

PERMESSO DI COSTRUIRE

Ai sensi dell'art. 20 D.Pr. 380/2001, artt. 19 e 19-bis L. 241/1990 e artt. 5,6 e 7 D.Pr. 160/2010

VITALI S.p.A.

via Lombardia n. 2/a
20068 - Peschiera Borromeo (MI)



A2A S.p.A.

via Lamarmora n. 230
25124 - Brescia (BS)



OPERE DI URBANIZZAZIONE

Intervento di riqualificazione ex centro servizi
Ambito di Trasformazione At_e/s 38 UMI1 e UMI2
Bergamo (BG) via Cremasca

COMUNE

BERGAMO
AZZANO SAN PAOLO
ORIO AL SERIO

studioCARRARA
ARCHITETTURA INGEGNERIA

Dream builders

MARCO CARRARA

INGEGNERE | ARCHITETTO

Albo Ingegneri della Provincia di Bergamo - n. A4245 - Albo Architetti della Provincia di Bergamo - n. 3244
Via T. Tasso, 89 - 24121 BERGAMO | info@studio-carrara.eu | www.studio-carrara.eu | +39 035 5785083

PROGETTISTA

11.12.2023

PROGETTO ESECUTIVO

PDC_2348.2_A.00.08.MO_00

-

- ☐ Architettura
- ☐ Strutture
- ☐ Sicurezza
- ☐ Impianti
- ☐ Layout di cantiere
- ☒ Altro

ANALISI VIABILISTICA

00	11.12.2023	Prima emissione	H.Libretti	M. Fornoni	M. Carrara



COMUNE DI BERGAMO

RIQUALIFICAZIONE EX CENTRO SERVIZI TRA LE VIE CREMASCA E PORTICO



ANALISI DELL'IMPATTO VIABILISTICO

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

Studio redatto da Ing. Giovanni Vescia

Via Senato 45, 20121 Milano

Tel. 349.12 49 750 / 329.33 18 707

E-mail: gianni.vescia@fastwebnet.it

Albo dell'ordine degli ingegneri della provincia di Milano n A23726

L'elaborato contiene lo Studio di Impatto viabilistico a supporto dell'attivazione del comparto A2A nell'area ex Centro Servizi ubicato tra le vie Cremasca e Portico, all'interno del comune di Bergamo.

I contenuti del testo, l'impostazione metodologica e grafica sono coperti dai diritti di proprietà intellettuale dell'autore a norma di legge.

Incarico conferito a:

Ing. Giovanni Vescia

Sede operativa: Via Senato 45, 20121 Milano

gianni.vescia@fastwebnet.it

cell. 329 3318707

INDICE

1	PREMESSA.....	5
2	ANALISI STATO DI FATTO	7
2.1	ANALISI DELL'OFFERTA ATTUALE DI TRASPORTO	9
2.1.1	ANALISI DEGLI ASSI VIARI	13
2.1.1.1	S1 – via Zanica	14
2.1.1.2	S2 – via Creasca	14
2.1.1.3	S3 – via Creasca sud	15
2.1.1.4	S4 – via Portico	15
2.1.2	ANALISI DELLE INTERSEZIONI	16
2.1.2.1	INTERSEZIONE 1 – via Zanica / via Campagnola	17
2.1.2.2	INTERSEZIONE 2 – via Creasca / via Oberdan	18
2.1.2.3	INTERSEZIONE 3 – via Creasca / via Portico	19
2.1.2.4	INTERSEZIONE 4 – via Creasca / via per Grassobbio	20
2.2	TRASPORTO PUBBLICO LOCALE	21
2.3	MOBILITA' DOLCE	23
2.4	ANALISI DELLA DOMANDA: INDAGINI DI TRAFFICO.....	24
2.4.1	INTERSEZIONE 1: VIA ZANICA / VIA CAMPAGNOLA	27
2.4.2	INTERSEZIONE 2: VIA CREASCA / VIA OBERDAN	29
2.4.3	INTERSEZIONE 3: VIA CREASCA / VIA PORTICO.....	31
2.4.4	INTERSEZIONE 4: VIA CREASCA / VIA PER GRASSOBBIO	33
2.5	DEFINIZIONE DELL'ORA DI PUNTA	35
2.6	ANALISI SCENARIO ATTUALE	37
2.6.1	MODELLO DI OFFERTA	37
2.7	PROCEDURA DI CALIBRAZIONE.....	40
2.7.1	MODELLO DI ASSEGNAZIONE – SCENARIO ATTUALE	44
3	DATI DI TRAFFICO 2017	48
4	ANALISI SCENARIO DI INTERVENTO.....	52
4.1	COMPARTO A2A: STIMA INDOTTO VEICOLARE	53
4.2	STIMA INDOTTO VEICOLARE UMI 2	56
4.2.1	LOTTO 1: stima indotto veicolare attività spedizioniere	56
4.2.2	LOTTO 2 e 3: stima indotto veicolare	57
4.3	STIMA INDOTTO VEICOLARE SCENARIO DI INTERVENTO	59
4.3.1	RISULTATI MODELLO DI ASSEGNAZIONE.....	59
4.4	VERIFICA LIVELLO DI SERVIZIO ASSI VIARI: SCENARIO MT	65
5	ANALISI FUNZIONAMENTO INTERSEZIONI DI PROGETTO	67
5.1	RISULTATI MODELLO DI SIMULAZIONE	68
5.1.1	INTERSEZIONE 1: VIA CREASCA / VIA OBERDAN	70
5.1.1.1	Analisi dei Perditempo	70
5.1.1.2	Analisi accodamenti.....	71
5.1.1.3	Analisi Livelli di Servizio (LOS).....	71
5.1.2	INTERSEZIONE 2: VIA CREASCA / VIA PORTICO.....	73
5.1.2.1	Analisi dei Perditempo	73
5.1.2.2	Analisi accodamenti.....	74
5.1.2.3	Analisi Livelli di Servizio (LOS).....	74
5.1.3	VIABILITÀ DI ACCESSO AL COMPARTO	76
6	VERIFICA MANOVRE MEZZI INGOMBRANTI	83
7	CONCLUSIONI.....	86
8	INDICI.....	88

8.1	INDICE DELLE FIGURE	88
8.2	INDICE DELLE FOTO	89
8.3	INDICE DELLE TABELLE.....	89

1 PREMESSA

Il presente studio ha lo scopo di valutare l'impatto viabilistico e le ricadute sulla circolazione indotte dagli automezzi generati ed attratti dalla realizzazione degli interventi edilizi ed infrastrutturali di nuova costruzione previsti all'interno del progetto di qualificazione del comparto A2A, all'interno del Comune di Bergamo.

Il nuovo intervento si inserisce in un contesto strategico ai fini dei trasporti in quanto servito da importanti infrastrutture stradali di interesse locale e sovralocale: l'ingresso e l'uscita avviene dalla via Cremasca che si innesta a nord con il Casello A4 di Bergamo attraverso la via Zanica – Sp ex SS470 e a sud, alla Tangenziale sud di Bergamo da cui è possibile immettersi sull'A4 attraverso il casello di Seriate ad Ovest e il Casello di Dalmine ad Est dell'area di intervento.

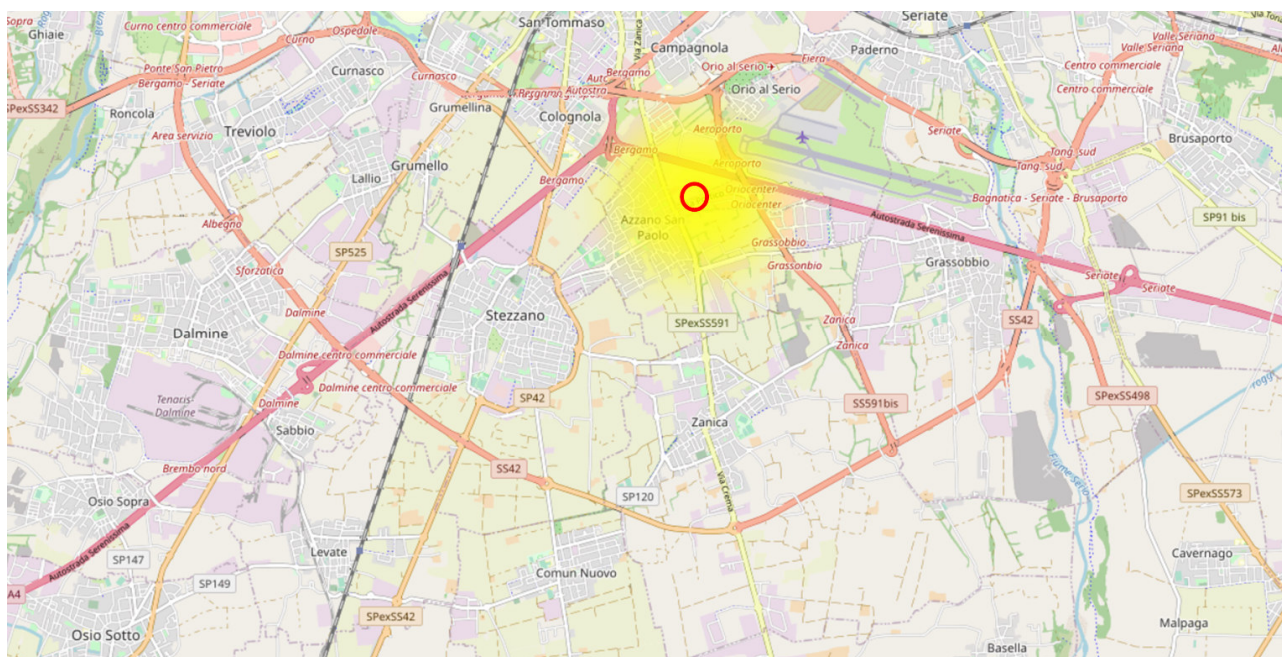


Figura 1 – Inquadramento territoriale - localizzazione area di intervento

Dal punto di vista metodologico il presente studio ha perseguito la finalità di analizzare e verificare il funzionamento dello schema di viabilità attuale e futuro, mediante l'ausilio apposite metodologie e modelli di simulazione, ed assumendo a base di valutazione i seguenti scenari temporali:

- **scenario attuale**, con l'obiettivo di fornire un'analisi dettagliata volta a caratterizzare l'attuale grado di accessibilità all'area di studio in riferimento all'assetto viario e al regime di circolazione nell'intorno del comparto interessato dagli interventi previsti;
- **scenario di intervento** finalizzato invece alla stima dei flussi di traffico aggiuntivi generati e attratti dal nuovo insediamento previsto e alla verifica del funzionamento della rete stradale, in relazione allo scenario di domanda e di offerta che si verrà a creare con l'entrata in esercizio dell'intervento proposto.

L'obiettivo dello studio è pertanto quello di analizzare e di verificare il funzionamento dello schema di accessibilità, nella situazione viabilistica attuale e futura, attraverso l'ausilio di due strumenti modellistici di supporto: modello di macrosimulazione per la stima dei flussi sulla rete nella configurazione viabilistica attuale e futura e un modello di microsimulazione per l'analisi puntuale delle sezioni/intersezioni stradali al fine di descriverne l'effettivo funzionamento.

Nello specifico, la verifica degli assi viari e delle intersezioni contermini l'area di studio verranno effettuate in accordo con quanto previsto dalla DGRL **27 settembre 2006 – n. VIII/3219 – Allegato 4 – Analisi di traffico**.

Le analisi verranno estese anche alla verifica dell'accessibilità al futuro ambito di trasformazione attraverso sistemi di mobilità “dolce” e al Trasporto Pubblico Locale su gomma e su ferro.

Nei paragrafi seguenti verrà illustrata la metodologia di analisi ed i risultati del modello di simulazione.

2 ANALISI STATO DI FATTO

Il primo passo metodologico per giungere alle previsioni di traffico necessarie per verificare la sostenibilità dell'intervento proposto, riguarda l'analisi dello scenario trasportistico attuale, cioè la ricostruzione del regime di circolazione presente sulla rete stradale dell'area di studio.

Tale fase verrà sviluppata mettendo a punto, nel modello di simulazione, sia il grafo stradale che rappresenta il sistema dell'offerta di trasporto, sia la matrice origine – destinazione che rappresenta il sistema della domanda di mobilità.

La domanda di mobilità, allo stato attuale, sulle principali intersezioni contermini l'area di intervento, è stata ricostruita, mediante un apposito rilievo di traffico effettuato nel mese di aprile 2021, con riferimento alla fascia bioraria compresa tra le 07:00 e le 09:00, dove mediamente si rileva il picco degli spostamenti sistematici casa – lavoro.

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

Per quanto concerne l'offerta, la rete viaria nel raggio di influenza veicolare dell'area verrà schematizzata attraverso alcuni parametri viabilistici:

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

Le informazioni raccolte verranno utilizzate per aggiornare sia il grafo stradale che rappresenta il sistema dell'offerta di trasporto, sia la matrice origine – destinazione che rappresenta il sistema della domanda di mobilità.

Per quanto riguarda la predisposizione del grafo stradale si è proceduto alla modellizzazione della rete viabilistica principale relativa all'ambito territoriale oggetto di intervento e alla viabilità principale extraurbana di collegamento con l'area di studio.

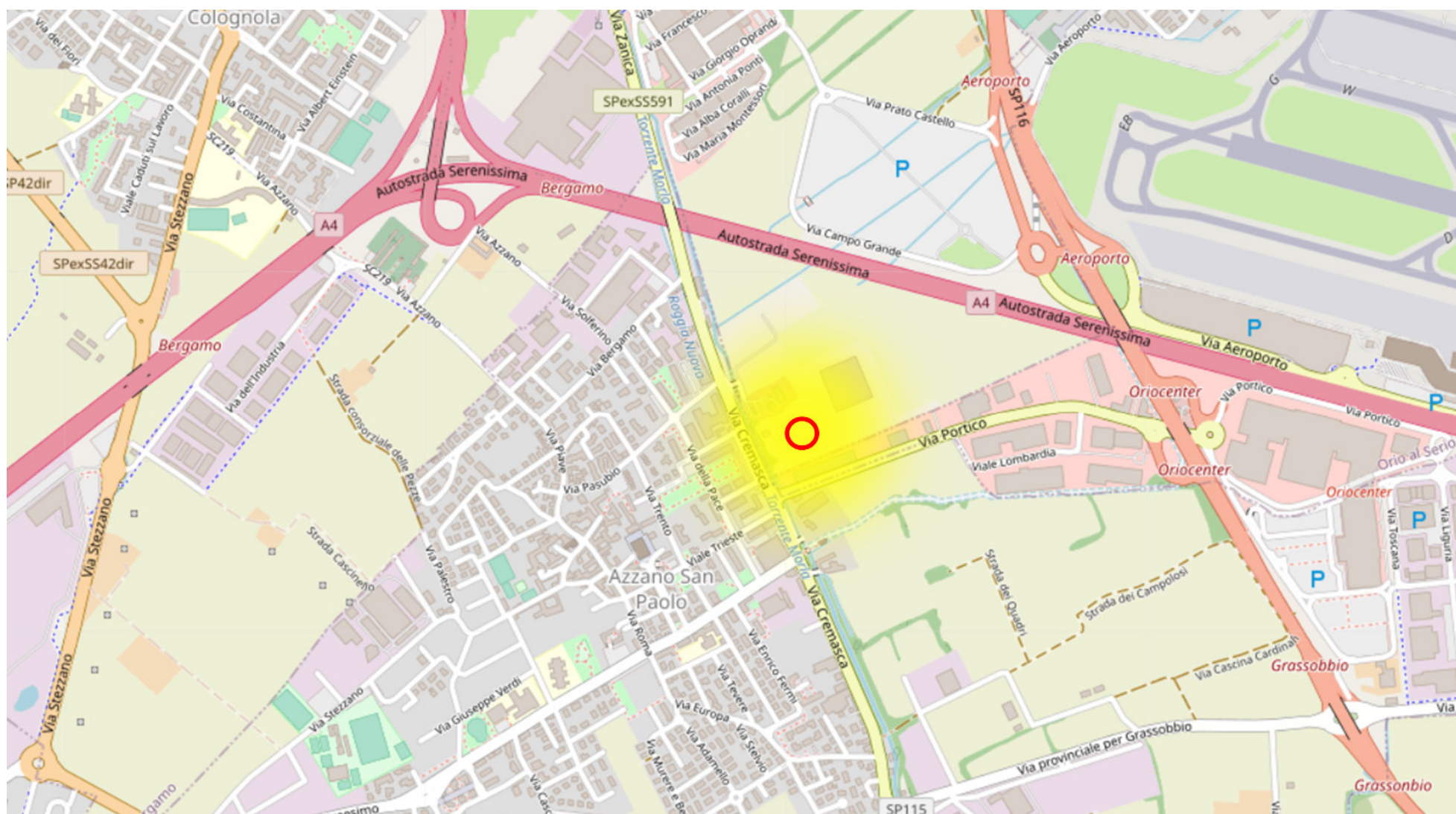


Figura 2 – Inquadramento della rete di trasporto - stato di fatto

2.1 ANALISI DELL'OFFERTA ATTUALE DI TRASPORTO

L'analisi dell'offerta di trasporto privato si propone di valutare il grado di accessibilità veicolare all'area in esame, rilevando sia la quantità che la qualità dei collegamenti stradali esistenti. L'offerta viaria nell'intorno dell'area di trasformazione offre un buon livello di accessibilità in relazione all'assetto viabilistico principale: l'accesso all'area di intervento avviene infatti dalla via Cremasca connessa al casello A4 di Bergamo attraverso la via Zanica e la SP ex SS470. Si rileva inoltre che sono in atto interventi di potenziamento sulla rete stradale di area vasta che vanno a migliorare ulteriormente l'accessibilità all'area di studio:

- Riqualificazione accesso casello A4 di Bergamo: in fase di realizzazione

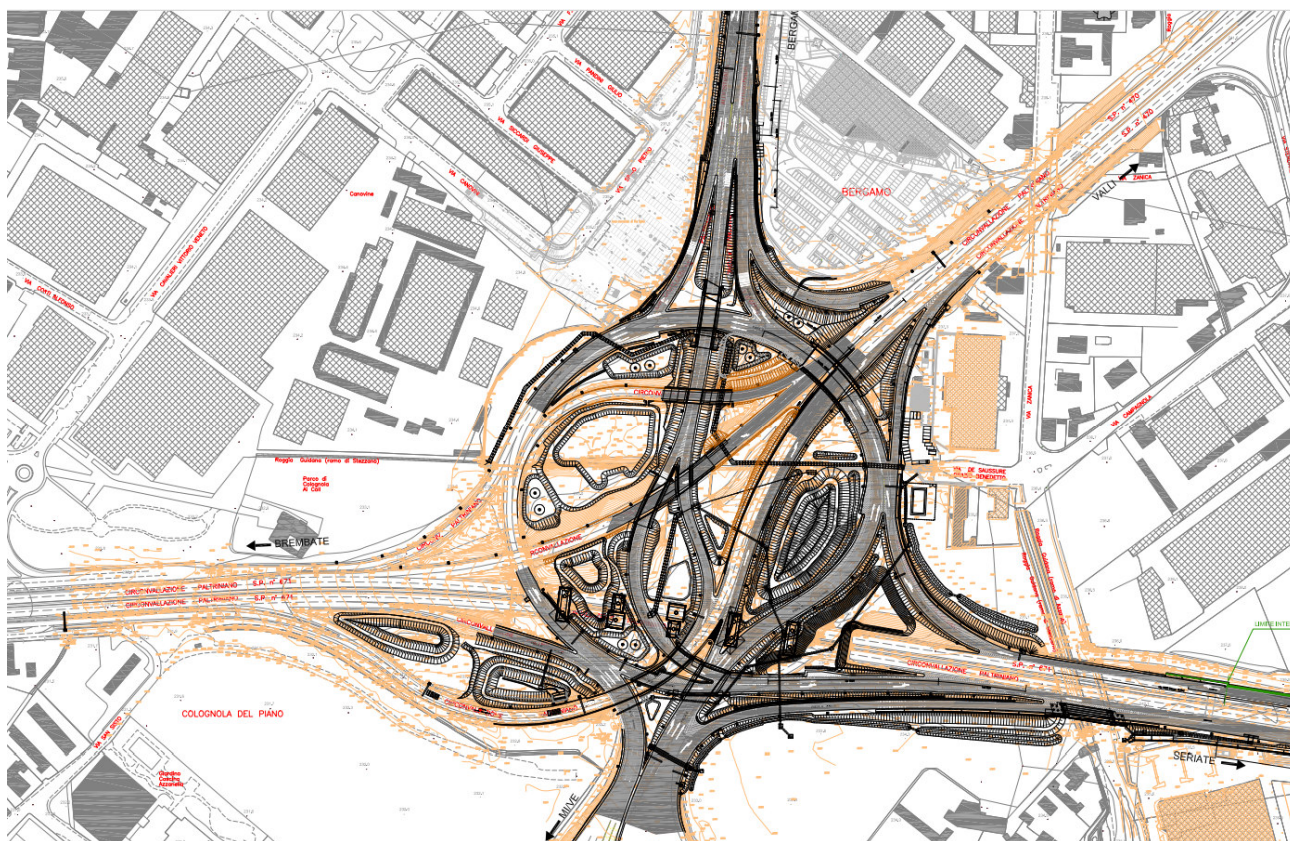


Figura 3 – schema riqualificazione nodo A4

- Realizzazione della Interconnessione Pedemontana – Brebemi;

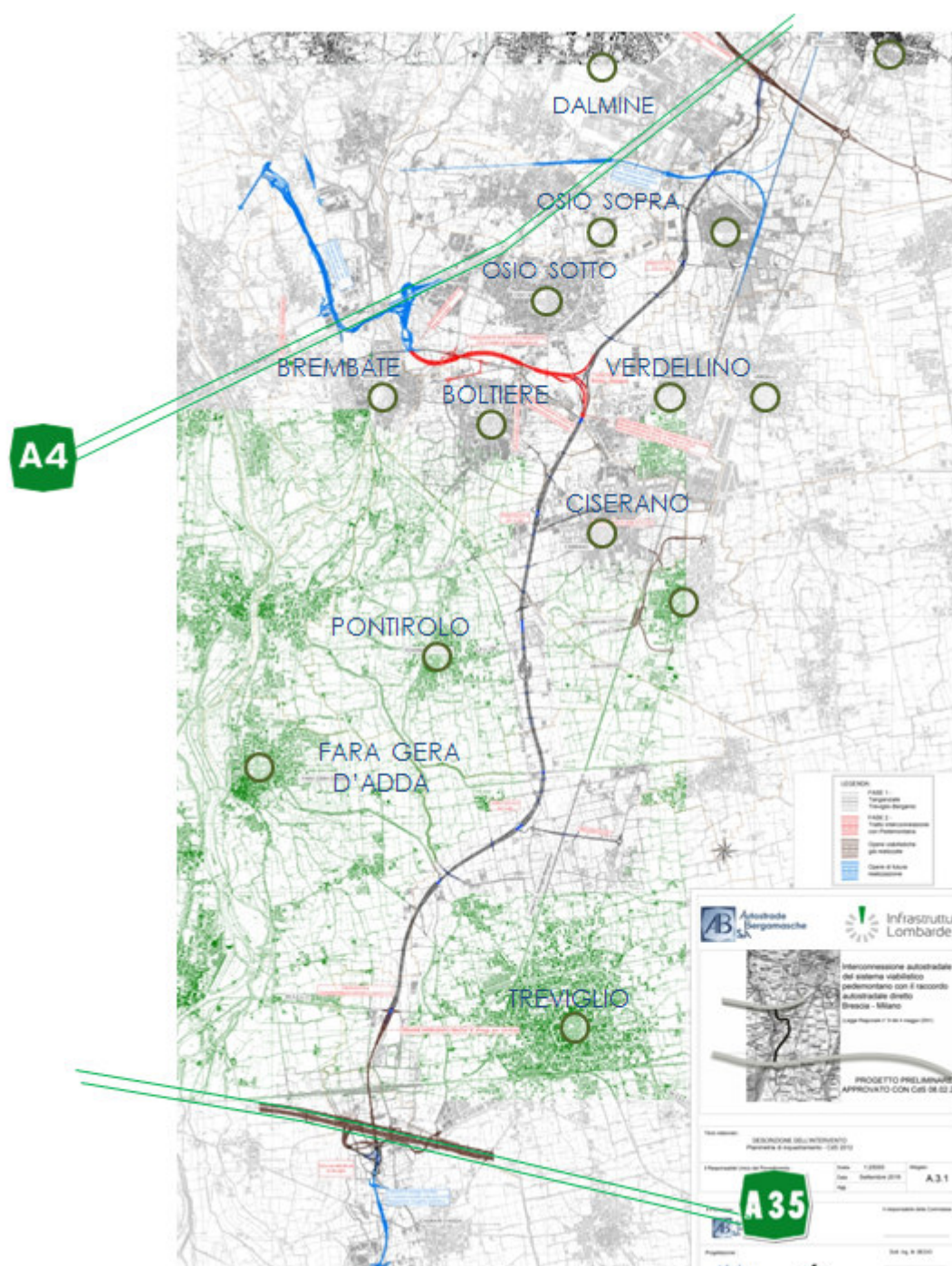


Figura 4 – schema Interconnessione Pedemontana - Brebemi

Ad una scala più locale, relativamente alle infrastrutture previste, la Tavola DP4 – Scenari per il sistema infrastrutturale contenuta del Documento di Piano del PGT, mostra le previsioni di scenario del nuovo sistema viabilistico che dovranno essere adottate in corrispondenza del quartiere di Campagnola per il collegamento tra la circonvallazione interna e l'asse interurbano al fine di delineare la struttura di incardinamento dell'accesso alla città da sud (Fonte: Relazione DdP). Gli estratti seguenti mostrano le previsioni infrastrutturali, più prossime all'area oggetto di intervento, localizzate in parte ad ovest ed in parte ad est, campite con il colore giallo. Relativamente alla parte ovest, il sistema infrastrutturale quadrante sud, evidenzia le previsioni relative allo svincolo autostradale, il raccordo tra l'asse interurbano e la circonvallazione, e la nuova viabilità intercomunale.

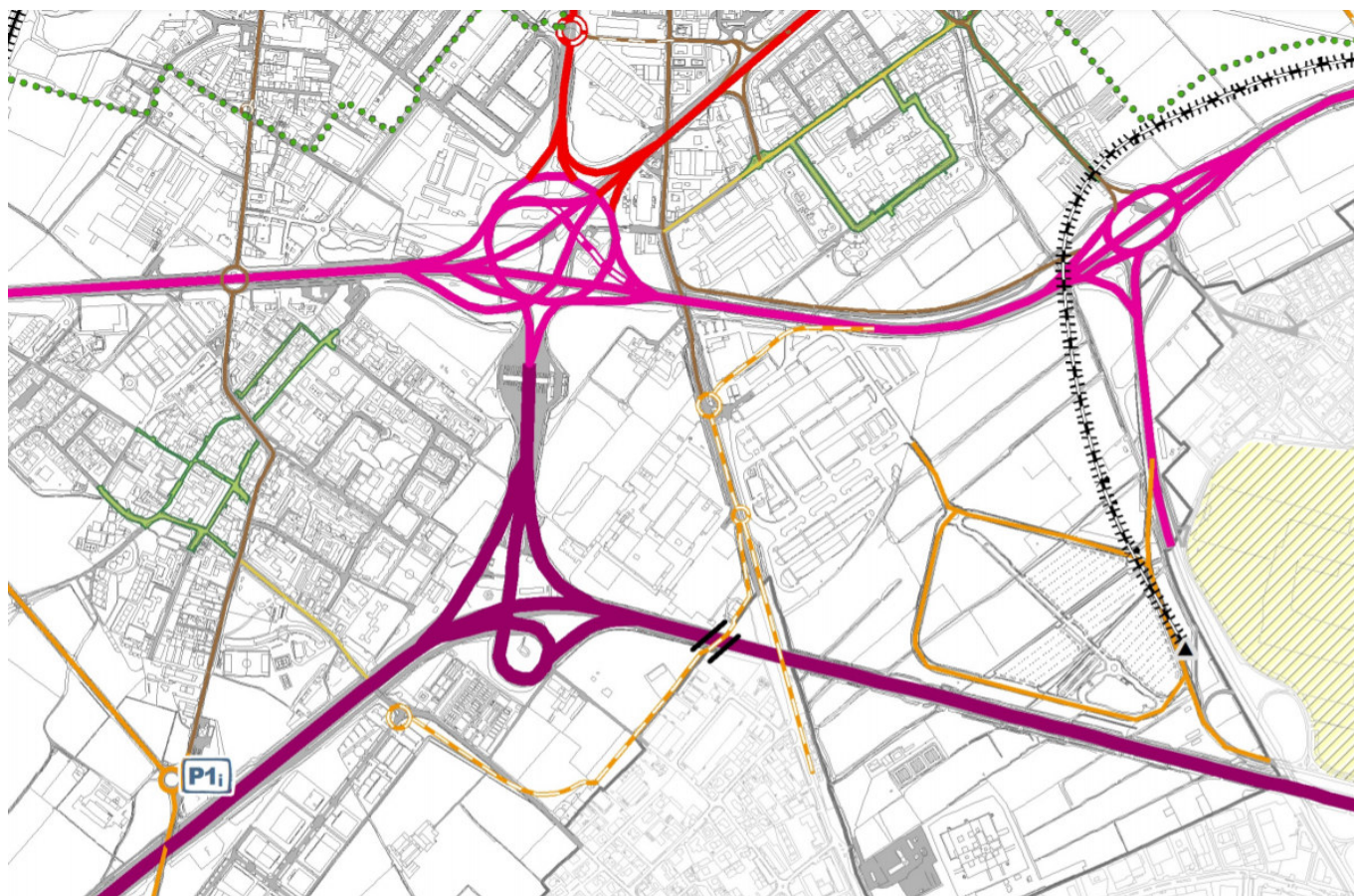


Figura 5 – Estratto Tavola DP4

L'immagine seguente mostra la regolamentazione delle intersezioni sulla rete stradale del comparto oggetto di analisi e lo schema di circolazione attualmente in essere.

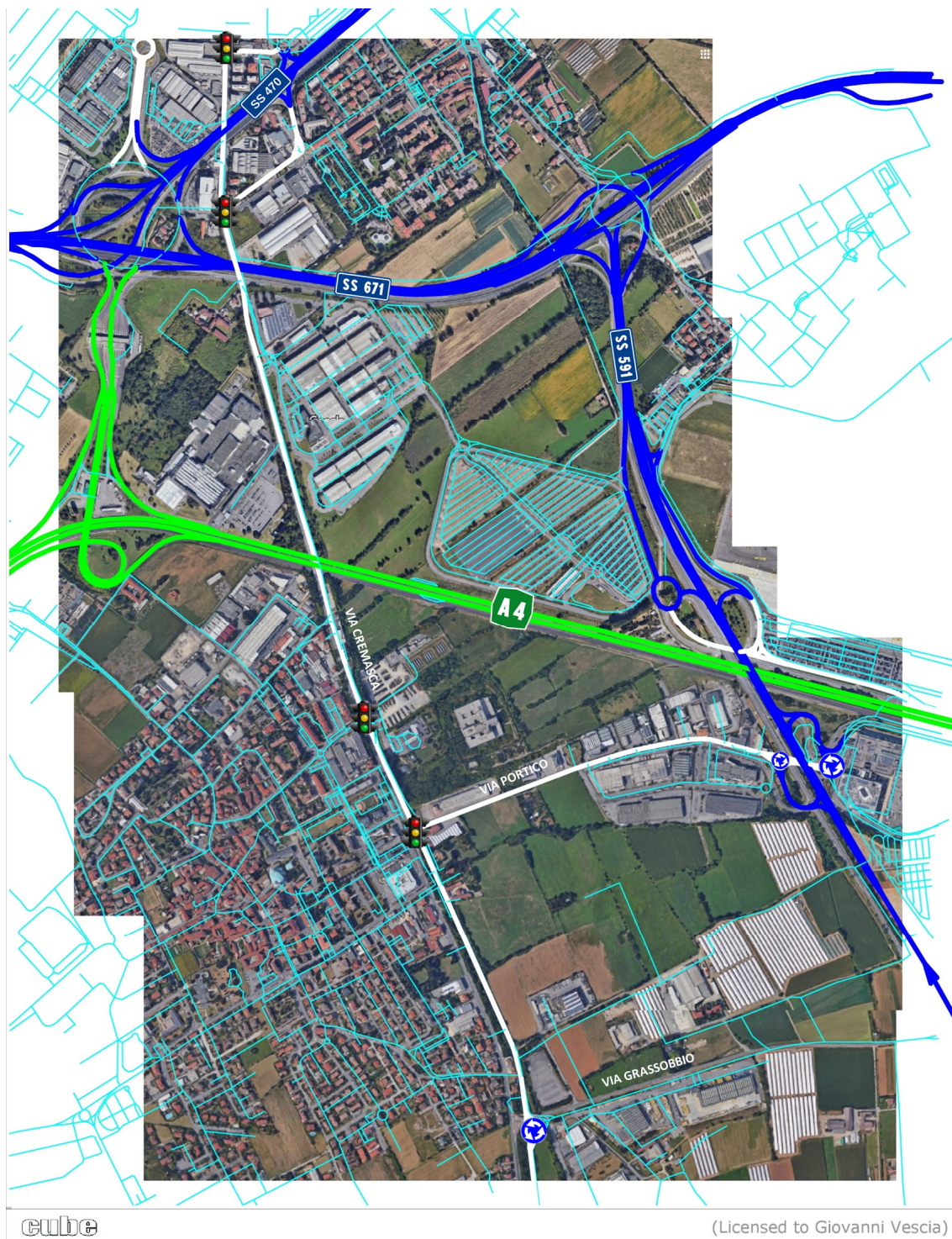


Figura 6 – Regolamentazione delle intersezioni

Tutte le strade di connessione con il futuro ambito di intervento sono a doppio senso di marcia.

