



**PROVINCIA DI PADOVA
COMUNE DI LIMENA**

Committente:
Elitec S.r.l. engineering
Via della Croce Rossa, 42 -35129 Padova (PD)



**MEDIA STRUTTURA DI VENDITA
IN VIA MATTEOTTI-VIA ROMA, COMUNE DI LIMENA
STUDIO DI IMPATTO VIABILISTICO
*RELAZIONE***

Dicembre 2021



Prof. Ing. Marco Pasetto
Via Curtatone e Montanara, 3 – 35141 PADOVA
tel./fax: 049/8711835 – Email: studiopasetto@tin.it
Collaborazione: Dott. Ing. A.Popa

MEDIA STRUTTURA DI VENDITA IN VIA MATTEOTTI-VIA ROMA, COMUNE DI LIMENA STUDIO DI IMPATTO VIABILISTICO.

Relazione

1. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

1.1 DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO E INQUADRAMENTO URBANISTICO

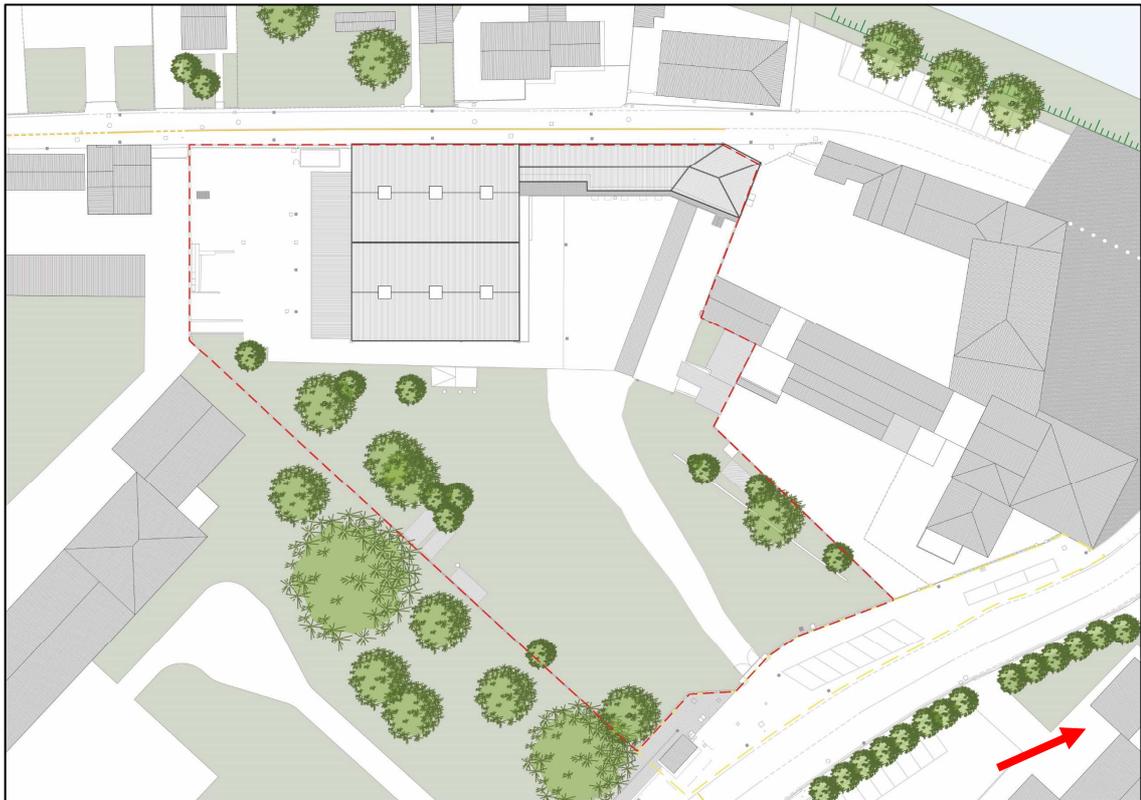
Nel Comune di Limena, in Provincia di Padova, è prevista la realizzazione di una media struttura di vendita in un lotto situato fra le Vie Roma e G. Matteotti, a tergo di Piazza A. Diaz. L'area è attualmente occupata da un vecchio fabbricato a destinazione artigianale/produttiva e dalle relative pertinenze. Presenta accesso carrabile su entrambe le strade che delimitano la proprietà.



Inquadramento dell'ambito di intervento

L'intervento conduce ad una ridefinizione della destinazione d'uso dell'area, in quanto lo stabile esistente sarà demolito e verrà costruito un fabbricato a destinazione commerciale, il quale ospiterà, nell'area di intervento pari a circa 6.230 m², una media struttura di vendita di tipo misto, con

superficie di vendita al pubblico fino a 1500 m².



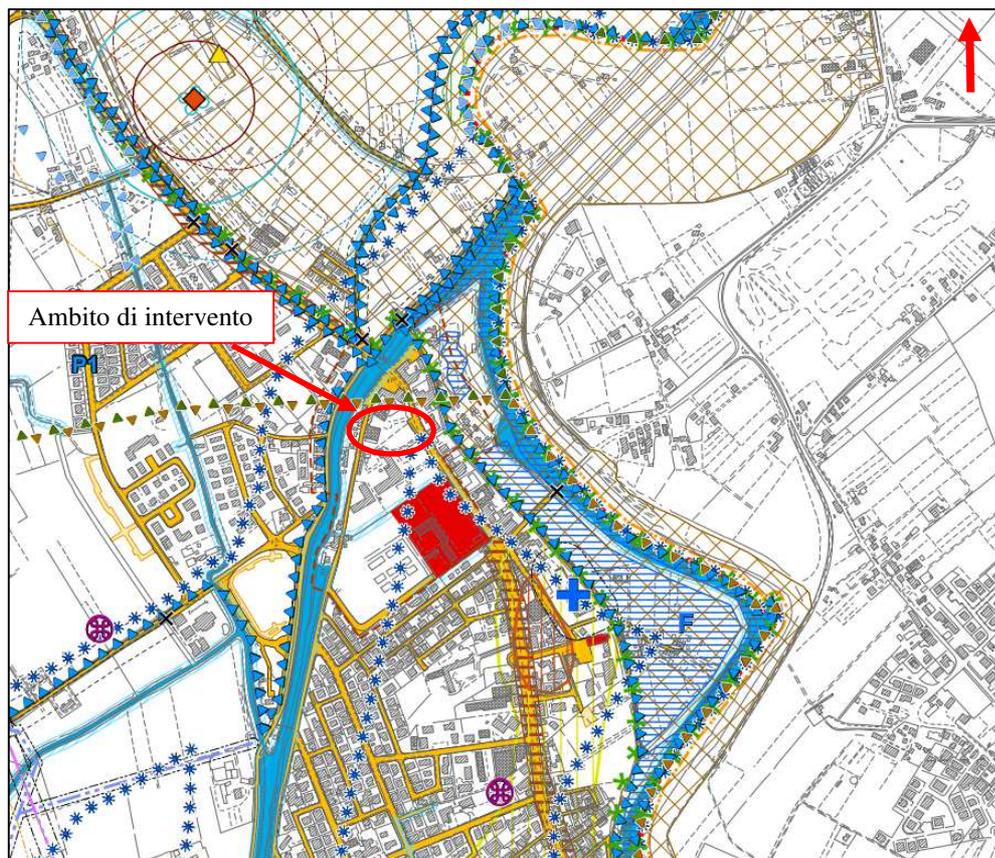
Planimetria dello Stato di Fatto



Planimetria dello Stato di Progetto

L'Amministrazione Comunale di Limena, con deliberazione di Consiglio n. 52 del 26/09/2013 ha adottato il Piano di Assetto del Territorio (P.A.T.) e il rapporto ambientale relativo alla Valutazione Ambientale Strategica (V.A.S.) ai sensi dell'art. 14 della L.R. 23/04/2004 n. 11 e s.m.i. Il Piano è stato approvato con Decreto del Presidente della Provincia n. 85 del 19/05/2017.

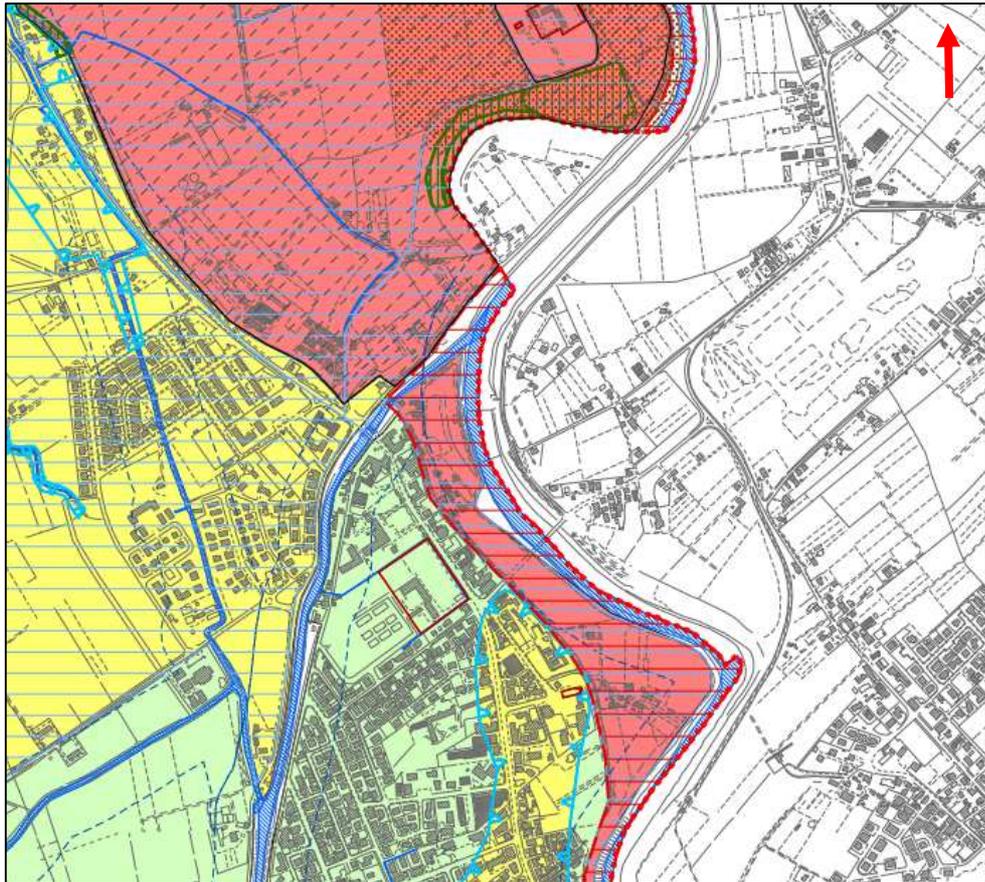
Per l'ambito di studio, nella Carta dei Vincoli e della Pianificazione Territoriale (Tav. 1) del P.A.T. non si evidenziano particolari vincoli nel lotto in esame, se non quello paesaggistico ex D.Lgs. 42/2004 art. 142, lett. c relativo a corsi d'acqua (canale Brentella); resta inoltre evidenziata la limitrofa viabilità con relative fasce di rispetto.



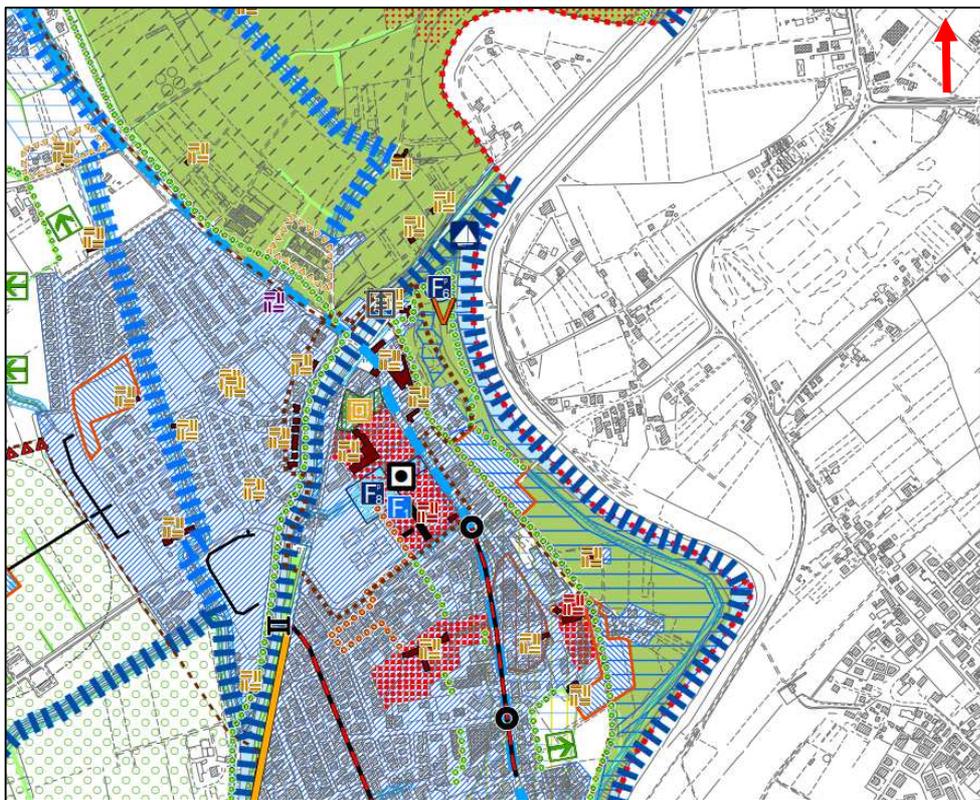
Estratto dal P.A.T. Comune di Limena: Carta dei Vincoli e della Pianificazione Territoriale

Nella Carta delle Invarianti (Tav. 2) non si evidenzia nulla di significativo nell'area in esame. Nella Carta delle Fragilità (Tav. 3) dal punto di vista della compatibilità geologica ai fini urbanistici, si evidenzia che il comparto in esame ricade in area idonea (in verde), caratterizzata da buone/ottime caratteristiche geotecniche dei terreni, assenti o assai limitati fenomeni e pericolo di esondazione.

La carta della Trasformabilità (Tav. 4) evidenzia la sussistenza attuale di un'opera incongrua costituita da "attività produttive in zona impropria", all'interno di un ambito di riqualificazione. L'area circostante è caratterizzata da "urbanizzazione consolidata – residenza". Più a sud, "pertinenze scoperte da tutelare" con "grado di protezione".



Estratto dal P.A.T. Comune di Limena: Carta delle Fragilità



Estratto dal P.A.T. Comune di Limena: Carta della Trasformabilità

Il Piano Regolatore Generale pre-vigente inquadra l'ambito in zona A, residenziale – centro storico, da ridefinire ai sensi delle attuali previsioni del P.A.T. Nulla viene ulteriormente precisato nella pianificazione di dettaglio (Piano degli Interventi, in sostituzione del P.R.G.).

La pianificazione sovraordinata (P.T.C.P. – Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale, approvato in data 29/12/2009, adeguato alle prescrizioni impartite dalla Regione del Veneto in fase di approvazione con Deliberazione di Giunta n. 4234 del 29/12/2009, soggetto a presa d'atto nella versione definitiva in data 22/09/2011, con Delibera di Consiglio Provinciale n. 55) non fornisce elementi aggiuntivi rispetto a quelli sopra citati.

Poste tali premesse, la presente Relazione costituisce “analisi del traffico” indotto dall'intervento predetto, ai sensi della L.R. n. 50/2012 e della D.G.R.V. n. 1047/2013, e si sostanzia in uno studio di impatto delle opere sulla viabilità esterna.

1.2 VIABILITA' INTERNA ED ESTERNA A SERVIZIO DELL'AMBITO

A servizio dell'ambito è individuata un'area di parcheggio con corsie di manovra e percorsi interni, che consentono entrate ed uscite su Via Roma e, secondariamente, su Via Matteotti, beneficiando degli accessi carrabili esistenti.

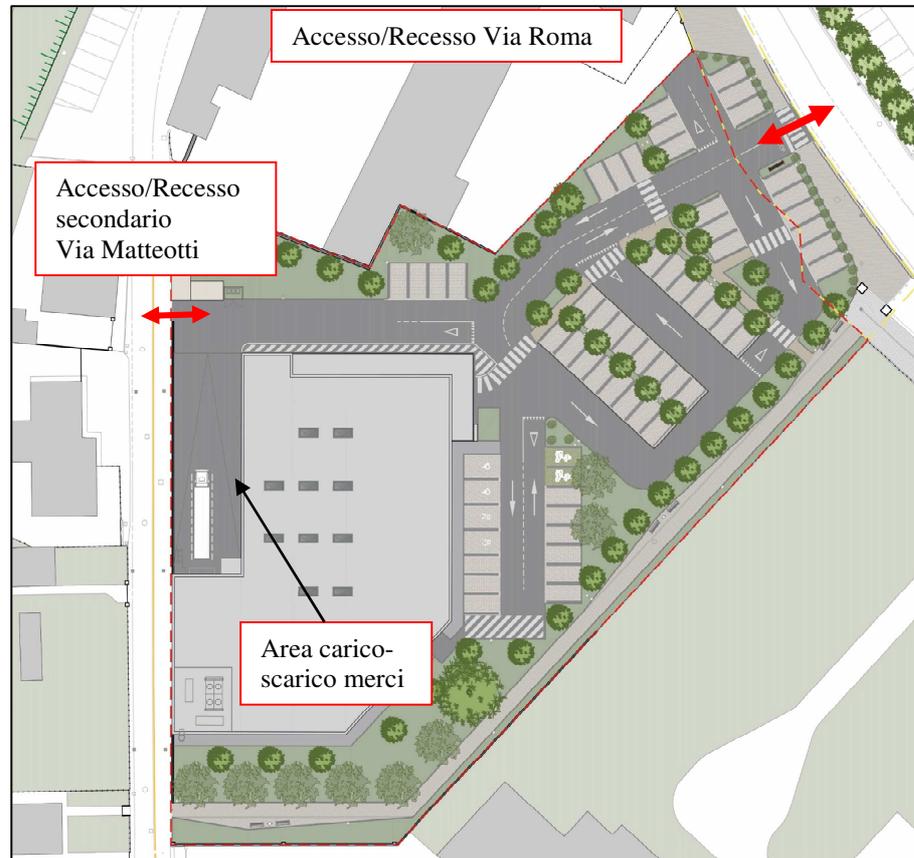
L'edificio commerciale si colloca a sudovest del lotto. La viabilità di ingresso ed egresso sulle strade più prossime si sviluppa in direzione ovest-est. Il parcheggio si situa ad est e si articola in 3+6 stalli perimetrali verso Via Roma, 3+3+4 stalli a nord, 3+7 e 8+8 stalli in due blocchi di posti auto contrapposti nella parte centrale dell'area. Ulteriori 9 stalli sono collocati a sud, presso il fabbricato commerciale, in affiancamento a 2 stalli per disabili, 2 parcheggi rosa e 2 posti per ricarica auto elettriche. L'offerta di parcheggio è complessivamente di 54 posti auto oltre a 6 riservati ad alcune categorie di utenti. I 9 parcheggi a progetto prospicienti Via Roma cadrebbero al di fuori della proprietà (sostituendo alcuni parcheggi esistenti), ma essendo oggetto di convenzione tutto il parcheggio globalmente risulterebbe privato ad uso pubblico. Nel presente studio sono comunque considerati cautelativamente a servizio dell'attività commerciale.

