



ANALISI TRASPORTISTICA DEL COMPARTO URBANO DI
PIAZZA SAN FRANCESCO - VIA ROMA – VIA UMBERTO I – VIA PARCO
IN COMUNE DI BIASSONO



Febbraio 2024

Sommario

1. Premessa.....	1
2. Approccio simulativo adottato.....	1
3. Modello dello Scenario Attuale.....	2
3.1 Grafo di rete.....	2
3.2 Domanda di mobilità.....	4
3.3 Calibrazione e validazione del modello di simulazione	7
4. Modello degli Scenari di Riferimento e di Progetto	11
5. Simulazioni MACROSCOPICHE degli Scenari di Riferimento e di Progetto	15
6. Simulazioni MICROSCOPICHE degli Scenari di Riferimento e di Progetto	19
7. Analisi comparata degli scenari.....	21
8. Conclusioni.....	26

1. Premessa

Il presente documento illustra le risultanze delle analisi trasportistiche condotte da *REDAS Engineering* sull'ambito urbano di Piazza San Francesco - Via Roma – Via Umberto I – Via Parco, in Comune di Biassono.

Per valutare gli effetti indotti sulla viabilità contermine a seguito della realizzazione degli interventi in progetto, sono stati analizzati i seguenti scenari temporali:

- **Scenario Attuale:** con l'obiettivo di fornire un'analisi volta a caratterizzare gli attuali spostamenti che insistono sull'area oggetto di analisi e le relative condizioni di circolazione;
- **Scenario di Riferimento:** che implementa le trasformazioni urbanistiche previste dal PGT vigente;
- **Scenario di Progetto:** finalizzato alla verifica del funzionamento della rete viaria nella configurazione futura (di breve periodo), in cui si ipotizza di rivedere gli schemi di circolazione e attuare delle azioni di traffic calming finalizzate ad innalzare gli attuali livelli di sicurezza stradale nell'ambito urbano oggetto di analisi.

La stima dei flussi di traffico sulla rete e delle relative condizioni di circolazione è stata realizzata avvalendosi di un modello multi-scala che comprende:

- la **modellazione con approccio macroscopico dell'intero territorio urbano**, necessaria ad una valutazione affidabile della redistribuzione dei flussi di traffico nelle configurazioni future, di riferimento e di progetto;
- la **modellazione con approccio microscopico dell'ambito urbano oggetto di studio**, utile a stimare le prestazioni del sistema stradale e le condizioni di circolazione nella configurazione di progetto.

2. Approccio simulativo adottato

L'analisi dell'interazione fra offerta di trasporto e domanda di mobilità è stata condotta con l'ausilio del software di simulazione del traffico Aimsun.

Questo strumento implementa in sé una piattaforma di modelli che consente di analizzare caratteristiche e performance di sistemi di trasporto anche complessi, sia a livello generale che nel dettaglio.

L'approccio multi-scala adottato per lo studio, ha previsto le seguenti fasi:

- Implementazione del modello macroscopico dello Scenario Attuale, rappresentativo dell'intero Comune;
- Calibrazione e validazione del modello macroscopico, ricorrendo alla valutazione di statistiche test mirate;
- Simulazione macroscopica degli Scenari di Riferimento e di Progetto;
- "Ritaglio" dell'ambito urbano compreso fra Piazza San Francesco e via Parco, con estrapolazione del grafo di rete e della domanda della sub-area;
- Simulazione microscopica dell'ambito urbano di interesse, per gli Scenari di Riferimento e di Progetto.

3. Modello dello Scenario Attuale

Il modello dello Scenario attuale è stato implementato in modo che rappresentasse quanto più verosimilmente la configurazione attuale del sistema stradale oggetto di studio. In particolare, sono stati ricostruiti:

- Il **sistema di offerta**, rappresentato dal grafo di rete;
- Il **sistema di domanda**, sotto forma di matrici O/D, rappresentative del numero di spostamenti che si realizza nell'ora simulata fra ciascuna coppia O/D, per ciascuna classe veicolare;
- L'**interazione fra domanda e offerta**.

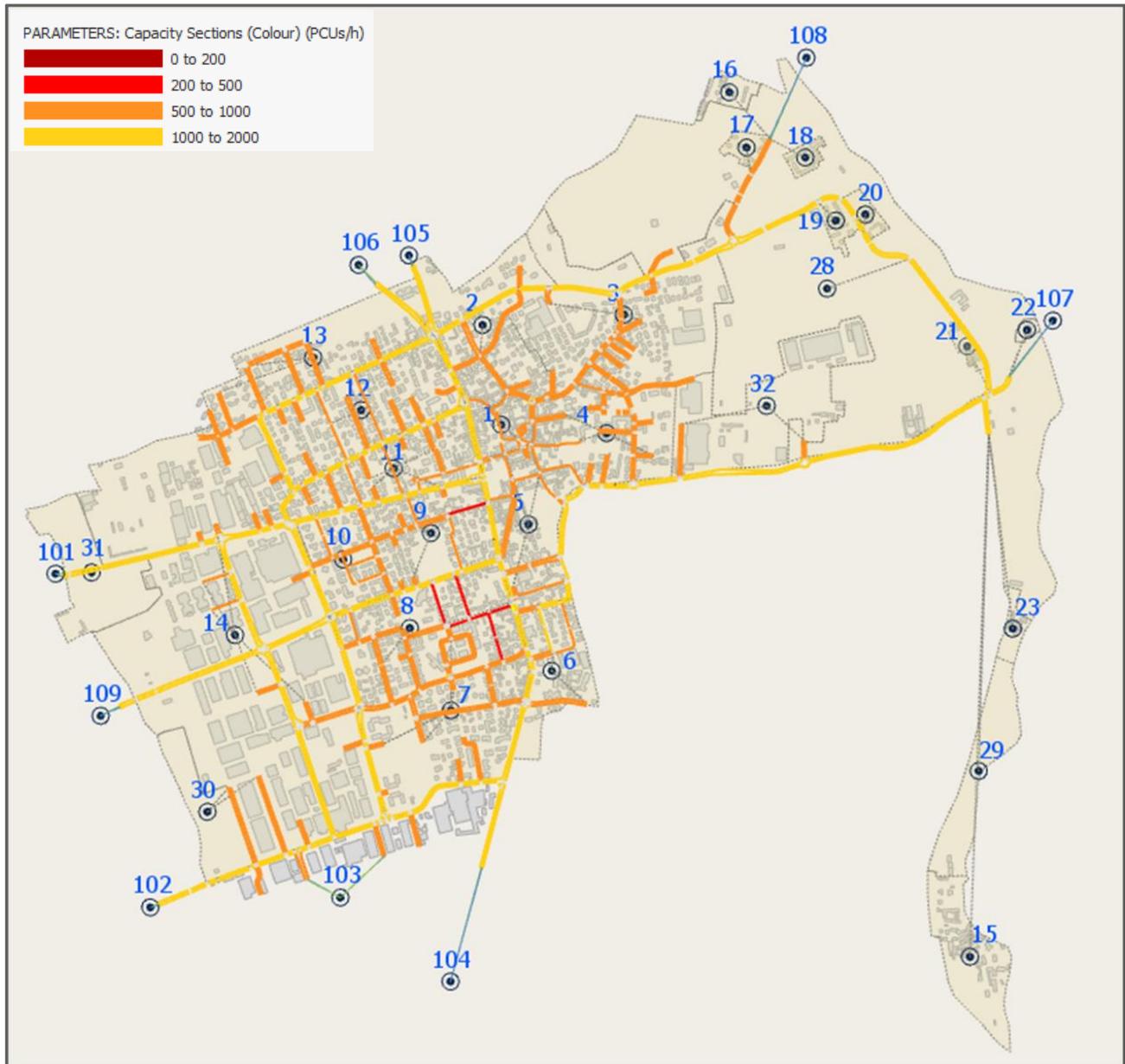
3.1 Grafo di rete

La costruzione del modello di offerta ha comportato la rappresentazione schematica delle caratteristiche fisiche e organizzative della rete stradale, in modo da sintetizzare gli aspetti rilevanti in termini quantitativi.

In **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** è riportato il grafo di rete rappresentativo del sistema di offerta allo Stato Attuale, in cui sono evidenti:

- gli archi della viabilità principale e secondaria e le intersezioni;
- i **37 "centroidi di zona"**, di cui 28 interni e 9 esterni, rappresentativi delle origini e destinazioni degli spostamenti. I centroidi sono stati opportunamente collegati alla rete con archi fittizi di generazione e/o attrazione, attraverso cui i veicoli vengono immessi in rete o escono da essa dopo aver compiuto il percorso loro assegnato nell'ambito del modello di scelta del percorso.

Figura 1 – Grafo di rete attuale



3.2 Domanda di mobilità

Il modello di domanda, rappresentativo della mobilità che si realizza nell'ora di punta, è costituito da un set di matrici O/D, ciascuna riportante il numero di spostamenti realizzati da una specifica classe veicolare nel periodo di riferimento. Ai fini del presente studio **sono state simulate 2 diverse classi veicolari**: veicoli leggeri e mezzi pesanti (>35 q.li). Nella classe dei veicoli leggeri sono stati sommati anche le moto e i commerciali leggeri, secondo un coefficiente di equivalenza pari rispettivamente a 0,5 e 1,5.

La domanda è stata stimata in riferimento all'**ora di punta della mattina di un giorno feriale infrasettimanale**.

Dall'analisi dei flussi rilevati in diverse campagne di monitoraggio del traffico veicolare, eseguite nell'ambito dello studio per la redazione del Piano Urbano del Traffico e anche successivamente (fra il 2020 e il 2023), è risultato che **l'ora di punta mattutina è la 8.00-9.00**.

Per la stima della domanda è stata adottata la seguente metodologia:

- **Stima della Matrice Prior**: dall'applicazione del *Modello a 4 stadi* ai dati sociodemografici delle zone di traffico, è stato stimato il numero di spostamenti in auto che si realizza fra ciascuna coppia di zone Origine/Destinazione. Le zone di traffico interne coincidono con le particelle censuarie.
- **Stima della Matrice Finale**: dall'applicazione della procedura di *Matrix Adjustment* alla Matrice Prior ed ai dati di traffico rilevati, è stata ottenuta la Matrice Finale che, assegnata al grafo di rete, consente un buon accostamento fra flussi rilevati e flussi assegnati dal modello.

