



COMUNE DI ALMENNO SAN SALVATORE

Provincia di Bergamo

PROPOSTA ADEGUAMENTO

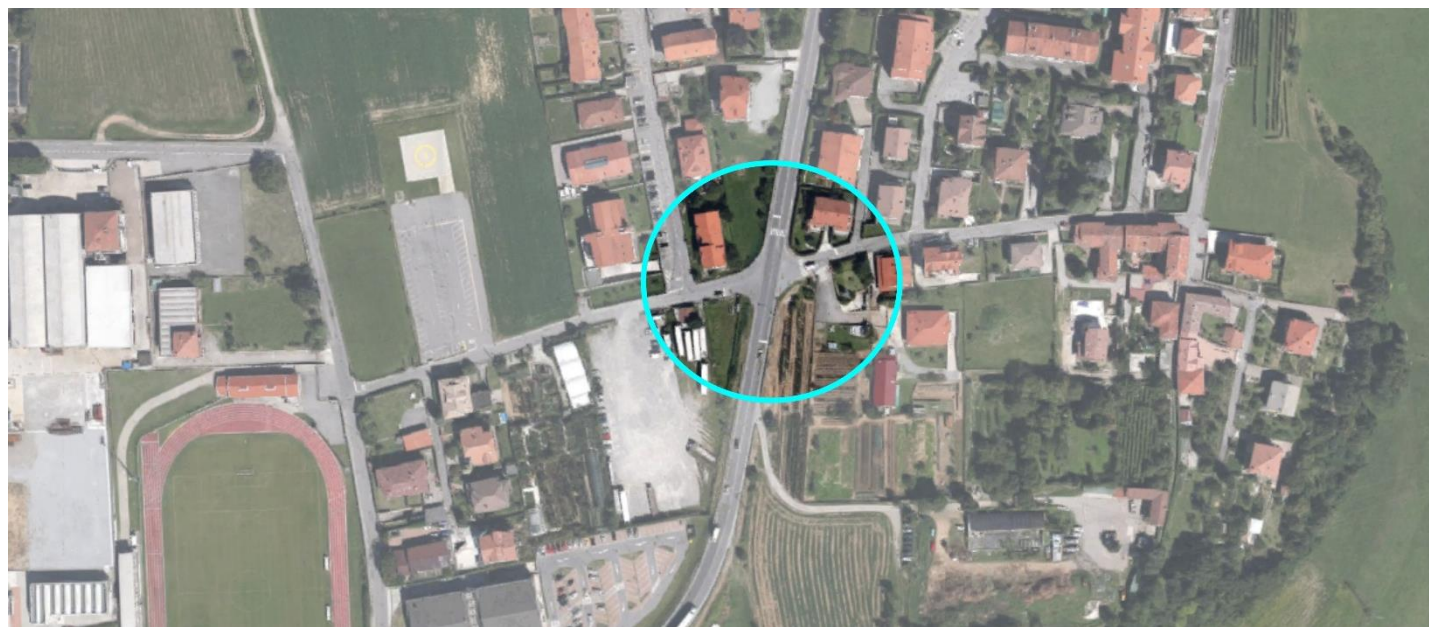
INTERSEZIONE SP1 75 / VIA ROMANELLE

ANALISI VIABILISTICA

TRM ENGINEERING S.r.l.
Via della Birona 30
20900 Monza (MB)
Tel. 039/3900237
Fax. 02/70036433 o 039/2314017

ufficio.tecnico@trmgroup.org

www.trmgroup.org



Committente



Comune di Almenno San Salvatore

Titolo Elaborato	Elaborato	Revisione	Codice progetto	Nome file	Data
Analisi Viabilistica	01	02	1328	1328s1sv-1-ri01_rev02_mod02.docx	Marzo 2018

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)

Direttore Tecnico

Ing. Michele Rossi

Responsabile Attività di Pianificazione dei Trasporti

Dott. Paolo Galbiati

Collaboratori

Ing. Hassan Al-Shehhi

Ing. Alessandro Arena

Sig.ra Daniela Battini

Ing. Stefano Bolettieri

Ing. Francesco Calabretta

Ing. Eleonora Castellani

Ing. Giuseppe Ciccarone – Responsabile Progettazione e Direzione Lavori

Ing. Giovanni Durzu

Dott. Paolo Galbiati – Responsabile Attività di Pianificazione dei Trasporti

Ing. Dario Galimberti

Ing. Nicolò Jordens

Sig.ra Angela Librace

Ing. Daniele Romanò

Ing. Luca Serio

Ing. Valentina Slavazzi

Ing. Roberto Vergani

Ing. Viviana Vimercati

Ing. Simone Zoppellari – Regional Manager OMAN

Via Della Birona, 30 - 20900 Monza (MB) Tel. 039/3900237

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

INDICE

1	PREMESSA	4	4.3.2.1	MATTINA	39
2	METODOLOGIA DI STUDIO E SCENARI DI ANALISI	5	4.3.2.2	SERA	39
2.1	ANALISI SCENARIO ATTUALE	5	4.3.3	CONFRONTO STIMA DEL TRAFFICO INDOTTO	40
2.2	ANALISI SCENARIO DI INTERVENTO	5	4.3.4	DETERMINAZIONE SCENARIO MASSIMO CARICO	40
2.3	CONFRONTO TRA SCENARI	5	4.3.5	DEFINIZIONE DELLE DIRETTRICI DI ACCESSO	41
3	ANALISI SCENARIO ATTUALE	6	4.4	DEFINIZIONE DELLO SCENARIO DI INTERVENTO	43
3.1	INQUADRAMENTO TERRITORIALE	6	5	ANALISI DELLE CONDIZIONI DI DEFLUSSO	45
3.2	ANALISI DELL'OFFERTA ATTUALE DI TRASPORTO PRIVATO	7	5.1	MODELLO DI MICROSIMULAZIONE	45
3.2.1	ANALISI DEI PRINCIPALI ASSI VIARI	8	5.1.1	DESCRIZIONE MODELLO CUBE DYNASIM	45
3.2.1.1	S1: STRADA PROVINCIALE SP175 NORD	8	5.1.1.1	CAR FOLLOWING	46
3.2.1.2	S2: VIA CARLO ALBERTO DALLA CHIESA	9	5.1.1.2	GAP ACCEPTANCE	46
3.2.1.3	S3: VIA ROMANELLE EST	9	5.1.1.3	PARAMETRI UTILIZZATI PER L'ANALISI	47
3.2.1.4	S4: VIA ROMANELLE OVEST	10	5.2	SCENARIO ATTUALE – CALIBRAZIONE MODELLO	48
3.2.1.5	S5: STRADA PROVINCIALE SP175 SUD	10	5.3	SCENARIO DI INTERVENTO	48
3.2.1.6	S6: VIA ROMANELLE	11	5.3.1	INTERSEZIONE 1: SP175 / VIA ROMANELLE	50
3.2.1.7	S7: VIA DON ARIELE SIZI	11	5.3.2	RISULTATI INTERA RETE	53
3.2.1.8	S8: VIA MADONNA DEL CASTELLO	12	6	CONCLUSIONI	66
3.2.2	ANALISI DELLE PRINCIPALI INTERSEZIONI	12	7	INDICE	67
3.2.2.1	INTERSEZIONE 1 – VIA ROMANELLE / VIA CARLO ALBERTO DALLA CHIESA	13	7.1	INDICE DELLE FIGURE	67
3.2.2.2	INTERSEZIONE 2 – SP175 / VIA ROMANELLE	13	7.2	INDICE DELLE FOTO	67
3.2.2.3	INTERSEZIONE 3 – VIA ROMANELLE / VIA DON ARIELE SIZI	14	7.3	INDICE DEI GRAFICI	67
3.3	TRASPORTO PUBBLICO E UTENZE DEBOLI	14	7.4	INDICE DELLE TABELLE	68
3.4	ANALISI DELLA DOMANDA ATTUALE DI TRASPORTO	16			
3.4.1	INTERSEZIONE SP175 / VIA ROMANELLE	17			
3.5	IDENTIFICAZIONE DELL'ORA DI PUNTA	20			
3.6	IDENTIFICAZIONE DELLO SCENARIO ATTUALE	21			
3.6.1	INTERSEZIONE: SP175 / VIA ROMANELLE	22			
4	ANALISI DELLO SCENARIO DI INTERVENTO	25			
4.1	DESCRIZIONE INTERVENTO	25			
4.2	VERIFICA DINAMICA DELLE MANOVRE	35			
4.3	ANALISI DEI FLUSSI POTENZIALMENTE INDOTTI	37			
4.3.1	STIMA SECONDO IL MODELLO "TRIP GENERATION"	37			
4.3.1.1	MATTINA	38			
4.3.1.2	SERA	38			
4.3.2	STIMA SECONDO DGR REGIONE LOMBARDIA	39			

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.

Le aree sulle quali verrà adeguata l'intersezione si renderanno disponibili con l'attuazione/riconversione del comparto posto a sud/ovest dell'intersezione stessa e mediante l'occupazione di aree oggi già facenti parte del sedime stradale.

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

Le ricognizioni – che hanno interessato tutta la maglia viaria – hanno perseguito l'obiettivo di valutare il grado di accessibilità al territorio comunale, rilevando, in relazione allo scenario attuale, sia la quantità che la qualità dei collegamenti stradali esistenti.

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

In riferimento allo scenario di intervento, verrà valutato l'impatto sull'intera rete stradale della nuova infrastruttura, tramite modello di micro simulazione (simulazione dei flussi futuri, previsione dei livelli di servizio).

L'analisi è stata condotta analizzando i seguenti aspetti:

- analisi dei flussi dello stato di fatto;
- analisi accessibilità riferita allo stato di fatto rilevato ed allo scenario futuro previsto;
- analisi geometrica della nuova intersezione semaforizzata;
- analisi dei flussi aggiuntivi e dello scenario di riferimento futuro;
- verifiche micromodellistiche sulla rete confermine.

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), considerando due diversi scenari temporali di analisi:

- **Scenario attuale** – relativo allo stato di fatto, finalizzato a caratterizzare la domanda attuale di mobilità e l'offerta di trasporto (attraverso l'analisi della rete viabilistica 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

È stato ricostruito, mediante apposito rilievo, lo stato di fatto viabilistico nelle intersezioni principali contermini all'area di intervento, che garantiscono il collegamento del comparto analizzato con la viabilità primaria.

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);
- localizzazione degli accessi carrabili e pedonali.

I dati di traffico, utilizzati per la determinazione dello stato di fatto della viabilità contermini, sono stati ricavati da 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;

in giornate non caratterizzate da situazioni particolari.

2.2 ANALISI SCENARIO 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.

2.3 CONFRONTO TRA SCENARI

Sulla base dei carichi veicolari individuati nello scenario attuale ed in quello 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 Stozza 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 taglia il paese da nord a sud e dalla strada provinciale SP172 che attraversa il territorio comunale da ovest ad est.

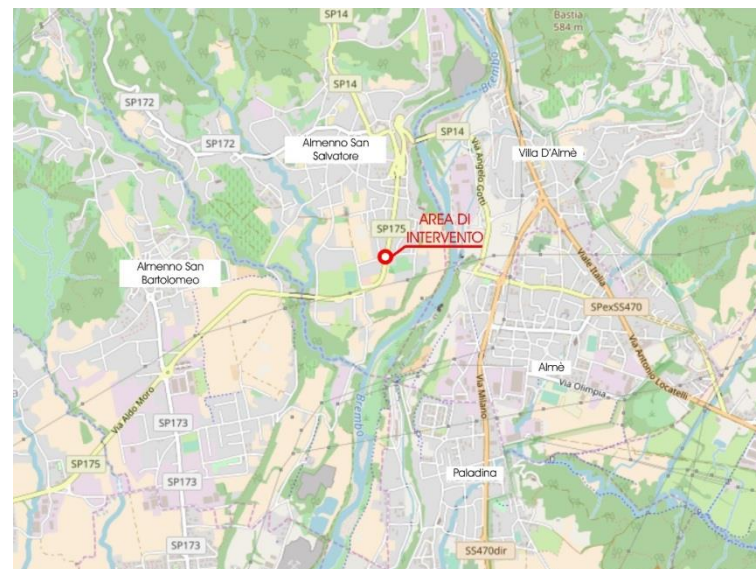


Figura 2 – Area di intervento – Inquadramento area vasta

Il progetto consiste nella riqualifica dell'intersezione localizzata lungo la SP175 in corrispondenza con la via Romanelle.



Figura 3 – Area di intervento – Stato di fatto

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 del territorio comunale, rilevando sia la quantità sia la qualità dei collegamenti stradali esistenti.

Si evidenzia che la riqualifica dell'intersezione permetterà di meglio definire una "porta" al territorio comunale e nel contempo collegare in maggior sicurezza le zone residenziali poste ad ovest ed a est della Strada Provinciale.

La nuova configurazione dell'intersezione permetterà anche, grazie all'introduzione di percorsi pedonali protetti ad oggi mancanti, di collegare le zone residenziali con al funzione medica localizzata sul lato nord di Via Romanelle tratto ovest.

Tutte le strade nell'immediato intorno dell'area di intervento sono a doppio senso di marcia.

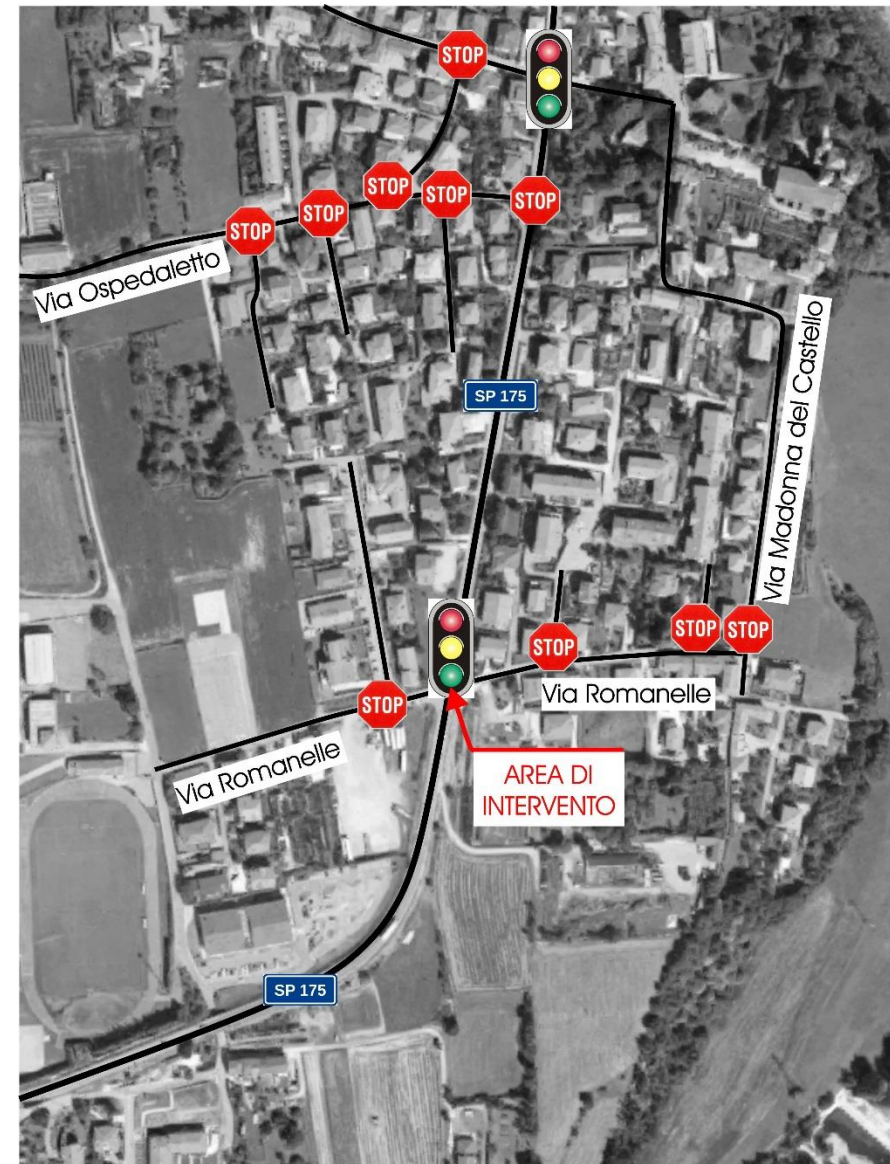


Figura 4 – Regolamentazione intersezioni e della circolazione

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.

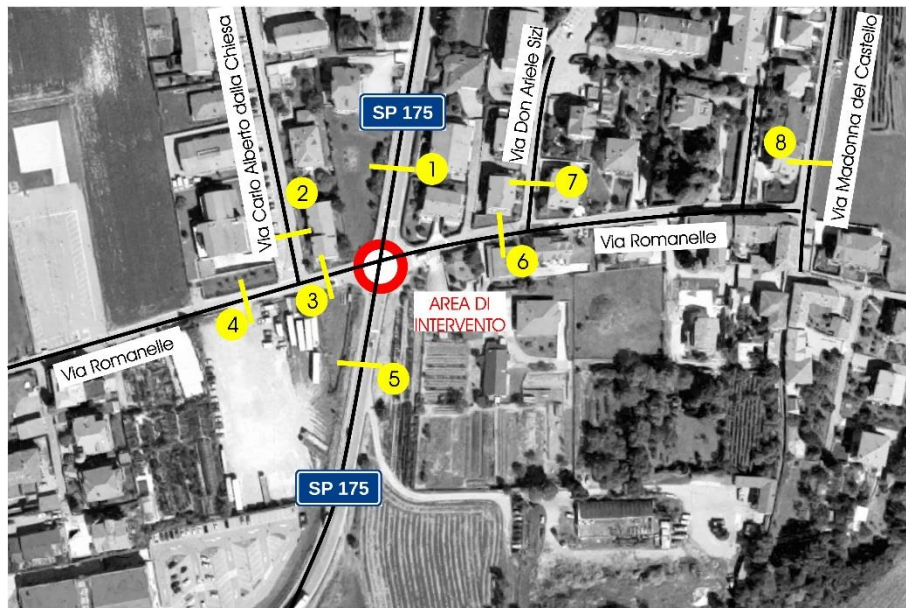


Figura 5 – Assi stradali analizzati

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

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

3.2.1.5 S5: STRADA PROVINCIALE SP175 SUD

Foto 5 – S5: SP175 sud

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

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

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:	

3.2.2 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.