Gli stalli di sosta hanno dimensione di 2,70 x 5,00 m e sono realizzati “a pettine” cioè perpendicolari alle corsie di manovra, le quali sono previste a senso unico, larghe 6 metri, tranne che nella strada di attraversamento del lotto, a doppio senso di circolazione.

L'area di carico-scarico merci è situata sul retro del fabbricato commerciale, verso Via Matteotti, che può essere utilizzata solo in recesso verso Piazza Diaz, essendo a senso unico. E' poi accessibile da Via Roma. Le operazioni di carico-scarico avverranno comunque di norma nelle prime ore del mattino, in presenza di limitato traffico sulla rete viaria esterna.

Oltre alla viabilità veicolare sono anche previsti interventi rivolti all'utenza debole quali

percorsi pedonali e verde. Viene mantenuta la pista ciclabile in Via Matteotti; i velocipedi potranno teoricamente utilizzare la viabilità interna al lotto per raggiungere Via Roma (e per i movimenti in direzione opposta).



Planimetria di progetto con evidenziazione di accessi/recessi e parcheggi

2. SITUAZIONE VIARIA ESISTENTE

2.1. INQUADRAMENTO GENERALE

L'ambito di intervento si colloca in Comune di Limena, circa 8 km a nord ovest di Padova, a nord del centro abitato del capoluogo comunale. L'intervento ricade in un lotto delimitato a est da Via Roma e ad ovest da Via G. Matteotti.

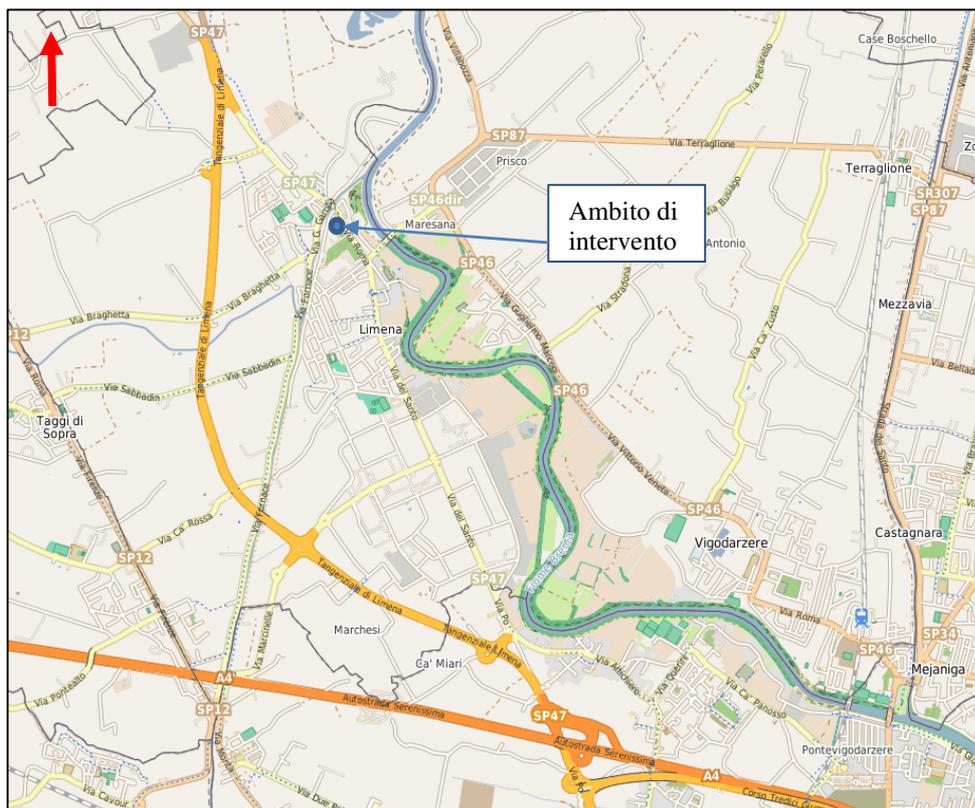
La S.S. n. 47 "Valsugana" già declassata a Provinciale, qui denominata Via Roma, costituisce il principale asse di attraversamento del Comune e di giunzione di Padova con l'Alta Provincia (Cittadella), l'area vicentina nordorientale (Bassano del Grappa) e il Trentino Alto Adige (la strada termina a Trento). Attraversa aree produttive e centri abitati, raccogliendo significativi volumi di traffico di scambio fra 3 province e 2 regioni confinanti. Il ruolo della ex S.S. n. 47 per la mobilità locale è cambiato negli ultimi anni, dopo la messa in esercizio della tangenziale di Limena che, connettendosi direttamente con la tangenziale ovest e nord di Padova e il casello autostradale di

Padova ovest sull'A4, ha assorbito il traffico (soprattutto commerciale) di attraversamento e distribuzione, alleviando l'area urbana da situazioni di congestione pregresse.

Via Matteotti è invece una strada comunale, con caratteristiche locali, che cinge l'abitato di Limena a ovest, costeggiando il canale artificiale Brentella, il quale collega il fiume Brenta con il fiume Bacchiglione, separando l'ambito urbano dall'area agricola interclusa fra Tangenziale di Limena e canale. Via Matteotti ha oggi ridotto il carico veicolare, in quanto regolata a senso unico, in ragione sia delle dimensioni anguste, sia della esigenza di realizzarvi una pista ciclabile.

Via Matteotti e Via Roma convergono in Piazza A. Diaz, in realtà destinata al solo transito pedonale.

Proseguendo verso nord, Via Roma diventa Via Monte Grappa a partire da una rotatoria, su cui si innestano anche Via Garolla a ovest, Via Marconi a est, Via Tavello a nord. Via Garolla, poi Via Fornace, collega Limena con località Ponterotto, ove si innestano Via Montà (verso Padova) e la S.P. n. 55 "del Brentella" verso Sarmeola di Rubano e la S.R. n. 11 "Padana superiore". Via Tavello e Via Marconi sono strade di carattere locale.



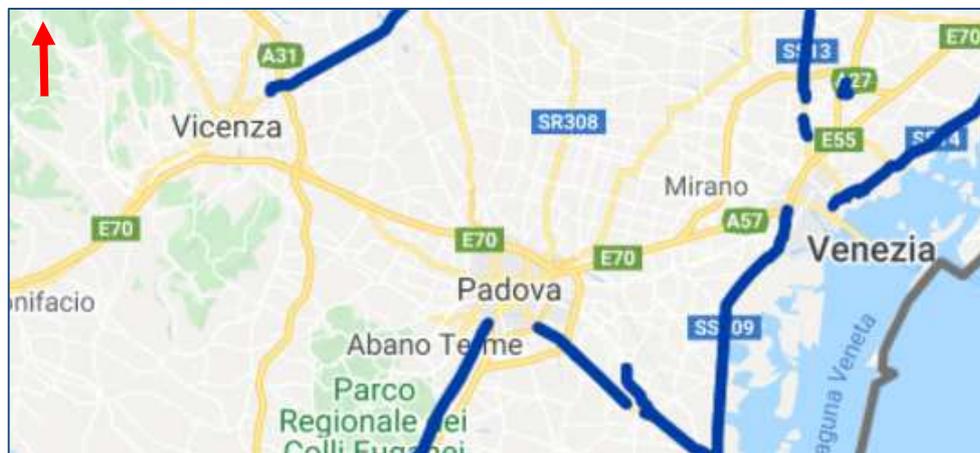
Estratto dallo stradario della Provincia di Padova

Verso sud, su Via Roma si innesta la S.P. n. 46 dir. (Via Cap. Manetti) che, dopo 700 metri, superato il fiume Brenta, si riunisce alla S.P. n. 46 "Brentana", collegamento fra Vigonza,

Vigodarzere e Villa del Conte. Più oltre, Via Roma assume la denominazione toponomastica di Via del Santo e Via Po, sino alla rotatoria in cui si innesta lo svincolo della Tangenziale di Limena, ove Via Altichiero conduce invece in Comune di Padova.



Estratto dallo stradario di Veneto Strade S.p.A., da cui si evince che la tratta di ex S.S. n. 47 in gestione si interrompe nella tangenziale ovest di Padova



Estratto dallo stradario di ANAS S.p.A., da cui si evince il declassamento della S.S. n. 47

Ulteriori elementi che caratterizzano la rete infrastrutturale dell'ambito sono la tangenziale di Limena (1 km più a ovest dell'ambito di intervento), l'autostrada A4 Venezia-Milano (3,5 km più a sud, in direzione ovest-est), le linee ferroviarie Venezia-Milano (4,5 km più a sud) e Padova-Bassano (4,5 km più a est). Infine, si segnalano, il canale artificiale Brentella e il fiume Brenta, che fra i due corsi racchiudono il centro abitato di Limena.

Ciò considerato, si può ammettere che, dal punto di vista viabilistico, l'area in cui viene previsto l'intervento in esame trovi un motivo di interesse prevalente nell'asse Via Roma-Via Monte Grappa, che si integra con alcuni assi viari minori e, a maggior distanza, con infrastrutture di livello superiore, importanti per la mobilità dell'ambito territoriale in esame, anche se meno influenti ai fini del presente studio.



Immagine fotografica dell'area vasta in cui si colloca l'intervento (da Google Earth)

2.2. INQUADRAMENTO DELLA GRANDE VIABILITÀ (RETE PRIMARIA/PRINCIPALE)

Il Comune di Limena si sviluppa su una superficie complessiva di poco superiore a 15 km², a poco più di 6 km a nord di Padova, con circa 8.000 abitanti ed una densità abitativa di circa 530 abitanti/km².

Dal punto di vista infrastrutturale, l'elemento che caratterizza l'ambito in esame è la ex Strada Statale n. 47 "Valsugana, già declassata a Provinciale, che assume la denominazione toponomastica di Via Roma in corrispondenza dell'intervento (a nord prende la denominazione Via Monte Grappa, a sud Via del Santo e Via Po). Tale strada appartiene ad un livello di rete non elevato, nonostante la funzione locale.

Nell'ambito di progetto, ai sensi delle "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", allegate al D.M. 5/11/2001 che definisce i criteri per la classificazione e la gerarchizzazione delle strade, non vengono individuati elementi infrastrutturali della rete viaria "primaria", avente

funzioni di transito e scorrimento sulle lunghe distanze; si tratta, in genere, di autostrade oppure di strade extraurbane o urbane di rapido scorrimento. Benché presenti tali elementi (Autostrada A4 col casello di Padova ovest), essi non rilevano perché a distanza di alcuni chilometri dal fabbricato di progetto.

Neppure vi sono elementi da attribuire alla rete “principale”, avente funzioni di distribuzione dalla rete “primaria” alla “secondaria” e alla “locale” sulle medie distanze, costituita da strade extraurbane principali od urbane di scorrimento (a carreggiate separate), con funzioni di spostamento extraurbano interregionale e regionale ovvero di spostamento veloce interquartiere in ambito urbano. La Tangenziale di Limena dista 1 km dal futuro fabbricato commerciale, peraltro collocata oltre il canale Brentella che di per sé è anche un separatore fisico. Il più vicino innesto della Tangenziale è 1.400 metri più a nord dal sito di progetto.

2.3. INQUADRAMENTO DELLA RETE SECONDARIA E LOCALE

Ai sensi del D.M. n. 6792 del 5/11/2001, sono classificate come strade della rete “secondaria” le infrastrutture vocate alla penetrazione verso la rete locale, destinate a spostamenti su distanze ridotte per tutte le componenti di traffico. Sebbene la ex Strada Statale (già declassata a Provinciale) n. 47, per definizione posseda una “funzione nel territorio” caratteristica di un livello di rete superiore, costituisce invece componente della rete “secondaria”, non avendo più composizione, struttura e capacità di raccogliere spostamenti di carattere sovraprovinciale, come richiesto alle strade della rete “principale”.

Il D.M. 5/11/2001 individua in strade extraurbane secondarie ed urbane di quartiere le tipologie infrastrutturali dei rami di rete “secondaria”. A questa si possono attribuire anche le citate strade provinciali: S.P. n. 46 dir. e 46 “Brentana” a sudest. Oltre all’asse Via Garolla-Via Fornace a nord e a Via Breda, 2 km più a sud, a collegare Via del Santo con la Tangenziale.

La S.P. n. 46 dir. (Via Cap. Manetti) è strada bidirezionale a singola corsia per direzione di marcia. Presenta carreggiata di 6,75 m circa in ambito urbano, con banchine pavimentate, marciapiedi e stalli di sosta a nord; si restringe in corrispondenza del ponte sul fiume Brenta a poco meno di 6 metri (un dissuasore limita la sagoma massima dei veicoli in transito), ove presenta banchine minime e marciapiedi di servizio.

La S.P. n. 46 è strada bidirezionale a singola corsia per direzione di marcia, che si sviluppa in ambito agricolo, sulla sommità arginale sinistra del fiume Brenta. Presenta carreggiata inferiore a 5 m, con banchine erbose ad entrambi i lati.

Via Garolla è strada bidirezionale a singola corsia per direzione di marcia. Presenta carreggiata di 7,50 m circa nel tratto terminale nord, con banchine erbose a est e marciapiede a ovest; si restringe

significativamente verso sud, ben prima di diventare Via Fornace, ove la carreggiata diviene di circa 5,5 metri, le banchine restano erbose verso est e lo divengono anche a ovest dove termina il marciapiede che affianca le aree edificate.

Via Breda si sviluppa nell'area produttiva a sud di Limena, dove si colloca fra le altre strutture la multisala The Space Cinema. La strada è bidirezionale a singola corsia per direzione di marcia. Presenta carreggiata di larghezza variabile, da 9,50 m a est, presso l'innesto sulla rotatoria allungata in Via del Santo, sino a 7,50 presso la multisala, ove sono anche ricavati in sede stradale degli stalli di sosta longitudinale. Il tratto più a ovest, verso la Tangenziale, possiede calibro costante e la larghezza della carreggiata è di 7,5 m; ad essa si aggiungono banchine pavimentate e marciapiedi in prossimità dell'edificato.

La rimanente viabilità ha caratteristiche meramente "locali", essendo fruita soprattutto come accesso ai quartieri ed al centro cittadino. A tale contesto si possono attribuire Via Marconi, Via Tavello, Via Matteotti (e la sua prosecuzione a est di Via Roma, Via Bocche) sopra citate. Ed anche alcune laterali di Via Roma, fra cui Via De Gasperi e la controstrada di Via Roma, che si connettono con la strada principale in corrispondenza dell'intersezione semaforizzata con la S.P. n. 46 dir.

Via Marconi è strada bidirezionale a singola corsia per direzione di marcia. Presenta carreggiata di meno di 5 m, con banchine erbose, tranne che nel tratto terminale presso Via Roma, ove si ha un'aiuola ghiaiosa a raso con alberature verso nord.

