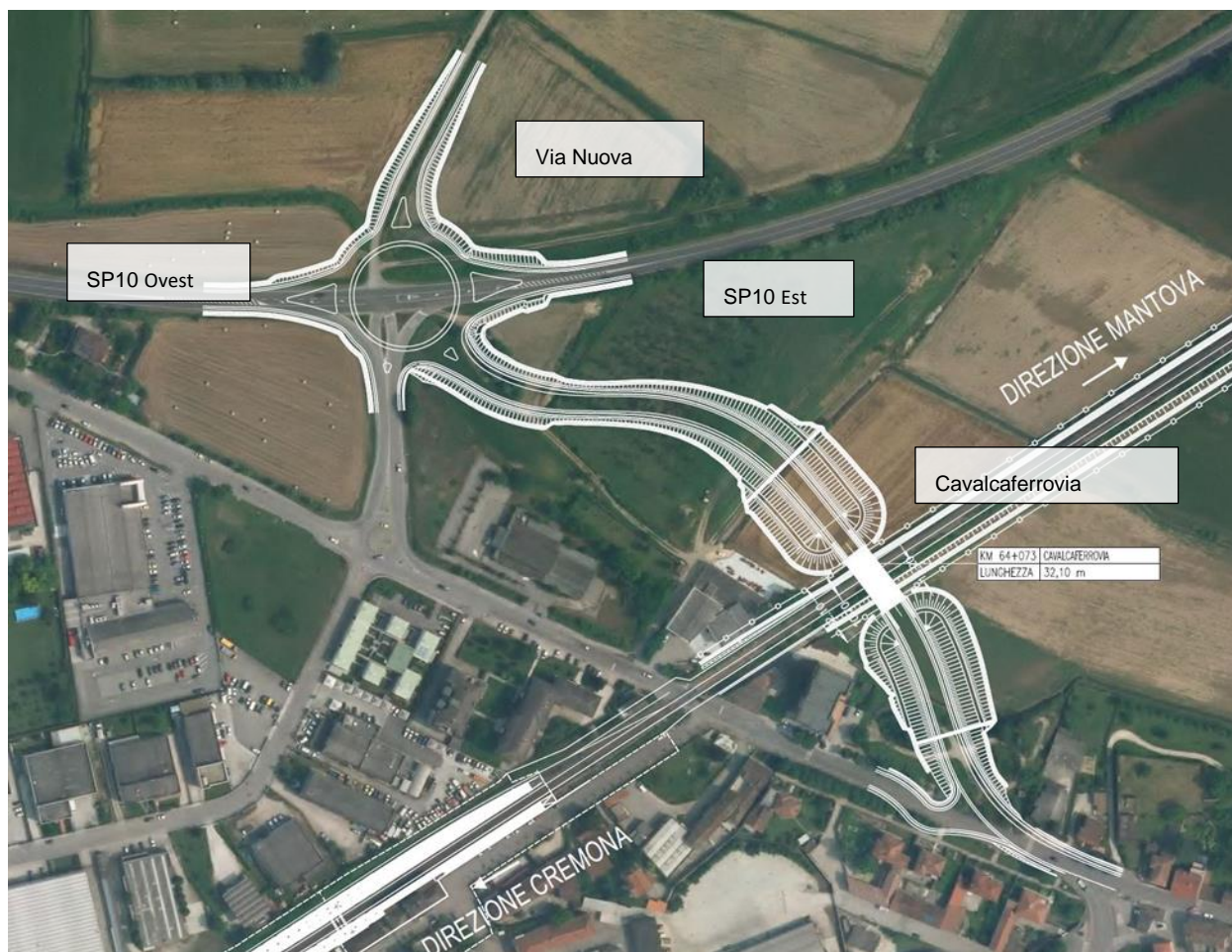


Figura 38. Scenario di progetto: Cavalcaferrovia con intersezione a rotatoria

L'efficacia di tali scelte progettuali è stata valutata mediante un modello di microsimulazione, avente un'estensione coerente con l'area di studio evidenziata nella **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** entro la quale si ritengono contenuti tutti i potenziali impatti degli interventi sulle intersezioni.



	ADEGUAMENTO PFTE CODOGNO-CREMONA-MANTOVA					
STUDIO DI TRASPORTO	COMMESSA NM1S	LOTTO 03 F 16	CODIFICA RG	DOCUMENTO TS0003 001	REV. A	FOGLIO 54 di 203



Figura 39. Stato di fatto: Area di studio intervento NV24

Nello stato di fatto troviamo un'intersezione tra SP10 – Via Nuova – Viale Lombardia. Notiamo un raddoppio delle corsie, in entrambi i sensi in modo da effettuare la svolta desiderata, affinché sia possibile procedere lungo la SP10 ininterrotti. Ai fini di raggiungere la SP10 dalla Via Cremona (SP78) si necessita attraversare il P.L, la quale è stata rappresentate tramite un'intersezione semaforizzata, coincidente con la chiusura reale del P.L. Inoltre, nell'intersezione tra Viale Lombardia ed SP10, durante la svolta necessaria per riversarsi nella strada provinciale si necessita dare la precedenza ai veicoli presenti nella SP10, creando una necessità di una migliore alternativa di collegamento tra la SP78 e la SP10.

	ADEGUAMENTO PFTE CODOGNO-CREMONA-MANTOVA					
STUDIO DI TRASPORTO	COMMESSA NM1S	LOTTO 03 F 16	CODIFICA RG	DOCUMENTO TS0003 001	REV. A	FOGLIO 55 di 203

5.1.3 Intervento NV25 – Bozzolo

La variante piano altimetrica prevede la realizzazione di un nuovo cavalcaferrovia in posizione differente rispetto al PL esistente, collocato al km 65+637, in quanto i vincoli esistenti non sono compatibili con la realizzazione di un'opera di scavalco in sede.



Figura 40. Stato di fatto: SP64 – PL 65+637

La viabilità di progetto interessa un tratto della SP64 ed interseca la linea ferroviaria di progetto di collegamento tra Piadena e Marcaria al km 65+392.

Il tracciato inizia sulla SP64 ad una distanza di circa 350 m in direzione sud dalla linea ferroviaria, planimetricamente il nuovo asse è composta da un unico elemento rettilineo di sviluppo pari a 606 m e si raccorda alla SP10 mediante realizzazione di nuovo svincolo a rotatoria.



	ADEGUAMENTO PFTE CODOGNO-CREMONA-MANTOVA					
STUDIO DI TRASPORTO	COMMESSA NM1S	LOTTO 03 F 16	CODIFICA RG	DOCUMENTO TS0003 001	REV. A	FOGLIO 56 di 203



Figura 41. Scenario di progetto: cavalcaferrovia con intersezione a rotatoria a valle

Al fine di valutare la fattibilità di tale progetto, è stata condotta con il software KREISEL una analisi statica dell'intersezione di progetto a rotatoria partendo da una domanda di spostamento pari a quella rilevata durante le indagini veicolari.

	ADEGUAMENTO PFTE CODOGNO-CREMONA-MANTOVA					
STUDIO DI TRASPORTO	COMMESSA NM1S	LOTTO 03 F 16	CODIFICA RG	DOCUMENTO TS0003 001	REV. A	FOGLIO 57 di 203

5.1.4 Intervento NV27 – Marcaria

Per l'intervento in oggetto il passaggio a livello interessato dalla soppressione è posto al km 69+414. Al fine di rispettare un vincolo archeologico esistente, l'opera di scavalco di discosta leggermente dalla sede viaria esistente al nord della ferrovia.



Figura 42. Stato di fatto: SP68 – PL 69+414

La variante piano altimetrica prevede la realizzazione di un nuovo sottopasso in adiacenza alla viabilità esistente al posto del PL a km 69+434.

Il tracciato inizia in prossimità dell'incrocio tra Via Stazione e Via S. Giovanni, planimetricamente la viabilità subisce una deviazione verso ovest rispetto al sedime originario mediante un flesso con curve di raggio pari a 60 m, sottopassa la ferrovia con un elemento rettilineo per poi raccordarsi alla SP10 attraverso una nuova rotatoria di progetto che semplifica l'intersezione esistente con la SP10.



	ADEGUAMENTO PFTE CODOGNO-CREMONA-MANTOVA					
STUDIO DI TRASPORTO	COMMESSA NM1S	LOTTO 03 F 16	CODIFICA RG	DOCUMENTO TS0003 001	REV. A	FOGLIO 58 di 203



Figura 43. Scenario di progetto: cavalcaferrovia con intersezione a rotonda

Al fine di valutare la fattibilità di tale progetto, si è reso dunque necessario uno studio approfondito sulle performance delle intersezioni attuali interessate dalle modifiche di viabilità.

	ADEGUAMENTO PFTE CODOGNO-CREMONA-MANTOVA					
STUDIO DI TRASPORTO	COMMESSA NM1S	LOTTO 03 F 16	CODIFICA RG	DOCUMENTO TS0003 001	REV. A	FOGLIO 59 di 203

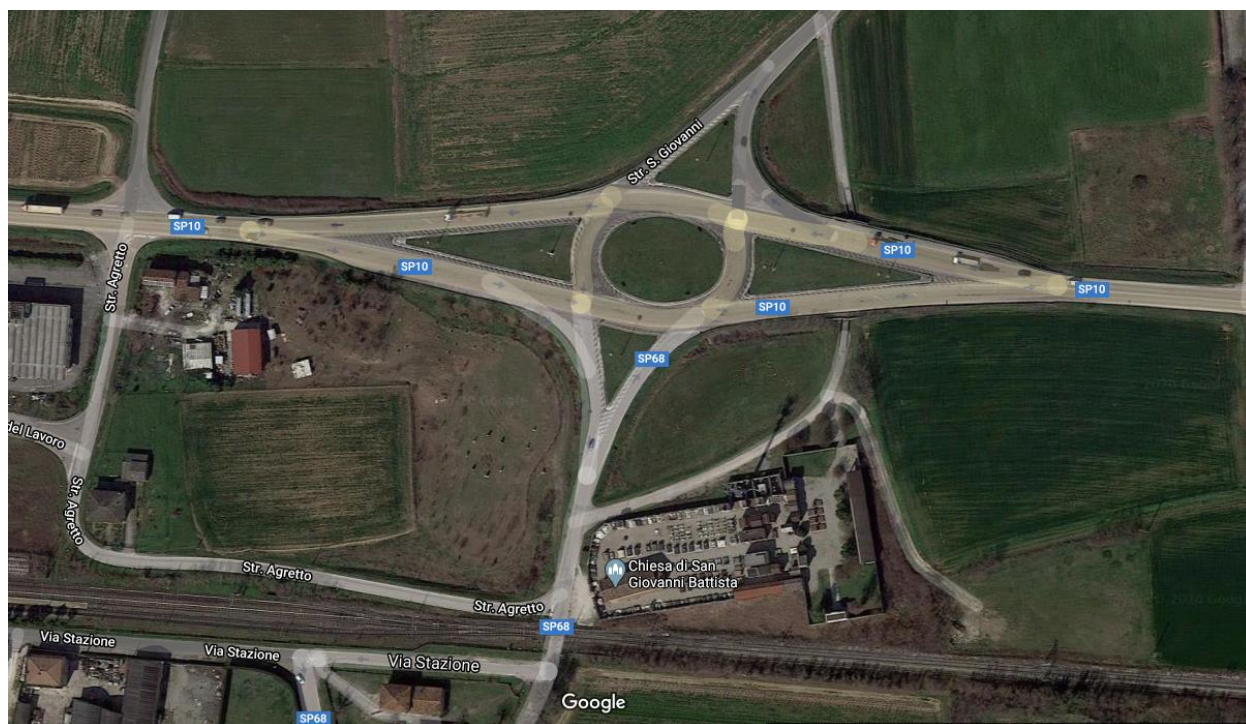



Figura 44. Stato di fatto: Intersezione SP10 – SP68

L'intersezione di cui è prevista la modifica più significativa è attualmente una successione di intersezioni a raso regolate da stop, dove la strada Provinciale 10 costituisce l'asse principale dell'intersezione mentre la direttrice Nord-Sud, costituita dalla Strada Provinciale 68, si immette nell'intersezione regolata da Stop e successivamente, al fine di attraversare nuovamente la SP10 in direzione Est – Ovest vi è un'altra intersezione a raso anch'essa regolata da stop. Questo fa sì che il deflusso veicolare in direzione Nord-Sud sia significativamente rallentato nelle ore di punta.

	ADEGUAMENTO PFTE CODOGNO-CREMONA-MANTOVA					
STUDIO DI TRASPORTO	COMMESSA NM1S	LOTTO 03 F 16	CODIFICA RG	DOCUMENTO TS0003 001	REV. A	FOGLIO 60 di 203

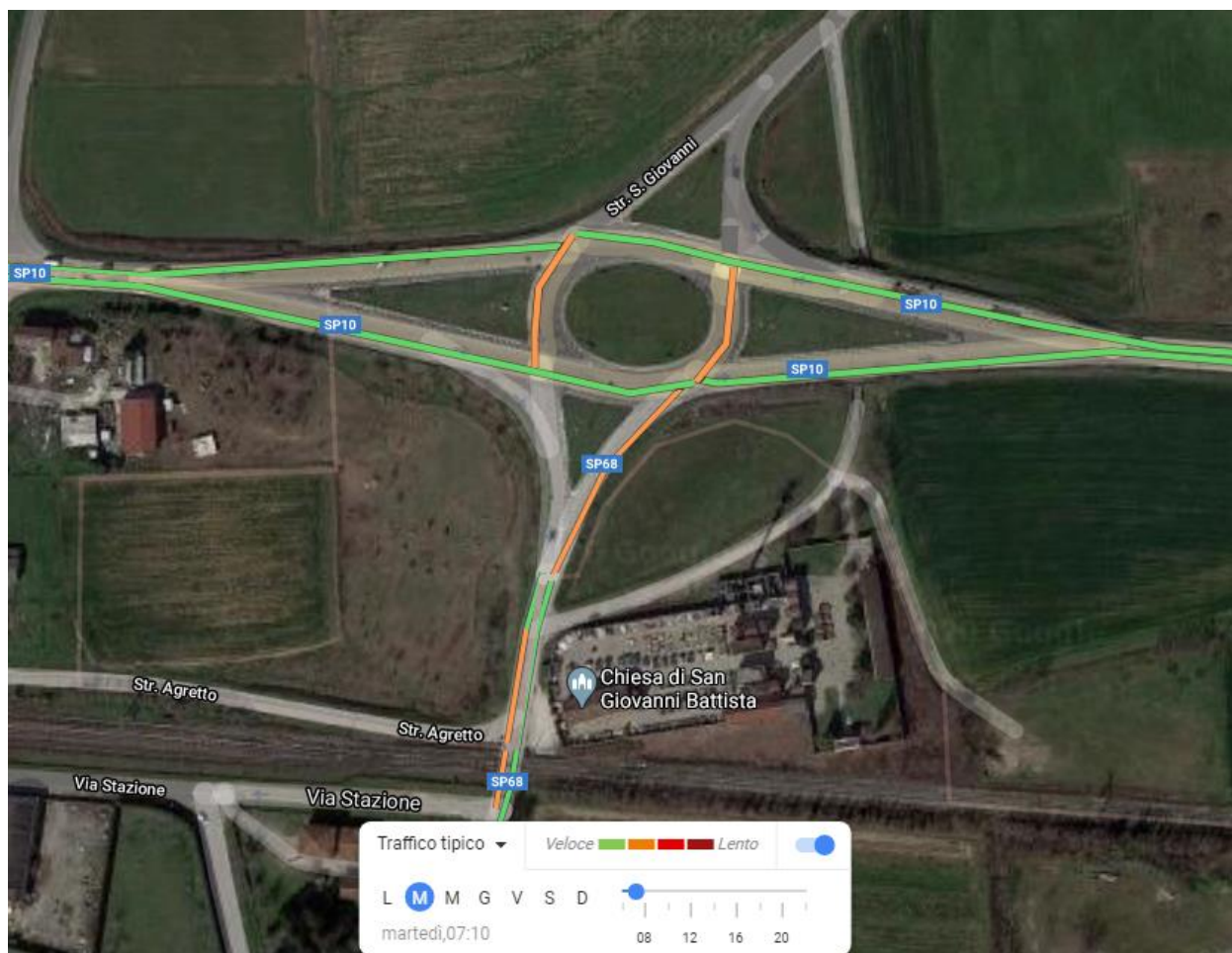


Figura 45. Stato di fatto: Traffico tipico di un giorno feriale medio nell'ora di punta (07-08)

La realizzazione di un'intersezione a rotatoria permetterebbe dunque non solo l'allaccio della viabilità di progetto di scavalco della ferrovia ma anche un collegamento più veloce dalla Strada Provinciale 68 in ingresso nella SP10 e nella direzione Nord-Sud.

5.1.5 Interventi NV30 e NV31 – Castellucchio

Gli interventi progettuali NV30 e NV 31 sono nuove viabilità di risoluzione PL.



	<p>ADEGUAMENTO PFTE CODOGNO-CREMONA-MANTOVA</p>					
<p>STUDIO DI TRASPORTO</p>	<p>COMMESSA NM1S</p>	<p>LOTTO 03 F 16</p>	<p>CODIFICA RG</p>	<p>DOCUMENTO TS0003 001</p>	<p>REV. A</p>	<p>FOGLIO 61 di 203</p>



Figura 46. Via Gabbiana/Via della Repubblica



Figura 47. Stato di fatto: SP55 – PL 79+634

	ADEGUAMENTO PFTE CODOGNO-CREMONA-MANTOVA					
STUDIO DI TRASPORTO	COMMESSA NM1S	LOTTO 03 F 16	CODIFICA RG	DOCUMENTO TS0003 001	REV. A	FOGLIO 62 di 203


Entrambi gli interventi di progetto sono costituiti da un cavalcaferrovia su nuova sede rispetto i PL, con sezione stradale di categoria F1 (9.0m di larghezza complessiva di piattaforma) e limite di velocità pari a 50 km/h per garantire la sicurezza di marcia (distanze di visibilità per l'arresto dei veicoli).



Figura 48. Interventi di progetto NV30 e NV31 su ortofoto

La viabilità di progetto NV30, in particolare, risolve i PL esistenti al km 77+946 su strada privata e al km 78+463 in via Repubblica. Il cavalcaferrovia di progetto connette la SP 10 a via Gabbiana mediante un'opera di scavalco della linea ferroviaria non in sede rispetto ai PL. Le intersezioni di progetto si configurano come un'intersezione a "T" con la provinciale e una rotonda con via Gabbiana.

La viabilità di progetto NV31 invece, risolve i PL esistenti al km 79+634 sulla SP 55 e 2 attraversamenti successivi su via Fontana. Tale intervento riconnette la SP55 interrotta dalla soppressione del detto PL mediante un cavalcaferrovia fuori sede e due intersezioni di progetto a "T", a nord della linea ferroviaria e a rotonda a sud della ferrovia, innestandosi su via Cavicchine, di sezione stradale inferiore ai 4m e sfociante sulla SP 55.

	ADEGUAMENTO PFTE CODOGNO-CREMONA-MANTOVA					
STUDIO DI TRASPORTO	COMMESSA NM1S	LOTTO 03 F 16	CODIFICA RG	DOCUMENTO TS0003 001	REV. A	FOGLIO 63 di 203

5.1.6 Intervento NV34 – Mantova

L'intervento di progetto NV34 consiste in una nuova viabilità di risoluzione al PL al km 86+982.

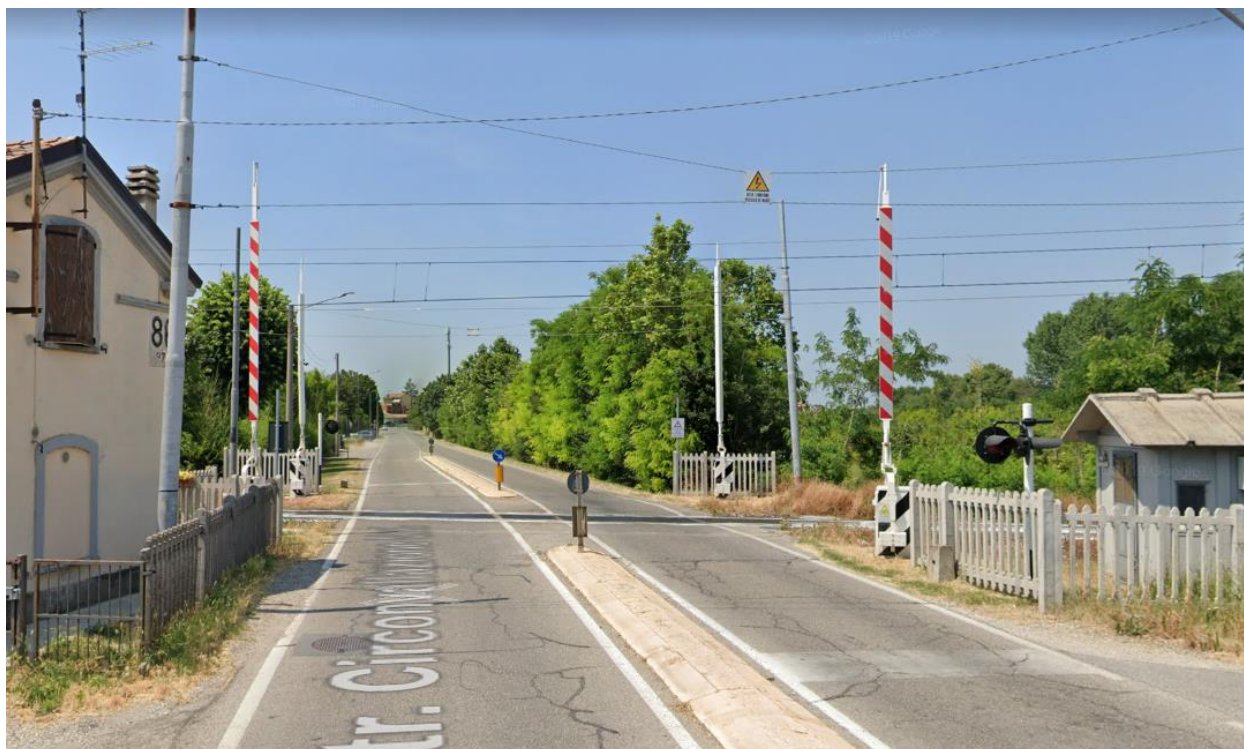



Figura 49. Stato di fatto: SP29 – PL 86+982

Lo scavalco della linea ferroviaria avviene mediante cavalcaferrovia su nuova sede rispetto al PL, con sezione stradale di tipologia F ambito urbano di larghezza complessiva della piattaforma pari a 12,00 m. La viabilità di progetto si innesta su due rotonde esistenti presenti sulla SP 420 e SP 10. Per l'approccio a quest'ultima viene sfruttato l'attacco esistente in via Cremona.

Sviluppandosi in un contesto urbano con presenza di edifici a sud della ferrovia e cimitero a nord di essa, le rampe sono di estensione quanto più compatta possibile, e pertanto il limite di velocità prescritto per garantire la sicurezza di marcia è di 40 km/h.



Figura 50. Intervento di progetto NV 34 su ortofoto

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>ADEGUAMENTO PFTE CODOGNO-CREMONA-MANTOVA</p>					
<p>STUDIO DI TRASPORTO</p>	<p>COMMESSA NM1S</p>	<p>LOTTO 03 F 16</p>	<p>CODIFICA RG</p>	<p>DOCUMENTO TS0003 001</p>	<p>REV. A</p>	<p>FOGLIO 65 di 203</p>

5.2 INTERVENTI NON SOGGETTI AD APPROFONDIMENTO TRASPORTISTICO

Per alcuni interventi non è stato reputato necessario procedere ad alcun approfondimento trasportistico poiché la loro attuazione, pur consentendo di risolvere l'interferenza strada ferrovia sopprimendo il PL e quindi migliorando la situazione attuale sotto il profilo della sicurezza, dal punto di vista dei flussi veicolari non determina modifiche significative rispetto a quanto riscontrabile oggi

Gli interventi non soggetti ad approfondimento trasportistico sono di seguito brevemente illustrati:

NV 23 – Nuovo cavalcaferrovia al km 59+551 – Risoluzione passaggio a livello



Soluzione progettuale: cavalcaferrovia sul sedime del PL esistente. Può considerarsi un adeguamento di viabilità esistente.

Sezione futura: F1

passaggi a livello risolti:

- 60+586 SP31;
- 59+092 strada privata

Pendenza: +/-6%

Nuove funzionalità progettate:

- Risoluzione PL in asse;
- Nuova viabilità di attraversamento;
- Almeno uno dei due terminali della nuova opera trova esito su una strada sterrata

NV 28 – Nuovo cavalcaferrovia al km 74+768 – Risoluzione passaggio a livello



Soluzione progettuale: nuovo cavalcaferrovia in posizione differente rispetto al PL esistente al km 74+932.

Sezione futura: F-12m

passaggi a livello risolti:

- PL strada campo Brondino

Pendenza: +/-8%

Nuove funzionalità progettate:

- Risoluzione PL;
- Cavalcaferrovia prossimo all'asse a viabilità esistente
- Gli estremi dell'opera si immettono su un'asse con sezione <4m
- Velocità di progetto: 40-60 km/h



NV 29 – Nuovo cavalcaferrovia al km 75+651 – Risoluzione passaggio a livello



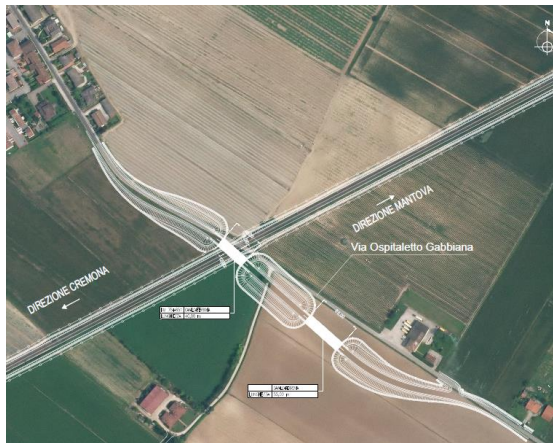
Soluzione progettuale: cavalcaferrovia in affiancamento al PL esistente al km 75+662 e di un cavalcavia di attraversamento della futura autostrada.

Sezione futura: F1-12m

passaggi a livello risolti:

- PL strada Laghetto
- PL 76+980 – Strada privata

Pendenza: +/- 7,5%



Nuove funzionalità progettate:

- Risoluzione PL;
- Cavalcaferrovia prossimo all'asse a viabilità esistente
- Per garantire la sicurezza di marcia si prevede un limite di velocità di 50 km/h

NV 32 – Nuovo cavalcaferrovia al km 82+013 – Risoluzione passaggio a livello



Soluzione progettuale: cavalcaferrovia in affiancamento al PL esistente al km 82+013.

Sezione futura: F2 – 8,5m

passaggi a livello risolti:

- PL strada vicinale Osanne
- PL Via Morante

Pendenza: +/- 7%

Nuove funzionalità progettate:

- Risoluzione PL;
- Per garantire la sicurezza di marcia si prevede un limite di velocità di 50 km/h
- Nuova infrastruttura con immissioni di entrambi gli estremi su strade sterrate di tipo vicinale di cui una presenta un cancello



NV 33 – Nuovo cavalcaferrovia al km 84+544 – Risoluzione passaggio a livello



Soluzione progettuale: cavalcaferrovia in affiancamento al PL esistente al km 84+591.

Sezione futura: F1 – 9m


passaggi a livello risolti:

- PL strada cinsorziale
- Via Morante ma anche via dei Toscani (non dichiarato)

Pendenza: +/- 7%

Nuove funzionalità progettate:

- Risoluzione PL;
- Per garantire la sicurezza di marcia si prevede un limite di velocità di 40 km/h
- Nuova infrastruttura allacciata ad un estremo su una strada di 4 m di sezione

	ADEGUAMENTO PFTE CODOGNO-CREMONA-MANTOVA					
	STUDIO DI TRASPORTO	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
	NM1S	03 F 16	RG	TS0003 001	A	70 di 203

6 LA VALUTAZIONE PUNTUALE DEGLI INTERVENTI

6.1 GLI INTERVENTI OGGETTO DI VALUTAZIONE MICROSCOPICA

Gli interventi che sono stati sottoposti a una analisi dettagliata a livello micro sono:

- 1) Intervento N22, Piadena – chiusura PL km 56+089;
- 2) Intervento N24, Bozzolo – chiusura PL km 63+960;
- 3) Intervento N27, Marcaria – chiusura PL km 69+434.

Lo scenario di progetto prevede dunque la chiusura dei passaggi a livello tramite cavalcaferrovia e una sottovia per l'intervento N27 e il conseguente collegamento con la viabilità esistente migliorando, ove possibile, le intersezioni a valle dell'opera infrastrutturale.




Figura 51. Inquadramento interventi oggetto di analisi a livello micro

L'efficacia di tali scelte progettuali è stata valutata mediante un modello di micro-simulazione, avente un'estensione tale da garantire uno studio sul confronto delle performance tra l'intersezione attuale e quella di progetto. A tal fine, nei capitoli seguenti si descrive in dettaglio la campagna di indagine eseguita per la ricostruzione dell'attuale assetto della mobilità e per l'implementazione del modello di micro-simulazione, nonché le caratteristiche del software utilizzato per l'analisi

6.1.1 Il software Vissim

Il modello di micro-simulazione veicolare della circolazione stradale nell'ora di punta della mattina è stato implementato attraverso l'utilizzo del software PTV Vissim che consente di modellare il traffico veicolare in maniera puntuale andando a riprodurre tutte le interazioni tra gli utenti della strada.

	ADEGUAMENTO PFTE CODOGNO-CREMONA-MANTOVA					
STUDIO DI TRASPORTO	COMMESSA NM1S	LOTTO 03 F 16	CODIFICA RG	DOCUMENTO TS0003 001	REV. A	FOGLIO 71 di 203

In Vissim la circolazione, a livello di singolo veicolo, viene simulata tenendo conto sia delle differenti caratteristiche funzionali e geometriche delle strade e delle intersezioni, sia delle diverse tipologie di veicolo e di modalità di guida.

Il modello dei flussi di traffico riproduce il comportamento di un singolo veicolo o di un gruppo di veicoli che devono seguire un veicolo di testa su una stessa traiettoria (car-following) e il comportamento dei veicoli nelle situazioni di cambio corsia (lane-change).

La basi teoriche sulle quali è fondata la modalità di riproduzione del comportamento dei diversi utenti della strada sono quelle fornite dal modello di percezione psicofisica di Wiedemann (1974): un veicolo inizia a frenare nel momento in cui raggiunge la sua soglia individuale di percezione, ma dal momento che non è in grado di stimare la velocità del veicolo che lo precede si hanno accelerazioni/decelerazioni dopo il superamento della soglia di percezione specifica.


Il conducente può quindi trovarsi in una delle seguenti modalità di guida:

1. Free driving mode: il veicolo non è influenzato dal veicolo che lo precede e cercherà di raggiungere e mantenere la sua velocità desiderata;
2. Approaching mode: il veicolo inizia a percepire la presenza del veicolo che lo precede e non riesce a mantenere la velocità desiderata;
3. Following mode: il veicolo segue quello che lo precede cercando di mantenere la distanza di sicurezza in modo più o meno costante;
4. Breaking mode: i veicoli sono molto ravvicinati e quello che sta dietro è costretto a frenare.

Il comportamento del guidatore non varierà il proprio modo di guida fino a prestabiliti livelli di soglia (le soglie separano le differenti modalità di guida); Vissim utilizza le soglie per far percepire al guidatore la necessità di cambiare il proprio comportamento di guida a causa della presenza di altri utenti.

La simulazione del comportamento di un conducente su una careggiata a più corsie tiene conto anche dei veicoli nelle corsie adiacenti, in particolare Vissim per il cambio di corsia considera:

- Cambio corsia necessario per restare su un proprio itinerario stabilito a priori; in questo caso il software stima la decelerazione massima accettabile sia del veicolo stesso che di quello che segue;
- Scelta della corsia libera nel caso di più corsie a disposizione; la scelta dipende dalla disponibilità di una nuova corsia con maggiore distanza di sicurezza in funzione della propria velocità desiderata.

	ADEGUAMENTO PFTE CODOGNO-CREMONA-MANTOVA					
STUDIO DI TRASPORTO	COMMESSA NM1S	LOTTO 03 F 16	CODIFICA RG	DOCUMENTO TS0003 001	REV. A	FOGLIO 72 di 203

Il comportamento del conducente è influenzato anche dalle caratteristiche tecniche/prestazionali del veicolo che conduce.

6.1.2 Obiettivi e orizzonti temporali

L'obiettivo della micro-simulazione è quello di valutare l'impatto sul sistema viabilistico degli interventi di progetto, soppressione del passaggio a livello e realizzazione della viabilità alternativa, verificando il corretto dimensionamento e l'efficacia delle scelte progettuali. A tal fine, sono stati utilizzati opportuni indicatori trasportistici di prestazione utili ad indagare l'efficacia della soluzione progettuale proposta tramite il confronto tra lo scenario di progetto e lo scenario attuale.


A questo scopo, sono state individuate e implementate due configurazioni della rete relative rispettivamente a:

- Scenario attuale, finalizzato a rappresentare la situazione attuale a partire dai dati ricavati dall'elaborazione dei conteggi veicolari. La modellazione dello scenario attuale è caratterizzata dalla determinazione di tutti i parametri geometrici-funzionali delle infrastrutture viarie e anche dei modelli di comportamento alla guida, utili alla stima dei fenomeni di accodamento dei veicoli, per la calibrazione dei quali sono stati utilizzati anche i dati sulla velocità media di marcia rilevati durante la campagna di indagine.
- Scenario di progetto, permette di simulare la circolazione sulla rete nella configurazione prevista a interventi realizzati, fornendo quindi una valutazione degli impatti sulla mobilità secondo indicatori rappresentativi, sia in termini assoluti sia relativi al confronto rispetto allo scenario attuale.

6.1.3 La costruzione dei modelli di microsimulazione veicolare

Di seguito si riportano gli step metodologici affrontati nel presente studio di traffico.

1. Scenario attuale:
 - Implementazione del modello di offerta;
 - implementazione del parco veicolare;
 - Implementazione domanda attuale (rilievo di traffico);
2. Calibrazione modello dello scenario attuale sulla base delle velocità rilevate nella campagna di indagine
3. Scenario di progetto:
 - Implementazione del modello di offerta;
 - implementazione del parco veicolare;

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>ADEGUAMENTO PFTE CODOGNO-CREMONA-MANTOVA</p>					
<p>STUDIO DI TRASPORTO</p>	<p>COMMESSA NM1S</p>	<p>LOTTO 03 F 16</p>	<p>CODIFICA RG</p>	<p>DOCUMENTO TS0003 001</p>	<p>REV. A</p>	<p>FOGLIO 73 di 203</p>

- Implementazione domanda futura, nuovi percorsi veicolari rispetto allo stato attuale;
- 4. Assegnazione dei nuovi percorsi veicolari.
- 5. Confronto tra scenario attuale e di progetto secondo opportuni indicatori



In questo studio, l'implementazione del parco veicolare è la medesima per tutti e tre gli interventi simulati sia per lo scenario attuale che per lo scenario di progetto. Ciò che varia tra progetti e scenari è la distribuzione di tali veicoli che segue l'input di domanda e le percentuali delle manovre di svolta deducibili dai conteggi veicolari.


Sono stati definiti i modelli di veicolo, caratterizzati dalla "sagoma" (ingombro longitudinale e in larghezza) e dalle prestazioni, in termini di velocità massima, accelerazione, decelerazione, etc.

I modelli utilizzati per le tipologie veicolari, seguono le tipologie conteggiate durante le indagini di traffico veicolari:

1. AV → mezzi a tre ruote, automobili e furgoni leggeri;
2. AC → autobus e tram a cassa singola (non in sede propria), autocarri senza rimorchio, veicoli agricoli;
3. AT → autobus e tram a cassa doppia, autoarticolati e autotreni

Nel modello, sono state usate le tipologie più classiche tra le seguenti:

TRAFFICO LEGGERO	
 	<p>AUTO</p> <p>È stato ipotizzato un parco veicolare con differenti tipologie di autovetture per considerare diverse prestazioni in termini di accelerazione e frenatura.</p> <p>FURGONE</p> <p>Si considera un veicolo pesante con le seguenti caratteristiche:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Lunghezza 6,179 m - Larghezza 2,438 m - Altezza 2,991 m

	ADEGUAMENTO PFTE CODOGNO-CREMONA-MANTOVA					
STUDIO DI TRASPORTO	COMMESSA NM1S	LOTTO 03 F 16	CODIFICA RG	DOCUMENTO TS0003 001	REV. A	FOGLIO 74 di 203

AUTOCARRI SENZA RIMORCHIO

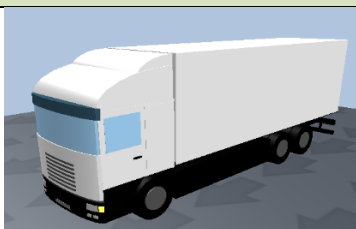


AUTOCARRO SENZA RIMORCHIO

Si considera un unico modello con le seguenti caratteristiche:

- Lunghezza 5,563 m
- Larghezza 2,5 m
- Altezza 3,52 m

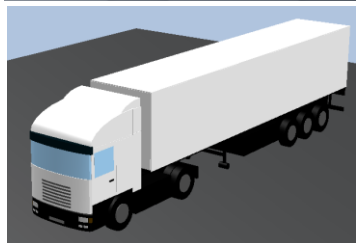
TRAFFICO PESANTE



AUTOCARRO

autobus e tram a cassa singola (non in sede propria), autocarri senza rimorchio, veicoli agricoli:

- Lunghezza 10 m
- Larghezza 2,5 m
- Altezza 3,927 m



AUTOTRENO


Hanno le seguenti caratteristiche:

- Lunghezza 15,965 m
- Larghezza 2,5 m
- Altezza 4 m

6.1.3.1 Ambito 1: NV22 – Piadena

6.1.3.1.1 Implementazione del modello di offerta attuale

Nell'ambito dell'area di intervento relativo alla soppressione del passaggio a livello al km 56+094, si riporta di seguito la modellizzazione dello scenario attuale centrata sull'intersezione a rotatoria di collegamento al nuovo cavalcaferrovia situato al km 56+542.

 <p>ITAFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>ADEGUAMENTO PFTE CODOGNO-CREMONA-MANTOVA</p>					
<p>STUDIO DI TRASPORTO</p>	<p>COMMESSA NM1S</p>	<p>LOTTO 03 F 16</p>	<p>CODIFICA RG</p>	<p>DOCUMENTO TS0003 001</p>	<p>REV. A</p>	<p>FOGLIO 75 di 203</p>

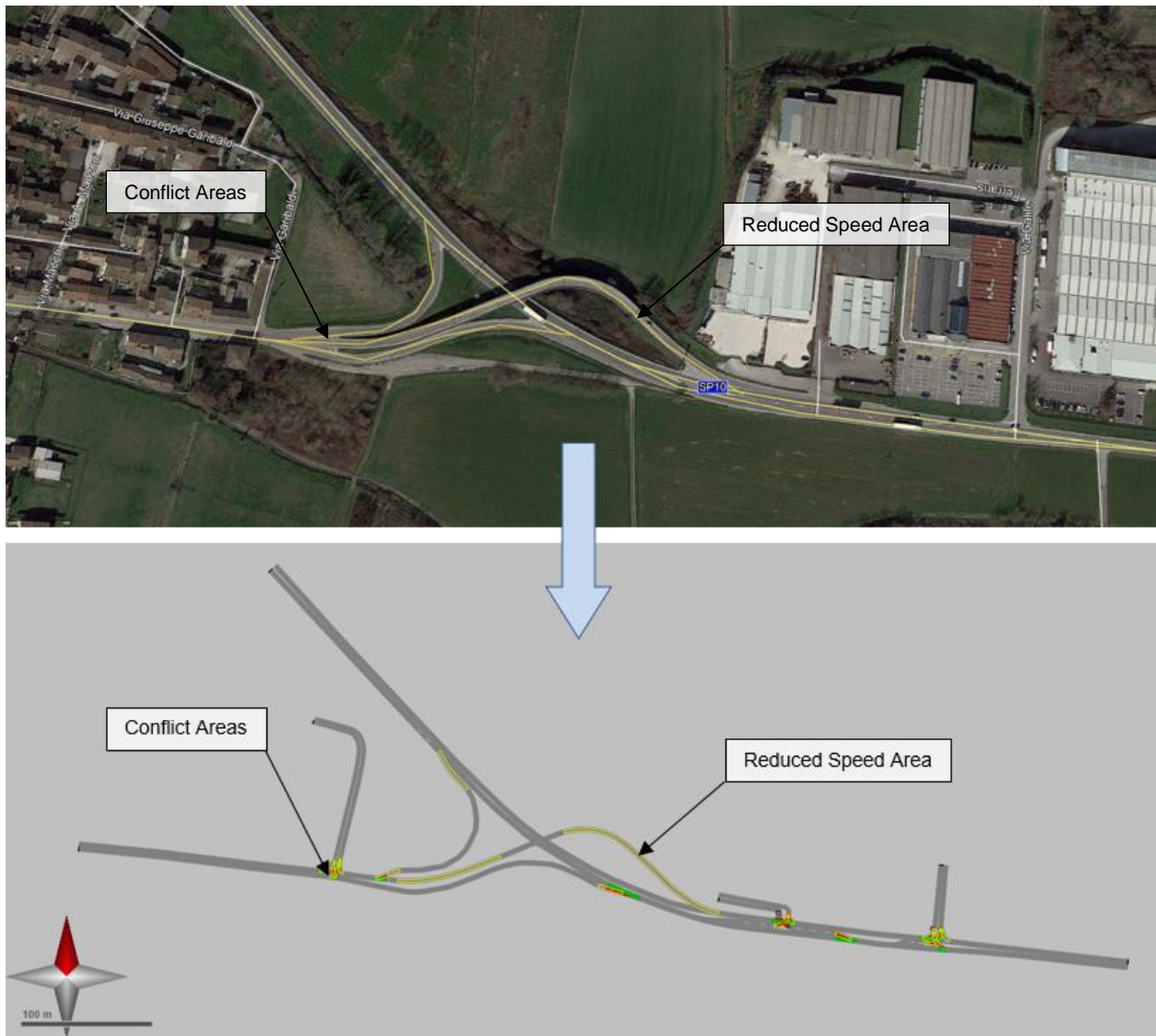



Figura 52. Modellizzazione dell'offerta infrastrutturale attuale

Gli archi sono poi caratterizzati da degli elementi che servono a riprodurre l'effettivo comportamento di guida dell'utente secondo il Codice della Strada. Questi elementi, che si vedono in Figura 52, sono le *conflict areas*, le quali definiscono le regole di precedenza (individuate in rosso e/o verde) e le *reduced speed areas* che corrispondono alle zone in cui è necessario che i veicoli rallentino.

	ADEGUAMENTO PFTE CODOGNO-CREMONA-MANTOVA					
STUDIO DI TRASPORTO	COMMESSA NM1S	LOTTO 03 F 16	CODIFICA RG	DOCUMENTO TS0003 001	REV. A	FOGLIO 76 di 203

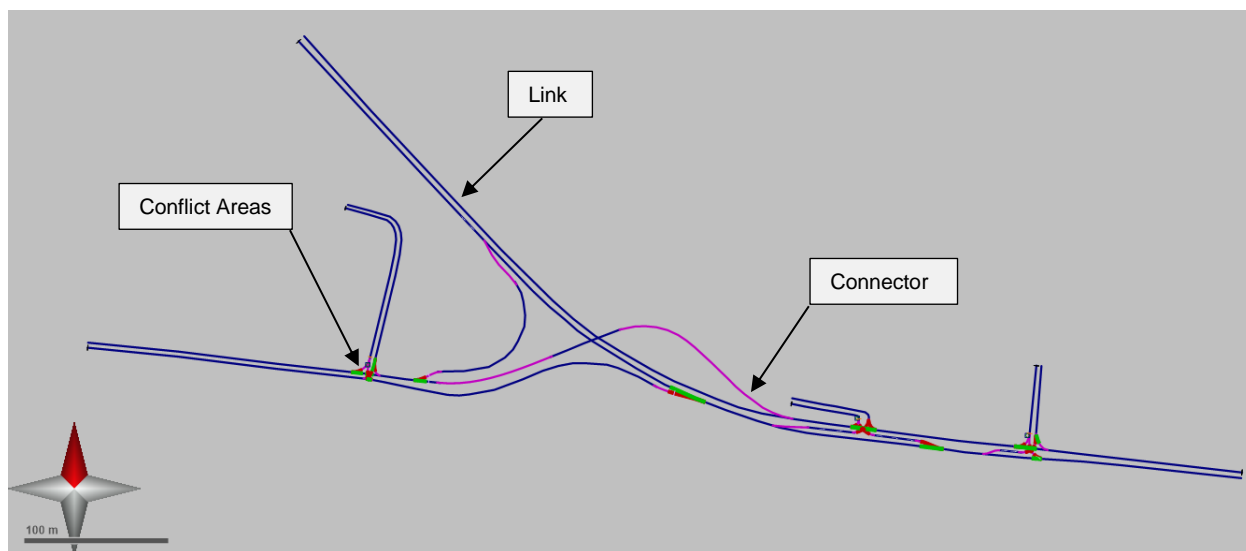



Figura 53. Modellizzazione dell'offerta infrastrutturale attuale – caratterizzazione funzionale

In **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** si evidenziano le diverse caratteristiche funzionali degli archi con i diversi colori dei rami della rete (blu e magenta): in blu sono riportate le strade principali "Link", mentre in magenta le connessioni "Link-connector" tra i vari archi della rete. Le connessioni sono quelle parti di rete che consentono la rappresentazione delle singole "manovre", siano esse di immissione in autostrada o in una rotonda, ovvero di cambio della corsia, di diversione, etc.

Un altro elemento fondamentale sono le cosiddette "regole", ossia tutti quegli elementi che l'utente segue grazie ai cartelli stradali, con riferimento alla gestione delle intersezioni:

- Regime di priorità;
- Regole di una rotonda;
- Controllo semaforizzato.

	ADEGUAMENTO PFTE CODOGNO-CREMONA-MANTOVA					
STUDIO DI TRASPORTO	COMMESSA NM1S	LOTTO 03 F 16	CODIFICA RG	DOCUMENTO TS0003 001	REV. A	FOGLIO 77 di 203

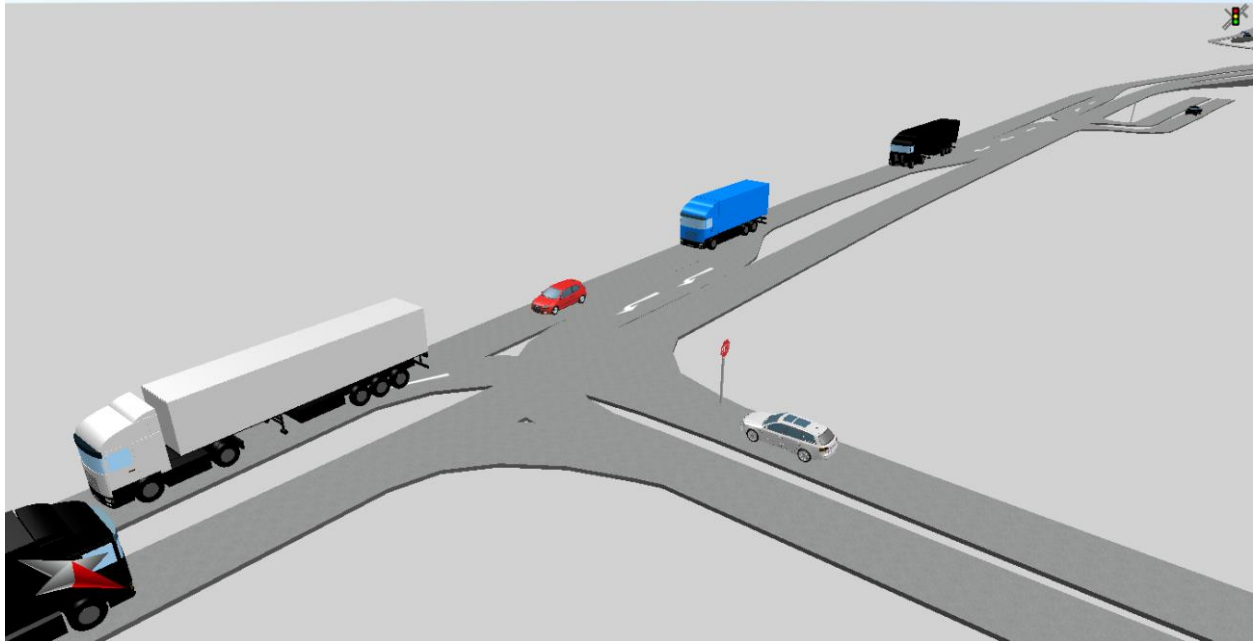



Figura 54. Strade di accesso regolate da STOP

	ADEGUAMENTO PFTE CODOGNO-CREMONA-MANTOVA					
STUDIO DI TRASPORTO	COMMESSA NM1S	LOTTO 03 F 16	CODIFICA RG	DOCUMENTO TS0003 001	REV. A	FOGLIO 78 di 203

6.1.3.1.2 La domanda di mobilità attuale

La domanda di mobilità è basata sui rilievi veicolari e viene inserita nel modello tramite i cosiddetti *vehicle inputs* che determinano, in un certo intervallo di tempo, quanti veicoli entrano nella modello di rete. Successivamente, per stabilire i percorsi e le svolte che i veicoli seguono si ineriscono le *vehicles routes* che rappresentano le percentuali di svolta la cui somma deve dare 1.

Per i veicoli conteggiati che da Piadena si immettono nella Strada Provinciale 10, è stato assunto che l'11%² dei veicoli leggeri provenisse dall'area residenziale subito a monte della sezione di conteggio. Tale quartiere è stato considerato anche come destinazione dell'11% della somma della domanda in arrivo dallo svincolo della SP10 (da Nord-Ovest) e dal cavalcavia (da Sud-Est).

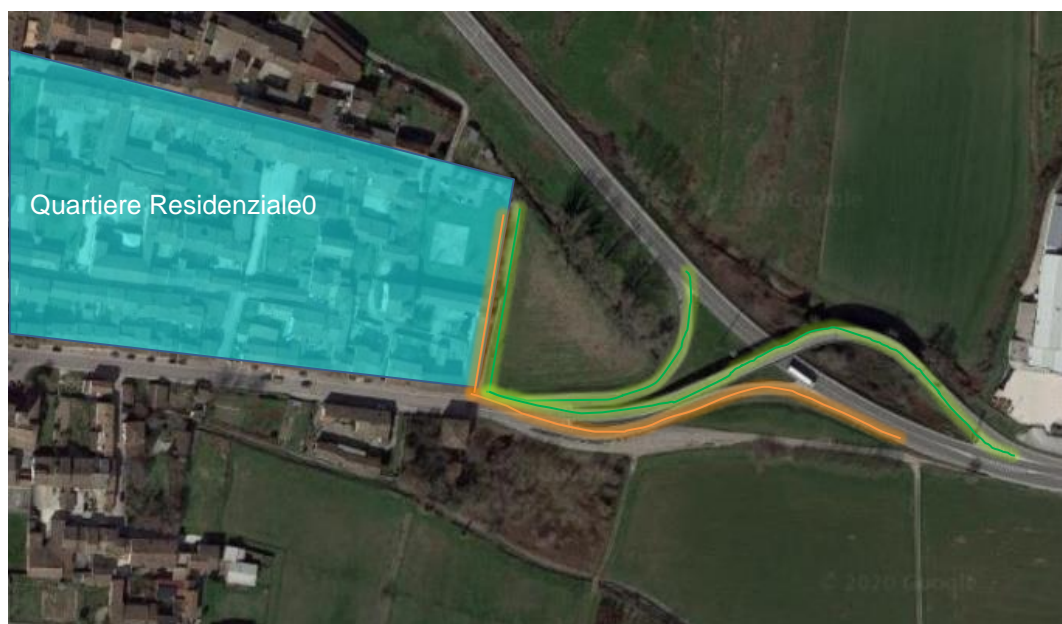



Figura 55. Quartiere Residenziale - Piadena

² Percentuale di residenti nel quartiere residenziale – Fonte: Dati ISTAT

	ADEGUAMENTO PFTE CODOGNO-CREMONA-MANTOVA					
STUDIO DI TRASPORTO	COMMESSA NM1S	LOTTO 03 F 16	CODIFICA RG	DOCUMENTO TS0003 001	REV. A	FOGLIO 79 di 203

La totalità dei veicoli inseriti nel modello è rappresentata in figura:

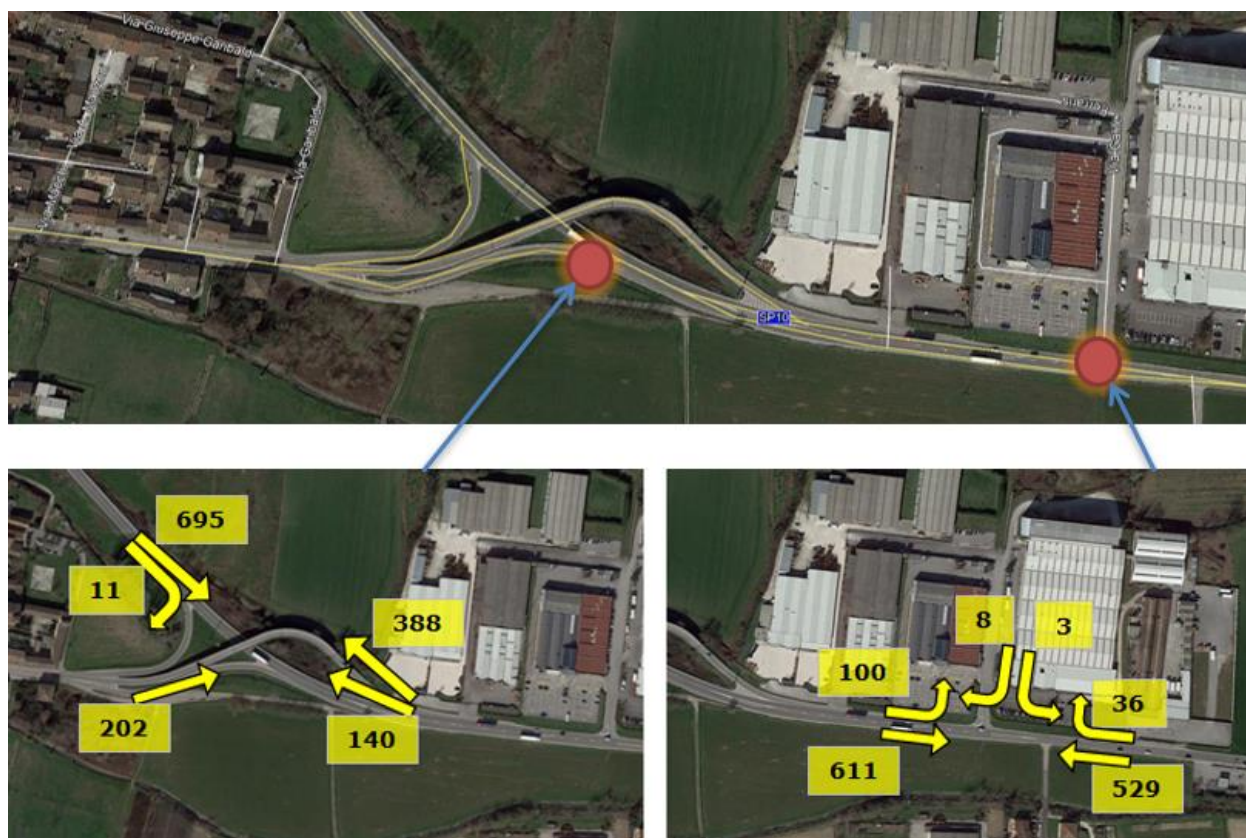


Figura 56. Domanda complessivamente implementata nel modello

La costruzione della domanda utilizzata come input per la simulazione eseguita con l'ausilio del software è stata condotta integrando i dati di ogni sezione di conteggio con quelli relativi alle manovre alle intersezioni e verificando, per ogni nodo della rete, il cosiddetto "equilibrio al nodo".