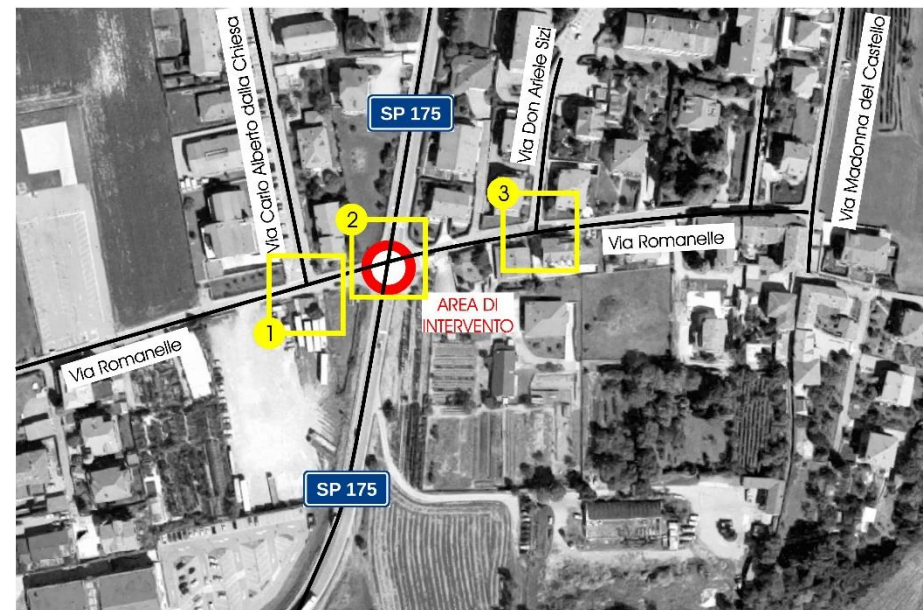


Figura 6 – Intersezioni analizzate

3.2.2.1 INTERSEZIONE 1 – VIA ROMANELLE / VIA CARLO ALBERTO DALLA CHIESA

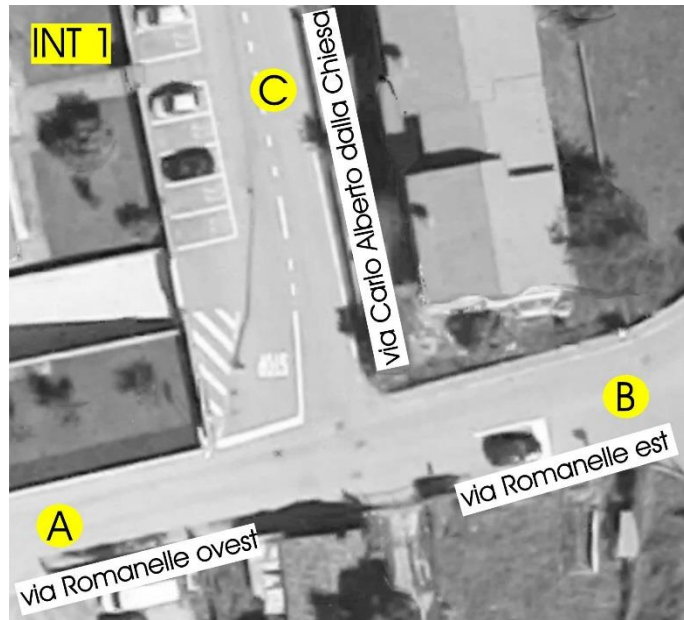


Figura 7 – Intersezione 1: via Romanelle / via Carlo Alberto dalla Chiesa

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

NOTE:

3.2.2.2 INTERSEZIONE 2 – SP175 / VIA ROMANELLE

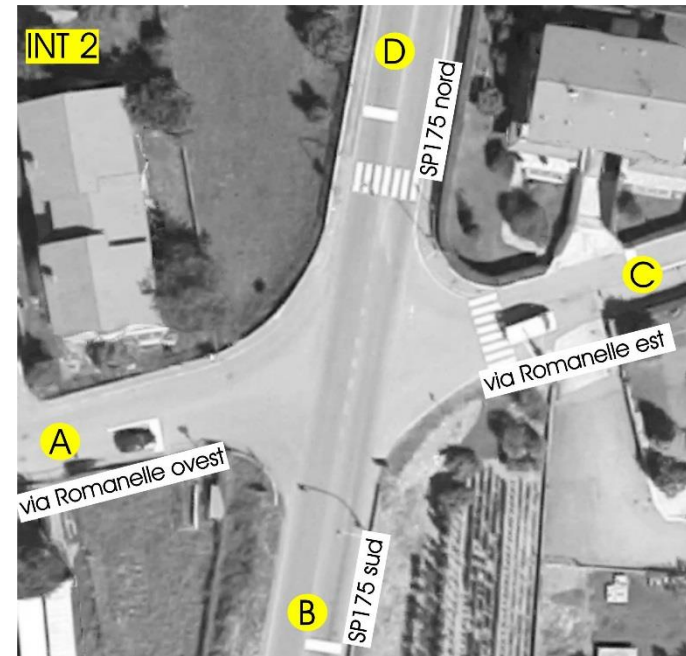


Figura 8 – Intersezione 2: SP175 / via Romanelle

Ambito	n.d.			
Tipo regolamentazione	intersezione semaforizzata			
Numero innesti	4			
	num corsie IN	num corsie OUT	corsie di svolta esterne	manovre vietate
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
attraversamenti pedonali / ciclabili				
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:

3.2.2.3 INTERSEZIONE 3 – VIA ROMANELLE / VIA DON ARIELE SIZI



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

Ambito	n.d.				
Tipo regolamentazione	innesto con precedenza / Stop				
Numero innesti	3				
	num corsie IN	num corsie OUT	corsie di svolta esterne	manovre vietate	
ramo A: via Romanelle ovest	1	1	no	nessuna	
ramo B: via Romanelle est	1	1	no	nessuna	
ramo C: via Don Ariele Sizi	1	1	no	nessuna	
attraversamenti pedonali / ciclabili					
ramo A: via Romanelle ovest	no	--			
ramo B: via Romanelle est	si	a raso			
ramo C: via Don Ariele 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 nella relativa provincia. In particolare, nelle vicinanze dell'area di studio la fermata del TPL su gomma più prossima è ubicata lungo la SP175 in prossimità dell'intersezione con via Ospedaletto della *Linea P* gestita da Bergamo Trasporti.



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

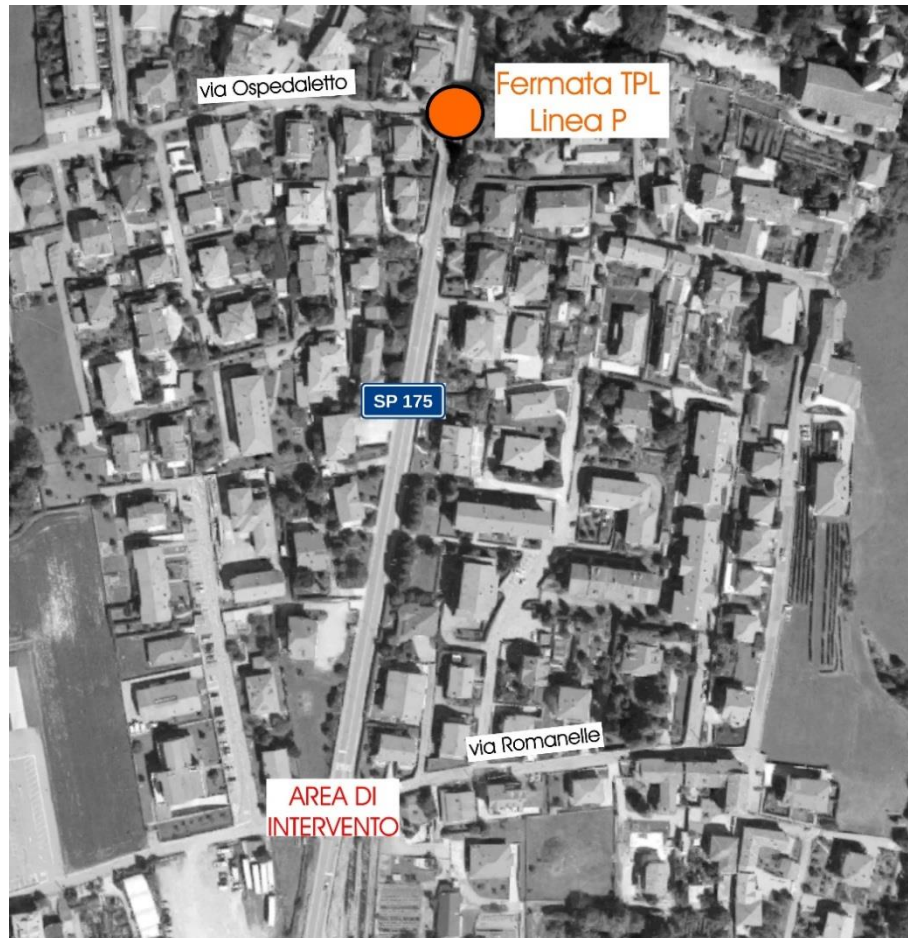


Figura 11 – Fermata TPL su gomma

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.

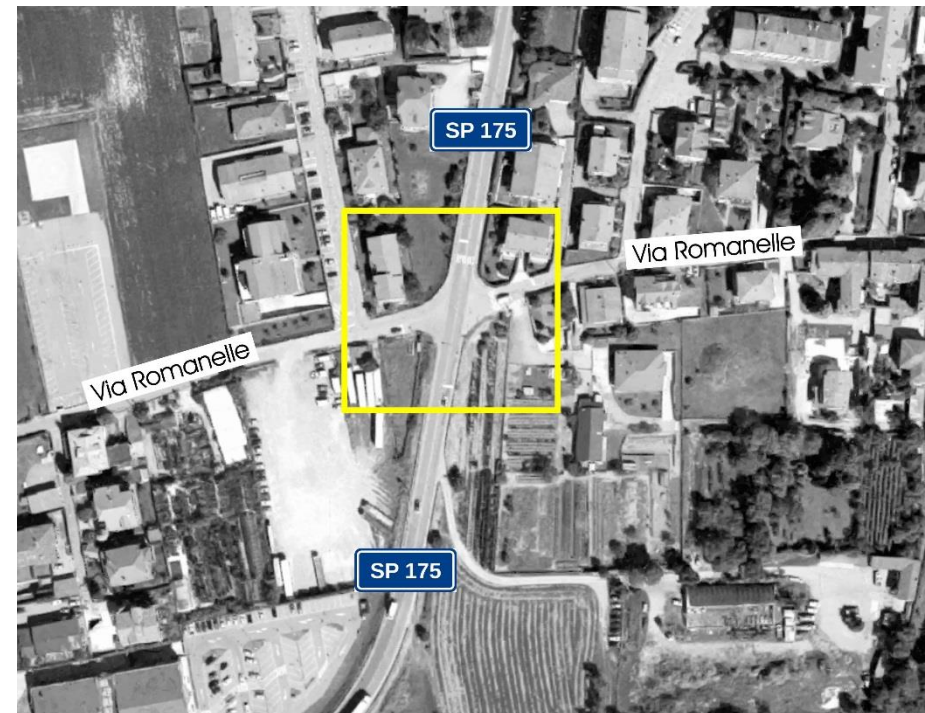


Figura 12 – Identificazione dell'intersezione rilevata

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 SP175 / VIA ROMANELLE

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

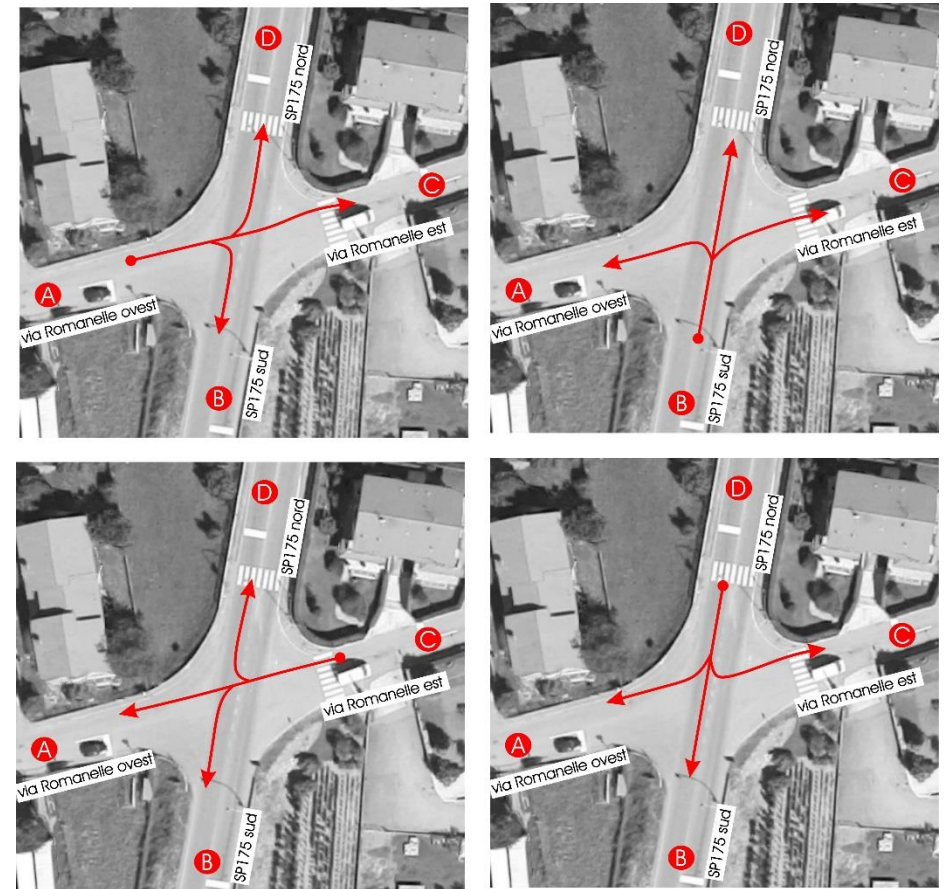


Figura 14 – Intersezione rilevata – sezioni e manovre di rilievo

Nell’intersezione in esame il flusso complessivo in ingresso/uscita, nelle ore di rilievo, risulta essere suddiviso come riportato nelle seguenti tabelle.

COMUNE DI ALMENNO SAN SALVATORE										
INTERSEZIONE SP175 / VIA ROMANELLE - 15/09/2017										
DATI DISAGGREGATI										
INGRESSO NELL'INTERSEZIONE										
1A - via Romanelle ovest										
Ora	1B - SP175 sud			1C - via Romanelle est			1D - SP175 nord			TOTALE
	Leggeri	>35q	Totale	Leggeri	>35q	Totale	Leggeri	>35q	Totale	
7.00 - 7.15	1	0	1	0	0	0	4	0	4	5
7.15 - 7.30	3	0	3	0	0	0	7	1	8	11
7.30 - 7.45	2	0	2	2	0	2	2	0	2	6
7.45 - 8.00	3	0	3	5	0	5	1	0	1	9
8.00 - 8.15	5	0	5	6	0	6	3	0	3	14
8.15 - 8.30	4	0	4	0	0	0	4	0	4	8
8.30 - 8.45	0	0	0	0	0	0	8	0	8	8
8.45 - 9.00	5	0	5	1	0	1	3	0	3	9
Tot. 7.00 - 8.00	9	0	9	7	0	7	14	1	15	31
Tot. 7.30 - 8.30	14	0	14	13	0	13	10	0	10	37
Tot. 8.00 - 9.00	14	0	14	7	0	7	18	0	18	39

COMUNE DI ALMENNO SAN SALVATORE										
INTERSEZIONE SP175 / VIA ROMANELLE - 15/09/2017										
DATI DISAGGREGATI										
USCITA DALL'INTERSEZIONE										
1A - via Romanelle ovest										
Ora	1B - SP175 sud			1C - via Romanelle est			1D - SP175 nord			TOTALE
	Leggeri	>35q	Totale	Leggeri	>35q	Totale	Leggeri	>35q	Totale	
7.00 - 7.15	3	0	3	0	0	0	5	0	5	8
7.15 - 7.30	0	0	0	1	0	1	10	1	11	12
7.30 - 7.45	0	0	0	1	0	1	14	1	15	16
7.45 - 8.00	4	0	4	8	0	8	10	0	10	22
8.00 - 8.15	1	0	1	3	0	3	6	0	6	10
8.15 - 8.30	1	0	1	0	0	0	8	0	8	9
8.30 - 8.45	4	0	4	2	0	2	9	0	9	15
8.45 - 9.00	2	0	2	0	0	0	6	2	8	10
Tot. 7.00 - 8.00	7	0	7	10	0	10	39	2	41	58
Tot. 7.30 - 8.30	6	0	6	12	0	12	38	1	39	57
Tot. 8.00 - 9.00	8	0	8	5	0	5	29	2	31	44

1B - SP175 sud										
Ora	1C - via Romanelle est			1D - SP175 nord			1A - via Romanelle ovest			TOTALE
	Leggeri	>35q	Totale	Leggeri	>35q	Totale	Leggeri	>35q	Totale	
7.00 - 7.15	0	0	0	65	1	66	3	0	3	69
7.15 - 7.30	2	0	2	68	5	73	0	0	0	75
7.30 - 7.45	1	0	1	111	5	116	0	0	0	117
7.45 - 8.00	0	0	0	102	5	107	4	0	4	111
8.00 - 8.15	3	0	3	91	5	96	1	0	1	100
8.15 - 8.30	3	0	3	100	7	107	1	0	1	111
8.30 - 8.45	3	0	3	122	3	125	4	0	4	132
8.45 - 9.00	3	0	3	110	4	114	2	0	2	119
Tot. 7.00 - 8.00	3	0	3	346	16	362	7	0	7	372
Tot. 7.30 - 8.30	7	0	7	404	22	426	6	0	6	439
Tot. 8.00 - 9.00	12	0	12	423	19	442	8	0	8	462

1B - SP175 sud										
Ora	1C - via Romanelle est			1D - SP175 nord			1A - via Romanelle ovest			TOTALE
	Leggeri	>35q	Totale	Leggeri	>35q	Totale	Leggeri	>35q	Totale	
7.00 - 7.15	7	0	7	228	5	233	1	0	1	241
7.15 - 7.30	13	0	13	195	6	201	3	0	3	217
7.30 - 7.45	5	0	5	170	5	175	2	0	2	182
7.45 - 8.00	5	0	5	156	2	158	3	0	3	166
8.00 - 8.15	3	0	3	190	0	190	5	0	5	198
8.15 - 8.30	3	0	3	165	5	170	4	0	4	177
8.30 - 8.45	4	0	4	141	7	148	0	0	0	152
8.45 - 9.00	4	0	4	112	8	120	5	0	5	129
Tot. 7.00 - 8.00	30	0	30	749	18	767	9	0	9	806
Tot. 7.30 - 8.30	16	0	16	681	12	693	14	0	14	723
Tot. 8.00 - 9.00	14	0	14	606	20	628	14	0	14	666

1C - via Romanelle est										
Ora	1D - SP175 nord			1A - via Romanelle ovest			1B - SP175 sud			TOTALE
	Leggeri	>35q	Totale	Leggeri	>35q	Totale	Leggeri	>35q	Totale	
7.00 - 7.15	2	0	2	0	0	0	7	0	7	9
7.15 - 7.30	1	0	1	1	0	1	13	0	13	15
7.30 - 7.45	2	0	2	1	0	1	5	0	5	8
7.45 - 8.00	8	0	8	8	0	8	5	0	5	21
8.00 - 8.15	4	0	4	3	0	3	3	0	3	10
8.15 - 8.30	2	0	2	0	0	0	3	0	3	5
8.30 - 8.45	2	0	2	2	0	2	4	0	4	8
8.45 - 9.00	1	0	1	0	0	0	4	0	4	5
Tot. 7.00 - 8.00	13	0	13	10	0	10	30	0	30	53
Tot. 7.30 - 8.30	16	0	16	12	0	12	16	0	16	44
Tot. 8.00 - 9.00	9	0	9	5	0	5	14	0	14	28

1C - via Romanelle est										
Ora	1D - SP175 nord			1A - via Romanelle ovest			1B - SP175 sud			TOTALE
	Leggeri	>35q	Totale	Leggeri	>35q	Totale	Leggeri	>35q	Totale	
7.00 - 7.15	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1
7.15 - 7.30	4	0	4	0	0	0	2	0	2	6
7.30 - 7.45	1	0	1	2	0	2	1	0	1	4
7.45 - 8.00	1	0	1	5	0	5	0	0	0	6
8.00 - 8.15	2	0	2	6	0	6	3	0	3	11
8.15 - 8.30	5	0	5	0	0	0	3	0	3	8
8.30 - 8.45	1	0	1	0	0	0	3	0	3	4
8.45 - 9.00	5	0	5	1	0	1	3	0	3	9
Tot. 7.00 - 8.00	7	0	7	7	0	7	3	0	3	17
Tot. 7.30 - 8.30	9	0	9	13	0	13	7	0	7	29
Tot. 8.00 - 9.00	13	0	13	7	0	7	12	0	12	32

