

OGGETTO: At_e/i50 - Via Autostrada - Zanica -IN VARIANTE AL PGT-	REVISIONE	OGGETTO DI AGGIORNAMENTO	DATA	DISEGN.	CONTROLLO
	00	Prima emissione	10.02.2020	BA	CP
OGGETTO	PIANO ATTUATIVO				
ELABORATO: STUDIO DEL TRAFFICO	COMUNE DI:		COMMESSA	009	2016
	BERGAMO (BG)		STATO AVANZAMENTO	PD	REV. 00
	COMMITTENTE:		009_16_PA2019_Ali 00_00_Cantgli_PD.dwg		
N° ALLEGATO: STR	L' AMMINISTRATORE UNICO		IMMOBILIARE ROSA S.R.L. STABILIMENTO DI VIA ZANICA S.A.S. DI CARLO E ADRIANO PELANDI		
	IL DIRETTORE TECNICO		progettista		
	I PROGETTISTI SI RISERVANO LA PROPRIETA' INTELLETTUALE DEL PRESENTE DISEGNO, AI SENSI DELLA LEGGE 22/4/1941 NR. 633.		 ing&arch s.r.l. Seriate (Bg) via Pastrengo n°1/c tel. 035/303.904 - fax. 035/066.23.63 e-mail: domus@studiodomus.net web: www.studiodomus.net Iscritta al casellario delle società di Ingegneria e professionisti - AVCP		



COMUNE DI BERGAMO

Provincia di Bergamo

AMBITO DI TRASFORMAZIONE "VIA AUTOSTRADA – VIA PER ZANICA"

STUDIO VIABILISTICO

DESCRIZIONE DEL SISTEMA VIARIO, DEI TRASPORTI E DELLA RETE DI ACCESSO

TRM ENGINEERING S.r.l.
con socio unico
Via Giuseppe Ferrari 39
20900 Monza (MB)
Tel. 039/3900237
Fax. 02/70036433 o 039/2314017

ufficio.tecnico@trmgroup.org

www.trmgroup.org

TRM ENGINEERING SRL

Via Giuseppe Ferrari, 39 - 20900 MONZA (MB)
Tel. 039 3900237 - Fax 039 2314017 - Fax 02 70036433

C.F./P.I. 04591670964



Committente
Immobiliare Rosa s.r.l.

Titolo Elaborato	Elaborato	Revisione	Codice progetto	Nome file	Data
Studio Viabilistico	01	01	1228A	1228as1sv-1- rl01_rev01_mod01.docx	Gennaio 2020
Questo elaborato non si può riprodurre né copiare, né comunicare a terze persone od a case concorrenti senza il nostro consenso. Da non utilizzare per scopi diversi da quello per cui è stato fornito.					

TRM Engineering S.r.l. con socio unico (TRM Group)

C.E.O.

Ing. Michele Rossi

C.T.O. – Transport planning activities manager

Dott. Paolo Galbiati

Ing. Hassan Al-Shehhi

Ing. Alessandro Arena

Ing. Mala Balasubramanian

Sig.ra Daniela Battini

Ing. Francesco Calabretta

Ing. Matteo Caroli

Ing. Eleonora Castellani

C.T.O. – Design and works supervision manager – Ing. Giuseppe Ciccarone

Ing. Giovanni Durzu

Ing. Stefano Farina

Sadam Hussain

Ing. Marco Iorio

Ing. Nicolò Jordens

Sig.ra Angela Librace

Ing. Francesco Masucci

Dott. Ing. Fabio Mazzon

Ing. Daniele Romanò

Dott. Ing. Marco Sala

Ing. Luca Serio

Ing. Roberto Vergani

Regional Manager OMAN – Ing. Simone Zoppellari

Via Giuseppe Ferrari, 39 - 20900 Monza (MB) Tel. 039/3900237

Fax. 02/70036433 o 039/2314017 e-mail: ufficio.tecnico@trmgroup.org – www.trmgroup.org

INDICE

1	PREMESSA	4			
2	METODOLOGIA DI STUDIO E SCENARI DI ANALISI	6			
2.1	ANALISI DELLO SCENARIO ATTUALE	6			
2.2	ANALISI DELLO SCENARIO DI RIFERIMENTO	6			
2.3	ANALISI DELLO SCENARIO DI INTERVENTO	6			
2.4	CONFRONTO TRA SCENARI	6			
3	ANALISI DELLO SCENARIO ATTUALE	7			
3.1	INQUADRAMENTO TERRITORIALE	7			
3.2	EVOLUZIONE DEL QUADRO PROGRAMMATICO	9			
3.2.1	INTERVENTI INFRASTRUTTURALI NELL'AREA DI STUDIO PGT	9			
3.3	ANALISI DELL'OFFERTA ATTUALE DI TRASPORTO PRIVATO	10			
3.3.1	ANALISI DEGLI ASSI VIARI	11			
3.3.1.1	S1: VIA AUTOSTRADA NORD	12			
3.3.1.2	S2: VIA SPINO	13			
3.3.1.3	S3: VIA AUTOSTRADA SUD	13			
3.3.1.4	S4: VIA PER ZANICA SUD	14			
3.3.1.5	S5: VIA GUIDANA	14			
3.3.1.6	S6: VIA PER ZANICA NORD	15			
3.3.2	ANALISI DELLE PRINCIPALI INTERSEZIONI	15			
3.3.2.1	INTERSEZIONE 1: VIA AUTOSTRADA / VIA SPINO	16			
3.3.2.2	INTERSEZIONE 2: VIA PER ZANICA / VIA GUIDANA	16			
3.3.2.3	INTERSEZIONE 3: VIA GUIDANA / VIA AMBIVERI / VIA GAMBIRASIO	17			
3.3.2.4	INTERSEZIONE 4: VIA CAMPAGNOLA / VIA STENDHAL	17			
3.3.2.5	INTERSEZIONE 5: VIA CAMPAGNOLA / VIA PER ZANICA	18			
3.3.2.6	INTERSEZIONE 6: VIA PER ZANICA / VIA TADINI	18			
3.3.2.7	INTERSEZIONE 7: VIA PER ZANICA / VIA S.G. BOSCO	19			
3.3.2.8	INTERSEZIONE 8: VIA PER ZANICA / VIA CARNOVALI / VIA GAVAZZENI	19			
3.3.2.9	INTERSEZIONE 9: VIA CARNOVALI / VIA AUTOSTRADA	20			
3.4	ANALISI DELL'OFFERTA ATTUALE DI TRASPORTO PUBBLICO E UTENZE DEBOLI20				
3.4.1	ANALISI DELL'OFFERTA FUTURA ITINERARI CICLOPEDONALI	22			
3.5	ANALISI DELLA DOMANDA ATTUALE DI TRASPORTO	25			
3.5.1	BASE DATI NOVEMBRE 2016	27			
3.5.1.1	INTERSEZIONE 1: VIA AUTOSTRADA / VIA SPINO	27			
3.5.1.2	INTERSEZIONE 2: VIA PER ZANICA / VIA GUIDANA	29			
3.5.2	DATI DI TRAFFICO RILIEVI ANNO 2020	31			
3.5.2.1	INTERSEZIONE 1: VIA AUTOSTRADA / VIA SPINO	31			
3.5.2.2	INTERSEZIONE 2: VIA PER ZANICA / VIA GUIDANA	33			
3.5.3	IDENTIFICAZIONE DELL'ORA DI PUNTA	35			
3.5.3.1	ORA DI PUNTA NOVEMBRE 2016	35			
3.5.3.2	ORA DI PUNTA GENNAIO 2020	36			
3.5.3.3	CONFRONTO ORA DI PUNTA ANNO 2016 E ANNO 2020	36			
3.6	IDENTIFICAZIONE DELLO SCENARIO STATO DI FATTO	37			
3.6.1	INTERSEZIONE 1: VIA AUTOSTRADA / VIA SPINO	38			
3.6.2	INTERSEZIONE 2: VIA PER ZANICA / VIA GUIDANA	38			
4	ANALISI SCENARIO DI RIFERIMENTO	40			
4.1	ANALISI MACROMODELLISTICA	40			
4.2	MODELLO DI DOMANDA	42			
4.3	STIMA FLUSSI DI TRAFFICO NELLO SCENARIO DI RIFERIMENTO	43			
5	ANALISI DELLO SCENARIO DI INTERVENTO	44			
5.1	DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO	44			
5.2	MODIFICHE ALLA VIABILITA'	45			
5.3	ACCESSIBILITA' VEICOLARE AI PARCHEGGI	45			
5.4	DOTAZIONE DI PARCHEGGI	46			
5.5	ANALISI DEI FLUSSI POTENZIALMENTE INDOTTI	47			
5.5.1	STIMA SECONDO IL MODELLO “TRIP GENERATION”	48			
5.5.1.1	STRUTTURA COMMERCIALE ALIMENTARE	50			
5.5.1.2	STRUTTURA ALBERGHIERA	50			
5.5.1.3	DEFINIZIONE VEICOLI AGGIUNTIVI TOTALI	50			
5.5.1.4	CONFRONTO GENERAZIONE STUDIO PRECEDENTE	50			
5.6	BACINO GRAVITAZIONALE	52			
5.7	ASSEGNAZIONE FLUSSI AGGIUNTIVI SULLA RETE	52			
5.8	IDENTIFICAZIONE DELLO SCENARIO DI INTERVENTO	54			
6	ANALISI CONDIZIONI DI DEFLUSSO	55			
6.1	MODELLO DI MICROSIMULAZIONE	55			
6.1.1	DESCRIZIONE MODELLO CUBE DYNASIM	55			
6.1.1.1	CAR FOLLOWING	55			
6.1.1.2	GAP ACCEPTANCE	56			
6.1.1.3	PARAMETRI UTILIZZATI PER L'ANALISI	57			
6.2	SCENARIO ATTUALE – CALIBRAZIONE MODELLO	59			
6.3	SCENARIO DI RIFERIMENTO	65			
6.3.1	INTERSEZIONE 1: VIA AUTOSTRADA / VIA SPINO	66			
6.3.2	INTERSEZIONE 2: VIA PER ZANICA / VIA GUIDANA	66			

6.3.3	RISULTATI INTERA RETE	67
6.4	SCENARIO DI INTERVENTO	70
6.4.1	INTERSEZIONE 1: VIA AUTOSTRADA / VIA SPINO.....	72
6.4.2	INTERSEZIONE 2: VIA PER ZANICA / VIA GUIDANA	73
6.4.3	RISULTATI INTERA RETE	73
7	CONCLUSIONI	76
8	INDICE.....	78
8.1	INDICE DELLE FIGURE	78
8.2	INDICE DEI GRAFICI	78
8.3	INDICE DELLE TABELLE	78

1 PREMESSA

Il presente studio ha lo scopo di valutare le possibili ricadute viabilistiche conseguenti all'attivazione di **un comparto a destinazione commerciale e ricettivo**, nel Comune di Bergamo, localizzato in un'area posta nel quadrante sud del territorio comunale, al confine tra i quartieri di Carnovali e Malpensata, nonché posta a ridosso degli assi viabilistici di via Autostrada, ad ovest, e via per Zanica ad est.



Figura 1 – Area di intervento

Uno dei criteri che rende un sito qualificato ad accogliere una struttura come quella in esame è l'elevato grado di accessibilità per cui è necessario studiare/verificare una viabilità adeguata allo scopo.

Lo studio coinvolge un ambito viabilistico sufficientemente ampio da consentire un'analisi approfondita dell'accessibilità e delle intersezioni di maggior importanza, interessate dal progetto in esame.

Tale documento è un aggiornamento di uno studio redatto nel dicembre 2016 in seguito all'avanzamento dell'iter di autorizzazione che ha portato alla modifica delle funzioni presenti all'interno del lotto in esame.

In virtù di ciò si è effettuata una nuova campagna di rilievi di traffico per monitorare l'evoluzione del traffico nell'intorno dell'area, ed è stata poi posta a confronto con la banca dati a disposizione relativa all'anno 2016.

In particolare, il presente studio avrà lo scopo di inquadrare lo stato di fatto viabilistico e di valutare la situazione futura stimando i flussi in ingresso ed in uscita che potrebbero, nella peggiore delle ipotesi, essere generati dal nuovo insediamento previsto.

Premesso quanto sopra, si rileva che, nel presente studio viabilistico, il territorio ed i suoi diversi sistemi sono stati analizzati secondo livelli di approfondimenti diversi, definiti in funzione degli obiettivi dello studio. In particolare, le indagini hanno riguardato il sistema viabilistico infrastrutturale e di controllo del traffico, per quanto riguarda il quadro dell'offerta, mentre il quadro della domanda è stato definito mediante indagini sul traffico (flussi di traffico).

Le ricognizioni - che hanno interessato tutta la maglia viaria interessata dal progetto - hanno perseguito l'obiettivo di valutare il grado di accessibilità all'area, rilevando sia la quantità che la qualità dei collegamenti stradali esistenti. Tra le caratteristiche rilevate, è stata analizzata la sezione tipo per alcune strade, in quanto trattasi di dato di fondamentale importanza per il funzionamento del modello di simulazione del traffico, atteso che, da questi dati, si ricava la capacità veicolare di ogni singola strada e/o intersezione.

Il sistema di circolazione dell'Area di Studio è stato definito mediante il rilievo di sensi unici, divieti di svolta, divieti di accesso, assi pedonali o a traffico controllato, ciclopiste, corsie riservate al trasporto pubblico.

Le verifiche sul funzionamento dello schema di viabilità sono state effettuate attraverso un modello di microsimulazione: l'analisi è stata espletata considerando i flussi di traffico attualmente in transito nell'area a cui sono stati sommati i flussi di veicoli potenzialmente generati/attratti, nella peggiore delle ipotesi, dall'intervento in progetto, con lo scopo di analizzare puntualmente le intersezioni contermini, al fine di descriverne l'effettivo funzionamento, sulla base di una serie di parametri che concorrono a stimare il perditempo (in secondi) ed il livello delle code (in metri).

Le verifiche svolte hanno, altresì, valutato gli effetti indotti sulla mobilità dall'intervento di che trattasi, a tal fine quantificando i fenomeni di mobilità esistente, sia in termini quantitativi (rilievi di traffico), che qualitativi, e definendo, altresì, nei peculiari termini sopra precisati, i potenziali impatti conseguenti all'attivazione del progetto negli scenari ipotizzati.

Riassumendo, lo scopo del presente documento è quello di:

- analizzare lo stato di fatto della rete viaria contermina all'area oggetto di studio mediante apposito rilievo esaminando alcuni parametri viabilistici, quali: organizzazione geometrica della sede stradale e l'attuale regolamentazione della circolazione;
- individuare la domanda infrastrutturale di trasporto attraverso la stima dei flussi attuali sulla viabilità limitrofa all'area e confrontare i dati attuali con la base dati relativa all'anno 2016;
- stimare i flussi di traffico potenzialmente attratti/generati dagli interventi previsti nello scenario ipotizzato;
- assegnare i flussi veicolari potenzialmente aggiuntivi sulla rete secondo il bacino identificato;
- redigere un nuovo schema viabilistico che consenta l'accesso in piena sicurezza al nuovo comparto;
- verificare mediante apposito micro modello lo schema proposto, caricato dai flussi attualmente circolanti sulla rete e da quelli attratti/generati dall'intervento previsto.

Nel seguito del presente documento viene illustrata la metodologia di analisi adottata per le verifiche del funzionamento dell'assetto viabilistico del comparto.

2 METODOLOGIA DI STUDIO E SCENARI DI ANALISI

Per valutare le ricadute viabilistiche indotte dall’attuazione dell’intervento in oggetto, e per verificare se tale intervento è compatibile con i volumi di traffico che interessano l’area di studio allo stato attuale e negli scenari futuri, si è proceduto all’analisi dei seguenti scenari:

- **Scenario attuale** – relativo allo stato di fatto, finalizzato a caratterizzare la domanda attuale di mobilità, e l’offerta di trasporto (attraverso l’analisi della rete viabilistica, delle intersezioni e delle linee di trasporto pubblico che attraversano l’area di studio);
- **Scenario di riferimento:** è finalizzato a determinare le variazioni dei percorsi veicolari registrati nello scenario attuale in funzione dell’apertura della nuova bretella di collegamento tra via Autostrada e via per Zanica;
- **Scenario di intervento** – relativo allo scenario futuro, finalizzato ad analizzare gli schemi viabilistici di progetto in relazione ai flussi di traffico attuali e aggiuntivi potenzialmente generati / attratti dal nuovo intervento proposto.

2.1 ANALISI DELLO SCENARIO ATTUALE

E’ stato ricostruito, mediante apposito rilievo, lo stato di fatto viabilistico nelle intersezioni principali contermini all’area di intervento.

La rete viaria nel raggio di influenza veicolare dell’area è schematizzata attraverso alcuni parametri viabilistici:

- organizzazione e geometria della sede stradale;
- attuale regolamentazione della circolazione (sensi unici, semafori).

I dati di traffico, utilizzati per la determinazione dello stato attuale della viabilità contermini, sono stati ricavati da appositi rilievi di traffico, effettuati nel mese di gennaio 2020 nella giornata di giovedì 9. I dati di traffico rilevati verranno poi posti a confronto con la base dati a disposizione relativa al mese di novembre 2016.

Le analisi di traffico hanno riguardato i principali assi e nodi che saranno interessati dall’indotto veicolare potenzialmente generato/attratto dall’intervento in essere, e quindi le seguenti intersezioni:

- via Autostrada / via Spino;
- via per Zanica / via Guidana.

2.2 ANALISI DELLO SCENARIO DI RIFERIMENTO

Lo scenario di riferimento è stato considerato al fine di ricostruire la domanda e l’offerta di trasporto futura nell’ambito territoriale oggetto di studio, ponendo particolare attenzione alla realizzazione della bretella di collegamento tra via Autostrada e via per Zanica, prevista all’interno dell’Ambito di Trasformazione oggetto di studio.

Il raffronto tra le caratteristiche della circolazione dello Scenario di Riferimento e dello Scenario di Intervento offre la possibilità di valutare gli impatti derivanti dall’attivazione del progetto oggetto di studio.

2.3 ANALISI DELLO SCENARIO DI INTERVENTO

Lo scenario di intervento considera l’attivazione del nuovo insediamento in progetto. Dopo aver definito la domanda e l’offerta del trasporto nello scenario attuale, la struttura viabilistica in esame, viene “caricata” dal traffico attualmente presente nell’area di studio e dai flussi di traffico generati, per l’appunto, dal nuovo insediamento previsto, e ciò allo scopo di individuare lo scenario viabilistico che si registrerà a progetto ultimato. In questo modo, è possibile stimare i carichi veicolari sugli assi principali ed alle intersezioni di maggior importanza e valutarne gli effetti.

In riferimento all’analisi della rete di accesso, si precisa che il presente studio fornirà indicazioni in merito:

- alla qualità dell’accessibilità da parte delle persone (addetti e utenza), attraverso la stima della qualità della circolazione;
- ai valori dei carichi sui principali elementi infrastrutturali (archi, nodi e accessi) interessati dall’indotto veicolare eventualmente generato/attratto dall’intervento;
- ai dati sulla distribuzione delle manovre veicolari (Origine / Destinazione) alle intersezioni;
- ai risultati delle simulazioni effettuate circa la capacità di gestione dei flussi da parte dei principali elementi infrastrutturali.

2.4 CONFRONTO TRA SCENARI

Sulla base dei carichi veicolari individuati nello scenario di riferimento ed in quello di intervento, si verifica, quindi, l’impatto effettivo sul traffico che potrà avere l’intervento in esame.

3 ANALISI DELLO SCENARIO ATTUALE

I principali passi metodologici rispetto cui sono state organizzate le valutazioni effettuate per la caratterizzazione dello stato di fatto riguardano:

- l'**inquadramento territoriale** dell'area di studio;
- l'**evoluzione del quadro programmatico** infrastrutturale che caratterizza l'area di intervento;
- la **ricostruzione dell'offerta di trasporto privato** mediante l'analisi della rete viabilistica adiacente all'area di intervento;
- la **ricostruzione dell'offerta di trasporto pubblico**: mediante l'analisi della rete TPL adiacente all'area di intervento;
- la **ricostruzione della domanda attuale**: mediante l'analisi della mobilità attuale viene riprodotto l'andamento dei flussi di traffico che attraversano la rete dell'area di studio.

La rete viaria, nel raggio di influenza veicolare dell'area, è schematizzata attraverso alcuni parametri viabilistici:

- organizzazione e geometria della sede stradale;
- attuale regolamentazione della circolazione (sensi unici, semafori, etc...);
- attraversamenti pedonali.

Le ricognizioni sulla maglia viaria si propongono di valutare il grado di accessibilità veicolare all'area in esame, rilevando sia la quantità che la qualità dei collegamenti stradali esistenti.

A livello urbano, l'indagine ha previsto il rilevamento fotografico delle sezioni più significative, per comprendere la capacità fisica delle strade (sezione stradale, aree di sosta, marciapiede e/o banchina).

3.1 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

Il nuovo insediamento sorge in un'area, attualmente dismessa, posta nel quadrante sud del territorio comunale, nonché localizzata a ridosso degli assi viabilistici di via Autostrada, ad ovest, e via per Zanica, ad est.

L'area è raggiungibile mediante la SS470 della Valle Brembana e tramite il casello di Bergamo dell'autostrada A4 Milano-Venezia.



Figura 2 – Inquadramento scala vasta



3.2 EVOLUZIONE DEL QUADRO PROGRAMMATICO

Il quadro programmatico viene introdotto al fine di identificare gli interventi infrastrutturali che caratterizzeranno l'area di studio.

L'analisi è stata realizzata considerando i documenti di pianificazione locale quale il Piano di Governo del Territorio (PGT) del Comune di Bergamo.

3.2.1 INTERVENTI INFRASTRUTTURALI NELL'AREA DI STUDIO PGT

Il Piano di Governo del Territorio del Comune di Bergamo, risulta approvato definitivamente con Delibera di C.C. n. 86 in data 14/05/2010 e pubblicata su BURL n. 29 del 21/07/2010 (Fonte: Comune di Bergamo). Recentemente, con Delibera di C.C. n. 117 in data 23/07/2019 e pubblicata su BURL il 04/12/2019, è stata approvata la sua ultima Variante (Fonte: Regione Lombardia PGTWEB).

In particolare, l'obiettivo del PGT, relativamente all'area oggetto di intervento, risulta essere l'ottimizzazione dell'uso del suolo attraverso la compattazione delle aree edificabili ed all'incremento della superficie permeabile.

Inoltre, viene richiesta la realizzazione della bretella di collegamento tra via Autostrada e via per Zanica.

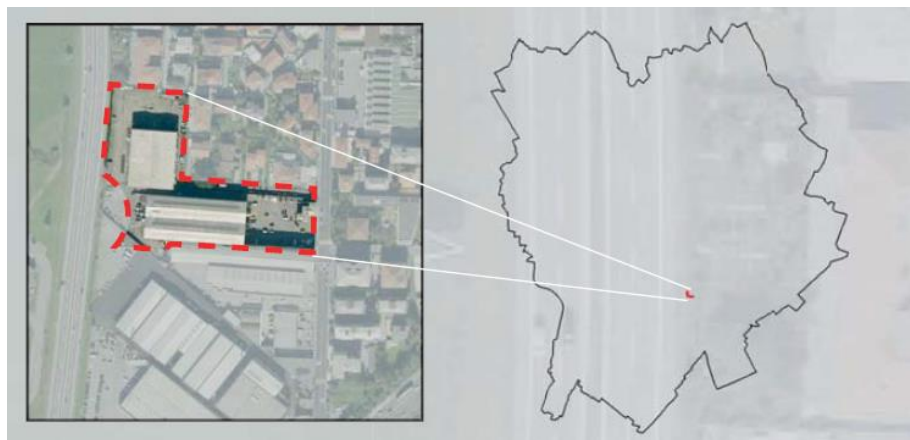


Figura 4 – Inquadramento dell'area

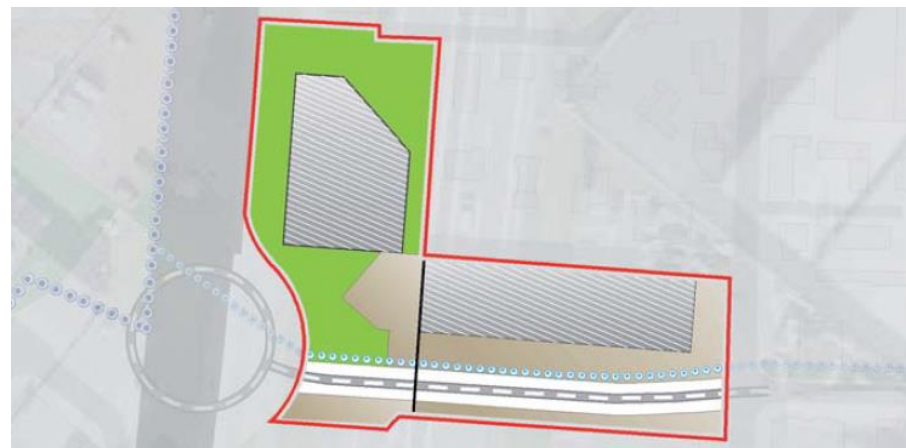


Figura 5 – Schema insediativo Ambito di Trasformazione

Ad una scala più ampia, relativamente alle infrastrutture previste, la *Tavola DP4 – Scenari per il sistema infrastrutturale* contenuta del Documento di Piano del PGT, mostra le previsioni di scenario del nuovo sistema viabilistico che dovranno essere adottate in corrispondenza dell'area oggetto di intervento: si tratta della bretella di collegamento tra via Autostrada e via per Zanica.

Il collegamento tra via Autostrada e via per Zanica prevista dallo strumento urbanistico sarà recepito dal progetto e dal presente documento.



Figura 6 – Estratto DP4 – Scenari per il sistema infrastrutturale – quadrante ovest

3.3 ANALISI DELL'OFFERTA ATTUALE DI TRASPORTO PRIVATO

L'analisi dell'offerta di trasporto privato si propone di valutare il grado di accessibilità veicolare all'area in esame, rilevando sia la quantità che la qualità dei collegamenti stradali esistenti.

La viabilità principale, in relazione all'area in esame, come precedentemente citato, è costituita da via Autostrada e da via Spino, ad ovest, e da via per Zanica, via Guidana, ad est. Le strade attualmente in esercizio, al contorno del comparto in esame, sono tutte a doppio senso di marcia.

L'immagine seguente mostra la regolamentazione della circolazione sulla rete stradale del comparto e la regolamentazione delle intersezioni.



Figura 7 – Regolamentazione della circolazione

3.3.1 ANALISI DEGLI ASSI VIARI

Utile ai fini della descrizione delle caratteristiche delle sezioni stradali prossime all'area oggetto di intervento, di seguito si riporta l'estratto della *Tavola DP4 – Scenari per il sistema infrastrutturale* contenuta del PGT comunale, nella quale viene fornita la classifica funzionale della rete stradale.

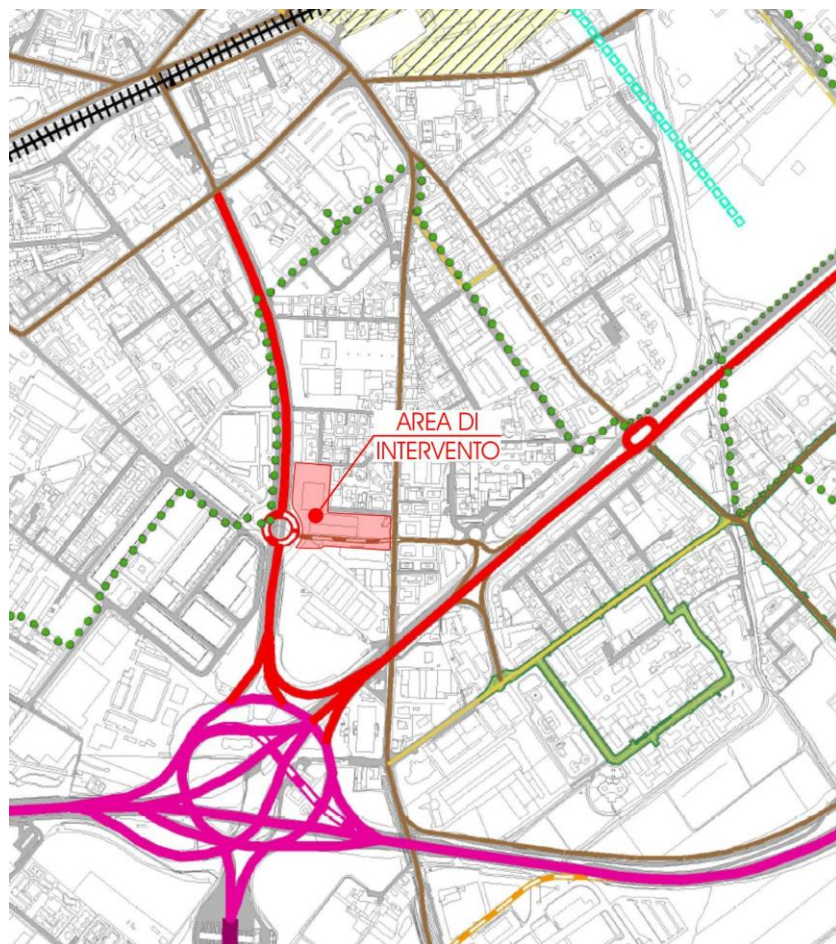


Figura 8 – Estratto Tavola DP4 – Scenari per il sistema infrastrutturale

SISTEMA DELLA MOBILITA' SU GOMMA			
ESISTENTE	IN ATTUAZIONE	IN PREVISIONE	CLASSE (Codice della Strada)
			A - Autostrade (1)
			B - Strade extraurbane principali (1,2,4,8,12)
			C - Strade extraurbane secondarie (1,2,4,7,12)
			D - Strade urbane di scorrimento (2,7,8,12)
			E - Strade urbane di quartiere (4,12)
			F - Strade locali (4,12)
			Tratti in galleria (1)
			Sovrappassi (12)
			Sottopassi (12)
			Zone 30 (5,11)
			Parcheggi di interscambio a raso
			Parcheggi di interscambio in struttura

Figura 9 – Estratto Tavola DP4 – Scenari per il sistema infrastrutturale
Nel dettaglio, vengono esaminate e descritte le seguenti strade:

- S1: via Autostrada nord;
- S2: via Spino;
- S3: via Autostrada sud;
- S4: via per Zanica sud;
- S5: via Guidana;
- S6: via per Zanica nord.