Se pur di pochi veicoli, tra una sezione di conteggio e l'altra è stato riscontrato uno squilibrio. Per far fronte a questa mancanza di dati è stato ipotizzato che i veicoli mancanti fossero destinati o originati dall'area interposta tra le due sezioni di conteggio poiché lì vi è un accesso a uno stabilimento industriale di macchine agricole e ad un ferramenta, che rende dunque valida l'assunzione:


	ADEGUAMENTO PFTE CODOGNO-CREMONA-MANTOVA					
STUDIO DI TRASPORTO	COMMESSA NM1S	LOTTO 03 F 16	CODIFICA RG	DOCUMENTO TS0003 001	REV. A	FOGLIO 80 di 203




Figura 57. Ferramenta – stabilimento macchine agricole

L'intervallo di tempo complessivamente analizzato è di 7200 secondi, di cui l'intervallo 0 – 1800 s coincide con l'intervallo di precarico, l'intervallo 1800 – 5400s è relativo all'ora di punta e, infine, l'intervallo 5400 – 7200s è la fase di scarico in cui il software non riceve input di veicoli e la simulazione volge al termine completando tutti gli spostamenti implementati prima di tale fase.

6.1.3.1.3 La calibrazione del modello


Al fine di calibrare il modello, sono state considerate le velocità rilevate nelle sezioni stradali oggetto di indagine. Sulla Strada Provinciale 10 è stato rilevato un andamento delle velocità mediamente diverso per la direzione 1 (Cremona-Mantova) e la direzione 2 (Mantova – Cremona).

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	ADEGUAMENTO PFTE CODOGNO-CREMONA- MANTOVA					
	STUDIO DI TRASPORTO	COMMESSA NM1S	LOTTO 03 F 16	CODIFICA RG	DOCUMENTO TS0003 001	REV. A

Velocità	DIR1 - SP10 %	DIR2 - SP10 %
< 20 KM/H	0%	0%
20-30 KM/H	0%	1%
31-40 KM/H	5%	2%
41-50 KM/H	6%	4%
51-60 KM/H	8%	5%
61-70 KM/H	31%	6%
71-80 KM/H	29%	20%
81-90 KM/H	11%	27%
> 90 KM/H	10%	34%

Tali percentuali sono state inserite nel modello di microsimulazione sottoforma di percentuale incrementale, in modo tale da assegnare alla Strada Provinciale 10, o a strade con caratteristiche analoghe, una distribuzione di velocità che, percentualmente, si andasse ad avvicinare alla realtà rilevata:

Velocità	DIR1 - SP102	DIR2 - SP10
< 20 KM/H	0,00	0,00
20-30 KM/H	0,00	0,01
31-40 KM/H	0,05	0,03
41-50 KM/H	0,11	0,07
51-60 KM/H	0,20	0,13
61-70 KM/H	0,50	0,19
71-80 KM/H	0,79	0,39
81-90 KM/H	0,90	0,66
> 90 KM/H	1,00	1,00

 <p>ITAFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>ADEGUAMENTO PFTE CODOGNO-CREMONA- MANTOVA</p>												
<p>STUDIO DI TRASPORTO</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>NM1S</td> <td>03 F 16</td> <td>RG</td> <td>TS0003 001</td> <td>A</td> <td>82 di 203</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	NM1S	03 F 16	RG	TS0003 001	A	82 di 203
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
NM1S	03 F 16	RG	TS0003 001	A	82 di 203								

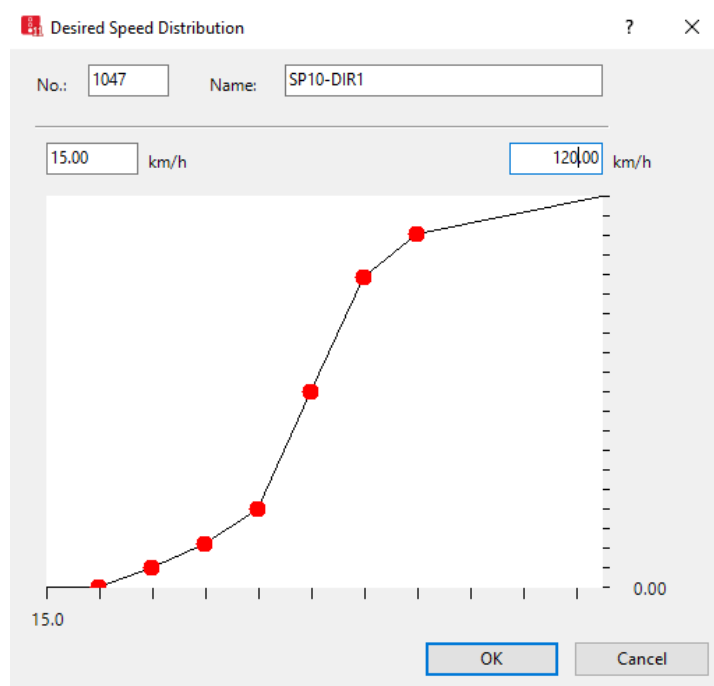



Figura 58. Distribuzione di velocità in PTV VISSIM

Per le strade diverse dalla SP10, o di diversa categoria, le distribuzioni di velocità sono state dedotte proporzionalmente al limite della strada di cui era nota la distribuzione percentuale.


Per quanto concerne gli svincoli o particolari restrizioni, sono state utilizzate le *reduced speed areas* già precedentemente citate.

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>ADEGUAMENTO PFTE CODOGNO-CREMONA-MANTOVA</p>					
<p>STUDIO DI TRASPORTO</p>	<p>COMMESSA NM1S</p>	<p>LOTTO 03 F 16</p>	<p>CODIFICA RG</p>	<p>DOCUMENTO TS0003 001</p>	<p>REV. A</p>	<p>FOGLIO 83 di 203</p>

6.1.3.1.4 Implementazione del modello di offerta



Figura 59. Costruzione modello di offerta

	ADEGUAMENTO PFTE CODOGNO-CREMONA-MANTOVA					
STUDIO DI TRASPORTO	COMMESSA NM1S	LOTTO 03 F 16	CODIFICA RG	DOCUMENTO TS0003 001	REV. A	FOGLIO 84 di 203

Anche nella modellizzazione dell'offerta futura, sono state inserite tutte le possibili aree di conflitto con le relative regole di precedenza secondo il Codice della Strada. A queste, sono state aggiunte le aree di riduzione della velocità nei punti critici quali immissioni, uscite dalla rotatoria, e inserimento nella viabilità principale da strade secondarie.

6.1.3.1.5 La domanda di mobilità futura


La domanda di mobilità futura sarà la medesima utilizzata per l'attuale a meno della domanda proveniente dal cavalcavia e destinata nelle aree limitrofe.

La domanda originata e destinata alle zone a sud del cavalcavia è quella rilevata dai conteggi veicolari nella sezione stradale di via Favorita in corrispondenza del Passaggio a livello.



Figura 60. Conteggi Via Favorita – PL (07-08)

È stato ipotizzato che la domanda originata da sud del cavalcavia, si riversi nella sp10 in direzione Sud-Est e verso Piacenza. Per quanto riguarda la domanda destinata, invece, l'ipotesi è che il 50% dei veicoli destinati provenisse da Piacenza città, mentre la rimanente domanda deriva, in maniera proporzionale, dalle attuali manovre di svolta dalla SP10 (da Nord – ovest e da Sud-est) che si dirigono – nello scenario attuale - verso Piacenza.

	ADEGUAMENTO PFTE CODOGNO-CREMONA-MANTOVA					
STUDIO DI TRASPORTO	COMMESSA NM1S	LOTTO 03 F 16	CODIFICA RG	DOCUMENTO TS0003 001	REV. A	FOGLIO 85 di 203

6.1.3.1.6 Confronto tra stato di fatto e progetto


Il confronto tra lo stato di fatto e il progetto si basa su indicatori di performance nell'ora di punta (07-08)³ quali la velocità media di viaggio, data dal rapporto tra la distanza tra due punti e il tempo di viaggio medio, soggetti anch'essi ad analisi di confronto, il ritardo medio, la densità di veicoli e la lunghezza delle code che si formano nello scenario attuale e in quello progettuale.

Tutti questi parametri portano alla definizione di un livello di servizio dell'intersezione attuale e di progetto.

6.1.3.1.6.1 Velocità media

Tra i due scenari si nota una differenza sostanziale nelle velocità nel ramo nord-ovest della strada provinciale 10. Nel progetto si ha una diminuzione della velocità dovuta all'inserimento della rotatoria. Tuttavia, per quanto questo possa sembrare un difetto di performance, dal punto di vista della sicurezza stradale ne diminuisce il rischio anche considerando il fatto che a sud del cavalcavia vi sono immissioni ed accessi da strade laterali, la cui interferenza attualmente potrebbe portare a incidenti stradali per la significativa differenza di categoria tra le strade confluenti. Con l'inserimento della rotatoria, si porta l'utente a una naturale diminuzione di velocità in approccio all'intersezione favorendo una più facile immissione dei veicoli dalle strade laterali.

³ Le simulazioni si sviluppano su 7200 sec (2h) di cui 1800 per la fase di "precarico" (veicoli vengono progressivamente inseriti sulla rete fino a raggiungere i volumi di traffico, veic/h, previsti a regime), 3600 "a regime" e 1800 per la fase di "scarico" (nessun nuovo veicolo è immesso nella rete che progressivamente si svuota). Gli indicatori vengono calcolati con riferimento ai soli 3600 sec di simulazione "a regime"

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	ADEGUAMENTO PFTE CODOGNO-CREMONA-MANTOVA					
	STUDIO DI TRASPORTO	COMMESSA NM1S	LOTTO 03 F 16	CODIFICA RG	DOCUMENTO TS0003 001	REV. A

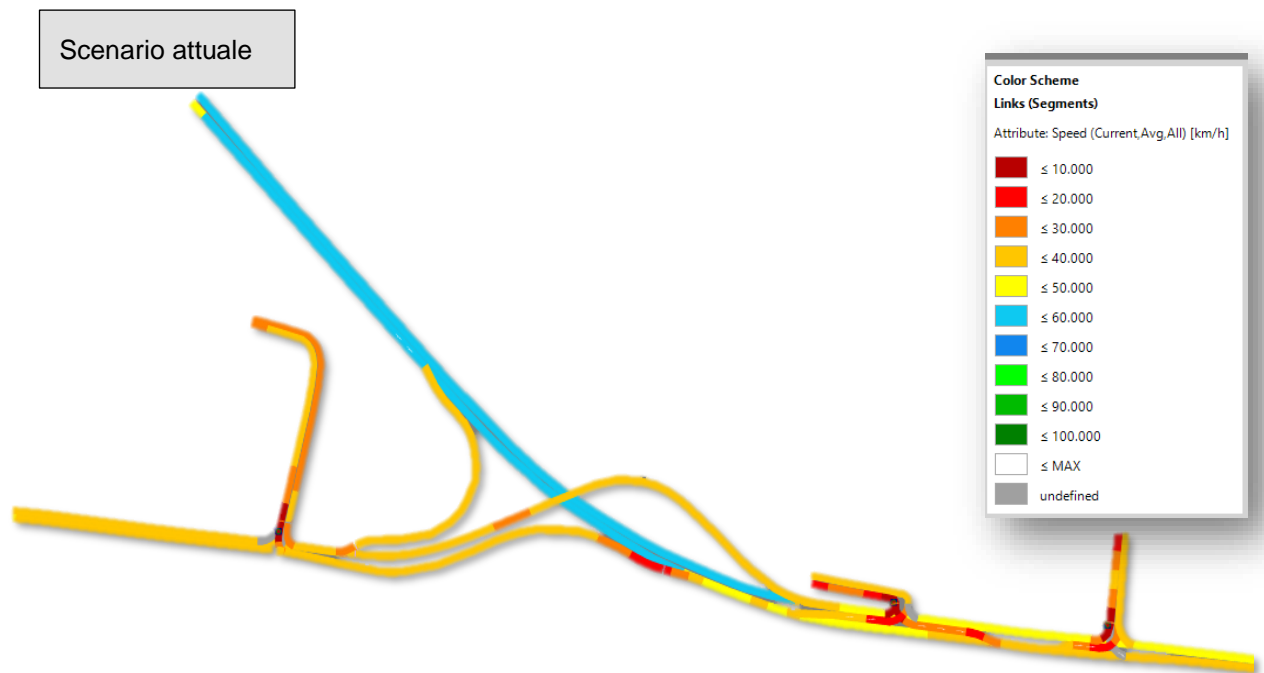


Figura 61. Velocità media nell'ora di punta (07-08) - attuale

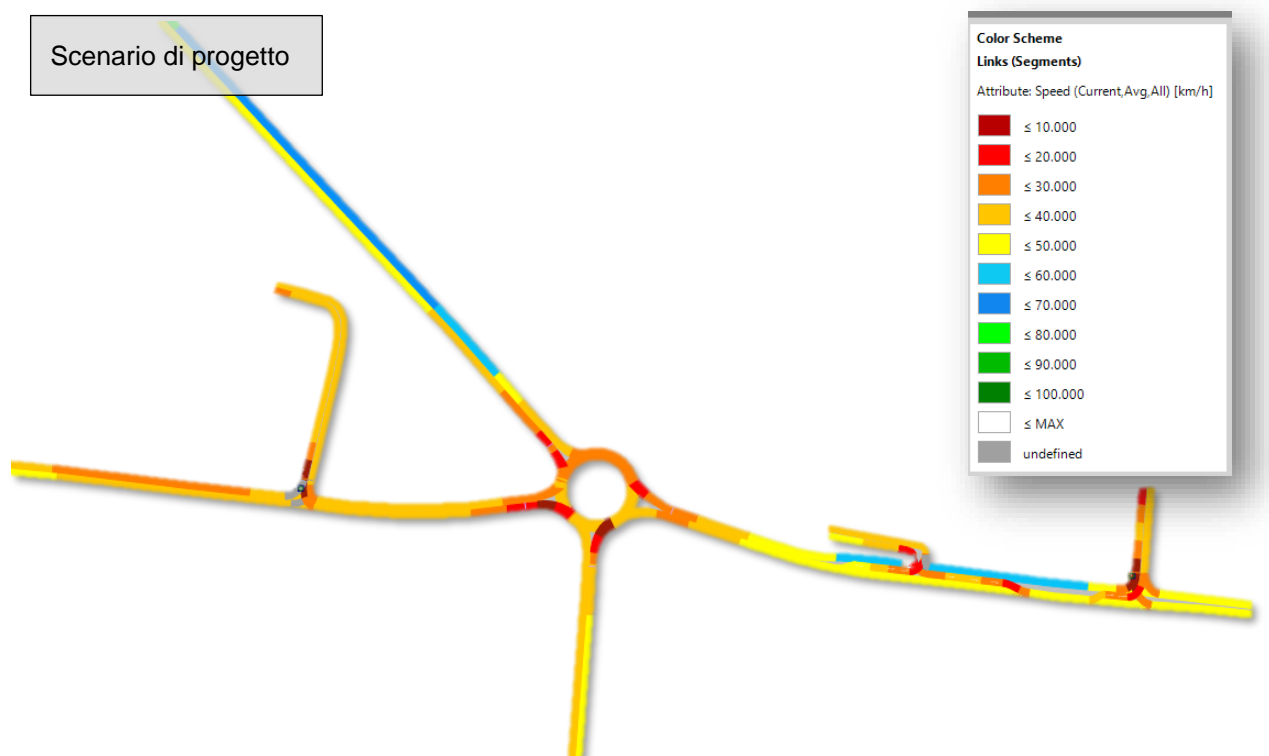



Figura 62. Velocità media nell'ora di punta (07-08) - progetto

	ADEGUAMENTO PFTE CODOGNO-CREMONA-MANTOVA					
	STUDIO DI TRASPORTO	COMMESSA NM1S	LOTTO 03 F 16	CODIFICA RG	DOCUMENTO TS0003 001	REV. A

6.1.3.1.6.2 Ritardo medio %

Come naturale conseguenza dell'inserimento di una rotatoria, si ha un aumento di ritardo in approccio ad essa. La sua presenza però porta a una diminuzione di ritardi nell'immissione dei veicoli dalle strade laterali alla strada principale e viceversa poiché i veicoli sulla strada principale, attualmente senza alcun vincolo di precedenza, sono portati a rispettarla in corrispondenza della rotatoria dando più tempo ai veicoli che devono effettuare la manovra di eseguirla in sicurezza.

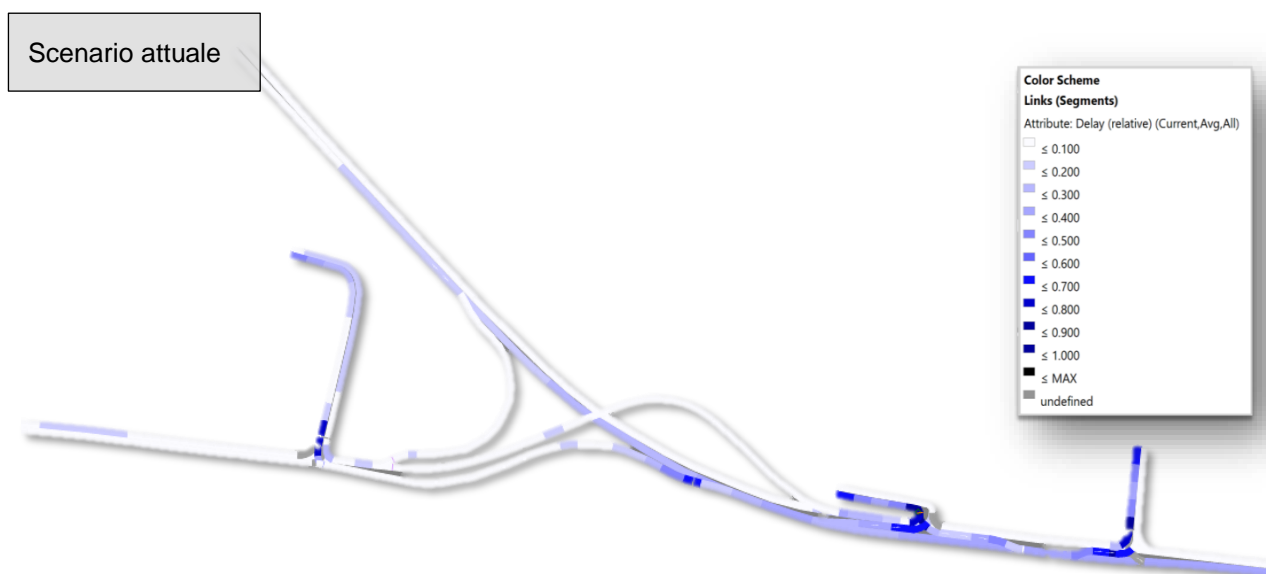



Figura 63. Ritardo medio % nell'ora di punta (07-08) – attuale

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>ADEGUAMENTO PFTE CODOGNO-CREMONA-MANTOVA</p>					
<p>STUDIO DI TRASPORTO</p>	<p>COMMESSA NM1S</p>	<p>LOTTO 03 F 16</p>	<p>CODIFICA RG</p>	<p>DOCUMENTO TS0003 001</p>	<p>REV. A</p>	<p>FOGLIO 88 di 203</p>

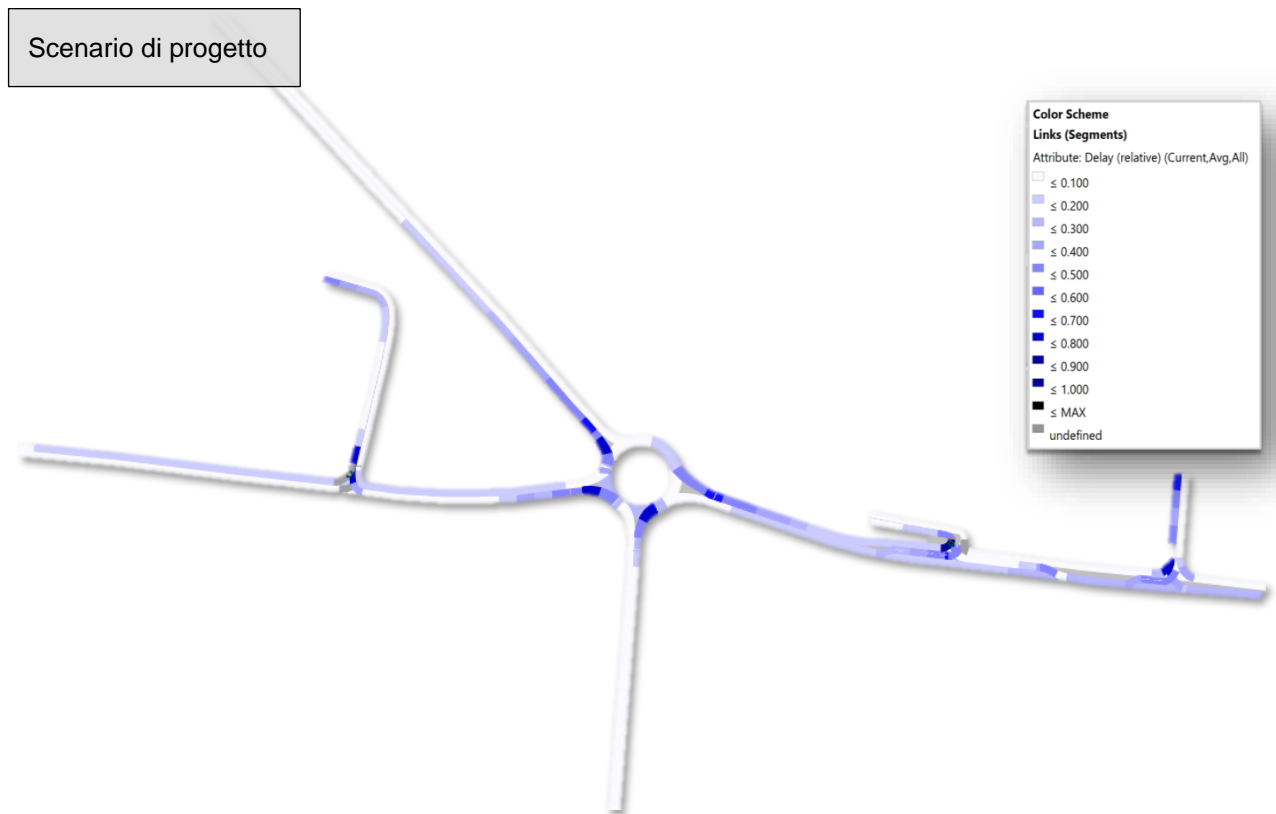



Figura 64. Ritardo medio % nell'ora di punta (07-08) – progetto

	ADEGUAMENTO PFTE CODOGNO-CREMONA-MANTOVA					
	STUDIO DI TRASPORTO	COMMESSA NM1S	LOTTO 03 F 16	CODIFICA RG	DOCUMENTO TS0003 001	REV. A

6.1.3.1.6.3 Densità di veicoli

Non si hanno particolari fenomeni di densità elevate nella rete attuale o di progetto se non nelle immediate vicinanze della rotatoria

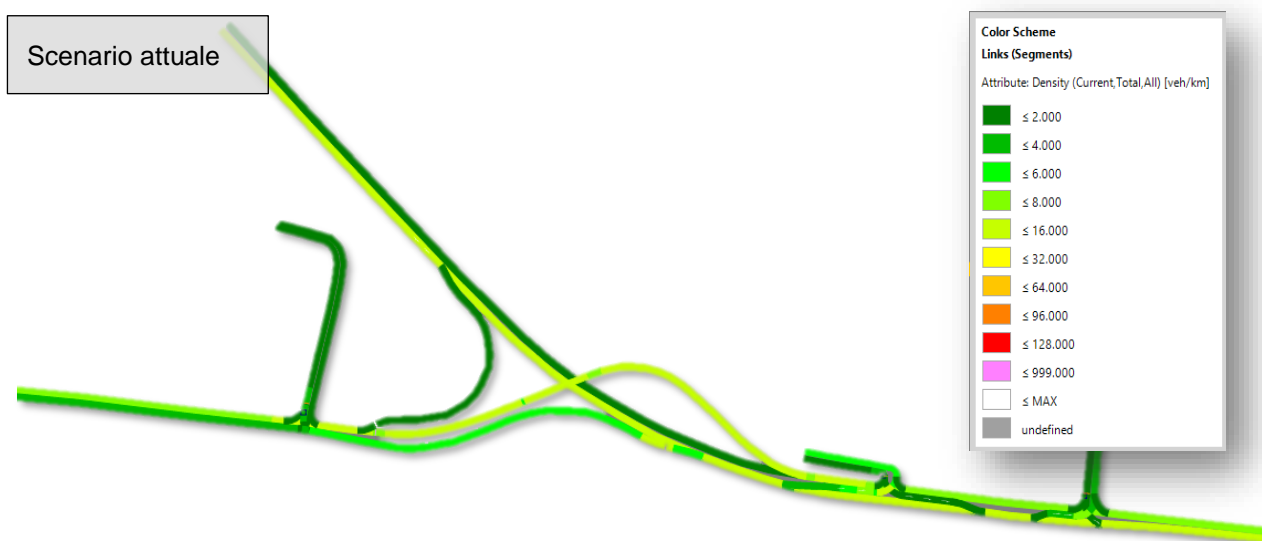


Figura 65. Densità di veicoli nell'ora di punta (07-08) – attuale

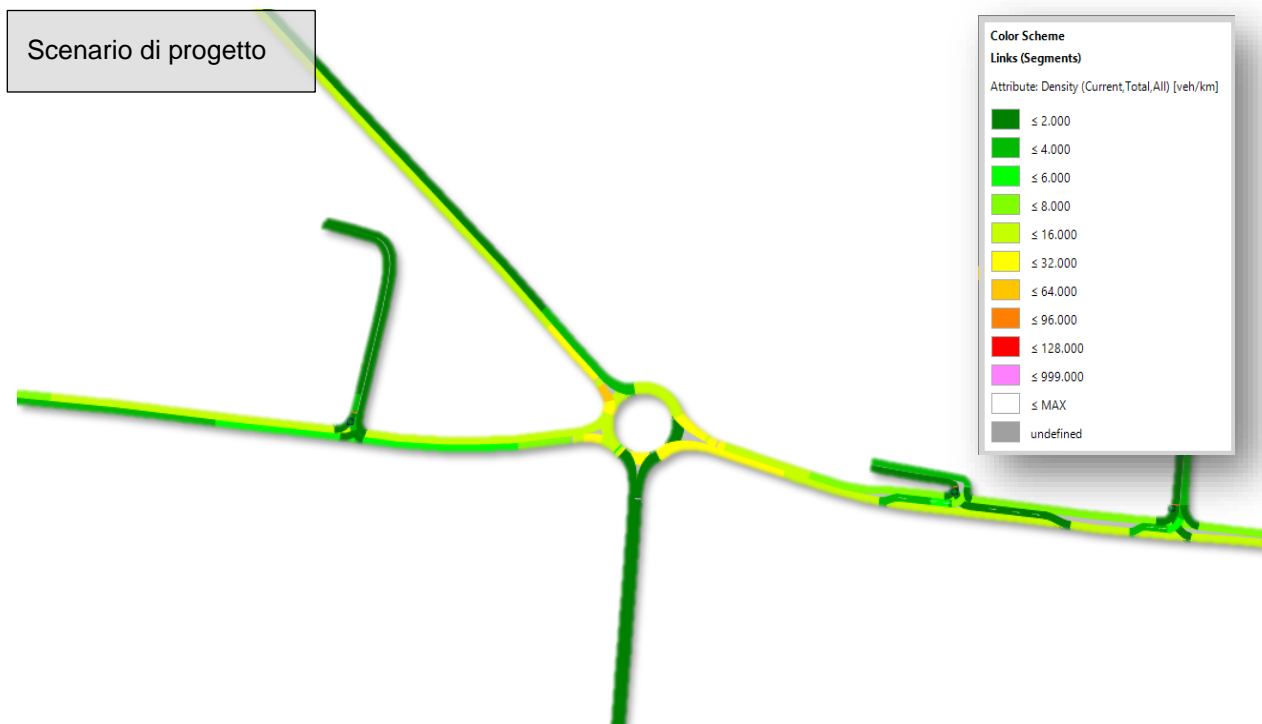



Figura 66. Densità di veicoli nell'ora di punta (07-08) – progetto

 ITAFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	ADEGUAMENTO PFTE CODOGNO-CREMONA-MANTOVA					
	STUDIO DI TRASPORTO	COMMESSA NM1S	LOTTO 03 F 16	CODIFICA RG	DOCUMENTO TS0003 001	REV. A

6.1.3.1.6.4 Volume veicolare

Il volume dei veicoli nell'ora di punta in entrambi gli scenari rimane invariato poiché la domanda non cambia in maniera sostanziale se non per i veicoli ridistribuiti che prima utilizzavano Via Favorita (poco più a Ovest della rete modellizzata) che nel progetto invece utilizzano il cavalcavia.

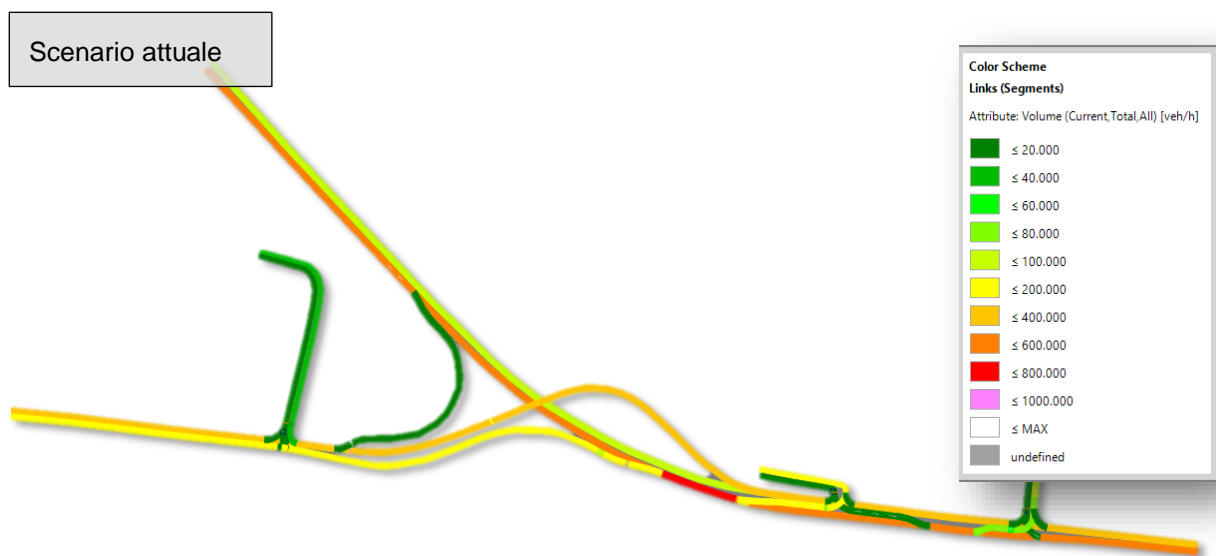



Figura 67. Volume veicolare nell'ora di punta (07-08) – attuale



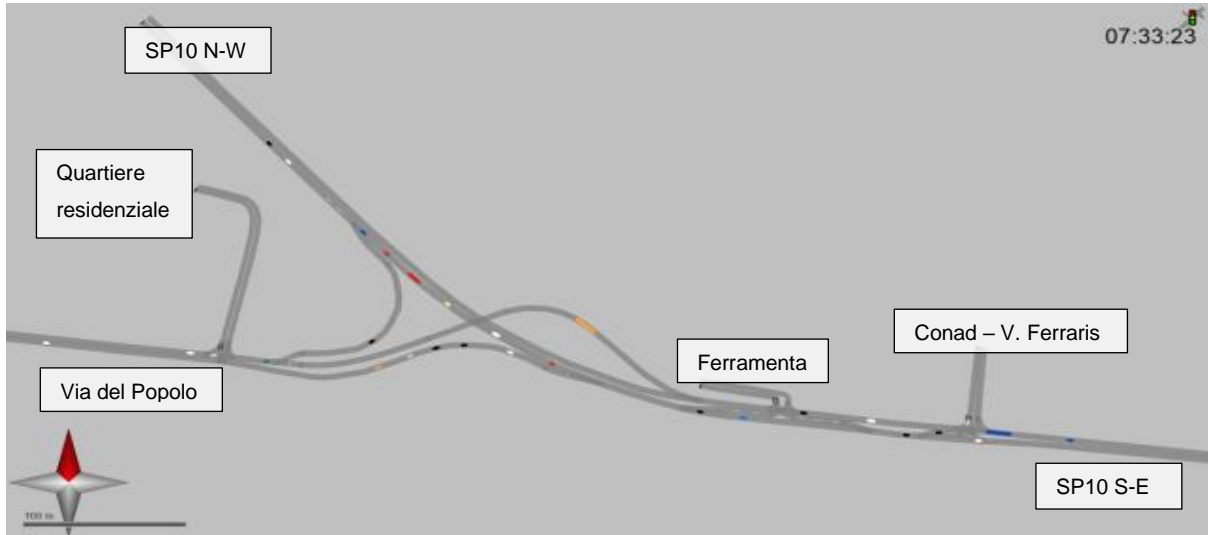
Figura 68. Volume veicolare nell'ora di punta (07-08) – progetto

	ADEGUAMENTO PFTE CODOGNO-CREMONA-MANTOVA					
STUDIO DI TRASPORTO	COMMESSA NM1S	LOTTO 03 F 16	CODIFICA RG	DOCUMENTO TS0003 001	REV. A	FOGLIO 91 di 203

6.1.3.1.6.5 Tempi di viaggio medio, distanza e velocità media

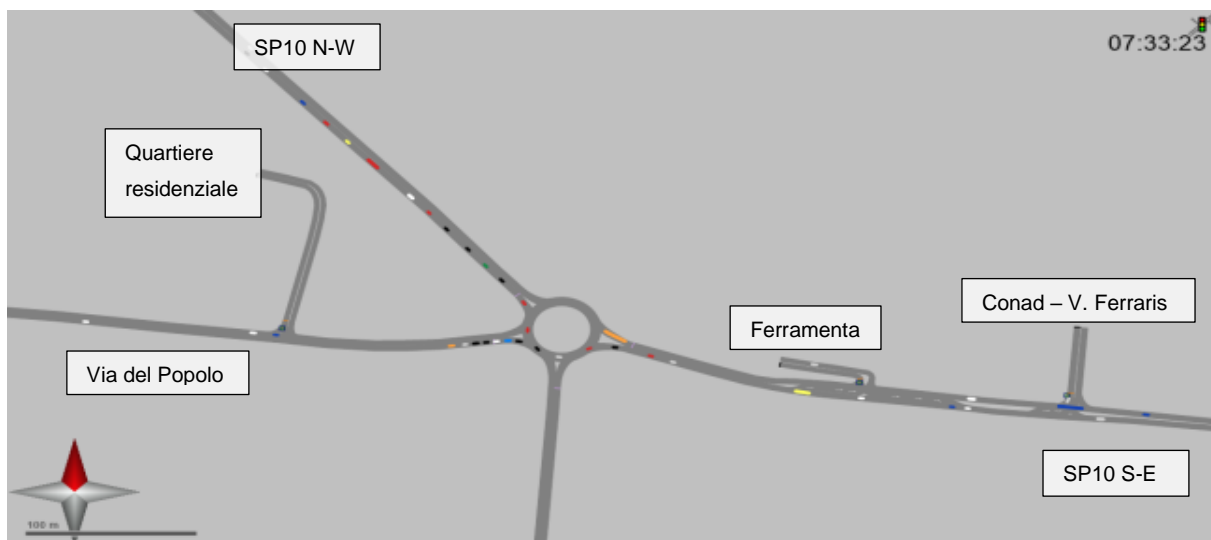
Di seguito si riportano i tempi di viaggio e le distanze per percorrere la rete da ogni input del modello durante l'ora di punta 07-08. Oltre ai tempi, è stata calcolata la velocità media ed espressa in km/h.

In grassetto, si riportano le relazioni fondamentali per questo intervento.



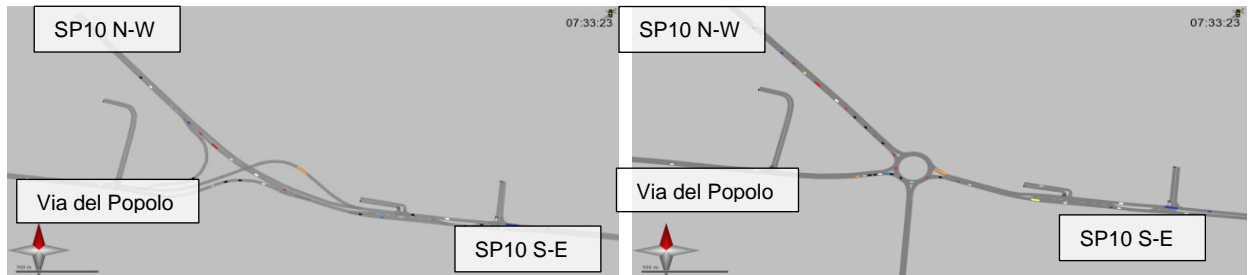
Da	A	Tempo attuale [s]	viaggio	Distanza attuale [m]	Velocità Attuale [km/h]
Via del popolo	SP10 S-E	93		815	31
Via del popolo	Conad - V. Ferraris	82		726	32
Via del popolo	Ferramenta	73		615	30
SP10 N-W	Quartiere residenziale	44		515	42
SP10 N-W	Via del popolo	52		574	40
SP10 N-W	SP10 S-E	57		754	48
SP10 N-W	Conad - V. Ferraris	53		668	45
SP10 N-W	Ferramenta	43		557	47
SP10 S-E	Conad - V. Ferraris	17		193	41
SP10 S-E	SP10 N-W	50		753	55
SP10 S-E	Quartiere residenziale	82		773	34
SP10 S-E	Via del popolo	80		827	37
Conad - V. Ferraris	SP10 N-W	56		656	42
Conad - V. Ferraris	Via del popolo	72		733	36
Ferramenta	SP10 S-E	59		320	20
Ferramenta	Via del popolo	77		616	29
Quartiere residenziale	SP10 S-E	121		762	23
Quartiere residenziale	Ferramenta	89		563	23

Tabella 9: Tempi di viaggio, distanza e velocità media – Scenario attuale



Da	A	Tempo viaggio progetto [s]	Distanza progetto [m]	Velocità progetto [km/h]
Via del popolo	SP10 S-E	79	787	36
Via del popolo	Conad - V. Ferraris	83	723	31
Via del popolo	Ferramenta	71	610	31
SP10 N-W	Quartiere residenziale	76	624	30
SP10 N-W	Via del popolo	60	680	41
SP10 N-W	SP10 S-E	73	800	39
SP10 N-W	Conad - V. Ferraris	76	739	35
SP10 N-W	Ferramenta	65	625	35
SP10 S-E	Conad - V. Ferraris	16	168	39
SP10 S-E	SP10 N-W	58	776	48
SP10 S-E	Quartiere residenziale	69	747	39
SP10 S-E	Via del popolo	84	802	35
Conad - V. Ferraris	SP10 N-W	80	706	32
Conad - V. Ferraris	Via del popolo	66	733	40
Ferramenta	SP10 S-E	35	300	30
Ferramenta	Via del popolo	74	607	29
Quartiere residenziale	SP10 S-E	97	734	27
Quartiere residenziale	Ferramenta	69	552	29

Tabella 10: Tempi di viaggio, distanza e velocità media – Scenario di progetto




Da	A	Tempo viaggio [s]		Distanza [m]		Velocità [km/h]	
		Diff assoluta	Diff %	Diff assoluta	Diff %	Diff assoluta	Diff %
Via del popolo	SP10 S-E	-14	-18%	-28	-3%	5	13%
Via del popolo	Conad - V. Ferraris	1	1%	-3	0%	-1	-2%
Via del popolo	Ferramenta	-2	-3%	-5	-1%	1	3%
SP10 N-W	Quartiere residenziale	32	42%	108	17%	-13	-43%
SP10 N-W	Via del popolo	7	12%	107	16%	1	4%
SP10 N-W	SP10 S-E	16	22%	47	6%	-8	-21%
SP10 N-W	Conad - V. Ferraris	22	30%	71	10%	-10	-28%
SP10 N-W	Ferramenta	22	34%	68	11%	-12	-34%
SP10 S-E	Conad - V. Ferraris	-1	-7%	-25	-15%	-3	-7%
SP10 S-E	SP10 N-W	9	15%	23	3%	-7	-14%
SP10 S-E	Quartiere residenziale	-14	-20%	-26	-3%	5	14%
SP10 S-E	Via del popolo	3	4%	-25	-3%	-2	-7%
Conad - V. Ferraris	SP10 N-W	24	30%	50	7%	-11	-33%
Conad - V. Ferraris	Via del popolo	-7	-10%	0	0%	4	9%
Ferramenta	SP10 S-E	-23	-66%	-20	-7%	11	35%
Ferramenta	Via del popolo	-3	-4%	-9	-1%	1	2%
Quartiere residenziale	SP10 S-E	-24	-25%	-28	-4%	5	17%
Quartiere residenziale	Ferramenta	-20	-29%	-10	-2%	6	21%

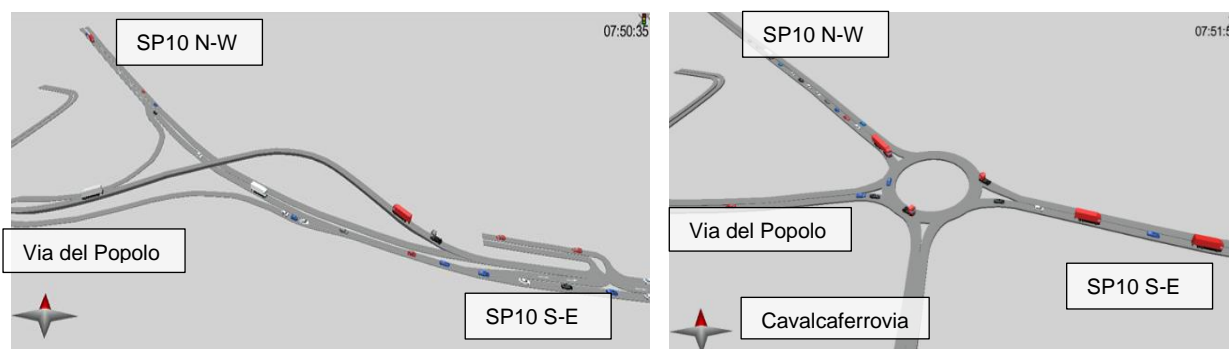
Tabella 11: Confronto Tempi di viaggio, distanza e velocità media

Dal confronto tra i tempi di viaggio, le distanze e la velocità media si nota che la Strada Provinciale, come già sottolineato nelle analisi della velocità e dei ritardi, registra nel progetto un aumento dei tempi e una conseguente diminuzione della velocità media di percorrenza.

Positivo invece, il confronto nelle relazioni che provengono da Piadena che, nello stato attuale, dovevano attendere un tempo considerevole per riuscire ad immettersi sulla Strada Provinciale. Con l'inserimento della rotonda, questi tempi diminuiscono influenzando così nei tempi medi di percorrenza della rete. Allo stesso modo, i tempi diminuiscono per gli spostamenti destinati a Piadena.

	ADEGUAMENTO PFTE CODOGNO-CREMONA-MANTOVA					
	STUDIO DI TRASPORTO	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
	NM1S	03 F 16	RG	TS0003 001	A	95 di 203

6.1.3.1.6.6 Livello di Servizio delle intersezioni



LIVELLO DI SERVIZIO DELL'INTERSEZIONE ATTUALE : A								
Da	A	Lunghezza coda media [m]	Lunghezza coda max [m]	N° Veicoli	Ritardo veicoli [s]	Stop medio per veicolo [s]	Stops nel nodo [s]	LOS
Nodo intersezione		0	30	1001	4,21	0,23	0,06	A
Via del popolo	SP10 S-E	1	30	149	7,47	1,51	0,40	A
SP10 N-W	Via del popolo	0	0	7	0,43	0,00	0,00	A
SP10 N-W	SP10 S-E	0	0	476	5,43	0,00	0,00	A
SP10 S-E	Via del popolo	0	0	270	1,34	0,00	0,01	A
SP10 S-E	SP10 N-W	0	0	99	1,53	0,00	0,00	A

LIVELLO DI SERVIZIO DELL'INTERSEZIONE A ROTATORIA DI PROGETTO : A								
Da	A	Lunghezza coda media [m]	Lunghezza coda max [m]	N° Veicoli	Ritardo veicoli [s]	Stop medio per veicolo [s]	Stops nel nodo [s]	LOS
Nodo intersezione		3	188	1002	8,79	2,00	0,35	A
Via del popolo	Cavalcaferrovia	2	56	3	14,14	10,14	0,67	B
Via del popolo	SP10 S-E	2	56	153	9,18	3,31	0,57	A
SP10 N-W	Via del popolo	8	188	5	9,99	1,63	0,40	A
SP10 N-W	SP10 S-E	8	188	474	10,67	2,03	0,44	B
SP10 S-E	Cavalcaferrovia	2	75	2	2,16	0,00	0,00	A
SP10 S-E	Via del popolo	2	75	260	7,01	1,62	0,15	A
SP10 S-E	SP10 N-W	2	75	101	4,00	0,71	0,08	A
Cavalcaferrovia	Via del popolo	0	5	1	2,96	0,00	0,00	A
Cavalcaferrovia	SP10 S-E	0	5	3	6,85	1,69	0,67	A


Tabella 12: Livello di servizio dell'intersezione attuale e di progetto

Sia nello scenario attuale che nello scenario di progetto il livello di servizio risulta ottimale. Cala leggermente per quelle relazioni che prima erano a flusso ininterrotto, senza però influenzare il livello di servizio complessivo della rotatoria.

6.1.3.2 Ambito 2: NV24 – Bozzolo

6.1.3.2.1 Implementazione del modello di offerta attuale

Nell'ambito dell'area di intervento relativo alla soppressione del passaggio a livello al km 63+960, si riporta di seguito la modellizzazione dello scenario attuale centrata sull'intersezione a rotatoria di

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>ADEGUAMENTO PFTE CODOGNO-CREMONA- MANTOVA</p>					
<p>STUDIO DI TRASPORTO</p>	<p>COMMESSA NM1S</p>	<p>LOTTO 03 F 16</p>	<p>CODIFICA RG</p>	<p>DOCUMENTO TS0003 001</p>	<p>REV. A</p>	<p>FOGLIO 96 di 203</p>

collegamento al nuovo cavalcaferrovia che collega la SP78 alla SP10 in risoluzione al PL esistente al km 63+960.

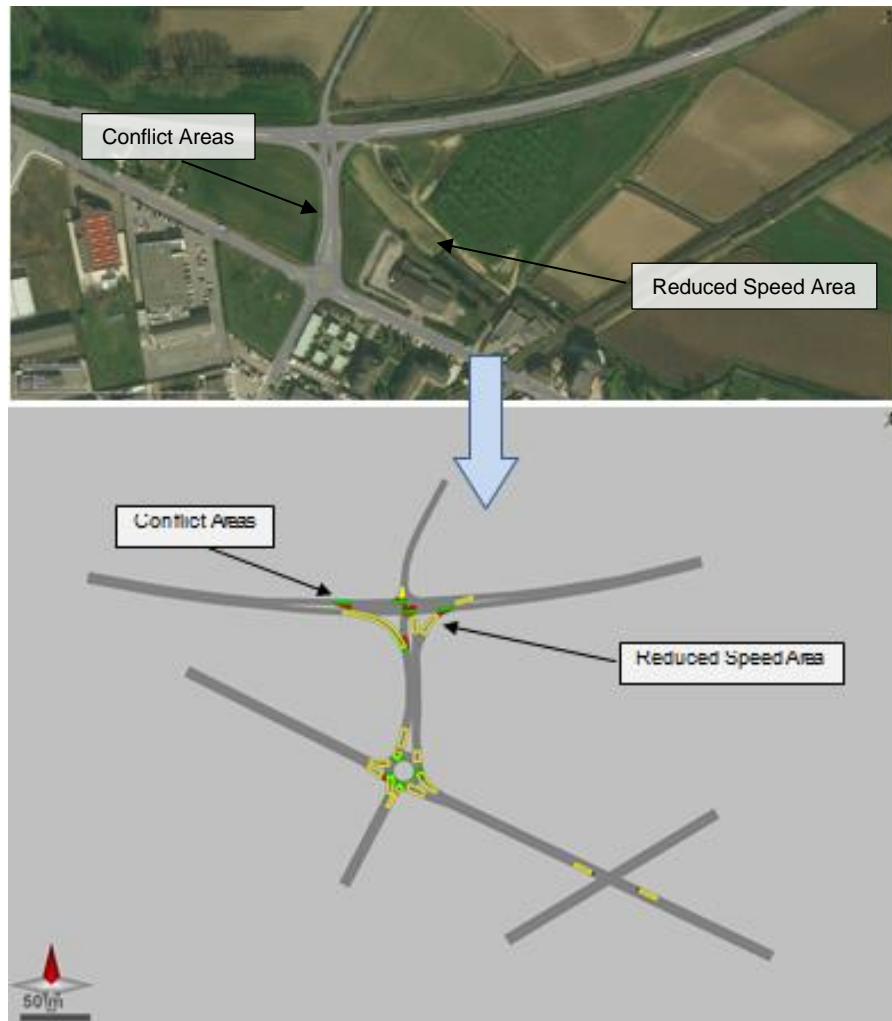



Figura 69. Modellizzazione dell'offerta infrastrutturale attuale

Gli archi sono poi caratterizzati da degli elementi che servono a riprodurre l'effettivo comportamento di guida dell'utente secondo il Codice della Strada. Questi elementi, che si vedono in Figura 69, sono le conflict areas, le quali definiscono le regole di precedenza (individuate in rosso e/o verde) e le reduced speed areas che corrispondono alle zone in cui è necessario che i veicoli rallentino.

	ADEGUAMENTO PFTE CODOGNO-CREMONA-MANTOVA					
STUDIO DI TRASPORTO	COMMESSA NM1S	LOTTO 03 F 16	CODIFICA RG	DOCUMENTO TS0003 001	REV. A	FOGLIO 97 di 203

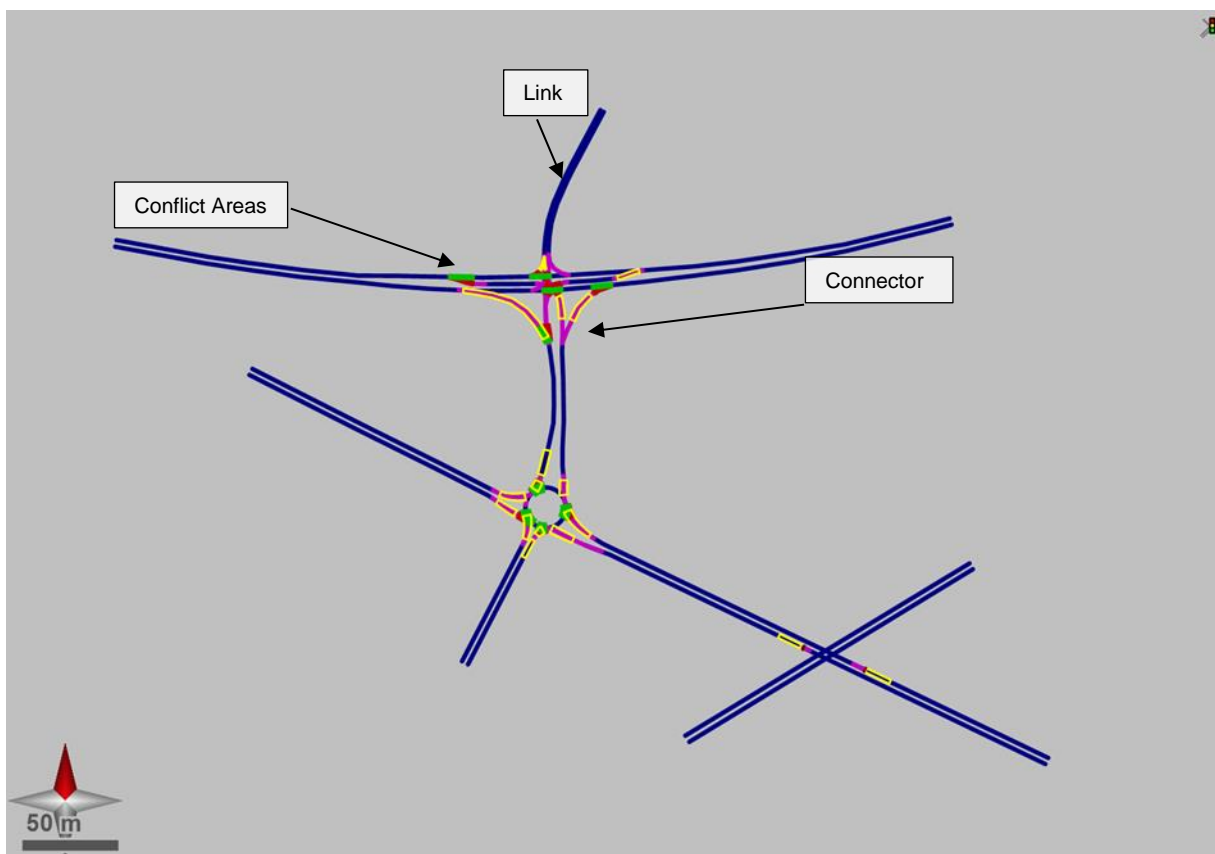



Figura 70. Modellizzazione dell'offerta infrastrutturale attuale – caratterizzazione funzionale

In Figura 70 si evidenziano le diverse caratteristiche funzionali degli archi con i diversi colori dei rami della rete (blu e magenta): in blu sono riportate le strade principali "Link", mentre in magenta le connessioni "Link-connector" tra i vari archi della rete. Le connessioni sono quelle parti di rete che consentono la rappresentazione delle singole "manovre", siano esse di immissione in autostrada o in una rotonda, ovvero di cambio della corsia, di diversione, etc.

Un altro elemento fondamentale sono le cosiddette "regole", ossia tutti quegli elementi che l'utente segue grazie ai cartelli stradali, con riferimento alla gestione delle intersezioni:

- Regime di priorità;
- Regole di una rotonda;
- Controllo semaforizzato.

