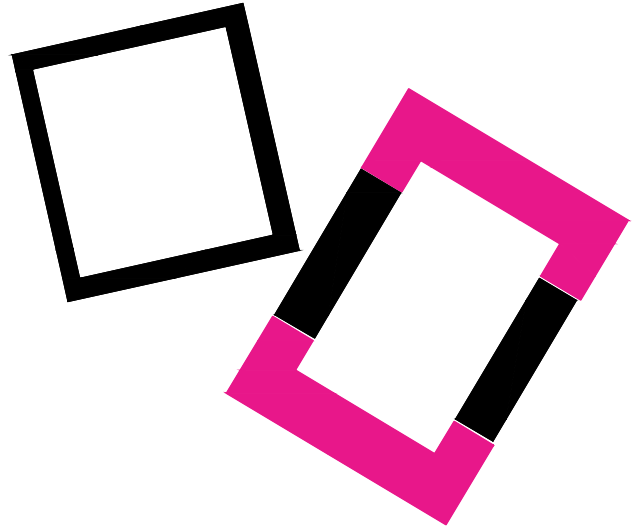




STADIO "ATLETI AZZURRI D'ITALIA"
PIANO ATTUATIVO



PROPRIETA' E COORDINAMENTO GENERALE

STADIO ATALANTA SRL

Via G. Paglia, 1/D
24122 - Bergamo
T +39 035 280 111 F +39 035 225 761

COMUNE DI BERGAMO

Palazzo Frizzoni, piazza Matteotti, 27
24122 - Bergamo
T +39 035 399 111 F +39 035 066 2696

TAVOLA

ARCH

B14

SCALA



ELABORATO

PROGETTUALE

DATA

NOVEMBRE 2017

EMISSIONE

REV. A

PROGETTO ARCHITETTONICO E URBANISTICO

DE8 ARCHITETTI

Via Portico 59/61, 24050, Orio al Serio, Bg
T +39 035 530 050 F +39 035 199 010 67
info@deottostudio.com
www.deottostudio.com



OGGETTO

Relazione trasportistica

VALUTAZIONE AMBIENTALE STRATEGICA E IMPATTO AMBIENTALE

Iter Ingegneria del Territorio S.r.l.

Via C. Colombo 23, 20090 - Trezzano S/N, Mi
T +39 02 484 68 519 F +39 02 484 00 429



AVANZAMENTO

REVISIONE

03

PROGETTO MOBILITA'

Iter Ingegneria del Territorio S.r.l.

Via C. Colombo 23, 20090 - Trezzano S/N, Mi
T +39 02 484 68 519 F +39 02 484 00 429



n°	descrizione description	data date	eseguito drawn	approvato approved
0	prima consegna	11.2017		
1	aggiornamento	03.2018		
2	aggiornamento parcheggio	04.2018		
3	numero tavola modificato	05.2018		

STUDIO DI COMPATIBILITA' IDRAULICA

dott.ing. Sergio Taccolini
N.1234 Albo Ingegneri Bergamo

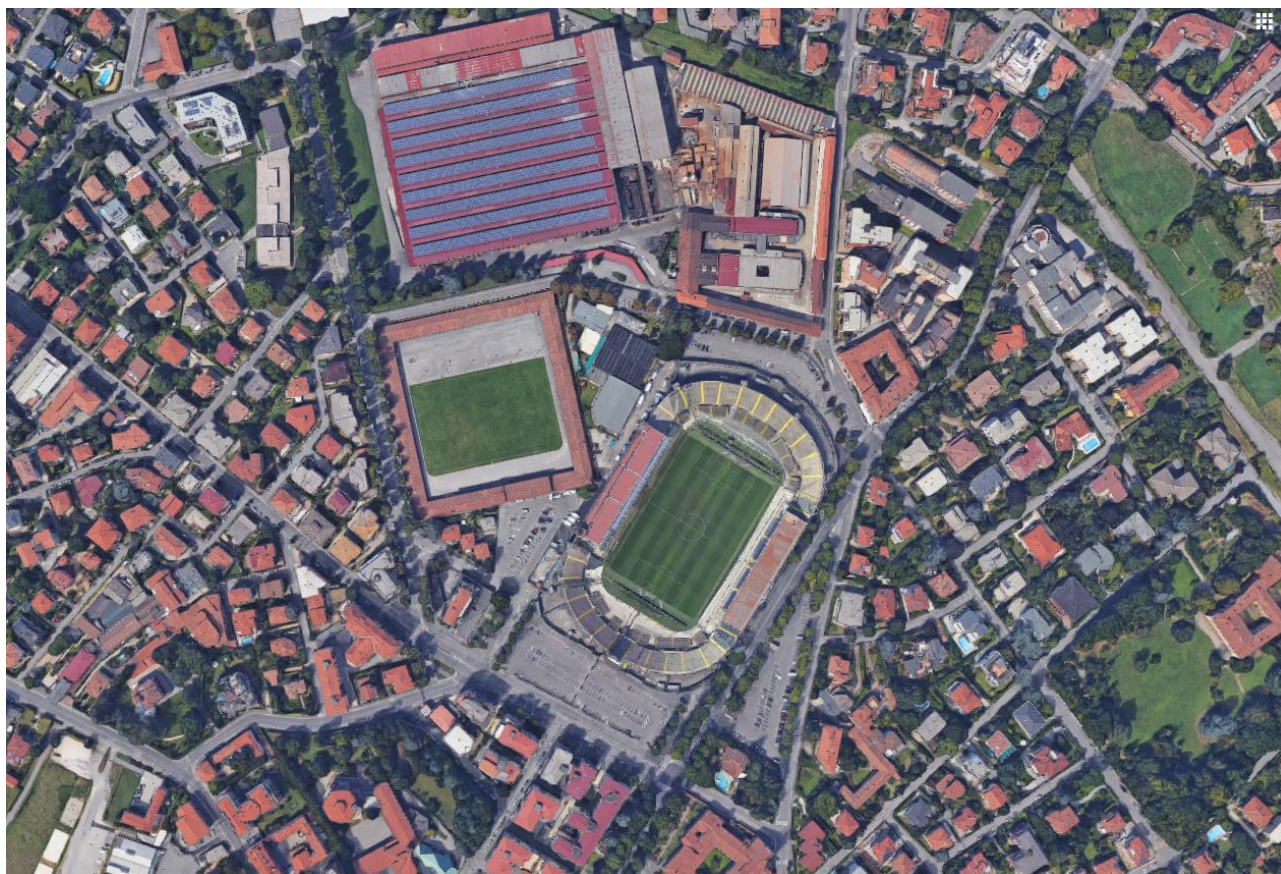
dott.ing. Fabio Gagni
N. 2713 Albo Ingegneri Bergamo

STUDIO TACCOLINI INGEGNERI ASSOCIATI

24122 BERGAMO - VIA ZAMBONATE, 81 Tel./Fax 035.244309 e-mail: taccoliniassociati@sonic.it

COMUNE DI BERGAMO

VALUTAZIONI TRASPORTISTICHE RELATIVE AL PIANO ATTUATIVO RELATIVO ALL'ADT STADIO DI BERGAMO



Redatto da



Piazza IV novembre, 4
20124 Milano (MI)
Tel. 02 00 62 09 18

Redatto per



APRILE 2018

Gruppo di lavoro:	
dott. ing. Carlo CARUSO	
Ing. Stefania MADEO	
Ing. Edoardo REDAELLI	
dott. pianif. terr. Stefania SORESINETTI	

