



# COMUNE DI ALMENNO SAN SALVATORE

Provincia di Bergamo

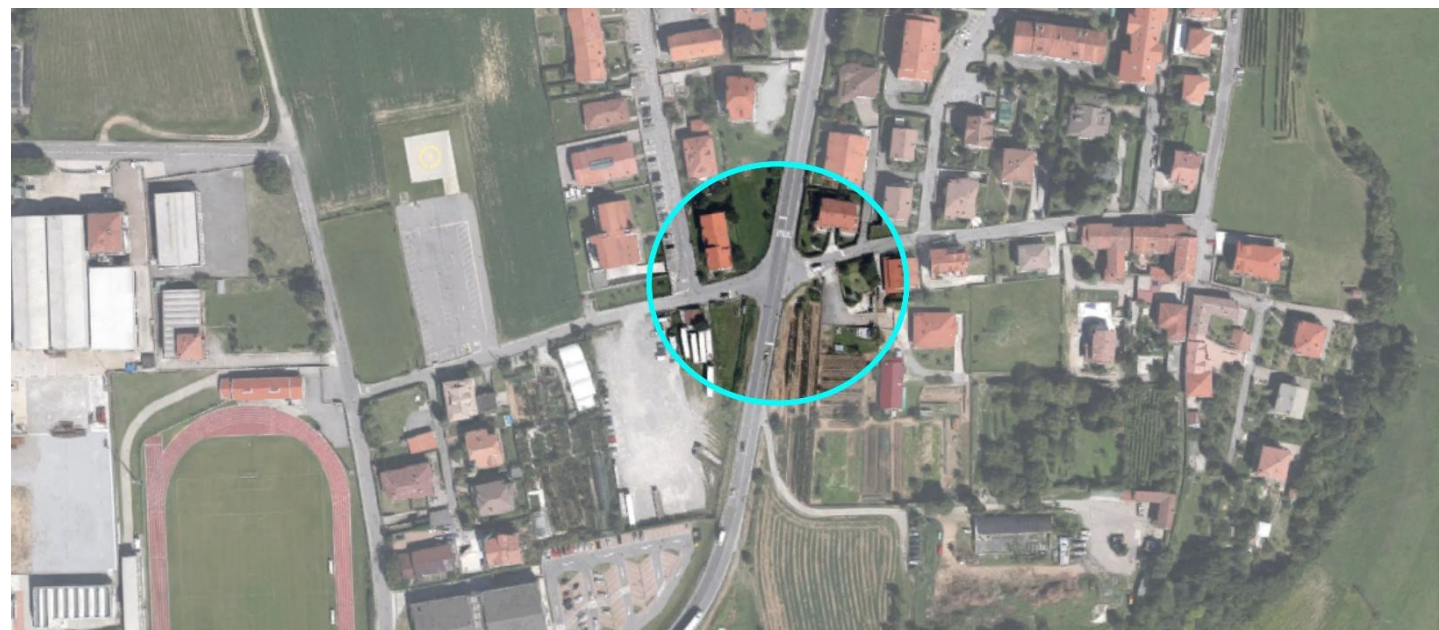
## PROPOSTA ADEGUAMENTO INTERSEZIONE SP1 75 / VIA ROMANELLE ANALISI VIABILISTICA

TRM ENGINEERING S.r.l.  
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. 04581670364



Committente
 Comune di Almenno San Salvatore

Titolo Elaborato	Elaborato	Revisione	Codice progetto	Nome file	Data
Studio viabilistico	01	01	1540	1540s1sv-1-r101_rev01_mod02.docx	Febbraio 2019
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. (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 Balasubramaian

Sig.ra Daniela Battini

Ing. Stefano Bolettieri

Ing. Francesco Calabretta

Ing. Eleonora Castellani

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

Dott. Ing. Arantxa Carolina De La Hoz Morris

Ing. Giovanni Durzu

Ing. Stefano Farina

Ing. Dario Galimberti

Sadam Hussain

Ing. Nicolò Jordens

Sig.ra Angela Librace

Ing. Francesco Masucci

Dott. Ing. Fabio Mazzon

Ing. Daniele Romanò

Dott. Ing. Junior Marco Sala

Ing. Luca Serio

Ing. Valentina Slavazzi

Ing. Roberto Vergani

Ing. Viviana Vimercati

**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](mailto:ufficio.tecnico@trmgroup.org) – [www.trmgroup.org](http://www.trmgroup.org)

**INDICE**

<b>1</b>	<b>PREMESSA .....</b>	<b>4</b>		
<b>2</b>	<b>METODOLOGIA DI STUDIO E SCENARI DI ANALISI.....</b>	<b>5</b>		
2.1	ANALISI SCENARIO ATTUALE .....	5		
2.2	ANALISI SCENARI DI INTERVENTO .....	5		
2.3	CONFRONTO TRA SCENARI.....	5		
<b>3</b>	<b>ANALISI SCENARIO ATTUALE.....</b>	<b>6</b>		
3.1	INQUADRAMENTO TERRITORIALE .....	6		
3.2	ANALISI DELL'OFFERTA ATTUALE DI TRASPORTO PRIVATO .....	8		
3.2.1	ANALISI DEI PRINCIPALI ASSI VIARI .....	9		
3.2.1.1	S1: STRADA PROVINCIALE SP175 NORD .....	9		
3.2.1.2	S2: VIA CARLO ALBERTO DALLA CHIESA.....	10		
3.2.1.3	S3: VIA ROMANELLE EST .....	10		
3.2.1.4	S4: VIA ROMANELLE OVEST .....	11		
3.2.1.5	S5: STRADA PROVINCIALE SP175 SUD .....	11		
3.2.1.6	S6: VIA ROMANELLE .....	12		
3.2.1.7	S7: VIA DON ARIELE SIZI.....	12		
3.2.1.8	S8: VIA MADONNA DEL CASTELLO.....	13		
3.2.3	ANALISI DELLE PRINCIPALI INTERSEZIONI.....	14		
3.2.3.1	INTERSEZIONE 1 – VIA ROMANELLE / VIA CARLO ALBERTO DALLA CHIESA 14			
3.2.3.2	INTERSEZIONE 2 – SP175 / VIA ROMANELLE .....	15		
3.2.3.3	INTERSEZIONE 3 – VIA ROMANELLE / VIA DON ARIELE SIZI.....	15		
3.3	TRASPORTO PUBBLICO E UTENZE DEBOLI.....	16		
3.4	ANALISI DELLA DOMANDA ATTUALE DI TRASPORTO.....	17		
3.4.1	INTERSEZIONE 1 SP175 / VIA ROMANELLE .....	19		
3.5	IDENTIFICAZIONE DELL'ORA DI PUNTA .....	24		
3.6	IDENTIFICAZIONE DELLO SCENARIO ATTUALE .....	25		
3.6.2	INTERSEZIONE: SP175 / VIA ROMANELLE .....	26		
<b>4</b>	<b>ANALISI DELLO SCENARIO DI INTERVENTO .....</b>	<b>29</b>		
4.1	SCENARIO 1 (BREVE TERMINE) – DESCRIZIONE INTERVENTO .....	29		
4.2	SCENARIO 2 (LUNGO TERMINE) – DESCRIZIONE INTERVENTO .....	37		
4.3	VERIFICA DINAMICA DELLE MANOVRE .....	40		
4.4	ANALISI DEI FLUSSI POTENZIALMENTE INDOTTI .....	45		
4.4.1	DESCRIZIONE DEL MODELLO "TRIP GENERATION".....	45		
4.4.2	DESCRIZIONE DEL MODELLO DGR REGIONE LOMBARDIA .....	45		
4.4.3	CALCOLO DEL TRAFFICO INDOTTO CON IL MODELLO "TRIP GENERATION" .....	46		
4.4.3.1	SERA .....	46		
4.4.3.2	MATTINA.....	47		
4.4.4	CALCOLO DEL TRAFFICO INDOTTO CON IL MODELLO DGR REGIONE LOMBARDIA.....	47		
4.4.4.1	SERA .....	47		
4.4.5	CONFRONTO STIMA DEL TRAFFICO INDOTTO.....	48		
4.4.6	DETERMINAZIONE SCENARIO MASSIMO CARICO .....	48		
4.4.7	DEFINIZIONE DELLE DIRETTRICI DI ACCESSO .....	49		
4.5	DEFINIZIONE DELLO SCENARIO DI INTERVENTO .....	54		
4.5.1	SCENARIO DI INTERVENTO 1.....	55		
4.5.2	SCENARIO DI INTERVENTO 2.....	57		
<b>5</b>	<b>ANALISI DELLE CONDIZIONI DI DEFLUSSO.....</b>	<b>59</b>		
5.1	DESCRIZIONE MODELLO CUBE DYNASIM .....	60		
5.1.1	CAR FOLLOWING .....	60		
5.1.2	GAP ACCEPTANCE .....	60		
5.2	PARAMETRI UTILIZZATI PER L'ANALISI.....	61		
5.2.1	LIVELLO DI SERVIZIO PER LE INTERSEZIONI SEMAFORIZZATE E NON SEMAFORIZZATE .....	61		
5.4	SCENARIO ATTUALE – CALIBRAZIONE MODELLO .....	63		
5.5	SCENARI DI INTERVENTO .....	63		
5.5.1	SCENARIO DI INTERVENTO 1 (BREVE TERMINE).....	64		
5.5.1.1	ORA DI PUNTA DEL MATTINO.....	68		
5.5.1.2	ORA DI PUNTA DELLA SERA .....	70		
5.5.1.3	CONFRONTO RISULTATI ORE DI PUNTA .....	72		
5.5.2	SCENARIO DI INTERVENTO 2 (LUNGO TERMINE).....	73		
5.5.2.1	ORA DI PUNTA DEL MATTINO.....	75		
5.5.2.2	ORA DI PUNTA DELLA SERA .....	76		
5.5.2.3	CONFRONTO RISULTATI ORE DI PUNTA .....	77		
5.6	CONFRONTO SCENARI ANALIZZATI .....	78		
5.6.1	ORA DI PUNTA DELLA MATTINA .....	79		
5.6.2	ORA DI PUNTA DELLA SERA .....	80		
<b>6</b>	<b>CONCLUSIONI.....</b>	<b>81</b>		
<b>7</b>	<b>INDICE .....</b>	<b>82</b>		
7.1	INDICE DELLE FIGURE .....	82		
7.2	INDICE DELLE FOTO.....	82		
7.3	INDICE DELLE TABELLE.....	82		

7.4 INDICE DEI GRAFICI ..... 83

## 1 PREMESSA

Il presente studio ha lo scopo di valutare le possibili ricadute viabilistiche conseguenti alla **riqualifica dell'intersezione lungo la strada provinciale SP175**, in corrispondenza di via Romanelle, nel territorio comunale di Almenno San Salvatore.

Allo stato attuale, è presente un'intersezione a raso regolata da impianto semaforico.



Figura 1 – Regolazione attuale dell'intersezione via Romanelle / via San Martino

L'Amministrazione Comunale ha in previsione un adeguamento dell'intersezione in oggetto al fine di aumentare la sicurezza sia per la

componente veicolare sia per quella pedonale, mediante l'adeguamento dell'intersezione stessa tramite modifiche sia geometriche sia al ciclo semaforico ed alle relative fasi (scenario di Breve Termine).

Lo studio prende in considerazione anche un intervento di Lungo Termine ossia la sostituzione dell'impianto semaforico con una intersezione a circolazione rotatoria.

L'attuazione dei due differenti interventi sarà determinata dalla disponibilità delle aree esterne alla viabilità sulle quali poter intervenire.

Il presente studio rappresenta una integrazione alla relazione viabilistica emessa nel marzo 2018, al fine di recepire le modifiche richieste nel corso dell'iter autorizzativo da parte della Provincia di Bergamo.

Tali integrazioni consistono in:

- Adeguare le geometrie della soluzione che prevede la riqualificazione dell'impianto semaforico attuale;
- Analizzare uno scenario infrastrutturale alternativo, che preveda una rotatoria a sud dell'attuale impianto semaforizzato, per la connessione con il Comune di Almè, prevista dal PGT;
- Estendere le simulazioni modellistiche all'ora di punta del mattino e della sera per tutti gli scenari analizzati (restano valide le indagini di traffico già realizzate).

Tutti gli scenari progettuali analizzati includono anche i movimenti potenzialmente attratti/generati dagli sviluppi urbanistici previsti nell'intorno dell'intervento ovvero:

- Ambito ARSP – Ammessa destinazione a servizi (verrà considerata la realizzazione di una struttura commerciale MSV con SV pari a 1.500 mq);
- Ambito ATR03 – Ammesse funzioni residenziali e di servizio alla residenza (abitanti teorici pari a circa 17).

Vista la natura delle previsioni urbanistiche degli ambiti considerati ed il loro carico insediativo, si ritiene trascurabile l'ambito ATR03, mentre verrà inserito nelle successive simulazioni l'ambito ARSP con la possibilità di insediare una MSV.

Per completezza e facilità di lettura dei dati si riporta a seguire tutto lo studio viabilistico completo, anche nelle parti che erano già state presentate nello studio precedente del marzo 2018.



## 2 METODOLOGIA DI STUDIO E SCENARI DI ANALISI

L'obiettivo del presente studio è quello di analizzare e verificare il funzionamento dello schema viabilistico attuale e futuro, sia in termini di offerta (infrastrutture viabilistiche a disposizione) sia in termini di domanda (flussi di traffico).

Sono analizzati i 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 e delle intersezioni limitrofe all'area di studio);
- **Scenario di intervento** – relativo allo scenario futuro, finalizzato ad analizzare gli schemi viabilistici di progetto in relazione anche ai flussi di traffico potenzialmente aggiuntivi generati / attratti dagli ambiti di trasformazione previsti nell'intorno dell'area di studio.

### 2.1 ANALISI SCENARIO ATTUALE

Lo scenario attuale contiene la descrizione della rete stradale e dello schema di circolazione attuale (offerta) e della campagna di indagini di mobilità.

I sopralluoghi – che hanno interessato la maglia viaria circostante al comparto – sono stati finalizzati alla determinazione del grado di accessibilità all'area, rilevando sia la quantità che la qualità dei collegamenti stradali esistenti.

Il sistema di circolazione dell'area di studio è stato definito mediante il rilievo dello schema di circolazione. Per le sezioni tipo e per le intersezioni all'interno dell'area di indagine, sono state registrate informazioni utili per il calcolo della capacità di deflusso veicolare.

Il quadro della domanda è stato definito mediante conteggi classificati delle manovre di svolta. La domanda di mobilità è stata definita mediante appositi rilievi di traffico, effettuati nei seguenti giorni:

- Venerdì 15 settembre 2017 dalle 07:00 alle 09:00;
- Venerdì 22 settembre 2017 dalle 17:00 alle 19:00;

Le analisi di traffico hanno riguardato i principali assi e nodi che saranno interessati dall'indotto veicolare potenzialmente generato e attratto dall'intervento in oggetto.

### 2.2 ANALISI SCENARI DI INTERVENTO

La struttura viabilistica in esame viene "caricata" dal traffico attualmente presente nell'area in studio e dai flussi che potranno essere generati sulla viabilità dall'attivazione degli interventi previsti al contorno, con lo scopo di individuare lo scenario viabilistico che si configurerà a seguito dell'attivazione del progetto.

In questo modo, è possibile stimare i carichi veicolari sugli assi principali e sulle intersezioni di maggior importanza e di valutare gli effetti.

Un'analisi accorta dello scenario futuro permette di identificare, in maniera chiara, i punti di forza e di minor efficienza sulla rete, e di individuare le linee guida per la scelta degli interventi viabilistici eventualmente necessari per garantire la compatibilità dell'intervento.

Dal punto di vista dell'offerta infrastrutturale, si valuta la viabilità in essere nell'intorno del comparto e le modifiche apportate dall'intervento stesso (riqualifica dell'intersezione tra SP175 e via Romanelle).

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

- alla qualità dell'accessibilità da parte delle persone, attraverso la stima della qualità della circolazione (tempo di attesa, accodamenti, Livelli di Servizio);
- ai valori dei carichi sui principali elementi infrastrutturali (archi, nodi e accessi);
- 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.

Verranno analizzati diversi schemi infrastrutturali, di Breve e Medio-Lungo Termine, al fine di verificare la compatibilità viabilistica dell'intervento in tutte le fasi evolutive previste all'interno dell'area in esame.

### 2.3 CONFRONTO TRA SCENARI

Sulla base dei carichi veicolari individuati nello scenario attuale e in quelli di intervento, si verifica, quindi, l'impatto effettivo sul traffico che potrà avere l'intervento in esame.

### 3 ANALISI SCENARIO ATTUALE

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

- **L'inquadramento territoriale** dell'area di studio;
- 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 viabilistica 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, marciapiedi e/o banchina).

#### 3.1 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

Almenno San Salvatore è un comune italiano ubicato nella parte occidentale della Provincia di Bergamo, confinante con i comuni di Strozza a nord, Villa D'Alme a est, Alme a sud / est, Paladina a sud e con Almenno San Bartolomeo a ovest.

Il territorio comunale è attraversato dalla strada provinciale SP175, che attraversa il paese da nord a sud, e dalla strada provinciale SP172, con andamento est-ovest.

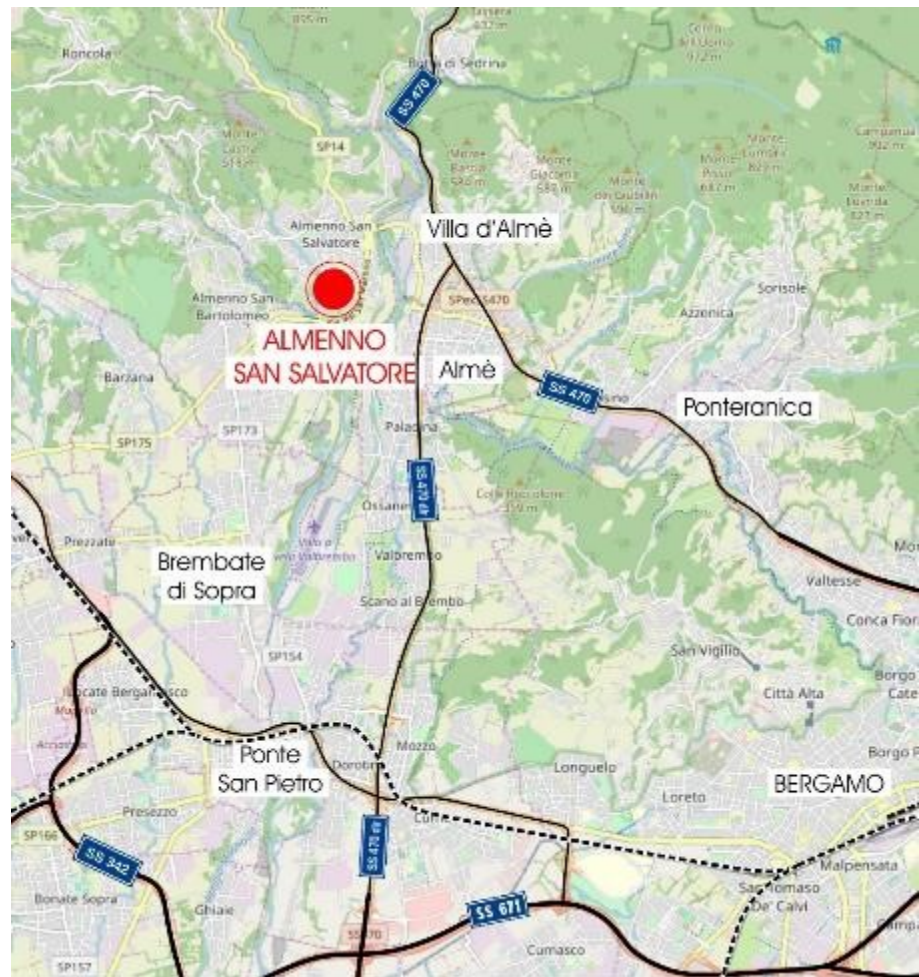


Figura 2 – Area di intervento – Inquadramento area vasta



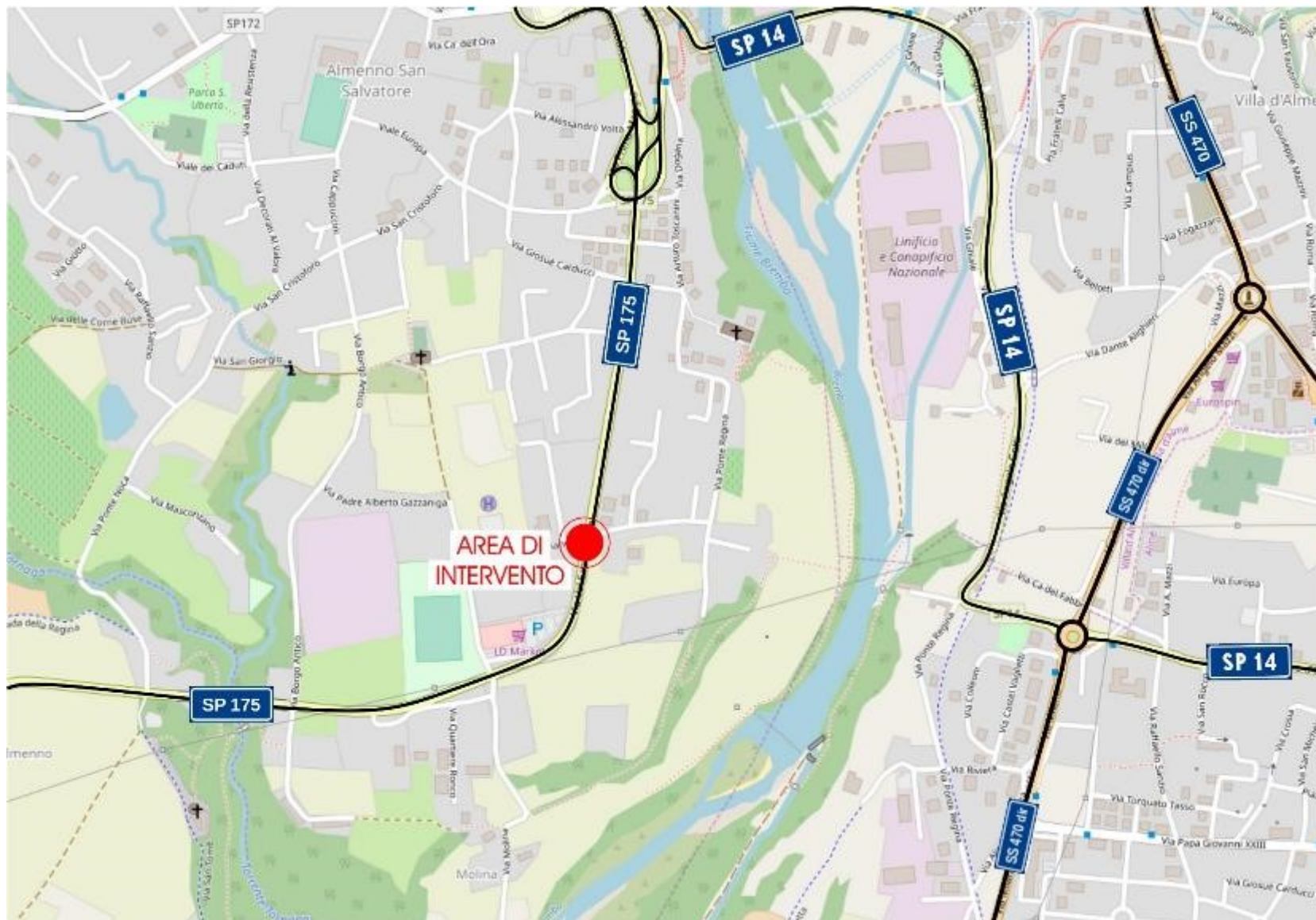


Figura 3 – Area di intervento – Inquadramento area locale



### 3.2 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, è costituita dalla strada provinciale SP175, che attraversa l'abitato di Almenno San Salvatore. Il resto delle strade circostanti è di tipo locale, di accesso ai quartieri residenziali e produttivi del paese. Sulla SP175, nelle vicinanze dell'area di intervento, sono presenti due impianti semaforici: quello oggetto di studio, all'intersezione con via Romanelle e l'altro più a nord, all'intersezione con via Carducci.

L'area oggetto di intervento è collegata alla rete primaria da via Romanelle.

Lo schema di circolazione e la regolamentazione delle principali intersezioni ricadenti nell'area di studio è schematicamente raffigurata nella immagine riportata nella pagina seguente.

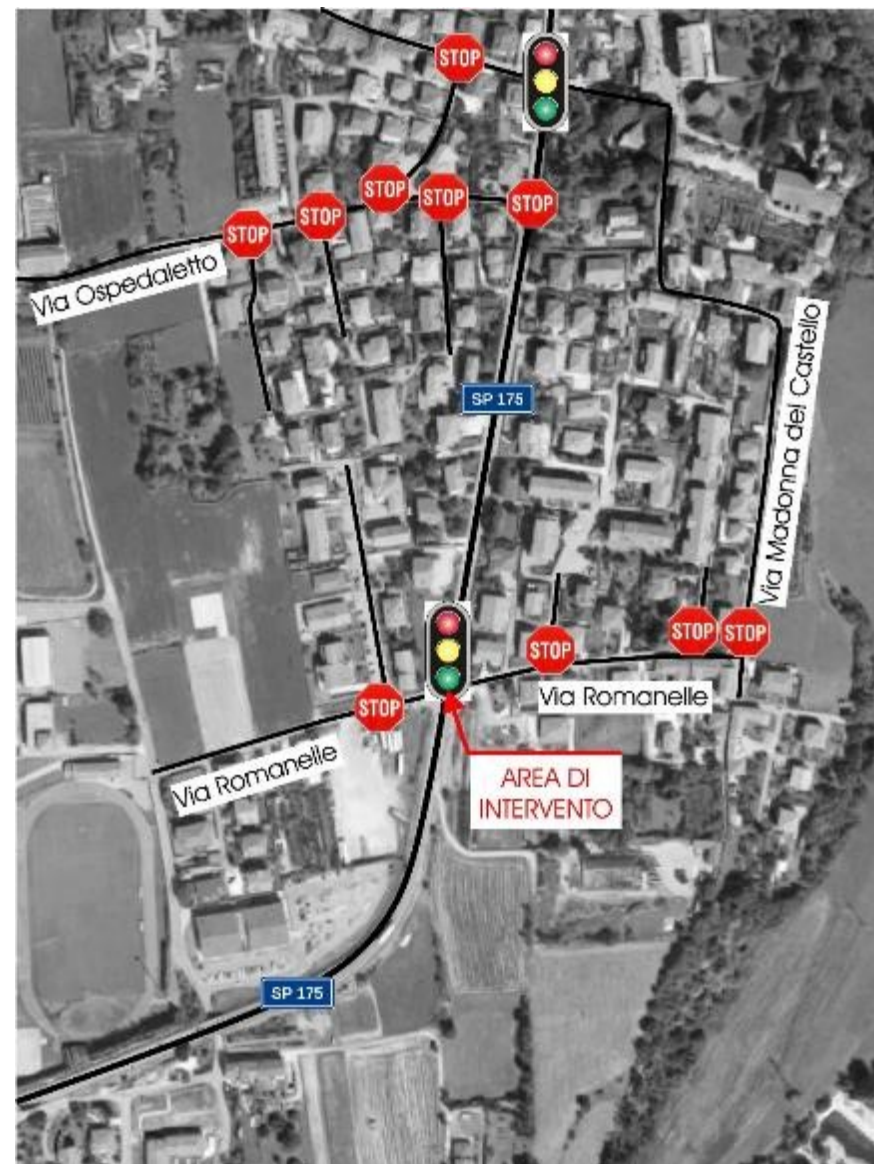


Figura 4 – Regolamentazione intersezioni e della circolazione

### 3.2.1 ANALISI DEI PRINCIPALI ASSI VIARI

Nel dettaglio, vengono esaminati e descritti i seguenti assi viari:

- S1: Strada Provinciale SP175 nord;
- S2: via Carlo Alberto dalla Chiesa;
- S3: via Romanelle est;
- S4: via Romanelle ovest;
- S5: Strada Provinciale SP175 sud;
- S6: Via Romanelle;
- S7: Via Don Ariele Sizi;
- S8: Via Madonna del Castello.



Figura 5 – Assi stradali analizzati

#### 3.2.1.1 S1: STRADA PROVINCIALE SP175 NORD



Foto 1 – S1: SP175 nord

Ambito	n.d.
Classifica stradale	n.d.
Carreggiata	singola
Larghezza complessiva	7,50 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:	

## 3.2.1.2 S2: VIA CARLO ALBERTO DALLA CHIESA



Foto 2 – S2: via Carlo Alberto dalla Chiesa

Ambito	n.d.
Classifica stradale	n.d.
Carreggiata	singola
Larghezza complessiva	7,00 metri
Senso di circolazione	doppio senso
Numero corsie per direzione	1 + 1
Banchine laterali	si
Marciaipiedi	no
Pista ciclabile	no
Fermata Trasporto Pubblico	no
Sosta laterale	si, regolamentata
Strada di servizio	no
NOTE:	

## 3.2.1.3 S3: VIA ROMANELLE EST



Foto 3 – S3: via Romanelle est

Ambito	n.d.
Classifica stradale	n.d.
Carreggiata	singola
Larghezza complessiva	7,00 metri
Senso di circolazione	doppio senso
Numero corsie per direzione	1 + 1
Banchine laterali	si
Marciaipiedi	no
Pista ciclabile	no
Fermata Trasporto Pubblico	no
Sosta laterale	no
Strada di servizio	no
NOTE:	



**3.2.1.4 S4: VIA ROMANELLE OVEST**

Foto 4 – S4: via Romanelle ovest

<b>Ambito</b>	n.d.
<b>Classifica stradale</b>	n.d.
<b>Carreggiata</b>	doppia
<b>Larghezza complessiva</b>	7,00 metri
<b>Senso di circolazione</b>	doppio senso
<b>Numero corsie per direzione</b>	1 + 1
<b>Banchine laterali</b>	si
<b>Marciaipiedi</b>	no
<b>Pista ciclabile</b>	no
<b>Fermata Trasporto Pubblico</b>	no
<b>Sosta laterale</b>	no
<b>Strada di servizio</b>	no
<b>NOTE:</b>	

**3.2.1.5 S5: STRADA PROVINCIALE SP175 SUD**

Foto 5 – S5: SP175 sud

<b>Ambito</b>	n.d.
<b>Classifica stradale</b>	n.d.
<b>Carreggiata</b>	doppia
<b>Larghezza complessiva</b>	7,50 metri
<b>Senso di circolazione</b>	doppio senso
<b>Numero corsie per direzione</b>	1 + 1
<b>Banchine laterali</b>	si
<b>Marciaipiedi</b>	no
<b>Pista ciclabile</b>	no
<b>Fermata Trasporto Pubblico</b>	no
<b>Sosta laterale</b>	no
<b>Strada di servizio</b>	no
<b>NOTE:</b>	



**3.2.1.6 S6: VIA ROMANELLE**

Foto 6 – S6: via Romanelle

Ambito	n.d.
Classifica stradale	n.d.
Carreggiata	doppia
Larghezza complessiva	6,00 metri
Senso di circolazione	doppio senso
Numero corsie per direzione	1 + 1
Banchine laterali	no
Marciapiedi	no
Pista ciclabile	no
Fermata Trasporto Pubblico	no
Sosta laterale	no
Strada di servizio	no
NOTE:	

**3.2.1.7 S7: VIA DON ARIELE SIZI**

Foto 7 – S7: via Don Ariele Sizi

Ambito	n.d.
Classifica stradale	n.d.
Carreggiata	singola
Larghezza complessiva	5,50 metri
Senso di circolazione	doppio senso
Numero corsie per direzione	1 + 1
Banchine laterali	no
Marciapiedi	no
Pista ciclabile	no
Fermata Trasporto Pubblico	no
Sosta laterale	no
Strada di servizio	no
NOTE:	

**3.2.1.8 S8: VIA MADONNA DEL CASTELLO**

Foto 8 – S8: via Madonna del Castello

<b>Ambito</b>	n.d.
<b>Classifica stradale</b>	n.d.
<b>Carreggiata</b>	doppia
<b>Larghezza complessiva</b>	6,00 metri
<b>Senso di circolazione</b>	doppio senso
<b>Numero corsie per direzione</b>	1 + 1
<b>Banchine laterali</b>	no
<b>Marciapiedi</b>	no
<b>Pista ciclabile</b>	no
<b>Fermata Trasporto Pubblico</b>	no
<b>Sosta laterale</b>	no
<b>Strada di servizio</b>	no
<b>NOTE:</b>	

### 3.2.3 ANALISI DELLE PRINCIPALI INTERSEZIONI

Vengono ora analizzare le intersezioni limitrofe all'area oggetto di intervento, in modo da ottenere un quadro ricognitivo esaustivo in ordine all'assetto viabilistico attuale.