2.1.1 ANALISI DEGLI ASSI VIARI

Nel dettaglio, vengono esaminati e descritte le principali caratteristiche dei seguenti assi viari al fine dell'aggiornamento delle banche dati che caratterizzano il modello di offerta dell'area di studio:

- S1 – via Zanica;
- S2 – via Cremasca;
- S3 – via Cremasca sud;
- S4 – via Portico;
- S5 – via Grassobbio.

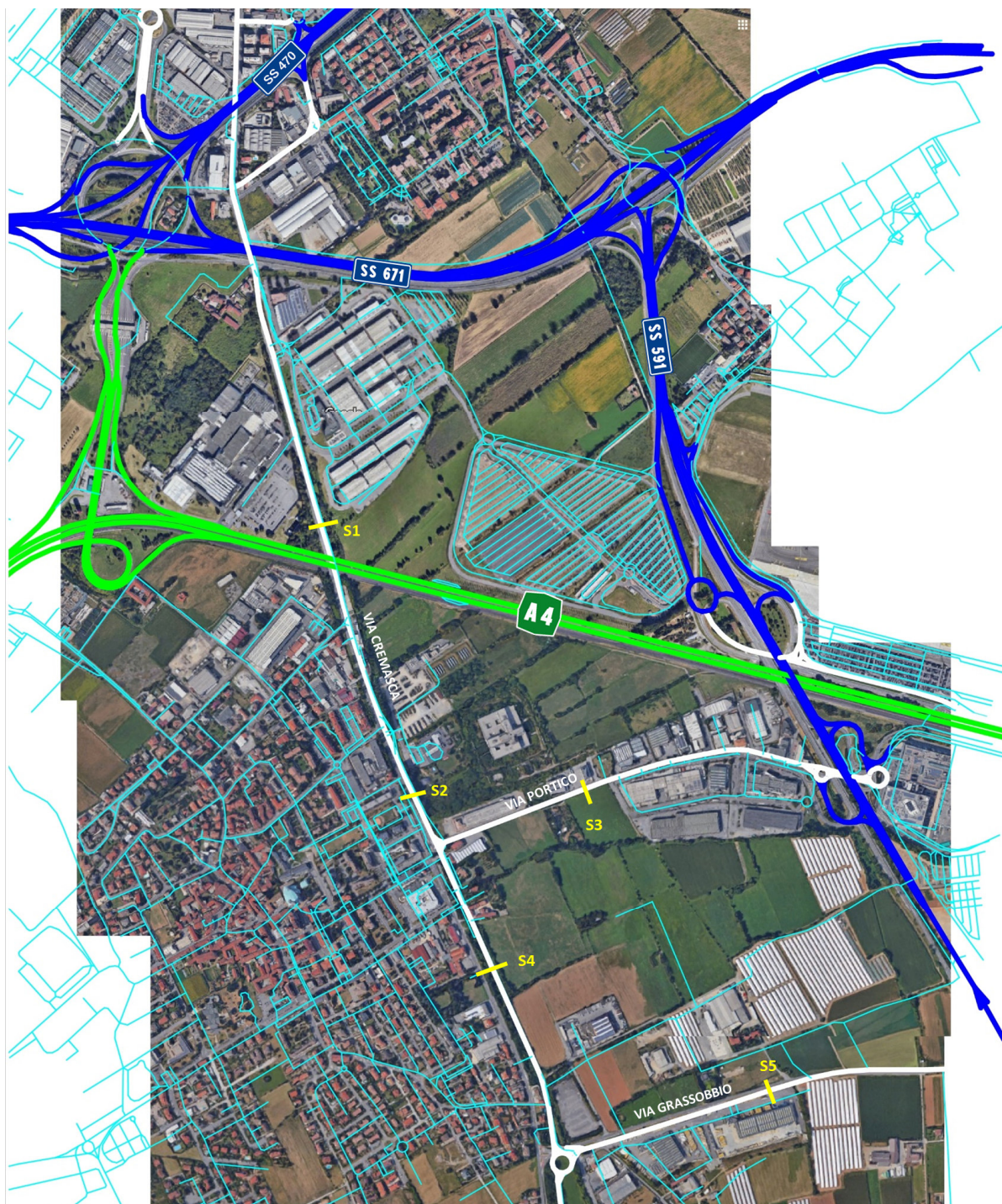


Figura 7 – Assi viari in esame

2.1.1.1 S1 – via Zanica

L'ex strada statale 591 Cremasca (SS 591), ora strada provinciale ex strada statale 591 Cremasca (SP ex SS 591), nel tratto in esame denominata via Zanica, presenta tracciato con andamento nord-sud. Nel tratto oggetto di analisi, si configura ad unica carreggiata con una corsia per senso di marcia. Sul lato est della carreggiata è presente un percorso ciclopeditonale protetto, mentre la sosta a bordo strada è vietata su ambo i lati della carreggiata.



Figura 8 – Sezione S1 – Direzione sud

2.1.1.2 S2 – via Cremasca

La via Cremasca, nel tratto in prossimità dell'area di studio mantiene le stesse caratteristiche della Sezione 1: è una strada ad unica carreggiata con una corsia per senso di marcia. Sul lato est della carreggiata è presente un percorso ciclopeditonale protetto, mentre la sosta a bordo strada è vietata su ambo i lati della carreggiata.



Foto 1 – S2 – direzione nord

2.1.1.3 S3 – via Cremasca sud

La via Cremasca, nel tratto a sud dell'area di studio mantiene le stesse caratteristiche della Sezione 2: è una strada ad unica carreggiata con una corsia per senso di marcia. Sul lato est della carreggiata è presente un percorso ciclopedonale protetto, mentre la sosta a bordo strada è vietata su ambo i lati della carreggiata.



Foto 2 – S3 – dir nord

2.1.1.4 S4 – via Portico

La via Portico è una strada locale, di connessione tra il tracciato storico della SP ex SS591 e il nuovo tracciato della SP ex 591 bis Cremasca (SS 591 bis). Su entrambi i lati della carreggiata non sono presenti percorsi pedonali protetti ed è vietata la sosta a bordo strada.



Foto 3 – S4 – via Portico

2.1.2 ANALISI DELLE INTERSEZIONI

Per completare l'analisi del sistema di offerta viene di seguito proposto l'analisi delle principali intersezione limitrofe all'area oggetto dell'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 Zanica / via Campagnola;
- Intersezione 2 – via Cremasca / via Oberdan;
- Intersezione 3 – via Cremasca / via Portico;
- Intersezione 4 – via Cremasca / via per Grassobbio.

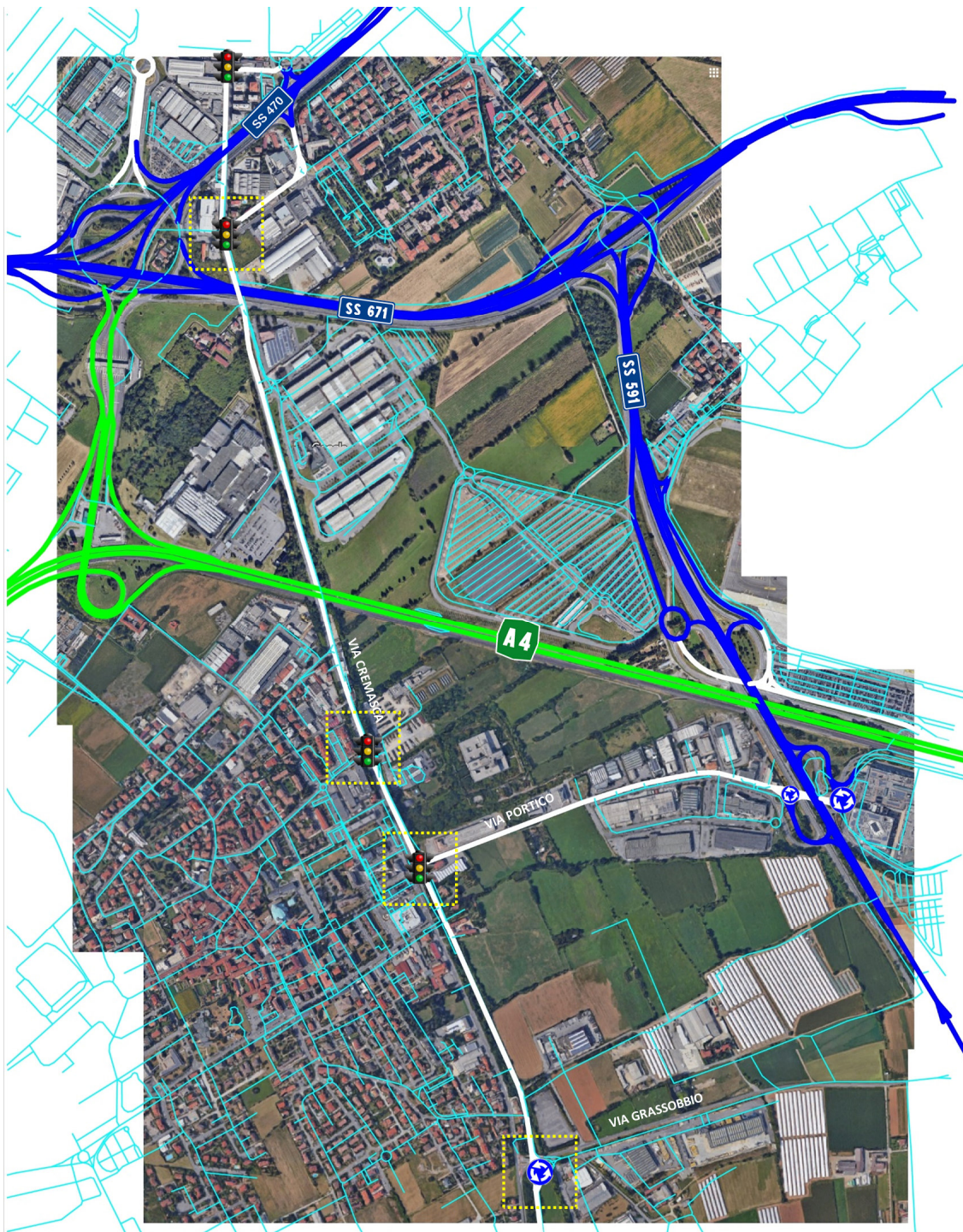


Figura 9 – Intersezioni analizzate

2.1.2.1 INTERSEZIONE 1 – via Zanica / via Campagnola

L'intersezione in esame attualmente si configura come un'intersezione semaforica: il flusso principale è rappresentato dalla corrente che percorre l'itinerario nord → sud (e viceversa). Le strade che vi confluiscono sono tutte a doppio senso di marcia; in prossimità dell'intersezione sono possibili tutte le manovre di svolta.



Figura 10 – Intersezione 1 – Foto aerea



Figura 11 – Intersezione 2: vista 3D

2.1.2.2 INTERSEZIONE 2 – via Cremasca / via Oberdan

L'intersezione in esame attualmente si configura come un'intersezione semaforica a 4 rami: il flusso principale è rappresentato dalla corrente che percorre l'itinerario nord → sud (e viceversa). Le strade che vi confluiscono sono tutte a doppio senso di marcia; in prossimità dell'intersezione sono possibili tutte le manovre di svolta.



Figura 12 – Intersezione 2: via Cremasca / via Oberdan



Figura 13 – Intersezione 2: vista 3D

2.1.2.3 INTERSEZIONE 3 – via Cremasca / via Portico

L'intersezione in esame attualmente si configura come un'intersezione semaforizzata a 4 braccia: il flusso principale è rappresentato dalla corrente che percorre l'itinerario nord → sud (e viceversa). Le strade che vi confluiscono sono tutte a doppio senso di marcia; in prossimità dell'intersezione sono possibili tutte le manovre di svolta.



Figura 14 – Intersezione 3: via Cremasca / via Portico

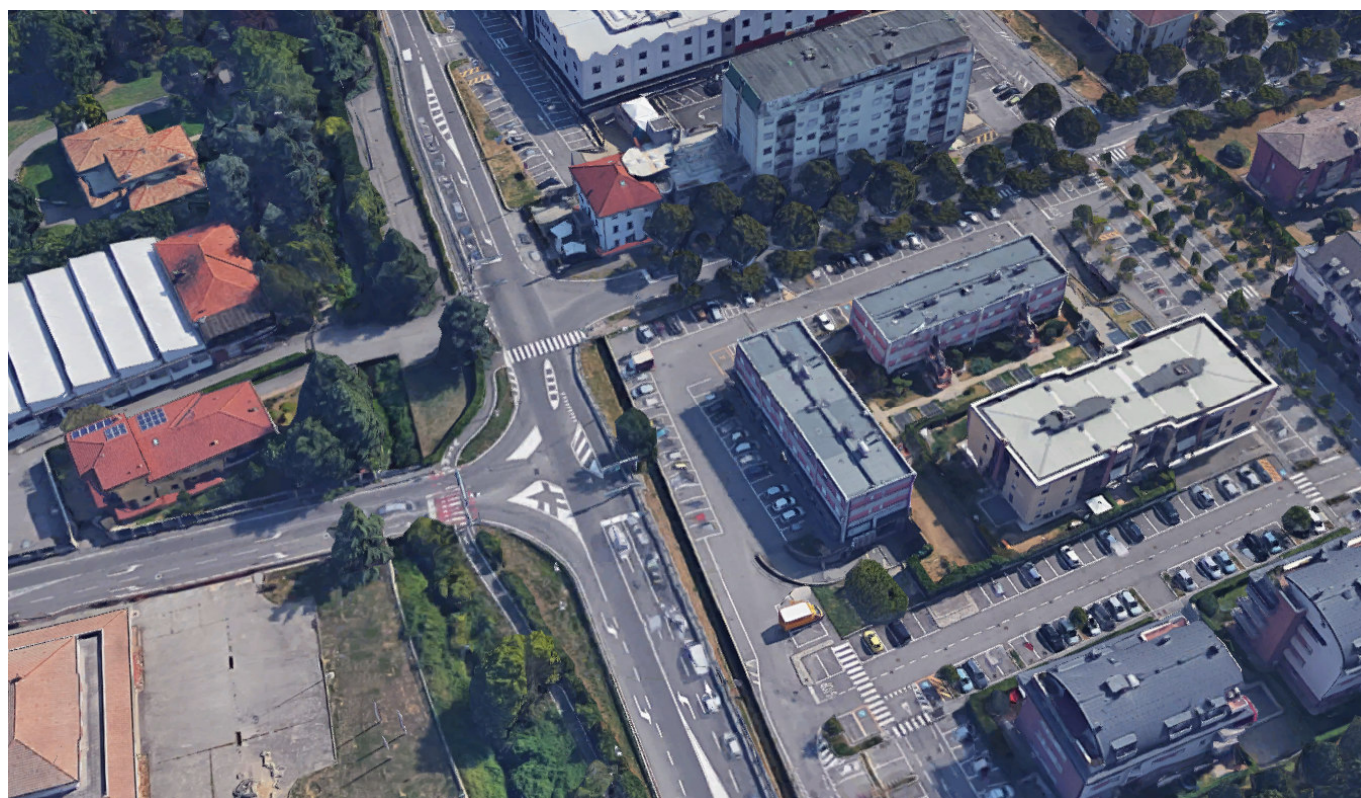


Figura 15 – Intersezione 3: vista 3D

2.1.2.4 INTERSEZIONE 4 – via Cremasca / via per Grassobbio

L'intersezione in esame attualmente si configura come un'intersezione a rotatoria a 3 braccia con precedenza all'anello. Tutti gli approcci si configurano ad una corsia in ingresso.

Il flusso principale è rappresentato dalla corrente che percorre l'itinerario nord → sud (e viceversa). Le strade che vi confluiscono sono tutte a doppio senso di marcia; in prossimità dell'intersezione sono possibili tutte le manovre di svolta.



Figura 16 – Intersezione 4: via Cremasca / via per Grassobbio

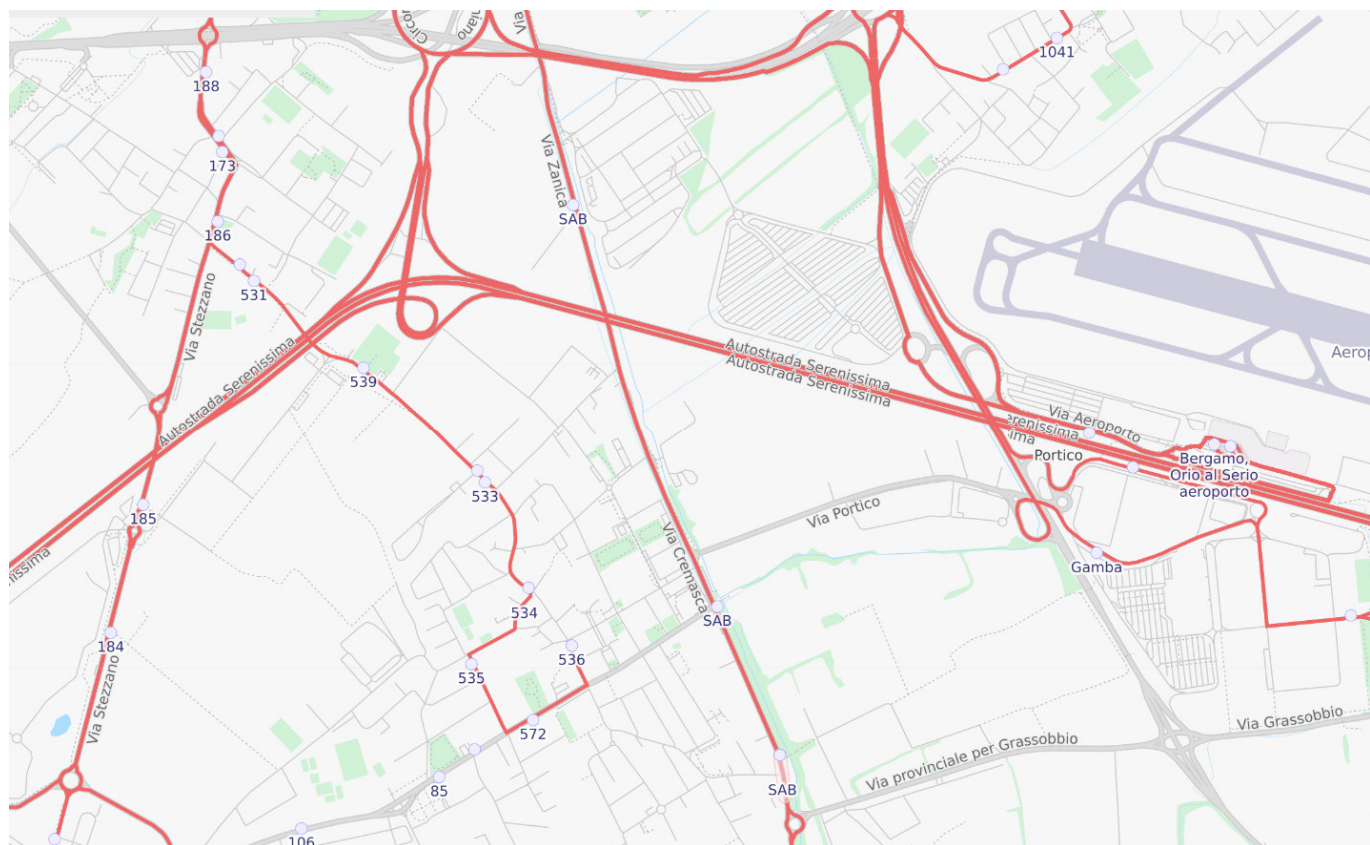


Figura 18 – Aspetto Trasporto Pubblico Locale – dettaglio area di studio

2.3 MOBILITA' DOLCE

Allo stato attuale l'area di studio è servita sul lato est della via Cremasca da un percorso ciclabile (ciclopeditonale sul fronte del futuro intervento) che consente la connessione tra il nuovo insediamento produttivo e l'abitato di Azzano San Paolo e Bergamo. Ciò conferisce all'ambito di intervento un'elevata accessibilità anche mediante sistemi di mobilità "dolce"

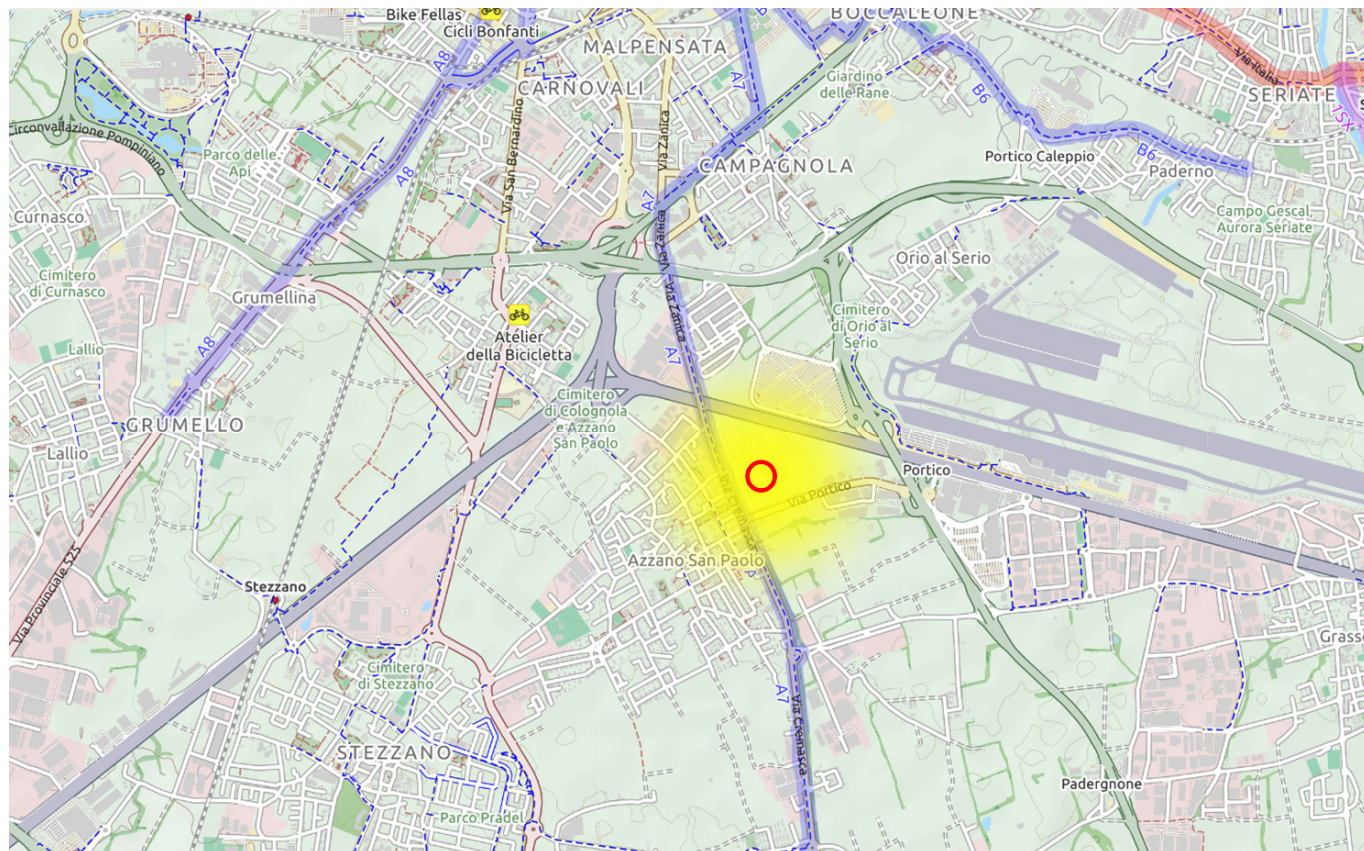


Foto 4 – Estratto mappa piste ciclabili – area di studio

2.4 ANALISI DELLA DOMANDA: INDAGINI DI TRAFFICO

La conoscenza dei dati di traffico veicolare è componente fondamentale per consentire, dapprima, di analizzare la situazione di traffico esistente - allo stato attuale - al contorno del comparto in esame e, successivamente, di valutare il traffico indotto (incrementi) derivante dalla realizzazione del progetto, al fine di verificare il corretto dimensionamento e l'efficacia dei punti di accesso. La domanda di mobilità urbana può essere sinteticamente descritta - in rapporto ad un determinato arco temporale di riferimento - in termini di "flussi veicolari" su significative sezioni della rete stradale, che origina degli spostamenti, da caricarsi sulla rete viaria esistente.

Per analizzare, in modo dettagliato, l'incidenza delle previsioni dedotte dal progetto in esame sulla viabilità locale, è necessario ricostruire i flussi di traffico attualmente circolanti sulla rete esistente, ossia stimare la domanda di trasporto attuale.

Considerando la natura dell'intervento a carattere produttivo, i rilievi di traffico sono stati effettuati nella giornata di venerdì 9 Aprile 2021, nella fascia oraria compresa tra le 07.00 e le 09.00, dove mediamente si rileva il picco degli spostamenti sistematici casa - lavoro.

I conteggi di traffico sono stati condotti con apparecchiature di registrazione video dalla cui elaborazione è possibile determinare i flussi veicolari, la classificazione e l'origine/destinazione dei mezzi transitanti nelle intersezioni.



Figura 19 – Strumentazione video

L'area di studio è stata suddivisa in più sezioni sulle quali sono state effettuate due tipologie di rilievo:

- il conteggio dei flussi in ingresso/uscita dalla sezione;
- il conteggio dei veicoli in ingresso in una data sezione posto in relazione con gli itinerari di uscita al fine di ricostruire la matrice O/D degli spostamenti.

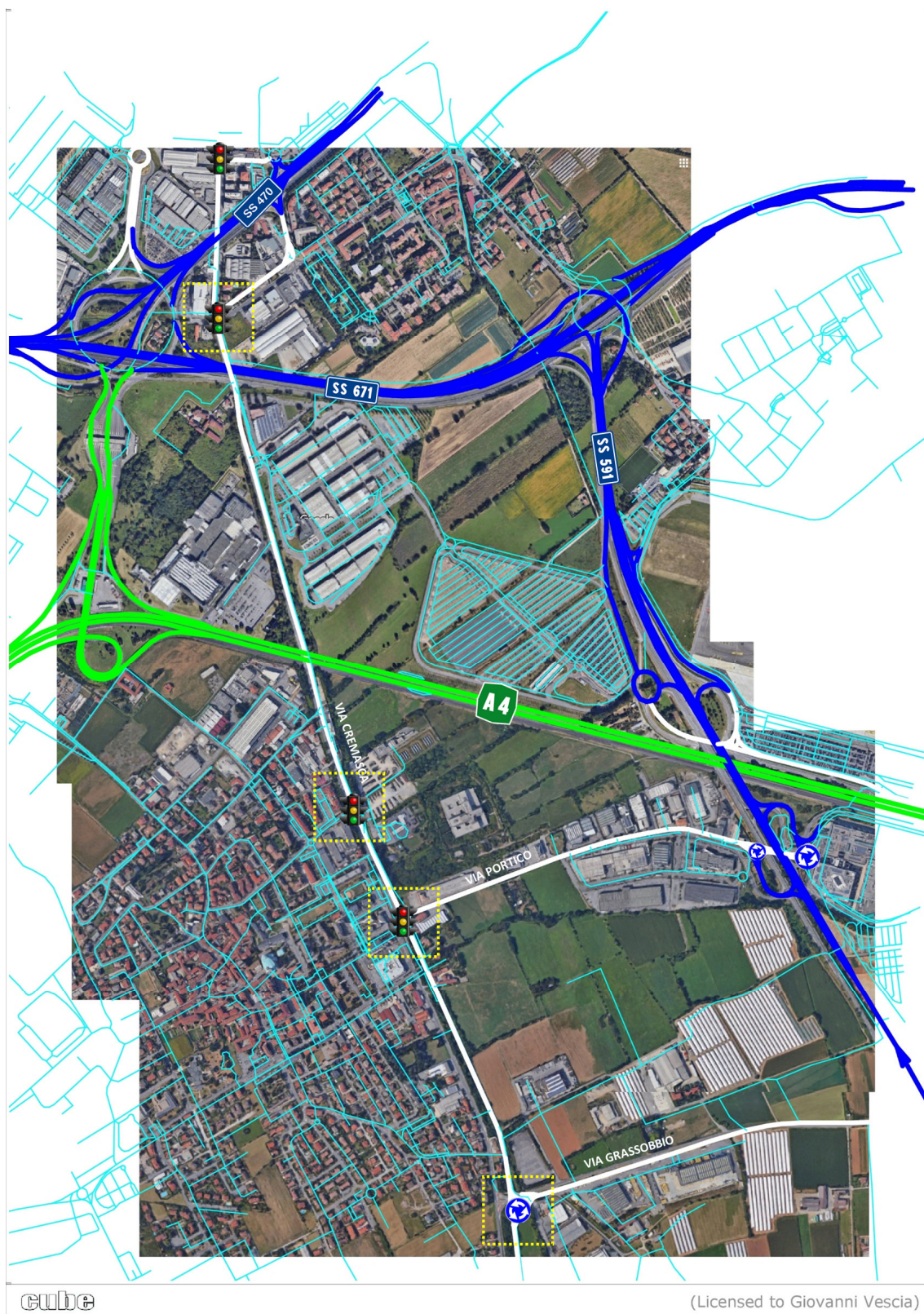


Figura 20 – Intersezione rilevata

In questo modo, è stato possibile individuare 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.

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 2.5 veicoli equivalenti.

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



Figura 21 – Esempi di veicoli appartenenti alle classi veicolari "Leggeri" e "Pesanti"

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.

2.4.1 INTERSEZIONE 1: VIA ZANICA / VIA CAMPAGNOLA

Le sezioni rilevate sono schematizzate nell'immagine seguente.