Le successive Figura 2 e Figura 3 consentono una prima lettura della domanda relativa all'ora di punta della sera del giorno feriale: la prima fornisce un'indicazione sulla capacità generativa e attrattiva delle zone di traffico, mentre la seconda riassume le linee di desiderio fornendo un primo quadro della distribuzione dei flussi veicolari stimati.

Le linee di desiderio evidenziano una **forte componente di attraversamento, che si esplica principalmente lungo la SP6 in direzione nord-sud**.

Figura 2 – Fascia oraria di punta della mattina 08.00-09.00 del giorno feriale medio - Domanda totale veicolare generata e attratta

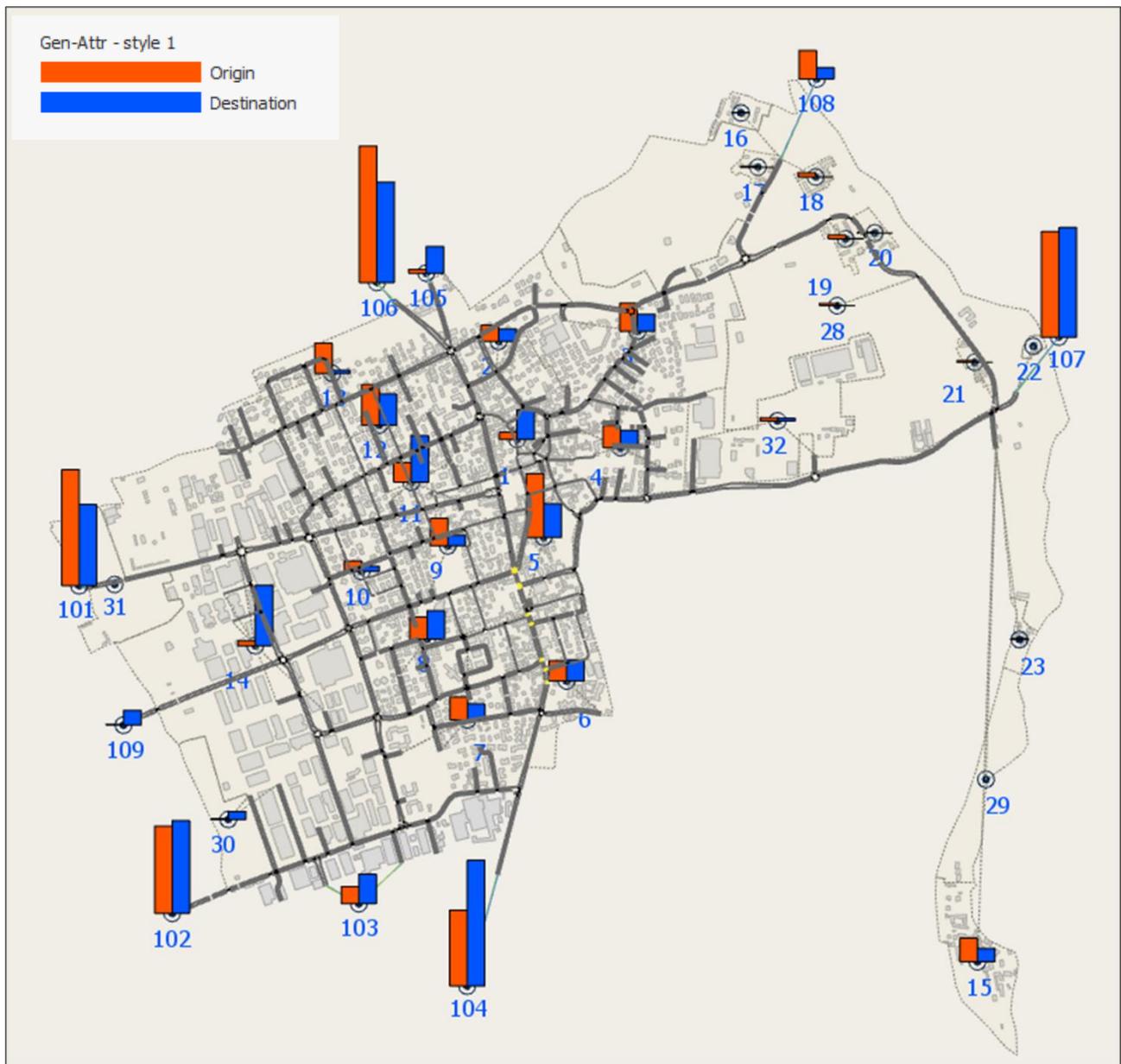
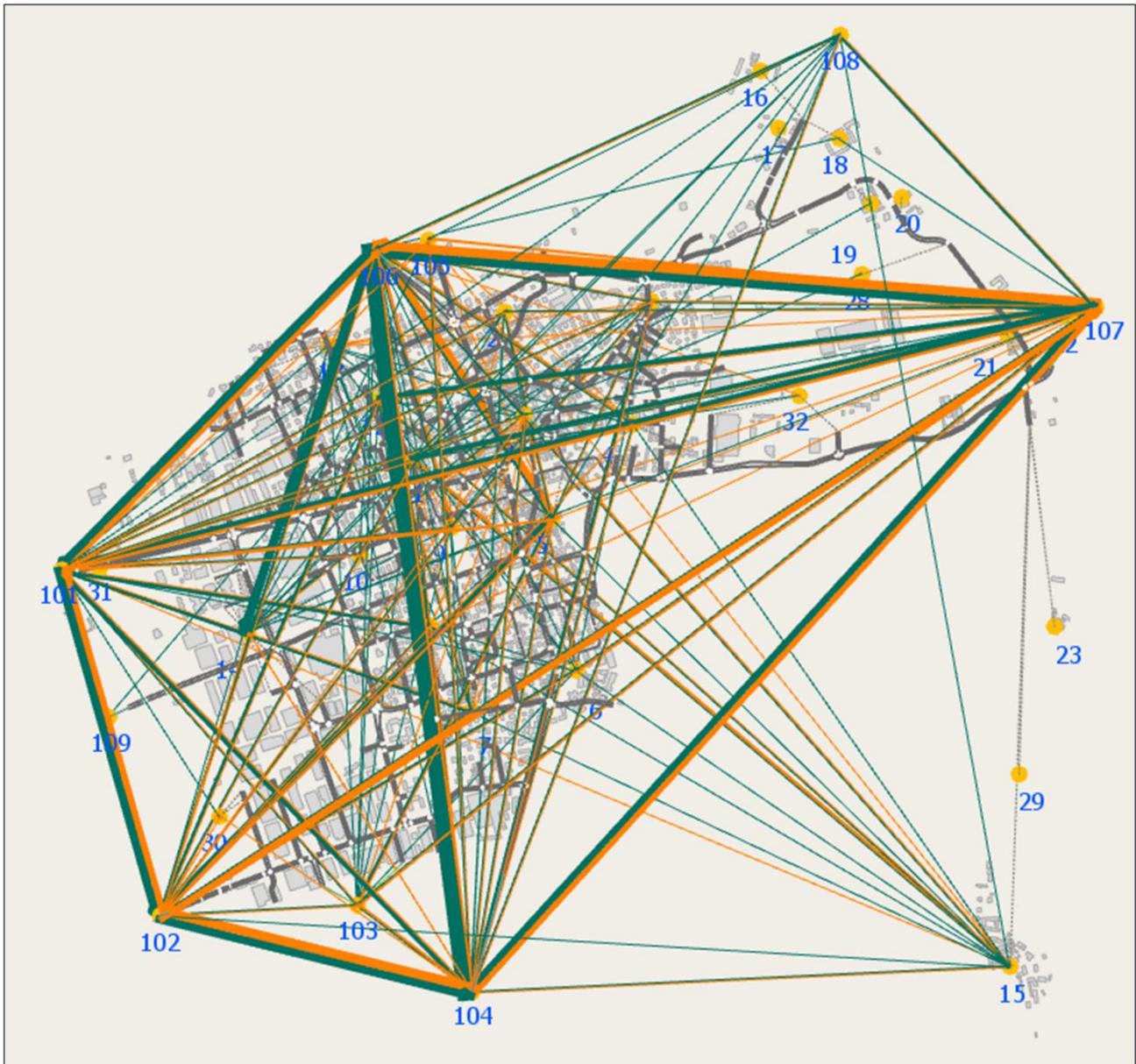


Figura 3 - Fascia oraria di punta della mattina 08.00-09.00 del giorno feriale medio - Linee di desiderio



3.3 Calibrazione e validazione del modello di simulazione

Il modello di simulazione è stato calibrato e validato in modo che replicasse il più fedelmente possibile i carichi che insistono sui diversi elementi della rete stradale. A tal fine si è fatto ricorso a due diversi test statistici:

- l'**analisi di regressione**, che offre una misura globale del livello di accostamento fra volumi rilevati e flussi assegnati dal modello, sintetizzata dal coefficiente di regressione R^2 ;
- la **Statistica GEH**, atta a restituire il livello di fit sulla singola sezione di rilievo. La formulazione matematica del GEH è simile ad un test chi-quadro, anche se non si configura come una vera e propria statistica, ma piuttosto come una formula empirica che offre interessanti risultati.

I test statistici sopra descritti sono stati applicati ai dati di flusso, rilevati e assegnati, presso **75 sezioni stradali monodirezionali sottoposte a monitoraggio negli ultimi 4 anni**. I dati più vecchi, risalenti al 2020 e 2021, sono stati rapportati a quelli più aggiornati, applicando appositi coefficienti correttivi stimati in riferimento ad alcune sezioni ribattute in più annualità.

La Figura 4 e la Figura 5 riassumono graficamente il livello di accostamento ottenuto nei due test, evidenziando un coefficiente di regressione R^2 di **0.99** con pendenza della retta prossima all'unità ed un **good fit** fra dato simulato e dato osservato **raggiunto nel 97% delle sezioni stradali monitorate**, risultante dal GEH test. Tali risultati evidenziano come l'assegnazione modellistica sia del tutto coerente con i livelli di traffico rilevati nella campagna di monitoraggio, attestando l'estrema affidabilità del modello implementato.