1D - SP175 nord										
Ora	1A - via Romanelle ovest			1B - SP175 sud			1C - via Romanelle est			TOTALE
	Leggeri	>35q	Totale	Leggeri	>35q	Totale	Leggeri	>35q	Totale	
7.00 - 7.15	5	0	5	228	5	233	1	0	1	239
7.15 - 7.30	10	1	11	195	6	201	4	0	4	216
7.30 - 7.45	14	1	15	170	5	175	1	0	1	191
7.45 - 8.00	10	0	10	156	2	158	1	0	1	169
8.00 - 8.15	6	0	6	190	0	190	2	0	2	198
8.15 - 8.30	8	0	8	165	5	170	5	0	5	183
8.30 - 8.45	9	0	9	141	7	148	1	0	1	158
8.45 - 9.00	6	2	8	112	8	120	5	0	5	133
Tot. 7.00 - 8.00	39	2	41	749	18	767	7	0	7	815
Tot. 7.30 - 8.30	38	1	39	681	12	693	9	0	9	741
Tot. 8.00 - 9.00	29	2	31	608	20	628	13	0	13	672

1D - SP175 nord										
Ora	1A - via Romanelle ovest			1B - SP175 sud			1C - via Romanelle est			TOTALE
	Leggeri	>35q	Totale	Leggeri	>35q	Totale	Leggeri	>35q	Totale	
7.00 - 7.15	4	0	4	65	1	66	2	0	2	72
7.15 - 7.30	7	1	8	68	5	73	1	0	1	82
7.30 - 7.45	2	0	2	111	5	116	2	0	2	120
7.45 - 8.00	1	0	1	102	5	107	8	0	8	116
8.00 - 8.15	3	0	3	91	5	96	4	0	4	103
8.15 - 8.30	4	0	4	100	7	107	2	0	2	113
8.30 - 8.45	8	0	8	122	3	125	2	0	2	135
8.45 - 9.00	3	0	3	110	4	114	1	0	1	118
Tot. 7.00 - 8.00	14	1	15	346	16	362	13	0	13	390
Tot. 7.30 - 8.30	10	0	10	404	22	426	16	0	16	452
Tot. 8.00 - 9.00	18	0	18	423	19	442	9	0	9	469

Tabella 1 - Intersezione - Flussi disaggregati - venerdì - mattina

COMUNE DI ALMENNO SAN SALVATORE										
INTERSEZIONE SP175 / VIA ROMANELLE - 22/09/2017										
DATI DISAGGREGATI										
INGRESSO NELL'INTERSEZIONE										
1A - via Romanelle ovest										
Ora	1B - SP175 sud			1C - via Romanelle est			1D - SP175 nord			TOTALE
	Leggeri	>35q	Totale	Leggeri	>35q	Totale	Leggeri	>35q	Totale	
17.00 - 17.15	3	0	3	0	0	0	9	0	9	12
17.15 - 17.30	4	0	4	3	0	3	9	0	9	16
17.30 - 17.45	2	0	2	1	0	1	7	0	7	10
17.45 - 18.00	4	0	4	3	0	3	11	0	11	18
18.00 - 18.15	0	0	0	5	0	5	7	0	7	12
18.15 - 18.30	5	0	5	4	0	4	9	0	9	18
18.30 - 18.45	2	0	2	5	0	5	9	1	10	17
18.45 - 19.00	3	0	3	1	0	1	13	0	13	17
Tot. 17.00 - 18.00	13	0	13	7	0	7	36	0	36	56
Tot. 17.30 - 18.30	11	0	11	13	0	13	34	0	34	58
Tot. 18.00 - 19.00	10	0	10	15	0	15	38	1	39	64
1B - SP175 sud										
Ora	1C - via Romanelle est			1D - SP175 nord			1A - via Romanelle ovest			TOTALE
	Leggeri	>35q	Totale	Leggeri	>35q	Totale	Leggeri	>35q	Totale	
17.00 - 17.15	8	0	8	181	7	188	2	0	2	198
17.15 - 17.30	8	0	8	217	7	224	2	0	2	234
17.30 - 17.45	6	0	6	197	12	209	4	0	4	219
17.45 - 18.00	8	0	8	219	5	224	4	1	5	237
18.00 - 18.15	7	0	7	188	3	191	4	0	4	202
18.15 - 18.30	7	0	7	237	3	240	8	0	8	255
18.30 - 18.45	6	0	6	222	2	224	6	0	6	236
18.45 - 19.00	5	0	5	230	6	236	4	0	4	245
Tot. 17.00 - 18.00	30	0	30	814	31	845	12	1	13	888
Tot. 17.30 - 18.30	28	0	28	841	23	864	20	1	21	913
Tot. 18.00 - 19.00	25	0	25	877	14	891	22	0	22	938
1C - via Romanelle est										
Ora	1D - SP175 nord			1A - via Romanelle ovest			1B - SP175 sud			TOTALE
	Leggeri	>35q	Totale	Leggeri	>35q	Totale	Leggeri	>35q	Totale	
17.00 - 17.15	3	0	3	1	0	1	3	0	3	7
17.15 - 17.30	4	0	4	1	0	1	2	0	2	7
17.30 - 17.45	0	0	0	1	0	1	5	0	5	6
17.45 - 18.00	1	0	1	3	0	3	4	0	4	8
18.00 - 18.15	3	0	3	4	0	4	5	0	5	12
18.15 - 18.30	1	0	1	3	0	3	2	0	2	6
18.30 - 18.45	3	0	3	1	0	1	1	0	1	5
18.45 - 19.00	2	0	2	1	0	1	2	0	2	5
Tot. 17.00 - 18.00	8	0	8	6	0	6	14	0	14	28
Tot. 17.30 - 18.30	5	0	5	11	0	11	16	0	16	32
Tot. 18.00 - 19.00	9	0	9	9	0	9	10	0	10	28
1D - SP175 nord										
Ora	1A - via Romanelle ovest			1B - SP175 sud			1C - via Romanelle est			TOTALE
	Leggeri	>35q	Totale	Leggeri	>35q	Totale	Leggeri	>35q	Totale	
17.00 - 17.15	6	0	6	138	3	141	4	0	4	151
17.15 - 17.30	8	0	8	121	1	122	9	0	9	139
17.30 - 17.45	7	0	7	145	4	149	4	0	4	160
17.45 - 18.00	5	0	5	126	4	130	4	0	4	139
18.00 - 18.15	10	0	10	121	0	121	3	0	3	134
18.15 - 18.30	11	0	11	129	3	132	8	0	8	151
18.30 - 18.45	11	1	12	137	1	138	9	0	9	159
18.45 - 19.00	9	0	9	142	0	142	3	0	3	154
Tot. 17.00 - 18.00	26	0	26	530	12	542	21	0	21	589
Tot. 17.30 - 18.30	33	0	33	521	11	532	19	0	19	584
Tot. 18.00 - 19.00	41	1	42	529	4	533	23	0	23	598

COMUNE DI ALMENNO SAN SALVATORE										
INTERSEZIONE SP175 / VIA ROMANELLE - 22/09/2017										
DATI DISAGGREGATI										
USCITA DALL'INTERSEZIONE										
1A - via Romanelle ovest										
Ora	1B - SP175 sud			1C - via Romanelle est			1D - SP175 nord			TOTALE
	Leggeri	>35q	Totale	Leggeri	>35q	Totale	Leggeri	>35q	Totale	
17.00 - 17.15	2	0	2	1	0	1	6	0	6	9
17.15 - 17.30	2	0	2	1	0	1	8	0	8	11
17.30 - 17.45	4	0	4	1	0	1	7	0	7	12
17.45 - 18.00	4	1	5	3	0	3	5	0	5	13
18.00 - 18.15	4	0	4	4	0	4	10	0	10	18
18.15 - 18.30	8	0	8	3	0	3	11	0	11	22
18.30 - 18.45	6	0	6	1	0	1	11	1	12	19
18.45 - 19.00	4	0	4	1	0	1	9	0	9	14
Tot. 17.00 - 18.00	12	1	13	6	0	6	26	0	26	45
Tot. 17.30 - 18.30	20	1	21	11	0	11	33	0	33	65
Tot. 18.00 - 19.00	22	0	22	9	0	9	41	1	42	73
1B - SP175 sud										
Ora	1C - via Romanelle est			1D - SP175 nord			1A - via Romanelle ovest			TOTALE
	Leggeri	>35q	Totale	Leggeri	>35q	Totale	Leggeri	>35q	Totale	
17.00 - 17.15	3	0	3	138	3	141	3	0	3	147
17.15 - 17.30	2	0	2	121	1	122	4	0	4	128
17.30 - 17.45	5	0	5	145	4	149	2	0	2	166
17.45 - 18.00	4	0	4	126	4	130	4	0	4	138
18.00 - 18.15	5	0	5	121	0	121	0	0	0	126
18.15 - 18.30	2	0	2	129	3	132	5	0	5	139
18.30 - 18.45	1	0	1	137	1	138	2	0	2	141
18.45 - 19.00	2	0	2	142	0	142	3	0	3	147
Tot. 17.00 - 18.00	14	0	14	530	12	542	13	0	13	569
Tot. 17.30 - 18.30	16	0	16	521	11	532	11	0	11	569
Tot. 18.00 - 19.00	10	0	10	529	4	533	10	0	10	563
1C - via Romanelle est										
Ora	1D - SP175 nord			1A - via Romanelle ovest			1B - SP175 sud			TOTALE
	Leggeri	>35q	Totale	Leggeri	>35q	Totale	Leggeri	>35q	Totale	
17.00 - 17.15	4	0	4	0	0	0	8	0	8	12
17.15 - 17.30	9	0	9	3	0	3	8	0	8	20
17.30 - 17.45	4	0	4	1	0	1	6	0	6	11
17.45 - 18.00	4	0	4	3	0	3	8	0	8	15
18.00 - 18.15	3	0	3	5	0	5	7	0	7	15
18.15 - 18.30	8	0	8	4	0	4	7	0	7	19
18.30 - 18.45	9	0	9	5	0	5	6	0	6	20
18.45 - 19.00	3	0	3	1	0	1	5	0	5	9
Tot. 17.00 - 18.00	21	0	21	7	0	7	30	0	30	58
Tot. 17.30 - 18.30	19	0	19	13	0	13	28	0	28	60
Tot. 18.00 - 19.00	23	0	23	15	0	15	25	0	25	63
1D - SP175 nord										
Ora	1A - via Romanelle ovest			1B - SP175 sud			1C - via Romanelle est			TOTALE
	Leggeri	>35q	Totale	Leggeri	>35q	Totale	Leggeri	>35q	Totale	
17.00 - 17.15	9	0	9	181	7	188	3	0	3	200
17.15 - 17.30	9	0	9	217	7	224	4	0	4	237
17.30 - 17.45	7	0	7	197	12	209	0	0	0	216
17.45 - 18.00	11	0	11	219	5	224	1	0	1	236
18.00 - 18.15	7	0	7	188	3	191	3	0	3	201
18.15 - 18.30	9	0	9	237	3	240	1	0	1	250
18.30 - 18.45	9	1	10	222	2	224	3	0	3	237
18.45 - 19.00	13	0	13	230	6	236	2	0	2	251
Tot. 17.00 - 18.00	36	0	36	814	31	845	8	0	8	889
Tot. 17.30 - 18.30	34	0	34	841	23	864	5	0	5	903
Tot. 18.00 - 19.00	38	1	39	877	14	891	9	0	9	939

Tabella 2 – Intersezione – Flussi disaggregati – venerdì – sera

3.5 IDENTIFICAZIONE DELL'ORA DI PUNTA

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

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.

L'ora di punta è stata individuata considerando i flussi espressi in veicoli equivalenti:

- veicoli Leggeri: 1,0 veicolo equivalente;
- veicoli Pesanti e Bus: 2,0 veicoli equivalenti.

Le sezioni di ingresso nel comparto possono essere così riassunte.

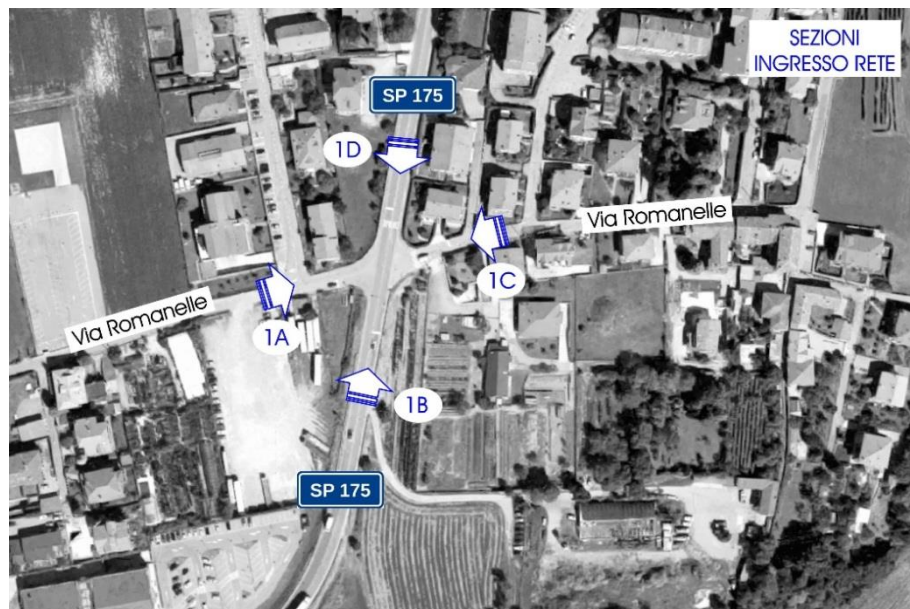


Figura 15 – Identificazione ora di punta – Sezioni di ingresso in rete considerate

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
Totale	1.308	1.296	1.242

* valori espressi in veicoli equivalenti

Tabella 3 – Identificazione ora di punta – venerdì mattina

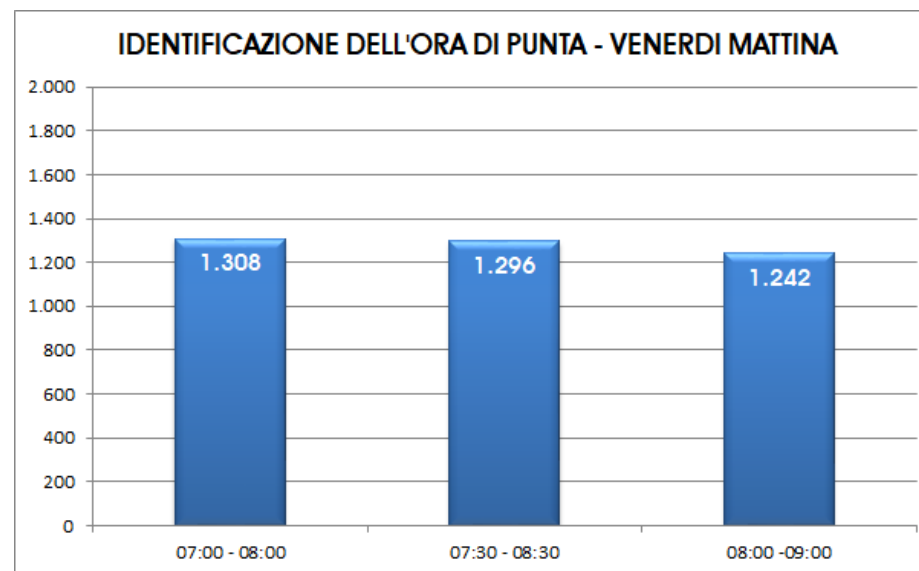


Gráfico 1 – Identificazione ora di punta – venerdì mattina

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
Totale	1.605	1.622	1.648

* valori espressi in veicoli equivalenti

Tabella 4 – Identificazione ora di punta – venerdì mattina

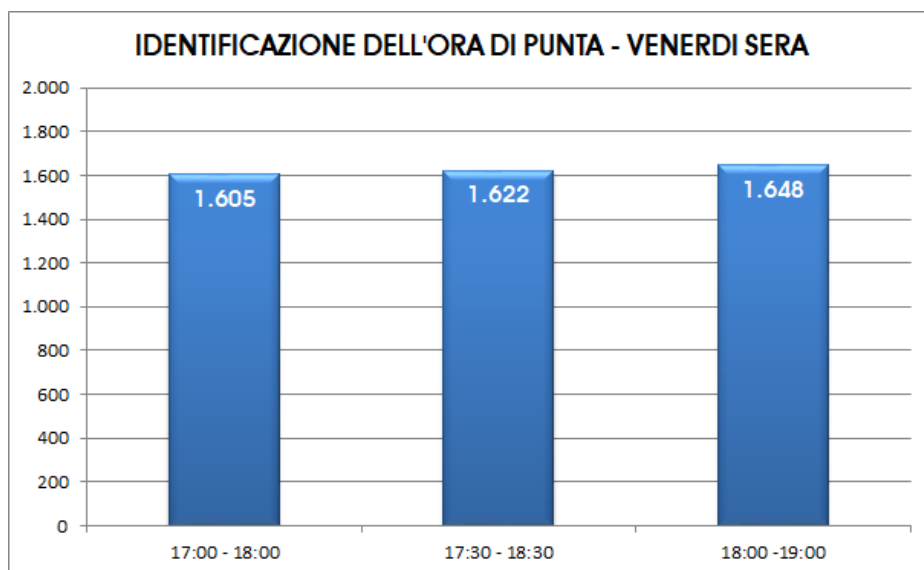


Gráfico 2 – Identificazione ora di punta – venerdì mattina

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 conterminare l'area di intervento.

3.6.1 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 5 – Intersezione – Stato di fatto – matrice flussi – venerdì mattina

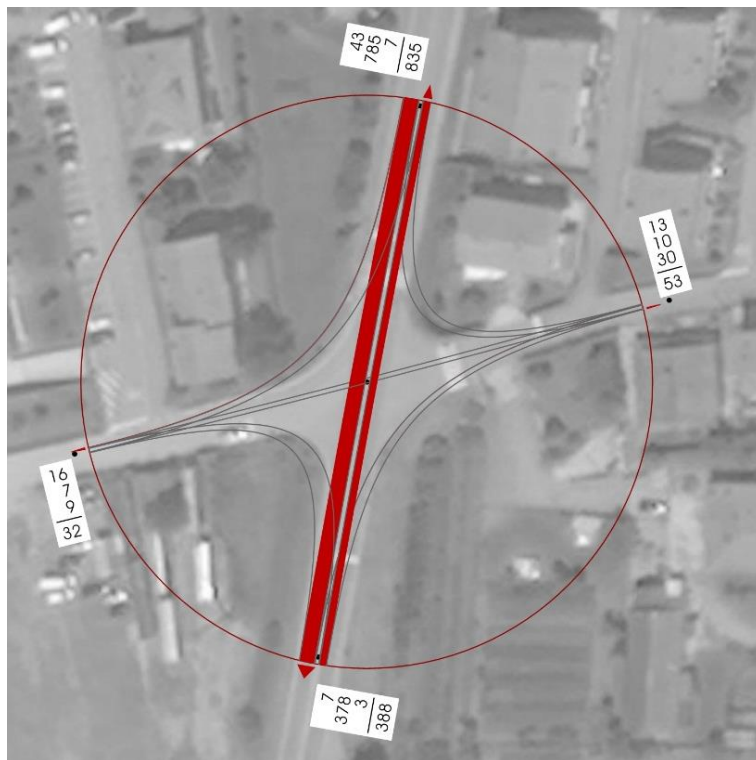


Figura 16 – Intersezione – Stato di fatto – flussi ora di punta – venerdì mattina

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 6 – 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 dell'intersezione tra la Strada Provinciale SP175 e via Romanelle. L'adeguamento prevede la modifica geometrica della sede stradale, tramite l'inserimento di una corsia dedicata alla svolta a sinistra provenendo dalla SP175 sud e l'ottimizzazione del ciclo semaforico in essere.