INDICE

1	INTRODUZIONE	3
2	CAMPAGNA DI INDAGINE	5
2.1	Situazione ordinaria	5
2.1.1	<i>Rilievi manuali del traffico veicolare</i>	5
2.1.2	<i>Rilievi dei cicli semaforici.....</i>	18
2.1.3	<i>Rilievo della sosta nella situazione ordinaria.....</i>	19
2.2	Situazione evento sportivo.....	22
2.2.1	<i>Sezione di controllo del traffico.....</i>	23
2.2.2	<i>Rilievi manuali del traffico veicolare</i>	23
2.2.3	<i>Rilievi dei cicli semaforici.....</i>	31
2.2.4	<i>Questionario</i>	32
2.2.5	<i>Saliti e discesi alle fermate del Trasporto Pubblico Locale.....</i>	33
3	ANALISI MACROMODELLISTICA	35
3.1	La validazione del modello di traffico nello stato di fatto	36
3.2	Lo scenario Stato di Fatto	37
3.3	Lo Scenario Progettuale	42
3.3.1	<i>Stima dei flussi indotti</i>	43
3.3.2	<i>Le simulazioni dello scenario progettuale.....</i>	47
4	VERIFICA FUNZIONALE DELLE INTERSEZIONI SEMAFORIZZATE	51
4.1	Metodologia di analisi	52
4.1.1	<i>Modulo di input.....</i>	52
4.1.2	<i>Modulo per la correzione dei volumi di traffico</i>	52
4.1.3	<i>Modulo del flusso di saturazione</i>	52
4.1.4	<i>Modulo dell'analisi della capacità.....</i>	55
4.1.5	<i>Modulo del livello di servizio.....</i>	55
4.2	Analisi di risultati.....	56
5	VERIFICA FUNZIONALE DELLE ROTATORIE	59
5.1	Le intersezioni analizzate	59
5.2	Metodologia di analisi	60
5.3	I risultati delle verifiche funzionali.....	62
6	VERIFICHE MICROMODELLISTICHE.....	66
6.1	Le performances di sintesi	67
6.2	Immagini delle micro simulazioni	67
7	MODELLO GESTIONALE DELLA SOSTA	71
8	CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE.....	74

1 INTRODUZIONE

Nella presente relazione è riportata l'analisi trasportistica effettuata nella Città di Bergamo, a supporto del progetto per la riqualifica dello Stadio Atleti Azzurri d'Italia di Bergamo, all'interno dell'Ambito di Trasformazione At_i2 Stadio.

L'obiettivo di tale studio è quello di verificare la funzionalità delle infrastrutture viarie esistenti e di progetto, nell'ipotesi di incremento di traffico previsto a seguito della realizzazione degli interventi in oggetto.

L'intervento prevede l'ampliamento delle strutture commerciali presenti nello Stadio, per una superficie di vendita aggiuntiva di 1.525 mq, nonché la pedonalizzazione delle aree attualmente adibite a parcheggio, che verrà ricollocato in una struttura interrata. Rispetto alla viabilità, è prevista la realizzazione di due rotonde lungo via Giulio Crescenzi, in sostituzione degli attuali incroci tra le vie Marzabotto e Lazzaretto e la trasformazione di via Fossoli e via Celestini a senso unico. Di fatto l'intervento progettuale comporta un potenziale incremento di traffico indotto solo a fronte dell'ampliamento delle strutture commerciali che comunque risultano inserite in un contesto particolare (una zona particolarmente urbanizzata, prossima al centro storico, con una localizzazione delle strutture all'interno dello Stadio). Si è scelto comunque di considerare in modo fortemente cautelativo tale incremento di traffico utilizzando i riferimenti della Normativa Regionale ai fini delle verifiche trasportistiche (in modo da garantire la fluidità della circolazione). Per le valutazioni sulla sosta occorre considerare il progetto di pedonalizzazione che, a fronte di una migliore fruibilità dell'area, sconta una riduzione dell'offerta di parcheggi: si tenga comunque conto che è presumibile un carico aggiuntivo ridotto rispetto ai parametri di tale Normativa, in quanto l'area è fortemente servita dal trasporto pubblico e da itinerari ciclopedonali e i clienti di tali esercizi sono probabilmente già presenti in quanto fruitori dei servizi già insediati (ad esempio lo stadio).

Lo studio trasportistico si è articolato a partire dal rilievo dei flussi di traffico transitanti nella rete prossima all'area d'intervento e dalla stima dei flussi indotti secondo la della Normativa Regionale per l'ora di punta serale per la parte commerciale. La volontà di verificare gli effetti generati dalla realizzazione delle nuove strutture sul sistema viabilistico di riferimento, in termini di livello di servizio, ha portato a individuare nei modelli di macrosimulazione del traffico gli strumenti più corretti per tale tipo di valutazione.

Le simulazioni condotte sono relative alle 2 configurazioni di rete (lo stato di fatto SDF e lo stato di progetto SDP) negli scenari di punta mattutini e serali di un giorno medio feriale (SITUAZIONE ORDINARIA) e nell'ora di picco durante un evento sportivo (SITUAZIONE EVENTO). Tale seconda analisi si riferisce nello specifico all'evento sportivo del 21/01/2018, in occasione della partita di calcio Atalanta-Napoli.

Inoltre, per la situazione ORDINARIA si è approfondito il tema della sosta sia in termini di offerta che di domanda, in quanto nella situazione EVENTO tutte le zone di sosta dell'area di studio risultano non fruibili dai veicoli. Nella situazione EVENTO si è viceversa approfondito il tema del trasporto pubblico e quello della mobilità dei tifosi.

Nella seguente figura viene indicata l'area dell'intervento, a Bergamo.

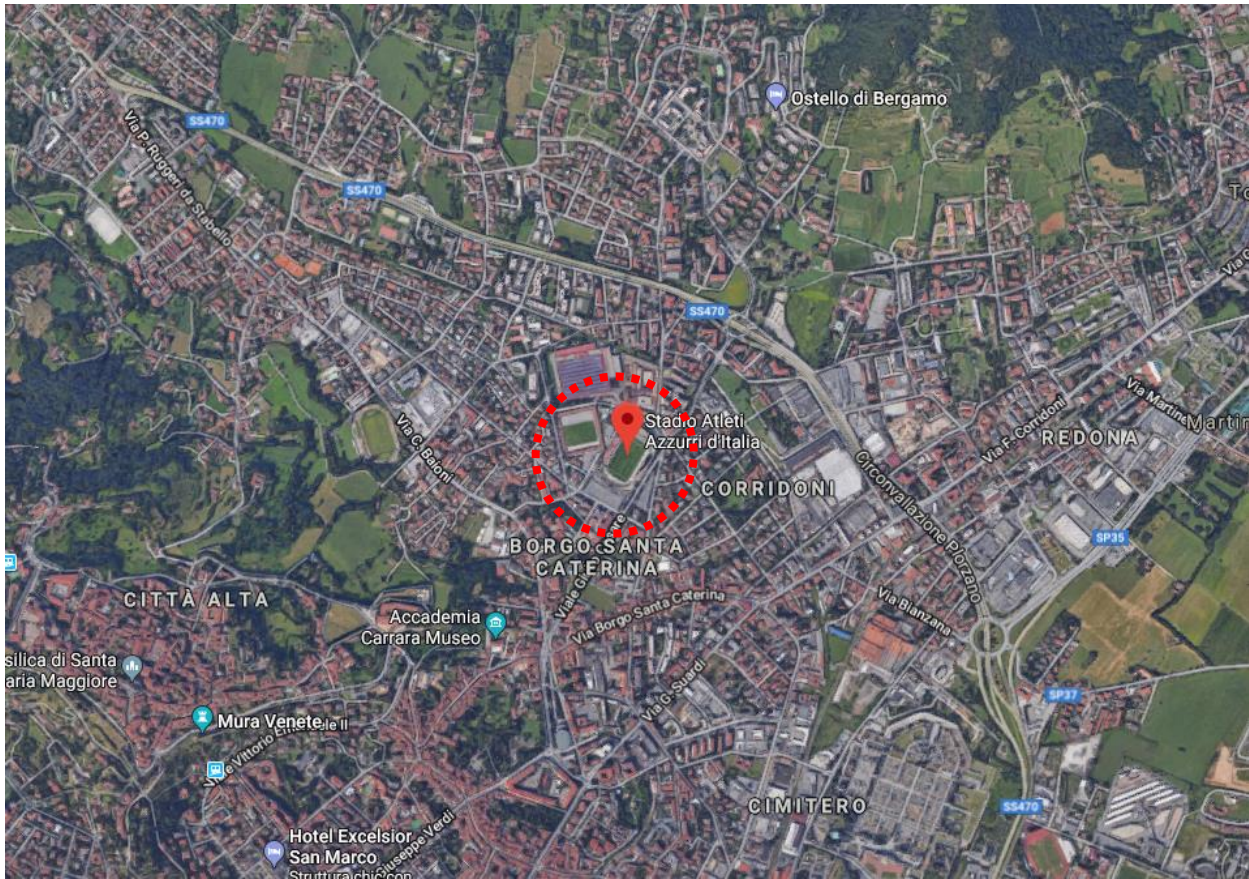


Figura 1 - Inquadramento area di intervento

2 CAMPAGNA DI INDAGINE

Nella presente sezione è riportata la fase di indagine svolta nella Città di Bergamo, al fine di individuare i flussi e la tipologia di veicoli transitanti, verificare l'offerta e la domanda di sosta ed approfondire la tipologia di frequentatori dell'area di studio, sia in relazione ad un giorno medio feriale (SITUAZIONE ORDINARIA) sia in corrispondenza di un evento sportivo (SITUAZIONE EVENTO).