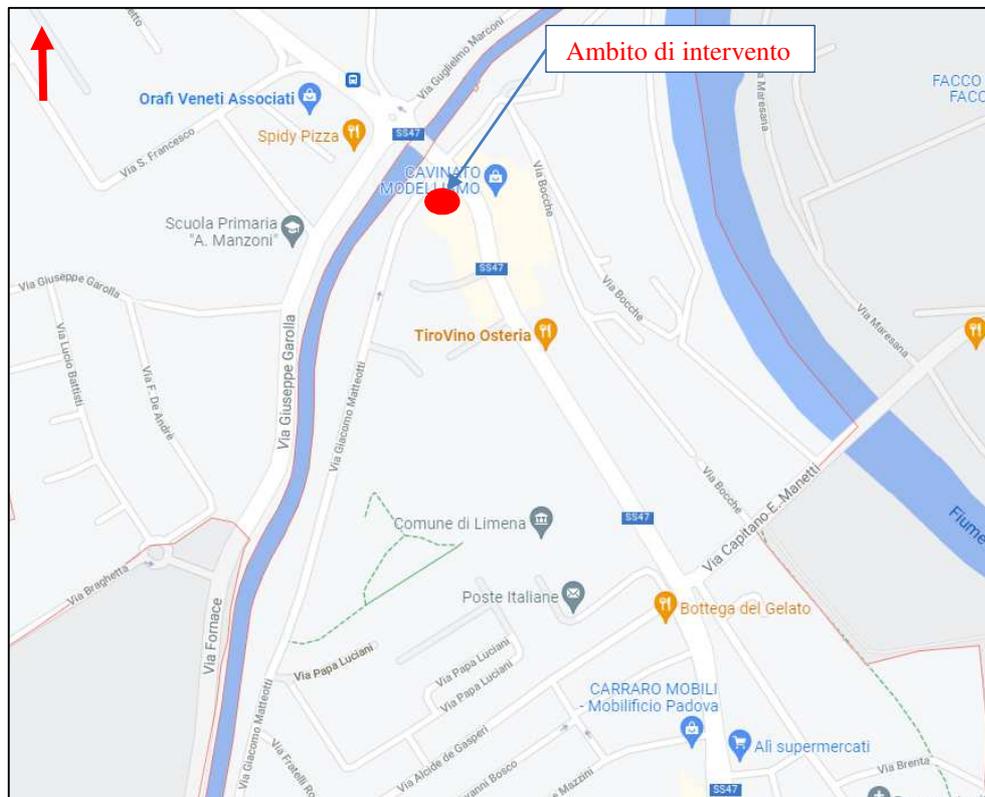
Via Tavello è anch'essa strada bidirezionale a singola corsia per direzione di marcia, con caratteristiche compositive similari a quelle di Via Marconi (carreggiata di larghezza inferiore a 5 m, banchine erbose).

Via Matteotti è strada bidirezionale a singola corsia per direzione di marcia solo nei 90 metri più a nord, ove lambisce Piazza A. Diaz. Qui la carreggiata raggiunge un massimo di 5,5 m ed è affiancata da stalli a pettine e longitudinali nonché da tratti di marciapiede a est. Più a sud, dove la strada diventa a senso unico, la carreggiata si riduce a 3 metri, oltre a una pista ciclabile.

Via Bocche è strada bidirezionale a singola corsia per direzione di marcia, che nel tratto prossimo e perpendicolare a Via Roma possiede larghezza variabile e si accompagna a stalli di sosta variamente distribuiti; dopo i primi 75 m piega a gomito e assume andamento parallelo a Via Roma sino alla S.P. n. 46 dir., con una larghezza di circa 2,5 metri.

Via De Gasperi è strada bidirezionale urbana a singola corsia per direzione di marcia. Presenta carreggiata di 6,5 m circa, con banchine pavimentate e senza marciapiedi. L'immissione su Via Roma avviene in corrispondenza dell'intersezione semaforizzata con la S.P. n. 46 dir. ma non è diretta, perché essa si connette con la controstrada che affianca Via Roma per buona parte della sua lunghezza. Tale infrastruttura è separata dalla strada principale mediante tratti di aiuola piantumata

sopraelevata. Ha carreggiata bidirezionale mediamente di 6 metri, con ridotta banchina pavimentata a est e stalli di sosta e tratti di marciapiede a ovest.



Rete stradale locale nell'ambito di intervento (da Google Maps)

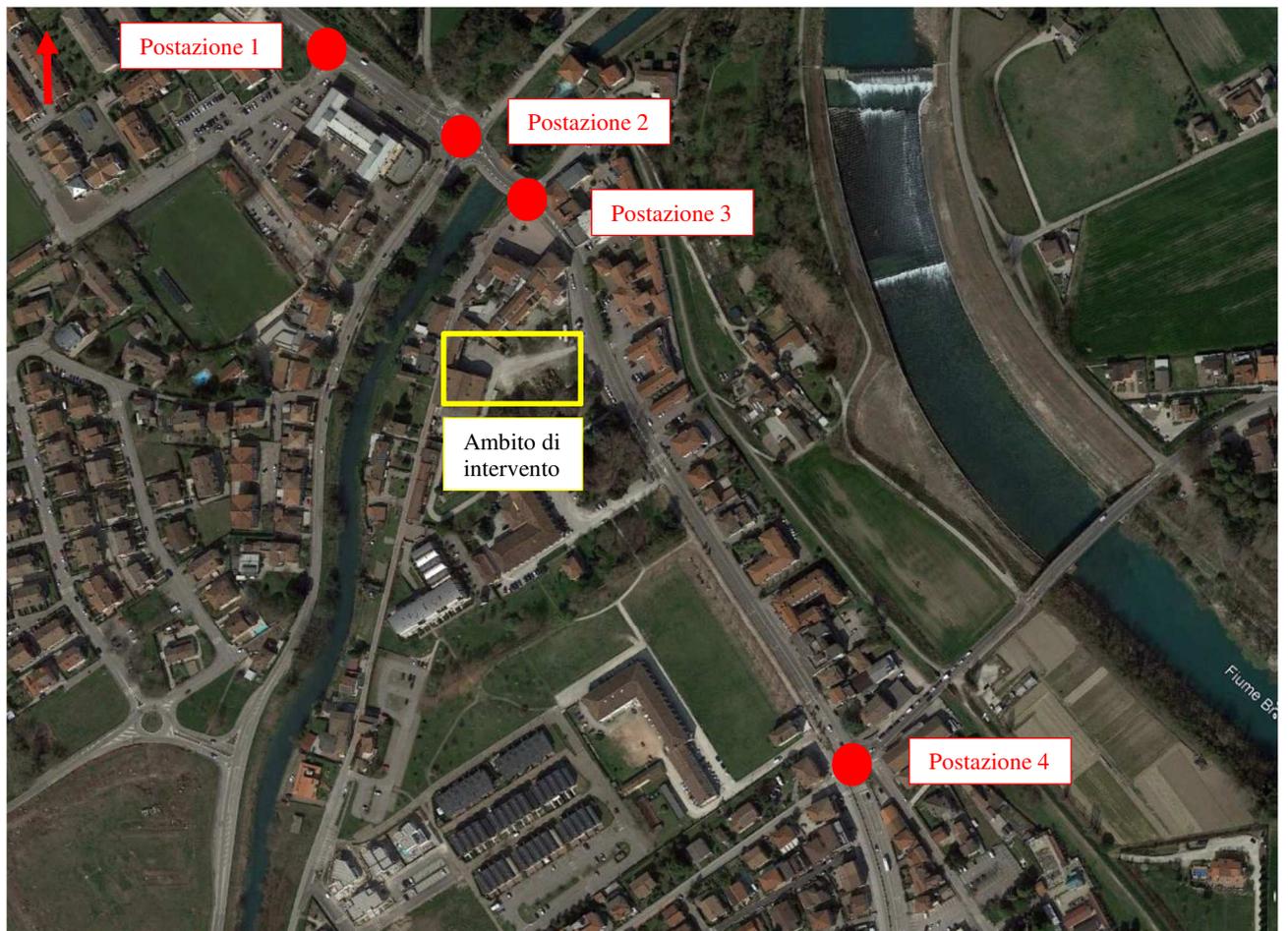
3. FLUSSI DI TRAFFICO

3.1. FLUSSI DI TRAFFICO ATTUALI

Analizzate le caratteristiche geometrico-funzionali della rete viaria interessata dall'intervento di progetto, si è proceduto alla caratterizzazione quali/quantitativa del traffico veicolare nell'ambito considerato.

Mancando dati di traffico aggiornati nell'area di studio, si è proceduto ad un apposito rilevamento del traffico. In considerazione dell'attuale struttura viaria, si è considerato di fissare l'attenzione sulle strade prossime all'area di progetto, destinate a raccogliere il volume di traffico generato dall'insediamento, ovvero:

- l'intersezione a precedenza fra Via Monte Grappa e Via S. Francesco;
- l'intersezione a rotatoria fra Via Roma, Via Monte Grappa, Via Garolla, Via Tavello e Via Marconi;
- l'intersezione a precedenza fra Via Roma, Piazza A. Diaz, Via Matteotti e Via Bocche;
- l'intersezione fra Via Roma e Via Cap. Manetti.



Localizzazione dei siti di monitoraggio del traffico

I flussi veicolari sono stati conteggiati il giorno 5 e il 6 novembre 2021 al fine di cogliere la mobilità correlata con il traffico pendolare, fra le ore 08:00 e le ore 20:00, rispettando le prescrizioni del Regolamento di cui alla D.G.R.V. n. 1047 del 18/06/2013. I flussi sono stati classificati tipologicamente e suddivisi per intervalli di 15 minuti. Il monitoraggio è stato effettuato “visivamente” da rilevatori addestrati allo scopo. Non si sono effettuate misure di velocità, poco significative nei siti presi in esame.

Il traffico è stato suddiviso in 4 classi:

- a) I Classe: autovetture
- b) II Classe: furgoni e veicoli commerciali leggeri
- c) III Classe: veicoli commerciali pesanti
- d) IV Classe: autobus e pullman

I dati sono stati rappresentati mediante tabelle e grafici, così organizzati:

- Tabelle con rappresentazione, per intervalli di 15 minuti, per singola postazione, direzione e manovra di svolta, per il giorno di venerdì e sabato, dei seguenti dati: numero di passaggi rilevati ogni 15 minuti, suddivisi per le 4 classi veicolari, con relativi totali orari e giornalieri.

- Istogrammi rappresentativi dell'evoluzione dei flussi (classificati), per intervalli di 15 minuti (ove i flussi del periodo risultano pari a qualche decina di veicoli, gli istogrammi sono stati omessi, perché poco significativi).
- Tabelle e grafici con rappresentazione, per ogni fascia oraria dalle 08:00 alle 20:00, per il giorno di venerdì e sabato, dei dati riassuntivi del traffico, ripartiti tra classi veicolari.

Si rinvia all'Allegato per la visione dei dati completi del monitoraggio. In questa sede si richiama l'attenzione sulle seguenti informazioni riguardanti i flussi circolanti in rete:

1. lungo Via Roma presso l'intersezione a rotatoria con Via Garolla/Marconi/Tavello, nel giorno di venerdì il traffico diurno in direzione nord ammonta a 5.868 transiti, dei quali il 9% imputabile a commerciali leggeri e l'1% a bus e pesanti; nella giornata di sabato si è registrato un volume di 5.716 passaggi giornalieri, con il 5% di commerciali leggeri e l'1% di bus e pesanti;
2. lungo Via Monte Grappa presso l'intersezione suddetta, nel giorno di venerdì il traffico diurno in direzione sud ammonta a 3.202 transiti, dei quali l'8% imputabile a commerciali leggeri e il 3% a bus e pesanti; nella giornata di sabato si è registrato un volume di 3.045 passaggi giornalieri, con il 5% di veicoli commerciali leggeri e il 2% di pesanti e bus;
3. lungo Via Garolla presso l'intersezione con Via Roma, nel giorno di venerdì il traffico diurno in direzione nord ammonta a 3.131 transiti, dei quali il 10% imputabile a commerciali leggeri e l'1% a bus e pesanti; nella giornata di sabato si è registrato un volume di 3.351 passaggi giornalieri, di cui il 6% sono commerciali leggeri;
4. lungo Via Roma presso l'intersezione con Via Cap. Manetti, nel giorno di venerdì il traffico diurno in direzione nord ammonta a 5.164 transiti, dei quali il 15% imputabile a commerciali leggeri e l'1% a bus e pesanti; nella giornata di sabato si è registrato un volume di 4.746 passaggi giornalieri con il 7% di commerciali leggeri e l'1% di bus e pesanti;
5. lungo Via Roma presso l'intersezione con Via Cap. Manetti, nel giorno di venerdì il traffico diurno in direzione sud ammonta a 5.097 transiti, dei quali il 10% imputabile a commerciali leggeri e l'1% a bus e pesanti; nella giornata di sabato si è registrato un volume di 5.115 passaggi giornalieri di cui il 5% costituiti da commerciali leggeri e l'1% da pesanti e bus;
6. lungo la S.P. n. 46 dir. (Via Cap. Manetti) presso l'intersezione con Via Roma, nel giorno di venerdì il traffico diurno in direzione ovest ammonta a 4.136 transiti, dei quali il 14% imputabile a commerciali leggeri, senza bus e pesanti; nella giornata di sabato si è registrato un volume di 4.272 passaggi giornalieri, di cui il 7% sono commerciali leggeri.

3.2. FLUSSI DI TRAFFICO GENERATI/ATTRATTI DALL'INTERVENTO

Sulla base dei dati di traffico derivanti dallo studio di traffico precedentemente descritto, è possibile ricostruire lo stato attuale della rete viaria in esame, in termini di funzionalità, come appresso spiegato. Dovendo tuttavia analizzare un intervento che genererà/attrarrà nuovi flussi rispetto allo stato attuale, si rende necessario preliminarmente stimare quale sarà il traffico indotto in seguito alla realizzazione dell'opera di progetto.

Tale quantificazione è stata eseguita prendendo in considerazione la capacità di parcheggio dell'ambito commerciale, in relazione a diversi parametri, quali il tempo medio di occupazione degli stalli di sosta e l'attrattività della struttura di vendita.

Pertanto, considerando i 54 stalli di sosta per l'area commerciale nell'ipotesi che siano pienamente fruiti dai clienti della struttura, ed immaginando che dei 6 posti auto destinati a categorie particolari (disabili, parcheggi rosa, posti con ricarica elettrica) 4 siano utilizzati, si ottiene una disponibilità di $54+4=58$ posti. L'intervento prevede l'insediamento di una media struttura di vendita, per cui è ragionevole ritenere che la rotazione tipica degli stalli sia stimabile compresa fra 30 e 45 minuti, ciò da cui discende un numero indicativo di 232 movimenti orari ($58 \text{ stalli} \times 2 \text{ [arrivo e partenza]} \times 2 \text{ [rotazioni ogni 30 minuti]} = 116 \text{ movimenti in ingresso e } 116 \text{ in uscita}$).

Nel caso specifico, l'intervento riguarda la realizzazione di una media struttura di vendita di 1.500 m^2 . Per le medie strutture, gli abachi regionali redatti dal Dipartimento Commercio e Mercati della Regione Veneto (2000) indicano in $0,22 \text{ auto/m}^2$ di superficie la mobilità attratta. Nel caso in esame, ciò corrisponde a $1.500 \times 0,22 = 330$ movimenti orari, di cui 165 in ingresso ed altrettanti in uscita. E' tuttavia presumibile che almeno il 20% (66 spostamenti) non siano nuovi movimenti, ma costituiscano sottrazione di spostamenti al traffico già in rete (*pass-by trips*).

Lo studio presente è riferito al giorno pre-festivo per due motivi:

1. la ridotta differenza di traffico fra venerdì e sabato nelle sezioni più critiche per l'analisi; nelle sezioni più importanti, come Via Roma, Via Garolla e Via Cap. Manetti il giorno pre-festivo i flussi sono anche maggiori;
2. il fatto che i picchi di traffico feriali si abbiano in fascia oraria non significativa per la struttura di vendita, sicché sarebbe privo di scopo caricare il traffico indotto in un periodo in cui esso non è realmente generato.

L'ora di picco è individuata, attraverso il conteggio del traffico complessivo presente in rete nel periodo 9:45-10:45.

La ripartizione delle direzioni di spostamento è effettuata secondo le stime che trovano sintesi in matrici Origine/Destinazione successivamente riportate (cfr. par. 5).

4. ELEMENTI TEORICI DI TECNICA DELLA CIRCOLAZIONE

Le condizioni di deflusso in un tronco stradale sono notoriamente espresse sulla base del rapporto fra traffico veicolare e proprietà tecnico-funzionali della piattaforma, da esplicitare mediante opportuni parametri.

Il traffico può essere caratterizzato mediante diverse grandezze (numero di veicoli circolanti, composizione del parco veicolare, quantità di merci trasportate, numero di viaggiatori, peso totale del trasporto, velocità dei mezzi ...), riferite, comunque, ad una prefissata unità temporale e disaggregate in funzione di tipologia e modalità di trasporto, ovvero correlate alla lunghezza dell'itinerario percorso o del tronco esaminato.

L'infrastruttura viene usualmente caratterizzata mediante la cosiddetta *capacità*, che esprime la sua attitudine a smaltire in condizioni di "sufficiente" regolarità i flussi veicolari. Per addivenire alla quantificazione della capacità di un asse stradale, devono essere preventivamente quantificati alcuni parametri, necessari per rappresentarne le correnti condizioni di esercizio:

- *Volume di traffico orario o flusso orario Q (veic/h)*: numero di veicoli che transitano, in un'ora, attraverso una data sezione stradale; il volume può essere definito dal numero di veicoli che passano nella singola corsia o senso di marcia ovvero nei due sensi, e può essere qualificato per tipologia veicolare; il volume orario *medio* è il rapporto fra il numero di veicoli censiti in una sezione stradale ed il numero di ore in cui è durato il rilevamento.
- *Flusso di servizio Q_s (veic/h per corsia)*: secondo l'H.C.M. (Highway Capacity Manual del Transportation Research Board statunitense, ed. 1985), massimo valore del flusso orario dei veicoli che transitano attraverso una singola corsia o sezione stradale, in prefissate condizioni di esercizio; tale flusso è espresso come il volume massimo che transita nel periodo di 15 minuti, ma rapportato all'ora. Il rapporto tra volume orario e volume massimo in 15 minuti riferito all'ora si definisce *Fattore dell'ora di punta (PHF)*.

Sulla base del flusso di servizio Q_s si può determinare la densità di traffico D , ovvero il numero di veicoli che, per corsia, si trova nello stesso istante in un definito tronco stradale. La Densità è correlata a flusso di servizio e velocità media di deflusso V_m dalla relazione:

$$Q_s = V_m \times D$$

Le condizioni di deflusso di una corrente di traffico (quantificata come sopra) sono determinate da diversi fattori, e, in particolare, dalle interazioni reciproche fra i veicoli e dalle caratteristiche della piattaforma stradale lungo la quale avviene il transito.