Nel dettaglio, vengono esaminate e descritte le seguenti intersezioni:

- Intersezione 1 – via Romanelle / via Carlo Alberto dalla Chiesa;
- Intersezione 2 – SP175 / via Romanelle;
- Intersezione 3: via Romanelle / via Don Ariele Sizi.



Figura 6 – Intersezioni analizzate

#### 3.2.3.1 INTERSEZIONE 1 – VIA ROMANELLE / VIA CARLO ALBERTO DALLA CHIESA



Figura 7 – Intersezione 1: via Romanelle / via Carlo Alberto dalla Chiesa

<b>Ambito</b>	n.d.			
<b>Tipo regolamentazione</b>	innesto con precedenza / Stop			
<b>Numero innesti</b>	3			
	<b>num corsie IN</b>	<b>num corsie OUT</b>	<b>corsie di svolta esterne</b>	<b>manovre vietate</b>
ramo A: via Romanelle ovest	1	1	no	nessuna
ramo B: via Romanelle est	1	1	no	nessuna
ramo C: via Carlo Alberto dalla Chiesa	1	1	no	nessuna
<b>attraversamenti pedonali / ciclabili</b>				
ramo A: via Romanelle ovest	no	--		
ramo B: via Romanelle est	no	--		
ramo C: via Carlo Alberto dalla Chiesa	no	--		

**NOTE:**



### 3.2.3.2 INTERSEZIONE 2 – SP175 / VIA ROMANELLE



Figura 8 – Intersezione 2: SP175 / via Romanelle

<b>Ambito</b>	n.d.				
<b>Tipo regolamentazione</b>	intersezione semaforizzata				
<b>Numero innesti</b>	4				
	<b>num corsie IN</b>	<b>num corsie OUT</b>	<b>corsie di svolta esterne</b>	<b>manovre vietate</b>	
ramo A: via Romanelle ovest	1	1	no	nessuna	
ramo B: SP175 sud	1	1	no	nessuna	
ramo C: via Romanelle est	1	1	no	nessuna	
ramo D: SP175 nord	1	1	no	nessuna	
<b>attraversamenti pedonali / ciclabili</b>					
ramo A: via Romanelle ovest	no	--			
ramo B: SP175 sud	no	--			
ramo C: via Romanelle est	si	a raso			
ramo D: SP175 nord	si	a raso			

NOTE:

### 3.2.3.3 INTERSEZIONE 3 – VIA ROMANELLE / VIA DON ARIELE SIZI



Figura 9 – Intersezione 3: via Romanelle / via Don Ariete Sizi

<b>Ambito</b>	n.d.				
<b>Tipo regolamentazione</b>	innesto con precedenza / Stop				
<b>Numero innesti</b>	3				
	<b>num corsie IN</b>	<b>num corsie OUT</b>	<b>corsie di svolta esterne</b>	<b>manovre vietate</b>	
ramo A: via Romanelle ovest	1	1	no	nessuna	
ramo B: via Romanelle est	1	1	no	nessuna	
ramo C: via Don Ariete Sizi	1	1	no	nessuna	
<b>attraversamenti pedonali / ciclabili</b>					
ramo A: via Romanelle ovest	no	--			
ramo B: via Romanelle est	si	a raso			
ramo C: via Don Ariete Sizi	no	--			

NOTE:



### 3.3 TRASPORTO PUBBLICO E UTENZE DEBOLI

Per un inquadramento dell'area nel contesto urbano, si è analizzato il grado di accessibilità in riferimento al Trasporto Pubblico Locale ed alle utenze deboli.

Nel comune di Almenno San Salvatore sono presenti varie linee del trasporto pubblico locale gestite da Atb e dalla società SAB, facente parte di Bergamo Trasporti, un consorzio di tre società che gestisce il servizio di Trasporto Pubblico Locale extraurbano a Bergamo e provincia. Nelle vicinanze dell'area di studio la fermata del TPL su gomma più vicina (distante circa 350 m) è lungo la SP175, in prossimità dell'intersezione con via Ospedaletto, utilizzata dalla "Linea P" di Bergamo Trasporti.



Figura 10 – Fermata TPL lungo SP175 della Linea P (gestita da Bergamo Trasporti)



Figura 11 – Fermata TPL su gomma

Per quanto riguarda le utenze deboli si segnala unicamente la presenza di un itinerario protetto lungo il margine est della SP175, mentre non si individuano itinerari ciclabili nell'area.

Con riferimento agli itinerari pedonali lungo la SP175 si segnala la discontinuità degli stessi in prossimità delle intersezioni con la viabilità di carattere locale.



Foto 9 – Attraversamento pedonale in prossimità dell'intersezione oggetto di riqualifica

**La nuova configurazione dell'intersezione permetterà, grazie all'introduzione di percorsi pedonali protetti ad oggi mancanti, di collegare le zone residenziali esistenti.**

### 3.4 ANALISI DELLA DOMANDA ATTUALE DI TRASPORTO

La conoscenza dei dati di traffico veicolare è componente fondamentale per consentire di analizzare dapprima la situazione di traffico esistente – allo stato attuale – al contorno del comparto in esame e per la successiva verifica dell'adeguamento dell'intersezione semaforizzata unitamente al potenziale traffico indotto (in termini di incrementi) dall'attuazione del comparto commerciale limitrofo all'intersezione oggetto di riqualifica e degli altri ambiti di trasformazione previsti dallo strumento urbanistico.

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.

Per avere un quadro più verosimile possibile, sono stati quindi effettuati dalla società TRM Group, relativamente all'area oggetto del presente studio, specifici rilievi nell'intersezione tra la SP175 e via Romanelle.

Detti rilievi di traffico sono stati effettuati nella giornata di venerdì 15 settembre 2017 con riferimento alla fascia oraria mattutina compresa tra le 07:00 e le ore 09:00 e nella giornata di venerdì 22 settembre 2017 dalle ore 17:00 alle ore 19:00.

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) nell'intersezione tra la SP175 e via Romanelle.

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.

La figura seguente mostra l'intersezione su cui sono stati effettuati i rilievi di traffico.



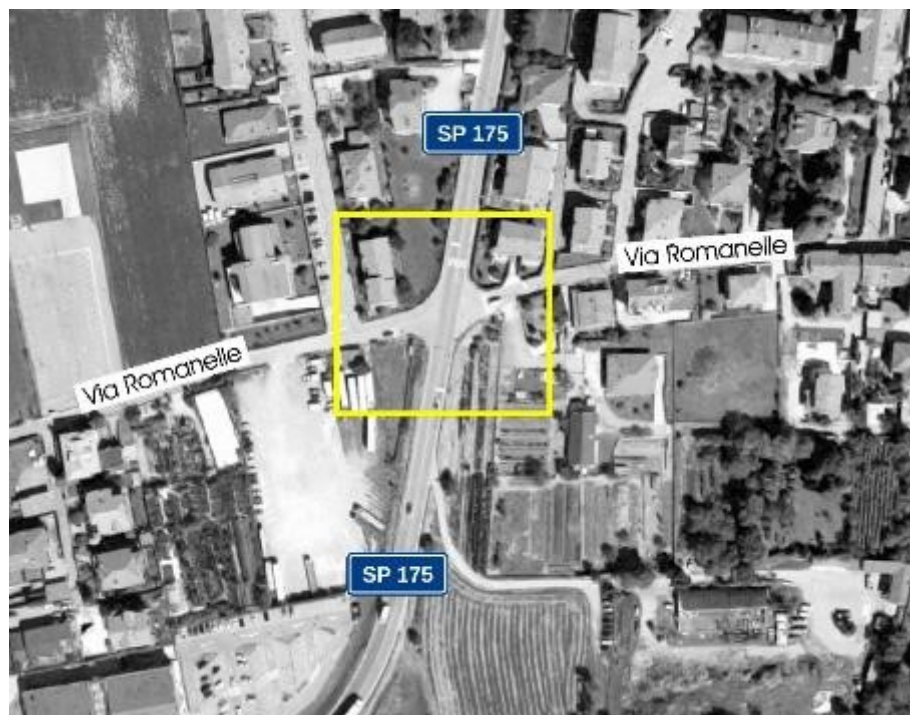


Figura 12 – Identificazione dell'intersezione rilevata

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 13 – Esempi di veicoli appartenenti alle classi veicolari "Leggeri" e "Pesanti"

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



Foto 10 – Postazione di rilievo con telecamera

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.

### 3.4.1 INTERSEZIONE 1 SP175 / VIA ROMANELLE

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



Figura 14 – Intersezione 1 – SP175 / via Romanelle

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





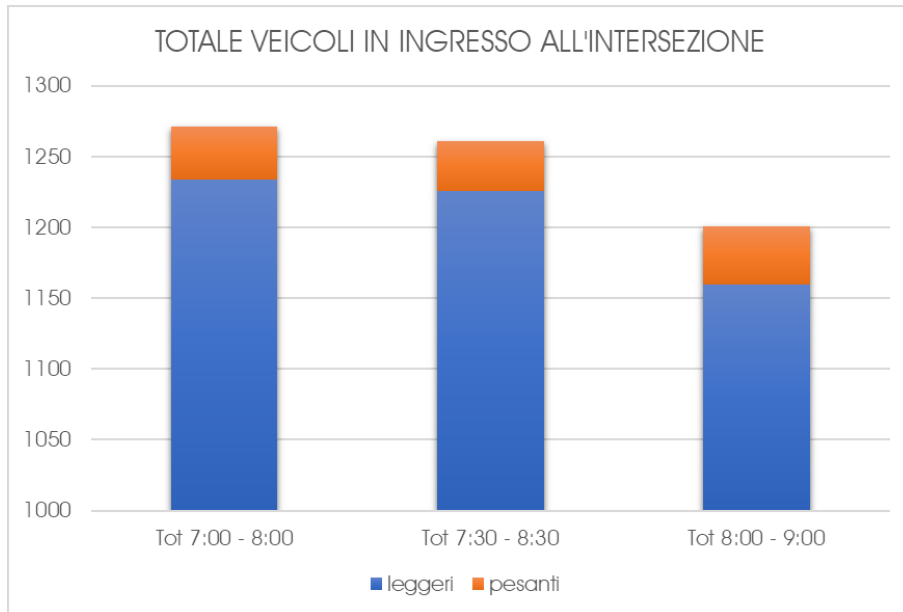


Grafico 1 – Andamento del traffico nel tempo – Intersezione 1 – venerdì mattina

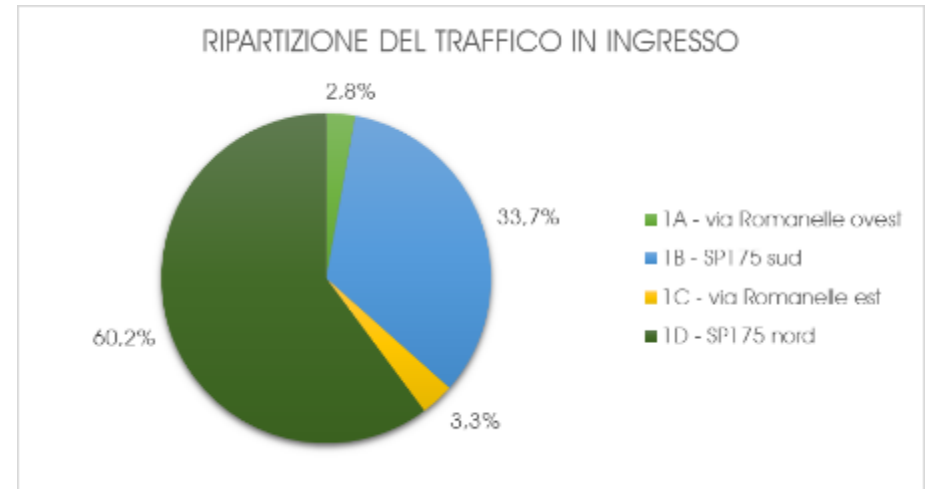


Grafico 3 – Ripartizione del traffico in ingresso – Intersezione 1 – venerdì mattina

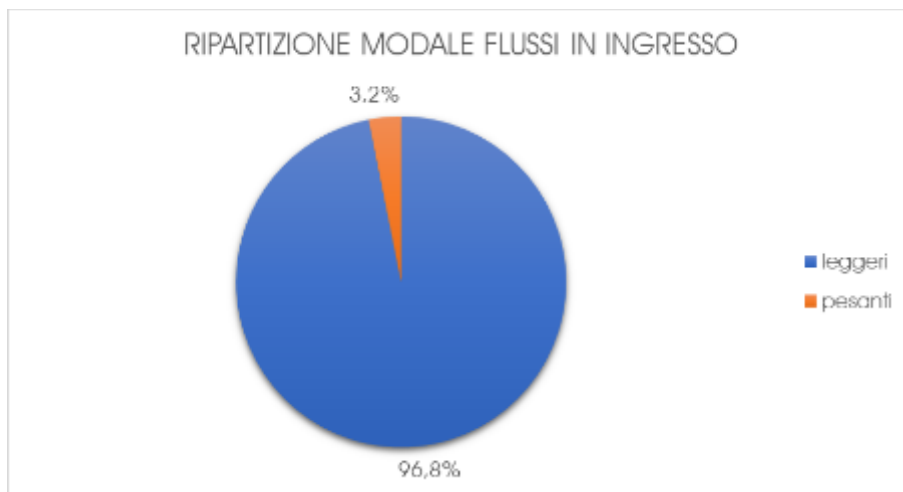


Grafico 2 – Ripartizione modale dei flussi in ingresso – Intersezione 1 – venerdì mattina

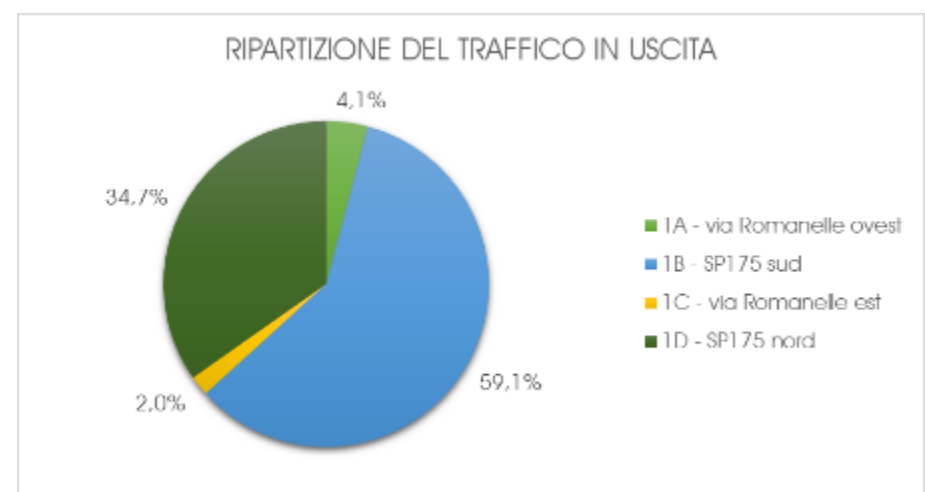


Grafico 4 – Ripartizione del traffico in uscita – Intersezione 1 – venerdì mattina





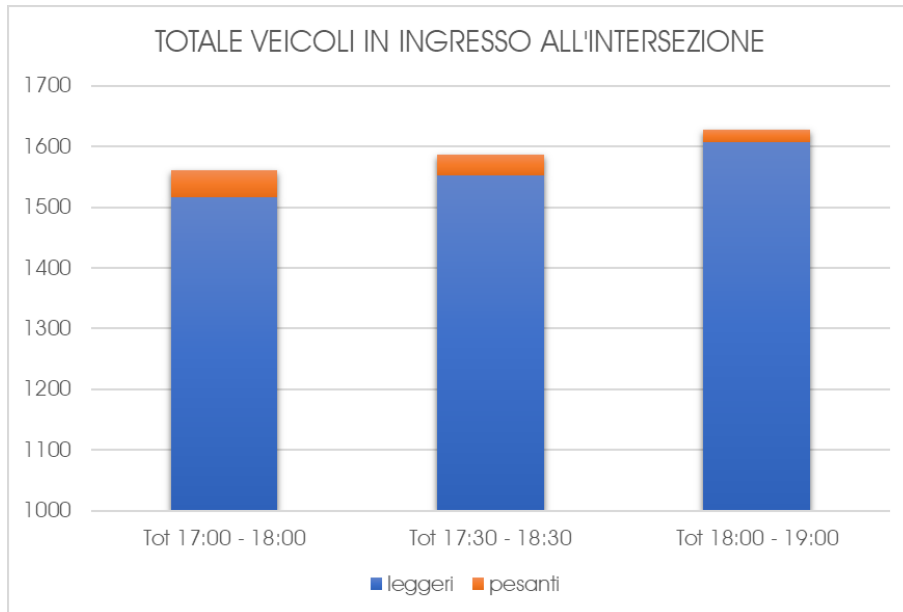


Grafico 5 – Andamento del traffico nel tempo – Intersezione 1 – venerdì sera

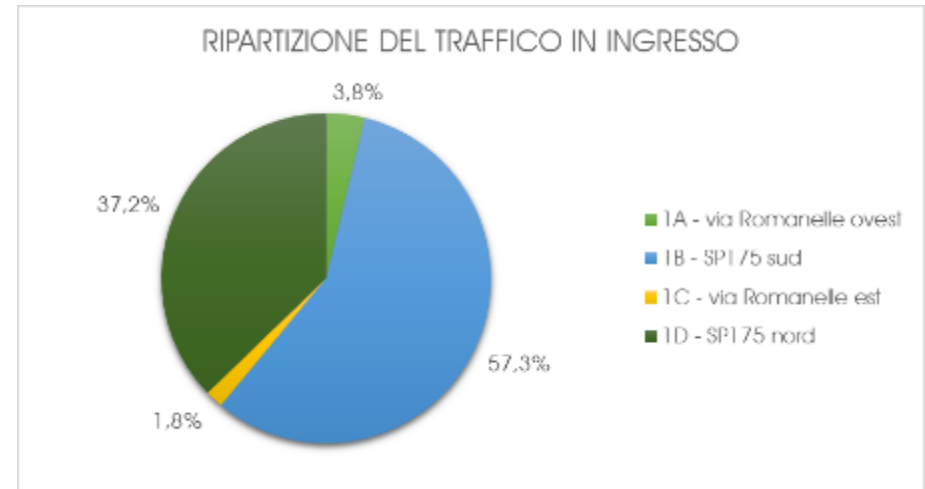


Grafico 7 – Ripartizione del traffico in ingresso – Intersezione 1 – venerdì sera

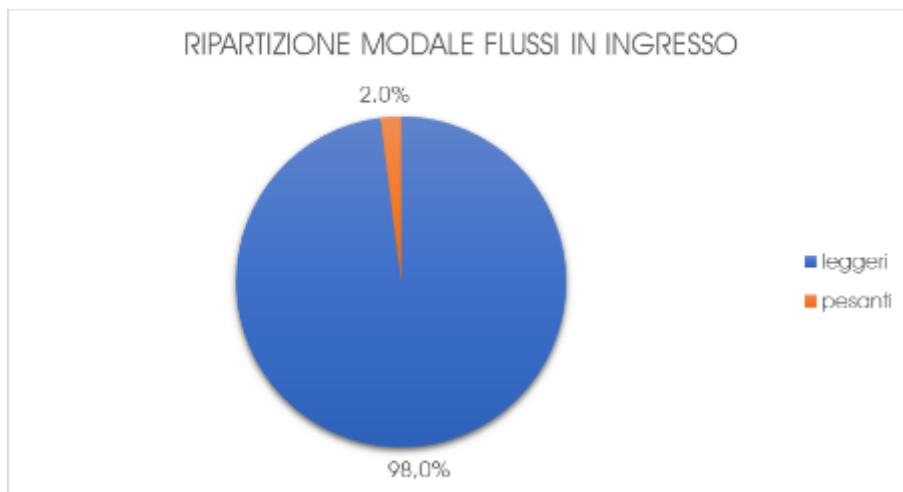


Grafico 6 – Ripartizione modale dei flussi in ingresso – Intersezione 1 – venerdì sera

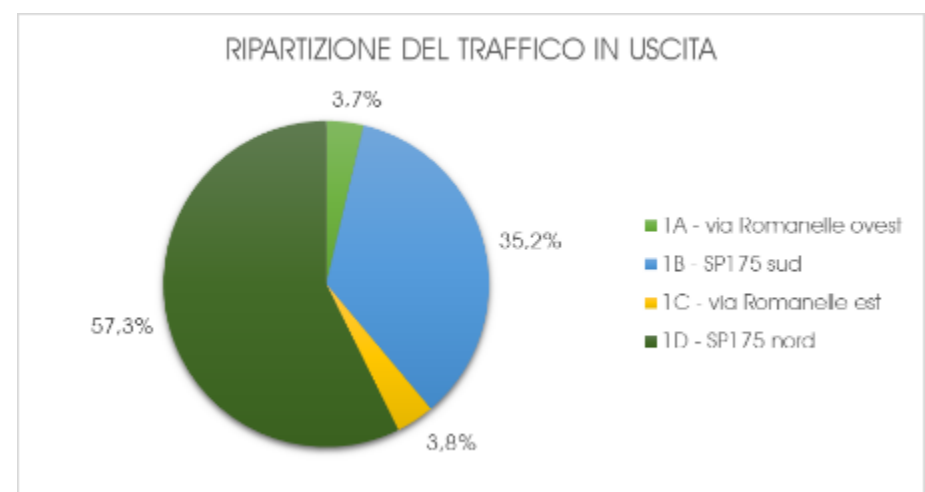


Grafico 8 – Ripartizione del traffico in uscita – Intersezione 1 – venerdì sera

### 3.5 IDENTIFICAZIONE DELL'ORA DI PUNTA

Poiché si intende verificare la condizione di massimo carico veicolare per la rete stradale, la simulazione della situazione attuale deve essere compiuta nella situazione di maggior traffico sulla viabilità e nelle intersezioni limitrofe; si provvede perciò, in questo paragrafo, ad identificare l'ora di punta.

Partendo dai dati raccolti nella campagna di rilievo, è stata determinata la fascia oraria di massimo carico sulla rete, considerando i veicoli in ingresso dalle sezioni perimetrali del comparto analizzato.

In particolare, l'ora di punta è stata determinata, in termini di veicoli equivalenti, considerando i seguenti coefficienti di omogeneizzazione:

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

L'ora di punta verrà individuata considerando le seguenti sezioni in ingresso all'area:

- 1A: via Romanelle ovest;
- 1B: SP175 sud;
- 1C: via Romanelle est;
- 1D: SP175 nord.

Le sezioni di ingresso nel comparto possono essere così riassunte.

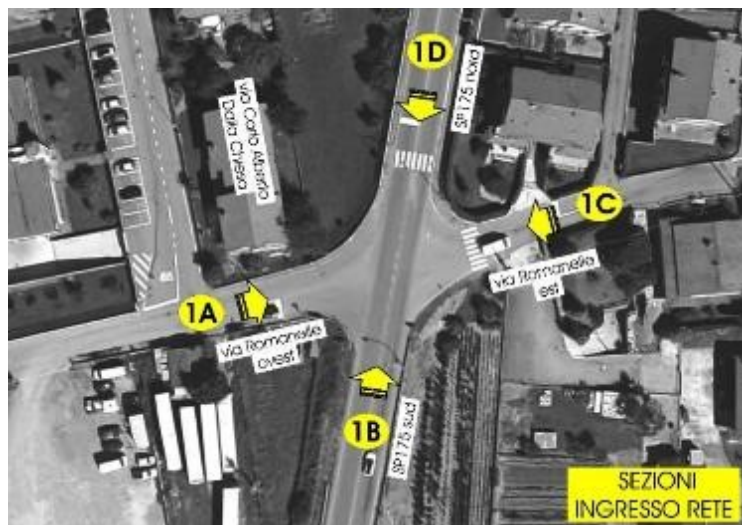


Figura 15 – Identificazione ora di punta – Sezioni di ingresso in rete considerate

Relativamente all'individuazione dell'ora di punta per la fascia orario della mattina del **venerdì**, si rileva che, il momento di maggior carico veicolare sulla rete afferente al comparto in esame, si registra tra le **07:00 e le 08:00**, con un movimento totale in ingresso al comparto pari a **1.308 veicoli/ora**.

#### IDENTIFICAZIONE DELL'ORA DI PUNTA - VENERDI MATTINA

SEZIONE	07:00 - 08:00	07:30 - 08:30	08:00 - 09:00
1A - via Romanelle ovest	32	37	39
1B - SP175 sud	388	461	481
1C - via Romanelle est	53	44	28
1D - SP175 nord	835	754	694
<b>Totale</b>	<b>1.308</b>	<b>1.296</b>	<b>1.242</b>

\* valori espressi in veicoli equivalenti

Tabella 5 – Identificazione ora di punta – venerdì mattina

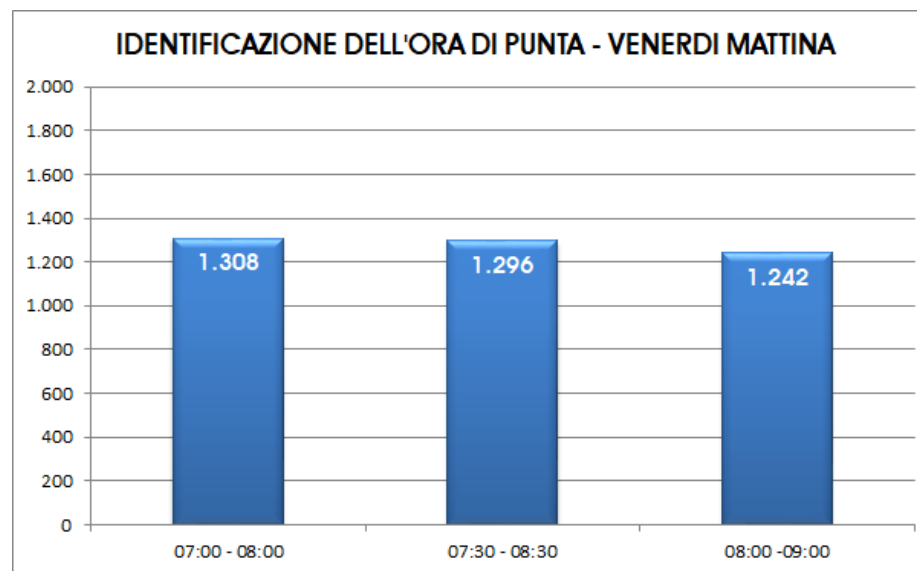


Grafico 9 – Identificazione ora di punta – venerdì mattina

Relativamente all'individuazione dell'ora di punta per la fascia orario della sera del **venerdì**, si rileva che, il momento di maggior carico veicolare sulla rete afferente al comparto in esame, si registra tra le **18:00 e le 19:00**, con un movimento totale in ingresso al comparto pari a **1.648 veicoli/ora**.

#### IDENTIFICAZIONE DELL'ORA DI PUNTA - VENERDI SERA

SEZIONE	17:00 - 18:00	17:30 - 18:30	18:00 -19:00
1A - via Romanelle ovest	56	58	65
1B - SP175 sud	920	937	952
1C - via Romanelle est	28	32	28
1D - SP175 nord	601	595	603
<b>Totale</b>	<b>1.605</b>	<b>1.622</b>	<b>1.648</b>

\* valori espressi in veicoli equivalenti

Tabella 6 – Identificazione ora di punta – venerdì mattina

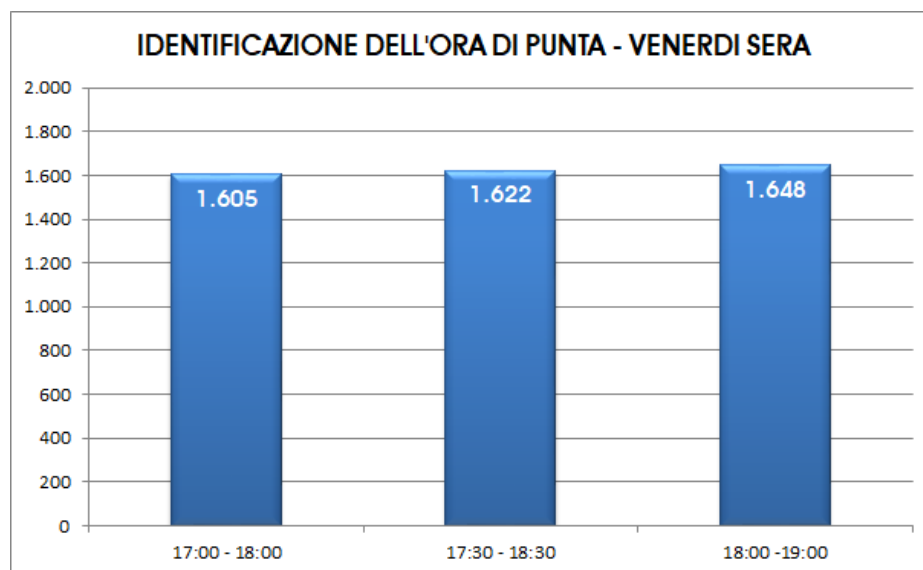


Grafico 10 – Identificazione ora di punta – venerdì mattina

### 3.6 IDENTIFICAZIONE DELLO SCENARIO ATTUALE

Lo "Scenario attuale" – risulta costituito dallo stato di fatto.