In ciascuna delle due situazioni si sono svolte attività di indagine diversificate, in relazione alla specificità del contesto di riferimento, come meglio specificato nei successivi paragrafi.

2.1 Situazione ordinaria

Nell'ambito della situazione ordinaria sono state svolte le seguenti attività di indagine:

- Rilievi del traffico circolante nelle fasce di punta mattutine e serali
- Rilievi dei cicli semaforici delle intersezioni ricomprese nell'area di studio
- Rilievi dell'offerta e della domanda di sosta: relativamente alla domanda il rilievo è stato svolto in 4 fasce orarie.

2.1.1 Rilievi manuali del traffico veicolare

Per la situazione ordinaria la fase di indagine sul traffico veicolare è consistita in conteggi manuali, eseguiti da operatori sul campo, che hanno rilevato le manovre di svolta di 14 intersezioni limitrofe all'area dello stadio in due fasce orarie, mattutina (7:30-9:30) e serale (17:00-19:00) di un giorno medio feriale. Tali rilievi sono stati integrati da videoriprese.

I conteggi manuali sono stati svolti da un gruppo di rilevatori, martedì 09 gennaio 2018.

La finalità dei rilievi manuali è quella di poter ricavare i flussi delle manovre di svolta delle seguenti intersezioni:

- Intersezione INT01 via Marzabotto/via Fossoli
- Intersezione INT02 via Fossoli-ingresso parcheggio
- Intersezione INT03 piazzale Olimpiadi/ via del Ponte Pietra
- Intersezione INT04 piazzale Olimpiadi-ingresso parcheggio
- Intersezione INT05 piazzale Olimpiadi/via Milazzo/ viale Giulio Cesare
- Intersezione INT06 viale Giulio Cesare/via dei Celestini
- Intersezione INT07 via dei Celestini/via Caffaro
- Intersezione INT08 ingresso parcheggio tra viale Giulio Cesare e via dei Celestini
- Intersezione INT09 via dei Celestini/via Pietri
- Intersezione INT10 via Pietri/viale Giulio Cesare/via Crescenzi
- Intersezione INT11 via Crescenzi-ingresso parcheggio (lato viale Giulio Cesare)
- Intersezione INT12 via Crescenzi/via Ghirardelli
- Intersezione INT13 via Crescenzi-ingresso parcheggio (lato via del Lazzaretto)
- Intersezione INT14 via Crescenzi/via del Lazzaretto/via Marzabotto

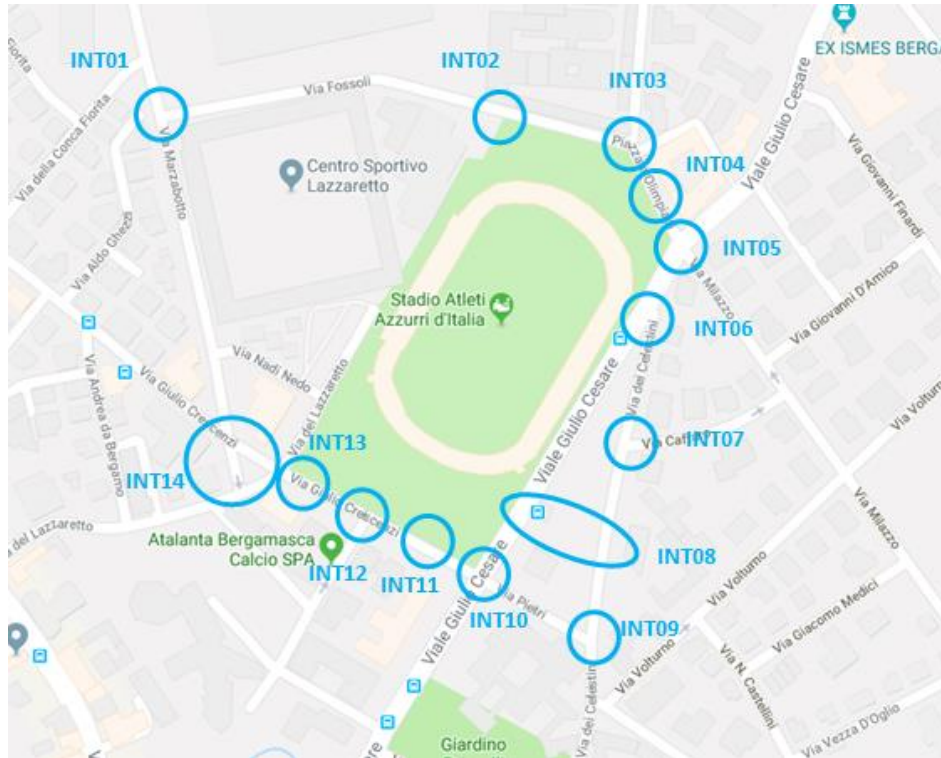


Figura 2 – Intersezioni indagate

Di seguito sono riportati, per ogni intersezione analizzata, i veicoli totali rilevati nelle ore risultate di picco (Odp) nelle fasce orarie indagate ovvero, la mattina 7:45-8:45 e la sera 17:15-18:15.