Figura 4 - Fascia oraria di punta della mattina 08.00-09.00 del giorno feriale medio – Analisi di regressione

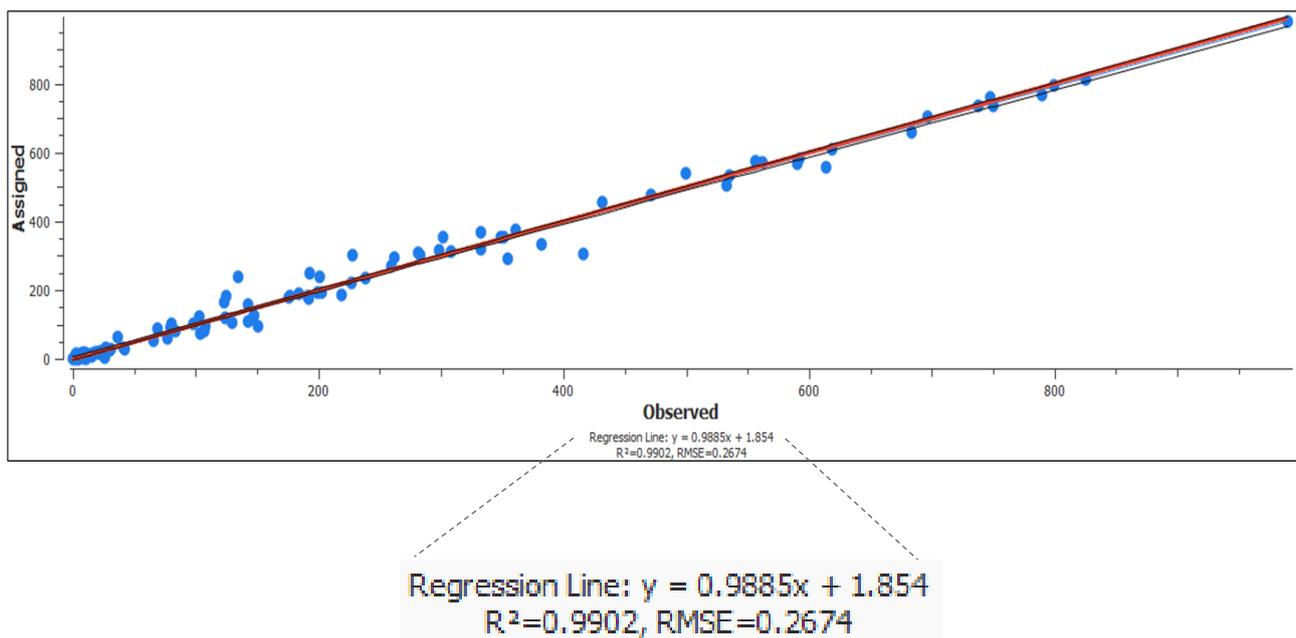
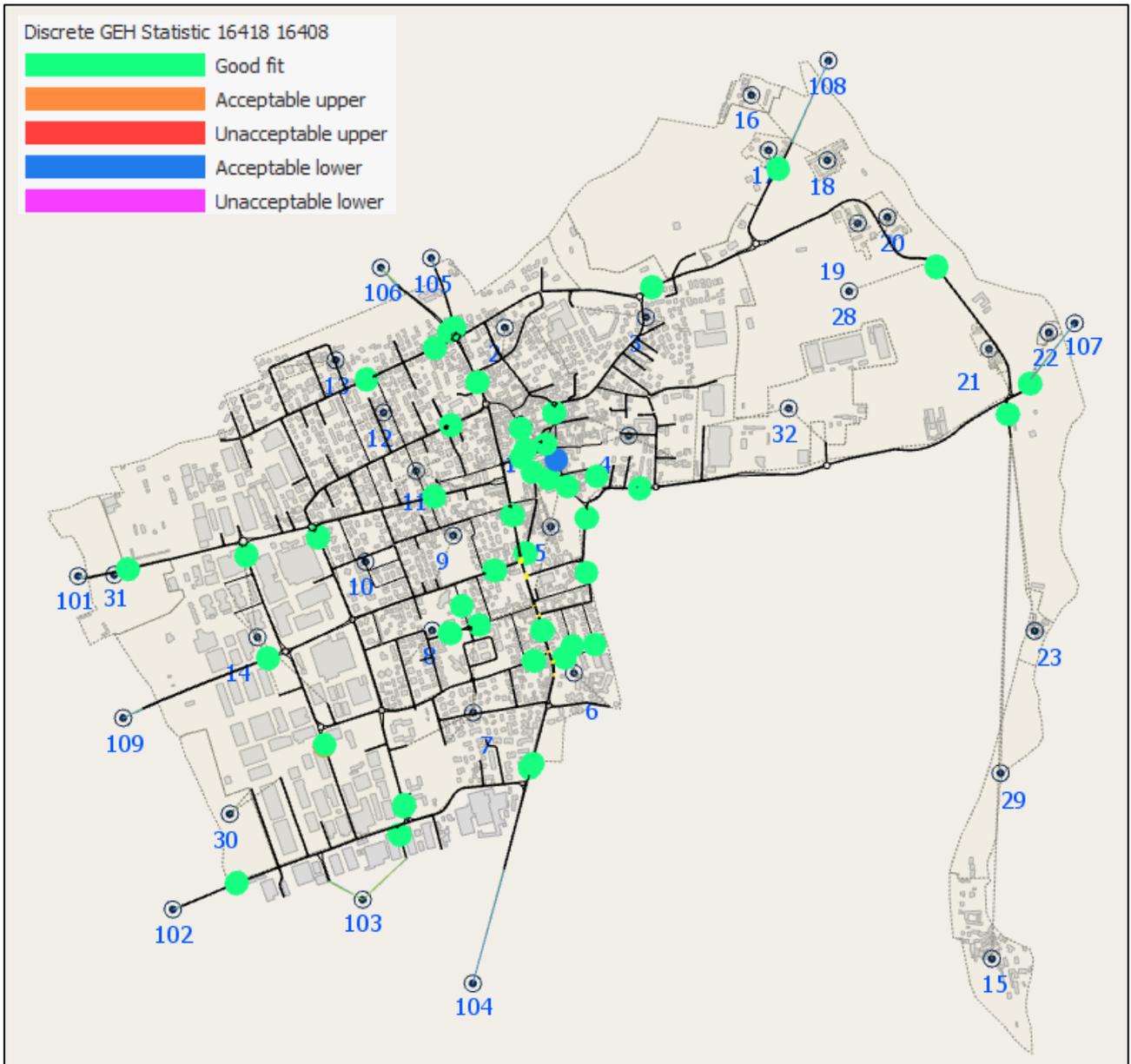


Figura 5 - Fascia oraria di punta della mattina 08.00-09.00 del giorno feriale medio – Statistica GEH

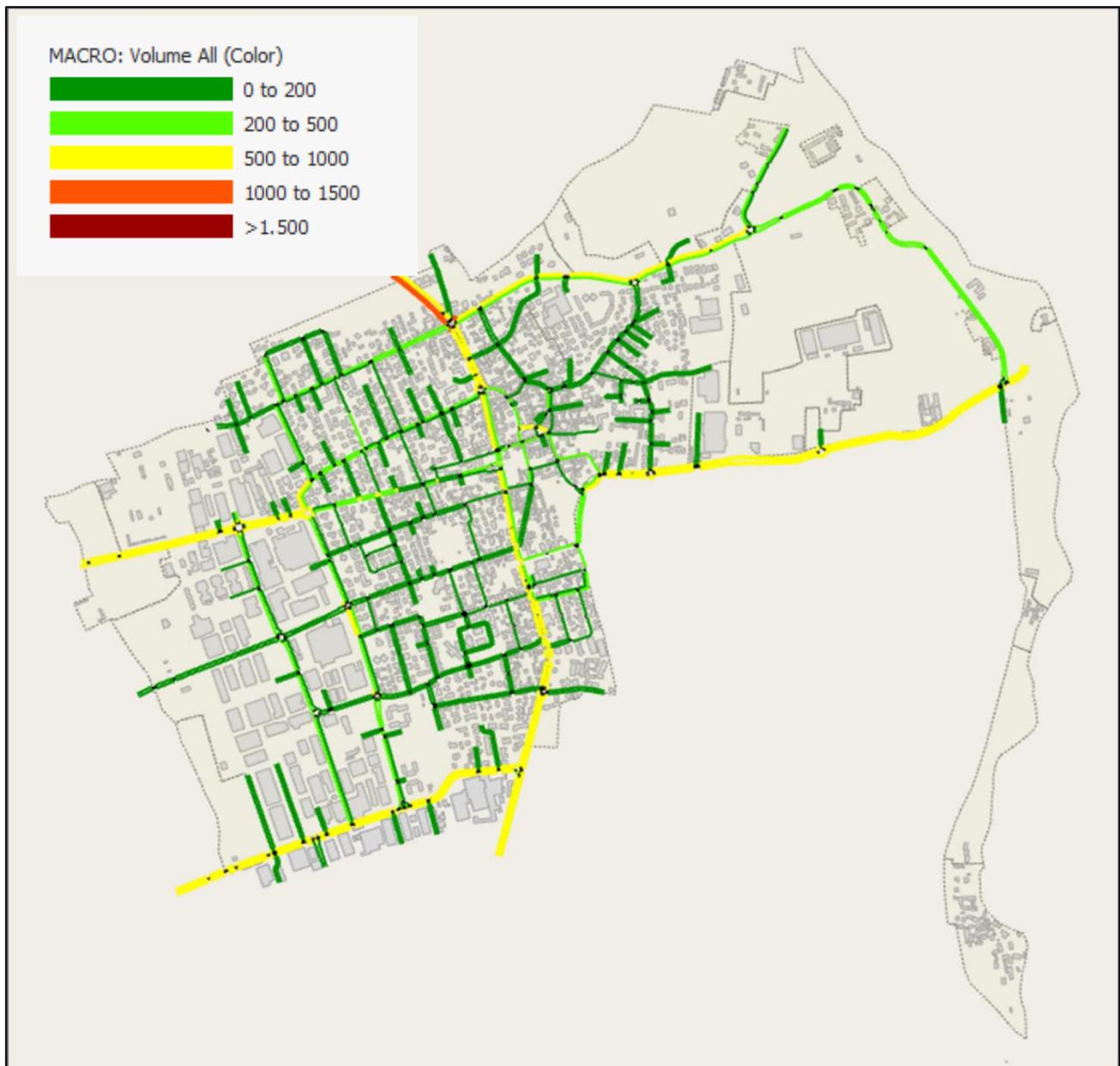


La Figura 6 e la figura 7 riportano rispettivamente i risultati relativi al flusso assegnato ed al rapporto flusso/capacità indicativo del grado di saturazione della rete.