Una corrente veicolare si dice di tipo *ininterrotto* quando le condizioni interne ed esterne della

corrente stessa sono tali da non determinare interruzioni nella circolazione o da imporre variazioni di velocità nei mezzi. Viceversa, il traffico si dice *interrotto* se sussistono, lungo la strada, elementi tali da produrre interruzioni periodiche nella corrente (incroci semaforizzati, intersezioni), o da determinare significativi rallentamenti e riduzioni di velocità.

Per una corretta analisi delle condizioni di movimento di una corrente veicolare su una data arteria occorre stimare il massimo volume di traffico, in veicoli all'ora, che si può raggiungere nella medesima. Questo valore massimo, riferito alla singola corsia e al singolo tronco - con caratteristiche di uniformità - costituisce la *capacità della strada*. Il valore della capacità, che può chiamarsi *ideale* (C_i), deve corrispondere a precise condizioni operative riguardanti la geometria della medesima, il traffico e i dispositivi di regolazione e controllo della circolazione. La capacità, inoltre, si riferisce sempre al flusso relativo ad un intervallo di tempo limitato (15 minuti), nel quale può ammettersi costanza di condizioni, salvo poi riportare tale indicazione all'ora intera.

Nel caso di strade a carreggiata unica a due corsie in ambito suburbano (H.C.M. Chapter 8 – *Rural Highways, two lane highway*), in condizioni “ideali”, la capacità, riferita al *volume totale* nei due sensi, si può assumere pari a 2.800 veic/h.

Le condizioni “ideali” sono le seguenti:

1. velocità di progetto maggiore o uguale a 96 km/h (60 miglia/h);
2. larghezza di corsia di almeno 3.66 m (12 ft);
3. larghezza della banchina di almeno 1.80 m (6 ft);
4. nessun attraversamento o altro condizionamento nel tronco in esame;
5. circolazione di sole autovetture;
6. volume di traffico uguale nei due sensi di marcia.

A completamento delle precedenti assunzioni, il *livello di servizio* si definisce come misura dell'attitudine di una strada a smaltire il traffico veicolare. I livelli di servizio, indicati con lettere tra A ed F, schematizzano tutte le possibili condizioni di circolazione: il livello A rappresenta le condizioni operative migliori, il livello F quelle peggiori. Intuitivamente, i vari livelli di servizio definiscono i seguenti stati di circolazione:

- *livello A*: circolazione libera. Ogni veicolo si muove senza alcun vincolo e in libertà assoluta di manovra entro la corrente di appartenenza: massimo comfort, flusso stabile;
- *livello B*: circolazione ancora libera, ma con modesta riduzione della velocità. Le manovre cominciano a risentire della presenza di altri utenti: comfort accettabile, flusso stabile;
- *livello C*: la presenza di altri veicoli determina vincoli sempre maggiori sulla velocità desiderata e la libertà di manovra. Si hanno riduzioni di comfort, anche se il flusso è ancora stabile;

- *livello D*: il campo di scelta della velocità e la libertà di manovra si riducono. Si ha elevata densità veicolare nel tratto stradale considerato ed insorgono problemi di disturbo: si abbassa il comfort ed il flusso può divenire instabile;
- *livello E*: il flusso si avvicina al limite della capacità compatibile e si riducono velocità e libertà di manovra. Il flusso diviene instabile (anche modeste perturbazioni possono causare fenomeni di congestione);
- *livello F*: flusso forzato. Il volume si abbassa insieme alla velocità e si verificano facilmente condizioni instabili di deflusso fino alla paralisi.

Nelle strade a carreggiata unica e due corsie è di grande importanza l'influenza, sul livello di servizio, dell'andamento plano-altimetrico del tracciato, specialmente se nella corrente di traffico è sufficientemente elevato il numero di veicoli pesanti.

In queste strade, infatti, il flusso di servizio e la circolazione risultano vincolati dalla possibilità di effettuare sorpassi e, conseguentemente, dalla differenziazione dei flussi di traffico nei due sensi, dato che la corrente di una direzione risulta condizionata, talvolta in maniera determinante, da quella che si sviluppa in senso opposto.

Questi motivi hanno portato a definire la qualità del servizio usando parametri specifici, diversi da quelli utilizzati per altri tipi di strada, e cioè:

- velocità media commerciale;
- percentuale del tempo di ritardo;
- utilizzazione della capacità potenziale.

Il *tempo di ritardo*, che risulta dipendente dalla mobilità, è rappresentato dalla percentuale media di tempo che i veicoli sono costretti a perdere, rispetto a quello teoricamente necessario, per difficoltà legate al transito e all'esecuzione di sorpassi (con conseguente formazione di code).

Le condizioni "ideali", sulle quali vengono definiti i livelli di servizio per queste strade, sono state innanzi evidenziate. In queste condizioni, il volume massimo raggiungibile nei due sensi di marcia (capacità) può porsi pari a 2.800 veic/h. Tab. 8.1 H.C.M. (*Level of service criteria for general two-lane highway segments*), fornisce livelli di servizio e valori Q/C, in condizioni ideali, in relazione alla percentuale di tempo perduto ed alla percentuale di sorpassi impossibili nel tronco considerato, distinguendo per tipologia di tracciato.

I vari livelli di servizio in condizioni ideali risultano così distinti:

LS. A: la velocità media si mantiene prossima a 90-95 km/h, il flusso massimo totale nei due sensi non supera 420 veicoli equivalenti/h;

LS. B: si può raggiungere la velocità di 90 km/h, il perditempo determinato dal traffico pesante è valutato intorno al 45%, il flusso massimo nei due sensi è pari a circa 750 veicoli/h;

LS. C: la velocità media in pianura è di 80-85 km/h, il perditempo è pari al 60%, il flusso massimo nei due sensi di 1200 veicoli/h;

LS. D: il flusso è instabile con formazione di code, la velocità media minore di 80 km/h, il tempo perduto circa del 75%, il flusso massimo totale risulta di circa 1800 veicoli/h;

LS. E: velocità molto ridotta e variabile (30-45 km/h), il flusso è molto instabile con possibilità di formazione di lunghe code di automezzi;

LS. F: flusso congestionato ed imprevedibile.

Il fattore dell'ora di punta influenza in modo non trascurabile la qualità del deflusso; i valori del PHF si possono dedurre da tab. 8.3 H.C.M. (*Peak hour factor for two-lane highways based on random flow*), quando non calcolati direttamente.

Il flusso di servizio complessivo Q_s per i due sensi di marcia è dato dall'espressione:

$$Q_s = 2800 \cdot (Q/C)_i \cdot f_1 \cdot f_2 \cdot f_3$$

essendo:

- $(Q/C)_i$ il rapporto tra flusso e capacità in condizioni ideali per un dato livello di servizio;
- f_1 fattore correttivo per la distribuzione del traffico per direzione di marcia;
- f_2 fattore correttivo per riduzione della larghezza di corsia o delle banchine;
- f_3 fattore correttivo per la presenza del traffico pesante.

Tab. 8.4 dell'H.C.M. (*Adjustment factor for directional distribution on general terrain segments*) fornisce i valori del primo indice di correzione (f_1), dipendente dalla ripartizione dei flussi tra le direzioni di marcia, per distribuzioni tra 100/0 (tutto il traffico incanalato in unica direzione) e 50/50 (traffico egualmente distribuito nei due sensi di marcia).

f_2 si ricava da tab. 8.5 H.C.M. (*Adjustment factors for the combined effect of narrow lanes and restricted shoulder width*), tenendo conto dell'effetto combinato di larghezza delle corsie e delle banchine.

Infine, tab. 8.6 H.C.M. (*Average passenger-car equivalents for trucks on two lane highways over general terrain segments*) fornisce la definizione del numero equivalente di autovetture per mezzi pesanti (E_T), in ragione della situazione plano-altimetrica del tracciato.

Il coefficiente f_3 è dato da:

$$f_3 = 1 / [1 + P \cdot (E_T - 1)]$$

essendo P la percentuale di veicoli commerciali.

Usualmente, si conviene anche un'ulteriore correlazione, atta a definire il Livello di servizio di una certa arteria. Si ipotizza che, per strade a due corsie, con Densità inferiori a 7,5 veicoli/km e

corsia il Livello di servizio sia A, per valori inferiori a 12,5 sia B, per valori inferiori a 19 sia C, per valori inferiori a 26 sia D, per valori inferiori a 42 sia E; se superiori, il Livello di servizio è F.

Le intersezioni stradali sono soggette a verifiche con procedure differenti.

I parametri che determinano la capacità di un'intersezione non semaforizzata sono diversi (cfr. H.C.M. Chapter 10 – *Urban Streets, Unsignalized Intersections*): il numero dei rami e delle relative corsie (eventualmente di canalizzazione), la sistemazione altimetrica dell'incrocio, i raggi di curvatura e l'angolo fra i rami, le distanze di visibilità.

Ciò che condiziona l'idoneo esercizio di un'intersezione è principalmente il “gap” temporale tra i veicoli in transito nella corrente principale, poiché da esso dipende la possibilità che un veicolo della corrente secondaria impegni l'area dell'incrocio. Il “*gap critico*” dipende, a sua volta, dalla manovra da eseguire, dal tipo di regolamentazione dell'incrocio (stop, precedenza), dalla velocità media della corrente principale, dall'ampiezza del ramo principale, dalle condizioni geometriche ed ambientali nell'area di incrocio.

Per una corrente principale circolante alla velocità di 50 km/h su strada a due corsie, il suddetto gap è stimato in 5,5 s per svolta a destra e 6,5 a sinistra da strada secondaria, 5 s per svolta a sinistra da principale, 6 s per attraversamento della strada principale. Sulla base del gap critico e dei *volumi di traffico in conflitto* si determina, per via grafica (con procedura H.C.M.), la *capacità potenziale dello spostamento* C_p , trasformata in una *capacità della manovra* C_m , a sua volta dipendente dall'*impedenza* P , che è un fattore che tiene conto dei condizionamenti tra veicoli all'aumentare del traffico.

Nel caso più semplice di intersezione con rami a 2 corsie (senza canalizzazione), la capacità della “corsia condivisa” è sinteticamente espressa da:

$$C_{sh} = Q_s / [Q_{s1}/C_{m1} + Q_{s2}/C_{m2} + Q_{s3}/C_{m3}].$$

essendo i Q_s flussi di servizio relativi alle 3 manovre di svolta.

Per definire i Livelli di servizio si introduce una *Riserva o capacità inutilizzata della corsia* C_r , data dalla differenza fra C_{sh} e il volume di traffico che utilizza la corsia. Il Livello di servizio A corrisponde a $C_r > 400$, B a 300-399, C a 200-299, D a 100-199, E a 0-99 veicoli all'ora.

Il traffico è sempre espresso in unità omogeneizzate a veicoli passeggeri: le automobili valgono 1, i mezzi pesanti e gli autobus valgono 1,5.

Non molto diverso l'approccio allo studio delle intersezioni semaforizzate (cfr. H.C.M. Chapter 9 – *Urban Streets, Signalized Intersections*), per quanto reso più complesso dalle caratteristiche di fasatura dell'impianto semaforico e dalla presenza di un potenziale conflitto fra utenze forti ed utenze deboli (pedoni).

La metodologia in genere adottata nella determinazione della funzionalità delle rotatorie – sulla base del parametro “capacità” - si basa invece su rilievi sperimentali condotti su una serie di rotatorie in condizioni di congestione, effettuando l’analisi della mobilità in intervalli temporali piccolissimi e trattando in forma statistica le relazioni esistenti tra il flusso in ingresso, quello circolante e quello in uscita dallo stesso braccio e le variabili geometriche dell’intersezione (larghezza all’ingresso, larghezza dell’isola spartitraffico e dell’anello).

Si fa riferimento a tre approcci, maggiormente condivisi a livello scientifico, di cui due Francesi e l’altro Svizzero (SETRA, CETUR, Guide Suisse des Giratoires), i quali peraltro utilizzano formulazioni analitiche più complete e adattabili alla realtà del nostro paese. Tutti e 3 trattano le rotatorie con “precedenza all’anello”.

Le tre metodologie portano a calcolare la capacità, intesa come stima del flusso oltre il quale il singolo ramo entra in condizioni di congestione; vista la variabilità dei parametri in gioco, tale valore deve essere assunto come riferimento di “collaudo” della rotatoria e non come base di dimensionamento. In quest’ultimo caso, è più corretto far riferimento a una “capacità pratica Q_p ”, legata alla capacità del ramo in ingresso da formule correttive del tipo: $Q_p=0,8xQ_e$ o $Q_p=Q_e-150$.

5. APPLICAZIONE DELLA MICROSIMULAZIONE DINAMICA AGLI STUDI DI TRAFFICO

Per effettuare lo studio di impatto sulla viabilità determinato dall’intervento in esame, in ragione dell’articolazione della rete viaria nell’ambito considerato, si è utilizzata una procedura basata sulla microsimulazione dinamica del traffico. Questo approccio ha consentito di valutare gli impatti correlati con l’attuazione di diversi scenari, corrispondenti allo stato di fatto ed allo stato di progetto, simulati sulla base di rilievi effettuati in Novembre 2021.

Le valutazioni sono state condotte mediante il software Quadstone Paramics rel. 6.9.3, sofisticato strumento di microsimulazione dinamica del traffico, con il quale si è provveduto a determinare:

1. i flussi di traffico che attraversano le infrastrutture nei vari scenari analizzati;
2. lo stato di congestione della rete;
3. il numero dei veicoli in coda ed i tempi di attesa alle intersezioni, nonché le velocità di deflusso ed altri indicatori, utili a confrontare gli scenari.

La microsimulazione dinamica si distingue dalle metodologie classiche d’analisi e di simulazione dei fenomeni di mobilità per una serie di motivi:

- a) Precisione: permette di effettuare una simulazione ad un livello di dettaglio “microscopico” (per ciascun veicolo separatamente), con estrema aderenza alla realtà;
- b) Flessibilità: in virtù del maggiore dettaglio consente maggiore possibilità di interazione ed adattamento a singoli e diversi scenari;
- c) Chiarezza: la rappresentazione è utile nell’esplicitare le dinamiche di traffico in modo intuitivo, oltre che analitico;
- d) Estensibilità: Paramics permette di personalizzare in massima misura le caratteristiche del comportamento di guida;
- e) Approccio per sistemi: il Programmer Module (API) permette l’interazione dinamica con altri hardware e software.

Gli strumenti di micro-simulazione dinamica su rete sono in grado di rappresentare in maniera puntuale, precisa e specifica il traffico e la sua evoluzione istantanea, prendendo in considerazione gli aspetti geometrici di dettaglio dell’infrastruttura ed il comportamento reale dei veicoli, legato all’accoppiamento delle caratteristiche del veicolo e del conducente. I veicoli vengono modellati come singole entità, contraddistinte da caratteristiche sia comportamentali che fisiche; l’interazione tra veicoli e caratteristiche della rete permette di simulare il reale comportamento dei veicoli; l’elaborazione in tempo reale delle informazioni simulate è in grado di determinare in maniera dinamica la scelta del percorso.

I micro-simulatori dinamici basano il loro funzionamento su modelli in grado di rappresentare singolarmente il movimento di ciascun veicolo sulla base del comportamento del conducente, che segue le regole dettate dalla teoria dell’inseguitore (Car-Following), da quelle del cambio corsia (Lane-Changing) e da quelle dell’intervallo minimo di accesso (Gap-Acceptance). In sostanza, i conducenti tendono a viaggiare con la velocità desiderata, ma l’ambiente circostante (es. i veicoli precedenti, i veicoli adiacenti, la geometria della strada, i segnali stradali ed i semafori, gli ostacoli, ecc.) condizionano il loro comportamento.

In base alla “teoria dell’inseguitore” (Car-Following), ciascun conducente tende a raggiungere una velocità prescelta sulla base del suo stile di guida, delle prestazioni del veicolo e delle caratteristiche geometriche della strada che sta percorrendo; se durante la marcia raggiunge un veicolo che lo precede, dovrà rallentare ed adeguare la sua velocità o, se ciò è possibile, cambiare corsia per sorpassarlo. Tre parametri sono utilizzati per calcolare, istante per istante, la velocità prescelta: la massima velocità desiderata dal conducente in funzione delle proprie capacità di guida; la massima velocità ammessa dal veicolo in funzione delle sue prestazioni; la velocità limite della tratta stradale e/o della eventuale manovra in corso.

In base al “modello di cambio corsia” (Lane-Changing), ciascun conducente stabilisce, istante

per istante, l'opportunità o meno della manovra di cambio di corsia sulla base della necessità, della desiderabilità e dell'attuabilità della manovra.

In base al modello di "Gap-Acceptance", ciascun conducente stabilisce quando eseguire una manovra (cambiare corsia, attraversare un'intersezione, inserirsi in un flusso di traffico, entrare in una rotatoria, ecc.) valutando se esiste l'intervallo temporale minimo necessario per la manovra, sulla base delle velocità relative degli altri veicoli.

La micro-simulazione fornisce una visione dinamica del fenomeno traffico, in quanto vengono prese in considerazione le caratteristiche istantanee del moto dei singoli veicoli (flusso, densità, velocità, ecc.). Attraverso la micro-simulazione è possibile rappresentare più famiglie di spostamenti, ognuna caratterizzata da differenti parametri comportamentali (accelerazione, decelerazione, aggressività, tempo di reazione, ecc.) e da diverse tipologie di veicolo (velocità massima, dimensioni, prestazioni, parametri di emissione, ecc.).

Il modello di micro-simulazione richiede, come precisato, oltre alla codifica della rete stradale in esame, informazioni dettagliate sulle caratteristiche dinamiche dei veicoli e sullo stile di guida dei conducenti. In linea generale vengono inserite diverse tipologie di veicoli leggeri con dimensioni pressoché simili (lunghezza di circa 4 m e larghezza di circa 1,70 m), ma con velocità massime diverse, corrispondenti ad auto utilitarie, auto di media cilindrata ed auto di grossa cilindrata. Per i veicoli commerciali vengono implementate almeno due classi: gli autocarri e i mezzi pesanti.