	ADEGUAMENTO PFTE CODOGNO-CREMONA-MANTOVA					
	STUDIO DI TRASPORTO	COMMESSA NM1S	LOTTO 03 F 16	CODIFICA RG	DOCUMENTO TS0003 001	REV. A

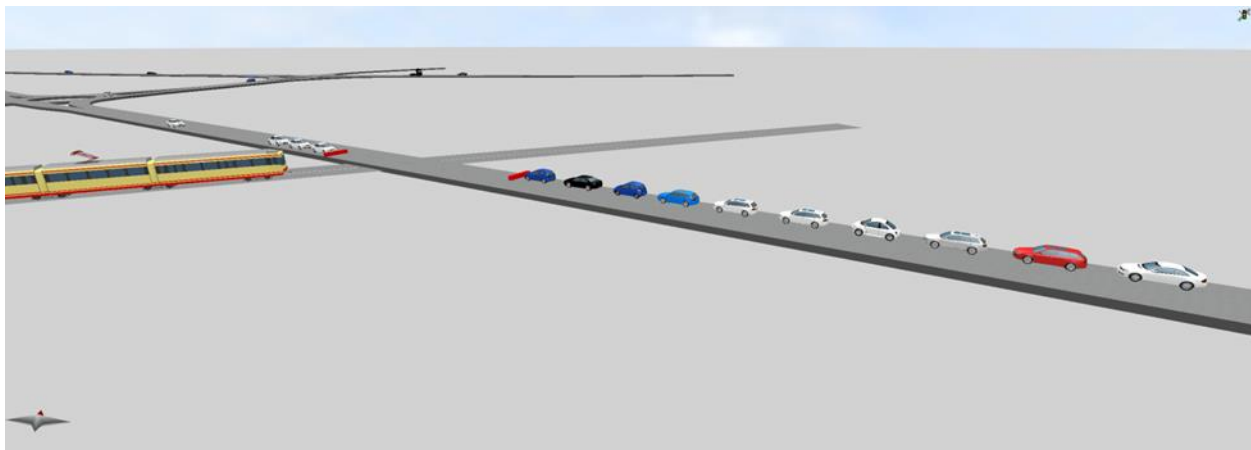


Figura 71. Intersezione semaforizzata (passaggio al livello)

6.1.3.2.2 La domanda di mobilità attuale

La domanda di mobilità è basata sui rilievi veicolari e viene inserita nel modello tramite i cosiddetti vehicle inputs che determinano, in un certo intervallo di tempo, quanti veicoli entrano nella rete modellizzata. Successivamente, per stabilire i percorsi e le svolte che i veicoli seguono si inseriscono le vehicles routes che rappresentano le percentuali di svolta la cui somma deve dare 1. La totalità dei veicoli inseriti nel modello è rappresentata in Figura 72:

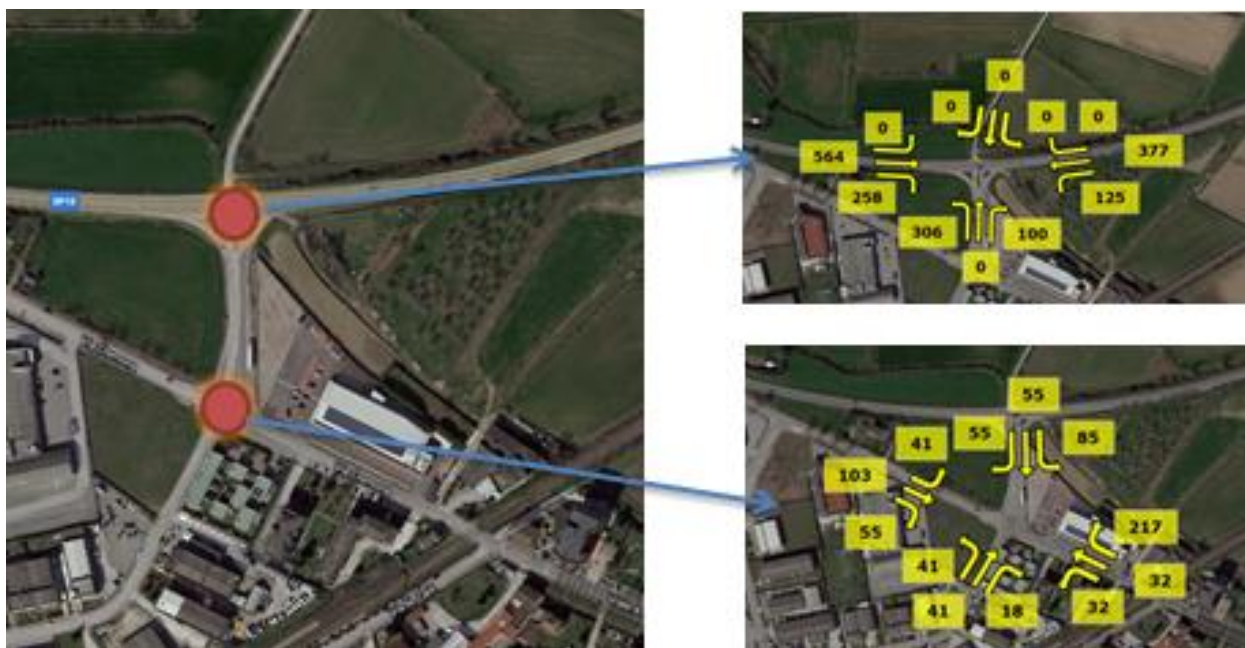



Figura 72. Domanda complessivamente implementata nel modello


 <p>ITAFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>ADEGUAMENTO PFTE CODOGNO-CREMONA-MANTOVA</p>					
<p>STUDIO DI TRASPORTO</p>	<p>COMMESSA NM1S</p>	<p>LOTTO 03 F 16</p>	<p>CODIFICA RG</p>	<p>DOCUMENTO TS0003 001</p>	<p>REV. A</p>	<p>FOGLIO 99 di 203</p>

La costruzione della domanda utilizzata come input per la simulazione eseguita con l'ausilio del software è stata condotta integrando i dati di ogni sezione di conteggio con quelli relativi alle manovre alle intersezioni e verificando, per ogni nodo della rete, il cosiddetto "equilibrio al nodo".

Durante l'intervallo di rilevazione è stato riscontrato uno squilibrio. Dir. 1-5-9-10-11-12 Traffico nullo nell'intervallo di rilevazione causa chiusura Via Cremona Ovest per lavori. Per far fronte a questa mancanza di dati è stato ipotizzato che i veicoli intenzionati a svolgere una delle manovre Dir. 1-5-9-10-11-12 avrebbero effettuato una scelta tra le altre alternative. In tal caso i conteggi rilevati sono stati equamente ripartiti, tenendo in considerazione le alternative di manovra che riflettono una possibile scelta da o verso Via Cremona Ovest.



Figura 73. Chiusura Via Cremona Ovest per lavori

	ADEGUAMENTO PFTE CODOGNO-CREMONA-MANTOVA					
STUDIO DI TRASPORTO	COMMESSA NM1S	LOTTO 03 F 16	CODIFICA RG	DOCUMENTO TS0003 001	REV. A	FOGLIO 100 di 203

L'intervallo di tempo complessivamente analizzato è di 7200 secondi, di cui l'intervallo 0 – 1800 s coincide con l'intervallo di precarico, l'intervallo 1800 – 5400s è relativo all'ora di punta e, infine, l'intervallo 5400 – 7200s è la fase di scarico in cui il software non riceve input di veicoli e la simulazione volge al termine completando tutti gli spostamenti implementati prima di tale fase.


6.1.3.2.3 La calibrazione del modello

Al fine di calibrare il modello, sono state considerate le velocità rilevate nelle sezioni stradali oggetto di indagine. Sulla Strada Provinciale 10 è stato rilevato un andamento delle velocità mediamente diverso per la direzione 1 (Cremona-Mantova) e la direzione 2 (Mantova – Cremona).



Figura 74. Rilievo di traffico lungo SP10 (Bozzolo)

Le rilevazioni in corrispondenza della sezione stradale sono state condotte in modalità continua sull'arco di 48 ore dalle ore 00.00 alle ore 24.00 di mercoledì 04/03/2020 e dalle ore 00.00 alle ore 24.00 di giovedì 05/03/2020.

	ADEGUAMENTO PFTE CODOGNO-CREMONA-MANTOVA					
STUDIO DI TRASPORTO	COMMESSA NM1S	LOTTO 03 F 16	CODIFICA RG	DOCUMENTO TS0003 001	REV. A	FOGLIO 101 di 203

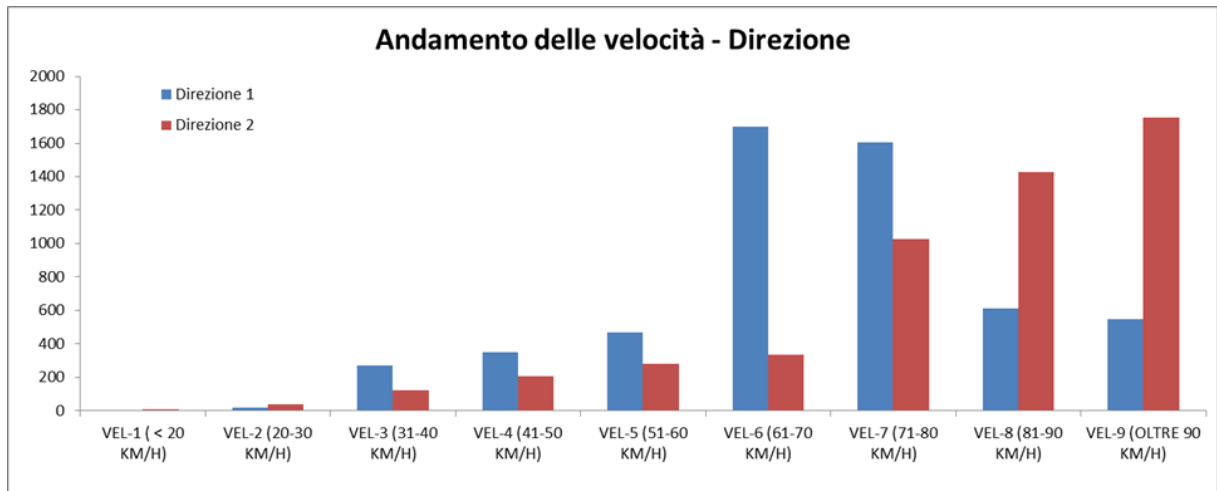



Figura 75. Distribuzione delle velocità lungo SP10 (Bozzolo)

È stato utilizzato l'andamento delle velocità, come in Figura 75, del rilievo di traffico lungo la SP10 (Bozzolo) in modo da calibrare il modello della microsimulazione.

	ADEGUAMENTO PFTE CODOGNO-CREMONA-MANTOVA					
STUDIO DI TRASPORTO	COMMESSA NM1S	LOTTO 03 F 16	CODIFICA RG	DOCUMENTO TS0003 001	REV. A	FOGLIO 102 di 203

6.1.3.2.4 Implementazione del modello di offerta

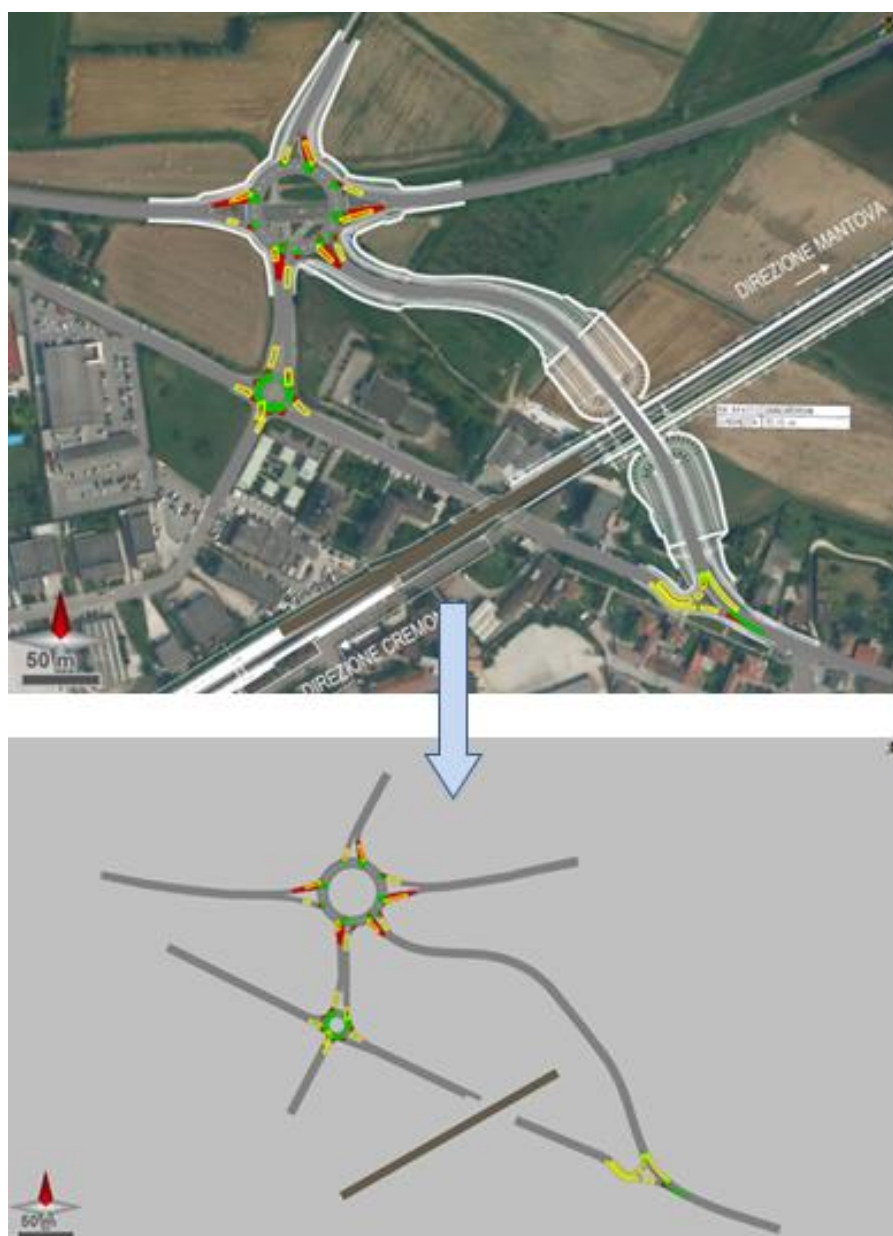



Figura 76. Costruzione modello di offerta

Anche nella modellizzazione dell'offerta futura, sono state inserite tutte le possibili aree di conflitto con le relative regole di precedenza secondo il Codice della Strada. A queste, sono state aggiunti le aree di riduzione della velocità nei punti critici quali immissioni, uscite dalla rotonda, e inserimento nella viabilità principale da strade secondarie.

	ADEGUAMENTO PFTE CODOGNO-CREMONA-MANTOVA					
STUDIO DI TRASPORTO	COMMESSA NM1S	LOTTO 03 F 16	CODIFICA RG	DOCUMENTO TS0003 001	REV. A	FOGLIO 103 di 203

6.1.3.2.5 La domanda di mobilità futura

La domanda di mobilità futura sarà la medesima utilizzata per l'attuale a meno della domanda proveniente dalla stazione ferroviaria e destinata in prossimità del PL

La domanda originata e destinata alla stazione è stata valutata in base ai posti disponibili di parcheggio come indicato nella Figura 77.

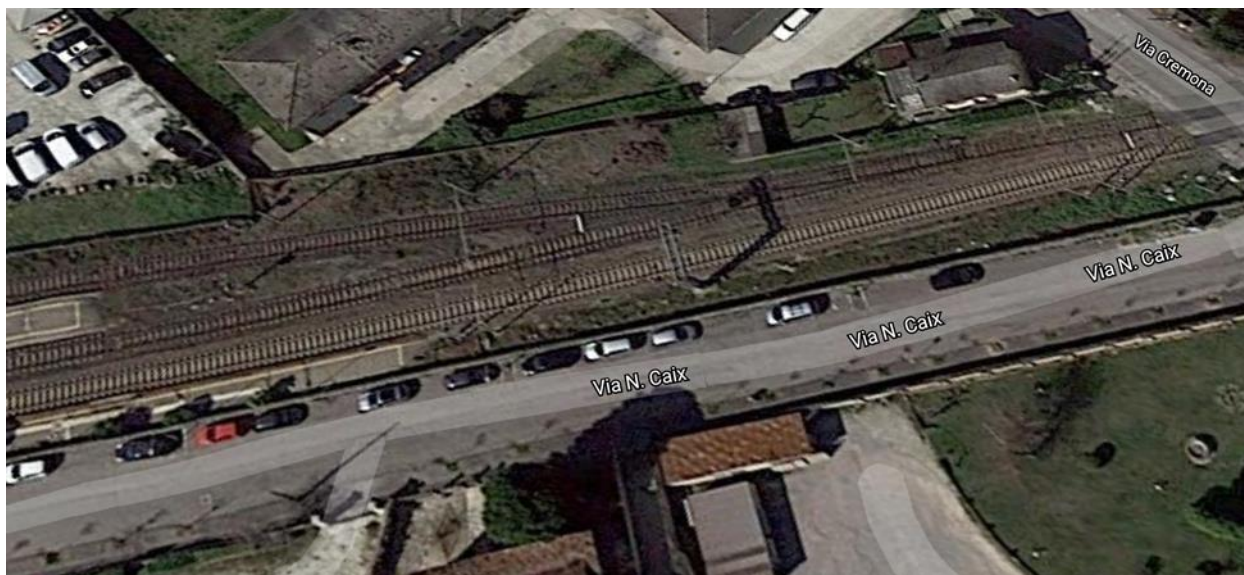



Figura 77. Parcheggio Stazione Ferroviaria Bozzolo

È stato ipotizzato che la domanda originata da Via Cremona Est (p.l), nello stato di progetto, partirà da Viale Valzania per poi utilizzare il cavalcaferrovia per raggiungere la propria destinazione. Per quanto riguarda la domanda destinata a Bozzolo, ugualmente, utilizza la cavalcaferrovia per poi procedere verso Viale Valzania.

6.1.3.2.6 Confronto tra stato di fatto e progetto

Il confronto tra lo stato di fatto e il progetto si basa su indicatori di performance nell'ora di punta (07-08) quali la velocità media di viaggio, data dal rapporto tra la distanza tra due punti e il tempo di viaggio medio, soggetti anch'essi ad analisi di confronto, il ritardo medio, la densità di veicoli e la lunghezza delle code che si formano nello scenario attuale e in quello progettuale. Tutti questi parametri portano alla definizione di un livello di servizio dell'intersezione attuale e di progetto.

	ADEGUAMENTO PFTE CODOGNO-CREMONA-MANTOVA					
	STUDIO DI TRASPORTO	COMMESSA NM1S	LOTTO 03 F 16	CODIFICA RG	DOCUMENTO TS0003 001	REV. A

6.1.3.2.6.1 Velocità media

Tra i due scenari si nota una differenza sostanziale nelle velocità nella rotonda della SP10. Nel progetto si ha una diminuzione della velocità dovuta all'inserimento della rotatoria. Inoltre, si evidenzia un miglioramento nella rotonda a 4 bracci tra Via Cremona e Viale Lombardia. Con il cavalcavia nel progetto non ci sono più formazione di code che trovavamo nello stato attuale a causa della risoluzione del PL. Le code formate nel passaggio al livello, con l'allontanamento del treno passante, si riversava in contemporanea nella rotonda in questione, creando una forte diminuzione delle velocità.

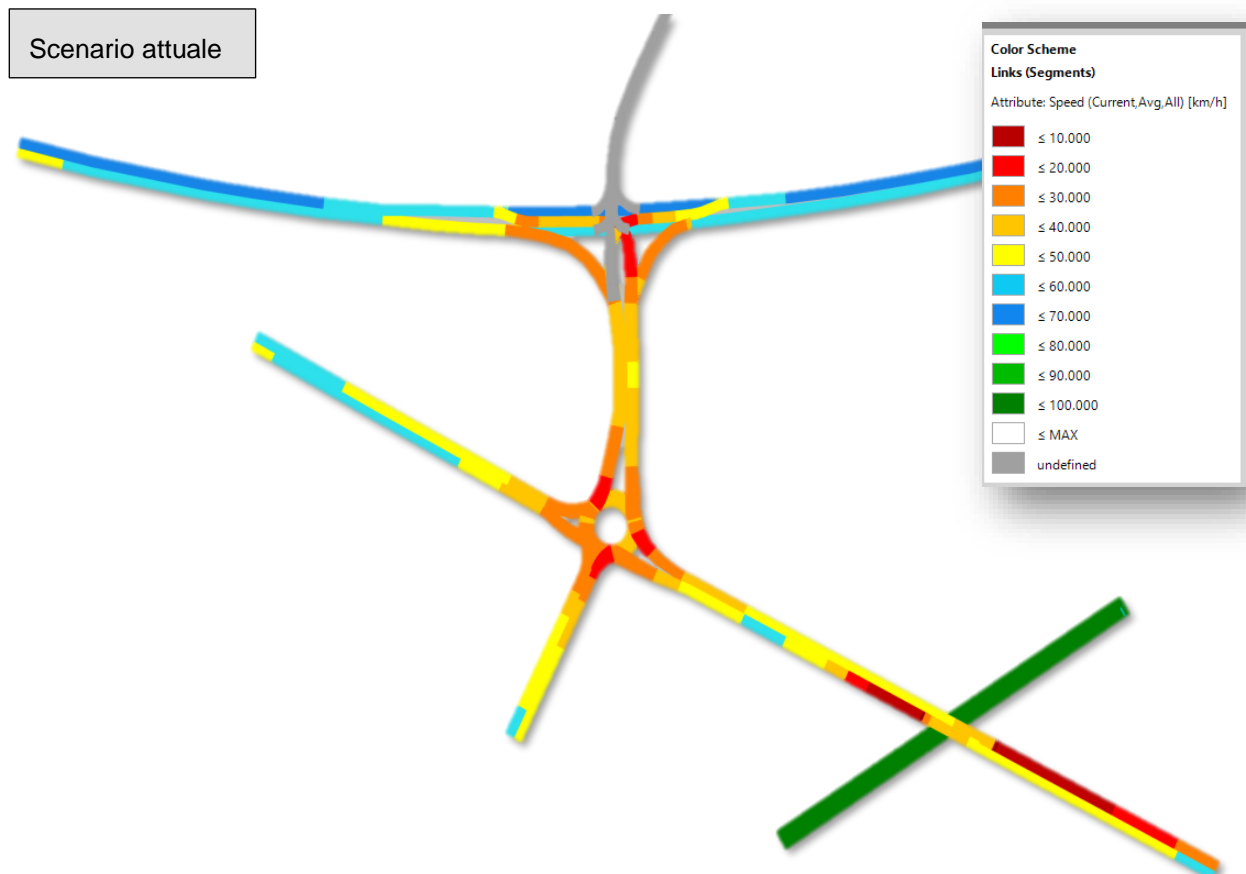



Figura 78. Velocità media nell'ora di punta (07-08) – attuale

	ADEGUAMENTO PFTE CODOGNO-CREMONA-MANTOVA					
	STUDIO DI TRASPORTO	COMMESSA NM1S	LOTTO 03 F 16	CODIFICA RG	DOCUMENTO TS0003 001	REV. A

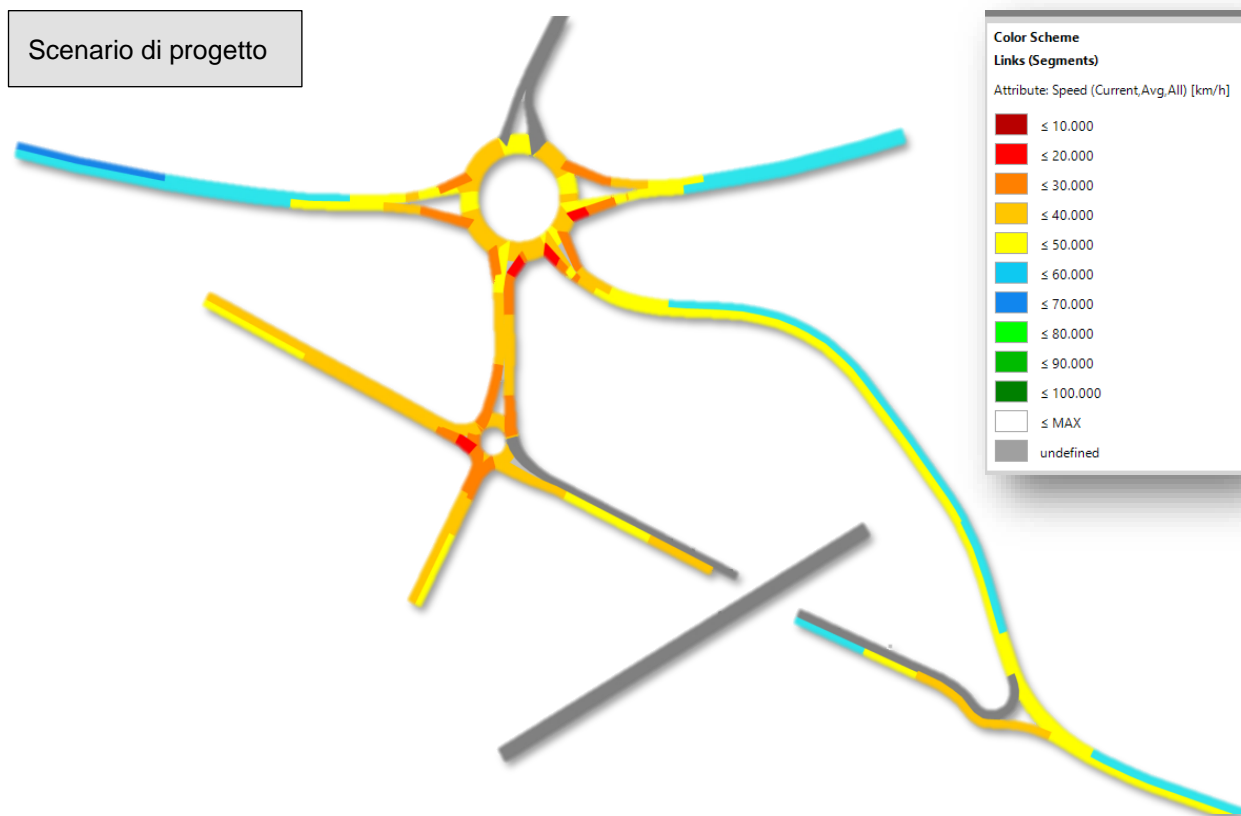



Figura 79. . Velocità media nell'ora di punta (07-08) – progetto

6.1.3.2.6.2 Ritardo medio %

Si nota un miglioramento generale riguardante il ritardo medio nel confronto tra stato attuale e stato di progetto. Nello stato attuale il ritardo medio più elevato si ha nella intersezione semaforizzata in prossimità del passaggio al livello. Con l'inserimento del cavalcaferrovia il ritardo medio è notevolmente diminuito. In entrata della rotonda notiamo un altro valore rilevante di ritardo medio e notiamo un valore simile di ritardo nella corsia di manovra della strada provinciale 10 dello stato attuale.

 <p>ITAFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>ADEGUAMENTO PFTE CODOGNO-CREMONA-MANTOVA</p>					
<p>STUDIO DI TRASPORTO</p>	<p>COMMESSA NM1S</p>	<p>LOTTO 03 F 16</p>	<p>CODIFICA RG</p>	<p>DOCUMENTO TS0003 001</p>	<p>REV. A</p>	<p>FOGLIO 106 di 203</p>

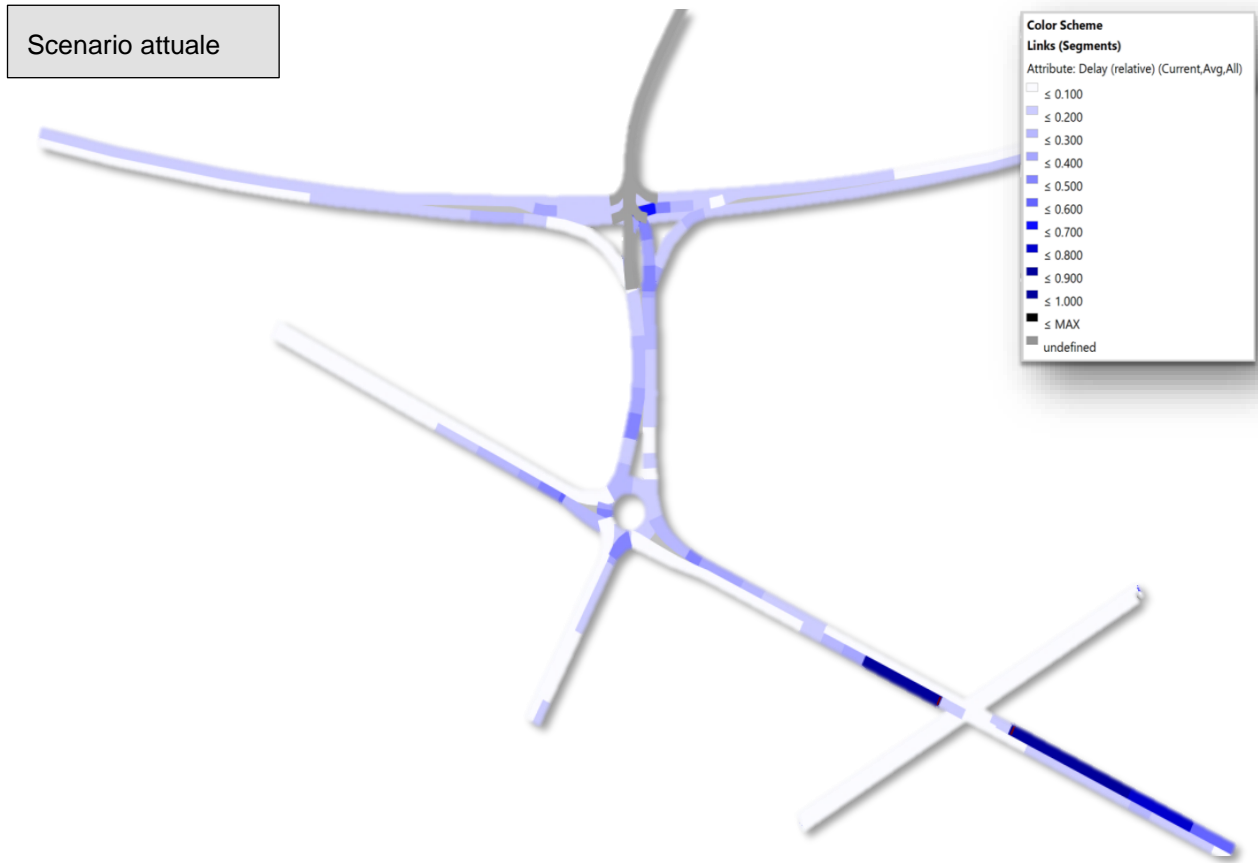



Figura 80. Ritardo medio % nell'ora di punta (07-08) – attuale

	ADEGUAMENTO PFTE CODOGNO-CREMONA-MANTOVA					
STUDIO DI TRASPORTO	COMMESSA NM1S	LOTTO 03 F 16	CODIFICA RG	DOCUMENTO TS0003 001	REV. A	FOGLIO 107 di 203

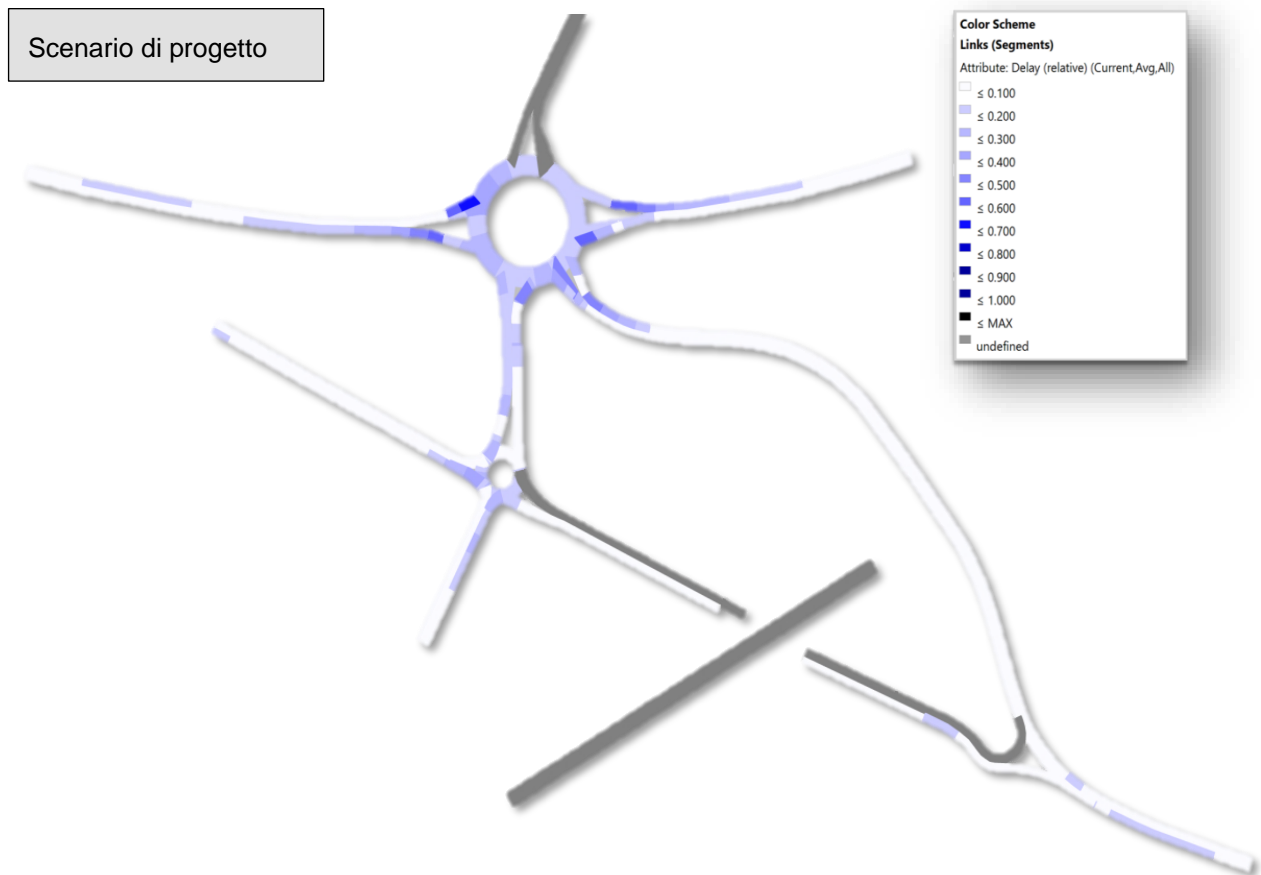



Figura 81. Ritardo medio % nell'ora di punta (07-08) – progetto

6.1.3.2.6.3 Densità di veicoli

Non si hanno particolari fenomeni di densità elevate nella rete attuale o di progetto se non nelle immediate vicinanze del passaggio al livello

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>ADEGUAMENTO PFTE CODOGNO-CREMONA-MANTOVA</p>					
<p>STUDIO DI TRASPORTO</p>	<p>COMMESSA NM1S</p>	<p>LOTTO 03 F 16</p>	<p>CODIFICA RG</p>	<p>DOCUMENTO TS0003 001</p>	<p>REV. A</p>	<p>FOGLIO 108 di 203</p>

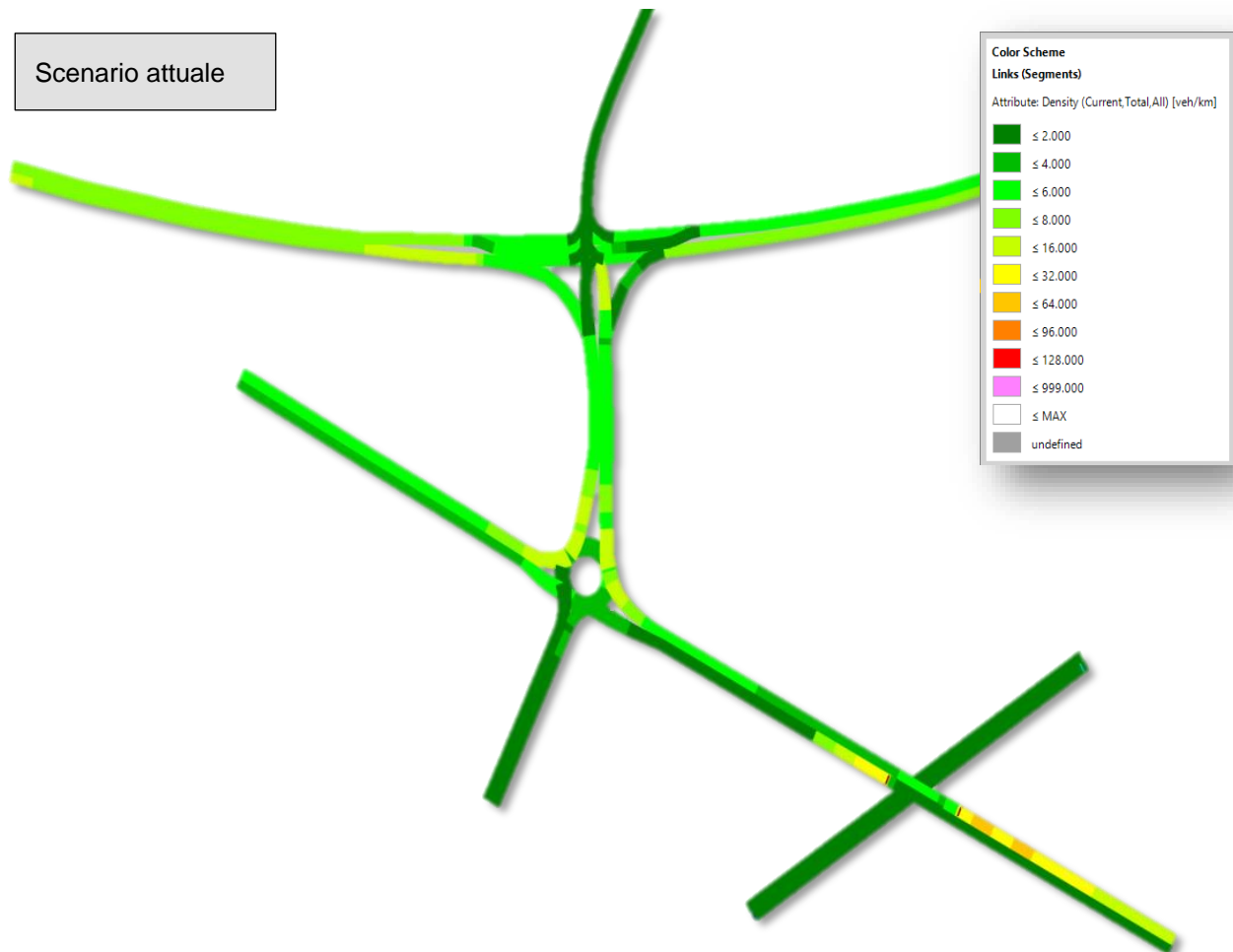



Figura 82. Densità di veicoli nell'ora di punta (07-08) – attuale

	ADEGUAMENTO PFTE CODOGNO-CREMONA-MANTOVA					
STUDIO DI TRASPORTO	COMMESSA NM1S	LOTTO 03 F 16	CODIFICA RG	DOCUMENTO TS0003 001	REV. A	FOGLIO 109 di 203

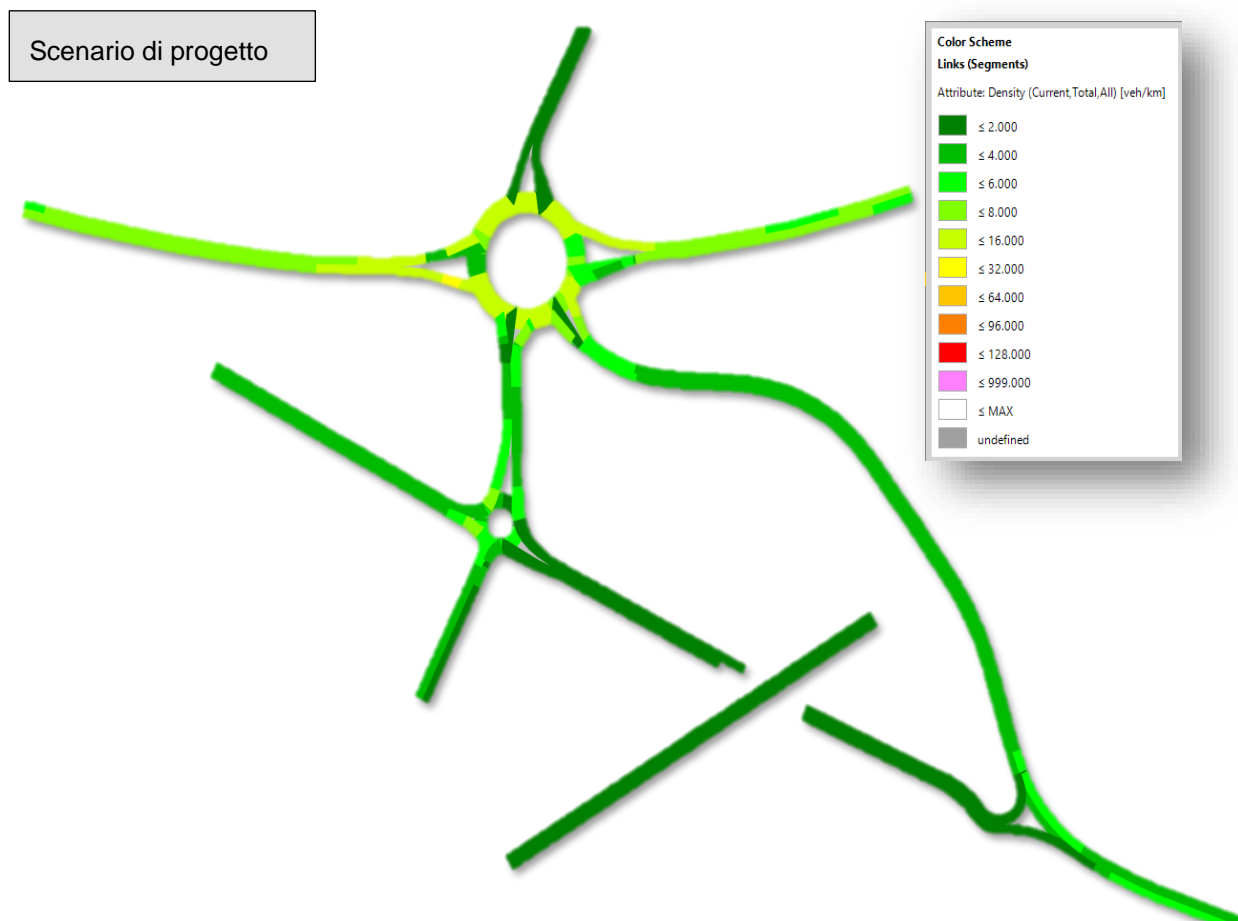



Figura 83. Densità di veicoli nell'ora di punta (07-08) – progetto

6.1.3.2.6.4 Volume veicolare

Il volume maggiore si concentra nella rotonda lungo la SP10 poiché è il tratto comune della maggior parte degli itinerari. Il resto della rete non subisce variazioni significative di volume, se non per i percorsi ora sostituiti dal cavalcaferrovia.

	ADEGUAMENTO PFTE CODOGNO-CREMONA-MANTOVA					
STUDIO DI TRASPORTO	COMMESSA NM1S	LOTTO 03 F 16	CODIFICA RG	DOCUMENTO TS0003 001	REV. A	FOGLIO 110 di 203

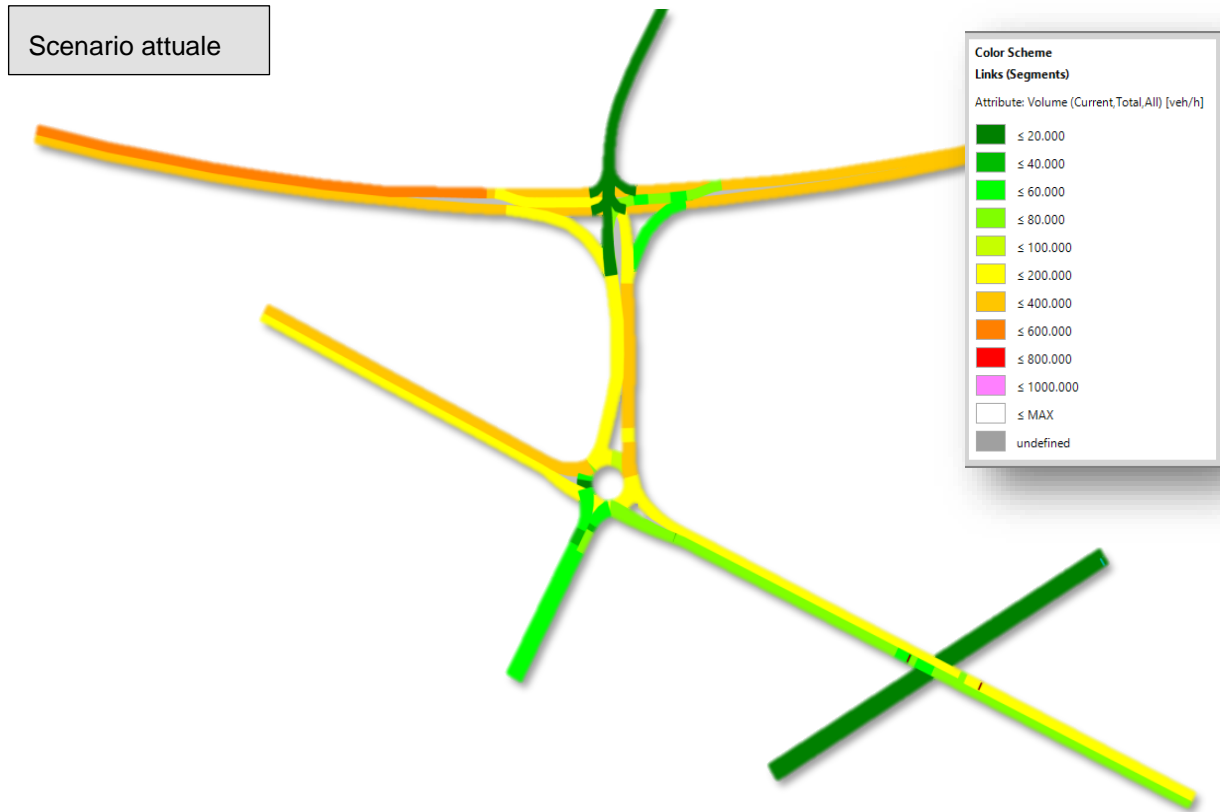



Figura 84. Volume veicolare nell'ora di punta (07-08) – attuale

	ADEGUAMENTO PFTE CODOGNO-CREMONA-MANTOVA					
	STUDIO DI TRASPORTO	COMMESSA NM1S	LOTTO 03 F 16	CODIFICA RG	DOCUMENTO TS0003 001	REV. A

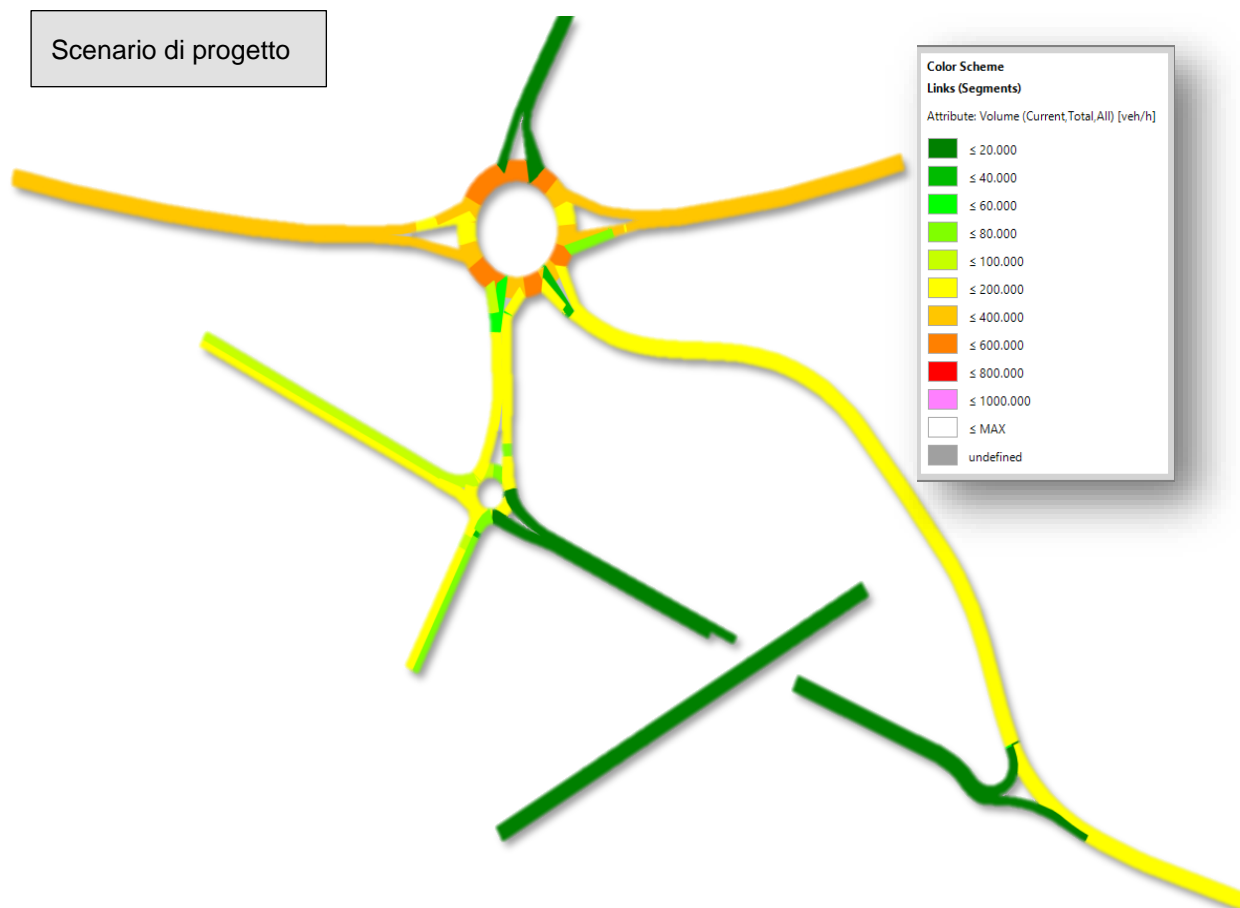
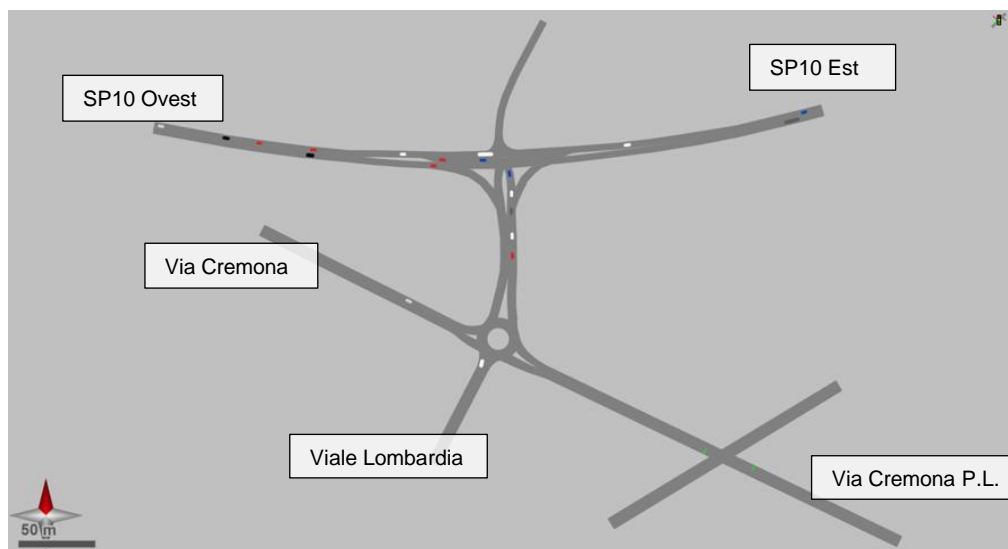


Figura 85. Volume veicolare nell'ora di punta (07-08) – progetto

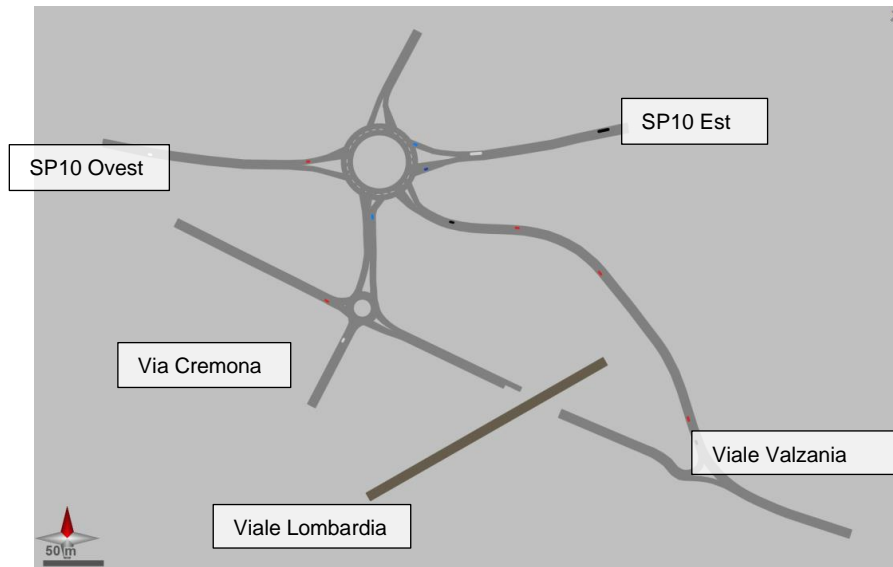
6.1.3.2.6.5 Tempi di viaggio medio, distanza e velocità media

Di seguito si riportano i tempi di viaggio e le distanze per percorrere la rete da ogni input del modello durante l'ora di punta 07-08. Oltre ai tempi, è stata calcolata la velocità media ed espressa in km/h.