Nell'ora 8.00-9.00 dei giorni feriali infrasettimanali, le tratte maggiormente sollecitate risultano essere per lo più afferenti alla rete viaria principale, ossia:

- La SP6, soprattutto in direzione sud;
- Via al Parco in entrambe le direzioni di marcia e via Volta in direzione est;
- Via della Misericordia e via Trento e Trieste, in entrambe le direzioni.

Figura 6 – Scenario Attuale - Fascia oraria di punta della mattina 08.00-09.00 del giorno feriale medio – Flusso assegnato [Veic/h]

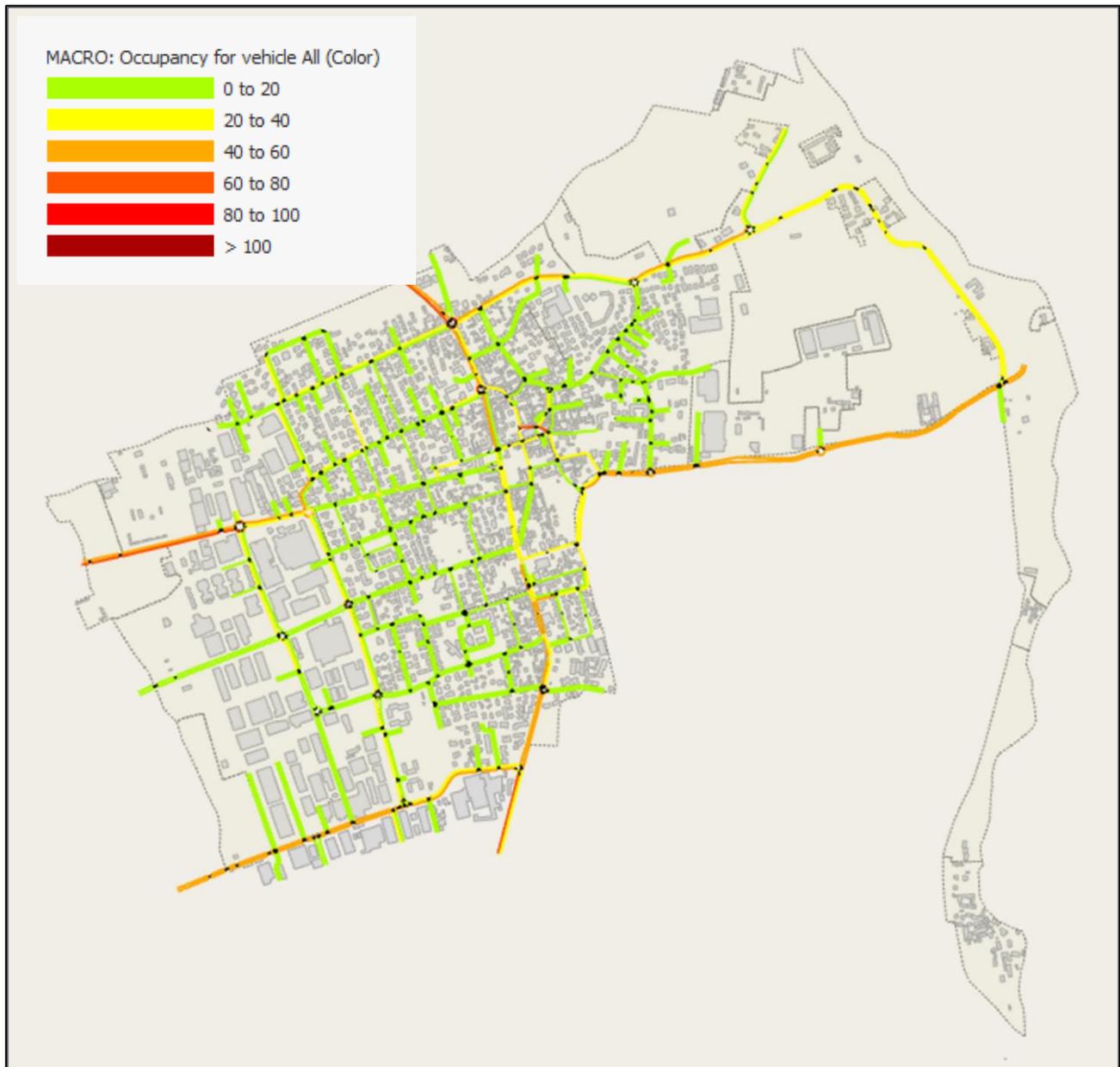


Nonostante i livelli di traffico medio-alti sui diversi elementi afferenti alla viabilità principale, si notano buoni margini di capacità sull'intera rete.

Le uniche tratte che potrebbero superare un livello di saturazione del 60% sono:

- Le tratte estremali della SP6 in direzione sud;
- la tratta in ingresso di via Trento e Trieste, a ovest del nodo con via delle Industrie.

Figura 7 – Scenario Attuale - Fascia oraria di punta della mattina 08.00-09.00 del giorno feriale medio – Rapporto Flusso/Capacità [%]



4. Modello degli Scenari di Riferimento e di Progetto

Il modello degli Scenari di Riferimento e di Progetto è stato implementato a partire dal modello dello Scenario Attuale, apportando le modificazioni attese sulla domanda e l'offerta di trasporto.

In particolare:

- **Scenario di Riferimento**
 - **Implementa le trasformazioni urbanistiche previste dal PGT**, con particolare riferimento all'indotto veicolare generato dalle nuove funzioni che interesseranno gli ambiti territoriali evidenziati in giallo in Figura 8. La stima dell'indotto è stata operata in riferimento al PTCP della Provincia di Monza e della Brianza, in base alla tipologia ed alle SLP delle funzioni che si insedieranno. La Figura 9 rappresenta schematicamente l'entità dell'indotto veicolare originato e destinato in ciascuna zona della città.
 - Il grafo di rete è stato assunto come invariato rispetto all'attuale, in un'ottica di breve periodo.
- **Scenario di Progetto**
 - La domanda di mobilità è pari a quella stimata per lo Scenario di Riferimento;
 - Per la rete viaria si ipotizzano i seguenti interventi:
 - **chiusura di P.zza S. Francesco** sul fronte e sul retro della Chiesa;
 - **revisione degli schemi di circolazione concorde a quanto previsto nel PGTU**, come schematizzato in Figura 10 (riquadro azzurro);
 - imposizione del **divieto di svolta a sinistra** da via Porta Mugnaia a via IV Marie;
 - imposizione del **divieto di svolta a sinistra** da via Parco sud a via Umberto I.

Entrambi gli scenari futuri analizzati, di Riferimento e di Progetto, non contemplano gli interventi infrastrutturali connessi al completamento della Pedemontana Lombarda, per due motivi:

- Si ipotizza che gli interventi di revisione degli schemi progettuali nell'ambito urbano analizzato possano realizzarsi nel breve periodo, molto prima dell'attuazione dei suddetti interventi infrastrutturali;
- È ragionevole ritenere che il completamento della Pedemontana e la realizzazione delle opere ad essa connesse potrà assorbire parte dei flussi veicolari di medio-lungo raggio che ad oggi insistono sulla viabilità urbana di Biassono, configurando condizioni maggiormente favorevoli rispetto allo scenario analizzato, in cui tali interventi non sono contemplati. Ai fini dell'analisi, a scopo cautelativo, si è scelto quindi di considerare la condizione peggiore.

Figura 8 – Indicazione degli ambiti interessati da trasformazioni urbanistiche (Fonte: PGT di Biassono)



Figura 9 – Indotto veicolare originato e destinato nelle diverse zone di Biassono nell'ora di punta della mattina 08.00-09.00