Dal punto di vista della domanda, si considerano i flussi di traffico attuali presenti sulla rete analizzata. Per quanto riguarda l'offerta, lo studio considera l'attuale rete viabilistica.

Analizzando i dati di traffico rilevati attualmente al contorno dell'area in esame, si nota che il flusso maggiore si registra nella giornata di venerdì nella fascia oraria mattutina dalle 7:00 alle ore 8:00 ed alla sera dalle 18:00 alle 19:00.

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.



### 3.6.2 INTERSEZIONE: SP175 / VIA ROMANELLE

Nell'ora di punta individuata per la fascia oraria della mattina del venerdì, la matrice dei flussi (espressa in veicoli equivalenti) è così riassumibile.

Tot. 7.00 - 8.00					
	1A - via Romanelle ovest	1B - SP175 sud	1C - via Romanelle est	1D - SP175 nord	TOTALE
1A - via Romanelle ovest	0	9	7	16	32
1B - SP175 sud	7	0	3	378	388
1C - via Romanelle est	10	30	0	13	53
1D - SP175 nord	43	785	7	0	835
	60	824	17	407	1.308

Tabella 7 – Intersezione – Stato di fatto – matrice flussi – venerdì mattina

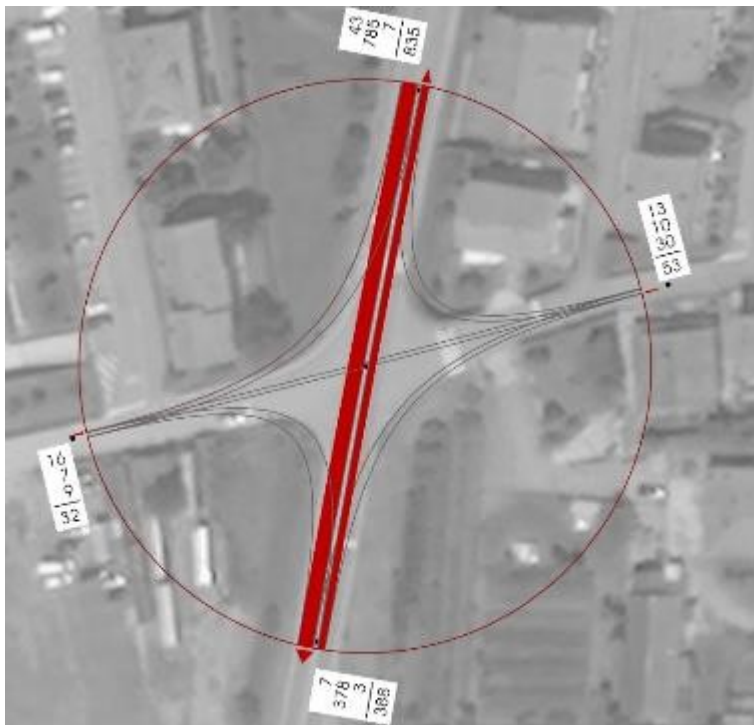


Figura 16 – Intersezione – Stato di fatto – flussi ora di punta – venerdì mattina

Nell'ora di punta individuata della sera di venerdì, la matrice dei flussi (espressi in veicoli equivalenti) è così riassumibile.

Tot. 18.00 - 19.00					
	1A - via Romanelle ovest	1B - SP175 sud	1C - via Romanelle est	1D - SP175 nord	TOTALE
1A - via Romanelle ovest	0	10	15	40	65
1B - SP175 sud	22	0	25	905	952
1C - via Romanelle est	9	10	0	9	28
1D - SP175 nord	43	537	23	0	603
	74	557	63	954	1.648

Tabella 8 – Intersezione – Stato di fatto – matrice flussi – venerdì sera

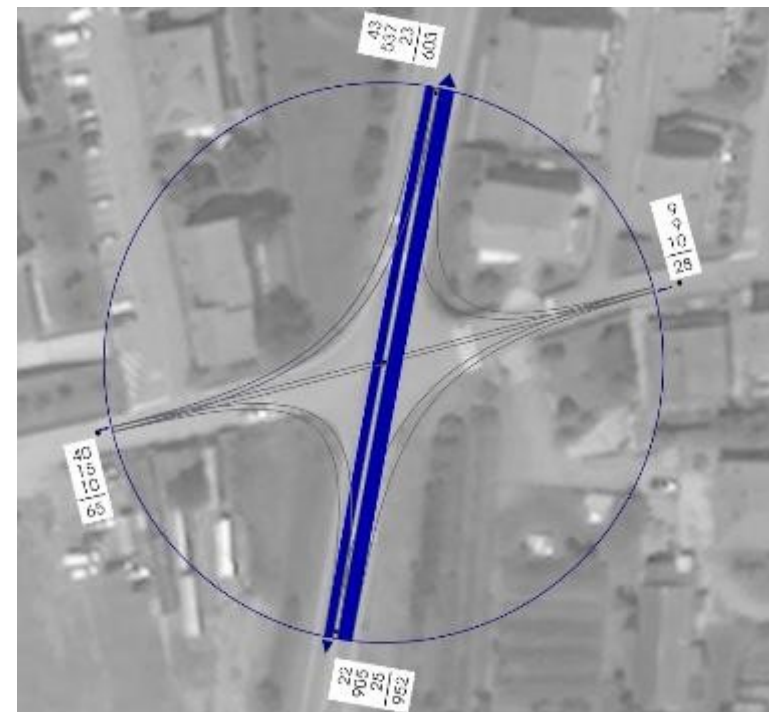


Figura 17 – Intersezione – Stato di fatto – flussi ora di punta – venerdì sera

Le seguenti immagini mostrano il riassunto dei flussi (veicoli equivalenti) rilevati sulla viabilità di comparto analizzata, nelle ore di punta individuate (venerdì mattina dalle 07:00 alle 08:00 e venerdì sera dalle 18:00 alle 19:00).



Figura 18 – Flussi rilevati – ora di punta del venerdì mattina (07:00-08:00) – veicoli equivalenti





Figura 19 – Flussi rilevati – ora di punta del venerdì sera (18:00-19:00) – veicoli equivalenti



## 4 ANALISI DELLO SCENARIO DI INTERVENTO

Lo scenario di intervento considera l'adeguamento della viabilità nei pressi dell'intersezione tra la Strada Provinciale SP175 e via Romanelle, al fine di migliorarne la sicurezza e garantire adeguata accessibilità al quadrante territoriale di riferimento.

Sono stati analizzati due diversi orizzonti temporali di intervento:

- **Scenario di intervento 1 (Breve Termine):** modifica geometrica della sede stradale, con l'inserimento di una corsia dedicata alla svolta a sinistra provenendo dalla SP175 sud e l'adeguamento del ciclo semaforico attuale. L'intervento occupa solo aree pubbliche o di proprietà dell'operatore che realizzerà la MSV;
- **Scenario di intervento 2 (Medio-Lungo Termine):** sostituzione dell'impianto semaforico attuale con una nuova intersezione a circolazione rotatoria. L'intervento occupa anche aree private, che devono ancora essere acquisite.

Inoltre verranno analizzati anche i movimenti potenzialmente attratti/generati dagli sviluppi urbanistici previsti nell'intorno dell'intervento ovvero:

- Ambito ARSP – Ammessa destinazione a servizi (verrà considerata la realizzazione di una struttura commerciale MSV con SV pari a 1.500 mq);
- Ambito ATR03 – Ammesse funzioni residenziali e di servizio alla residenza (abitanti teorici pari a circa 17).

Vista la natura delle previsioni urbanistiche degli ambiti considerati ed il loro carico insediativo, si ritiene trascurabile l'ambito ATR03, mentre verrà inserito nelle successive simulazioni l'ambito ARSP con la possibilità di insediare una MSV.

### 4.1 SCENARIO 1 (BREVE TERMINE) – DESCRIZIONE INTERVENTO

La riqualifica del sistema viabilistico prevede l'adeguamento dell'attuale intersezione tra la strada provinciale SP175 e via Romanelle, tramite modifiche di tipo geometrico della sede stradale.

È prevista la realizzazione di una corsia dedicata alla svolta a sinistra, di lunghezza complessiva pari a 60 metri, per i veicoli provenienti dalla SP175 sud e diretti verso via Romanelle ovest, ed una corsia per la svolta separata a destra, esterna dal ciclo semaforico, per i veicoli provenienti da via Romanelle ovest e diretti verso la SP175 sud.

Si rimarca che la riqualifica dell'intersezione, prevista dall'Amministrazione Comunale, offrirà alla rete stradale i seguenti vantaggi:

- Messa in sicurezza delle svolte a sinistra dalla SP175 sud verso via Romanelle tramite corsia dedicata per la svolta a sinistra e delle svolte a destra da via Romanelle ovest verso la SP175 sud tramite corsia per la svolta esterna dall'impianto semaforizzato;
- Realizzazione e messa in sicurezza degli attraversamenti pedonali;
- Ottimizzazione dei collegamenti veicolari / pedonali da e verso le zone residenziali limitrofe e le funzioni pubbliche presenti in loco (Carabinieri, Croce Azzurra, campo sportivo).

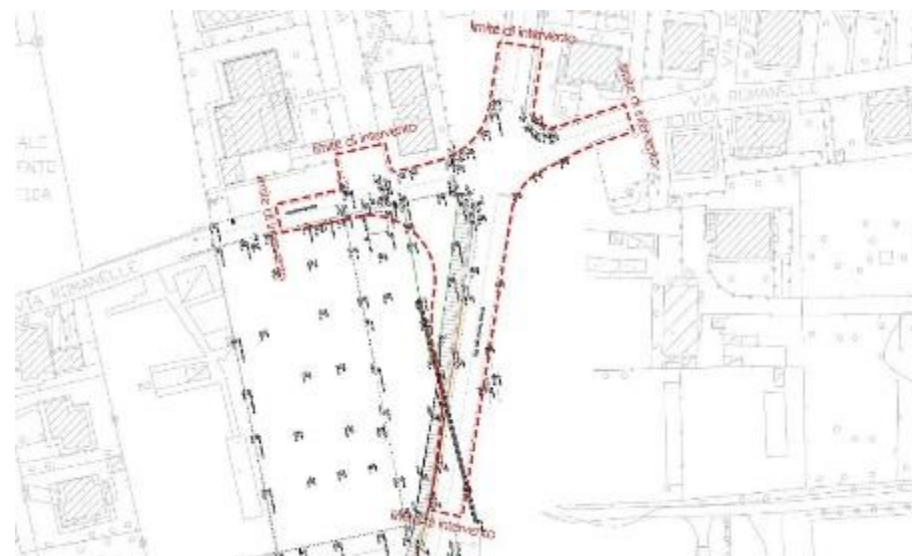


Figura 20 – Intersezione SP175 / via Romanelle – Stato di fatto

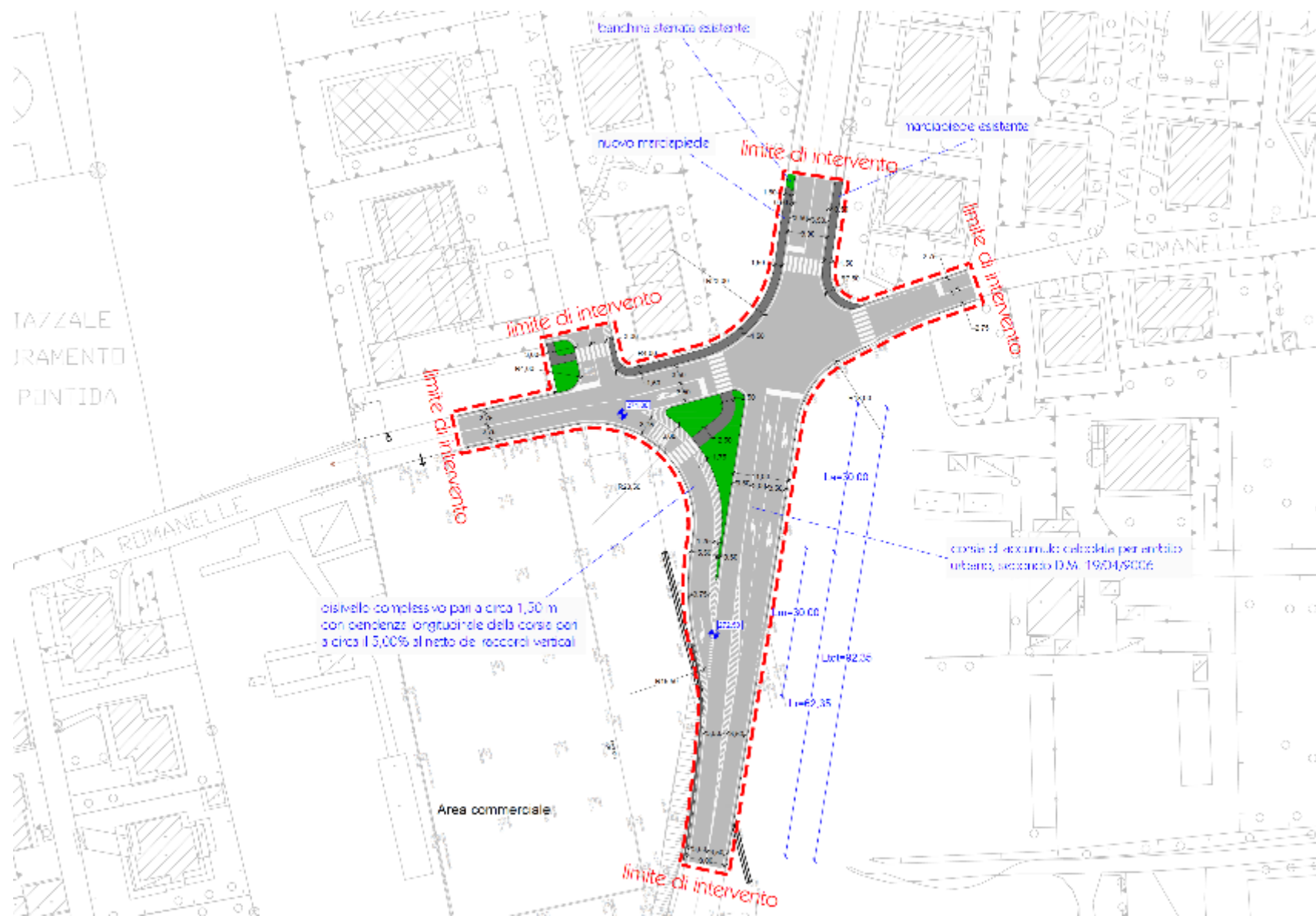


Figura 21 – Intersezione SP175 / via Romanelle – Progetto su rilievo topografico

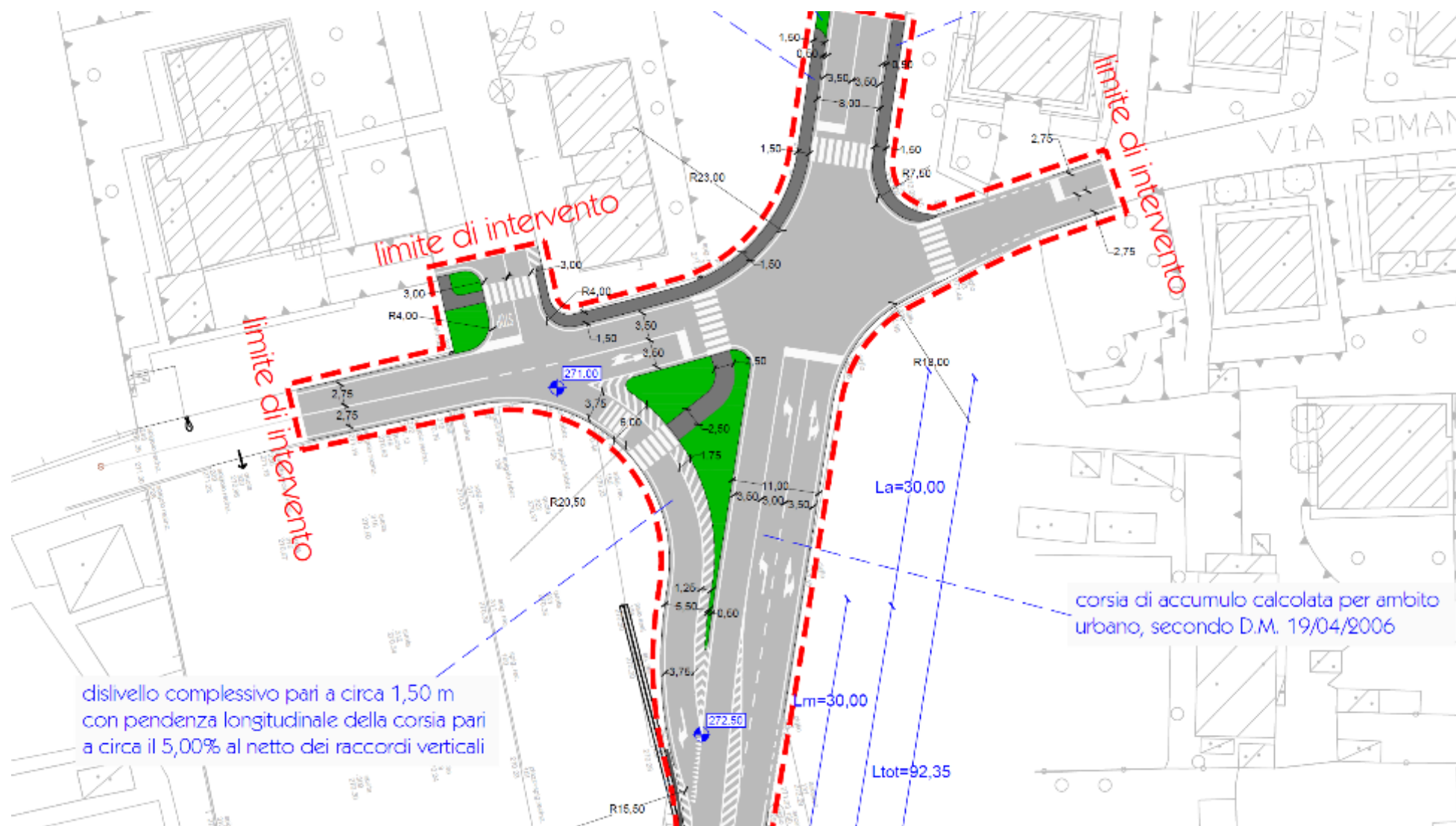


Figura 22 – Intersezione SP175 / via Romanelle – Progetto su rilievo topografico - Dettaglio



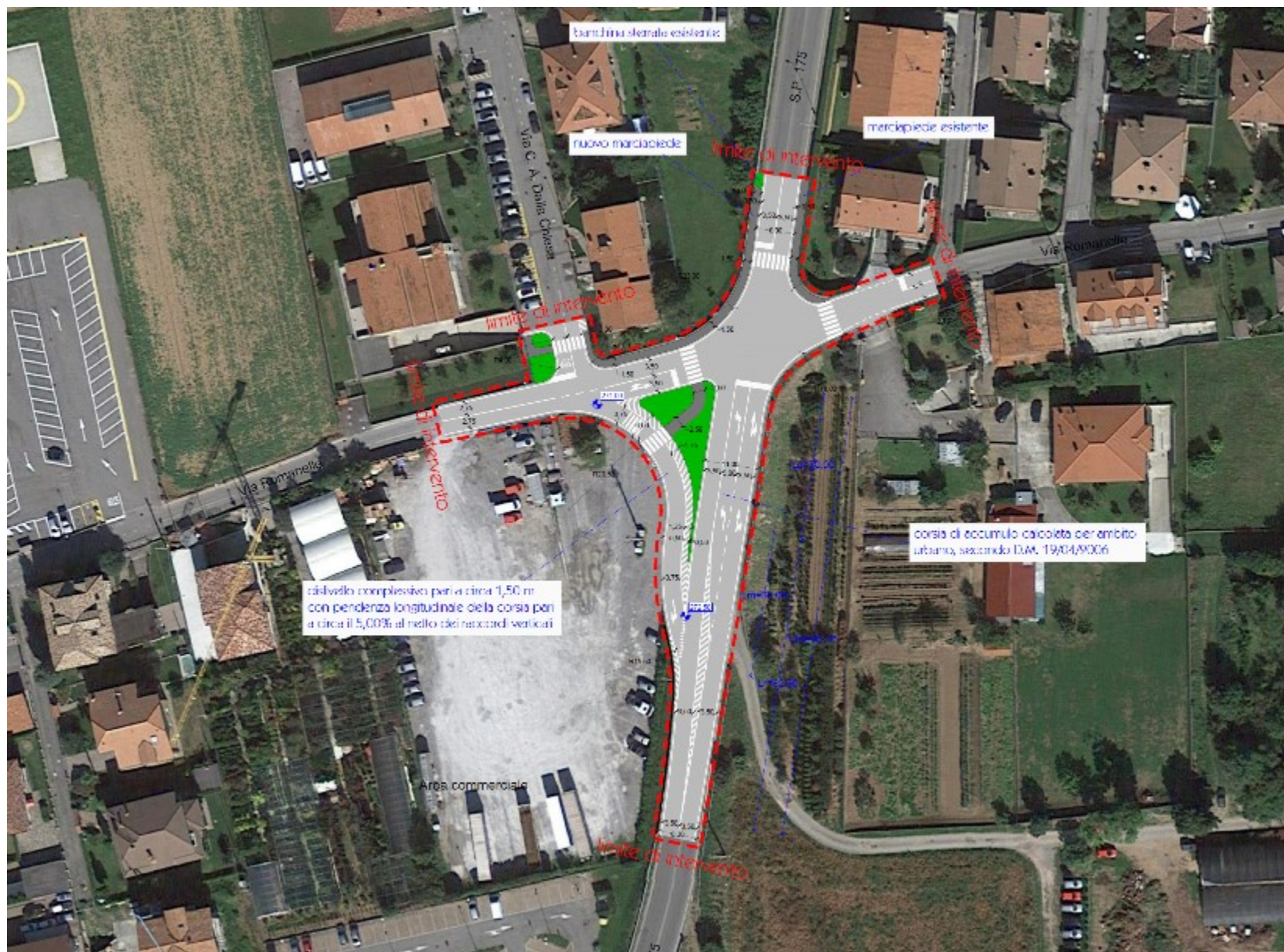


Figura 23 – Intersezione SP175 / via Romanelle – Sovrapposizione su fotopiano

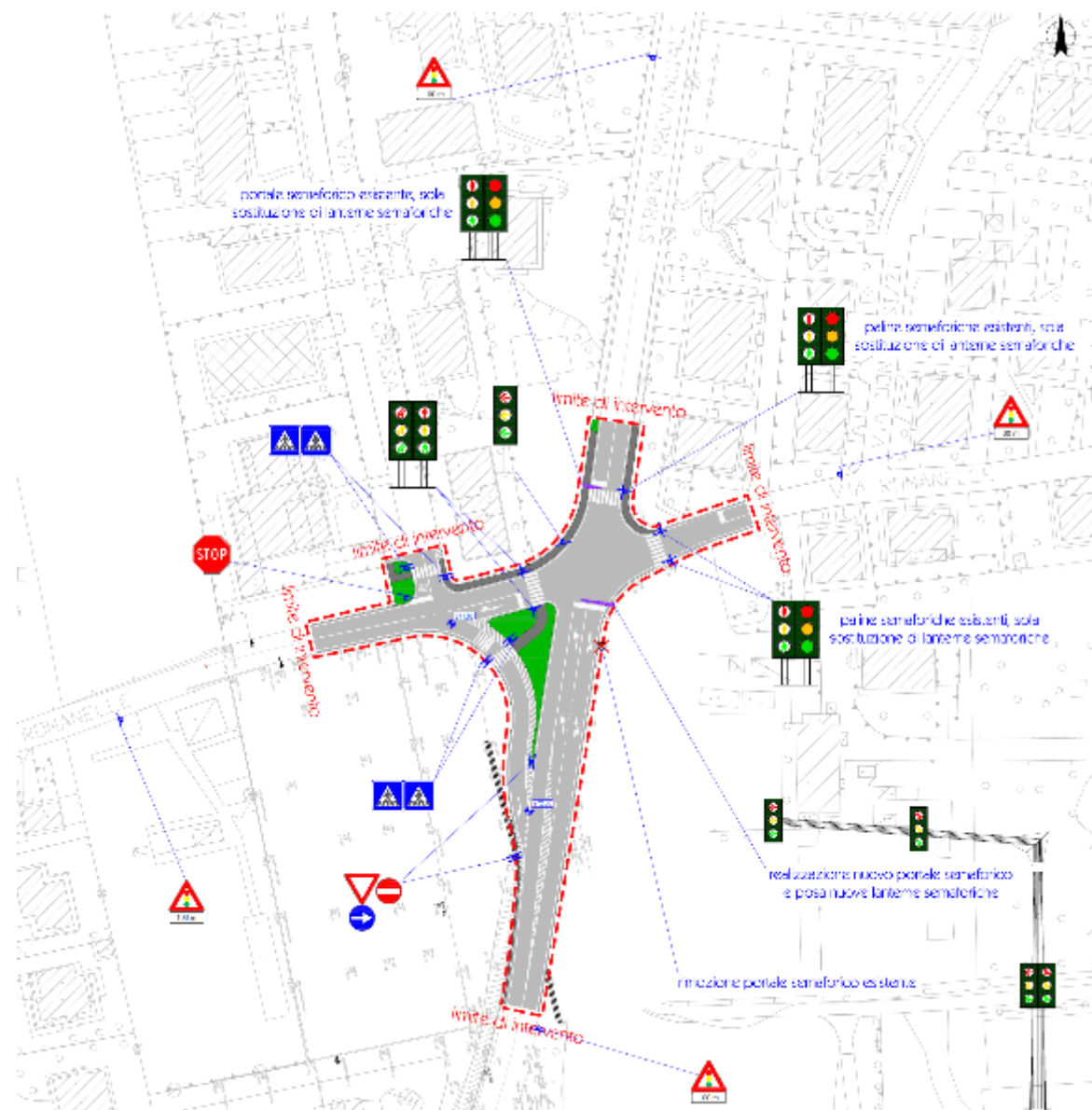


Figura 24 – Intersezione SP175 / via Romanelle – Segnaletica



Per il corretto dimensionamento delle infrastrutture sono stati utilizzati i seguenti riferimenti normativi:

- Decreto Ministeriale 5 novembre 2001 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade";
- Decreto Ministeriale 22 aprile 2004 n.67/S. Modifica del decreto 5 novembre 2001, n. 6792, recante "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade";
- Decreto Ministeriale 19 aprile 2006 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali";
- Bollettino Ufficiale Regione Lombardia 31 ottobre 2006 "Elementi tecnici e puntuali inerenti ai criteri per la determinazione delle caratteristiche funzionali e geometriche per la costruzione dei nuovi tronchi viari e per l'ammmodernamento ed il potenziamento dei tronchi viari esistenti ex art.4, r.r. 24 aprile 2006, n.7";
- Decreto Legislativo 30 aprile 1992 n. 285 e successive modificazioni "Nuovo codice della Strada".
- L.R. 20 febbraio 1989, n.6 "Norme sull'eliminazione delle barriere architettoniche e prescrizioni tecniche di attuazione".

Secondo il PGT dell'anno 2015 del Comune di Almenno San Salvatore, l'area oggetto di intervento si trova all'interno del perimetro del centro abitato, perciò in ambito urbano.

Secondo il PGT dell'anno 2015 del Comune di Almenno San Salvatore, la S.P.175 è considerata appartenente alla "viabilità principale", ad un'unica carreggiata con almeno una corsia per senso di marcia e banchina. Relativamente al D.M. 5 novembre 2001 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", si ipotizza che tale asse viario corrisponda ad una strada Urbana di Quartiere di categoria E.

Secondo il PGT dell'anno 2015 del Comune di Almenno San Salvatore, via Romanelle Ovest è considerata appartenente alla "viabilità secondaria", ad un'unica carreggiata con almeno una corsia per senso di marcia e banchina. Relativamente al D.M. 5 novembre 2001 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", si ipotizza che tale asse viario corrisponda ad una strada Urbana Locale di categoria F.

Secondo il PGT dell'anno 2015 del Comune di Almenno San Salvatore, Via Romanelle Est è considerata appartenente alla "viabilità locale", ad un'unica carreggiata con almeno una corsia per senso di marcia e banchina. Relativamente al D.M. 5 novembre 2001 "Norme funzionali e geometriche per

la costruzione delle strade", si ipotizza che tale asse viario corrisponda ad una strada Urbana Locale di categoria F.

Per la redazione del progetto è stato eseguito un rilievo topografico delle aree interessate dagli interventi opportunamente quotato con l'indicazione di tutti gli elementi utili alla progettazione tra cui la posizione dei cordoli dei marciapiedi, delle recinzioni, dei passi carri e di altri ostacoli fisici. Nel rilievo sono indicate altresì le stazioni effettuate con lo strumento topografico che permettono di essere identificati in loco. Non si è reso necessario redigere le monografie dei punti fiduciali in quanto i punti di riferimento delle aree sono facilmente identificabili.

Si precisa che le specifiche aree sulle quali verrà realizzato il progetto sono aree ad oggi già sedime stradale oppure aree già nella disponibilità dell'operatore.

Tutte le opere sono pensate e dimensionate seguendo scrupolosamente la normativa vigente. Particolare attenzione è posta al rispetto del codice della strada e alle leggi in materia di abbattimento delle barriere architettoniche, al fine di preservare la sicurezza di tutti gli utilizzatori delle infrastrutture progettate.