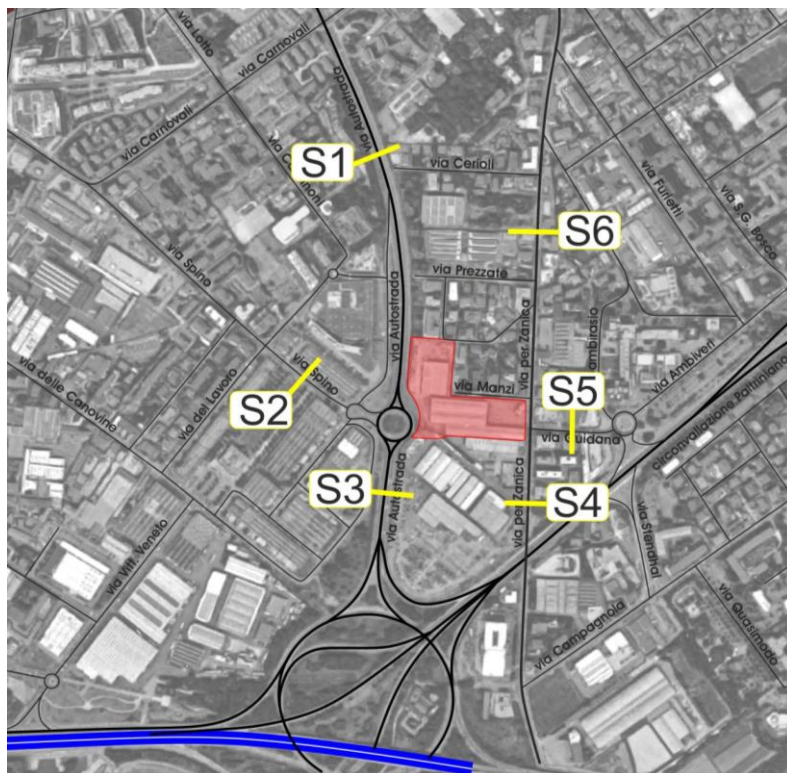


Figura 10 – Sezioni analizzate

In particolare, saranno prese in considerazione la classificazione della rete, ove tale dato è reso disponibile dai documenti di pianificazione comunale, il regime di circolazione e le caratteristiche geometriche delle strade, la cui indicazione è da ritenersi indicativa.

3.3.1.1 S1: VIA AUTOSTRADA NORD



Foto 1 – S1: via Autostrada nord – direzione sud

Ambito	urbano
Classifica stradale	D - urbana di scorrimento
Carreggiata	doppia
Larghezza complessiva	circa 19,0 metri
Senso di circolazione	doppio senso
Numero corsie per direzione	2+2
Banchine laterali	sì
Marciapiedi	no
Pista ciclabile	no
Fermata Trasporto Pubblico	no
Sosta laterale	no
Strada di servizio	no
NOTE:	

3.3.1.2 S2: VIA SPINO

Foto 2 – S2: via Spino – direzione ovest

Ambito	urbano
Classifica stradale	F - locale
Carreggiata	singola
Larghezza complessiva	circa 13,0 metri
Senso di circolazione	doppio senso
Numero corsie per direzione	1+1
Banchine laterali	no
Marciapiedi	si
Pista ciclabile	no
Fermata Trasporto Pubblico	no
Sosta laterale	si, regolamentata
Strada di servizio	no
NOTE:	

3.3.1.3 S3: VIA AUTOSTRADA SUD

Foto 3 – S3: via Autostrada sud – direzione sud

Ambito	urbano
Classifica stradale	D - urbana di scorrimento
Carreggiata	doppia
Larghezza complessiva	circa 22,0 metri
Senso di circolazione	doppio senso
Numero corsie per direzione	2+2
Banchine laterali	si
Marciapiedi	no
Pista ciclabile	no
Fermata Trasporto Pubblico	no
Sosta laterale	no
Strada di servizio	no
NOTE:	

3.3.1.4 S4: VIA PER ZANICA SUD

Foto 4 – S4: via per Zanica sud – direzione nord

Ambito	urbano
Classifica stradale	E - urbana di quartiere
Carreggiata	singola
Larghezza complessiva	circa 10,0 metri
Senso di circolazione	doppio senso
Numero corsie per direzione	1 + 1
Banchine laterali	no
Marciapiedi	si
Pista ciclabile	no
Fermata Trasporto Pubblico	si
Sosta laterale	no
Strada di servizio	no
NOTE:	

3.3.1.5 S5: VIA GUIDANA

Foto 5 – S5: via Guidana – direzione est

Ambito	urbano
Classifica stradale	E - urbana di quartiere
Carreggiata	singola
Larghezza complessiva	circa 7,0 metri
Senso di circolazione	doppio senso
Numero corsie per direzione	1 + 1
Banchine laterali	si
Marciapiedi	si
Pista ciclabile	no
Fermata Trasporto Pubblico	no
Sosta laterale	no
Strada di servizio	no
NOTE:	

3.3.1.6 S6: VIA PER ZANICA NORD



Foto 6 – S6: via per Zanica nord – direzione sud

Ambito	urbano
Classifica stradale	E - urbana di quartiere
Carreggiata	singola
Larghezza complessiva	circa 9,0 metri
Senso di circolazione	doppio senso
Numero corsie per direzione	1+1
Banchine laterali	no
Marciapiedi	si
Pista ciclabile	no
Fermata Trasporto Pubblico	si
Sosta laterale	no
Strada di servizio	no
NOTE:	

3.3.2 ANALISI DELLE PRINCIPALI INTERSEZIONI

Di seguito sono analizzate le principali intersezioni dell'area nella quale si inserisce l'intervento oggetto di studio. In particolare, sono indagate le intersezioni che consentono l'accesso all'area di intervento:

- Intersezione 1: via Autostrada / via Spino;
- Intersezione 2: via per Zanica / via Guidana;
- Intersezione 3: via Guidana / via Gambirasio / via Ambiveri;
- Intersezione 4: via Stendhal / via Campagnola;
- Intersezione 5: via Campagnola / via per Zanica;
- Intersezione 6: via per Zanica / via Tadini;
- Intersezione 7: via per Zanica / via S.G. Bosco;
- Intersezione 8: via per Zanica / via Carnovali / via Gavazzeni;
- Intersezione 9: via Carnovali / via Autostrada.



Figura 11 – Intersezioni analizzate

3.3.2.1 INTERSEZIONE 1: VIA AUTOSTRADA / VIA SPINO



Figura 12 – Intersezione 1: via Autostrada / via Spino

Ambito	urbano			
Tipo regolamentazione	rotatoria			
Numero innesti	3			
	num corsie IN	num corsie OUT	corsie di svolta esterne	manovre vietate
ramo A: via Autostrada nord	2	2	no	nessuna
ramo B: via Spino	2	2	no	nessuna
ramo C: via Autostrada sud	2	2	no	nessuna
attraversamenti pedonali / ciclabili				
ramo A: via Autostrada nord	no	--		
ramo B: via Spino	no	--		
ramo C: via Autostrada sud	no	--		

NOTE:

3.3.2.2 INTERSEZIONE 2: VIA PER ZANICA / VIA GUIDANA



Figura 13 – Intersezione 2: via per Zanica / via Guidana

Ambito	urbano			
Tipo regolamentazione	intersezione semaforizzata			
Numero innesti	3			
	num corsie IN	num corsie OUT	corsie di svolta esterne	manovre vietate
ramo A: via per Zanica nord	1	1	no	nessuna
ramo B: via per Zanica sud	1	1	no	nessuna
ramo C: via Guidana	1	1	no	nessuna
attraversamenti pedonali / ciclabili				
ramo A: via per Zanica nord	si	a raso		
ramo B: via per Zanica sud	si	a raso		
ramo C: via Guidana	no	--		

NOTE:

3.3.2.3 INTERSEZIONE 3: VIA GUIDANA / VIA AMBIVERI / VIA GAMBIRASIO



Figura 14 – Intersezione 3: via Guidana / via Ambiveri / via Gambirasio

Ambito	urbano			
Tipo regolamentazione	rotatoria			
Numero innesti	4			
	num corsie IN	num corsie OUT	corsie di svolta esterne	manovre vietate
ramo A: via Ambiveri	1	1	no	nessuna
ramo B: via Gambirasio	1	1	no	nessuna
ramo C: via Guidana	1	1	no	nessuna
ramo D: circonv. Paltriniano	1	1	no	nessuna
attraversamenti pedonali / ciclabili				
ramo A: via Ambiveri	si	a raso		
ramo B: via Gambirasio	si	a raso		
ramo C: via Guidana	si	a raso		
ramo D: circonv. Paltriniano	si	a raso		

NOTE:

3.3.2.4 INTERSEZIONE 4: VIA CAMPAGNOLA / VIA STENDHAL

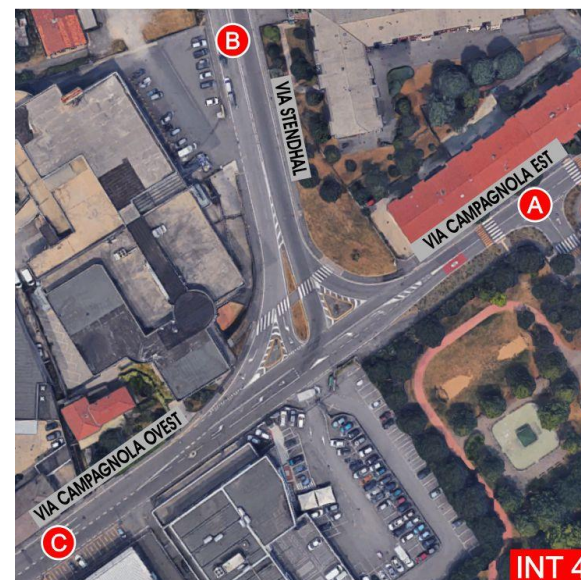


Figura 15 – Intersezione 4: via Campagnola / via Stendhal

Ambito	urbano			
Tipo regolamentazione	innesto con precedenza / Stop			
Numero innesti	3			
	num corsie IN	num corsie OUT	corsie di svolta esterne	manovre vietate
ramo A: via Campagnola est	1	1	no	nessuna
ramo B: via Stendhal	2	2	no	nessuna
ramo C: via Campagnola ovest	2	1	no	nessuna
attraversamenti pedonali / ciclabili				
ramo A: via Campagnola est	si	rialzato		
ramo B: via Stendhal	si	a raso		
ramo C: via Campagnola ovest	no	--		

NOTE:

3.3.2.5 INTERSEZIONE 5: VIA CAMPAGNOLA / VIA PER ZANICA



Figura 16 – Intersezione 5: via Campagnola / via per Zanica

Ambito	urbano			
Tipo regolamentazione	intersezione semaforizzata			
Numero innesti	4			
	num corsie IN	num corsie OUT	corsie di svolta esterne	manovre vietate
ramo A: via Campagnola	2	1	no	nessuna
ramo B: via per Zanica nord	2	1	no	nessuna
ramo C: via De Saussure	1	1	no	nessuna
ramo D: via per Zanica sud	2	1	no	nessuna
attraversamenti pedonali / ciclabili				
ramo A: via Campagnola	no	--		
ramo B: via per Zanica nord	si	a raso		
ramo C: via De Saussure	si	a raso		
ramo D: via per Zanica sud	no	--		

NOTE:

3.3.2.6 INTERSEZIONE 6: VIA PER ZANICA / VIA TADINI



Figura 17 – Intersezione 6: via per Zanica / via Tadini

Ambito	urbano			
Tipo regolamentazione	innesto con precedenza / Stop			
Numero innesti	3			
	num corsie IN	num corsie OUT	corsie di svolta esterne	manovre vietate
ramo A: via per Zanica nord	1	1	no	nessuna
ramo B: via per Zanica sud	1	1	no	nessuna
ramo C: via Tadini	--	1	no	nessuna
attraversamenti pedonali / ciclabili				
ramo A: via per Zanica nord	no	--		
ramo B: via per Zanica sud	si	a raso		
ramo C: via Tadini	si	a raso		

NOTE:

3.3.2.7 INTERSEZIONE 7: VIA PER ZANICA / VIA S.G. BOSCO



Figura 18 – Intersezione 7: via per Zanica / via S.G. Bosco

Ambito	urbano			
Tipo regolamentazione	innesto con precedenza / Stop			
Numero innesti	4			
	num corsie IN	num corsie OUT	corsie di svolta esterne	manovre vietate
ramo A: via per Zanica nord	2	3	no	nessuna
ramo B: via Mozart	1	1	no	nessuna
ramo C: via per Zanica sud	1	2	no	nessuna
ramo D: via S.G. Bosco	2	--	no	nessuna
attraversamenti pedonali / ciclabili				
ramo A: via per Zanica nord	no	--		
ramo B: via Mozart	si	a raso		
ramo C: via per Zanica sud	si	a raso		
ramo D: via S.G. Bosco	si	a raso		

NOTE:

3.3.2.8 INTERSEZIONE 8: VIA PER ZANICA / VIA CARNOVALI / VIA GAVAZZENI



Figura 19 – Intersezione 8: via per Zanica / via Carnovali / via Gavazzeni

Ambito	urbano			
Tipo regolamentazione	rotatoria			
Numero innesti	4			
	num corsie IN	num corsie OUT	corsie di svolta esterne	manovre vietate
ramo A: via Gavazzeni	1	1	no	nessuna
ramo B: via per Zanica nord	2	1	no	nessuna
ramo C: via Carnovali	1	1	no	nessuna
ramo D: via per Zanica sud	2	1	no	nessuna
attraversamenti pedonali / ciclabili				
ramo A: via Gavazzeni	si	a raso		
ramo B: via per Zanica nord	si	a raso		
ramo C: via Carnovali	si	a raso		
ramo D: via per Zanica sud	si	a raso		

NOTE:

3.3.2.9 INTERSEZIONE 9: VIA CARNOVALI / VIA AUTOSTRADA



Figura 20 – Intersezione 9: via Carnovali / via Autostrada

Ambito	urbano			
Tipo regolamentazione	intersezione semaforizzata			
Numero innesti	4			
	num corsie IN	num corsie OUT	corsie di svolta esterne	manovre vietate
ramo A: via Carnovali est	2	1	si	nessuna
ramo B: via Autostrada nord	4	2	no	nessuna
ramo C: via Carnovali ovest	1	1	no	nessuna
ramo D: via Autostrada sud	3	2	no	nessuna
attraversamenti pedonali / ciclabili				
ramo A: via Carnovali est	si	a raso		
ramo B: via Autostrada nord	no	--		
ramo C: via Carnovali ovest	si	a raso		
ramo D: via Autostrada sud	si	a raso		

NOTE:

3.4 ANALISI DELL'OFFERTA ATTUALE DI TRASPORTO PUBBLICO E UTENZE DEBOLI

L'area nella quale si colloca l'intervento oggetto di studio presenta una buona accessibilità da parte del mezzo di trasporto pubblico.

In particolare, oltre alla Stazione Ferroviaria di Bergamo localizzata in prossimità di Piazza Marconi, posta a nord-est a circa 1,5 km di distanza, lungo via per Zanica, strada che corre sul lato est dell'area di intervento, transita la linea 5C, gestite da ATB, così come mostrato nell'immagine seguente (Fonte: ATB).



Figura 21 – Estratto grafo della rete ATB



Figura 22 – Percorso Linea 5 - rete ATB

Le fermate sono adeguatamente collegate all'area oggetto di studio, mediante itinerari pedonali protetti, permettendo ai fruitori del trasporto pubblico, di raggiungere il comparto oggetto di analisi in totale sicurezza.

Nel dettaglio, si riporta la localizzazione delle fermate del trasporto pubblico con le relative distanze all'area oggetto di studio.

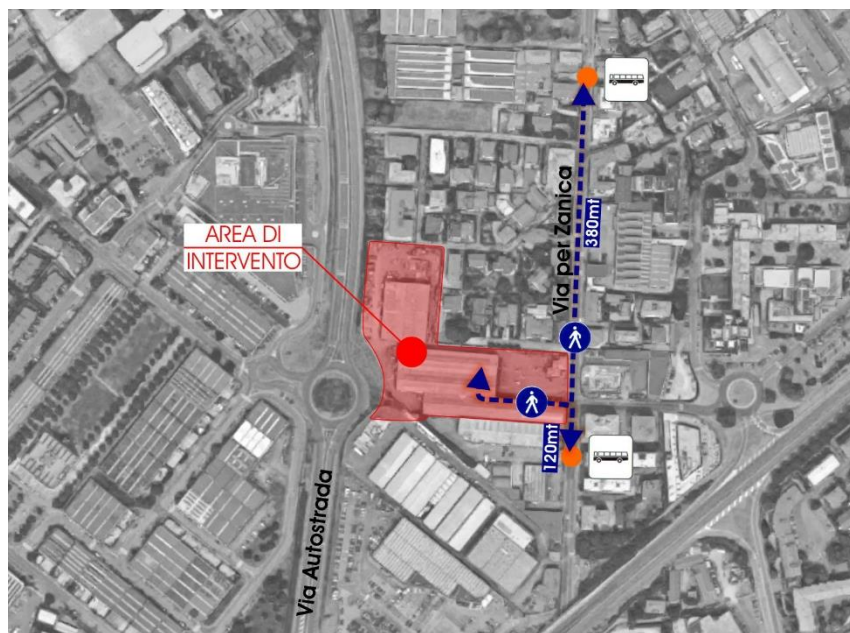


Figura 23 – Localizzazione fermate TPL

Le foto seguenti riportano la localizzazione delle fermate poste lungo via per Zanica.



Foto 7 – Fermate TPL in via per Zanica sud



Foto 8 – Fermate TPL in via per Zanica nord

PER FINALITA' CAUTELATIVE IL PRESENTE STUDIO MUOVE DAL PRESUPPOSTO CHE GLI ADDETTI E GLI UTENTI POTENZIALMENTE GENERATI DAL NUOVO INSEDIAMENTO COMMERCIALE IN PROGETTO NON SI AVVARRANNO DEL SERVIZIO DI TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (TPL).

3.4.1 ANALISI DELL'OFFERTA FUTURA ITINERARI CICLOPEDONALI

Relativamente al sistema della mobilità dolce, il PGT, prevede necessarie connessioni tra percorsi ciclopedonali, in specie quelli di primo livello, che si estendono ad ovest dell'area oggetto di intervento, in modo da ampliare la gamma dell'offerta anche a chi proviene dalla scala sovralocale.

Dall'estratto della *Tavola PS4 – Sistema della mobilità sostenibile* – di seguito riportata, emerge che, in prossimità dell'area, transitano anche percorsi ciclopedonali di secondo livello.

In particolare il PGT classifica la rete ciclopedonale nel seguente modo:

- *Percorsi ciclopedonali di primo livello*: si sviluppano da est ad ovest lungo due direttrici: attraverso il centro cittadino e a sud della ferrovia. La prima direttrice si attesta sul tracciato già previsto dal PRG previgente lungo il cosiddetto “Sentierone allungato”, la seconda attraversa la città connettendo i grandi parchi urbani esistenti, le stanze verdi previste nel progetto e costruisce percorsi alternativi protetti dall'interno e tra i quartieri periferici. Il percorso primario avrà caratteristiche di infrastruttura dolce urbana, che affianca alla pista ciclabile, ove possibile, un percorso pedonale e un elemento verde lineare e, ove possibile sarà collocato in sede propria protetta. La ciclovia si suddivide in due categorie: esistente (comprende sia tracciati realizzati che quelli in corso di realizzazione) e di progetto previsti dalle strategie del manifesto di piano.
- *Percorsi ciclopedonali di secondo livello*: sono caratterizzati da una rete di tracciati che collegano le piste ciclopedonali di primo livello nel centro cittadino e, nella fascia periurbana, si connettono con la rete ciclabile di livello territoriale. I tracciati extraurbani articolano il percorso primario all'interno dei quartieri di cintura e, in corrispondenza degli spazi aperti, riprendono i percorsi esistenti e rafforzano il carattere del paesaggio agricolo tradizionale segnato dai filari, dai canali e da altri manufatti storici, potenziandone il grado di accessibilità e fruibilità. Il percorso ha caratteristiche differenti in relazione alla sua localizzazione in ambito urbano o extraurbano, dove si connota maggiormente come elemento più spiccatamente ciclabile di tipo campestre (greenway).

- *Percorsi ciclopedonali di livello territoriale*: sono percorsi che connettono la rete ciclopedonale locale con quella di livello sovracomunale prevista dal Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale. Sono finalizzati alla creazione di sistemi di scala vasta che consentono il rafforzamento della mobilità lenta anche in prossimità della rete di trasporto pubblico e si possono configurare come alternative agli spostamenti pendolari tra il capoluogo e i centri urbani di cintura. In fase di attuazione della rete dovranno essere affrontati e risolti punti di criticità della connessione ciclopedonale causati dall'incrocio con infrastrutture stradali (sia ad elevato scorrimento che di quartiere) che negano la continuità tra gli elementi della rete di mobilità dolce, creando ostacoli di attraversamento alle piste ciclabili in progetto.

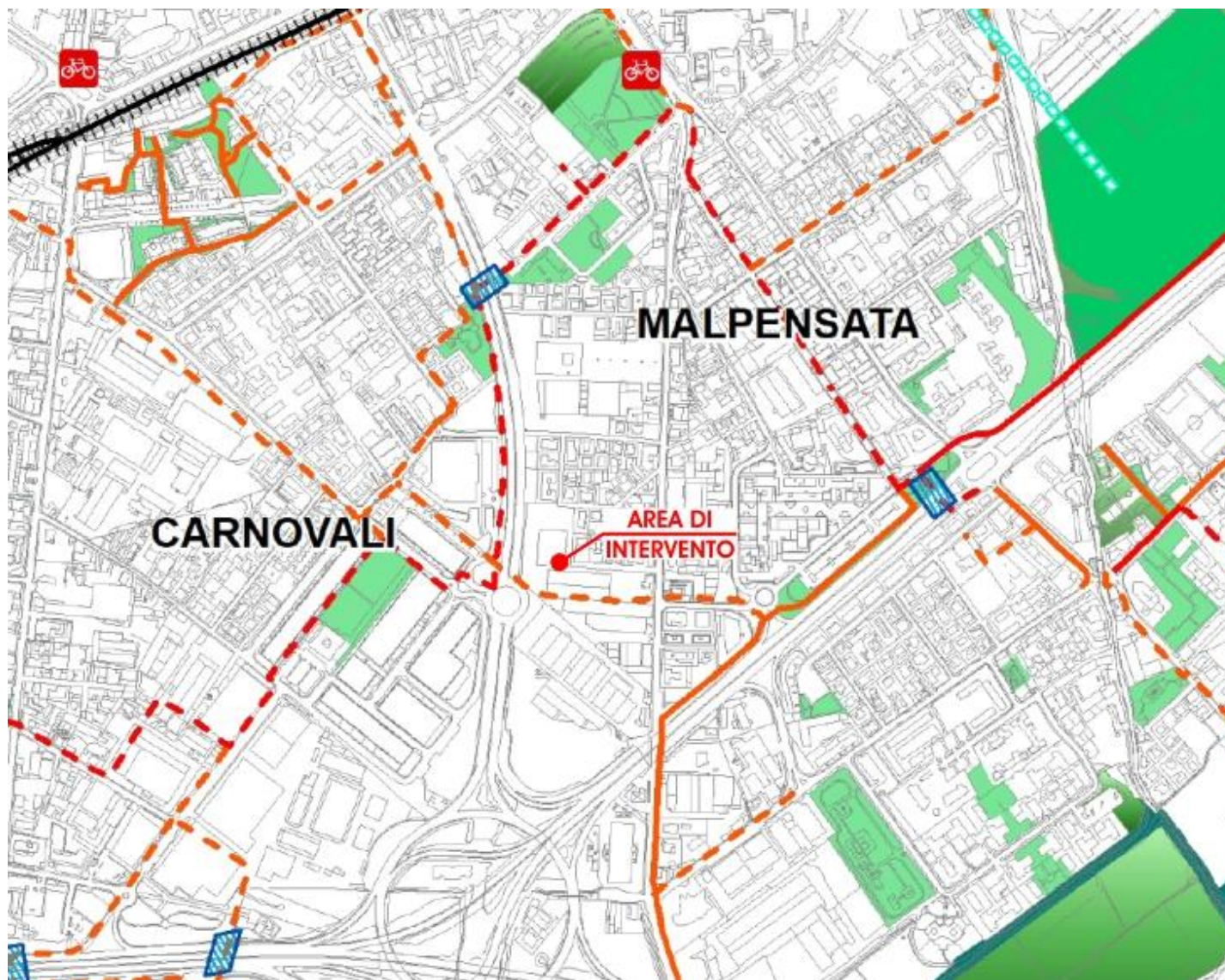


Figura 24 – Estratto Tavola PS4 – Sistema della mobilità sostenibile

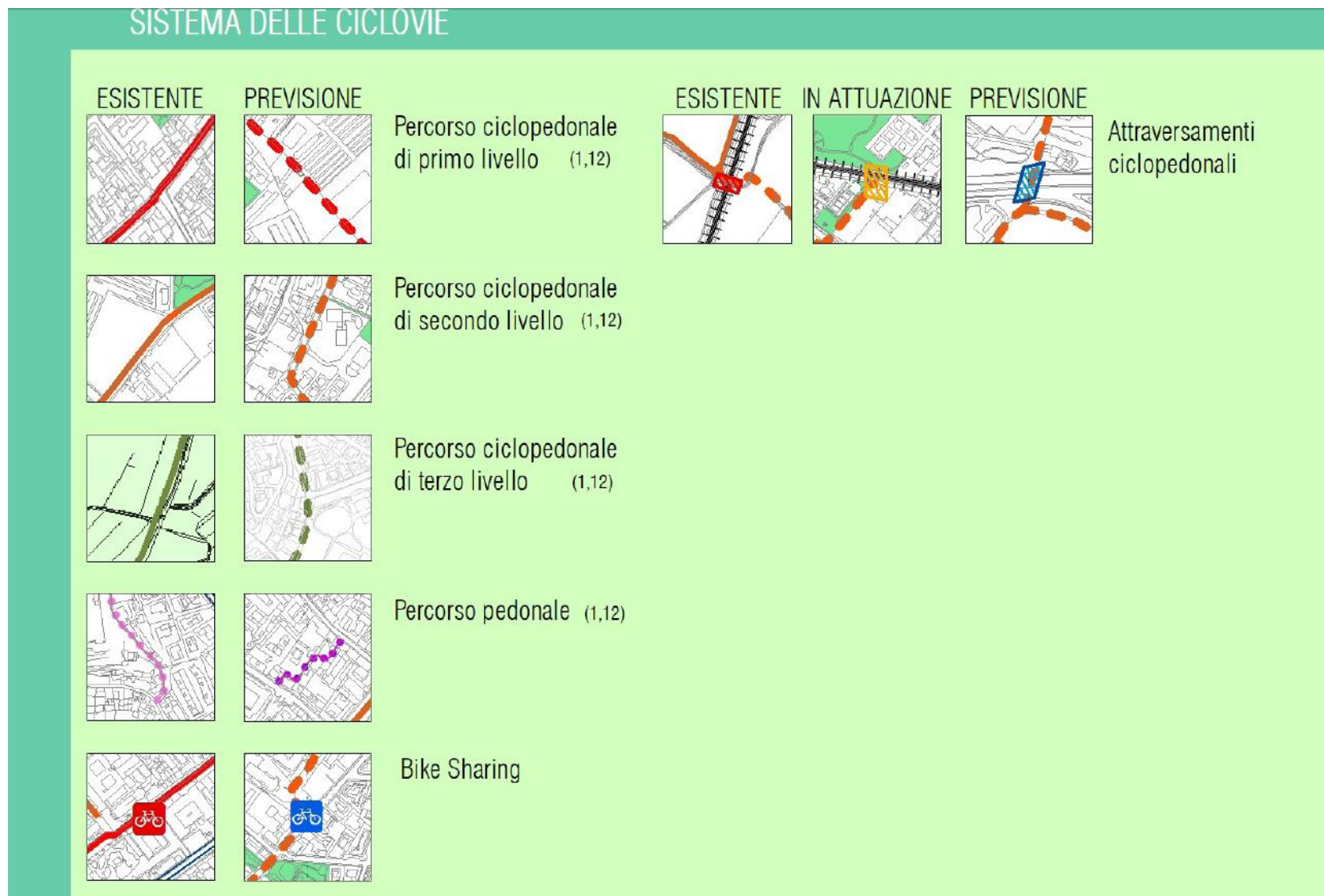


Figura 25 – Estratto Tavola PS4 – Sistema della mobilità sostenibile – Legenda

3.5 ANALISI DELLA DOMANDA ATTUALE DI TRASPORTO

La conoscenza dei dati di traffico veicolare è una componente fondamentale per consentire di analizzare dapprima la situazione di traffico esistente - allo stato attuale - nell'area in esame e, successivamente, di stimare il traffico potenzialmente indotto (incrementi) derivante dalla realizzazione del progetto, al fine di verificare il corretto dimensionamento e l'efficacia della rete viabilistica di riferimento e dei punti di accesso.