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.

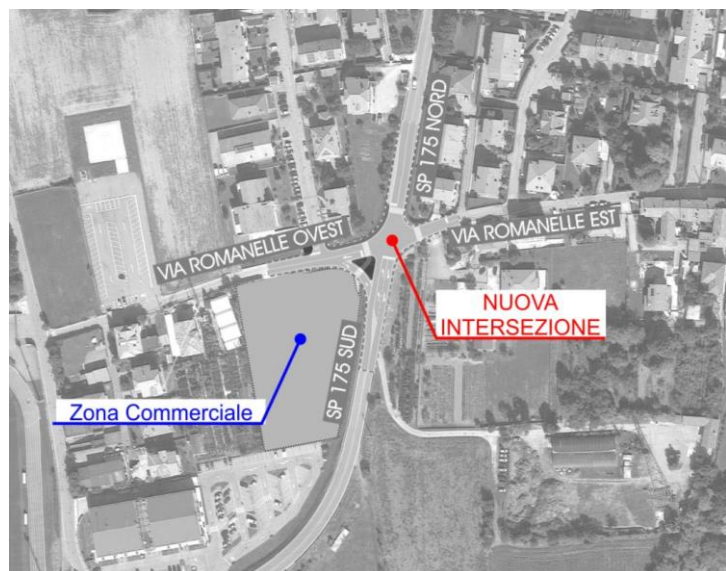


Figura 20 – Nuovo assetto infrastrutturale e urbanistico considerato

4.1 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.

E' prevista la realizzazione di una corsia dedicata alla svolta a sinistra, di lunghezza pari a 27 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.

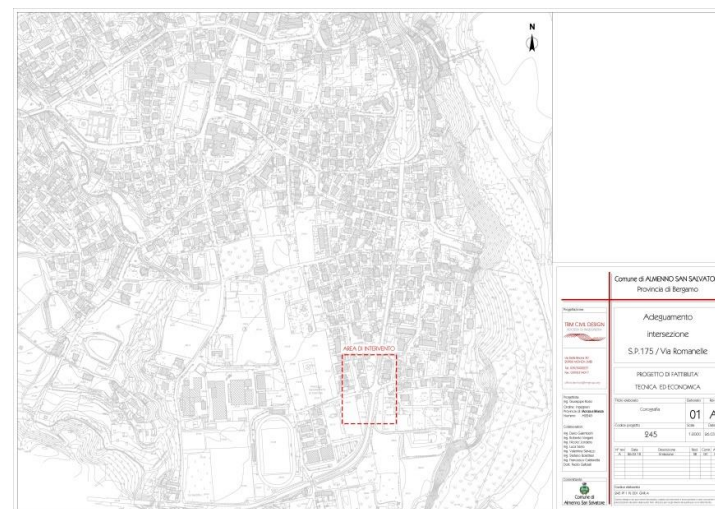


Figura 21 – Intersezione SP175 / via Romanelle – Corografia – tavola 1

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).

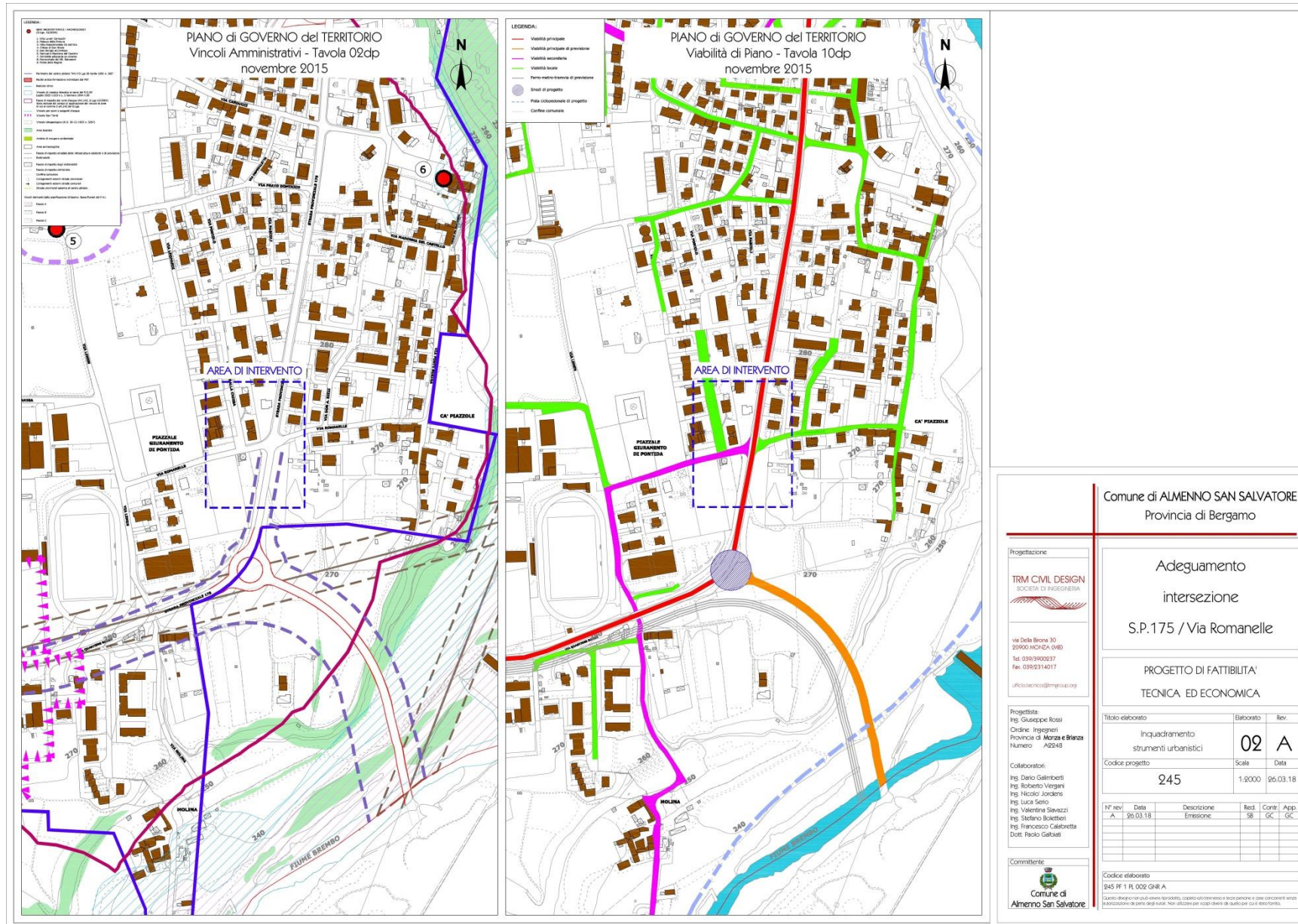


Figura 22 – Intersezione SP175 / via Romanelle – Inquadramento strumenti urbanistici – tavola 2

Comune di ALMENNO SAN SALVATORE
Provincia di Bergamo

Progettazione

TRM CIVIL DESIGN
SOCIETÀ DI INGEGNERIA

Via Della Beone 30
20900 MONEGA (BG)
Tel. 039/900237
Fax: 039/2314017
ufficio.servizi@trmgrouppro.it

Progettista:
Ing. Giuseppe Rossi
Ordine: Ingegneri
Provincia di Monza e Brianza
Numero: A2248

Collaboratori:
Ing. Dario Gellinetti
Ing. Roberto Vergara
Ing. Nicolò Jordani
Ing. Luca Sello
Ing. Valentina Silvestri
Ing. Stefano Boletetti
Ing. Francesco Calabretta
Dott. Paolo Gabiani

Comittente:

Comune di
Almenno San Salvatore

Adeguamento
intersezione
S.P.175 / Via Romanelle

PROGETTO DI FATTIBILITÀ
TECNICA ED ECONOMICA

Titolo elaborato:		Elaborato	Rev.
Inquadramento strumenti urbanistici		02	A
Codice progetto	Scale	Data	
245	1:8000	26.03.18	

N° rev.	Data	Descrizione	Red.	Contr.	App.
A	26.03.18	Emisione	SR	GC	GC

Codice elaborato
245 PF 1 PL 002 GNR A

Questo documento è di esclusiva proprietà, coperto da brevetto e marchi registrati e non può essere riprodotto, copiato, distribuito o usato in alcun modo senza la permesso scritto del progettista. Non utilizzare per scopi diversi da quelli autorizzati.

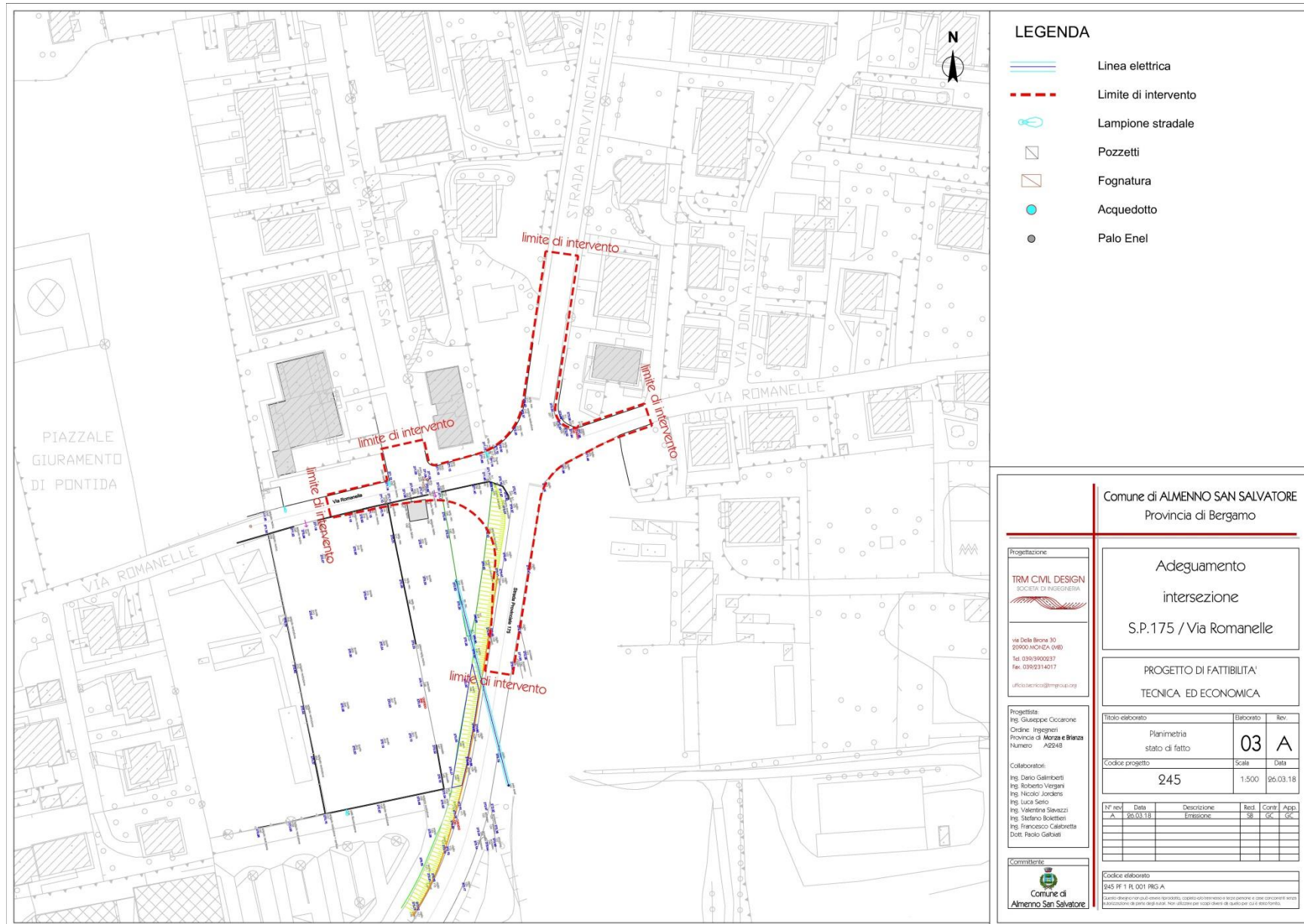
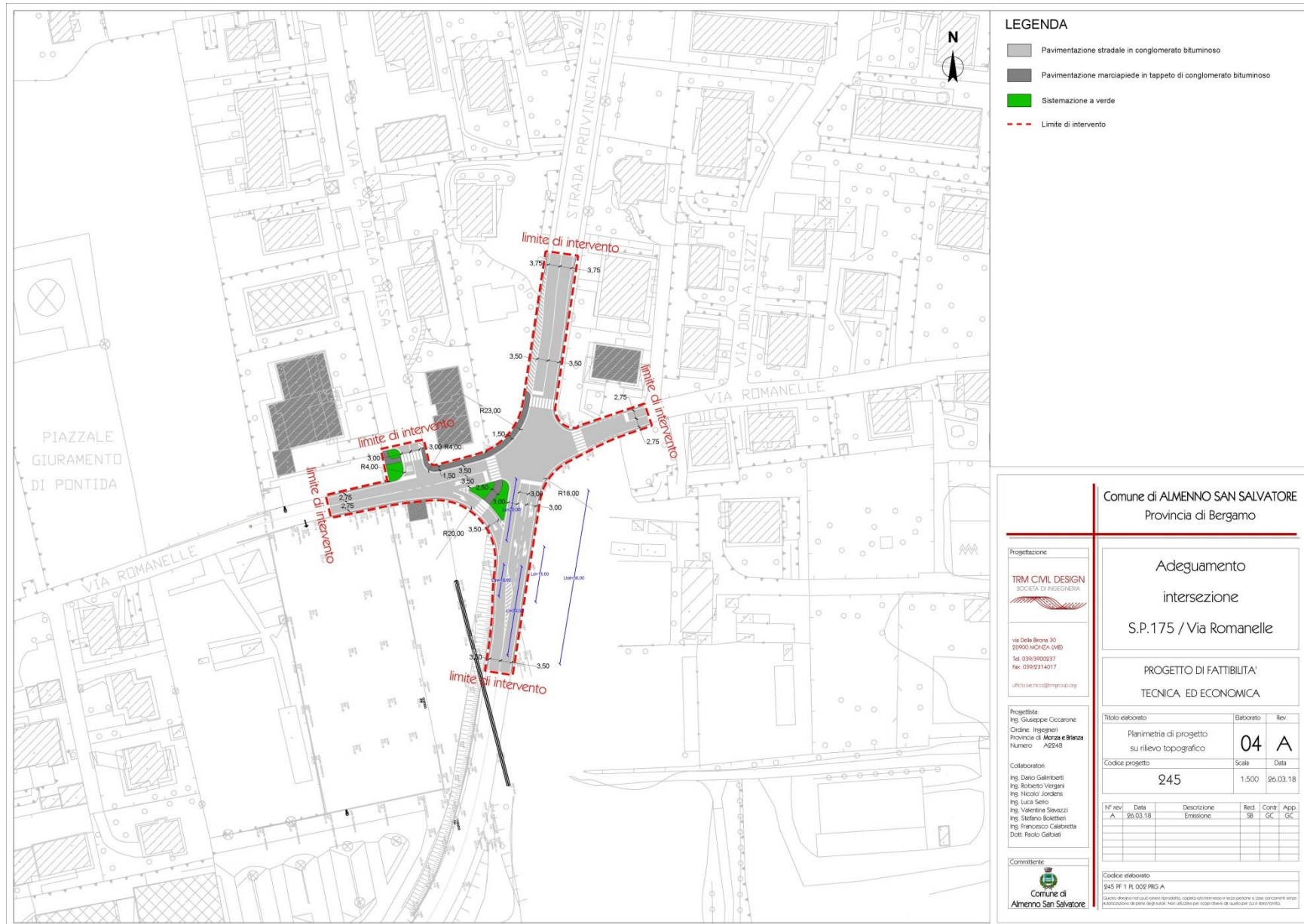


Figura 23 – Intersezione SP175 / via Romanelle – Stato di fatto – tavola 3

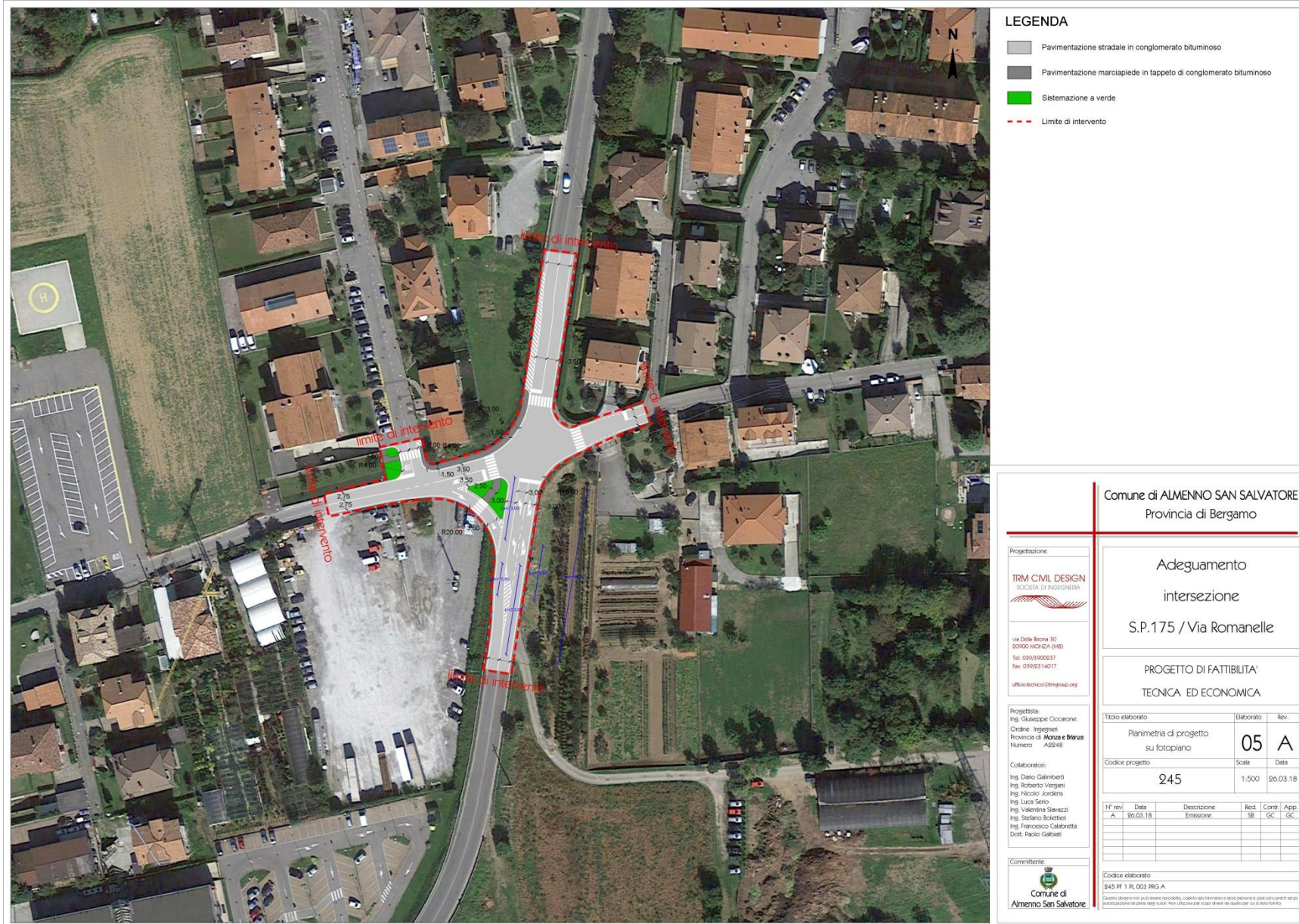


LEGENDA

- Pavimentazione stradale in conglomerato bituminoso
- Pavimentazione marciapiede in tappeto di conglomerato bituminoso
- Sistemazione a verde
- Limite di intervento