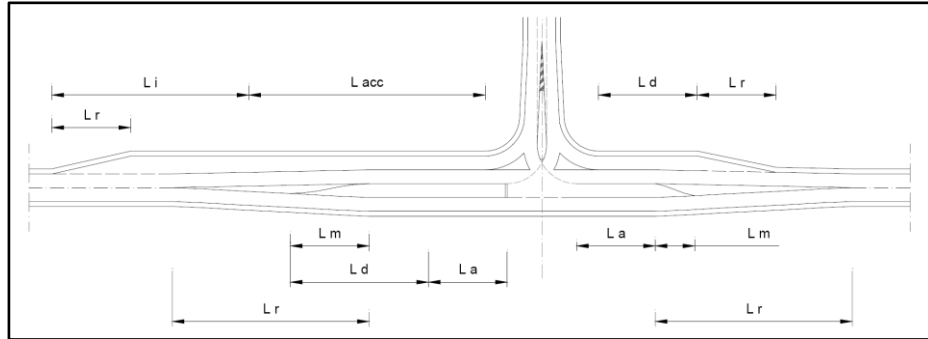
L'intervento interessa l'intersezione semaforizzata tra la S.P.175 e via Romanelle. Verrà riqualficata l'intersezione semaforizzata al fine di:

- migliorare l'accessibilità di via Romanelle Ovest, tramite l'inserimento di una corsia di accumulo per la svolta in sinistra dedicata provenendo dalla S.P.175;
- inserire una corsia dedicata di svolta a destra verso la S.P.175 provenendo da via Romanelle Ovest;
- inserire percorsi pedonali protetti.

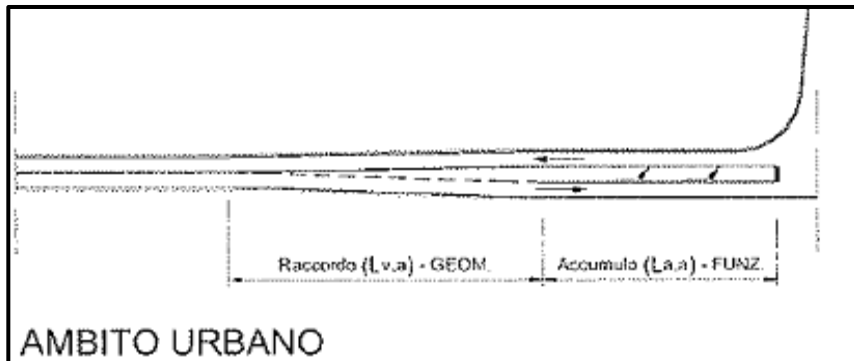
Lungo la S.P.175 verrà inserita una corsia di accumulo per la svolta in sinistra dedicata per i veicoli provenienti da sud dalla S.P.175 e diretti ad ovest verso via Romanelle.

Per il dimensionamento della corsia specializzata di accumulo, come suggerito dal parere della Provincia di Bergamo, verrà utilizzato il paragrafo 4 del D.M. 19/04/2006 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali" (G.U. n°170 del 24/07/2006).

Come suggerito dal parere della Provincia di Bergamo, il dimensionamento della corsia di accumulo dovrà essere effettuato utilizzando una velocità di progetto  $V_p$  pari a 60 km/h, al fine di garantire la massima capacità di assorbimento del traffico.



La larghezza della corsia specializzata di accumulo dovrebbe risultare (paragrafo 3.B.6 BURL 2006) di valore minimo 3,25 m, riducibile fino a 2,50 m, se non percorsa da significativo traffico pesante o da mezzi adibiti al trasporto pubblico. Nel caso in esame si è scelto di limitare la larghezza a 3,00 m in quanto il traffico pesante risulta esiguo e la corsia specializzata non viene utilizzata dal trasporto pubblico locale. La scelta di riduzione della larghezza della corsia è ulteriormente motivata dalla non invasione di aree private. Poiché ci si trova in ambito urbano, gli elementi costituenti i tratti di corsia specializzata sono i seguenti e possono essere valutati secondo le seguenti modalità:



- **Tratto di raccordo:**  
Si è considerato un allargamento della carreggiata  $d^{\wedge}$  di 3,00 m e una velocità di progetto  $V_p$  di 60 km/h.

$$L_{raccordo} = 0,60 \cdot V_p \cdot \sqrt{d^{\wedge}} = 0,60 \cdot 60 \cdot \sqrt{3} = 62,35 \text{ m}$$

- **Tratto di accumulo:**  
Nelle intersezioni semaforizzate la lunghezza  $L_a$  di tale tratto è funzione del tempo di attesa. In ambito urbano è in genere sufficiente una lunghezza di 30,00 m, dove le manovre per la svolta in sinistra sono limitate. Con questa lunghezza si garantisce un accumulo minimo di 5 veicoli ( $5 \times 6 \text{ m} = 30,00 \text{ m}$ ).

$$L_{accumulo} = 30,00 \text{ m}$$

Pertanto, la lunghezza totale della corsia di accumulo risulta pari a 92,35 m:

$$L_{totale\ urbano} = L_{raccordo} + L_{accumulo} = 62,35 \text{ m} + 30,00 \text{ m} = 92,35 \text{ m}$$

Si sceglie di inserire all'interno del tratto di raccordo il relativo tratto di manovra, così come suggerito dal Bollettino Ufficiale Regione Lombardia del 31/10/2006: in questo modo, grazie all'inserimento della relativa zebra, la corsia di accumulo risulta più evidente e più sicura per gli utenti che percorrono tale tratto stradale.

- **Tratto di manovra:**  
In ambito urbano è pari a 30,00 m nel caso in cui la velocità di progetto  $V_p$  sia maggiore o uguale a 60 km/h.

$$L_{manovra} = 30,00 \text{ m}$$

Viene inserita una corsia dedicata di svolta in destra per gli utenti provenienti da via Romanelle Ovest e diretti sulla S.P.175 in direzione sud.

Tale corsia ha una larghezza totale che varia da 6,00 m a 5,50 m di cui:

- 0,50 m banchina in destra;
- 3,75 m corsia di marcia;
- 1,75-1,25 m banchina in sinistra.

Il raggio interno di svolta è pari a 20,50 m.

L'allargamento nel tratto iniziale della banchina sinistra permette la verifica della manovra di veicoli lunghi che, inoltre, non invaderanno l'opposta corsia



di accumulo sulla S.P.175. Per maggior dettaglio si rimanda alla tavola "Verifiche geometriche delle manovre".

A livello di pendenze longitudinali, la corsia dovrà superare un dislivello di circa 1,50 m da circa 271,00 m s.l.m. di via Romanelle Ovest a circa 272,50 m s.l.m. della S.P. 175. La pendenza risulterà, quindi, pari a circa il 5,00% al netto dei raccordi verticali.

Nell'attuale configurazione dell'intersezione in oggetto, il percorso pedonale protetto è presente solamente lungo il tratto nord-est della S.P.175.

Con la nuova configurazione dell'intersezione, viene data continuità a tale percorso pedonale, collegandolo fino a via Carlo Alberto dalla Chiesa, di fronte alla stazione dei Carabinieri, e verso il nuovo insediamento commerciale.

La corretta progettazione di un'intersezione semaforizzata, così come la verifica della sua funzionalità e sicurezza, soprattutto in ambito urbano, non può prescindere da un'attenta analisi dei movimenti e dei percorsi pedonali in potenziale conflitto con i veicoli in movimento.

Nell'area oggetto di studio saranno presenti percorsi pedonali di larghezza minima di 1,50 m, e saranno realizzati rialzati di un'altezza non superiore ai 15,00 cm rispetto alla carreggiata stradale.

Gli adeguamenti e le nuove pavimentazioni stradali in progetto saranno completati da tutte le opere necessarie alla corretta circolazione dei veicoli garantendo il più alto livello possibile di sicurezza stradale.

Le opere a sostegno della corsia dedicata per la svolta in destra, quali scarpate e muri, sono a completo carico dell'operatore commerciale.

Le aree oggetto di riqualifica ricadono interamente nel comune di Almenno San Salvatore in provincia di Bergamo; comune caratterizzato da una criticità idraulica "C", ovvero bassa criticità idraulica.

In accordo ai vincoli geologici ed ambientali definiti dagli strumenti urbanistici, ed in funzione dei parametri idrogeologici del terreno presente in sito, lo smaltimento dei volumi invasati avverrà in accordo a quanto previsto dall'articolo 5 comma 3 del Regolamento Regionale n.7 del 2017 (Sistemi di controllo e gestione delle acque pluviali).

La riqualifica dell'intersezione di progetto è classificabile come "Impermeabilizzazione potenziale media", pertanto visto che l'intervento ricade nell'ambito territoriale di bassa criticità è possibile dimensionare i manufatti di laminazione in accordo a quanto previsto dall'articolo 12 comma

2 del Regolamento Regionale n.7 del 2017 (Requisiti minimi delle misure di invarianza idraulica e idrogeologica).

È prevista la realizzazione della segnaletica orizzontale dettata dal vigente Codice della Strada e relativo regolamento, con particolare attenzione alla corretta delimitazione e divisione dei flussi veicolari in prossimità dell'intersezione semaforizzata.

La segnaletica verticale, anch'essa in attuazione del Codice, verrà posizionata a bordo strada e sul marciapiede per una corretta interpretazione dei segnali e delle direzioni veicolari.

Verrà adeguato l'impianto semaforico di tutta l'area di intersezione. In particolare verranno sostituite tutte le lanterne semaforiche esistenti con nuove lanterne semaforiche con tecnologia a led.

Inoltre verrà rimosso il portale semaforico esistente sulla S.P.175 SUD, interferente con il nuovo progetto, e verrà realizzato un nuovo portale semaforico nella posizione più idonea rispetto al presente progetto.

È prevista la rimozione e la posa di apparecchi illuminanti stradali sull'intera arteria in progetto al fine di garantire i livelli di illuminamento e le condizioni di uniformità che consentono il mutuo avvistamento dei veicoli, l'avvistamento di eventuali ostacoli e la corretta percezione della configurazione degli elementi delle intersezioni e dei tracciati stradali, nelle diverse condizioni che possono verificarsi durante l'esercizio notturno delle infrastrutture.

## 4.2 SCENARIO 2 (LUNGO TERMINE) – DESCRIZIONE INTERVENTO

Lo scenario di intervento 2 considera la riqualifica dell'intersezione tra la Strada Provinciale SP175 e via Romanelle. La riqualifica prevede la realizzazione di una intersezione con **circolazione a rotatoria** in sostituzione dell'impianto semaforico. La circolazione a rotatoria prevista avrà forma ellissoidale caratterizzata da un semiasse maggiore di lunghezza 45 metri e un semiasse minore lungo 31 metri.

Inoltre verranno analizzati anche i movimenti potenzialmente attratti/generati dagli sviluppi urbanistici previsti nell'intorno dell'intervento ovvero:

- Ambito ARSP – Ammessa destinazione a servizi (verrà considerata la realizzazione di una struttura commerciale MSV con SV pari a 1.500 mq);
- Ambito ATR03 – Ammesse funzioni residenziali e di servizio alla residenza (abitanti teorici pari a circa 17).

Vista la natura delle previsioni urbanistiche degli ambiti considerati ed il loro carico insediativo, si ritiene trascurabile l'ambito ATR03, mentre verrà inserito nelle successive simulazioni l'ambito ARSP con la possibilità di insediare una MSV.



Figura 25 – Nuovo assetto infrastrutturale e urbanistico considerato

I rami afferenti all'intersezione presentano tutti una corsia in ingresso ed una in uscita.



Figura 26 – Geometria di progetto

Per il corretto dimensionamento dell'intersezione sono stati utilizzati i seguenti riferimenti normativi:

- D.M. 5 novembre 2001 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade";
- D.M. 22 aprile 2004, n. 67/S. Modifica del decreto 5 novembre 2001, n. 6792, recante "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade";

- D.M. 19 aprile 2006 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali";
- Bollettino Ufficiale Regione Lombardia del 31/10/2006.

Quindi, in coerenza con quanto previsto dalla normativa di riferimento, il dimensionamento dell'intersezione prevede:

- Corona ad una corsia: 7,00 metri più banchine;
- Banchine (sinistra e destra): 1,00 metro;
- Isola centrale sormontabile: 2,00 metri;
- Bracci di ingresso: 3,50 metri più banchine;
- Bracci di uscita: 4,00 ÷ 4,50 metri più banchine.

**Le aree sulle quali verrà realizzata la nuova intersezione non sono ancora disponibili. L'operatore si impegna a realizzare questa opera viabilistica nel momento in cui si verranno a liberare le aree di proprietà privata e non ancora a disposizione né dell'Amministrazione né dell'operatore.**

Si rimarca che la riqualifica dell'intersezione, prevista dall'Amministrazione Comunale, offrirà alla rete stradale i seguenti vantaggi:

- Riduzione dei punti di conflitto, dovuta all'eliminazione delle manovre di attraversamento ed alla trasformazione delle rimanenti manovre in immissione e diversione in destra;
- Possibilità di effettuare inversioni di marcia e quindi di inibire, nei tratti a monte ed a valle dell'intersezione, eventuali svolte a sinistra pericolose;
- Riduzione dei tempi di attesa per l'immissione;
- Realizzazione e messa in sicurezza degli attraversamenti pedonali;
- Funzione di moderazione della velocità in approccio all'intersezione pur mantenendo buone condizioni di deflusso sulla Strada Provinciale;
- Ottimizzazione dei collegamenti veicolari / pedonali da e verso le zone residenziali limitrofe e le funzioni pubbliche presenti in loco (Carabinieri, Croce Azzurra, campo sportivo).

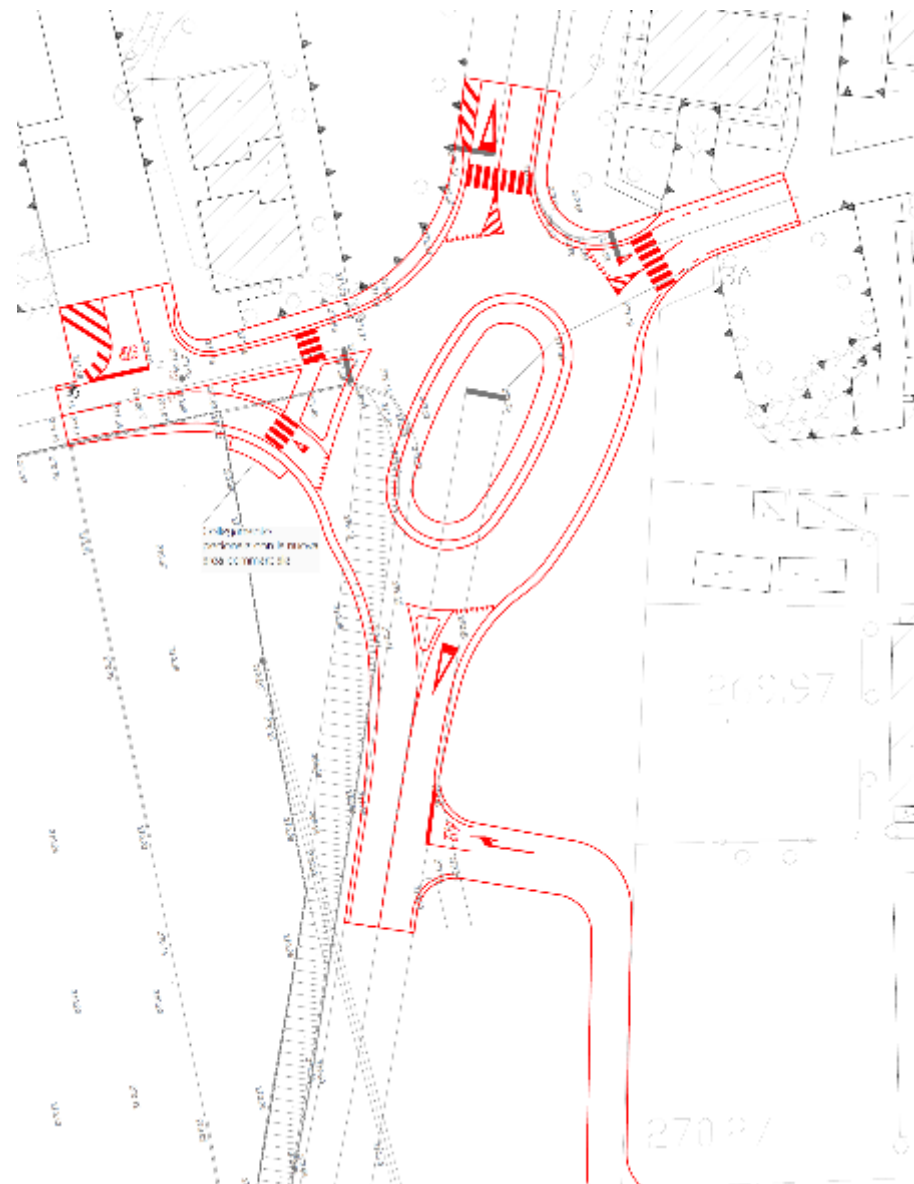


Figura 27 – Intersezione SP175 / via Romanelle – Sovrapposizione



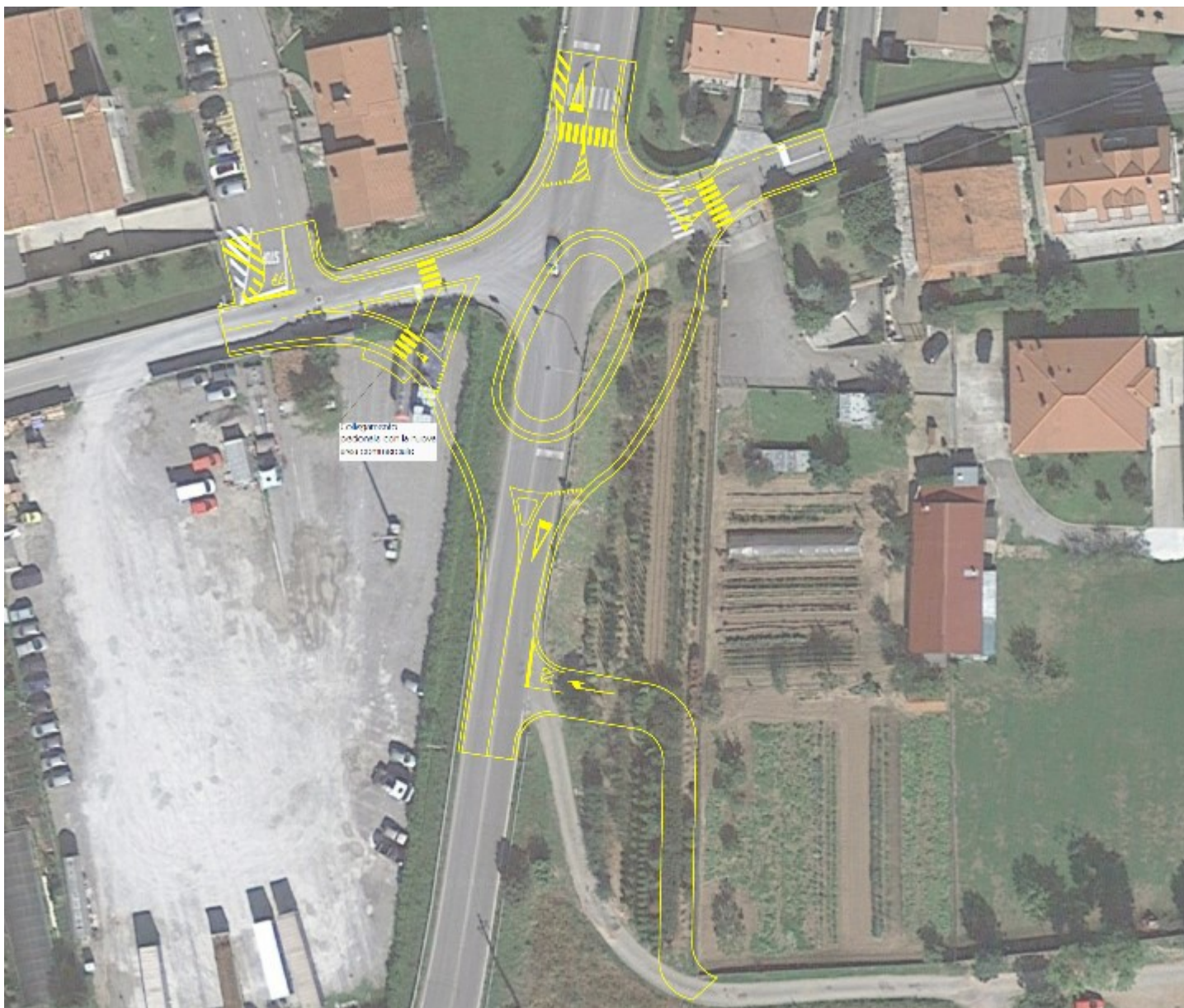


Figura 28 – Intersezione SP175 / via Romanelle – Sovrapposizione su fotopiano



### 4.3 VERIFICA DINAMICA DELLE MANOVRE

La verifica dinamica dei percorsi veicolari (autoarticolati e autobus) è stata effettuata utilizzando il software specialistico "Vehicle Tracking" della società Autodesk.

Vehicle Tracking è un software impiegato principalmente nel campo dei trasporti e dell'ingegneria civile. Applicabile ad ogni tipo di strade ed autostrade ha lo scopo di valutare le manovre veicolari che si effettuano nelle intersezioni, nelle rotatorie, nei parcheggi e in qualunque tipo di struttura.

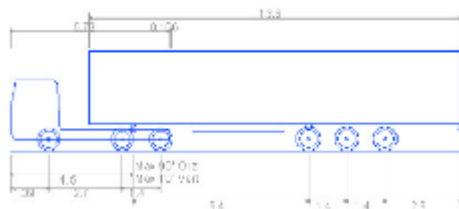
Vehicle Tracking tiene conto automaticamente dei dati relativi ai raggi minimi di sterzo, alle curve di transizione (di motrici e rimorchi in caso di mezzi pesanti), alla pendenza trasversale, all'attrito laterale dei veicoli basandosi su norme correnti, alla velocità di percorrenza, così da poter garantire valutazioni totalmente affidabili.

Di seguito si riportano le verifiche geometriche atte a verificare la funzionalità e la fruibilità della nuova geometria dell'intersezione semaforizzata posta lungo la SP175.

Le immagini seguenti schmatizzano le verifiche dinamiche delle manovre e riportano:

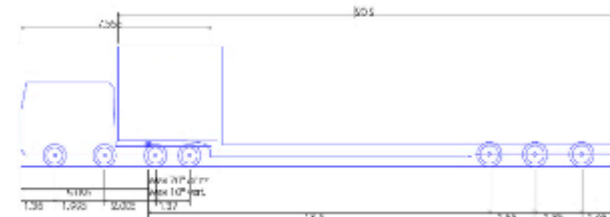
- Linea rossa: gli ingombri a terra degli pneumatici;
- Linea blu: ingombri della scossa del veicolo.

Di seguito si riportano le dimensioni dei veicoli utilizzati nelle simulazioni e per il dettaglio delle verifiche si rimanda alle tavole dello studio di fattibilità.



AUTOARTICOLATO	
Lunghezza Totale	16.500M
Larghezza Totale	2.600M
Altezza Carrozzeria Totale	3.632M
Spazio Manovra A Terra Min. Carrozzeria	0.396M
Larghezza Tracciato Max	2.500M
Intervallo di tempo angolo di sterzata	6.00 sec.
Raggio di Sterzata da Bordo a Bordo	6.870M

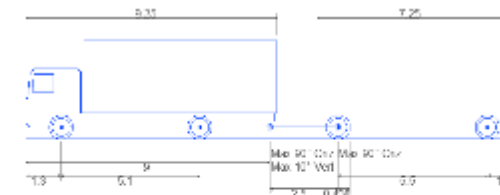
Figura 29 – Dimensione autoarticolato da 16,50 metri



VEICOLO PER TRASPORTO ECCEZIONALE da 24,045 m

Volvo FH16 8x4 + Broshus Blade Trailer	
Lunghezza complessiva	24.045m
Larghezza complessiva	2.550m
Altezza complessiva scocca	4.600m
Altezza minima da terra scocca	0.375m
Larghezza traccia	2.500m
Tempo sterzata completa	6.00 s
Raggio di sterzata da muro a muro	9.800m

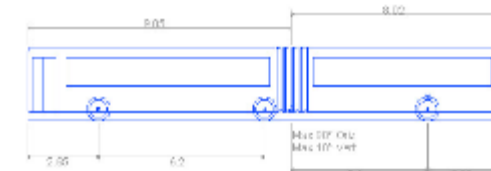
Figura 30 – Dimensione veicolo eccezionale da 24,04 metri



#### AUTOTRENO

Lunghezza Totale	18.000M
Larghezza Totale	2.500M
Altezza Carrozzeria Totale	3.736M
Spazio Manovra A Terra Min. Carrozzeria	0.427M
Traccia Larghezza	2.500M
Intervallo di tempo angolo di sterzata	6.00 sec.
Raggio di Sterzata da Bordo a Bordo	9.600M

Figura 31 – Dimensioni autotreno da 18,00 metri



#### BUS

Lunghezza Totale	17.870M
Larghezza Totale	2.600M
Altezza Carrozzeria Totale	2.751M
Spazio Manovra A Terra Min. Carrozzeria	0.337M
Traccia Larghezza	2.500M
Intervallo di tempo angolo di sterzata	6.00 sec.
Raggio di Sterzata da Bordo a Bordo	11.600M

Figura 32 – Dimensione autobus da 17,87 metri

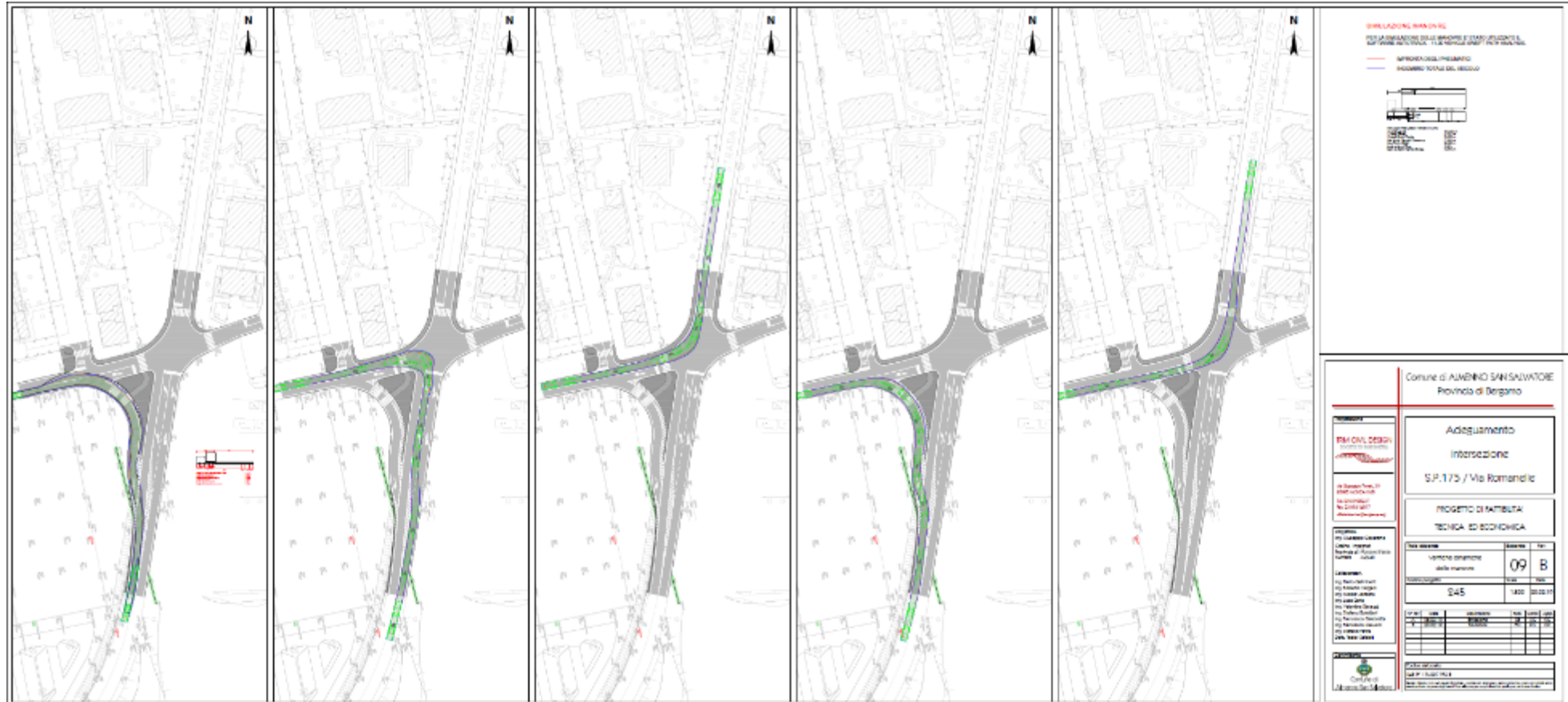


Figura 33 – Verifica dinamica manovre – Autoarticolato 16.5 metri – Autoarticolato 24 metri