La domanda di mobilità urbana può essere sinteticamente descritta – in rapporto ad un determinato arco temporale di riferimento - in termini di “flussi veicolari” su significative sezioni della rete stradale, che origina degli spostamenti, da caricarsi sulla rete viaria esistente.

Per la determinazione degli effetti sulla viabilità determinati dall'intervento in esame, è fondamentale completare la costruzione dello stato di fatto, mediante l'individuazione della domanda infrastrutturale di trasporto generata e/o indotta.

Per avere un quadro più verosimile possibile, sono stati effettuati, relativamente all'area oggetto del presente studio, specifici rilievi nelle intersezioni di maggior rilevanza.

Detti rilievi di traffico sono stati effettuati nella giornata di **giovedì 09 gennaio 2020**, con riferimento alla fascia oraria serale compresa tra le **17:00 e le 19:00**.

I dati di traffico rilevati sono stati poi posti a confronto con la base dati a disposizione relativa al mese di novembre 2016.

L'ora di punta serale rappresenta la situazione più sfavorevole in termini di flusso di traffico, in quanto agli spostamenti casa – lavoro si sommano gli spostamenti generati – attratti dalle funzioni commerciali previste dal progetto.

I flussi veicolari nelle strade adiacenti l'area in esame sono stati rilevati mediante il monitoraggio (con la determinazione dei flussi globali per direzione ed analisi delle manovre di svolta) delle seguenti intersezioni:

- INTERSEZIONE 1: via Autostrada / via Spino;
- INTERSEZIONE 2: via per Zanica / via Guidana.

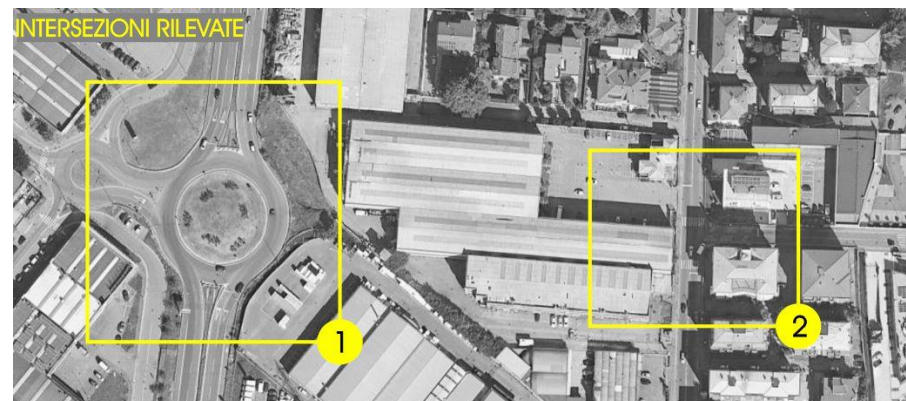


Figura 26 – Identificazione intersezioni rilevate

I conteggi manuali (diretti in loco e in remoto da videofilmati) sono stati utilizzati per monitorare le manovre di ingresso ed uscita dalle intersezioni in esame. In questo modo, è stato possibile individuare l'ora di punta e conoscere il numero di veicoli che effettuano le diverse manovre di svolta e al contempo ricostruire gli itinerari di ingresso/uscita. I dati sono stati raccolti ad intervalli di 15 minuti, in modo da individuare eventuali situazioni puntuali anomale.

I flussi veicolari sono stati disaggregati per:

- direzione di marcia;
- fascia oraria;
- classe veicolare, leggera e pesante.



Foto 9 – Postazione di rilievo con telecamera

Per la restituzione dei dati numerici rilevati, i flussi sono stati omogeneizzati (tradotti in veicoli equivalenti) nel seguente modo (i valori relativi ai flussi di traffico che saranno indicati nei paragrafi successivi sono espressi in veicoli equivalenti):

- Autoveicoli pari a 1 veicolo equivalente;
- Mezzi pesanti (>3,5t) pari a 2 veicoli equivalenti.

La seguente immagine mostra alcuni esempi di veicoli, così detti “leggeri” e altri “pesanti”.



Figura 27 – Esempi veicoli appartenenti alle classi veicolari “leggeri” e “pesanti”

Così facendo, è stato possibile ricostruire la matrice origine/destinazione per ognuna delle intersezioni rilevate conservando le informazioni sui singoli itinerari utili ai fini delle verifiche micro sul singolo nodo.

Per poter analizzare nel dettaglio l’attuale situazione viabilistica dell’area in esame, si passa ora alla restituzione dei flussi di traffico attuali, così come rilevati mediante l’apposita campagna di indagine.

3.5.1 BASE DATI NOVEMBRE 2016

Di seguito si riportano i rilievi di traffico effettuati nel mese di novembre 2016 in prossimità delle stesse intersezioni analizzate nel mese di gennaio 2020.

3.5.1.1 INTERSEZIONE 1: VIA AUTOSTRADA / VIA SPINO

Le sezioni e le manovre rilevate sono schematizzate nell'immagine seguente.

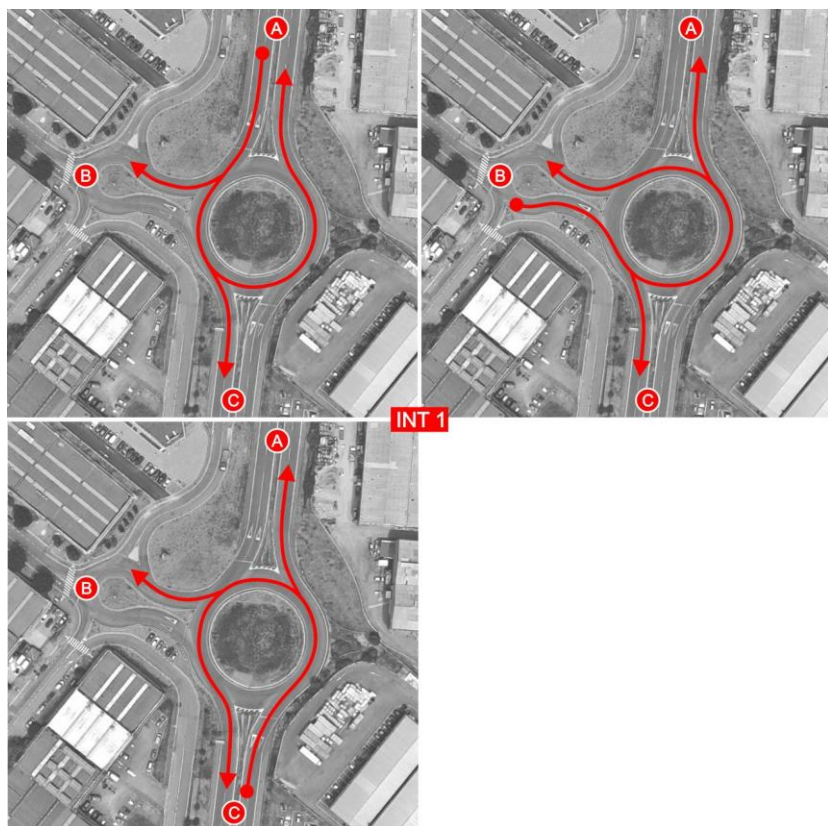


Figura 28 – Intersezione 1 – sezioni e manovre di rilievo

Nell'intersezione in esame il flusso complessivo in ingresso/uscita, nelle ore di rilievo, risulta essere suddiviso come riportato nella seguente tabella.

COMUNE DI BERGAMO (BG)										
INTERSEZIONE 1: via Autostrada / via Spino - Venerdì 04/11/2016										
DATI DISAGGREGATI										
INGRESSO NELL'INTERSEZIONE										

1A: via Autostrada nord										
Ora	1B: via Spino			1C: via Autostrada sud			1A: via Autostrada nord - inversione			TOTALE
	Leggeri	>35q	Totale	Leggeri	>35q	Totale	Leggeri	>35q	Totale	
17.00 - 17.15	11	0	11	217	3	220	20	0	20	251
17.15 - 17.30	7	1	8	199	7	206	19	0	19	233
17.30 - 17.45	3	0	3	188	3	191	20	0	20	214
17.45 - 18.00	5	0	5	204	1	205	34	0	34	244
18.00 - 18.15	12	1	13	206	1	207	32	0	32	252
18.15 - 18.30	7	0	7	198	1	199	35	0	35	241
18.30 - 18.45	5	0	5	195	3	198	11	0	11	214
18.45 - 19.00	6	0	6	181	2	183	44	0	44	233
Tot. 17.00 - 18.00	56	1	27	808	14	822	93	0	93	942
Tot. 17.30 - 18.30	27	1	28	796	6	802	121	0	121	951
Tot. 18.00 - 19.00	30	1	31	780	7	787	122	0	122	940

1B: via Spino										
Ora	1C: via Autostrada sud			1A: via Autostrada nord			1B: via Spino - inversione			TOTALE
	Leggeri	>35q	Totale	Leggeri	>35q	Totale	Leggeri	>35q	Totale	
17.00 - 17.15	81	0	81	26	0	26	1	0	1	108
17.15 - 17.30	110	3	113	25	0	25	1	0	1	139
17.30 - 17.45	102	4	106	14	0	14	2	0	2	122
17.45 - 18.00	80	4	84	31	0	31	1	0	1	116
18.00 - 18.15	106	1	107	22	0	22	1	0	1	130
18.15 - 18.30	90	1	91	34	0	34	3	0	3	128
18.30 - 18.45	96	1	97	9	0	9	2	0	2	108
18.45 - 19.00	78	0	78	15	0	15	2	0	2	95
Tot. 17.00 - 18.00	743	11	384	96	0	96	5	0	5	485
Tot. 17.30 - 18.30	378	10	388	101	0	101	7	0	7	496
Tot. 18.00 - 19.00	370	3	373	80	0	80	8	0	8	461

1C: via Autostrada sud										
Ora	1A: via Autostrada nord			1B: via Spino			1C: via Autostrada sud - inversione			TOTALE
	Leggeri	>35q	Totale	Leggeri	>35q	Totale	Leggeri	>35q	Totale	
17.00 - 17.15	125	3	128	77	1	78	23	0	23	229
17.15 - 17.30	112	3	115	103	1	104	24	0	24	243
17.30 - 17.45	106	1	107	125	0	125	23	0	23	255
17.45 - 18.00	102	3	105	144	2	146	23	1	24	275
18.00 - 18.15	104	4	108	129	0	129	39	0	39	276
18.15 - 18.30	130	0	130	48	1	49	52	0	52	231
18.30 - 18.45	133	2	135	78	1	79	42	0	42	256
18.45 - 19.00	129	4	133	23	0	23	79	0	79	235
Tot. 17.00 - 18.00	941	20	455	449	4	453	93	1	94	1.002
Tot. 17.30 - 18.30	442	8	450	446	3	449	137	1	138	1.037
Tot. 18.00 - 19.00	496	10	506	278	2	280	212	0	212	998

COMUNE DI BERGAMO (BG)										
INTERSEZIONE 1: via Autostrada / via Spino - Venerdì 04/11/2016										
DATI DISAGGREGATI										
USCITA DALL'INTERSEZIONE										

1A: via Autostrada nord										
Ora	1B: via Spino			1C: via Autostrada sud			1A: via Autostrada nord - inversione			TOTALE
	Leggeri	>35q	Totale	Leggeri	>35q	Totale	Leggeri	>35q	Totale	
17.00 - 17.15	26	0	26	125	3	128	20	0	20	174
17.15 - 17.30	25	0	25	112	3	115	19	0	19	159
17.30 - 17.45	14	0	14	106	1	107	20	0	20	141
17.45 - 18.00	31	0	31	102	3	105	34	0	34	170
18.00 - 18.15	22	0	22	104	4	108	32	0	32	162
18.15 - 18.30	34	0	34	130	0	130	35	0	35	199
18.30 - 18.45	9	0	9	133	2	135	11	0	11	155
18.45 - 19.00	15	0	15	129	4	133	44	0	44	192
Tot. 17.00 - 18.00	96	0	96	445	10	455	93	0	93	644
Tot. 17.30 - 18.30	101	0	101	442	8	450	121	0	121	672
Tot. 18.00 - 19.00	80	0	80	496	10	506	122	0	122	708

1B: via Spino										
Ora	1C: via Autostrada sud			1A: via Autostrada nord			1B: via Spino - inversione			TOTALE
	Leggeri	>35q	Totale	Leggeri	>35q	Totale	Leggeri	>35q	Totale	
17.00 - 17.15	77	1	78	11	0	11	1	0	1	90
17.15 - 17.30	103	1	104	7	1	8	1	0	1	113
17.30 - 17.45	125	0	125	3	0	3	2	0	2	130
17.45 - 18.00	144	2	146	5	0	5	1	0	1	152
18.00 - 18.15	129	0	129	12	1	13	1	0	1	143
18.15 - 18.30	48	1	49	7	0	7	3	0	3	59
18.30 - 18.45	78	1	79	5	0	5	2	0	2	86
18.45 - 19.00	23	0	23	6	0	6	2	0	2	31
Tot. 17.00 - 18.00	449	4	453	26	1	27	5	0	5	485
Tot. 17.30 - 18.30	446	3	449	27	1	28	7	0	7	484
Tot. 18.00 - 19.00	278	2	280	30	1	31	8	0	8	319

1C: via Autostrada sud										
Ora	1A: via Autostrada nord			1B: via Spino			1C: via Autostrada sud - inversione			TOTALE
	Leggeri	>35q	Totale	Leggeri	>35q	Totale	Leggeri	>35q	Totale	
17.00 - 17.15	217	3	220	81	0	81	23	0	23	324
17.15 - 17.30	199	7	206	110	3	113	24	0	24	343
17.30 - 17.45	188	3	191	102	4	106	23	0	23	320
17.45 - 18.00	204	1	205	80	4	84	23	1	24	313
18.00 - 18.15	206	1	207	106	1	107	39	0	39	353
18.15 - 18.30	198	1	199	90	1	91	52	0	52	342
18.30 - 18.45	195	3	198	96	1	97	42	0	42	337
18.45 - 19.00	181	2	183	78	0	78	79	0	79	340
Tot. 17.00 - 18.00	908	14	922	373	11	384	93	1	94	1.300
Tot. 17.30 - 18.30	796	6	802	378	10	388	137	1	138	1.328
Tot. 18.00 - 19.00	780	7	787	370	3	373	212	0	212	1.372

Tabella 1 – Intersezione 1 – Flussi disaggregati – anno 2016 – venerdì

3.5.1.2 INTERSEZIONE 2: VIA PER ZANICA / VIA GUIDANA

Le sezioni e le manovre rilevate sono schematizzate nell'immagine seguente.

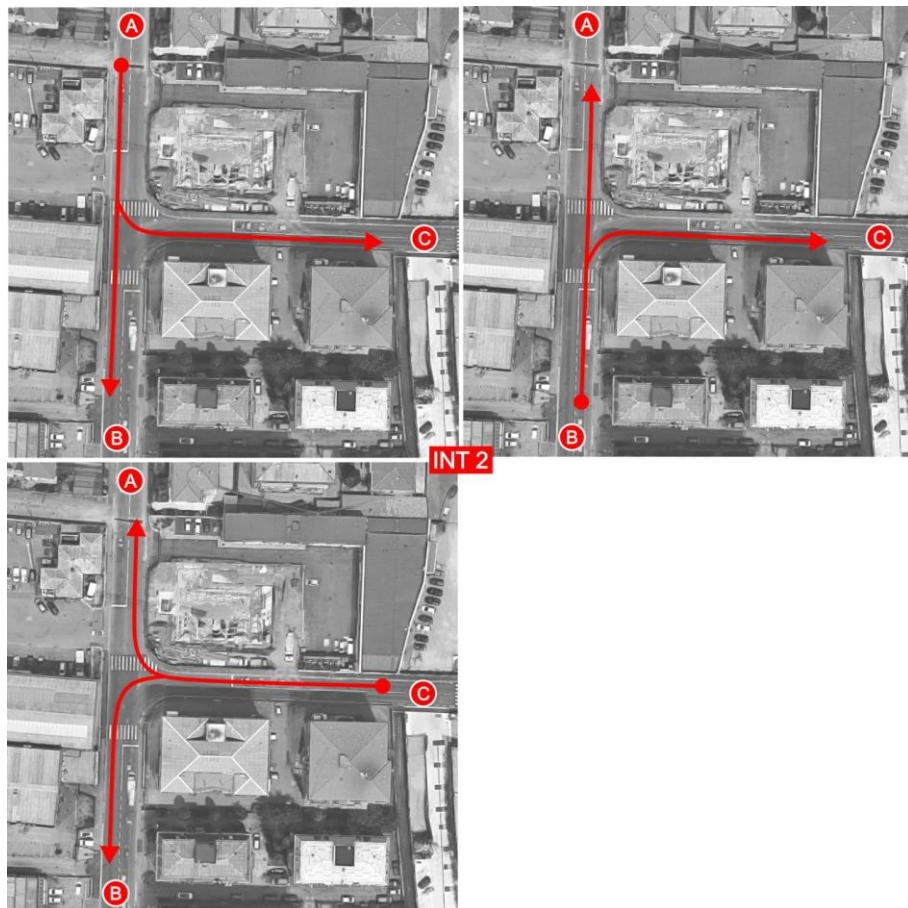


Figura 29 – Intersezione 2 – sezioni e manovre di rilievo

Nell'intersezione in esame il flusso complessivo in ingresso/uscita, nelle ore di rilievo, risulta essere suddiviso come riportato nella seguente tabella.

COMUNE DI BERGAMO (BG)

INTERSEZIONE 2: via per Zanica / via Guidana - Venerdì 04/11/2016

DATI DISAGGREGATI

INGRESSO NELL'INTERSEZIONE

2A: via per Zanica nord

Ora	2B: via per Zanica sud			2C: via Guidana			TOTALE
	Leggeri	>35q	Totale	Leggeri	>35q	Totale	
17.00 - 17.15	155	1	156	7	1	8	164
17.15 - 17.30	159	1	160	11	0	11	171
17.30 - 17.45	150	2	152	21	0	21	173
17.45 - 18.00	181	1	182	11	0	11	193
18.00 - 18.15	141	0	141	12	0	12	153
18.15 - 18.30	174	1	175	11	1	12	187
18.30 - 18.45	153	1	154	12	0	12	166
18.45 - 19.00	141	1	142	13	0	13	155
Tot. 17.00 - 18.00	645	5	650	50	1	51	701
Tot. 17.30 - 18.30	646	4	650	55	1	56	706
Tot. 18.00 - 19.00	609	3	612	48	1	49	661

2B: via per Zanica sud

Ora	2C: via Guidana			2A: via per Zanica nord			TOTALE
	Leggeri	>35q	Totale	Leggeri	>35q	Totale	
17.00 - 17.15	63	0	63	136	3	139	202
17.15 - 17.30	83	1	84	120	4	124	208
17.30 - 17.45	63	0	63	100	1	101	164
17.45 - 18.00	57	2	59	149	5	154	213
18.00 - 18.15	78	2	80	132	2	134	214
18.15 - 18.30	56	2	58	145	3	148	206
18.30 - 18.45	75	2	77	141	2	143	220
18.45 - 19.00	51	1	52	161	3	164	216
Tot. 17.00 - 18.00	266	3	269	505	13	518	787
Tot. 17.30 - 18.30	254	6	260	526	11	537	797
Tot. 18.00 - 19.00	260	7	267	579	10	589	856

2C: via Guidana

Ora	2A: via per Zanica nord			2B: via per Zanica sud			TOTALE
	Leggeri	>35q	Totale	Leggeri	>35q	Totale	
17.00 - 17.15	4	0	4	64	2	66	70
17.15 - 17.30	2	0	2	74	1	75	77
17.30 - 17.45	7	0	7	67	1	68	75
17.45 - 18.00	4	0	4	76	1	77	81
18.00 - 18.15	5	0	5	66	0	66	71
18.15 - 18.30	1	0	1	63	0	63	64
18.30 - 18.45	2	0	2	47	0	47	49
18.45 - 19.00	3	0	3	65	0	65	68
Tot. 17.00 - 18.00	17	0	17	281	5	286	303
Tot. 17.30 - 18.30	17	0	17	272	2	274	291
Tot. 18.00 - 19.00	11	0	11	241	0	241	252

COMUNE DI BERGAMO (BG)

INTERSEZIONE 2: via per Zanica / via Guidana - Venerdì 04/11/2016

DATI DISAGGREGATI

USCITA DALL'INTERSEZIONE

2A: via per Zanica nord

Ora	2B: via per Zanica sud			2C: via Guidana			TOTALE
	Leggeri	>35q	Totale	Leggeri	>35q	Totale	
17.00 - 17.15	136	3	139	4	0	4	143
17.15 - 17.30	120	4	124	2	0	2	126
17.30 - 17.45	100	1	101	7	0	7	108
17.45 - 18.00	149	5	154	4	0	4	158
18.00 - 18.15	132	2	134	5	0	5	139
18.15 - 18.30	145	3	148	1	0	1	149
18.30 - 18.45	141	2	143	2	0	2	145
18.45 - 19.00	161	3	164	3	0	3	167
Tot. 17.00 - 18.00	505	13	518	17	0	17	535
Tot. 17.30 - 18.30	526	11	537	17	0	17	554
Tot. 18.00 - 19.00	579	10	589	11	0	11	600

2B: via per Zanica sud

Ora	2C: via Guidana			2A: via per Zanica nord			TOTALE
	Leggeri	>35q	Totale	Leggeri	>35q	Totale	
17.00 - 17.15	64	2	66	155	1	156	222
17.15 - 17.30	74	1	75	159	1	160	235
17.30 - 17.45	67	1	68	150	2	152	220
17.45 - 18.00	76	1	77	181	1	182	259
18.00 - 18.15	66	0	66	141	0	141	207
18.15 - 18.30	63	0	63	174	1	175	238
18.30 - 18.45	47	0	47	153	1	154	201
18.45 - 19.00	65	0	65	141	1	142	207
Tot. 17.00 - 18.00	281	5	286	645	5	650	936
Tot. 17.30 - 18.30	272	2	274	646	4	650	924
Tot. 18.00 - 19.00	241	0	241	609	3	612	853

2C: via Guidana

Ora	2A: via per Zanica nord			2B: via per Zanica sud			TOTALE
	Leggeri	>35q	Totale	Leggeri	>35q	Totale	
17.00 - 17.15	7	1	8	63	0	63	71
17.15 - 17.30	11	0	11	83	1	84	95
17.30 - 17.45	21	0	21	63	0	63	84
17.45 - 18.00	11	0	11	57	2	59	70
18.00 - 18.15	12	0	12	78	2	80	92
18.15 - 18.30	11	1	12	56	2	58	70
18.30 - 18.45	12	0	12	75	2	77	89
18.45 - 19.00	13	0	13	51	1	52	65
Tot. 17.00 - 18.00	50	1	51	266	3	269	320
Tot. 17.30 - 18.30	55	1	56	254	6	260	316
Tot. 18.00 - 19.00	48	1	49	260	7	267	316

Tabella 2 – Intersezione 2 – Flussi disaggregati – anno 2016 – venerdì

3.5.2 DATI DI TRAFFICO RILIEVI ANNO 2020

Di seguito si riportano i rilievi di traffico effettuati nel mese di gennaio 2020.

3.5.2.1 INTERSEZIONE 1: VIA AUTOSTRADA / VIA SPINO

Le sezioni e le manovre rilevate sono schematizzate nell'immagine seguente.

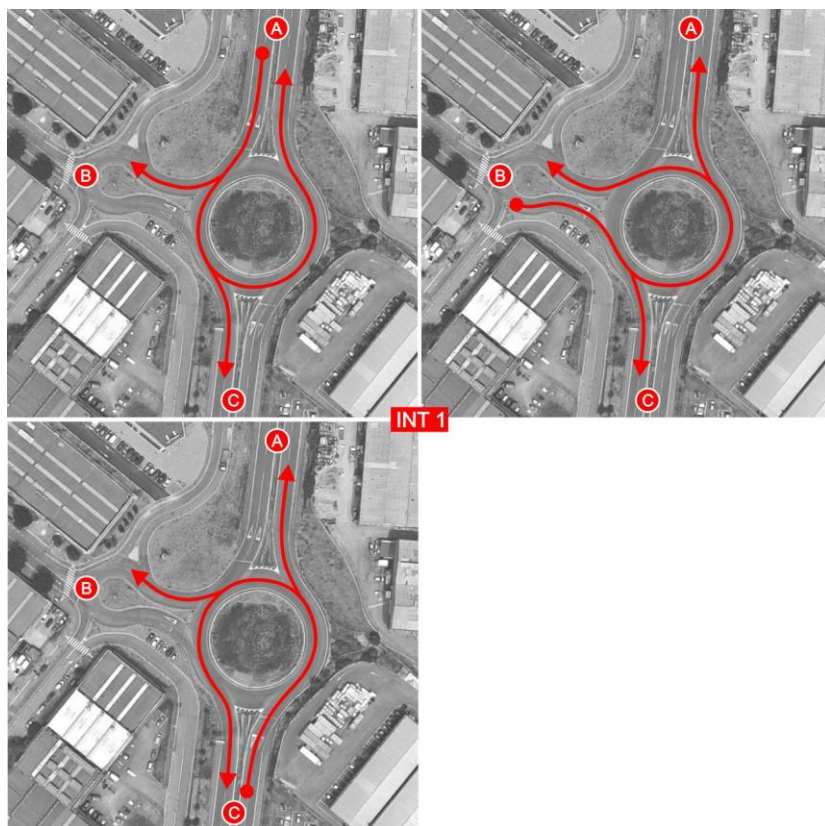


Figura 30 – Intersezione 1 – sezioni e manovre di rilievo

Nell'intersezione in esame il flusso complessivo in ingresso/uscita, nelle ore di rilievo, risulta essere suddiviso come riportato nella seguente tabella.