Figura 22 – Intersezione 1: VIA ZANICA / VIA CAMPAGNOLA – sezioni rilevate

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

COMUNE DI BERGAMO
INTERSEZIONE 1 - 09/04/2021
DATI DISAGGREGATI
INGRESSO NELL'INTERSEZIONE

A - Zanica nord									
Ora	B - via Campagnola			C - via Cremasca sud			D - Via De Saussure		
	Leggeri	>35q	Totale	Leggeri	>35q	Totale	Leggeri	>35q	Totale
7.00 - 7.15	8	1	9	69	3	72	0	0	0
7.15 - 7.30	9	0	9	106	4	110	2	0	2
7.30 - 7.45	22	0	22	134	5	139	0	0	0
7.45 - 8.00	17	0	17	129	2	131	0	1	1
8.00 - 8.15	20	2	22	136	2	138	1	0	1
8.15 - 8.30	25	0	25	130	1	131	2	0	2
8.30 - 8.45	28	1	29	145	4	149	1	0	1
8.45 - 9.00	40	0	40	135	2	137	1	0	1
Tot. 7.00 - 8.00	56	1	57	438	14	452	2	1	3
Tot. 7.30 - 8.30	84	2	86	529	10	539	3	1	4
Tot. 8.00 - 9.00	113	3	116	546	9	555	5	0	5

B - via Campagnola									
Ora	C - via Cremasca sud			D - Via De Saussure			A - Zanica nord		
	Leggeri	>35q	Totale	Leggeri	>35q	Totale	Leggeri	>35q	Totale
7.00 - 7.15	18	3	21	0	0	0	16	3	19
7.15 - 7.30	29	6	35	2	0	2	39	5	44
7.30 - 7.45	55	5	60	2	1	3	30	3	33
7.45 - 8.00	51	4	55	1	0	1	48	3	51
8.00 - 8.15	65	4	69	0	0	0	62	4	66
8.15 - 8.30	52	2	54	8	0	8	67	3	70
8.30 - 8.45	60	2	62	5	0	5	46	1	47
8.45 - 9.00	39	6	45	3	0	3	36	1	37
Tot. 7.00 - 8.00	153	18	171	5	1	6	133	14	147
Tot. 7.30 - 8.30	223	15	238	11	1	12	207	13	220
Tot. 8.00 - 9.00	216	14	230	16	0	16	211	9	220

C - via Cremasca sud									
Ora	D - Via De Saussure			A - Zanica nord			B - via Campagnola		
	Leggeri	>35q	Totale	Leggeri	>35q	Totale	Leggeri	>35q	Totale
7.00 - 7.15	0	0	0	55	6	61	36	4	40
7.15 - 7.30	1	0	1	82	10	92	45	7	52
7.30 - 7.45	0	0	0	112	11	123	71	5	76
7.45 - 8.00	0	0	0	147	9	156	76	5	81
8.00 - 8.15	0	0	0	118	6	124	48	5	54
8.15 - 8.30	1	0	1	163	6	169	73	6	79
8.30 - 8.45	3	0	3	143	6	149	68	4	72
8.45 - 9.00	0	0	0	144	6	150	73	5	78
Tot. 7.00 - 8.00	1	0	1	395	38	432	228	21	249
Tot. 7.30 - 8.30	1	0	1	540	32	572	269	21	290
Tot. 8.00 - 9.00	4	0	4	568	24	592	263	20	283

D - Via De Saussure									
Ora	A - Zanica nord			B - via Campagnola			C - via Cremasca sud		
	Leggeri	>35q	Totale	Leggeri	>35q	Totale	Leggeri	>35q	Totale
7.00 - 7.15	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7.15 - 7.30	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7.30 - 7.45	0	0	0	1	0	1	0	0	0
7.45 - 8.00	0	1	1	0	0	0	0	0	0
8.00 - 8.15	1	0	1	0	0	0	0	0	0
8.15 - 8.30	0	0	0	1	0	1	0	0	0
8.30 - 8.45	1	0	1	0	0	0	0	0	0
8.45 - 9.00	0	0	0	1	0	1	0	0	0
Tot. 7.00 - 8.00	0	1	1	1	0	1	0	0	0
Tot. 7.30 - 8.30	1	1	2	2	0	2	0	0	0
Tot. 8.00 - 9.00	2	0	2	2	0	2	0	0	0

Tabella 1 – Intersezione 1: VIA ZANICA / VIA CAMPAGNOLA – Flussi disaggregati per 15 minuti

COMUNE DI BERGAMO
INTERSEZIONE 1 - 09/04/2021
DATI DISAGGREGATI
USCITA DALL'INTERSEZIONE

A - Zanica nord									
Ora	B - via Campagnola			C - via Cremasca sud			D - Via De Saussure		
	Leggeri	>35q	Totale	Leggeri	>35q	Totale	Leggeri	>35q	Totale
7.00 - 7.15	16	3	19	55	6	61	0	0	0
7.15 - 7.30	39	5	44	82	10	92	0	0	0
7.30 - 7.45	30	3	33	112	11	123	0	0	0
7.45 - 8.00	48	3	51	147	9	156	0	1	1
8.00 - 8.15	62	4	66	118	6	124	1	0	1
8.15 - 8.30	67	3	70	163	6	169	0	0	0
8.30 - 8.45	46	1	47	143	6	149	1	0	1
8.45 - 9.00	36	1	37	144	6	150	0	0	0
Tot. 7.00 - 8.00	133	14	147	396	36	432	0	1	1
Tot. 7.30 - 8.30	207	13	220	540	32	572	1	1	2
Tot. 8.00 - 9.00	211	9	220	568	24	592	2	0	2

B - via Campagnola									
Ora	C - via Cremasca sud			D - Via De Saussure			A - Zanica nord		
	Leggeri	>35q	Totale	Leggeri	>35q	Totale	Leggeri	>35q	Totale
7.00 - 7.15	36	4	40	0	0	0	18	3	21
7.15 - 7.30	45	7	52	0	0	0	9	0	9
7.30 - 7.45	71	5	76	1	0	1	22	0	22
7.45 - 8.00	76	5	81	0	0	0	17	0	17
8.00 - 8.15	49	5	54	0	0	0	20	2	22
8.15 - 8.30	73	6	79	1	0	1	25	0	25
8.30 - 8.45	68	4	72	0	0	0	28	1	29
8.45 - 9.00	73	5	78	1	0	1	40	0	40
Tot. 7.00 - 8.00	228	21	249	1	0	1	56	1	57
Tot. 7.30 - 8.30	269	21	290	2	0	2	84	2	86
Tot. 8.00 - 9.00	263	20	283	2	0	2	113	3	116

C - via Cremasca sud									
Ora	D - Via De Saussure			A - Zanica nord			B - via Campagnola		
	Leggeri	>35q	Totale	Leggeri	>35q	Totale	Leggeri	>35q	Totale
7.00 - 7.15	0	0	0	69	3	72	18	3	21
7.15 - 7.30	0	0	0	106	4	110	29	6	35
7.30 - 7.45	0	0	0	134	5	139	55	5	60
7.45 - 8.00	0	0	0	129	2	131	51	4	55
8.00 - 8.15	0	0	0	136	2	138	65	4	69
8.15 - 8.30	0	0	0	130	1	131	52	2	54
8.30 - 8.45	0	0	0	145	4	149	60	2	62
8.45 - 9.00	0	0	0	135	2	137	39	6	45
Tot. 7.00 - 8.00	0	0	0	438	14	452	153	18	171
Tot. 7.30 - 8.30	0	0	0	529	10	539	223	15	238
Tot. 8.00 - 9.00	0	0	0	546	9	555	216	14	230

D - Via De Saussure									
Ora	A - Zanica nord			B - via Campagnola			C - via Cremasca sud		
	Leggeri	>35q	Totale	Leggeri	>35q	Totale	Leggeri	>35q	Totale
7.00 - 7.15	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7.15 - 7.30	2	0	2	2	0	2	1	0	1
7.30 - 7.45	0	0	0	2	1	3	0	0	0
7.45 - 8.00	0	1	1	1	0	1	0	0	0
8.00 - 8.15	1	0	1	0	0	0	0	0	0
8.15 - 8.30	2	0	2	8	0	8	1	0	1
8.30 - 8.45	1	0	1	5	0	5	3	0	3
8.45 - 9.00	0	0	0	3	0	3	0	0	0
Tot. 7.00 - 8.00	2	1	3	5	1	6	1	0	1
Tot. 7.30 - 8.30	3	1	4	11	1	12	1	0	1
Tot. 8.00 - 9.00	5	0	5	16	0	16	4	0	4

COMUNE DI BERGAMO
INTERSEZIONE 1 - 09/04/2021
VEICOLI EQUIVALENTI - MATRICI

Tot. 7.00 - 8.00				
	A - Zanica nord	B - via Campagnola	C - via Cremasca sud	D - Via De Saussure
A - Zanica nord	0	59	473	5
B - via Campagnola	168	0	198	8
C - via Cremasca sud	486	281	0	1
D - Via De Saussure	3	1	0	0
TOTALE	657	340	671	13

Tot. 7.30 - 8.30				
	A - Zanica nord	B - via Campagnola	C - via Cremasca sud	D - Via De Saussure
A - Zanica nord	0	89	554	6
B - via Campagnola	240	0	261	14
C - via Cremasca sud	620	322	0	1
D - Via De Saussure	4	2	0	0
TOTALE	863	413	815	20

Tot. 8.00 - 9.00				
	A - Zanica nord	B - via Campagnola	C - via Cremasca sud	D - Via De Saussure
A - Zanica nord	0	121	569	5
B - via Campagnola	234	0	251	16
C - via Cremasca sud	628	313	0	4
D - Via De Saussure	2	2	0	0
TOTALE	864	436	820	25

Tabella 2 – Intersezione 1: VIA ZANICA / VIA CAMPAGNOLA – Flussi equivalenti

2.4.2 INTERSEZIONE 2: VIA CREMASCA / VIA OBERDAN

Le sezioni rilevate sono schematizzate nell'immagine seguente.



Figura 23 – Intersezione 2: VIA CREMASCA / VIA OBERDAN – sezioni rilevate

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

COMUNE DI AZZANO SAN PAOLO									
INTERSEZIONE 2 - 09/04/2021									
DATI DISAGGREGATI									
INGRESSO NELL'INTERSEZIONE									

A - Cremasca nord									
Ora	B - via Zanica			C - via Cremasca sud			D - via Oberdan		
	Leggeri	>35q	Totale	Leggeri	>35q	Totale	Leggeri	>35q	Totale
7.00 - 7.15	2	0	2	55	3	58	4	0	4
7.15 - 7.30	3	0	3	71	3	74	10	0	10
7.30 - 7.45	2	0	2	102	5	107	11	2	13
7.45 - 8.00	0	0	0	83	3	86	12	0	12
8.00 - 8.15	5	1	6	73	5	78	15	0	15
8.15 - 8.30	3	0	3	99	2	101	9	0	9
8.30 - 8.45	6	1	7	107	7	114	18	0	18
8.45 - 9.00	2	0	2	77	5	82	10	2	12
Tot. 7.00 - 8.00	7	0	7	311	14	325	37	2	39
Tot. 7.30 - 8.30	10	1	11	357	15	372	47	2	49
Tot. 8.00 - 9.00	16	2	18	356	19	375	52	2	54

B - via Zanica									
Ora	C - via Cremasca sud			D - via Oberdan			A - Cremasca nord		
	Leggeri	>35q	Totale	Leggeri	>35q	Totale	Leggeri	>35q	Totale
7.00 - 7.15	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7.15 - 7.30	2	0	2	1	0	1	5	0	5
7.30 - 7.45	1	0	1	0	0	0	2	0	2
7.45 - 8.00	1	0	1	2	0	2	2	0	2
8.00 - 8.15	1	0	1	1	0	1	3	0	3
8.15 - 8.30	2	0	2	2	0	2	2	0	2
8.30 - 8.45	3	0	3	2	0	2	0	0	0
8.45 - 9.00	2	0	2	1	0	1	0	0	0
Tot. 7.00 - 8.00	4	0	4	3	0	3	9	0	9
Tot. 7.30 - 8.30	5	0	5	5	0	5	9	0	9
Tot. 8.00 - 9.00	8	0	8	6	0	6	5	0	5

C - via Cremasca sud									
Ora	D - via Oberdan			A - Cremasca nord			B - via Zanica		
	Leggeri	>35q	Totale	Leggeri	>35q	Totale	Leggeri	>35q	Totale
7.00 - 7.15	6	0	6	60	6	66	4	0	4
7.15 - 7.30	14	0	14	78	7	85	3	0	3
7.30 - 7.45	12	0	12	87	7	94	1	0	1
7.45 - 8.00	31	0	31	113	5	118	2	0	2
8.00 - 8.15	25	0	25	94	3	97	3	0	3
8.15 - 8.30	19	0	19	114	6	120	0	0	0
8.30 - 8.45	15	0	15	87	7	94	1	0	1
8.45 - 9.00	30	0	30	122	3	125	0	0	0
Tot. 7.00 - 8.00	63	0	63	338	25	363	10	0	10
Tot. 7.30 - 8.30	87	0	87	408	21	429	6	0	6
Tot. 8.00 - 9.00	89	0	89	417	19	436	4	0	4

D - via Oberdan									
Ora	A - Cremasca nord			B - via Zanica			C - via Cremasca sud		
	Leggeri	>35q	Totale	Leggeri	>35q	Totale	Leggeri	>35q	Totale
7.00 - 7.15	13	0	13	0	0	0	4	0	4
7.15 - 7.30	26	1	27	1	0	1	2	1	3
7.30 - 7.45	35	2	37	2	0	2	6	0	6
7.45 - 8.00	40	0	40	0	0	0	5	0	5
8.00 - 8.15	30	2	32	2	0	2	15	1	16
8.15 - 8.30	54	0	54	0	0	0	5	0	5
8.30 - 8.45	31	0	31	0	0	0	9	1	10
8.45 - 9.00	32	0	32	0	0	0	1	0	1
Tot. 7.00 - 8.00	114	3	117	3	0	3	17	2	19
Tot. 7.30 - 8.30	159	4	163	4	0	4	18	0	18
Tot. 8.00 - 9.00	147	2	149	2	0	2	26	1	27

Tabella 3 – Intersezione 2: VIA CREMASCA / VIA OBERDAN – Flussi disaggregati per 15 minuti

COMUNE DI AZZANO SAN PAOLO									
INTERSEZIONE 2 - 09/04/2021									
VEICOLI EQUIVALENTI - MATRICI									

Tot. 7.00 - 8.00					
	A - Cremasca nord	B - via Zanica	C - via Cremasca sud	D - via Oberdan	TOTALE
A - Cremasca nord	0	7	346	42	395
B - via Zanica	9	0	4	3	16
C - via Cremasca sud	401	10	0	63	474
D - via Oberdan	122	3	22	0	147
	531	20	372	108	1'031

Tot. 7.30 - 8.30					
	A - Cremasca nord	B - via Zanica	C - via Cremasca sud	D - via Oberdan	TOTALE
A - Cremasca nord	0	13	395	52	459
B - via Zanica	9	0	5	5	19
C - via Cremasca sud	461	6	0	87	554
D - via Oberdan	169	4	18	0	191
	639	23	418	144	1'223

Tot. 8.00 - 9.00					
	A - Cremasca nord	B - via Zanica	C - via Cremasca sud	D - via Oberdan	TOTALE
A - Cremasca nord	0	21	404	57	482
B - via Zanica	5	0	8	6	19
C - via Cremasca sud	465	4	0	89	558
D - via Oberdan	152	2	29	0	183
	622	27	440	152	1'241

Tabella 4 – Intersezione 2: VIA CREMASCA / VIA OBERDAN – Flussi equivalenti

2.4.3 INTERSEZIONE 3: VIA CREMASCA / VIA PORTICO

Le sezioni rilevate sono schematizzate nell'immagine seguente.



Figura 24 – Intersezione 3: VIA CREMASCA / VIA PORTICO – sezioni rilevate

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

COMUNE DI AZZANO SAN PAOLO
INTERSEZIONE 3 - 09/04/2021
DATI DISAGGREGATI
INGRESSO NELL'INTERSEZIONE

A - Cremasca nord									
Ora	B - via Portico			C - via Cremasca sud			D - viale Trieste		
	Leggeri	>35q	Totale	Leggeri	>35q	Totale	Leggeri	>35q	Totale
7.00 - 7.15	12	1	13	44	3	47	1	0	1
7.15 - 7.30	21	0	21	46	4	50	3	0	3
7.30 - 7.45	25	0	25	63	5	68	2	1	3
7.45 - 8.00	20	0	20	57	3	60	4	0	4
8.00 - 8.15	19	0	19	62	4	66	5	0	5
8.15 - 8.30	28	0	28	69	1	70	3	0	3
8.30 - 8.45	40	3	43	70	7	75	7	0	7
8.45 - 9.00	26	1	27	59	7	66	8	0	8
Tot. 7.00 - 8.00	78	1	79	210	15	225	10	1	11
Tot. 7.30 - 8.30	92	0	92	251	13	264	14	1	15
Tot. 8.00 - 9.00	113	4	117	260	17	277	23	0	23

B - via Portico									
Ora	C - via Cremasca sud			D - viale Trieste			A - Cremasca nord		
	Leggeri	>35q	Totale	Leggeri	>35q	Totale	Leggeri	>35q	Totale
7.00 - 7.15	6	0	6	1	0	1	9	0	9
7.15 - 7.30	8	0	8	0	0	0	16	0	16
7.30 - 7.45	19	1	20	2	0	2	15	2	17
7.45 - 8.00	20	0	20	5	0	5	28	0	28
8.00 - 8.15	20	0	20	4	0	4	29	0	29
8.15 - 8.30	24	0	24	4	0	4	28	1	29
8.30 - 8.45	24	1	25	3	0	3	13	0	13
8.45 - 9.00	17	0	17	1	0	1	21	0	21
Tot. 7.00 - 8.00	53	1	54	8	0	8	68	2	70
Tot. 7.30 - 8.30	83	1	84	15	0	15	98	3	101
Tot. 8.00 - 9.00	85	1	86	12	0	12	89	1	90

C - via Cremasca sud									
Ora	D - viale Trieste			A - Cremasca nord			B - via Portico		
	Leggeri	>35q	Totale	Leggeri	>35q	Totale	Leggeri	>35q	Totale
7.00 - 7.15	4	0	4	43	6	49	10	4	14
7.15 - 7.30	5	0	5	66	7	73	14	0	14
7.30 - 7.45	10	0	10	73	5	78	7	0	7
7.45 - 8.00	9	0	9	86	5	91	17	0	17
8.00 - 8.15	13	1	14	82	3	85	14	3	17
8.15 - 8.30	9	0	9	82	5	87	9	0	9
8.30 - 8.45	13	0	13	66	7	73	22	1	23
8.45 - 9.00	9	0	9	90	2	92	18	0	18
Tot. 7.00 - 8.00	28	0	28	280	23	303	48	0	48
Tot. 7.30 - 8.30	41	1	42	335	16	351	47	3	50
Tot. 8.00 - 9.00	44	1	45	350	17	367	63	4	67

D - viale Trieste									
Ora	A - Cremasca nord			B - via Portico			C - via Cremasca sud		
	Leggeri	>35q	Totale	Leggeri	>35q	Totale	Leggeri	>35q	Totale
7.00 - 7.15	7	0	7	5	0	5	1	0	1
7.15 - 7.30	7	0	7	11	0	11	3	0	3
7.30 - 7.45	21	0	21	21	0	21	3	0	3
7.45 - 8.00	22	0	22	29	0	29	3	0	3
8.00 - 8.15	16	0	16	14	1	15	4	0	4
8.15 - 8.30	13	0	13	26	0	26	4	1	5
8.30 - 8.45	17	0	17	14	0	14	5	0	5
8.45 - 9.00	21	1	22	22	0	22	8	0	8
Tot. 7.00 - 8.00	57	0	57	66	0	66	10	0	10
Tot. 7.30 - 8.30	72	0	72	90	1	91	14	1	15
Tot. 8.00 - 9.00	67	1	68	76	1	77	21	1	22

Tabella 5 – Intersezione 3: VIA CREMASCA / VIA PORTICO – Flussi disaggregati per 15 minuti

.03

COMUNE DI AZZANO SAN PAOLO
INTERSEZIONE 3 - 09/04/2021
VEICOLI EQUIVALENTI - MATRICI

Tot. 7.00 - 8.00					
	A - Cremasca nord	B - via Portico	C - via Cremasca sud	D - viale Trieste	TOTALE
A - Cremasca nord	0	81	248	13	341
B - via Portico	73	0	56	8	137
C - via Cremasca sud	338	48	0	28	414
D - viale Trieste	57	66	10	0	133
	468	195	313	49	1'024

Tot. 7.30 - 8.30					
	A - Cremasca nord	B - via Portico	C - via Cremasca sud	D - viale Trieste	TOTALE
A - Cremasca nord	0	92	284	17	392
B - via Portico	106	0	86	15	206
C - via Cremasca sud	380	55	0	44	478
D - viale Trieste	72	93	17	0	181
	558	239	386	75	1'257

Tot. 8.00 - 9.00					
	A - Cremasca nord	B - via Portico	C - via Cremasca sud	D - viale Trieste	TOTALE
A - Cremasca nord	0	123	303	23	449
B - via Portico	92	0	88	12	191
C - via Cremasca sud	393	73	0	47	512
D - viale Trieste	70	79	24	0	172
	554	275	414	82	1'323

Tabella 6 – Intersezione 3: VIA CREMASCA / VIA PORTICO – Flussi equivalenti

2.4.4 INTERSEZIONE 4: VIA CREMASCA / VIA PER GRASSOBBIO

Le sezioni rilevate sono schematizzate nell'immagine seguente.



Figura 25 – Intersezione 3: VIA CREMASCA / VIA PER GRASSOBBIO – sezioni rilevate

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

COMUNE DI AZZANO SAN PAOLO
INTERSEZIONE 4 - 09/04/2021
DATI DISAGGREGATI
INGRESSO NELL'INTERSEZIONE

A - via Cremasca nord						
Ora	B - via per Grassoebio			C - via Cremasca sud		
	Leggeri	>35q	Totale	Leggeri	>35q	Totale
7.00 - 7.15	29	0	29	46	2	48
7.15 - 7.30	37	1	38	51	3	54
7.30 - 7.45	55	2	57	73	3	76
7.45 - 8.00	60	0	60	61	3	64
8.00 - 8.15	63	1	64	72	2	74
8.15 - 8.30	50	0	50	68	2	70
8.30 - 8.45	54	1	55	64	2	66
8.45 - 9.00	43	1	44	78	3	81
Tot. 7.00 - 8.00	181	3	184	231	11	242
Tot. 7.30 - 8.30	228	3	231	274	10	284
Tot. 8.00 - 9.00	210	3	213	282	9	291

B - via per Grassoebio						
Ora	C - via Cremasca sud			A - via Cremasca nord		
	Leggeri	>35q	Totale	Leggeri	>35q	Totale
7.00 - 7.15	19	1	20	8	1	9
7.15 - 7.30	20	1	21	14	6	20
7.30 - 7.45	16	7	23	26	0	26
7.45 - 8.00	20	0	20	34	1	35
8.00 - 8.15	34	1	35	37	4	41
8.15 - 8.30	17	3	20	35	2	37
8.30 - 8.45	15	4	19	40	2	42
8.45 - 9.00	12	6	18	33	2	35
Tot. 7.00 - 8.00	75	9	84	82	8	90
Tot. 7.30 - 8.30	87	11	98	132	7	139
Tot. 8.00 - 9.00	78	14	92	145	10	155

C - via Cremasca sud						
Ora	A - via Cremasca nord			B - via per Grassoebio		
	Leggeri	>35q	Totale	Leggeri	>35q	Totale
7.00 - 7.15	59	6	65	27	3	30
7.15 - 7.30	79	5	84	27	0	27
7.30 - 7.45	91	6	97	57	5	62
7.45 - 8.00	128	3	131	69	2	71
8.00 - 8.15	104	5	109	52	7	59
8.15 - 8.30	113	4	117	53	2	55
8.30 - 8.45	111	4	115	30	7	37
8.45 - 9.00	95	1	96	37	3	40
Tot. 7.00 - 8.00	357	20	377	180	10	190
Tot. 7.30 - 8.30	436	18	454	231	16	247
Tot. 8.00 - 9.00	423	14	437	172	19	191

COMUNE DI AZZANO SAN PAOLO
INTERSEZIONE 4 - 09/04/2021
DATI DISAGGREGATI
USCITA DALL'INTERSEZIONE

A - via Cremasca nord						
Ora	B - via per Grassoebio			C - via Cremasca sud		
	Leggeri	>35q	Totale	Leggeri	>35q	Totale
7.00 - 7.15	8	1	9	59	6	65
7.15 - 7.30	14	6	20	79	5	84
7.30 - 7.45	26	0	26	91	6	97
7.45 - 8.00	34	1	35	128	3	131
8.00 - 8.15	37	4	41	104	5	109
8.15 - 8.30	35	2	37	113	4	117
8.30 - 8.45	40	2	42	111	4	115
8.45 - 9.00	33	2	35	95	1	96
Tot. 7.00 - 8.00	82	8	90	357	20	377
Tot. 7.30 - 8.30	132	7	139	436	18	454
Tot. 8.00 - 9.00	145	10	155	423	14	437

B - via per Grassoebio						
Ora	C - via Cremasca sud			A - via Cremasca nord		
	Leggeri	>35q	Totale	Leggeri	>35q	Totale
7.00 - 7.15	27	3	30	29	0	29
7.15 - 7.30	27	0	27	37	1	38
7.30 - 7.45	57	5	62	55	2	57
7.45 - 8.00	69	2	71	60	0	60
8.00 - 8.15	52	7	59	63	1	64
8.15 - 8.30	53	2	55	50	0	50
8.30 - 8.45	30	7	37	54	1	55
8.45 - 9.00	37	3	40	43	1	44
Tot. 7.00 - 8.00	180	10	190	181	3	184
Tot. 7.30 - 8.30	231	16	247	228	3	231
Tot. 8.00 - 9.00	172	19	191	210	3	213

C - via Cremasca sud						
Ora	A - via Cremasca nord			B - via per Grassoebio		
	Leggeri	>35q	Totale	Leggeri	>35q	Totale
7.00 - 7.15	46	2	48	19	1	20
7.15 - 7.30	51	3	54	20	1	21
7.30 - 7.45	73	3	76	16	7	23
7.45 - 8.00	61	3	64	20	0	20
8.00 - 8.15	72	2	74	34	1	35
8.15 - 8.30	68	2	70	17	3	20
8.30 - 8.45	64	2	66	15	4	19
8.45 - 9.00	78	3	81	12	6	18
Tot. 7.00 - 8.00	231	11	242	75	9	84
Tot. 7.30 - 8.30	274	10	284	87	11	98
Tot. 8.00 - 9.00	282	9	291	78	14	92

Tabella 7 - Intersezione 3: VIA CREMASCA / VIA PER GRASSOBBIO - Flussi disaggregati per 15 minuti

COMUNE DI AZZANO SAN PAOLO
INTERSEZIONE 4 - 09/04/2021
VEICOLI EQUIVALENTI - MATRICI

Tot. 7.00 - 8.00				
	A - via Cremasca nord	B - via per Grassoebio	C - via Cremasca sud	TOTALE
A - via Cremasca nord	0	189	259	447
B - via per Grassoebio	102	0	98	200
C - via Cremasca sud	407	205	0	612
	509	393.5	356	1'259

Tot. 7.30 - 8.30				
	A - via Cremasca nord	B - via per Grassoebio	C - via Cremasca sud	TOTALE
A - via Cremasca nord	0	236	299	535
B - via per Grassoebio	150	0	115	264
C - via Cremasca sud	481	271	0	752
	631	507	413.5	1'551

Tot. 8.00 - 9.00				
	A - via Cremasca nord	B - via per Grassoebio	C - via Cremasca sud	TOTALE
A - via Cremasca nord	0	218	305	522
B - via per Grassoebio	170	0	113	283
C - via Cremasca sud	458	220	0	678
	628	437	417.5	1'483

Tabella 8 - Intersezione 3: VIA CREMASCA / VIA PER GRASSOBBIO - Flussi equivalenti

2.5 DEFINIZIONE DELL'ORA DI PUNTA

In questo paragrafo si provvede ad identificare l'ora di punta corrispondente alla situazione di maggior carico sulla viabilità e nelle intersezioni limitrofe all'insediamento in progetto.

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

Le sezioni di ingresso nel comparto possono essere schematizzate secondo l'immagine seguente.

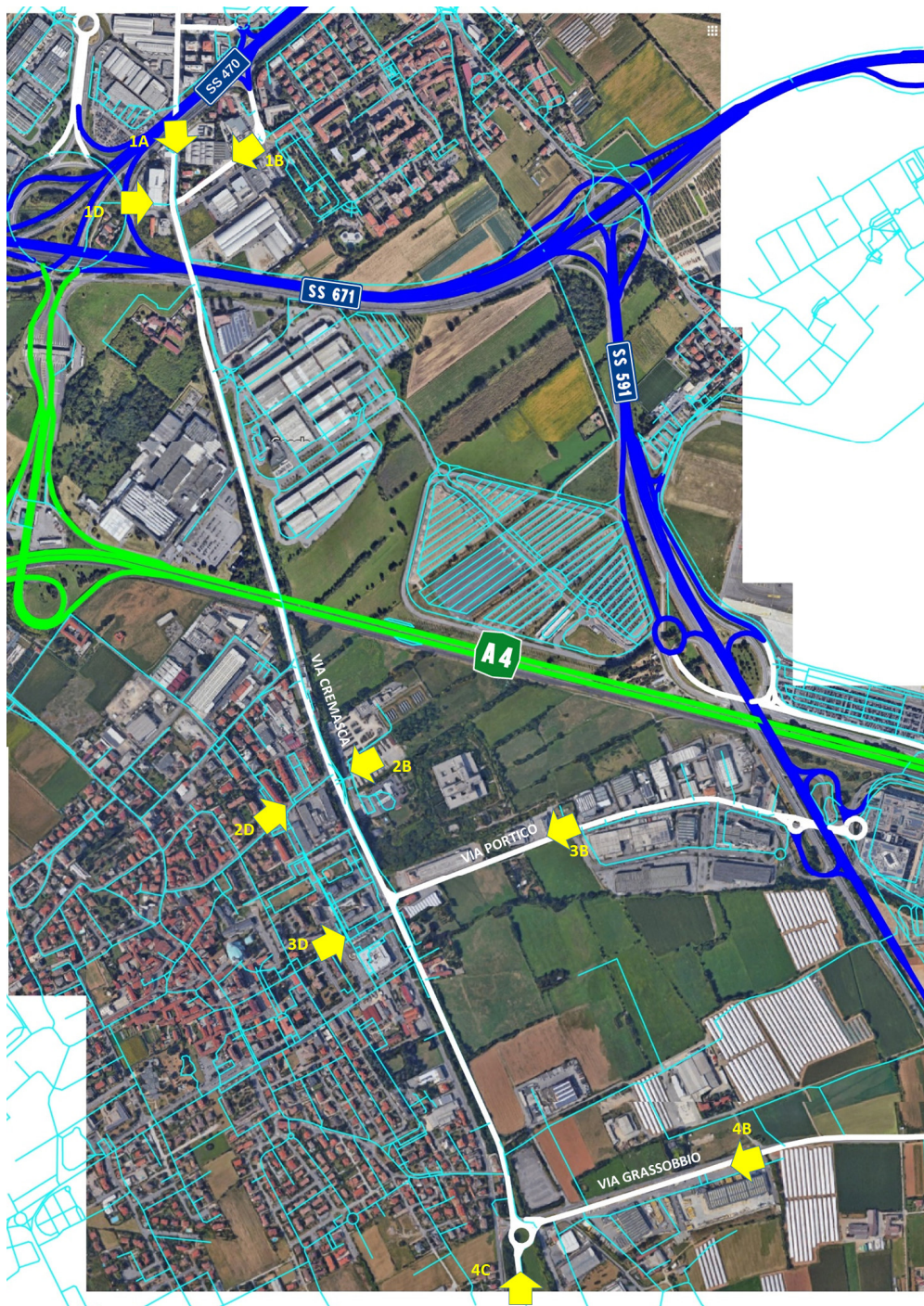


Figura 26 – Identificazione ora di punta – sezioni di ingresso considerate

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

sez	1A	1B	1D	2B	2D	3B	3D	4B	4C	tot
07.00 - 08.00	536	374	4	16	147	137	133	200	612	1'545
07.30 - 08.30	649	514	6	19	191	206	181	264	752	2'029
08.00 - 09.00	694	501	4	19	183	191	172	283	678	2'046

Tabella 9 – Identificazione ora di punta – Venerdì

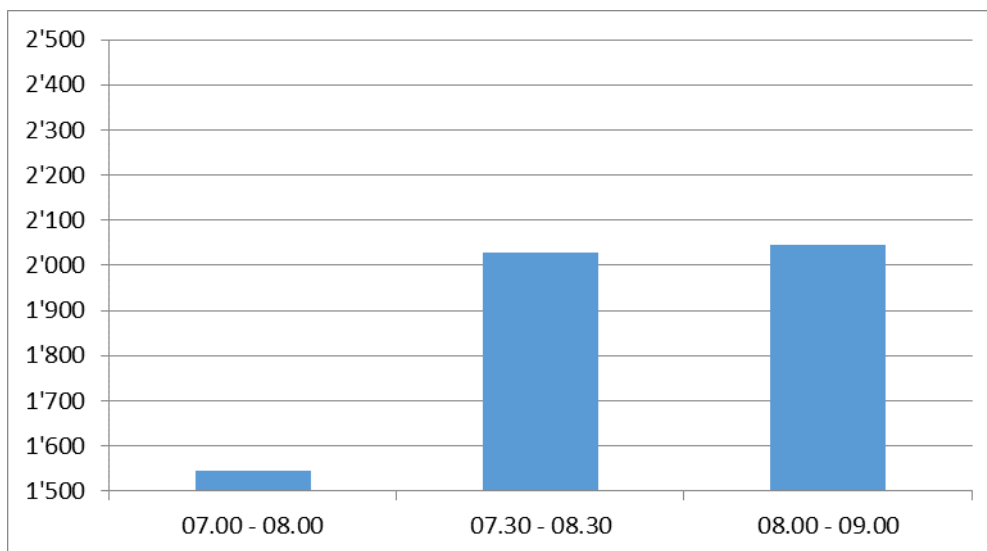


Grafico 1 – Identificazione ora di punta – Venerdì

Relativamente all'individuazione dell'ora di punta per la giornata feriale di venerdì, si rileva che, il momento di maggior carico veicolare sulla rete afferente al comparto in esame, si registra tra le 08.00 e le 09.00, con un movimento totale in ingresso al comparto pari a 2.046 veicoli/ora.

2.6 ANALISI SCENARIO ATTUALE

La ricostruzione della domanda e dell'offerta attuale di trasporto è stata effettuata mediante l'utilizzo del software di macrosimulazione Cube Voyager.

Le analisi hanno riguardato inizialmente la ricostruzione del modello di offerta mediante la predisposizione del grafico viario dell'ambito territoriale oggetto di analisi.

Di seguito si riportano i risultati delle simulazioni relativo alla definizione dello scenario attuale. Le procedure di seguito riportate fanno riferimento all'offerta infrastrutturale e alla domanda di mobilità relativa all'orizzonte temporale 2021.

2.6.1 MODELLO DI OFFERTA

Il sistema dell'offerta è modellizzato implementando un grafo stradale costituito da una serie di archi mono o bi-direzionali, con i quali è compiutamente descritto un tratto di strada. Complessivamente la rete stradale considerata è costituita da poco più di 7.300 archi, comprende l'intero interessato dall'indotto veicolare generato ed attratto dall'intervento in previsione.

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

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

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

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

Tabella 10 – Classificazione funzionale della rete stradale

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

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

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

con:

T_E = tempo di percorrenza alla velocità di flusso libero

F = flusso orario sull'arco

C = capacità di deflusso oraria dell'arco

a, b = parametri dipendenti dalla categoria dell'arco (come indicato nel grafico seguente).

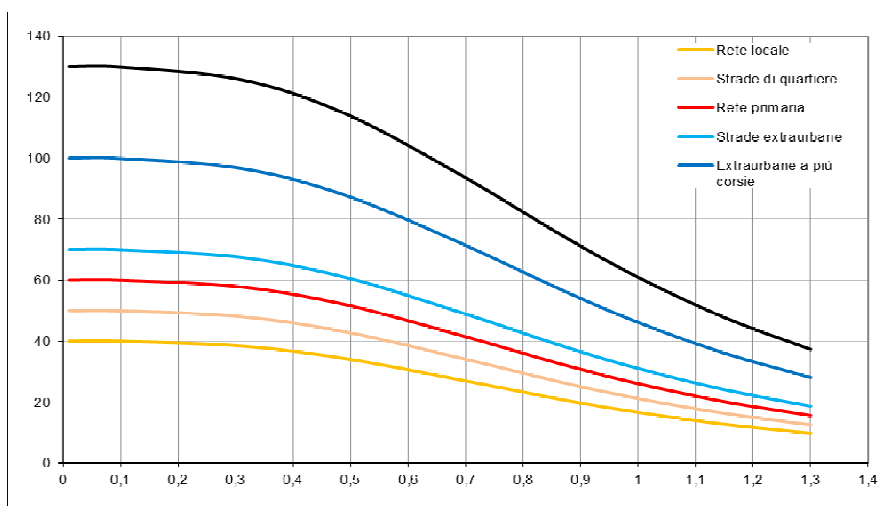


Grafico 2 – Andamento delle funzioni di costo BPR

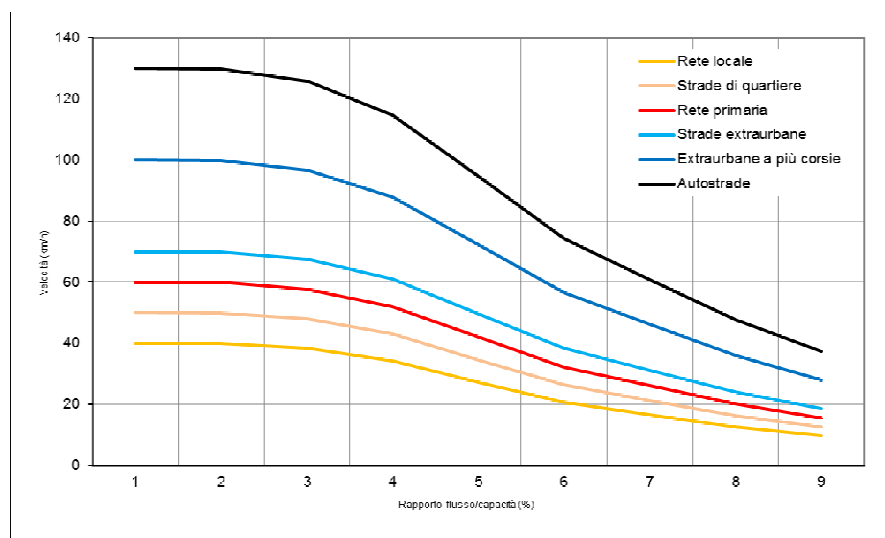


Grafico 3 – Esempio dell'andamento delle funzioni di costo BPR- ambito urbano

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



Figura 27 – Estensione del grafo di rete – dettaglio area di studio

2.7 PROCEDURA DI CALIBRAZIONE

Nella fase di calibrazione, vengono incrociate le informazioni del modello di offerta (grafo) e di domanda (matrice O/D) al fine di riprodurre la realtà osservata durante le indagini di traffico. La matrice O/D è una tabella in cui sono contenute le relazioni tra le varie zone dell'area in esame in termini di veicoli per ora (o per giorno, equivalenti o totali, come nel caso in esame). Per la calibrazione del modello di simulazione è stato utilizzato il modulo ANALYST del software di simulazione CUBE 6: mediante i dati dei rilievi di traffico e degli spostamenti sulla rete autostradale, è stato possibile aggiornare la matrice OD di partenza al fine di riprodurre l'effettivo andamento dei flussi di traffico in attraversamento sull'area di studio.