DIMENSIONE TIPO VEICOLI	LUNGHEZZA [m]	LARGHEZZA [m]	ALTEZZA [m]	PESO [t]
Auto	4.00	1.60	1.50	0.80
Commerciali Leggeri	6.00	2.30	2.60	2.50
Mezzi Pesanti	8.00	2.40	3.60	15.00
Autoarticolati	11.00	2.50	4.00	38.00
Pullman	10.00	2.50	3.00	12.00
Bus	10.00	2.50	4.00	12.00

Caratteristiche dimensionali dei veicoli utilizzati nella microsimulazione.

I parametri comportamentali dei conducenti vengono impostati per riprodurre il reale comportamento degli utenti italiani, così come da sperimentazioni e ricerche condotte (tempo di reazione, esperienza di guida, aggressività, grado di conoscenza della rete stradale...).

L'insorgere delle code viene segnalato dal modello allorché la distanza tra i veicoli risulti inferiore ad un prefissato valore (headway generalmente inferiore a 10 metri) e la velocità scenda al di sotto di un valore di riferimento, solitamente pari a 7 Km/h.

Veicoli	ACCELERAZIONE MASSIMA [m/s ²]	DECELERAZIONE MASSIMA [m/s ²]	VELOCITA' MASSIMA [km/h]	VELOCITA' CON SCORRIMENTO LIBERO [km/h]	POTENZA [CV]
Auto	2.50	4.50	160.0	80.5	100
Comm. legg.	1.80	3.90	130.0	64.4	80
Mezzi Pesanti	1.10	3.20	105.0	48.3	260
Autoarticolati	1.40	3.70	120.0	32.2	350
Pullman	1.20	3.70	130.0	48.3	260
Bus	0.90	3.20	65.0	48.3	260

Caratteristiche dinamiche dei veicoli utilizzati nella microsimulazione.

Il micro-simulatore è in grado di evidenziare un'ampia serie di parametri che forniscono indicazioni relative al livello di prestazione della rete, in generale, e dei singoli componenti (nodi ed archi). In particolare, per ciascuna ora di simulazione effettuata, consente di ricavare i seguenti indicatori:



Esempio di schematizzazione della rete, dei veicoli e della segnaletica.

Informazioni generali sulla rete

- flussi orari medi sulla rete
- flussi medi sulla rete nell'intervallo di simulazione (intervallo minimo 1 min)
- velocità media sulla rete
- densità media della rete
- ritardo medio sulla rete
- percentuale di ritardo medio sulla rete
- tempo medio di arresto sulla rete

- velocità media dei veicoli sulla rete

Informazioni sui veicoli

- numero e tipologia di veicoli circolanti sulla rete
- velocità media dei veicoli sulla rete
- velocità media calcolata per ciascuna categoria di veicoli
- distanza totale percorsa

Informazioni sui percorsi

- tracciato dei percorsi alternativi
- tempo minimo, medio e massimo dei viaggi

Informazioni sugli archi stradali e le intersezioni

- flussi orari
- flussi nell'intervallo di simulazione (intervallo minimo 1 min)
- flussi di manovra alle intersezioni
- densità veicolari
- velocità media di percorrenza
- tempo medio di ritardo
- percentuale di ritardo medio
- lunghezza media e massima della coda (numero di veicoli)
- tempo medio di arresto
- Livello di Servizio

Tali parametri vengono calcolati dal modello di micro-simulazione con i criteri indicati nell'*Higway Capacity Manual* (edito dal TRB statunitense). Così, ad esempio, ai sensi dell'HCM, i Livelli di servizio – rappresentativi della qualità del deflusso - sono correlati col tempo di ritardo, secondo la tabella di seguito riportata:

Livello di Servizio correlato con il Tempo di ritardo (s)		
LdS	Intersezione Semaforizzata [s]	Intersezione non Semaforizzata [s]
A	0 – 10	0 – 10
B	10 – 20	10 – 15
C	20 – 35	15 – 25
D	35 – 55	25 – 35
E	55 – 80	35 – 50
F	> 80	> 50

Giova sottolineare che l'applicazione della micro-simulazione nella determinazione del livello prestazionale di una generica rete stradale rappresenta indubbiamente un approfondimento della

metodologia analitica introdotta dall'HCM; per contro, l'analisi e l'interpretazione dei risultati del modello dinamico risultano un po' più complesse per una serie di motivazioni nel seguito sintetizzate.



Esempio di schematizzazione del traffico in nodi complessi.



Rappresentazione di un fenomeno di accodamento con veicoli diversificati.

Innanzitutto, il modello fornisce i parametri prestazionali per ogni singolo arco del grafo stradale implementato; alcuni indicatori però risultano significativi soltanto sugli archi di una certa lunghezza; per archi molto brevi, viceversa, essi perdono di rappresentatività. Tale aspetto, molto importante, non può essere trascurato in fase di valutazione dei risultati.

Con riferimento poi al Livello di Servizio (LdS), che è rappresentativo delle condizioni di deflusso che mediamente assume una tratta stradale in determinate condizioni di traffico, essendo lo

strumento di analisi di tipo dinamico, risulta anch'esso dinamicamente determinato e, pertanto, variabile istante per istante.

Inoltre, stante la presenza distribuita di elementi di discontinuità della rete (intersezioni, accessi, curve, ecc.), è possibile che il modello fornisca come valutazione globale del Livello di Servizio orario sulle varie tratte di una stessa direttrice stradale valori differenti.

Le micro-simulazioni vengono condotte con riferimento ai volumi di traffico di specifico interesse.

Per tenere conto delle reali condizioni di traffico, il periodo di simulazione viene generalmente preceduto da una fase di pre-carico dei veicoli sulla rete; in tal modo l'assegnazione risulta più realistica, in quanto avviene su una rete già caricata dal traffico circolante.

Inoltre, per riprodurre il reale comportamento dell'utente, che sceglie il tragitto in base alle condizioni di traffico che incontra sulle strade, per l'assegnazione viene utilizzato un algoritmo di "calcolo del percorso" di tipo deterministico-dinamico, basato sul ricalcolo del percorso più breve (in termini di distanze e di tempo) sulla base delle effettive condizioni istantanee di traffico sulla rete.

Nello scenario di valutazione, i traffici attesi vengono assegnati dal modello sulla base della nuova viabilità prevista, e quindi dei nuovi percorsi presenti sulla rete.

Le simulazioni consentono di procedere alla verifica prestazionale dei principali assi stradali e dei nodi, effettuando la scelta degli interventi ottimali ai fini dello studio.

Sulla base delle precedenti considerazioni, si è quindi proceduto all'applicazione della micro-simulazione al caso di studio, secondo i seguenti passi:

- a. definizione dell'area di studio;
- b. analisi dei flussi di traffico attuali;
- c. definizione degli Scenari di analisi;
- d. codifica del grafo stradale;
- e. definizione delle zone di origine e destinazione degli spostamenti e costruzione delle matrici di traffico (leggero e pesante);
- f. definizione di parametri di simulazione e indicatori prestazionali della rete;
- g. calibrazione del modello ed assegnazioni del traffico (verifica del fatto che il traffico monitorato coincida con il traffico simulato);
- h. valutazione dei risultati delle simulazioni e dei parametri prestazionali di rete.

6. CARATTERIZZAZIONE DELLE CONDIZIONI DI DEFLUSSO NELLA RETE MEDIANTE MODELLO DI MICROSIMULAZIONE

6.1. SCHEMATIZZAZIONE DELLA RETE E MATRICE O/D

L'ambito interessato dalla presente analisi è situato nel Comune di Limena. Le vie principali nella rete in esame sono quelle ricomprese fra le intersezioni: a precedenza fra Via Monte Grappa e Via S. Francesco; a rotatoria fra Via Roma, Via Monte Grappa, Via Garolla, Via Tavello e Via Marconi; a precedenza fra Via Roma, Piazza A. Diaz, Via Matteotti e Via Bocche; semaforizzata fra Via Roma e Via Cap. Manetti.

L'indagine dell'impatto dell'intervento progettuale sulla viabilità è stata eseguita con le condizioni attuali della rete viaria e a seguito della realizzazione dell'intervento in esame.

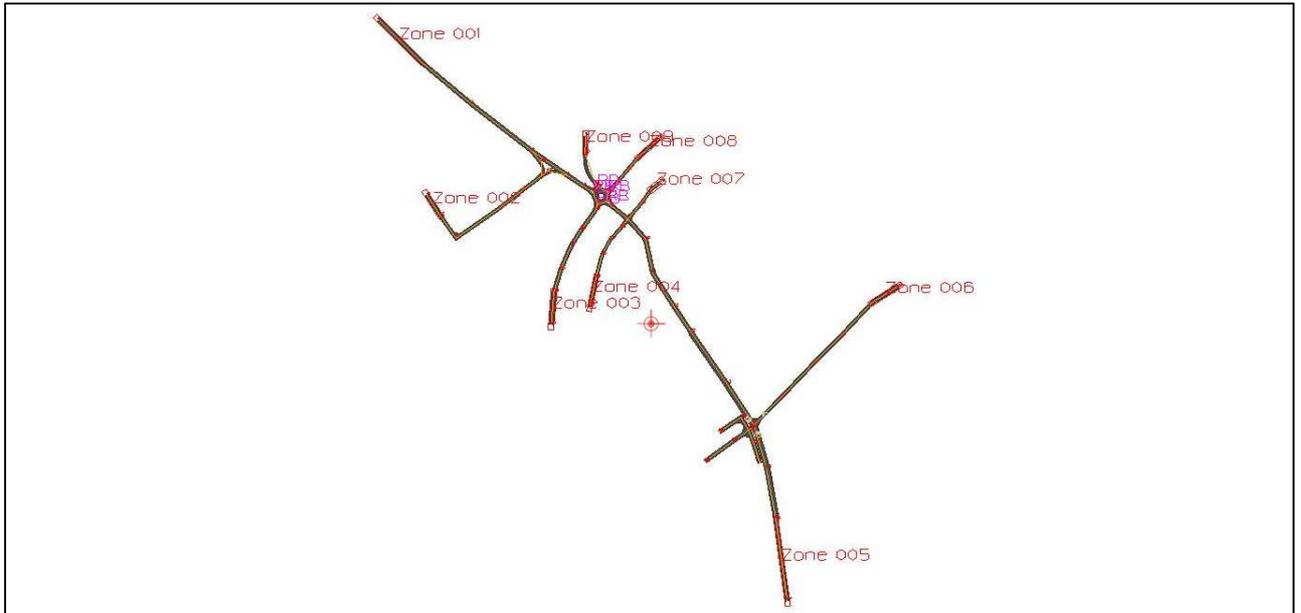
Gli scenari di cui si è effettuata l'analisi sono 2:

- *Stato di Fatto (SDF)*: simulazione del traffico attuale dell'ora di punta mattutina del giorno più critico (sabato, orario 9:45 – 10:45), sulla base dei dati di traffico raccolti;
- *Stato di Progetto (SDP)*: simulazione effettuata a seguito della realizzazione della struttura di vendita, con rete caricata con i flussi comprensivi del traffico indotto dal nuovo polo generatore/attrattore, nell'ora di punta.

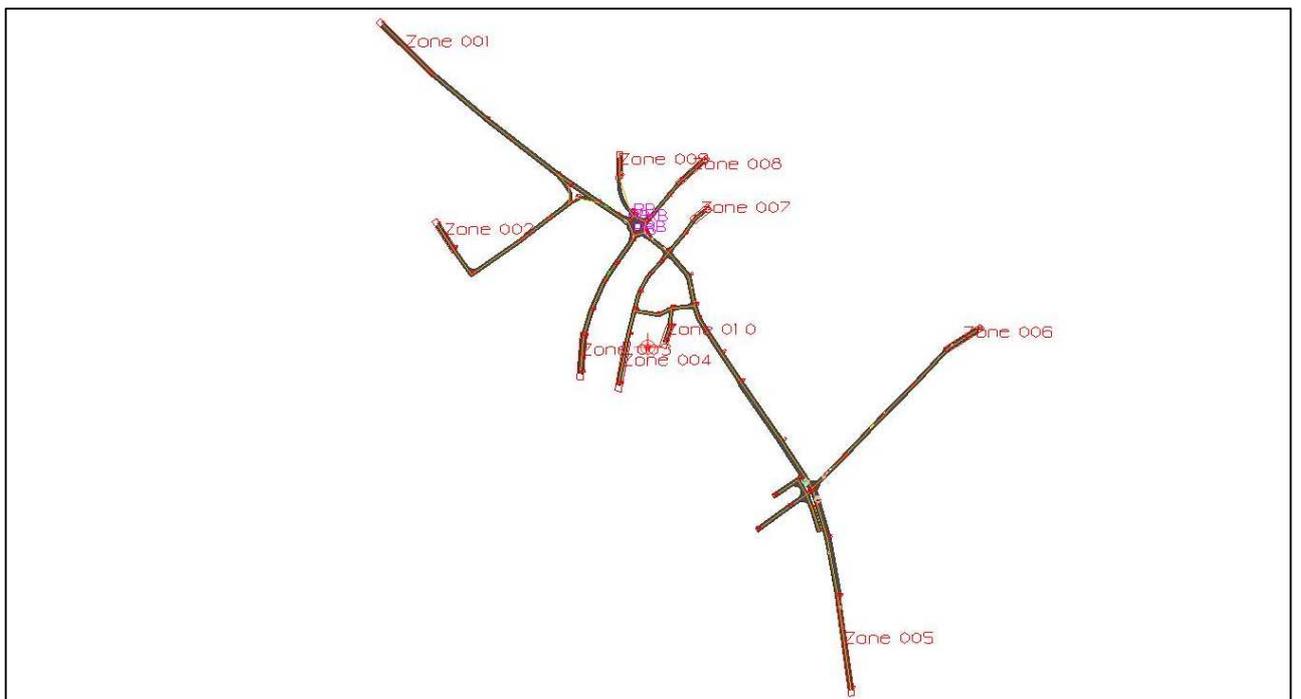
Per ciascuno scenario analizzato si è costruito il grafo della rete e sono state determinate le matrici O/D del traffico veicolare (leggero e pesante) per l'orario di punta nello scenario SDF e SDP.

Sono quindi state sviluppate le attività propedeutiche alla microsimulazione del modello (vedi sopra). In particolare, per lo scenario dello Stato di Fatto sono state definite 9 Zone di Origine/Destinazione di spostamenti a cui se ne è aggiunta una decima nello scenario progettuale:

1. Via Monte Grappa, direzione innesto Tangenziale di Limena
2. Via S. Francesco
3. Via Garolla
4. Via Matteotti (a senso unico dopo i primi 90 metri)
5. Via Roma sud
6. Via Cap. Manetti (S.P. n. 46 dir.)
7. Via Bocche
8. Via Marconi
9. Via Tavello
10. Media struttura di vendita



Zone di Origine/Destinazione degli spostamenti nello Stato di Fatto



Zone di Origine/Destinazione degli spostamenti nello Stato di Progetto

Sono state quindi costruite le matrici Origini – Destinazioni degli spostamenti per traffico leggero e pesante, di seguito riportate. Il traffico è stato applicato sulla rete sopra descritta, schematizzata mediante 65 nodi e relativi link di collegamento, per uno sviluppo complessivo di 6.700 metri. Nello Stato di Progetto si è sommato al traffico attuale quello indotto dalla struttura di vendita.

SABATO, Stato di Fatto, orario 9:45 – 10:45 (traffico leggero)

O/D	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	0	11	30	10	129	43	0	2	1
2	0	0	15	4	60	20	2	0	0
3	54	0	0	9	186	61	3	3	0
4	52	0	74	0	28	9	0	2	3
5	128	0	125	0	0	214	4	4	5
6	68	0	98	0	248	0	2	3	4
7	6	0	7	0	2	2	0	0	0
8	5	0	6	5	3	2	0	0	0
9	6	0	3	3	2	2	0	0	0

SABATO, Stato di Fatto, orario 9:45 – 10:45 (traffico pesante)

O/D	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	0	0	0	0	5	0	0	0	2
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	1	0	0	0	1	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	3	0	0	0	0	0	0	0	0
6	2	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0

SABATO, Stato di Progetto, orario 9:45 – 10:45 (traffico leggero)

O/D	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0	11	28	10	125	39	0	2	1	34
2	0	0	15	4	60	20	2	0	0	6
3	52	0	0	9	182	57	3	3	0	13
4	52	0	74	0	28	9	0	2	3	13
5	122	0	125	0	0	214	4	4	5	39
6	65	0	94	0	248	0	2	3	4	16
7	6	0	7	0	2	2	0	0	0	5
8	5	0	6	5	3	2	0	0	0	2
9	6	0	3	3	2	2	0	0	0	2
10	43	8	19	0	60	24	5	2	2	0

SABATO, Stato di Progetto, orario 9:45 – 10:45 (traffico pesante)

O/D	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0	0	0	0	5	0	0	0	2	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

6.2. RISULTATI DELLA MICROSIMULAZIONE

I risultati della simulazione sono evidenziati nelle tavole allegate in appendice, in cui si rappresentano graficamente ed a livello qualitativo:

1. Flussi circolanti secondo la simulazione;
2. Densità veicolari sui singoli tratti della rete;
3. Velocità di deflusso;
4. Tempo di ritardo;
5. Lunghezza degli accodamenti;
6. Tempo di spostamento massimo fra zona e zona.