COMUNE DI BERGAMO													
INTERSEZIONE 1 via Autostrada / via Spino													
giovedì 9 gennaio 2020													
DATI DISAGGREGATI													
INGRESSO NELL'INTERSEZIONE													

1A - via Autostrada nord													
ORA	1B - via Spino			1C - via Autostrada sud			1A - via Autostrada nord			TOTALE	INGRESSI 1A		
	leggeri	pesanti	Totale	leggeri	pesanti	Totale	leggeri	pesanti	Totale		leggeri	pesanti	Totale
17:00 - 17:15	2	0	2	251	3	254	3	0	3	259	256	3	259
17:15 - 17:30	3	0	3	222	10	232	2	0	2	237	227	10	237
17:30 - 17:45	3	0	3	206	7	213	2	0	2	218	211	7	218
17:45 - 18:00	4	0	4	204	7	211	1	0	1	216	209	7	216
18:00 - 18:15	4	0	4	229	1	230	2	0	2	236	235	1	236
18:15 - 18:30	4	0	4	217	7	224	1	0	1	229	222	7	229
18:30 - 18:45	2	0	2	198	6	204	2	0	2	208	202	6	208
18:45 - 19:00	7	0	7	209	6	215	0	0	0	222	216	6	222
Tot 17:00 - 18:00	12	0	12	883	27	910	8	0	8	930	903	27	930
Tot 17:30 - 18:30	15	0	15	856	22	878	6	0	6	899	877	22	899
Tot 18:00 - 19:00	17	0	17	853	20	873	5	0	5	895	875	20	895

1B - via Spino													
ORA	1C - via Autostrada sud			1A - via Autostrada nord			1B - via Spino			TOTALE	INGRESSI 1B		
	leggeri	pesanti	Totale	leggeri	pesanti	Totale	leggeri	pesanti	Totale		leggeri	pesanti	Totale
17:00 - 17:15	91	3	94	30	0	30	0	0	0	124	121	3	124
17:15 - 17:30	89	3	92	21	0	21	0	3	3	116	110	6	116
17:30 - 17:45	98	3	101	35	0	35	0	7	7	143	133	10	143
17:45 - 18:00	82	3	85	33	0	33	0	2	2	120	115	5	120
18:00 - 18:15	103	4	107	50	0	50	0	3	3	160	153	7	160
18:15 - 18:30	110	0	110	22	0	22	0	3	3	135	132	3	135
18:30 - 18:45	83	0	83	25	0	25	0	5	5	113	108	5	113
18:45 - 19:00	81	0	81	25	0	25	0	1	1	107	106	1	107
Tot 17:00 - 18:00	360	12	372	119	0	119	0	12	12	503	479	24	503
Tot 17:30 - 18:30	393	10	403	140	0	140	0	15	15	558	533	25	558
Tot 18:00 - 19:00	377	4	381	122	0	122	0	12	12	515	499	16	515

1C - via Autostrada sud													
ORA	1A - via Autostrada nord			1B - via Spino			1C - via Autostrada sud			TOTALE	INGRESSI 1C		
	leggeri	pesanti	Totale	leggeri	pesanti	Totale	leggeri	pesanti	Totale		leggeri	pesanti	Totale
17:00 - 17:15	124	5	129	56	0	56	12	1	13	198	192	6	198
17:15 - 17:30	152	7	159	45	1	46	37	0	37	242	234	8	242
17:30 - 17:45	180	12	192	30	0	30	60	0	60	282	270	12	282
17:45 - 18:00	173	6	179	27	5	32	47	0	47	258	247	11	258
18:00 - 18:15	207	9	216	17	0	17	61	0	61	294	285	9	294
18:15 - 18:30	173	7	180	44	0	44	26	0	26	250	243	7	250
18:30 - 18:45	205	9	214	50	0	50	39	0	39	303	294	9	303
18:45 - 19:00	165	4	169	44	4	48	18	0	18	235	227	8	235
Tot 17:00 - 18:00	629	30	659	158	6	164	156	1	157	980	943	37	980
Tot 17:30 - 18:30	733	34	767	118	5	123	194	0	194	1084	1045	39	1084
Tot 18:00 - 19:00	750	29	779	155	4	159	144	0	144	1082	1049	33	1082

Tabella 3 – Intersezione 1 – Flussi disaggregati – anno 2020 – giovedì

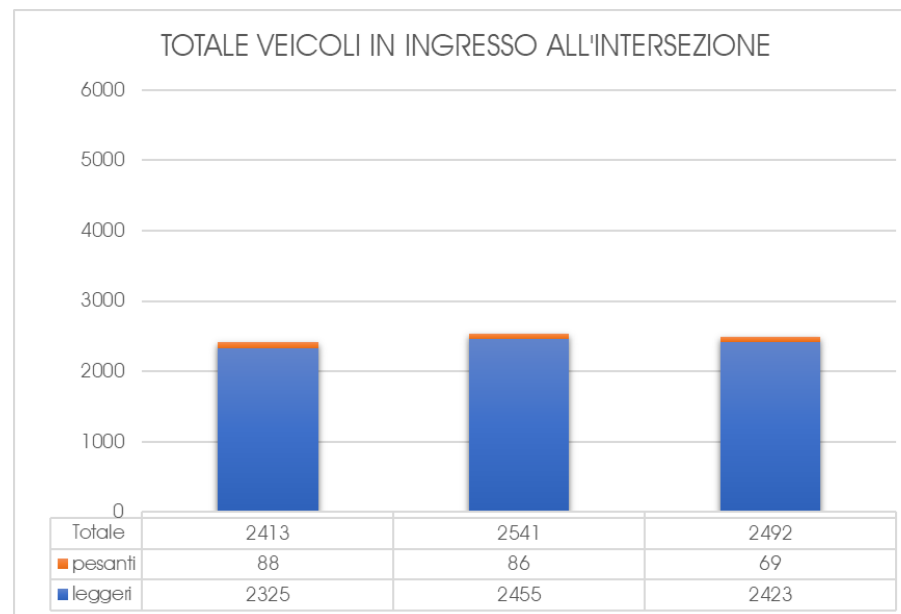


Grafico 1 – Intersezione 1 – Andamento orario – giovedì sera – anno 2020

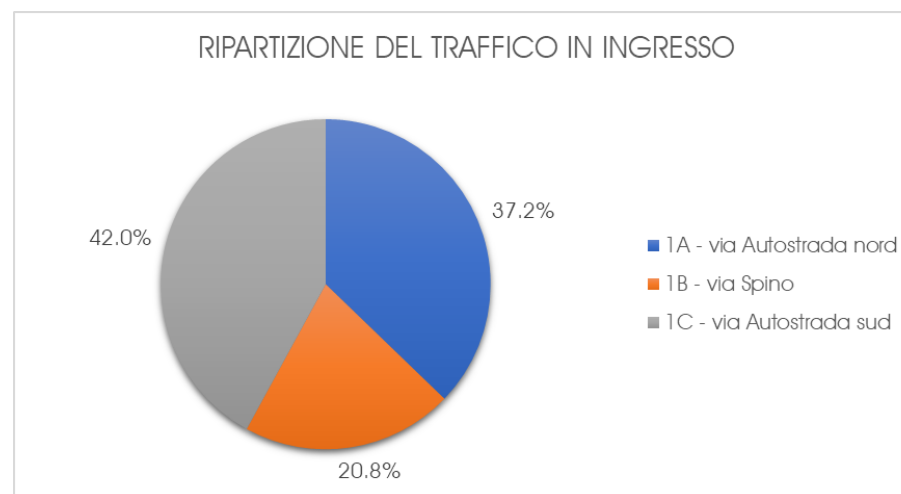


Grafico 2 – Intersezione 1 – Ripartizione del traffico in ingresso – giovedì sera – anno 2020

3.5.2.2 INTERSEZIONE 2: VIA PER ZANICA / VIA GUIDANA

Le sezioni e le manovre rilevate sono schematizzate nell'immagine seguente.

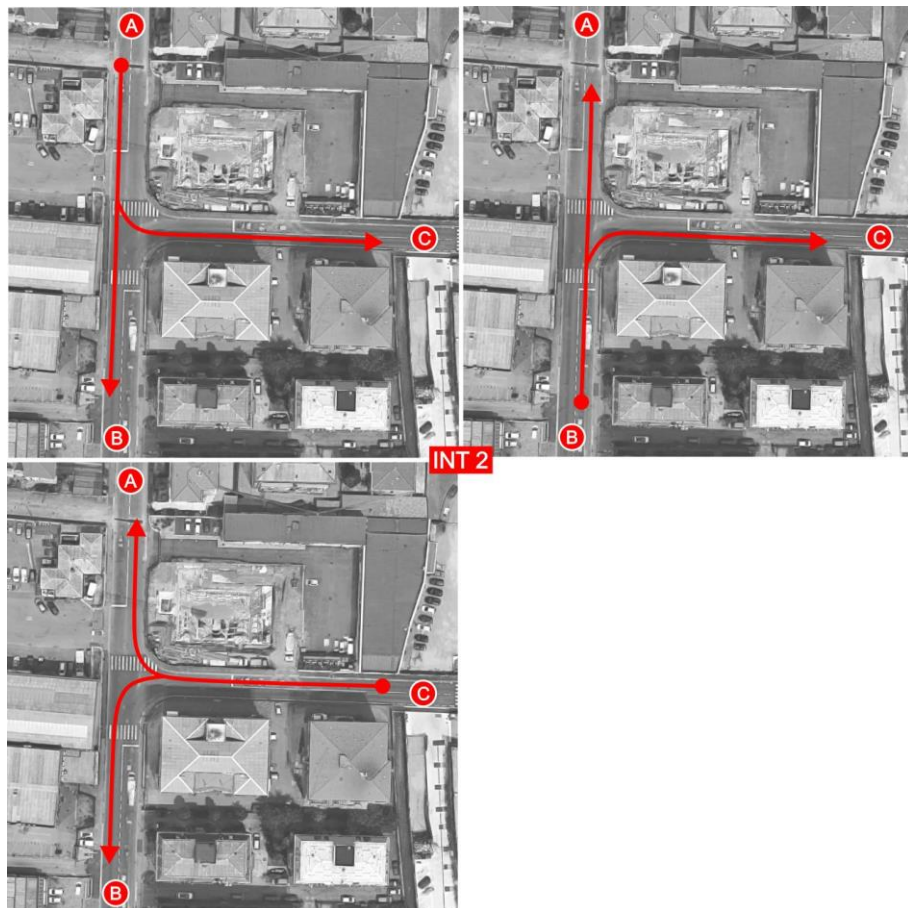


Figura 31 – Intersezione 2 – sezioni e manovre di rilievo

Nell'intersezione in esame il flusso complessivo in ingresso/uscita, nelle ore di rilievo, risulta essere suddiviso come riportato nella seguente tabella.

COMUNE DI BERGAMO											
INTERSEZIONE 2 via per Zanica / via Guidana											
giovedì 9 gennaio 2020											
DATI DISAGGREGATI											
INGRESSO NELL'INTERSEZIONE											

2A - via per Zanica nord											
ORA	2B - via per Zanica sud			2C - via Guidana			TOTALE	INGRESSI 2A			
	leggeri	pesanti	Totale	leggeri	pesanti	Totale		leggeri	pesanti	Totale	
17:00 - 17:15	150	1	151	15	0	15	166	165	1	166	
17:15 - 17:30	147	1	148	12	0	12	160	159	1	160	
17:30 - 17:45	140	1	141	14	0	14	155	154	1	155	
17:45 - 18:00	117	1	118	9	0	9	127	126	1	127	
18:00 - 18:15	159	1	160	8	0	8	168	167	1	168	
18:15 - 18:30	130	1	131	15	0	15	146	145	1	146	
18:30 - 18:45	150	0	150	13	0	13	163	163	0	163	
18:45 - 19:00	117	1	118	13	0	13	131	130	1	131	
Tot 17:00 - 18:00	554	4	558	50	0	50	608	604	4	608	
Tot 17:30 - 18:30	546	4	550	46	0	46	596	592	4	596	
Tot 18:00 - 19:00	556	3	559	49	0	49	605	605	3	608	

2B - via per Zanica sud											
ORA	2C - via Guidana			2A - via per Zanica nord			TOTALE	INGRESSI 2B			
	leggeri	pesanti	Totale	leggeri	pesanti	Totale		leggeri	pesanti	Totale	
17:00 - 17:15	61	1	62	99	2	101	163	160	3	163	
17:15 - 17:30	61	1	62	132		133	195	193	2	195	
17:30 - 17:45	73	1	74	124	2	126	200	197	3	200	
17:45 - 18:00	62	2	64	144	1	145	209	206	3	209	
18:00 - 18:15	89	0	89	140	2	142	231	229	2	231	
18:15 - 18:30	52	0	52	136	1	137	189	188	1	189	
18:30 - 18:45	60	0	60	151	3	154	214	211	3	214	
18:45 - 19:00	46	1	47	119	4	123	170	165	5	170	
Tot 17:00 - 18:00	257	5	262	499	6	505	767	756	11	767	
Tot 17:30 - 18:30	276	3	279	544	6	550	829	820	9	829	
Tot 18:00 - 19:00	247	1	248	546	10	556	804	793	11	804	

2C - via Guidana											
ORA	2A - via per Zanica nord			2B - via per Zanica sud			TOTALE	INGRESSI 2C			
	leggeri	pesanti	Totale	leggeri	pesanti	Totale		leggeri	pesanti	Totale	
17:00 - 17:15	3	0	3	70	0	70	73	73	0	73	
17:15 - 17:30	3	0	3	66	0	66	69	69	0	69	
17:30 - 17:45	6	0	6	65	1	66	72	71	1	72	
17:45 - 18:00	1	0	1	67	1	68	69	68	1	69	
18:00 - 18:15	3	0	3	82	0	82	85	85	0	85	
18:15 - 18:30	3	0	3	73	0	73	76	76	0	76	
18:30 - 18:45	3	0	3	59	0	59	62	62	0	62	
18:45 - 19:00	3	0	3	55	1	56	59	58	1	59	
Tot 17:00 - 18:00	13	0	13	268	2	270	283	281	2	283	
Tot 17:30 - 18:30	13	0	13	287	2	289	302	300	2	302	
Tot 18:00 - 19:00	12	0	12	269	1	270	282	281	1	282	

Tabella 4 – Intersezione 2 – Flussi disaggregati – anno 2020 – giovedì

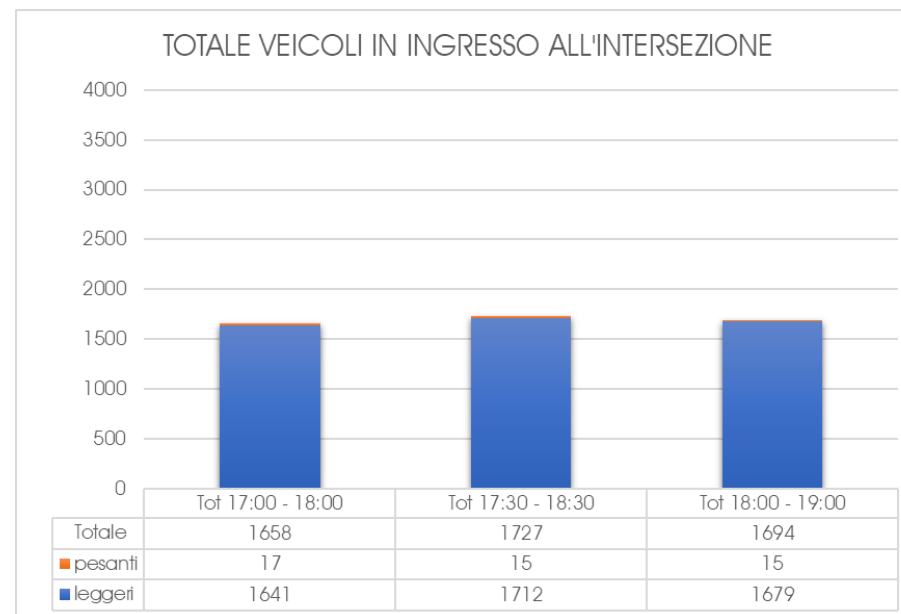


Grafico 3 – Intersezione 1 – Andamento orario – giovedì sera – anno 2020

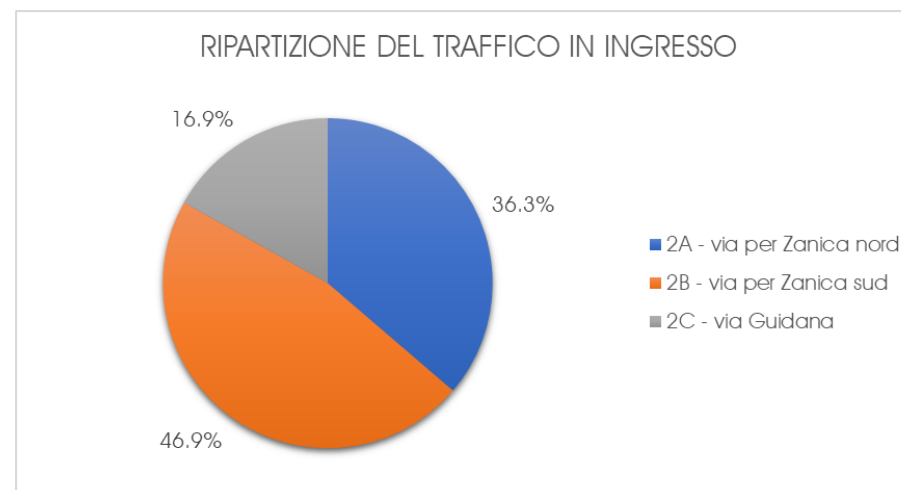


Grafico 4 – Intersezione 1 – Ripartizione del traffico in ingresso – giovedì sera – anno 2020

3.5.3 IDENTIFICAZIONE DELL'ORA DI PUNTA

Poiché si intende verificare le condizioni di massima criticità per la rete stradale, la simulazione della situazione attuale deve essere compiuta nella situazione di maggior carico sulla viabilità e nelle intersezioni limitrofe; si provvede perciò, in questo paragrafo, ad identificare l'ora di punta della rete sia tramite i dati di traffico dell'anno 2016 che per l'anno 2020 in modo da poter procedere al confronto.

Partendo dai dati raccolti nelle campagne di rilievo è stata determinata la fascia oraria di massimo carico sulla rete per entrambe le giornate di rilievo, considerando i veicoli in ingresso dalle sezioni perimetrali del comparto analizzato.

L'ora di punta è stata individuata considerando i flussi espressi in veicoli equivalenti (coefficiente di omogeneizzazione pari a 2).

Le sezioni di ingresso nel comparto possono essere così riassunte.



Figura 32 – Identificazione ora di punta – Sezioni di ingresso considerate

3.5.3.1 ORA DI PUNTA NOVEMBRE 2016

Relativamente all'individuazione dell'ora di punta per la giornata di **venerdì sera**, riguardante i rilievi del 2016, si rileva che, il momento di maggior carico veicolare sulla rete afferente al comparto in esame, si registra tra le **17.30 e le 18.30**, con un movimento totale in ingresso al comparto pari a **4.331 veicoli/ora**.

DEFINIZIONE DELL'ORA DI PUNTA - Venerdì sera

INTERSEZIONE	SEZIONI	tot. 17:00-18:00	tot. 17:30-18:30	tot.18:00-19:00
INT 1	1A: via Autostrada nord	957	958	948
	1B: via Spino	496	506	464
	1C: via Autostrada sud	1.017	1.049	1.010
INT 2	2A: via per Zanica nord	707	711	665
	2B: via per Zanica sud	803	814	873
	2C: via Gaudana	308	293	252
TOTALE		4.288	4.331	4.212

Tabella 5 – Identificazione ora di punta – anno 2016 – venerdì

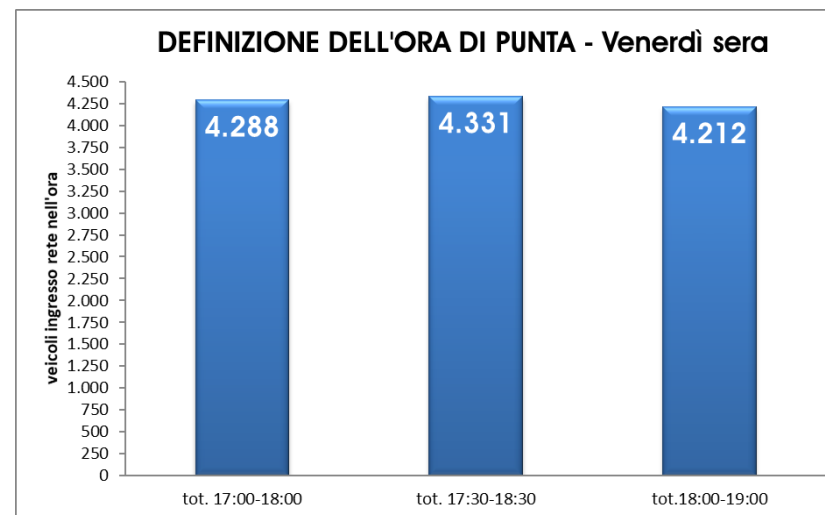


Grafico 5 – Identificazione ora di punta – anno 2016 – venerdì

3.5.3.2 ORA DI PUNTA GENNAIO 2020

Relativamente all'individuazione dell'ora di punta per la giornata di **giovedì sera**, riguardante i rilievi del 2020, si rileva che, il momento di maggior carico veicolare sulla rete afferente al comparto in esame, si registra tra le **17.30 e le 18.30**, come per i rilievi del 2016, con un movimento totale in ingresso al comparto pari a **4.369 veicoli/ora**.

DEFINIZIONE DELL'ORA DI PUNTA - Giovedì sera

INTERSEZIONE	SEZIONI	tot. 17:00-18:00	tot. 17:30-18:30	tot.18:00-19:00
INT 1	1A: via Autostrada nord	957	921	915
	1B: via Spino	527	583	531
	1C: via Autostrada sud	1.017	1.123	1.115
INT 2	2A: via per Zanica nord	612	600	611
	2B: via per Zanica sud	778	838	815
	2C: via Gaudana	285	304	283
TOTALE		4.176	4.369	4.270

Tabella 6 – Identificazione ora di punta – anno 2016 – venerdì

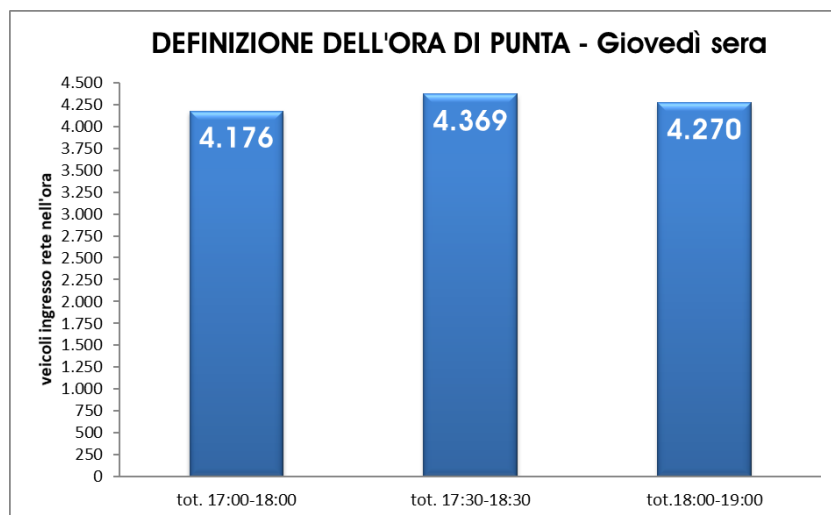


Grafico 6 – Identificazione ora di punta – anno 2016 – venerdì

3.5.3.3 CONFRONTO ORA DI PUNTA ANNO 2016 E ANNO 2020

Da entrambe le campagne di rilievo è emersa la stessa ora di punta del giorno feriale, dalle 17:30 alle 18:30. Risulta in linea anche il movimento totale in ingresso al comparto: 4.331 veicoli/ora nel 2016 e 4.369 veicoli/ora nel 2020. La variazione in termini di movimenti in ingresso è inferiore al 1%, ampiamente al di sotto della variazione giornaliera e all'interno della tolleranza degli strumenti utilizzati nelle campagne di indagine.

Inoltre, la distribuzione delle manovre sono più penalizzanti quelle rilevate nell'anno 2016 in quanto ad oggi sono diminuite le svolte a U dal ramo A dell'intersezione 1, che hanno notevole influenza sulla capacità del nodo stesso.

In virtù di ciò a titolo cautelativo si mantiene la continuità con lo studio precedente e si restituiscono i dati dell'anno 2016 in relazione allo stato di fatto e di conseguenza anche per lo scenario di riferimento.

3.6 IDENTIFICAZIONE DELLO SCENARIO STATO DI FATTO

Lo scenario stato di fatto è definito considerando dal punto di vista della domanda i flussi di traffico rilevati nella campagna di indagine del 2016 relativi all'ora di punta individuata (venerdì sera) e dal punto di vista dell'offerta dalla rete viabilistica esistente e precedentemente descritta.

Analizzando i dati di traffico rilevati attualmente al contorno dell'area in esame, si nota che il flusso maggiore si registra nella fascia oraria serale del venerdì (dalle ore 17:30 alle ore 18:30).

Per poter analizzare, nel dettaglio, l'odierna situazione, si passa, ora, alla restituzione dei flussi di traffico attuali nell'ora di punta identificata, così come rilevati sulla rete viaria contermina l'area di intervento.

3.6.1 INTERSEZIONE 1: VIA AUTOSTRADA / VIA SPINO

Nell'ora di punta individuata della **sera**, la matrice dei flussi (espressi in veicoli equivalenti) per l'intersezione tra via Autostrada e via Spino è così riassumibile.

Tot. 17.30 - 18.30				
	1A: via Autostrada nord	1B: via Spino	1C: via Autostrada sud	TOTALE
1A: via Autostrada nord	121	29	808	958
1B: via Spino	101	7	398	506
1C: via Autostrada sud	458	452	139	1.049
	680	488	1345	2.513

Tabella 7 – Intersezione 1 – matrice flussi – ora di punta della sera

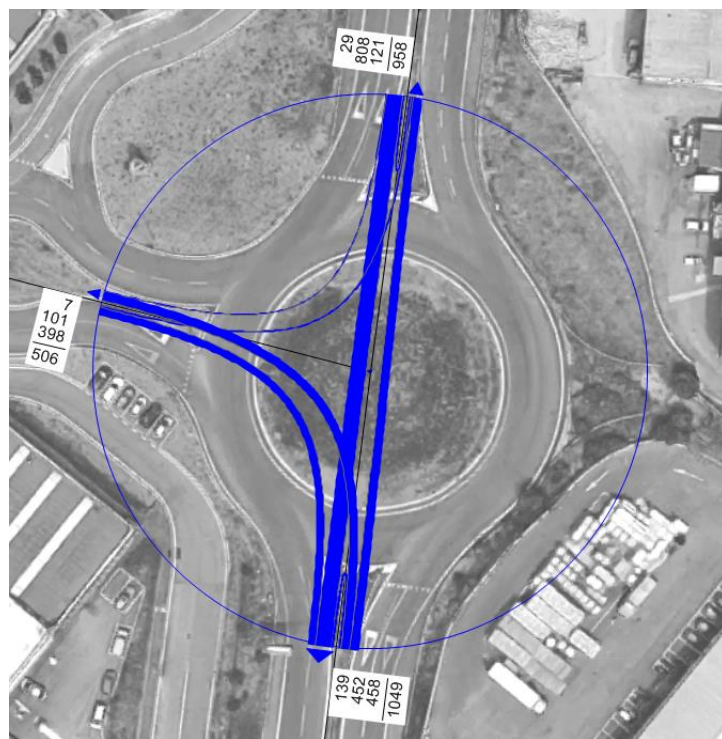


Figura 33 – Intersezione 1 – matrice flussi – ora di punta della sera

3.6.2 INTERSEZIONE 2: VIA PER ZANICA / VIA GUIDANA

Nell'ora di punta individuata della **sera**, la matrice dei flussi (espressi in veicoli equivalenti) per l'intersezione tra via per Zanica e via Guidana è così riassumibile.

Tot. 17.30 - 18.30				
	2A: via per Zanica nord	2B: via per Zanica sud	2C: via Guidana	TOTALE
2A: via per Zanica nord	0	654	57	711
2B: via per Zanica sud	548	0	266	814
2C: via Guidana	17	276	0	293
	565	930	323	1.818

Tabella 8 – Intersezione 2 – matrice flussi – ora di punta della sera

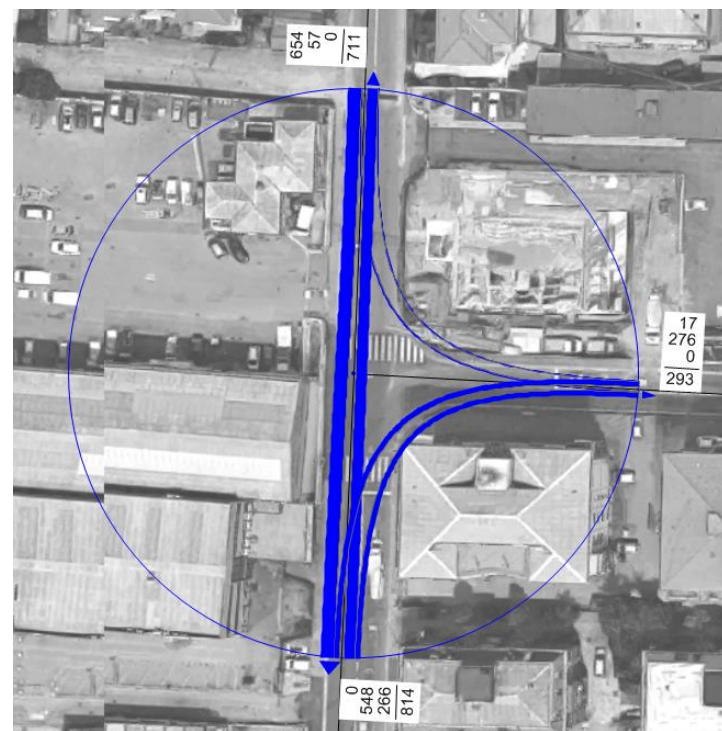


Figura 34 – Intersezione 2 – matrice flussi – ora di punta della sera

La seguente immagine mostra il riassunto dei flussi (veicoli equivalenti) rilevati sulla viabilità di comparto analizzata, nell'ora di punta individuata (sera 17:30-18:30).



Figura 35 – Flussi rilevati – ora di punta della sera (17:30-18:30) – veicoli equivalenti

4 ANALISI SCENARIO DI RIFERIMENTO

Questo scenario è stato analizzato al fine di verificare la rete viabilistica nell'intorno dell'area di studio, nel caso in cui venga realizzata la nuova bretella tra la rotatoria tra via Autostrada / via Spino con l'intersezione semaforizzata di via per Zanica / via Guidana.



Figura 36 – SC_RIF - Interventi viabilistici

Tale nuova connessione sarà caratterizzata da carreggiata singola con una corsia per senso di marcia.

In attestazione alla rotatoria di via Autostrada / via Spino, l'innesto avrà due corsie in ingresso all'intersezione; in attestazione al semaforo di via per Zanica / via Guidana avrà doppia corsia in ingresso e singola corsia in uscita.

La nuova bretella di collegamento, con andamento est→ovest, determinerà, in base alle origini/destinazioni individuate sia per i veicoli aggiuntivi che per i veicoli rilevati allo stato di fatto, nuovi itinerari e, di conseguenza, una nuova distribuzione dei flussi veicolari grazie alla creazione di percorsi alternativi.

Al fine di stimare la nuova distribuzione dei flussi sulla rete per poter caricare i flussi aggiuntivi originati e destinati dal nuovo comparto oggetto di analisi, si è fatto riferimento ad un modello di macrosimulazione, i cui risultati sono sintetizzati nel paragrafo a seguire.

4.1 ANALISI MACROMODELLISTICA

Al fine di stimare le variazioni dei flussi di traffico sulla rete viaria dell'area di studio derivanti dalla connessione tra via Autostrada e via per Zanica all'altezza delle intersezioni via Autostrada/via Spino e via per Zanica/ via Guidana, è stato considerato un modello di macrosimulazione esteso al comparto sud della città di Bergamo.

Il sistema dell'offerta è modellizzato implementando un grafo stradale costituito da una serie di archi mono o bi-direzionali, con i quali è compiutamente descritto un tratto di strada.

Gli archi del grafo sono classificati in funzione del rango della strada che rappresentano, e ad essi è associata una serie di informazioni necessarie per alimentare il modello di macrosimulazione, tra le quali:

- nodo inizio;
- nodo fine;
- lunghezza [Km];
- tipo arco (autostrada, strade primarie, strade secondarie, locali, uso esclusivo TPL, connettore);
- velocità di libero deflusso [Km/h];
- capacità [Veq];
- curva di deflusso.

In particolare, in ragione delle specifiche caratteristiche di deflusso (autostrade, superstrade e arterie di grande viabilità, strade statali, strade provinciali, strade comunali principali e secondarie), sono associati i seguenti range di velocità di flusso libero e capacità per corsia.