Comune di ALMENNO SAN SALVATORE Provincia di Bergamo																									
<p>Adeguamento intersezione S.P.175 / Via Romanelle</p>																									
<p>PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA</p>																									
<p>Progettazione</p> <p>TRM CIVIL DESIGN SOCIETA' DI INGEGNERIA</p> <p>Via Della Beone 30 20900 MONZA (MI) Tel. 039/900237 Fax: 039/2314017 ufficio.servizi@trmgroupany</p>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;">Titolo elaborato</td> <td style="width: 25%;">Elaborato</td> <td style="width: 25%;">Rev.</td> </tr> <tr> <td>Planimetria di progetto su rilievo topografico</td> <td style="text-align: center;">04</td> <td style="text-align: center;">A</td> </tr> <tr> <td>Codice progetto</td> <td style="text-align: center;">245</td> <td style="text-align: center;">Scale 1:500 Data 26.03.18</td> </tr> </table>	Titolo elaborato	Elaborato	Rev.	Planimetria di progetto su rilievo topografico	04	A	Codice progetto	245	Scale 1:500 Data 26.03.18															
Titolo elaborato	Elaborato	Rev.																							
Planimetria di progetto su rilievo topografico	04	A																							
Codice progetto	245	Scale 1:500 Data 26.03.18																							
<p>Progettista: Ing. Giuseppe Ciccarone Ordine: Ingegneri Provincia di Monza e Brianza Numero: A2948</p> <p>Collaboratori: Ing. Dario Gellinetti Ing. Roberto Vergara Ing. Nicolò Jordani Ing. Luca Sello Ing. Valentina Silvestri Ing. Stefano Boletetti Ing. Francesco Calabretta Dott. Paolo Gabassi</p>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>N° rev.</th> <th>Data</th> <th>Descrizione</th> <th>Red.</th> <th>Contr.</th> <th>App.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">A</td> <td style="text-align: center;">26.03.18</td> <td style="text-align: center;">Emissione</td> <td style="text-align: center;">SB</td> <td style="text-align: center;">GC</td> <td style="text-align: center;">GC</td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </tbody> </table>	N° rev.	Data	Descrizione	Red.	Contr.	App.	A	26.03.18	Emissione	SB	GC	GC												
N° rev.	Data	Descrizione	Red.	Contr.	App.																				
A	26.03.18	Emissione	SB	GC	GC																				
<p>Comitatente:</p> <p> Comune di Almenno San Salvatore</p>	<p>Codice elaborato</p> <p>245 PF 1 PL 002 PRG A</p> <p><small>Questo documento è di esclusiva proprietà, coperto da brevetto e marchi registrati e non può essere usato in nessuna delle parti del suo testo. Non è permesso riprodurlo o distribuirlo senza permesso scritto dalla TRM Group.</small></p>																								

Figura 24 – Intersezione SP175 / via Romanelle – Progetto su rilievo topografico – tavola 4



LEGENDA

- Pavimentazione stradale in conglomerato bituminoso
- Pavimentazione marciapiede in tappeto di conglomerato bituminoso
- Sistemazione a verde
- Limite di intervento

Comune di ALMENNO SAN SALVATORE
Provincia di Bergamo

Progettazione:
TRM CIVIL DESIGN
SOCIETA' DI INGEGNERIA

Via Della Riva 30
20900 MICHIZIA (MB)
Tel. 039/9100237
Fax. 039/6314017
ufficio.tecnico@trmgroup.org

Adeguamento
intersezione
S.P.175 / Via Romanelle

PROGETTO DI FATTIBILITA'
TECNICA ED ECONOMICA

Progettista:
Ing. Giuseppe Ciccarone
Ordine Ingegneri
Provincia di Monza e Brianza
Numero AS245

Collaboratori:
Ing. Dario Gallinberti
Ing. Roberto Vergari
Ing. Nicolò Jordani
Ing. Luca Serio
Ing. Valentina Silvestri
Ing. Stefano Boletetti
Ing. Francesco Calabretta
Dott. Paolo Gabassi

Titolo elaborato	Elaborato	Rev.
Planimetria di progetto su fotopiano	05	A
Codice progetto	Scale	Data
245	1:500	26.03.18

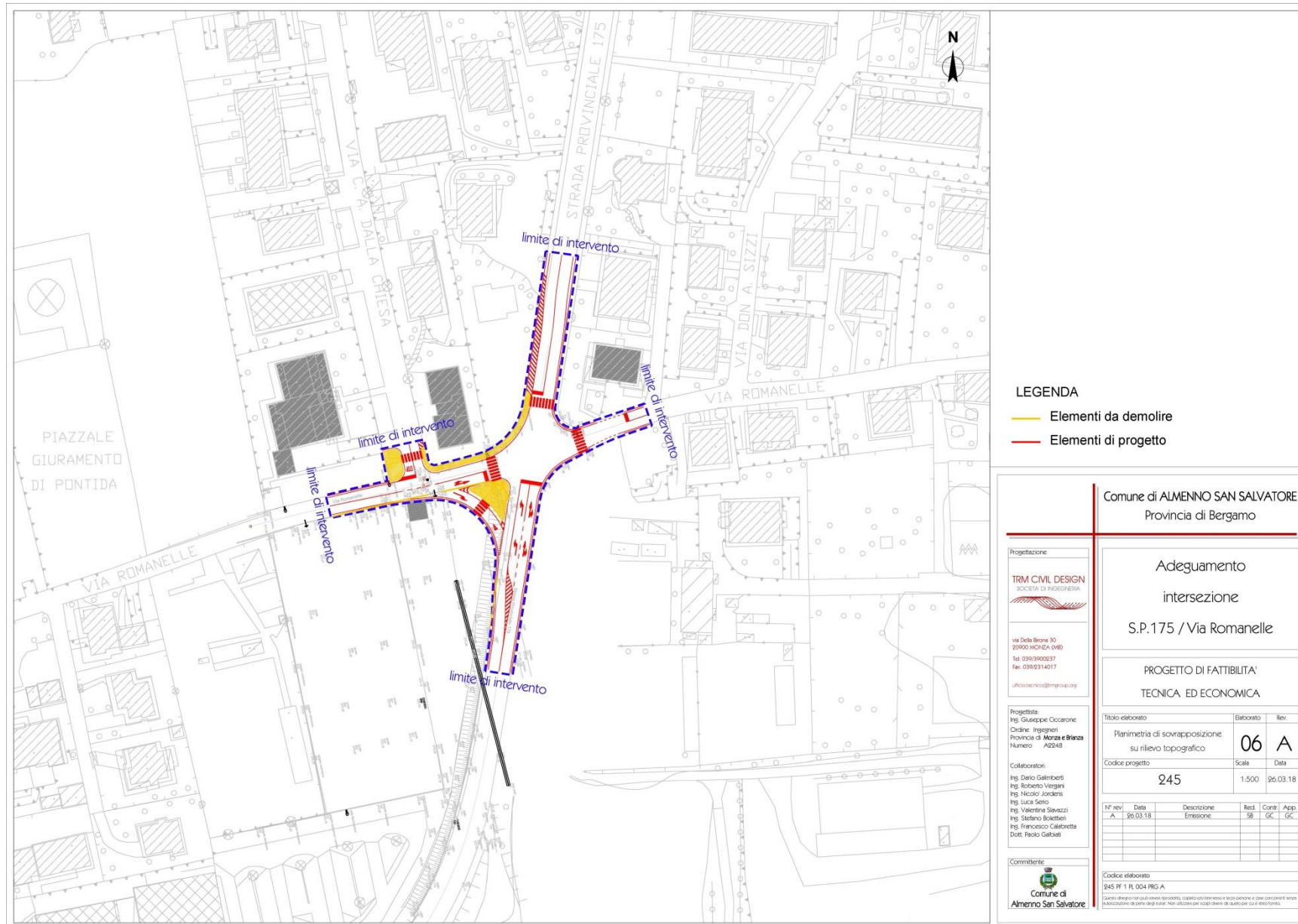
N° rev.	Data	Descrizione	Red.	Contr.	App.
A	26.03.18	Emissione	SB	GC	GC

Commitente:

Comune di Almenno San Salvatore

Codice elaborato:
245 PF 1 PL 003 PRG A
Questo elaborato è di esclusiva proprietà, coperto dalle normative vigenti e non può essere utilizzato per altri scopi senza autorizzazione del cliente. Sono vietate tutte le ristampe e le riproduzioni non autorizzate.

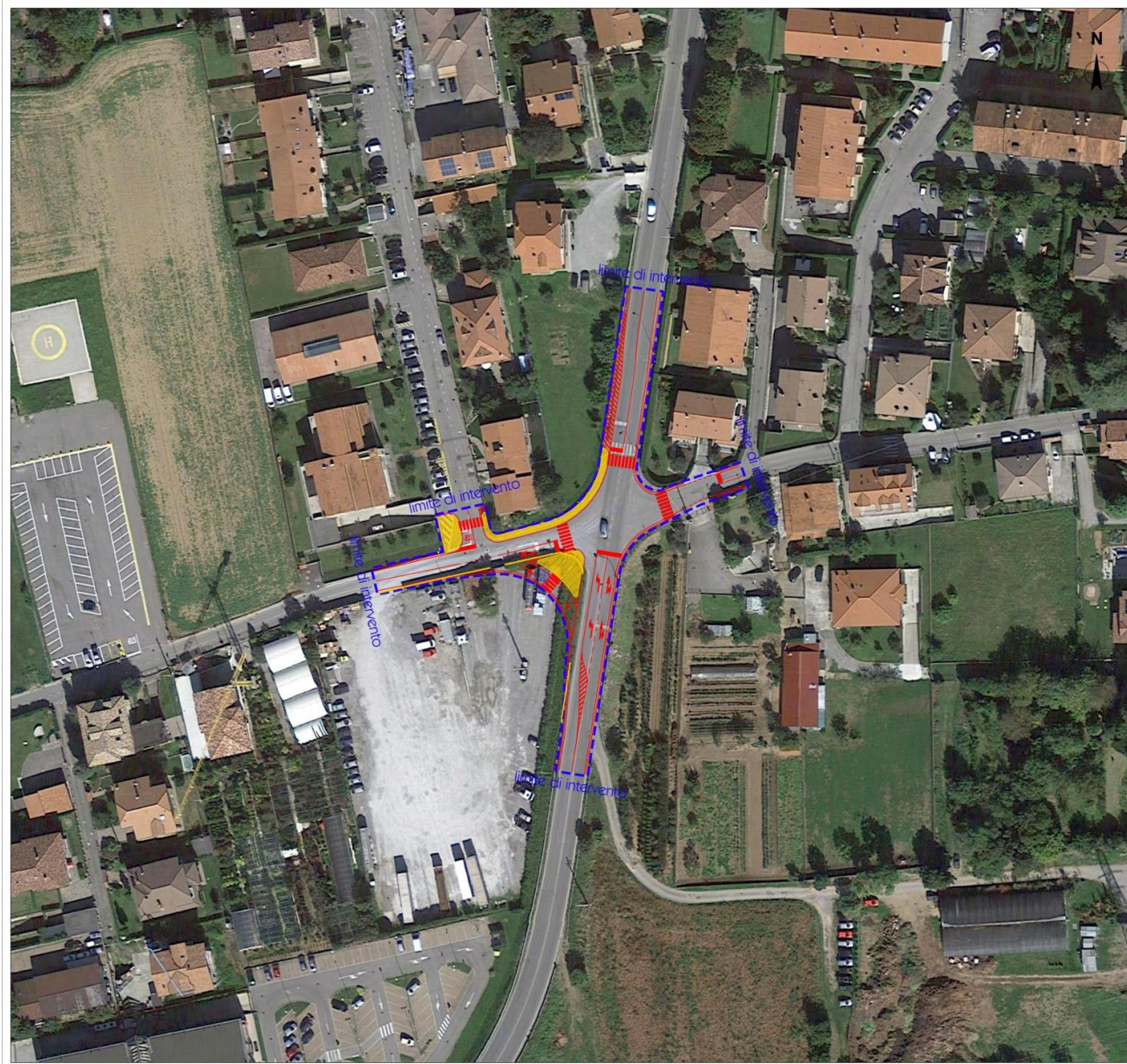
Figura 25 – Intersezione SP175 / via Romanelle – Progetto su fotopiano – tavola 5



LEGENDA
— Elementi da demolire
— Elementi di progetto

Comune di ALMENNO SAN SALVATORE Provincia di Bergamo	
Adeguamento intersezione S.P.175 / Via Romanelle	
PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA	
Titolo elaborato: Elaborato Rev. Planimetria di sovrapposizione su rilievo topografico 06 A	
Codice progetto: Scale Data 245 1:500 26.03.18	
N° rev. Data Descrizione Red. Contr. App. A 26.03.18 Emersione SB GC GC	
Codice elaborato 245 PF 1 PL 004 PRG A	
Comune di Almenno San Salvatore	

Figura 26 – Intersezione SP175 / via Romanelle – Sovrapposizione su rilievo topografico – tavola 6



LEGENDA

- Elementi da demolire
- Elementi di progetto

Comune di ALMENNO SAN SALVATORE
Provincia di Bergamo

Progettazione



Via Della Biacca 30
20900 MANICAZA (MB)
Tel. 039/900237
Fax. 039/6314017

Ufficio tecnico@trmgroup.org

Progettista:
Ing. Giuseppe Ciccarone
Ordine Ingegneri
Provincia di Monza e Brianza
Numero AS248

Collaboratori:
Ing. Dario Gallimberti
Ing. Roberto Vergari
Ing. Nicolò Jordani
Ing. Luca Serio
Ing. Valentina Silvestri
Ing. Stefano Boletetti
Ing. Francesco Calabretta
Dott. Paolo Gabatti

Comittente:
 Comune di Almenno San Salvatore

Adeguamento
intersezione
S.P.175 / Via Romanelle

PROGETTO DI FATTIBILITA'
TECNICA ED ECONOMICA

Titolo elaborato	Elaborato	Rev.
Planimetria di sovrapposizione su fotopiano	07	A
Codice progetto	Scale	Data
245	1:500	26.03.18

N° rev.	Data	Descrizione	Red.	Contr.	App.
A	26.03.18	Emisione	SB	GC	GC

Codice elaborato:
245 PF 1 PL 005 PRG A
Questo elaborato non costituisce rapporto, coperto dalle responsabilità personali e che con contenuti entro le autorizzazioni da parte degli organi competenti, non è idoneo per uso di altro formato.

Figura 27 – Intersezione SP175 / via Romanelle – Sovrapposizione su fotopiano – tavola 7

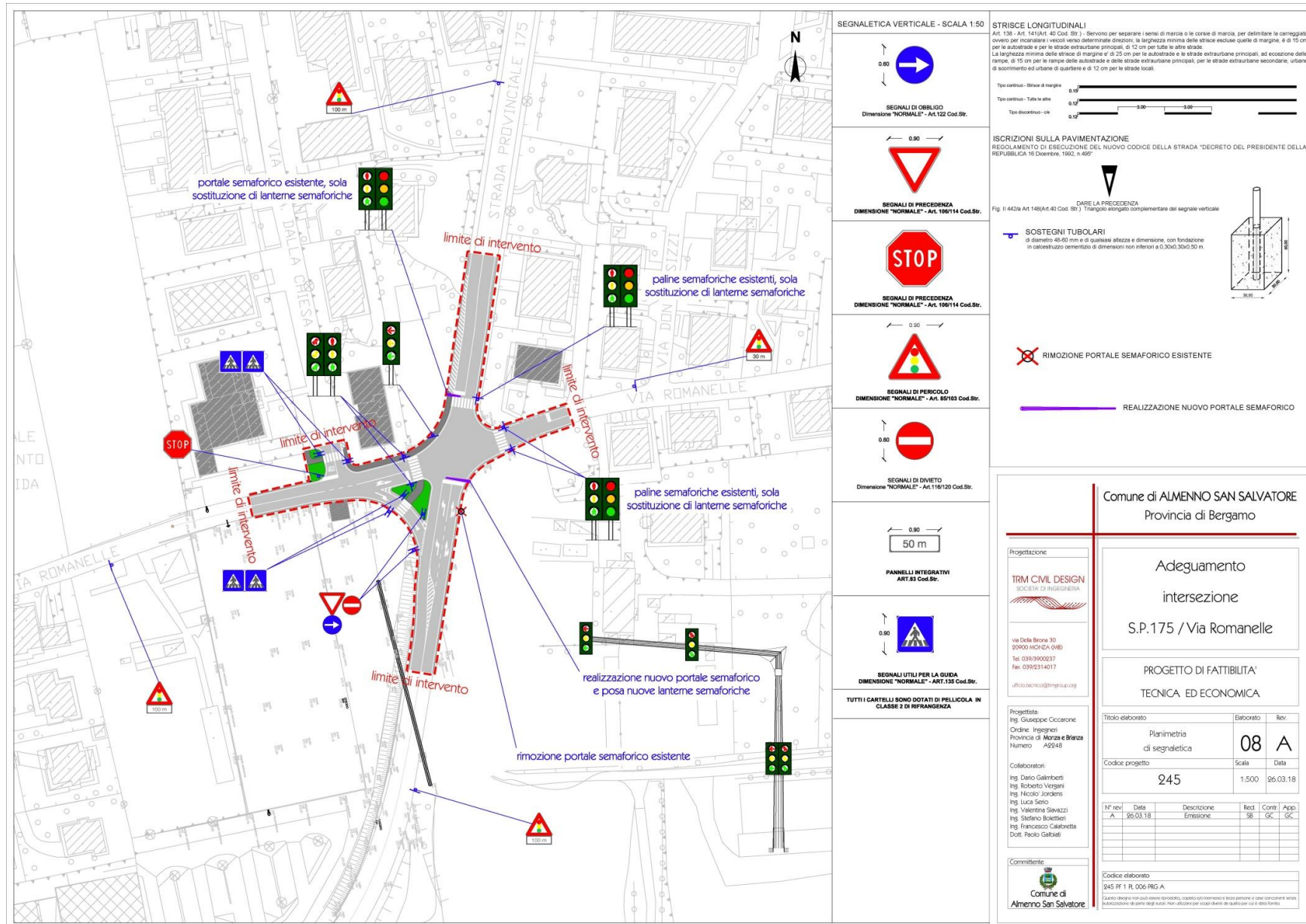


Figura 28 – Intersezione SP175 / via Romanelle – Segnaletica – tavola 8

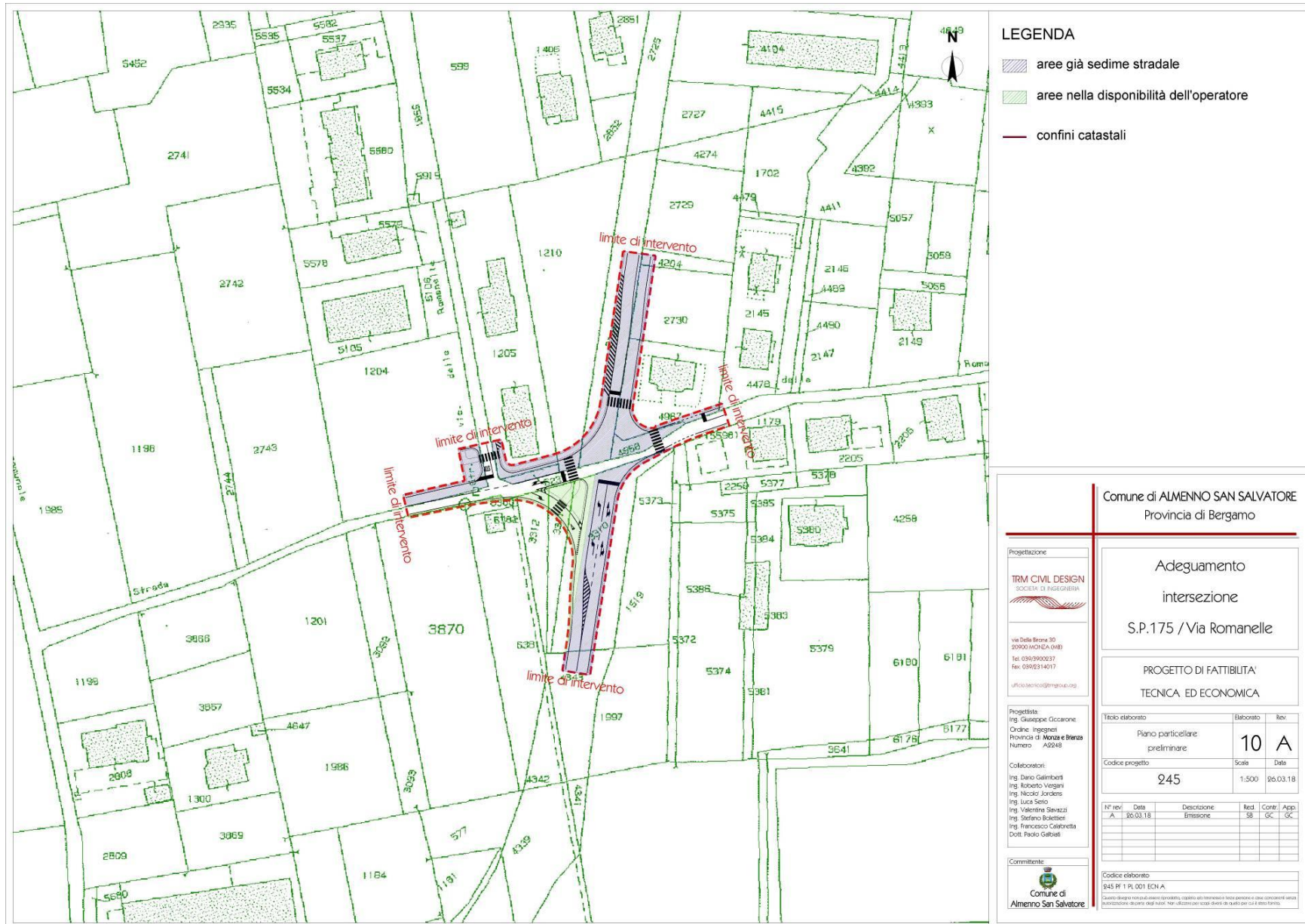


Figura 29 – Intersezione SP175 / via Romanelle – Piano particolare preliminare – tavola 10