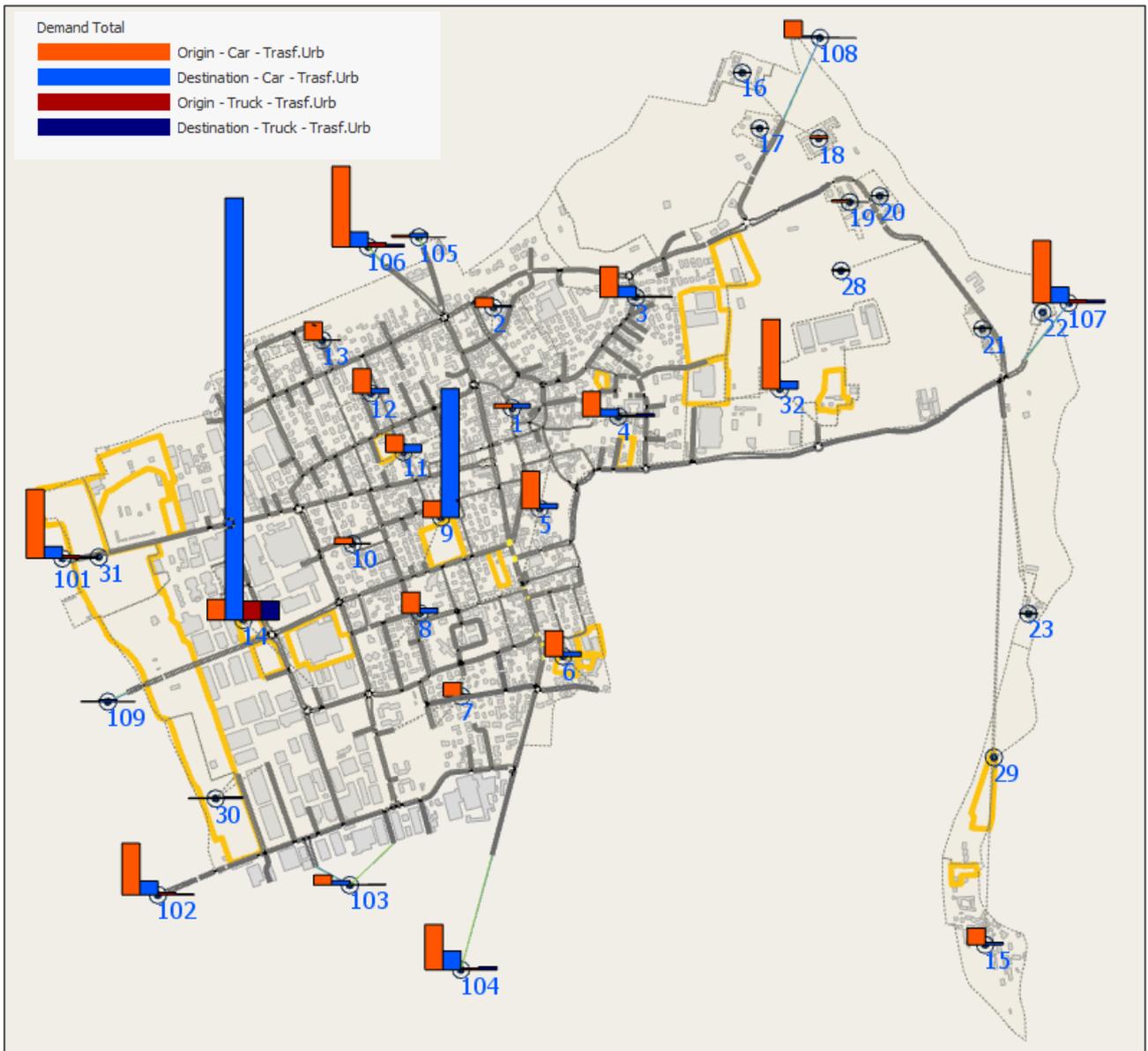
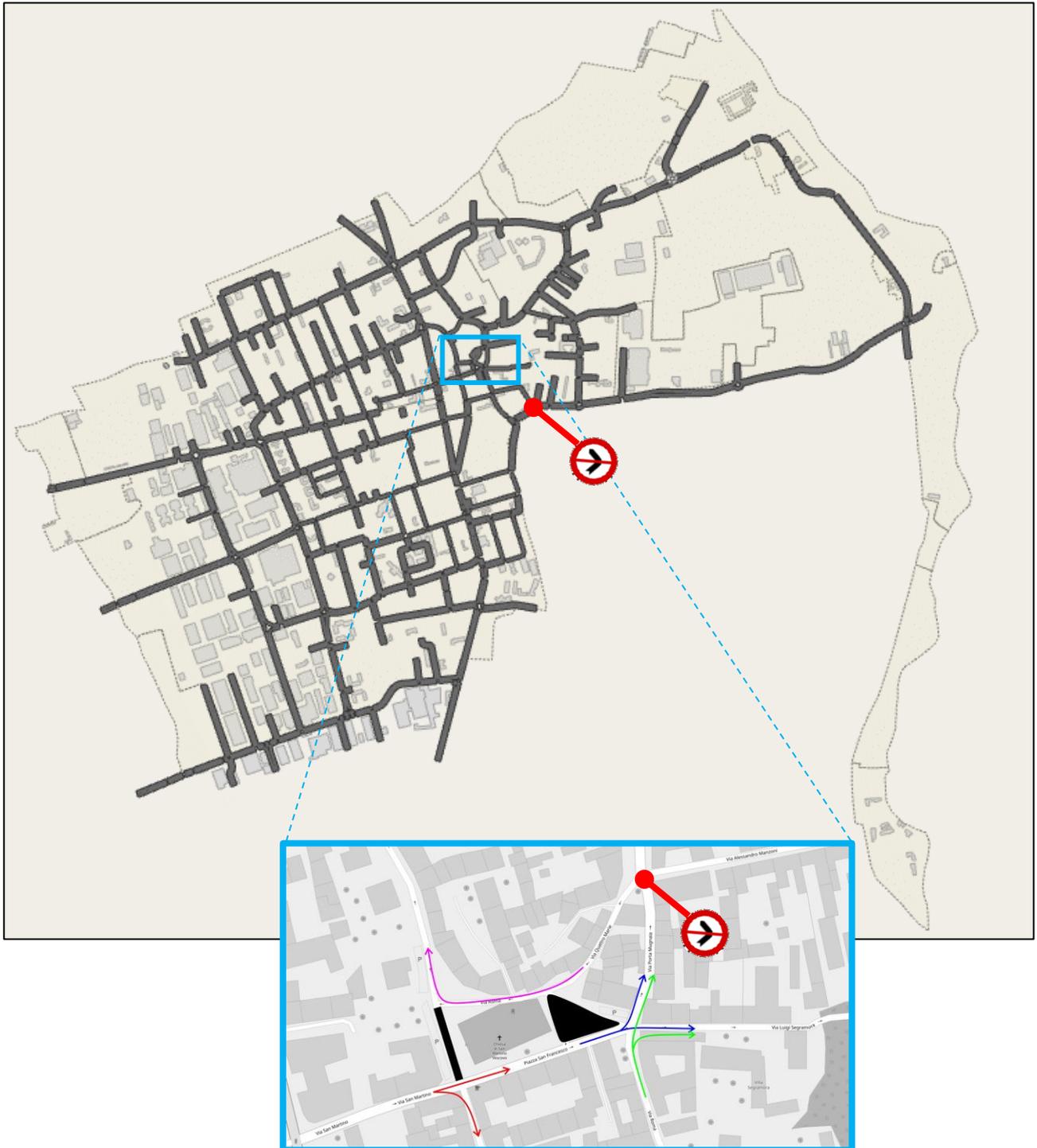


Figura 10 – Scenario di Progetto - Schematizzazione dell'ipotesi di revisione degli schemi di circolazione

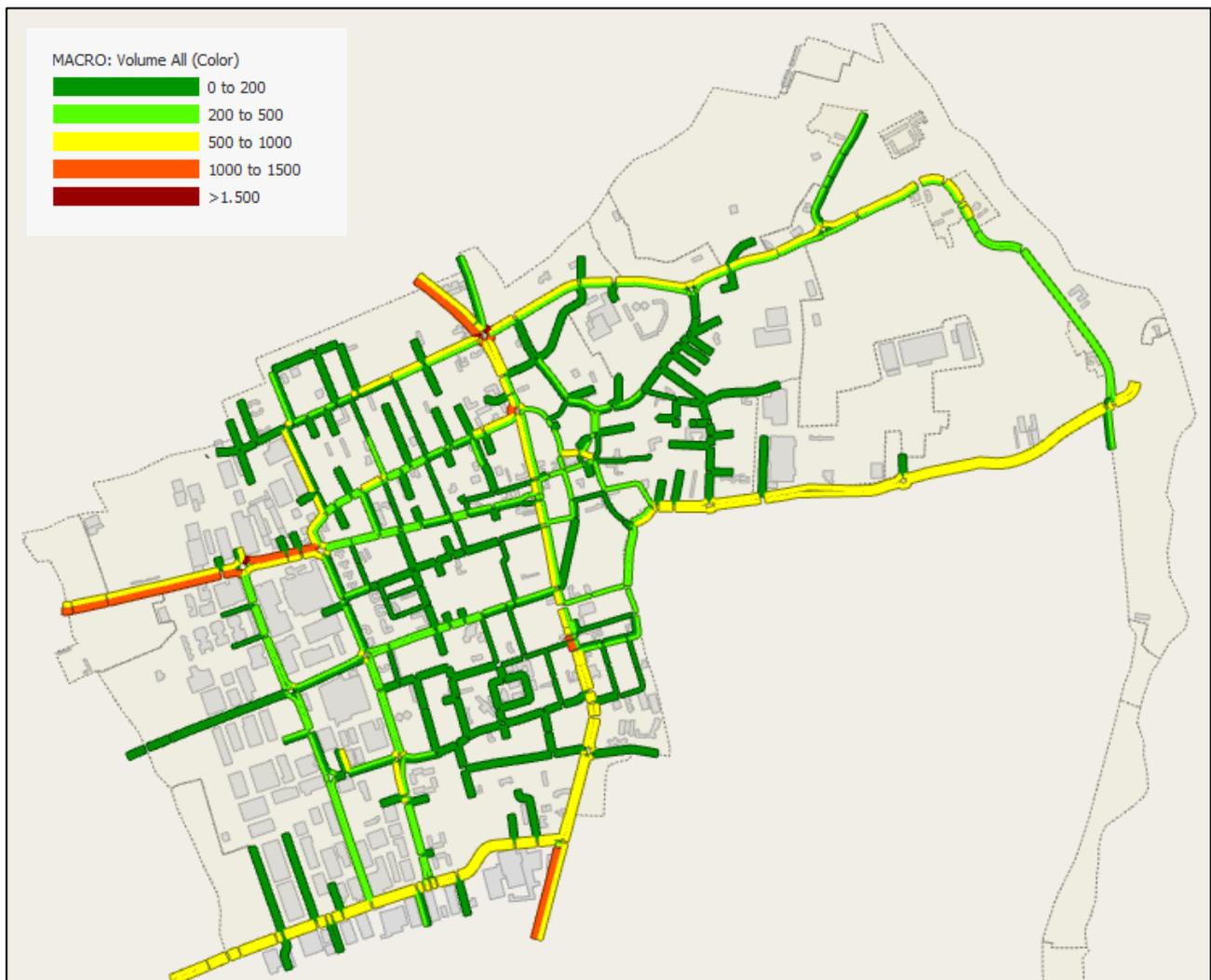


5. Simulazioni MACROSCOPICHE degli Scenari di Riferimento e di Progetto

Di seguito si riportano le principali risultanze delle simulazioni macroscopiche condotte sugli Scenari di Riferimento e di Progetto, per il giorno feriale medio e il giorno di mercato, rappresentate dai seguenti indicatori:

- Flusso veicolare assegnato, in termini di veicoli equivalenti/h;
- Rapporto Flusso/Capacità, indicativo del livello di congestione degli archi stradali.