Da	A	Tempo viaggio attuale [s]	Distanza attuale [m]	Velocità Attuale [km/h]
SP10 Ovest	SP10 Est	30	441	52
SP10 Ovest	Via Cremona	47	481	37
SP10 Ovest	Viale Lombardia	44	415	34
SP10 Ovest	Via Cremona P.L.	108	631	21
SP10 Est	SP10 Ovest	26	439	60
SP10 Est	Via Cremona	48	483	36
SP10 Est	Viale Lombardia	42	417	36
SP10 Est	Via Cremona P.L.	99	633	23
Via Cremona	SP10 Est	55	536	35
Via Cremona	SP10 Ovest	45	499	40
Via Cremona	Viale Lombardia	33	311	34
Via Cremona	Via Cremona P.L.	79	461	21
Viale Lombardia	SP10 Est	47	443	34
Viale Lombardia	SP10 Ovest	42	406	35
Viale Lombardia	Via Cremona	32	284	32
Viale Lombardia	Via Cremona P.L.	119	369	11
Via Cremona P.L.	SP10 Est	106	629	21
Via Cremona P.L.	SP10 Ovest	77	592	28
Via Cremona P.L.	Via Cremona	82	471	21
Via Cremona P.L.	Viale Lombardia	49	405	30

Tabella 13: Tempi di viaggio, distanza e velocità media – Scenario attuale



Da	A	Tempo viaggio attuale [s]	Distanza attuale [m]	Velocità Attuale [km/h]
SP10 Ovest	SP10 Est	36	454	45
SP10 Ovest	Via Cremona	48	473	35
SP10 Ovest	Viale Lombardia	42	407	35
SP10 Ovest	Viale Valzania	60	751	45
SP10 Est	SP10 Ovest	39	446	42
SP10 Est	Via Cremona	48	536	40
SP10 Est	Viale Lombardia	42	473	41
SP10 Est	Viale Valzania	59	818	49
Via Cremona	SP10 Est	58	610	38
Via Cremona	SP10 Ovest	52	497	35
Via Cremona	Viale Lombardia	34	312	33
Via Cremona	Viale Valzania	83	800	35
Viale Lombardia	SP10 Est	51	517	36
Viale Lombardia	SP10 Ovest	48	405	30
Viale Lombardia	Via Cremona	31	284	33
Viale Lombardia	Viale Valzania	75	707	34
Viale Valzania	SP10 Est	60	804	48
Viale Valzania	SP10 Ovest	56	691	44
Viale Valzania	Via Cremona	76	888	42
Viale Valzania	Viale Lombardia	72	825	41


Tabella 14: Tempi di viaggio, distanza e velocità media – Scenario di progetto

	ADEGUAMENTO PFTE CODOGNO-CREMONA-MANTOVA					
	STUDIO DI TRASPORTO	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
	NM1S	03 F 16	RG	TS0003 001	A	114 di 203

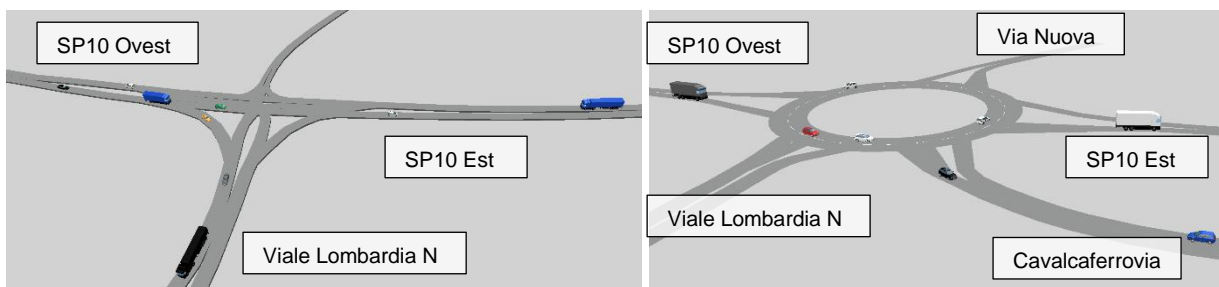
Da	A	Tempo viaggio progetto [s]		Distanza progetto [m]		Velocità progetto [km/h]	
		Diff assoluta	Diff %	Diff assoluta	Diff %	Diff assoluta	Diff %
SP10 Ovest	SP10 Est	5,98	16%	12,93	3%	-7,34	-16%
SP10 Ovest	Via Cremona	1,69	4%	-7,84	-2%	-1,89	-5%
SP10 Ovest	Viale Lombardia	-1,90	-5%	-7,77	-2%	1,11	3%
SP10 Ovest	Via Cremona P.L.	-48,05	-81%	119,96	16%	24,40	54%
SP10 Est	SP10 Ovest	12,31	32%	7,69	2%	-18,39	-44%
SP10 Est	Via Cremona	0,00	0%	52,72	10%	3,95	10%
SP10 Est	Viale Lombardia	-0,17	0%	56,12	12%	4,95	12%
SP10 Est	Via Cremona P.L.	-39,79	-67%	184,29	23%	26,48	54%
Via Cremona	SP10 Est	3,10	5%	73,30	12%	2,67	7%
Via Cremona	SP10 Ovest	6,55	13%	-1,78	0%	-5,15	-15%
Via Cremona	Viale Lombardia	0,59	2%	0,46	0%	-0,54	-2%
Via Cremona	Via Cremona P.L.	3,78	5%	338,97	42%	13,74	40%
Viale Lombardia	SP10 Est	4,02	8%	73,18	14%	2,49	7%
Viale Lombardia	SP10 Ovest	6,18	13%	-0,81	0%	-4,54	-15%
Viale Lombardia	Via Cremona	-1,32	-4%	-0,05	0%	1,38	4%
Viale Lombardia	Via Cremona P.L.	-43,93	-58%	338,00	48%	22,67	67%
Via Cremona P.L.	SP10 Est	-45,27	-75%	174,46	22%	26,55	55%
Via Cremona P.L.	SP10 Ovest	-20,65	-37%	98,80	14%	16,59	37%
Via Cremona P.L.	Via Cremona	-5,94	-8%	417,39	47%	21,28	51%
Via Cremona P.L.	Viale Lombardia	23,70	33%	420,00	51%	11,09	27%

Tabella 15: Confronto Tempi di viaggio, distanza e velocità media

Dal confronto tra i tempi di viaggio, le distanze e la velocità media si nota che la Strada Provinciale registra nel progetto un aumento dei tempi e una conseguente diminuzione della velocità media di percorrenza. Diminuisce fortemente il tempo di viaggio in direzione da o verso bozzolo, dove prima per compiere l'itinerario i veicoli passavano dal passaggio al livello e poi nello stato di progetto i veicoli utilizzano il Cavalcaferrovia. Nonostante la distanza percorsa per compiere l'itinerario aumenti del circa 40% nello stato di progetto, il tempo di viaggio diminuisce notevolmente, ed anche la velocità di percorrenza. Dimostra l'effetto positivo della soppressione del passaggio al livello.

	ADEGUAMENTO PFTE CODOGNO-CREMONA-MANTOVA					
	STUDIO DI TRASPORTO	COMMESSA NM1S	LOTTO 03 F 16	CODIFICA RG	DOCUMENTO TS0003 001	REV. A

6.1.3.2.6.6 Livello di Servizio delle intersezioni

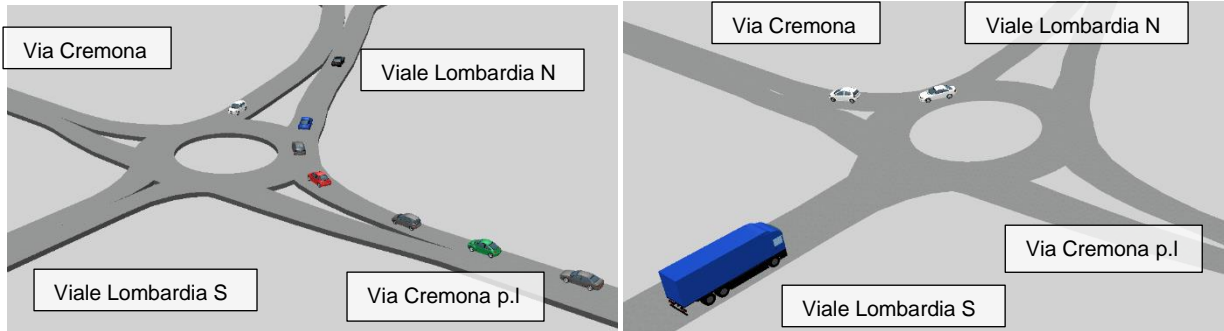


LIVELLO DI SERVIZIO DELL'INTERSEZIONE ATTUALE : A								
Da	A	Lunghezza coda media [m]	Lunghezza coda max [m]	N° Veicoli	Ritardo veicoli [s]	Stop medio per veicolo [s]	Stops nel nodo [s]	LOS
Nodo intersezione		0	74	938	3	0	0	A
SP10 Ovest	SP10 Est	0	0	277	2	0	0	A
SP10 Est	SP10 Ovest	0	0	259	2	0	0	A
SP10 Ovest	Viale Lombardia N	0	0	121	1	0	0	A
SP10 Est	Viale Lombardia N	0	11	71	4	0	0	A
Viale Lombardia N	SP10 Est	0	25	163	4	1	0	A
Viale Lombardia N	SP10 Ovest	0	18	48	2	0	0	A

LIVELLO DI SERVIZIO DELL'INTERSEZIONE A ROTATORIA DI PROGETTO : A								
Da	A	Lunghezza coda media [m]	Lunghezza coda max [m]	N° Veicoli	Ritardo veicoli [s]	Stop medio per veicolo [s]	Stops nel nodo [s]	LOS
Nodo intersezione		0	39	1035	3	0	0	A
SP10 Ovest	Viale Lombardia N	0	39	61	3	0	0	A
SP10 Ovest	SP10 Est	0	39	255	3	0	0	A
SP10 Ovest	Cavalcaferrovia	0	39	82	3	0	0	A
SP10 Est	Viale Lombardia N	0	24	20	3	0	0	A
SP10 Est	SP10 Ovest	0	24	284	3	0	0	A
SP10 Est	Cavalcaferrovia	0	24	26	4	0	0	A
Viale Lombardia N	SP10 Ovest	0	13	14	4	0	0	A
Viale Lombardia N	Cavalcaferrovia	0	13	64	2	0	0	A
Viale Lombardia N	SP10 Est	0	13	43	3	0	0	A
Cavalcaferrovia	Viale Lombardia N	0	6	63	3	0	0	A
Cavalcaferrovia	SP10 Ovest	0	6	59	3	0	0	A
Cavalcaferrovia	SP10 Est	0	6	64	2	0	0	A

Tabella 16: Livello di servizio dell'intersezione attuale e di progetto

Sia nello stato attuale che nello stato di progetto, il livello di servizio per l'intersezione nella SP10 e il livello di servizio per la rotatoria a 5 bracci lungo la SP10 sono ugualmente ottimali. Nonostante il numero maggiore di veicoli che utilizzano l'intersezione a rotatoria nello stato di progetto, la lunghezza di coda massima migliora fortemente nello stato di progetto.


LIVELLO DI SERVIZIO DELL'INTERSEZIONE A ROTATORIA ATTUALE : A


Da	A	Lunghezza coda media [m]	Lunghezza coda max [m]	N° Veicoli	Ritardo veicoli [s]	Stop medio per veicolo [s]	Stops nel nodo [s]	LOS
Nodo intersezione		0	90	553	3	0	0	A
Viale Lombardia N	Via Cremona p.I	0	27	89	1	0	0	A
Viale Lombardia N	Via Cremona	0	27	56	1	0	0	A
Viale Lombardia N	Viale Lombardia S	0	27	47	2	0	0	A
Viale Lombardia S	Via Cremona p.I	0	18	9	1	0	0	A
Viale Lombardia S	Via Cremona	0	18	24	2	0	0	A
Viale Lombardia S	Viale Lombardia N	0	18	27	3	0	0	A
Via Cremona	Viale Lombardia S	0	7	38	2	0	0	A
Via Cremona	Viale Lombardia N	0	7	29	1	0	0	A
Via Cremona	Via Cremona p.I	0	7	55	2	0	0	A
Via Cremona p.I	Via Cremona	0	84	18	1	0	0	A
Via Cremona p.I	Viale Lombardia S	0	84	6	2	0	0	A
Via Cremona p.I	Viale Lombardia N	0	84	155	2	0	0	A

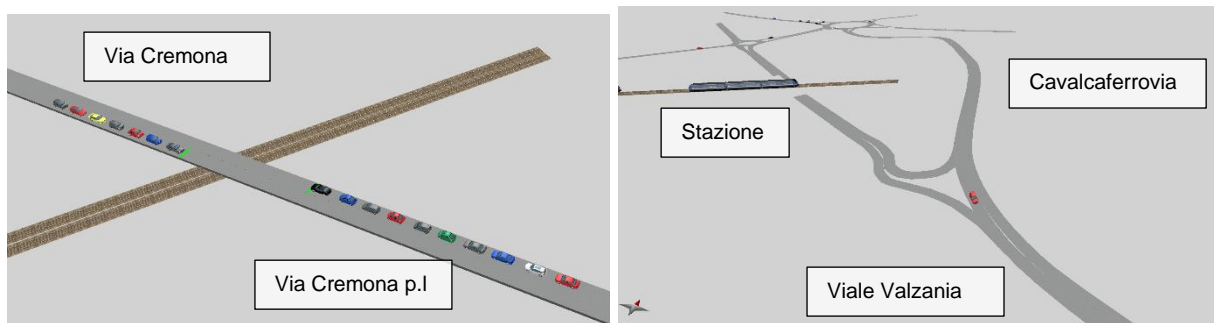
LIVELLO DI SERVIZIO DELL'INTERSEZIONE A ROTATORIA DI PROGETTO : A

Da	A	Lunghezza coda media [m]	Lunghezza coda max [m]	N° Veicoli	Ritardo veicoli [s]	Stop medio per veicolo [s]	Stops nel nodo [s]	LOS
Nodo intersezione		0	19	293	2	0	0	A
Viale Lombardia N	Via Cremona p.I	0	12	0				A
Viale Lombardia N	Via Cremona	0	12	72	1	0	0	A
Viale Lombardia N	Viale Lombardia S	0	12	72	1	0	0	A
Viale Lombardia S	Via Cremona p.I	0	6	4	2	0	0	A
Viale Lombardia S	Via Cremona	0	6	25	1	0	0	A
Viale Lombardia S	Viale Lombardia N	0	6	36	2	0	0	A
Via Cremona	Viale Lombardia S	0	19	0				A
Via Cremona	Viale Lombardia N	0	19	84	2	0	0	A
Via Cremona	Via Cremona p.I	0	19	0				A
Via Cremona p.I	Via Cremona	0	0	0				A
Via Cremona p.I	Viale Lombardia S	0	0	0				A
Via Cremona p.I	Viale Lombardia N	0	0	0				A

Tabella 17: Livello di servizio dell'intersezione a rotatoria attuale e di progetto

Sia nello scenario attuale che nello scenario di progetto il livello di servizio risulta ottimale.

	ADEGUAMENTO PFTE CODOGNO-CREMONA-MANTOVA					
	STUDIO DI TRASPORTO	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
	NM1S	03 F 16	RG	TS0003 001	A	117 di 203




LIVELLO DI SERVIZIO DELL'INTERSEZIONE (P.L) ATTUALE : C								
Da	A	Lunghezza coda media [m]	Lunghezza coda max [m]	N° Veicoli	Ritardo veicoli	Stop medio per veicolo	Stops nel nodo [s]	LOS
Nodo intersezione		4	111	250	30	28	0	C
Via Cremona p.l	Via Cremona	12	111	179	29	27	0	C
Via Cremona	Via Cremona p.l	3	43	65	35	33	0	D

LIVELLO DI SERVIZIO DELL'INTERSEZIONE (Cavalcaferrovia) DI PROGETTO : A								
Da	A	Lunghezza coda media [m]	Lunghezza coda max [m]	N° Veicoli	Ritardo veicoli	Stop medio per veicolo	Stops nel nodo [s]	LOS
Nodo intersezione		0	0	372	1	0	0	A
Stazione	Viale Valzania	0	0	8	0	0	0	A
Viale Valzania	Cavalcaferrovia	0	0	191	0	0	0	A
Cavalcaferrovia	Stazione	0	0	0	0	0	0	A
Cavalcaferrovia	Viale Valzania	0	0	173	2	0	0	A

Tabella 18: Livello di servizio dell'intersezione attuale e di progetto

Nella **Tabella 18** si evidenzia la differenza maggiore tra lo stato attuale e quello di progetto durante la microsimulazione. Il livello di servizio dell'intersezione situata nel passaggio al livello è un LOS **C**, è si nota fortemente dalle code notevoli che si formano durante la simulazione dello stato attuale a causa del P.L. Questo non si ritrova nello stato di progetto, in quanto grazie al cavalcavia, il livello di servizio nell'intera area di studio nello stato di progetto è ottimale. Nello stato attuale invece, il livello di servizio di via cremona che va da ovest a est, ha addirittura un livello di servizio **D**.

Questo studio conferma la forte necessità della soppressione del P.L. e scelta ottimale della realizzazione del cavalcaferrovia.

	ADEGUAMENTO PFTE CODOGNO-CREMONA-MANTOVA					
STUDIO DI TRASPORTO	COMMESSA NM1S	LOTTO 03 F 16	CODIFICA RG	DOCUMENTO TS0003 001	REV. A	FOGLIO 118 di 203

6.1.3.3 Ambito 3: NV27 – Marcaria

6.1.3.3.1 Implementazione del modello di offerta attuale

Nell'ambito dell'area di intervento relativo alla soppressione del passaggio a livello al km 69+414, si riporta di seguito la modellizzazione dello scenario attuale centrata sull'intersezione a rotatoria di collegamento alla nuova sottovia situata km 69+434.

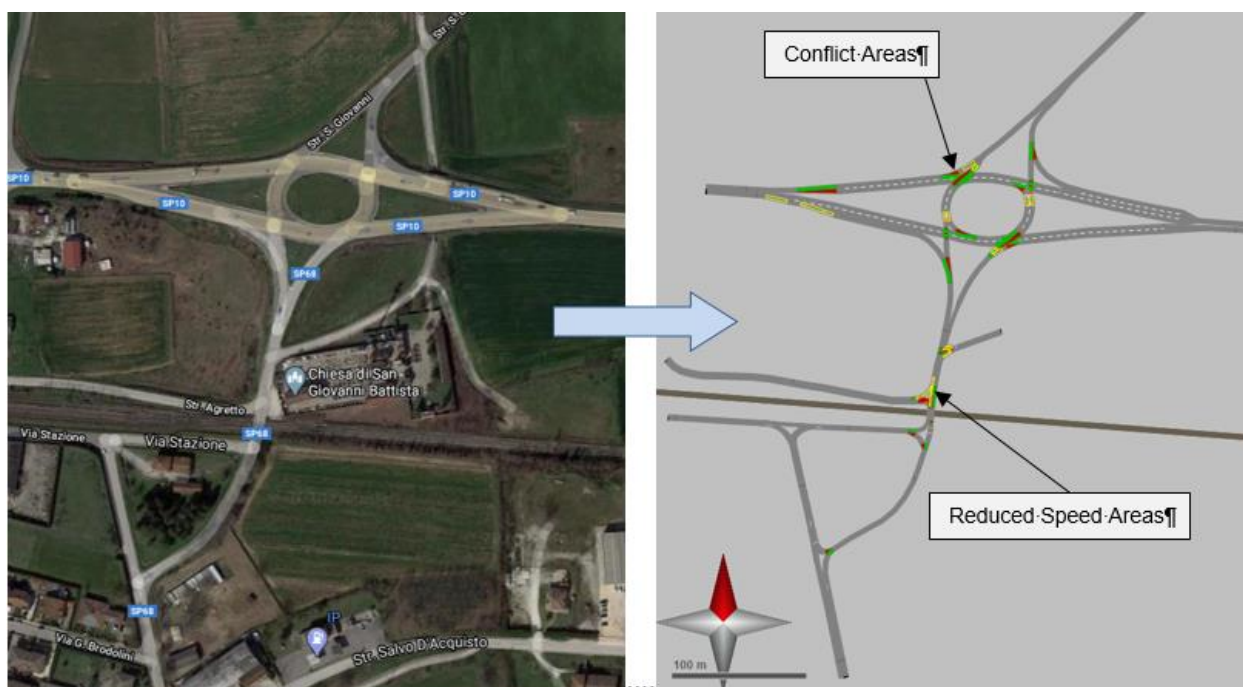



Figura 86. Modellizzazione dell'offerta infrastrutturale attuale NV27

Gli archi sono poi caratterizzati da degli elementi che servono a riprodurre l'effettivo comportamento di guida dell'utente secondo il Codice della Strada. Questi elementi, che si vedono in Figura 86, sono le *conflict areas*, le quali definiscono le regole di precedenza (individuate in rosso e/o verde) e le *reduced speed areas* che corrispondono alle zone in cui è necessario che i veicoli rallentino.

	ADEGUAMENTO PFTE CODOGNO-CREMONA-MANTOVA					
STUDIO DI TRASPORTO	COMMESSA NM1S	LOTTO 03 F 16	CODIFICA RG	DOCUMENTO TS0003 001	REV. A	FOGLIO 119 di 203

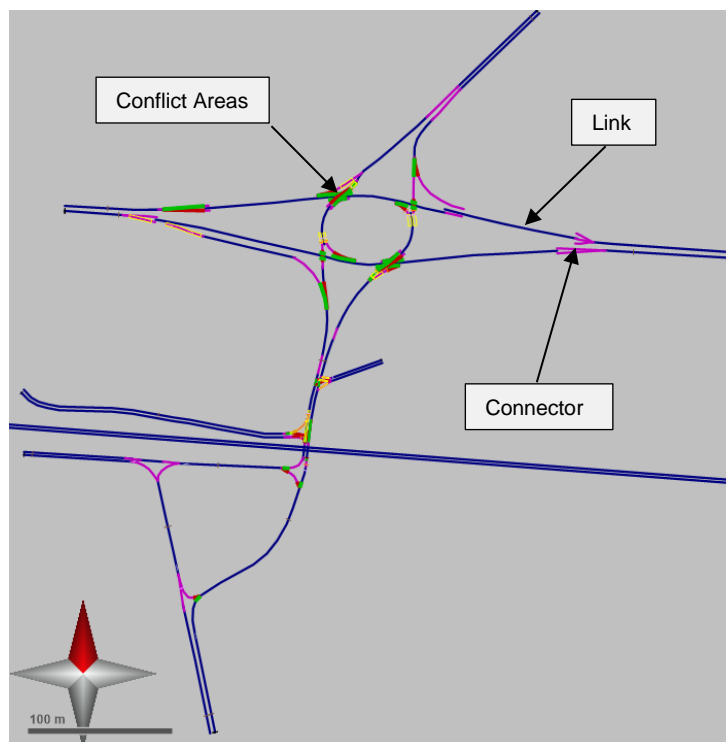



Figura 87. Modellizzazione dell'offerta infrastrutturale attuale – caratterizzazione funzionale

In Figura 87 si evidenziano le diverse caratteristiche funzionali degli archi con i diversi colori dei rami della rete (blu e magenta): in blu sono riportate le strade principali “Link”, mentre in magenta le connessioni “Link-connector” tra i vari archi della rete. Le connessioni sono quelle parti di rete che consentono la rappresentazione delle singole “manovre”, siano esse di immissione in autostrada o in una rotatoria, ovvero di cambio della corsia, di diversione, etc.

Un altro elemento fondamentale sono le cosiddette “regole”, ossia tutti quegli elementi che l’utente segue grazie ai cartelli stradali, con riferimento alla gestione delle intersezioni:

- Regime di priorità;
- Regole di una rotatoria;
- Controllo semaforizzato in corrispondenza del passaggio a livello.

	ADEGUAMENTO PFTE CODOGNO-CREMONA-MANTOVA					
STUDIO DI TRASPORTO	COMMESSA NM1S	LOTTO 03 F 16	CODIFICA RG	DOCUMENTO TS0003 001	REV. A	FOGLIO 120 di 203

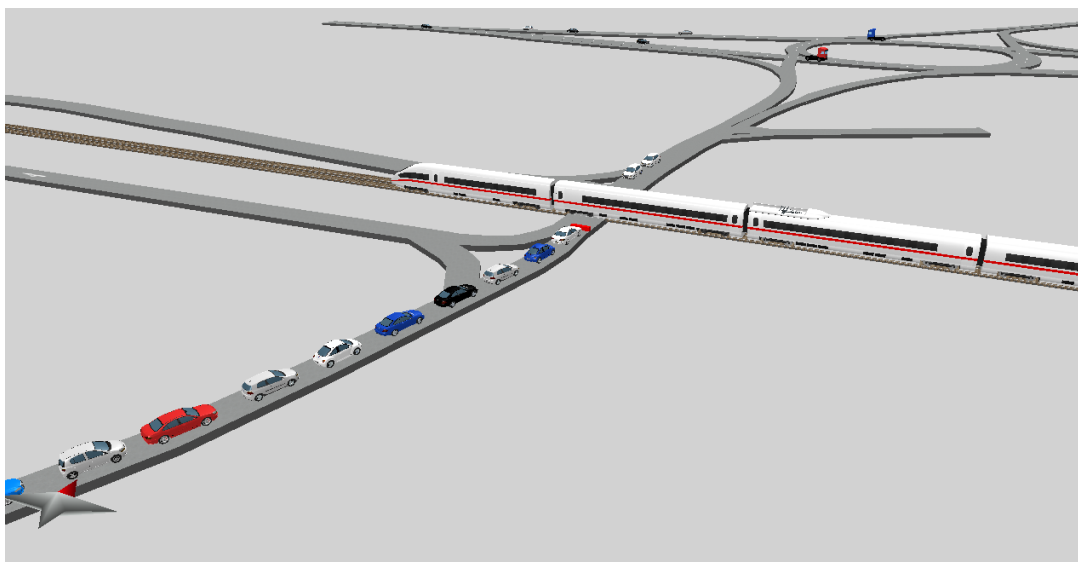



Figura 88. Controllo semaforizzato in corrispondenza del PL

6.1.3.3.2 La domanda di mobilità attuale

La domanda di mobilità è basata sui rilievi veicolari e viene inserita nel modello tramite i cosiddetti *vehicle inputs* che determinano, in un certo intervallo di tempo, quanti veicoli entrano nella modello di rete. Successivamente, per stabilire i percorsi e le svolte che i veicoli seguono si inseriscono le *vehicles routes* che rappresentano le percentuali di svolta la cui somma deve dare 1.

La totalità dei veicoli inseriti nel modello è rappresentata in figura:

	ADEGUAMENTO PFTE CODOGNO-CREMONA-MANTOVA					
STUDIO DI TRASPORTO	COMMESSA NM1S	LOTTO 03 F 16	CODIFICA RG	DOCUMENTO TS0003 001	REV. A	FOGLIO 121 di 203

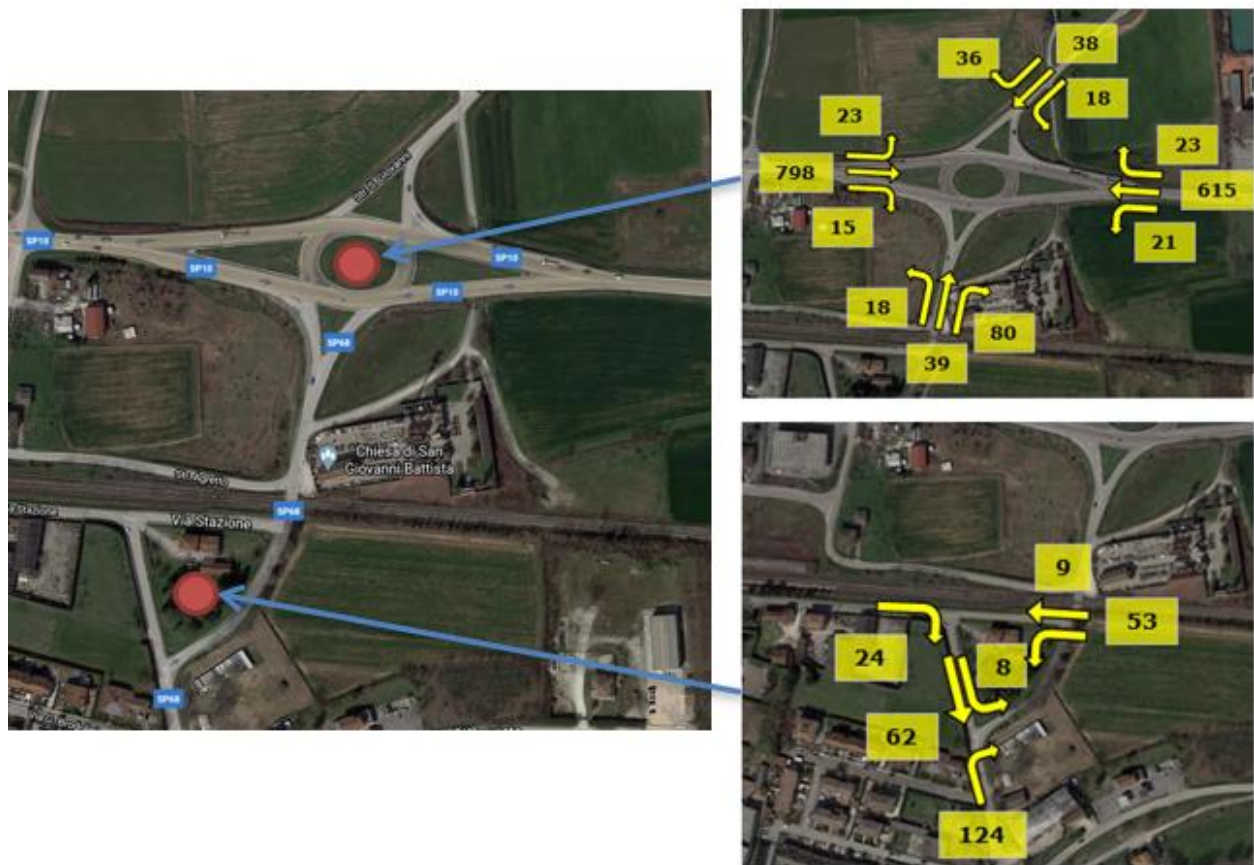



Figura 89. Domanda complessivamente implementata nel modello

La costruzione della domanda utilizzata come input per la simulazione eseguita con l'ausilio del software è stata condotta integrando i dati di ogni sezione di conteggio con quelli relativi alle manovre alle intersezioni e verificando, per ogni nodo della rete, il cosiddetto "equilibrio al nodo".

Se pur di pochi veicoli, tra una sezione di conteggio e l'altra è stato riscontrato uno squilibrio. Per far fronte a questa mancanza di dati è stato ipotizzato che i veicoli mancanti fossero destinati o originati dalle aree interposte tra le due sezioni di conteggio poiché vi è un accesso a una zona industriale, dove si ipotizza che si riversino i mezzi pesanti e un accesso alla chiesa di San Giovanni Battista la quale può essere origine o destinazione di veicoli leggeri:

	ADEGUAMENTO PFTE CODOGNO-CREMONA-MANTOVA					
STUDIO DI TRASPORTO	COMMESSA NM1S	LOTTO 03 F 16	CODIFICA RG	DOCUMENTO TS0003 001	REV. A	FOGLIO 122 di 203

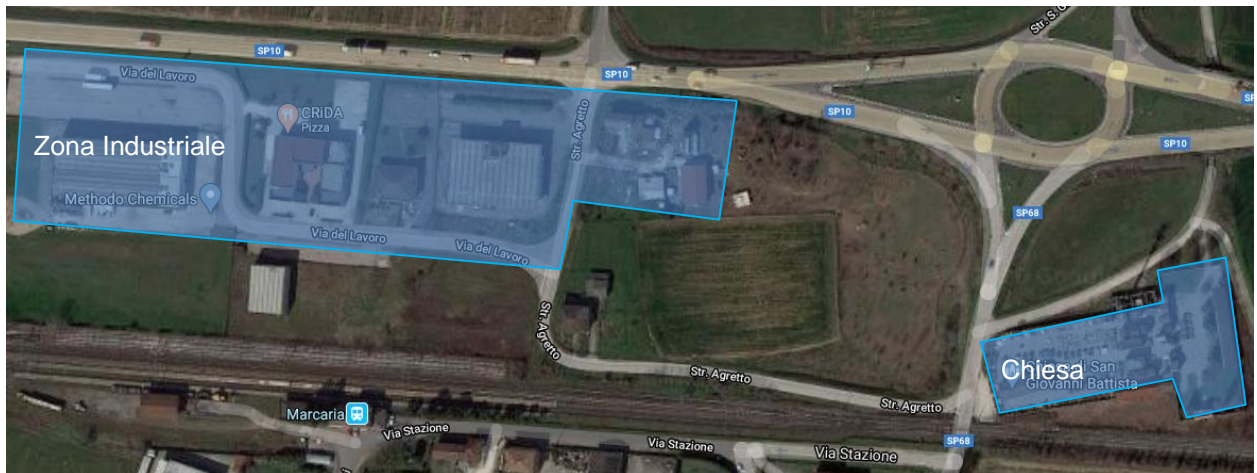



Figura 90. Zona industriale Marcaria – Chiesa

6.1.3.3 Implementazione del modello di offerta



Figura 91. Costruzione modello di offerta

Anche nella modellizzazione dell'offerta futura, sono state inserite tutte le possibili aree di conflitto con le relative regole di precedenza secondo il Codice della Strada. A queste, sono state aggiunte le aree di riduzione della velocità nei punti critici quali immissioni, uscite dalla rotatoria e riduzioni della velocità in corrispondenza del sottopasso ferroviario poiché sulla base della geometria impostata e visto il contesto locale in cui si inserisce la strada, la limitazione della velocità massima di progetto è a 40 km/h. Tale

	ADEGUAMENTO PFTE CODOGNO-CREMONA-MANTOVA					
STUDIO DI TRASPORTO	COMMESSA NM1S	LOTTO 03 F 16	CODIFICA RG	DOCUMENTO TS0003 001	REV. A	FOGLIO 123 di 203

scelta si giustifica, oltre che per motivi economici e di impatto sul territorio, anche considerando la presenza delle due curve planimetriche da 60 m (che garantiscono una velocità di percorrenza pari a 45 km/h) a sud della ferrovia necessarie per innestarsi sulla viabilità esistente e preservare gli edifici. Per garantire la sicurezza di marcia si prevede un limite di velocità di 30 km/h.

6.1.3.3.4 La domanda di mobilità futura

La domanda di mobilità futura sarà la medesima utilizzata per l'attuale. I veicoli che prima avevano origine o destinazione nella zona industriale sono stati ridistribuiti a seconda della direzione di provenienza. Per quanto riguarda gli spostamenti diretti o originati al cimitero, non vi sono modifiche poiché la nuova rotatoria vi consente un accesso diretto.

6.1.3.3.5 Confronto tra stato di fatto e progetto

Il confronto tra lo stato di fatto e il progetto si basa su indicatori di performance nell'ora di punta (07-08) quali la velocità media di viaggio, data dal rapporto tra la distanza tra due punti e il tempo di viaggio medio, soggetti anch'essi ad analisi di confronto, il ritardo medio, la densità di veicoli e la lunghezza delle code che si formano nello scenario attuale e in quello progettuale.

Tutti questi parametri portano alla definizione di un livello di servizio dell'intersezione attuale e di progetto.

6.1.3.3.5.1 Velocità media

Tra i due scenari si nota una differenza sostanziale nelle velocità della strada provinciale 10 a causa dell'inserimento della rotatoria laddove prima la strada scorreva a flusso ininterrotto. Questa diminuzione di velocità porta ad un aumento della sicurezza stradale per quei veicoli che attualmente percorrono la direttrice nord-sud e che devono immettersi nella SP10 e contemporaneamente un aumento di velocità laddove prima vi era una doppia intersezione a raso governata da STOP nella direzione nord-sud. Inoltre, per via della soppressione del passaggio a livello si ha un naturale aumento della velocità sulla SP68.

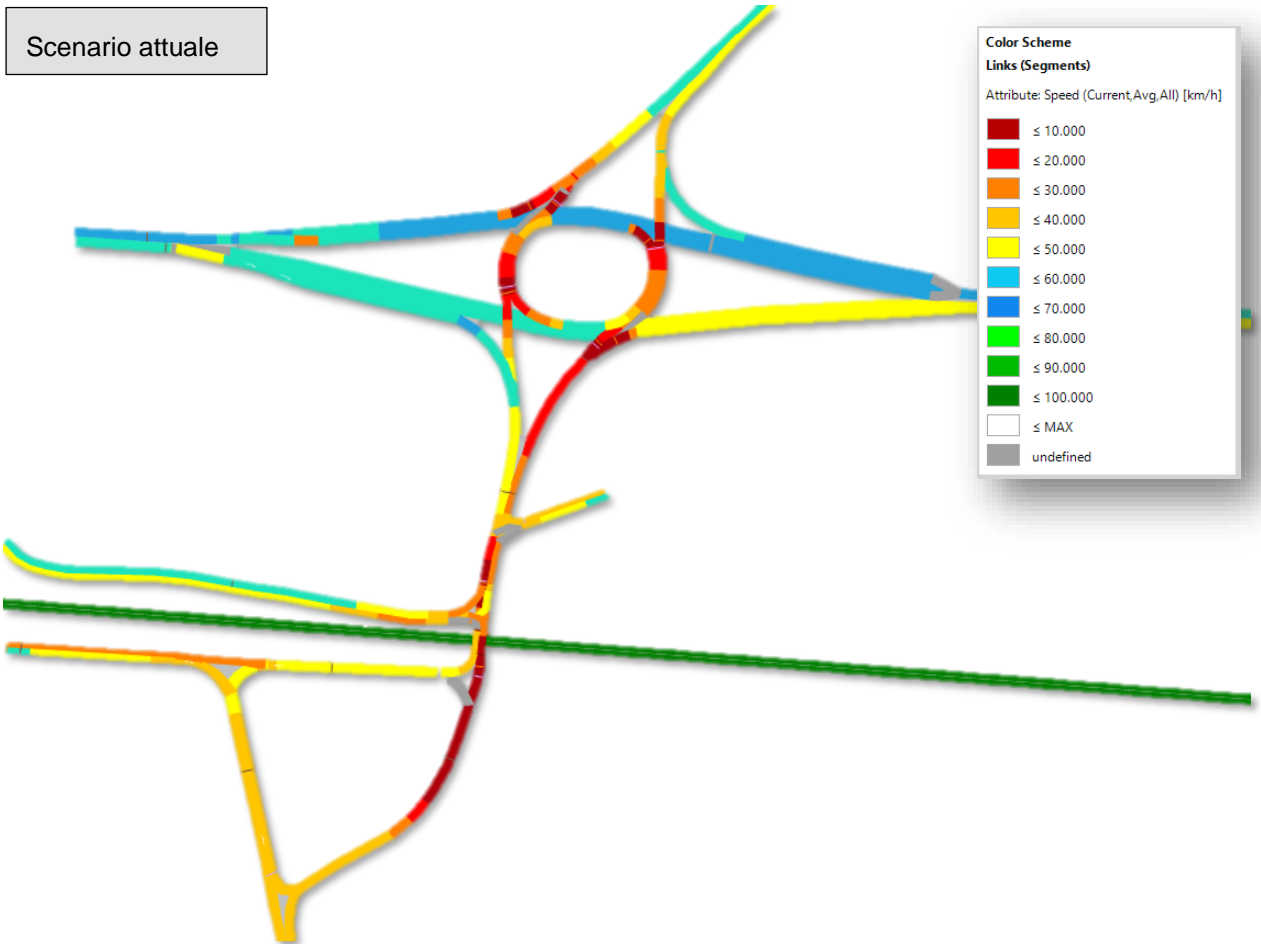



Figura 92. Velocità media nell'ora di punta (07-08) – attuale

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	ADEGUAMENTO PFTE CODOGNO-CREMONA- MANTOVA					
	STUDIO DI TRASPORTO	COMMESSA NM1S	LOTTO 03 F 16	CODIFICA RG	DOCUMENTO TS0003 001	REV. A

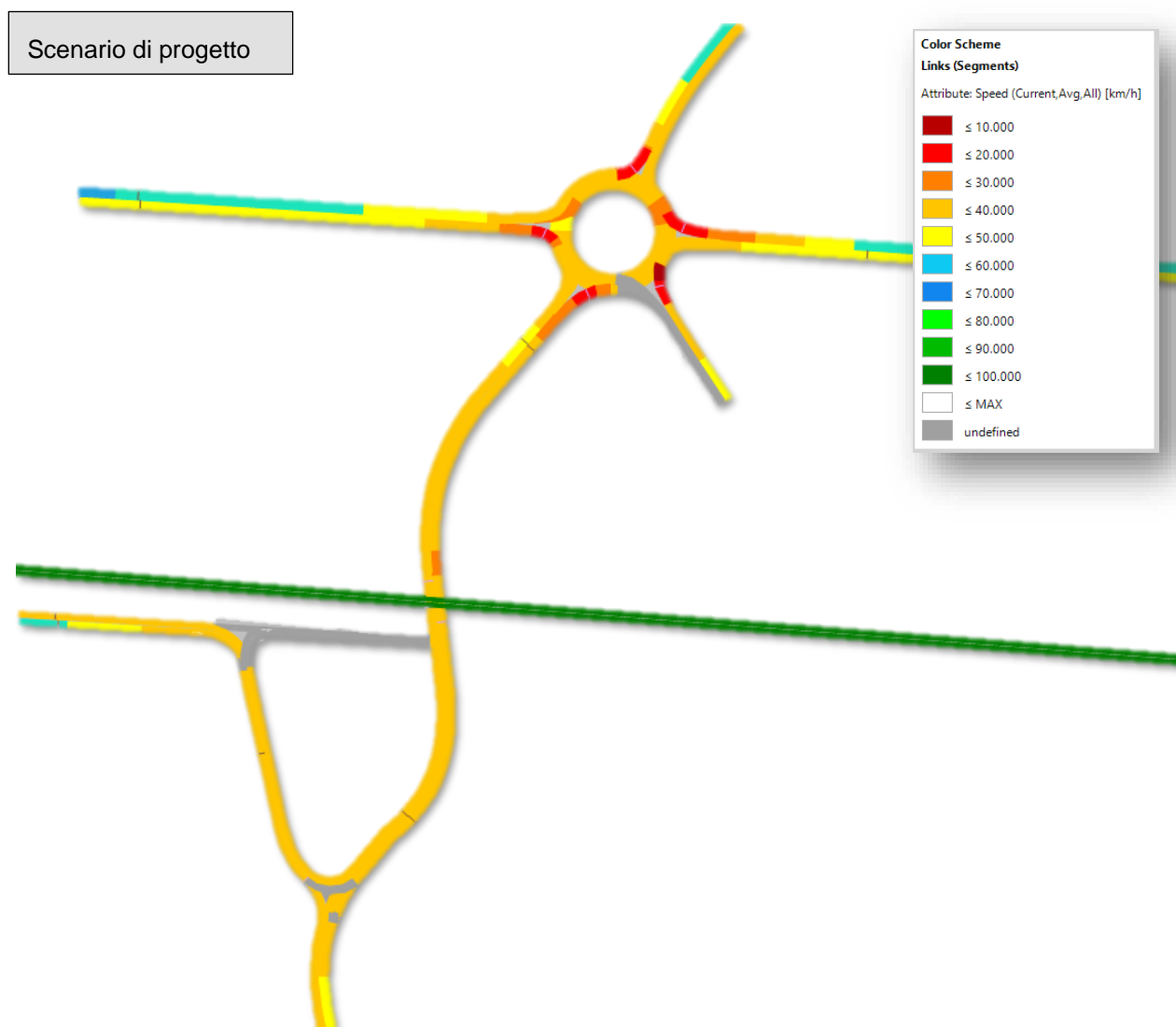



Figura 93. Velocità media nell'ora di punta (07-08) – progetto

6.1.3.3.5.2 Ritardo Medio %

Il cambiamento dell'intersezione tra la SP68 e la SP10, porta a una distribuzione omogenea del ritardo, maggiormente concentrato nelle immissioni della rotatoria. Tale ritardo, nel confronto tra scenario attuale e progetto, scompare in corrispondenza del sottopasso ferroviario poiché nell'attuale il passaggio è ostacolato periodicamente dal transito del treno con conseguente formazione di lunghe code.

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>ADEGUAMENTO PFTE CODOGNO-CREMONA-MANTOVA</p>					
<p>STUDIO DI TRASPORTO</p>	<p>COMMESSA NM1S</p>	<p>LOTTO 03 F 16</p>	<p>CODIFICA RG</p>	<p>DOCUMENTO TS0003 001</p>	<p>REV. A</p>	<p>FOGLIO 126 di 203</p>

Scenario attuale



Figura 94. Ritardo medio % nell'ora di punta (07-08) – attuale

Scenario di progetto

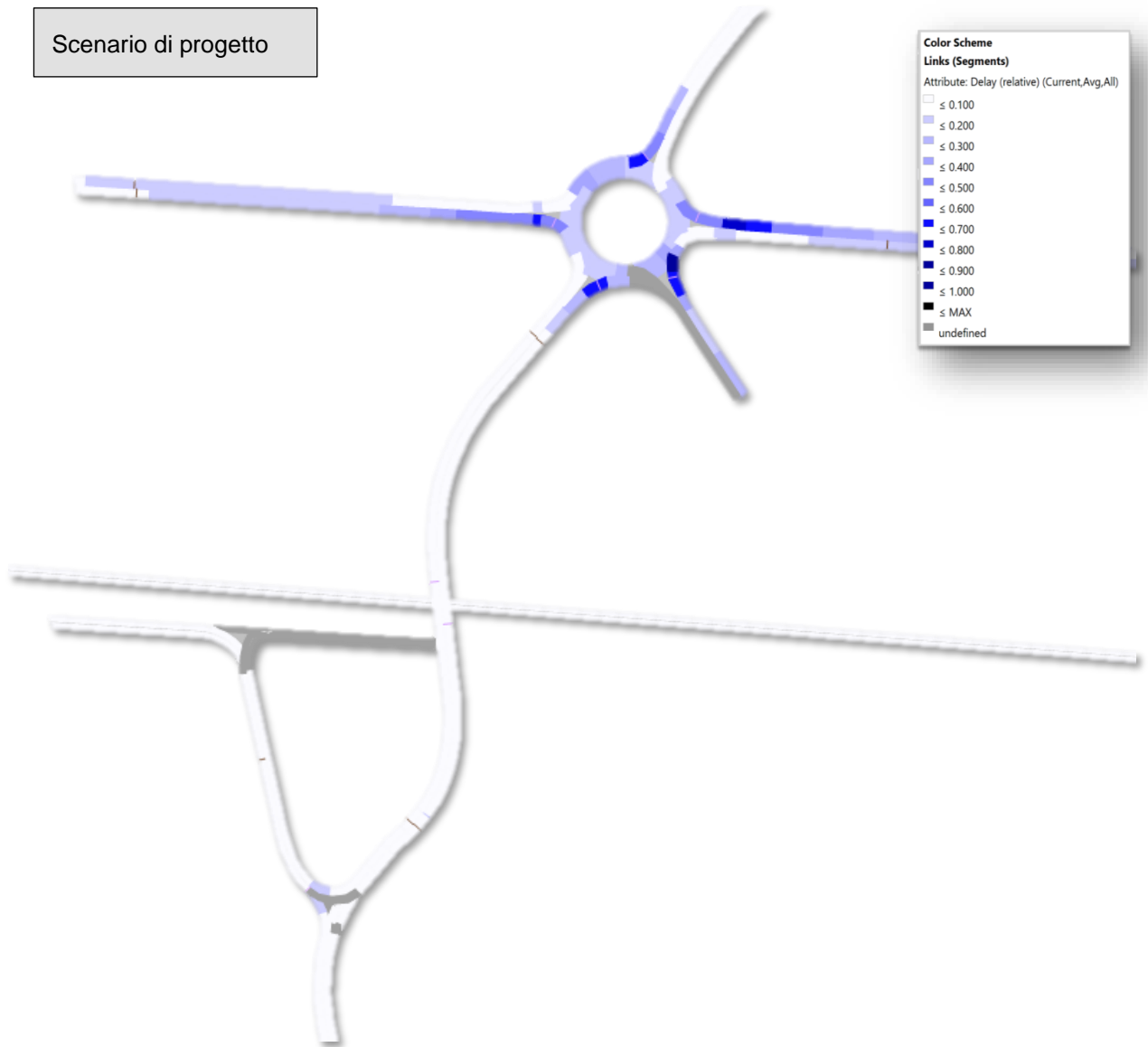



Figura 6-95. Ritardo medio % nell'ora di punta (07-08) – progetto

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>ADEGUAMENTO PFTE CODOGNO-CREMONA-MANTOVA</p>					
<p>STUDIO DI TRASPORTO</p>	<p>COMMESSA NM1S</p>	<p>LOTTO 03 F 16</p>	<p>CODIFICA RG</p>	<p>DOCUMENTO TS0003 001</p>	<p>REV. A</p>	<p>FOGLIO 128 di 203</p>

6.1.3.3.5.3 Densità di veicoli

Non si hanno particolari fenomeni di densità elevate nella rete attuale o di progetto se non nelle immediate vicinanze della rotonda e nell'area del passaggio a livello.

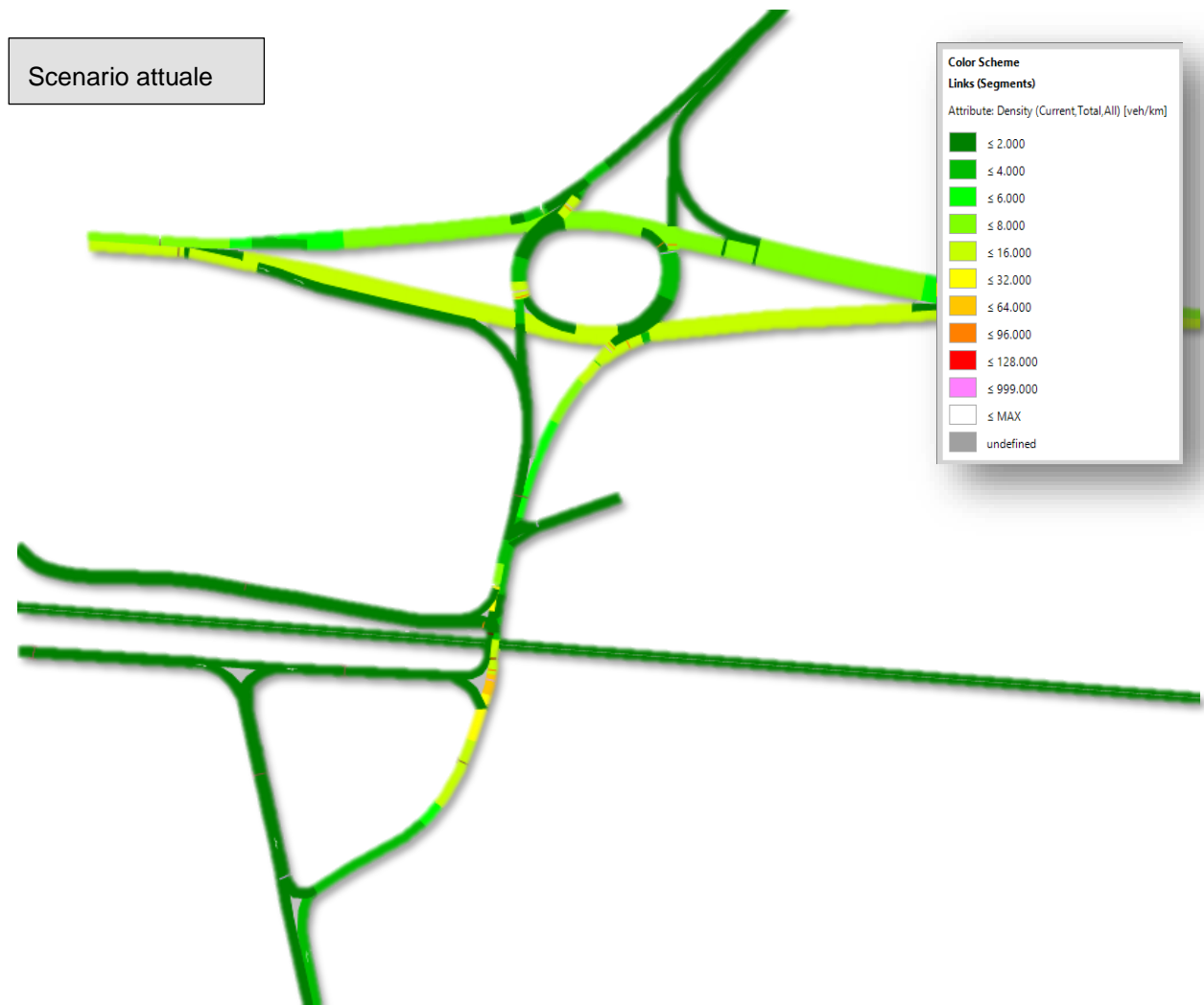


Figura 96. Densità di veicoli nell'ora di punta (07-08) – attuale

Scenario di progetto

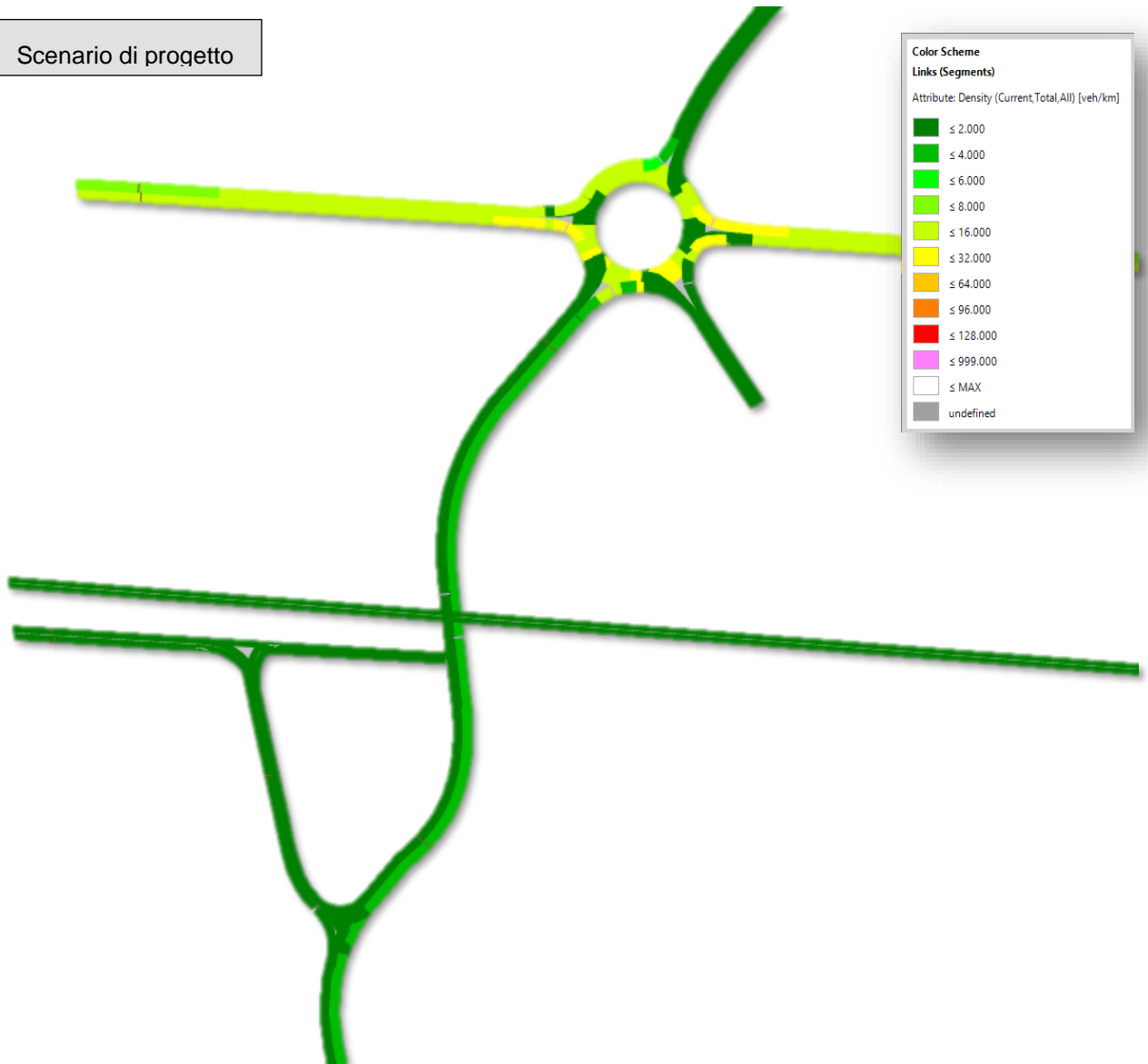



Figura 97. Densità di veicoli nell'ora di punta (07-08) – progetto

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>ADEGUAMENTO PFTE CODOGNO-CREMONA-MANTOVA</p>					
<p>STUDIO DI TRASPORTO</p>	<p>COMMESSA NM1S</p>	<p>LOTTO 03 F 16</p>	<p>CODIFICA RG</p>	<p>DOCUMENTO TS0003 001</p>	<p>REV. A</p>	<p>FOGLIO 130 di 203</p>

6.1.3.3.5.4 Volume veicolare

Il volume dei veicoli nell'ora di punta in entrambi gli scenari rimane invariato poiché la domanda non cambia in maniera sostanziale. Ciò che cambia è solo la redistribuzione dei flussi conseguente al cambio degli schemi di circolazione del progetto.