Classe	Tipologia strada	Capacità (veic eq/h) per corsia	Vo, Velocità a vuoto (Km/h)
1	Rete autostradale	2000 - 2300	110 - 140
2	Superstrade e tangenziali	2000	70 - 130
3	Rete di rango statale	1500 - 1800	60 - 90
4	Rete di rango provinciale	1200 - 1500	50 - 80
5	Rete urbana principale	1000 - 1200	40 - 60
6	Rete urbana di quartiere	600 - 1000	30 - 40

Tabella 9 – Classificazione funzionale della rete stradale

Per ciascun arco è definita una specifica curva di deflusso, adeguata alle caratteristiche e al rango dello stesso.

Le curve utilizzate sono di tipo esponenziale nella formulazione BPR, il cui andamento è messo in evidenza nel grafico seguente, con tempo a carico espresso sulla base della relazione seguente:

$$TC_E = T_E * [1 + a * (F/C)^b]$$

con:

T_E = tempo di percorrenza alla velocità di flusso libero;

F = flusso orario sull'arco;

C = capacità di deflusso oraria dell'arco;

a, b = parametri dipendenti dalla categoria dell'arco (come indicato nei grafici seguenti).

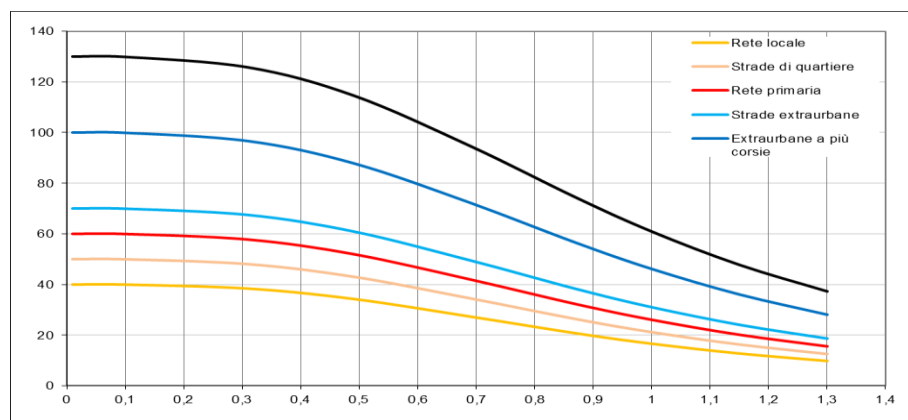


Grafico 7 – Andamento delle funzioni di costo BPR

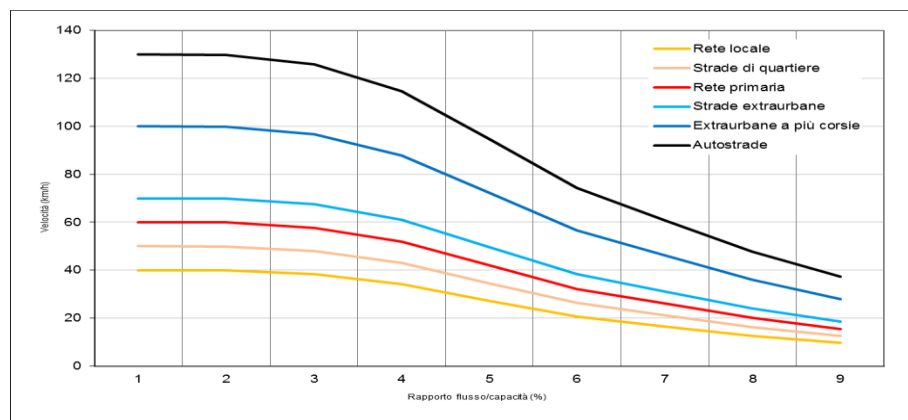


Grafico 8 – Esempio dell'andamento delle funzioni di costo BPR- ambito urbano

Le immagini seguenti schematizzano l'estensione del grafo di rete adottato all'interno del modello di simulazione, per lo stato di fatto.

In particolare, l'estensione del grafo stradale considerato è mostrata nell'immagine a seguire.



Figura 37 – SC_SDF – Grafo della rete stradale

4.2 MODELLO DI DOMANDA

Per quanto concerne la domanda di traffico, sono state considerate le seguenti fonti informative:

- matrice OD Regione Lombardia 2014;
- risultati delle indagini di traffico condotte nell'area di studio nel mese di novembre 2016 da TRM Engineering;
- risultati delle indagini di traffico realizzate da TRM Engineering nel comparto sud della Città di Bergamo.

La localizzazione delle sezioni di rilievo considerate è sintetizzata nell'immagine a seguire.

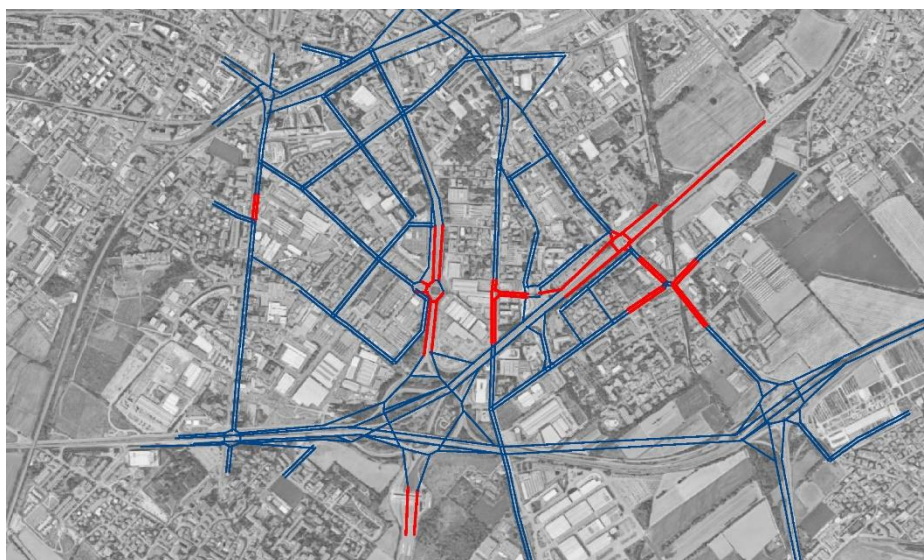


Figura 38 – Screenline disponibili

Per la ricalibrazione del modello di simulazione è stato utilizzato il modulo ANALYST del software di simulazione CUBE 6: mediante i dati dei rilievi di traffico e degli spostamenti sulla rete autostradale, è stato possibile aggiornare la matrice OD multimediale di partenza al fine di riprodurre l'effettivo andamento dei flussi di traffico in attraversamento nell'area di studio.

Il processo di calibrazione iterativo, per ciascuna matrice modale, è stato strutturato su 4 livelli di analisi:

- vengono inserite nel grafo di rete le screenline relative ai flussi acquisiti attraverso i dati di traffico rilevati: viene eseguita una prima assegnazione in modo da associare ad ogni screenline (dato rilevato) le OD in transito sull'arco considerato;
- successivamente viene associata alla matrice OD di base una seconda matrice OD con i livelli di confidenza correlati alla matrice base; vengono inoltre calcolati per ogni zona i Trip Ends cioè i totali di riga e di colonna della matrice OD di partenza con i relativi livelli di confidenza;
- allo stesso modo viene associato ad ogni screenline un livello di confidenza: i livelli di confidenza per le screenline e la matrice di base indicano al modello l'attendibilità dei dati utilizzati;
- infine, attraverso l'utilizzo del modulo Analyst vengono analizzati i dati della matrice di partenza, i conteggi di traffico contenuti nelle screenline, i Trip Ends e le informazioni sui percorsi in modo da aggiornare la matrice in input affinché questa si adatti nel miglior modo possibile ai dati di traffico rilevati: per far ciò il modulo Analyst utilizza la funzione di Massima Verosimiglianza per produrre la matrice OD stimata.

Lo scattergram a seguire mostra la correlazione tra i dati di traffico rilevati e simulati: in particolare, il valore R2 è pari a circa 0.97, ad indicare una buona riproduzione dei flussi rilevati da parte del modello.

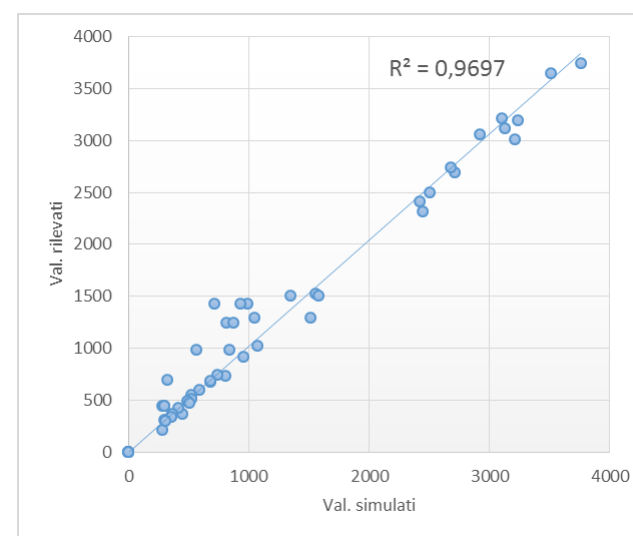


Grafico 9 – Scattergram

4.3 STIMA FLUSSI DI TRAFFICO NELLO SCENARIO DI RIFERIMENTO

La ricostruzione dei flussi di traffico rilevati sulla rete viaria dell'area di studio in occasione dei rilievi di traffico permette di stimare il traffico sulla rete in conseguenza dell'inserimento del collegamento tra via Autostrada e via per Zanica.

In particolare, i flussi stimati sono riportati nell'immagine a seguire.



Figura 39 – SC_RIF – Redistribuzione flussi – ora di punta della sera (17:30-18:30) – veicoli equivalenti

5 ANALISI DELLO SCENARIO DI INTERVENTO

Il primo passo, necessario per valutare la compatibilità del progetto con l'assetto viario più efficace ed adeguato a soddisfare la domanda di mobilità complessiva, è quello di quantificare i movimenti potenzialmente attratti/generati dai nuovi insediamenti previsti. Questo scenario considera la realizzazione del progetto in essere.

Dal punto di vista della domanda, si considerano i flussi di traffico dello scenario di riferimento ridistribuiti secondo un software di macrosimulazione, unitamente a quelli potenzialmente attratti/generati dall'intervento in esame. Dal punto di vista dell'offerta infrastrutturale si considera la viabilità in essere nel comparto, implementata con le opere viabilistiche a supporto del progetto.

In particolare, l'odierno progetto di intervento prevede la realizzazione in sito delle seguenti funzioni commerciale e ricettivo:

- **Ricettivo:**
 - Struttura alberghiera 5.310 mq slp
- **Attività commerciali:**
 - MSV alimentare 2.500 mq slp (1.500 mq SV)

I principali processi metodologici rispetto ai quali sono state organizzate le valutazioni effettuate per la caratterizzazione e l'analisi modellistica dello scenario d'intervento, possono essere così come di seguito schematizzati:

- **l'analisi dell'offerta di trasporto:** effettuata attraverso la descrizione puntuale della rete viabilistica confermine all'area di intervento, la verifica degli accessi al comparto per l'utenza e per i veicoli commerciali;
- **la ricostruzione della domanda futura:** effettuata attraverso la stima dei flussi potenzialmente generati/attratti dal nuovo intervento proposto e la ripartizione di questi sulla rete di trasporto dell'area di studio;
- **le verifiche puntuali delle intersezioni:** effettuata mediante l'utilizzo di un modello di microsimulazione, mediante il quale viene simulato lo scenario viabilistico futuro;
- l'introduzione di eventuali **soluzioni atte a migliorare la circolazione** della rete viaria sottoposta ai carichi stimati.

In considerazione del fatto che l'orizzonte temporale nel quale si colloca l'attivazione dell'intervento è quello del brevissimo periodo, la stima della domanda futura prende in considerazione unicamente i contributi ascrivibili al comparto commerciale oggetto di studio.

5.1 DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

Per quel che concerne la destinazione commerciale / terziaria del nuovo comparto in progetto, si attesta la prevista realizzazione in sito delle attività descritte in precedenza.

Ciò premesso, si rileva che, dal punto di vista viabilistico, l'area in esame risulta ben inserita, nonché adeguatamente collegata con la viabilità principale, quale via Autostrada e via per Zanica.



Figura 40 – Planimetria di progetto – Piano Terra

5.2 MODIFICHE ALLA VIABILITA'

Come già evidenziato nei paragrafi precedenti, il progetto in essere nel comparto prevede la realizzazione di una Media Superficie di Vendita alimentare e una struttura alberghiera.

Secondo quanto previsto dalla proposta progettuale, la viabilità dell'area verrà modificata per consentire la realizzazione degli accessi al nuovo ambito di trasformazione.

Gli interventi previsti possono essere così riassunti:

- realizzazione di un nuovo collegamento con andamento est→ovest tra via Autostrada e via per Zanica;
- realizzazione di corsie di accumulo centrali lungo la nuova bretella al fine di mettere in sicurezza le svolte a sinistra da e per la nuova area di trasformazione;
- adeguamento della rotatoria tra via Autostrada e via Spino con la realizzazione del quarto ramo verso est;
- adeguamento dell'intersezione semaforizzata tra via per Zanica e via Guidana con la realizzazione del quarto braccio verso ovest e l'ottimizzazione del ciclo semaforico.

L'immagine seguente riporta nel dettaglio le geometrie delle nuove opere previste, così come considerate nel modello di microsimulazione.



Figura 41 – Interventi viabilistici

5.3 ACCESSIBILITA' VEICOLARE AI PARCHEGGI

Dal punto di vista viabilistico, il progetto in esame è inserito in modo adeguato nel contesto infrastrutturale di riferimento, nonché adeguatamente collegato con la viabilità principale.

L'immagine seguente schematizza gli ingressi ai parcheggi (freccia rossa) e le uscite (freccia verde), previste dal progetto e considerate nell'analisi viabilistica.



Figura 42 – Accessi ai parcheggi

Nelle immagini seguenti sono inoltre indicati graficamente i percorsi che effettueranno i veicoli degli utenti/addetti/clienti per raggiungere l'area ed allontanarsi dalla stessa.



Figura 43 – Percorsi clienti in ingresso



Figura 44 – Percorsi clienti in uscita

5.4 DOTAZIONE DI PARCHEGGI

Il progetto prevede la realizzazione di aree dedicate alla sosta veicolare localizzate in parte a raso e in parte in interrato, e distribuite in modo uniforme sull'intera area, al fine di garantire ridotti spazi di percorrenza agli addetti e visitatori, determinando conseguentemente una riduzione delle interferenze tra accessibilità pedonale e traffico veicolare.

L'immagine seguente mostra la localizzazione delle aree di sosta a raso e la rampa di accesso al parcheggio interrato.

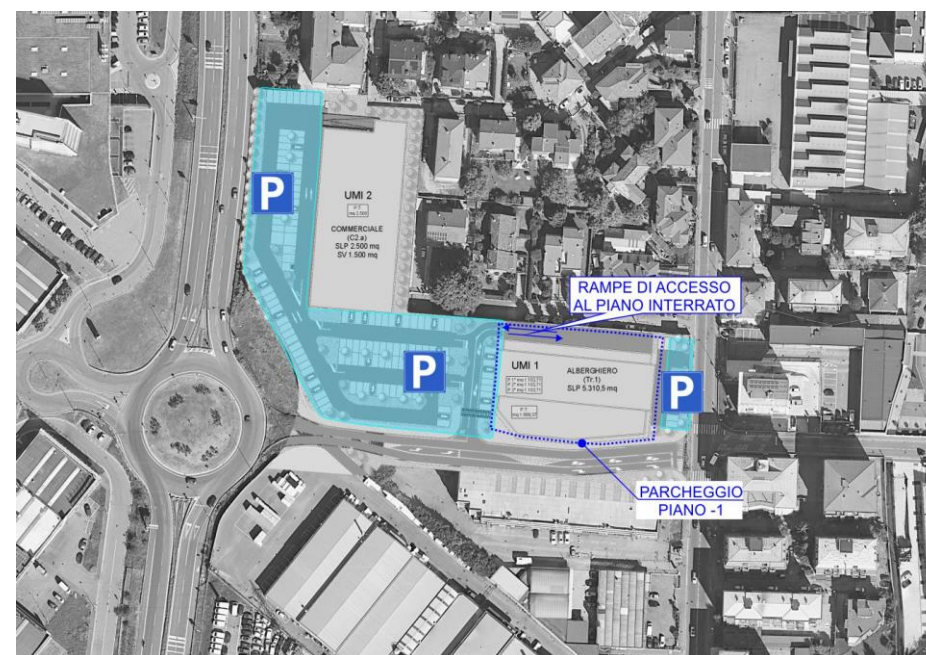


Figura 45 – Aree di sosta – Piano terra

5.5 ANALISI DEI FLUSSI POTENZIALMENTE INDOTTI

La realizzazione del progetto potrebbe rappresentare un elemento di attrattività per il traffico veicolare di cui occorre stimarne l'entità, nonché le rispettive direttrici di provenienza.

La rete viaria limitrofa all'insediamento viene dunque caricata dai flussi aggiuntivi degli utenti e degli addetti che si stimano possano aggiungersi a quelli esistenti a seguito della realizzazione del nuovo intervento.

Si ipotizza che all'interno dell'area di intervento verranno collocate le seguenti funzioni:

- **Ricettivo:**
 - Struttura alberghiera 5.310 mq slp
- **Attività commerciali:**
 - MSV alimentare 2.500 mq slp (1.500 mq SV)

Si evidenzia che l'ELABORATO PR3a – STRUTTURA SISTEMA INSEDIATIVO: AMBITI E COMPONENTI del PGT del Comune di Bergamo, evidenzia la tipologia delle aree urbane limitrofe all'area di studio, come di seguito riportato:

- Città storica antica e moderna;
- Città consolidata;
- Città delle attività;
- Città delle attrezzature e dei servizi;
- Città in trasformazione.

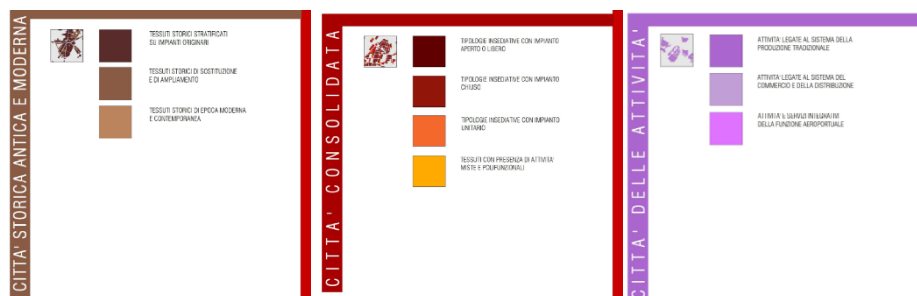


Figura 46 – Elaborato PR3a – Struttura sistema insediativo – Legenda /1

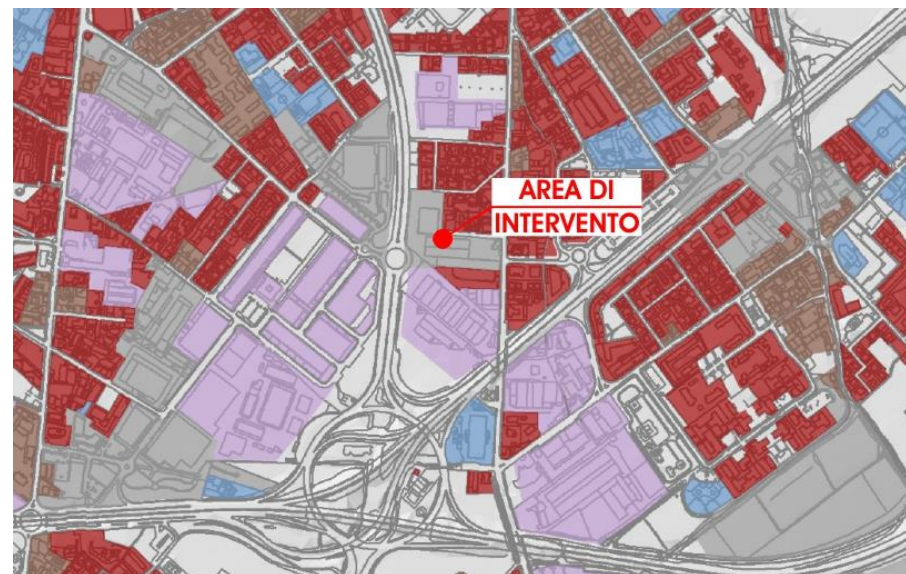


Figura 47 – Elaborato PR3a – Struttura sistema insediativo – dettaglio area intervento

In virtù di quanto esposto si sottolinea che parte dei flussi aggiuntivi che potrebbero essere attratti/generati dal progetto deriva sia da spostamenti interni tra i vari edifici, sia da movimenti già circolanti sulla rete stradale limitrofa e da movimenti pedonali dalle residenze al contorno.

Pertanto, per il proseguo dell'analisi, si ipotizza **una riduzione dei flussi veicolari aggiuntivi relativi alla sola componente commerciale del 25%** vista la localizzazione rispetto ai principali assi stradali. All'interno di tale percentuale di riduzione è stato calcolato il fenomeno dovuto al "pass-by". (Con il termine "pass-by" si indica la porzione di traffico che nello stato di fatto interessa già la viabilità adiacente, ma che in futuro verrà attratta dai nuovi insediamenti previsti. L'utenza veicolare del nuovo comparto sarà costituita da una parte generata e da una parte deviata).

Nei paragrafi successivi viene calcolato, relativamente all'ora di punta della sera (17:30-18:30), il potenziale incremento di traffico dovuto al progetto previsto. Si ipotizza, inoltre, che nelle ore di punta individuate, non si verifichino spostamenti del personale addetto in quanto la struttura di vendita sarà ancora in funzione e non è prevista, nella fascia oraria di punta del venerdì sera, nessuna rotazione del personale. Le generazioni di traffico quindi sono nulle.

5.5.1 STIMA SECONDO IL MODELLO “TRIP GENERATION”

La realizzazione dell'intervento costituirà un elemento di attrattività per il traffico veicolare producendo un possibile incremento dei flussi sulla rete viabilistica dell'area in esame. Si viene, infatti, a creare un punto di attrazione/generazione di traffico, di cui occorre stimare l'entità – in funzione delle superfici che caratterizzano l'intervento – nonché le rispettive direttrici di provenienza.

In questo studio la stima del traffico indotto verrà effettuata secondo la metodologia indicata nel modello “**Trip Generation**”.

La stima del traffico indotto dall'intervento è stata effettuata utilizzando il sistema di calcolo basato sulle statistiche Trip Generation, utilizzando come dati di partenza le superfici previste dal progetto.

Il Manuale “Trip Generation” pubblicato dall'Institute of Transportation Engineers, riporta una procedura di stima del traffico generato in presenza di differenti tipi di destinazione ed uso del suolo, che da tempo è diffusa sia negli Stati Uniti che in altri numerosi Paesi. Questa procedura standardizzata si basa sull'utilizzo di funzioni generative e/o indici per categoria di destinazione ed uso del suolo, parametrizzati su grandezze caratteristiche, come SLP, numero di addetti, numero di unità abitative, ecc.

La determinazione dei parametri di generazione per categoria di destinazione d'uso è fatta sull'analisi statistica dei flussi di traffico rilevati per strutture analoghe. La stima del traffico generato da una particolare struttura si ottiene moltiplicando il valore della grandezza caratteristica tipica per la destinazione d'uso prevista (es. il numero di appartamenti, i metri quadrati di superficie coperta destinata all'attività, il numero di addetti, la superficie dell'intera area, ecc.) per l'indice di generazione riportato nel Manuale, oppure sostituendo il valore specifico del parametro nella rispettiva equazione della curva di generazione.

Per la determinazione del traffico indotto sono stati utilizzati i parametri di generazione TRIP GENERATION delle seguenti tipologie:

- Funzione commerciale alimentare “Discount Supermarket” (code 854); mq. 2.500;
- Funzione ricettiva “Hotel” (code 310); mq 5.310.

Il software utilizzato esamina la variabile indipendente e il numero di iterazioni necessario per generare una curva di regressione, una equazione di

regressione e un coefficiente di determinazione (R^2) per ogni tipologia di utilizzo. Più il coefficiente R^2 è vicino ad 1.00, migliore è l'attendibilità dell'equazione rispetto ai casi studiati; in caso contrario, più il valore è vicino allo 0.0, peggiore è l'attendibilità della curva utilizzata.

“Trip Generation” dà le seguenti definizioni per le funzioni analizzate:

- **“Discount Supermarket”** : singolo negozio specializzato nella vendita al dettaglio di alimentari, alimenti già preparati e confezionati, e oggetti per la pulizia;
- **“Hotel”** : edificio adibito ad alloggio che fornisce camere per dormire e strutture di supporto come ristorante, cocktail bar, sale riunioni e banchetti e sale per congressi (può offrire servizi aggiuntivi come piscina / sala fitness e/o negozi al dettaglio).

Di seguito si riportano le schede utilizzate per il calcolo dei veicoli aggiuntivi per ogni tipologia di funzione.

Discount Supermarket (854)

Average Vehicle Trip Ends vs: 1000 Sq. Feet Gross Floor Area
On a: Weekday,
P.M. Peak Hour of Generator

Number of Studies: 3
Average 1000 Sq. Feet GFA: 106
Directional Distribution: 48% entering, 52% exiting

Trip Generation per 1000 Sq. Feet Gross Floor Area

Average Rate	Range of Rates	Standard Deviation
9.84	8.49 - 10.85	3.32

Data Plot and Equation

Caution - Use Carefully - Small Sample Size

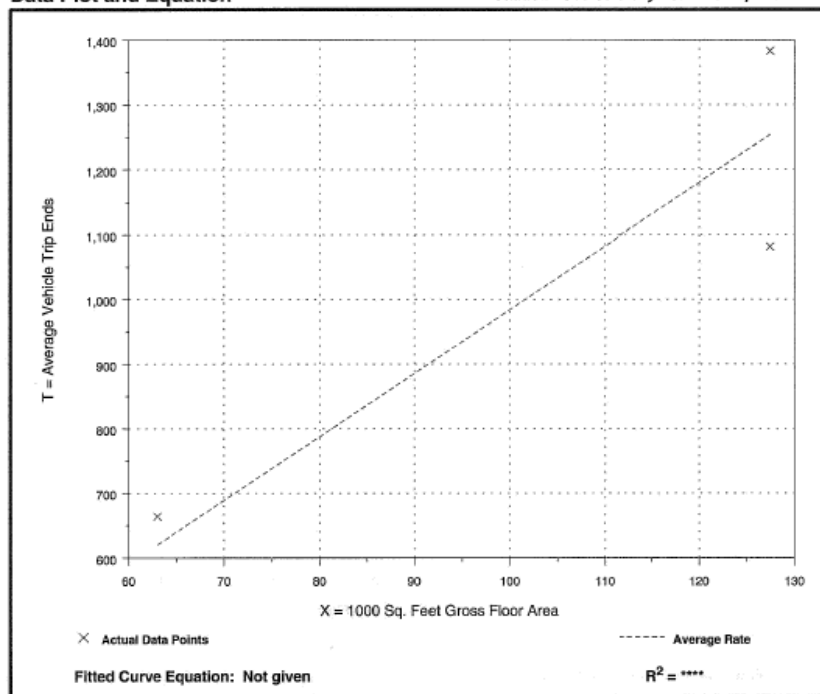


Figura 48 – SC_INT - Scheda Trip Generation – Code 854: Supermarket

Hotel (310)

Average Vehicle Trip Ends vs: Rooms
On a: Weekday,
Peak Hour of Adjacent Street Traffic,
One Hour Between 4 and 6 p.m.

Number of Studies: 25
Average Number of Rooms: 224
Directional Distribution: 53% entering, 47% exiting

Trip Generation per Room

Average Rate	Range of Rates	Standard Deviation
0.59	0.21 - 1.03	0.80

Data Plot and Equation

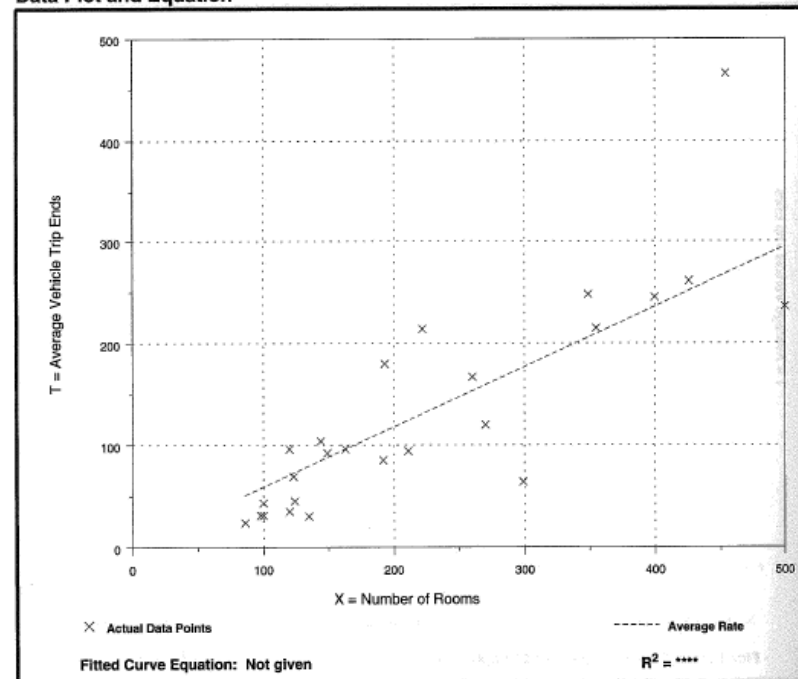


Figura 49 – SC_INT - Scheda Trip Generation – Code 310: Hotel

5.5.1.1 STRUTTURA COMMERCIALE ALIMENTARE

Sulla base della scheda sopra riportata (code 854), i clienti aggiuntivi nella rete sono calcolati nel seguente modo:

- 2.500 mq SLP;
- **ORA DI PUNTA DELLA SERA**
- 48% veicoli in ingresso e 52% veicoli in uscita;
- 265 veicoli/ora complessivi;
 - 127 veic/h in ingresso;
 - 138 veic/h in uscita;
- - 25% per pass-by;
- 199 veicoli/ora complessivi di cui:
 - **96 veic/h in ingresso;**
 - **103 veic/h in uscita.**

Si rimarca che, nell'ora di punta della sera, non si stimano movimenti veicolari determinati dagli addetti, in quanto le attività commerciali saranno ancora in funzione e presumibilmente non saranno previsti cambi turno.