Intersezione 1

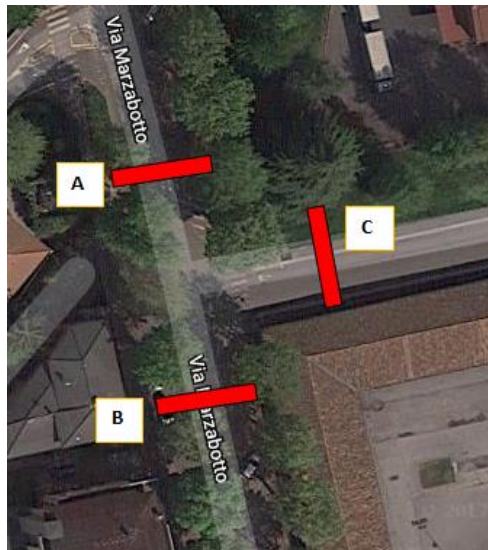


Figura 3 – Intersezione INT01

7:45-8:45	A	B	C	TOT
A	0	122	128	251
B	46	0	11	56
C	107	0	0	107
TOT	152	122	139	414

Tabella 1 – Flussi rilevati all'INT01, nell'ora di punta mattutina

17:15-18:15	A	B	C	TOT
A	0	44	107	151
B	27	0	20	48
C	49	4	0	53
TOT	76	48	128	252

Tabella 2 Flussi rilevati all'INT01, nell'ora di punta serale

Intersezione 2

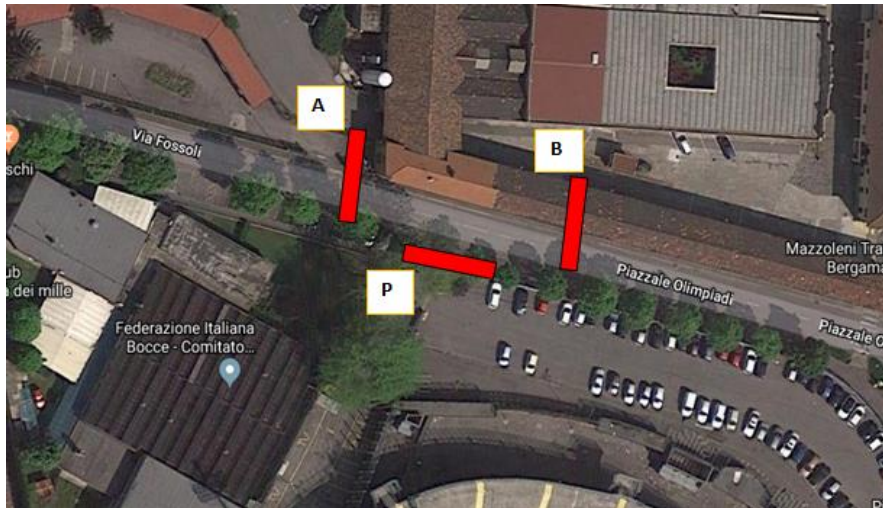


Figura 4 - Intersezione INT02

7:45-8:45	A	B	P	TOT
A	0	140	3	143
B	107	0	11	118
P	0	1	0	1
TOT	107	141	14	262

Tabella 3 – Flussi rilevati all'INT02, nell'ora di punta mattutina

17:15-18:15	A	B	P	TOT
A	0	137	0	137
B	49	0	8	57
P	4	2	0	6
TOT	53	139	8	200

Tabella 4 - Flussi rilevati all'INT02, nell'ora di punta serale

Intersezione 3

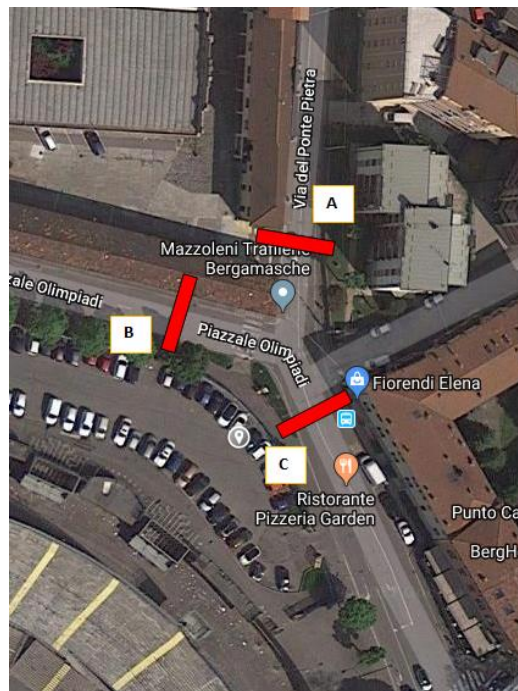


Figura 5 – Intersezione INT 03

7:45-8:45	A	B	C	TOT
A	0	66	279	345
B	31	0	111	142
C	102	52	0	154
TOT	133	118	390	641

Tabella 5 – Flussi rilevati all'INT03, nell'ora di punta mattutina

17:15-18:15	A	B	C	TOT
A	0	20	211	231
B	30	0	109	139
C	130	36	0	166
TOT	160	56	319	536

Tabella 6 - Flussi rilevati all'INT03, nell'ora di punta serale

Intersezione 4

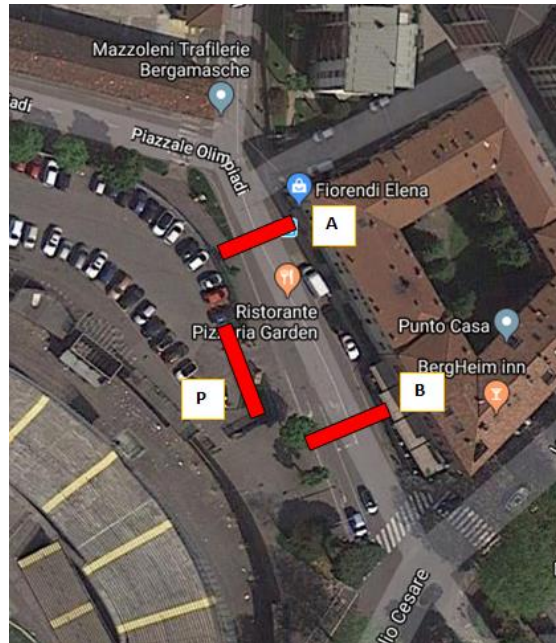


Figura 6- Intersezione INT04

7:45-8:45	A	B	P	TOT
A	0	386	2	388
B	151	0	3	154
P	0	10	0	10
TOT	151	396	5	552

Tabella 7 - Flussi rilevati all'INT04, nell'ora di punta mattutina

17:15-18:15	A	B	P	TOT
A	0	317	0	317
B	165	0	1	166
P	0	19	0	19
TOT	165	336	1	502

Tabella 8 - Flussi rilevati all'INT04, nell'ora di punta serale

Intersezione 5

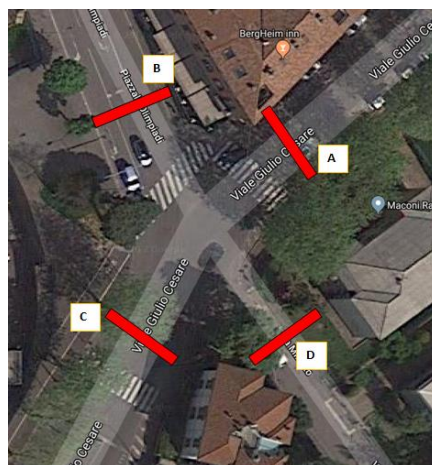


Figura 7 – Intersezione INT05

7:45-8:45	A	B	C	D	TOT
A	0	60	595	0	655
B	246	0	149	0	395
C	335	78	0	0	413
D	20	15	20	0	55
TOT	601	153	764	0	1518

Tabella 9 - Flussi rilevati all'INT05, nell'ora di punta mattutina

17:15-18:15	A	B	C	D	TOT
A	0	49	471	0	520
B	209	0	128	0	337
C	557	108	0	0	665
D	21	9	13	0	43
TOT	787	166	612	0	1565

Tabella 10- Flussi rilevati all'INT05, nell'ora di punta serale

Intersezione 6



Figura 8 – Intersezione INT06

7:45-8:45	A	B	C	TOT
A	0	359	12	371
B	692	0	72	764
C	0	54	0	54
TOT	692	413	85	1190

Tabella 11 - Flussi rilevati all'INT06, nell'ora di punta mattutina

17:15-18:15	A	B	C	TOT
A	0	607	3	610
B	563	0	46	609
C	0	59	0	59
TOT	563	666	49	1278

Tabella 12 - Flussi rilevati all'INT06, nell'ora di punta serale

Intersezione 7



Figura 9 – Intersezione INT07

7:45-8:45	A	B	C	TOT
A	0	54	1	55
B	84	0	15	99
C	0	0	0	0
TOT	84	54	16	154

Tabella 13 - Flussi rilevati all'INT07, nell'ora di punta mattutina

17:15-18:15	A	B	C	TOT
A	0	59	1	60
B	49	0	3	52
C	0	0	0	0
TOT	49	59	4	112

Tabella 14 -- Flussi rilevati all'INT07, nell'ora di punta serale

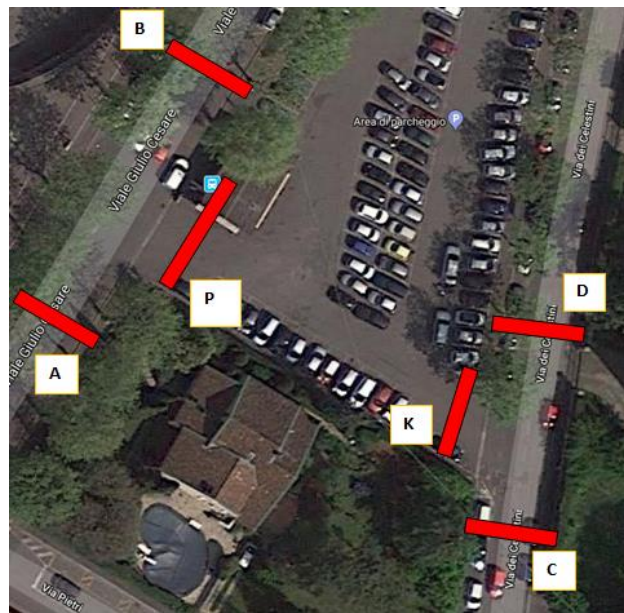
Intersezione 8


Figura 10 – Intersezione INT08

7:45-8:45	A	B	P	C	D	K	TOT
A	0	359	27	0	0	0	386
B	654	0	39	0	0	0	693
P	6	13	0	0	0	0	18
C	0	0	0	0	51	8	59
D	0	0	0	47	0	22	69
K	0	0	0	13	4	0	17
TOT	660	372	66	60	55	30	1242