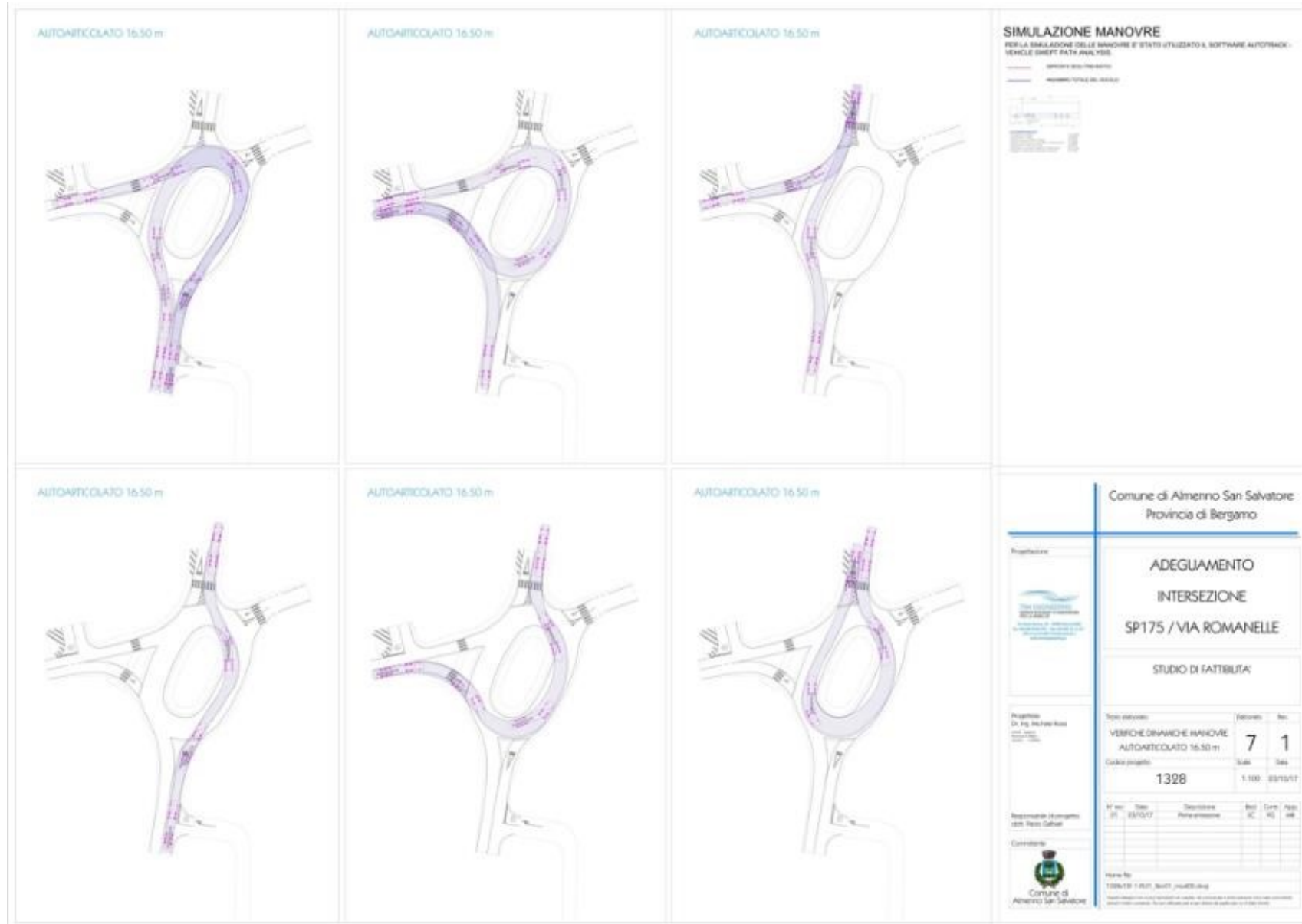


Figura 34 – Verifica dinamica manovre – Autoarticolato 16.5 metri – tavola 7

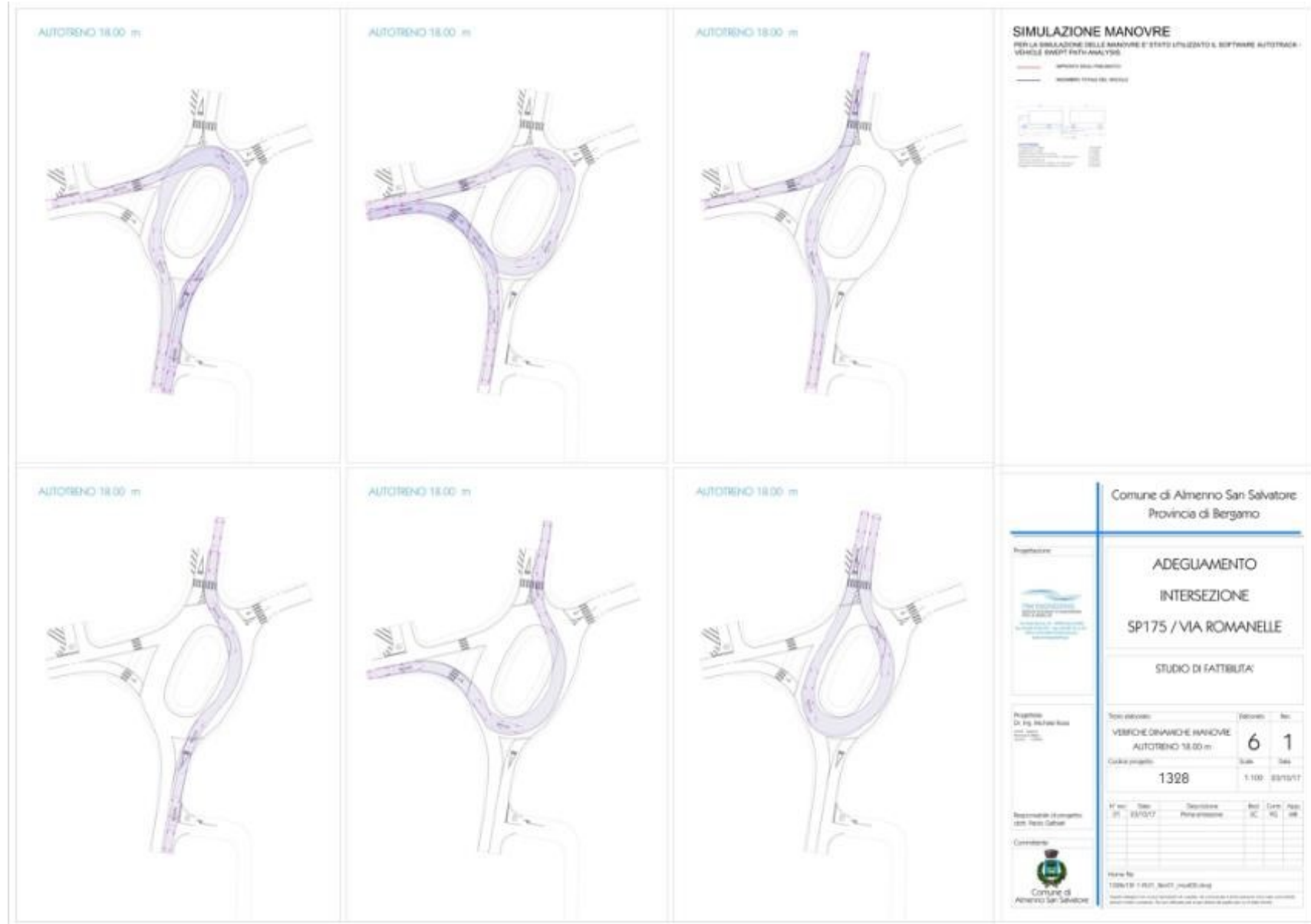


Figura 35 – Verifica dinamica manovre – Autotreno 18,00 metri – tavola 6



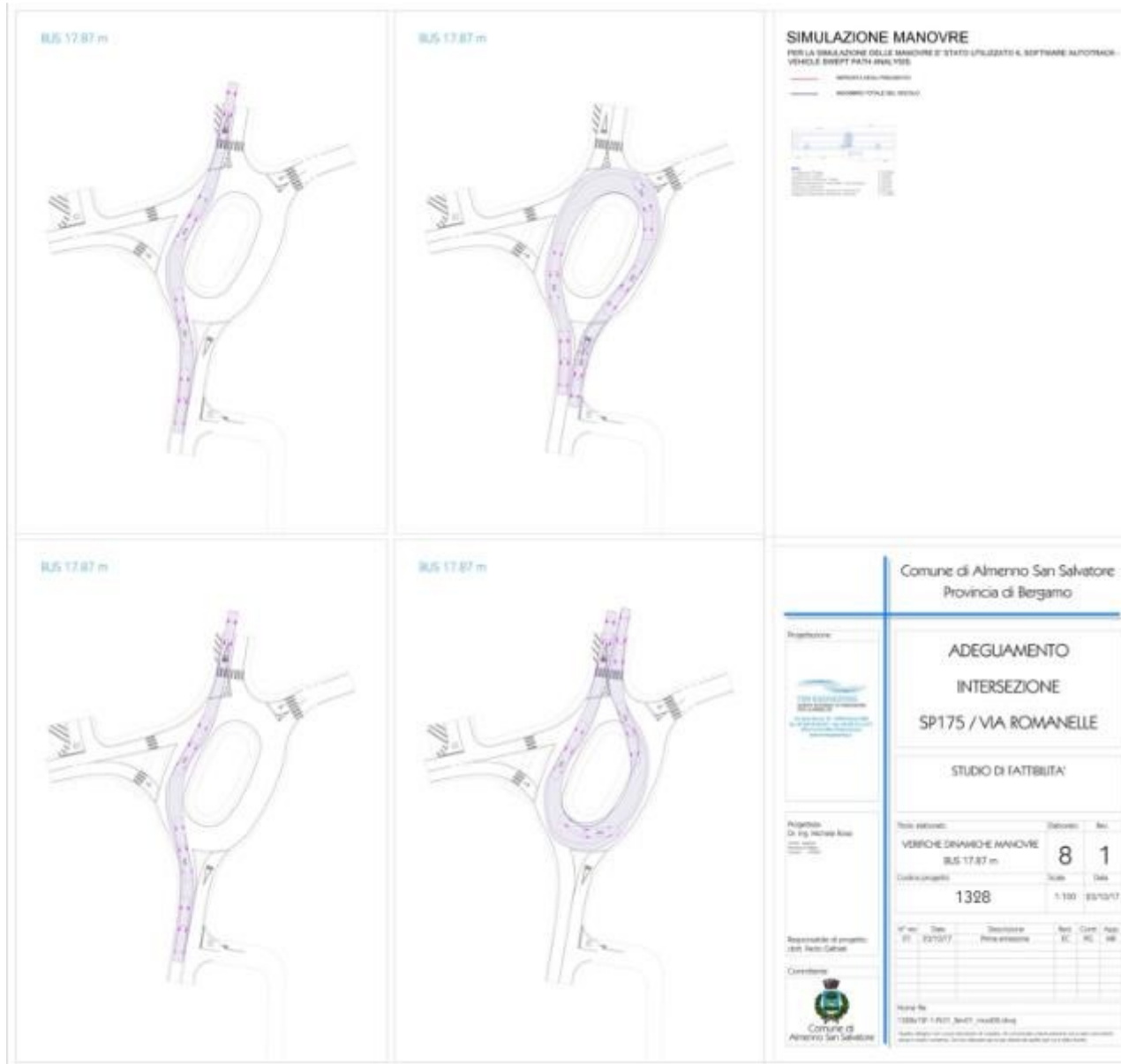


Figura 36 – Verifica dinamica manovre – Autobus 18,00 metri – tavola 8

#### 4.4 ANALISI DEI FLUSSI POTENZIALMENTE INDOTTI

La realizzazione degli sviluppi urbanistici previsti nell'intorno dell'area oggetto di studio rappresenta un elemento di attrattività per il traffico veicolare di cui occorre stimare l'entità, nonché le rispettive direttrici di provenienza. Al fine di verificare la situazione di massimo carico sulla nuova intersezione lungo la SP175, la stima del traffico indotto analizzerà i seguenti ambiti:

- Ambito ARSP – Ammessa destinazione a servizi (verrà considerata la realizzazione di una struttura commerciale MSV con SV pari a 1.500mq)
- Ambito ATR03 – Ammesse funzioni residenziali e di servizio alla residenza (abitanti teorici pari a circa 17)

Vista la natura delle previsioni urbanistiche degli ambiti considerati ed il loro carico insediativo, si ritiene trascurabile l'ambito ATR03, mentre verrà inserito nelle successive simulazioni l'ambito ARSP con la possibilità di insediare una MSV.

Al fine di verificare la situazione di massimo carico sulla rete limitrofa, i flussi aggiuntivi che potrebbero essere attratti/generati dalla nuova unità commerciale **non verranno ridotti di alcun coefficiente**.

Infatti non verranno presi in considerazione i fenomeni dovuti 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 dal nuovo insediamento previsto. 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 mattina (dalle 07:00 alle 08:00) e della sera (dalle 18:00 alle 19:00), il potenziale incremento di traffico dovuto al progetto previsto nell'ambito ARSP.

In questo studio la stima del traffico indotto verrà effettuata secondo le seguenti metodologie:

- Modello TRIP GENERATION;
- DGR Regione Lombardia.

#### 4.4.1 DESCRIZIONE DEL MODELLO "TRIP GENERATION"

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.

#### 4.4.2 DESCRIZIONE DEL MODELLO DGR REGIONE LOMBARDIA

La stima del traffico potenzialmente attratto/generato dalla funzione commerciale, sarà effettuata anche attraverso i criteri contenuti nella d.g.r. 20 dicembre 2013 n. X/1193 – "Disposizioni attuative finalizzate alla valutazione delle istanze per l'autorizzazione all'apertura o alla modificazione delle grandi strutture di vendita conseguenti alla d.gr. 12 novembre 2013 n. 10/187 "Nuove linee per lo sviluppo delle imprese del settore commerciale"" d.g.r. 20 dicembre 2013 n. X/1193 e successive modifiche.

**I suddetti criteri si applicano alle Grandi Strutture di Vendita (GSV) e non sono applicabili al caso di specie che invece è relativo ad una Media Struttura di Vendita.**

**Sulla base di numerose esperienze e casi studio, la stima dell'incremento di traffico effettuata applicando tout court i coefficienti regionali delle GSV per le medie strutture di vendita restituisce un risultato previsionale inverosimile rispetto al reale valore di traffico che si registrerà effettivamente dopo l'attivazione della nuova unità commerciale.**

Il calcolo dell'indotto veicolare generato/attratto dall'intervento commerciale è stato effettuato tramite l'utilizzo dei coefficienti riportati nelle tabelle seguenti.

Superficie di vendita alimentare [mq]	Veicoli ogni mq di superficie di vendita alimentare			
	Venerdi (1)	Venerdi (2)	Sabato-Domenica (1)	Sabato-Domenica (2)
0 - 3.000	0,25	0,20	0,30	0,25
3.000 - 6.000	0,12	0,10	0,17	0,14
> 6.000	0,04	0,03	0,05	0,03

**Tabella 9 – Veicoli attratti/generati ogni mq di superficie di vendita alimentare**

Superficie di vendita non alimentare [mq]	Veicoli ogni mq di superficie di vendita non alimentare			
	Venerdi (1)	Venerdi (2)	Sabato-Domenica (1)	Sabato-Domenica (2)
0 - 5.000	0,10	0,09	0,18	0,15
5.000 - 12.000	0,08	0,06	0,14	0,12
> 12.000	0,05	0,04	0,06	0,04

**Tabella 10 – Veicoli attratti/generati ogni mq di superficie di vendita non alimentare**

Nella presente analisi sono stati applicati i parametri indicati con la nota "(2)", in quanto il comune di Almenno San Salvatore non risulta inserito all'interno dell'elenco dei comuni critici, ed è stata utilizzata la ripartizione dei flussi aggiuntivi dettata dalla stessa norma (60% dei movimenti in ingresso ed il 40% in uscita dall'insediamento).

Il modello di Regione Lombardia prevede esclusivamente il traffico indotto nell'ora di punta serale del venerdì e sabato/domenica.

### 4.4.3 CALCOLO DEL TRAFFICO INDOTTO CON IL MODELLO "TRIP GENERATION"

Per la determinazione del traffico indotto sono stati utilizzati i parametri di generazione TRIP GENERATION della seguente tipologia:

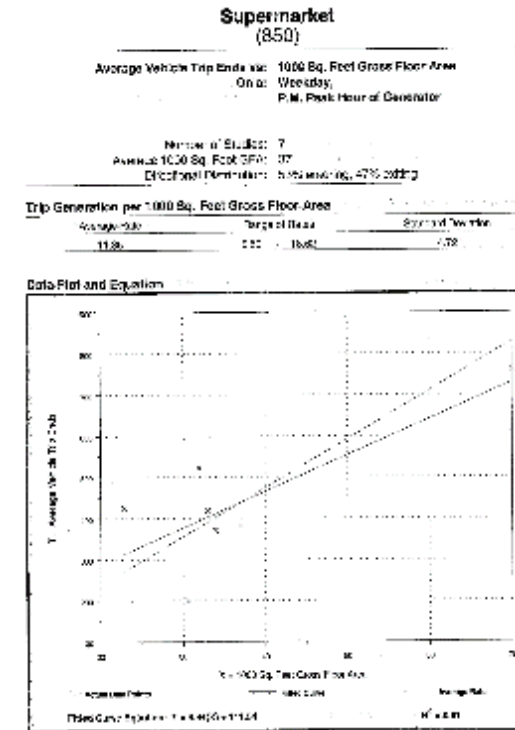
- **Funzione commerciale "Supermarket" (code 850).**

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 la seguente definizione per la funzione analizzata:

- **"Supermarket":** singolo negozio specializzato nella vendita al dettaglio di alimentari, alimenti già preparati e confezionati, e oggetti per la pulizia.

Di seguito si riporta la scheda utilizzata per il calcolo dei veicoli aggiuntivi per la tipologia di funzione "Supermarket".



**Figura 37 – Scenario di intervento – Scheda Trip Generation – code 850: Supermarket – sera**

Sulla base della scheda sopra riportata (code 850), i clienti aggiuntivi attratti/generati dalla Media Struttura di Vendita sono calcolati nel seguente modo:

#### 4.4.3.1 SERA

- 2.015 mq SLP;
- 53% veicoli in ingresso e 47% veicoli in uscita;
- **326 veicoli/ora complessivi di cui:**



- 173 veic/h in ingresso;
- 153 veic/h in uscita.

Nell'ora di punta della sera non si stimano movimenti veicolari determinati dagli addetti in quanto l'attività commerciale sarà ancora in funzione e presumibilmente non saranno previsti cambi turno.

Per quanto riguarda l'ipotizzata attrazione/generazione dei mezzi commerciali destinati all'approvvigionamento della nuova attività commerciale, l'effetto che si genera sul traffico è da considerarsi nullo nella fascia oraria di punta individuata dai rilievi e non influisce sulla determinazione dello scenario di intervento futuro.

Sulla base delle ipotesi in presentate in precedenza, si è stimato il seguente flusso aggiuntivo totale sulla rete attratto/generato dall'ambito di trasformazione considerato per le ore di punta della mattina e della sera.

Trip Code	Land Use	Giorno	Ora di Punta	% ingresso	% uscita	Spostamenti ingresso	Spostamenti uscita	Spostamenti
850	Supermarket	Venerdì	Sera	53%	47%	173	153	<b>326</b>

**Tabella 11 – Scenario di intervento – Parametri di generazione – venerdì sera**

#### 4.4.3.2 MATTINA

Per l'ora di punta della mattina si stima l'arrivo in loco dei soli addetti.

Cautelativamente, si stima che il traffico potenzialmente indotto nell'ora di punta della mattina sia pari al 30% di quello indotto nell'ora di punta della sera, al fine di stimare il contributo dovuto agli addetti.

La distribuzione dei flussi sulla rete è la proporzionale a quanto rilevato con i conteggi di traffico della mattina.

Per quanto riguarda invece l'ipotizzata attrazione/generazione dei mezzi commerciali destinati all'approvvigionamento, si stimano circa 3 rifornimenti al giorno, concentrati durante le ore di "morbida" della mattina. Tale incidenza non influenza l'ora di punta.

Trip Code	Land Use	Giorno	Ora di Punta	% ingresso	% uscita	Spostamenti ingresso	Spostamenti uscita	Spostamenti
850	Supermarket	Venerdì	Mattina	53%	47%	52	47	<b>99</b>

**Tabella 12 – Scenario di intervento – Parametri di generazione – venerdì mattina**

#### 4.4.4 CALCOLO DEL TRAFFICO INDOTTO CON IL MODELLO DGR REGIONE LOMBARDIA

##### 4.4.4.1 SERA

- 1.500 mq SV così ripartiti:
  - 1.200 mq SV alimentare;
  - 300 mq SV non alimentare;
- 60% veicoli in ingresso e 40% veicoli in uscita;
- **267 veicoli/ora complessivi di cui:**
  - 160 veic/h in ingresso;
  - 107 veic/h in uscita.

Per l'ora di punta della sera, non si prevede nessun movimento degli addetti, in quanto la struttura di vendita sarà ancora in funzione e non è prevista nessuna rotazione del personale. Per quanto riguarda l'ipotizzata attrazione/generazione dei mezzi commerciali destinati all'approvvigionamento della nuova attività commerciale, l'effetto che si genera sul traffico è da considerarsi nullo nella fascia oraria di punta individuata dai rilievi e non influisce sulla determinazione dello scenario di intervento futuro. La tabella seguente riporta i flussi aggiuntivi calcolati secondo il DGR Regione Lombardia.

Funzione	categoria	SV [mq]	Spostamenti ingresso	Spostamenti uscita	Spostamenti
Supermercato	alimentare	1.200	144	96	240
	non alimentare	300	16	11	27
		<b>1.500</b>	<b>160</b>	<b>107</b>	<b>267</b>

**Tabella 13 – Scenario di intervento – flussi aggiuntivi DGR Regione Lombardia – Sera**

#### 4.4.5 CONFRONTO STIMA DEL TRAFFICO INDOTTO

Confrontando i dati della stima del traffico indotto effettuata con i metodi riportati nei paragrafi precedenti, si osserva che la stima effettuata tramite il modello di calcolo TRIP GENERATION è più gravosa in termini di flussi veicolari, con riferimento all'ora di punta della sera.

STIMA DEL TRAFFICO INDOTTO - ODP SERA				
SERA	Generazione TRIP GENERATION		Generazione RL	
	Ingresso	uscita	Ingresso	uscita
MSV commerciale	173	153	160	107
	326		267	

Tabella 14 – Scenario di intervento – confronto traffico indotto

Pertanto, per il proseguo dell'analisi e per valutare la situazione di maggior carico sulla rete stradale, i flussi aggiuntivi attratti/generati dalla Media Struttura di vendita saranno calcolati tramite il modello di TRIP GENERATION, ovvero:

- **MATTINA: 99 veicoli/ora totali di cui:**
  - 52 veicoli/ora in ingresso (53% dei veicoli attesi);
  - 47 veicoli/ora in uscita (47% dei veicoli attesi).
- **SERA: 326 veicoli/ora totali di cui:**
  - 173 veicoli/ora in ingresso (53% dei veicoli attesi);
  - 153 veicoli/ora in uscita (47% dei veicoli attesi).

#### 4.4.6 DETERMINAZIONE SCENARIO MASSIMO CARICO

Per definire lo scenario viabilistico più penalizzante, in base alle considerazioni espresse nei paragrafi precedenti, si provvede ad identificare lo scenario da utilizzare per il proseguo dell'analisi. Operativamente si provvede, in questo paragrafo, a sommare ai flussi attualmente in transito nella rete, i veicoli potenzialmente aggiuntivi nelle ore di punta identificate.

DEFINIZIONE DI MASSIMO CARICO SULLA RETE			
ORA DI PUNTA	FLUSSI ATTUALI	FLUSSI AGGIUNTIVI	TOTALE
Mattina (07:00-08:00)	1.308	99	1.407
Sera (18:00-19:00)	1.648	326	1.974

Tabella 15 – Scenario di intervento – Scenario di massimo carico (flussi attuali + aggiuntivi)

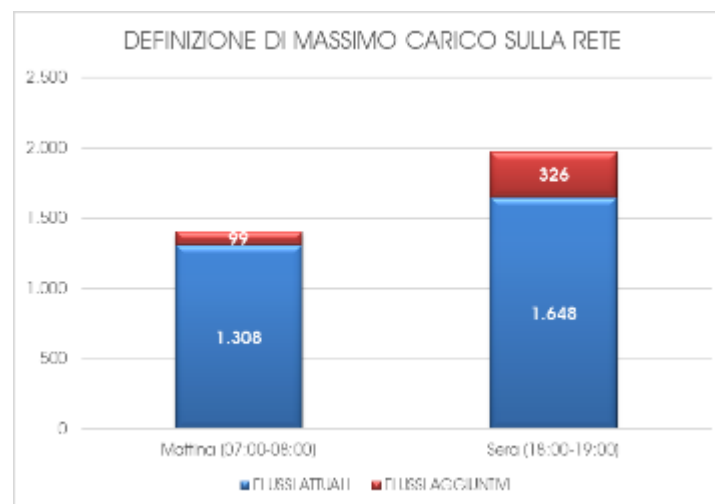


Grafico 11 – Scenario di intervento – Scenario di massimo carico (flussi attuali + aggiuntivi)

Analizzando i dati relativi ai flussi veicolari dello scenario di intervento, si nota che nell'ora di punta della sera si stimano dei flussi veicolari maggiori rispetto all'ora di punta della mattina, nella quale il negozio risulta ancora chiuso. In questa fascia oraria anche i flussi attualmente rilevati risultano maggiori rispetto all'ora di punta della mattina. **Cautelativamente si simuleranno comunque sia l'ora di punta del mattino che quella della sera, al fine di valutare gli affetti di una diversa distribuzione dei flussi sulla rete, specialmente sulla strada provinciale SP175.**

#### 4.4.7 DEFINIZIONE DELLE DIRETTRICI DI ACCESSO

Il flusso aggiuntivo dei veicoli potenzialmente attratto/generato dall'ambito urbanistico analizzato deve essere caricato sulla rete viaria presente al contorno dell'area in esame, supponendo che i medesimi flussi si ridistribuiscono, come origine e destinazione, in maniera analoga dai flussi veicolari attuali ottenuti dai rilievi di traffico.

I rilievi di traffico, unitamente alla distribuzione dell'urbanizzato nell'ambito territoriale di riferimento, permettono di determinare il peso attrattore di ogni direttrice di accesso all'area.

La definizione del peso delle direttrici di accesso all'area verrà determinata in funzione dei flussi rilevati in corrispondenza dell'ambito in esame nell'ora di punta mattutina e serale.

saranno caricati sulla rete viaria dell'area in esame e ridistribuiti secondo i pesi delle direttrici determinati.

ORA DI PUNTA 7:00-8:00				
Direttrice	INGRESSO	Spostamenti	USCITA	Spostamenti
	Peso %	ingresso	Peso %	uscita
1A: via Romanelle ovest	2%	1	5%	2
1B: SP175 sud	30%	15	63%	29
1C: via Romanelle est	4%	2	1%	1
1D: SP175 nord	64%	34	31%	15
<b>Totale</b>	<b>100%</b>	<b>52</b>	<b>100%</b>	<b>47</b>

Figura 38 – Pesì percentuali delle direttrici di accesso – venerdì mattina

ORA DI PUNTA 18:00-19:00				
Direttrice	INGRESSO	Spostamenti	USCITA	Spostamenti
	Peso %	ingresso	Peso %	uscita
1A: via Romanelle ovest	4%	7	4%	6
1B: SP175 sud	58%	100	34%	52
1C: via Romanelle est	2%	3	4%	6
1D: SP175 nord	36%	63	58%	89
<b>Totale</b>	<b>100%</b>	<b>173</b>	<b>100%</b>	<b>153</b>

Tabella 16 – Pesì percentuali delle direttrici di accesso – venerdì sera

I flussi aggiuntivi di veicoli che si stima possano essere generati / attratti dall'intervento considerato, nell'ora di punta della mattina e della sera,

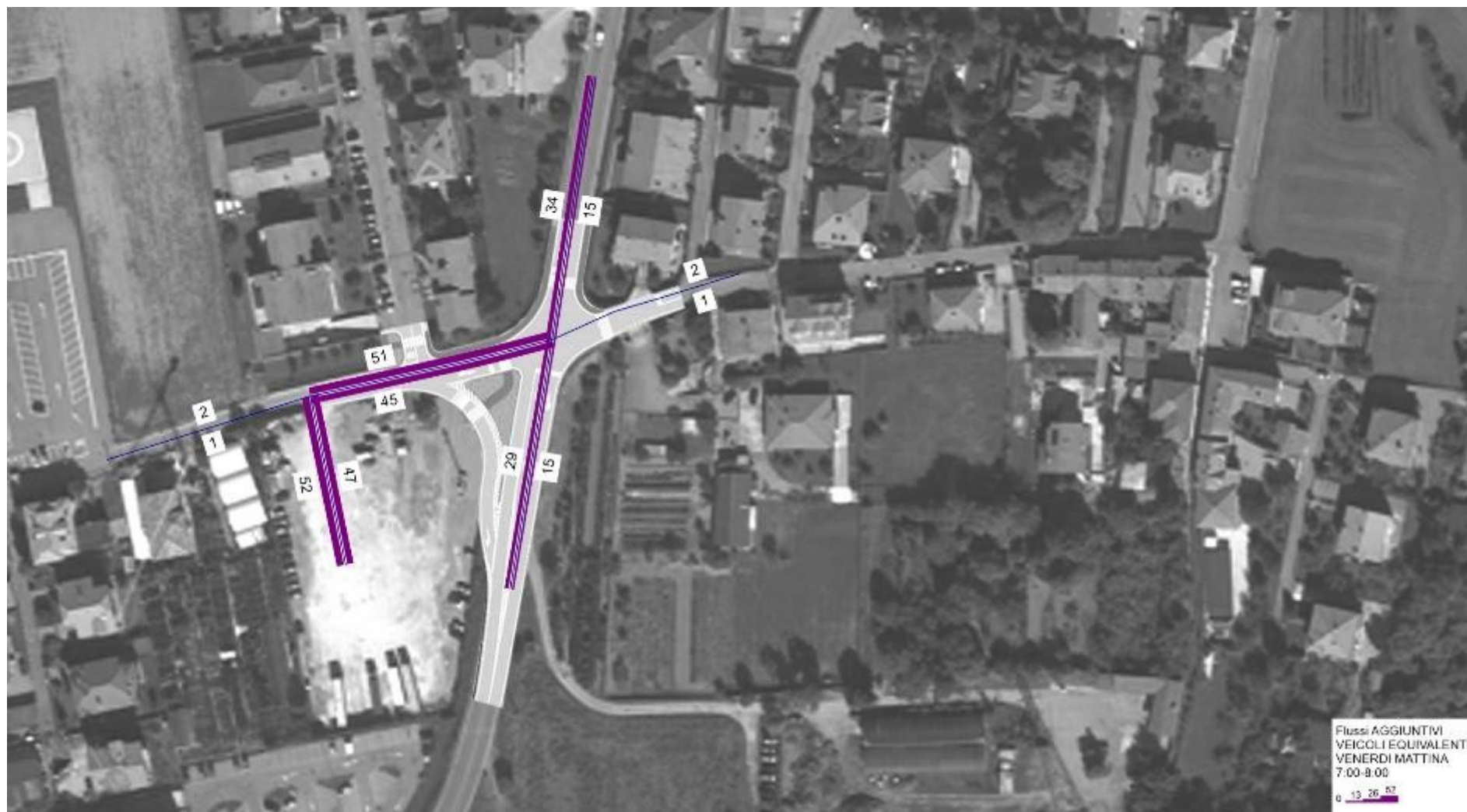


Figura 39 – Scenario di intervento 1 – Flussi aggiuntivi sulla rete – ora di punta venerdì mattina (7:00-8:00) – veicoli equivalenti





Figura 40 – Scenario di intervento 2 – Flussi aggiuntivi sulla rete – ora di punta venerdì mattina (7:00-8:00) – veicoli equivalenti



Figura 41 – Scenario di intervento 1 – Flussi aggiuntivi sulla rete – ora di punta venerdì sera (18:00-19:00) – veicoli equivalenti



Figura 42 – Scenario di intervento 2 – Flussi aggiuntivi sulla rete – ora di punta venerdì sera (18:00-19:00) – veicoli equivalenti

#### **4.5 DEFINIZIONE DELLO SCENARIO DI INTERVENTO**

Lo scenario di intervento considera, rispetto allo scenario attuale, un incremento della domanda di traffico, dovuto ai flussi potenzialmente attratti/generati dagli ambiti di trasformazione considerati.