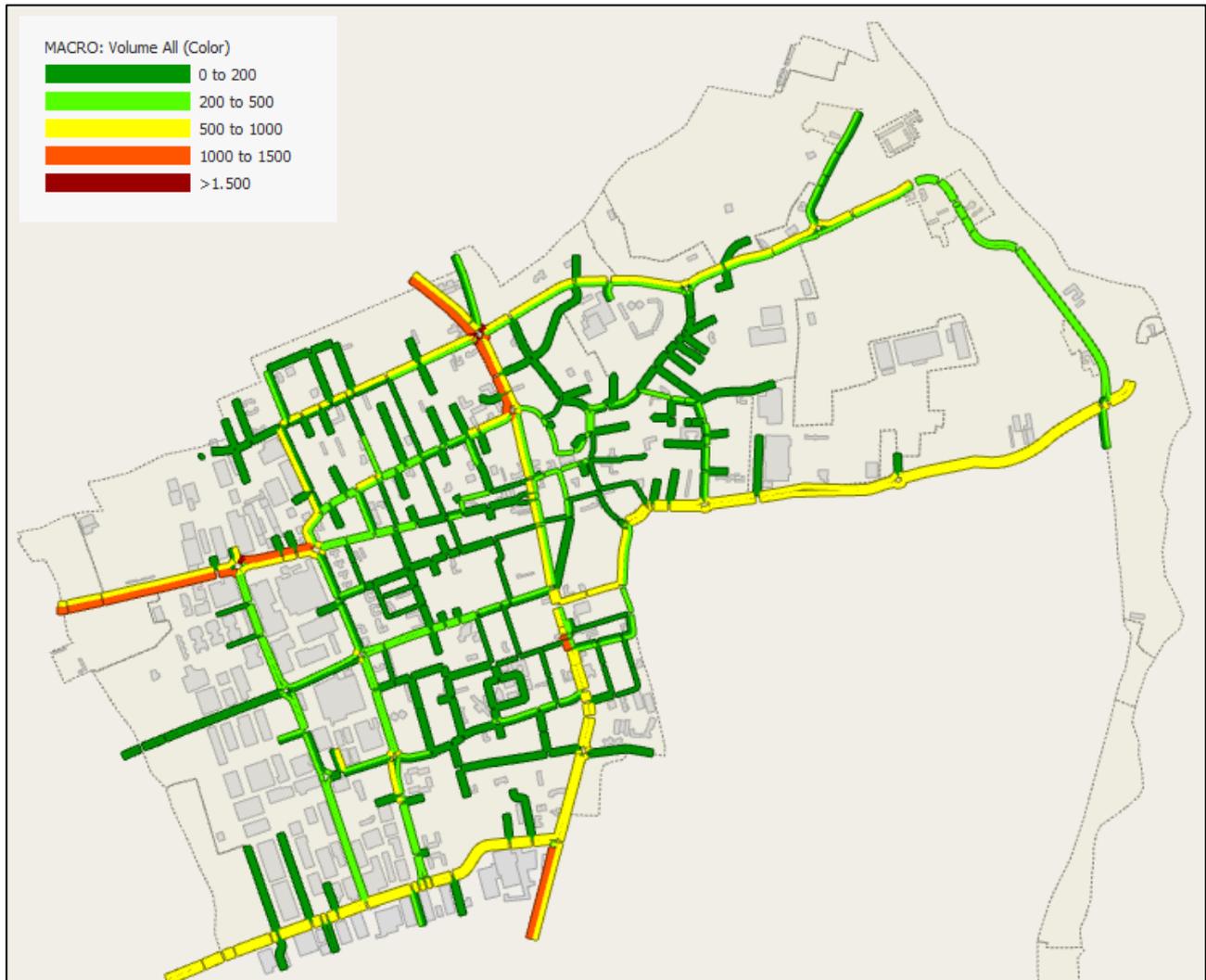
Figura 11– SCENARIO DI RIFERIMENTO– Ora di punta AM 8.00-9.00 del Giorno Feriale Medio - Flusso veicolare assegnato [Veic.Eq/h]



L'attuazione delle trasformazioni urbanistiche previste dal PGT determina un incremento generalizzato dei livelli di traffico. In particolare:

- La tratta sud della SP6, in direzione sud, supera i 1.000 veic/h/dir
- Tale livello di traffico è raggiunto anche sui due attestamenti di via Trento e Trieste al nodo con via dell'Industrie
- Incrementi di traffico sono attesi anche sulle altre arterie principali, con più tratte che superano la soglia dei 500 veic/h/dir

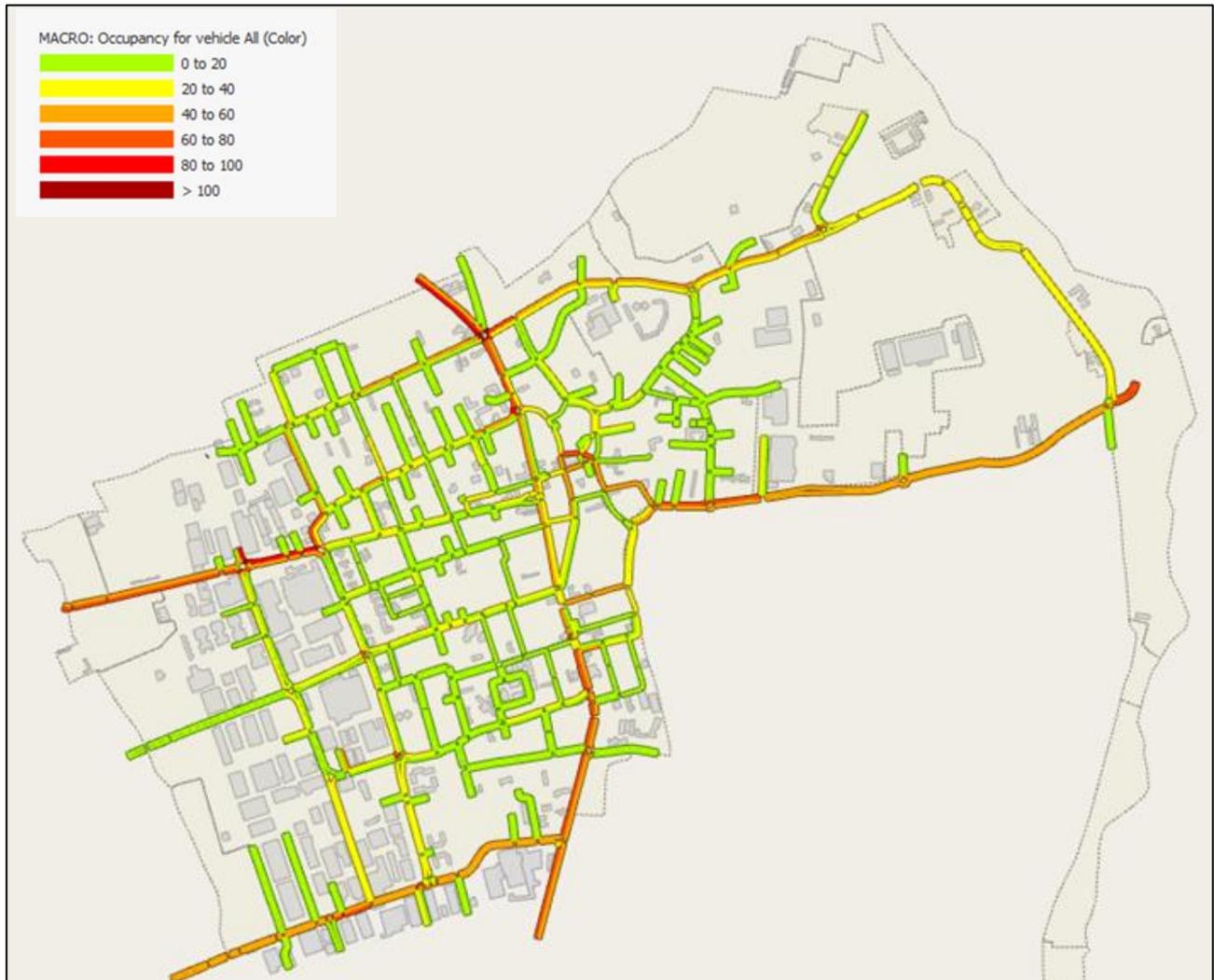
Figura 12– **SCENARIO DI PROGETTO** – Ora di punta AM 8.00-9.00 del Giorno Feriale Medio - Flusso veicolare assegnato [Vaic.Eq/h]



Si stima che le chiusure al traffico di P.zza S. Francesco, sul fronte e sul retro della Chiesa di S. Martino, unitamente alla revisione degli schemi di circolazione ipotizzati nel PGTU, potranno comportare un maggior carico su via G. dei Tintori, sull'itinerario di via Madonna delle Nevi-via Pessina e su qualche elemento della viabilità locale, come via Brunelleschi.

Di contro si attende un abbattimento del traffico sulla direttrice di via Umberto I-via Roma e su via Verri, che non consentiranno più l'attraversamento rispettivamente in direzione nord e in direzione sud.

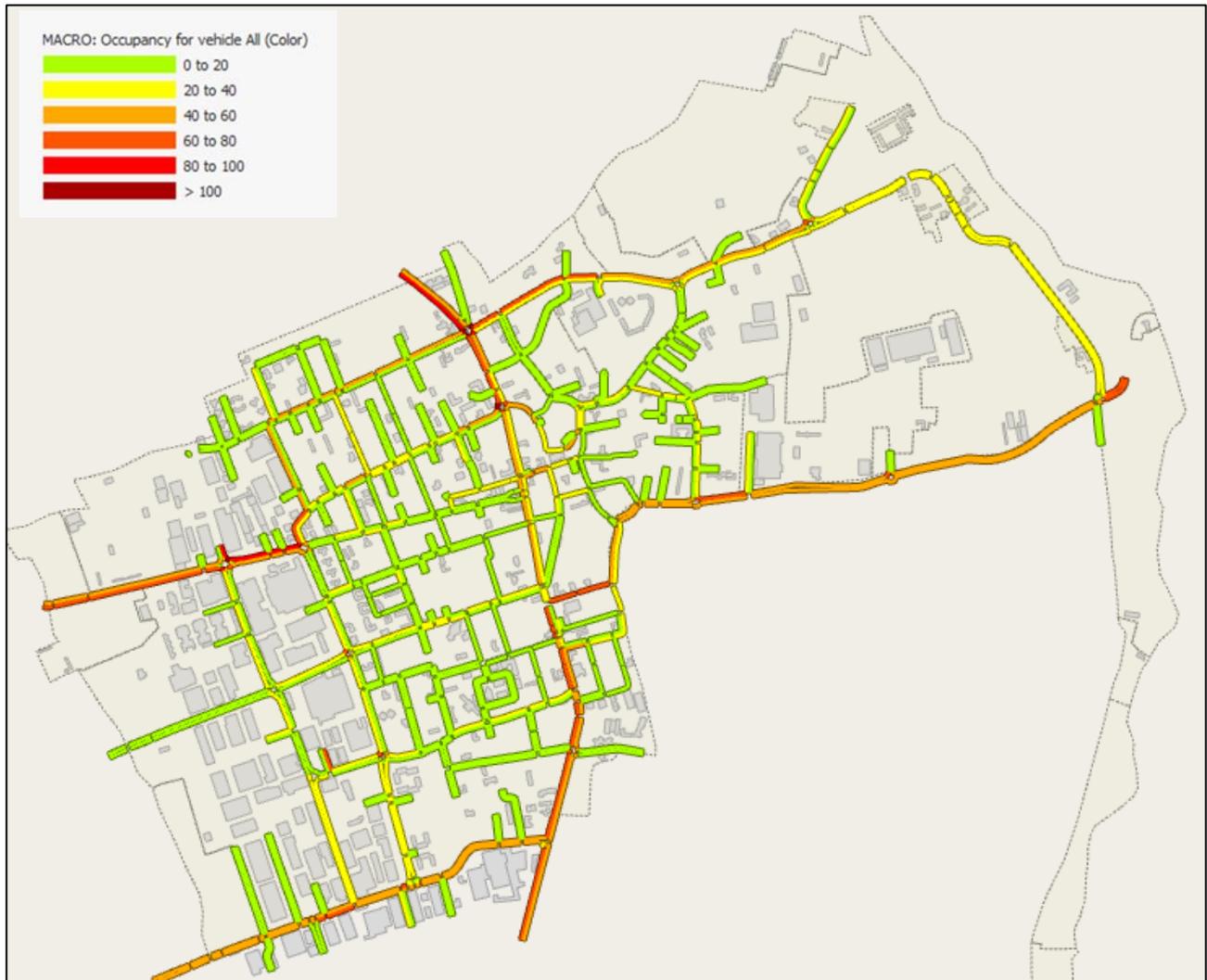
Figura 13 – SCENARIO DI RIFERIMENTO - Ora di punta AM 8.00-9.00 del Giorno Feriale Medio – Rapporto Flusso/Capacità [%]