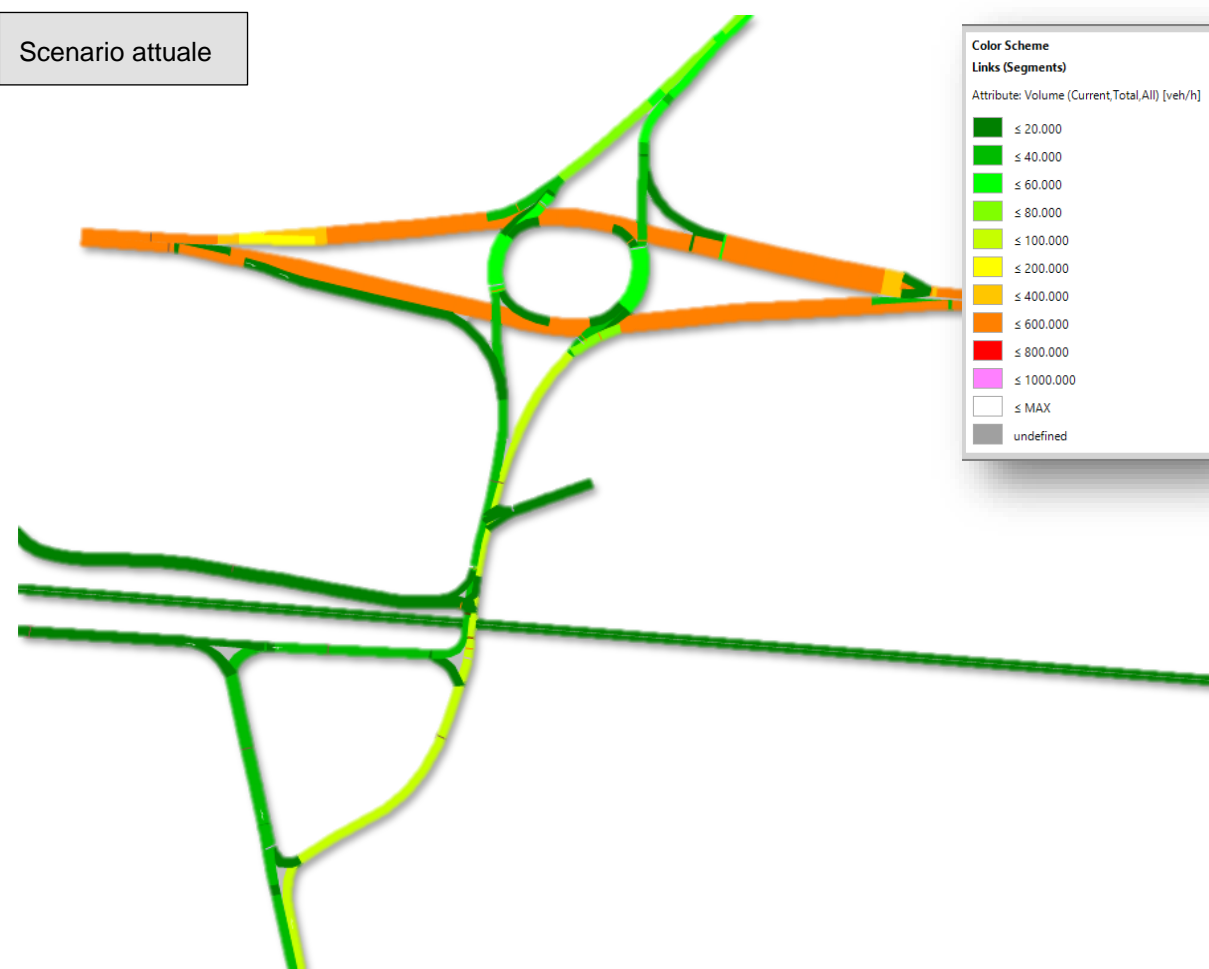


Figura 98. Volume veicolare nell'ora di punta (07-08) – attuale



 ITAFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	ADEGUAMENTO PFTE CODOGNO-CREMONA- MANTOVA					
	STUDIO DI TRASPORTO	COMMESSA NM1S	LOTTO 03 F 16	CODIFICA RG	DOCUMENTO TS0003 001	REV. A



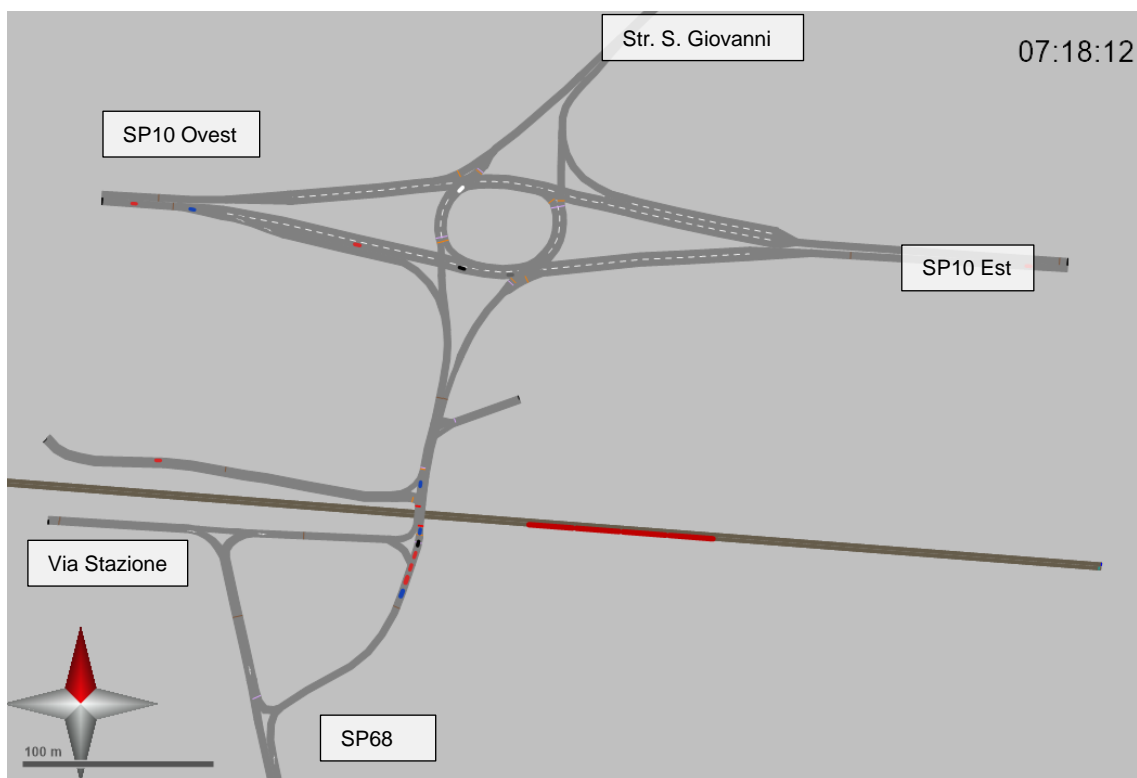
Figura 99. Volume veicolare nell'ora di punta (07-08) – progetto

6.1.3.3.5.5 Tempi di viaggio medio, distanza e velocità media

Di seguito si riportano i tempi di viaggio e le distanze per percorrere la rete da ogni input del modello durante l'ora di punta 07-08. Oltre ai tempi, è stata calcolata la velocità media ed espressa in km/h.

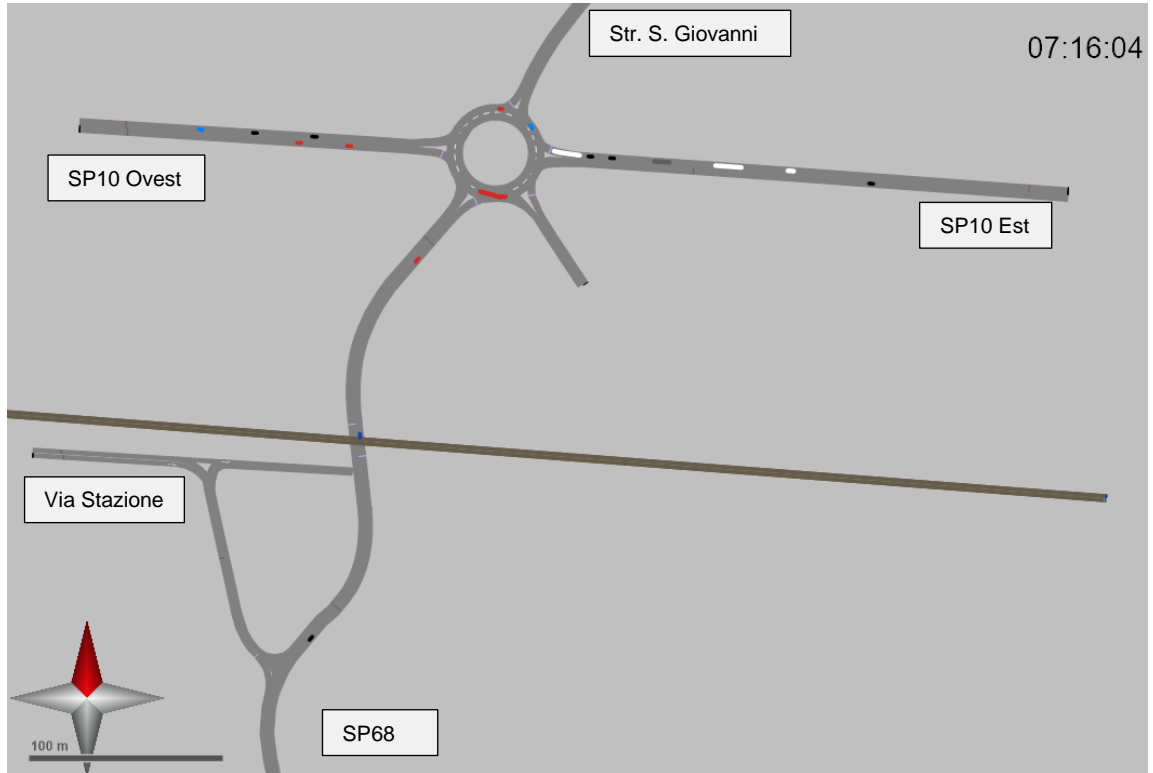
	ADEGUAMENTO PFTE CODOGNO-CREMONA-MANTOVA					
	STUDIO DI TRASPORTO	COMMESSA NM1S	LOTTO 03 F 16	CODIFICA RG	DOCUMENTO TS0003 001	REV. A

In grassetto, si riportano le relazioni fondamentali per questo intervento.



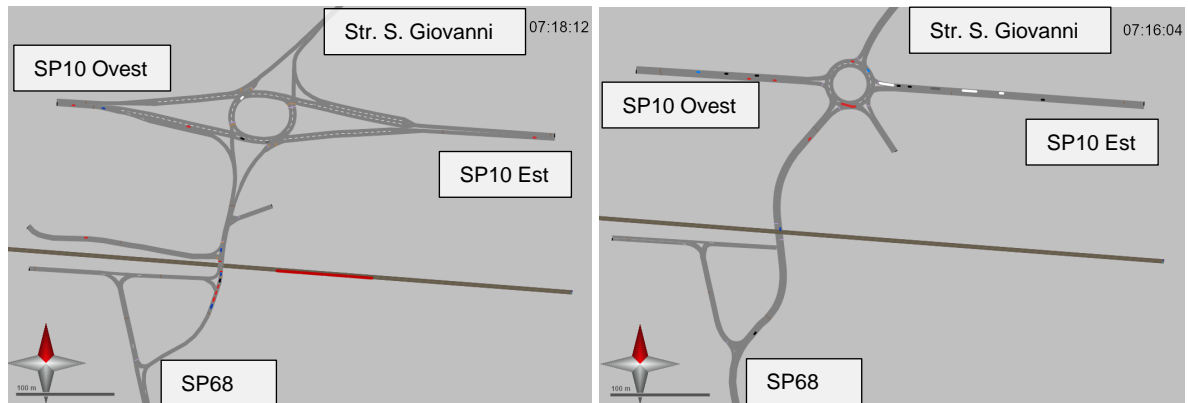
Da	A	Tempo viaggio attuale [s]	Distanza attuale [m]	Velocità Attuale [km/h]
SP10 Est	Str. S. Giovanni	28	418	53
SP10 Est	SP10 Ovest	30	506	62
SP10 Est	Via Stazione	195	697	13
SP10 Est	SP 68	81	788	35
Str. S. Giovanni	SP10 Ovest	35	368	37
Str. S. Giovanni	SP 68	130	657	18
Str. S. Giovanni	SP10 Est	60	550	33
SP10 Ovest	Via Stazione	50	498	36
SP10 Ovest	SP 68	44	594	48
SP10 Ovest	SP10 Est	36	508	51
SP10 Ovest	Str. S. Giovanni	38	436	41
SP 68	SP10 Est	123	649	19
SP 68	Str. S. Giovanni	122	582	17
SP 68	SP10 Ovest	162	651	14

Tabella 19: Tempi di viaggio, distanza e velocità media – Scenario attuale



Da	A	Tempo viaggio progetto [s]	Distanza progetto [m]	Velocità progetto [km/h]
SP10 Est	Str. S. Giovanni	43	455	38
SP10 Est	SP10 Ovest	43	512	43
SP10 Est	Via Stazione	83	831	36
SP10 Est	SP 68	68	717	38
Str. S. Giovanni	SP10 Ovest	33	389	42
Str. S. Giovanni	SP 68	60	587	35
Str. S. Giovanni	SP10 Est	46	542	42
SP10 Ovest	Via Stazione	67	681	37
SP10 Ovest	SP 68	56	571	37
SP10 Ovest	SP10 Est	45	519	41
SP10 Ovest	Str. S. Giovanni	40	442	40
SP 68	SP10 Est	71	666	34
SP 68	Str. S. Giovanni	65	588	33
SP 68	SP10 Ovest	65	655	36

Tabella 20: Tempi di viaggio, distanza e velocità media – Scenario di progetto




Da	A	Tempo viaggio [s]		Distanza [m]		Velocità [km/h]	
		Diff assoluta	Diff %	Diff assoluta	Diff %	Diff assoluta	Diff %
SP10 Est	Str. S. Giovanni	14	33%	37	8%	-15	-38%
SP10 Est	SP10 Ovest	14	31%	6	1%	-19	-44%
SP10 Est	Via Stazione	-112	-136%	134	16%	23	65%
SP10 Est	SP 68	-13	-19%	-71	-10%	3	7%
Str. S. Giovanni	SP10 Ovest	-2	-7%	21	5%	5	12%
Str. S. Giovanni	SP 68	-70	-116%	-71	-12%	17	48%
Str. S. Giovanni	SP10 Est	-14	-29%	-9	-2%	9	21%
SP10 Ovest	Via Stazione	17	26%	183	27%	1	2%
SP10 Ovest	SP 68	11	20%	-23	-4%	-11	-31%
SP10 Ovest	SP10 Est	9	21%	12	2%	-10	-23%
SP10 Ovest	Str. S. Giovanni	1	3%	6	1%	-1	-2%
SP 68	SP10 Est	-52	-74%	18	3%	15	44%
SP 68	Str. S. Giovanni	-58	-90%	6	1%	16	48%
SP 68	SP10 Ovest	-97	-150%	4	1%	22	60%

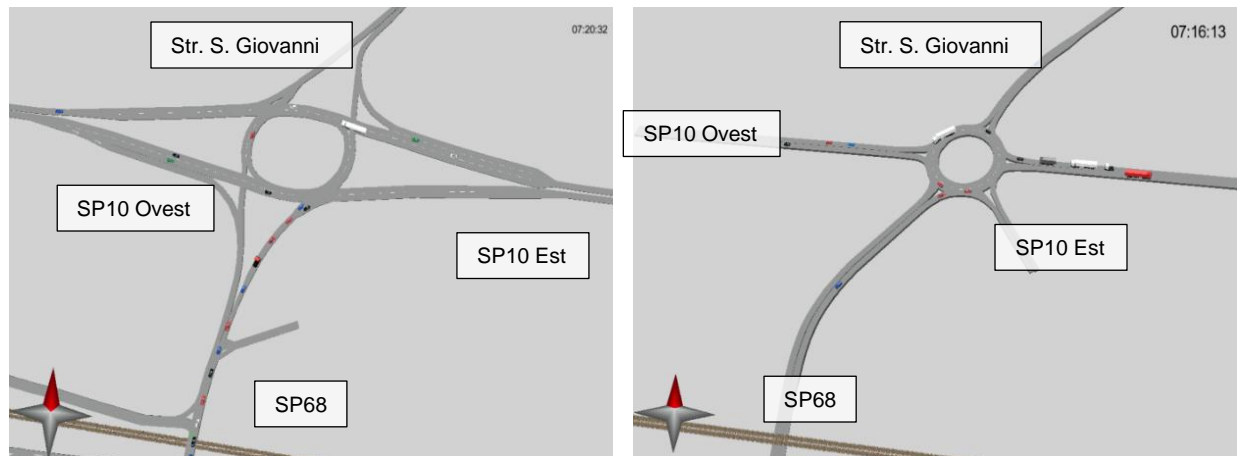
Tabella 21: Confronto Tempi di viaggio, distanza e velocità media

Dal confronto tra i tempi di viaggio, le distanze e la velocità media si nota che la Strada Provinciale, come già sottolineato nelle analisi della velocità e dei ritardi, registra nel progetto un aumento dei tempi e una conseguente diminuzione della velocità media di percorrenza.

Si ha invece una significativa riduzione dei tempi di viaggio per tutte quelle relazioni che passavano dal passaggio a livello. Si registra una diminuzione dei tempi fino a un -150% rispetto alla situazione attuale e un contemporaneo aumento della velocità del 60%.


	ADEGUAMENTO PFTE CODOGNO-CREMONA-MANTOVA					
	STUDIO DI TRASPORTO	COMMESSA NM1S	LOTTO 03 F 16	CODIFICA RG	DOCUMENTO TS0003 001	REV. A

6.1.3.3.5.6 Livello di Servizio delle intersezioni



LIVELLO DI SERVIZIO DELL'INTERSEZIONE ATTUALE : A

Da	A	Lunghezza coda media [m]	Lunghezza coda max [m]	N° Veicoli	Ritardo veicoli [s]	Stop medio per veicolo [s]	Stops nel nodo [s]	LOS
Nodo intersezione		1	90	1119	5,37	1,01	0,33	A
SP10 E	SP68	1	12	7	5,17	0,16	1,00	A
SP10 E	SP10 W	0	18	413	3,13	0,08	0,02	A
SP10 E	Str. S. Giovanni	0	16	14	0,50	0,00	0,00	A
SP10 W	SP68	0	13	8	0,62	0,00	0,00	A
SP10 W	SP10 E	0	0	503	2,49	0,01	0,00	A
SP10 W	Str. S. Giovanni	0	7	10	5,32	0,88	1,00	A
SP68	SP10 W	2	85	9	25,86	4,03	3,22	D
SP68	SP10 E	2	90	61	23,18	6,23	1,90	C
SP68	Str. S. Giovanni	2	85	27	38,81	22,45	2,89	E
Str. S. Giovanni	SP68	0	13	23	10,65	0,54	2,13	B
Str. S. Giovanni	SP10 W	0	13	25	6,53	0,84	1,00	A
Str. S. Giovanni	SP10 E	0	13	19	13,32	1,60	2,47	B

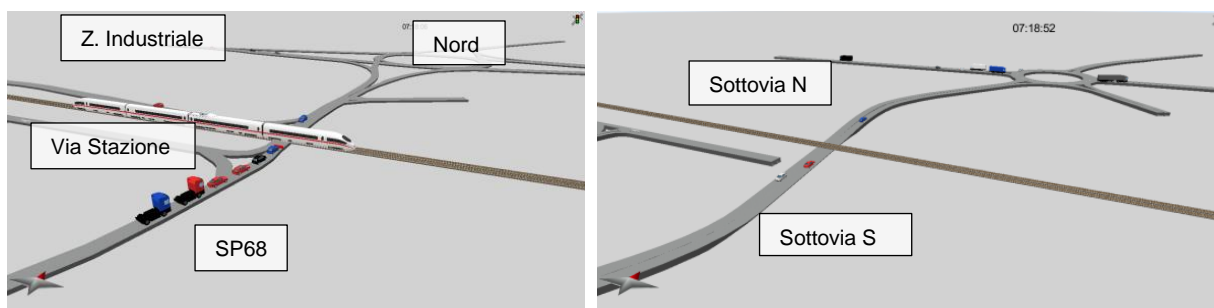
	ADEGUAMENTO PFTE CODOGNO-CREMONA-MANTOVA					
	STUDIO DI TRASPORTO	COMMESSA NM1S	LOTTO 03 F 16	CODIFICA RG	DOCUMENTO TS0003 001	REV. A


LIVELLO DI SERVIZIO DELL'INTERSEZIONE A ROTATORIA DI PROGETTO : A								
Da	A	Lunghezza coda media [m]	Lunghezza coda max [m]	N° Veicoli	Ritardo veicoli [s]	Stop medio per veicolo [s]	Stops nel nodo [s]	LOS
Nodo intersezione		1	68	1121	5,15	0,46	0,16	A
SP10 E	Sottovia	2	55	14	5,44	0,24	0,21	A
SP10 E	SP10 W	2	55	409	5,86	0,57	0,18	A
SP10 E	Str. S. Giovanni	2	55	11	5,52	1,04	0,27	A
SP10 W	Sottovia	1	68	12	4,00	0,16	0,08	A
SP10 W	SP10 E	1	68	497	4,88	0,22	0,11	A
SP10 W	Str. S. Giovanni	1	68	15	6,35	0,11	0,20	A
Sottovia	SP10 W	0	24	11	5,88	1,67	0,27	A
Sottovia	SP10 E	0	24	49	4,55	1,17	0,27	A
Sottovia	Str. S. Giovanni	0	24	33	3,74	0,78	0,18	A
Str. S. Giovanni	Sottovia	0	12	21	2,77	0,12	0,10	A
Str. S. Giovanni	SP10 W	0	12	20	3,15	0,85	0,20	A
Str. S. Giovanni	SP10 E	0	12	25	4,03	0,57	0,20	A

Tabella 22: Livello di servizio dell'intersezione attuale e di progetto

Il livello di servizio dell'intersezione attuale è ottimo ma se si considerano le singole relazioni, vi sono tutte le relazioni che hanno origine nella SP68 che registrano un livello di servizio pari a C, D ed E. Questo è dovuto dal flusso consistente che proviene da SUD unito alle regole di precedenza che sono attualmente sull'intersezione in oggetto che provocano code, ritardi e rallentamenti significativi.

Nella rotatoria di progetto, questo problema è completamente superato, le code diminuiscono a discapito di un aumento di code nella Strada Provinciale 10 che tuttavia non influenza il livello di servizio.



 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	ADEGUAMENTO PFTE CODOGNO-CREMONA- MANTOVA					
	STUDIO DI TRASPORTO	COMMESSA NM1S	LOTTO 03 F 16	CODIFICA RG	DOCUMENTO TS0003 001	REV. A

LIVELLO DI SERVIZIO DELL'INTERSEZIONE AL PL: D								
Da	A	Lunghezza coda media [m]	Lunghezza coda max [m]	N° Veicoli	Ritardo veicoli [s]	Stop medio per veicolo [s]	Stops nel nodo [s]	LOS
PL		2	92	136	40,38	37,24	0,35	D
SP68	A Nord	8	92	92	42,74	39,22	0,36	D
SP68	vs Z. Industriale	8	92	1	138,61	125,13	1,00	F
Da Nord	Via Stazione	4	41	32	44,12	41,59	0,38	D
LIVELLO DI SERVIZIO DELLA SOTTOVIA: A								
Da	A	Lunghezza coda media [m]	Lunghezza coda max [m]	N° Veicoli	Ritardo veicoli [s]	Stop medio per veicolo [s]	Stops nel nodo [s]	LOS
Sottovia		0	0	147	0,35	0,00	0,00	A
Sottovia S	Sottovia N	0	0	93	0,47	0,00	0,00	A
Sottovia N	Sottovia S	0	0	48	0,16	0,00	0,00	A

Tabella 23: Livello di servizio dell'intersezione attuale e di progetto

Dal confronto è chiaro come il livello di servizio migliori, passando infatti da un livello D ad un livello A e ad un contemporaneo azzeramento delle code sul cavalcavia, prima causate dall'attesa del transito del treno in corrispondenza del passaggio a livello.


6.2 GLI INTERVENTI OGGETTO DI VALUTAZIONE MACROSCOPICA:

6.2.1 Premessa

Gli interventi che sono stati sottoposti a una analisi trasportistica a livello macro sono:

- 1) Interventi NV30 e NV31, Castellucchio – Risoluzione PL km 77+946 e 79+634;
- 2) Intervento NV34, Mantova – Risoluzione PL km 86+982;

Lo scenario di progetto prevede la risoluzione di alcuni passaggi a livello mediante nuove viabilità costituite da cavalcaferrovia connessi alle viabilità esistenti attraverso intersezioni di progetto (NV 30 e NV 31) e a nuovi bracci confluenti in rotatorie esistenti (NV34).

	ADEGUAMENTO PFTE CODOGNO-CREMONA-MANTOVA					
STUDIO DI TRASPORTO	COMMESSA NM1S	LOTTO 03 F 16	CODIFICA RG	DOCUMENTO TS0003 001	REV. A	FOGLIO 138 di 203

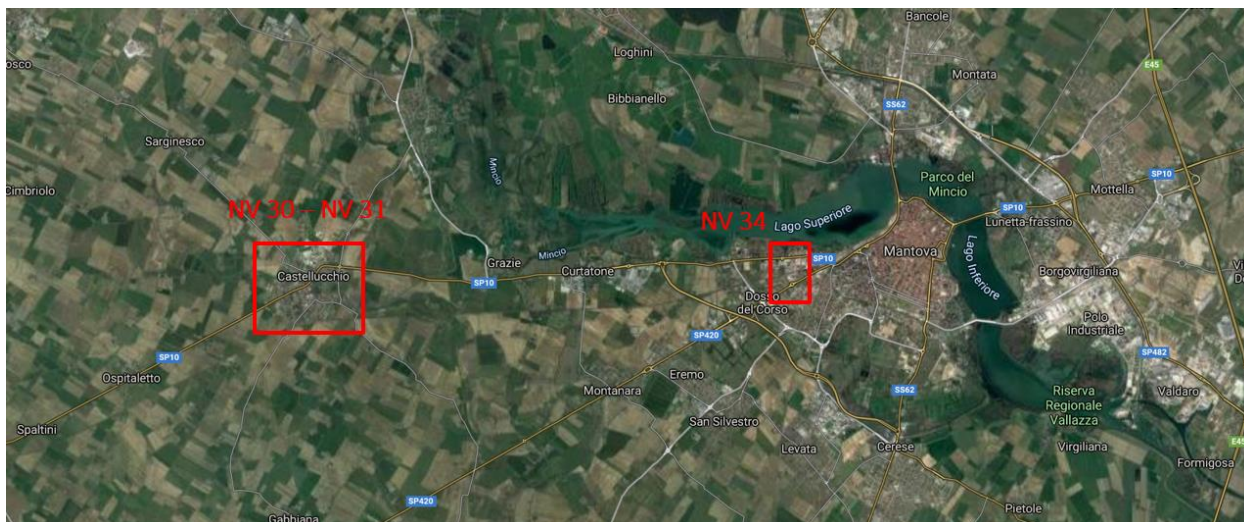


Figura 100. Localizzazione degli interventi di progetto su ortofoto




Figura 101. Localizzazione degli interventi di progetto su mappa stradale

Al fine di rappresentare gli effetti e gli impatti degli interventi di progetto sulla rete di viabilità delle aree di studio, è stato implementato un modello di simulazione macroscopica del traffico.

Gli obiettivi del presente studio trasportistico sono:

- Verificare sotto il profilo funzionale il corretto dimensionamento delle opere di progetto sulla base dei volumi di traffico attesi.

	ADEGUAMENTO PFTE CODOGNO-CREMONA-MANTOVA					
STUDIO DI TRASPORTO	COMMESSA NM1S	LOTTO 03 F 16	CODIFICA RG	DOCUMENTO TS0003 001	REV. A	FOGLIO 139 di 203

- Calcolare gli indicatori trasportistici utili a determinare gli effetti della realizzazione degli interventi di progetto sul sistema della mobilità per effetto della redistribuzione dei flussi veicolari.

Nei successivi capitoli si descrive dettagliatamente l'approccio metodologico seguito e i risultati ottenuti dalla modellazione.

6.2.2 L'approccio metodologico


Per arrivare al conseguimento degli obiettivi delineati nel capitolo precedente, nell'ambito dello studio trasportistico è stato sviluppato un modello di simulazione in grado di riprodurre i fenomeni di mobilità veicolare nell'area di interesse tenendo conto della domanda attuale e dell'evoluzione dell'offerta, senza e con interventi di progetto, al fine di poter misurare, per differenza, i soli effetti sulla mobilità dovuti alla realizzazione delle infrastrutture di progetto.

In particolare, è stato sviluppato uno scenario *attuale*, rappresentante la situazione presente di domanda e di offerta ed uno scenario di *progetto*, nel quale entra in esercizio l'assetto infrastrutturale del progetto in esame, su cui viene caricata la domanda di trasporto attuale, per poter avere un immediato riscontro e confronto degli effetti sul sistema della mobilità veicolare che tali interventi comportano.

Per quanto riguarda la ricostruzione della domanda di trasporto attuale, i dati di base impiegati, integrati con i dati di traffico già disponibili e da quelli ottenuti mediante una campagna di indagini appositamente realizzata, sono quelli delle banche dati rese disponibili dalla Regione Lombardia e relative alle abitudini di spostamento in Lombardia. Le matrici Origine/Destinazione (O/D) contenute in tali banche dati considerano segmenti di domanda e diverse componenti di spostamento, ovvero movimenti interni, di scambio e di attraversamento della Lombardia. Le matrici Origine/Destinazione messe a disposizione dalla Regione Lombardia sono relative diversi orizzonti temporali (2016, 2020 e 2030) e permettono quindi di fare considerazioni sull'evoluzione futura della domanda di trasporto.

Tenuto conto della localizzazione dell'intervento in una porzione di territorio prossima al confine regionale, nell'individuazione dell'area di studio e della conseguente zonizzazione su cui basare la modellizzazione della domanda di trasporto per le due componenti prese in considerazione (veicoli leggeri e mezzi pesanti) sono state ricomprese anche le province di Verona, Padova, Rovigo, Ferrara, Bologna, Modena, Reggio Emilia e Parma. Le matrici O/D della Regione Lombardia, sono state elaborate per tener conto di questa scelta sulla base dei dati socio-economici disponibili (popolazione e addetti per comune).

L'offerta di trasporto, in questo caso corrispondente alla rete stradale suddivisa in archi omogenei e caratterizzati sotto il profilo funzionale (lunghezza, capacità e velocità a flusso libero), è stata

	ADEGUAMENTO PFTE CODOGNO-CREMONA-MANTOVA					
	STUDIO DI TRASPORTO	COMMESSA NM1S	LOTTO 03 F 16	CODIFICA RG	DOCUMENTO TS0003 001	REV. A

schematizzata sottoforma di grafo stradale di fonte OpenStreetMap (OSM).

Dati di traffico derivanti da una campagna di rilievi appositamente realizzata e provenienti da recenti indagini condotte nell'ambito della redazione di alcune delle documentazioni ufficiali di cui al paragrafo 1.2, sono stati utilizzati per la calibrazione dei modelli di simulazione, ovvero per verificarne la confidenza e l'attendibilità, e per aggiornare i dati di domanda relativi al 2016 all'attualità.

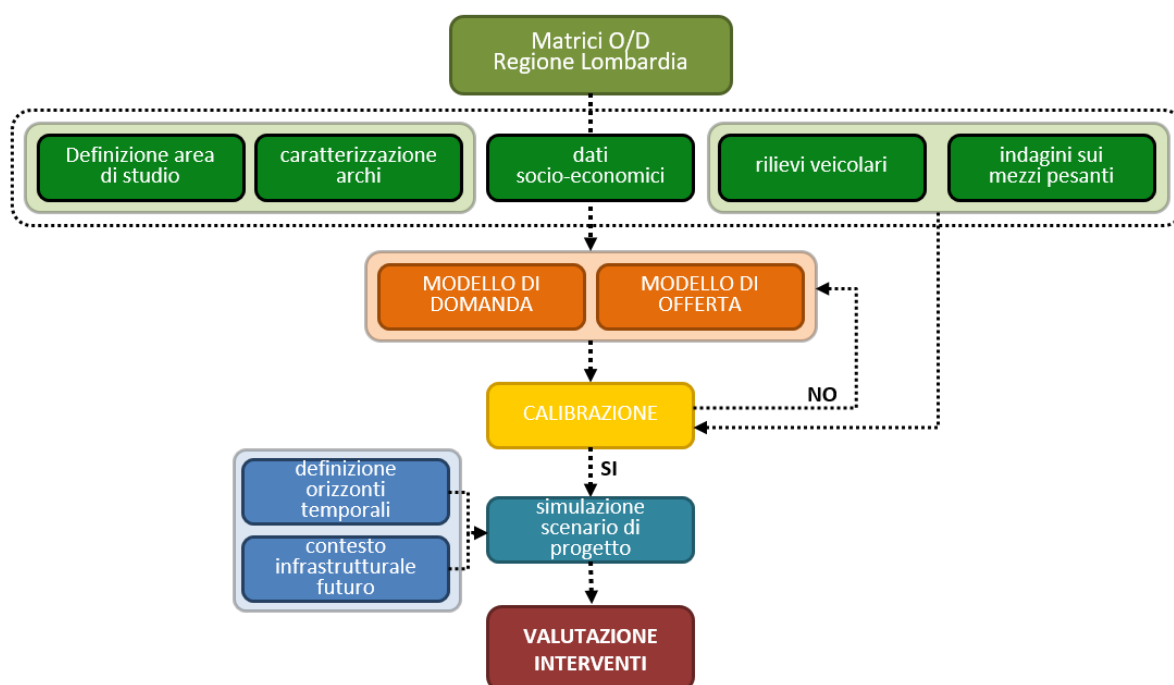



Figura 102. Approccio metodologico

6.2.3 Metodologia di analisi della mobilità attuale

6.2.3.1 Stima della matrice di domanda attuale

Nell'ambito della redazione del Programma Regionale della Mobilità e dei Trasporti, la Regione Lombardia ha sviluppato nel 2014 due banche dati, matrici O/D relative ai passeggeri e ai veicoli commerciali e pesanti, integrando i risultati di sondaggi risalenti allo stesso anno con i dati del Censimento ISTAT 2011 e contributi di enti locali e stakeholder del settore mobilità al fine di giungere ad una conoscenza dettagliata e aggiornata della mobilità in Lombardia. Le due banche dati contengono anche informazioni relative alle origini e destinazioni degli spostamenti con riferimento a due distinte zonizzazioni, a base comunale e sub comunale per Milano e i capoluoghi di provincia.

Tali matrici O/D sono state successivamente aggiornate al 2016 e proiettate agli orizzonti futuri 2020 e

	ADEGUAMENTO PFTE CODOGNO-CREMONA-MANTOVA					
STUDIO DI TRASPORTO	COMMESSA NM1S	LOTTO 03 F 16	CODIFICA RG	DOCUMENTO TS0003 001	REV. A	FOGLIO 141 di 203

2030; le matrici 2016, 2020 e 2030 sono state messe a disposizione della collettività attraverso la pubblicazione nel portale Open Data Lombardia (www.dati.lombardia.it).

L'aggiornamento al 2016 è stato effettuato a partire dai seguenti dataset di input:

- Rete stradale aggiornata al 2016;
- Caratteristiche del sistema socioeconomico, basato su una zonizzazione a 1.450 zone (interne);
- Database degli attributi di emissione/distribuzione, provenienti da fonti varie (tra cui ISTAT, www.dati.lombardia.it, dati forniti da EE.LL. e stakeholder di settore, flussi rilevati etc.). I dati utilizzati sono stati aggiornati agli anni 2014/2016 in base alla ultima versione disponibile.
- Struttura della esistente matrice degli spostamenti regionali 2014 e principali caratteristiche sulla mobilità valutati dalle indagini condotte per l'implementazione della matrice 2014.

Per quanto riguarda i veicoli commerciali e pesanti, i dati forniti dalle matrici sono classificati in base alle categorie di veicoli N1, N2 e N3, come definite dall'art. 47 del Codice della Strada:

- N1: veicoli destinati al trasporto di merci, aventi massa massima non superiore a 3,5 tonnellate;
- N2: veicoli destinati al trasporto di merci, aventi massa massima superiore a 3,5 tonnellate ma non superiore a 12 tonnellate;
- N3: veicoli destinati al trasporto di merci, aventi massa massima superiore a 12 tonnellate


Le analisi modellistiche sviluppate nel presente studio sono state condotte con riferimento all'ora di massimo carico sulla rete. Dalle banche dati regionali è stata perciò individuata l'ora di punta, che è risultata quella compresa tra le 7.00 e le 8.00 del mattino, e nell'estrazione delle matrici O/D per i veicoli leggeri e per i mezzi pesanti dalle stesse banche dati sono stati filtrati solo gli spostamenti relativi a tale fascia oraria.

6.2.3.2 Area di studio e zonizzazione

L'area di studio è l'area nella quale si possono considerare esauriti gli effetti degli interventi di progetto.

Gli interventi di progetto si inseriscono nei comuni di Mantova e Castellucchio, ed essendo la provincia mantovana confinante con le regioni Veneto ed Emilia-Romagna, è coinvolta da flussi di traffico che interessano anche province non lombarde ad essa adiacenti.

Al fine di valutare gli effetti dell'intervento di realizzazione dei nuovi cavalcavia di progetto, la zonizzazione considerata per poter rappresentare i fenomeni di mobilità influenzati dal progetto è stata estesa a tutta la Lombardia e alle province di Verona, Padova, Rovigo, Ferrara, Bologna, Modena,

	ADEGUAMENTO PFTE CODOGNO-CREMONA-MANTOVA					
STUDIO DI TRASPORTO	COMMESSA NM1S	LOTTO 03 F 16	CODIFICA RG	DOCUMENTO TS0003 001	REV. A	FOGLIO 142 di 203

Reggio Emilia e Parma.

La zonizzazione della Regione Lombardia è stata costruita a partire da quella utilizzata per la costruzione delle matrici O/D regionali e resa disponibile come Open Data. Essa è costituita su base comunale e sub-comunale per i capoluoghi di provincia.

Per focalizzarsi sull'area di interesse, tutti i comuni non facenti parte del mantovano sono stati raggruppati su scala provinciale. Invece, la provincia di Mantova è stata lasciata disaggregata in modo tale da non trascurare spostamenti, anche di corto raggio, nella valutazione del traffico attratto dalla nuova infrastruttura.

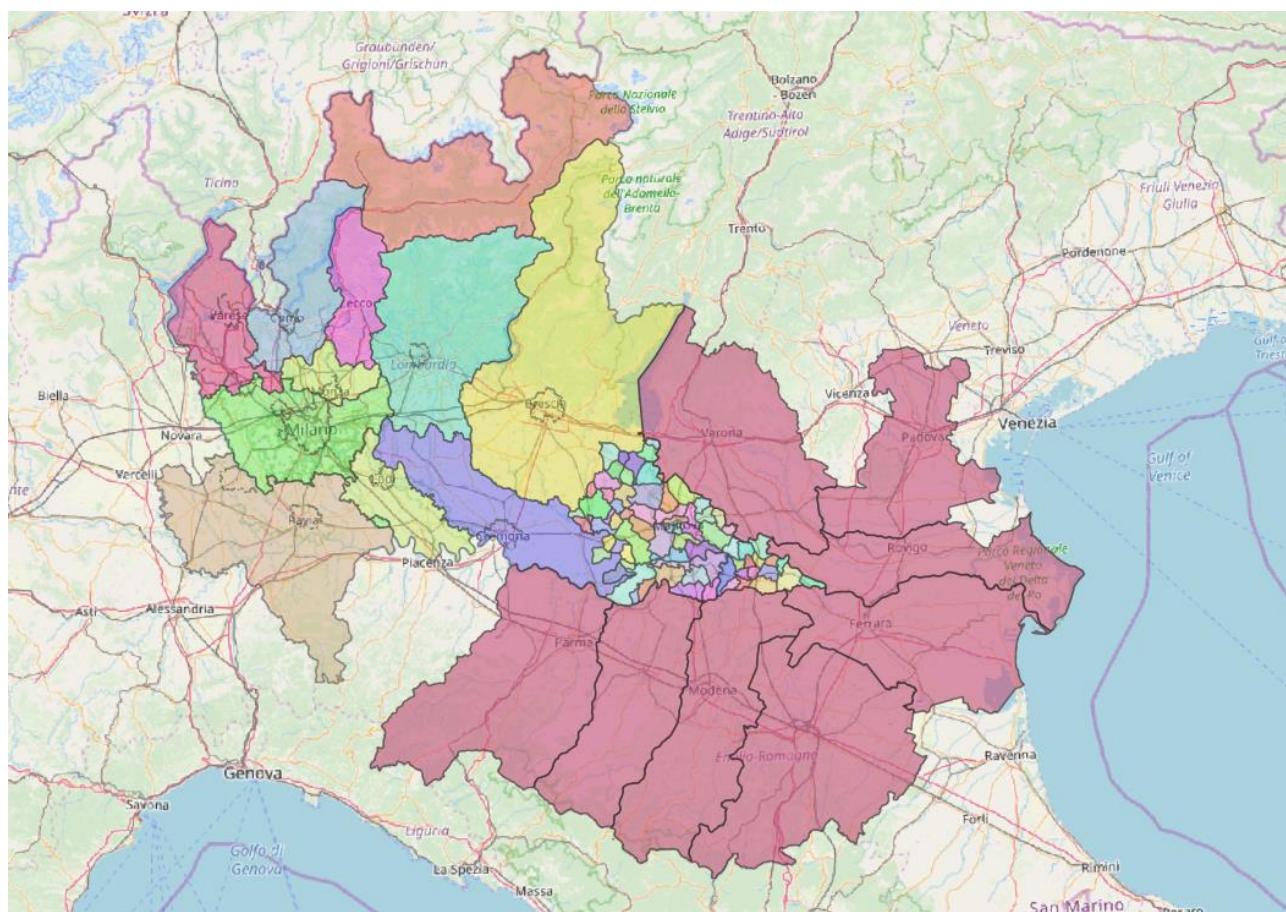



Figura 103. Zonizzazione iniziale

I comuni in cui ricadono gli interventi di progetto e quelli confinanti, sui quali si ritiene abbiano effetto gli interventi, sono stati infine subzonizzati nelle celle censuarie ISTAT (o aggregazioni di esse).

	ADEGUAMENTO PFTE CODOGNO-CREMONA-MANTOVA					
STUDIO DI TRASPORTO	COMMESSA NM1S	LOTTO 03 F 16	CODIFICA RG	DOCUMENTO TS0003 001	REV. A	FOGLIO 143 di 203

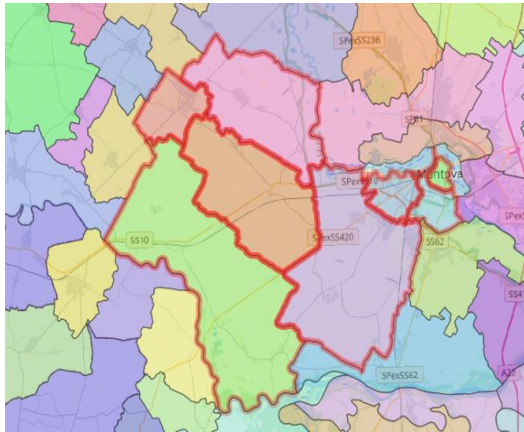


Figura 104. Comuni su cui ricadono gli effetti degli interventi

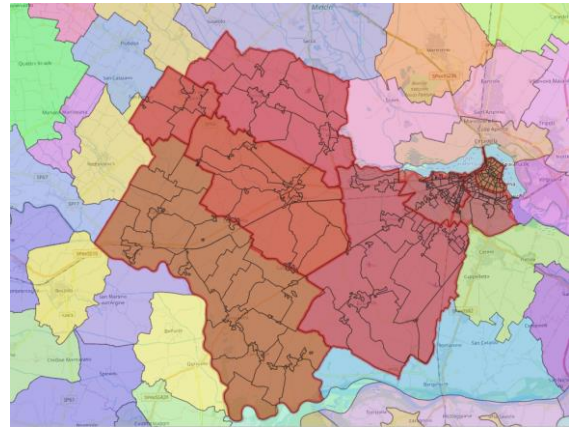


Figura 105. Subzonizzazione dei comuni

La zonizzazione finale così ottenuta è costituita da 393 zone origine e destinazione degli spostamenti.

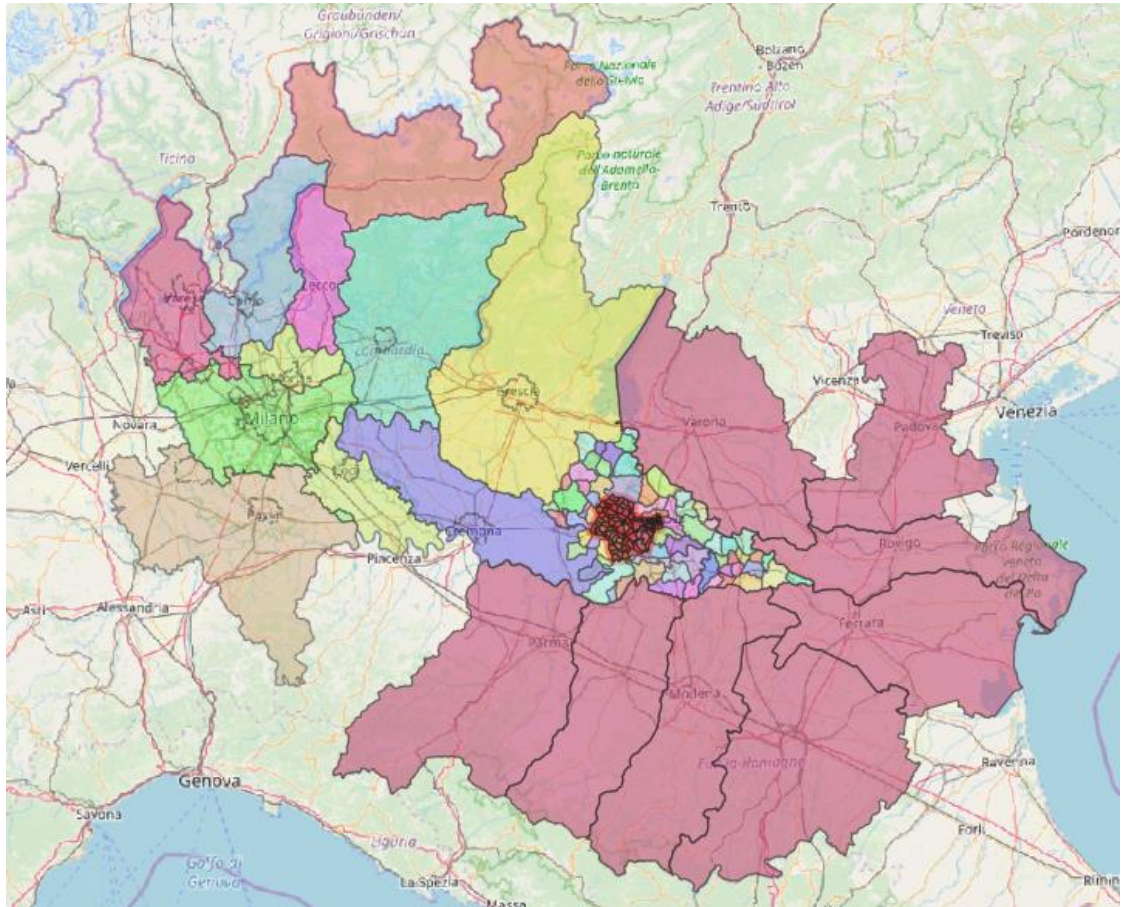



Figura 106. Zonizzazione

	ADEGUAMENTO PFTE CODOGNO-CREMONA-MANTOVA					
STUDIO DI TRASPORTO	COMMESSA NM1S	LOTTO 03 F 16	CODIFICA RG	DOCUMENTO TS0003 001	REV. A	FOGLIO 144 di 203


Le matrici O/D della Regione Lombardia, sono state elaborate per tener conto della zonizzazione utilizzata per la modellizzazione della domanda di trasporto. Dove le zone utilizzate nel presente studio sono frutto di aggregazione di più zone della zonizzazione regionale, si è proceduto per semplice sommatoria dei dati, dove invece la maglia considerata risulta più fitta di quella utilizzata dall'amministrazione, l'adeguamento è stato fatto mediante una procedura di suddivisione delle matrici sulla base di dati socio-economici disponibili. In particolare, la ripartizione degli spostamenti nei comuni oggetti di studio è stata effettuata proporzionalmente al numero di addetti (attratti) e al numero di residenti (generati) forniti da ISTAT per i veicoli leggeri e proporzionalmente agli addetti sia in generazione che in attrazione per i mezzi pesanti.

6.2.3.3 Costruzione e caratterizzazione del grafo

L'offerta di trasporto, in questo caso corrispondente alla rete stradale suddivisa in archi omogenei e caratterizzati sotto il profilo funzionale (lunghezza, capacità e velocità a flusso libero), è stata implementata esportando il grafo stradale di interesse da OpenStreetMaps, procedendo poi alla verifica e caratterizzazione degli archi in funzione della tipologia di strada.

Sulla base delle categorie definite automaticamente da OSM, sono state identificate le caratteristiche degli archi costituenti la rete di trasporto simulata e sono stati creati dei nuovi "tipi di arco" che meglio rappresentavano lo stato attuale delle infrastrutture in termini di capacità, velocità a flusso libero e numero di corsie.

Sono state mantenute tutte le tipologie stradali all'interno della provincia di Mantova, mentre solo le viabilità principali quali autostrade, tangenziali e strade primarie al di fuori di essa, andando a coprire e connettere tutte le zone definite nel paragrafo precedente.

	ADEGUAMENTO PFTE CODOGNO-CREMONA-MANTOVA					
STUDIO DI TRASPORTO	COMMESSA NM1S	LOTTO 03 F 16	CODIFICA RG	DOCUMENTO TS0003 001	REV. A	FOGLIO 145 di 203

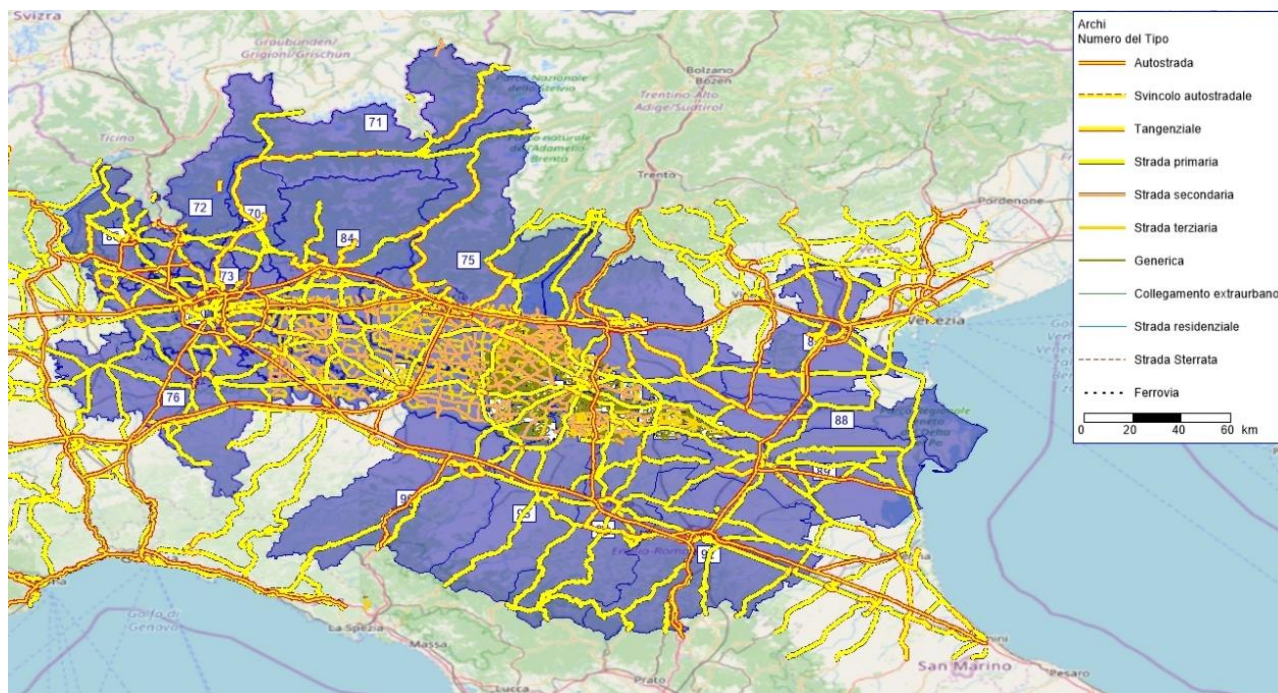


Figura 107. Rete stradale


6.2.3.4 Campagna di indagine e conteggi utilizzati

Per la calibrazione del modello di assegnazione e per l'aggiornamento della matrice O/D derivata dai dati regionali, sono stati utilizzati dati di traffico derivanti da 3 rilievi diretti attingendo anche a rilievi effettuati durante studi pregressi. Ovvero:

- 1) Conteggi effettuati in occasione della redazione del Piano Urbano della Mobilità Sostenibile (PUMS) e Piano Urbano del Traffico (PUT) di Mantova del 2019;

Per stimare la domanda di mobilità, sono state svolte attività di raccolta ed elaborazione dati. Il periodo di riferimento per i rilievi e la raccolta dati è compreso dal 3 al 10 marzo 2017 e le fonti dati utilizzate sono le seguenti:

- Raccolta dati da impianti di rilevamento esistenti
 - Telecamere ZTL
 - Impianti "La Semaforica" (tramite piattaforma T-Macs)
- Rilevazioni con spire, radar e Bluetooth

	ADEGUAMENTO PFTE CODOGNO-CREMONA-MANTOVA					
	STUDIO DI TRASPORTO	COMMESSA NM1S	LOTTO 03 F 16	CODIFICA RG	DOCUMENTO TS0003 001	REV. A

- Conteggi classificati alle intersezioni

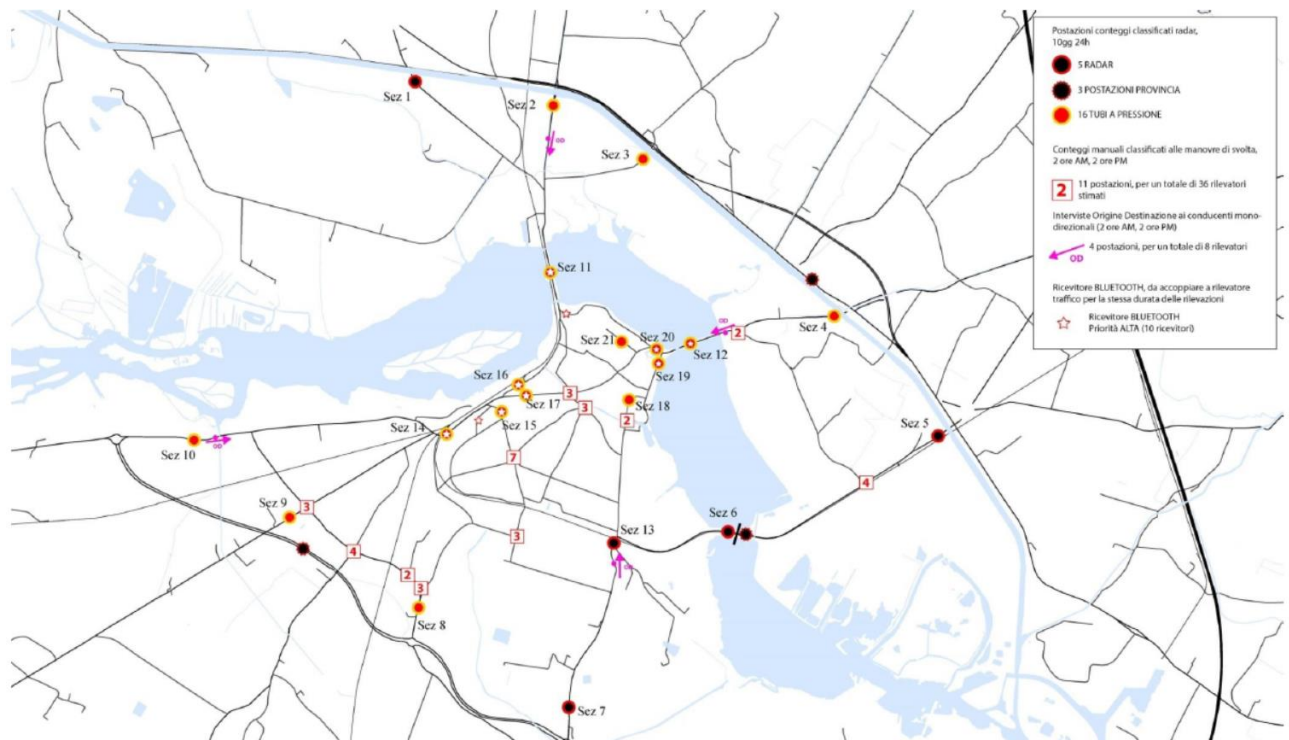



Figura 108. Mappa dei rilievi di traffico effettuati per il PUMS, tratto da Quadro conoscitivo PUMS Mantova

- 2) Conteggi effettuati in occasione della redazione del Piano Provinciale per la Mobilità Sostenibile (PPMS) di Mantova del 2012

Sono state individuate 30 postazioni di rilievo del traffico situate su tre cordoni intorno alla città di Mantova per poter cogliere i flussi di scambio con le altre province (cordone esterno), la distribuzione dei flussi all'interno della provincia (cordone intermedio) ed i flussi in ingresso e in uscita dal capoluogo (cordone interno). Le campagne di indagine sono state effettuate in un arco temporale che va dal 2007 al 2011. Come già anticipato nel capitolo precedente, i conteggi sono stati aggiornati mediante un opportuno fattore di espansione calcolato per riportarli ad un riferimento temporale attuale.