Dal punto di vista dell'offerta, si considera l'attuale rete viabilistica implementata delle opere previste, ovvero l'adeguamento dell'intersezione semaforizzata tra la SP175 e via Romanelle, oltre ai punti di accesso al comparto.

A seguire si riportano i flussogrammi, espressi in veicoli equivalenti, per l'ora di punta della mattina e della sera sia per lo scenario di intervento 1 che per lo scenario di intervento 2.



### 4.5.1 SCENARIO DI INTERVENTO 1

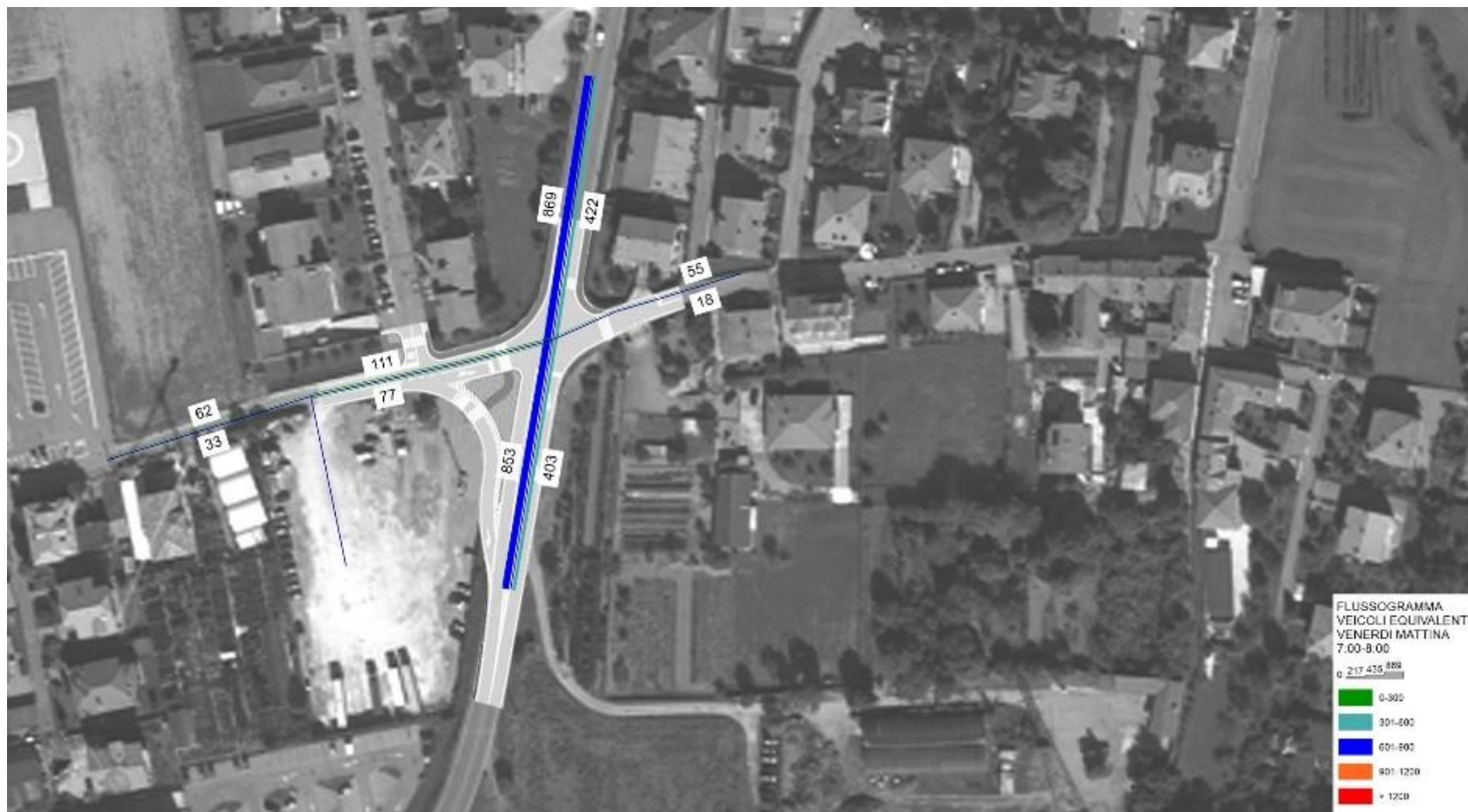


Figura 43 – Scenario di intervento 1 – ora di punta di venerdì mattina (7:00-8:00) – veicoli equivalenti



Figura 44 – Scenario di intervento 1- ora di punta di venerdì sera (18:00-19:00) – veicoli equivalenti

### 4.5.2 SCENARIO DI INTERVENTO 2



Figura 45 – Scenario di intervento 2 – ora di punta di venerdì mattina (7:00-8:00) – veicoli equivalenti



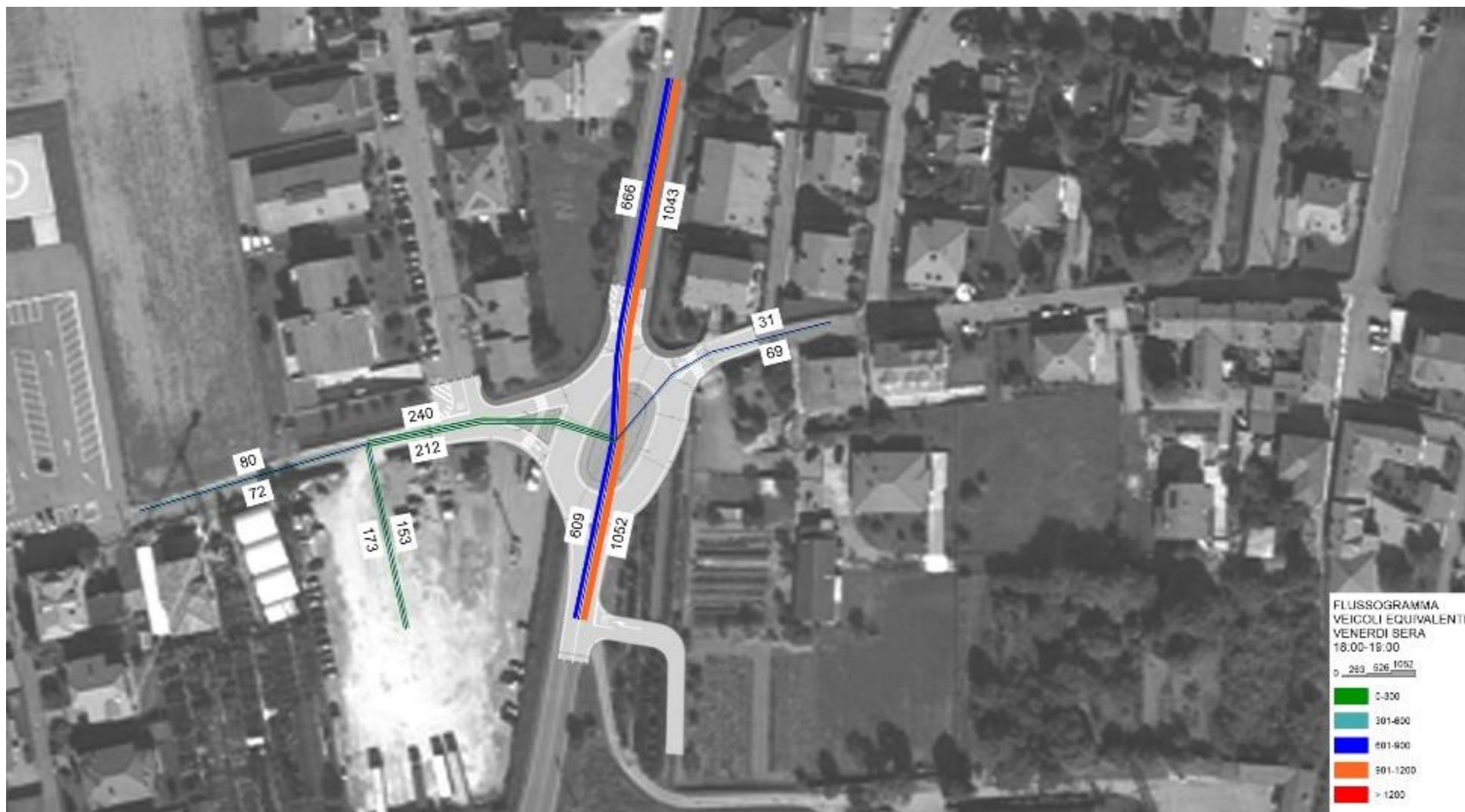


Figura 46 – Scenario di intervento 2- ora di punta di venerdì sera (18:00-19:00) – veicoli equivalenti



## 5 ANALISI DELLE CONDIZIONI DI DEFLUSSO

**Le simulazioni sullo scenario futuro, necessarie per determinare la sostenibilità della nuova infrastruttura prevista, vengono effettuate considerando i flussi di traffico attuali a cui vengono sommati i flussi veicolari potenzialmente aggiuntivi generati/attratti dagli ambiti di trasformazione considerati e più prossimi all'area di indagine.**

In particolare, le successive verifiche sono state effettuate utilizzando un modello dinamico di microsimulazione del traffico, che descrive l'effettivo funzionamento della rete sulla base di una serie di parametri che concorrono a stimare il livello di servizio (da "A" ad "F") ed il livello delle code (in metri).

**Le analisi modellistiche verranno condotte con riferimento all'ora di punta della mattina e della sera.**

Prima di riportare i risultati ottenuti mediante il modello di simulazione vengono descritte di seguito le principali caratteristiche del software **CUBE DYNASIM**.

I modelli di micro simulazione 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 l'analisi dettagliata delle soluzioni pianificate a livello locale, quali la verifica di soluzioni d'intersezioni semaforizzate, rotatorie, ecc...

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

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

- Elementi quantitativi per la valutazione del deflusso veicolare, pedonale, ciclistico;
- Stime di dettaglio di parametri trasportistici, come ad esempio: lunghezza delle code, perditempo, velocità media;
- Visualizzazione del movimento e delle interazioni delle diverse tipologie di veicoli: pedoni, ciclisti, moto, trasporto pubblico (bus, taxi, tram, treno).

Questi modelli vengono definiti di micro simulazione 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 micro simulazione 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 sulla base dei parametri derivanti dalla dinamica dei veicoli (velocità, perditempo, numero di stop).

Rispetto ai modelli di macro simulazione, i modelli di micro simulazione richiedono un'elevata quantità ed accuratezza 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 micro simulazione ai casi in cui la rete stradale sia limitata ad aree circoscritte e di cui si conoscano sufficientemente i parametri geometrico-funzionali e di domanda.

Nel presente studio le analisi micro modellistiche sulla rete viaria sono svolte attraverso l'utilizzo del software **CUBE DYNASIM** e sono riferite all'ora di punta feriali della sera.

Le analisi micro modellistiche verranno condotte con riferimento all'ora di punta della mattina tra le 7:00 e le 8:00 e della sera tra le 17:00 e le 18:00, corrispondenti alle fasce orarie di maggior carico sulla rete.

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

## 5.1 DESCRIZIONE MODELLO CUBE DYNASIM

Nel presente studio, per le micro simulazioni della circolazione negli scenari analizzati, si utilizzerà il software Cube Dynasim, che è 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:

- Car following;
- Gap acceptance.

### 5.1.1 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.

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  $t$ ;

$\alpha, \beta, \tau$  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  $A_1(t) [-0,6 \text{ m/s}^2; 0,6 \text{ m/s}^2]$ ,  $\alpha = 1,1$ ;  $\beta = 0,2$ ;  $\tau = 0,52$ ;

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

seguinte (veicolo 2) è anch'essa aggiornata ogni 0,25 secondi, in rapporto all'equazione sopra esposta.

### 5.1.2 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 secondo distribuzioni statistiche assegnate).

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 o 3D. Data la natura microscopica e stocastica di Cube Dynasim, vengono assegnati valori differenti dei vari parametri per ogni simulazione. 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;
- Velocità massima;
- Velocità media.

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

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

## 5.2 PARAMETRI UTILIZZATI PER L'ANALISI

Al fine di descrivere numericamente gli scenari, si procederà al calcolo di una serie di indicatori caratteristici del regime di circolazione.

I parametri sono i seguenti:

- **Il ritardo medio veicolare:** definito un certo tronco stradale, si qualifica ritardo o perditempo la differenza tra il tempo necessario a percorrere il tratto nelle reali condizioni di rete (sia di traffico che di regolazioni semaforiche) e quello a rete libera e con tutte le lanterne semaforiche a luce verde;
- **Il livello di servizio (LOS):** rappresentato da una lettera in una scala di valori da "A" ad "F", dove "A" rappresenta il livello migliore e "F" la congestione, secondo quanto prescritto dall'Highway Capacity Manual (HCM). Il LOS è utile a caratterizzare 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);
  - se la sua velocità scende al di sotto di un valore limite (10 km/h), e non è ancora superiore ad un valore soglia (20 km/h).

I dati ottenuti derivano inoltre da un'assegnazione in modalità multirun (più iterazioni effettuate); in questo modo il modello esegue l'assegnazione più

volte variando i parametri stocastici con cui i veicoli vengono immessi sulla rete. L'inserimento nel modello di variabili stocastiche permette di rappresentare la variabilità delle condizioni di circolazione che si riscontra nella realtà osservata.

### 5.2.1 LIVELLO DI SERVIZIO PER LE INTERSEZIONI SEMAFORIZZATE E NON SEMAFORIZZATE

Per quanto riguarda le **intersezioni semaforizzate** ad ogni livello di servizio è possibile, in linea generale, 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 ricadono, tra le altre, 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 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 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, con notevoli ritardi e accodamenti in grado di produrre condizioni critiche di congestione. Si possono anche verificare problemi relativi alla sicurezza, dovuti ai comportamenti imprudenti dei veicoli che si immettono sulla strada principale con un gap temporale inferiore a quello critico.

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 18 – LOS Intersezioni Non Semaforizzate e Rotatorie – Fonte HCM

Nei paragrafi a seguire sono riportati i risultati delle simulazioni modellistiche, in riferimento alle intersezioni analizzate.

Nelle seguenti tabelle si riportano i valori di perditempo caratteristici per le intersezioni semaforizzate e non semaforizzate, relativi ai diversi livelli di servizio descritti:

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

Tabella 17 – LOS Intersezioni Semaforizzate – Fonte HCM



## 5.4 SCENARIO ATTUALE – CALIBRAZIONE MODELLO

**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 d'indagine.**

Questo ha permesso di calibrare il più fedelmente possibile i flussi sulla base dei percorsi O/D ipotizzati/rilevati. In particolare, si è analizzata l'intersezione tra la SP175 e via Romanelle con l'intento di riprodurre i comportamenti dei conducenti dei veicoli, osservati durante la campagna di indagine.

Tra i parametri di riferimento, sono stati considerati gli aspetti osservati in occasione dei rilievi di traffico.



Foto 11 – Scenario attuale – Accodamenti rilevati

## 5.5 SCENARI DI INTERVENTO

Nei paragrafi successivi vengono riportati i risultati del modello di micro simulazione per i diversi scenari, con particolare attenzione ai valori di **perditempo** registrati per il superamento dell'intersezione analizzata, che determina il **livello di servizio**, e i valori degli **accodamenti** medi e massimi.

Lo scenario di intervento determina, rispetto allo scenario attuale, un incremento della domanda di traffico dovuto ai flussi potenzialmente attratti/generati dagli ambiti considerati. **Questo scenario, relativo alla situazione futura, è quindi finalizzato ad analizzare e verificare il nuovo schema viabilistico in relazione anche ai flussi di traffico potenzialmente aggiuntivi generati/attratti dagli sviluppi urbanistici previsti nell'intorno.**

Dal punto di vista della domanda, esso considera, i flussi attuali rilevati, relativi all'ora di punta (fascia oraria 7:00-8:00 e 18:00 – 19:00 della giornata del venerdì) ed incrementati di quelli potenzialmente aggiuntivi stimati in attrazione ed in generazione dovuti all'attivazione dell'ambito commerciale considerato.

Per quanto attiene la domanda di traffico non si ritiene di dover considerare trend di evoluzione della domanda complessiva nell'area di studio. La matrice dello Scenario di Intervento deriva quindi direttamente dalla matrice dello Scenario Attuale, alla quale sono state apportate modifiche sulla base della stima del numero di veicoli potenzialmente attratti/generati dall'ambito di trasformazione considerato.

Dal punto di vista dell'offerta, invece, sono analizzate le seguenti conformazioni infrastrutturali:

- **Scenario di intervento 1**, di Breve Termine (BT): modifica geometrica della sede stradale, con l'inserimento di una corsia dedicata alla svolta a sinistra provenendo dalla SP175 sud e l'adeguamento del ciclo semaforico attuale. L'intervento occupa solo aree pubbliche o di proprietà dell'operatore che realizzerà la MSV;
- **Scenario di intervento 2**, di Lungo Termine (LT): sostituzione dell'impianto semaforico attuale con una nuova intersezione a circolazione rotatoria. L'intervento occupa anche aree private, che devono ancora essere acquisite.

Per maggior chiarezza, l'intersezione oggetto di verifica è riportata graficamente nell'immagine seguente.

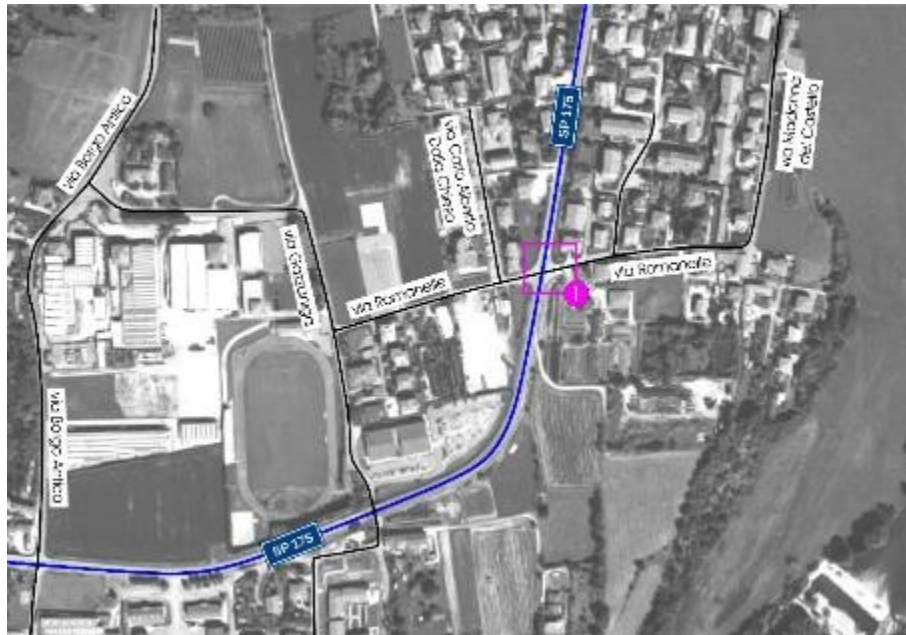


Figura 47 – Scenario di intervento – Localizzazione intersezioni simulate

I dati ottenuti derivano inoltre da un'assegnazione in modalità multirun (10 iterazioni eseguite); 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.

In particolare, all'interno del modello di microsimulazione saranno utilizzate **matrici separate** per ogni classe veicolare (veicoli leggeri e pesanti) che simulano il differente impegno della rete da parte di ogni tipologia di veicolo, in termini di accelerazione, velocità massima e iterazione tra i veicoli stessi.

### 5.5.1 SCENARIO DI INTERVENTO 1 (BREVE TERMINE)

Nell'intersezione tra la SP175 e via Romanelle si prevede l'adeguamento dell'impianto semaforico tramite realizzazione di una corsia dedicata alla svolta a sinistra, per i veicoli provenienti dalla SP175 sud verso via Romanelle ovest, ed una corsia dedicata alla svolta a destra da via Romanelle ovest verso la SP175 sud esterna dal ciclo semaforico.



Figura 48 – Intersezione 1 – Scenario di intervento 1

Il ciclo semaforico sarà modificato, in virtù dei nuovi flussi veicolari transitanti e della nuova geometria dell'intersezione, come riportato nelle seguenti immagini.

Scenario di intervento 1 Tciclo = 90"	Tempo di ROSSO	Tempo di GIALLO	Tempo di VERDE
1A: via Romanelle ovest	70	4	16
1B: SP175 sud (diritto - svolta dx)	24	4	62
1B: SP175 sud (svolta sx)	76	4	10
1C: via Romanelle est	70	4	16
1D: SP175 nord	40	4	46

Tabella 19 – Scenario di intervento 1– Fasi Intersezione 1 e ciclo semaforico di progetto

GRUPPO SEMAFORICO	SEMAFORO - SP175 / VIA ROMANELLE			
1A	R 68"		V 16"	G 4" R2
1B	V 62"		G 4"	R 24"
1Bsx	V 10"	G 4"	R 76"	
1C	R 68"		V 16"	G 4" R2
1D	R 16"	V 46"		G 4" R 24"

Figura 49 – Scenario di intervento 1 – Nomenclatura Intersezione 1 e ciclo semaforico di progetto

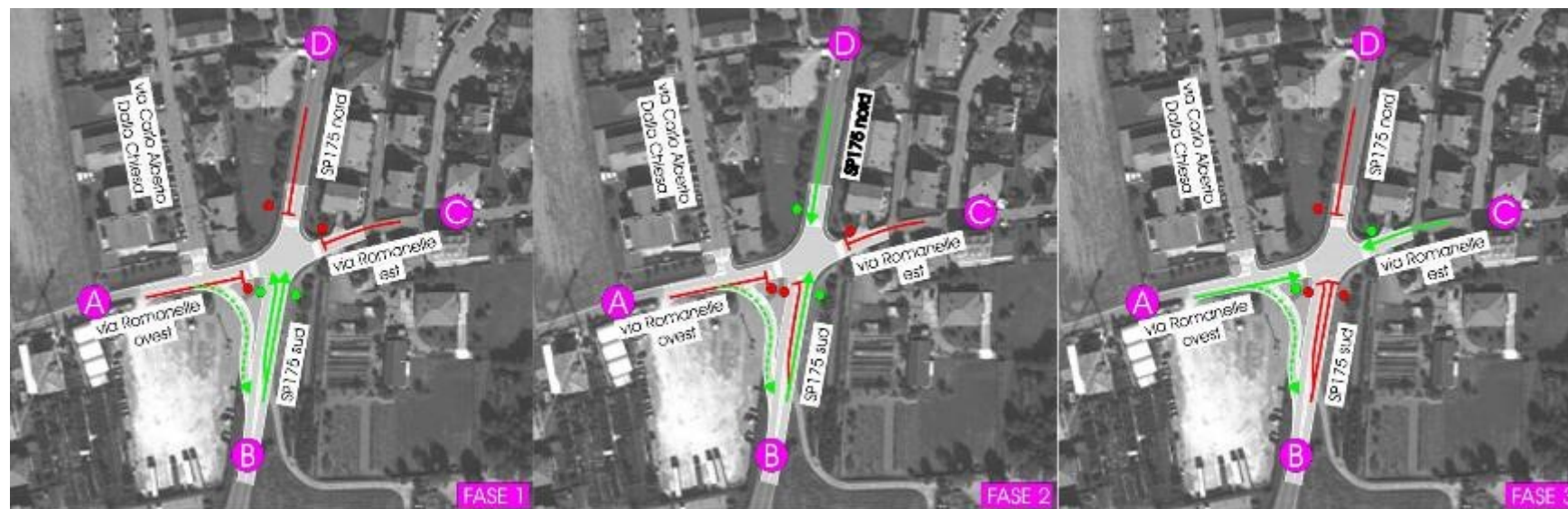


Figura 50 – Scenario di intervento 1 – Schema delle fasi del ciclo semaforico ipotizzato





Figura 51 – Schema di rete utilizzato per la microsimulazione – Scenario di intervento 1





Figura 52 – Esempio di rappresentazione grafica del modello di simulazione per la rete oggetto di studio – Scenario di intervento 1

### 5.5.1.1 ORA DI PUNTA DEL MATTINO

Nell'ora di punta del mattino i flussi prevalenti sono di attraversamento da nord verso sud sulla SP175 (direzione fondovalle), mentre in senso inverso sono pari a circa la metà. Complessivamente i perditempo sono pari a 22 secondi, equivalente a un LOS "C", con valori inferiori per il ramo 1B – SP175 sud (7 secondi, LOS "A"), e tra 21 e 31 secondi per gli altri rami.

Sui rami laterali di via Romanelle il perditempo è dovuto quasi esclusivamente al tempo di rosso, che è pari a 70 secondi.

Gli accodamenti sono molto ridotti (massimo 3-4 veicoli) per i rami 1A, 1B e 1C, e maggiori per il ramo 1D – SP175 nord. Sul ramo 1D la coda media è pari a 10-12 veicoli, con valori massimi registrati di circa 20 veicoli (si veda il Grafico 16). La maggior parte dei veicoli riesce a passare in un solo ciclo. Risulta comunque essere presente un discreto margine di capacità residua perché le code sono stabili nel tempo.

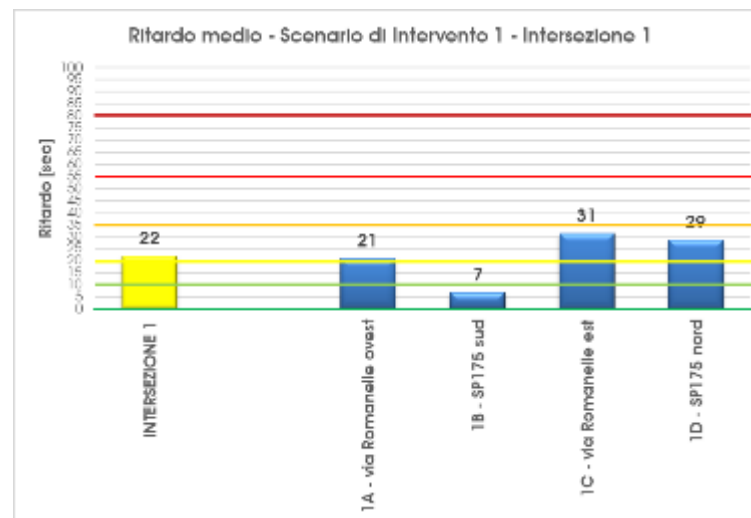


Grafico 12 – Scenario di intervento 1 – Perditempo medio – venerdì mattina

SCENARIO DI INTERVENTO 1 - INTERSEZIONE 1		
Approccio	Perditempo	LOS
1A - via Romanelle ovest	21 sec	C
1B - SP175 sud	7 sec	A
1C - via Romanelle est	31 sec	C
1D - SP175 nord	29 sec	C
<b>Perditempo complessivo</b>	<b>22 sec</b>	<b>C</b>

Tabella 20 – Scenario di intervento 1 – Livelli di Servizio (LOS) – venerdì mattina

SCENARIO DI INTERVENTO 1 - INTERSEZIONE 1		
Approccio	Andamento medio - Lunghezza coda	
	Valore MEDIO	Valore MASSIMO
1A - via Romanelle ovest	3 metri	10 metri
1B - SP175 sud	4 metri	25 metri
1Bsx - SP175 sud	2 metri	6 metri
1C - via Romanelle est	3 metri	9 metri
1D - SP175 nord	59 metri	123 metri

Tabella 21 – Scenario di intervento 1 – Lunghezza delle code – venerdì mattina

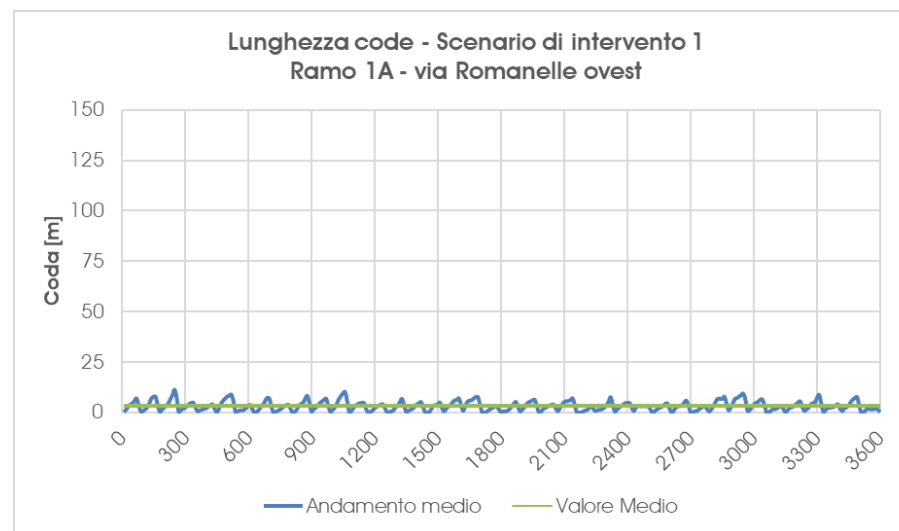


Grafico 13 – Scenario di intervento 1 – Accodamenti in ingresso al ramo 1A – venerdì mattina

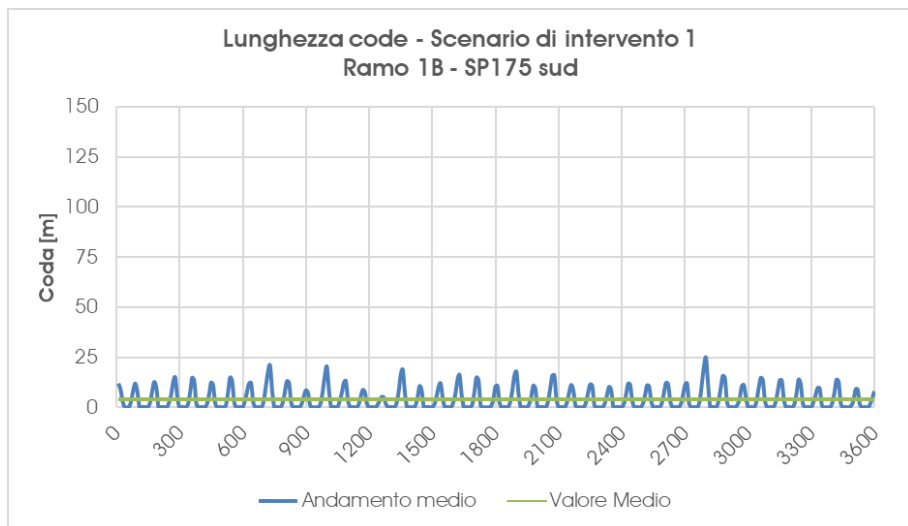


Grafico 14 – Scenario di intervento 1 – Accodamenti in ingresso al ramo 1B – venerdì mattina