L'attuazione delle trasformazioni urbanistiche previste dal PGT determina un incremento generalizzato dei livelli di traffico. In particolare:

- La tratta sud della SP6, in direzione sud, supera i 1.000 veic/h/dir
- Tale livello di traffico è raggiunto anche sui due attestamenti di via Trento e Trieste al nodo con via dell'Industrie
- Incrementi di traffico sono attesi anche sulle altre arterie principali, con più tratte che superano la soglia dei 500 veic/h/dir

Figura 14 – SCENARIO DI PROGETTO - Ora di punta AM 8.00-9.00 del Giorno Feriale Medio – Rapporto Flusso/Capacità [%]



Le chiusure ipotizzate contribuiranno a riportare i livelli di saturazione di via Umberto I, via Roma e via Verri al di sotto del 40%, consentendo quindi di ottenere buoni risultati sul fronte della moderazione del traffico nell'intero comparto.

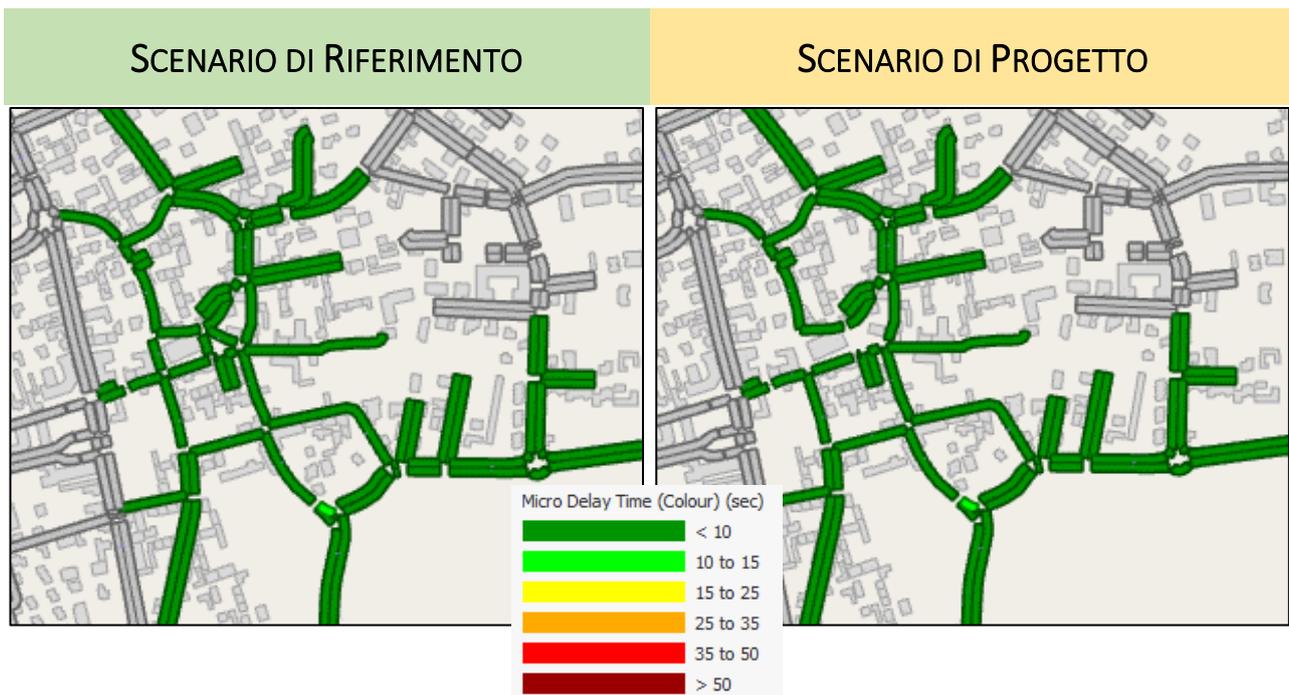
Di contro potranno registrarsi innalzamenti del livello di saturazione sugli elementi viari utilizzati in alternativa ai percorsi chiusi, come via G. dei Tintori e via Volta. La redistribuzione dei flussi attesa è tuttavia coerente con la classificazione funzionale della viabilità urbana, secondo cui queste ultime sono «Strade Urbane di Quartiere», deputate quindi a sostenere la mobilità di scambio e di attraversamento.

6. Simulazioni MICROSCOPICHE degli Scenari di Riferimento e di Progetto

Di seguito si riportano le principali risultanze delle simulazioni microscopiche, condotte per l'ambito urbano di Piazza San Francesco - Via Roma – Via Umberto I – Via Parco. Per lo Scenario di Riferimento e di Progetto, sia per il giorno feriale medio che per il giorno di mercato, sono stati elaborati i seguenti indicatori:

- Ritardo medio accumulato su ogni arco stradale, espresso in secondi;
- Accodamento medio, espresso in numero di veicoli.

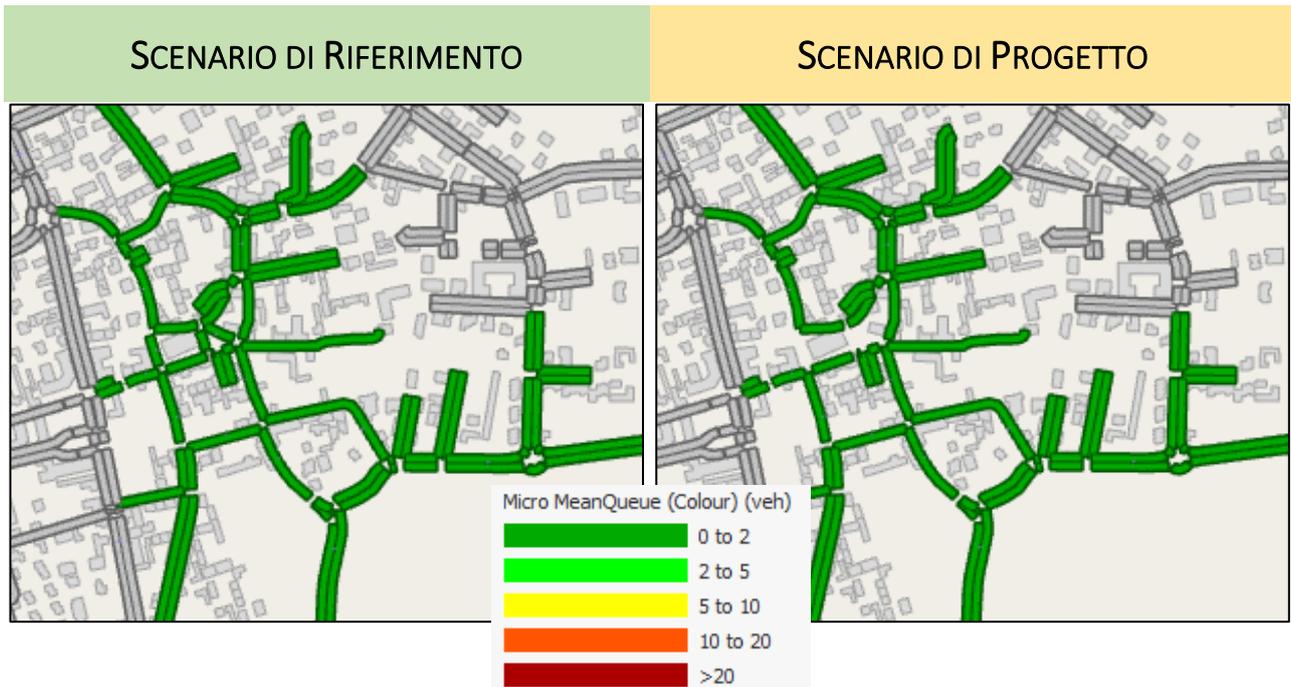
Figura 15 – Scenario di Riferimento e di Progetto - Ora di punta AM 8.00-9.00 del Giorno Feriale Medio – Ritardo Medio Accumulato [sec]



L'ambito urbano analizzato è caratterizzato da buone condizioni di deflusso sia nello scenario di riferimento che in quello di progetto in cui si ipotizza di mettere in atto le azioni di traffic calming.

In particolare, in entrambi gli scenari, non si evidenziano ritardi su nessun elemento della rete.

Figura 16 – Scenario di Riferimento e di Progetto - Ora di punta AM 8.00-9.00 del Giorno Feriale Medio – Accodamento Medio [veic]



Anche in riferimento all'indicatore dell'accodamento medio, non si rilevano criticità in nessuno dei due scenari analizzati.