Tabella 15 - Flussi rilevati all'INT08, nell'ora di punta mattutina

17:15-18:15	A	B	P	C	D	K	TOT
A	0	582	15	0	0	0	597
B	544	0	19	0	0	0	563
P	16	28	0	0	0	0	44
C	0	0	0	0	43	27	70
D	0	0	0	34	0	12	46
K	0	0	0	7	16	0	23
TOT	560	610	34	41	59	39	1344

Tabella 16 - Flussi rilevati all'INT08, nell'ora di punta serale

Intersezione 9

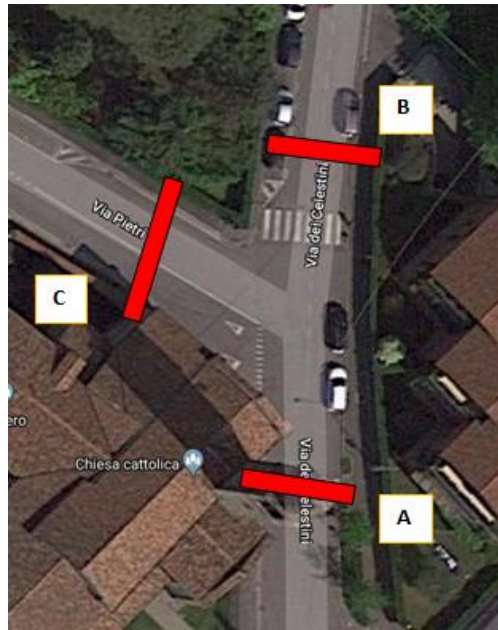


Figura 11 – Intersezione INT09

7:45-8:45	A	B	C	TOT
A	0	56	34	90
B	56	0	5	61
C	33	3	0	36
TOT	89	59	39	187

Tabella 17 - Flussi rilevati all'INT09, nell'ora di punta mattutina

17:15-18:15	A	B	C	TOT
A	0	63	49	112
B	37	0	4	41
C	30	8	0	37
TOT	67	71	53	190

Tabella 18- Flussi rilevati all'INT09, nell'ora di punta serale

Intersezione 10

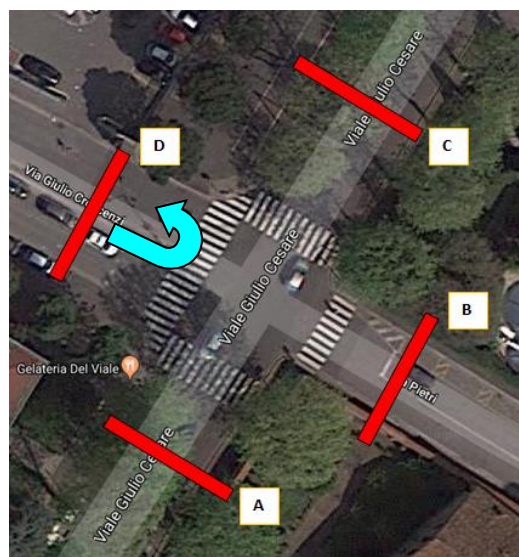


Figura 12 – Intersezione INT10

Come riportato nella tabella sottostante, nell'intersezione 10 è stata rilevata anche la manovra di torna-indietro (DD) effettuata in corrispondenza della sezione D.

7:45-8:45	A	B	C	D	TOT
A	0	8	200	65	273
B	24	0	2	13	39
C	381	2	0	278	661
D	179	25	183	1	388
TOT	584	35	385	357	1361

Tabella 19 - Flussi rilevati all'INT10, nell'ora di punta mattutina

17:15-18:15	A	B	C	D	TOT
A	0	18	347	76	441
B	28	0	5	20	53
C	284	5	0	274	563
D	95	18	245	1	359
TOT	407	41	597	371	1416

Tabella 20- Flussi rilevati all'INT10, nell'ora di punta serale

Intersezione 11



Figura 13 – Intersezione INT11

7:45-8:45	A	B	P	TOT
A	0	387	0	387
B	295	0	62	357
P	5	0	0	5
TOT	300	387	62	749

Tabella 21 - Flussi rilevati all'INT11, nell'ora di punta mattutina

17:15-18:15	A	B	P	TOT
A	0	359	0	359
B	355	0	15	370
P	3	0	0	3
TOT	358	359	15	732

Tabella 22 - Flussi rilevati all'INT11, nell'ora di punta serale

Intersezione 12

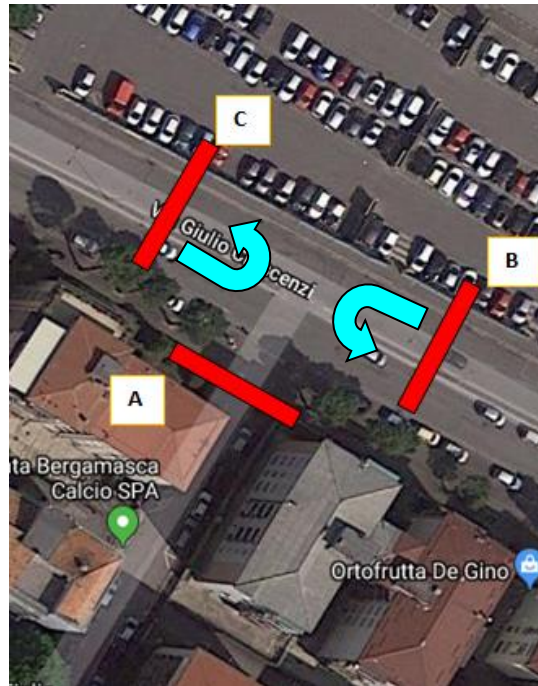


Figura 14 – Intersezione INT12

Come riportato nella tabella sottostante, nell'intersezione 12 sono state rilevate anche le manovre di torna-indietro che possono essere effettuate in corrispondenza delle sezioni B e C (manovre BB e CC).

7:45-8:45	A	B	C	TOT
A	0	19	8	27
B	0	3	297	300
C	0	365	0	365
TOT	0	387	306	693

Tabella 23 - Flussi rilevati all'INT12, nell'ora di punta mattutina

17:15-18:15	A	B	C	TOT
A	0	26	7	33
B	0	4	355	359
C	0	331	1	332
TOT	0	361	363	724

Tabella 24 - Flussi rilevati all'INT12, nell'ora di punta serale

Intersezione 13



Figura 15 – Intersezione INT13

7:45-8:45	C	D	P	TOT
C	0	300	6	306
D	365	0	0	365
P	0	10	0	10
TOT	365	310	6	681

Tabella 25 - Flussi rilevati all'INT13, nell'ora di punta mattutina

17:15-18:15	C	D	P	TOT
C	1	361	3	365
D	331	0	0	331
P	0	45	0	45
TOT	332	406	3	741

Tabella 26 - - Flussi rilevati all'INT13, nell'ora di punta serale

Intersezione 14

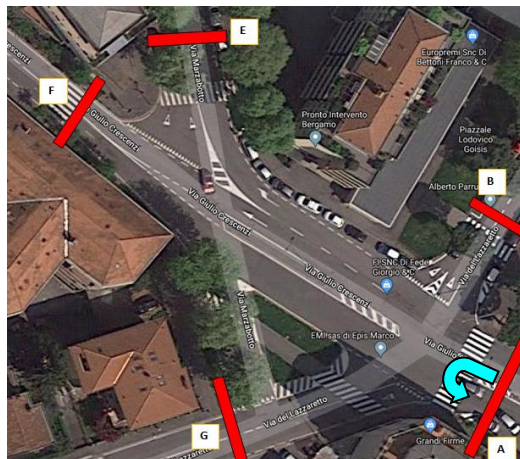


Figura 21- Intersezione INT14

Come riportato nella tabella sottostante, nell'intersezione 14 è stata rilevata anche la manovra di torna-indietro che può essere effettuata in corrispondenza della sezione A (manovra AA).