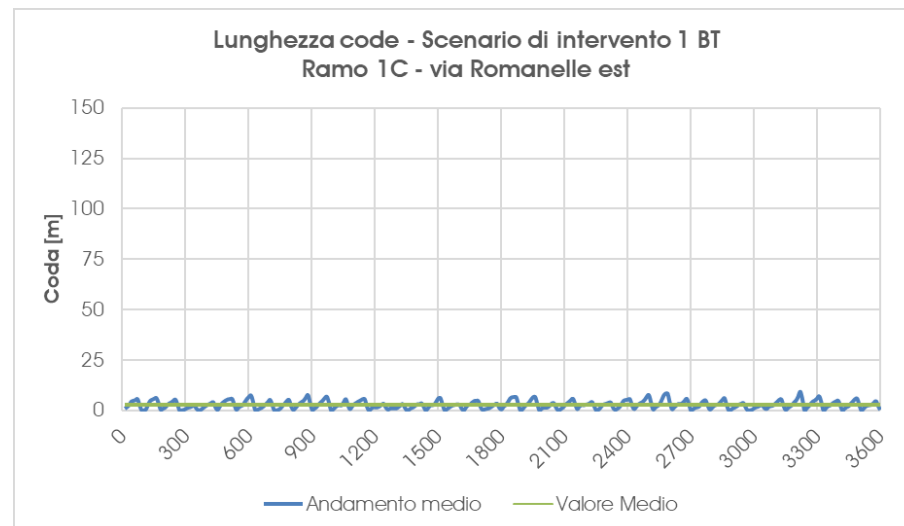


Grafico 15 – Scenario di intervento 1 – Accodamenti in ingresso al ramo 1C – venerdì mattina

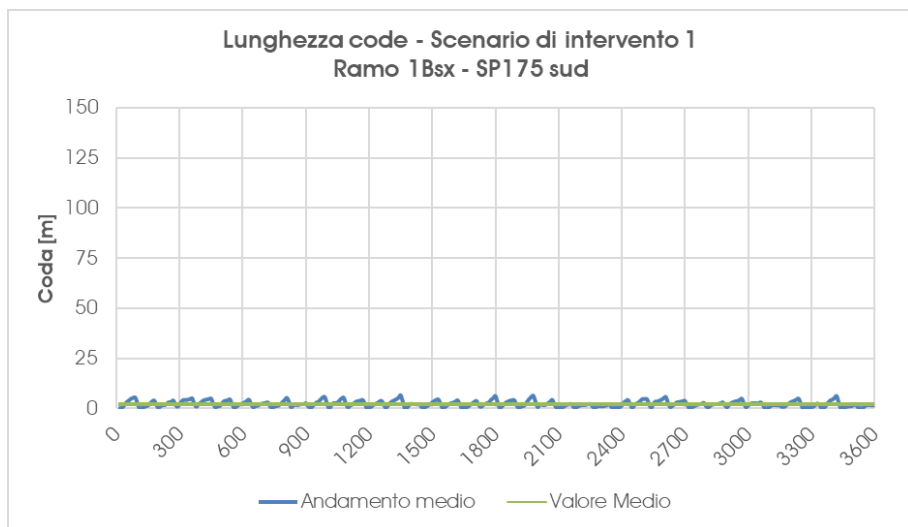


Figura 53 – Scenario di intervento 1 – Accodamenti in ingresso al ramo 1B (svolta a sinistra) – venerdì mattina

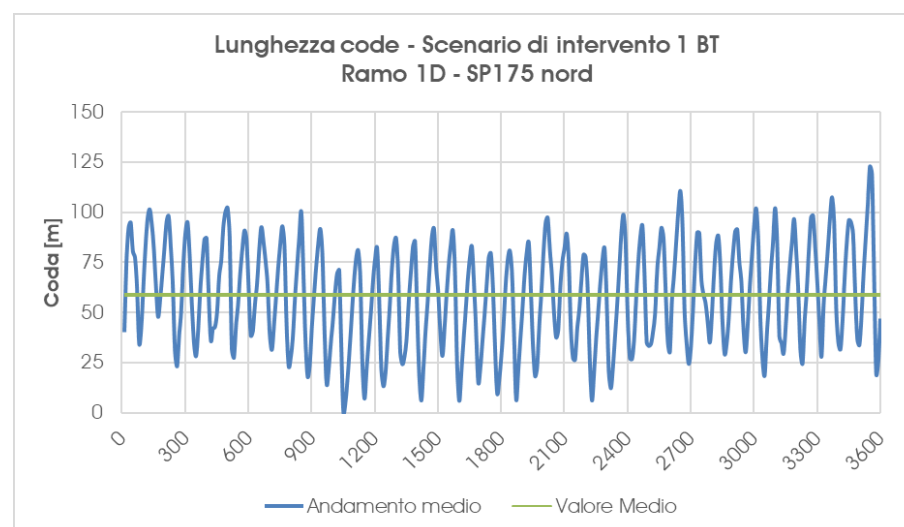


Grafico 16 – Scenario di intervento 1 – Accodamenti in ingresso al ramo 1D – venerdì mattina

### 5.5.1.2 ORA DI PUNTA DELLA SERA

Nell'ora di punta della sera il perditempo dell'intersezione è analogo a quello della mattina, nonostante il traffico sia maggiore, in quanto i flussi provenienti da sud hanno complessivamente un tempo di verde maggiore rispetto a quelli provenienti da nord. Alla sera i perditempo sono più uniformi sui vari rami, oscillando tra 16 e 34 secondi rispettivamente per il ramo 1D e 1C. Mediamente il perditempo è pari a 23 secondi, equivalente ad un LOS "C".

Gli accodamenti sono molto ridotti sui due rami laterali di via Romanelle, mentre sono maggiori per la SP175 sud. Gli accodamenti massimi si registrano sul ramo sud, con valore medio di 37 m (pari a 6-7 veicoli) e massimo di 128 m (pari a circa 20 veicoli). Sul ramo 1B - SP175 sud la maggior parte dei veicoli riesce a superare l'intersezione in un solo ciclo, mentre sugli altri rami il verde è sempre più che sufficiente ad assorbire la coda accumulata.

La lunghezza dell'accumulo per la svolta a sinistra (60 m) risulta essere maggiore della lunghezza massima della coda (53 m).

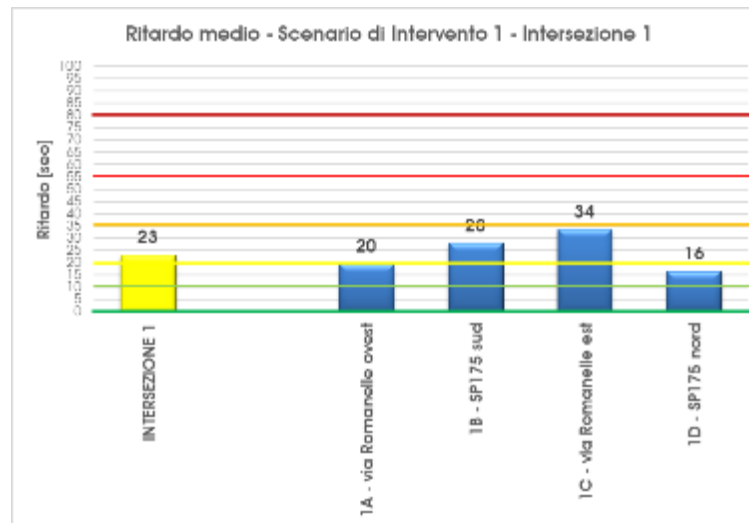


Grafico 17 – Scenario di intervento 1– Perditempo medio – venerdì sera

SCENARIO DI INTERVENTO 1 - INTERSEZIONE 1		
Approccio	Perditempo	LOS
1A - via Romanelle ovest	20 sec	B
1B - SP175 sud	28 sec	C
1C - via Romanelle est	34 sec	C
1D - SP175 nord	16 sec	B
<b>Perditempo complessivo</b>	<b>23 sec</b>	<b>C</b>

Tabella 22 – Scenario di intervento 1 – Livelli di Servizio (LOS) – venerdì sera

SCENARIO DI INTERVENTO 1 - INTERSEZIONE 1		
Approccio	Andamento medio - Lunghezza coda	
	Valore MEDIO	Valore MASSIMO
1A - via Romanelle ovest	10 metri	24 metri
1B - SP175 sud	37 metri	128 metri
1Bsx - SP175 sud	17 metri	53 metri
1C - via Romanelle est	2 metri	5 metri
1D - SP175 nord	27 metri	65 metri

Tabella 23 – Scenario di intervento 1– Lunghezza delle code – venerdì sera

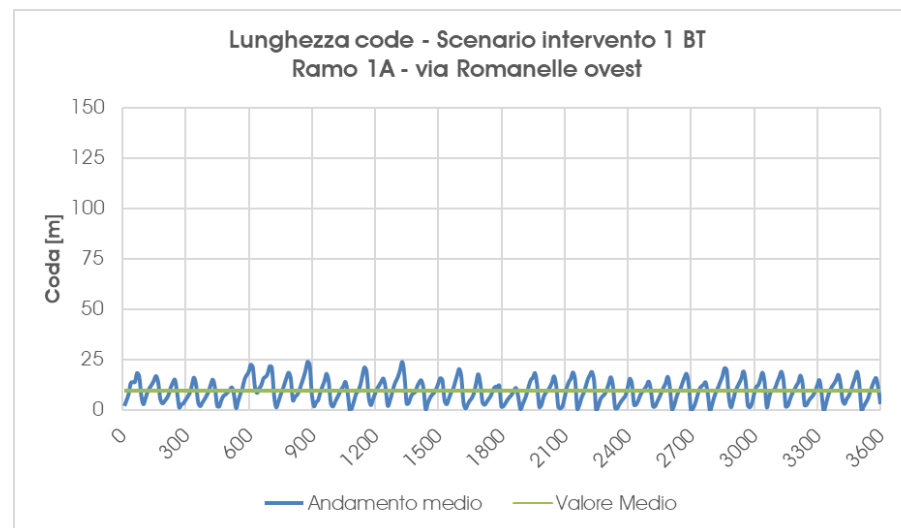


Grafico 18 – Scenario di intervento 1– Accodamenti in ingresso al ramo 1A – venerdì sera



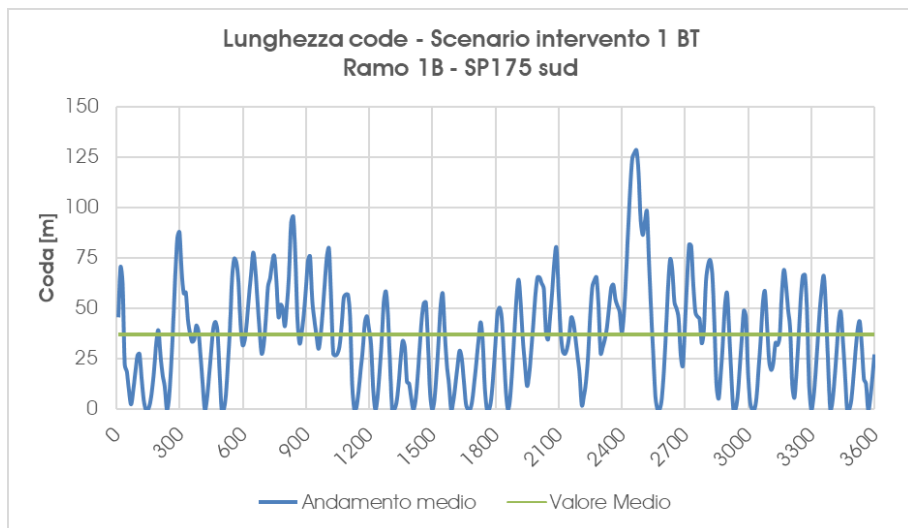


Grafico 19 – Scenario di intervento 1– Accodamenti in ingresso al ramo 1B – venerdì sera

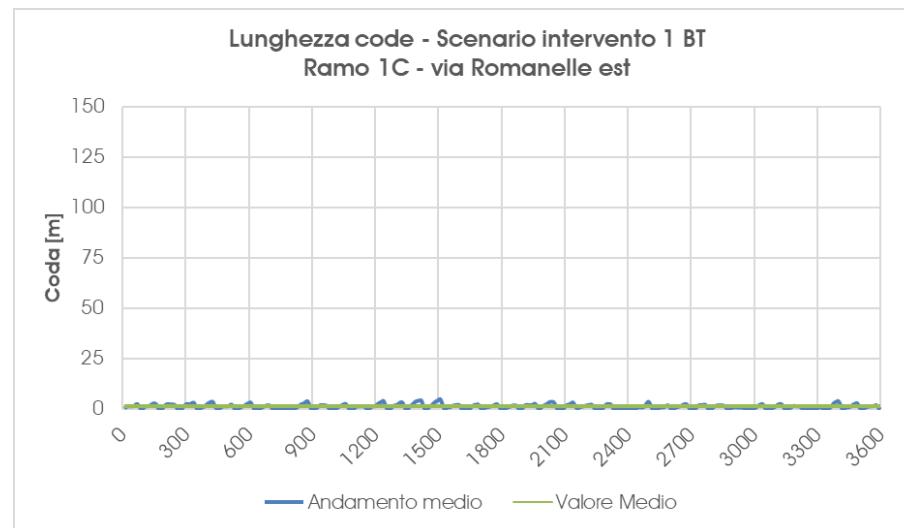


Grafico 20 – Scenario di intervento 1– Accodamenti in ingresso al ramo 1C – venerdì sera

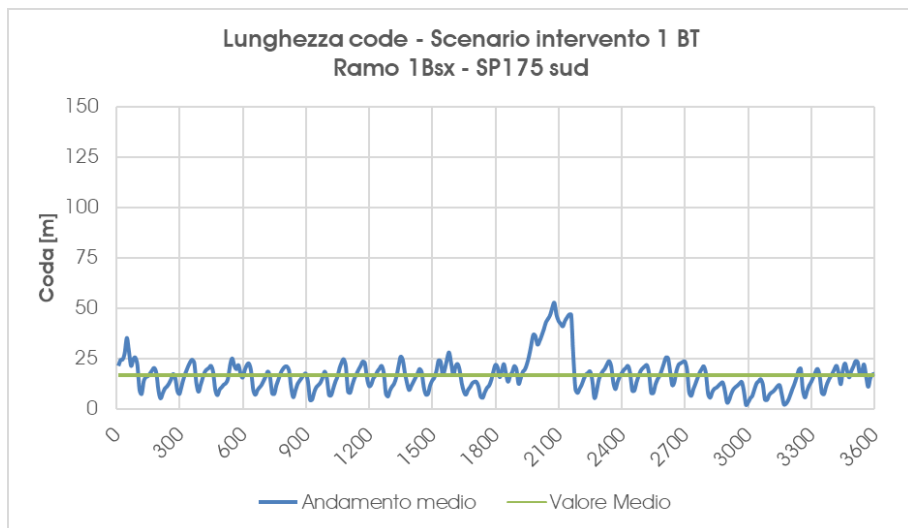


Figura 54 – Scenario di intervento 1– Accodamenti in ingresso al ramo 1B (svolta a sinistra) – venerdì sera

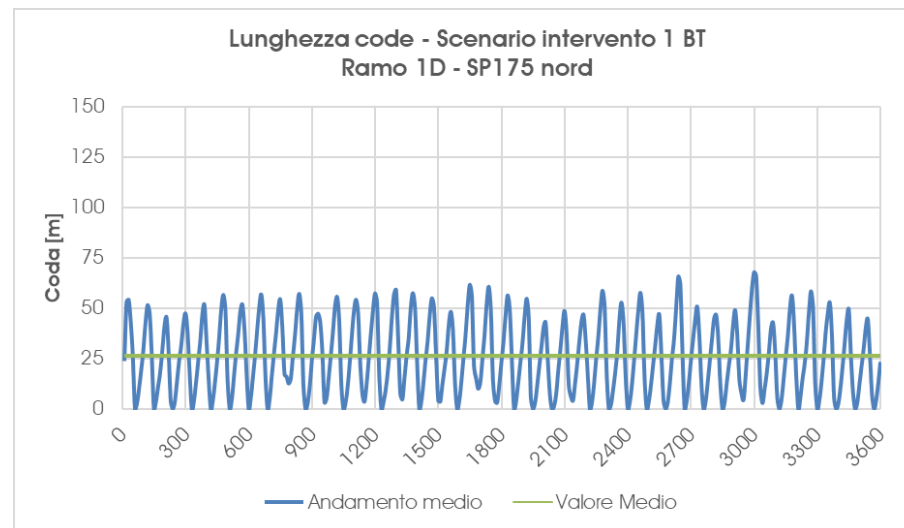


Grafico 21 – Scenario di intervento 1– Accodamenti in ingresso al ramo 1D – venerdì sera

### 5.5.1.3 CONFRONTO RISULTATI ORE DI PUNTA

Si confrontano a seguire, Tabella 24, i risultati, in termini di perditempo ed accodamenti, per l'ora di punta del venerdì mattina e della sera.

		Approccio					
		1A - via Romanelle ovest	1B - SP175 sud	1Bsx - SP175 sud	1C - via Romanelle est	1D - SP175 nord	INTERSEZIONE 1
ODP MATTINA	Perditempo	21 sec	7 sec		31 sec	29 sec	<b>22 sec</b>
	LOS	C	A		C	C	C
	Lunghezza code - valore MEDIO	3 metri	4 metri	2 metri	3 metri	59 metri	-
	Lunghezza code - valore MASSIMO	10 metri	25 metri	6 metri	9 metri	123 metri	-
ODP SERA	Perditempo	20 sec	28 sec		34 sec	16 sec	<b>23 sec</b>
	LOS	B	C		C	B	C
	Lunghezza code - valore MEDIO	10 metri	37 metri	17 metri	2 metri	27 metri	-
	Lunghezza code - valore MASSIMO	24 metri	128 metri	53 metri	5 metri	65 metri	-

Tabella 24 – Scenario di intervento 1 – Confronto risultati ora di punta mattina e sera

Si può osservare che nell'ora di punta della mattina, a causa della prevalenza dei flussi da nord verso sud, il ramo 1D – SP175 nord ha un perditempo medio di 31 secondi, mentre il ramo 1B – SP175 sud ha un ottimo livello di servizio. Conseguentemente, le code sul ramo nord sono maggiori di quelle registrate sul ramo sud.

La sera, invece, sono prevalenti i flussi da sud verso nord, e quindi i perditempo sono maggiori sul ramo 1B – SP175 sud. Conseguentemente, le code sul ramo sud sono maggiori di quelle registrate sul ramo nord.

I rami laterali 1A e 1C (via Romanelle) hanno perditempo costanti per entrambe le ore, poiché il perditempo è determinato prevalentemente dal tempo di rosso.

**I risultati delle simulazioni evidenziano un buon funzionamento dell'intersezione.**

### 5.5.2 SCENARIO DI INTERVENTO 2 (LUNGO TERMINE)

Nel Lungo Termine, si prevede di realizzare una intersezione a circolazione rotatoria, di forma ellittica, con asse maggiore di 45 m e asse minore di 31 m. La precedenza è data ai flussi circolanti sull'anello.

La realizzazione delle opere è subordinata alla disponibilità di tutte le aree. Attualmente parte dei terreni, ad est della strada provinciale SP175 sono di proprietà di soggetti privati. L'operatore si rende disponibile a realizzare le opere una volta che tutte le aree necessarie saranno cedute.

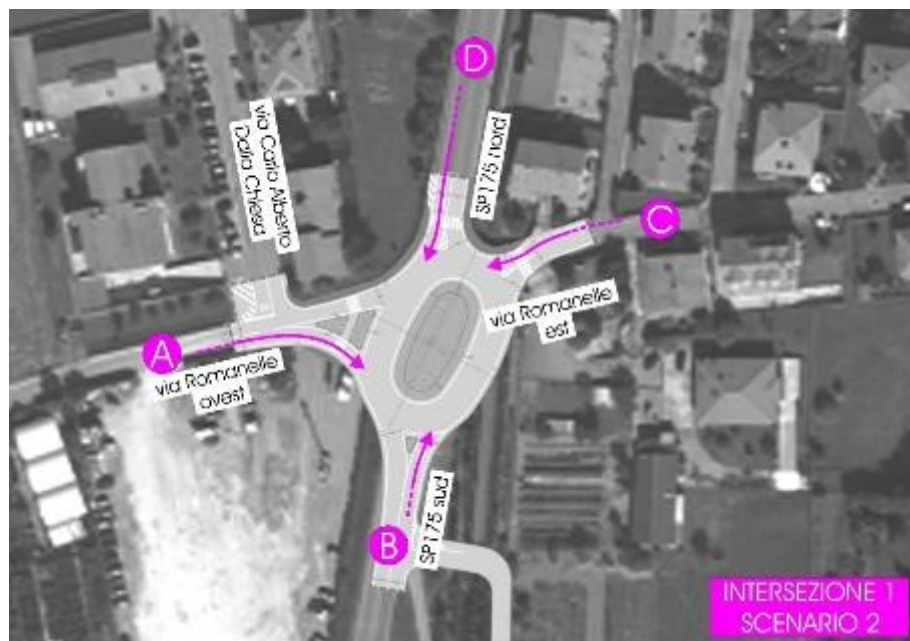


Figura 55 – Intersezione 1 – Scenario di intervento 2



Figura 56 – Esempio di rappresentazione grafica del modello di simulazione per la rete oggetto di studio – Scenario di intervento 2





Figura 57 – Schema di rete utilizzato per la microsimulazione – Scenario di intervento 2



### 5.5.2.1 ORA DI PUNTA DEL MATTINO

La realizzazione dello schema a circolazione rotatoria permettere di ridurre in modo consistente i perditempo. Poiché i flussi di disturbo sono molto limitati, i veicoli tendono ad immettersi quasi subito sull'anello, con conseguenti perditempo molto ridotti. Complessivamente il Livello di servizio (LOS) è pari ad "A", con perditempo medio di 2 secondi.

Gli accodamenti sono quasi nulli, con accodamenti massimi registrati di un paio di veicoli.

SCENARIO DI INTERVENTO 2 - INTERSEZIONE 1		
Approccio	Perditempo	LOS
1A - via Romanelle ovest	2 sec	A
1B - SP175 sud	2 sec	A
1C - via Romanelle est	2 sec	A
1D - SP175 nord	3 sec	A
<b>Perditempo complessivo</b>	<b>2 sec</b>	<b>A</b>

Tabella 25 – Scenario di intervento 2 – Livelli di Servizio (LOS) – venerdì mattina

SCENARIO DI INTERVENTO 2 - INTERSEZIONE 1		
Approccio	Andamento medio - Lunghezza coda	
	Valore MEDIO	Valore MASSIMO
1A - via Romanelle ovest	0 metri	2 metri
1B - SP175 sud	0 metri	2 metri
1C - via Romanelle est	0 metri	1 metri
1D - SP175 nord	1 metri	6 metri

Tabella 26 – Scenario di intervento 2– Lunghezza delle code – venerdì mattina

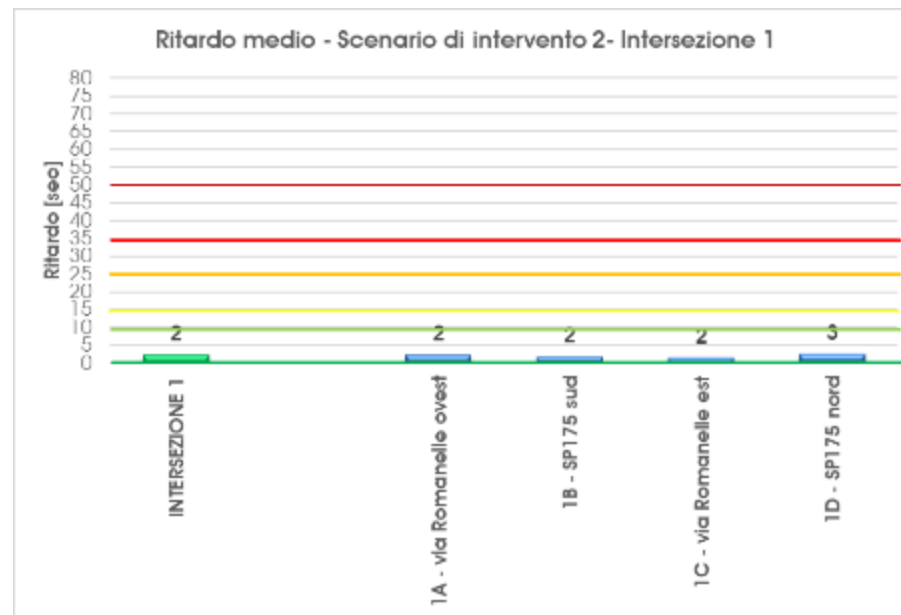


Grafico 22 – Scenario di intervento 2– Perditempo medio – venerdì mattina

### 5.5.2.2 ORA DI PUNTA DELLA SERA

Nell'ora di punta della sera i flussi circolanti sono maggiori, come maggiori sono i flussi di disturbo, essenzialmente rappresentati dal traffico potenzialmente indotto dalla nuova MSV.

I perditempo risultano essere molto contenuti, mediamente pari a 4 secondi, equivalenti ad un LOS "A".

Il ramo più trafficato, 1B – SP175 sud, è quello dove gli accodamenti sono maggiori, ancorché molto limitati: la lunghezza media delle code su questo ramo è pari a 5 m (1 veicolo), con punte massime di 20 m (4 veicoli).

Si riporta a seguire il grafico dell'andamento delle code per il ramo 1B – SP175 sud (Grafico 24)

SCENARIO DI INTERVENTO 2 - INTERSEZIONE 1		
Approccio	Perditempo	LOS
1A - via Romanelle ovest	2 sec	A
1B - SP175 sud	5 sec	A
1C - via Romanelle est	3 sec	A
1D - SP175 nord	2 sec	A
<b>Perditempo complessivo</b>	<b>4 sec</b>	<b>A</b>

Tabella 27 – Scenario di intervento 2- Livelli di Servizio (LOS) – venerdì sera

SCENARIO DI INTERVENTO 2 - INTERSEZIONE 1		
Approccio	Andamento medio - Lunghezza coda	
	Valore MEDIO	Valore MASSIMO
1A - via Romanelle ovest	0 metri	5 metri
1B - SP175 sud	5 metri	21 metri
1C - via Romanelle est	0 metri	1 metri
1D - SP175 nord	0 metri	6 metri

Tabella 28 – Scenario di intervento 2- Lunghezza delle code – venerdì sera

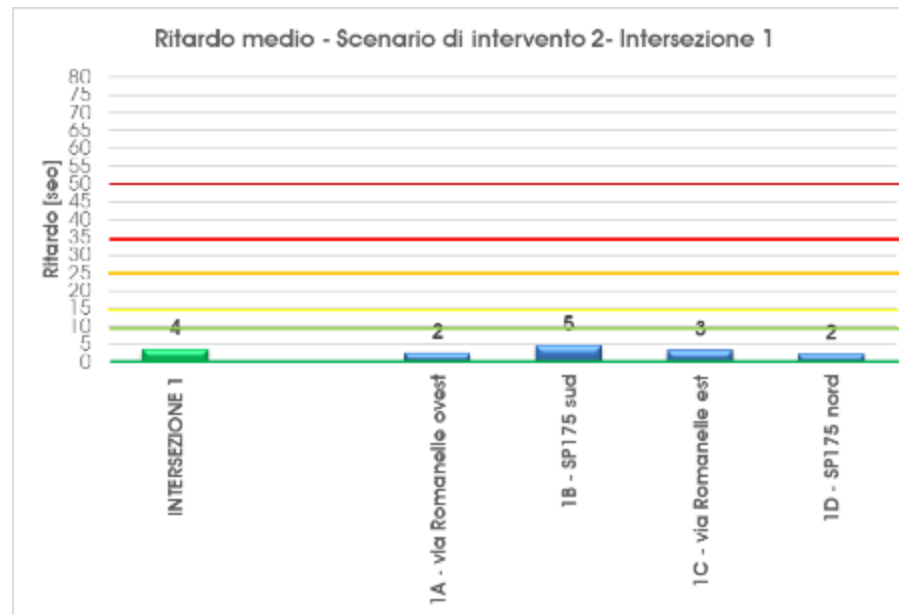


Grafico 23 – Scenario di intervento 2- Perditempo medio – venerdì sera

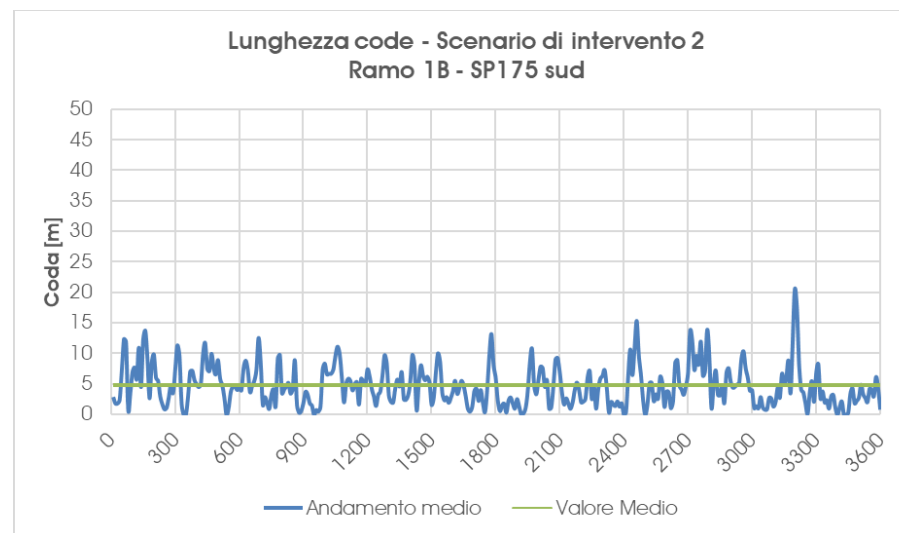


Grafico 24 – Scenario di intervento 2- Accodamenti in ingresso al ramo 1B – venerdì sera

### 5.5.2.3 CONFRONTO RISULTATI ORE DI PUNTA

Si confrontano a seguire, Tabella 29, i risultati, in termini di perditempo ed accodamenti, per l'ora di punta del venerdì mattina e della sera.

		Approccio				
		1A - via Romanelle ovest	1B - SP175 sud	1C - via Romanelle est	1D - SP175 nord	INTERSEZIONE 1
ODP MATTINA	Perditempo	2 sec	2 sec	2 sec	3 sec	<b>2 sec</b>
	LOS	A	A	A	A	<b>A</b>
	Lunghezza code - valore MEDIO	0 metri	0 metri	0 metri	1 metri	-
	Lunghezza code - valore MASSIMO	2 metri	2 metri	1 metri	6 metri	-
ODP SERA	Perditempo	2 sec	5 sec	3 sec	2 sec	<b>4 sec</b>
	LOS	A	A	A	A	<b>A</b>
	Lunghezza code - valore MEDIO	0 metri	5 metri	0 metri	0 metri	-
	Lunghezza code - valore MASSIMO	5 metri	21 metri	1 metri	6 metri	-

Tabella 29 – Scenario di intervento 2 – Confronto risultati ora di punta mattina e sera

Si può osservare che la realizzazione della intersezione a circolazione rotatoria riduce drasticamente i perditempo. Sia alla mattina che alla sera il livello di servizio è "A" su tutti i rami. Il perditempo medio è compreso tra 2 e 5 secondi, e gli accodamenti massimi raggiungono i 3-4 veicoli nell'ora di punta della sera sul ramo 1B – SP175 sud.