- LEGENDA**
- aree già sedime stradale
 - aree nella disponibilità dell'operatore
 - confini catastali

Comune di **ALMENNO SAN SALVATORE**
Provincia di Bergamo

Progettazione
TRM CIVIL DESIGN
SOCIETA' DI INGEGNERIA
Via Della Birra 30
20900 MONZA (MI)
Tel. 039/900937
Fax. 039/8314017
Ufficio tecnico@trmgroupproj.org

Adeguamento
intersezione
S.P.175 / Via Romanelle

PROGETTO DI FATTIBILITA'
TECNICA ED ECONOMICA

Progettista:
Ing. Giuseppe Ciccarone
Ordine: Ingegneri
Provincia di Monza e Brianza
Numero: A2948
Collaboratori:
Ing. Dario Galimberti
Ing. Roberto Viegara
Ing. Nicolò Jorjens
Ing. Luca Sello
Ing. Valerina Silvatici
Ing. Stefano Boletta
Ing. Francesco Catoretta
Dott. Paolo Gabassi

Titolo elaborato	Elaborato	Rev.
Piano particolare: preliminare	10	A
Codice progetto	Scale	Data
245	1:500	26.03.18

N° rev.	Data	Descrizione	Red.	Contr.	App.
A	26.03.18	Emisione	SB	GC	GC

Comittente:

Comune di
Almenno San Salvatore

Codice elaborato
945 PF 1 PL 001 ECH A
Questo disegno non ha alcun valore di responsabilità, essendo stato redatto da personale a cui sono state concesse le necessarie autorizzazioni, e non ha alcun valore di garanzia.

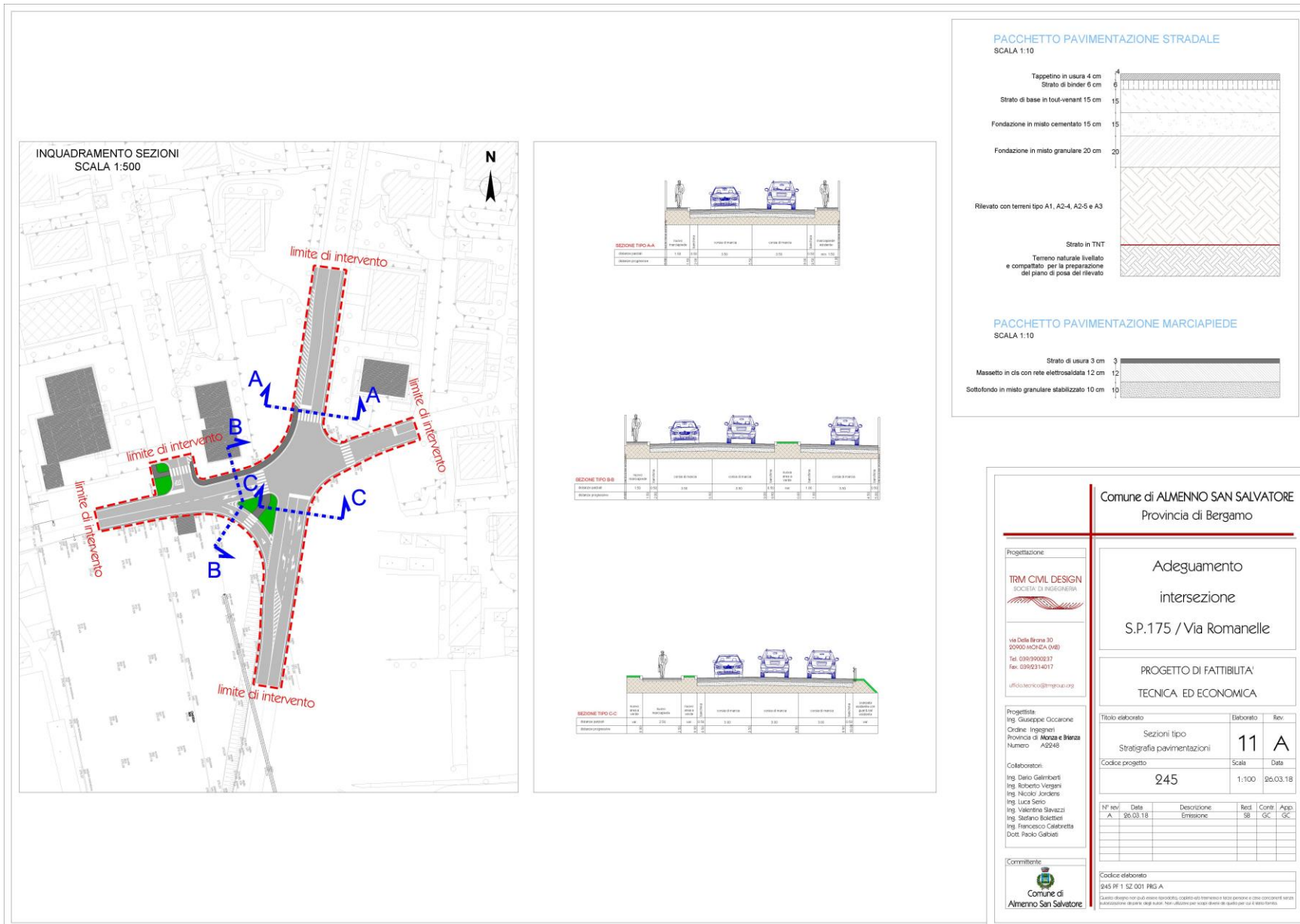


Figura 30 – Intersezione SP175 / via Romanelle – Sezioni tipo – tavola 11

4.2 VERIFICA DINAMICA DELLE MANOVRE

La verifica dinamica dei percorsi veicolari (autoarticolati e autobus) è stata effettuata utilizzando il software specialistico "Autotrack 8.9" della società Savoy Computing Service Ltd.

Autotrack (Applicativo di AutoCAD per la verifica degli ingombri dinamici di veicoli in rotatorie, incroci, rampe) 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.

Autotrack 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.

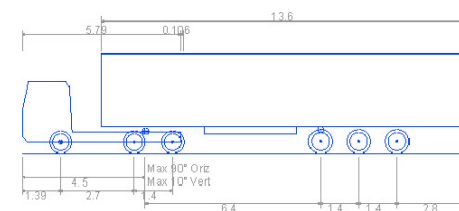
Di seguito si riportano le verifiche geometriche atte a verificare la funzionalità e la fruibilità della nuova geometria dell'intersezione semaforizzata posta lungo la SP175.

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

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

Le verifiche sono state effettuate considerando, come mezzo, l'autoarticolato da 16,5 m.

Di seguito si riportano le dimensioni del veicolo utilizzato nelle simulazione 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 31 – Dimensione autoarticolato da 16,50 metri



Figura 32 – Verifica dinamica manovre – Verifiche dinamiche delle manovre – tavola 9

4.3 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.

4.3.1 STIMA SECONDO IL MODELLO "TRIP GENERATION"

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

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

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

Per la determinazione del traffico indotto sono stati utilizzati i parametri di generazione TRIP GENERATION 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".

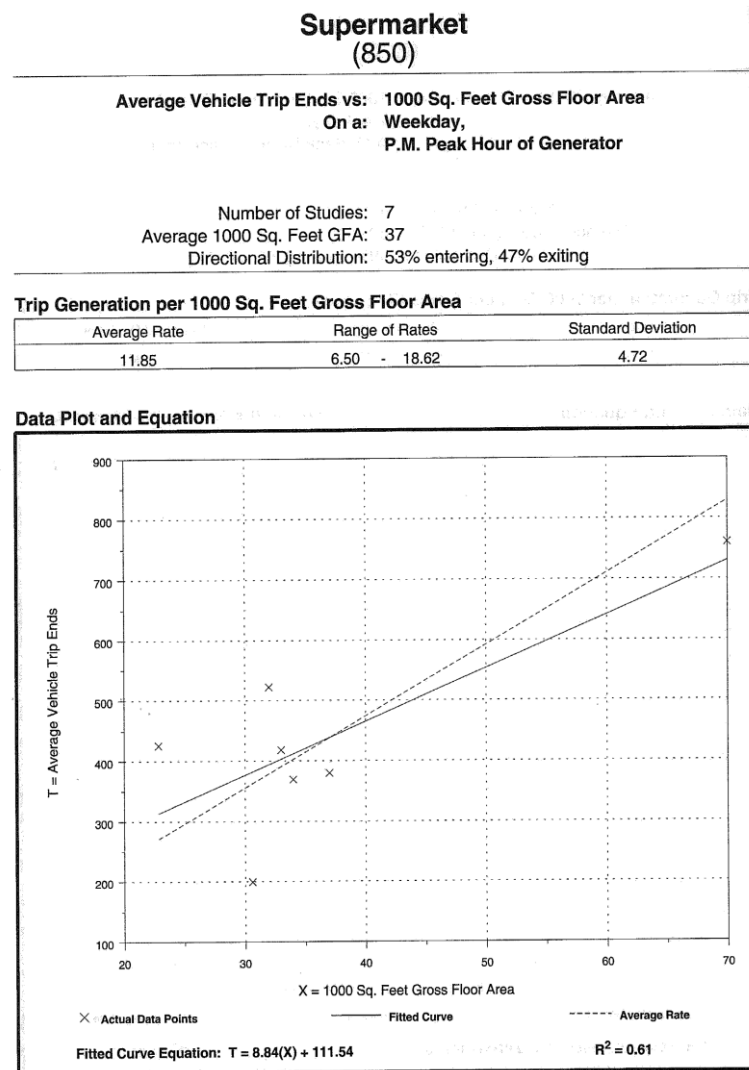


Figura 33 – Scenario di intervento – Scheda Trip Generation – code 850: Supermarket – sera

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

4.3.1.1 MATTINA

- 2.015 mq SLP;
- il traffico indotto nell'ora di punta della mattina risulta nullo in quanto il negozio nell'ora indagata (07:00-08:00) è ancora chiuso.

Per l'ora di punta della mattina si stima l'arrivo in loco dei soli addetti in una quota comunque trascurabile che non influenza l'ora di punta, in quanto la MSV risulterà ancora chiusa.

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 della mattina. Tale incidenza non influenza l'ora di punta.

4.3.1.2 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.

GENERAZIONE TRIP GENERATION

Trip Code	Land Use	Giorno	Ora di Punta	% ingresso	% uscita	Spostamenti ingresso	Spostamenti uscita	Spostamenti
850	Supermarket	Venerdì	Mattina	49%	51%	0	0	0
			Sera	53%	47%	173	153	326

Tabella 7 – Scenario di intervento – Parametri di generazione per la tipologia 850

4.3.2 STIMA SECONDO 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			
	Venerdì (1)	Venerdì (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 8 – 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			
	Venerdì (1)	Venerdì (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 9 – 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). La generazione/attrazione (ottenuta secondo i parametri della Regione Lombardia) della Media Struttura di Vendita può essere così riassunta:

4.3.2.1 MATTINA

- 1.500 mq SV così ripartiti:
 - 1.200 mq SV alimentare;
 - 300 mq SV non alimentare;
- il traffico indotto nell’ora di punta della mattina risulta nullo in quanto il negozio nell’ora indagata (07:00-08:00) è ancora chiuso.

Per l’ora di punta della mattina si stima l’arrivo in loco dei soli addetti in una quota comunque trascurabile che non influenza l’ora di punta, in quanto la MSV risulterà ancora chiusa. 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 della mattina. Tale incidenza non influenza l’ora di punta.

4.3.2.2 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
		1.500	160	107	267

Tabella 10 – Scenario di intervento – flussi aggiuntivi DGR Regione Lombardia – Sera

4.3.3 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 11 – 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: 0 veicoli/ora totali;**
- **SERA: 326 veicoli/ora totali di cui:**
 - **173 veicoli/ora in ingresso (60% dei veicoli attesi);**
 - **153 veicoli/ora in uscita (40% dei veicoli attesi).**

4.3.4 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	0	1.308
Sera (18:00-19:00)	1.648	326	1.974

Tabella 12 – SC_INT – Scenario di massimo carico (flussi attuali + aggiuntivi)

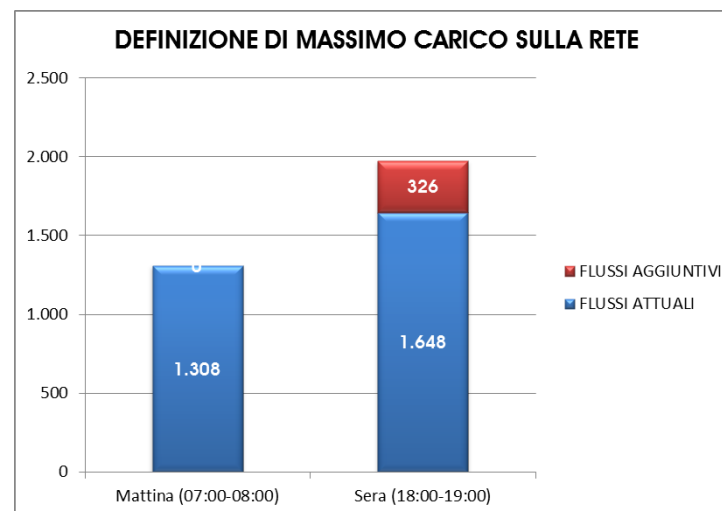


Grafico 3 – SC_INT – Scenario di massimo carico (flussi attuali + aggiuntivi)

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. Tale fascia oraria (sera dalle 18:00 alle 19:00) verrà quindi considerata per l'analisi dello scenario di intervento.

4.3.5 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.

Le principali direttrici di accesso all'area sono rappresentate nell'immagine seguente.

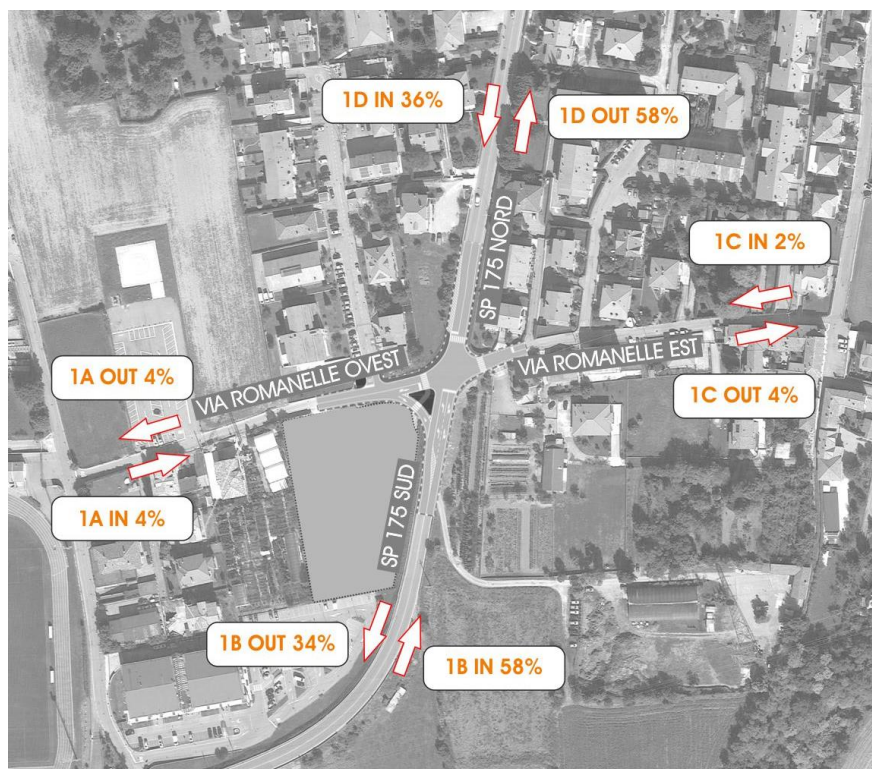


Figura 34 – Direttrici di accesso all'area di intervento

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 serale.

ORA DI PUNTA 18:00-19:00		
Direttrice	INGRESSO	USCITA
	Peso %	Peso %
1A: via Romanelle ovest	4%	4%
1B: SP175 sud	58%	34%
1C: via Romanelle est	2%	4%
1D: SP175 nord	36%	58%
Totale	100%	100%

Tabella 13 – Pesi percentuali delle direttrici di accesso

I flussi aggiuntivi di veicoli che si stima possano essere generati / attratti dall'intervento considerato, nell'ora di punta della sera, saranno caricati sulla rete viaria dell'area in esame e ridistribuiti secondo i pesi delle direttrici determinati.

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
Totale	100%	173	100%	153
Totale (IN+OUT)				326

Tabella 14 – Ripartizione traffico indotto – Ora di punta serale

I flussi aggiuntivi attratti e generati dal comparto in esame ammontano a 326 veic/h ripartiti sulla rete secondo le origini / destinazioni individuate precedentemente.