5.5.1.2 STRUTTURA ALBERGHIERA

Sulla base della scheda sopra riportata (code 310), i clienti aggiuntivi nella rete sono calcolati nel seguente modo:

- 100 camere;
- **ORA DI PUNTA DELLA SERA**
- 53% veicoli in ingresso e 47% veicoli in uscita;
- 56 veicoli/ora complessivi;
 - **31 veic/h in ingresso;**
 - **28 veic/h in uscita.**

Si rimarca che, nell'ora di punta della sera, non si stimano movimenti veicolari determinati dagli addetti, in quanto non saranno previsti cambi turno.

5.5.1.3 DEFINIZIONE VEICOLI AGGIUNTIVI TOTALI

Sulla base dei coefficienti presentati in precedenza per ogni tipologia, si è stimato il seguente flusso aggiuntivo totale sulla rete attratto/generato dal comparto oggetto di studio.

STIMA DEL TRAFFICO INDOTTO - ODP VENERDI' 17:30 - 18:30		
SERA	Generazione Trip Generation	
	ingresso	uscita
Discount Supermarket	96	103
Hotel	31	28
Totale Spostamenti	127	131
	258	

Tabella 10 – SC_INT – Veicoli aggiuntivi totali

5.5.1.4 CONFRONTO GENERAZIONE STUDIO PRECEDENTE

Lo studio redatto nell'anno 2016 per il medesimo comparto prevedeva le seguenti funzioni:

- **Attività terziarie:** **3.300 mq slp**
- **Attività commerciali:**
 - MSV alimentare 2.500 mq slp (1.500 mq SV)
 - Esercizi di vicinato: 2.300 mq slp

In funzione di tali attività la generazione del flusso indotto era stata calcolata come segue.

FUNZIONE TERZIARIA

Sulla base della scheda del manuale Trip Generation (code 710), i clienti aggiuntivi nella rete sono calcolati nel seguente modo:

- 3.300 mq SLP;
- **ORA DI PUNTA DELLA SERA**
- 17% veicoli in ingresso e 83% veicoli in uscita;
- 53 veicoli/ora complessivi;
 - **9 veic/h in ingresso;**
 - **44 veic/h in uscita;**

NUOVA STRUTTURA COMMERCIALE ALIMENTARE

Sulla base della scheda del manuale di Trip Generation (code 854), i clienti aggiuntivi nella rete sono calcolati nel seguente modo:

- 2.500 mq SLP;
- **ORA DI PUNTA DELLA SERA**
- 48% veicoli in ingresso e 52% veicoli in uscita;
- 265 veicoli/ora complessivi;
 - 127 veic/h in ingresso;
 - 138 veic/h in uscita;
- - 40% per cross-visits e pass-by;
- 159 veicoli/ora complessivi di cui:
 - **76 veic/h in ingresso;**
 - **83 veic/h in uscita.**

Si rimarca che, nell'ora di punta della sera, non si stimano movimenti veicolari determinati dagli addetti, in quanto le attività commerciali saranno ancora in funzione e presumibilmente non saranno previsti cambi turno.

FUNZIONE ESERCIZI DI VICINATO

Sulla base della scheda del manuale di Trip Generation (code 875), i clienti aggiuntivi nella rete sono calcolati nel seguente modo:

- 2.300 mq SLP;
- **ORA DI PUNTA DELLA SERA**
- 45% veicoli in ingresso e 55% veicoli in uscita;
- 70 veicoli/ora complessivi;
 - 32 veic/h in ingresso;
 - 38 veic/h in uscita;
- - 40% per cross-visits e pass-by;
- 42 veicoli/ora complessivi di cui:
 - **19 veic/h in ingresso;**
 - **23 veic/h in uscita.**

Sulla base dei coefficienti presentati in precedenza per ogni tipologia commerciale / terziaria, si è stimato il seguente flusso aggiuntivo totale sulla rete attratto/generato dal comparto oggetto di studio.

Ora di Punta della SERA	FLUSSI AGGIUNTIVI	
	INGRESSO	USCITA
TERZIARIO - Uffici	9	44
ESERCIZI DI VICINATO	19	23
MEDIA STRUTTURA DI VENDITA (tipo alimentare)	76	83
TOTALE	104	150
	254	

Tabella 11 – SC_INT – Veicoli aggiuntivi totali – studio redatto nel 2016

Il flusso aggiuntivo totale sulla rete attratto/generato dal comparto oggetto di studio con le funzioni previste oggi (258 movimenti) è pressoché medesimo a quanto stimato nello studio redatto nel 2016 (254 movimenti).

In virtù di quanto esposto si possono ritenere ancora valide le simulazioni redatte nello studio precedente per lo scenario di intervento.

Di seguito si riportano tali elaborazioni.

5.6 BACINO GRAVITAZIONALE

Il potenziale flusso aggiuntivo di veicoli che potrebbe essere generato dall'intervento in progetto deve essere caricato sulla rete viaria dell'area in esame, supponendo che il suddetto flusso si ridistribuisca, come origini e destinazioni, in maniera coerente con quanto rilevato durante i rilievi del traffico.

Questi dati permettono di identificare le abitudini degli utenti relativamente alla frequentazione degli insediamenti in progetto, rapportate alle effettive aree di residenza.

A tal fine, un elemento fondamentale da considerare è la classificazione degli utenti in base ai movimenti di accesso all'area. Tenendo conto delle caratteristiche del sito in esame, in rapporto alle caratteristiche della rete stradale e delle manovre permesse agli accessi, sono state identificate le seguenti direttrici.

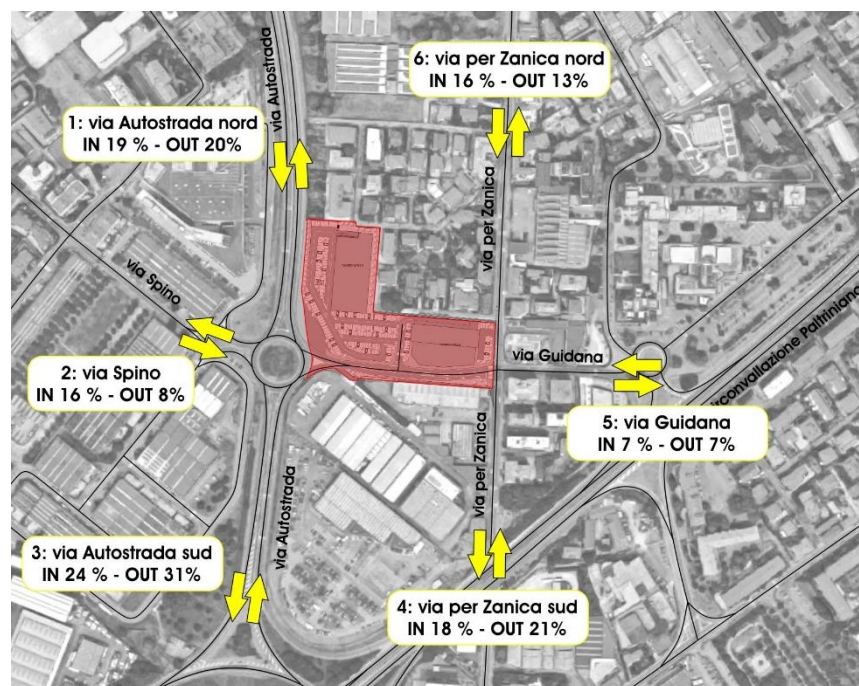


Figura 50 – SC_INT – Bacino utenti – Identificazione direttrici

Sulla base dei percorsi di accesso all'area, sono state individuate le seguenti direttrici di avvicinamento/allontanamento dall'area:

- Direttrice 1 – via Autostrada nord;
- Direttrice 2 – via Spino;
- Direttrice 3 – via Autostrada sud;
- Direttrice 4 – via per Zanica sud;
- Direttrice 5 – via Guidana;
- Direttrice 6 – via per Zanica nord.

5.7 ASSEGNAZIONE FLUSSI AGGIUNTIVI SULLA RETE

I flussi aggiuntivi di veicoli che si stima possano essere generati/attratti dall'intervento in progetto, nell'ora di punta individuata, sono stati caricati sulla rete viaria dell'area in esame e ridistribuiti secondo le percentuali di provenienza ed allontanamento ricavate dallo studio del bacino d'utenza.

Sulla base delle ipotesi presentate in precedenza, si è stimata la seguente ripartizione dei flussi aggiuntivi.

AGGIUNTIVI COMPARTO - ODP SERA				
DIRETTRICI	Ingresso	% IN	Uscita	% OUT
1: via Autostrada nord	20	19%	30	20%
2: via Spino	17	16%	12	8%
3: via Autostrada sud	24	24%	47	31%
4: via per Zanica sud	19	18%	31	21%
5: via Guidana	7	7%	11	7%
6: via per Zanica nord	17	16%	19	13%
	104	100%	150	100%

Tabella 12 – SC_INT - Ripartizione flussi aggiuntivi

Sulla rete viabilistica contermina all'area di intervento, si stima un incremento di **254 veicoli/ora totali**, così ripartiti:

- **Veicoli in ingresso: 104 veicoli/ora;**
- **Veicoli in uscita: 150 veicoli/ora.**



Figura 51 – SC_INT - Flussi aggiuntivi – Assegnazione sulla rete - Ora di punta del venerdì 17:30-18:30

5.8 IDENTIFICAZIONE DELLO SCENARIO DI INTERVENTO

Scopo fondamentale di questa parte dello studio è quello di confrontare la situazione del traffico attuale con quella che si registrerà nel futuro, in relazione allo scenario di intervento identificato.

La struttura viabilistica in esame viene, quindi, “caricata” del traffico attualmente presente nell’area e quello potenzialmente attratto/generato dagli interventi in progetto. In questo modo, è possibile stimare i carichi veicolari sia sugli assi principali, che nelle intersezioni di maggior importanza e valutarne gli effetti.

La fascia oraria assunta quale picco della rete per effettuare le simulazioni della situazione futura è dunque quella compresa tra le 17:30 e le 18:30 della giornata di venerdì.

La nuova bretella di collegamento, con andamento est→ovest, da via per Zanica a via Autostrada, determinerà, in base alle origini/destinazioni individuate sia per i veicoli aggiuntivi che per i veicoli rilevati allo stato di fatto, nuovi itinerari e, di conseguenza, una nuova distribuzione dei flussi veicolari grazie alla creazione di percorsi alternativi.

6 ANALISI CONDIZIONI DI DEFLUSSO

Le simulazioni sullo scenario futuro verranno effettuate considerando i **flussi di traffico attuali e dello scenario di riferimento** a cui verranno sommati gli **aggiuntivi potenzialmente generati/attratti** dal nuovo intervento in esame.

Le verifiche sul funzionamento dello schema viabilistico in essere nel comparto verranno effettuate considerando un modello di micro simulazione.

Per quanto riguarda le analisi micro modellistiche sarà analizzata un'area più vasta al fine di poter analizzare anche le mutue interferenze tra le intersezioni limitrofe e il funzionamento dell'intera rete.

Nei paragrafi seguenti si riporta una sintetica descrizione delle caratteristiche metodologiche dell'algoritmo di calcolo utilizzato.

6.1 MODELLO DI MICROSIMULAZIONE

I modelli di microsimulazione rappresentano un valido strumento a disposizione dei tecnici e dei decisori nel settore della mobilità per valutare gli effetti delle scelte progettuali e verificarne la sostenibilità. Tali modelli consentono, in modo particolare, l'analisi di dettaglio delle soluzioni pianificate a livello locale, quali la verifica di soluzioni d'intersezioni regolate con semaforizzazioni, intersezioni a rotatoria, ecc.

Con l'uso di tali strumenti è possibile fornire ai decisori:

- gli elementi quantitativi utili alla valutazione del deflusso veicolare, pedonale, ciclistico;
- le stime di dettaglio sulle lunghezze delle code, dei relativi tempi, delle velocità media e in sintesi delle prestazioni dei singoli componenti del sistema della viabilità;
- la visualizzazione del movimento delle singole componenti del traffico, a partire dai pedoni, ai ciclisti, alle moto, ai veicoli di tutte le tipologie, ai sistemi di trasporto pubblico (bus, taxi, tram, treno).

Possono, all'occorrenza, consentire di stimare le emissioni inquinanti atmosferiche e ambientali, i consumi energetici e di carburante.

Questi modelli vengono definiti di microsimulazione perché simulano il movimento di ogni singolo veicolo al quale vengono associate caratteristiche dimensionali (lunghezza, larghezza, velocità massima, accelerazione, ecc.) e

comportamentali (relative alla guida dei conducenti: rispetto dei limiti di velocità, aggressività, ecc.).

I modelli di microsimulazione sono utilizzati per spiegare la dinamica dei veicoli presenti nella rete simulando il comportamento di ogni guidatore e le interazioni tra i mezzi. In questo modo si descrive il funzionamento delle intersezioni e degli archi del grafo ad esse afferenti sulla base dei parametri derivanti dalla dinamica dei veicoli (velocità, perditempo, numero di stop). Le microsimulazioni condotte, modellizzano accuratamente il traffico caratterizzato da semafori, incroci, rotatorie, corsie di interscambio, ecc. e riescono a creare destinazioni diverse in funzione dell'obiettivo di ogni guidatore. Rispetto ai modelli di macro simulazione, i modelli di microsimulazione richiedono un'elevata quantità di dati, perché si deve supporre di conoscere in ogni istante la posizione e la velocità di ogni singolo veicolo. Questo aspetto, insieme all'indiscutibile complessità computazionale, contribuisce a limitare l'uso dei modelli di microsimulazione ai casi in cui la rete stradale sia limitata ad aree circoscritte.

6.1.1 DESCRIZIONE MODELLO CUBE DYNASIM

Nel presente studio, per le microsimulazioni della circolazione negli scenari analizzati, si utilizzerà il software Cube Dynasim, software per la modellazione e la simulazione del traffico stradale basato sulla riproduzione dinamica dei fenomeni di traffico attraverso l'utilizzo di un sofisticato modello microscopico, stocastico, basato sugli eventi e il comportamento dei guidatori. Cube Dynasim esegue le simulazioni in funzione delle caratteristiche infrastrutturali della rete, dei flussi di traffico, delle regolazioni delle intersezioni e dell'eventuale presenza di veicoli adibiti al servizio di trasporto pubblico. All'interno del modello di simulazione di Cube Dynasim sono contenuti i seguenti algoritmi di calcolo.

6.1.1.1 CAR FOLLOWING

Per la simulazione di veicoli che viaggiano sulla medesima corsia, Cube Dynasim utilizza modelli di Car - Following basati su due metodologie alternative:

- MGA: è un algoritmo sviluppato da MIT e riadattato in Cube Dynasim;
- PLP7: è un semplice modello di accelerazione adatto ad ambiti

urbani.

In particolare, il modello PLP7 è il più utilizzato; il suo principio di funzionamento è il seguente: l'accelerazione del veicolo 2, che segue il veicolo 1, dipende dalla velocità e dalla distanza dal veicolo che lo precede, secondo la formula:

$$A_2(t + 0,25) = \alpha \times [V_1(t) - V_2(t)] + \beta \times [X_1(t) - X_2(t) - \tau \times V_2(t) - L]$$

dove: X_i posizione dell'i-esimo veicolo al tempo t ;

V_i velocità dell'i-esimo veicolo al tempo t ;

A_i accelerazione dell'i-esimo veicolo al tempo t ;

- α, β, τ coefficienti, il cui valore è funzione dell'accelerazione del veicolo 1;
- se $A_1(t) < -0,6 \text{ m/s}^2$, allora $\alpha = 0,7$; $\beta = 0,03$; $\tau = 1,82$;
- se $A_1(t) [-0,6 \text{ m/s}^2; 0,6 \text{ m/s}^2]$, allora $\alpha = 1,1$; $\beta = 0,2$; $\tau = 0,52$;
- se $A_1(t) > 0,6 \text{ m/s}^2$, allora $\alpha = 0,36$; $\beta = 0,03$; $\tau = 1,82$.

L'accelerazione del veicolo 1 è aggiornata ogni 0,25 secondi, in funzione dell'accelerazione massima del veicolo stesso. L'accelerazione del veicolo seguente (veicolo 2) è anch'essa aggiornata ogni 0,25 secondi, in rapporto all'equazione sopra esposta.

6.1.1.2 GAP ACCEPTANCE

Cube Dynasim utilizza specifiche regole di precedenza (come per esempio segnali di stop o di precedenza) per gestire i movimenti dei veicoli che si trovano su traiettorie conflittuali. In particolare, le regole di precedenza si basano sulla teoria del “Gap-Acceptance”, secondo la quale in un punto di conflitto un veicolo senza diritto di precedenza prima di eseguire la manovra deve verificare che il gap tra i veicoli sulla corrente conflittuale sia sufficiente. È possibile associare una distribuzione dei tempi di gap ad una specifica regola di precedenza come ad esempio:

- Ingresso in una rotatoria;
- Uscita da una rotatoria;
- Stop;
- Svolta a sinistra.

Cube Dynasim attribuisce ai veicoli i tempi di gap in modo stocastico (casuale), scegliendo tra i tempi di gap disponibili per ciascuna classe veicolare, secondo quanto definito nelle rispettive distribuzioni.

Come risultati finali, Dynasim produce due tipologie di dati: numerici e animazioni. I dati numerici possono essere rappresentati su grafici o con tabelle, mentre le animazioni possono essere visualizzate su una mappa di sfondo in formato 2D, oppure 3D. Data la natura microscopica e stocastica di Cube Dynasim, ogni simulazione assegna in modo casuale i valori dei vari parametri. Questa aleatorietà produce risultati differenti ad ogni simulazione, sebbene i dati di input siano i medesimi. Queste differenze simulano le variazioni di traffico che possono avvenire da un giorno all'altro su una rete reale. **In Cube Dynasim è possibile eseguire più simulazioni ed ottenere dei risultati numerici mediando i valori ottenuti a ogni iterazione.**

In particolare, i risultati che possono essere raccolti da Cube Dynasim sono:

- Flusso istantaneo;
- Massimo numero di veicoli;
- Numero medio di veicoli;
- Tempo medio di percorrenza;
- Massima velocità;
- Velocità media.

Inoltre, per ogni dato raccolto, è possibile ottenere le relative statistiche, quali:

- Media;
- Deviazione standard;
- Intervallo di confidenza;
- Valore massimo;
- Valore minimo;
- 25° percentile;
- 50° percentile;
- 75° percentile.

6.1.1.3 PARAMETRI UTILIZZATI PER L'ANALISI

Al fine di descrivere in modo oggettivo gli scenari di valutazione analizzati, si procederà attraverso il calcolo di una serie di indicatori caratteristici del regime di circolazione registrato.

Le valutazioni sui risultati del modello di micro simulazione saranno effettuate considerando i seguenti parametri:

- **il ritardo medio veicolare:** definito un certo tronco stradale, si qualifica ritardo o perditempo la differenza tra il tempo necessario a percorrere il tratto analizzato nelle reali condizioni di rete carica ed il tempo di percorrenza dello stesso tratto a rete scarica e senza i perditempo indotti dai semafori: è una misura del disagio e del costo generalizzato a carico dell'utente;
- **il livello di servizio:** rappresentato da una lettera in una scala di valori che va da A ad F, dove A rappresenta il livello migliore in termini di prestazione della rete, secondo quanto prescritto dall'Highway Capacity Manual, descrive in modo quantitativo il funzionamento di una intersezione;
- **la lunghezza degli accodamenti:** calcola la lunghezza dell'eventuale coda che si crea su una corsia. Un veicolo è considerato in coda se la distanza dal veicolo precedente è inferiore a un valore limite (15 metri) e se la sua velocità è inferiore a un valore limite (10 km/h), ed è considerato in coda fino a quando la sua velocità non supera un valore limite (20 km/h).

Il livello di servizio per le **intersezioni semaforizzate** è definito in termini di ritardo, che è la misura del disagio e della frustrazione del guidatore, del consumo del carburante e del tempo di viaggio perso.

Si tratta sostanzialmente del tempo medio di stazionamento di un veicolo all'incrocio.

La valutazione del ritardo è una misura complessa e dipende da un numero di variabili che comprendono:

- la qualità della progressione;
- la lunghezza del ciclo;
- il rapporto tra flusso e capacità per un dato gruppo di corsie.

I perditempo considerati per la verifica dei Livelli di Servizio, calcolati mediante i software di micro simulazione utilizzati si diversificano in base allo scenario considerato:

- **perditempo a rete scarica:** è stata utilizzata una matrice caricata con pochi veicoli solo nelle manovre effettivamente conteggiate così che il tempo impiegato per percorrere il tratto in esame sia dato semplicemente dalla formula del moto rettilineo uniforme, senza cioè che il veicolo subisca ritardi e/o impedimenti dovuti al traffico o ai cicli semaforici;
- **perditempo a rete carica:** è stata utilizzata la matrice caricata con i flussi rilevati direttamente durante l'ora di punta rilevata; in questo caso il veicolo per percorrere lo stesso tratto ha impiegato più tempo rispetto allo scenario a rete scarica, in quanto sottoposto ai cicli semaforici, alle esigenze del traffico e ad eventuali imprevisti.

La differenza tra i perditempo considerati (rete scarica, rete carica /scenari futuri), per ogni arco analizzato, restituisce il perditempo aggiuntivo che l'utente impiega per percorrere il tratto dell'arco in esame.

A questo perditempo corrisponde un livello di servizio, definito come il grado con il quale il traffico presente sull'arco vincola il conducente durante la marcia:

Intersezioni Semaforizzate	
LOS	Perditempo [sec]
A	≤ 10
B	>10 - 20
C	>20 - 35
D	>35 - 55
E	>55 - 80
F	> 80

Tabella 13- LOS Intersezioni Semaforizzate - Fonte HCM

In maniera generica, ad ogni livello di servizio è possibile associare le seguenti condizioni di circolazione:

- **LOS A:** caratterizzato da un limitato flusso di veicoli che entrano nell'intersezione, la maggior parte degli stessi arriva durante il periodo di verde e attraversano l'intersezione senza fermarsi;
- **LOS B:** caratterizzato da un flusso di veicoli ancora limitato, ma rispetto alla situazione che si verifica nel LOS A, si arrestano più veicoli;
- **LOS C:** in questo livello si potrebbero avere veicoli che non riescono ad attraversare l'intersezione dopo un ciclo semaforico; il numero di veicoli che si fermano inizia ad essere significativo anche se molti di essi attraversano l'intersezione senza fermarsi;
- **LOS D:** caratterizzato da un'elevata densità, molti veicoli si fermano, le code si smaltiscono lentamente e i tempi di attesa cominciano ad essere significativi;
- **LOS E:** caratterizzato da un flusso veicolare in arrivo all'intersezione elevato, le code si smaltiscono più lentamente e sempre più veicoli non riescono ad attraversare l'intersezione durante un ciclo semaforico;
- **LOS F:** caratterizzato da un flusso molto elevato, il tempo di smaltimento delle code è eccessivamente alto e molti veicoli non attraversano l'intersezione durante il ciclo semaforico.

Le **intersezioni non semaforizzate**, sono percepite con incertezza da parte degli utenti, poiché il ritardo è meno determinabile rispetto alle intersezioni semaforizzate e questo può ridurre la tolleranza degli utenti rispetto ai tempi di attesa. In questa categoria vengono considerate anche le **intersezioni a rotatoria** che secondo l'HCM, sono dotate di una procedura di calcolo dei ritardi molto simile a quella utilizzata nelle intersezioni a due e più braccia:

- **LOS A:** racchiude le situazioni con bassissimi ritardi, cioè minori di 10 sec. per veicolo ed una riserva di capacità superiore ai 400 veicoli/ora;
- **LOS B:** caratterizzato da tempi di attesa ancora molto bassi compresi tra i 10 e i 15 sec. per veicolo ed una riserva di capacità compresa tra i 300 e i 400 veicoli/ora;
- **LOS C:** descrive le situazioni con ritardo medio crescente e compreso tra 15-25 sec. per veicolo. Il numero di veicoli che si fermano è significativo sebbene molti di essi possano ancora transitare per l'intersezione senza arrestarsi;
- **LOS D:** comprende tempi di attesa compresi tra 25 e 35 sec./veicolo.

Gli utenti cominciano ad avvertire gli effetti della congestione;

- **LOS E:** caratterizzato da ritardi variabili tra i 35 e 50 sec./veicolo e dotato di una riserva di capacità molto bassa con valori al di sotto di 100 veicoli/ora;
- **LOS F:** comprende tempi di attesa per maggiori di 50 sec./veicolo. Si verificano situazioni in cui i flussi di traffico superano la capacità della corsia, si evidenziano notevoli ritardi e accodamenti in grado di produrre condizioni critiche di congestione. In questo livello si possono anche verificare problemi relativi alla sicurezza dovuti ai comportamenti dei veicoli sulla strada secondaria che scelgono tempi di immissione inferiori a quelli critici.

Di seguito si riporta la tabella dei livelli di servizio validi sia per le intersezioni non semaforizzate che per le rotatorie:

Intersezioni NON Semaforizzate e ROTATORIE	
LOS	Perditempo [sec]
A	≤ 10
B	>10 - 15
C	>15 - 25
D	>25 - 35
E	>35 - 50
F	> 50

Tabella 14 - LOS Intersezioni Non Semaforizzate e Rotatorie - Fonte HCM

6.2 SCENARIO ATTUALE – CALIBRAZIONE MODELLO

Lo scenario attuale coincide con lo stato di fatto rilevato mediante apposita campagna di indagine. **Il primo passo è stato quello di verificare la correttezza dei comportamenti e delle code restituite dal modello di micro simulazione con la situazione reale fotografata durante la campagna di indagine.**

Questo ha permesso di calibrare il più fedelmente possibile i flussi sulla base dei percorsi O/D ipotizzati/rilevati. **Particolare attenzione è stata posta alle intersezioni più vicine al nuovo comparto ovvero alla rotatoria tra via Autostrada e via Spino e all'intersezione semaforizzata tra via per Zanica e via Guidana, con l'intento di riprodurre i comportamenti dei conducenti dei veicoli, osservati durante la campagna di indagine.** Tra i parametri di riferimento, si considereranno gli aspetti osservati in occasione dei rilievi di traffico.

Si sottolinea che sarà analizzata un'area più vasta, al fine di poter valutare anche le mutue interferenze tra le intersezioni limitrofe e il funzionamento della rete. Le analisi riguarderanno i rami di ingresso nell'intersezione tra via Autostrada / via Spino e tra via per Zanica / via Guidana e, per maggior chiarezza, riportate graficamente nell'immagine seguente.

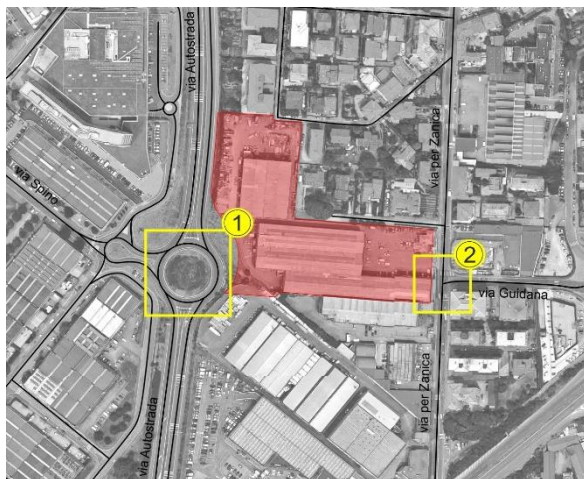


Figura 52 – SC_SDF – Localizzazione intersezioni - Micromodello

I risultati così ottenuti saranno rappresentativi di un set di fenomeni dovuti alle mutue combinazioni delle influenze tra i veicoli e dei comportamenti di guida dei loro conducenti (ottenuti attraverso la componente stocastica dell'algoritmo) che possono verificarsi nello scenario reale e rappresentativi delle probabili condizioni che possono verificarsi sulla rete.

La base geometrica rilevata durante la campagna di indagine è riportata nell'immagine seguente.



Figura 53 – SC_SDF – Rete modellizzata con il software Dynasim

Il modello è stato calibrato considerando la situazione più critica rilevata durante la campagna d'indagine, ovvero, in termini assoluti di carico sulla rete, **si è verificata l'ora di punta del venerdì sera, registrata dalle 17:30 alle 18:30, con 4.331 veicoli/ora in ingresso.**

Nell'intersezione tra via Autostrada e via Spino il modello restituisce un buon funzionamento: il flusso principale nord→sud defluisce nell'intersezione in modo regolare, restituendo buoni livelli di servizio e accodamenti accettabili. La riserva di capacità è positiva.