Il processo di calibrazione iterativo è stato strutturato su 4 livelli di analisi:

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

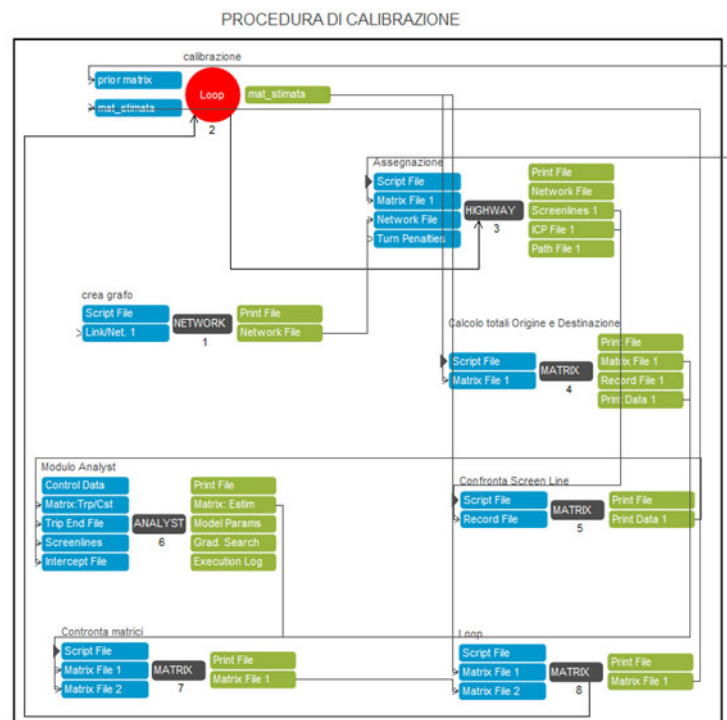


Figura 28 – Processo di calibrazione messo a punto all'interno di CUBE 6

Di seguito si riporta lo scattergram relativo al livello di correlazione raggiunto fra i volumi rilevati ed i volumi calcolati nel modello finale calibrato. L'indice R^2 per le sezioni stradali contenute all'interno dell'area di studio è pari a 1, ciò conferma la bontà del modello nel rappresentare correttamente il regime di circolazione rilevato nell'area di interesse.

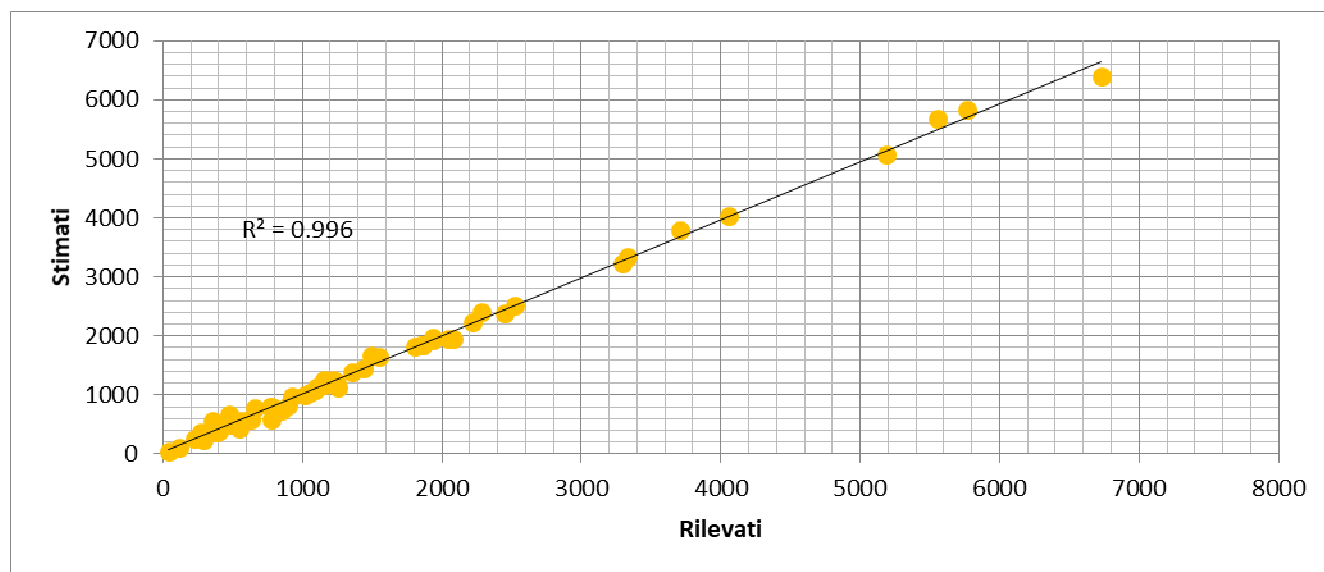


Grafico 4 – Scattergram rete area di studio

Di seguito è riportato il raffronto tra i valori rilevati e stimati dal modello in corrispondenza delle sezioni di monitoraggio utilizzate per calibrare la matrice OD.

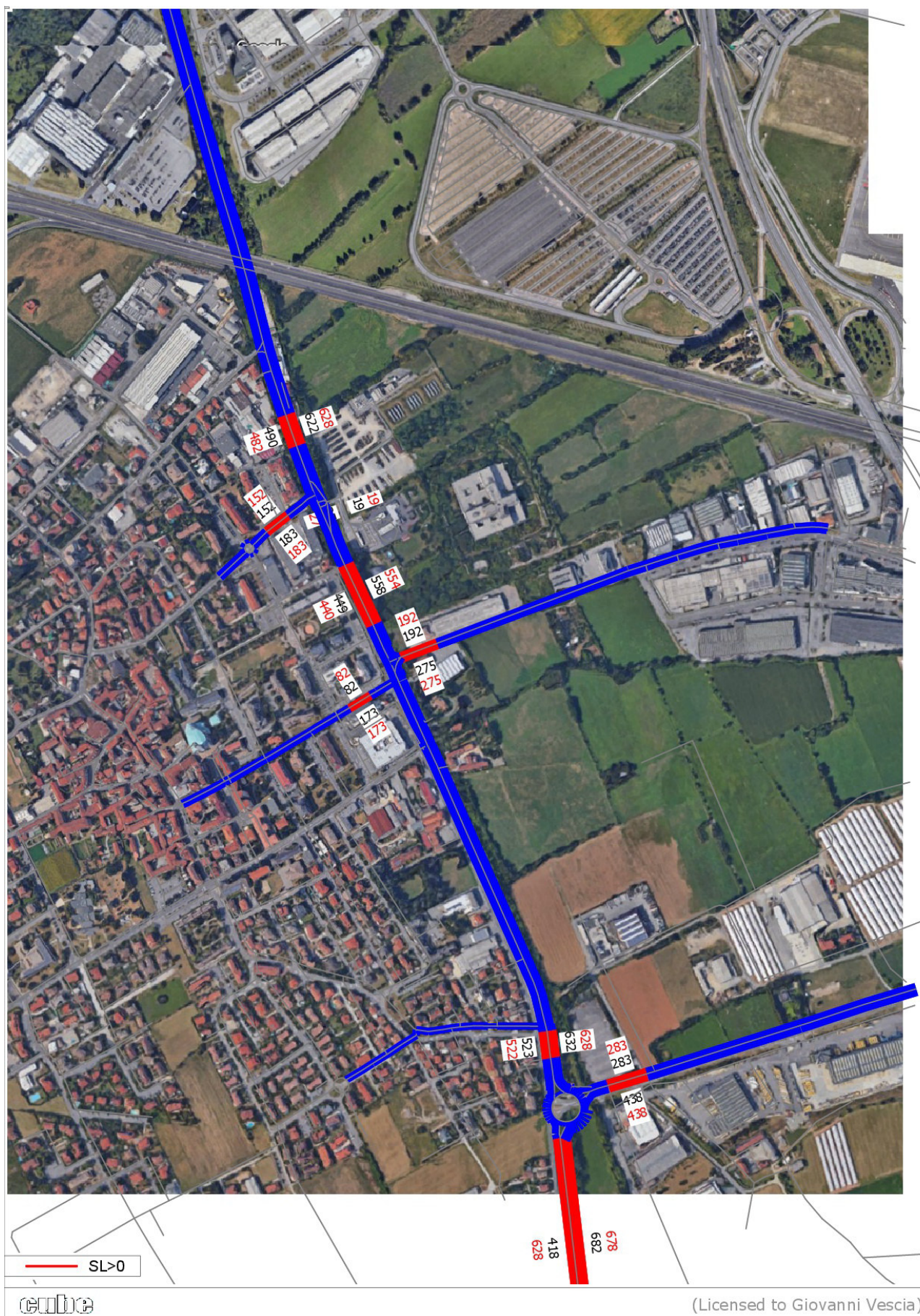


Figura 29 – Raffronto flussi rilevati (in rosso) e simulati (in nero) - HPM

L'affidabilità del modello è stata testata anche mediante la statistica GEH Index (G.E. Havers, 1970), espressa nella forma:

$$GEH = \sqrt{\frac{2(M - C)^2}{M + C}}$$

con M flusso orario simulato dal modello e C flusso orario rilevato nella sezione di conteggio. Il test, simile ad un test chi-quadro, viene impiegato come criterio per la valutazione dell'adeguatezza di un modello di previsione della domanda sulla base di alcune soglie parametriche. Generalmente, nella pratica modellistica, si fa riferimento alle soglie stabilite dal Design Manual for Roads and Bridges redatto dall'Highways Agency britannica:

- $GEH < 5,0$ – si riscontra una buona rispondenza tra flusso modellato e flusso rilevato nella sezione in esame;
- $5,0 < GEH < 10,0$ – sono necessari approfondimenti per la sezione in esame;
- $GEH > 10,0$ – si riscontra la presenza di situazioni problematiche nella modellazione e nella rilevazione del flusso sulla sezione in esame.

In accordo con quanto stabilito dal Design Manual for Roads and Bridges redatto dall'Highways Agency britannica, nella pratica modellistica si considera adeguato un modello di traffico caratterizzato dall'85% delle sezioni di controllo con $GEH < 5,0$.

Il modello implementato rivela un livello di rispondenza ampiamente soddisfacente, testimoniato da:

- $GEH < 5,0$ per il 100% delle sezioni;
- $5,0 < GEH < 10,0$, per lo 0% delle sezioni;
- $GEH > 10,0$ per lo 0% delle sezioni.

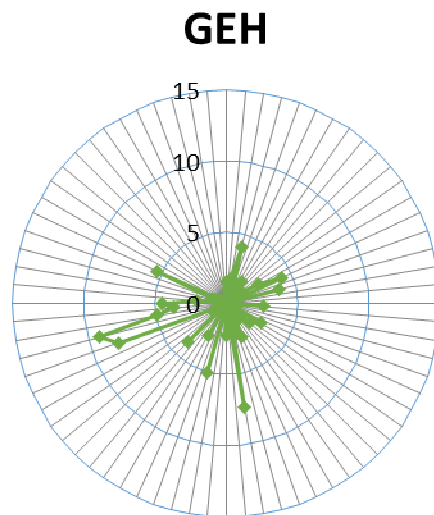


Figura 30 - Diagramma di dispersione GEH

2.7.1 MODELLO DI ASSEGNAZIONE – SCENARIO ATTUALE

La procedura di assegnazione dei flussi sulla rete è basata su un algoritmo deterministico di assegnazione con equilibrio dell'utente su rete congestionata. In particolare la procedura prevede la ricerca dei percorsi di minimo costo generalizzato di trasporto tra le origini e le destinazioni, applicando delle funzioni di costo variabili: in tali termini il costo generalizzato di trasporto che si manifesta nel percorrere ogni arco della rete risulta essere funzione del flusso che transita sull'arco stesso.

La doppia relazione esistente tra flusso assegnato sull'arco e costo di percorrenza dello stesso arco rendono indispensabile l'impiego di una procedura di tipo iterativo, tale da garantire per ogni passo di iterazione il calcolo del costo di percorrenza sulla base dei volumi assegnati ai passi precedenti e, in base ad esso, la conseguente assegnazione dei flussi sui percorsi minimi.

Il modello di assegnazione produce l'output del processo componendo i risultati di ogni passo dell'iterazione, controllando la convergenza globale del processo e assicurando il raggiungimento degli obiettivi di minimo costo per gli utenti sull'intera rete.

Il costo generalizzato di percorrenza considerato dal modello di assegnazione è espresso in termini di tempo, ossia il tempo generalizzato di percorrenza è la variabile fondamentale nella ricerca dei percorsi minimi.

L'algoritmo considera due quote di tempo nel definire la percorrenza di un arco stradale:

- Il tempo effettivo di percorrenza T_E , che rappresenta la durata dello spostamento sull'arco stradale ed è definito a partire dalla distanza percorsa e dalla velocità di progetto dell'infrastruttura modellata;
- Il tempo aggiuntivo $TTAR$, che tiene conto dell'extracosto dovuto all'eventuale presenza di una tariffa, in genere chilometrica, per la percorrenza dell'arco.

In tal modo, il costo generalizzato di percorrenza di un arco modellato è pari a:

$$T = T_E + TTAR$$

con

- $T_E = D/V$, dove D è la distanza in km e V è la velocità di percorrenza di flusso libero in Km/h;
- $TTAR = TAR \cdot D \cdot (1/VET)$, dove TAR è la tariffa espressa in €/km, D è la distanza in km, VET è il valore economico del tempo per l'utente, espresso in €/h.

Il tempo effettivo T_E viene calcolato, pertanto, sulla base della distanza effettiva dell'arco modellato nel grafo e della velocità di percorrenza di flusso libero (FFS) con cui tale arco viene caratterizzato.

Il tempo aggiuntivo $TTAR$ viene calcolato, oltre che sulla distanza chilometrica, sulla base della tariffa applicata all'utente dal gestore dell'infrastruttura e del valore economico del tempo per l'utente.

Nel modello sono state considerate le tariffe chilometriche, dichiarate dai diversi gestori per i tratti gestiti in chiuso e i ricarichi complessivi attribuiti alle barriere per i tratti gestiti in aperto. Come valore economico del tempo si è utilizzato un valore medio ponderato rispetto alle categorie di utenti che compongono la mobilità complessiva.

L'applicazione di un modello per reti congestionate a capacità ristretta impone l'esplicitazione di una funzione di costo che permetta di valutare, a partire da un tempo di percorrenza a vuoto dell'arco, un tempo di percorrenza a carico dipendente dal flusso in transito sullo stesso, che tenga inoltre conto dell'applicazione di eventuali extracosti di percorrenza, tradotti in costi generalizzati di trasporto ed espressi in termini temporali come sopra richiamato, dovuti ad esempio all'applicazione di tariffa di pedaggio.





Essendo come detto, le funzioni di costo assunte di tipo BPR, globalmente si ha:

$$T=TE*[1+\alpha*(F/C)^b] +TTAR$$



Successivamente alla ricostruzione della matrice Origine – Destinazione attuale ed alla calibrazione del modello di simulazione, l'assegnazione di tale matrice, relativa all'ora di punta considerata, ha consentito di ottenere la distribuzione degli spostamenti veicolari compiuti sulla rete di trasporto a servizio dell'intera area di studio.

Di seguito si riporta il diagramma di carico e il rapporto flusso capacità su ciascun arco stradale della rete di trasporto complessiva mediante una visualizzazione basata sia sulla scala cromatica (in range di colori in ragione del volume di spostamenti presenti sull'arco) sia, all'interno di tale scala cromatica, in termini di spessore della singola banda, direttamente proporzionale all'entità del flusso presente sull'arco.

La rappresentazione fornita, relativa, come detto, all'ora di punta del mattino e in termini di flussi veicolari equivalenti, si basa su 4 range di valori:

	archi con traffico inferiore a 250 veicoli eq./ora;
	archi con traffico compreso tra 250 e 400 veicoli eq./ora;
	archi con traffico compreso tra 500 e 750 veicoli eq./ora;
	archi con traffico maggiore di 750 veicoli eq./ora.

Analogamente la rappresentazione relativa al rapporto Flusso - Capacità per l'ora di punta del mattino, si basa su 4 range di valori:

	archi con F/C inferiore a 0.3;
	archi con F/C compreso tra 0.3 e 0.6;
	archi con F/C compreso tra 0.6 e 0.9;
	archi con F/C maggiore di 0.9.

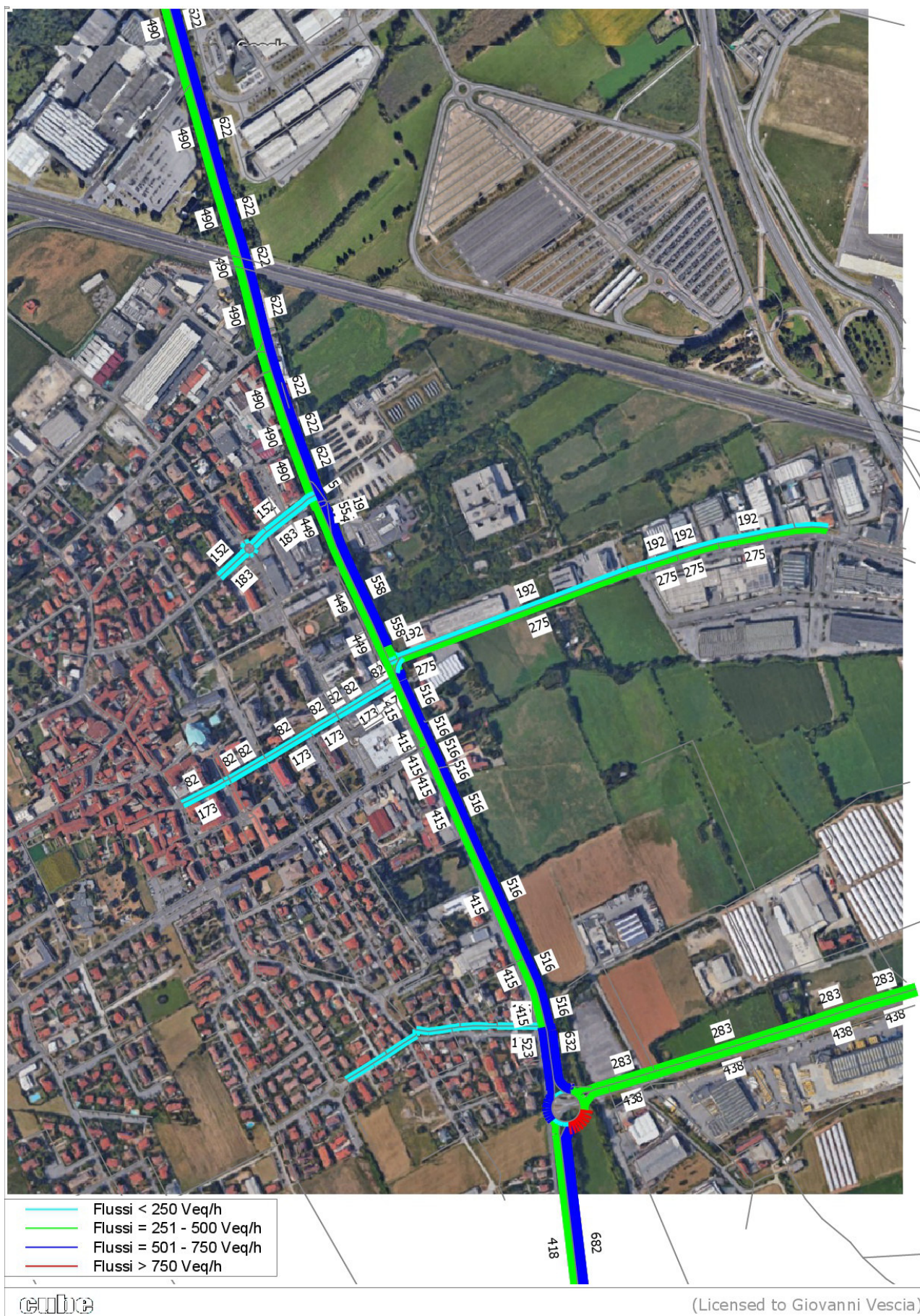


Figura 31 – Flussogrammi Scenario Attuale – HPM

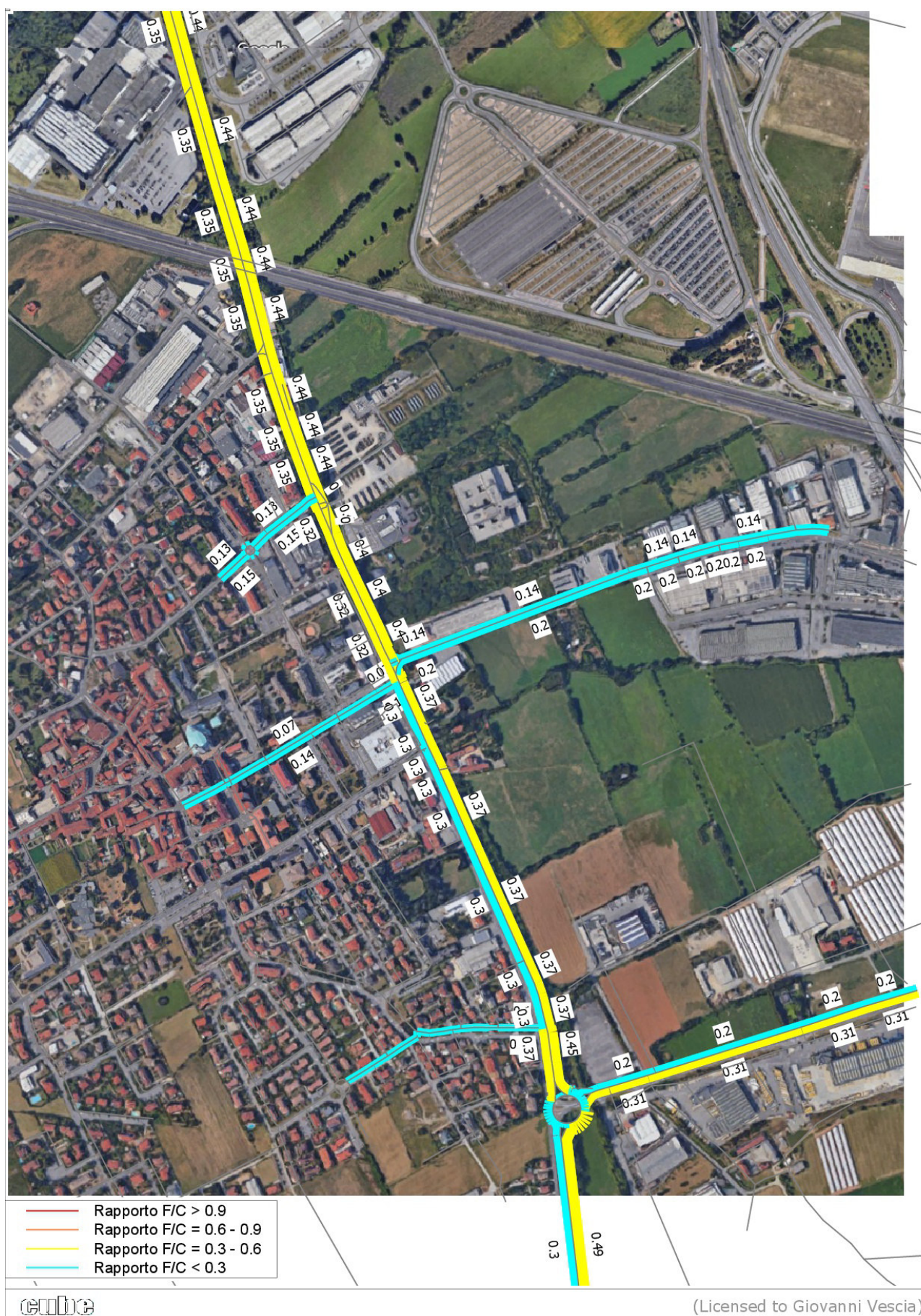


Figura 32 – Rapporto Flusso/Capacità Scenario Attuale – HPM

3 DATI DI TRAFFICO 2017

Considerato il periodo oggetto di indagine e le limitazioni alla circolazione dovute all'emergenza da Covid si è ritenuto prudenzialmente di assumere nell'indagine i dati di traffico oggetto di rilevazione su base settimanale in periodo pre Covid, in quanto in tale periodo i volumi di traffico insistenti sulle arterie stradali sono da considerarsi a pieno regime; di seguito si riportano le sezioni oggetto di raffronto, rilevate nel mese di settembre 2017 ¹ e ampliando la base delle rilevazione ad una settimana: i dati di traffico sono stati utilizzati per ricalibrare la matrice OD rilevata nel mese di aprile 2021.

Le successive verifiche verranno quindi effettuate riparametrando i dati rilevati nel 2021 con alcune sezioni di rilievo effettuate nel periodo pre Covid: è presumibile che il regime di circolazione di seguito proposto, considerando ancora lo stato emergenziale in atto, possa ritornare in una situazione di regime in un orizzonte temporale coincidente o successivo allo scenario di breve termine di seguito riportato.

¹ I dati di traffico sono stati estrapolati dall'AGGIORNAMENTO RILIEVI DI TRAFFICO redatto a supporto ACCORDO DI PROGRAMMA PER LO SVILUPPO URBANISTICO POLIFUNZIONALE DI UN'AREA IN COMUNE DI AZZANO SAN PAOLO (BG)

Sez U : via vecchia cremasca sud

Dir A : Bergamo Dir B : Zanica



Fascia oraria	13-set-17		14-set-17		15-set-17		16-set-17		17-set-17		18-set-17		19-set-17	
	Dir A	Dir B	Dir A	Dir B	Dir A	Dir B	Dir A	Dir B	Dir A	Dir B	Dir A	Dir B	Dir A	Dir B
[00.00-01.00]	51	76	52	98	51	104	119	159	130	231	52	56	47	44
[01.00-02.00]	25	28	32	32	44	45	71	95	98	130	23	35	18	23
[02.00-03.00]	13	14	18	39	19	22	32	52	45	76	9	12	12	18
[03.00-04.00]	16	13	22	18	14	15	19	36	26	49	14	14	14	13
[04.00-05.00]	32	33	29	33	30	39	33	47	18	36	34	31	25	33
[05.00-06.00]	115	103	107	117	109	111	97	73	47	52	96	131	113	119
[06.00-07.00]	236	248	221	234	218	217	173	150	79	56	239	214	241	213
[07.00-08.00]	641	509	616	552	603	535	381	271	113	71	597	516	631	554
[08.00-09.00]	683	584	692	589	673	607	423	340	255	147	679	610	707	644
[09.00-10.00]	529	450	467	516	485	444	482	386	327	234	561	405	549	451
[10.00-11.00]	461	479	459	482	480	515	521	523	375	312	420	529	459	503
[11.00-12.00]	439	523	481	556	455	553	492	618	388	421	421	522	416	547
[12.00-13.00]	560	667	563	667	545	698	479	579	299	388	483	609	551	676
[13.00-14.00]	470	611	548	613	519	635	372	444	304	274	505	582	519	594
[14.00-15.00]	534	550	518	586	522	535	432	381	445	335	533	600	505	563
[15.00-16.00]	518	580	490	555	534	599	511	483	537	386	534	541	507	553
[16.00-17.00]	510	650	508	695	517	716	475	497	470	460	526	633	554	667
[17.00-18.00]	664	759	680	706	698	680	440	553	414	632	662	735	687	723
[18.00-19.00]	607	804	597	793	578	772	485	598	411	625	602	758	620	802
[19.00-20.00]	433	610	404	547	451	565	445	512	332	464	393	604	401	598
[20.00-21.00]	316	364	308	335	340	402	344	380	251	354	258	328	271	354
[21.00-22.00]	224	230	212	260	257	287	276	329	167	274	160	227	210	226
[22.00-23.00]	148	247	142	216	190	236	213	257	153	199	119	189	119	199
[23.00-24.00]	99	176	98	160	177	185	195	369	70	111	75	125	73	142

Sez V : via Trieste

Dir A : azzano centro Dir B : vecchia cremasca



Fascia oraria	13-set-17		14-set-17		15-set-17		16-set-17		17-set-17		18-set-17		19-set-17	
	Dir A	Dir B	Dir A	Dir B	Dir A	Dir B	Dir A	Dir B	Dir A	Dir B	Dir A	Dir B	Dir A	Dir B
[00.00-01.00]	9	5	13	5	13	15	25	23	34	45	8	13	15	6
[01.00-02.00]	7	5	7	7	6	6	12	13	19	23	5	7	5	3
[02.00-03.00]	1	1	10	7	3	1	12	4	15	11	5	1	4	6
[03.00-04.00]	1	5	2	4	3	8	3	5	7	6	5	3	4	5
[04.00-05.00]	2	5	2	4	5	10	5	6	9	8	6	6	4	6
[05.00-06.00]	8	46	9	37	10	36	11	27	2	11	14	36	11	35
[06.00-07.00]	34	76	28	65	27	76	22	39	10	18	16	71	33	62
[07.00-08.00]	64	187	72	196	75	189	56	97	15	32	71	194	75	210
[08.00-09.00]	103	212	106	196	109	210	56	158	29	69	108	199	109	193
[09.00-10.00]	93	196	91	216	92	233	90	212	45	146	92	217	105	208
[10.00-11.00]	102	213	117	202	128	218	122	233	61	177	78	174	124	237
[11.00-12.00]	108	185	117	211	106	206	118	232	87	153	113	158	103	181
[12.00-13.00]	121	171	109	191	106	194	132	177	80	146	107	155	122	189
[13.00-14.00]	93	207	90	191	72	195	76	154	54	74	81	190	85	201
[14.00-15.00]	114	191	114	194	94	191	69	186	46	126	106	183	79	235
[15.00-16.00]	123	192	110	241	103	241	97	224	77	168	115	225	123	211
[16.00-17.00]	131	235	126	241	127	248	94	254	78	144	122	247	110	261
[17.00-18.00]	158	250	143	223	169	262	104	238	73	164	133	240	133	234
[18.00-19.00]	165	251	137	221	144	260	97	232	97	160	151	244	120	259
[19.00-20.00]	104	186	99	157	98	172	76	177	64	109	77	166	103	165
[20.00-21.00]	73	101	46	82	65	105	48	107	72	67	59	84	68	84
[21.00-22.00]	78	71	48	56	64	68	53	78	47	39	45	44	56	58
[22.00-23.00]	41	58	41	30	45	45	52	45	46	31	40	22	41	31
[23.00-24.00]	26	31	31	22	30	24	43	54	13	15	25	11	23	15
Totali	1759	3080	1668	2999	1694	3213	1473	2975	1080	1942	1582	2890	1655	3095

Le immagini seguenti riportano i risultati del modello di assegnazione per lo scenario attuale e di progetto in seguito alla ricalibrazione dei flussi con i rilievi effettuati nel 2017.