**I risultati delle simulazioni evidenziano un ottimo funzionamento dell'intersezione.**

### 5.6 CONFRONTO SCENARI ANALIZZATI

A seguire si riportano i risultati, per l'ora di punta del mattino e della sera e ogni scenario di intervento analizzato, relativi alle micro simulazioni effettuate, al fine di rendere più semplice il confronto dei risultati tra gli scenari analizzati.

A corredo, si include anche una tabella riassuntiva relativa alle geometrie e agli scenari di domanda e offerta.



SCENARIO ATTUALE		SCENARIO INTERVENTO 1		SCENARIO INTERVENTO 2
<b>GEOMETRIA</b> <i>Semaforo</i>		<b>GEOMETRIA</b> <i>Semaforo</i>		<b>GEOMETRIA</b> <i>Circolazione rotatoria</i>
<b>DOMANDA TRASPORTO</b> <span style="float:right">DI</span> <ul style="list-style-type: none"> <li>Flussi rilevati</li> </ul>		<b>DOMANDA TRASPORTO</b> <span style="float:right">DI</span> <ul style="list-style-type: none"> <li>Flussi rilevati</li> <li>Flussi aggiuntivi MSV</li> </ul>		<b>DOMANDA TRASPORTO</b> <span style="float:right">DI</span> <ul style="list-style-type: none"> <li>Flussi rilevati</li> <li>Flussi aggiuntivi MSV</li> </ul>
<b>OFFERTA TRASPORTO</b> <span style="float:right">DI</span> <i>Rete Stato di Fatto</i>		<b>OFFERTA TRASPORTO</b> <span style="float:right">DI</span> <i>Potenziamento impianto semaforico</i>		<b>OFFERTA TRASPORTO</b> <span style="float:right">DI</span> <i>Intersezione a circolazione rotatoria con anello ellittico</i>

Tabella 30 – Confronto caratteristiche scenari



### 5.6.1 ORA DI PUNTA DELLA MATTINA

L'ora di punta della mattina, individuata nel corso della campagna di indagini, è tra le 7:00 e le 8:00.

		Approccio					INTERSEZIONE 1
		1A - via Romanelle ovest	1B - SP175 sud	1Bsx - SP175 sud	1C - via Romanelle est	1D - SP175 nord	
SCENARIO 1	Perditempo	21 sec	7 sec		31 sec	29 sec	<b>22 sec</b>
	LOS	C	A		C	C	C
	Lunghezza code - valore MEDIO	3 metri	4 metri	2 metri	3 metri	59 metri	-
	Lunghezza code - valore MASSIMO	10 metri	25 metri	6 metri	9 metri	123 metri	-
SCENARIO 2	Perditempo	2 sec	2 sec		2 sec	3 sec	<b>2 sec</b>
	LOS	A	A		A	A	A
	Lunghezza code - valore MEDIO	0 metri	0 metri		0 metri	1 metri	-
	Lunghezza code - valore MASSIMO	2 metri	2 metri		1 metri	6 metri	-

Tabella 31 – Confronto risultati scenari – venerdì mattina

Alla mattina i flussi sono prevalentemente di attraversamento da nord verso sud lungo la strada provinciale SP175.

Lo **Scenario di intervento 1** prevede il potenziamento dell'impianto semaforico attuale, mediante la creazione sul ramo sud della SP175, di una canalizzazione per la svolta a sinistra verso via Romanelle e una svolta a destra in continuo sul ramo ovest di via Romanelle. Complessivamente la nuova configurazione garantisce un buon funzionamento dell'intersezione, poiché il perditempo medio per il superamento dell'intersezione è di 22 secondi, pari ad un Livello di Servizio (LOS) "C". Il ramo 1B – SP175 sud presenta bassi perditempo, a causa del traffico relativamente ridotto in direzione nord. Sul ramo 1d – SP175 nord, invece, si formano accodamenti medi di circa 10 veicoli. Sui rami est e ovest (via Romanelle) il livello di servizio è determinato dal tempo di rosso.

La realizzazione, nel Medio-Lungo Termine, della intersezione a circolazione rotatoria, **Scenario di intervento 2**, permetterà di ridurre quasi completamente i perditempo su tutti i rami. Con questa configurazione i perditempo medi sono pari a 2 secondi (LOS "A"), con accodamenti massimi registrati di 1-2 veicoli. I flussi di disturbo sull'anello sono molto ridotti perché la quasi totalità dei flussi sono di attraversamento sulla SP175.

**I risultati delle simulazioni evidenziano un buon funzionamento dell'intersezione.**

### 5.6.2 ORA DI PUNTA DELLA SERA

L'ora di punta della sera, individuata nel corso della campagna di indagini, è tra le 18:00 e le 19:00.

		Approccio					
		1A - via Romanelle ovest	1B - SP175 sud	1Bsx - SP175 sud	1C - via Romanelle est	1D - SP175 nord	INTERSEZIONE 1
SCENARIO 1	Perditempo	20 sec	28 sec		34 sec	16 sec	<b>23 sec</b>
	LOS	B	C		C	B	<b>C</b>
	Lunghezza code - valore MEDIO	10 metri	37 metri	17 metri	2 metri	27 metri	-
	Lunghezza code - valore MASSIMO	24 metri	128 metri	53 metri	5 metri	65 metri	-
SCENARIO 2	Perditempo	2 sec	5 sec		3 sec	2 sec	<b>4 sec</b>
	LOS	A	A		A	A	<b>A</b>
	Lunghezza code - valore MEDIO	0 metri	5 metri		0 metri	0 metri	-
	Lunghezza code - valore MASSIMO	5 metri	21 metri		1 metri	6 metri	-

Tabella 32 – Confronto risultati scenari – venerdì sera

Alla sera i flussi sono prevalentemente di attraversamento da sud verso nord lungo la strada provinciale SP175.

Lo **Scenario di intervento 1** prevede il potenziamento dell'impianto semaforico attuale, mediante la creazione sul ramo sud della SP175, di una canalizzazione per la svolta a sinistra verso via Romanelle e una svolta a destra in continuo sul ramo ovest di via Romanelle. Complessivamente la nuova configurazione garantisce un buon funzionamento dell'intersezione, poiché il perditempo medio per il superamento dell'intersezione è di 23 secondi, pari ad un Livello di Servizio (LOS) "C". Contrariamente rispetto a quanto accade al mattino, la sera il ramo maggiormente carico è l'1B – SP175 sud, che presenta un perditempo medio di 28 secondi. Sugli altri rami il livello di servizio è complessivamente buono. Sul ramo 1B gli accodamenti medi sono pari a 10-12 veicoli. Sui rami est e ovest (via Romanelle) il livello di servizio è determinato dal tempo di rosso.

La realizzazione, nel Medio-Lungo Termine, della intersezione a circolazione rotatoria, **Scenario di intervento 2**, permetterà di ridurre quasi completamente i perditempo su tutti i rami. Con questa configurazione i perditempo medi sono pari a 4 secondi (LOS "A"), con accodamenti massimi registrati di 3-4 veicoli. I flussi di disturbo sull'anello sono ridotti (per lo più i flussi di traffico potenzialmente indotti dalla nuova MSV) perché la quasi totalità dei flussi sono di attraversamento sulla SP175. Alla sera i perditempo sono leggermente superiori rispetto alla mattina sia per il maggior traffico circolante che per il maggior flusso di disturbo.

**I risultati delle simulazioni evidenziano un buon funzionamento dell'intersezione.**

## 6 CONCLUSIONI

Lo studio è stato impostato con il principale obiettivo di valutare il funzionamento dello schema viabilistico in progetto che prevede l'adeguamento dell'intersezione semaforizzata lungo la SP175, in corrispondenza di via Romanelle, nel comune di Almenno San Salvatore, in provincia di Bergamo.

Congiuntamente lo studio ha valutato gli effetti sulla viabilità esistente e di progetto indotti dal traffico potenzialmente generato/attratto dagli ambiti di trasformazione previsti dallo strumento urbanistico, posti in prossimità del comparto in analisi, (principalmente quello a destinazione commerciale previsto nell'intorno della nuova infrastruttura), e di verificare se tale possibile incremento sia compatibile con il sistema infrastrutturale viario presente/previsto nel contesto territoriale di riferimento.

Le verifiche sul funzionamento dello schema viabilistico futuro sono state effettuate secondo i metodi della modellistica dei trasporti, con dettagliate analisi di rete per lo scenario di domanda/offerta relativo all'intervento oggetto di analisi.

Per stimare i potenziali impatti viabilistici indotti dall'attuazione dell'intervento in oggetto, e per verificare la compatibilità viabilistica attuale e futura, si è proceduto all'analisi dei seguenti scenari:

- **Scenario attuale** – costituito dallo stato di fatto;
- **Scenario di intervento** – relativo allo scenario futuro, attivazione dello spazio commerciale di vendita. Sono stati analizzati due scenari di intervento:
  - **Scenario di intervento 1 (Breve Termine)**: modifica geometrica della sede stradale, con l'inserimento di una corsia dedicata alla svolta a sinistra provenendo dalla SP175 sud e l'adeguamento del ciclo semaforico attuale. L'intervento occupa solo aree pubbliche o di proprietà dell'operatore che realizzerà la MSV;
  - **Scenario di intervento 2 (Medio-Lungo Termine)**: sostituzione dell'impianto semaforico attuale con una nuova intersezione a circolazione rotatoria. L'intervento occupa anche aree private, che devono ancora essere acquisite.

La domanda di mobilità è stata ricostruita mediante apposita campagna di indagini. Le analisi di traffico hanno riguardato i principali assi e nodi dell'area di studio. Le indagini sono state condotte nella fascia di punta del mattino e

della sera del venerdì. L'ora di punta del mattino è risultata essere tra le 7:00 e le 8:00, mentre quella della sera tra le 18:00 e le 19:00.

Lo scenario di intervento ha considerato l'attuazione dell'ambito di trasformazione localizzato tra la SP175 e via Romanelle ovest a destinazione commerciale.

Nelle simulazioni effettuate, sono stati considerati come aggiuntivi tutti i veicoli che potrebbero essere attratti dallo sviluppo urbanistico analizzato, senza considerare che parte degli stessi sia già circolante sulla rete stradale limitrofa. Non sono stati applicati, infatti, i coefficienti di riduzione relativi al "cross-visits" ed al "pass-by". Ciò si è tradotto in una sovrastima del traffico veicolare aggiuntivo nelle ore di punta identificate.

Le verifiche sulla viabilità, effettuate mediante il modello di micro simulazione del traffico sono risultati molto soddisfacenti: l'impatto viabilistico dovuto ai potenziali incrementi di traffico stimati dall'attuazione della zona commerciale, risulta adeguatamente supportato dalla rete analizzata e dalla nuova infrastruttura prevista.

L'adeguamento della geometria dell'intersezione semaforizzata (SCENARIO DI BREVE TERMINE) e la modifica del ciclo semaforico e delle relative fasi garantisce un buon funzionamento con livelli di servizio buoni. I veicoli in attestazione subiscono perditempo esigui e gli accodamenti registrati sono tali da non creare interferenze con il corretto funzionamento delle intersezioni limitrofe. In termini di accodamenti, l'intersezione restituisce una buona riserva di capacità, tale da poter eventualmente assorbire flussi maggiori rispetto a quelli stimati per lo scenario di intervento indagato.

La nuova intersezione a circolazione a rotatoria (SCENARIO DI MEDIO-LUNGO TERMINE) garantisce un ottimo funzionamento con livelli di servizio ottimi e riserve di capacità elevate. I veicoli in attestazione subiscono perditempo esigui e gli accodamenti registrati sono tali da non creare interferenze con il corretto funzionamento delle intersezioni limitrofe. In termini di accodamenti, la rotatoria restituisce una ottima riserva di capacità, tale da poter eventualmente assorbire flussi maggiori rispetto a quelli stimati per lo scenario di intervento indagato.

**Conclusivamente si può affermare, sulla base delle analisi, delle verifiche e delle considerazioni esposte nei paragrafi precedenti, la piena compatibilità della nuova infrastruttura prevista con lo scenario di intervento considerato.**

## 7 INDICE

### 7.1 INDICE DELLE FIGURE

FIGURA 1 – REGOLAZIONE ATTUALE DELL'INTERSEZIONE VIA ROMANELLE / VIA SAN MARTINO .....	4
FIGURA 2 – AREA DI INTERVENTO – INQUADRAMENTO AREA VASTA .....	6
FIGURA 3 – AREA DI INTERVENTO – INQUADRAMENTO AREA LOCALE.....	7
FIGURA 4 – REGOLAMENTAZIONE INTERSEZIONI E DELLA CIRCOLAZIONE .....	8
FIGURA 5 – ASSI STRADALI ANALIZZATI.....	9
FIGURA 6 – INTERSEZIONI ANALIZZATE .....	14
FIGURA 7 – INTERSEZIONE 1: VIA ROMANELLE / VIA CARLO ALBERTO DALLA CHIESA.....	14
FIGURA 8 – INTERSEZIONE 2: SP175 / VIA ROMANELLE .....	15
FIGURA 9 – INTERSEZIONE 3: VIA ROMANELLE / VIA DON ARIELE SIZI .....	15
FIGURA 10 – FERMATA TPL LUNGO SP175 DELLA LINEA P (GESTITA DE BERGAMO TRASPOSTI).....	16
FIGURA 11 – FERMATA TPL SU GOMMA .....	16
FIGURA 12 – IDENTIFICAZIONE DELL'INTERSEZIONE RILEVATA.....	18
FIGURA 13 – ESEMPI DI VEICOLI APPARTENENTI ALLE CLASSI VEICOLARI "LEGGERI" E "PESANTI" .....	18
FIGURA 14 – INTERSEZIONE 1 – SP175 / VIA ROMANELLE.....	19
FIGURA 15 – IDENTIFICAZIONE ORA DI PUNTA – SEZIONI DI INGRESSO IN RETE CONSIDERATE.....	24
FIGURA 16 – INTERSEZIONE – STATO DI FATTO – FLUSSI ORA DI PUNTA – VENERDÌ MATTINA.....	26
FIGURA 17 – INTERSEZIONE – STATO DI FATTO – FLUSSI ORA DI PUNTA – VENERDÌ SERA .....	26
FIGURA 18 – FLUSSI RILEVATI – ORA DI PUNTA DEL VENERDÌ MATTINA (07:00-08:00) – VEICOLI EQUIVALENTI .....	27
FIGURA 19 – FLUSSI RILEVATI – ORA DI PUNTA DEL VENERDÌ SERA (18:00-19:00) – VEICOLI EQUIVALENTI.....	28
FIGURA 20 – INTERSEZIONE SP175 / VIA ROMANELLE – STATO DI FATTO .....	29
FIGURA 21 – INTERSEZIONE SP175 / VIA ROMANELLE – PROGETTO SU RILIEVO TOPOGRAFICO .....	30
FIGURA 22 – INTERSEZIONE SP175 / VIA ROMANELLE – PROGETTO SU RILIEVO TOPOGRAFICO - DETTAGLIO .....	31
FIGURA 23 – INTERSEZIONE SP175 / VIA ROMANELLE – SOVRAPPOSIZIONE SU FOTOPIANO .....	32
FIGURA 24 – INTERSEZIONE SP175 / VIA ROMANELLE – SEGNALETICA .....	33
FIGURA 25 – NUOVO ASSETTO INFRASTRUTTURALE E URBANISTICO CONSIDERATO.....	37
FIGURA 26 – GEOMETRIA DI PROGETTO .....	37
FIGURA 27 – INTERSEZIONE SP175 / VIA ROMANELLE – SOVRAPPOSIZIONE.....	38
FIGURA 28 – INTERSEZIONE SP175 / VIA ROMANELLE – SOVRAPPOSIZIONE SU FOTOPIANO.....	39
FIGURA 29 – DIMENSIONE AUTOARTICOLATO DA 16,50 METRI .....	40
FIGURA 30 – DIMENSIONE VEICOLO ECCEZIONALE DA 24,04 METRI .....	40
FIGURA 31 – DIMENSIONI AUTOTRENO DA 18,00 METRI .....	40
FIGURA 32 – DIMENSIONE AUTOBUS DA 17,87 METRI .....	40
FIGURA 33 – VERIFICA DINAMICA MANOVRE – AUTOARTICOLATO 16,5 METRI – AUTOARTICOLATO 24 METRI .....	41
FIGURA 34 – VERIFICA DINAMICA MANOVRE – AUTOARTICOLATO 16,5 METRI – TAVOLA 7 .....	42
FIGURA 35 – VERIFICA DINAMICA MANOVRE – AUTOTRENO 18,00 METRI – TAVOLA 6.....	43
FIGURA 36 – VERIFICA DINAMICA MANOVRE – AUTOBUS 18,00 METRI – TAVOLA 8.....	44
FIGURA 37 – SCENARIO DI INTERVENTO – SCHEDA TRIP GENERATION – CODE 850: SUPERMARKET – SERA.....	46
FIGURA 38 – PESI PERCENTUALI DELLE DIRETTRICI DI ACCESSO – VENERDÌ MATTINA .....	49
FIGURA 39 – SCENARIO DI INTERVENTO 1 – FLUSSI AGGIUNTIVI SULLA RETE – ORA DI PUNTA VENERDÌ MATTINA (7:00-8:00) – VEICOLI EQUIVALENTI.....	50
FIGURA 40 – SCENARIO DI INTERVENTO 2 – FLUSSI AGGIUNTIVI SULLA RETE – ORA DI PUNTA VENERDÌ MATTINA (7:00-8:00) – VEICOLI EQUIVALENTI.....	51
FIGURA 41 – SCENARIO DI INTERVENTO 1 – FLUSSI AGGIUNTIVI SULLA RETE – ORA DI PUNTA VENERDÌ SERA (18:00-19:00) – VEICOLI EQUIVALENTI.....	52
FIGURA 42 – SCENARIO DI INTERVENTO 2 – FLUSSI AGGIUNTIVI SULLA RETE – ORA DI PUNTA VENERDÌ SERA (18:00-19:00) – VEICOLI EQUIVALENTI.....	53
FIGURA 43 – SCENARIO DI INTERVENTO 1 – ORA DI PUNTA DI VENERDÌ MATTINA (7:00-8:00) – VEICOLI EQUIVALENTI.....	55
FIGURA 44 – SCENARIO DI INTERVENTO 1 – ORA DI PUNTA DI VENERDÌ SERA (18:00-19:00) – VEICOLI EQUIVALENTI.....	56
FIGURA 45 – SCENARIO DI INTERVENTO 2 – ORA DI PUNTA DI VENERDÌ MATTINA (7:00-8:00) – VEICOLI EQUIVALENTI.....	57

FIGURA 46 – SCENARIO DI INTERVENTO 2– ORA DI PUNTA DI VENERDÌ SERA (18:00-19:00) – VEICOLI EQUIVALENTI.....	58
FIGURA 47 – SCENARIO DI INTERVENTO – LOCALIZZAZIONE INTERSEZIONI SIMULATE .....	64
FIGURA 48 – INTERSEZIONE 1 – SCENARIO DI INTERVENTO 1 .....	64
FIGURA 49 – SCENARIO DI INTERVENTO 1 – NOMENCLATURA INTERSEZIONE 1 E CICLO SEMAFORICO DI PROGETTO.....	65
FIGURA 50 – SCENARIO DI INTERVENTO 1 – SCHEMA DELLE FASI DEL CICLO SEMAFORICO IPOTIZZATO .....	65
FIGURA 51 – SCHEMA DI RETE UTILIZZATO PER LA MICROSIMULAZIONE – SCENARIO DI INTERVENTO 1 .....	66
FIGURA 52 – ESEMPIO DI RAPPRESENTAZIONE GRAFICA DEL MODELLO DI SIMULAZIONE PER LA RETE OGGETTO DI STUDIO – SCENARIO DI INTERVENTO 1 .....	67
FIGURA 53 – SCENARIO DI INTERVENTO 1 – ACCODAMENTI IN INGRESSO AL RAMO 1B (SVOLTA A SINISTRA) – VENERDÌ MATTINA.....	69
FIGURA 54 – SCENARIO DI INTERVENTO 1 – ACCODAMENTI IN INGRESSO AL RAMO 1B (SVOLTA A SINISTRA) – VENERDÌ SERA .....	71
FIGURA 55 – INTERSEZIONE 1 – SCENARIO DI INTERVENTO 2.....	73
FIGURA 56 – ESEMPIO DI RAPPRESENTAZIONE GRAFICA DEL MODELLO DI SIMULAZIONE PER LA RETE OGGETTO DI STUDIO – SCENARIO DI INTERVENTO 2.....	73
FIGURA 57 – SCHEMA DI RETE UTILIZZATO PER LA MICROSIMULAZIONE – SCENARIO DI INTERVENTO 2.....	74

### 7.2 INDICE DELLE FOTO

FOTO 1 – S1: SP175 NORD.....	9
FOTO 2 – S2: VIA CARLO ALBERTO DALLA CHIESA .....	10
FOTO 3 – S3: VIA ROMANELLE EST .....	10
FOTO 4 – S4: VIA ROMANELLE OVEST.....	11
FOTO 5 – S5: SP175 SUD .....	11
FOTO 6 – S6: VIA ROMANELLE.....	12
FOTO 7 – S7: VIA DON ARIELE SIZI .....	12
FOTO 8 – S8: VIA MADONNA DEL CASTELLO.....	13
FOTO 9 – ATTRAVERSAMENTO PEDONALE IN PROSSIMITÀ DELL'INTERSEZIONE OGGETTO DI RIQUALIFICA .....	17
FOTO 10 – POSTAZIONE DI RILIEVO CON TELECAMERA.....	18
FOTO 11 – SCENARIO ATTUALE – ACCODAMENTI RILEVATI.....	63

### 7.3 INDICE DELLE TABELLE

TABELLA 1 – INTERSEZIONE 1 – FLUSSI DISAGGREGATI IN INGRESSO – VENERDÌ MATTINA.....	20
TABELLA 2 – INTERSEZIONE 1 – FLUSSI DISAGGREGATI IN USCITA – VENERDÌ MATTINA .....	20
TABELLA 3 – INTERSEZIONE 1 – FLUSSI DISAGGREGATI IN INGRESSO – VENERDÌ SERA .....	22
TABELLA 4 – INTERSEZIONE 1 – FLUSSI DISAGGREGATI IN USCITA – VENERDÌ SERA.....	22
TABELLA 5 – IDENTIFICAZIONE ORA DI PUNTA – VENERDÌ MATTINA.....	24
TABELLA 6 – IDENTIFICAZIONE ORA DI PUNTA – VENERDÌ MATTINA.....	25
TABELLA 7 – INTERSEZIONE – STATO DI FATTO – MATRICE FLUSSI – VENERDÌ MATTINA .....	26
TABELLA 8 – INTERSEZIONE – STATO DI FATTO – MATRICE FLUSSI – VENERDÌ SERA.....	26
TABELLA 9 – VEICOLI ATTRATTI/GENERATI OGNI MQ DI SUPERFICIE DI VENDITA ALIMENTARE .....	46
TABELLA 10 – VEICOLI ATTRATTI/GENERATI OGNI MQ DI SUPERFICIE DI VENDITA NON ALIMENTARE .....	46
TABELLA 11 – SCENARIO DI INTERVENTO – PARAMETRI DI GENERAZIONE – VENERDÌ SERA.....	47
TABELLA 12 – SCENARIO DI INTERVENTO – PARAMETRI DI GENERAZIONE – VENERDÌ MATTINA .....	47
TABELLA 13 – SCENARIO DI INTERVENTO – FLUSSI AGGIUNTIVI DGR REGIONE LOMBARDIA – SERA.....	47
TABELLA 14 – SCENARIO DI INTERVENTO – CONFRONTO TRAFFICO INDOTTO.....	48
TABELLA 15 – SCENARIO DI INTERVENTO – SCENARIO DI MASSIMO CARICO (FLUSSI ATTUALI + AGGIUNTIVI) .....	48
TABELLA 16 – PESI PERCENTUALI DELLE DIRETTRICI DI ACCESSO – VENERDÌ SERA .....	49
TABELLA 17 – LOS INTERSEZIONI SEMAFORIZZATE – FONTE HCM.....	62



TABELLA 18 – LOS INTERSEZIONI NON SEMAFORIZZATE E ROTATORIE – FONTE HCM.....	62
TABELLA 19 – SCENARIO DI INTERVENTO 1 – FASI INTERSEZIONE 1 E CICLO SEMAFORICO DI PROGETTO.....	65
TABELLA 20 – SCENARIO DI INTERVENTO 1 – LIVELLI DI SERVIZIO (LOS) – VENERDÌ MATTINA.....	68
TABELLA 21 – SCENARIO DI INTERVENTO 1 – LUNGHEZZA DELLE CODE – VENERDÌ MATTINA.....	68
TABELLA 22 – SCENARIO DI INTERVENTO 1 – LIVELLI DI SERVIZIO (LOS) – VENERDÌ SERA.....	70
TABELLA 23 – SCENARIO DI INTERVENTO 1 – LUNGHEZZA DELLE CODE – VENERDÌ SERA.....	70
TABELLA 24 – SCENARIO DI INTERVENTO 1 – CONFRONTO RISULTATI ORA DI PUNTA MATTINA E SERA.....	72
TABELLA 25 – SCENARIO DI INTERVENTO 2 – LIVELLI DI SERVIZIO (LOS) – VENERDÌ MATTINA.....	75
TABELLA 26 – SCENARIO DI INTERVENTO 2 – LUNGHEZZA DELLE CODE – VENERDÌ MATTINA.....	75
TABELLA 27 – SCENARIO DI INTERVENTO 2 – LIVELLI DI SERVIZIO (LOS) – VENERDÌ SERA.....	76
TABELLA 28 – SCENARIO DI INTERVENTO 2 – LUNGHEZZA DELLE CODE – VENERDÌ SERA.....	76
TABELLA 29 – SCENARIO DI INTERVENTO 2 – CONFRONTO RISULTATI ORA DI PUNTA MATTINA E SERA.....	77
TABELLA 30 – CONFRONTO CARATTERISTICHE SCENARI.....	78
TABELLA 31 – CONFRONTO RISULTATI SCENARI – VENERDÌ MATTINA.....	79
TABELLA 32 – CONFRONTO RISULTATI SCENARI – VENERDÌ SERA.....	80

## 7.4 INDICE DEI GRAFICI

GRAFICO 1 – ANDAMENTO DEL TRAFFICO NEL TEMPO – INTERSEZIONE 1 – VENERDÌ MATTINA.....	21
GRAFICO 2 – RIPARTIZIONE MODALE DEI FLUSSI IN INGRESSO – INTERSEZIONE 1 – VENERDÌ MATTINA.....	21
GRAFICO 3 – RIPARTIZIONE DEL TRAFFICO IN INGRESSO – INTERSEZIONE 1 – VENERDÌ MATTINA.....	21
GRAFICO 4 – RIPARTIZIONE DEL TRAFFICO IN USCITA – INTERSEZIONE 1 – VENERDÌ MATTINA.....	21
GRAFICO 5 – ANDAMENTO DEL TRAFFICO NEL TEMPO – INTERSEZIONE 1 – VENERDÌ SERA.....	23
GRAFICO 6 – RIPARTIZIONE MODALE DEI FLUSSI IN INGRESSO – INTERSEZIONE 1 – VENERDÌ SERA.....	23
GRAFICO 7 – RIPARTIZIONE DEL TRAFFICO IN INGRESSO – INTERSEZIONE 1 – VENERDÌ SERA.....	23
GRAFICO 8 – RIPARTIZIONE DEL TRAFFICO IN USCITA – INTERSEZIONE 1 – VENERDÌ SERA.....	23
GRAFICO 9 – IDENTIFICAZIONE ORA DI PUNTA – VENERDÌ MATTINA.....	24
GRAFICO 10 – IDENTIFICAZIONE ORA DI PUNTA – VENERDÌ MATTINA.....	25
GRAFICO 11 – SCENARIO DI INTERVENTO – SCENARIO DI MASSIMO CARICO (FLUSSI ATTUALI + AGGIUNTIVI).....	48
GRAFICO 12 – SCENARIO DI INTERVENTO 1 – PERDITEMPO MEDIO – VENERDÌ MATTINA.....	68
GRAFICO 13 – SCENARIO DI INTERVENTO 1 – ACCODAMENTI IN INGRESSO AL RAMO 1A – VENERDÌ MATTINA.....	68
GRAFICO 14 – SCENARIO DI INTERVENTO 1 – ACCODAMENTI IN INGRESSO AL RAMO 1B – VENERDÌ MATTINA.....	69
GRAFICO 15 – SCENARIO DI INTERVENTO 1 – ACCODAMENTI IN INGRESSO AL RAMO 1C – VENERDÌ MATTINA.....	69
GRAFICO 16 – SCENARIO DI INTERVENTO 1 – ACCODAMENTI IN INGRESSO AL RAMO 1D – VENERDÌ MATTINA.....	69
GRAFICO 17 – SCENARIO DI INTERVENTO 1 – PERDITEMPO MEDIO – VENERDÌ SERA.....	70
GRAFICO 18 – SCENARIO DI INTERVENTO 1 – ACCODAMENTI IN INGRESSO AL RAMO 1A – VENERDÌ SERA.....	70
GRAFICO 19 – SCENARIO DI INTERVENTO 1 – ACCODAMENTI IN INGRESSO AL RAMO 1B – VENERDÌ SERA.....	71
GRAFICO 20 – SCENARIO DI INTERVENTO 1 – ACCODAMENTI IN INGRESSO AL RAMO 1C – VENERDÌ SERA.....	71
GRAFICO 21 – SCENARIO DI INTERVENTO 1 – ACCODAMENTI IN INGRESSO AL RAMO 1D – VENERDÌ SERA.....	71
GRAFICO 22 – SCENARIO DI INTERVENTO 2 – PERDITEMPO MEDIO – VENERDÌ MATTINA.....	75
GRAFICO 23 – SCENARIO DI INTERVENTO 2 – PERDITEMPO MEDIO – VENERDÌ SERA.....	76
GRAFICO 24 – SCENARIO DI INTERVENTO 2 – ACCODAMENTI IN INGRESSO AL RAMO 1B – VENERDÌ SERA.....	76