Come rilevato durante la campagna d'indagine, i veicoli che transitano nell'intersezione tra via per Zanica e via Guidana subiscono notevoli rallentamenti, dovuti a:

- elevato numero di veicoli in ingresso nell'intersezione (circa 1.800 veic/h);
- ristretta conformazione dell'intersezione stradale che non consente l'accodamento al centro dell'intersezione per i veicoli che devono effettuare la svolta a sinistra da via per Zanica nord, creando interferenze con il deflusso veicolare;
- lunghezza del ciclo semaforico e forte corrente veicolare con andamento nord→sud lungo via per Zanica.

Questo si traduce in accodamenti massimi dell'ordine di centinaia di metri, interferenze con la viabilità limitrofa, e perditempo elevati.

Le istantanee proposte rendono graficamente i risultati delle micro simulazioni effettuate, evidenziando gli accodamenti massimi, restituiti dal modello di microsimulazione, in attestazione su tutti i rami.

Vengono riportate anche delle foto scattate durante la campagna di rilievo che mettono in evidenza i fenomeni di accodamenti nell'intersezione tra via per Zanica e via Guidana.

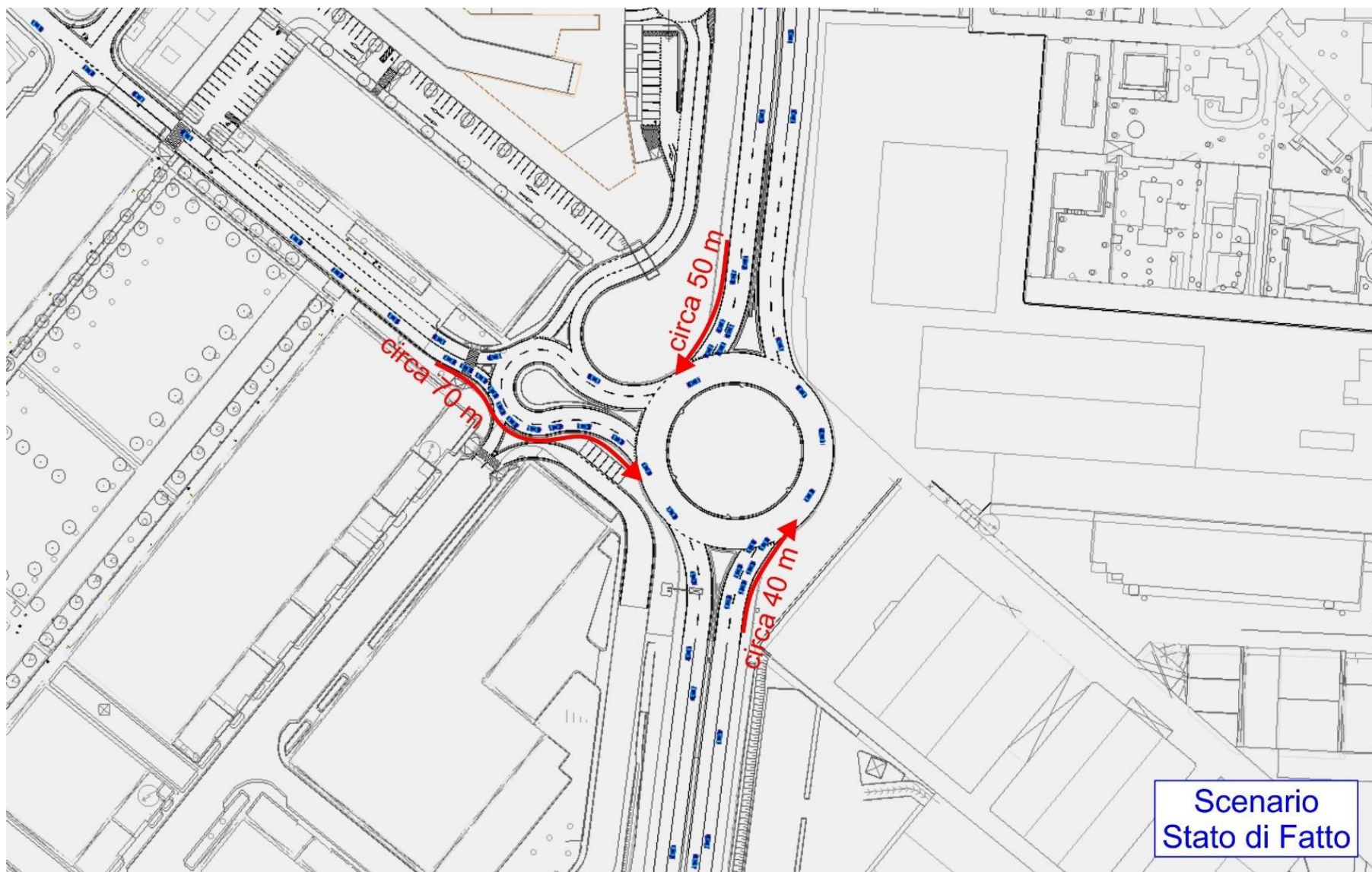


Figura 54 – SC_SDF – Istantanea di simulazione – Accodamenti massimi intersezione 1: via Autostrada / via Spino



Figura 55 – SC_SDF – Istantanea di simulazione – Accodamenti massimi intersezione 2: via per Zanica / via Guidana



Figura 56 – SC_SDF – Fotografie accodamenti rilevati – Intersezione 2: via per Zanica nord e via Guidana



Figura 57 – SC_SDF – Fotografie accodamenti rilevati – Intersezione 2: via per Zanica sud

6.3 SCENARIO DI RIFERIMENTO

Lo scenario di riferimento determina, rispetto allo scenario attuale (SDF), una modifica alla rete stradale, ovvero la realizzazione del collegamento tra la rotonda di via Autostrada / via Spino con l'intersezione semaforizzata tra via per Zanica / via Guidana.

Questa modifica alla rete viabilistica comporterà, come già ampiamente descritto nei paragrafi precedenti, una probabile redistribuzione dei flussi in base alle origini/destinazione individuate durante la campagna d'indagine. Di fatto, verranno a crearsi nuovi itinerari e, di conseguenza, una nuova distribuzione dei flussi veicolari grazie alla creazione di percorsi alternativi.

Anche per questo scenario sono state condotte delle verifiche micromodellistiche sulle principali intersezioni interessate dalla nuova viabilità e riportate nell'immagine seguente.

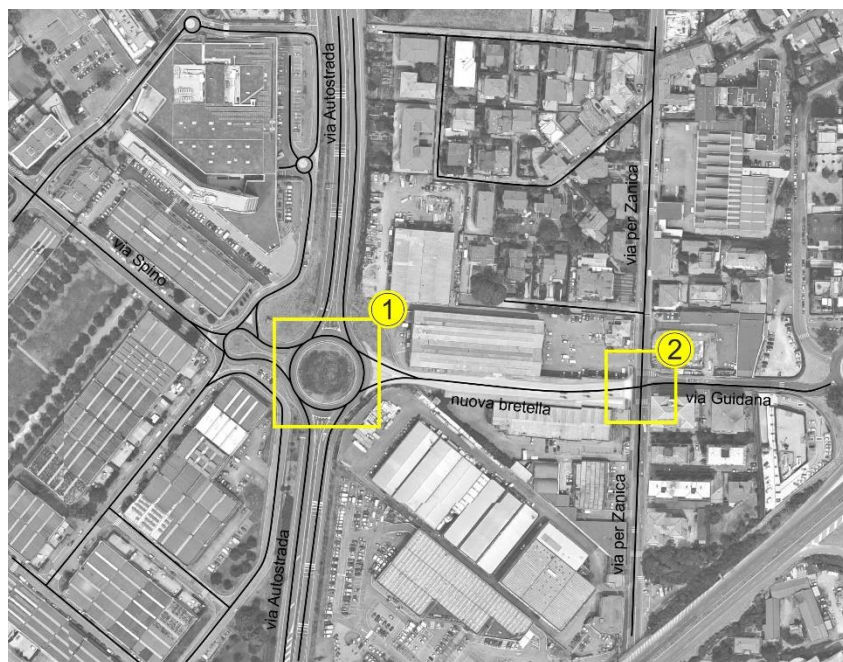


Figura 58 – SC_RIF – Localizzazione intersezioni - Micromodello

La base geometrica rilevata durante la campagna di indagine è riportata nell'immagine seguente.

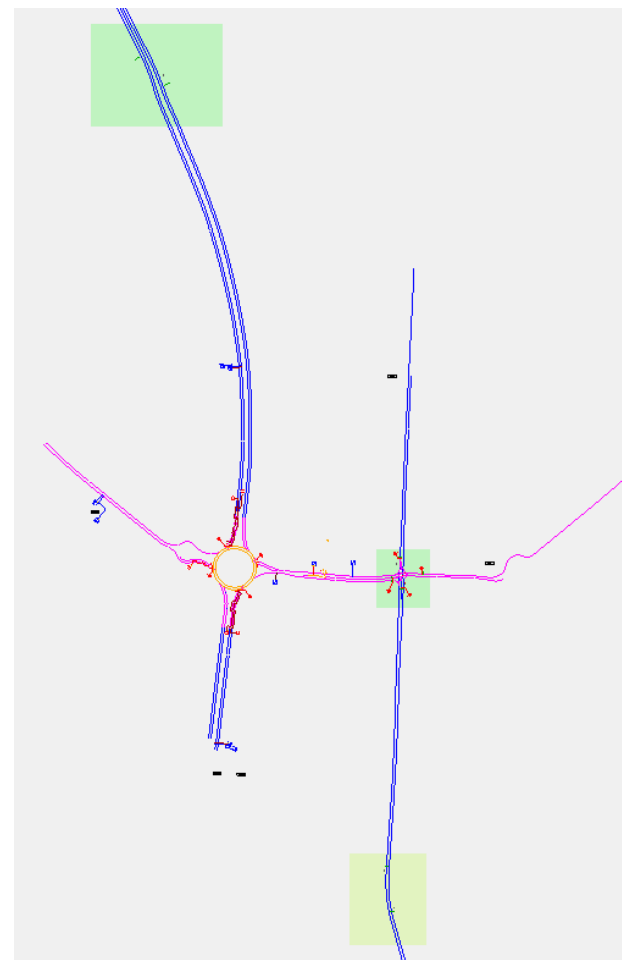


Figura 59 – SC_RIF – Rete modellizzata con il software Dynasim

Per ogni intersezione vengono restituiti i livelli di servizio dei singoli approcci e quello complessivo dell'intersezione, oltre all'accodamento massimo registrato dal modello di microsimulazione.

6.3.1 INTERSEZIONE 1: VIA AUTOSTRADA / VIA SPINO

L'intersezione tra via Autostrada e via Spino sarà, nello scenario di riferimento, un'intersezione a rotatoria con quattro rami: i rami principali sono quelli di via Autostrada con andamento nord→sud.

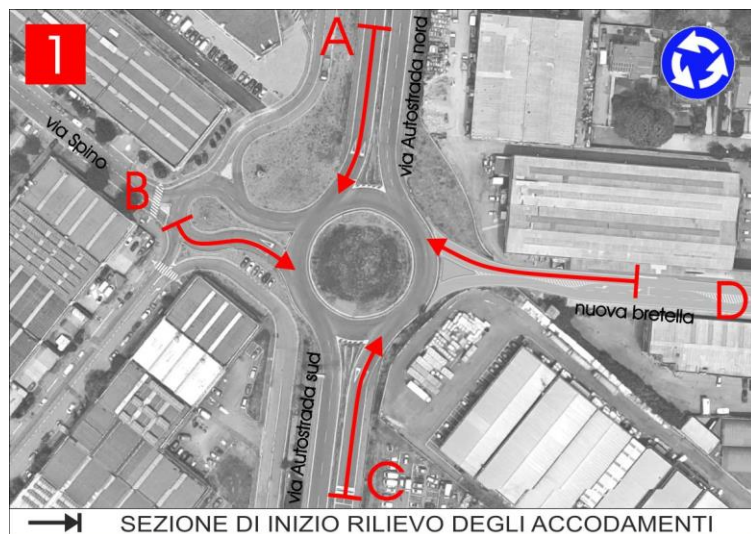


Figura 60 – SC_RIF – Nomenclatura intersezione 1

Il modello di simulazione restituisce i valori di livelli di servizio registrati su ogni ramo di ingresso all'intersezione così come riportati nella tabella precedente.

INTERSEZIONE 1 Scenario Riferimento	approccio	Los parziale
	1A: via Autostrada nord	A
	1B: via Spino	A
	1C: via Autostrada sud	A
	1D: nuova bretella	B
complessivo		5 sec - A

Tabella 15 – SC_RIF – Intersezione 1 – Livelli di Servizio (LOS)

6.3.2 INTERSEZIONE 2: VIA PER ZANICA / VIA GUIDANA

L'intersezione tra via per Zanica e via Guidana sarà, nello scenario di riferimento, un'intersezione semaforizzata con quattro rami: i rami principali sono costituiti da via per Zanica con andamento nord→sud.



Figura 61 – SC_RIF – Nomenclatura intersezione 2

Il modello di simulazione restituisce i valori di livelli di servizio registrati su ogni ramo di ingresso all'intersezione così come riportati nella tabella precedente.

INTERSEZIONE 2 Scenario Riferimento	approccio	Los parziale
	2A: via per Zanica nord	E
	2B: via per Zanica sud	F
	2C: via Guidana	E
	2D: nuova bretella	D
complessivo		140 sec - F

Tabella 16 – SC_RIF – Intersezione 2 – Livelli di Servizio (LOS)

6.3.3 RISULTATI INTERA RETE

La **rotatoria tra via Autostrada e via Spino**, nello scenario di riferimento con l'apertura della nuova bretella e la redistribuzione dei flussi, mantiene un buon funzionamento, in analogia allo stato di fatto, restituendo un livello di servizio complessivo pari ad A.

Gli accodamenti, come i perditempo dei singoli rami in ingresso nell'intersezione, sono esigui e riconducibili al semplice segnale di DARE PRECEDENZA in ingresso alla rotatoria.

La capacità residua è positiva.

L'**intersezione semaforizzata tra via per Zanica e via Guidana**, nello scenario di riferimento, vede l'introduzione di un nuovo ramo nella parte ovest con conseguente introduzione di una fase nel ciclo semaforico. La simulazione restituisce una situazione di sofferenza dell'intersezione, già rilevata durante lo stato di fatto, restituendo complessivamente un livello di servizio pari a F, con perditempo medio pari a 140 secondi.

Le maggiori criticità continuano a riguardare l'asse di via per Zanica, sia in direzione nord che in direzione sud.

Questa situazione è riconducibile all'elevato numero di veicoli che hanno itinerario nord→ sud ed alle manovre di svolta in sinistra che, in alcuni casi, impediscono il corretto deflusso veicolare a causa del ridotto spazio di accumulo all'interno dell'intersezione.

L'andamento delle code stimate mediante il modello di simulazione registra un miglioramento in termini di accodamenti massimi rispetto allo stato di fatto, in virtù dell'ottimizzazione del ciclo semaforico e dei nuovi itinerari resi possibili grazie all'apertura del nuovo collegamento stradale.

Le istantanee proposte rendono graficamente i risultati delle micro simulazioni effettuate, evidenziando gli accodamenti massimi, restituiti dal modello di microsimulazione, in attestazione su tutti i rami.

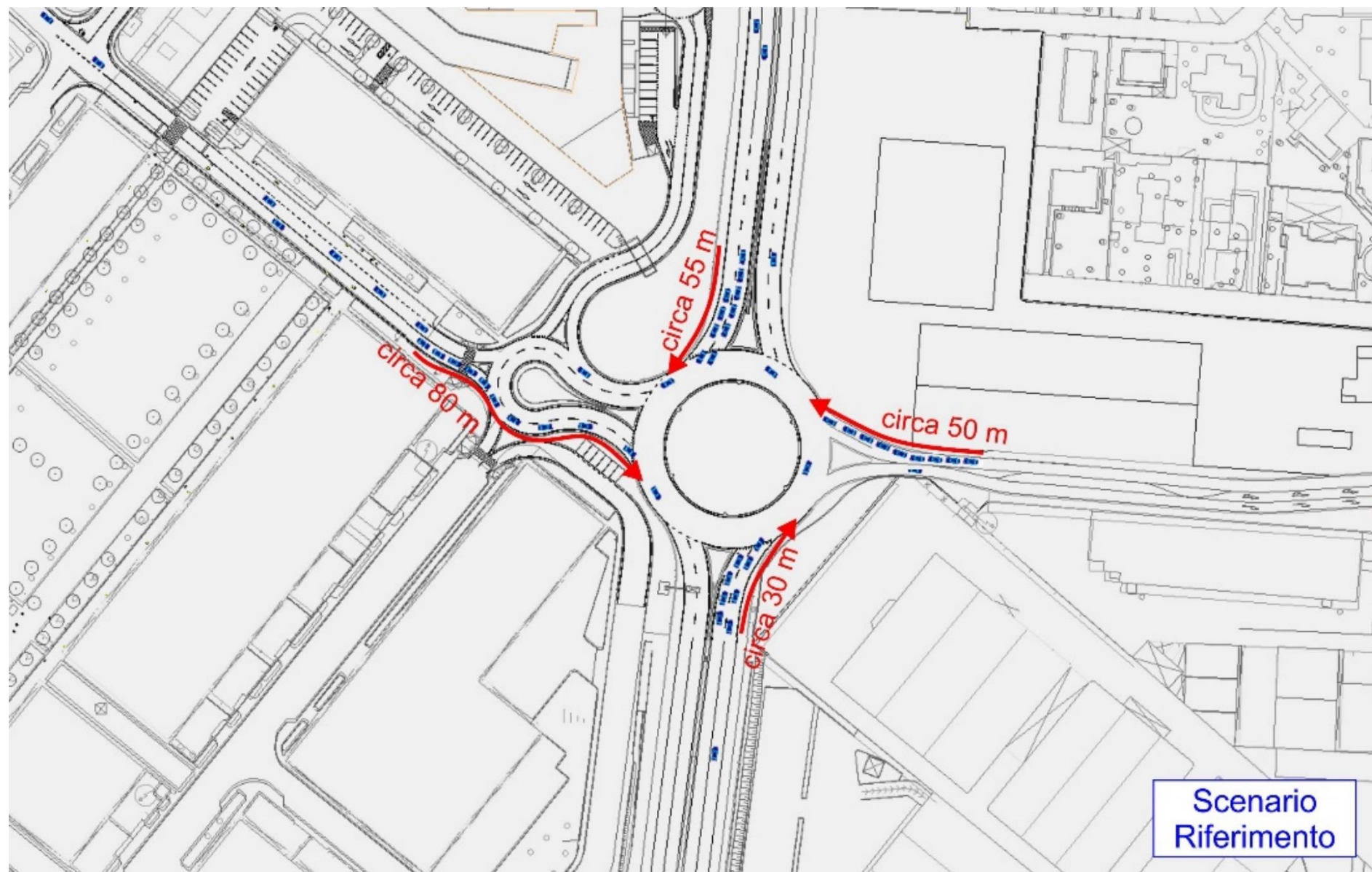


Figura 62 – SC_RIF – Istantanea di simulazione – Accodamenti massimi intersezione 1: via Autostrada / via Spino

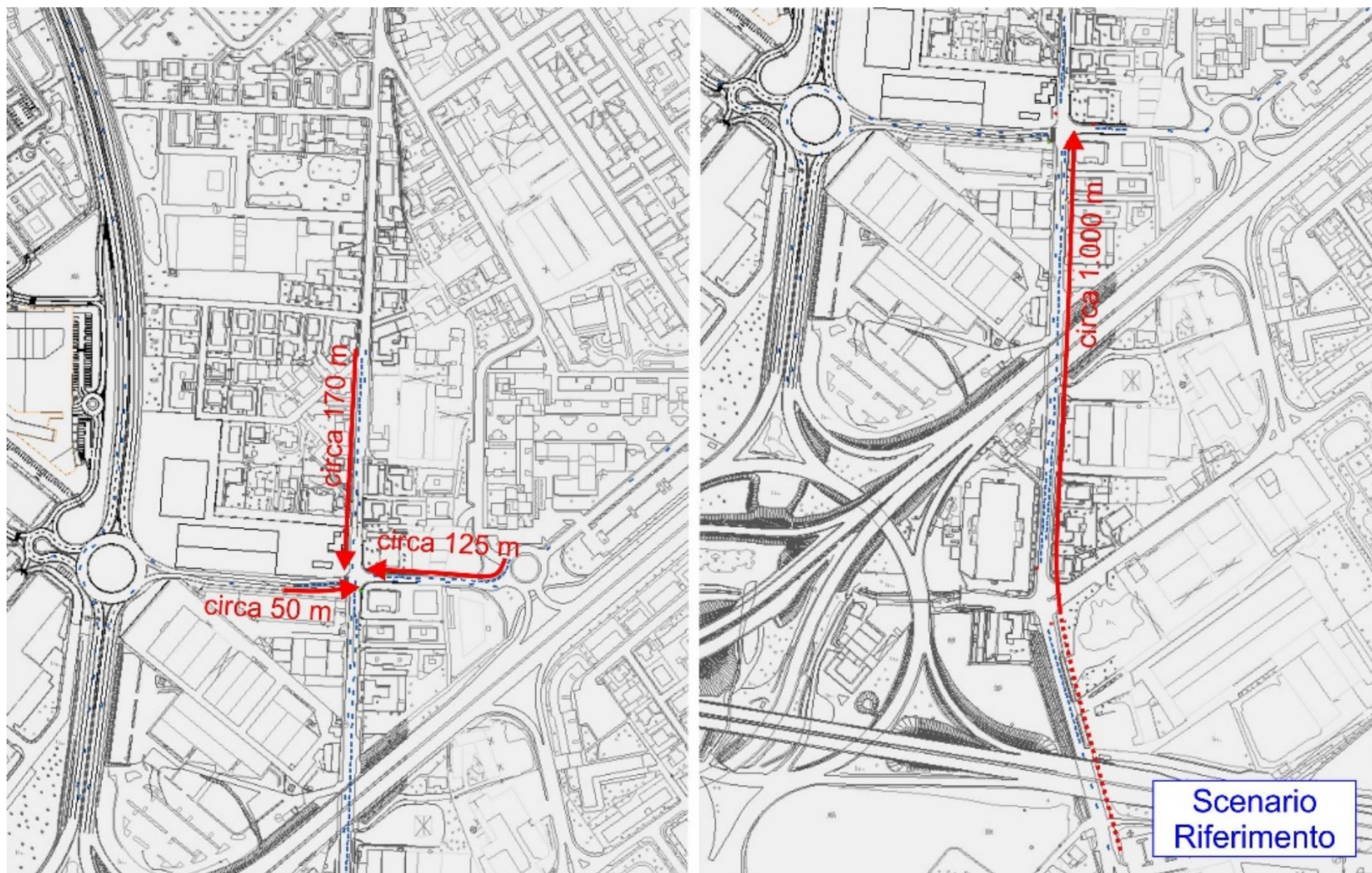


Figura 63 – SC_RIF – Istantanea di simulazione – Accodamenti massimi intersezione 2: via per Zanica / via Guidana

6.4 SCENARIO DI INTERVENTO

Lo scenario di intervento determina, rispetto allo scenario di riferimento (RIF), un incremento della domanda di traffico dovuto ai flussi potenzialmente attratti/generati dal progetto considerato.

Dal punto di vista della domanda, esso considera, i flussi attuali rilevati, relativi all'ora di punta (fascia oraria 17:30–18:30 della giornata del venerdì) redistribuiti secondo il modello di macro simulazione ed incrementati di quelli potenzialmente aggiuntivi stimati in attrazione ed in generazione dovuti alla realizzazione del progetto in essere.

Per quanto invece attiene la domanda di traffico, dal momento che l'orizzonte temporale nel quale si colloca la possibile realizzazione dell'intervento è limitata al breve periodo, non si ritiene di dover considerare un trend di evoluzione della domanda complessiva nell'area di studio. La matrice dello Scenario di Intervento deriva quindi direttamente dalla matrice dello Scenario di Riferimento (RIF), alla quale sono state apportate modifiche sulla base della stima del numero di veicoli potenzialmente attratti/generati dall'intervento oggetto di studio.

I dati ottenuti derivano inoltre da un'assegnazione in modalità multirun (più interazioni effettuate); in questo modo il modello esegue l'assegnazione più volte variando i parametri stocastici che caratterizzano gli algoritmi con cui i veicoli vengono immessi sulla rete oggetto di analisi.

I risultati così ottenuti sono rappresentativi di un set di fenomeni dovuti alle mutue combinazioni delle influenze tra i veicoli e dei comportamenti di guida dei loro conducenti (ottenute attraverso la componente stocastica dell'algoritmo) che possono verificarsi nello scenario reale e rappresentativi delle probabili condizioni che possono verificarsi sulla rete.

Per maggior chiarezza, le intersezioni oggetto di verifica sono riportate graficamente nell'immagine seguente.

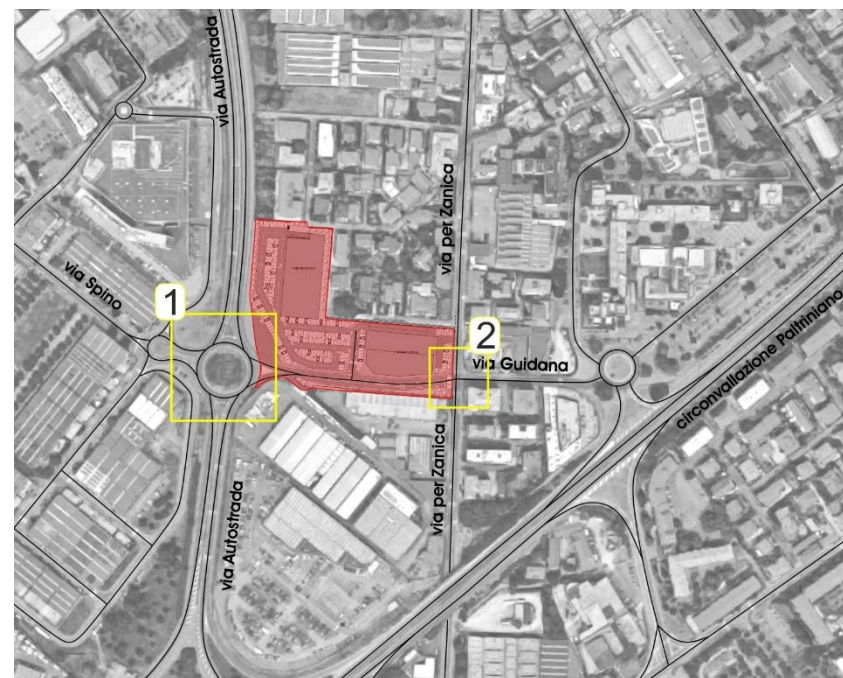


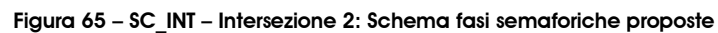
Figura 64 – SC_INT - Localizzazione intersezioni analizzate- Micromodello

L'intersezione 2, tra via per Zanica e via Guidana, a seguito dell'introduzione del quarto ramo e la redistribuzione dei flussi, e di conseguenza delle manovre al nodo, ha richiesto un adeguamento dell'impianto semaforico esistente con l'inserimento di un nuovo ciclo semaforico a quattro fasi della durata di 95 secondi.

Il ciclo semaforico proposto, e riportato nell'immagine seguente, è stato utilizzato nelle simulazione effettuate.

Inoltre, nel modello di microsimulazione sono stati modellizzati anche le intersezioni semaforizzate poste a nord di via Autostrada e a sud di via per Zanica, al fine di riproporre il fenomeno del “plotonamento” dei veicoli in arrivo creato dai cicli semaforici delle intersezioni.

Tabella 17 – SC INT – Intersezione 2: Identificazione lanterne e ciclo semaforico proposto



La rete modellizzata sulla quale sono stati caricati i flussi dell'ora di punta della sera, così come evidenziato nei capitoli precedenti, è riportata nell'immagine seguente.

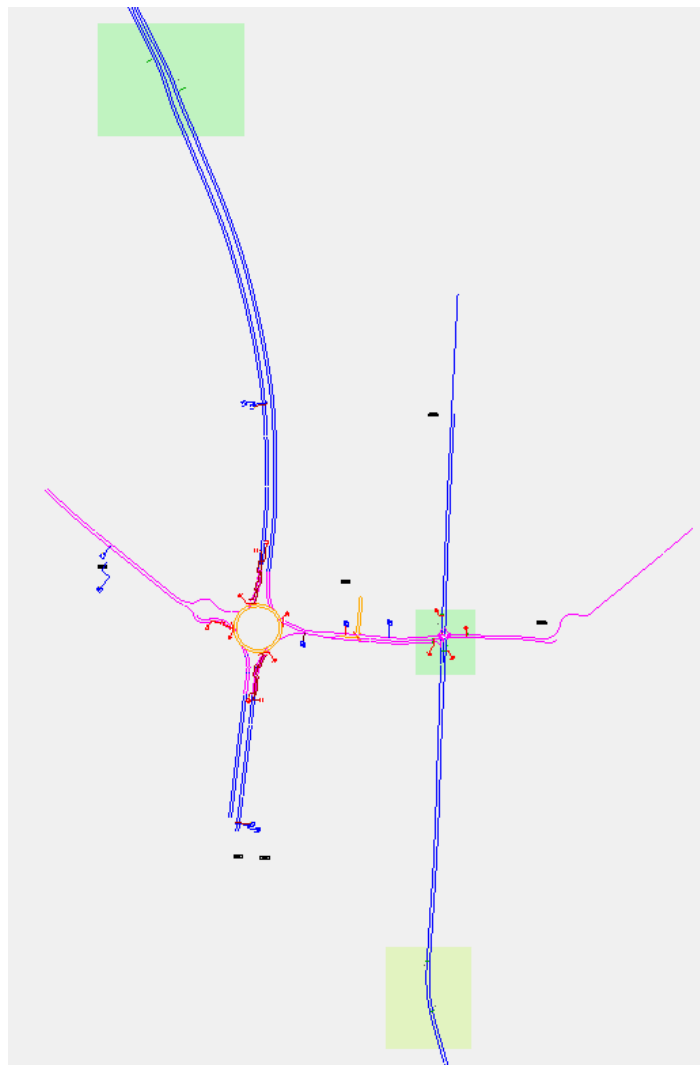


Figura 66 – SC_INT – Rete modellizzata con il software Dynasim

6.4.1 INTERSEZIONE 1: VIA AUTOSTRADA / VIA SPINO

L'intersezione tra via Autostrada e via Spino sarà, nello scenario di riferimento, un'intersezione a rotatoria con quattro rami: i rami principali sono quelli di via Autostrada con andamento nord→sud.