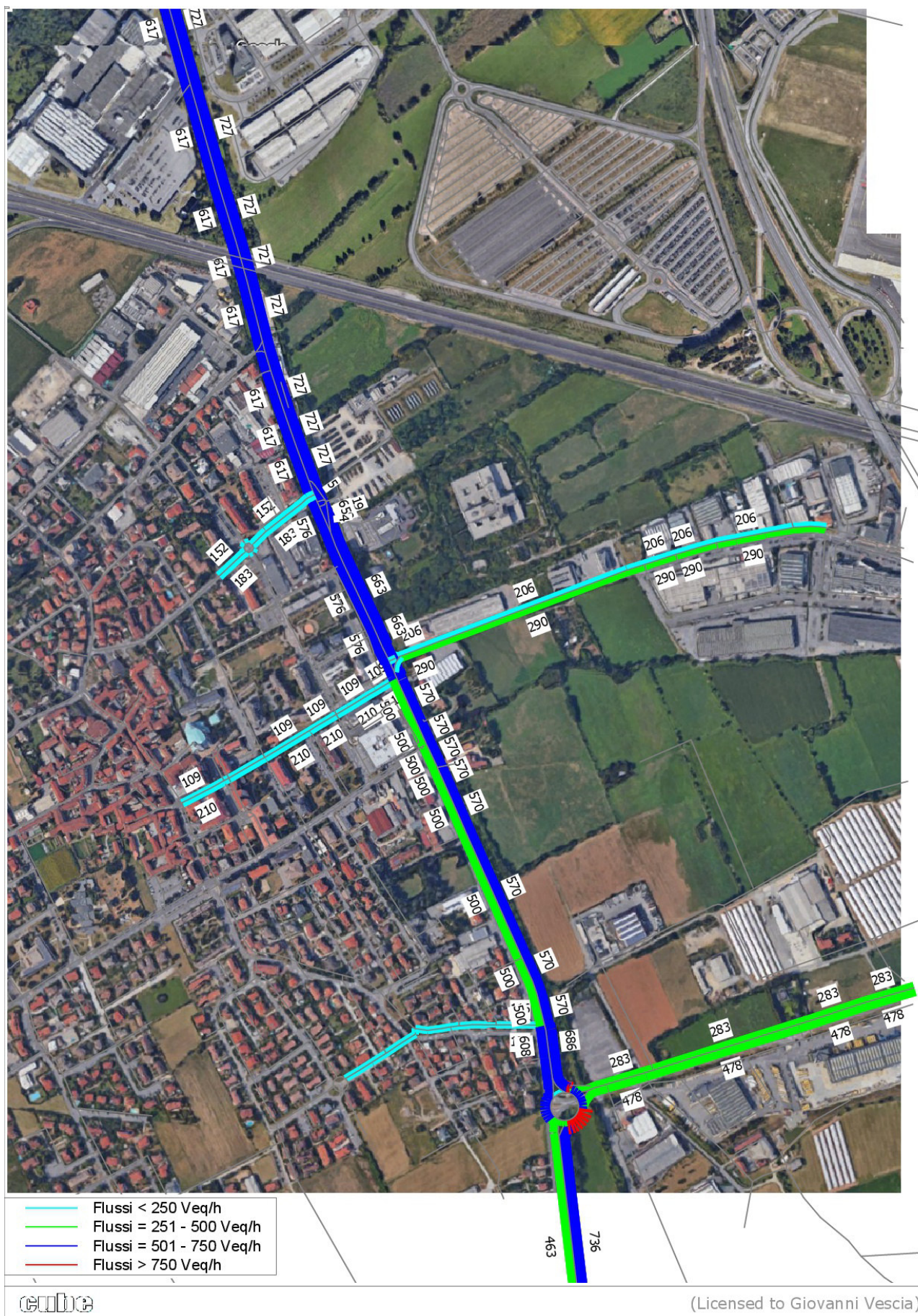


Figura 33 – Flussogrammi Scenario attuale “ricalibrato” – HPM

4 ANALISI SCENARIO DI INTERVENTO

Il primo passo, necessario per valutare la compatibilità del progetto con l'assetto viario più efficace ed adeguato per soddisfare la domanda di mobilità complessiva, è quello di quantificare i movimenti potenzialmente attratti/generati dal nuovo insediamento previsto. Questo scenario considera la realizzazione del progetto in essere. Dal punto di vista della domanda, lo scenario di intervento assume i flussi di traffico dello scenario attuale, unitamente a quelli potenzialmente attratti/generati dall'intervento in esame e degli interventi urbanistici che caratterizzano lo scenario programmatico. Dal punto di vista dell'offerta infrastrutturale, si considera la viabilità in essere nel comparto oggetto di analisi implementata con gli interventi progettuali previsti all'interno degli strumenti urbanistici di programmazione territoriale.

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

- **l'analisi dell'offerta di trasporto:** effettuata attraverso la descrizione puntuale della rete viabilistica contermine all'area di intervento, la verifica degli accessi al comparto per l'utenza e per i veicoli commerciali;
- **la ricostruzione della domanda futura:** effettuata attraverso la stima dei flussi potenzialmente generati/attratti dal nuovo intervento proposto e la ripartizione di questi sulla rete di trasporto dell'area di studio;
- **le verifiche puntuali delle intersezioni:** effettuata mediante l'utilizzo di apposite metodologie di calcolo, al fine di verificare l'impatto sulla rete stradale e sulle intersezioni di maggior importanza derivanti dall'attivazione dell'ambito oggetto di analisi.

Dal punto di vista temporale, lo **scenario di intervento** si colloca in un orizzonte temporale a 3-5 anni rispetto allo scenario attuale (anno 2022). In questo scenario si assume, oltre al completamento dei lotti funzionali che accompagnano la presente proposta progettuale (UMI 1 – comparto A2A), l'attivazione del limitrofo comparto produttivo (UMI 2) e l'adeguamento delle opere infrastrutturali di accesso; si assumono inoltre anche la realizzazione delle opere viabilistiche previste dagli strumenti di programmazione territoriali.

L'immagine seguente schematizza una prima ipotesi di riassetto viabilistico relativo all'area oggetto di analisi nello scenario temporale considerato.

L'intervento nel suo complesso prevede il potenziamento dell'attuale offerta infrastrutturale attraverso:

- la realizzazione di una nuova rotatoria tra la via Zanica e la via Campagnola (opera extra comparto);
- la realizzazione della rotatoria tra la via Cremasca e la via Oberdan;
- la realizzazione di un nuovo collegamento tra la via Portico e la via Cremasca sul quale verranno definiti gli accessi ai singoli lotti in previsione.
- la realizzazione di un senso unico di marcia in direzione est sulla via Portico nel tratto compreso tra la via Cremasca e l'accesso alla nuova viabilità in previsione.

L'immagine seguente schematizza l'ipotesi di riassetto viabilistico relativo all'area oggetto di analisi nello scenario di Medio Termine.

Si evidenzia che le evoluzioni del progetto hanno portato ad una slp ridotta per la UMI 2 (15.000 mq) e allo sviluppo di soli 2 lotti, pertanto le successive analisi hanno considerato un assetto urbanistico maggiormente penalizzante con una sovrastima dell'indotto veicolare utilizzato per le verifiche viabilistiche.



La stima è stata effettuata sulla base dei dati preliminari forniti dall'operatore e assumendo i seguenti coefficienti di generazione:

- Pagina 53 di 90

Mentre per quanto concerne i mezzi operativi leggeri e pesanti, si assume nell'ora di punta del mattino una movimentazione pari alla media oraria incrementata del 50%:

- mezzi operativi leggeri: 21 veicoli in ingresso ed uscita dall'area di intervento;
- mezzi operativi pesanti: 7 veicoli in ingresso ed uscita dall'area di intervento.

Le tabelle seguenti riportano il dettaglio degli spostamenti per fascia oraria e tipologia di mezzo utilizzato.

MOVIMENTI APRICA							
Fascia oraria		Mattino 6-13		Pomeriggio 13-20		Notte 17-24	
Tipologia	Ingombro medio	uscita	ingresso	uscita	ingresso	uscita	ingresso
Autocompattatori posteriori 3/4 assi 26-30 mc. Lift-car 3/4 assi Autocompattatore 3 assi caricamento frontale	m. 3,5 x 14	11	11	6	6	3	3
Autocompattatori posteriori 2 assi 8-10 mc. Pianali Lavastrade/Spazzatrici medie-grandi 4/6 mc.	m. 3,5 x 7	21	21	13	13	9	9
Autocarri con vasca 4/5/7 mc. Furgone Ecovan Spazzatrici piccole 2 mc. Autocarri con vasca 2/3 mc. Autocarri con vasca elettrici 2 mc. Piaggio Porter diserbo	m. 2,5 x 5	67	67	29	29	15	15
Autoveicoli standard - personale uffici	m. 2,5 x 5	14	14	4	4	0	0

Tabella 11 – Stima movimentazione dell'ambito di Aprica che sarà trasferito nell'area oggetto di analisi

MOVIMENTI UNARETI							
Fascia oraria		Mattino 6-13		Pomeriggio 13-20		Notte 17-24	
Tipologia	Ingombro medio	ingresso	uscita	ingresso	uscita	ingresso	uscita
Autoveicoli standard - personale uffici	m. 2,5 x 5	24	0	0	24	0	0
Autoveicoli standard - personale operativo	m. 3 x 5	25	25	25	25	0	0
Furgoni	m. 1,50 x 2,4-4,2	3	0	0	3	0	0
Motrici	m. 6,20 x 2,15	2	0	0	2	0	0
Bilici	m. 13,60 x 2,45 m	2	0	0	2	0	0

Tabella 12 – Stima movimentazione UNARETI

MOVIMENTI A2A CALORE&SERVIZI							
Fascia oraria		Mattino 6-13		Pomeriggio 13-20		Notte 17-24	
Tipologia	Ingombro medio	ingresso	uscita	ingresso	uscita	ingresso	uscita
Autoveicoli standard - personale uffici	m. 2,5 x 5	20	0	0	20	0	0
Autoveicoli standard - personale operativo	m. 3 x 5	0	6	6	0	0	0

Tabella 13 – Stima movimentazione A2A CALORE&SERVIZI

MOVIMENTI A2A ILLUMINAZIONE PUBBLICA							
Fascia oraria		Mattino 6-13		Pomeriggio 13-20		Notte 17-24	
Tipologia	Ingombro medio	ingresso	uscita	ingresso	uscita	ingresso	uscita
Autoveicoli standard - personale uffici	m. 2,5 x 5	4	0	0	4	0	0
Autoveicoli standard - personale operativo	m. 4 x 8	6	0	0	6	0	0

Tabella 14 – Stima movimentazione A2A ILLUMINAZIONE PUBBLICA

MOVIMENTI A2A e A2A Smart City							
Fascia oraria		Mattino 6-13		Pomeriggio 13-20		Notte 17-24	
Tipologia	Ingombro medio	ingresso	uscita	ingresso	uscita	ingresso	uscita
Autoveicoli standard - personale uffici	m. 2,5 x 5	24	0	0	24	0	0

Tabella 15 – Stima movimentazione A2A e A2A Smart City

La tabella successiva riassume la distribuzione oraria dell'indotto veicolare generato ed attratto dal comparto A2A.

Vehicles movements APRICA		Total 24h	Total Day Night	Vehicle movements per hour																					
Autocompattatori posteriori 3/4 assi 26-30 mc. Lift-car 3/4 assi Autocompattatore 3 assi carteramento frontale	total Entering Exiting	40 20 20	97 3																						
Autocompattatori posteriori 2 assi 8-10 mc. Pianali Lavastadi/Spazzatrici medio-grandi 4/6 mc.	total Entering Exiting	86 43 43	79 7																						
Autocanti con vasca 4/5/7 mc. Furgone Econo Spazzatrici piccola 2 mc. Autocanti con vasca 2/3 mc. Autocanti con vasca elettrici 2 mc. Piaggio Porter disasbo	total arriving Exiting	222 111 111	204 18																						
Autoveicoli standard - personale uffici	arriving Exiting	36 18 18	36 0																						
Vehicles movements UNIKETI		Total 24h	Total Day Night	Vehicle movements per hour																					
Autoveicoli standard - personale uffici	total Entering Exiting	48 24 24	48 0																						
Autoveicoli standard - personale operativo	total Entering Exiting	100 50 50	100 0																						
Furgoni	arriving Exiting	6 3 3	6 0																						
Motrici	arriving Exiting	4 2 2	4 0																						
Bilici	arriving Exiting	4 2 2	4 0																						
Vehicles movements A2A CALORE&SERVIZI		Total 24h	Total Day Night	Vehicle movements per hour																					
Autoveicoli standard - personale uffici	total Entering Exiting	40 20 20	40 0																						
Autoveicoli standard - personale operativo	total Entering Exiting	12 6 6	12 0																						
Vehicles movements ILLUMINAZIONE PUBBLICA		Total 24h	Total Day Night	Vehicle movements per hour																					
Autoveicoli standard - personale uffici	total Entering Exiting	8 4 4	8 0																						
Autoveicoli standard - personale operativo	total Entering Exiting	12 6 6	12 0																						
Vehicles movements A2A e A2A Smart City		Total 24h	Total Day Night	Vehicle movements per hour																					
Autoveicoli standard - personale uffici	total Entering Exiting	48 24 24	48 0																						
Vehicles movements A2A		Total 24h	Total Day Night	Vehicle movements per hour																					
TOTALE	total Entering Exiting	666 333 333	638 28																						

Tabella 16 – Distribuzione oraria comparto A2A

La tabella seguente riporta il totale veicoli per classe veicolare e in veicoli equivalenti.

TOTALE LEGGERI		Total 24h	Total Day Night	Vehicle movements per hour																					
total Entering Exiting		304 152 152	304 0																						
TOTALE VAN		Total 24h	Total Day Night	Vehicle movements per hour																					
total Entering Exiting		314 157 157	289 25																						
TOTALE PESANTI		Total 24h	Total Day Night	Vehicle movements per hour																					
total Entering Exiting		48 24 24	45 3																						
TOTALE equivalenti con incremento 50% Van e pesanti nell'ora di punta		Total 24h	Total Day Night	Vehicle movements per hour																					
total Entering Exiting		929 437 464	894 45																						

Tabella 17 – Distribuzione oraria comparto A2A – classi veicolari e Veq

Sulla base di questi dati, per l'ora di punta del mattino, si è assunta la seguente ipotesi di movimentazione (i mezzi operativi leggeri sono stati omogeneizzati assumendo un coefficiente pari a 1.5, mentre per gli autoarticolati si è assunto un coefficiente pari a 2.5):

	leggeri + VAN	
	IN	OUT
A2A	103	40

Tabella 18 – Stima indotto Lotto A2A – veicoli leggeri

	pesanti	
	IN	OUT
A2A	7	7

Tabella 19 – Stima indotto Lotto A2A – veicoli pesanti

	Vtot eq	
	IN	OUT
A2A	121	58

Tabella 20 – Stima indotto Lotto A2A – veicoli equivalenti

4.2 STIMA INDOTTO VEICOLARE UMI 2

Come anticipato, in questo scenario di analisi si assume anche l'attuazione del limitrofo comparto UMI 2: allo stato attuale della pianificazione, non avendo certezza delle funzioni che verranno insediate nel lotto 2 e 3 della UMI 2 si assume l'insediamento di funzioni a carattere Produttivo – Artigianali con una slp complessiva pari a 7000 mq, mentre nel Lotto 1 è previsto l'insediamento di uno spedizioniere.

4.2.1 LOTTO 1: stima indotto veicolare attività spedizioniere

La stima dell'indotto veicolare, è stata effettuata assumendo i seguenti parametri:

- superficie di progetto: 9.300 mq si slp;
- 1 addetto ogni 75 mq di slp;
- utilizzo del mezzo privato pari al 90% con un coefficiente medio di riempimento pari a 1.2 passeggeri per veicolo;
- addetti previsti uffici e personale operativo: **93** addetti per turno, organizzato sui seguenti turni:
 - 93 addetti sul turno 06-14;
 - 93 addetti sul turno 14-22;
 - 40 addetti sul turno 22-06;
- movimenti di autoarticolati (18m)/giorno: si assume una movimentazione pari a 70 veicoli pesanti in ingresso e in uscita, ripartiti uniformemente su 14 ore lavorative (06-20) con un picco nell'ora di punta del mattino pari a 7 veicoli in ingresso ed altrettanti in uscita (ovvero si assume nell'ora di punta del mattino una movimentazione di 1.5 mezzi pesanti ogni 1.000 mq di slp).
- Movimenti VAN/giorno: 25 veicoli in ingresso e in uscita, così ripartiti:
 - fascia dalle 07.00-9.30: 25 mezzi complessivi;
 - fascia 15.30-18.00: 25 mezzi complessivi.

Vehicles movements		Total		Vehicle movements, per hour																											
		24h	Day	Night	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	0	1	2	3	4	5			
veicoli addetti		452	319	133	50	26	57	-	-	-	-	-	-	40	52	94	-	-	-	-	-	-	40	46	47	-	-	-	-		
	Entering	226	186	40	10	26	57	-	-	-	-	-	-	20	26	47	-	-	-	-	-	-	20	20	-	-	-	-	-		
	Exiting	226	133	93	40	-	-	-	-	-	-	-	-	20	26	47	-	-	-	-	-	-	20	26	47	-	-	-	-		
AUTOARTICOLATI		70	70	0	4	4	14	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	-	-	-	-	-	-	-			
	Entering	35	35	0	2	2	7	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	-	-	-	-	-	-	-			
	Exiting	35	35	0	2	2	7	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	-	-	-	-	-	-	-			
Vans <= 3.5T		100	94	6	-	6	13	6	-	-	-	-	6	19	19	6	-	-	-	-	-	6	13	6	-	-	-	-			
	Entering	50	44	6	-	-	-	-	-	-	-	-	6	13	6	-	-	-	-	-	-	6	13	6	-	-	-	-			
	Exiting	50	50	0	6	6	13	6	0	0	0	0	6	13	6	0	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-			
Total		622	483	139	54	36	84	10	4	4	4	10	63	75	104	4	4	4	4	10	13	46	46	47	-	-	-	-			
	arriving	311	265	46	12	28	64	2	2	2	2	8	35	34	49	2	2	2	2	8	13	26	20	-	-	-	-				
	leaving	311	218	93	42	30	8	2	2	2	2	3	39	41	45	2	2	2	2	2	20	20	47	-	-	-	-				

Complessivamente per l'ora di punta del mattino il Lotto 1 genera il seguente indotto veicolare (i VAN sono stati omogeneizzati assumendo un coefficiente pari a 1.5 mentre per gli autoarticolati si è assunto un coefficiente pari a 2.5):

Tabella 22 – Stima indotto Lotto 1 – ora di punta del mattino – veicoli leggeri

Tabella 23 – Stima indotto Lotto 1 – ora di punta del mattino – veicoli pesanti

Tabella 24 – Stima indotto Lotto 1 – ora di punta del mattino – veicoli equivalenti

Come anticipato, si assume nei Lotti 2 e 3 l'insediamento di funzioni a carattere Produttivo – Artigianali con una slp complessiva pari a 7000 mq.

Addetti – TIPOLOGIA FUNZIONALE PRODUTTIVA:

- Mentre per quanto attiene la stima di mezzi pesanti a servizio di questa funzione si possono assumere i seguenti parametri:

- 7.000.00 mq di S.L.P.
- 1.5 veicoli/giorno ogni 1.000 mq di S.L.P.;

- 11 veicoli aggiuntivi nell'ora di punta del mattino di cui 50% in ingresso e 50% in uscita;

si assume infine la seguente distribuzione valida per i giorni feriali, mentre si assume trascurabile l'indotto veicolare durante i giorni del fine settimana (sabato e domenica) e festivi.

Vehicles movements			Total 24h	Total		Vehicle movements per hour																							
				Day	Night	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	0	1	2	3	4	5
veicoli addetti	total		140	140	0	-	25	45	-	-	-	-	-	-	-	25	45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Entering		70	70	0	-	25	45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Exiting		70	70	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25	45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
AUTOARTICOLATI	total		28	28	0	-	2	12	2	2	2	-	-	-	4	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Entering		14	14	0	-	1	6	1	1	1	-	-	-	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Exiting		14	14	0	-	1	6	1	1	1	-	-	-	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Vans <= 3.5T	total		0	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Entering		0	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Exiting		0	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total	total		168	168	0	-	27	57	2	2	2	-	-	-	4	29	45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	arriving		84	84	0	-	26	51	1	1	1	-	-	-	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	leaving		84	84	0	-	1	6	1	1	1	-	-	-	2	27	45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabella 25 – Distribuzione spostamenti durante i giorni feriali (lun- ven)

Complessivamente per l'ora di punta del mattino i Lotti 2 e 3 generano il seguente indotto veicolare (i VAN sono stati omogeneizzati assumendo un coefficiente pari a 1.5 mentre per gli autoarticolati si è assunto un coefficiente pari a 2.5):

	leggeri + VAN	
	IN	OUT
Lotto 2 e 3	45	0

Tabella 26 – Stima indotto Lotto 2 e 3 – ora di punta del mattino – veicoli leggeri

	pesanti	
	IN	OUT
Lotto 2 e 3	6	6

Tabella 27 – Stima indotto Lotto 2 e 3 – ora di punta del mattino – veicoli pesanti

	Vtot eq	
	IN	OUT
Lotto 2 e 3	60	15

Tabella 28 – Stima indotto Lotto 2 e 3 – ora di punta del mattino – veicoli

Considerando il punto di accesso al comparto in previsione posizionato sulla via Cremasca e sulla via Portico in posizione quasi baricentrica rispetto al tracciato della SP ex SS591, la ripartizione dei flussi aggiuntivi per le direttrici di ingresso e di uscita all'area di studio verrà effettuata assumendo la seguente distribuzione.

sezione	IN_ %	OUT_ %
via Cremasca nord	17%	22%
via Oberdan	9%	8%
via Portico	17%	23%
viale Trieste	9%	4%
via per Grassobbio	14%	22%
via Cremasca sud	34%	21%





Tabella 33 –Ripartizione direttrici – veicoli leggeri

sezione	IN_ %	OUT_ %
via Cremasca nord	20%	20%
via Oberdan	0%	0%
via Portico	50%	50%
viale Trieste	0%	0%
via per Grassobbio	20%	20%
via Cremasca sud	10%	10%

Tabella 34 –Ripartizione direttrici – veicoli pesanti

Di seguito si riporta il diagramma di carico e il rapporto flusso/capacità su ciascun arco stradale della rete di trasporto complessiva mediante una visualizzazione basata sia sulla scala cromatica (in range di colori in ragione del volume di spostamenti presenti sull'arco) sia, all'interno di tale scala cromatica, in termini di spessore della singola banda, direttamente proporzionale all'entità del flusso presente sull'arco.

La rappresentazione fornita, relativa, come detto, all'ora di punta del mattino e in termini di flussi veicolari equivalenti, si basa su 4 range di valori:

-  archi con traffico inferiore a 250 veicoli eq./ora;
-  archi con traffico compreso tra 250 e 400 veicoli eq./ora;
-  archi con traffico compreso tra 500 e 750 veicoli eq./ora;
-  archi con traffico maggiore di 750 veicoli eq./ora.

Analogamente la rappresentazione relativa al rapporto Flusso - Capacità per l'ora di punta del mattino, si basa su 4 range di valori:

-  archi con F/C inferiore a 0.3;
-  archi con F/C compreso tra 0.3 e 0.6;
-  archi con F/C compreso tra 0.6 e 0.9;
-  archi con F/C maggiore di 0.9.

Si riportano inoltre di seguito i percorsi di ingresso ed uscita dal comparto assegnati all'interno del modello di macrosimulazione.

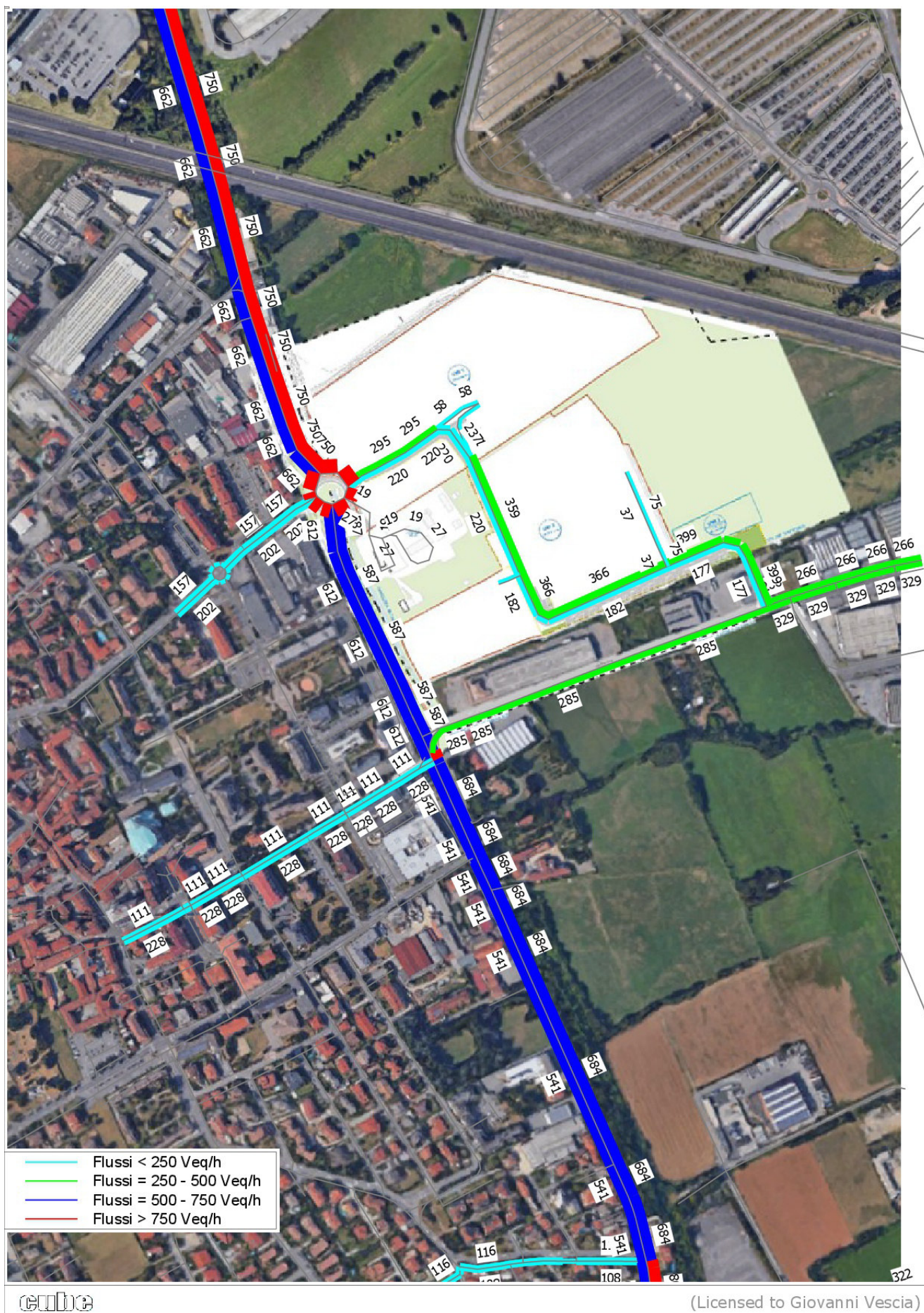


Figura 35 - Flussogrammi Scenario Intervento MT con senso unico - HPM



Figura 36 – Rapporto Flusso/Capacità Scenario Intervento con senso unico MT – HPM

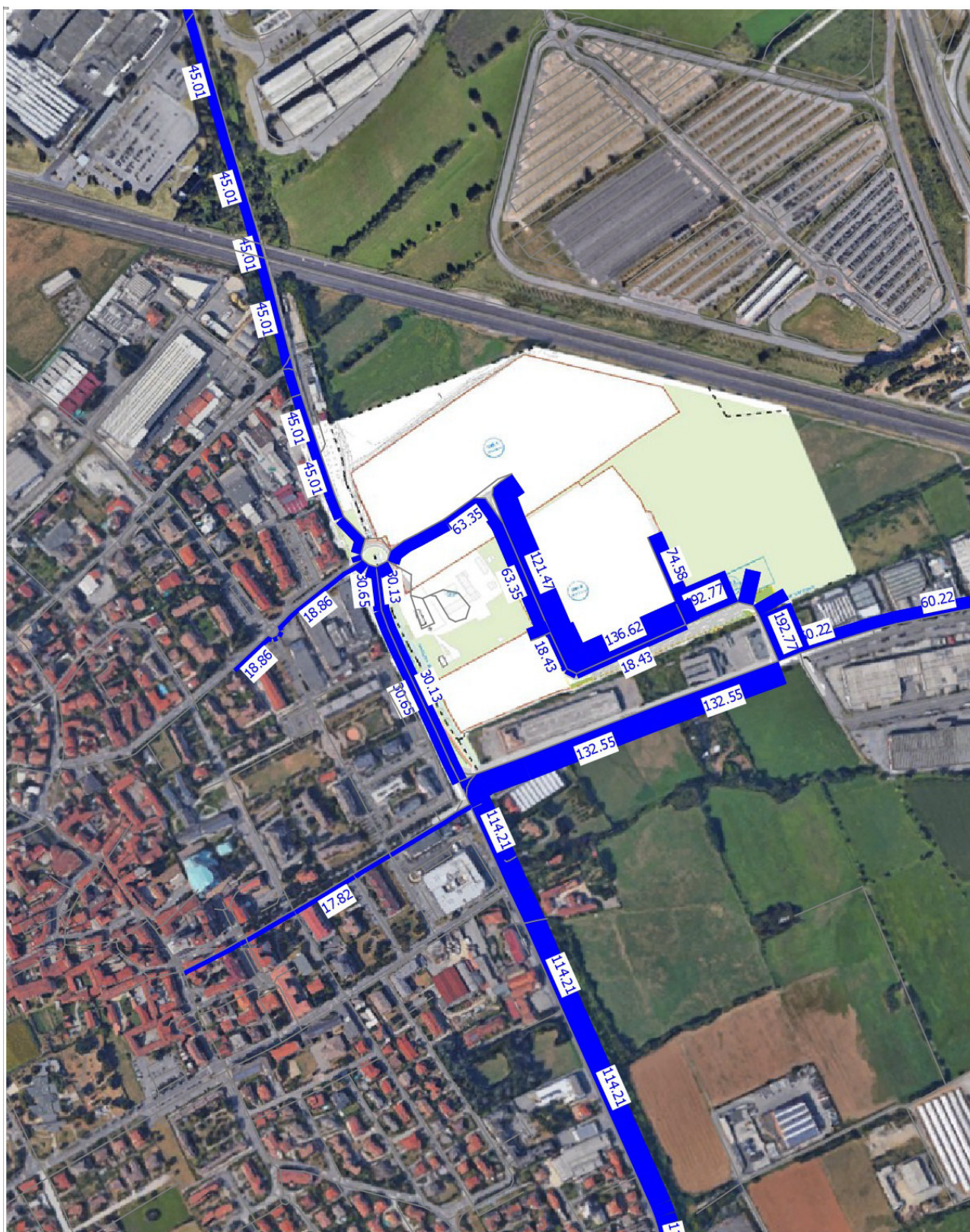


Figura 37 – Percorsi in ingresso assegnati all'interno del modello

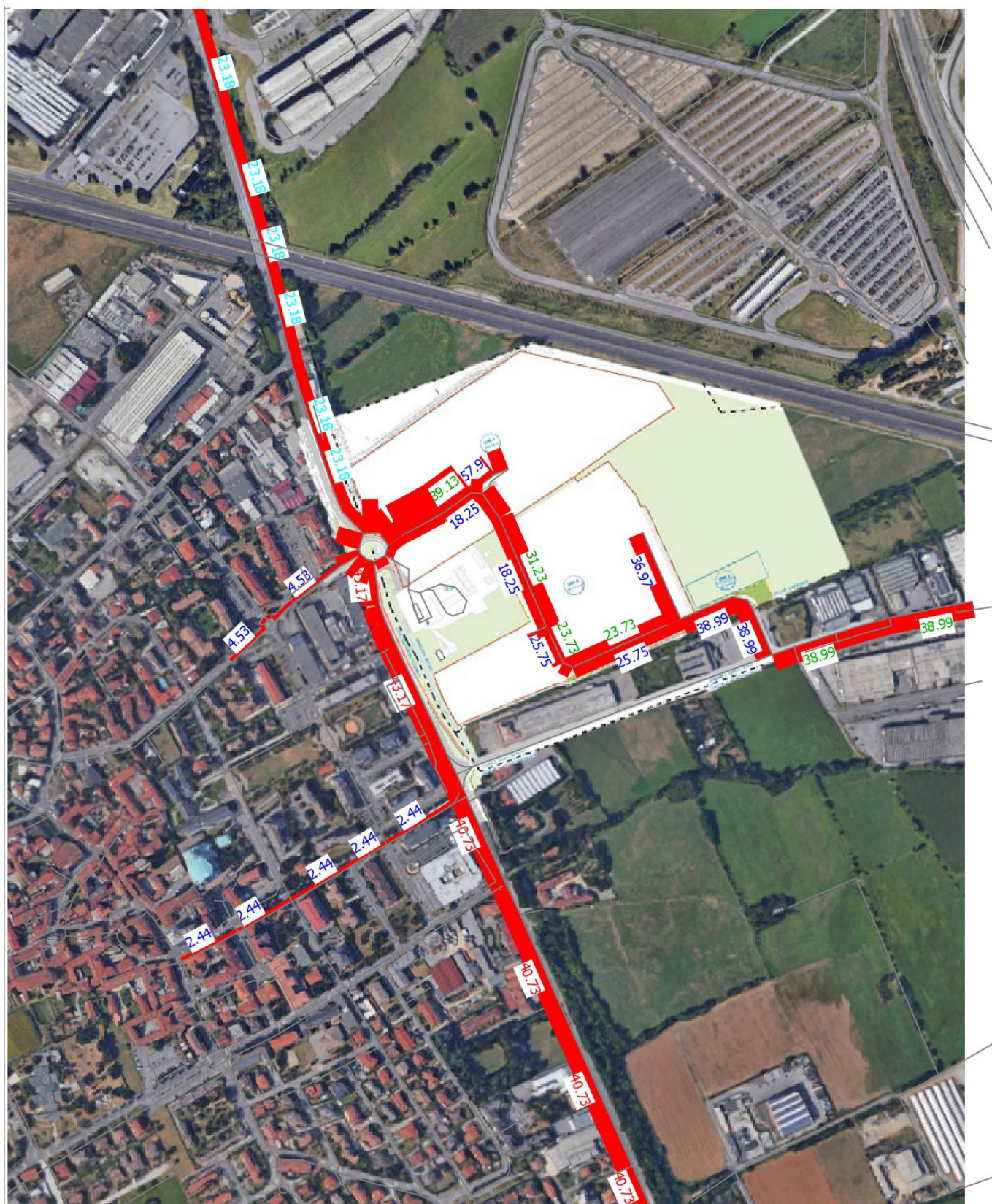


Figura 38 – Percorsi in uscita assegnati all'interno del modello

4.4 VERIFICA LIVELLO DI SERVIZIO ASSI VIARI: SCENARIO MT

Considerando l'ora di punta del mattino precedente individuata e l'indotto veicolare stimato assumendo lo scenario di medio termine, si propone, in questo capitolo, l'analisi della viabilità principale e di accesso all'insediamento oggetto di analisi.

I tratti omogenei interessati dalle verifiche hanno riguardato le seguenti strade principali dell'area di intervento:

- S1 – via Cremasca nord;
- S2 – via Cremasca sud;
- S3 – via Portico;
- S4 – via Grassobbio.



Figura 39 – Sezioni oggetto di verifica

Le tabelle seguenti riportano il calcolo del LOS per le sezioni precedentemente individuate. Il calcolo è stato effettuato considerando lo scenario attuale e lo scenario di intervento al fine di valutare l'effetto dell'incremento teorico dei flussi di traffico generati ed attratti dalla presente proposta progettuale.