	ADEGUAMENTO PFTE CODOGNO-CREMONA-MANTOVA					
	STUDIO DI TRASPORTO	COMMESSA NM1S	LOTTO 03 F 16	CODIFICA RG	DOCUMENTO TS0003 001	REV. A

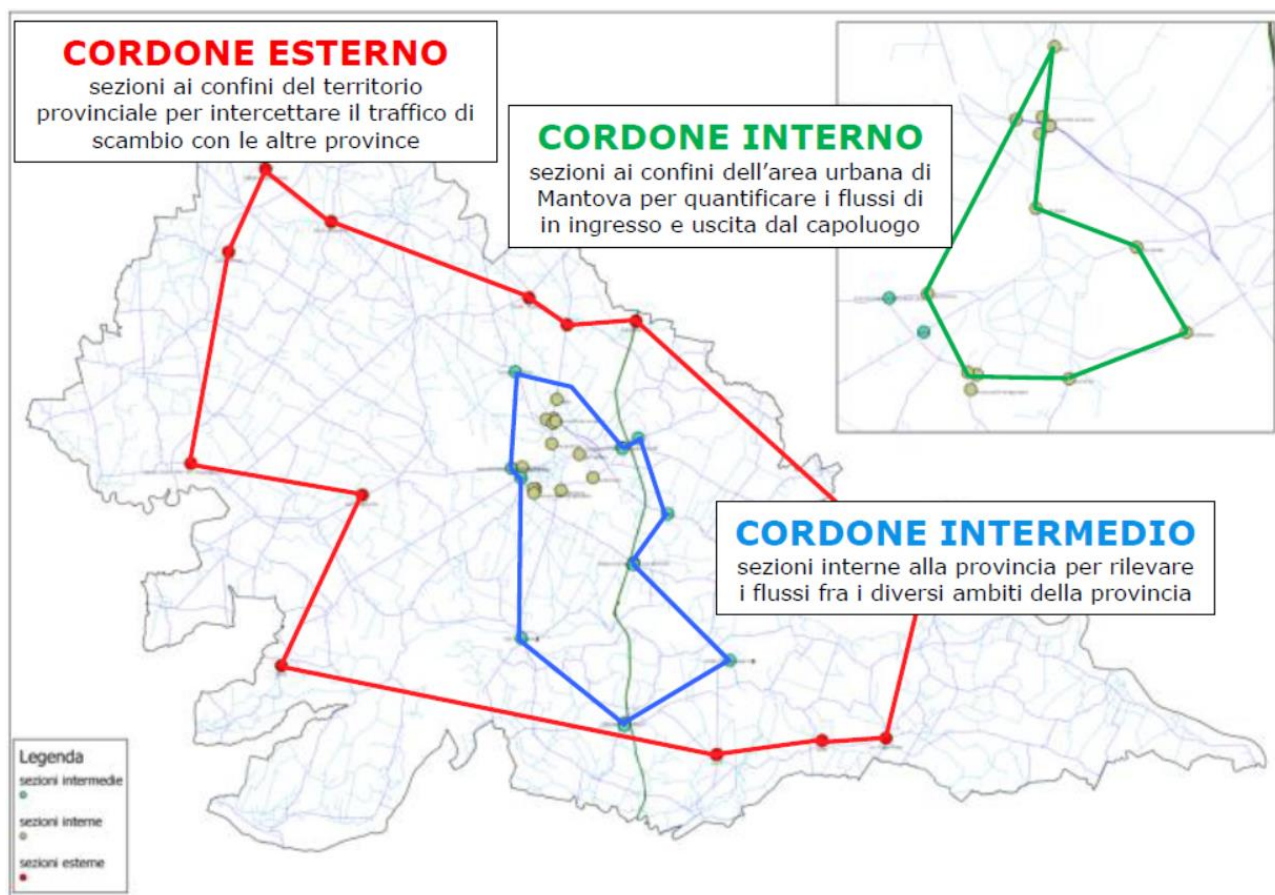


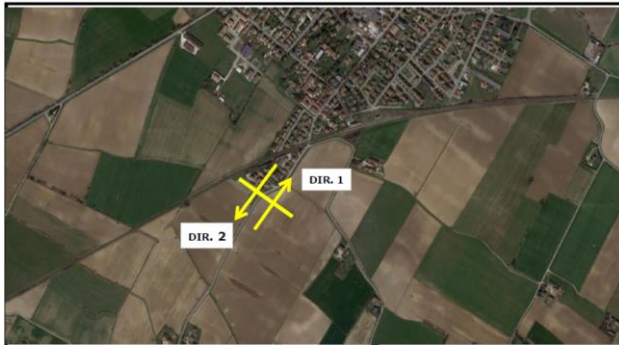
Figura 109. Postazioni di rilievo provincia di Mantova, tratto dal PPMS di Mantova 2012

3) Indagini veicolari effettuate ad hoc per il presente studio presso Castellucchio.

Ad integrazione dei dati già disponibili e sopra riportati, nelle date del 4 e 5 marzo 2020, sono state condotte delle indagini veicolari *ad hoc* per il presente studio. Le indagini hanno interessato due intersezioni a raso (una a rotatoria e una a "T") e due sezioni per ambo i sensi di marcia. Il periodo di rilevamento dati, come già detto in precedenza, è affetto da eventi eccezionali (pandemia Covid-19) per cui i dati rilevati sono stati moltiplicati per un opportuno coefficiente di correzione.

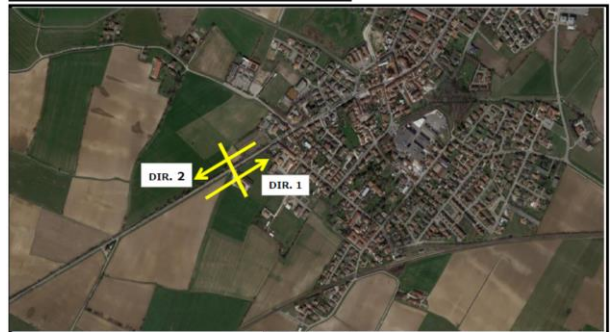
Postazione: 05

Strada	VIA GABBIANA - CASTELLUCCHIO (MN)		
Direzione 1 vs.	NORD - CASTELLUCCHIO		
Direzione 2 vs.	SUD - GABBIANA		
Data dal	04/03/2020	Data al	05/03/2020
Giorno da	MERCOLEDI	Giorno al	GIOVEDI
dalle ore	0:00:00	alle ore	24:00:00
Durata	48 ORE		



Postazione: 08

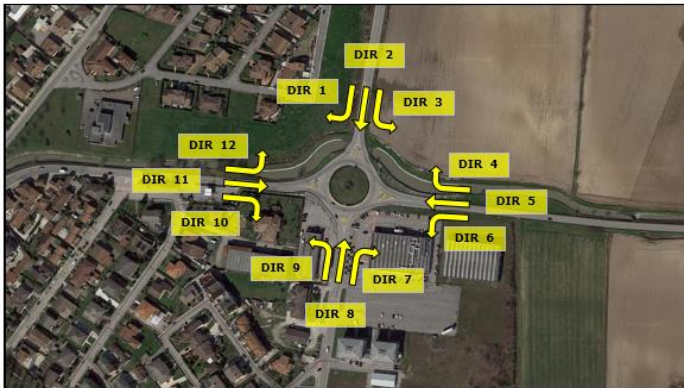
Strada	SP10 - VIA ROMA - CASTELLUCCHIO (MN)		
Direzione 1 vs.	EST - MANTOVA		
Direzione 2 vs.	OVEST - CREMONA		
Data dal	04/03/2020	Data al	05/03/2020
Giorno da	MERCOLEDI	Giorno al	GIOVEDI
dalle ore	0:00:00	alle ore	24:00:00
Durata	48 ORE		



Postazione: 04 Loc. CASTELLUCCHIO (MN) - Intersezione SP10/Via Giuseppe di Vittorio/Via Giovanni Falcone

Data	Giorno	Periodo	Durata
04/03/2020	MERCOLEDI	7:00-9:00	2 ORE

REV. 00 DEL 06/03/2020



Postazione: 05 Loc. CASTELLUCCHIO (MN) - Intersezione SP55 (Via Crocette)/Strada Fontana

Data	Giorno	Periodo	Durata
05/03/2020	GIOVEDI	7:00-9:00	2 ORE

REV. 00 DEL 06/03/2020

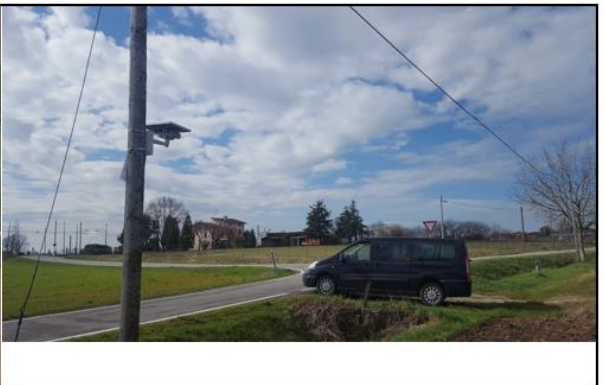
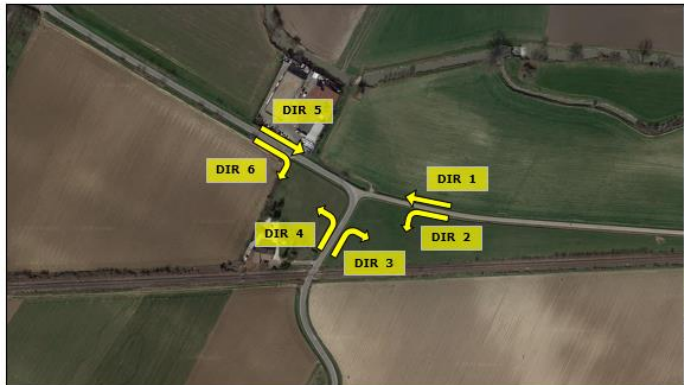



Figura 110. Rilievi di traffico Castellucchio

	ADEGUAMENTO PFTE CODOGNO-CREMONA-MANTOVA					
STUDIO DI TRASPORTO	COMMESSA NM1S	LOTTO 03 F 16	CODIFICA RG	DOCUMENTO TS0003 001	REV. A	FOGLIO 149 di 203

Sono stati dunque analizzati e confrontati tutti i dati di rilievo a disposizione, andando ad escluderne alcuni meno significativi o affetti da errore o ripetitivi, per estrarre **96 conteggi** utilizzati per la calibrazione del modello.

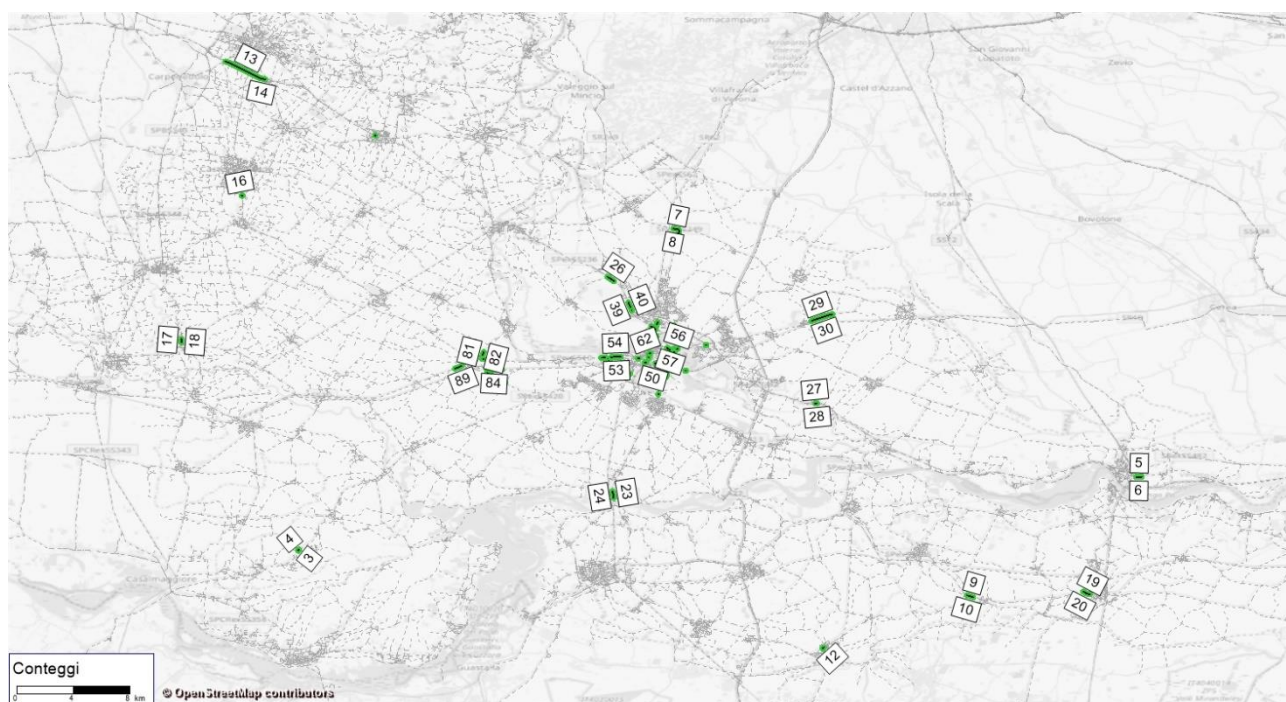


Figura 111. Postazioni rilievi di traffico utilizzati nel modello


6.2.4 Assegnazione e calibrazione del modello

6.2.4.1 Assegnazione

L'assegnazione della domanda di trasporto, rappresentata attraverso le matrici Origine/Destinazione sulla base della zonizzazione utilizzata, alla rete di offerta è la fase centrale della costruzione di un modello di simulazione dei trasporti. L'assegnazione ha l'obiettivo di riprodurre l'equilibrio che, in condizioni reali, si raggiunge tra l'offerta di trasporto disponibile e la domanda che la utilizza per soddisfare le proprie esigenze di mobilità.

Per l'assegnazione del trasporto individuale, il software utilizzato, PTV VISUM, dispone di tre procedure base: incrementale, all'equilibrio e ad apprendimento stocastico.

L'assegnazione incrementale simula il caricamento graduale della rete, assegnando la matrice O/D sulla rete in modo "incrementale". Per prima cosa vengono determinati i migliori percorsi, per ogni relazione O/D, sulla rete scarica ed è assegnata una parte della matrice. Sono poi calcolate, mediante le funzioni di

	ADEGUAMENTO PFTE CODOGNO-CREMONA-MANTOVA					
STUDIO DI TRASPORTO	COMMESSA NM1S	LOTTO 03 F 16	CODIFICA RG	DOCUMENTO TS0003 001	REV. A	FOGLIO 150 di 203

costo, le impedenze di rete risultanti dai volumi già assegnati. Il passo successivo dell'assegnazione è basato sui risultati di quello precedente. Ad ogni passo, aumentando il numero di veicoli nella rete, aumenta l'impedenza degli archi, delle manovre di svolta e delle connessioni.

L'assegnazione all'equilibrio segue il principio di ottimo per l'utente (1° Principio di Wardrop): "Ogni singolo utente sceglie il suo itinerario in modo che la durata dello spostamento su tutti gli itinerari alternativi risulti uguale, ed ogni altro itinerario percorso aumenterebbe il tempo di percorrenza individuale (comportamento ottimo per l'utente)". La procedura all'equilibrio determina un "ottimo" per l'utente, che è diverso da un "ottimo" di sistema: un ottimo per l'utente significa che risulta la stessa impedenza per tutti gli itinerari di una relazione, mentre un ottimo di sistema significa che il prodotto tra le impedenze dei vari itinerari e il volume sugli stessi itinerari è minimizzato per tutte le relazioni di traffico.


La procedura di apprendimento, infine, simula il processo di apprendimento degli utenti della rete basandosi su un'assegnazione cosiddetta "tutto o niente". Quest'ultima procedura, che non tiene conto degli effetti della saturazione della capacità, non è adatta agli obiettivi dello studio e dunque è stata scartata a priori.

Per il modello a base dello studio è stata utilizzata una combinazione delle prime due procedure illustrate: in una prima assegnazione incrementale viene assegnata una parte della matrice (domanda) genera una distribuzione dei flussi veicolari che potremmo definire di prima approssimazione, che successivamente viene utilizzata come prima iterazione della procedura di assegnazione all'equilibrio e ne accelera la convergenza. Nelle successive iterazioni vengono assegnate all'equilibrio ulteriori quote della matrice fino all'esaurimento della domanda. In questo modo, l'impedenza è tenuta adeguatamente in considerazione nella prima fase poi, nella seconda fase, l'algoritmo di calcolo si basa sulla ricerca dell'equilibrio della rete. Così procedendo, si riesce a raggiungere l'equilibrio ottenendo sia l'ottimo per l'utente che l'ottimo di sistema, con un risultato quindi più prossimo alla situazione reale.

6.2.4.2 Calibrazione

Attraverso il processo di calibrazione, i risultati delle simulazioni generate dal modello e i dati reali (derivanti dai conteggi e dalle indagini di traffico) vengono confrontati per verificare la correttezza e quindi il grado di confidenza delle previsioni modellistiche.

Si tratta di un processo iterativo che, in caso di mancato raggiungimento di un adeguato livello di corrispondenza, impone l'analisi dei risultati ottenuti per individuare la possibile fonte di distorsione e gli appropriati correttivi a seguito dei quali si deve generare un miglioramento del livello di calibrazione del modello.

	ADEGUAMENTO PFTE CODOGNO-CREMONA-MANTOVA					
STUDIO DI TRASPORTO	COMMESSA NM1S	LOTTO 03 F 16	CODIFICA RG	DOCUMENTO TS0003 001	REV. A	FOGLIO 151 di 203

In base ai primi risultati dei test di calibrazione, sono state effettuate modifiche locali su capacità e limiti di velocità (impostati come *free flow speed* nel modello di rete), riscontrate mediante incrocio delle fonti disponibili.

Dopo questa prima fase di correzione del modello guidata dal confronto tra previsioni modellistiche e dati reali, si è proceduto all'aggiornamento della matrice derivata dalle banche dati regionali relative al 2016, all'attualità.

A tale scopo è stata utilizzata una procedura del software utilizzato per la costruzione del modello, denominata *fuzzy*, che consente l'aggiornamento di una matrice di domanda sulla base di una serie di dati di confronto derivanti da rilevamenti di traffico effettuati su alcuni archi della rete in esame. Di seguito viene richiamato l'approccio teorico su cui si basa la procedura.

Definiti:


- d_0 il vettore (di dimensioni $i \times 1$) di domanda di partenza che si intende aggiornare;
- x il vettore ($i \times 1$) di domanda incognito che si vuole ottenere come aggiornamento di d_0 ;
- f_{mis} il vettore ($n \times 1$) dei flussi sugli archi, misurati tramite conteggi di traffico;
- f_{ass} il vettore ($l \times 1$) dei flussi sugli archi, ottenuti come risultato dell'assegnazione di x alla rete, con un dato modello di scelta del percorso;
- f'_{ass} ($n \times 1$) ottenuto dal vettore f_{ass} considerando solo i flussi sugli archi in cui è stato fatto un conteggio di traffico;
- A la matrice ($l \times k$) "archi-itinerari" in cui il generico elemento $a_{\lambda,h}=1$ se $\lambda \in h$, 0 altrimenti;
- P la matrice stimata ($k \times i$) delle probabilità di scelta degli itinerari in cui il generico elemento $p_{h,j}$ rappresenta la probabilità di scelta dell'itinerario h fra la coppia origine-destinazione $j=(o,d)$.

Vale la relazione:

$$f_{ass} = (A \cdot P^*)x = M^* x$$

dove $M^* = AP^*$ è la cosiddetta "matrice di assegnazione" il cui generico elemento $m_{\lambda,j}$ rappresenta la quota di domanda tra la j -esima coppia O/D che percorre l'arco λ delle rete.

Per l'aggiornamento migliore, ovvero con la massima corrispondenza, di d_0 attraverso f_{mis} occorre il vettore di domanda x tale che sia minima la distanza di x da d_0 e, simultaneamente, sia minima la distanza fra f_{ass} e f_{mis} . Ovviamente l'affidabilità del vettore di domanda x ottenuto sarà direttamente proporzionale alla numerosità n degli archi per i quali vengono impostati valori di riscontro ed è strettamente legata alla localizzazione degli stessi all'interno della rete.

	ADEGUAMENTO PFTE CODOGNO-CREMONA-MANTOVA					
STUDIO DI TRASPORTO	COMMESSA NM1S	LOTTO 03 F 16	CODIFICA RG	DOCUMENTO TS0003 001	REV. A	FOGLIO 152 di 203

Nel caso in esame, sono stati considerati 96 conteggi tra cui i rilievi effettuati *ad hoc* per lo studio, e i dati disponibili forniti dal PUMS e dal PPMS.

Una volta aggiornata la matrice in base ai dati rilevati, la calibrazione ovvero la bontà della corrispondenza dei modelli di simulazione nella riproduzione dei fenomeni di mobilità reali è stata verificata con indicatori statistici della corrispondenza tra valori previsti dal modello e valori rilevati e rappresentata con il relativo grafico di regressione lineare. L'analisi dei risultati è stata compiuta sia puntualmente, sia a livello aggregato.

Per il confronto puntuale è stato utilizzato l'indicatore statistico GEH (Geoffrey E. Havers) la cui formula è di seguito riportata:

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

dove M rappresenta il flusso d'arco ottenuto tramite il modello di simulazione mentre C quello rilevato tramite i conteggi veicolari.

Questo indicatore tiene conto sia della differenza percentuale tra il valore misurato e stimato, sia del valore assoluto di base. Un GEH inferiore a 5 è considerato indicatore di una ottima corrispondenza tra i volumi modellati e osservati, tra 5 e 10 si è in una situazione intermedia in cui potrebbero essere richieste delle indagini specifiche per approfondire i risultati; mentre se il GEH è maggiore di 10 vi è un'alta probabilità che il modello abbia qualche problema o che vi sia uno o più errori nei dati raccolti.

Il GEH è di fondamentale importanza nel momento in cui, nei valori confrontati, siano presenti sezioni con volumi orari molto differenti. Nei conteggi qui utilizzati, all'interno dello stesso set di analisi, si hanno strade urbane, ponti e, allo stesso tempo, caselli autostradali, tangenziali, strade a scorrimento veloce. Il GEH ha un andamento non lineare e si adatta a una ampia variabilità di dati che, con i classici metodi di confronto, potrebbero risultare non affidabili.

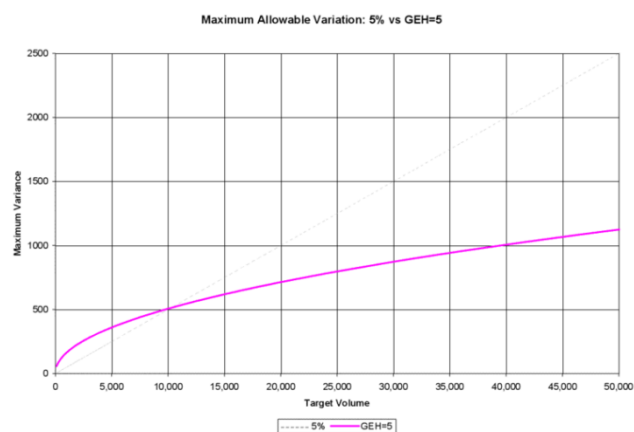




Figura 112. Variazione del GEH

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	ADEGUAMENTO PFTE CODOGNO-CREMONA- MANTOVA					
	STUDIO DI TRASPORTO	COMMESSA NM1S	LOTTO 03 F 16	CODIFICA RG	DOCUMENTO TS0003 001	REV. A

Il processo di calibrazione è stato condotto per veicoli equivalenti, avendo omogenizzato gli spostamenti effettuati da diverse classi veicolari secondo opportuni coefficienti. Tale scelta è stata indotta dalla presenza di dati di rilievo espressi in veicoli equivalenti. Di seguito si riportano i valori utilizzati per l'applicazione della procedura fuzzy.

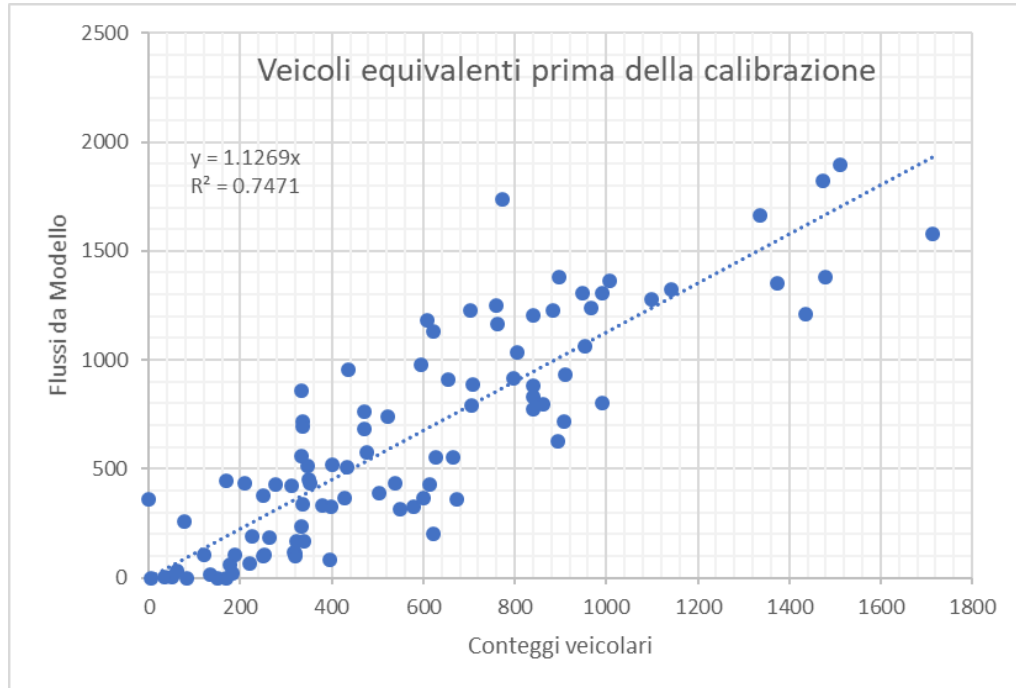
FONTI	ID	Conteggi Leggeri	Modello VISUM	Modello CALIBRATO	GEH 1	GEH
PROVINCIA - CORDONE ESTERNO	1	655	911	687	9.14	1.23
	2	840	828	785	0.42	1.94
	3	168	448	157	15.94	0.88
	4	210	436	268	12.58	3.77
	5	84	0	0	12.96	12.96
	6	151	0	0	17.38	17.38
	7	470	683	549	8.87	3.52
	8	319	109	403	14.35	4.42
	9	336	716	493	16.56	7.70
	10	277	431	283	8.17	0.34
	11	333	556	316	10.59	0.94
	12	378	332	380	2.47	0.12
	13	580	323	556	12.07	1.00
	14	622	198	501	20.91	5.12
	15	316	119	319	13.39	0.15
	16	319	101	258	15.07	3.57
	17	134	12	133	14.33	0.10
	18	168	0	0	18.33	18.33
	19	353	431	246	3.95	6.16
	20	249	375	260	7.12	0.67
PROVINCIA - CORDONE INTERMEDIO	21	664	550	702	4.62	1.45
	22	470	764	625	11.84	6.62
	23	1008	1365	918	10.37	2.89
	24	991	801	966	6.34	0.81
	25	840	879	782	1.33	2.04
	26	907	718	790	6.65	4.02
	27	840	1205	893	11.42	1.82
	28	395	84	316	20.10	4.20
	29	336	692	334	15.71	0.08
	30	613	427	560	8.16	2.18
	31	521	741	459	8.76	2.78
	32	504	388	553	5.50	2.12
	33	622	1131	633	17.20	0.45
	34	437	956	463	19.65	1.23
	PROVINCIA - CORDONE INTERNO	35	1714	1578	1568	3.36
36		1478	1381	1359	2.57	3.16
37		991	1306	1138	9.31	4.49
38		1336	1661	1517	8.41	4.79
39		840	771	798	2.42	1.45
40		798	913	804	3.94	0.21

Figura 113. Valori di conteggi - modello assegnato e modello calibrato con procedura fuzzy (1di2)

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	ADEGUAMENTO PFTE CODOGNO-CREMONA- MANTOVA					
	STUDIO DI TRASPORTO	COMMESSA NM1S	LOTTO 03 F 16	CODIFICA RG	DOCUMENTO TS0003 001	REV. A


FONTE	ID	Conteggi Leggeri	Modello VISUM	Modello CALIBRATO	GEH 1	GEH
PUMS	41	311	424	310	5.89	0.04
	42	333	233	318	5.93	0.85
	43	400	517	508	5.47	5.05
	44	323	169	364	9.85	2.21
	45	121	102	153	1.78	2.74
	46	264	183	211	5.44	3.42
	47	337	336	371	0.05	1.79
	48	189	102	143	7.17	3.53
	49	628	551	601	3.19	1.10
	50	863	798	801	2.26	2.14
	51	348	516	360	8.07	0.66
	52	601	368	580	10.58	0.87
	53	333	860	550	21.59	10.32
	54	476	575	582	4.32	4.60
	55	399	326	392	3.85	0.34
	56	966	1241	1261	8.28	8.85
	57	709	885	829	6.24	4.33
	58	706	793	733	3.17	1.02
	59	805	1032	909	7.50	3.56
	60	954	1060	994	3.35	1.27
	61	1098	1278	1243	5.23	4.24
	62	949	1305	1124	10.61	5.44
	63	1374	1351	1510	0.62	3.57
	64	1511	1898	1643	9.38	3.32
	65	911	933	883	0.71	0.95
	66	1437	1211	1316	6.20	3.27
	67	762	1167	901	13.05	4.83
	68	772	1737	1153	27.24	12.29
69	1143	1325	1291	5.19	4.25	
70	704	1228	1023	16.86	10.84	
71	350	452	281	5.09	3.90	
72	225	190	190	2.46	2.43	
73	537	433	399	4.72	6.38	
74	427	365	397	3.12	1.47	
75	434	508	507	3.40	3.38	
76	338	169	364	10.64	1.38	
77	1474	1823	1631	8.60	3.98	
78	884	1228	1023	10.58	4.49	
INDAGINI 2020	79	896	1380	1183	14.36	8.90
	80	609	1182	893	19.13	10.33
	81	250	97	251	11.62	0.05
	82	178	59	163	10.93	1.16
	83	6	0	0	3.47	3.47
	84	50	3	0	9.03	9.98
	85	0	358	241	26.77	21.96
	86	77	258	88	14.01	1.24
	87	61	33	60	4.09	0.14
	88	35	4	32	7.02	0.49
	89	758	1250	992	15.53	7.90
	90	594	978	795	13.68	7.61
	91	220	66	216	12.84	0.25
	92	182	23	148	15.76	2.67
	93	673	363	550	13.63	4.97
	94	893	624	660	9.76	8.35
	95	549	313	519	11.39	1.29
	96	253	108	226	10.82	1.72

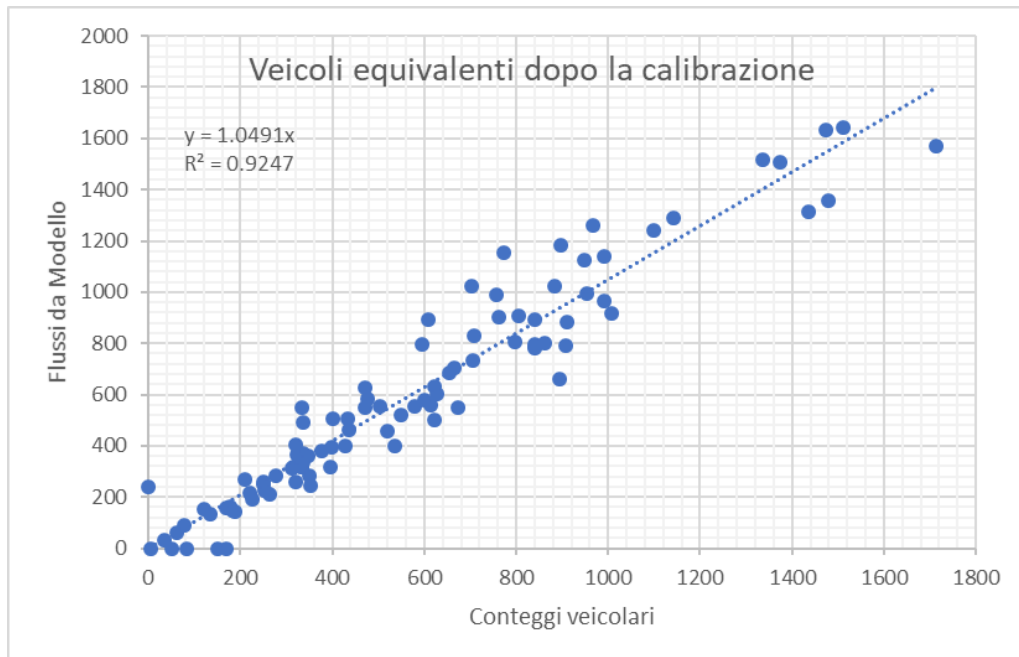
Figura 114. Valori di conteggi - modello assegnato e modello calibrato con procedura fuzzy (2di2)



N° CONTEGGI 96.00	
GEH area di studio	
GEH<5	26.0%
5<GEH<10	31.3%
GEH>10	42.7%

Figura 115. Retta di regressione e GEH prima della procedura fuzzy

	ADEGUAMENTO PFTE CODOGNO-CREMONA-MANTOVA					
	STUDIO DI TRASPORTO	COMMESSA NM1S	LOTTO 03 F 16	CODIFICA RG	DOCUMENTO TS0003 001	REV. A



N° CONTEGGI 96.00	
GEH area di studio	
GEH<5	78.1%
5<GEH<10	13.5%
GEH>10	8.3%

Tabella 24: Retta di regressione e GEH dopo la procedura fuzzy

La retta di regressione e il fattore GEH dimostrano un buon risultato della procedura di calibrazione, considerando l'eterogeneità dei dati di rilievo e le operazioni di espansione applicate su parte di essi.


Come detto in precedenza, nel caso di conteggi molto variabili, in termini di differente contesto infrastrutturale, con volumi orari che differiscono in maniera significativa tra loro, il GEH risulta essere una misura più affidabile poiché ha un andamento non lineare che si presta meglio nel confronto di variabili molto diverse.

Sulla base di questo, si può vedere come il $GEH < 5$ (ossia una ottima corrispondenza tra modello e conteggi) delle analisi presentate sia prossimo all'80%.

6.2.5 Risultati delle assegnazioni

La fase di assegnazione è stata condotta con gli stessi metodi d'assegnazione richiamati al paragrafo 6.2.4.1 Assegnazione.







I risultati dell'assegnazione agli orizzonti temporali attuale e di progetto permettono di comprendere come si distribuiscano i flussi nell'intorno dell'area d'intervento.

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>ADEGUAMENTO PFTE CODOGNO-CREMONA- MANTOVA</p>					
<p>STUDIO DI TRASPORTO</p>	<p>COMMESSA NM1S</p>	<p>LOTTO 03 F 16</p>	<p>CODIFICA RG</p>	<p>DOCUMENTO TS0003 001</p>	<p>REV. A</p>	<p>FOGLIO 157 di 203</p>


Nei seguenti capitoli sono riportati i risultati delle simulazioni effettuate riferite ai diversi scenari infrastrutturali considerati e raggruppati in base all'orizzonte temporale cui si riferiscono.

In particolare, vengono riportati per ciascun scenario:

- Il flussogramma di rete con la rappresentazione dei flussi di traffico in ora di punta, espressi in veicoli leggeri equivalenti⁴/ora.
- I flussogrammi di differenza tra lo scenario di progetto analizzato e il rispettivo scenario attuale, in veicoli leggeri equivalenti/ora; il flussogramma di differenza rappresenta per ciascun arco e ciascuna direzione di marcia la differenza tra i flussi simulati nei due scenari confrontati.
- Critical Link Analysis: analisi degli archi critici delle infrastrutture di progetto e dei corrispondenti dell'attuale, tramite una composizione di flusso che permette di individuare il percorso effettuato dagli utenti che transitano sull'arco oggetto di studio.
- Il grado di saturazione della rete, rappresentato attraverso l'illustrazione del rapporto tra flusso veicolare totale (espresso in termini di veicoli equivalenti); il grado di saturazione è calcolato per ciascuna direzione e per ciascun arco e rappresentato in base a 6 gradazioni di colore diverse corrispondenti ad altrettanti intervalli del rapporto Q/C e corrispondenti ai livelli di servizio (LOS)

	Rapporto Q/C	LOS
	$\leq 0,2$	A
	$0,2 < Q/C \leq 0,5$	B
	$0,5 < Q/C \leq 0,7$	C
	$0,7 < Q/C \leq 0,8$	D
	$0,8 < Q/C \leq 1$	E
	> 1	F

⁴ Il transito di un mezzo pesante viene equiparato a quello di due veicoli leggeri.

	ADEGUAMENTO PFTE CODOGNO-CREMONA-MANTOVA					
	STUDIO DI TRASPORTO	COMMESSA NM1S	LOTTO 03 F 16	CODIFICA RG	DOCUMENTO TS0003 001	REV. A

Dove:

A	Rappresenta le condizioni di flusso libero con totale assenza di condizionamento tra i veicoli;
B	Rappresenta le condizioni di deflusso con qualche limitazione alla libertà di manovra, ma ancora con elevate condizioni di conforto fisico e psicologico;
C	Si hanno ora maggiori condizionamenti: per mantenere la velocità desiderata occorrono cambi di corsia e/o sorpassi piuttosto frequenti che richiedono notevole attenzione da parte degli utenti;
D	In queste condizioni il flusso è ancora stabile, ma la libertà di manovra è notevolmente ridotta ed è basso il livello di conforto fisico e psicologico degli utenti;
E	I condizionamenti sono pressoché totali ed i livelli di conforto sono scadenti; il limite inferiore di questo livello corrisponde alla capacità; le condizioni di deflusso sono al limite della instabilità;
F	Questo livello rappresenta le condizioni di flusso forzato con frequenti ed imprevedibili arresti della corrente, ossia con marcia a singhiozzo (stop and go)

6.2.5.1 Ambito 1: NV30 e NV31 - Castellucchio

6.2.5.1.1 Scenario attuale

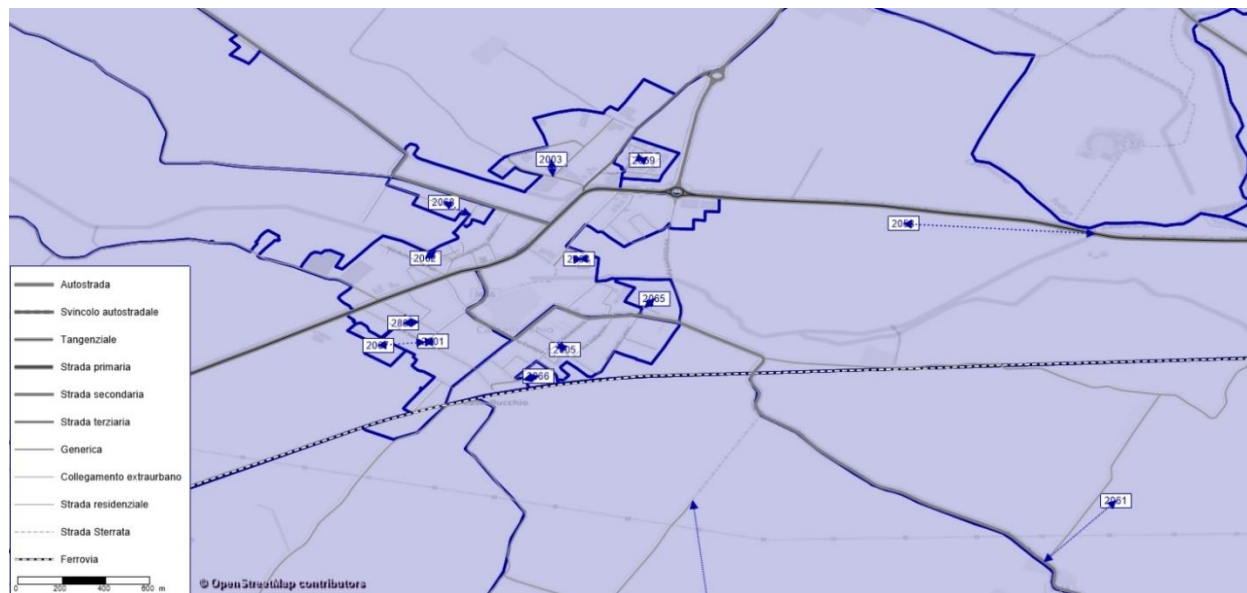



Figura 116. Grafo con zone e connessioni – Castellucchio scenario attuale

La Figura 116 mostra la zonizzazione in ambito Castellucchio con i relativi link connettori, ovvero archi che connettono i centroidi zonali a nodi fisici della rete, attraverso i quali entrano ed escono dalla rete i veicoli attratti e generati da ciascuna OD.

 <p>ITAFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>ADEGUAMENTO PFTE CODOGNO-CREMONA-MANTOVA</p>					
<p>STUDIO DI TRASPORTO</p>	<p>COMMESSA NM1S</p>	<p>LOTTO 03 F 16</p>	<p>CODIFICA RG</p>	<p>DOCUMENTO TS0003 001</p>	<p>REV. A</p>	<p>FOGLIO 160 di 203</p>

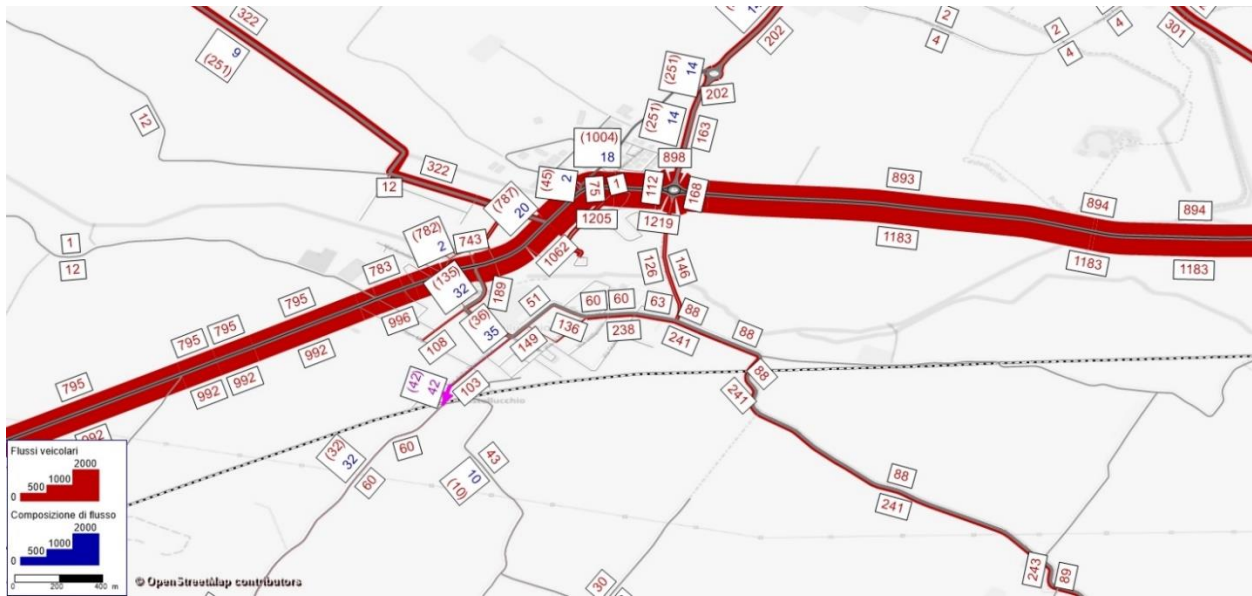



Figura 118. Critical link analysis - PL via Repubblica in direzione sud - Castellucchio scenario attuale

Attraverso una composizione di flusso su un arco critico è possibile individuare i percorsi effettuati dagli utenti che transitano sull'arco oggetto di studio.

In questo caso il PL di via Repubblica è attraversato da 42 veicoli ora in direzione sud; buona parte di essi proviene da nord attraverso le SP 23 (9) e SP 55 (14), la restante parte (19) invece è generata all'interno del centro urbano di Castellucchio. I volumi attraversato il PL proseguono i tre quarti verso sud-ovest e i restanti verso sud-est.

 ITAFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	ADEGUAMENTO PFTE CODOGNO-CREMONA-MANTOVA					
	STUDIO DI TRASPORTO	COMMESSA NM1S	LOTTO 03 F 16	CODIFICA RG	DOCUMENTO TS0003 001	REV. A

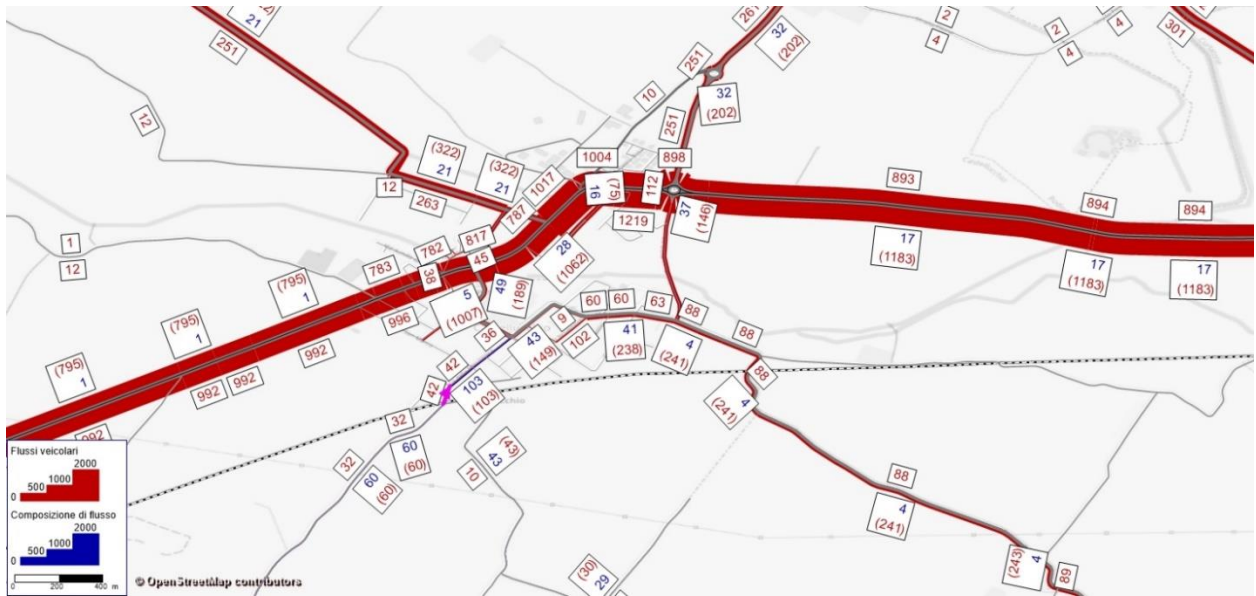


Figura 119. Critical link analysis - PL via Repubblica in entrata - Castellucchio scenario attuale

In direzione opposta, verso il centro di Castellucchio il volume transitante sul PL di via Repubblica è costituito da 103 veicoli ora provenienti dalle due viabilità confluenti da sud che proseguono verso nord est (32), nord- ovest (21), Mantova (17), Cremona (1) e verso sud est (4). I restanti 28 veicoli giungono a destinazione a Castellucchio.

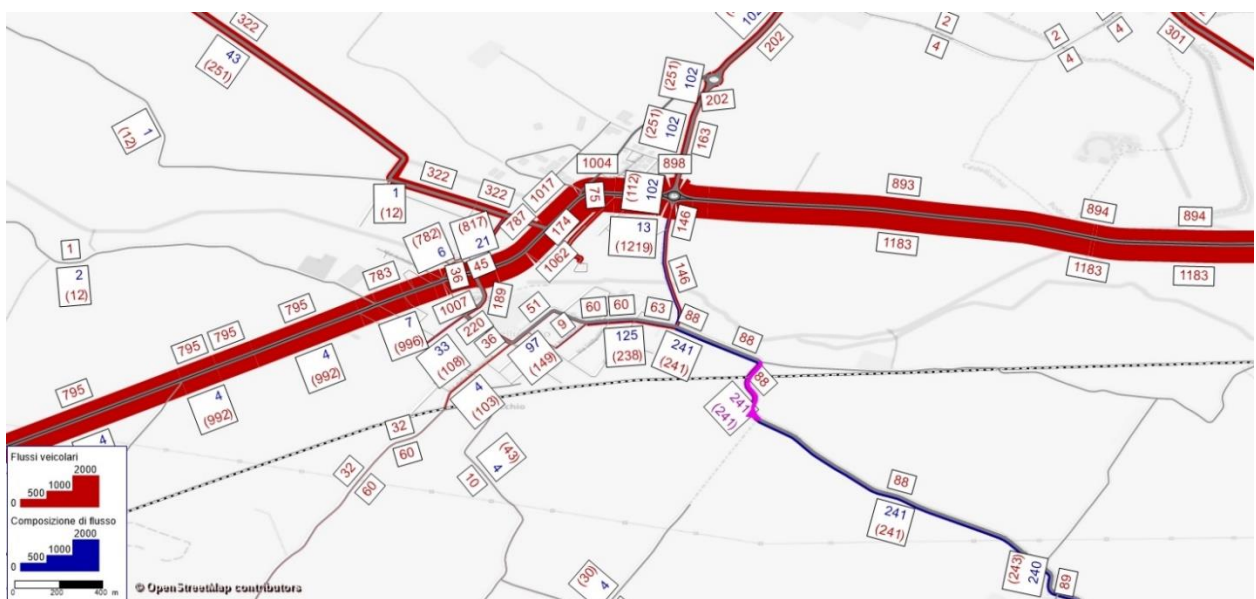



Figura 120. Critical link analysis - PL SP 55 in uscita - Castellucchio scenario attuale

Il flusso transitante sul PL della SP 55 in direzione sud è costituito da 241 veicoli/ora. Di questi, quasi la

	ADEGUAMENTO PFTE CODOGNO-CREMONA-MANTOVA					
	STUDIO DI TRASPORTO	COMMESSA NM1S	LOTTO 03 F 16	CODIFICA RG	DOCUMENTO TS0003 001	REV. A

metà (102) proviene da nord- est, un'altra parte da nord-ovest (43) e pochi altri veicoli (11) da ovest, da sud e da viabilità minori. I restanti 85 sono originati a Castellucchio.

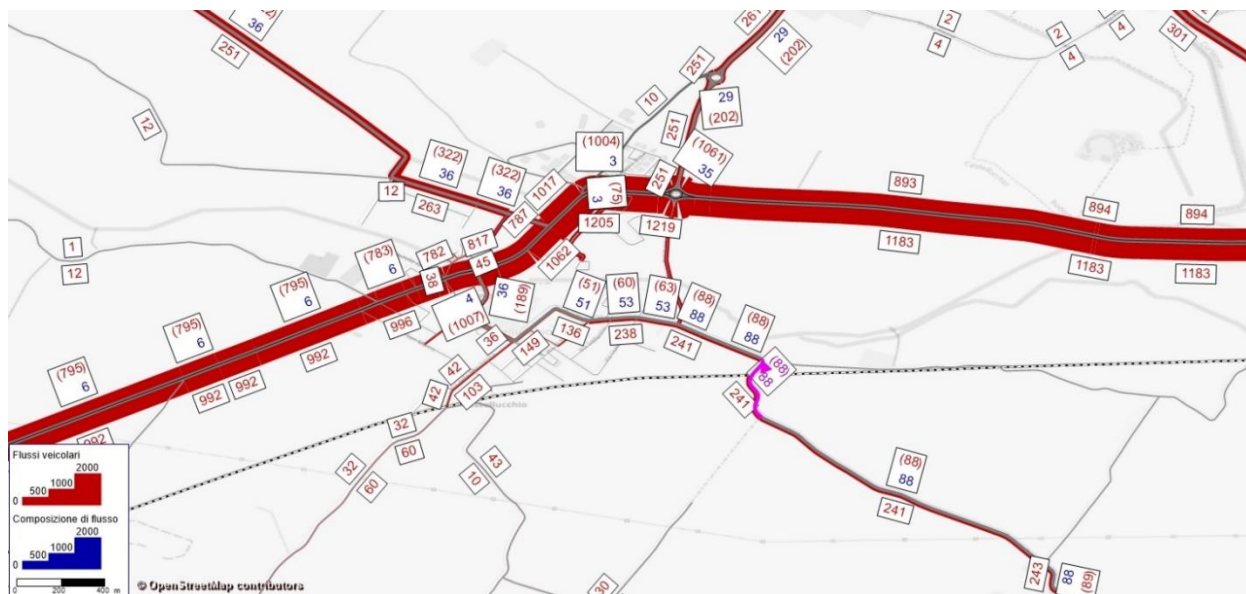


Figura 121. Critical link analysis - PL SP 55 in entrata - Castellucchio scenario attuale

Nella direzione opposta transitano 88 veicoli che sono destinati verso nord-est (29), nord-ovest (36) e ovest (6). I restanti 17 veicoli concludono il loro percorso a Castellucchio.

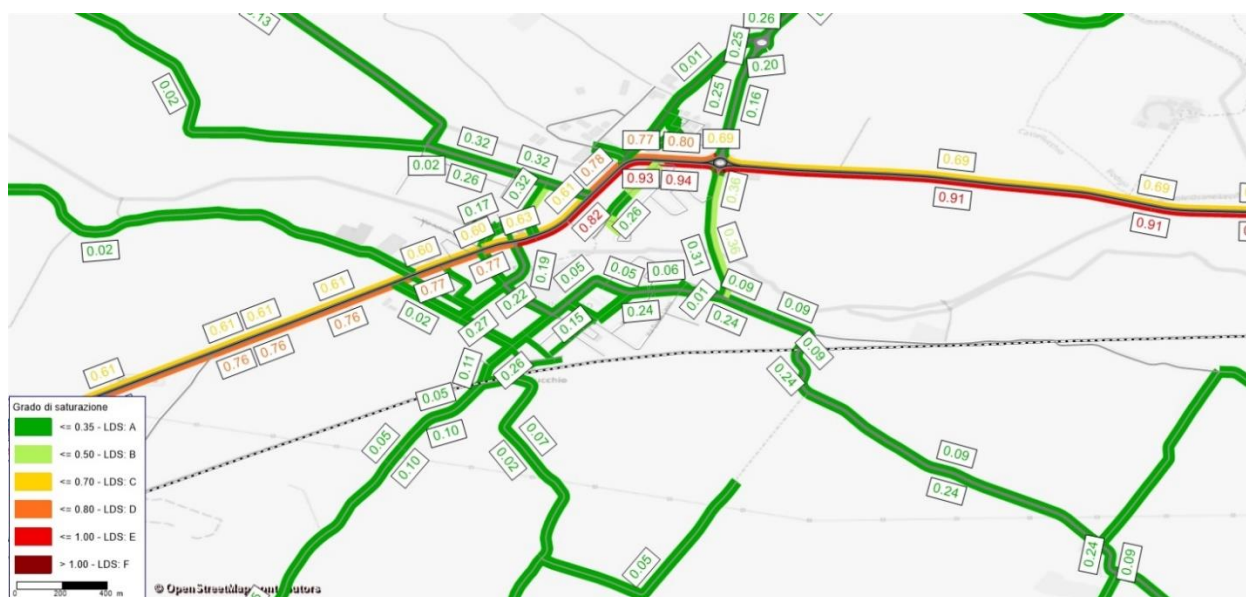



Figura 122. Grado di saturazione della rete – Castellucchio scenario attuale

	ADEGUAMENTO PFTE CODOGNO-CREMONA-MANTOVA					
STUDIO DI TRASPORTO	COMMESSA NM1S	LOTTO 03 F 16	CODIFICA RG	DOCUMENTO TS0003 001	REV. A	FOGLIO 163 di 203

Il grado di saturazione della rete evidenzia come tutte le viabilità nell'area di studio di Castellucchio, ad eccezione dalla SP 10, abbiano elevate prestazioni in termini di livello di servizio, essendo al peggio pari al livello B. La SP 10 ha un livello di servizio peggiore all'interno della zona urbana del paese e in direzione Mantova, trovandosi prossimo alla saturazione. La provinciale SP 10 è la principale arteria di collegamento a Mantova da ovest e pertanto è prevedibile risultati congestionata nell'ora di punta.