Una volta costruito il grafo della rete oggetto della valutazione, ed implementate le zone di origine e destinazione del traffico, si è provveduto all'assegnazione dei traffici attuali ed alla calibrazione del grafo, al fine di riprodurre i reali flussi veicolari esistenti nell'area. La validazione è stata effettuata imponendo uno scostamento limite, fra flussi simulati e flussi rilevati, del 15%. Le successive tabelle riportano i valori relativi alla calibrazione; sono state considerate entrambe le direzioni di marcia per le strade più significative dell'ambito in esame.

Le tabelle evidenziano i valori per il traffico dell'ora di punta del mattino (9:45-10:45); dai risultati si evince una sostanziale convergenza dei dati simulati e di quelli rilevati. Gli scostamenti sono inferiori al 7%.

Per esprimere un giudizio sulle condizioni di circolazione attese a regime, si ricorre ai parametri di usuale impiego a livello internazionale. In particolare si utilizza il "Livello di Servizio" che fornisce un indice globale che sintetizza il rapporto offerta/domanda di spostamento nella rete in esame. Come è noto, il Livello di Servizio A rappresenta le condizioni ottimali di circolazione (deflusso libero), mentre il Livello F rappresenta le condizioni peggiori (congestione). Si ricorda che il modello

utilizzato, secondo un approccio consolidato e accettato a livello internazionale, correla il Livello di Servizio con il parametro “tempo di ritardo”. Il *tempo di ritardo* rappresenta il tempo che i veicoli perdono, rispetto a quanto teoricamente necessario in presenza di deflusso libero, per difficoltà legate al transito e all’esecuzione di sorpassi e manovre (con conseguente formazione di code).

CALIBRAZIONE ORA DI PUNTA				
RAMO/SEZIONE	DIREZIONE	SIMULATI	RILEVATI	DIFF. %
Via Monte Grappa	Sud	231	233	-0,9
	Nord	330	325	+1,5
Via Garolla	Nord	332	318	+4,4
	Sud	340	358	-5,0
Via Roma	Nord	507	483	+5,0
	Sud	702	664	+5,7
Via Cap. Manetti (S.P. n. 46 dir.)	Ovest	425	426	-0,2
	Est	353	376	-6,1

Di seguito si riportano dunque le tabelle relative ai Livelli di Servizio, per i principali rami della rete, per l’ora di punta del sabato per Stato di Fatto e di Progetto.

LIVELLI DI SERVIZIO – SDF – ORARIO 9:45 – 10:45				
RAMO/SEZIONE	Direz.	Link	Ritardo [s]	LdS [-]
Via S. Francesco, immissione su Via M. Grappa	Est	46-47-4	1,0	A
Via M. Grappa, rotatoria di Via Garolla	Est	3-4-5-7b	3,8	A
Via Garolla, rotatoria di Via M. Grappa	Nord	37-36-35-7c	2,8	A
Via Roma, rotatoria di Via M. Grappa	Ovest	10-9-8-7d	3,4	A
Via Marconi, rotatoria di Via M. Grappa	Sud	32-31-7e	3,4	A
Via Tavello, rotatoria di Via M. Grappa	Sud	50-49-7a	1,5	A
Via Matteotti, intersezione Via Roma	Nord	28-27-26-9	10,4	B
Via Bocche, intersezione Via Roma	Sud	24-23-9	3,0	A
Via Roma, intersezione S.P. n. 46 dir.	Sud	52-13-59	7,2	A
Via Roma, intersezione S.P. n. 46 dir.	Nord	16-15-14	15,8	B
S.P. n. 46 dir., intersezione Via Roma	Ovest	19-18-14	37,8	D

Dalla tabella relativa allo Stato di Fatto si evince che attualmente, non vi sono criticità degne di nota, se si fa eccezione per l’intersezione semaforizzata fra Via Cap. Manetti (S.P. n. 46 dir.) e Via Roma, dove la laterale ha un livello di servizio (LOS) D. Pur essendoci ampi margini prima della congestione, tale livello denota comunque un rallentamento degli afflussi, chiaramente legato alla fasatura del semaforo. Il LOS in Via Roma, direzione sud vale B ed è buono.

Nelle altre intersezioni il Livello di Servizio è A, che scende a B solo per Via Matteotti, la quale risente evidentemente degli elevati flussi in Via Roma. LOS B è comunque buono e non denota alcuna difficoltà significativa di immissione sulla strada principale.

LIVELLI DI SERVIZIO – SDP – ORARIO 9:45 – 10:45				
RAMO/SEZIONE	Direz.	Link	Ritardo [s]	LdS [-]
Via S. Francesco, immissione su Via M. Grappa	Est	46-47-4	1,1	A
Via M. Grappa, rotatoria di Via Garolla	Est	3-4-5-7b	4,0	A
Via Garolla, rotatoria di Via M. Grappa	Nord	37-36-35-7c	2,9	A
Via Roma, rotatoria di Via M. Grappa	Ovest	10-9-8-7d	3,5	A
Via Marconi, rotatoria di Via M. Grappa	Sud	32-31-7e	3,5	A
Via Tavello, rotatoria di Via M. Grappa	Sud	50-49-7a	1,6	A
Via Matteotti, intersezione Via Roma	Nord	28-27-26-9	10,6	B
Via Bocche, intersezione Via Roma	Sud	24-23-9	7,8	A
Via Roma, presso ingresso struttura di vendita	Nord	12-11-65	1,0	A
Via Roma, presso ingresso struttura di vendita	Sud	9-10-65	0,1	A
Via Roma, intersezione S.P. n. 46 dir.	Sud	52-13-14	7,4	A
Via Roma, intersezione S.P. n. 46 dir.	Nord	16-15-14	16,7	B
S.P. n. 46 dir., intersezione Via Roma	Ovest	20-19-18-14	38,0	D

Nello scenario di Progetto, l'attivazione della media struttura determina un inevitabile aumento di traffico circolante nella rete. Tuttavia le ripercussioni sulle condizioni di esercizio e sui valori di funzionalità sono assai poco rilevanti, tant'è vero che non si osserva alcuna variazione del Livello di Servizio; ciò neppure in corrispondenza del futuro accesso del fabbricato commerciale. Per le immissioni dal parcheggio della struttura di vendita in Via Roma il tempo di ritardo è inferiore a 3 secondi, quindi accettabile. Si può dunque dedurre che l'intervento determini un indotto del tutto tollerabile per le condizioni di circolazione della rete prossima all'ambito di intervento.

Una sintesi dei dati complessivi riguardanti, rispettivamente, la velocità media, il ritardo complessivo, la densità media e il tempo di viaggio negli scenari analizzati, è rappresentata nella tabella di seguito riportata.

	Velocità media [km/h]	Ritardo totale [s]	Densità media [veic/km]	Tempo di viaggio totale [s]
SDF	47,3	102	14,7	408
SDP	45,4	113	15,6	456

Dalla tabella si evince che la mobilità nello scenario di progetto subisce un lieve peggioramento, come è lecito attendersi in conseguenza dell'aumento di veicoli circolanti; si osserva che:

1. nello scenario di progetto la velocità media diminuisce di circa il 4%;
2. il tempo di ritardo complessivo aumenta di circa l'11%;
3. la densità veicolare si incrementa di circa il 6% a causa dell'aumento di traffico;
4. il tempo di viaggio complessivo nella rete esaminata aumenta di circa il 12% per effetto della redistribuzione degli spostamenti.

Si consideri che sui citati parametri per lo stato di progetto influiscono negativamente non solo gli aumentati veicoli circolanti, ma anche la loro ridotta velocità di movimentazione nelle pertinenze del fabbricato commerciale (è stata fissata a 20 km/h nella simulazione),

7. CONCLUSIONI

La presente relazione, con relativa appendice e allegato, reca lo studio di impatto viabilistico, ai sensi della L.R. n. 50 del 28/12/2012, correlato con la realizzazione di nuova media struttura di vendita in Limena, in un lotto situato fra le Vie Roma e Matteotti.

L'intervento determina un indotto, stimato cautelativamente in 330 movimenti nell'ora di punta (divisi fra ingressi ed egressi). Di questi, si è stimato che 66 siano riconducibili a veicoli già presenti sulla rete, il cui spostamento è distratto dall'originario itinerario per una sosta nell'area commerciale (*pass-by trip*). I 66 movimenti non sono soppressi, ma solamente rimodulati ipotizzando una destinazione/origine intermedia allo spostamento, che resta schedulato all'interno dell'ora.

Preliminarmente è stata condotta la verifica di funzionalità della rete viaria attuale sulla base degli indicatori usualmente previsti dalla "tecnica della circolazione" (Livelli di Servizio, tempi di ritardo ecc.). La verifica è stata ripetuta a seguito dell'apertura della struttura commerciale.

Le analisi condotte evidenziano un naturale incremento dei flussi circolanti dopo la realizzazione del progetto, ma la rete, già in condizioni di esercizio accettabili, non presenta peggioramenti globali della qualità della circolazione. L'unico elemento in cui si ravvisano criticità è Via Cap. Manetti (S.P. n. 46 dir.), in corrispondenza dell'intersezione semaforizzata con Via Roma, ove il Livello di Servizio è non buono (D), ma ancora tollerabile, considerata la tipologia e funzione stradale, oltre che l'impatto che una diversa regolazione semaforizzata del nodo determinerebbe sull'asse principale. Peraltro, tale Livello non peggiora dopo l'apertura del fabbricato commerciale.

Tutto ciò esaminato e considerato, si conclude ammettendo che l'intervento in esame sia destinato a determinare un impatto ammissibile sulla viabilità, tale da non comprometterne la funzionalità di esercizio.

Prof. Ing. Marco Pasetto



MEDIA STRUTTURA DI VENDITA IN VIA MATTEOTTI-VIA ROMA, COMUNE DI LIMENA STUDIO DI IMPATTO VIABILISTICO.

APPENDICE

Stato di Fatto e di Progetto: Grafo della rete stradale

Stato di Fatto (SDF)

Flussi veicolari

Densità

Velocità

Tempo di ritardo

Lunghezza massima delle code

Tempi di spostamento massimi complessivi

Stato di Progetto (SDP)

Flussi veicolari

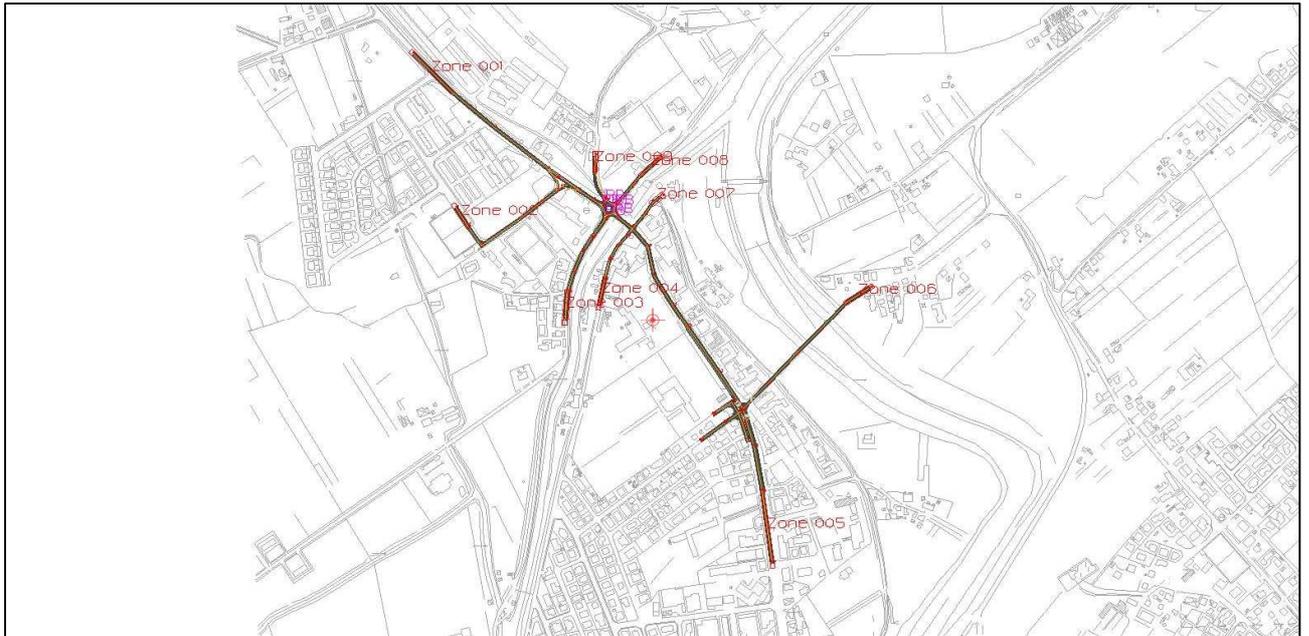
Densità

Velocità

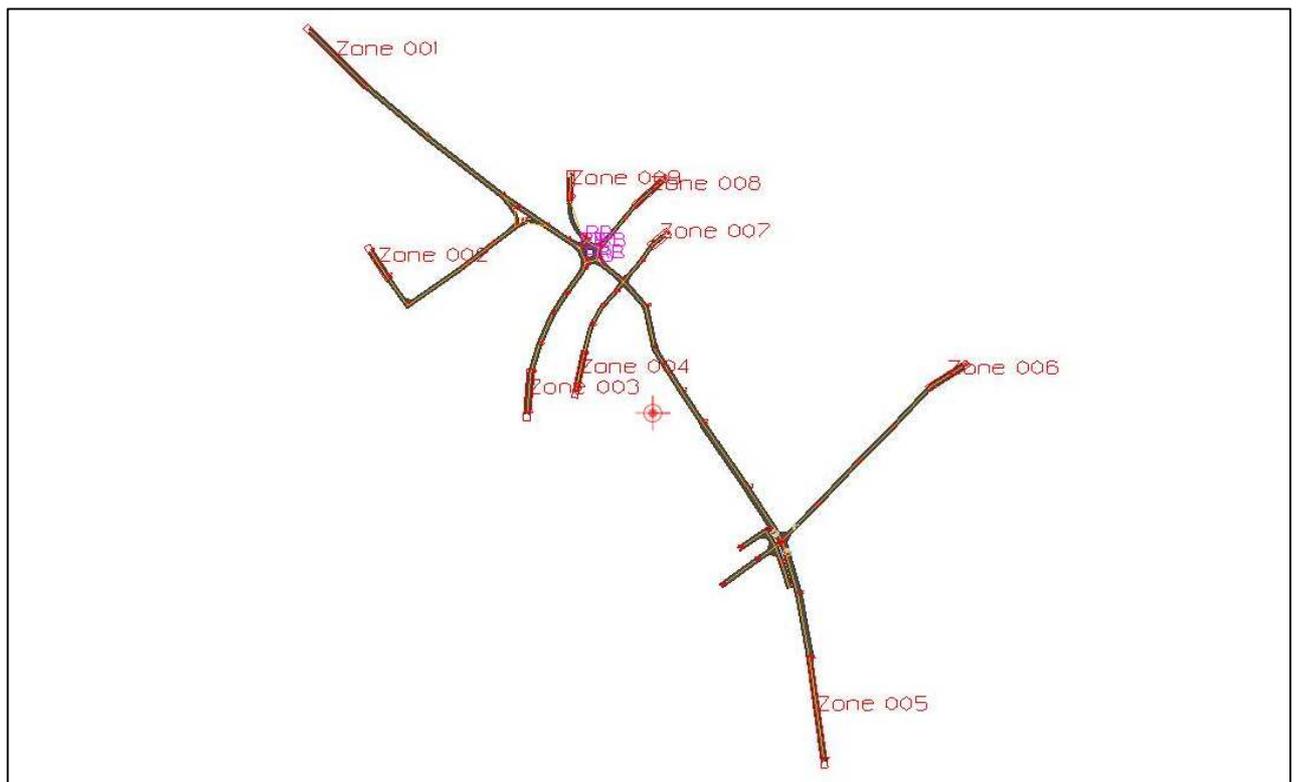
Tempo di ritardo

Lunghezza massima delle code

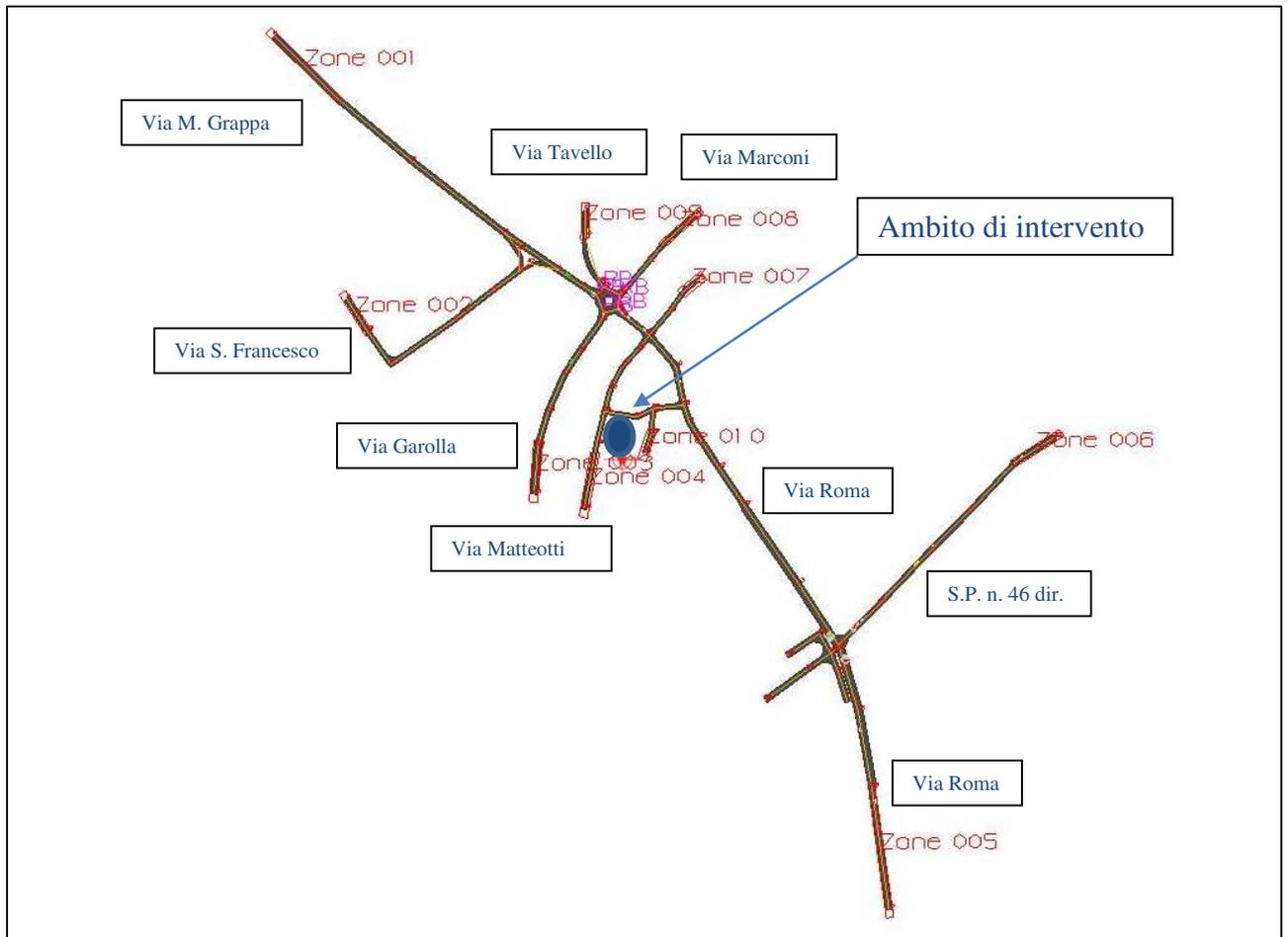
Tempi di spostamento massimi complessivi