		SCENARIO DI INTERVENTO MT RICALIBRATO CON SENSO UNICO SULLA VIA PORTICO				
Sezione	direzione	flusso Veq/h	FLUSSI BID	CAP	F/C	LOS
1 - via Cremasca nord	nord	750	1412	3200	0.44	C
	sud	662				
2 - via Cremasca sud	nord	684	1225	3200	0.38	C
	sud	541				
3 - via Portico	est	285	285	3200	0.09	A
	ovest	0				
4 - via per Grassobbio	est	501	823	3200	0.26	B
	ovest	322				

Tabella 35 – LOS – SCENARIO INTERVENTO MT CON SENSO UNICO SULLA VIA PORTICO- HPM

Anche per questo scenario di analisi, il calcolo del LOS effettuato in coerenza con la normativa regionale evidenzia livelli di servizio compresi tra A e C: il regime di circolazione osservato è pertanto **caratterizzato da flusso stabile**.

L'incremento teorico dei flussi veicolari generati ed attratti dalla presente proposta di intervento non altera l'attuale regime di circolazione ed è quindi supportato dall'assetto infrastrutturale di riferimento.

5 ANALISI FUNZIONAMENTO INTERSEZIONI DI PROGETTO

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

I parametri di valutazione viabilistica sono espressi in termini di: lunghezza massima degli incolonnamenti registrati, ritardo medio veicolare e livello di servizio al nodo, secondo quanto prescritto dall'Highway Capacity Manual.

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

- **LOS A:** racchiude le situazioni con bassissimi ritardi, cioè minori di 10 sec. per veicolo ed una riserva di capacità superiore ai 400 veicoli/ora;
- **LOS B:** caratterizzato da tempi di attesa ancora molto bassi compresi tra i 10 e i 20 sec. per veicolo ed una riserva di capacità compresa tra i 300 e i 400 veicoli/ora;
- **LOS C:** descrive le situazioni con ritardo medio crescente e compreso tra 20 e 35 sec. per veicolo. Il numero di veicoli che si fermano è significativo sebbene molti di essi possano ancora transitare per l'intersezione senza arrestarsi;
- **LOS D:** comprende tempi di attesa compresi tra 35 e 55 sec/veicolo. Gli utenti cominciano ad avvertire gli effetti della congestione;
- **LOS E:** caratterizzato da ritardi variabili tra i 35 e 80 sec/veicolo e dotato di una riserva di capacità molto bassa con valori al di sotto di 100 veicoli/ora;
- **LOS F:** comprende tempi di attesa per maggiori di 80 sec/veicolo. Si verificano situazioni in cui i flussi di traffico superano la capacità della corsia, si evidenziano notevoli ritardi e accodamenti in grado di produrre condizioni critiche di congestione. In questo livello si possono anche verificare problemi relativi alla sicurezza dovuti ai comportamenti dei veicoli sulla strada secondaria che scelgono tempi di immissione inferiori a quelli critici.

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

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

Tabella 36 - LOS Intersezioni Non Semaforizzate e Rotatorie - Fonte HCM

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

Tabella 37 - LOS Intersezioni Semaforizzate - Fonte HCM

5.1 RISULTATI MODELLO DI SIMULAZIONE

Nei paragrafi successivi vengono riportati i risultati del modello di micro simulazione per lo Scenario di Intervento considerando a doppio senso la circolazione sulla via Portico, riferito all'ora di punta del mattino, con particolare attenzione ai valori di **perditempo** registrati in ingresso per ogni ramo delle intersezioni analizzate, ai valori degli **accodamenti medi e massimi** e, di conseguenza, i **livelli di servizio** ottenuti.

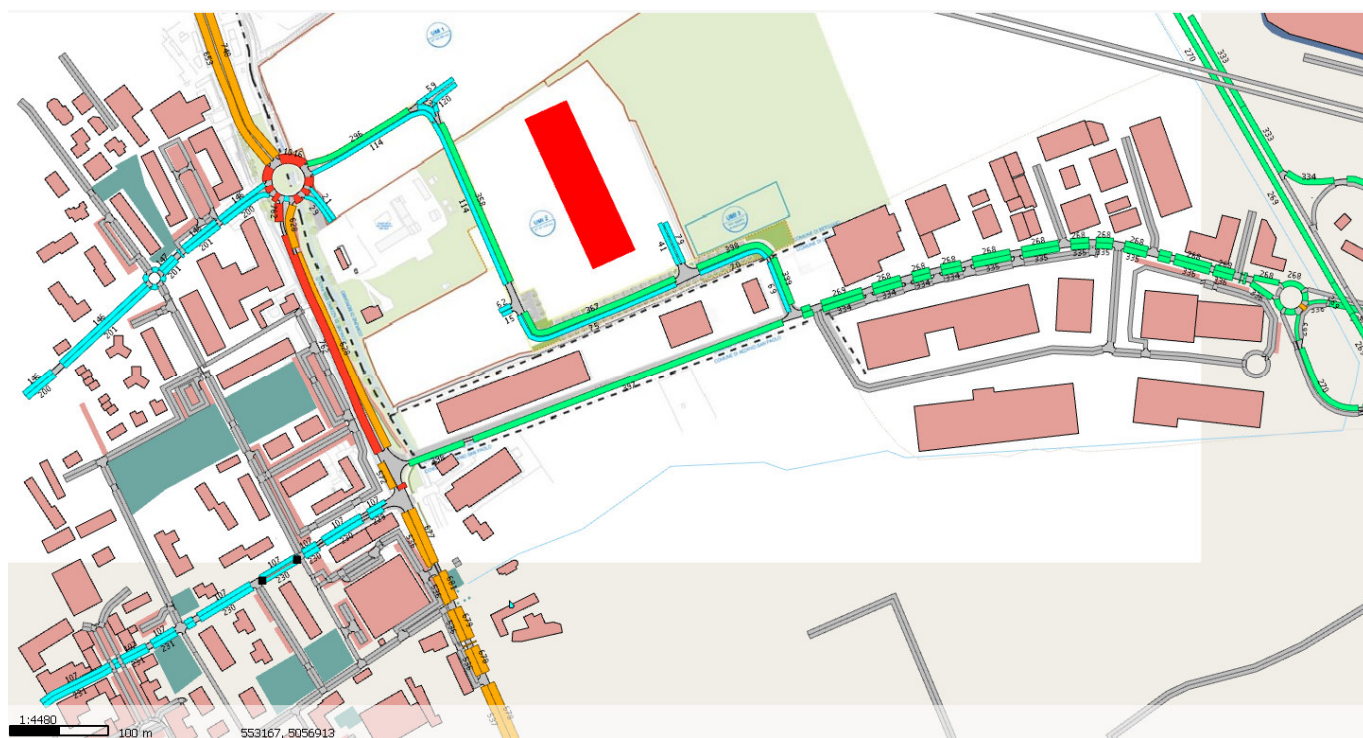


Figura 40 – Modello di microsimulazione – Rete stradale

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

Di seguito si riportano i risultati delle simulazioni sulle seguenti intersezioni stradali oltre alla viabilità di ingresso/uscita dal comparto:

- Intersezione 1 – via Cremasca / via Oberdan;
- Intersezione 2 – via Cremasca / via Portico.

5.1.1 INTERSEZIONE 1: VIA CREMASCA / VIA OBERDAN

L'intersezione in esame attualmente si configura come un'intersezione a rotatoria a 4 rami: il flusso principale è rappresentato dalla corrente che percorre l'itinerario nord → sud (e viceversa). Le strade che vi confluiscono sono tutte a doppio senso di marcia; in prossimità dell'intersezione sono possibili tutte le manovre di svolta.

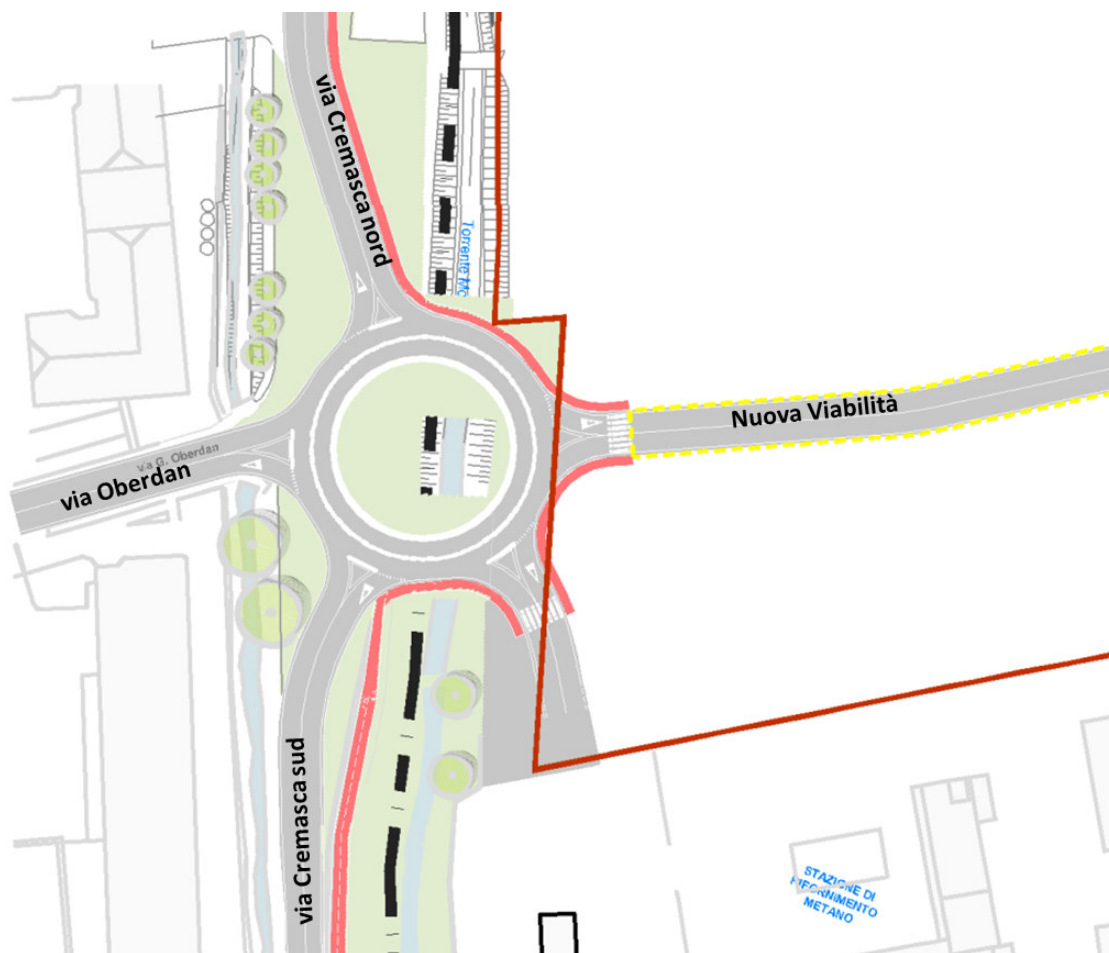


Figura 41 – Nomenclatura Intersezione 1

5.1.1.1 Analisi dei Perditempo

Di seguito si riportano i valori di perditempo su ogni ramo di ingresso all'intersezione registrati dal modello di simulazione.

Ritardo Medio Singoli Approcci Intersezione 1 - scenario di progetto

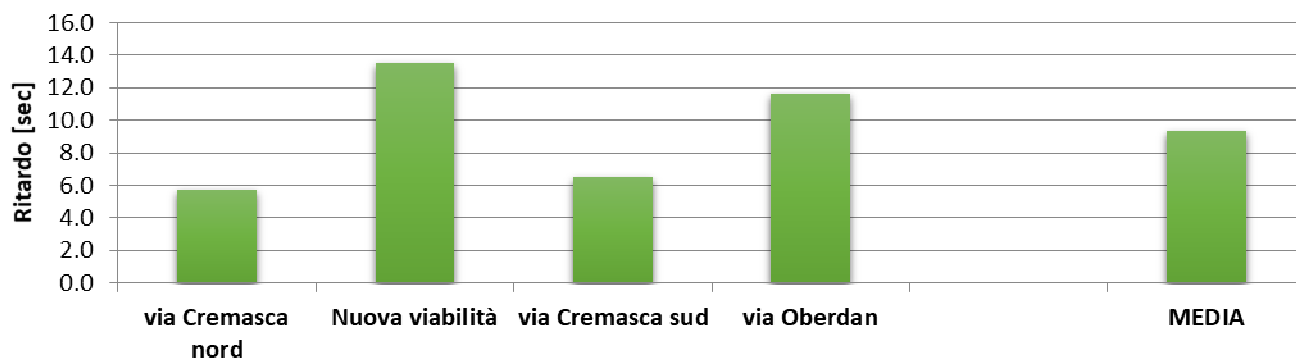


Grafico 05 – Scenario INT MT- intersezione 1 – Perditempo medio complessivo

5.1.1.2 Analisi accodamenti

Di seguito si riportano i valori dell'accodamento medio e massimo su ogni ramo di ingresso all'intersezione registrati dal modello di simulazione.

Accodamento Medio/Massimo Singoli Approcci Intersezione 1 - scenario di progetto

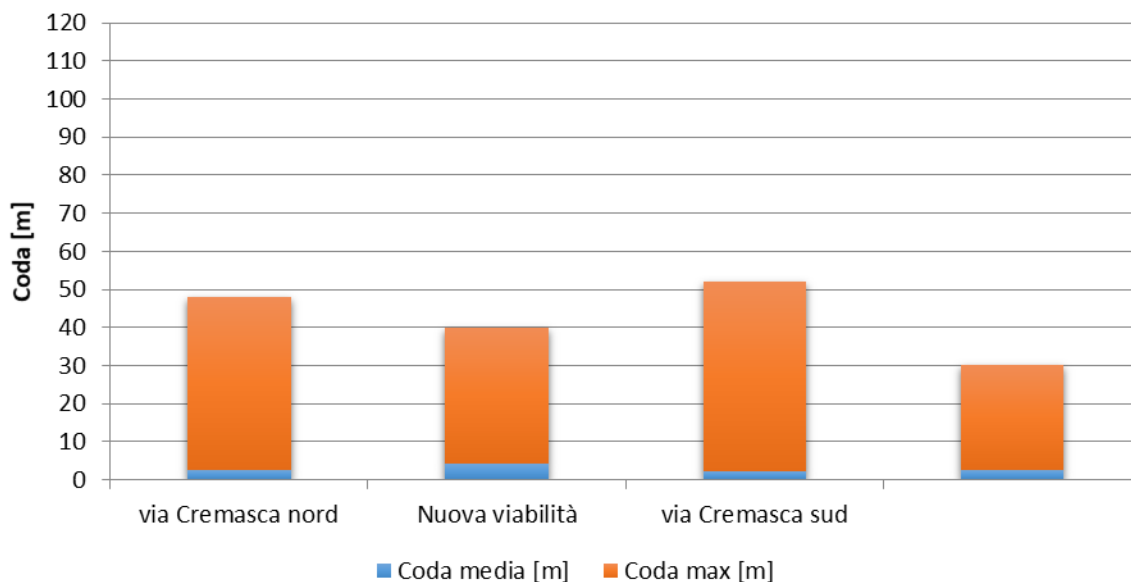


Grafico 06 – Scenario di intervento – intersezione 1 – accodamento medio e massimo

Relativamente agli accodamenti, i valori maggiori si rilevano sulla via Cremasca da sud dove il valore massimo rilevato si attesta sui 50m.

5.1.1.3 Analisi Livelli di Servizio (LOS)

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

INTERSEZIONE 1 Scenario di progetto	approccio	Perditempo [sec]	flusso [veh/h]	Perd.*flusso [sec*veh/h]	Los parziale
	via Cremasca nord	6	653	3754	A
	Nuova viabilità	14	296	4013	B
	via Cremasca sud	7	628	4086	A
	via Oberdan	12	200	2327	B
	Totale		1578	11853	
	media pesata	8 sec	⇒	totale =	A

Tabella 38 - Scenario di intervento – intersezione 1 – Livelli di servizio (LOS)

Come si può dedurre dalla tabella sopra riportata, l'intersezione 1 presenta un livello di servizio complessivo pari ad A.

5.1.2 INTERSEZIONE 2: VIA CREMASCA / VIA PORTICO

L'intersezione in esame si configura come un'intersezione a rotatoria di forma allungata a 4 braccia: il flusso principale è rappresentato dalla corrente che percorre l'itinerario nord → sud (e viceversa). Le strade che vi confluiscono sono tutte a doppio senso di marcia; in prossimità dell'intersezione sono possibili tutte le manovre di svolta.

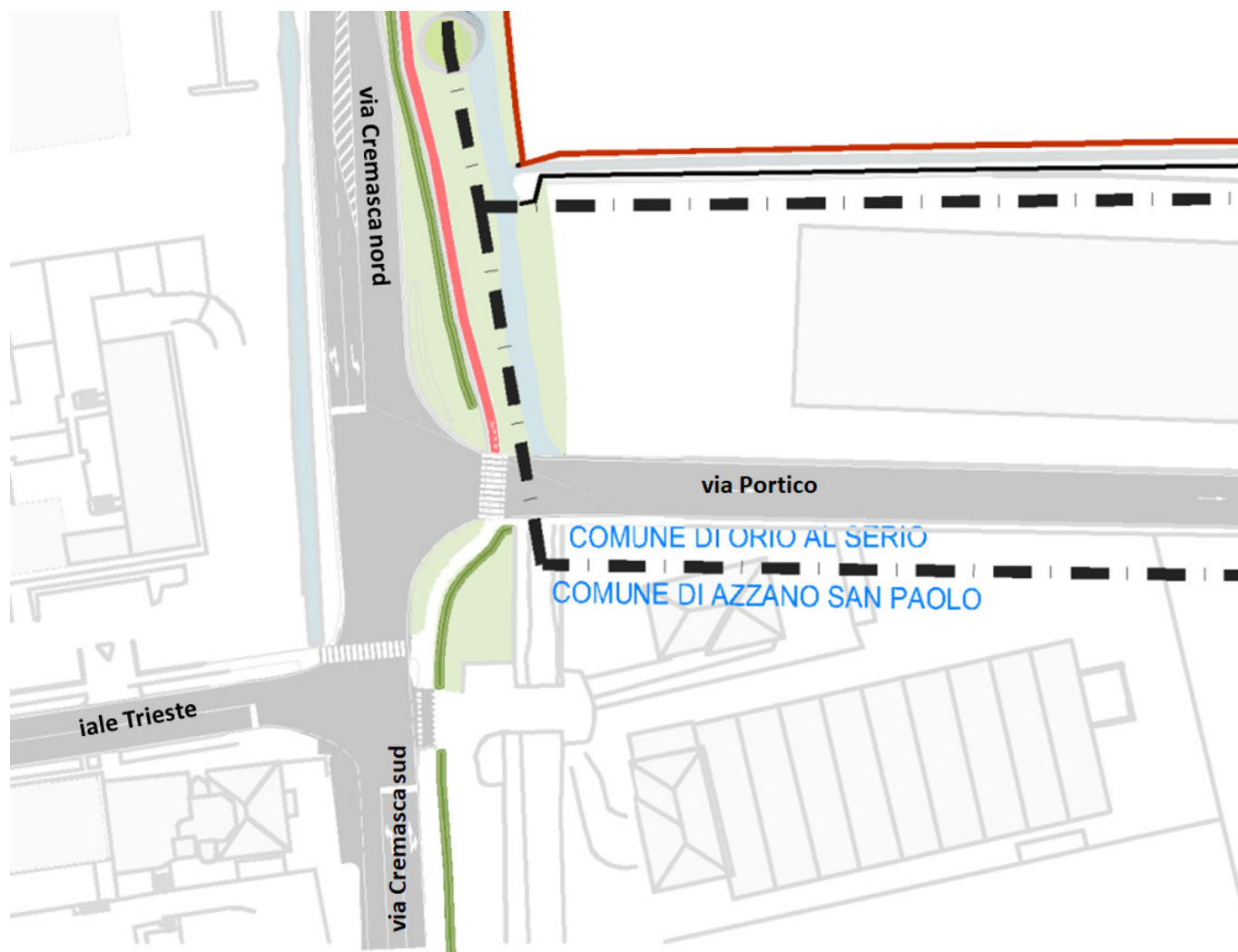


Figura 42 – Intersezione 2: via Cremasca / via Portico

5.1.2.1 Analisi dei Perditempo

Di seguito si riportano i valori di perditempo su ogni ramo di ingresso all'intersezione registrati dal modello di simulazione.

Ritardo Medio Singoli Approcci Intersezione 2 - scenario di progetto

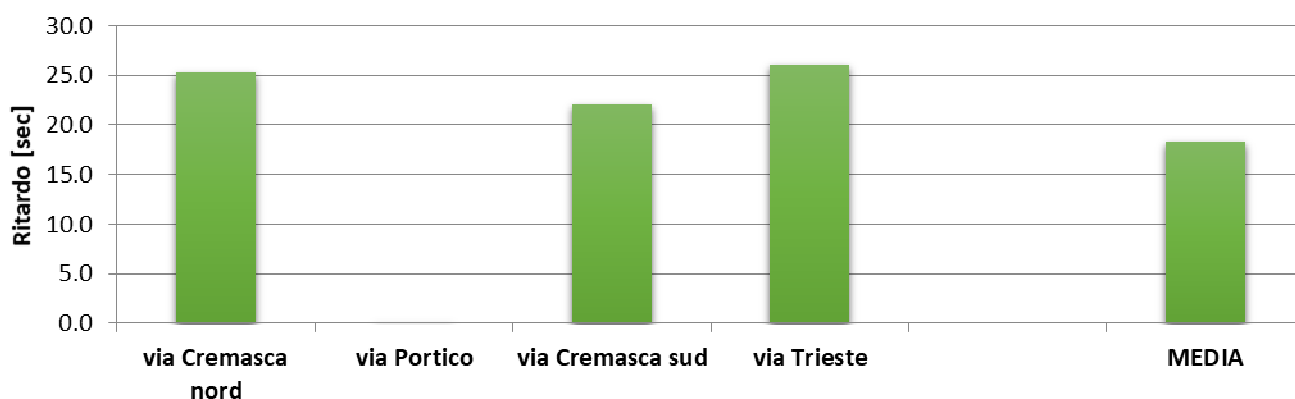


Grafico 07 – Scenario INT – intersezione 2 – Perditempo medio complessivo

5.1.2.2 Analisi accodamenti

Di seguito si riportano i valori dell'accodamento medio e massimo su ogni ramo di ingresso all'intersezione registrati dal modello di simulazione.

Accodamento Medio/Massimo Singoli Approcci Intersezione 2 - scenario di progetto

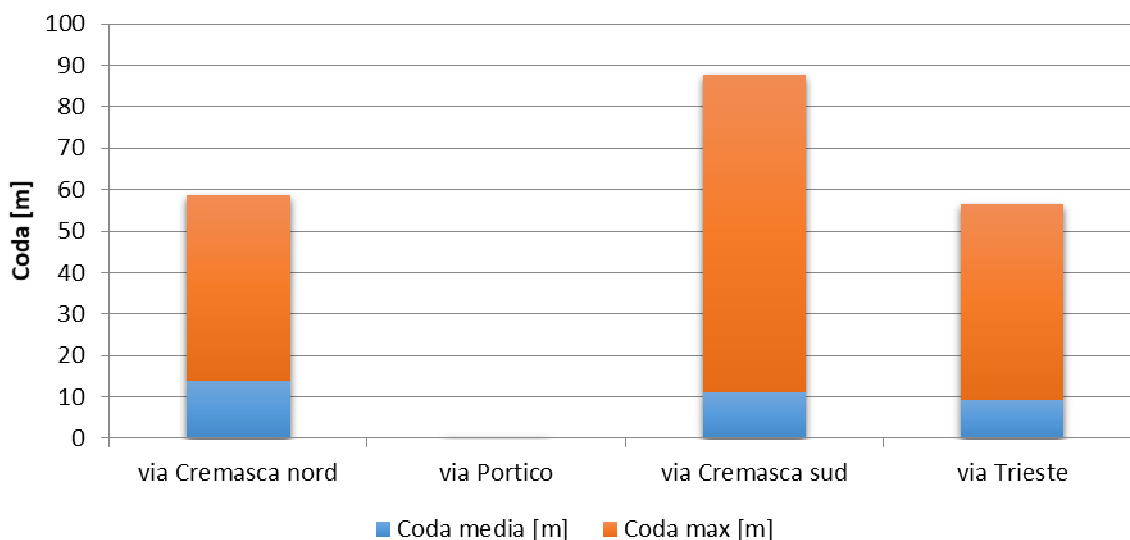


Grafico 08 – Scenario di intervento – intersezione 2 – accodamento medio e massimo

Relativamente agli accodamenti, i valori maggiori si rilevano sulla via Cremasca da sud dove il valore massimo rilevato si attesta sui 80m.

5.1.2.3 Analisi Livelli di Servizio (LOS)

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

INTERSEZIONE 2 Scenario di progetto	approccio	Perditempo [sec]	flusso [veh/h]	Perd.*flusso [sec*veh/h]	Los parziale
	via Cremasca nord	25	762	19288	C
	via Portico	0	0	0	A
	via Cremasca sud	22	679	14995	C
	via Trieste	26	229	5965	C
	Totale		1670	40248	
	media pesata	24 sec	⇒	totale =	C

Tabella 39 - Scenario di intervento – intersezione 2 – Livelli di servizio (LOS)

Come si può dedurre dalla tabella sopra riportata, l'intersezione 2 presenta un LOS complessivo pari ad C in linea la tipologia di regolazione dell'intersezione e con i flussi di traffico attesi; l'introduzione di un senso unico sulla via Portico, consente inoltre di ottimizzare il ciclo semaforico, migliorando di fatto i perditempo e il LOS di questa intersezione rispetto allo scenario attuale.

5.1.3 VIABILITÀ DI ACCESSO AL COMPARTO

Sulle restanti intersezioni stradali a ridosso dell'area di studio, non si rilevano elementi di criticità; a conferma di ciò di seguito si riportano le schermate estrapolate dal modello di microsimulazione per lo scenario di intervento ad intervalli di 5 minuti