Figura 67 – SC_INT – Nomenclatura intersezione 1

Il modello di simulazione restituisce i valori di livelli di servizio registrati su ogni ramo di ingresso all'intersezione così come riportati nella tabella precedente.

INTERSEZIONE 1 Scenario Intervento	approccio	Los parziale
	1A: via Autostrada nord	A
	1B: via Spino	B
	1C: via Autostrada sud	A
	1D: nuova bretella	B
complessivo		6 sec - A

Tabella 18 – SC_INT – Intersezione 1 – Livelli di Servizio (LOS)

6.4.2 INTERSEZIONE 2: VIA PER ZANICA / VIA GUIDANA

L'intersezione tra via per Zanica e via Guidana sarà, nello scenario di riferimento, un'intersezione semaforizzata con quattro rami: i rami principali sono costituiti da via per Zanica con andamento nord→sud.



Figura 68 – SC_INT – Nomenclatura intersezione 2

Il modello di simulazione restituisce i valori di livelli di servizio registrati su ogni ramo di ingresso all'intersezione così come riportati nella tabella precedente.

INTERSEZIONE 2 Scenario Intervento	approccio	Los parziale
	2A: via per Zanica nord	E
	2B: via per Zanica sud	F
	2C: via Guidana	E
	2D: nuova bretella	D
complessivo		143 sec - F

Tabella 19 – SC_INT – Intersezione 2 – Livelli di Servizio (LOS)

6.4.3 RISULTATI INTERA RETE

Nello scenario di intervento, la **rotatoria tra via Autostrada e via Spino**, mantiene un buon funzionamento, rispetto sia allo stato di fatto che allo scenario di riferimento, restituendo un livello di servizio complessivo pari ad A. Gli accodamenti, come i perditempo dei singoli rami in ingresso nell'intersezione, sono esigui e assimilabili al semplice segnale di DARE PRECEDENZA in ingresso alla rotatoria. La capacità residua rimane positiva.

Nell'**intersezione semaforizzata tra via per Zanica e via Guidana**, nello scenario di intervento, permane una situazione simile a quella riscontrata per lo scenario di riferimento. Gli accodamenti maggiori riguardano l'asse di via per Zanica, sia in direzione nord che in direzione sud.

Rispetto allo scenario di riferimento, l'effetto dovuto ai veicoli potenzialmente aggiuntivi attratti e generati dall'intervento oggetto di studio è minimo, sia in termini di perditempo che in termini di accodamenti lungo tutti e quattro i rami.

Per quanto riguarda le eventuali code in attestazione nella **nuova bretella**, la coda massima non interferisce né con il corretto deflusso nelle intersezioni limitrofe, né con il nuovo accesso all'area terziaria/commerciale oggetto di analisi, mantenendo sempre libero l'accesso per effettuare in sicurezza le manovre di ingresso e uscita.

Le istantanee proposte rendono graficamente i risultati delle micro simulazioni effettuate, evidenziando gli accodamenti massimi, restituiti dal modello di microsimulazione, in attestazione su tutti i rami.

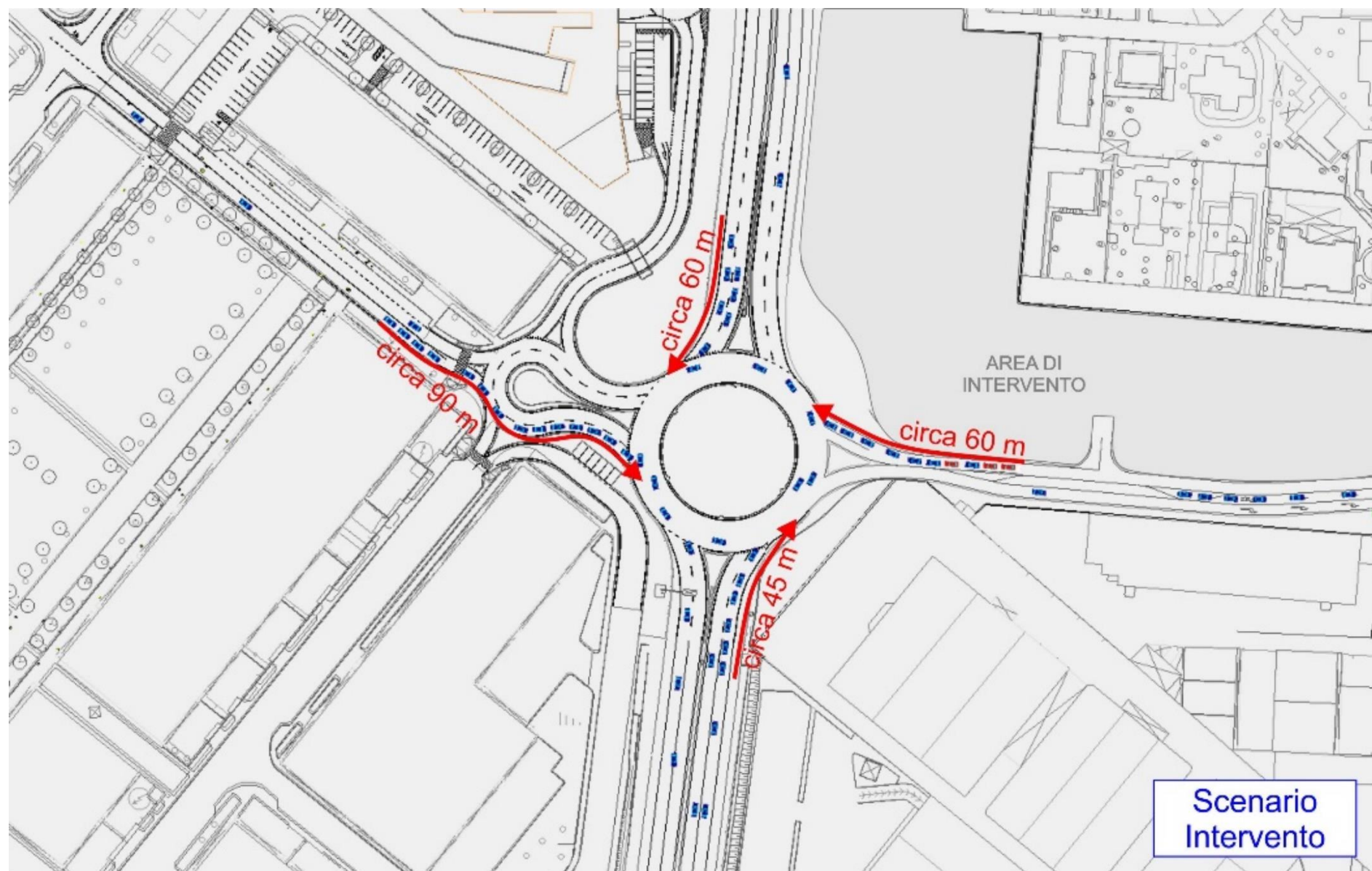


Figura 69 – SC_INT – Istantanea di simulazione – Accodamenti massimi intersezione 1: via Autostrada / via Spino

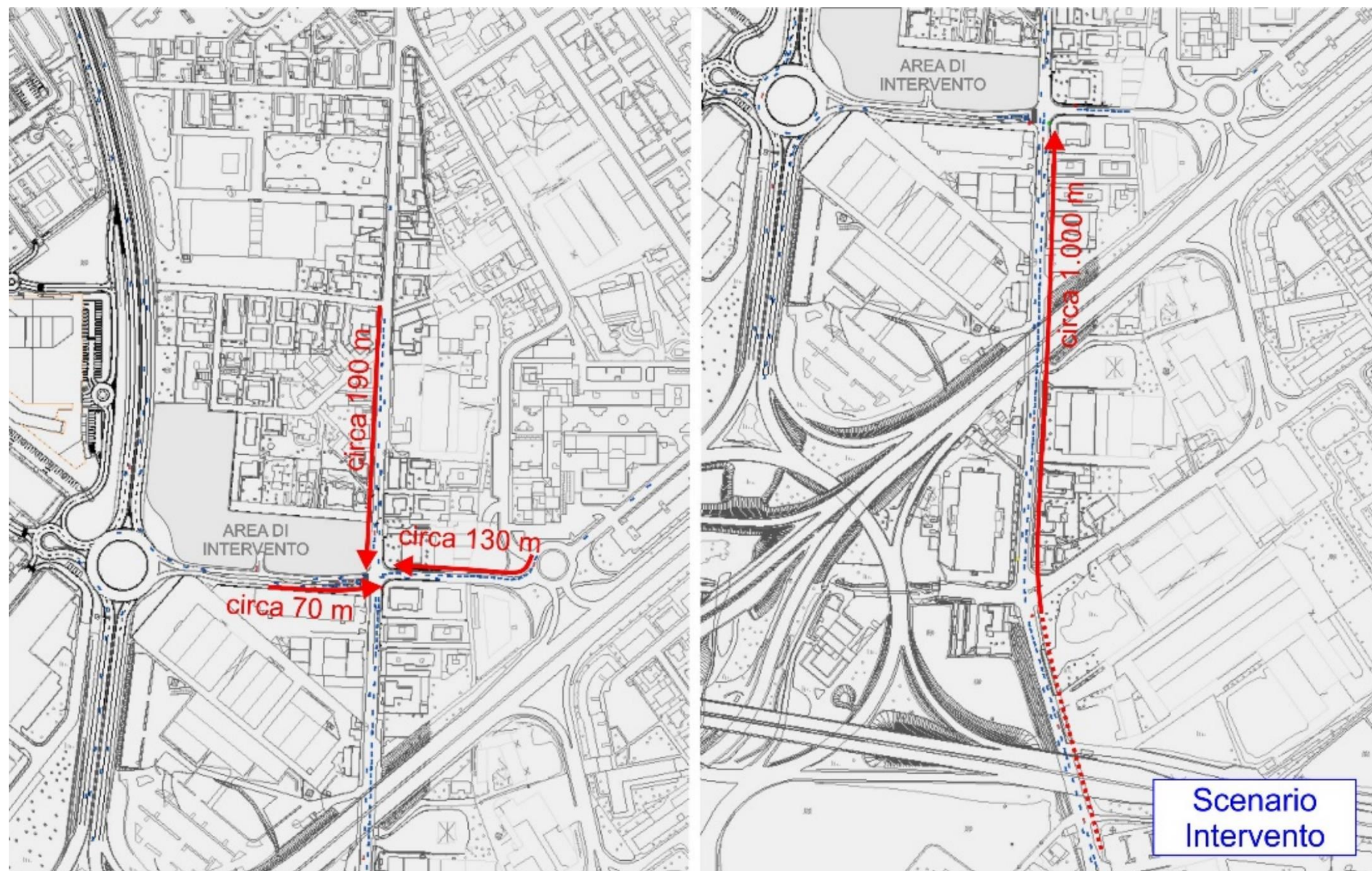


Figura 70 – SC_INT – Istantanea di simulazione – Accodamenti massimi intersezione 2: via per Zanica / via Guidana

7 CONCLUSIONI

Il presente studio ha avuto lo scopo di valutare le possibili ricadute viabilistiche conseguenti all'attivazione di **un comparto a destinazione commerciale e ricettivo**, nel Comune di Bergamo, localizzato in un'area posta a sud del territorio comunale, al confine tra i quartieri di Carnovali e Malpensata, nonché posta a ridosso degli assi viabilistici di via Autostrada, ad ovest, e via per Zanica ad est. Ciò posto, il presente studio ha perseguito la finalità di analizzare e verificare il funzionamento dello schema di viabilità futuro, considerando tre scenari temporali di analisi:

- **Scenario attuale** – relativo allo stato di fatto, finalizzato a caratterizzare la domanda attuale di mobilità, e l'offerta di trasporto (attraverso l'analisi della rete viabilistica, delle intersezioni e delle linee di trasporto pubblico che attraversano l'area di studio);
- **Scenario di riferimento:** è finalizzato a determinare le variazioni dei percorsi veicolari registrati nello scenario attuale in funzione dell'apertura della nuova bretella di collegamento tra via Autostrada e via per Zanica;
- **Scenario di intervento** – relativo allo scenario futuro, finalizzato ad analizzare gli schemi viabilistici di progetto in relazione ai flussi di traffico attuali e aggiuntivi potenzialmente generati / attratti dal nuovo intervento proposto.

Nello specifico lo studio di traffico è stato redatto secondo i metodi della modellistica dei trasporti, con dettagliate analisi di rete negli scenari di domanda/offerta relativi all'intervento oggetto di analisi.

Per caratterizzare l'attuale regime di circolazione che interessa la rete viabilistica contermina è stata predisposta apposita campagna di rilievo effettuata nella giornata di giovedì 09 gennaio 2020 con riferimento alla fascia bioraria della sera tra le ore 17:00 e le ore 19:00, con l'obiettivo di identificare un quadro di riferimento che possa, nel modo più verosimile possibile, fotografare l'attuale utilizzo degli assi viari nell'intorno dell'area di studio. L'ora di punta serale rappresenta la situazione più sfavorevole in termini di flusso di traffico, in quanto agli spostamenti casa – lavoro si sommano gli spostamenti generati – attratti dalle funzioni commerciali previste dal progetto. I dati rilevati sono stati poi posti a confronto con i dati a disposizione della campagna di rilievo effettuata venerdì 04 novembre 2016, nella stessa fascia bioraria serale.

Da entrambe le campagne di rilievo è emersa la stessa ora di punta del giorno ferialo, dalle 17:30 alle 18:30. Risulta in linea anche il movimento totale in ingresso al comparto: 4.331 veicoli/ora nel 2016 e 4.369 veicoli/ora nel 2020. La variazione in termini di movimenti in ingresso è inferiore al 1%, ampiamente al di sotto della variazione giornaliera e all'interno della tolleranza degli strumenti utilizzati nelle campagne di indagine.

Inoltre, la distribuzione delle manovre sono più penalizzanti quelle rilevate nell'anno 2016 in quanto ad oggi sono diminuite le svolte a U dal ramo A dell'intersezione 1, che hanno notevole influenza sulla capacità del nodo stesso.

In virtù di ciò a titolo cautelativo si è mantenuta la continuità con lo studio precedente e si sono restituiti i dati dell'anno 2016 in relazione allo stato di fatto e di conseguenza anche per lo scenario di riferimento.

Il primo passo metodologico per giungere alle previsioni di traffico necessarie per verificare la compatibilità (e successivamente la sostenibilità) dell'intervento proposto, ha riguardato la modellazione dello scenario trasportistico attuale, cioè la ricostruzione delle relazioni origine/destinazione degli spostamenti generati dall'area di studio in esame e la loro distribuzione sulla rete. Il modello di simulazione ha restituito i medesimi livelli di accodamento rilevati durante i vari sopralluoghi.

Successivamente è stato analizzato lo scenario di riferimento al fine di verificare la rete viabilistica nell'intorno dell'area di studio, nel caso in cui venga realizzata la nuova bretella tra la rotatoria tra via Autostrada / via Spino con l'intersezione semaforizzata di via per Zanica / via Guidana.

Tale nuova connessione sarà caratterizzata da carreggiata singola con una corsia per senso di marcia. *Nell'intersezione tra Via per Zanica e Via Guidana l'andamento delle code stimate mediante il modello di simulazione ha registrato un miglioramento in termini di accodamenti massimi rispetto allo stato di fatto, in virtù dell'ottimizzazione del ciclo semaforico e dei nuovi itinerari resi possibili grazie all'apertura del nuovo collegamento stradale.*

La definizione dello Scenario di Intervento è stata effettuata mediante la stima del traffico indotto. Le proposte viabilistiche, inserite nello scenario di intervento, hanno avuto come obiettivo quello di ottimizzare l'inserimento dei nuovi insediamenti sulla rete stradale limitrofa. L'accesso alle aree di sosta è previsto dalla nuova bretella, attraverso l'utilizzo di corsie di accumulo in centro carreggiata per le manovre di svolta in sinistra. L'analisi dell'offerta di trasporto ha permesso di verificare che, dal punto di vista viabilistico, gli insediamenti in

progetto, anche grazie agli interventi viabilistici in progetto risultano essere ben inseriti nella maglia viabilistica principale, nonché alla medesima adeguatamente connesso.

L'analisi del carico veicolare sulla rete viaria contermine al comparto, ha evidenziato limitati incrementi dei transiti veicolari in corrispondenza delle principali intersezioni e assi stradali dell'area di studio rispetto allo scenario di riferimento; pertanto non tali da modificarne il regime di circolazione. Rispetto allo scenario attuale, inoltre, il nuovo assetto viabilistico porta alla diminuzione delle code massime lungo via per Zanica, sia da nord che da sud. Conclusivamente, si può affermare, sulla base delle analisi, delle verifiche e delle considerazioni esposte nei paragrafi precedenti, la compatibilità dell'intervento in esame con l'assetto viabilistico futuro.

8 INDICE

8.1 INDICE DELLE FIGURE

FIGURA 1 – AREA DI INTERVENTO	4
FIGURA 2 – INQUADRAMENTO SCALA VASTA	7
FIGURA 3 – INQUADRAMENTO TERRITORIALE DI DETTAGLIO	8
FIGURA 4 – INQUADRAMENTO DELL'AREA	9
FIGURA 5 – SCHEMA INSEDIATIVO AMBITO DI TRASFORMAZIONE	9
FIGURA 6 – ESTRATTO DP4 – SCENARI PER IL SISTEMA INFRASTRUTTURALE – QUADRANTE OVEST	9
FIGURA 7 – REGOLAMENTAZIONE DELLA CIRCOLAZIONE	10
FIGURA 8 – ESTRATTO TAVOLA DP4 – SCENARI PER IL SISTEMA INFRASTRUTTURALE	11
FIGURA 9 – ESTRATTO TAVOLA DP4 – SCENARI PER IL SISTEMA INFRASTRUTTURALE	11
FIGURA 10 – SEZIONI ANALIZZATE	12
FIGURA 11 – INTERSEZIONI ANALIZZATE	15
FIGURA 12 – INTERSEZIONE 1: VIA AUTOSTRADA / VIA SPINO	16
FIGURA 13 – INTERSEZIONE 2: VIA PER ZANICA / VIA GUIDANA	16
FIGURA 14 – INTERSEZIONE 3: VIA GUIDANA / VIA AMBIVERI / VIA GAMBIRASIO	17
FIGURA 15 – INTERSEZIONE 4: VIA CAMPAGNOLA / VIA STENDHAL	17
FIGURA 16 – INTERSEZIONE 5: VIA CAMPAGNOLA / VIA PER ZANICA	18
FIGURA 17 – INTERSEZIONE 6: VIA PER ZANICA / VIA TADINI	18
FIGURA 18 – INTERSEZIONE 7: VIA PER ZANICA / VIA S.G. BOSCO	19
FIGURA 19 – INTERSEZIONE 8: VIA PER ZANICA / VIA CARNOVALI / VIA GAVAZZENI	19
FIGURA 20 – INTERSEZIONE 9: VIA CARNOVALI / VIA AUTOSTRADA	20
FIGURA 21 – ESTRATTO GRAFO DELLA RETE ATB	20
FIGURA 22 – PERCORSO LINEA 5 – RETE ATB	21
FIGURA 23 – LOCALIZZAZIONE FERMATE TPL	21
FIGURA 24 – ESTRATTO TAVOLA PS4 – SISTEMA DELLA MOBILITÀ SOSTENIBILE	23
FIGURA 25 – ESTRATTO TAVOLA PS4 – SISTEMA DELLA MOBILITÀ SOSTENIBILE – LEGENDA	24
FIGURA 26 – IDENTIFICAZIONE INTERSEZIONI RILEVATE	25
FIGURA 27 – ESEMPI VEICOLI APPARTENENTI ALLE CLASSI VEICOLARI “LEGGERI” E “PESANTI”	26
FIGURA 28 – INTERSEZIONE 1 – SEZIONI E MANOVRE DI RILIEVO	27
FIGURA 29 – INTERSEZIONE 2 – SEZIONI E MANOVRE DI RILIEVO	29
FIGURA 30 – INTERSEZIONE 1 – SEZIONI E MANOVRE DI RILIEVO	31
FIGURA 31 – INTERSEZIONE 2 – SEZIONI E MANOVRE DI RILIEVO	33
FIGURA 32 – IDENTIFICAZIONE ORA DI PUNTA – SEZIONI DI INGRESSO CONSIDERATE	35
FIGURA 33 – INTERSEZIONE 1 – MATRICE FLUSSI – ORA DI PUNTA DELLA SERA	38
FIGURA 34 – INTERSEZIONE 2 – MATRICE FLUSSI – ORA DI PUNTA DELLA SERA	38
FIGURA 35 – FLUSSI RILEVATI – ORA DI PUNTA DELLA SERA (17:30-18:30) – VEICOLI EQUIVALENTI	39
FIGURA 36 – SC_RIF - INTERVENTI VIABILISTICI	40
FIGURA 37 – SC_SDF – GRAFO DELLA RETE STRADALE	41
FIGURA 38 – SCREENLINE DISPONIBILI	42
FIGURA 39 – SC_RIF – REDISTRIBUZIONE FLUSSI – ORA DI PUNTA DELLA SERA (17:30-18:30) – VEICOLI EQUIVALENTI	43
FIGURA 40 – PLANIMETRIA DI PROGETTO – PIANO TERRA	44
FIGURA 41 – INTERVENTI VIABILISTICI	45
FIGURA 42 – ACCESSI AI PARCHEGGI	45
FIGURA 43 – PERCORSI CLIENTI IN INGRESSO	46
FIGURA 44 – PERCORSI CLIENTI IN USCITA	46
FIGURA 45 – AREE DI SOSTA – PIANO TERRA	46
FIGURA 46 – ELABORATO PR3A – STRUTTURA SISTEMA INSEDIATIVO – LEGENDA /1	47
FIGURA 47 – ELABORATO PR3A – STRUTTURA SISTEMA INSEDIATIVO – DETTAGLIO AREA INTERVENTO	47
FIGURA 48 – SC_INT - SCHEDA TRIP GENERATION – CODE 854: SUPERMARKET	49
FIGURA 49 – SC_INT - SCHEDA TRIP GENERATION – CODE 310: HOTEL	49

FIGURA 50 – SC_INT – BACINO UTENTI – IDENTIFICAZIONE DIRETTRICI	52
FIGURA 51 – SC_INT - FLUSSI AGGIUNTIVI – ASSEGNAZIONE SULLA RETE - ORA DI PUNTA DEL VENERDÌ 17:30-18:30	53
FIGURA 52 – SC_SDF – LOCALIZZAZIONE INTERSEZIONI - MICROMODELLO	59
FIGURA 53 – SC_SDF – RETE MODELLIZZATA CON IL SOFTWARE DYNASIM	59
FIGURA 54 – SC_SDF – Istantanea di simulazione – Accodamenti massimi intersezione 1: via Autostrada / via Spino	61
FIGURA 55 – SC_SDF – Istantanea di simulazione – Accodamenti massimi intersezione 2: via per Zanica / via Guidana	62
FIGURA 56 – SC_SDF – FOTOGRAFIE ACCODAMENTI RILEVATI – INTERSEZIONE 2: VIA PER ZANICA NORD E VIA GUIDANA	63
FIGURA 57 – SC_SDF – FOTOGRAFIE ACCODAMENTI RILEVATI – INTERSEZIONE 2: VIA PER ZANICA SUD	64
FIGURA 58 – SC_RIF – LOCALIZZAZIONE INTERSEZIONI - MICROMODELLO	65
FIGURA 59 – SC_RIF – RETE MODELLIZZATA CON IL SOFTWARE DYNASIM	65
FIGURA 60 – SC_RIF – NOMENCLATURA INTERSEZIONE 1	66
FIGURA 61 – SC_RIF – NOMENCLATURA INTERSEZIONE 2	66
FIGURA 62 – SC_RIF – Istantanea di simulazione – Accodamenti massimi intersezione 1: via Autostrada / via Spino	68
FIGURA 63 – SC_RIF – Istantanea di simulazione – Accodamenti massimi intersezione 2: via per Zanica / via Guidana	69
FIGURA 64 – SC_INT - LOCALIZZAZIONE INTERSEZIONI ANALIZZATE - MICROMODELLO	70
FIGURA 65 – SC_INT – INTERSEZIONE 2: SCHEMA FASI SEMAFORICHE PROPOSTE	71
FIGURA 66 – SC_INT – RETE MODELLIZZATA CON IL SOFTWARE DYNASIM	72
FIGURA 67 – SC_INT – NOMENCLATURA INTERSEZIONE 1	72
FIGURA 68 – SC_INT – NOMENCLATURA INTERSEZIONE 2	73
FIGURA 69 – SC_INT – Istantanea di simulazione – Accodamenti massimi intersezione 1: via Autostrada / via Spino	74
FIGURA 70 – SC_INT – Istantanea di simulazione – Accodamenti massimi intersezione 2: via per Zanica / via Guidana	75

8.2 INDICE DEI GRAFICI

GRAFICO 1 – INTERSEZIONE 1 – ANDAMENTO ORARIO – GIOVEDÌ SERA – ANNO 2020	32
GRAFICO 2 – INTERSEZIONE 1 – RIPARTIZIONE DEL TRAFFICO IN INGRESSO – GIOVEDÌ SERA – ANNO 2020	32
GRAFICO 3 – INTERSEZIONE 1 – ANDAMENTO ORARIO – GIOVEDÌ SERA – ANNO 2020	34
GRAFICO 4 – INTERSEZIONE 1 – RIPARTIZIONE DEL TRAFFICO IN INGRESSO – GIOVEDÌ SERA – ANNO 2020	34
GRAFICO 5 – IDENTIFICAZIONE ORA DI PUNTA – ANNO 2016 – VENERDÌ	35
GRAFICO 6 – IDENTIFICAZIONE ORA DI PUNTA – ANNO 2016 – VENERDÌ	36
GRAFICO 7 – ANDAMENTO DELLE FUNZIONI DI COSTO BPR	41
GRAFICO 8 – ESEMPIO DELL'ANDAMENTO DELLE FUNZIONI DI COSTO BPR - AMBITO URBANO	41
GRAFICO 9 – SCATTERGRAM	42

8.3 INDICE DELLE TABELLE

TABELLA 1 – INTERSEZIONE 1 – FLUSSI DISAGGREGATI – ANNO 2016 – VENERDÌ	28
TABELLA 2 – INTERSEZIONE 2 – FLUSSI DISAGGREGATI – ANNO 2016 – VENERDÌ	30
TABELLA 3 – INTERSEZIONE 1 – FLUSSI DISAGGREGATI – ANNO 2020 – GIOVEDÌ	32
TABELLA 4 – INTERSEZIONE 2 – FLUSSI DISAGGREGATI – ANNO 2020 – GIOVEDÌ	34
TABELLA 5 – IDENTIFICAZIONE ORA DI PUNTA – ANNO 2016 – VENERDÌ	35
TABELLA 6 – IDENTIFICAZIONE ORA DI PUNTA – ANNO 2016 – VENERDÌ	36
TABELLA 7 – INTERSEZIONE 1 – MATRICE FLUSSI – ORA DI PUNTA DELLA SERA	38
TABELLA 8 – INTERSEZIONE 2 – MATRICE FLUSSI – ORA DI PUNTA DELLA SERA	38
TABELLA 9 – CLASSIFICAZIONE FUNZIONALE DELLA RETE STRADALE	40
TABELLA 10 – SC_INT – VEICOLI AGGIUNTIVI TOTALI	50
TABELLA 11 – SC_INT – VEICOLI AGGIUNTIVI TOTALI – STUDIO REDATTO NEL 2016	51
TABELLA 12 – SC_INT – RIPARTIZIONE FLUSSI AGGIUNTIVI	52
TABELLA 13 - LOS INTERSEZIONI SEMAFORIZZATE - FONTE HCM	57
TABELLA 14 - LOS INTERSEZIONI NON SEMAFORIZZATE E ROTATORIE - FONTE HCM	58
TABELLA 15 – SC_RIF – INTERSEZIONE 1 – LIVELLI DI SERVIZIO (LOS)	66
TABELLA 16 – SC_RIF – INTERSEZIONE 2 – LIVELLI DI SERVIZIO (LOS)	66

TABELLA 17 – SC_INT – INTERSEZIONE 2: IDENTIFICAZIONE LANTERNE E CICLO SEMAFORICO PROPOSTO	71
TABELLA 18 – SC_INT – INTERSEZIONE 1 – LIVELLI DI SERVIZIO (LOS).....	72
TABELLA 19 – SC_INT – INTERSEZIONE 2 – LIVELLI DI SERVIZIO (LOS).....	73