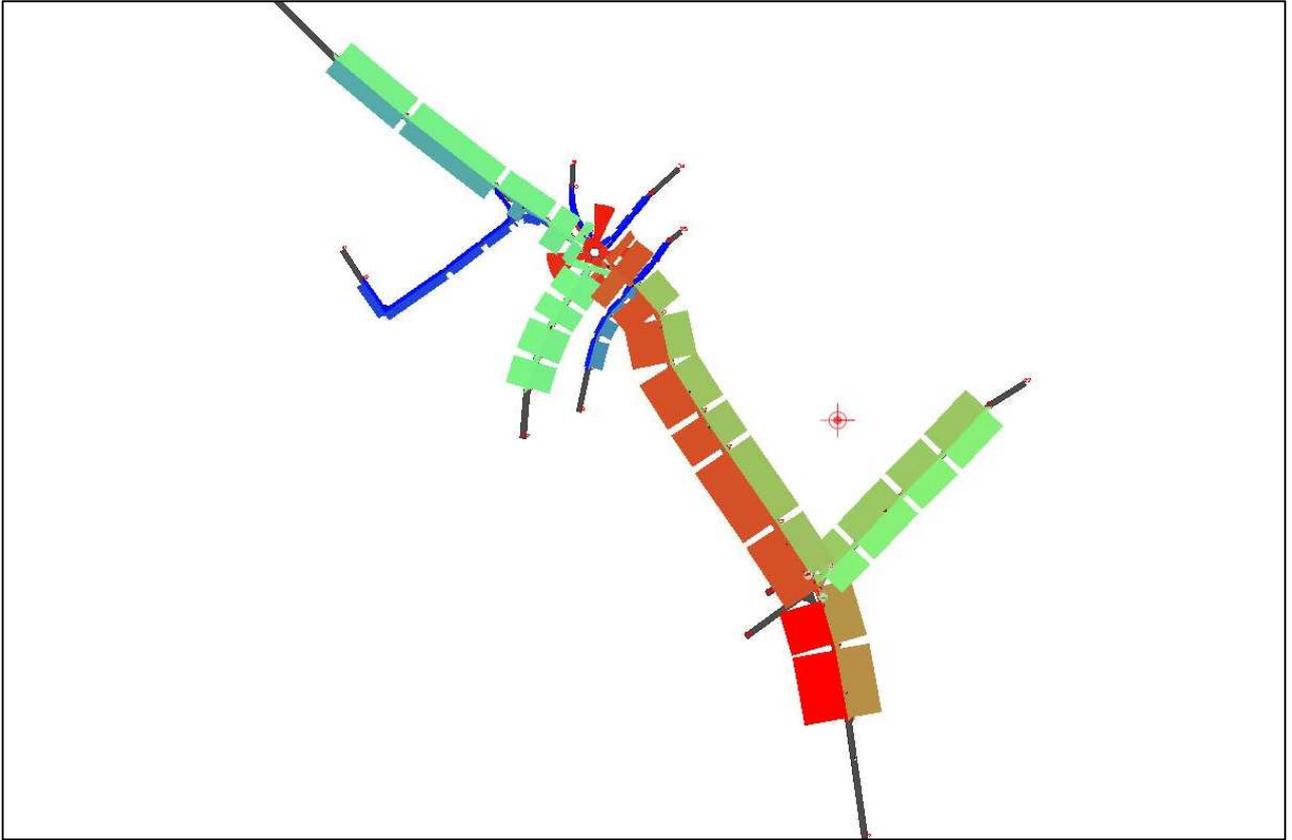
Grafo della rete stradale nello Stato di Fatto, sovrapposto a CTR



Grafo della rete stradale nello Stato di Fatto



Grafo della rete stradale nello Stato di Progetto



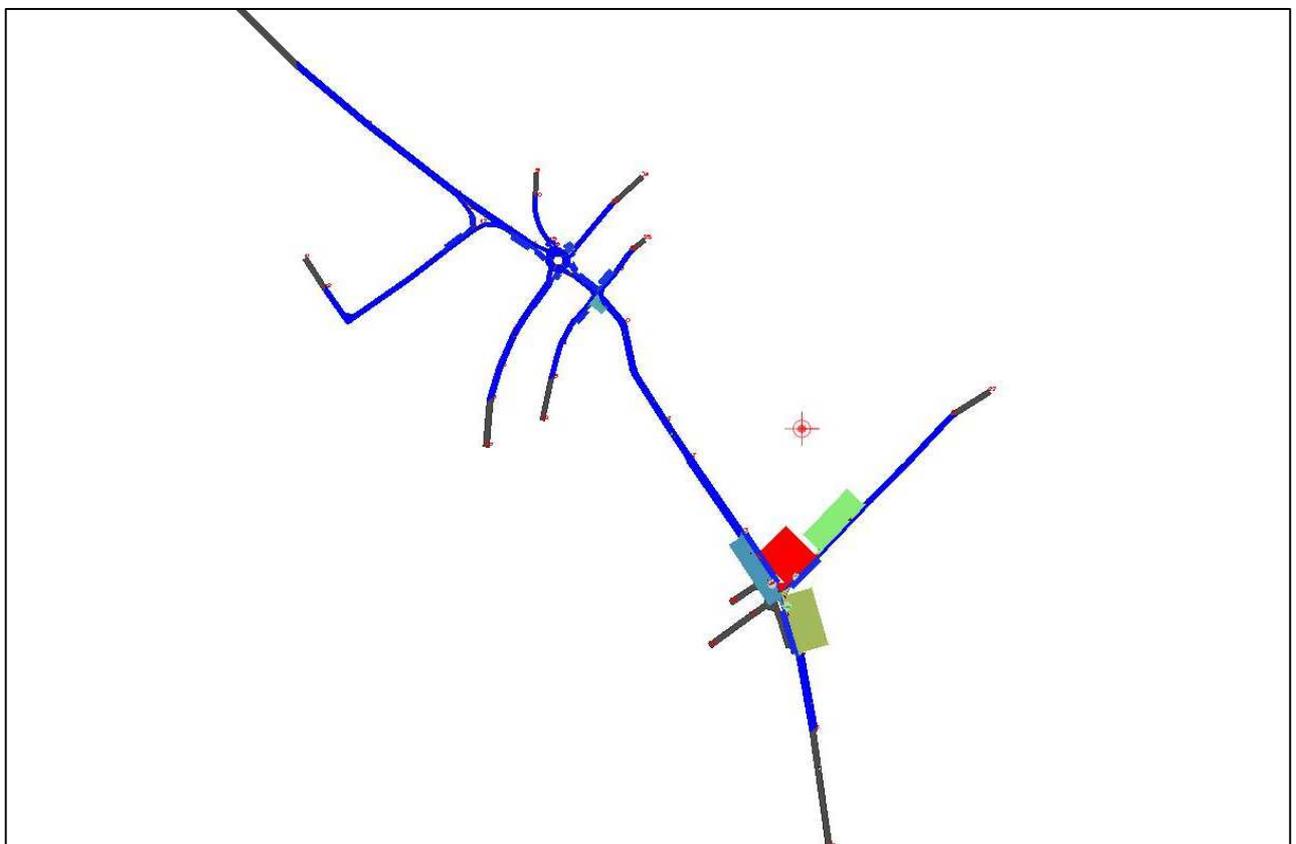
Stato di Fatto SDF, orario 09:45 – 10:45: Flussi veicolari (crescenti da blu a verde a rosso)



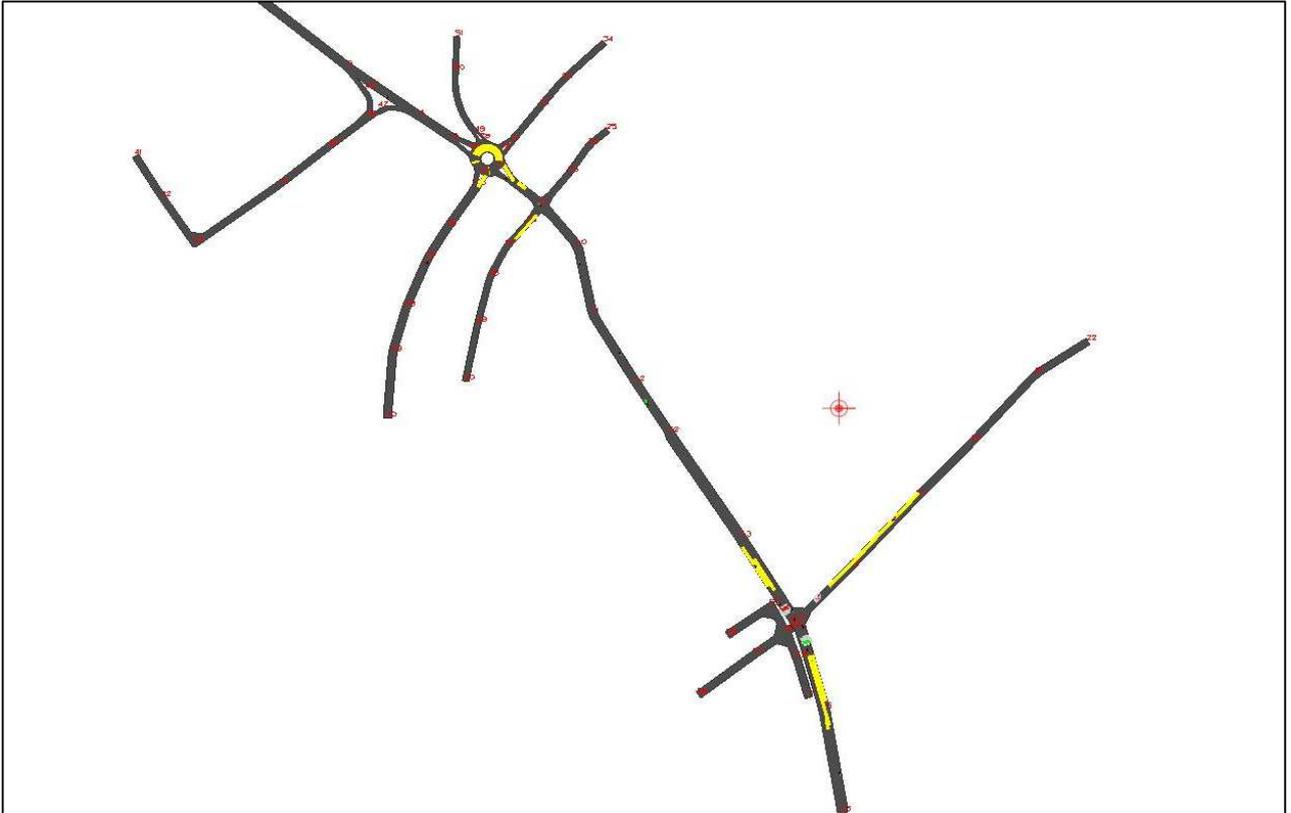
Stato di Fatto SDF, orario 09:45 – 10:45: Densità (crescente da blu a verde a rosso)



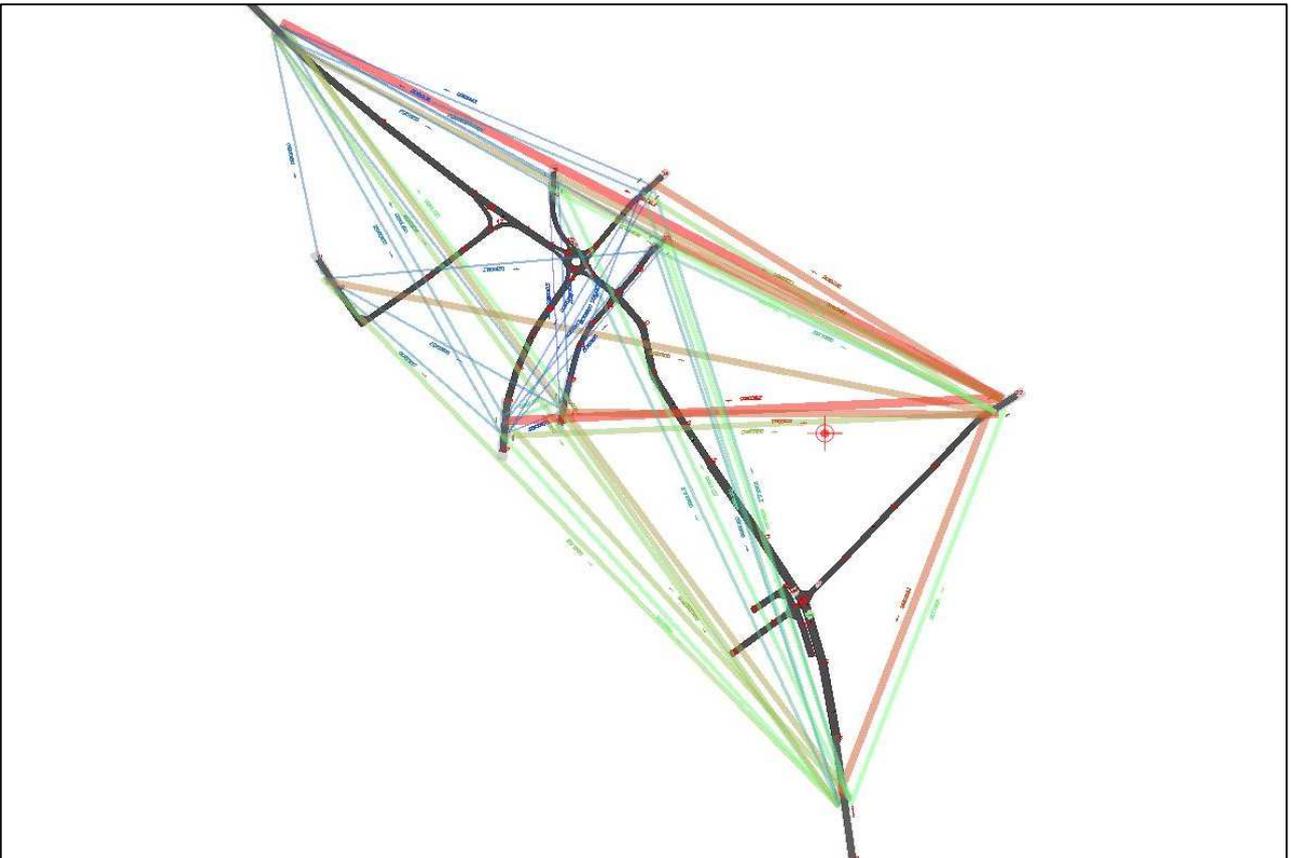
Stato di Fatto SDF, orario 09:45 – 10:45: Velocità (verde ≤ 50 km/h, marrone < 50 km/h)