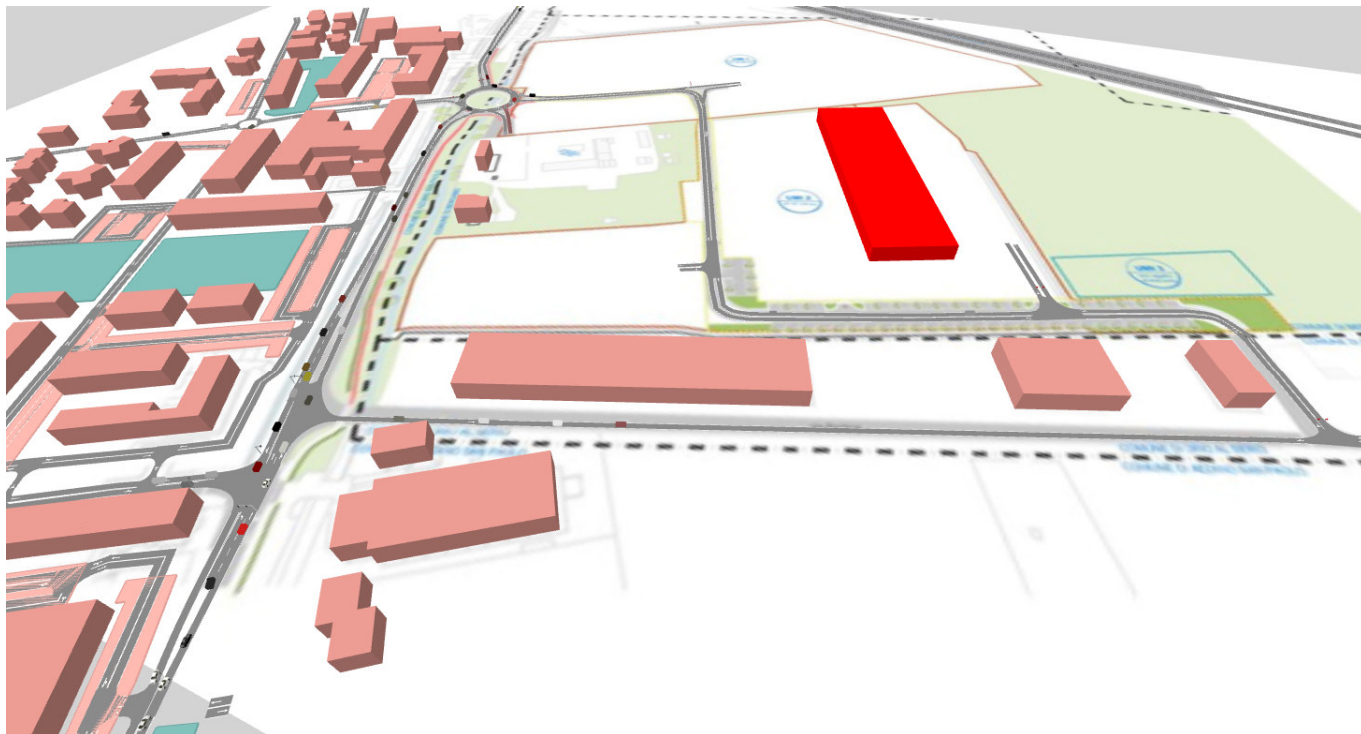


Figura 43 - Scenario di intervento – Istantanea inizio simulazione

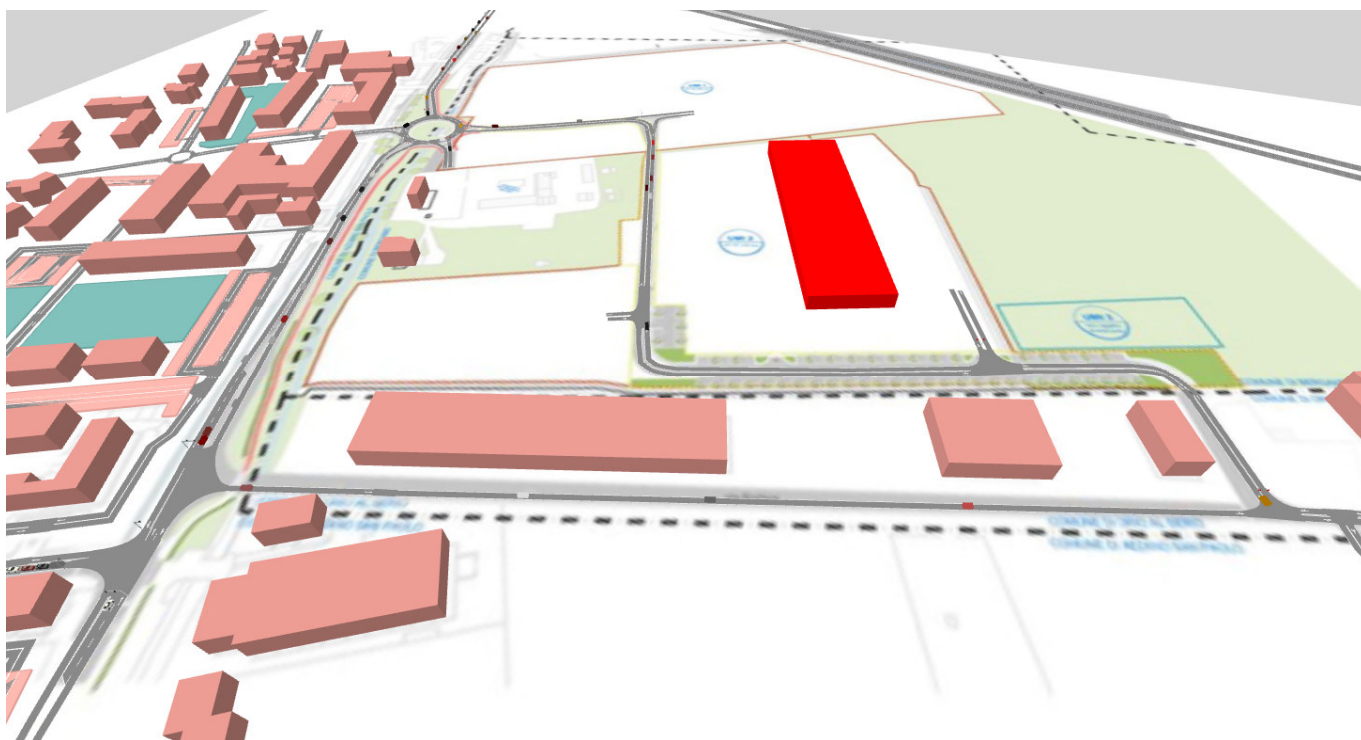


Figura 44 Scenario di intervento – Istantanea dopo 5 minuti di simulazione

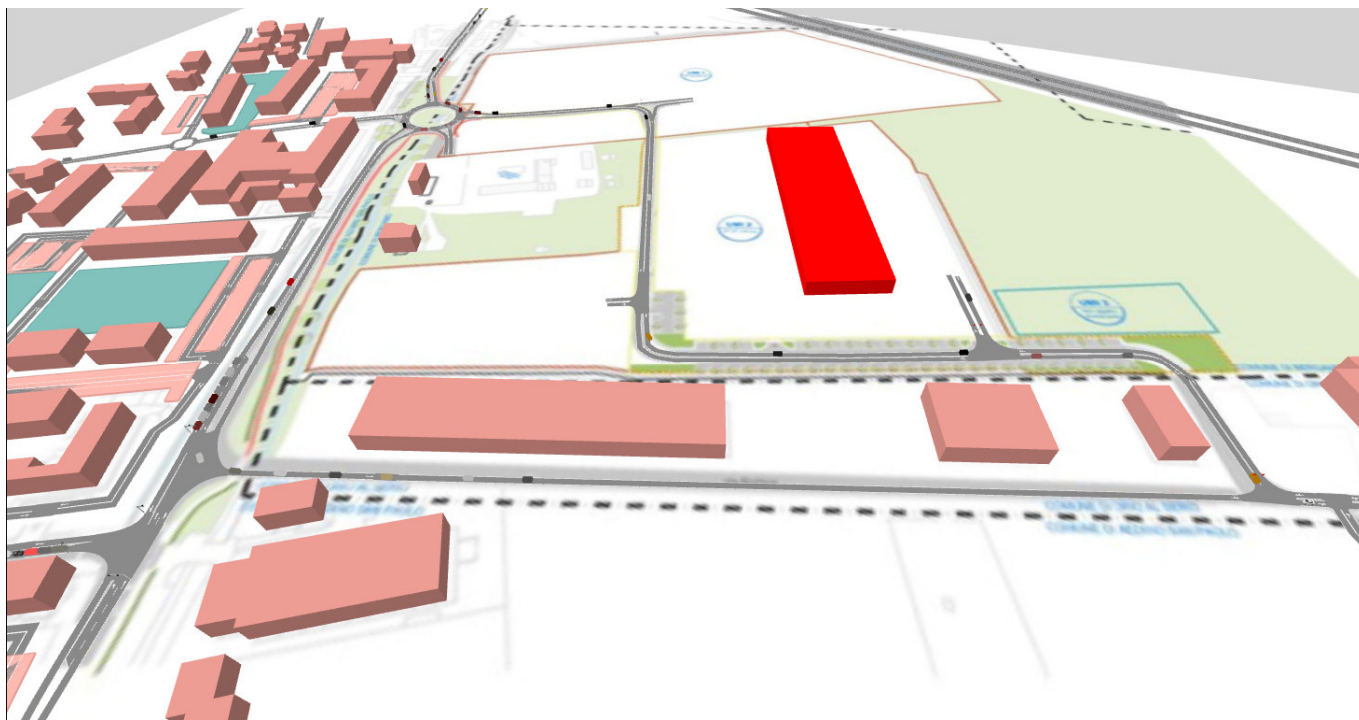


Figura 45 - Scenario di intervento – Istantanea dopo 10 minuti di simulazione

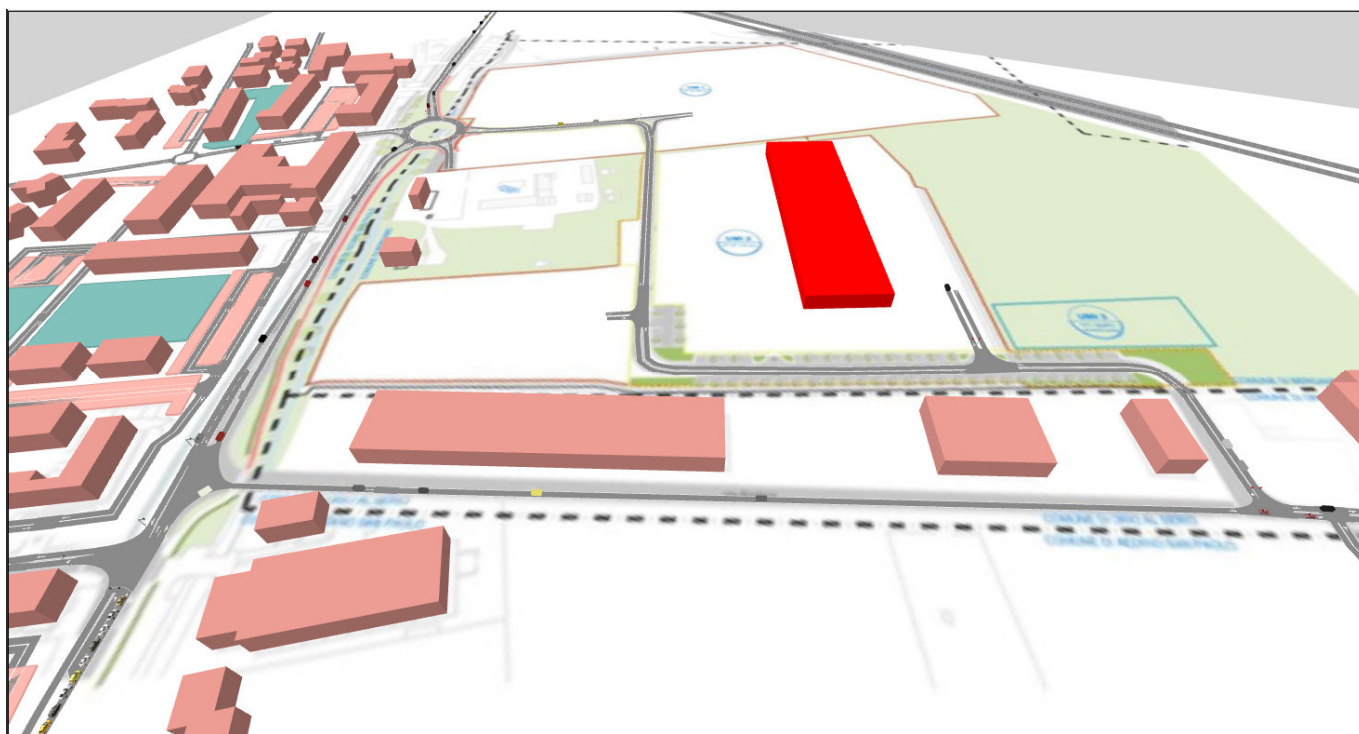


Figura 46 - Scenario di intervento – Istantanea dopo 15 minuti di simulazione

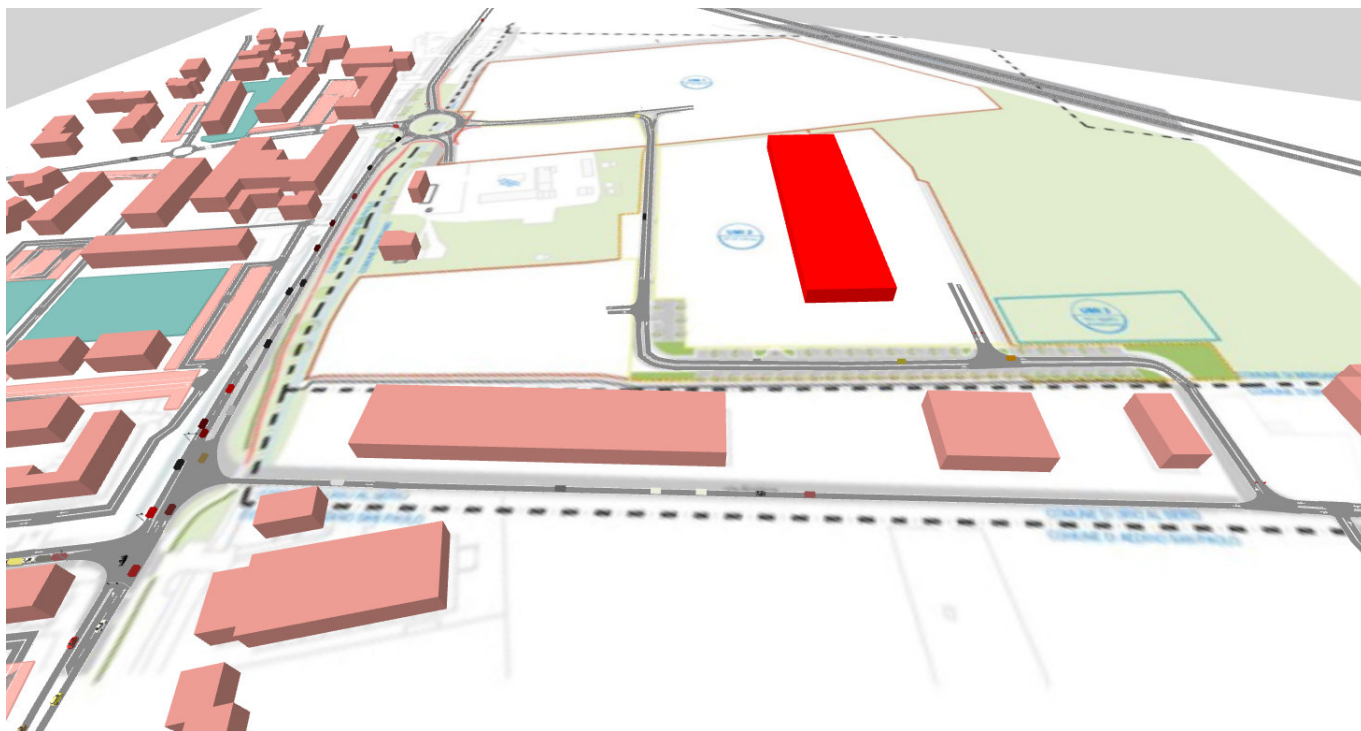


Figura 47 - Scenario di intervento – Istantanea dopo 20 minuti di simulazione

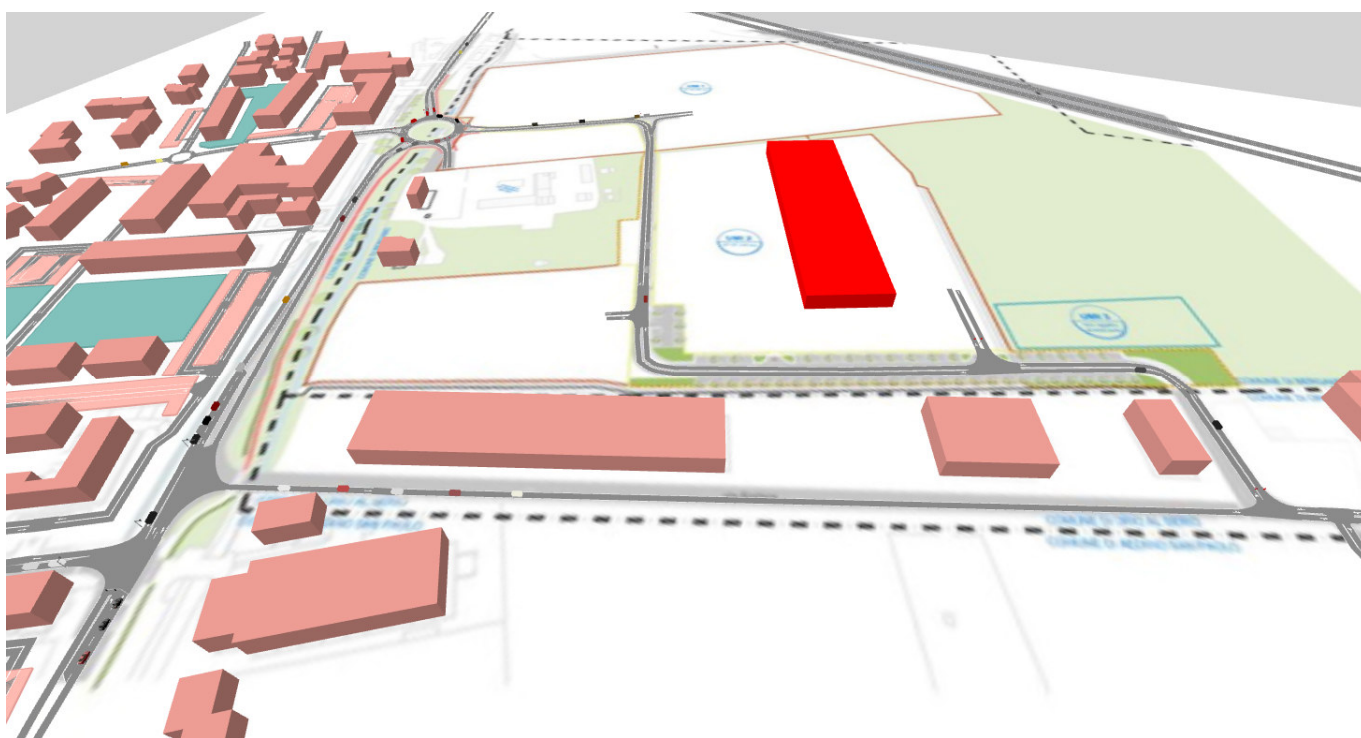


Figura 48 - Scenario di intervento – Istantanea dopo 25 minuti di simulazione

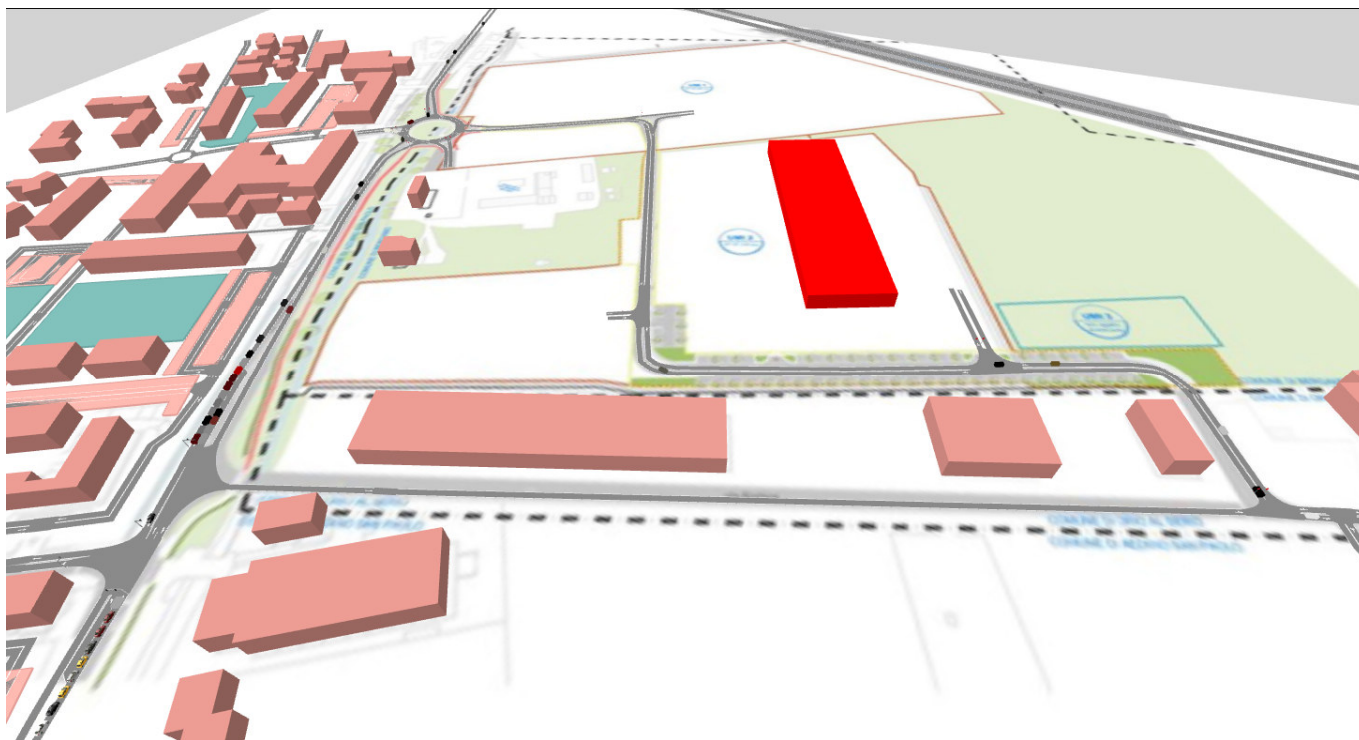


Figura 49 - Scenario di intervento – Istantanea dopo 30 minuti di simulazione

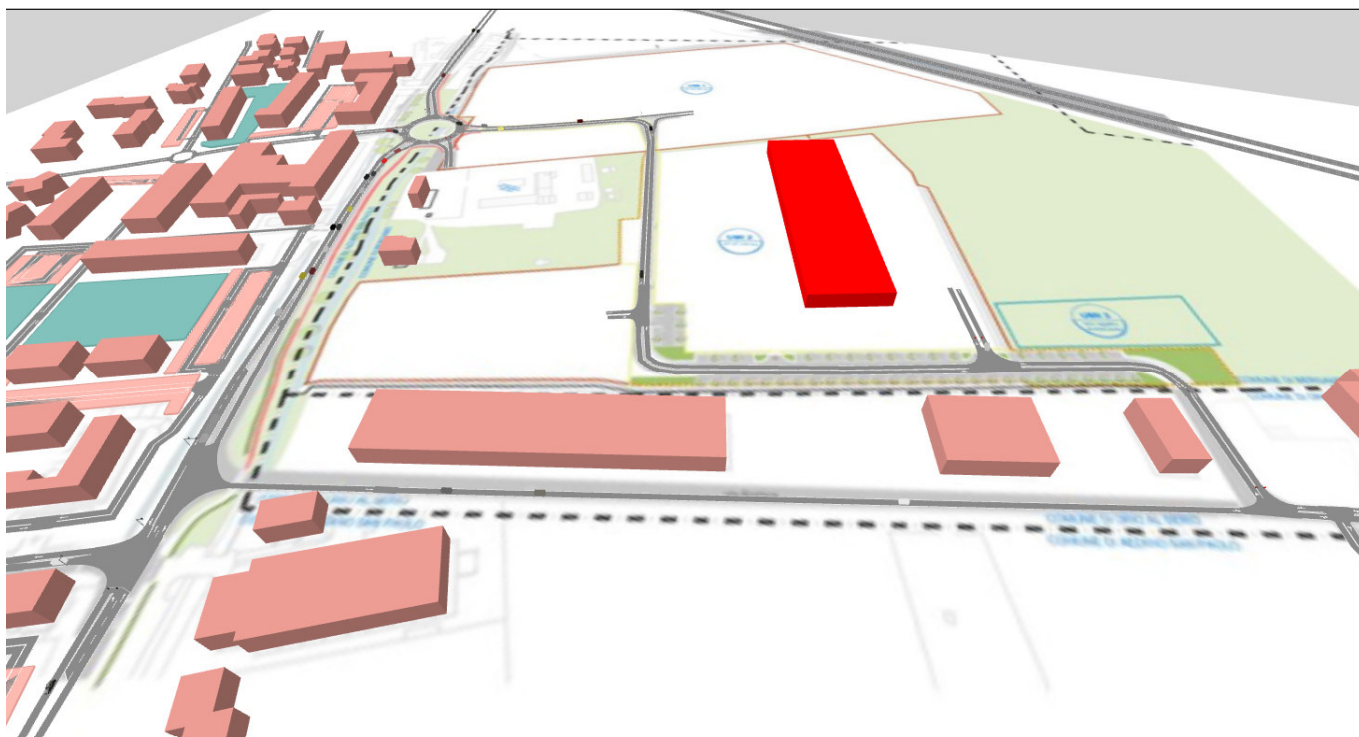


Figura 50 - Scenario di intervento – Istantanea dopo 35 minuti di simulazione

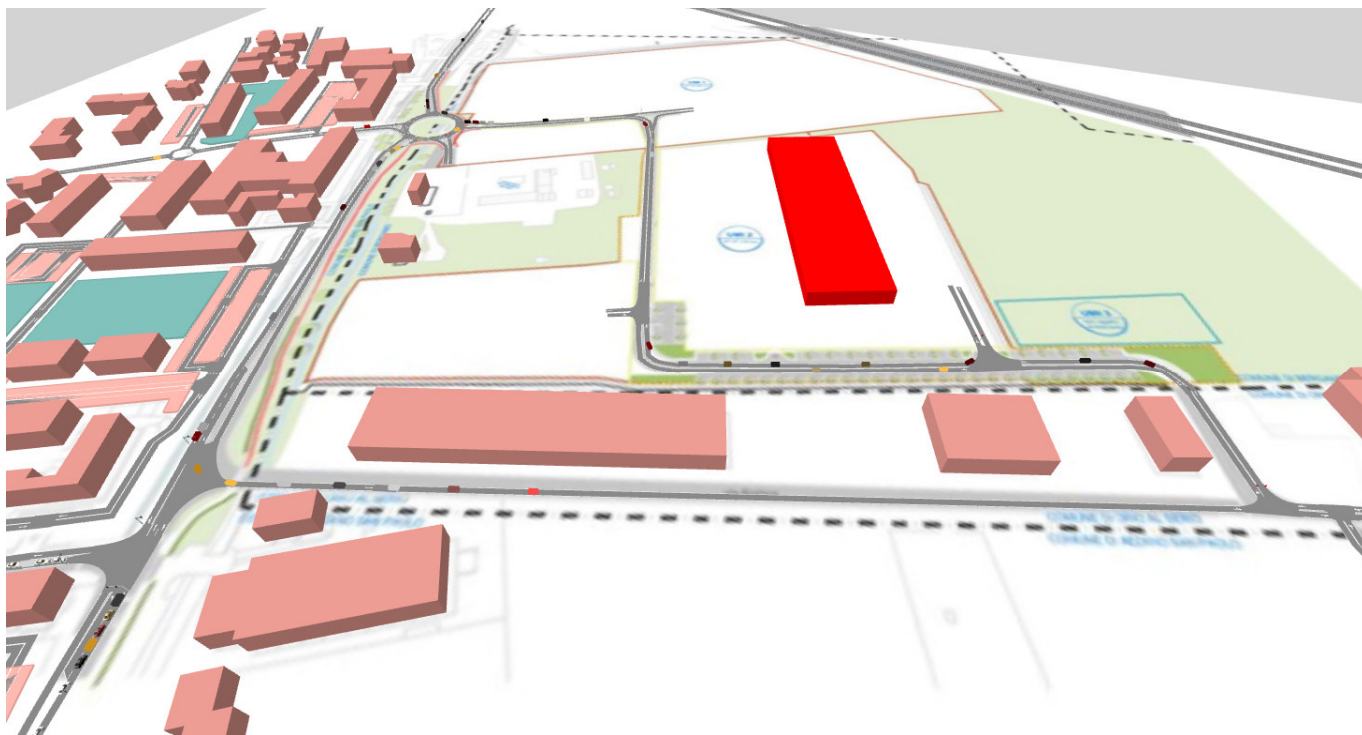


Figura 51 - Scenario di intervento – Istantanea dopo 40 minuti di simulazione

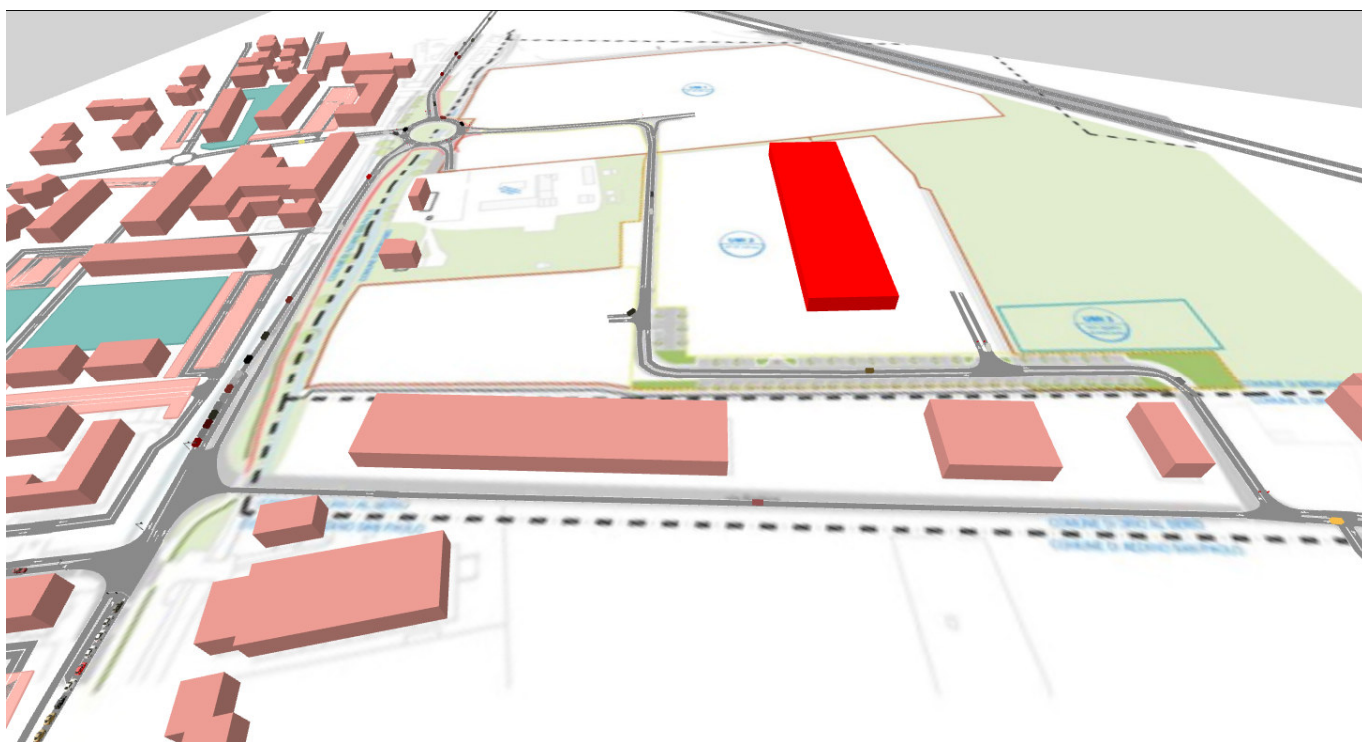


Figura 52 - Scenario di intervento – Istantanea dopo 45 minuti di simulazione

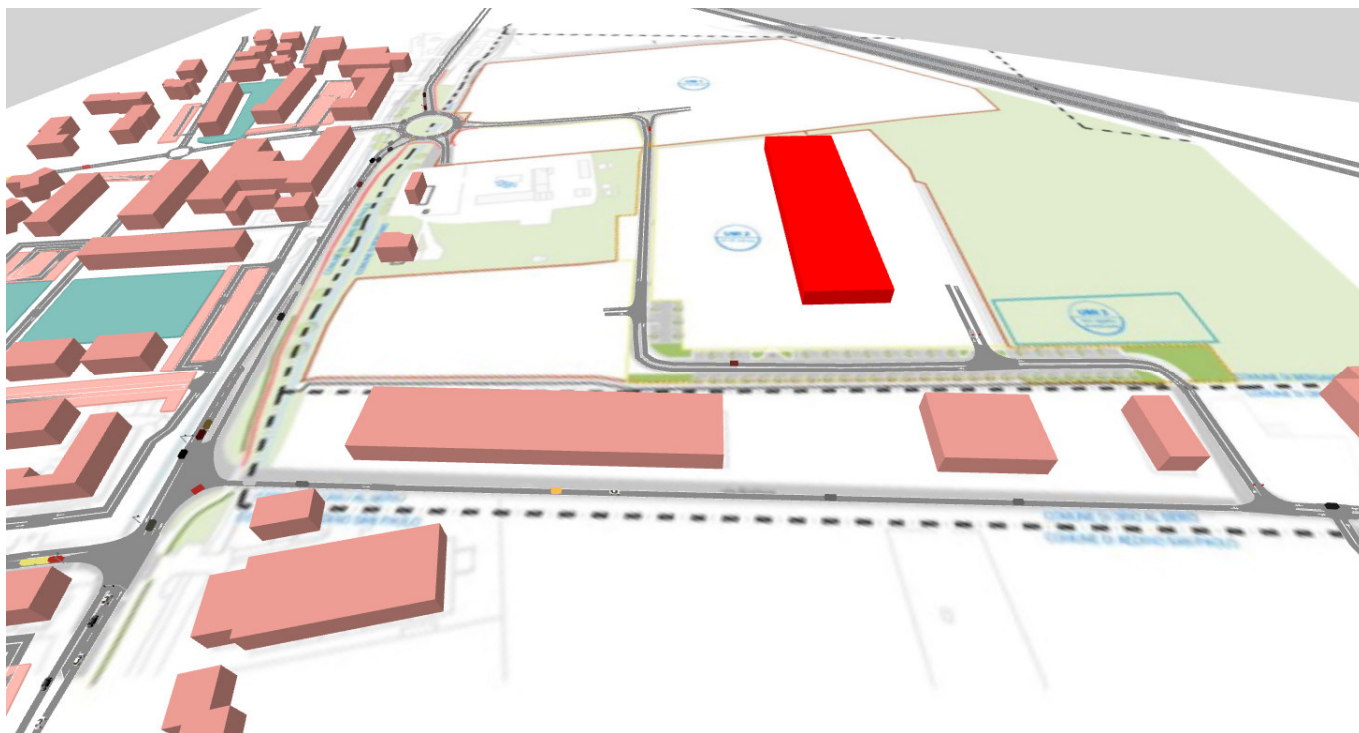


Figura 53 - Scenario di intervento – Istantanea dopo 50 minuti di simulazione

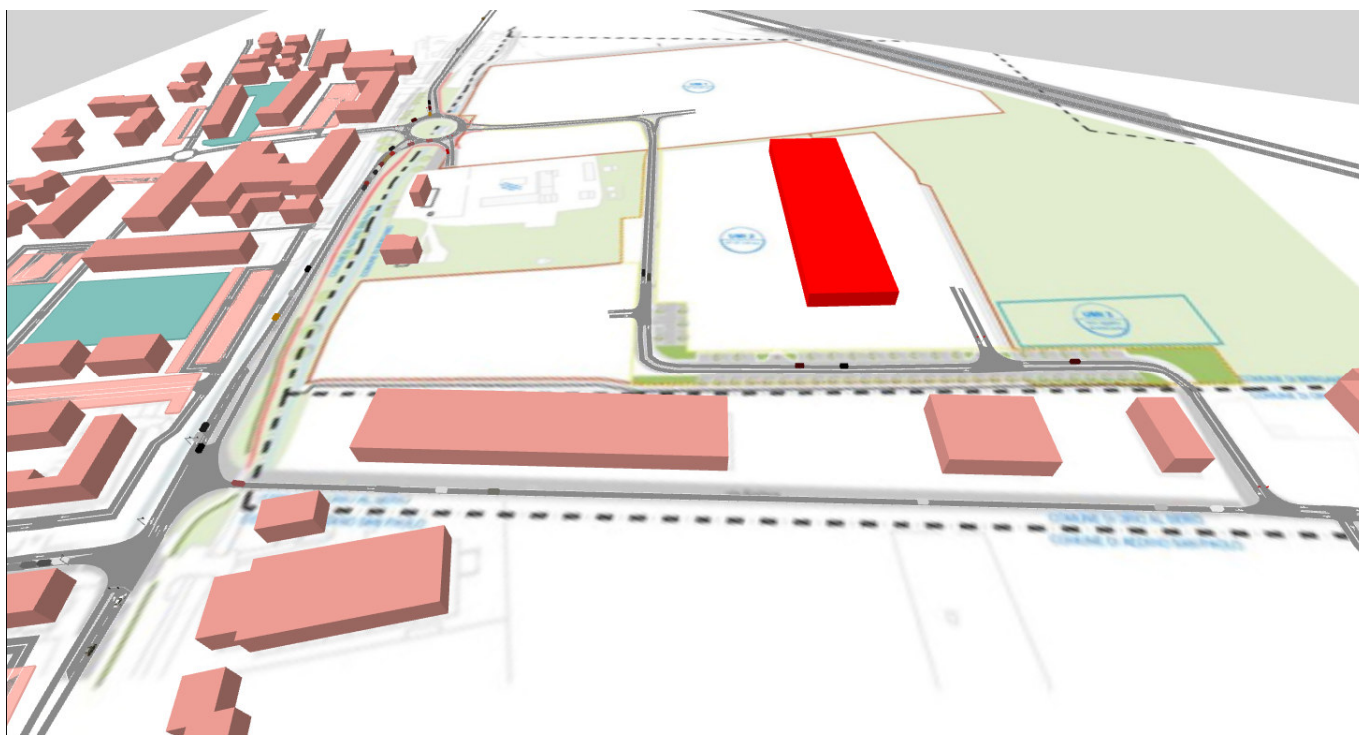


Figura 54 - Scenario di intervento – Istantanea dopo 55 minuti di simulazione

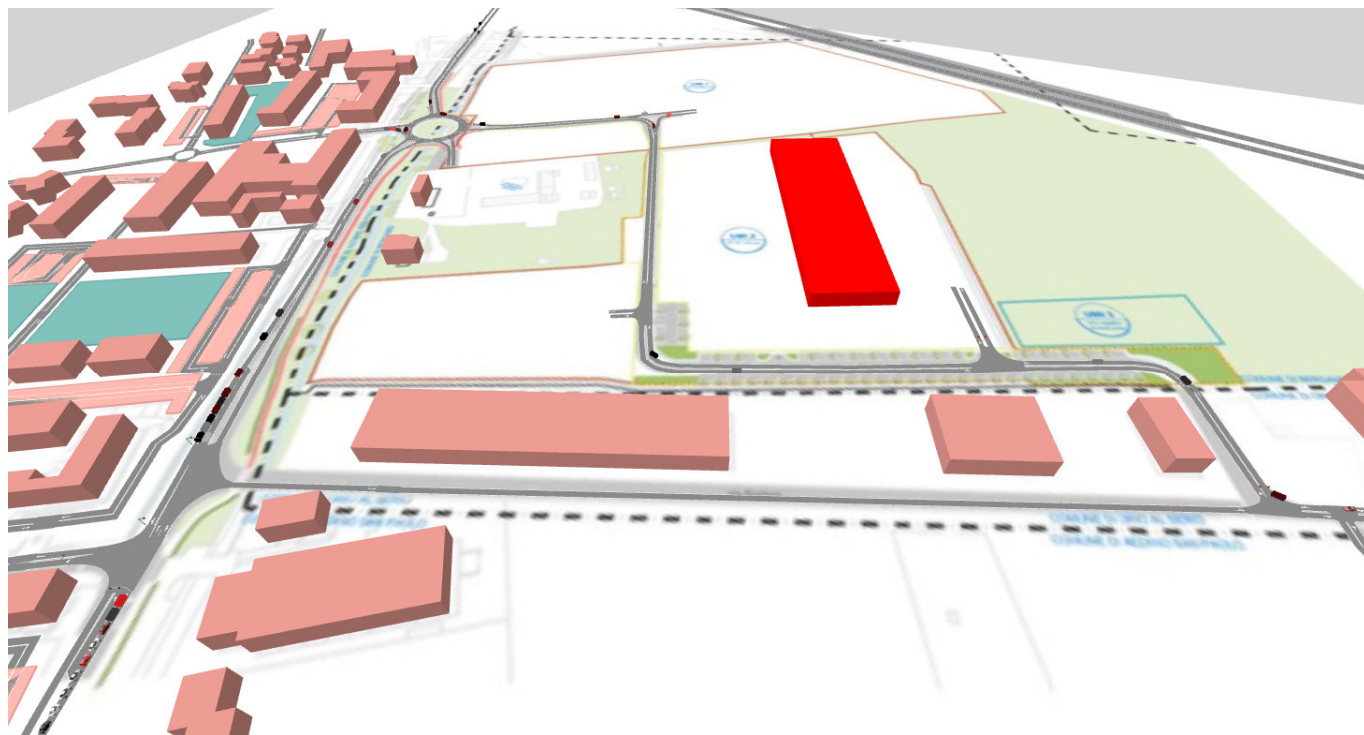


Figura 55 - Scenario di intervento - Istantanea dopo 60 minuti di simulazione

In sintesi, l'assetto viabilistico proposto, è in grado di supportare l'incremento di traffico generato ed attratto dalle funzioni urbanistiche previste dalla presente proposta progettuale. L'analisi evidenzia come il potenziamento delle intersezioni presenti nell'area oggetto di analisi, e la realizzazione del nuovo collegamento tra la via Portico e la via Cremasca produce un netto miglioramento delle condizioni di circolazione anche in presenza dell'attivazione del comparto A2A e dei Lotti 1 - 3.