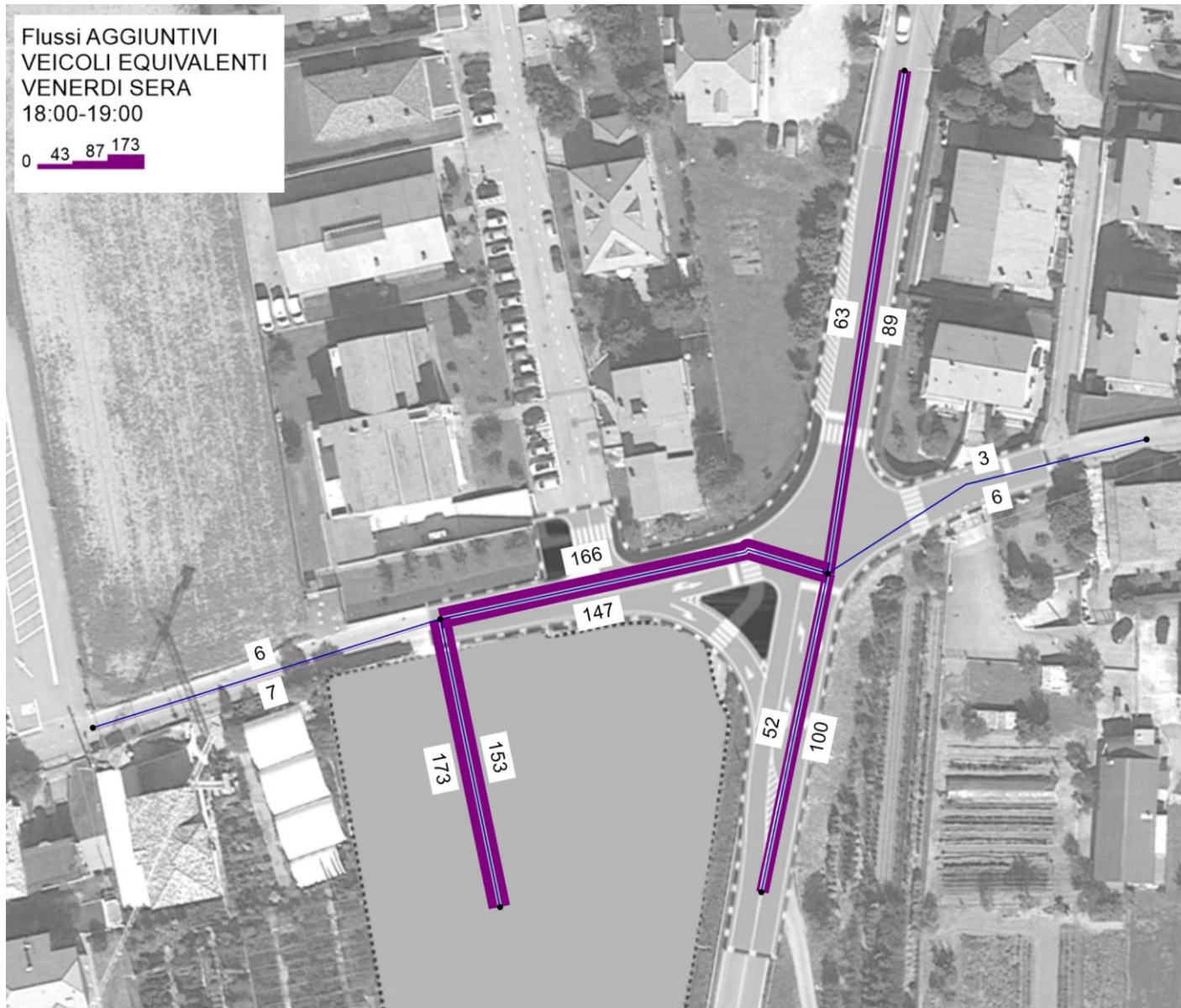


Figura 35 – Flussi aggiuntivi sulla rete – ora di punta venerdì sera (18:00-19:00) – veicoli equivalenti

4.4 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.



Figura 36 – Flussi futuri – 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 micromodellistiche verranno condotte con riferimento all'ora di punta della sera, risultato il più impattante in termini di flussi attuali + flussi aggiuntivi sulla rete.

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

5.1 MODELLO DI MICROSIMULAZIONE

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

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

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

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

Questi modelli vengono definiti di microsimulazione perché simulano il movimento di ogni singolo veicolo al quale vengono associate caratteristiche dimensionali (lunghezza, larghezza, velocità massima, accelerazione, ecc.) e comportamentali (relative alla guida dei conducenti: rispetto dei limiti di velocità, aggressività, ecc.).

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

5.1.1 DESCRIZIONE MODELLO CUBE DYNASIM

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

5.1.1.1 CAR FOLLOWING

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

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

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

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

dove: X_i posizione dell'i-esimo veicolo al tempo t;
 V_i velocità dell'i-esimo veicolo al tempo t;
 A_i accelerazione dell'i-esimo veicolo al tempo t;

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

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

5.1.1.2 GAP ACCEPTANCE

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

È possibile associare una distribuzione dei tempi di gap ad una specifica regola di precedenza come ad esempio:

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

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

Come risultati finali, Dynasim produce due tipologie di dati: numerici e animazioni. I dati numerici possono essere rappresentati su grafici o con tabelle, mentre le animazioni possono essere visualizzate su una mappa di sfondo in formato 2D, oppure 3D. Data la natura microscopica e stocastica di Cube Dynasim, ogni simulazione assegna in modo casuale i valori dei vari parametri. Questa aleatorietà produce risultati differenti ad ogni simulazione, sebbene i dati di input siano i medesimi. Queste differenze simulano le variazioni di traffico che possono avvenire da un giorno all'altro su una rete reale. **In Cube Dynasim è possibile eseguire più simulazioni (in questo caso sono state effettuate 10 iterazioni) ed ottenere dei risultati numerici mediando i valori ottenuti a ogni iterazione.**

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

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

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

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

5.1.1.3 PARAMETRI UTILIZZATI PER L'ANALISI

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

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

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

Per quanto riguarda le **intersezioni semaforizzate**, in maniera generica, ad ogni livello di servizio è possibile associare le seguenti condizioni di circolazione:

- **LOS A:** caratterizzato da un limitato flusso di veicoli che entrano nell'intersezione, la maggior parte degli stessi arriva durante il periodo di verde e attraversano l'intersezione senza fermarsi;
- **LOS B:** caratterizzato da un flusso di veicoli ancora limitato, ma rispetto alla situazione che si verifica nel LOS A, si arrestano più veicoli;
- **LOS C:** in questo livello si potrebbero avere veicoli che non riescono ad attraversare l'intersezione dopo un ciclo semaforico; il numero di veicoli che si fermano inizia ad essere significativo anche se molti di essi attraversano l'intersezione senza fermarsi;

- **LOS D:** caratterizzato da un'elevata densità, molti veicoli si fermano, le code si smaltiscono lentamente e i tempi di attesa cominciano ad essere significativi;
- **LOS E:** caratterizzato da un flusso veicolare in arrivo all'intersezione elevato, le code si smaltiscono più lentamente e sempre più veicoli non riescono ad attraversare l'intersezione durante un ciclo semaforico;
- **LOS F:** caratterizzato da un flusso molto elevato, il tempo di smaltimento delle code è eccessivamente alto e molti veicoli non attraversano l'intersezione durante il ciclo semaforico;

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

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

Tabella 15 – LOS Intersezioni Semaforizzate – Fonte HCM

5.2 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 – SC_SDF - Accodamenti rilevati

5.3 SCENARIO DI INTERVENTO

Nel paragrafo successivo vengono riportati i risultati del modello di micro simulazione per lo scenario analizzato (ora di punta della sera), con particolare attenzione ai valori di **perditempo** registrati in ingresso per ogni ramo dell'intersezione analizzata, i valori degli **accodamenti** medi e massimi e, di conseguenza, i **livelli di servizio** ottenuti.

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 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.

Dal punto di vista dell'offerta, si considera l'attuale rete viabilistica implementata dalle opere previste sulla rete, ovvero l'adeguamento dell'intersezione semaforizzata tra la SP175 e via Romanelle.

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

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

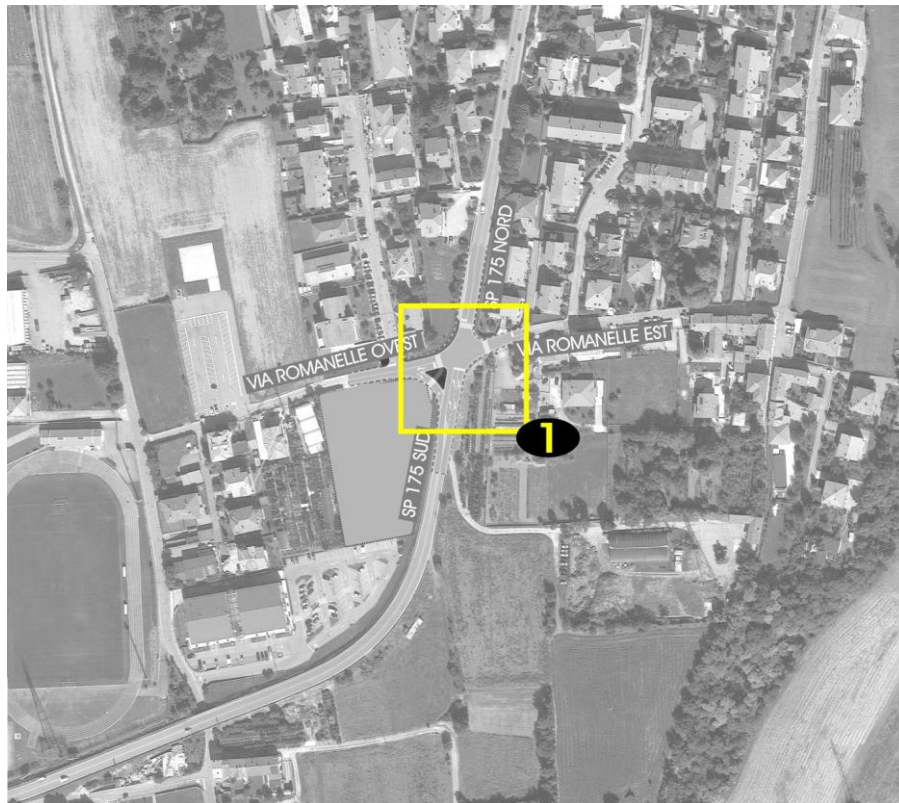


Figura 37 – SC_INT – Localizzazione intersezione – Micromodello

I dati ottenuti derivano inoltre da un'assegnazione in modalità multirun (5 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.

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

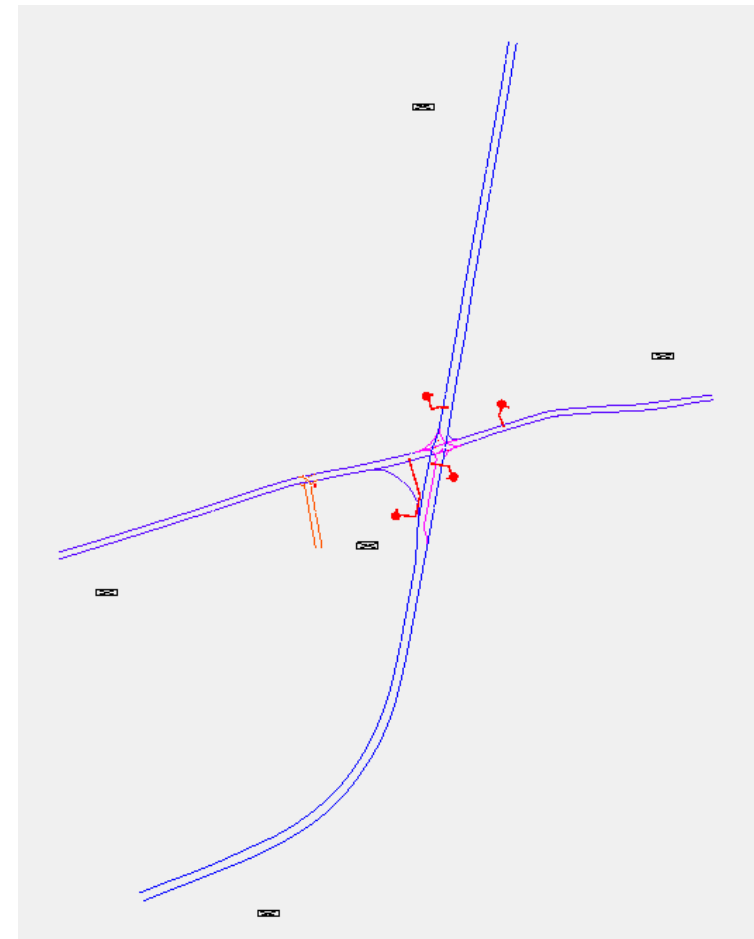


Figura 38 – SC_INT – Rete modellizzata con il software Dynasim

5.3.1 INTERSEZIONE 1: SP175 / VIA ROMANELLE

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.

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



Scenario INTERVENTO 1 CICLO = 90 sec	Tempo di ROSSO	Tempo di GIALLO	Tempo di VERDE	SEMAFORO - SP175 / VIA ROMANELLE	
1A: via Romanelle ovest	68	4	16	[Color-coded grid]	
1B: SP175 sud (diritto - svolta dx)	24	4	62	[Color-coded grid]	
1B: SP175 sud (svolta sx)	76	4	10	[Color-coded grid]	
1C: via Romanelle est	68	4	16	[Color-coded grid]	
1D: SP175 nord	16	4	46	[Color-coded grid]	

Figura 39 – SC_INT – Nomenclatura intersezione 1 e ciclo semaforico ipotizzato



Figura 40 – SC_INT – Schema delle fasi del ciclo semaforico ipotizzato

Il modello di simulazione restituisce i valori di **perditempo** registrati su ogni ramo di ingresso all'intersezione così come riportati nelle immagini seguenti.

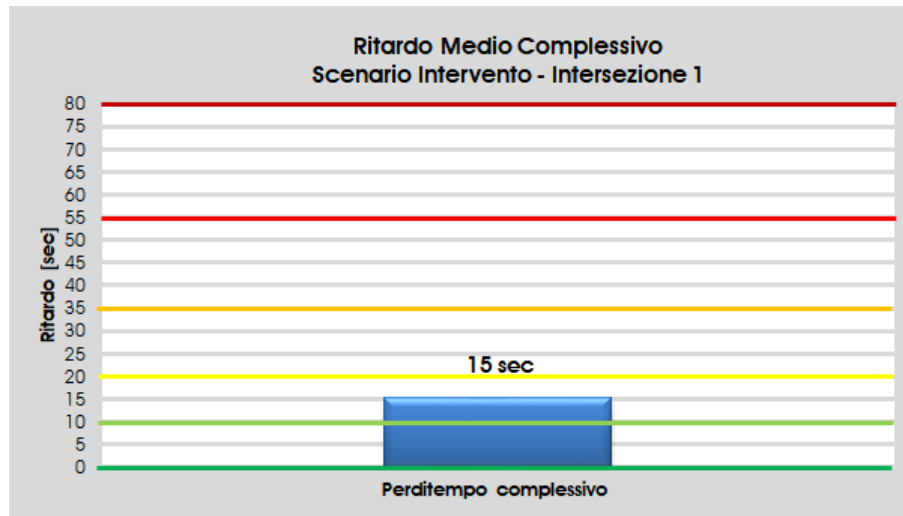


Figura 41 – SC_INT – Intersezione 1 – Perditempo medio complessivo

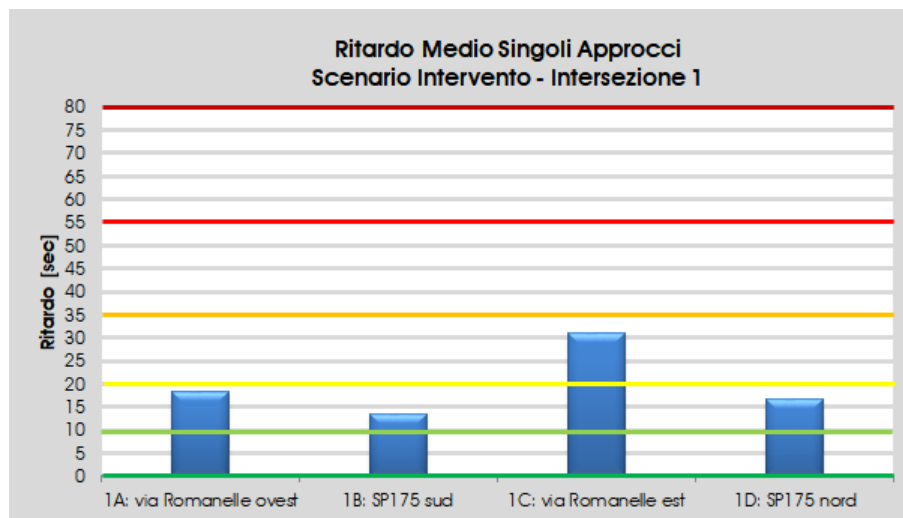


Figura 42 – SC_INT – Intersezione 1 – Perditempo medio per ramo

Si riportano i **Livelli di Servizio** registrati su ogni ramo di ingresso ed il relativo valore riferito all'intera intersezione, pesato sui flussi entranti.

SCENARIO STATO DI FATTO - INTERSEZIONE 1		
Approccio	Perditempo	LOS
1A: via Romanelle ovest	18 sec	B
1B: SP175 sud	14 sec	B
1C: via Romanelle est	31 sec	C
1D: SP175 nord	17 sec	B
Perditempo complessivo	15 sec	B

Tabella 16 – SC_INT – Intersezione 1 – Livelli di Servizio (LOS)

Il livello di servizio complessivo dell'intersezione risulta pari ad **B** con un valore di perditempo medio pari a **15 secondi**, indicativo di una buona capacità di smaltimento dei flussi veicolari che interessano l'intersezione stessa.

I perditempo risultano del tutto accettabili e tutti i veicoli riescono ad oltrepassare l'intersezione in un solo ciclo semaforico in virtù dell'ottimizzazione del ciclo semaforico.

L'intersezione risulta in grado di assorbire i flussi transitanti e non determina risalite di coda tali da creare ripercussioni sulle intersezioni limitrofe; gli accordamenti stessi stimati tramite il modello di simulazione sono risultati limitati.

L'ottimizzazione della geometria dell'intersezione, unitamente alla variazione del ciclo semaforico e delle relative fasi, garantisce un buon funzionamento dell'intersezione stessa.

Analogo discorso vale per gli **accodamenti**, espressi in metri, registrati durante l'intera ora di simulazione e riportati nei grafici seguenti considerando: l'accodamento medio stimato per ogni ramo di ingresso e l'andamento durante l'ora di simulazione.

SCENARIO INTERVENTO - INTERSEZIONE 1	
Approccio	Lunghezza coda media
1A: via Romanelle ovest	13 metri
1B: SP175 sud	32 metri
1C: via Romanelle est	1 metri
1D: SP175 nord	25 metri

Tabella 17 – SC_INT – Intersezione 1 – Lunghezza media accodamenti

Si riportano ora i grafici relativi all'andamento degli accodamenti su ogni singolo ramo dell'intersezione analizzata stimati tramite il modello di micro simulazione.