6.2.5.1.2 Scenario di progetto

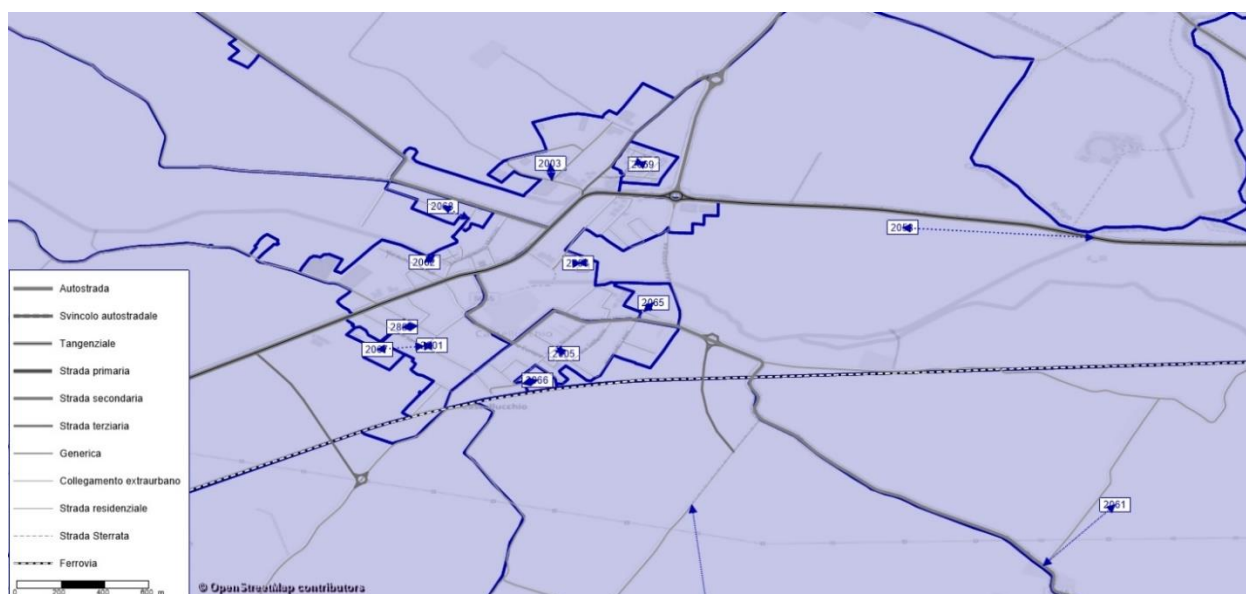


Figura 123. Grafo con zone e connessioni - Castellucchio scenario di progetto

Il grafo di progetto implementa gli interventi NV 30 e NV 31 attraverso la creazione di archi con caratteristiche funzionali (capacità, velocità) in linea con le scelte progettuali e la soppressione dei PL è realizzata annullando le capacità degli archi corrispondenti. Le zone e le connessioni rimangono inalterate rispetto allo scenario attuale.


 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>ADEGUAMENTO PFTE CODOGNO-CREMONA-MANTOVA</p>					
<p>STUDIO DI TRASPORTO</p>	<p>COMMESSA NM1S</p>	<p>LOTTO 03 F 16</p>	<p>CODIFICA RG</p>	<p>DOCUMENTO TS0003 001</p>	<p>REV. A</p>	<p>FOGLIO 164 di 203</p>




Figura 124. Flussogramma - Castelluccio scenario di progetto

Il flussogramma della rete di progetto non sembra comportare consistenti variazioni nei volumi sulle direttrici principali della rete. Ma per avere un confronto immediato tra flussi di progetto e flussi attuali, viene rappresentato il flussogramma di differenza.



Figura 125. Flussogramma di differenza progetto – attuale – Castelluccio 1/2

	ADEGUAMENTO PFTE CODOGNO-CREMONA-MANTOVA					
STUDIO DI TRASPORTO	COMMESSA NM1S	LOTTO 03 F 16	CODIFICA RG	DOCUMENTO TS0003 001	REV. A	FOGLIO 165 di 203

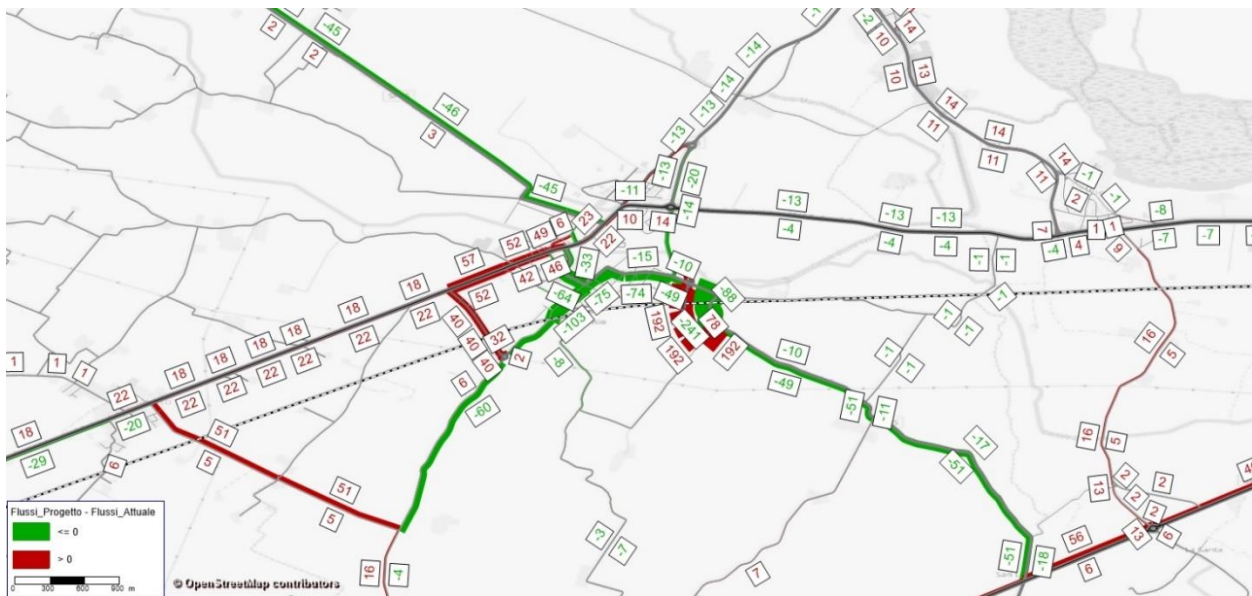



Figura 126. Flussogramma di differenza progetto – attuale – Castellucchio 2/2

Il flussogramma di differenza (riportato in due scale) evidenzia lo spostamento di flussi causato dalla chiusura dei PL e dalla apertura di nuove viabilità. Per entrambi gli interventi di progetto si nota come essi non assorbano tutta la domanda di spostamento che transitava sui PL. L'intervento NV 30 determina uno sgravio di volumi nelle viabilità interne al centro urbano, dirottati nel nuovo cavalcaviaferrovia, e in altre viabilità di attraversamento ferroviario. Anche l'intervento NV 31 assorbe gran parte degli spostamenti che attraversavano i PL soppressi, ma non la totalità, poiché vengono utilizzati anche percorsi alternativi.

Questo comportamento è dovuto ad un allungamento di percorso e a prestazioni funzionali modeste degli interventi progettuali (limite di velocità 50 km/h).

 <p>ITAFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>ADEGUAMENTO PFTE CODOGNO-CREMONA-MANTOVA</p>					
<p>STUDIO DI TRASPORTO</p>	<p>COMMESSA NM1S</p>	<p>LOTTO 03 F 16</p>	<p>CODIFICA RG</p>	<p>DOCUMENTO TS0003 001</p>	<p>REV. A</p>	<p>FOGLIO 166 di 203</p>

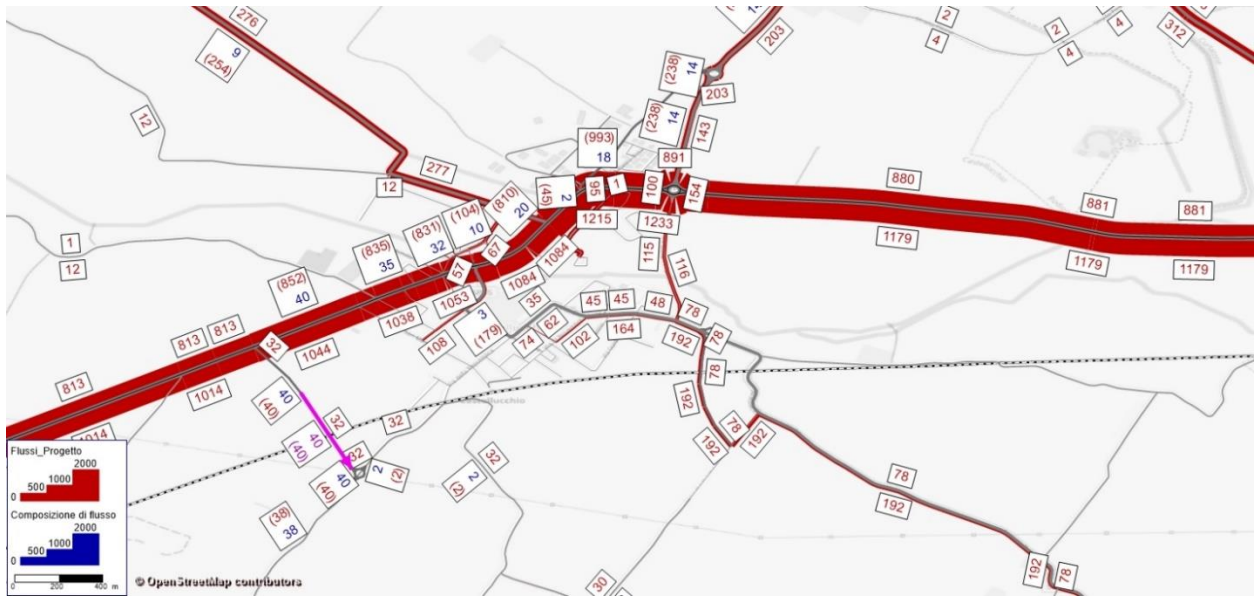



Figura 127. Critical link analysis NV 30 direzione sud - Castellucchio scenario di progetto


La composizione di flusso sull'intervento NV30 in direzione sud evidenzia come i 40 veicoli transitanti (2 in meno rispetto allo scenario attuale), provengano da nord attraverso le SP 23 (9) e SP 55 (14) esattamente come per il link del PL nell'attuale per poi proseguire verso sud principalmente attraverso via Gabbiana.

È stato estrapolato, per ciascun critical link, il listato dei percorsi effettuati dai veicoli che lo percorrono. Per ciascuna relazione OD che interessa il critical link è indicato il flusso di veicoli che lo intraprendono, il tempo di percorrenza che impiega un veicolo a compiere il percorso, la velocità di percorrenza e la lunghezza del percorso.

 ITAFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	ADEGUAMENTO PFTE CODOGNO-CREMONA- MANTOVA					
	STUDIO DI TRASPORTO	COMMESSA NM1S	LOTTO 03 F 16	CODIFICA RG	DOCUMENTO TS0003 001	REV. A

O	D	FLUSSI	TCORR	VCORR km/h	LUNGH km
6012	5102	2.447	10min 10.3s	53.4	9.054
26	5102	1.966	19min 36.1s	53.8	17.574
26	2052	1.906	18min 22.0s	54.7	16.736
4001	5102	1.877	16min 54.9s	51.3	14.469
2001	5023	1.72	10min 46.4s	57.9	10.394
2004	5102	1.643	7min 29.0s	48.7	6.068
2001	5102	1.635	5min 28.5s	48.8	4.453
2004	2052	1.415	6min 15.5s	48.5	5.06
2001	2052	1.408	4min 15.1s	48.6	3.445
2005	5102	1.144	5min 44.5s	48.7	4.66
2005	2052	0.99	4min 31.0s	48.5	3.651
2002	5102	0.931	6min 14.7s	48.6	5.061
6001	5102	0.858	13min 59.2s	53.4	12.451
69	5102	0.842	26min 54.0s	57.3	25.707
2002	2052	0.799	5min 1.2s	48.4	4.053
2009	5102	0.785	9min 46.0s	54.7	8.912
2003	5102	0.741	6min 52.1s	50	5.718
2009	2052	0.675	8min 32.6s	55.5	7.903
2003	2052	0.638	5min 38.6s	50.1	4.709
6012	2052	0.573	8min 56.8s	53.8	8.023
6001	2052	0.535	12min 45.7s	53.8	11.443
26	2010	0.498	20min 30.8s	54.2	18.527
4001	2052	0.491	15min 41.4s	51.4	13.442
6012	2010	0.4	11min 5.6s	53.1	9.814
2004	2010	0.373	8min 24.3s	48.9	6.851
2001	2010	0.37	6min 23.8s	49.1	5.236
6010	5102	0.362	11min 2.1s	52.5	9.657
69	2052	0.361	25min 40.5s	57.7	24.698
15	5102	0.352	30min 10.4s	58.1	29.225
40	5102	0.337	19min 53.3s	58.8	19.492
28	5102	0.301	32min 46.7s	54.4	29.721
26	2062	0.3	18min 39.6s	54.6	16.989
6012	5038	0.279	11min 4.9s	53.1	9.803
2001	5163	0.264	8min 26.7s	49.3	6.937
2005	2010	0.259	6min 39.8s	49	5.442
2056	5102	0.235	10min 5.3s	53.1	8.922
6011	5102	0.234	10min 17.9s	53.2	9.123
6010	2052	0.226	9min 48.7s	52.9	8.648
2004	2062	0.223	6min 33.1s	48.7	5.313
26	5038	0.221	20min 30.1s	54.1	18.493
...

Figura 128. Esempio di listato percorsi OD passanti per i critical link

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	ADEGUAMENTO PFTE CODOGNO-CREMONA- MANTOVA					
	STUDIO DI TRASPORTO	COMMESSA NM1S	LOTTO 03 F 16	CODIFICA RG	DOCUMENTO TS0003 001	REV. A

Sono state selezionate le tre relazioni più cariche nel critical link di progetto e le stesse tre relazioni che impiegano nell'attuale il corrispettivo arco del PL soppresso. Questo procedimento è stato effettuato per entrambe le direzioni per ciascuna viabilità di progetto.

SCENARIO	O	D	FLUSSI (veic/h)	TCORR	VCORR (km/h)	LUNGH (km)
ATTUALE	6012	5102	2.447	10min 10.3s	53.4	9.054
	26	5102	1.966	19min 36.1s	53.8	17.574
	26	2052	1.906	18min 22.0s	54.7	16.736
PROGETTO	6012	5102	2.447	10min 12.8s	54.6	9.296
	26	5102	1.966	19min 39.2s	54.4	17.816
	26	2052	1.906	18min 25.4s	55.3	16.978


Tabella 25. Prestazioni nelle principali relazioni - NV30 direzione sud

Il confronto tra l'arco del NV30 e il passaggio a livello di via Repubblica in direzione sud denota come i percorsi interessino lo stesso numero di veicoli e nonostante nel progetto ci sia un lieve allungamento dei percorsi il tempo di viaggio aumenta di due o tre secondi. Le velocità di viaggio infatti sono leggermente aumentate.

I percorsi sono stati poi raggruppati in base alla tipologia di spostamento (interni al comune di Castelluccio, di entrata o di uscita dal comune o di attraversamento ad esso).

SPOSTAMENTI INTERNI				
SCENARIO	FLUSSI (veic/h)	T MEDIO (min)	LUNGH MEDIA (km)	V MEDIA (km/h)
ATTUALE	9.521	6min 22.9s	5.364	50.4
PROGETTO	9.672	6min 45.9s	5.902	52.3
SPOSTAMENTI ENTRATA/USCITA				
SCENARIO	FLUSSI (veic/h)	T MEDIO (min)	LUNGH media (km)	V MEDIA (km/h)
ATTUALE	19.503	14min 10.5s	10.668	45.2
PROGETTO	17.526	14min 29.2s	11.014	45.6
ATTRAVERSAMENTI				
SCENARIO	FLUSSI (veic/h)	T MEDIO (min)	LUNGH media (km)	V MEDIA (km/h)
ATTUALE	12.732	17min 6.4s	15.521	54.4
PROGETTO	12.732	17min 12.2s	15.750	54.9

Tabella 26. Prestazioni medie - NV30 direzione sud

	ADEGUAMENTO PFTE CODOGNO-CREMONA-MANTOVA					
	STUDIO DI TRASPORTO	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
	NM1S	03 F 16	RG	TS0003 001	A	169 di 203

I flussi che interessano gli archi in esame, come già detto in precedenza, differiscono per solamente due veicoli. Complessivamente i tempi di viaggio sono pressoché inalterati nel progetto.

Si vuole sottolineare che il modello di macrosimulazione, per il livello di dettaglio a cui è chiamato a rispondere, non considera i perditempo causati dalla chiusura dei PL. Perciò anche se il progetto può presentare tempi di viaggio più lunghi, potrebbero essere comunque inferiori rispetto all'attualità. Allo stesso modo la risoluzione dei PL aumenta notevolmente la sicurezza per i diversi modi di trasporto.

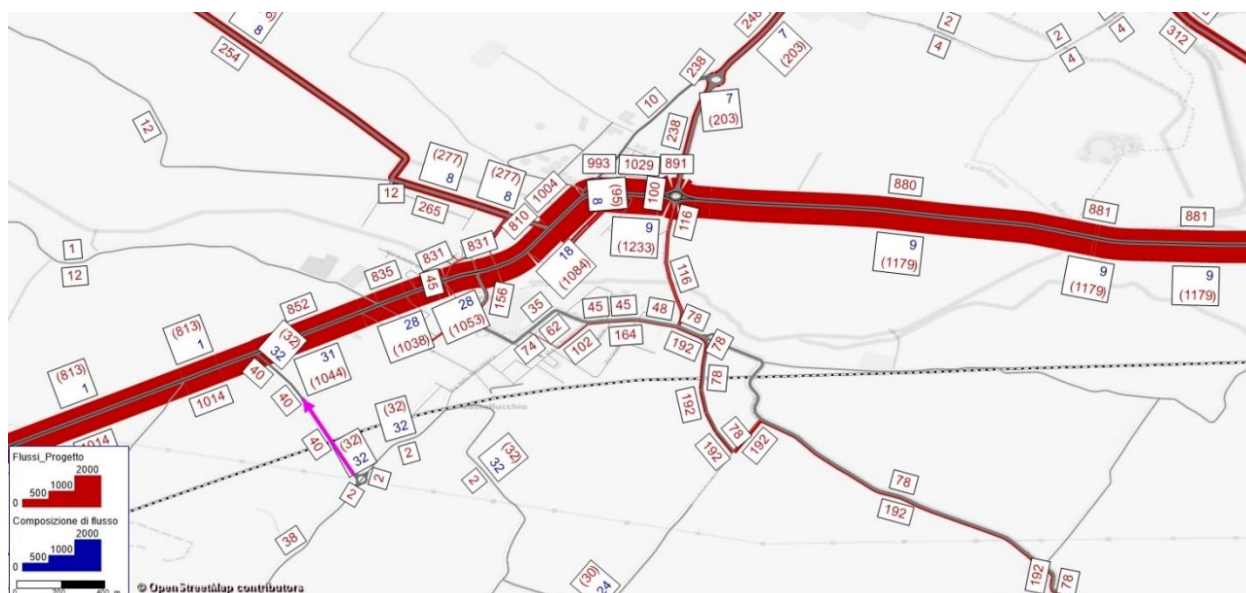



Figura 129. Critical link analysis NV 30 direzione nord - Castellucchio scenario di progetto

In direzione opposta, verso nord, il volume transitante sull'NV30 è costituito da 32 veicoli, circa un terzo rispetto al flusso che attraversava il PL di via Repubblica. Tale flusso proviene unicamente da sud-est, mentre quelli che prima provenivano da sud-ovest ora trovano altri itinerari più convenienti. I veicoli, superato il cavalcaferrovia proseguono verso nord est (7), nord- ovest (8), Mantova (9), Cremona (1). I restanti 7 veicoli giungono a destinazione a Castellucchio.

SCENARIO	O	D	FLUSSI (veic/h)	TCORR	VCORR (km/h)	LUNGH (km)
ATTUALE	2062	3005	4.333	12min 46.7s	47.4	10.092
	2062	26	2.281	18min 22.5s	55.2	16.913
	2062	2004	1.847	6min 50.7s	46.6	5.313
PROGETTO	2062	3005	4.333	14min 13.9s	48.1	11.42
	2062	26	2.281	19min 48.2s	55.2	18.21
	2062	2004	1.847	8min 15.4s	48	6.609

Tabella 27. Prestazioni nelle principali relazioni - NV30 direzione nord


	ADEGUAMENTO PFTE CODOGNO-CREMONA-MANTOVA					
	STUDIO DI TRASPORTO	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
	NM1S	03 F 16	RG	TS0003 001	A	170 di 203

Le relazioni che interessano maggiormente il transito sul cavalcaferrovia sono soggette ad allungamento a causa della soppressione dei PL. I perditempi dovuti alla chiusura dei PL, non simulati, tuttavia potrebbero rendere comunque più conveniente il percorso nello scenario di progetto.

SPOSTAMENTI INTERNI				
SCENARIO	FLUSSI (veic/h)	T MEDIO (min)	LUNGH MEDIA (km)	V MEDIA (km/h)
ATTUALE	28.699	7min 6.3s	5.824	49.2
PROGETTO	9.687	8min 55.0s	7.626	51.3
SPOSTAMENTI ENTRATA/USCITA				
SCENARIO	FLUSSI (veic/h)	T MEDIO (min)	LUNGH media (km)	V MEDIA (km/h)
ATTUALE	59.896	27min 54.7s	15.254	32.8
PROGETTO	20.923	47min 51.1s	17.677	22.2
ATTRAVERSAMENTI				
SCENARIO	FLUSSI (veic/h)	T MEDIO (min)	LUNGH media (km)	V MEDIA (km/h)
ATTUALE	13.951	20min 59.9s	19.059	54.5
PROGETTO	0.822	22min 6.3s	20.167	54.7

Tabella 28. Prestazioni medie - NV30 direzione nord

La soppressione dei PL risolti col cavalcaferrovia determina allungamenti di percorso e di tempo di viaggio, che incentivano la scelta di altri itinerari, infatti il flusso è circa un terzo rispetto al volume passante sul PL di via Repubblica. I perditempo dovuti alla chiusura dei PL e l'incremento della sicurezza che la risoluzione di essi comporta, non considerati nel modello, potrebbero rendere l'infrastruttura di progetto preferibile rispetto all'attuale.

 ITAFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	ADEGUAMENTO PFTE CODOGNO-CREMONA-MANTOVA					
	STUDIO DI TRASPORTO	COMMESSA NM1S	LOTTO 03 F 16	CODIFICA RG	DOCUMENTO TS0003 001	REV. A

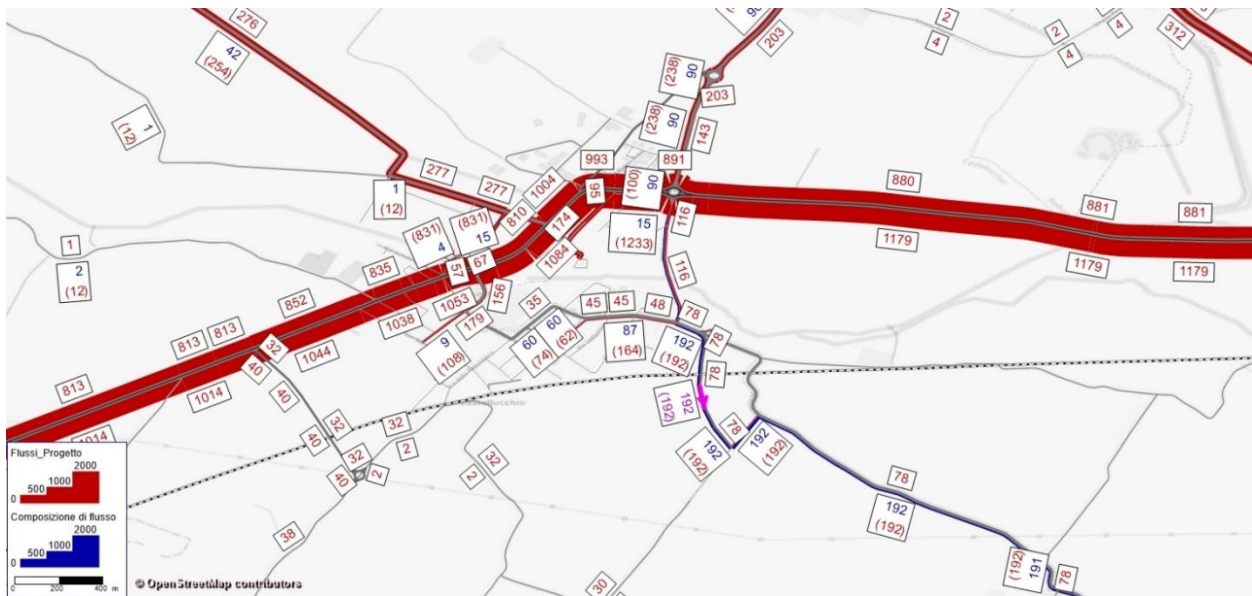



Figura 130. Critical link analysis NV 31 direzione sud - Castellucchio scenario di progetto

Il flusso transitante sull'NV31 in direzione sud è costituito da 192 veicoli/ora. Di questi, quasi la metà (90) proviene da nord-est, un'altra parte da nord-ovest (42) e pochi altri veicoli (3) da viabilità minori. I restanti 57 sono originati a Castellucchio.

SCENARIO	O	D	FLUSSI (veic/h)	TCORR	VCORR (km/h)	LUNGH (km)
ATTUALE	26	65	7.994	41min 21.6s	58	39.955
	26	3022	9.071	22min 25.9s	56.3	21.034
	69	3022	4.916	29min 43.8s	58.9	29.167
PROGETTO	26	65	7.994	41min 46.8s	58	40.421
	26	3022	7.242	22min 47.3s	56.6	21.499
	69	3022	4.916	30min 4.1s	58.8	29.461

Tabella 29. Prestazioni nelle principali relazioni - NV31 direzione sud

SPOSTAMENTI INTERNI				
SCENARIO	FLUSSI (veic/h)	T MEDIO (min)	LUNGH MEDIA (km)	V MEDIA (km/h)
ATTUALE	0.412	5min 52.3s	5.663	57.9
PROGETTO	0.388	6min 16.7s	5.877	56.2

	ADEGUAMENTO PFTE CODOGNO-CREMONA-MANTOVA					
	STUDIO DI TRASPORTO	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
	NM1S	03 F 16	RG	TS0003 001	A	172 di 203

SPOSTAMENTI ENTRATA/USCITA				
SCENARIO	FLUSSI (veic/h)	T MEDIO (min)	LUNGH media (km)	V MEDIA (km/h)
ATTUALE	96.338	36min 39.7s	21.427	35.1
PROGETTO	66.085	30min 29.1s	19.350	38.1
ATTRAVERSAMENTI				
SCENARIO	FLUSSI (veic/h)	T MEDIO (min)	LUNGH media (km)	V MEDIA (km/h)
ATTUALE	142.140	69min 33.2s	34.792	30.0
PROGETTO	124.650	69min 58.4s	35.483	30.4

Tabella 30. Prestazioni medie - NV31 direzione sud

Per le tre relazioni principali le prestazioni di viaggio in termini di percorrenza peggiorano di poche decine di secondi (senza considerare il perditempo guadagnato dalla chiusura del PL).

Si nota invece che a fronte di un lieve peggioramento di prestazioni medie negli spostamenti interni e di attraversamento, per le relazioni di entrata o uscita dal comune i tempi medi di percorrenza diminuiscono notevolmente e si ha un incremento di velocità media.

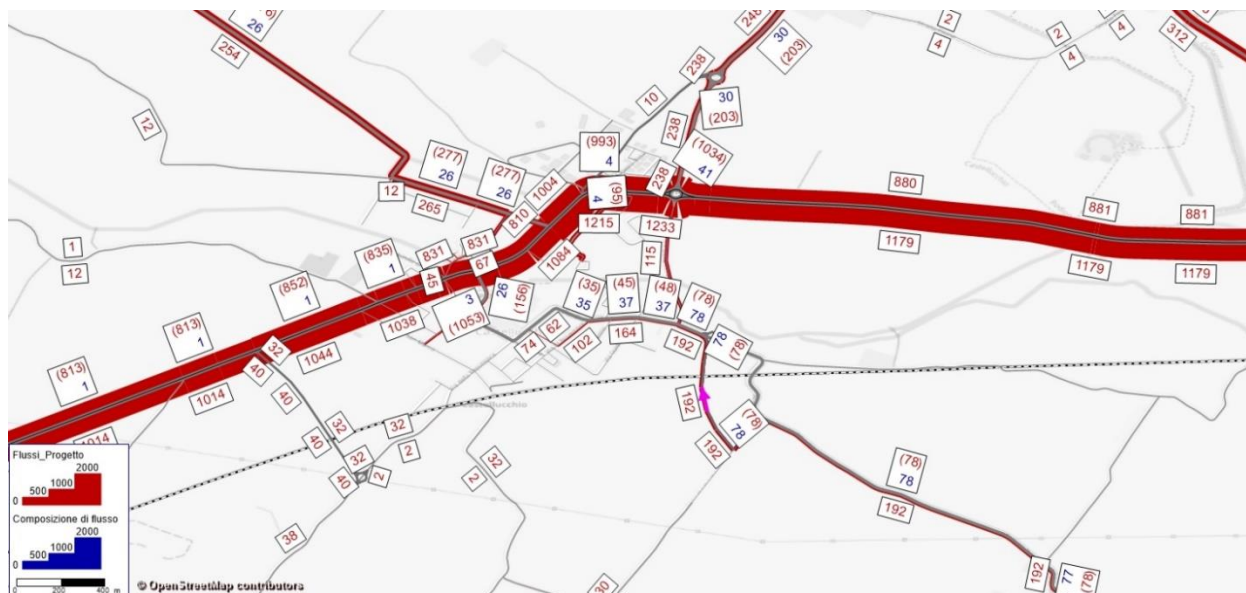



Figura 131. Critical link analysis NV 31 direzione nord - Castellucchio scenario di progetto

Nella direzione opposta transitano 78 veicoli che sono destinati verso nord-est (30), nord-ovest (26) e ovest (1). I restanti 21 veicoli concludono il loro percorso a Castellucchio.

 ITAFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	ADEGUAMENTO PFTE CODOGNO-CREMONA- MANTOVA					
	STUDIO DI TRASPORTO	COMMESSA NM1S	LOTTO 03 F 16	CODIFICA RG	DOCUMENTO TS0003 001	REV. A

SCENARIO	O	D	FLUSSI (veic/h)	TCORR	VCORR (km/h)	LUNGH (km)
ATTUALE	5023	2001	2.521	10min 55.2s	72.2	13.141
	5023	2002	1.9	11min 15.6s	71.2	13.365
	3022	26	1.811	21min 43.4s	58.5	21.187
PROGETTO	5023	2001	2.521	11min 34.7s	70	13.506
	5023	2002	1.9	11min 55.2s	69.1	13.729
	3022	26	1.811	22min 9.8s	58.3	21.552

Tabella 31. Prestazioni nelle principali relazioni - NV31 direzione nord

Anche in questo caso i tempi di viaggio delle principali relazioni servita dal cavalcaferrovia peggiorano di qualche decina di secondo (perditempo di chiusura del PL non considerato nella simulazione).

SPOSTAMENTI INTERNI				
SCENARIO	FLUSSI (veic/h)	T MEDIO (min)	LUNGH MEDIA (km)	V MEDIA (km/h)
ATTUALE	0.663	6min 45.2s	6.642	59.0
PROGETTO	5.887	8min 54.9s	7.802	52.5
SPOSTAMENTI ENTRATA/USCITA				
SCENARIO	FLUSSI (veic/h)	T MEDIO (min)	LUNGH media (km)	V MEDIA (km/h)
ATTUALE	24.198	20min 14.8s	18.419	54.6
PROGETTO	22.756	16min 31.2s	16.282	59.1
ATTRAVERSAMENTI				
SCENARIO	FLUSSI (veic/h)	T MEDIO (min)	LUNGH media (km)	V MEDIA (km/h)
ATTUALE	63.281	79min 23.6s	50.159	37.9
PROGETTO	49.449	62min 26.9	35.748	34.3

Tabella 32. Prestazioni medie – NV31 direzione nord

L'intervento di progetto serve maggiormente gli spostamenti interni al comune di Castellucchio rispetto allo scenario attuale. Nelle relazioni di scambio con l'esterno le prestazioni sono significativamente migliorate in media, mentre gli attraversamenti coinvolgono un flusso nettamente inferiore alla situazione attuale. Nei percorsi più lunghi sono scelte altri itinerari di viaggio.


	ADEGUAMENTO PFTE CODOGNO-CREMONA-MANTOVA					
	STUDIO DI TRASPORTO	COMMESSA NM1S	LOTTO 03 F 16	CODIFICA RG	DOCUMENTO TS0003 001	REV. A



Figura 132. Grado di saturazione della rete - Castellucchio scenario di progetto

Il grado di saturazione della rete di progetto evidenzia prestazioni inalterate rispetto alla rete attuale.

6.2.5.2 Ambito 2: NV34 – Mantova

6.2.5.2.1 Scenario attuale

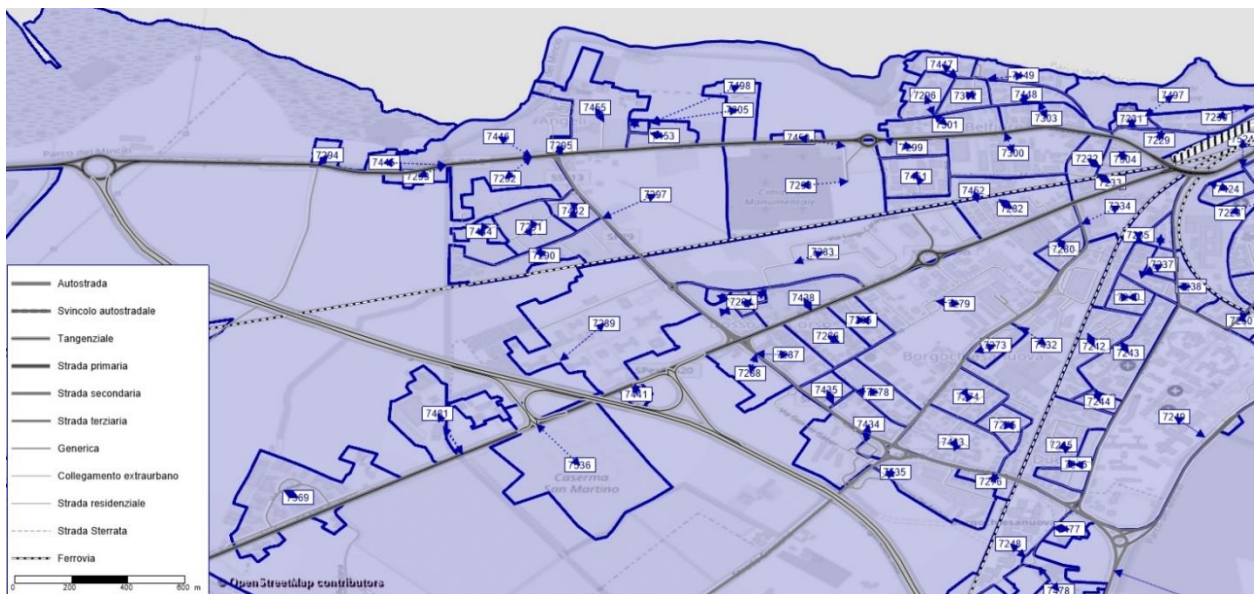



Figura 133. Grafo con zone e connessioni - Mantova scenario attuale

 ITAFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	ADEGUAMENTO PFTE CODOGNO-CREMONA-MANTOVA					
	STUDIO DI TRASPORTO	COMMESSA NM1S	LOTTO 03 F 16	CODIFICA RG	DOCUMENTO TS0003 001	REV. A

La Figura 133 mostra la zonizzazione in ambito Mantova con le relative connessioni alla rete.



Figura 134. Flussogramma - Mantova scenario attuale

Il flussogramma della rete in ambito Mantova rappresenta i flussi veicolari circolanti sugli archi della rete nell'ora di punta 7:00 – 8:00 espressi in autovetture equivalenti/ora.

Il flussogramma evidenzia le arterie principali di penetrazione a Mantova da ovest, sud-ovest e sud, ovvero la SP 10, la SP 420 e la SS 62 e la tangenziale che le attraversa e connette trasversalmente.

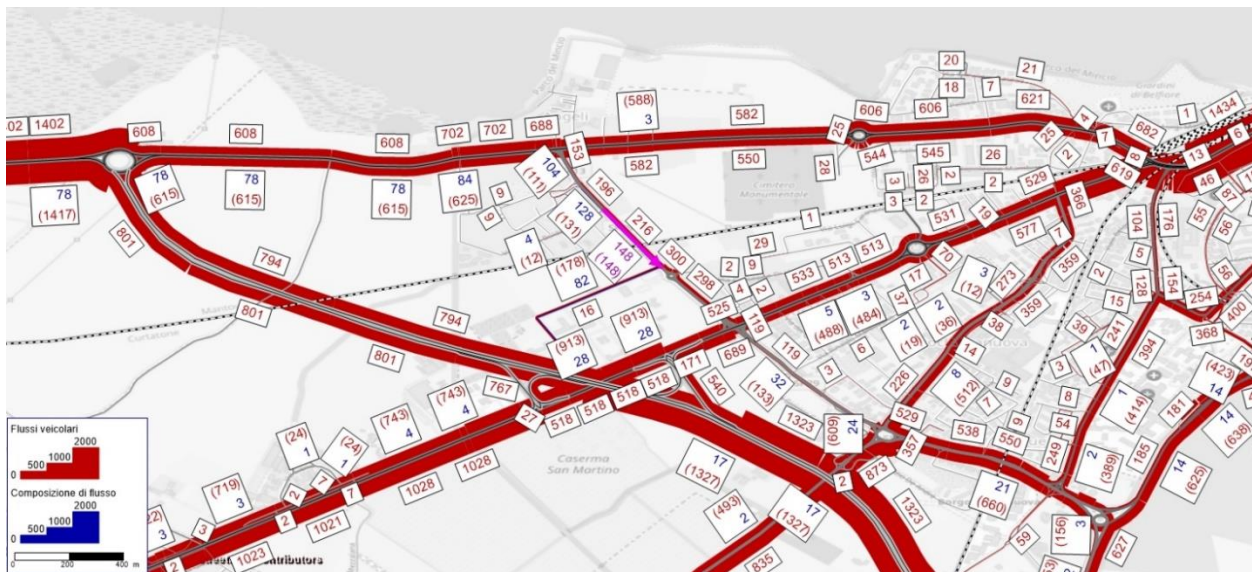


Figura 135. Critical link analysis PL SP 29 direzione sud - Mantova scenario attuale



	ADEGUAMENTO PFTE CODOGNO-CREMONA-MANTOVA					
STUDIO DI TRASPORTO	COMMESSA NM1S	LOTTO 03 F 16	CODIFICA RG	DOCUMENTO TS0003 001	REV. A	FOGLIO 177 di 203



Figura 137. Grado di saturazione della rete - Mantova scenario di progetto

Il grado di saturazione della rete evidenzia in generale un buon livello di servizio della rete, la maggior parte di archi offre prestazioni di livello A o B. Livelli di servizio inferiori si riscontrano nelle arterie di collegamento a Mantova sulle quali confluisce la domanda di spostamento dalle zone più esterne. La SP 10, in particolare, è sovrasatura in corrispondenza dell'intersezione con la tangenziale. Quest'ultima possiede prestazioni molto più elevate soprattutto in termini di capacità (carreggiate separate e due corsie per senso di marcia), e ciò determina un "collo di bottiglia", risultando fortemente congestionato nell'ora di punta. Altre viabilità minori presentano LDS C o D, in particolare nella parte sud est della figura, e ciò è spiegabile con la presenza del polo ospedaliero che funge da forte attrattore di spostamenti. Infine, livelli più critici di servizio si riscontrano nelle viabilità in direzione Mantova, e questo è spiegabile dalla presenza dei laghi intorno alla città che fungono da vincolo, concentrando gli spostamenti di attraversamento sui ponti presenti.

	ADEGUAMENTO PFTE CODOGNO-CREMONA-MANTOVA					
STUDIO DI TRASPORTO	COMMESSA NM1S	LOTTO 03 F 16	CODIFICA RG	DOCUMENTO TS0003 001	REV. A	FOGLIO 178 di 203

6.2.5.2.2 Scenario di progetto

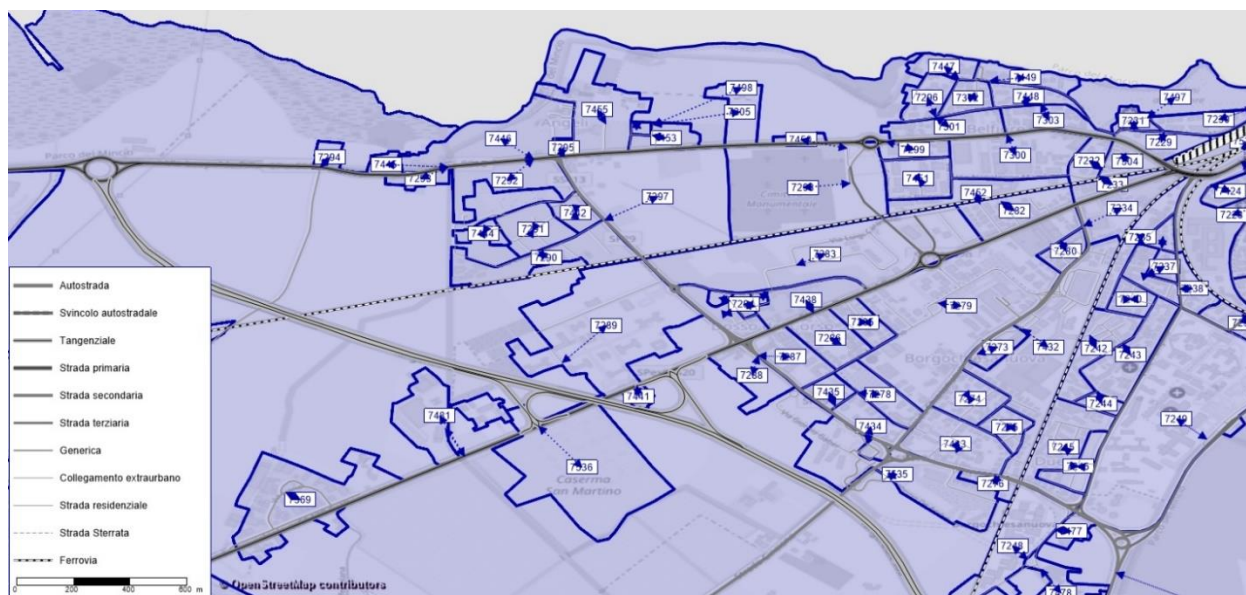


Figura 138. Grafo con zone e connessioni - Mantova scenario di progetto

Il grafo di progetto implementa l'intervento NV 34 attraverso la creazione di archi con caratteristiche funzionali (capacità, velocità) in linea con le scelte progettuali e la soppressione del PL è realizzata annullando le capacità degli archi ad esso corrispondenti. Le zone e le connessioni rimangono inalterate rispetto allo scenario attuale.



Figura 139. Flussogramma - Mantova scenario di progetto

Il flussogramma della rete di progetto non sembra comportare consistenti variazioni nei volumi sulle direttrici principali della rete. Ma per avere un confronto immediato tra flussi di progetto e flussi attuali, viene rappresentato il flussogramma di differenza.



Figura 140. Flussogramma di differenza progetto - attuale - Mantova

Il flussogramma di differenza evidenzia lo spostamento di flussi causato dalla soppressione del PL e dalla realizzazione della nuova viabilità. Si nota come l'intervento di progetto NV34 assorba solo una discreta parte del flusso che transitava sul PL. La restante quota di volume trova più convenienza in altri itinerari, in particolare nell'utilizzo della tangenziale, che permette prestazioni di viaggio più elevate rispetto la nuova viabilità.

Il nuovo cavalcaferrovia infatti è vincolato dalla vicinanza delle intersezioni a rotatoria agli estremi e dalla presenza di edifici e del cimitero. La compattezza dell'intervento determina prestazioni funzionali modeste (limite di velocità 40 km/h) che giustificano la scelta di altri percorsi disponibili.

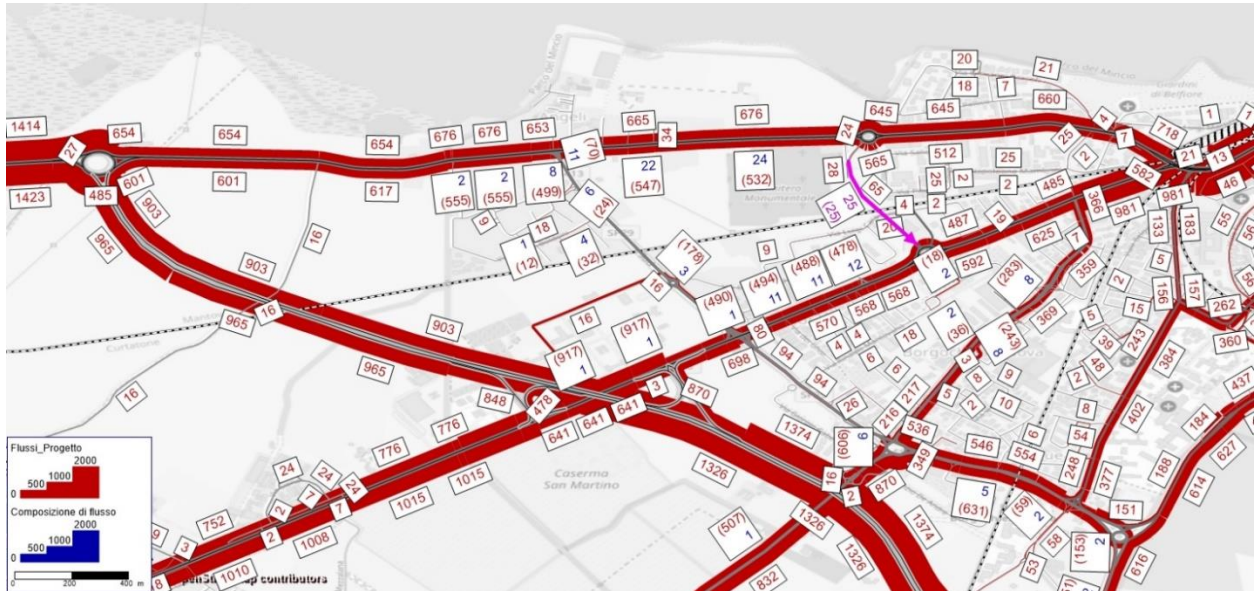



Figura 141. Critical link analysis NV34 direzione sud - Mantova scenario di progetto

Dalla composizione di flusso sul cavalcaferrovia di progetto in direzione sud, si nota che i 25 veicoli transitanti sono originati dalle zone adiacenti al PL soppresso, e non da una zona più distante come avveniva per i flussi circolanti sul PL nello scenario attuale. Attraversata la linea ferroviaria, i veicoli proseguono arrivando quasi tutti a destinazione in un breve raggio.

SCENARIO	O	D	FLUSSI (veic/h)	TCORR	VCORR (km/h)	LUNGH (km)
ATTUALE	7291	7273	1.541	2min 40.6s	49.2	2.194
	7446	7273	1.405	2min 42.1s	51.5	2.32
	7290	7273	1.218	2min 34.6s	49	2.103
PROGETTO	7291	7273	1.541	3min 14.3s	52.4	2.825
	7446	7273	1.405	2min 56.6s	53.7	2.636
	7290	7273	1.218	3min 23.8s	52.8	2.99

Tabella 33. Prestazioni nelle principali relazioni - NV34 direzione sud

Nelle tre relazioni maggiormente servite dal cavalcaferrovia di progetto il tempo di percorrenza peggiora di alcune decine di secondi. Il perditempo dovuto al PL tuttavia, non simulato da modello, potrebbe rendere vantaggioso lo scenario di progetto.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	ADEGUAMENTO PFTE CODOGNO-CREMONA- MANTOVA					
	STUDIO DI TRASPORTO	COMMESSA NM1S	LOTTO 03 F 16	CODIFICA RG	DOCUMENTO TS0003 001	REV. A

SPOSTAMENTI INTERNI				
SCENARIO	FLUSSI (veic/h)	T MEDIO (min)	LUNGH MEDIA (km)	V MEDIA (km/h)
ATTUALE	24.792	4min 18.7s	2.960	41.2
PROGETTO	21.399	3min 21.1s	3.008	53.8
SPOSTAMENTI ENTRATA/USCITA				
SCENARIO	FLUSSI (veic/h)	T MEDIO (min)	LUNGH media (km)	V MEDIA (km/h)
ATTUALE	122.822	199min 17.5s	55.276	16.6
PROGETTO	3.295	75min 40.4s	33.919	26.9

Tabella 34. Prestazioni medie - NV34 direzione sud-Zona subcomunale di Mantova in cui ricade l'intervento

SPOSTAMENTI INTERNI				
SCENARIO	FLUSSI (veic/h)	T MEDIO (min)	LUNGH MEDIA (km)	V MEDIA (km/h)
ATTUALE	45.758	3min 35.5s	2.706	45.2
PROGETTO	21.671	3min 22.0s	3.022	53.9
SPOSTAMENTI ENTRATA/USCITA				
SCENARIO	FLUSSI (veic/h)	T MEDIO (min)	LUNGH media (km)	V MEDIA (km/h)
ATTUALE	101.892	239min 40.0s	66.137	16.6
PROGETTO	3.023	82min 4.6s	36.596	26.8

Tabella 35. Prestazioni medie - NV34 direzione sud – intero comune di Mantova

L'intervento progettuale, come già detto, serve maggiormente le zone limitrofe, poiché le relazioni tra zone più distanti trovano maggior convenienza in altri percorsi alternativi. Negli spostamenti interni sia rispetto alla zona dell'intervento, sia rispetto il comune di Mantova i tempi di percorrenza risultano migliorati nello scenario di progetto.

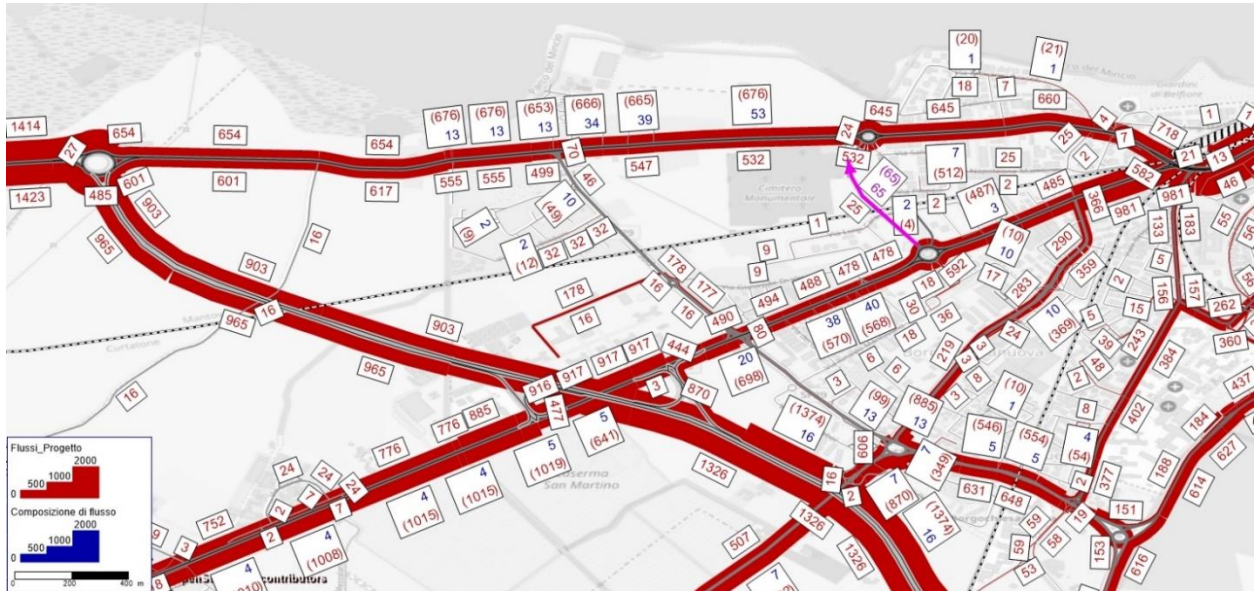



Figura 142. Critical link analysis NV34 direzione nord - Mantova scenario di progetto

Nella direzione opposta sul cavalcaferrovia transitano 65 veicoli destinati nelle zone comprese tra l'intervento di progetto e l'area limitrofa al PL soppresso. Essi provengono da sud-ovest (4 e 7), da sud mediante la tangenziale (16) e dalla maglia di viabilità minori da cui sono originati la restante quota di spostamenti.

SCENARIO	O	D	FLUSSI (veic/h)	TCORR	VCORR (km/h)	LUNGH (km)
ATTUALE	7279	7293	3.59	2min 36.5s	51.2	2.228
	45	7305	2.657	44min 45.9s	50.4	37.606
	7279	7442	1.624	2min 16.2s	49.3	1.865
PROGETTO	7279	7293	3.59	2min 28.2s	56.1	2.311
	45	7305	2.367	45min 34.2s	43.9	33.32
	7279	7442	1.624	2min 27.3s	55.2	2.258

Tabella 36. Prestazioni nelle principali relazioni - NV34 direzione nord

SPOSTAMENTI INTERNI				
SCENARIO	FLUSSI (veic/h)	T MEDIO (min)	LUNGH MEDIA (km)	V MEDIA (km/h)
ATTUALE	42.097	2min 37.4s	2.301	52.6
PROGETTO	38.798	3min 4.5s	2.799	54.6

	ADEGUAMENTO PFTE CODOGNO-CREMONA-MANTOVA					
	STUDIO DI TRASPORTO	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
	NM1S	03 F 16	RG	TS0003 001	A	183 di 203

SPOSTAMENTI ENTRATA/USCITA				
SCENARIO	FLUSSI (veic/h)	T MEDIO (min)	LUNGH media (km)	V MEDIA (km/h)
ATTUALE	174.201	29min 38.3s	27.787	56.3
PROGETTO	26.076	24min 5.8s	22.982	57.2

Tabella 37. Prestazioni medie-NV34 direzione nord-Zona subcomunale di Mantova in cui ricade l'intervento

SPOSTAMENTI INTERNI				
SCENARIO	FLUSSI (veic/h)	T MEDIO (min)	LUNGH MEDIA (km)	V MEDIA (km/h)
ATTUALE	52.629	3min 13.0s	2.779	51.8
PROGETTO	39.095	3min 5.2s	2.814	54.7


SPOSTAMENTI ENTRATA/USCITA				
SCENARIO	FLUSSI (veic/h)	T MEDIO (min)	LUNGH media (km)	V MEDIA (km/h)
ATTUALE	163.669	31min 11.1s	29.274	56.3
PROGETTO	25.873	24min 16.7s	23.157	57.2

Tabella 38. Prestazioni medie - NV34 direzione nord – intero comune di Mantova

Le considerazioni relative alla direzione opposta possono estendersi anche in questo link. I flussi serviti dal cavalcaviaferrovia sono per la maggior parte spostamenti interni alla zona d'intervento e su questi le prestazioni migliorano significativamente. I flussi in entrata ed uscita da Mantova diminuiscono drasticamente, servendo relazione di distanza mediamente inferiore rispetto allo scenario attuale.