6 VERIFICA MANOVRE MEZZI INGOMBRANTI

La verifica dinamica dei percorsi veicolari (autotreni) è stata effettuata utilizzando il software specialistico "Autoturn".

Autoturn (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. Autoturn 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.

Con riferimento alla mobilità dei veicoli pesanti funzionali all'approvvigionamento del futuro ambito di intervento questo avviene con l'utilizzo di mezzi pesanti da 16.50 mt.

Di seguito si riportano le dimensioni dei veicoli utilizzati nelle simulazioni.

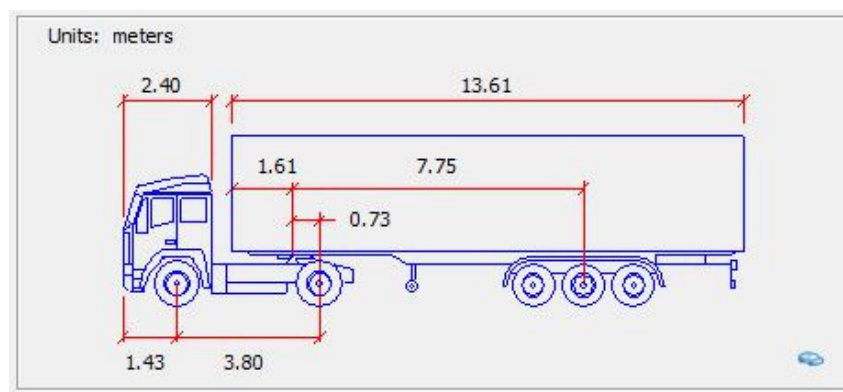


Figura 56 – Caratteristiche del mezzo utilizzato per le verifiche: veicoli da 16.50 metri

Le immagini seguenti riportano il dettaglio delle manovre di ingresso ed uscita dei veicoli dalle rotatorie di connessione con la SP ex SS591.

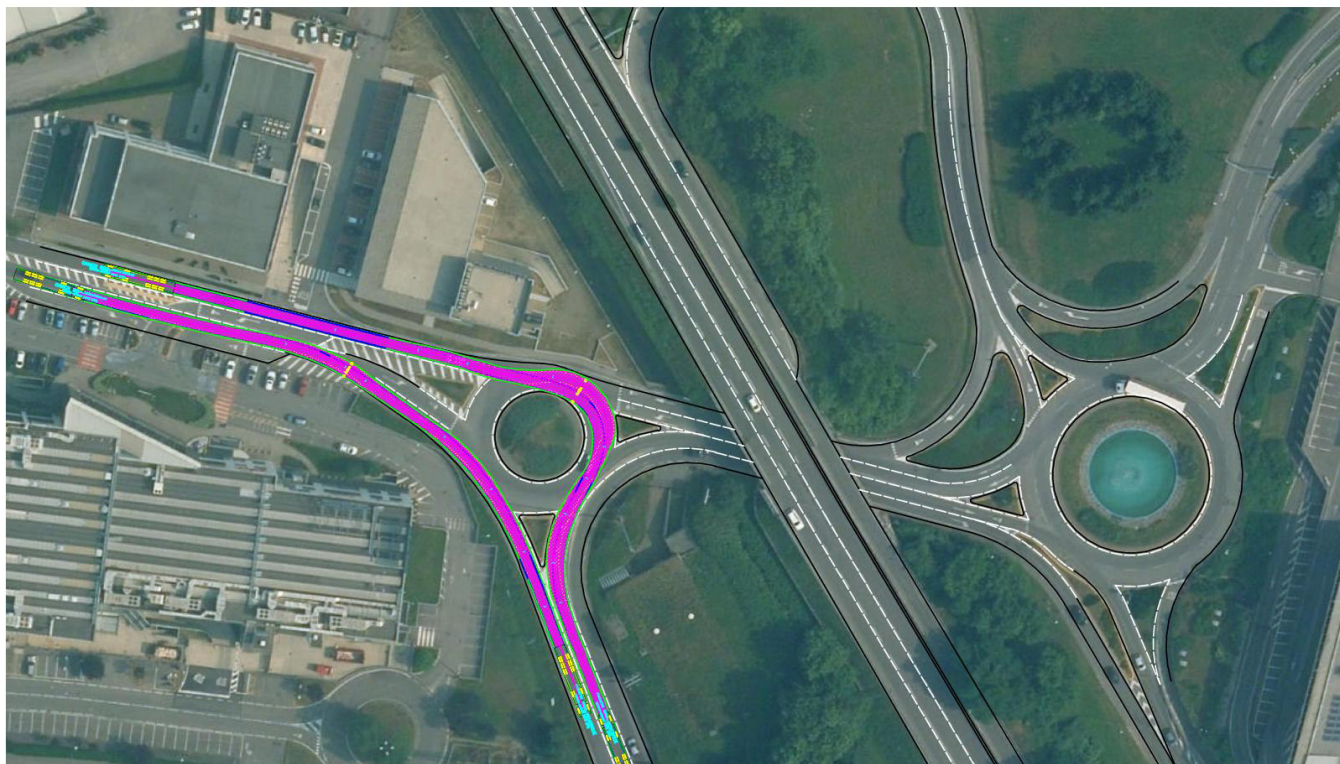


Figura 57 – Manovra di ingresso/uscita sulle rotatorie di accesso alla SP591 - carreggiata sud

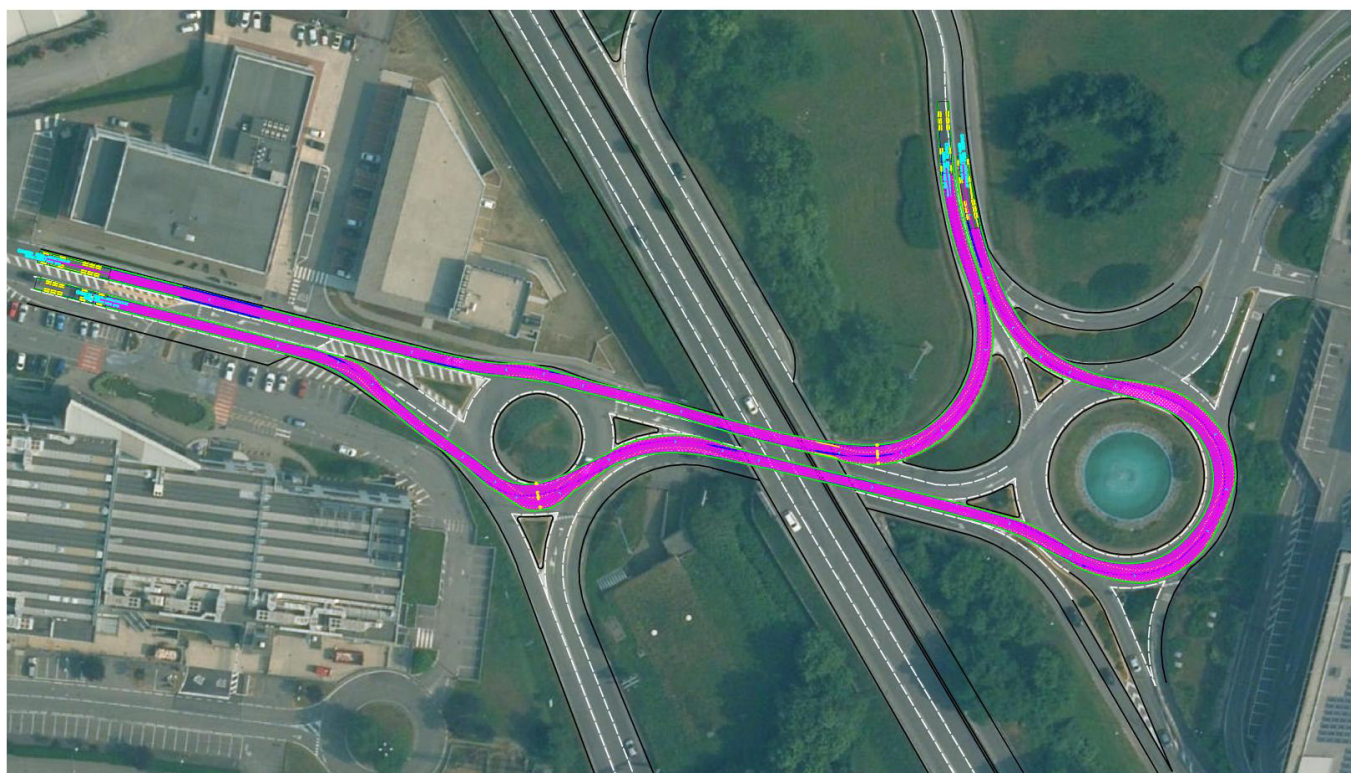


Figura 58 – Manovra di ingresso/uscita sulle rotatorie di accesso alla SP591 - carreggiata nord

Le immagini seguenti riportano il dettaglio delle manovre di ingresso ed uscita dei veicoli dalle rotatorie di progetto e sul nuovo asse viario di previsione.

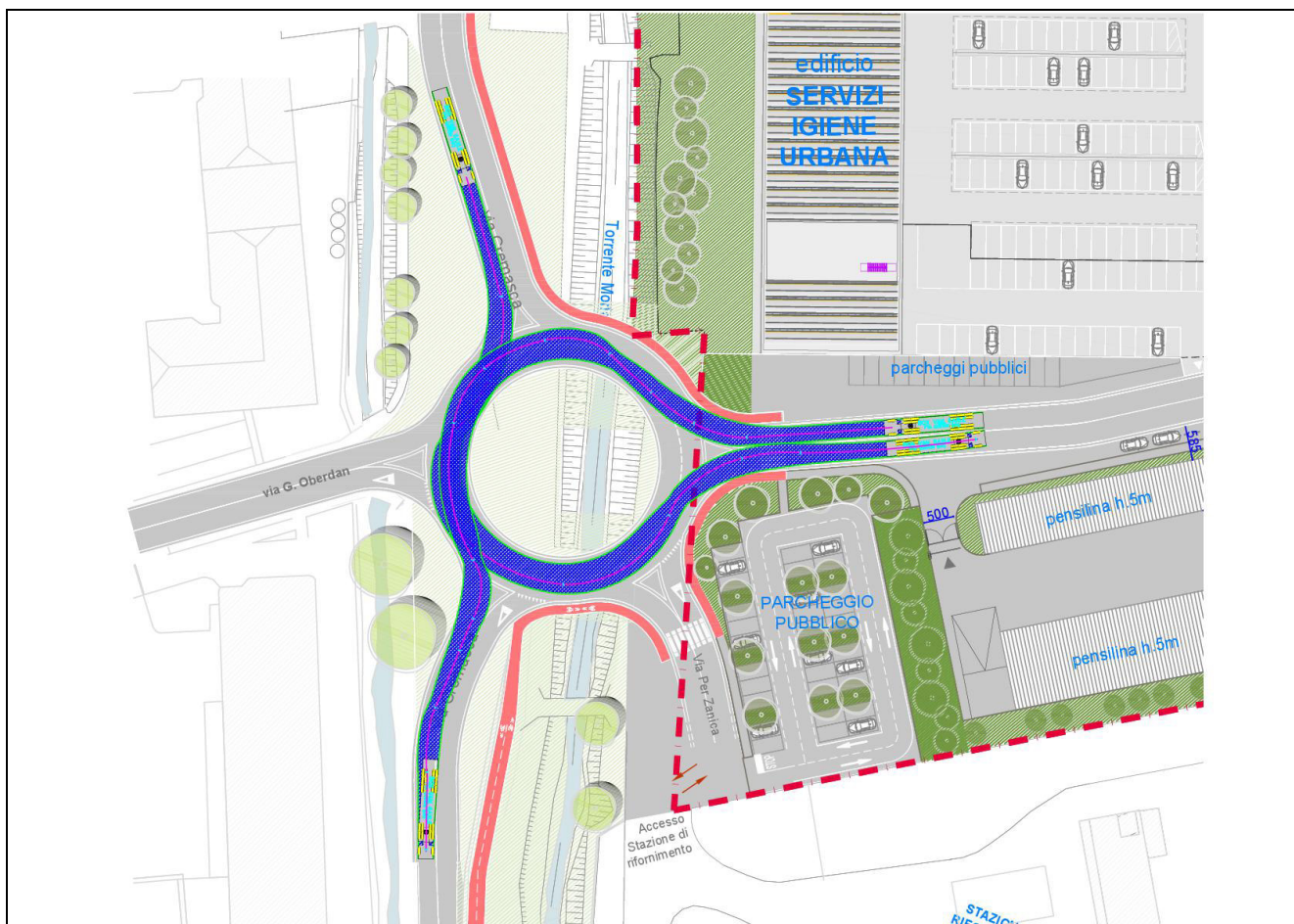


Figura 59 – Rotatoria 1 - manovre di accesso/uscita da nord

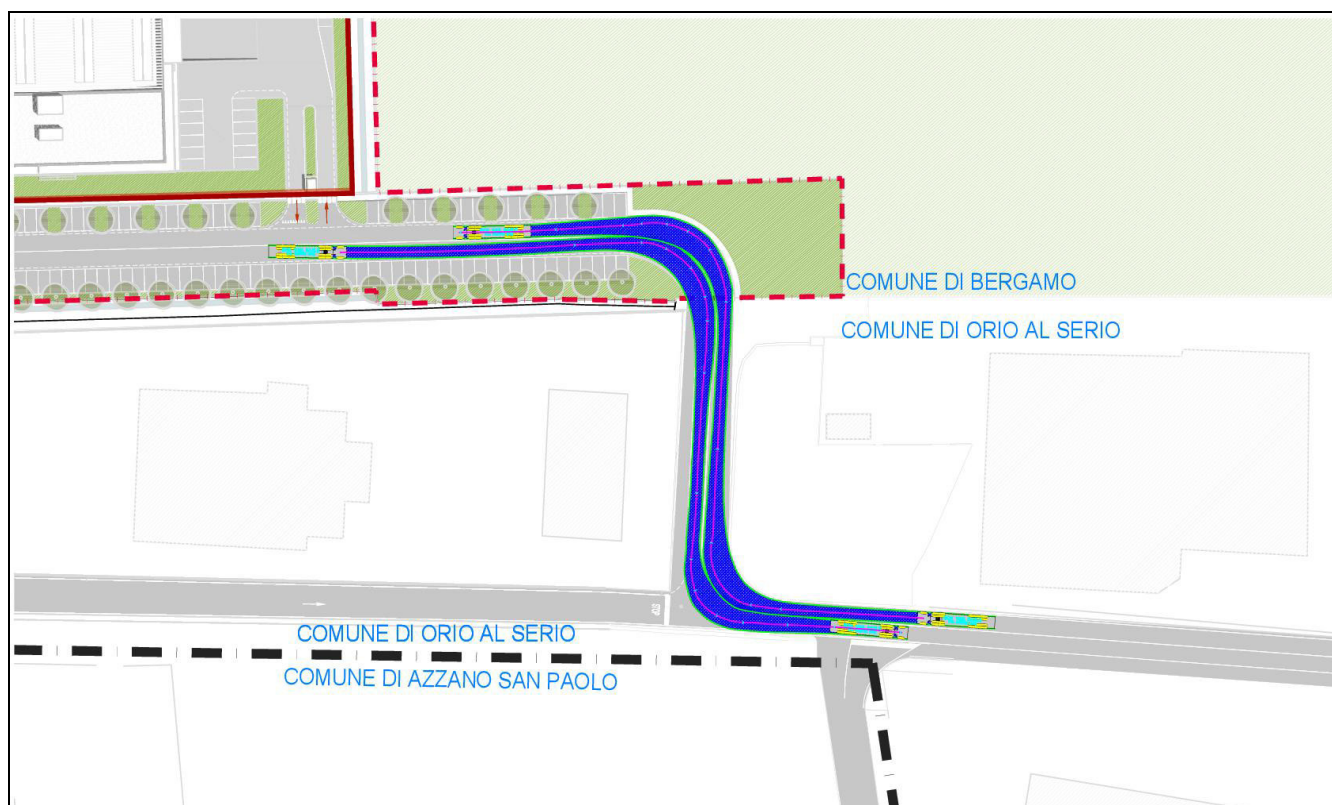


Figura 60 – Manovre viabilità di comparto

7 CONCLUSIONI

Il presente studio ha avuto lo scopo di valutare l'impatto viabilistico e le ricadute sulla circolazione indotte dagli automezzi generati ed attratti dalla realizzazione degli interventi edilizi ed infrastrutturali previsti all'interno del comparto produttivo A2A ubicato tra le vie Cremasca e Portico, all'interno del comune di Bergamo nell'area ex Centro Servizi.

Il nuovo intervento si inserisce in un contesto strategico ai fini dei trasporti delle merci in quanto servito da importanti infrastrutture stradali di interesse locale e sovralocale: l'ingresso e l'uscita avviene dalla via Cremasca che si innesta a nord con il Casello A4 di Bergamo attraverso la via Zanica – Sp ex SS470 e a sud, alla Tangenziale sud di Bergamo da cui è possibile immettersi sull'A4 attraverso il casello di Seriate ad Ovest e il Casello di Dalmine ad Est dell'area di intervento.

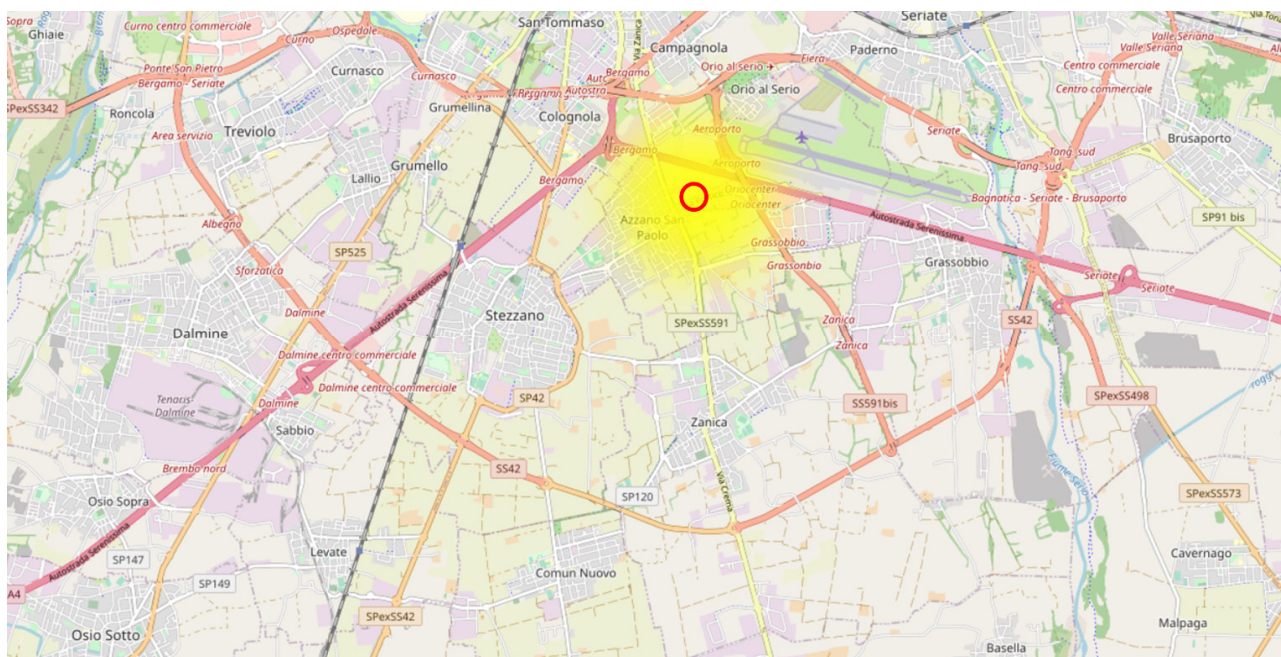


Figura 61 – Inquadramento territoriale - localizzazione area di intervento

Ciò posto, il presente studio ha perseguito la finalità di analizzare e verificare il funzionamento dello schema di viabilità attuale e futuro, mediante l'ausilio specifici modelli di calcolo, ed assumendo a base di valutazione i scenari temporali di analisi:

- **scenario attuale**, con l'obiettivo di fornire un'analisi dettagliata volta a caratterizzare l'attuale grado di accessibilità all'area di studio in riferimento all'assetto viario e al regime di circolazione nell'intorno del comparto interessato dagli interventi previsti;
- **scenario di intervento**: si assume, oltre all'attuazione del comparto A2A, il completamento dei lotti funzionali previsti all'interno della UMI 2 e l'adeguamento delle opere infrastrutturali di accesso:
 - la realizzazione di due intersezioni a rotatoria tra la via Cremasca e la via Oberdan e tra la via Cremasca e la via Portico in luogo degli attuali impianti semaforici;
 - la realizzazione di un nuovo collegamento stradale tra la via Portico e la via Cremasca sul quale verranno definiti gli accessi ai singoli lotti in previsione.

La domanda di mobilità, allo stato attuale, sulle principali intersezioni contermini l'area di intervento, è stata ricostruita, mediante un apposito rilievo di traffico effettuato nel mese di Aprile 2021, con riferimento alla fascia bioraria compresa tra le 07.00 e le 09.00 di un giorno infrasettimanale, dove mediamente si rilevano i valori di picco degli spostamenti sistematici

casa – lavoro. I dati di traffico rilevati sono stati inoltre riparametrati con i rilievi effettuati nel mese di settembre 2017 e utilizzati per ricalibrare la matrice OD rilevata nel mese di aprile 2021.

Dopo aver caratterizzato lo scenario attuale, si è quindi provveduto ad implementare lo scenario di intervento caratterizzato dai flussi di traffico generati ed attratti dall'attivazione del nuovo intervento in previsione; la stima dell'indotto veicolare, è stata fatta in coerenza con i dati forniti dall'operatore dedotta dalle attività in esercizio all'interno del territorio di Bergamo. I risultati delle analisi e delle verifiche effettuate, hanno permesso di rilevare quanto segue: le analisi modellistiche e il relativo confronto tra scenari infrastrutturali hanno permesso di rilevare come il potenziamento dell'assetto infrastrutturale attraverso la realizzazione di due nuove roatorie e la realizzazione del nuovo collegamento stradale tra la via Portico e la via Cremasca, produce un netto miglioramento delle condizioni di circolazione anche in presenza dell'attivazione del comparto A2A e dei Lotti 1, 2 e 3 all'interno della UMI 2.

Si evidenzia che le evoluzioni del progetto hanno portato ad una slp ridotta per la UMI 2 (15.000 mq) e allo sviluppo di soli 2 lotti, pertanto le analisi hanno considerato un assetto urbanistico maggiormente penalizzante con una sovrastima dell'indotto veicolare utilizzato per le verifiche viabilistiche.

Si può affermare pertanto che le variazioni indotte all'attuale regime di circolazione, determinate dall'attivazione delle funzioni urbanistiche previste all'interno della presente proposta progettuale, saranno contenute e, comunque, supportate dalla capacità della rete stradale conterminare l'ambito di intervento, ciò esclude l'insorgere di condizioni di congestione del traffico viario, con particolare riguardo ai mezzi pesanti e alle operazioni di carico e scarico, diurne e notturne.

L'attivazione della presente proposta progettuale inoltre non determinerà nessuna interferenza e nessun incremento di traffico sulla viabilità locale (se non per la quota di addetti a servizio del nuovo insediamento in previsione), in quanto i mezzi pesanti a servizio del nuovo intervento Produttivo, utilizzeranno la viabilità principale rappresentata dalla via Cremasca e dalla via Portico che si innesta sulla SP591 da cui è possibile immettersi sulla viabilità autostradale, pertanto il loro impatto sulle aree residenziali circostanti l'abitato di Azzano San Paolo e Bergamo è pressoché nullo. In tal modo si escludono possibili effetti negativi, sulla popolazione di Comuni interessati, di qualsiasi tipo, specie in relazione ai flussi di traffico ed alla movimentazione dei mezzi pesanti sul territorio.

Conclusivamente, si può affermare, sulla base delle analisi, delle verifiche e delle considerazioni esposte nei paragrafi precedenti, la compatibilità dell'intervento in esame con l'assetto infrastrutturale attuale e di previsione.

8 INDICI

8.1 INDICE DELLE FIGURE

Figura 1 – Inquadramento territoriale - localizzazione area di intervento	5
Figura 2 – Inquadramento della rete di trasporto - stato di fatto	8
Figura 3 – schema riqualificazione nodo A4	9
Figura 4 – schema Interconnessione Pedemontana - Brebemi	10
Figura 5 – Estratto Tavola DP4	11
Figura 6 – Regolamentazione della intersezioni	12
Figura 7 – Assi viari in esame	13
Figura 8 – Sezione S1 – Direzione sud	14
Figura 9 – Intersezioni analizzate	16
Figura 10 – Intersezione 1 – Foto aerea	17
Figura 11 – Intersezione 2: vista 3D	17
Figura 12 – Intersezione 2: via Cremasca / via Oberdan	18
Figura 13 – Intersezione 2: vista 3D	18
Figura 14 – Intersezione 3: via Cremasca / via Portico	19
Figura 15 – Intersezione 3: vista 3D	19
Figura 16 – Intersezione 4: via Cremasca / via per Grassobbio	20
Figura 17 – Assetto Trasporto Pubblico Locale – Linee ATB	21
Figura 18 – Assetto Trasporto Pubblico Locale – dettaglio area di studio	22
Figura 19 – Strumentazione video	24
Figura 20 – Intersezione rilevata	25
Figura 21 – Esempi di veicoli appartenenti alle classi veicolari “Leggeri” e “Pesanti”	26
Figura 22 – Intersezione 1: VIA ZANICA / VIA CAMPAGNOLA – sezioni rilevate	27
Figura 23 – Intersezione 2: VIA CREMASCA / VIA OBERDAN – sezioni rilevate	29
Figura 24 – Intersezione 3: VIA CREMASCA / VIA PORTICO – sezioni rilevate	31
Figura 25 – Intersezione 3: VIA CREMASCA / VIA PER GRASSOBBIO – sezioni rilevate	33
Figura 26 – Identificazione ora di punta – sezioni di ingresso considerate	35
Figura 27 – Estensione del grafo di rete – dettaglio area di studio	39
Figura 28 – Processo di calibrazione messo a punto all'interno di CUBE 6	40
Figura 29 – Raffronto flussi rilevati (in rosso) e simulati (in nero) - HPM	42
Figura 30 - Diagramma di dispersione GEH	43
Figura 31 – Flussogrammi Scenario Attuale – HPM	46
Figura 32 – Rapporto Flusso/Capacità Scenario Attuale – HPM	47
Figura 33 – Flussogrammi Scenario attuale “ricalibrato” – HPM	51
Figura 34 – Assetto viabilistico scenario di medio termine: area di studio	53
Figura 35 – Flussogrammi Scenario Intervento MT con senso unico – HPM	61
Figura 36 – Rapporto Flusso/Capacità Scenario Intervento con senso unico MT – HPM	62
Figura 37 – Percorsi in ingresso assegnati all'interno del modello	63
Figura 38 – Percorsi in uscita assegnati all'interno del modello	64
Figura 39 – Sezioni oggetto di verifica	65
Figura 40 – Modello di microsimulazione – Rete stradale	68
Figura 41 – Nomenclatura Intersezione 1	70
Figura 42 – Intersezione 2: via Cremasca / via Portico	73
Figura 43 - Scenario di intervento – Istantanea inizio simulazione	76
Figura 44 Scenario di intervento – Istantanea dopo 5 minuti di simulazione	76
Figura 45 - Scenario di intervento – Istantanea dopo 10 minuti di simulazione	77
Figura 46 - Scenario di intervento – Istantanea dopo 15 minuti di simulazione	77
Figura 47 - Scenario di intervento – Istantanea dopo 20 minuti di simulazione	78
Figura 48 - Scenario di intervento – Istantanea dopo 25 minuti di simulazione	78

Figura 49 - Scenario di intervento – Istantanea dopo 30 minuti di simulazione	79
Figura 50 - Scenario di intervento – Istantanea dopo 35 minuti di simulazione	79
Figura 51 - Scenario di intervento – Istantanea dopo 40 minuti di simulazione	80
Figura 52 - Scenario di intervento – Istantanea dopo 45 minuti di simulazione	80
Figura 53 - Scenario di intervento – Istantanea dopo 50 minuti di simulazione	81
Figura 54 - Scenario di intervento – Istantanea dopo 55 minuti di simulazione	81
Figura 55 - Scenario di intervento - Istantanea dopo 60 minuti di simulazione	82
Figura 56 – Caratteristiche del mezzo utilizzato per le verifiche: veicoli da 16.50 metri	83
Figura 57 – Manovra di ingresso/uscita sulle rotatorie di accesso alla SP591 - carreggiata sud	84
Figura 58 – Manovra di ingresso/uscita sulle rotatorie di accesso alla SP591 - carreggiata nord	84
Figura 59 – Rotatoria 1 - manovre di accesso/uscita da nord	85
Figura 60 – Manovre viabilità di comparto	85
Figura 61 – Inquadramento territoriale - localizzazione area di intervento	86

8.2 INDICE DELLE FOTO

Foto 1 – S2 – direzione nord	14
Foto 2 – S3 – dir nord	15
Foto 3 – S4 – via Portico	15
Foto 4 – Estratto mappa piste ciclabili – area di studio	23

8.3 INDICE DELLE TABELLE

Tabella 1 – Intersezione 1: VIA ZANICA / VIA CAMPAGNOLA – Flussi disaggregati per 15 minuti	28
Tabella 2 – Intersezione 1: VIA ZANICA / VIA CAMPAGNOLA – Flussi equivalenti	28
Tabella 3 – Intersezione 2: VIA CREMASCA / VIA OBERDAN – Flussi disaggregati per 15 minuti	30
Tabella 4 – Intersezione 2: VIA CREMASCA / VIA OBERDAN – Flussi equivalenti	30
Tabella 5 – Intersezione 3: VIA CREMASCA / VIA PORTICO – Flussi disaggregati per 15 minuti	32
Tabella 6 – Intersezione 3: VIA CREMASCA / VIA PORTICO – Flussi equivalenti	32
Tabella 7 – Intersezione 3: VIA CREMASCA / VIA PER GRASSOBBIO – Flussi disaggregati per 15 minuti	34
Tabella 8 – Intersezione 3: VIA CREMASCA / VIA PER GRASSOBBIO – Flussi equivalenti	34
Tabella 9 – Identificazione ora di punta – Venerdì	36
Tabella 10 – Classificazione funzionale della rete stradale	37
Tabella 11 – Stima movimentazione dell'ambito di Aprica che sarà trasferito nell'area oggetto di analisi	54
Tabella 12 – Stima movimentazione UNARETI	54
Tabella 13 – Stima movimentazione A2A CALORE&SERVIZI	54
Tabella 14 – Stima movimentazione A2A ILLUMINAZIONE PUBBLICA	54
Tabella 15 – Stima movimentazione A2A e A2A Smart City	55
Tabella 16 – Distribuzione oraria comparto A2A	55
Tabella 17 – Distribuzione oraria comparto A2A – classi veicolari e Veq	55
Tabella 18 – Stima indotto Lotto A2A – veicoli leggeri	56
Tabella 19 – Stima indotto Lotto A2A – veicoli pesanti	56
Tabella 20 – Stima indotto Lotto A2A – veicoli equivalenti	56
Tabella 21 – Distribuzione spostamenti durante i giorni feriali (lun- ven)	57
Tabella 22 – Stima indotto Lotto 1 – ora di punta del mattino – veicoli leggeri	57
Tabella 23 – Stima indotto Lotto 1 – ora di punta del mattino – veicoli pesanti	57
Tabella 24 – Stima indotto Lotto 1 – ora di punta del mattino – veicoli equivalenti	57
Tabella 25 – Distribuzione spostamenti durante i giorni feriali (lun- ven)	58
Tabella 26 – Stima indotto Lotto 2 e 3 – ora di punta del mattino – veicoli leggeri	58
Tabella 27 – Stima indotto Lotto 2 e 3 – ora di punta del mattino – veicoli pesanti	58
Tabella 28 – Stima indotto Lotto 2 e 3 – ora di punta del mattino – veicoli	58

Tabella 29 – Stima indotto veicolare complessivo:	59
Tabella 30 – Flussi aggiuntivi - Leggeri	59
Tabella 31 – Flussi aggiuntivi - Pesanti	59
Tabella 32 – Flussi aggiuntivi – veicoli equivalenti	59
Tabella 33 – Ripartizione direttrici – veicoli leggeri	60
Tabella 34 – Ripartizione direttrici – veicoli pesanti	60
Tabella 35 – LOS – SCENARIO INTERVENTO MT CON SESNO UNICO SULLA VIA PORTICO- HPM	66
Tabella 36 - LOS Intersezioni Non Semaforizzate e Rotatorie - Fonte HCM	67
Tabella 37 - LOS Intersezioni Semaforizzate - Fonte HCM	68
Tabella 38 - Scenario di intervento – intersezione 1 – Livelli di servizio (LOS)	72
Tabella 39 - Scenario di intervento – intersezione 2 – Livelli di servizio (LOS)	75