7:45-8:45	A	B	E	F	G	TOT
A	2	36	38	176	57	309
B	0	0	0	0	1	1
E	70	8	0	34	19	131
F	216	13	0	0	12	241
G	77	3	10	7	0	97
TOT	365	60	48	217	89	779

Tabella 27 - Flussi rilevati all'INT14, nell'ora di punta mattutina

17:15-18:15	A	B	E	F	G	TOT
A	3	20	18	240	125	406
B	1	0	0	0	1	2
E	37	3	0	11	7	58
F	200	8	0	0	11	219
G	90	0	3	15	0	108
TOT	331	31	21	266	144	793

Tabella 28- Flussi rilevati all'INT14, nell'ora di punta serale

Composizione veicolare

Di seguito è riportata la composizione veicolare, calcolata a partire dai dati dei rilievi di traffico nella situazione ordinaria.

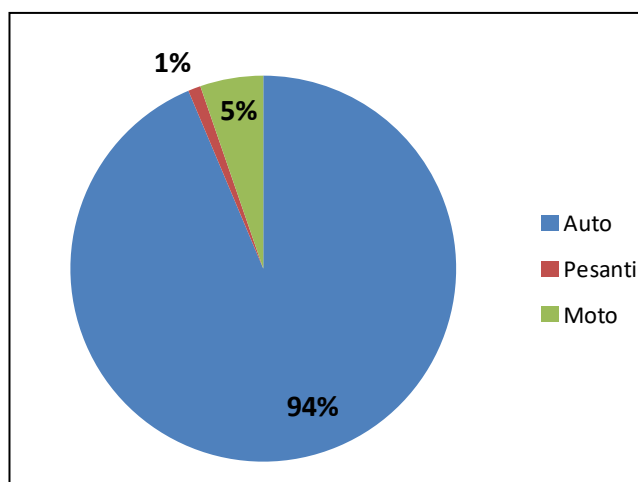


Figura 16 – composizione veicolare giorno feriale medio

2.1.2 Rilievi dei cicli semaforici

Mediante videoriprese fatte da operatori sul campo è stato possibile ricostruire i cicli semaforici utilizzati nelle due intersezioni su viale Giulio Cesare (INT05 e INT10), riportate nelle immagini successive.

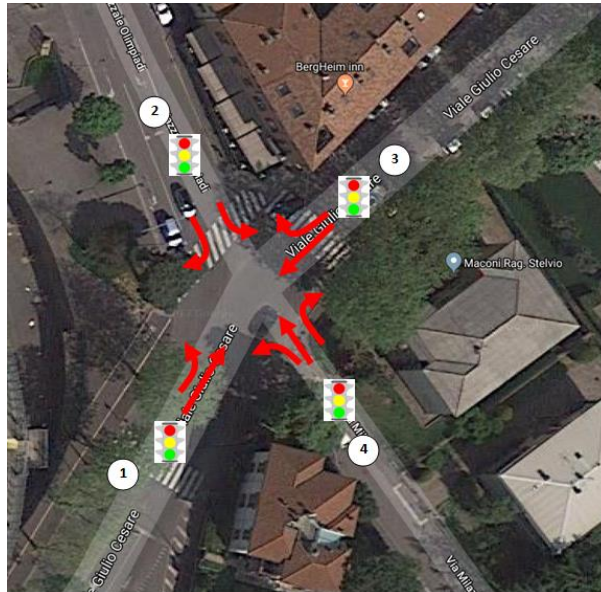


Figura 17 – Intersezione semaforizzata 1 – INT05

Qui di seguito vengono rappresentate le diverse lanterne con le relative fasi temporizzate.

LANTERNA	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	104	
1	[Green]										[Yellow]	[Red]
2	[Red]	[Red]	[Red]	[Red]	[Red]	[Red]	[Red]	[Red]	[Red]	[Red]	[Red]	[Yellow]
3	[Green]										[Yellow]	[Red]
4	[Red]	[Red]	[Red]	[Red]	[Red]	[Red]	[Red]	[Red]	[Red]	[Red]	[Red]	[Yellow]

Figura 18 - Intersezione 1: tempi semaforici delle lanterne rilevate

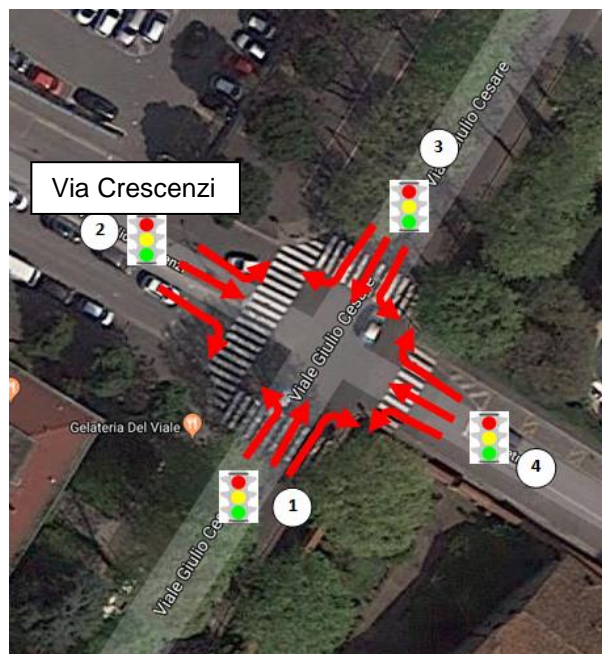


Figura 19 – Intersezione 2 – INT10

LANTERNA	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	104	
1	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green
2	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red
3	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green
4	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red

Figura 20 - Intersezione 1: tempi semaforici delle lanterne rilevate

Si tratta di due impianti con un ciclo di 104 secondi, di cui 4 secondi dedicati al giallo.

2.1.3 Rilievo della sosta nella situazione ordinaria

Nella fase di indagine è stata analizzata l'offerta della sosta, in aree attrezzate o su strada, prospicienti lo Stadio.

Il rilievo dell'offerta di sosta è stato effettuato in 4 zone e in diverse vie ritenute significative per le dinamiche dell'area di studio:

- Zona A, area di parcheggio tra viale Giulio Cesare e via dei Celestini;
- Zona B, area di parcheggio antistante lo stadio su via Crescenzi;
- Zona C, area di parcheggio antistante il centro sportivo Lazzaretto;
- Zona D, area di parcheggio antistante lo stadio su via Fossoli;
- Zona V1, parcheggi lungo viale Giulio Cesare;
- Zona V2 e V2(a), parcheggi lungo via Crescenzi;
- Zona V3, parcheggi lungo via del Lazzaretto;
- Zona V4, parcheggi lungo via Nedo;
- Zona V5, parcheggi lungo via Marzabotto;
- Zona V6, parcheggi lungo via Fossoli lato Est;
- Zona V7, parcheggi lungo via Fossoli lato Ovest;
- Zona V8 e V8(a), parcheggi lungo via dei Celestini.

Nell'immagine sottostante sono individuate le zone e le vie censite.