Gli accodamenti stimati durante l'ora simulata non evidenziano comportamenti differenti da quelli registrati nello scenario attuale. Il valore medio della lunghezza della coda su tutti gli approcci non risulta significativo e **gli accodamenti massimi, assimilabili a semplici rallentamenti, sono di entità tale da non influenzare il corretto funzionamento delle intersezioni limitrofe.**

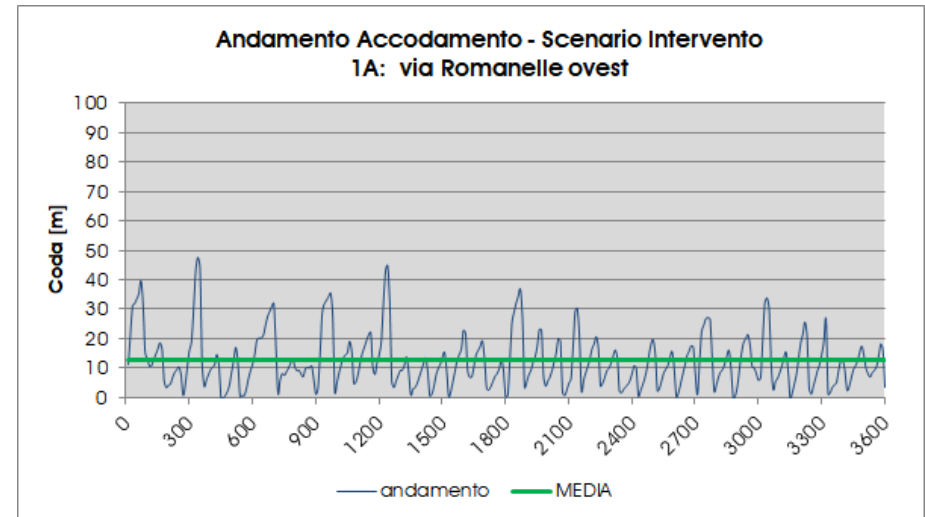


Grafico 4 – SC_INT – Intersezione 1 – Accodamento medio – ramo 1A

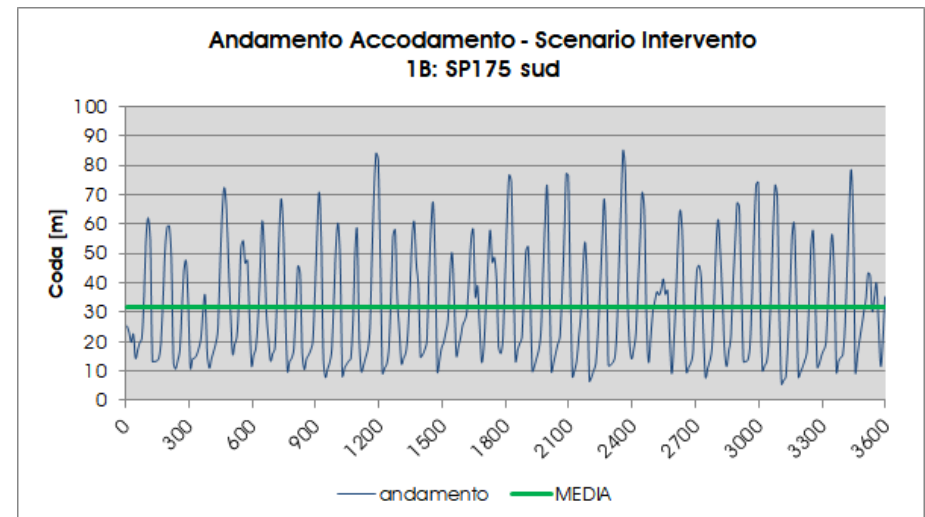


Grafico 5 – SC_INT – Intersezione 1 – Accodamento medio – ramo 1B

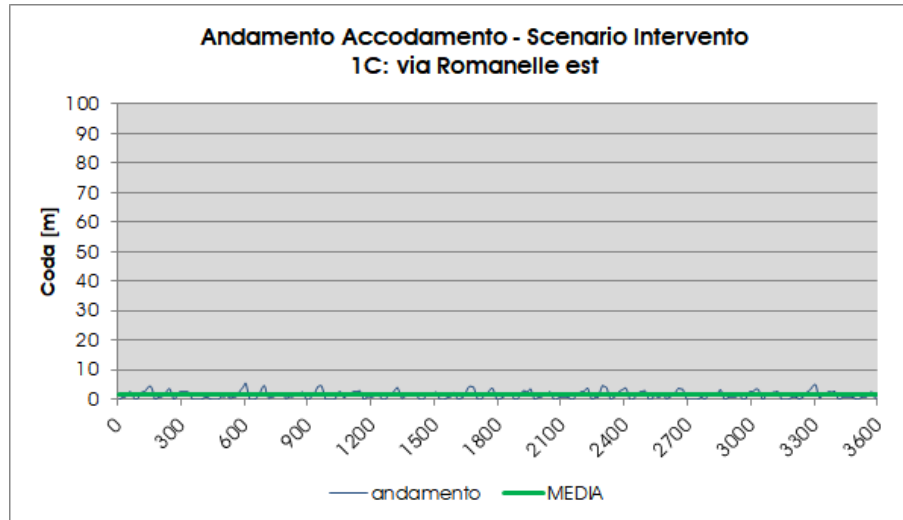


Grafico 6 – SC_INT – Intersezione 1 – Accodamento medio – ramo 1C

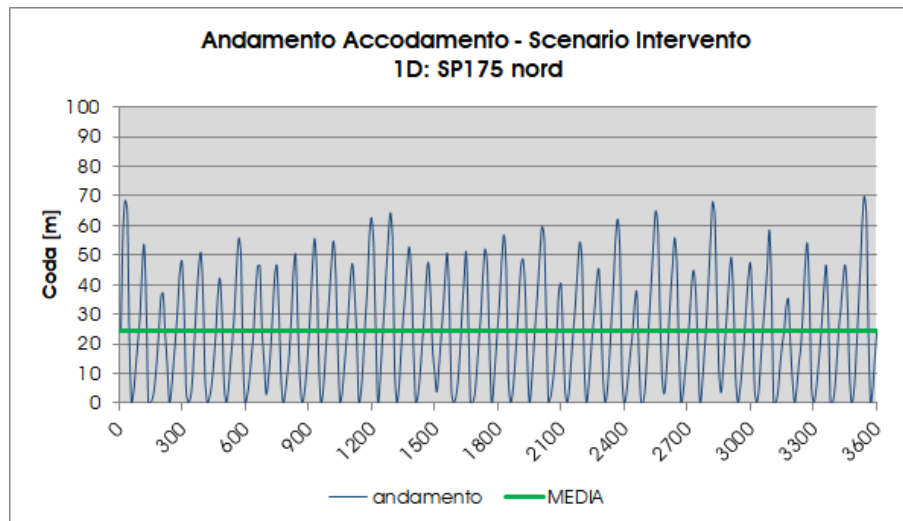


Grafico 7 – SC_INT – Intersezione 1 – Accodamento medio – ramo 1D

5.3.2 RISULTATI INTERA RETE

Di seguito si riportano le istantanee, riprese ogni 5 minuti, dell'intera rete analizzata, al fine di evidenziare il corretto funzionamento della nuova intersezione.

Gli accodamenti registrati dal micro modello lungo la SP175 sono limitati (si esauriscono nel giro di pochi secondi) e sono tali da non creare ripercussioni sul funzionamento delle intersezioni limitrofe.

Il deflusso veicolare lungo la SP175 è sempre garantito grazie alla realizzazione della corsia di accumulo centrale per i veicoli che devono effettuare la svolta a sinistra provenendo da sud e diretti verso via Romanelle ovest.

L'intersezione garantisce una buona riserva di capacità.



Figura 43 – SC_INT – Intera rete – Istantanea dopo 5 minuti di simulazione



Figura 44 – SC_INT – Intera rete – Istantanea dopo 10 minuti di simulazione



Figura 45 – SC_INT – Intera rete – Istantanea dopo 15 minuti di simulazione



Figura 46 – SC_INT – Intera rete – Istantanea dopo 20 minuti di simulazione



Figura 47 – SC_INT – Intera rete – Istantanea dopo 25 minuti di simulazione



Figura 48 – SC_INT – Intera rete – Istantanea dopo 30 minuti di simulazione



Figura 49 – SC_INT – Intera rete – Istantanea dopo 35 minuti di simulazione



Figura 50 – SC_INT – Intera rete – Istantanea dopo 40 minuti di simulazione



Figura 51 – SC_INT – Intera rete – Istantanea dopo 45 minuti di simulazione



Figura 52 – SC_INT – Intera rete – Istantanea dopo 50 minuti di simulazione



Figura 53 – SC_INT – Intera rete – Istantanea dopo 55 minuti di simulazione



Figura 54 – SC_INT – Intera rete – Istantanea dopo 60 minuti di simulazione

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 caratterizzare l'attuale regime di circolazione che interessa la rete viabilistica è stata predisposta un'apposita campagna di indagine, nel mese di Settembre 2017, con l'obiettivo di identificare un quadro di riferimento che potesse, nel modo più verosimile possibile, fotografare l'attuale utilizzo dell'intersezione e degli assi viari nell'intorno dell'area di studio. Successivamente, considerando l'ora di punta individuata, lo scenario di progetto è stato integrato con gli interventi urbanistici ed infrastrutturali ascrivibili al quadro programmatico individuato all'interno dell'area di studio.

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 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.

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 – STATO DI FATTO	6
FIGURA 4 – REGOLAMENTAZIONE INTERSEZIONI E DELLA CIRCOLAZIONE	7
FIGURA 5 – ASSI STRADALI ANALIZZATI	8
FIGURA 6 – INTERSEZIONI ANALIZZATE	12
FIGURA 7 – INTERSEZIONE 1: VIA ROMANELLE / VIA CARLO ALBERTO DALLA CHIESA.....	13
FIGURA 8 – INTERSEZIONE 2: SP175 / VIA ROMANELLE	13
FIGURA 9 – INTERSEZIONE 3: VIA ROMANELLE / VIA DON ARIELE SIZI	14
FIGURA 10 – FERMATA TPL LUNGO SP175 DELLA LINEA P (GESTITA DE BERGAMO TRASPOSTI)	14
FIGURA 11 – FERMATA TPL SU GOMMA	15
FIGURA 12 – IDENTIFICAZIONE DELL'INTERSEZIONE RILEVATA	16
FIGURA 13 – ESEMPI DI VEICOLI APPARTENENTI ALLE CLASSI VEICOLARI “LEGGERI” E “PESANTI”	17
FIGURA 14 – INTERSEZIONE RILEVATA – SEZIONI E MANOVRE DI RILIEVO	17
FIGURA 15 – IDENTIFICAZIONE ORA DI PUNTA – SEZIONI DI INGRESSO IN RETE CONSIDERATE.....	20
FIGURA 16 – INTERSEZIONE – STATO DI FATTO – FLUSSI ORA DI PUNTA – VENERDÌ MATTINA	22
FIGURA 17 – INTERSEZIONE – STATO DI FATTO – FLUSSI ORA DI PUNTA – VENERDÌ SERA	22
FIGURA 18 – FLUSSI RILEVATI – ORA DI PUNTA DEL VENERDÌ MATTINA (07:00-08:00) – VEICOLI EQUIVALENTI.....	23
FIGURA 19 – FLUSSI RILEVATI – ORA DI PUNTA DEL VENERDÌ SERA (18:00-19:00) – VEICOLI EQUIVALENTI	24
FIGURA 20 – NUOVO ASSETTO INFRASTRUTTURALE E URBANISTICO CONSIDERATO.....	25
FIGURA 21 – INTERSEZIONE SP175 / VIA ROMANELLE – COROGRAFIA – TAVOLA 1	25
FIGURA 22 – INTERSEZIONE SP175 / VIA ROMANELLE – INQUADRAMENTO STRUMENTI URBANISTICI – TAVOLA 2	26
FIGURA 23 – INTERSEZIONE SP175 / VIA ROMANELLE – STATO DI FATTO – TAVOLA 3	27
FIGURA 24 – INTERSEZIONE SP175 / VIA ROMANELLE – PROGETTO SU RILIEVO TOPOGRAFICO – TAVOLA 4	28
FIGURA 25 – INTERSEZIONE SP175 / VIA ROMANELLE – PROGETTO SU FOTOPIANO – TAVOLA 5	29
FIGURA 26 – INTERSEZIONE SP175 / VIA ROMANELLE – SOVRAPPOSIZIONE SU RILIEVO TOPOGRAFICO – TAVOLA 6	30
FIGURA 27 – INTERSEZIONE SP175 / VIA ROMANELLE – SOVRAPPOSIZIONE SU FOTOPIANO – TAVOLA 7	31
FIGURA 28 – INTERSEZIONE SP175 / VIA ROMANELLE – SEGNALETICA – TAVOLA 8	32
FIGURA 29 – INTERSEZIONE SP175 / VIA ROMANELLE – PIANO PARTICELLARE PRELIMINARE – TAVOLA 10	33
FIGURA 30 – INTERSEZIONE SP175 / VIA ROMANELLE – SEZIONI TIPO – TAVOLA 11	34
FIGURA 31 – DIMENSIONE AUTOARTICOLATO DA 16,50 METRI	35
FIGURA 32 – VERIFICA DINAMICA MANOVRE – VERIFICHE DINAMICHE DELLE MANOVRE – TAVOLA 9	36
FIGURA 33 – SCENARIO DI INTERVENTO – SCHEDA TRIP GENERATION – CODE 850: SUPERMARKET – SERA	38
FIGURA 34 – DIRETTRICI DI ACCESSO ALL'AREA DI INTERVENTO	41
FIGURA 35 – FLUSSI AGGIUNTIVI SULLA RETE – ORA DI PUNTA VENERDÌ SERA (18:00-19:00) – VEICOLI EQUIVALENTI	42
FIGURA 36 – FLUSSI FUTURI – ORA DI PUNTA DI VENERDÌ SERA (18:00-19:00) – VEICOLI EQUIVALENTI	44

FIGURA 37 – SC_INT – LOCALIZZAZIONE INTERSEZIONE – MICROMODELLO	49
FIGURA 38 – SC_INT – RETE MODELLIZZATA CON IL SOFTWARE DYNASIM	49
FIGURA 39 – SC_INT – NOMENCLATURA INTERSEZIONE 1 E CICLO SEMAFORICO IPOTIZZATO	50
FIGURA 40 – SC_INT – SCHEMA DELLE FASI DEL CICLO SEMAFORICO IPOTIZZATO	50
FIGURA 41 – SC_INT – INTERSEZIONE 1 – PERDITEMPO MEDIO COMPLESSIVO.....	51
FIGURA 42 – SC_INT – INTERSEZIONE 1 – PERDITEMPO MEDIO PER RAMO	51
FIGURA 43 – SC_INT – INTERA RETE – Istantanea DOPO 5 MINUTI DI SIMULAZIONE	54
FIGURA 44 – SC_INT – INTERA RETE – Istantanea DOPO 10 MINUTI DI SIMULAZIONE	55
FIGURA 45 – SC_INT – INTERA RETE – Istantanea DOPO 15 MINUTI DI SIMULAZIONE	56
FIGURA 46 – SC_INT – INTERA RETE – Istantanea DOPO 20 MINUTI DI SIMULAZIONE	57
FIGURA 47 – SC_INT – INTERA RETE – Istantanea DOPO 25 MINUTI DI SIMULAZIONE	58
FIGURA 48 – SC_INT – INTERA RETE – Istantanea DOPO 30 MINUTI DI SIMULAZIONE	59
FIGURA 49 – SC_INT – INTERA RETE – Istantanea DOPO 35 MINUTI DI SIMULAZIONE	60
FIGURA 50 – SC_INT – INTERA RETE – Istantanea DOPO 40 MINUTI DI SIMULAZIONE	61
FIGURA 51 – SC_INT – INTERA RETE – Istantanea DOPO 45 MINUTI DI SIMULAZIONE	62
FIGURA 52 – SC_INT – INTERA RETE – Istantanea DOPO 50 MINUTI DI SIMULAZIONE	63
FIGURA 53 – SC_INT – INTERA RETE – Istantanea DOPO 55 MINUTI DI SIMULAZIONE	64
FIGURA 54 – SC_INT – INTERA RETE – Istantanea DOPO 60 MINUTI DI SIMULAZIONE	65

7.2 INDICE DELLE FOTO

FOTO 1 – S1: SP175 NORD	8
FOTO 2 – S2: VIA CARLO ALBERTO DALLA CHIESA	9
FOTO 3 – S3: VIA ROMANELLE EST	9
FOTO 4 – S4: VIA ROMANELLE OVEST	10
FOTO 5 – S5: SP175 SUD	10
FOTO 6 – S6: VIA ROMANELLE	11
FOTO 7 – S7: VIA DON ARIELE SIZI.....	11
FOTO 8 – S8: VIA MADONNA DEL CASTELLO	12
FOTO 9 – ATTRAVERSAMENTO PEDONALE IN PROSSIMITÀ DELL'INTERSEZIONE OGGETTO DI RIQUALIFICA.....	15
FOTO 10 – POSTAZIONE DI RILIEVO CON TELECAMERA.....	17
FOTO 11 – SC_SDF - ACCODAMENTI RILEVATI	48

7.3 INDICE DEI GRAFICI

GRAFICO 1 – IDENTIFICAZIONE ORA DI PUNTA – VENERDÌ MATTINA	20
GRAFICO 2 – IDENTIFICAZIONE ORA DI PUNTA – VENERDÌ MATTINA	21
GRAFICO 3 – SC_INT – SCENARIO DI MASSIMO CARICO (FLUSSI ATTUALI + AGGIUNTIVI)	40
GRAFICO 4 – SC_INT – INTERSEZIONE 1 – ACCODAMENTO MEDIO – RAMO 1A	52

GRAFICO 5 – SC_INT – INTERSEZIONE 1 – ACCODAMENTO MEDIO – RAMO 1B	52
GRAFICO 6 – SC_INT – INTERSEZIONE 1 – ACCODAMENTO MEDIO – RAMO 1C	53
GRAFICO 7 – SC_INT – INTERSEZIONE 1 – ACCODAMENTO MEDIO – RAMO 1D	53

7.4 INDICE DELLE TABELLE

TABELLA 1 – INTERSEZIONE – FLUSSI DISAGGREGATI – VENERDÌ - MATTINA.....	18
TABELLA 2 – INTERSEZIONE – FLUSSI DISAGGREGATI – VENERDÌ – SERA	19
TABELLA 3 – IDENTIFICAZIONE ORA DI PUNTA – VENERDÌ MATTINA	20
TABELLA 4 – IDENTIFICAZIONE ORA DI PUNTA – VENERDÌ MATTINA	21
TABELLA 5 – INTERSEZIONE – STATO DI FATTO – MATRICE FLUSSI – VENERDÌ MATTINA	22
TABELLA 6 – INTERSEZIONE – STATO DI FATTO - MATRICE FLUSSI – VENERDÌ SERA	22
TABELLA 7 – SCENARIO DI INTERVENTO – PARAMETRI DI GENERAZIONE PER LA TIPOLOGIA 850	38
TABELLA 8 – VEICOLI ATTRATTI/GENERATI OGNI MQ DI SUPERFICIE DI VENDITA ALIMENTARE	39
TABELLA 9 – VEICOLI ATTRATTI/GENERATI OGNI MQ DI SUPERFICIE DI VENDITA NON ALIMENTARE	39
TABELLA 10 – SCENARIO DI INTERVENTO – FLUSSI AGGIUNTIVI DGR REGIONE LOMBARDIA – SERA.....	39
TABELLA 11 – SCENARIO DI INTERVENTO – CONFRONTO TRAFFICO INDOTTO	40
TABELLA 12 – SC_INT – SCENARIO DI MASSIMO CARICO (FLUSSI ATTUALI + AGGIUNTIVI)	40
TABELLA 13 – PESI PERCENTUALI DELLE DIRETTRICI DI ACCESSO	41
TABELLA 14 – RIPARTIZIONE TRAFFICO INDOTTO – ORA DI PUNTA SERALE	41
TABELLA 15 – LOS INTERSEZIONI SEMAFORIZZATE – FONTE HCM	47
TABELLA 16 – SC_INT – INTERSEZIONE 1 – LIVELLI DI SERVIZIO (LOS)	51
TABELLA 17 – SC_INT – INTERSEZIONE 1 – LUNGHEZZA MEDIA ACCODAMENTI.....	52