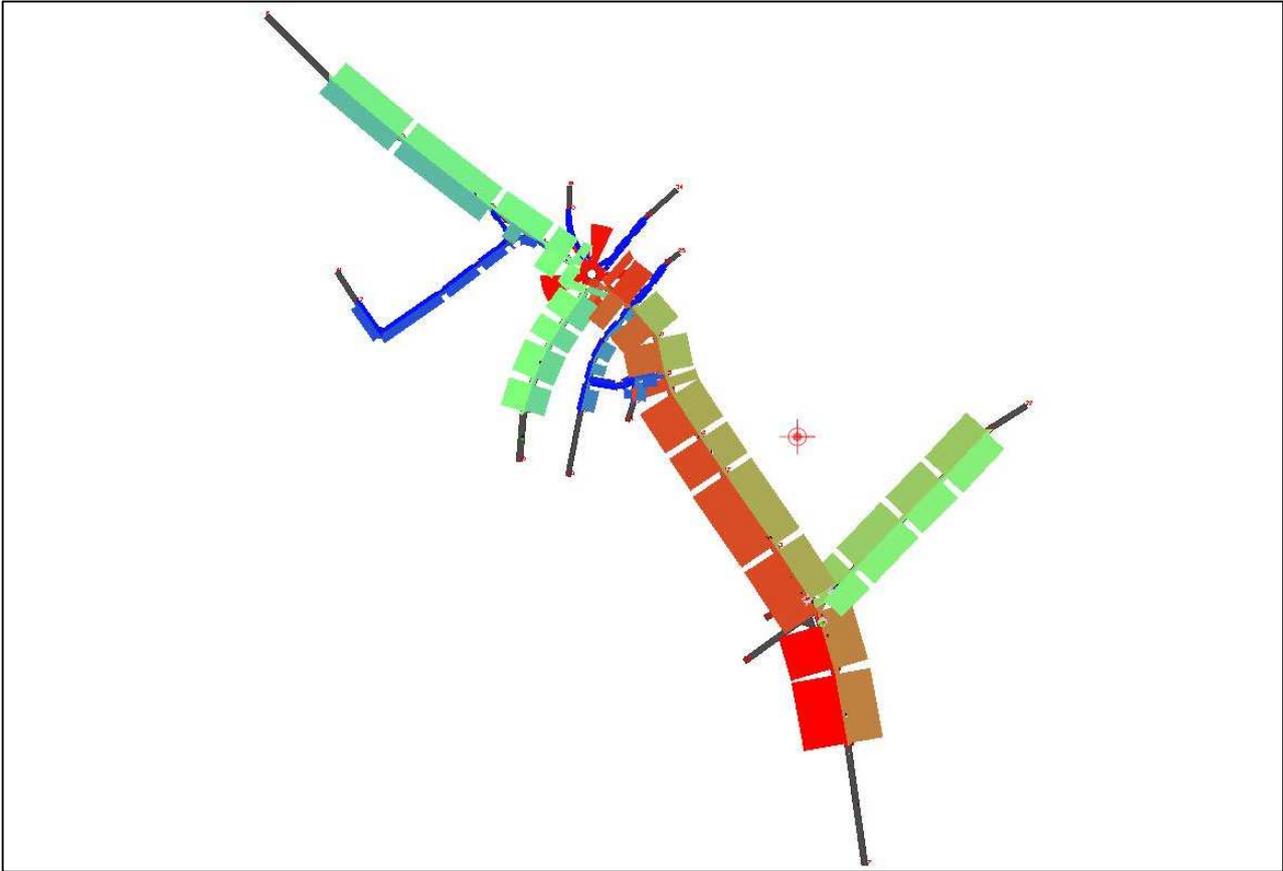
Stato di Fatto SDF, orario 09:45 – 10:45: Tempo di ritardo (blu < 5 s, verde 5-20 s, rosso > 35 s)



Stato di Fatto SDF, orario 09:45 – 10:45: Lunghezza massima code (in giallo)



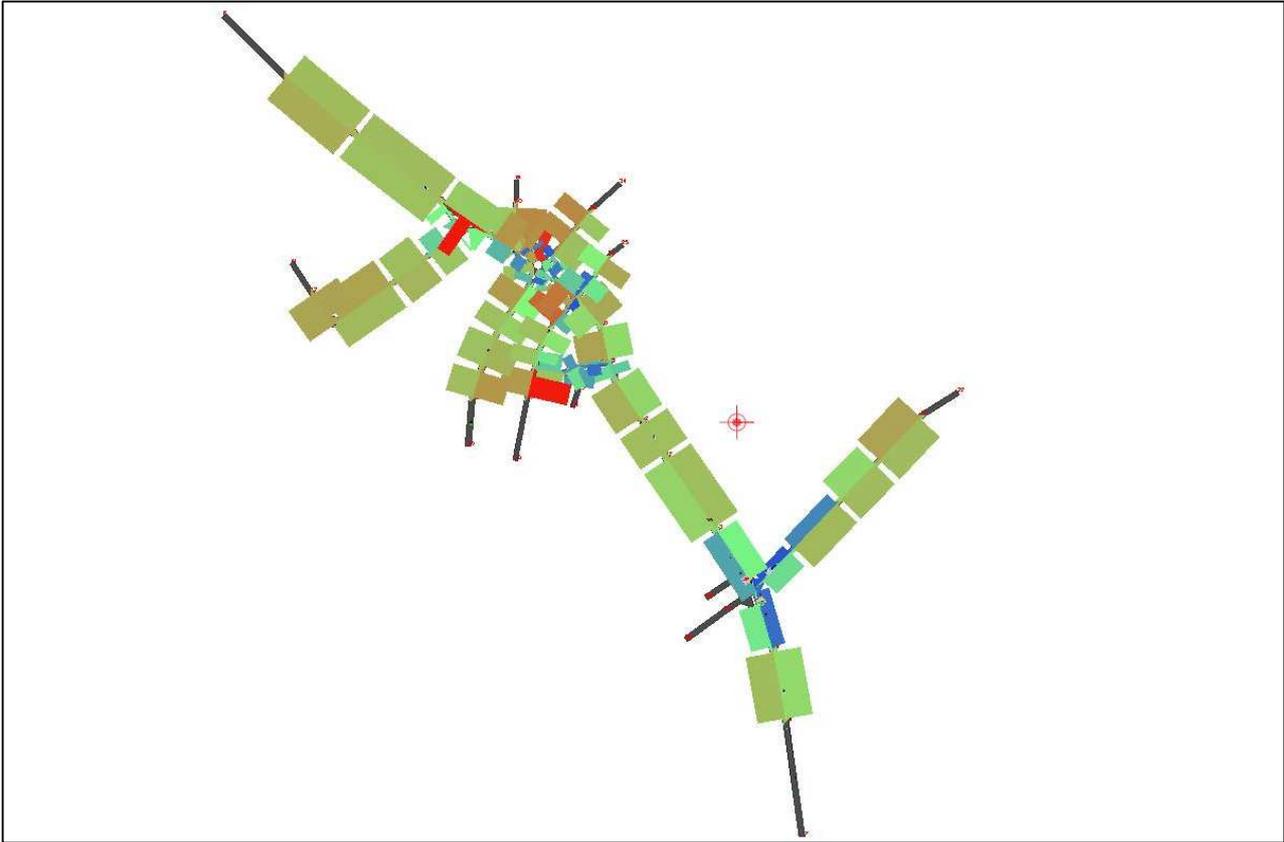
Stato di Fatto SDF, orario 09:45 – 10:45: Tempi di viaggio massimi complessivi
(azzurro minimo, verde medio, rosso massimo)



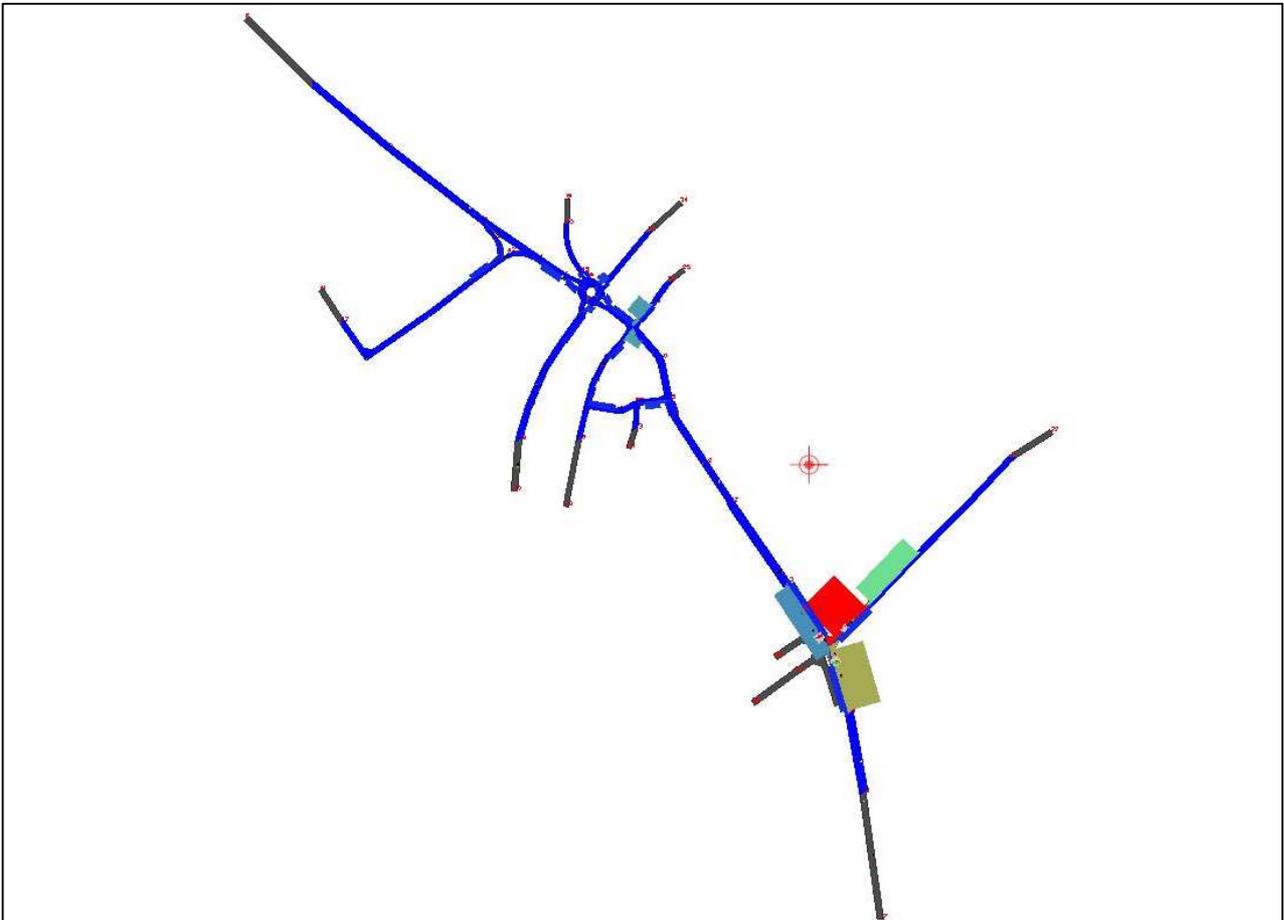
Stato di Progetto SDP, orario 09:45 – 10:45: Flussi veicolari (crescenti da blu a verde a rosso)



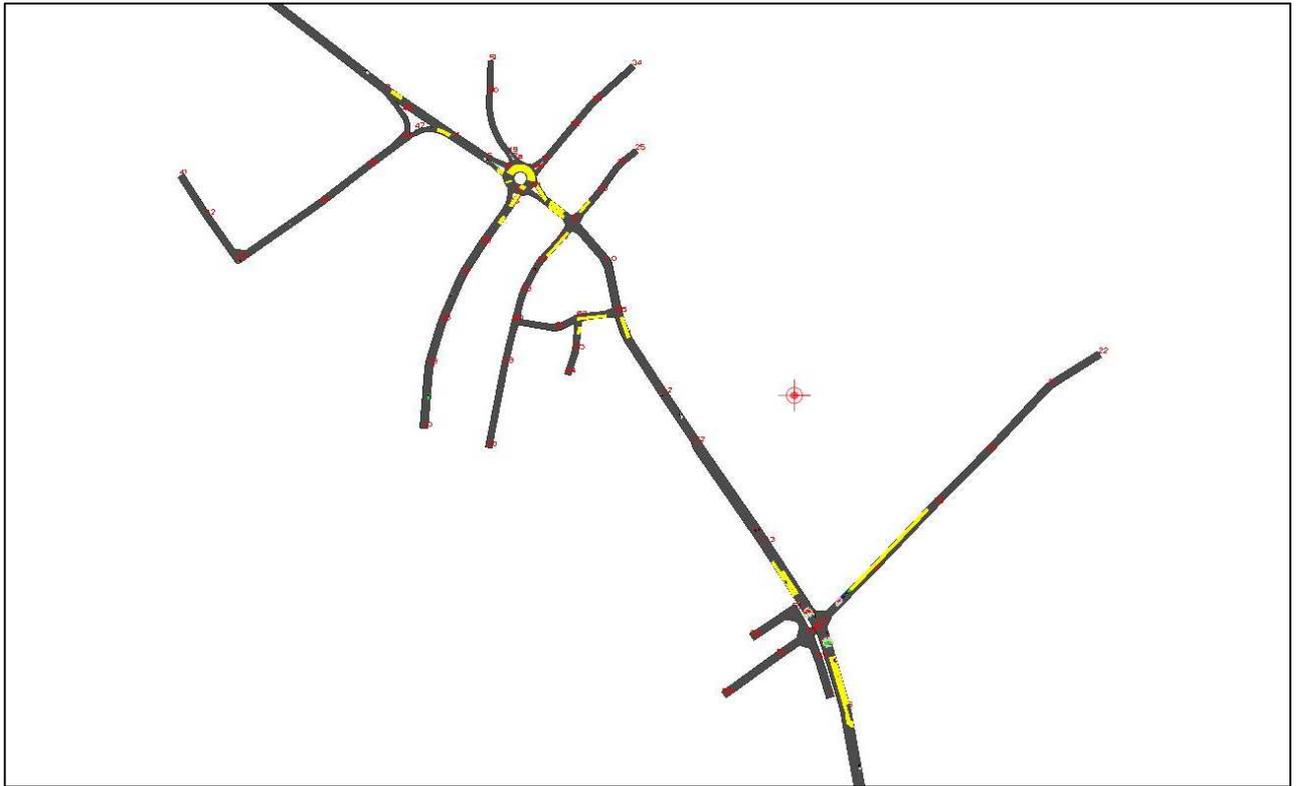
Stato di Progetto SDP, orario 09:45 – 10:45: Densità (crescente da blu a verde a rosso)



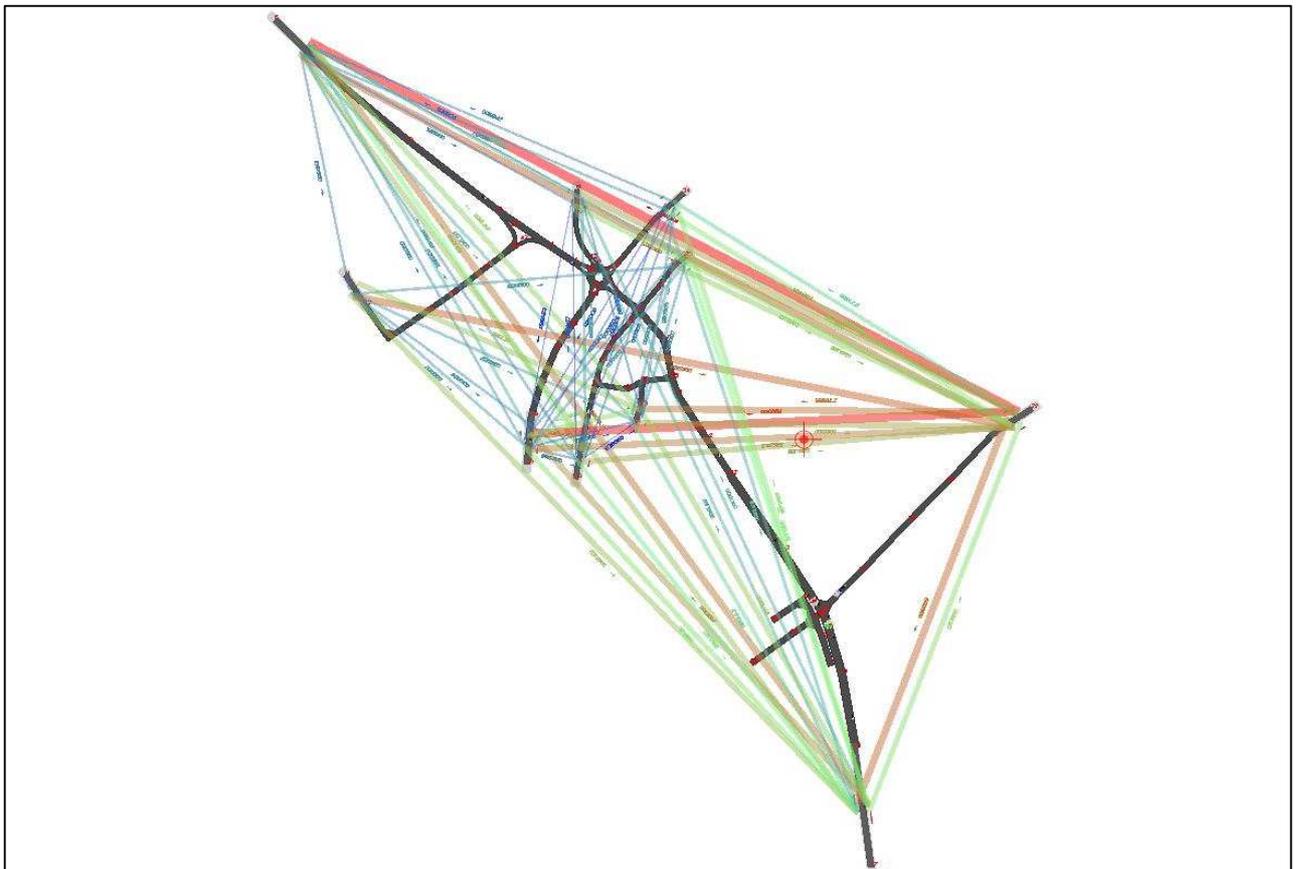
Stato di Progetto SDP, orario 09:45 – 10:45: Velocità (azzurro ≤ 40 km/h, blu < 50 km/h)



Stato di Progetto SDP, orario 09:45 – 10:45: Tempo di ritardo (blu < 5 s, verde 5-20 s, marrone > 30 s)



Stato di Progetto SDP, orario 09:45 – 10:45: Lunghezza massima code (in giallo)



Stato di Progetto SDP, orario 09:45 – 10:45: Tempi di viaggio massimi complessivi (azzurro minimo, verde medio, rosso massimo)