Figura 21 – Analisi della sosta

L'offerta di sosta attuale è di poco superiore ai 600 stalli. Nella tabella successiva viene indicato il numero di posti per ciascuna area censita (tutti gli stalli risultano a sosta libera, prevalentemente su area pubblica ad esclusione dell'area D che è privata) nonché il livello di domanda corrispondente in 4 fasce orarie:

- mattina dalle 7:30 alle 9:30
- mezzogiorno dalle 12:00 alle 14:00
- tardo pomeriggio dalle 17:00 alle 19:00
- notte dalle 23:30 alle 00:30.

Parcheggio	Numero stalli	Numero veicoli parcheggiati			
		7:30-9:30	12:00-14:00	17:00-19:00	23:30-00:30
A	109	37	118	116	37
B	151	31	140	140	30
C	61	5	63	59	6
D	58	30	50	80	34
V1	36	8	24	25	6
V2	14	8	12	10	9
V2 (a)	7	3	6	4	4
V3	11	9	13	12	2
V4	22	12	22	18	4
V5	81	20	62	65	19
V6	29	4	12	12	3
V7	0	0	0	0	0
V8	25	6	20	20	4
V8 (a)	7	2	5	6	1
TOT	611	175	547	567	159
% OCCUPAZIONE		29%	90%	93%	26%

Tabella 29 – Analisi della sosta, mattina

Emerge come il fattore di occupazione di questi stalli aumenti nel corso della giornata, passando da:

- 29% la mattina
- 90% a mezzogiorno
- 93% nel tardo pomeriggio
- 26% la notte

Nell'immagine sottostante si individuano gli stalli inoccupati e quelli occupati nelle 4 fasce temporali indagate.

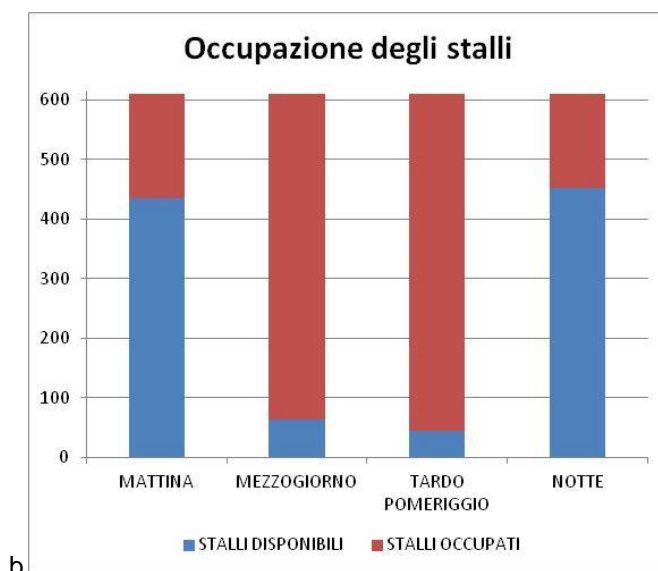


Figura 22 – Occupazione degli stalli nello stato di fatto

Dalle analisi condotte emerge come la domanda di sosta nell'area di studio è fortemente concentrata sulle utenze non residenziali: infatti sia le prime ore della mattina che quelle notturne indicano tassi di occupazione attorno al 30% dell'offerta. Viceversa, durante il giorno, il livello di occupazione sale oltre il 90%, a evidenziare come l'utilizzo di questi stalli liberi sia prevalentemente legato alle vicine polarità urbane (Lazzaretto, Stadio e vie limitrofe, ad esempio la rinomata via Borgo Santa Caterina).

2.2 Situazione evento sportivo

L'indagine sull'evento sportivo è stata fatta in concomitanza con la partita di serie A Atalanta-Napoli disputata domenica 21 gennaio 2018 con inizio alle ore 12:30. Tale partita, essendo di cartello, ha registrato un afflusso di tifosi che numericamente risulta a livello di record nella stagione corrente (19098 spettatori di cui 14143 abbonati, attualmente al terzo posto dietro Atalanta-Juventus, 19962, e Atalanta-Roma, 19108). Il Comune di Bergamo ha istituito, in occasione delle partite della squadra locale, una Zona a Traffico Limitato (ZTL) il cui perimetro è riportato nella figura sottostante che ha le seguenti caratteristiche:

- La ZTL si attiva due ore prima dell'inizio della partita e si conclude mezz'ora dopo il fischio di inizio;
- Sempre durante tale periodo non è consentita la sosta lungo le vie perimetrali dello stadio e nelle aree di sosta limitrofe che risultano invece utilizzabili negli altri periodi, come meglio specificato nel paragrafo 2.2.2.
- La ZTL è controllata da 11 varchi di cui 6 (quelli neri in figura) sono completamente intransitabili, mentre i restanti 5 limitano l'accesso ai soli autoveicoli dei soli residenti e autorizzati. Rimane invece consentito il transito ai motocicli e ai ciclomotori.
- I servizi di trasporto pubblico durante l'evento circolano (sono anche segnalati dal Comune come alternativa al raggiungimento dello stadio, in particolare le linee 2, 6, 9 e 11).



Figura 23 – Zona ZTL durante gli eventi sportivi allo Stadio

Nell'ambito della situazione evento sportivo sono state quindi svolte le seguenti attività di indagine:

- Rilievi del traffico circolante dalle 9:00 alle 16:00, ovvero prima, durante e dopo la partita Atalanta-Napoli nell'intersezione tra viale Giulio Cesare e piazzale delle Olimpiadi, per censire l'andamento del traffico al fine di cogliere l'effetto sia della ZTL che dell'afflusso e del deflusso degli spettatori;
- Rilievi del traffico circolante nelle fasce oraria immediatamente successiva al termine dell'evento sportivo, che vede contemporaneamente il deflusso degli spettatori (che, a differenza dell'afflusso distribuito nel corso di qualche ora, è concentrato in alcune decine di minuti, nella fase temporale immediatamente successiva alla fine della partita) e la riapertura della ZTL. Inoltre nel caso specifico di Atalanta-Napoli la fine della partita coincide con un orario pomeridiano per il quale normalmente si assiste la domenica ad un incremento del traffico circolante;
- Rilievi dei cicli semaforici delle intersezioni ricomprese nell'area di studio;
- Interviste ad un campione di tifosi in ingresso allo stadio, dalle 10:30 alle 12:30;
- Conteggio dei saliti e discesi alle fermate del Trasporto Pubblico Locale (TPL) prossime all'area dello Stadio, nelle fasce orarie dalle 10:30 alle 12:30 e dalle 14:00 alle 16:00.

In questo caso non è stato effettuato il censimento della domanda di sosta, in quanto risulta in divieto il

posteggio nell'area di studio.

2.2.1 Sezione di controllo del traffico

I flussi transitanti al semaforo tra viale Giulio Cesare e piazzale delle Olimpiadi sono stati censiti in maniera continuativa dalle ore 9:00 alle ore 16:00 al fine di ricavarne l'andamento mostrato nella successiva figura.