Figura 143. Grado di saturazione della rete - Mantova scenario di progetto

	ADEGUAMENTO PFTE CODOGNO-CREMONA-MANTOVA					
STUDIO DI TRASPORTO	COMMESSA NM1S	LOTTO 03 F 16	CODIFICA RG	DOCUMENTO TS0003 001	REV. A	FOGLIO 184 di 203

Il grado di saturazione della rete di progetto evidenzia prestazioni pressoché inalterate rispetto alla rete attuale.

6.3 GLI INTERVENTI OGGETTO DI VALUTAZIONE STATICA

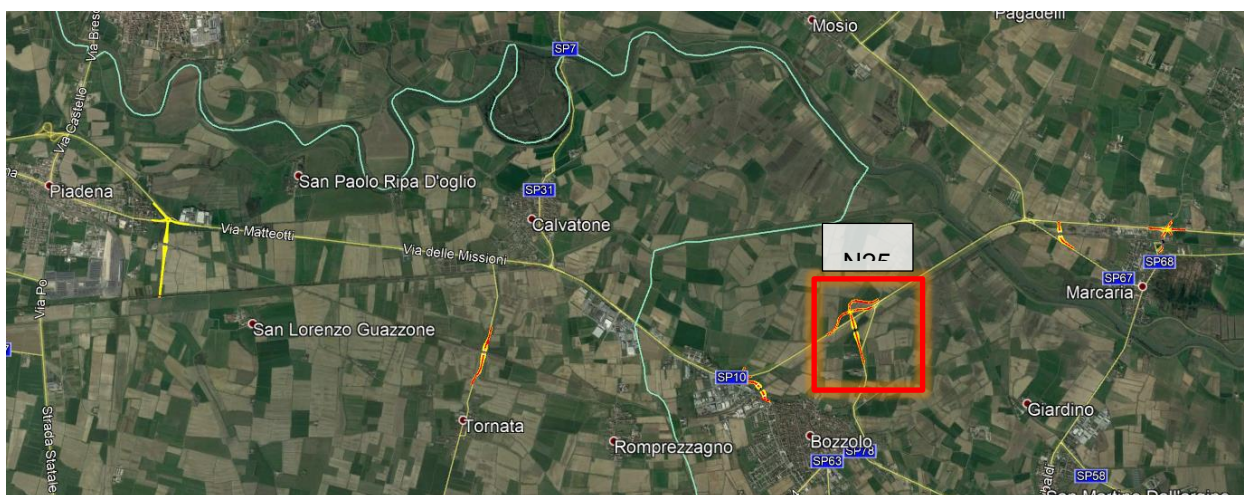


Figura 144. Inquadramento interventi oggetto di analisi statica

Per la valutazione del corretto dimensionamento delle rotatorie di progetto sulla base della loro capacità di deflusso (dipendente principalmente dalle caratteristiche geometriche) e dei flussi veicolari che interessano è stata effettuata una simulazione statica del livello di servizio previsto mediante il software specialistico Kreisel.


Nel presente capitolo vengono illustrati le principali caratteristiche del software, i dati di input utilizzati, gli output e le modalità di interpretazione degli stessi.

In prima approssimazione e considerato l'ambito extraurbano di intervento, non si considererà l'influenza che i flussi pedonali e ciclabili avranno sui tempi di attesa e di uscita alla rotatoria.

Gli input che il programma richiede si possono così sintetizzare:

- Scelta della metodologia di calcolo del Livello di servizio;
- Scelta della metodologia per la stima della lunghezza di coda;



	ADEGUAMENTO PFTE CODOGNO-CREMONA-MANTOVA					
STUDIO DI TRASPORTO	COMMESSA NM1S	LOTTO 03 F 16	CODIFICA RG	DOCUMENTO TS0003 001	REV. A	FOGLIO 185 di 203

- Dati geometrici della rotatoria;
- Dati funzionali dei rami di immissione nella rotatoria (capacità, numero di corsie);
- Dati di traffico da conteggi veicolari espansi.

6.3.1 NV25 – Bozzolo

La rotatoria da verificare è quella di progetto prendendo come input l'attuale domanda stimata dai dati delle indagini di traffico.

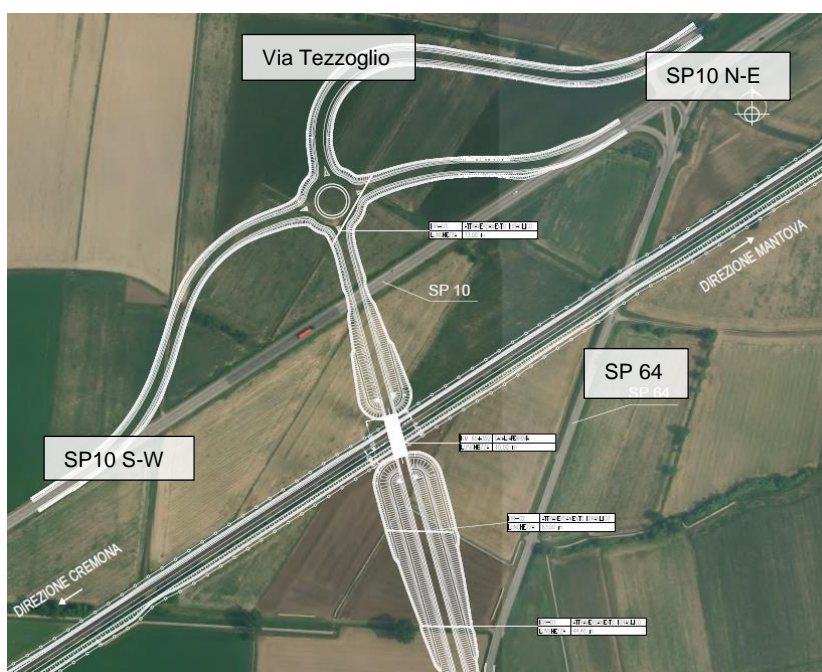



Figura 145. Intervento N25

	ADEGUAMENTO PFTE CODOGNO-CREMONA-MANTOVA					
STUDIO DI TRASPORTO	COMMESSA NM1S	LOTTO 03 F 16	CODIFICA RG	DOCUMENTO TS0003 001	REV. A	FOGLIO 186 di 203

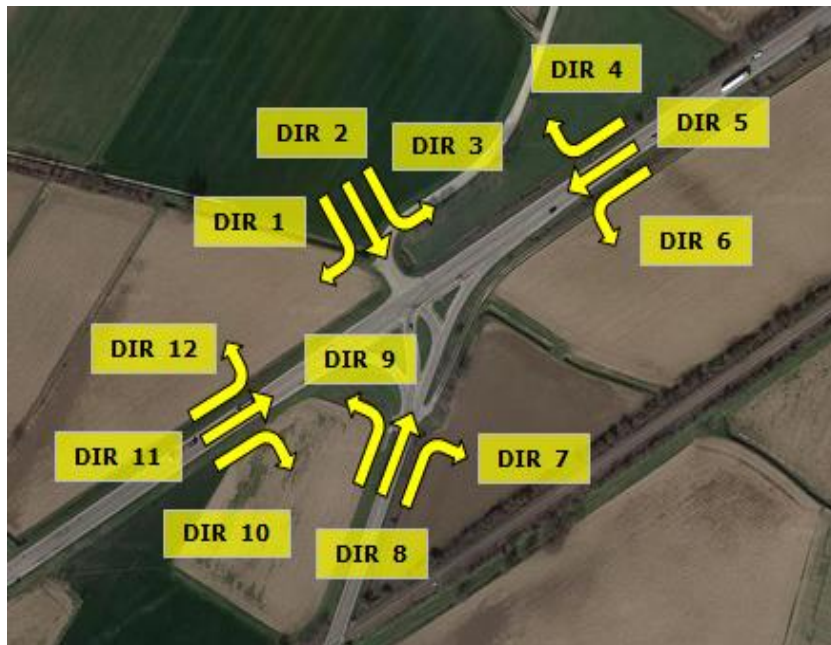



Figura 146. Manovre di svolte conteggiate nell'intersezione attuale

6.3.1.1 Inserimento dei dati geometrici

La prima operazione è la definizione del numero di bracci e il livello di servizio ideale:

	ADEGUAMENTO PFTE CODOGNO-CREMONA-MANTOVA					
	STUDIO DI TRASPORTO	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
	NM1S	03 F 16	RG	TS0003 001	A	187 di 203

Kreisel Version 6.1.5 - [Nuova intersezione]

File Dati Grafici Risultati Impostazioni Extra Finestra Aiuto/Info

Ora: 12:01

Nuova intersezione : Nome

Nome del file N25

Nuova intersezione: nome e numero dei bracci

Descrizione del progetto (80 caratteri):
Piadena-Mantova

Nome dell'intersezione (80 caratteri):
N25

Numero dei bracci dell'intersezione: 4

Nuova intersezione: volumi di traffico

Ora / Periodo (80 caratteri):
07-08

Inserire una descrizione del periodo di punta per il quale si svolge l'analisi; ad es. Punta mattutina. Si possono anche utilizzare periodi più brevi o più estesi di un'ora. I volumi devono tuttavia essere espressi in veic/h.

Livello di Servizio ideale:

A (W <= 10) C (W <= 30) E (W > 50 ; x <= 1)
 B (W <= 20) D (W <= 45)

Aiuto Annulla / ESC OK / Invio

Net Engineering S.p.A. Monselice (PD)

Figura 147. Descrizione del progetto e definizione dei principali parametri

Nei dati geometrici è possibile inserire la lunghezza della seconda corsia di ingresso. I valori consentiti variano tra 5 e 2000 m. Nel caso in esame, non si hanno più di una corsia di ingresso dunque, al fine di non considerare l'effetto della seconda corsia, deve essere inserito un valore molto elevato (2000m).

L'angolo considerato nelle rotatorie è misurato in senso antiorario partendo dall'asse orizzontale della rotatoria.

Piadena-Mantova

N25

07-08


Modifica geometria

Ingresso 1 Visualizza tutti i dati geometrici Visualizza i dati geometrici per il metodo prescelto
Germania: procedura secondo HBS 2001

SP10 S-W

Riga/Paes	Descrizione	Unità	Ingresso 1	Ingresso 2	Ingresso 3	Ingresso 4
1	Nome ingresso		SP10 S-W	SP 64	SP10 N-E	Via Tezzoglio
2	Direzione	Angolo	18	105	200	285
3	Numero corsie ingresso	corsie	1	1	1	1
4	Numero corsie anello	corsie	1	1	1	1
27	By-pass verso uscita succ.?	corsie	0	0	0	0
28	Capacità corsia by-pass	uvp/h	1400	1400	1400	1400
29	Capacità uscita	uvp/h	1200	1200	1200	1200
32 USA D	Lunghezza 2a corsia di	m	2000	2000	2000	2000

Figura 148. Dati geometrici

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>ADEGUAMENTO PFTE CODOGNO-CREMONA-MANTOVA</p>					
<p>STUDIO DI TRASPORTO</p>	<p>COMMESSA NM1S</p>	<p>LOTTO 03 F 16</p>	<p>CODIFICA RG</p>	<p>DOCUMENTO TS0003 001</p>	<p>REV. A</p>	<p>FOGLIO 188 di 203</p>

Una volta inseriti i dati geometrici, sono verificati tramite la visualizzazione dello *schema della rotonda*. Tramite tale schema si ha la verifica immediata della geometria, si riescono a leggere informazioni sull'orientamento dei bracci, numero di corsie all'anello, numero delle corsie agli ingressi e i nomi dei singoli bracci.

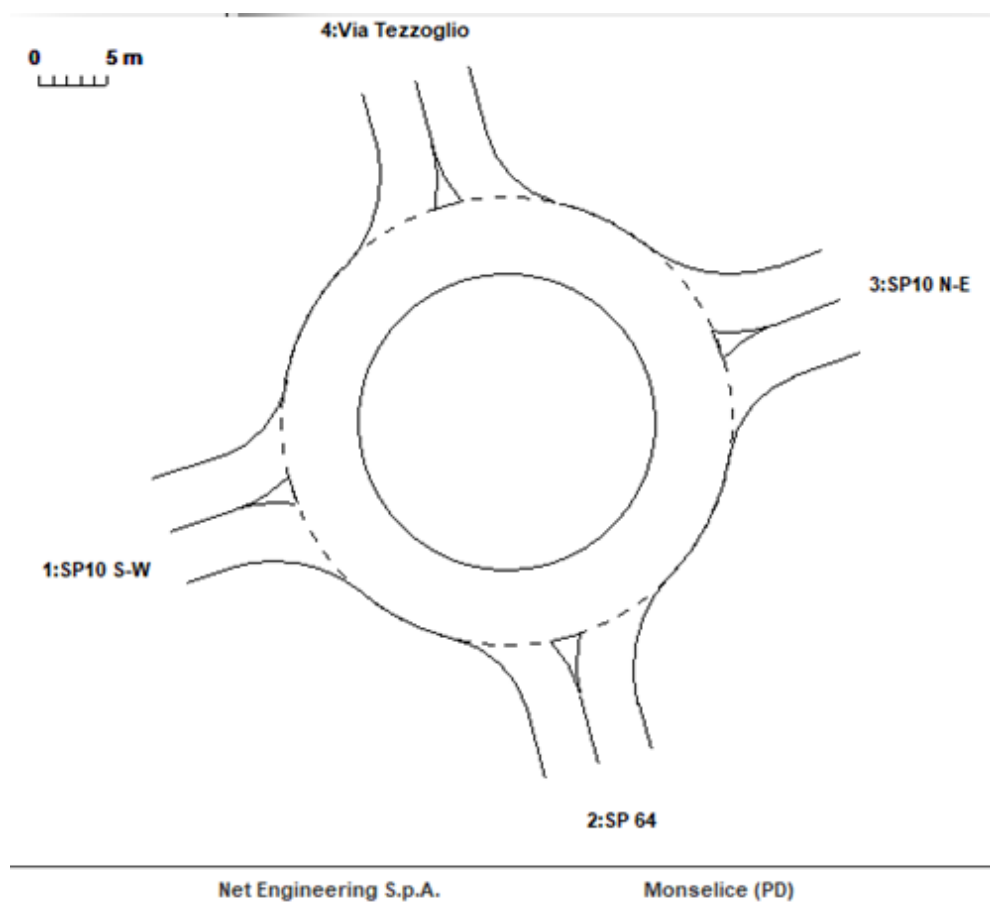



Figura 149. Schema della rotonda

6.3.1.2 Inserimento dei dati di traffico

Per il calcolo dei flussi in uvp (unità veicoli passeggeri equivalenti), il software permette di scegliere i rapporti di equivalenza tra i diversi mezzi di trasporto.

Per i veicoli leggeri il coefficiente di equivalenza è pari a 1, mentre per gli autocarri pari a 3 e per gli autotreni è stato utilizzato un coefficiente di unità veicolo pari a 5 unità. Il risultato del livello di servizio è stato poi espresso in veicoli equivalenti.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	ADEGUAMENTO PFTE CODOGNO-CREMONA-MANTOVA					
	STUDIO DI TRASPORTO	COMMESSA NM1S	LOTTO 03 F 16	CODIFICA RG	DOCUMENTO TS0003 001	REV. A

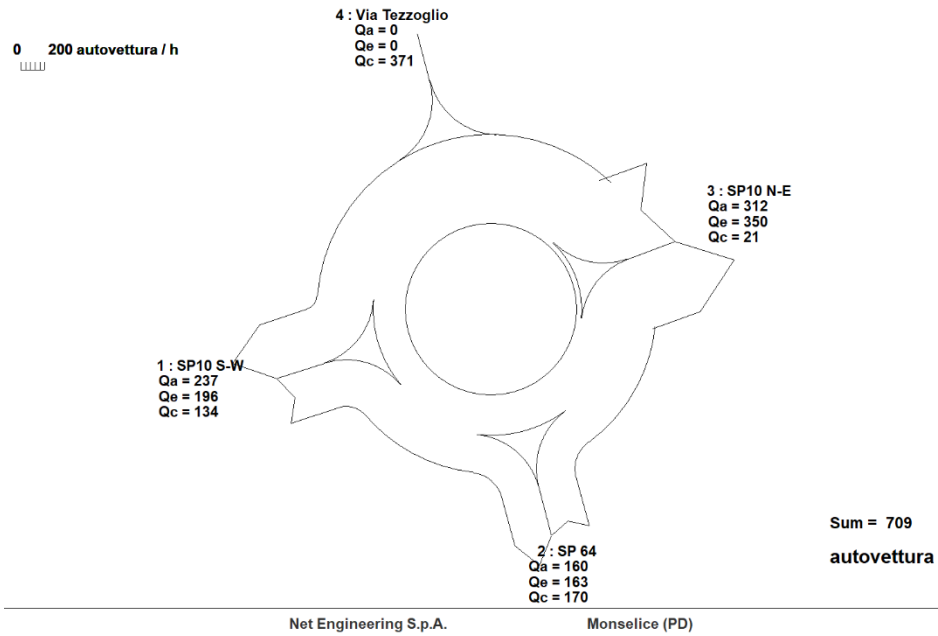


Figura 151. Grafico ad anello – Veicoli leggeri

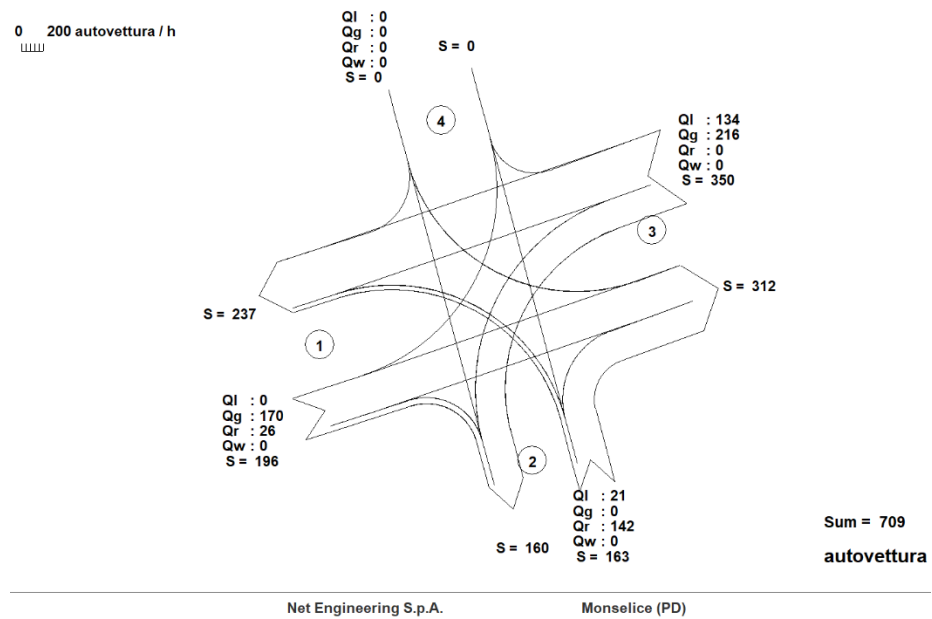



Figura 152. Grafico a incrocio – Veicoli leggeri

	ADEGUAMENTO PFTE CODOGNO-CREMONA-MANTOVA					
	STUDIO DI TRASPORTO	COMMESSA NM1S	LOTTO 03 F 16	CODIFICA RG	DOCUMENTO TS0003 001	REV. A

Allo stesso modo, si procede con l'inserimento dei flussi per gli autocarri e gli autotreni.

Dati di traffico autocarri e autobus

File : N25.krs
 Progetto : Piadena-Mantova
 Intersezione : N25
 Ora : 07-08

	a	1	2	3	4	
da		SP10 S-W	SP 64	SP10 N-E	Via Tezzoglio	Somma
1	SP10 S-W	0	12	33	0	45
2	SP 64	3	0	6	0	9
3	SP10 N-E	30	23	0	0	53
4	Via Tezzogl.	0	0	0	0	0
	Somma	33	35	39	0	107

Tipo di veicolo: autocarri e autobus
 uvp per veicolo: 3 Somma complessiva : 107

Figura 153. Inserimento dei flussi di traffico – Autocarri

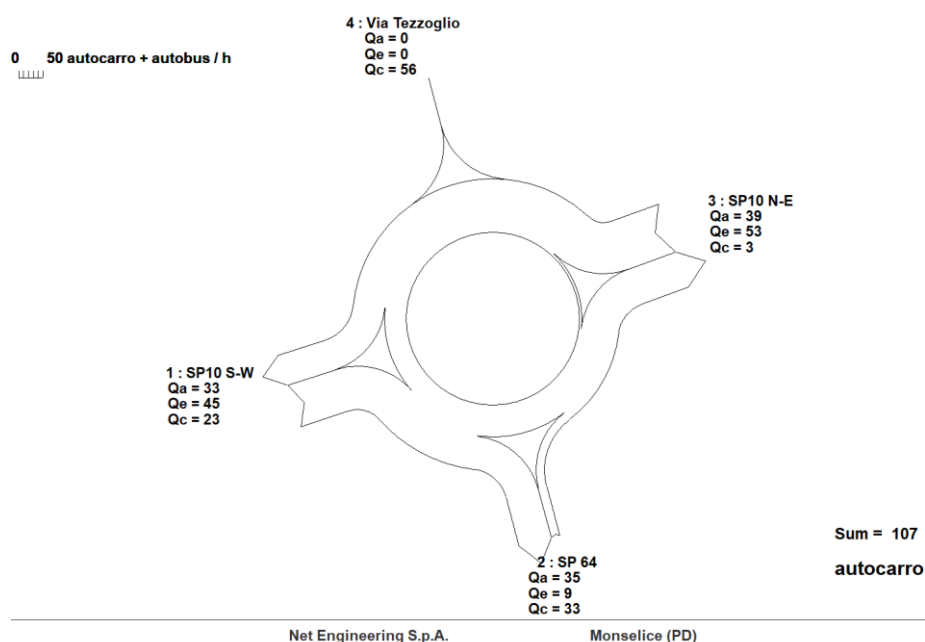



Figura 154. Grafico ad anello – Autocarri

	ADEGUAMENTO PFTE CODOGNO-CREMONA-MANTOVA					
	STUDIO DI TRASPORTO	COMMESSA NM1S	LOTTO 03 F 16	CODIFICA RG	DOCUMENTO TS0003 001	REV. A

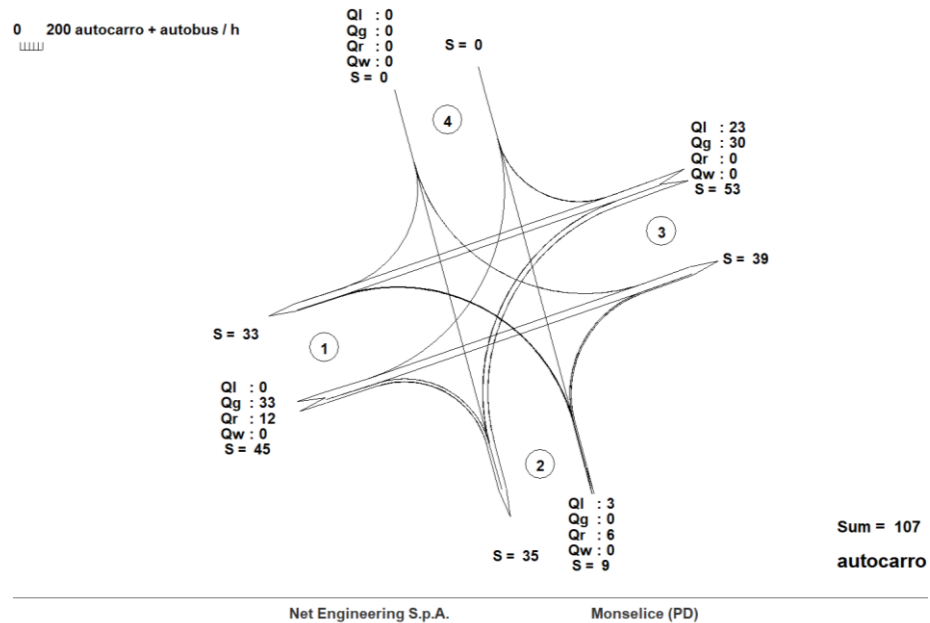


Figura 155. Grafico a incrocio- Autocarri


Dati di traffico autotreni

File : N25.krs
 Progetto : Piadena-Mantova
 Intersezione : N25
 Ora : 07-08

	a	1	2	3	4	
da		SP10 S-W	SP 64	SP10 N-E	Via Tezzoglio	Somma
1	SP10 S-W	0	11	45	0	56
2	SP 64	0	0	3	0	3
3	SP10 N-E	45	18	0	0	63
4	Via Tezzogl.	0	0	0	0	0
	Somma	45	29	48	0	122

Tipo di veicolo: autotreni
 uvp per veicolo: 5 Somma complessiva : 122

Figura 156. Inserimento dei flussi di traffico – Autotreni

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	ADEGUAMENTO PFTE CODOGNO-CREMONA-MANTOVA					
	STUDIO DI TRASPORTO	COMMESSA NM1S	LOTTO 03 F 16	CODIFICA RG	DOCUMENTO TS0003 001	REV. A

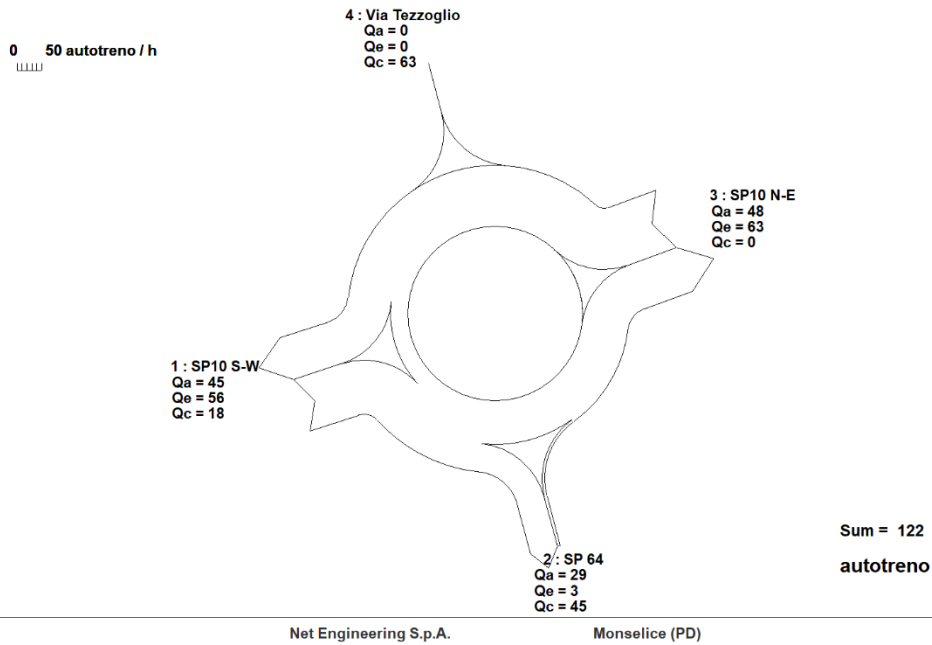


Figura 157. Grafico ad anello – Autotreni

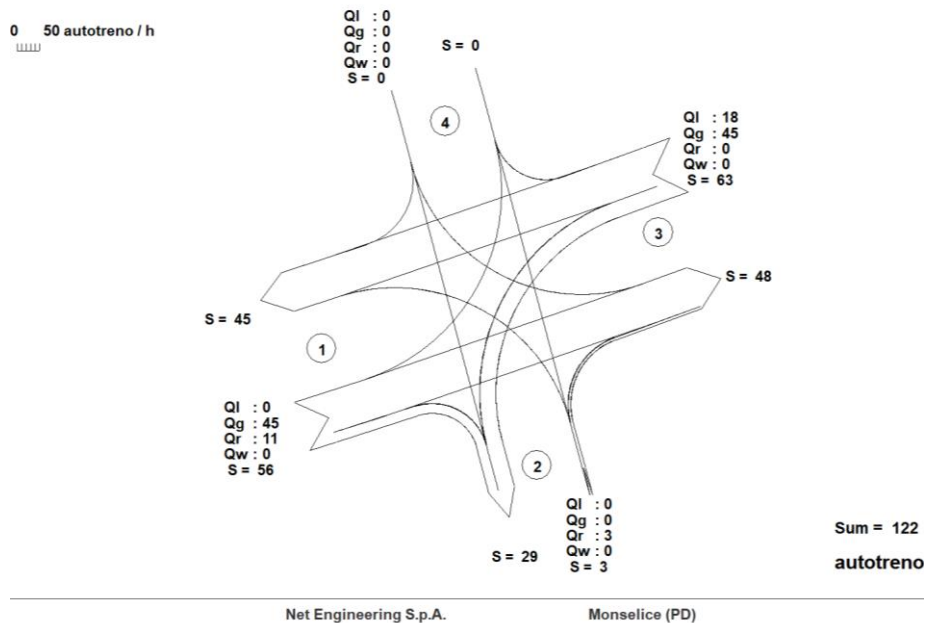



Figura 158. Grafico a incrocio – Autotreno

	ADEGUAMENTO PFTE CODOGNO-CREMONA-MANTOVA					
	STUDIO DI TRASPORTO	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
	NM1S	03 F 16	RG	TS0003 001	A	194 di 203


6.3.1.3 Procedura per il calcolo della capacità e del LOS

Il metodo di calcolo utilizzato dal software è quello relativo alle **norme tedesche HBS 2001** (Handbuch für die Bemessung von Straßenverkehrsanlagen). Il manuale è redatto e pubblicato a cura della Forschungsgesellschaft für Straßen und Verkehrswesen (FGSV) e, in analogia con l'HCM, propone metodologie standardizzate per la determinazione della capacità e la valutazione della qualità del deflusso del traffico per i diversi sistemi di trasporto stradale. L'opportunità di utilizzare questo tipo di modello viene dalla considerazione secondo cui gli standard HCM sono relativi a un contesto infrastrutturale della rete stradale non strettamente coerente con le caratteristiche delle reti stradali europee. In particolare, si tiene in conto una disomogeneità distributiva del traffico sulle corsie correlata con le regole di guida che considerano congiuntamente l'obbligo di guida nella corsia libera a destra ed il divieto di sorpasso a destra. Tali regole, comuni a livello europeo, non lo sono negli USA e ciò porta a valori di saturazione dell'arco stradale più bassi rispetto a quelli statunitensi. Nella tabella di seguito si riporta una corrispondenza tra HCM e HBS per i principali indicatori di deflusso e la capacità stradale corrispondente.

	Density (veh/km/ln)		Volume/Capacity		Speed (km/hr)		Capacity (veh/hr/ln)			
	HCM	HBS	HCM	HBS	HCM	HBS	HCM (pc/hr/ln)	HCM Adj	HBS 3 lanes	HBS 2 lanes
A	0-7	0-4	≥0.34	≥0.3	≥120	≥130	≤820	≤781	≤540	≤570
B	>7-11	>4-8	≥0.56	≥0.55	≥120	≥125	≤1350	≤1286	≤990	≤1045
C	>11-15	>8-12	≥0.76	≥0.75	≥113	≥115	≤1830	≤1743	≤1350	≤1425
D	>15-21	>12-16	≥0.9	≥0.9	≥100	≥100	≤2170	≤2067	≤1620	≤1710
E	>21-26	>16-23	≥1.0	≥1.0	≥85	≥80	≤2400	≤2286	≤1800	≤1900
F	>26	>23	>1.0	>1.0	<85	<80	>2400	>2286	>1800	>1900

FPS = 120 km/hr, Truck % = 10%, Level Terrain

Confronto tra valori di densità per LOS e capacità tra HBS2001 ed HCM2000 (da Bertini et al. 2006)

	ADEGUAMENTO PFTE CODOGNO-CREMONA-MANTOVA					
	STUDIO DI TRASPORTO	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
	NM1S	03 F 16	RG	TS0003 001	A	195 di 203

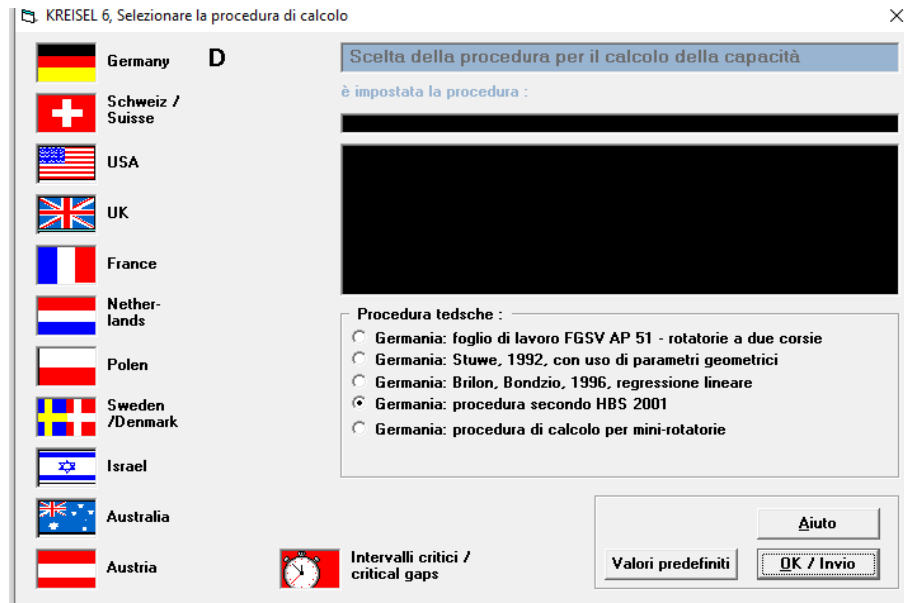


Figura 159. Scelta della procedura per il calcolo della capacità

La formula per il calcolo della capacità utilizzata dal programma è la seguente:


$$q_{e,max} = 3600 \cdot \left(1 - \frac{t_m \cdot q_k}{S_K}\right)^{S_K} \cdot \frac{S_Z}{t_f} \cdot e^{-q_k \left(t_c - \frac{t_f}{2} - t_m\right)} \quad (\text{uvp/h})$$

dove:

- $q_{e,max}$ = capacità in entrata (uvp/h)
- S_K = numero di corsie dell'anello
- S_Z = numero di corsie all'entrata
- q_k = volume di traffico circolante sull'anello (uvp/s)
- t_c = intervallo critico (s)
= 4,12 s
- t_f = intervallo di sequenza (s)
= 2,88 s
- t_m = intervallo temporale minimo tra due veicoli circolanti sull'anello (s)
= 2,1 s

6.3.1.4 Procedura per la stima della lunghezza di coda

La procedura implementata è quella di **WU** (1997) che è generalmente considerata la formulazione più bilanciata per la stima della lunghezza di coda alle intersezioni non semaforizzate ed è particolarmente

	ADEGUAMENTO PFTE CODOGNO-CREMONA-MANTOVA					
STUDIO DI TRASPORTO	COMMESSA NM1S	LOTTO 03 F 16	CODIFICA RG	DOCUMENTO TS0003 001	REV. A	FOGLIO 196 di 203

indicata per le rotonde con al massimo due corsie in ingresso e tre corsie all'anello. Alla base della procedura c'è la relazione:

$$L_p \cong \frac{c \cdot T}{4} \cdot \left[x - 1 + \sqrt{(1-x)^2 + \frac{8 \cdot x}{c \cdot T} \cdot \{-\ln(1-p)\}} \right]$$

dove:

- L_p = (100 · p)% = percentile della lunghezza della coda (veic)
- x = grado di saturazione durante l'intervallo temporale di lunghezza T (ad es. ora di punta)
= q_n / c
- q_n = volume di traffico sulla strada secondaria durante l'intervallo temporale di lunghezza T (veic/s o uvp/s)
- c = capacità sulla strada secondaria durante l'intervallo temporale di lunghezza T (veic/s o uvp/s)
= $q_{e,max}$ come indicato in questo testo
- T = lunghezza del periodo di tempo considerato (s)

6.3.1.5 Procedura per il calcolo dei tempi di attesa

La procedura implementata è la formula di **Kimber, Hollis** (1979) la quale tiene conto dell'eventualità di code non nulle all'inizio del periodo di analisi e della dipendenza dal tempo al suo interno e contempla le seguenti equazioni:

$$D = D_1 + E + \frac{1}{c} \quad F = \frac{1}{c_0 - q_0} \left(\frac{T}{2} (c - q)y + C \left(y + \frac{h}{c} \right) \right) + E$$

$$D_1 = \frac{1}{2} (\sqrt{F^2 + G} - F) \quad G = \frac{2T \cdot y}{c_0 - q_0} \left(C \frac{q}{c} - (c - q) \cdot E \right)$$

$$E = \frac{C \cdot q_0}{c_0 (c_0 - q_0)}$$

$$h = c - c_0 + q_0$$


$$y = 1 - \frac{h}{q}$$

dove:

- c = capacità dell'intersezione in entrata durante il periodo di punta di durata T
- c_0 = capacità dell'intersezione in entrata prima e dopo il periodo di punta
- q = volume di traffico sulla strada secondaria durante il periodo di punta di durata T
- q_0 = volume di traffico sulla strada secondaria prima e dopo il periodo di punta
(ciascuno di questi termini è espresso in veic/h; ciascun tempo di attesa in h)
- C = 1 per intersezioni non semaforizzate
- C = 0,5 per intersezioni semaforizzate


Sono stati estratti dunque i risultati della capacità e del livello di servizio con riferimento alla capacità e tempi medi di attesa e lunghezze medie di coda, senza tener conto della presenza di pedoni e biciclette.

Le colonne nell'output del livello di servizio hanno il seguente significato:

	ADEGUAMENTO PFTE CODOGNO-CREMONA-MANTOVA					
	STUDIO DI TRASPORTO	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
	NM1S	03 F 16	RG	TS0003 001	A	197 di 203

Colonna	Unità di misura	Legenda
1	-	Numero dell'ingresso
Nome	-	Nome dell'ingresso / via
n-in	-	Numero delle corsie in ingresso
n-K	-	Numero delle corsie all'anello
q-anello	uvp/h ²	Volume complessivo del flusso circolante all'anello in corrispondenza del l'ingresso.
q-e-dom	uvp/h ¹	Volume di traffico complessivo in ingresso
q-e-max	uvp/h ¹	Risultato del calcolo: capacità dell'ingresso
x	-	Grado di saturazione = q-e-dom / q-e-max
riserva	uvp/h ¹	Capacità di riserva = q-e-dom - q-e-max
Tempo medio di attesa	s	Tempo medio di attesa
L	uvp	Lunghezza media di coda espressa in numero di veicoli
L-95	uvp	95° percentile della lunghezza di coda
L-99	uvp	99° percentile della lunghezza di coda
LOS	-	Livello di Servizio / Qualità della circolazione

Tabella 39: Capacità e tempi medi di attesa e lunghezze medie di coda, senza tener conto della presenza di pedoni e biciclette

	ADEGUAMENTO PFTE CODOGNO-CREMONA-MANTOVA					
	STUDIO DI TRASPORTO	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
	NM1S	03 F 16	RG	TS0003 001	A	198 di 203

Capacità, tempi medi di attesa e lunghezze medie di coda - solo veicoli a motore



File : N25.krs
 Progetto : Piadena-Mantova
 Intersezione: N25
 Ora : 07-08

Tempi di attesa

		n-in	n-K	q-anello	q-e-dom	q-e-max	x	Riserva	t medio di	LdS
	Name	-	-	uvp/h	uvp/h	uvp/h	-	uvp/h	s	-
1	SP10 S-W	1	1	293	611	989	0,62	378	9	A
2	SP 64	1	1	494	205	822	0,25	617	6	A
3	SP10 N-E	1	1	30	824	1223	0,67	399	9	A
4	Via Tezzoglio	1	1	854	0	547	0,00	547	0	A

Lunghezza di coda

		n-in	n-K	q-anello	q-e-dom	q-e-max	L	L-95	L-99	LdS
	Name	-	-	uvp/h	uvp/h	uvp/h	uvp	uvp	uvp	-
1	SP10 S-W	1	1	293	611	989	1,1	5	7	A
2	SP 64	1	1	494	205	822	0,2	1	2	A
3	SP10 N-E	1	1	30	824	1223	1,4	6	9	A
4	Via Tezzoglio	1	1	854	0	547	0,0	0	0	A

Livello di Servizio complessivo : A

Flusso in entrata a tutti gli ingressi =
all'anello

Flusso in entrata a tutti gli ingressi =

: 1640 uvp/h
 di cui veicoli a motore : 938 veic/h

Somma dei tempi di attesa =

: 2,2 veic-h/h

Tempo medio di attesa per tutti i veicoli =

: 8,5 s per veic


Procedura di calcolo :

Capacità : Germania: procedura secondo HBS 2001
 Tempo di attesa : Kimber, Hollis (1979) con F-kh = 0,8 / T = 3600
 Lunghezza di coda : Wu, 1997
 Livelli di Servizio : HBS (Deutschland)

La rotonda di progetto dell'intervento N25 risulta dunque soddisfatta poiché il livello di servizio è il migliore.

6.3.2 NV26 – Marcaria

L'intervento prevede la realizzazione di una variante stradale alla SP67 che consenta di superare la

 <p>ITAFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>ADEGUAMENTO PFTE CODOGNO-CREMONA-MANTOVA</p>					
<p>STUDIO DI TRASPORTO</p>	<p>COMMESSA NM1S</p>	<p>LOTTO 03 F 16</p>	<p>CODIFICA RG</p>	<p>DOCUMENTO TS0003 001</p>	<p>REV. A</p>	<p>FOGLIO 199 di 203</p>

ferrovia mediante un cavalcaferrovia spostando il punto di allacciamento della viabilità secondaria con la SP10 a ovest di Marcaria.



Figura 160. Intervento N26

Le analisi condotte sui risultati delle simulazioni condotte con un modello macroscopico hanno permesso di caratterizzare il traffico che interessa la viabilità oggetto di intervento che risulta proveniente/diretto dalla SP 67 (quindi con flusso attraversante la SP10) e, in misura minore dalla SP 10 direzione ovest.

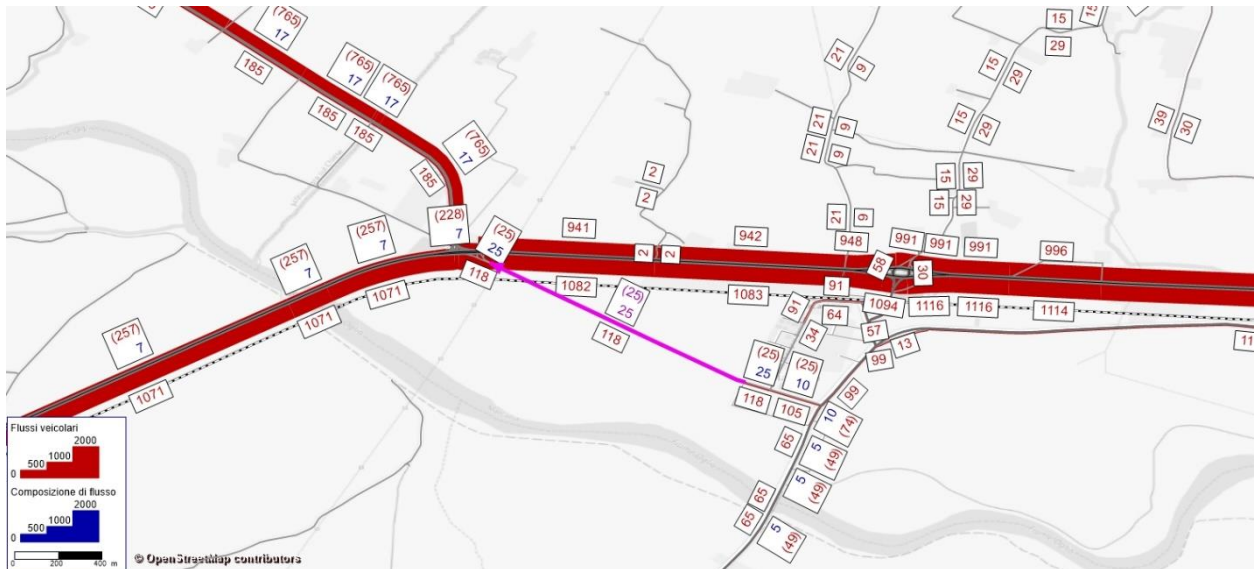


Figura 161. Flussi circolanti sul PL in direzione nord-ovest

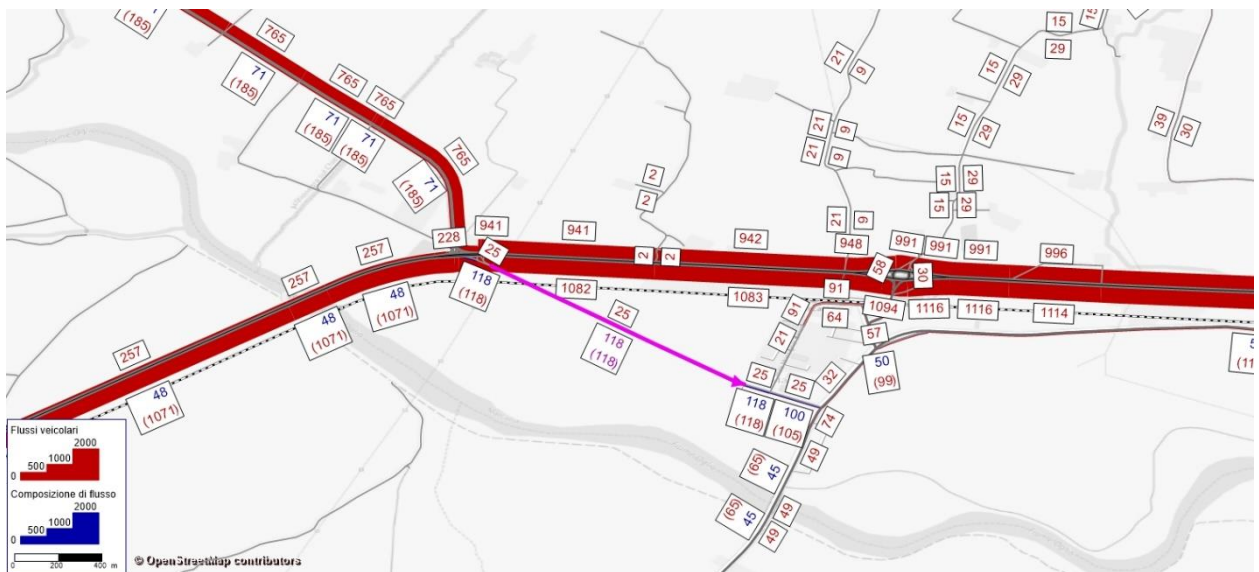



Figura 162. Flussi circolanti sul PL in direzione sud-est

Tenuto conto che l'intervento stradale non modifica le condizioni di circolazione né a livello micro né macroscopico, può migliorare le condizioni di sicurezza tenuto conto che l'attuale intersezione tra SP10 e SP 67 già si presenta come due intersezioni a T ravvicinate piuttosto che come un incrocio convenzionale.


	ADEGUAMENTO PFTE CODOGNO-CREMONA-MANTOVA					
STUDIO DI TRASPORTO	COMMESSA NM1S	LOTTO 03 F 16	CODIFICA RG	DOCUMENTO TS0003 001	REV. A	FOGLIO 201 di 203

7 LE PRINCIPALI CONSIDERAZIONI E RACCOMANDAZIONI

Le analisi condotte hanno portato a verificare che gli interventi di progetto, che non nascono per risolvere criticità della rete stradale o giungere ad un suo potenziamento funzionale, ma per rendere compatibile la rete viaria con il raddoppio della linea ferroviaria attraverso la soppressione dei PL che caratterizza la tratta Piadena-Mantova, mantengono sostanzialmente inalterato il livello di servizio che caratterizza la rete viaria attuale, migliorandone le caratteristiche di sicurezza.

In fase di analisi si sono tuttavia riscontrate alcune potenziali criticità che dovranno essere meglio analizzate in fase di approfondimento progettuale e che vengono di seguito illustrate.

Nell'ambito del progetto dell'intervento N24 si prevede l'eliminazione del passaggio a livello e la realizzazione di una viabilità nuova, utile a garantire lo scavalco della ferrovia in prossimità del paese di Bozzolo. Lo studio è stato affrontato utilizzando un modello di microsimulazione che, dal confronto tra la situazione attuale e lo scenario di progetto, ha stimato gli impatti dovuti alla eliminazione del passaggio a livello in termini di tempi di percorrenza degli itinerari principali dell'area di studio, e dei tempi di ritardo ai nodi esistenti. In tal senso, la nuova viabilità di progetto di fatto allunga relativamente i percorsi.

	ADEGUAMENTO PFTE CODOGNO-CREMONA-MANTOVA					
	STUDIO DI TRASPORTO	COMMESSA NM1S	LOTTO 03 F 16	CODIFICA RG	DOCUMENTO TS0003 001	REV. A

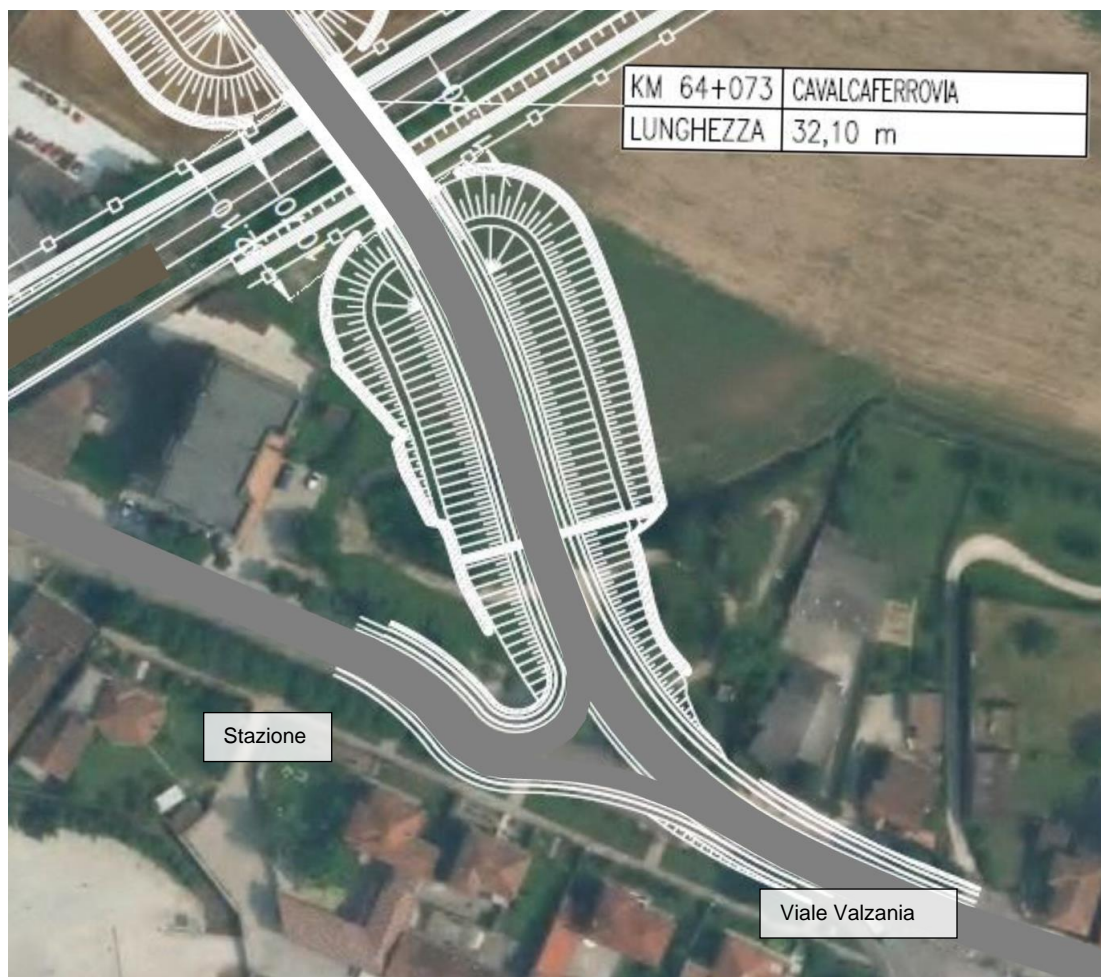



Figura 163. Intersezione Viale Valzania – NV24

La raccomandazione nello scenario di progetto riguarda la difficoltà, per i veicoli provenienti dalla stazione ferroviaria, di compiere in sicurezza la svolta a sinistra verso il cavalcaferrovia. Questa problematica non emerge durante la microsimulazione a causa dei bassi numeri di spostamenti originati dalla stazione ferroviaria. Tuttavia, dal punto di vista della sicurezza è un elemento di criticità in quanto non si rilevano le condizioni di visibilità adeguate. Per questo motivo è opportuno che in fase di progettazione venga approfondito ulteriormente questo aspetto.

Per quanto riguarda l'intervento NV27, si dovrà tenere conto della possibile difficoltà che l'utente potrebbe riscontrare nell'effettuare la svolta a sinistra dalla strada proveniente dalla stazione. La visibilità è ridotta a causa dell'approccio al sottopasso ferroviario che è planimetricamente costituito da un flesso con curve di raggio pari a 60m il quale impedisce la facile visibilità dei veicoli provenienti dal sottopasso, influenzando negativamente la sicurezza stradale e allungando i tempi di reazione degli utenti che si apprestano ad

	ADEGUAMENTO PFTE CODOGNO-CREMONA-MANTOVA					
STUDIO DI TRASPORTO	COMMESSA NM1S	LOTTO 03 F 16	CODIFICA RG	DOCUMENTO TS0003 001	REV. A	FOGLIO 203 di 203

effettuare quella manovra.

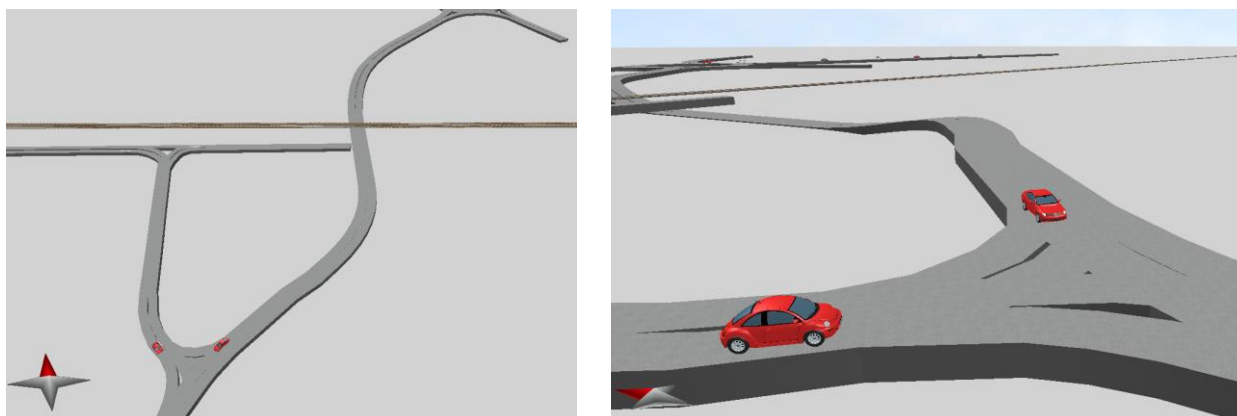


Figura 164. Criticità intersezione nella svolta a sinistra – NV27

Nonostante dalla modellizzazione non emergano particolari criticità in tali termini per via dello scarso flusso a cui è soggetto quell'area della rete modellizzata, dovrà essere posta la dovuta attenzione su tale aspetto nelle successive fasi di progettazione.