Le buone condizioni di circolazione probabilmente incentivano attualmente l'utilizzo improprio della viabilità locale a servizio del comparto, da parte di una certa quota di domanda di attraversamento.

7. Analisi comparata degli scenari

Per offrire una misura sintetica delle modificazioni che il sistema del trasporto stradale subirebbe nello Scenario di Progetto analizzato, rispetto allo Scenario di Riferimento, sono state elaborate delle statistiche comparative sui valori medi degli **indicatori prestazionali** (indicatori di rete) **risultanti per la rete stradale a servizio dell'ambito urbano compreso fra Piazza San Francesco e via Parco** e per il quale sono state condotte le micro-simulazioni.

Gli indicatori di rete fanno riferimento ai veicoli complessivamente transitanti su tutti gli archi stradali che compongono il grafo di rete implementato ed il loro valore è quello risultante per l'ora di punta mattutina 08.00-09.00, sia del giorno feriale medio che del giorno di mercato, analizzati modellisticamente.

La Tabella 1 riporta le risultanze dell'analisi comparata condotta sugli indicatori di rete, confrontando i valori stimati per lo Scenario di Progetto con quelli assunti nello Scenario di Riferimento.

Dai valori tabellati si evidenzia come **per lo Scenario di Progetto**, in cui si ipotizza la revisione degli schemi di circolazione nell'ambito urbano analizzato, **si stimano livelli degli indicatori prestazionali mediamente migliori** rispetto a quelli ottenuti per lo Scenario di Riferimento. In particolare, si stima:

- una riduzione generalizzata della densità veicolare (Density), dei ritardi (Delay Time), degli accodamenti (Mean Queue) e del tempo trascorso stando fermi (Stop Time), anche se i livelli assunti dai suddetti indicatori siano comunque contenuti in entrambi gli scenari, confermando quanto già evidenziato nel paragrafo precedente;
- valori medi della velocità di marcia (Speed) leggermente superiori rispetto a quelli dello Scenario di Riferimento.

Tabella 1 – Ora di punta AM 8.00-9.00 del Giorno Feriale Medio - Variazione degli Indicatori di rete rispetto allo Scenario di Riferimento

Indicatore	Scenario di Riferimento	Scenario di Progetto		
		Valore	Variazione Assoluta	Variazione %
Density [veic/km]	5,7	5,0	-0,6	-11%
Delay Time [sec]	12,3	11,0	-1,3	-11%
Mean Queue [veic]	1,4	0,9	-0,5	-34%
Speed [km/h]	41,3	42,1	0,8	2%
Stop Time [sec/km]	3,2	2,3	-0,9	-28%

8. Indicazioni di progetto per la riqualificazione del nodo via Umberto I - via Parco

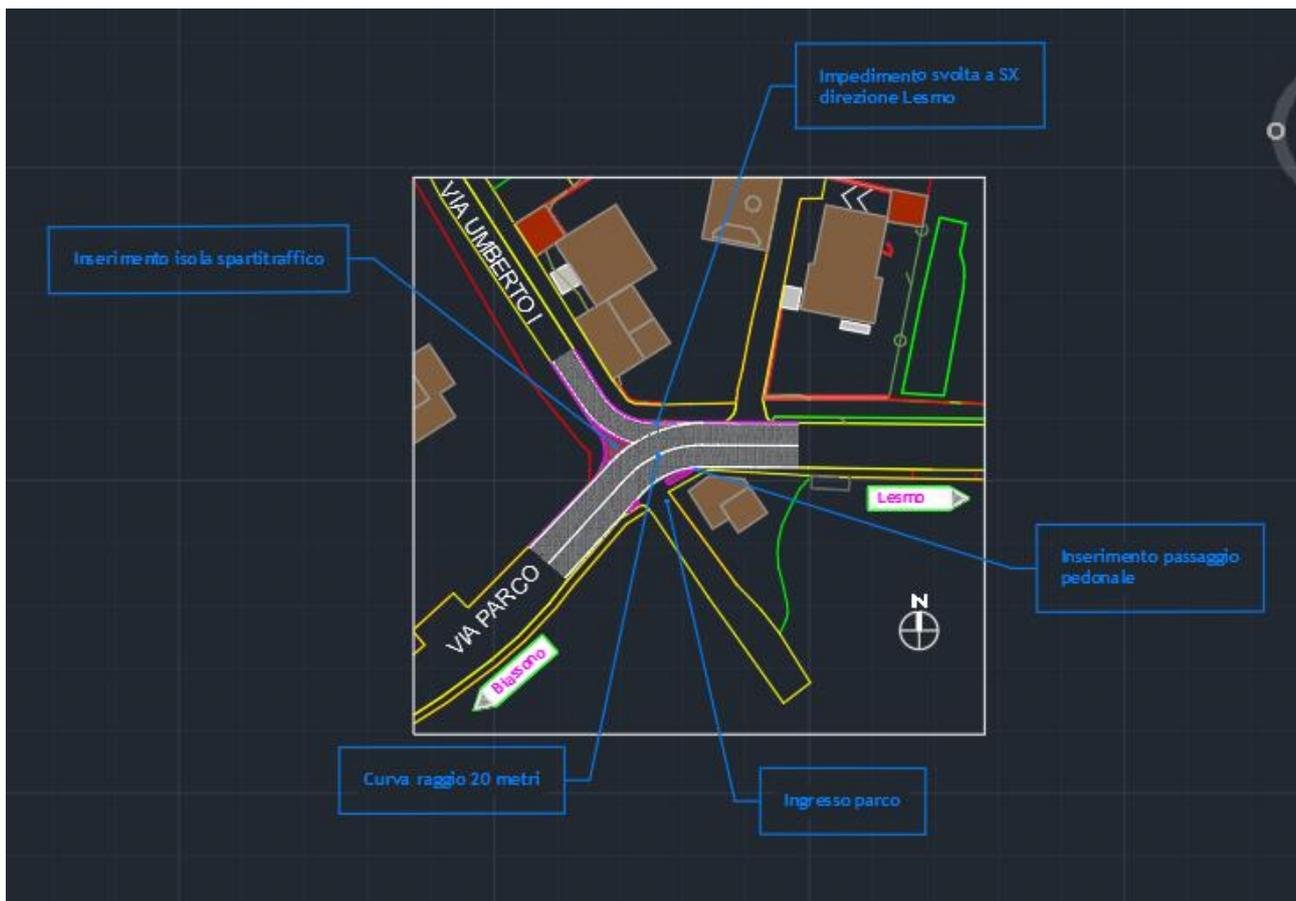
A titolo esemplificativo degli interventi proposti per l'ambito urbano analizzato, si riporta di seguito uno schema progettuale mirato alla riqualificazione dell'intersezione fra via Parco e via Umberto I.

La Figura 17 propone un ridisegno del nodo in cui sono ben visibili e distinti gli spazi riservati alle diverse utenze della strada, separando per quanto possibile veicoli e pedoni, al fine di innalzare gli attuali livelli di sicurezza stradale.

In particolare, in rosa sono delimitati gli spazi che andrebbero interdetti alla circolazione veicolare, ossia:

- La porzione della carreggiata che costeggia l'ingresso al Parco di Monza, da riservare alla circolazione dei pedoni, per una loro maggiore protezione;
- Il triangolo ovest compreso fra via Parco e via Umberto I, in modo che la segnaletica orizzontale delimiti chiaramente il divieto di svolta a sinistra da via Parco sud verso via Umberto I, con invito alla sola svolta a destra da via Parco est

Figura 17 – Interventi di ridisegno del nodo



La Figura 18 è esemplificativa dell’inserimento degli interventi di progetto nel contesto territoriale, mentre la Figura 19 e la Figura 20 riportano graficamente le risultanze dell’analisi degli ingombri e delle manovre di un eventuale mezzo pesante che transita lungo via Parco, rispettivamente in direzione Biassono e Lesmo.

Si può notare come la riduzione degli spazi destinati alla circolazione veicolare, previsti nello Scenario di Progetto a vantaggio della sicurezza stradale, non pregiudica ma agevola il corretto inserimento dei veicoli, anche di grandi dimensioni, nelle corsie stradali.

Figura 18 – Inserimento degli interventi di progetto su ortofoto



Figura 19 – Verifica degli ingombri e delle manovre di un mezzo pesante – Direzione Biassono



Figura 20 – Verifica degli ingombri e delle manovre di un mezzo pesante – Direzione Lesmo



9. Conclusioni

È stata analizzata un'ipotesi di revisione degli schemi di circolazione nell'ambito urbano di Piazza San Francesco - Via Roma – Via Umberto I – Via Parco, che comprende i seguenti interventi:

- chiusura di P.zza S. Francesco sul fronte e sul retro della Chiesa;
- revisione degli schemi di circolazione concorde a quanto previsto nel PGTU;
- imposizione del divieto di svolta a sinistra da via Porta Mugnaia a via IV Marie;
- imposizione del divieto di svolta a sinistra da via Parco sud a via Umberto I.

Le analisi modellistiche condotte hanno permesso di individuare la soluzione più «bilanciata» in riferimento a:

- l'obiettivo di rendere più sicuro l'ambito urbano oggetto di studio ed allontanare il traffico di attraversamento dal centro storico;
- gli impatti sull'intero sistema viabilistico cittadino, in termini di percorrenze, carichi veicolari e performance della rete.

Le ipotesi progettuali sono state analizzate in relazione ai seguenti aspetti:

- Distribuzione dei carichi veicolari sull'intera rete urbana;
- Livelli di congestione (rapporto flusso/capacità);
- Indicatori prestazionali principali (ritardo medio e accodamento medio) nell'ambito analizzato.

Le simulazioni macroscopiche condotte per l'ambito urbano compreso fra P.zza S. Francesco e via Parco, hanno evidenziato che gli interventi di *traffic calming* ipotizzati determineranno con buona probabilità:

- Una riduzione del traffico di attraversamento della viabilità locale, innalzandone i livelli di sicurezza stradale;
- Un maggiore utilizzo di via G. dei Tintori e della direttrice via Madonna delle Nevi-Pessina-Volta, specie da parte della quota di mobilità che effettua spostamenti di medio-lungo raggio, di attraversamento e di scambio con la città, concordemente alla classificazione funzionale adottata.

Le micro-simulazioni condotte, infine, non hanno evidenziato per questo ambito particolari criticità nella circolazione veicolare, per nessuno dei due scenari di progetto analizzati.