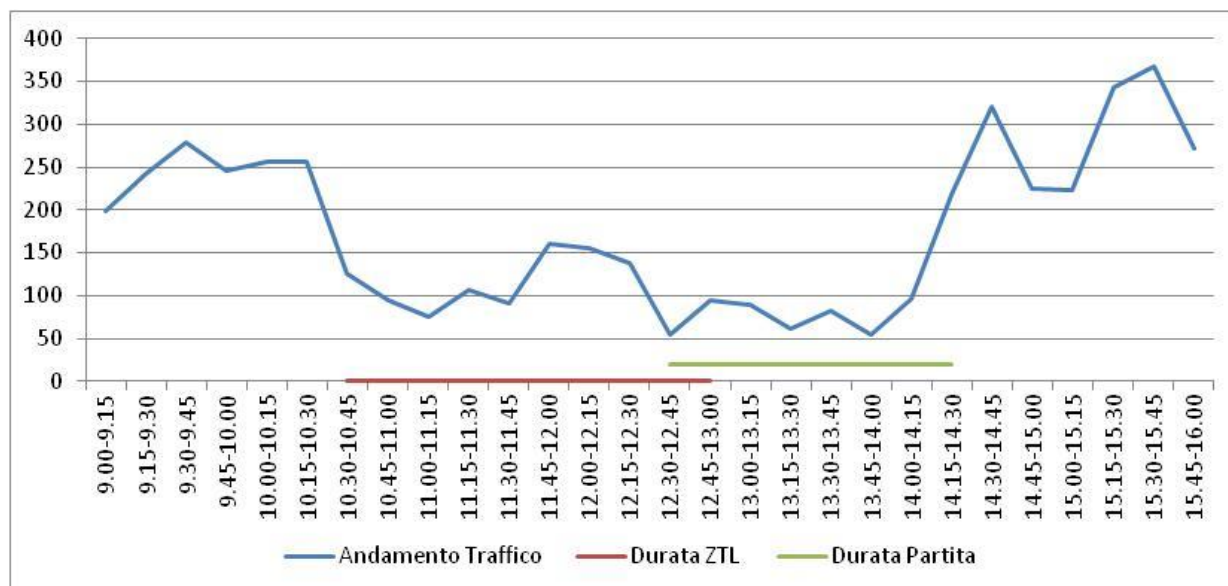


Figura 24 – Sezione di controllo

Tali rilievi considerano anche il traffico dei motoveicoli e dei ciclomotori, che, come mostrato nel paragrafo 2.2.2, rappresentano una quota importante del flusso totale. Si può notare comunque come durante la ZTL e la partita si abbiano i valori di flusso minori rispetto al periodo temporale di osservazione. Inoltre i valori di picco si registrano successivamente al termine della partita.

2.2.2 Rilievi manuali del traffico veicolare

I conteggi manuali sono stati svolti da un gruppo di rilevatori, domenica 21 gennaio 2018 nella fascia pomeridiana, tra le 14:00 e le 16:00.

Durante questo evento sportivo, già in prima mattinata, via Crescenzi è risultata transennata nel tratto tra viale Giulio Cesare e via Marzabotto, permettendo solo l'uscita dei veicoli provenienti da via Ghirardelli o presenti all'interno di via Crescenzi. La riapertura di questa strada è avvenuta verso le 15:40.

La finalità dei rilievi manuali è quella di poter ricavare i flussi delle manovre di svolta delle seguenti intersezioni:

- Intersezione INT01 via Marzabotto/via Fossoli
- Intersezione INT03 piazzale Olimpiadi/ via del Ponte Pietra
- Intersezione INT05 piazzale Olimpiadi/via Milazzo/ viale Giulio Cesare
- Intersezione INT06 viale Giulio Cesare/via dei Celestini
- Intersezione INT07 via dei Celestini/via Caffaro
- Intersezione INT09 via dei Celestini/via Pietri
- Intersezione INT10 via Pietri/viale Giulio Cesare/via Crescenzi
- Intersezione INT12 via Crescenzi/via Ghirardelli
- Intersezione INT14 via Crescenzi/via del Lazzaretto/via Marzabotto

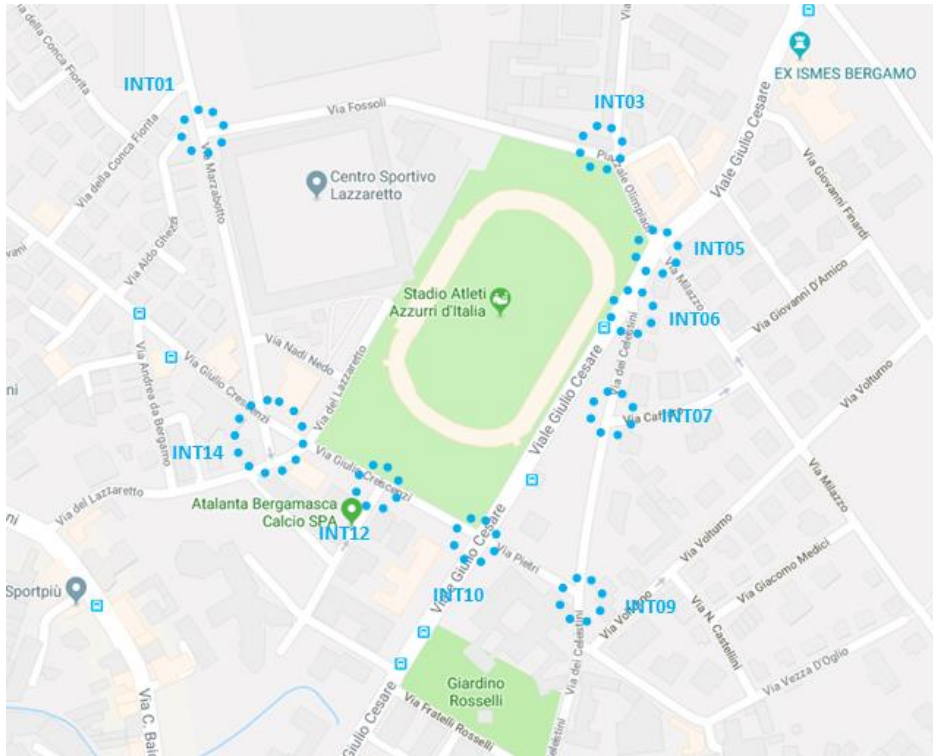


Figura 25 – Intersezioni indagate

Rispetto alle intersezioni già analizzate per la situazione ordinaria, sono state escluse quelle riferite agli ingressi e alle uscite dalle aree di sosta, in quanto non accessibili durante l'evento.

Di seguito sono riportati, per ogni intersezione analizzata, i veicoli totali rilevati nell'ora risultata di picco (Odp) nelle fascia oraria indagata ovvero tra le 14:30 e le 15:30

Intersezione 1

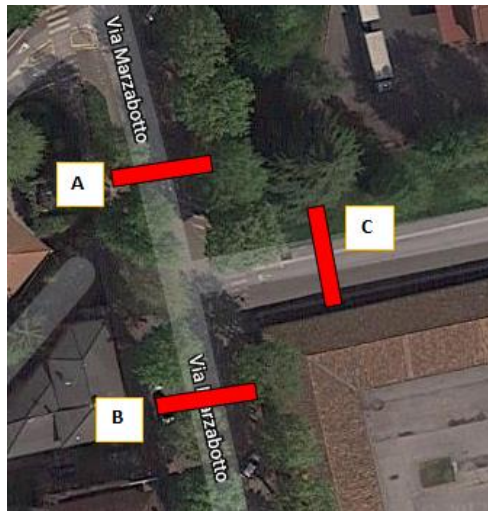


Figura 26 – Intersezione INT01

14:30-15:30	A	B	C	TOT
A	0	30	87	117
B	99	0	82	181
C	78	24	0	102
TOT	177	54	169	400

Tabella 30 – Flussi rilevati all'INT01, nell'ora di punta evento

Intersezione 3

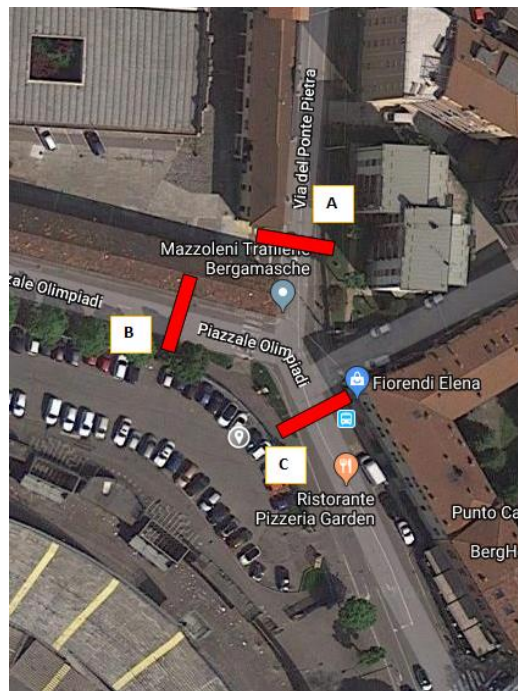


Figura 27 – Intersezione INT 03

14:30-15:30	A	B	C	TOT
A	0	7	282	289
B	21	0	200	221
C	79	36	0	115
TOT	100	43	482	625

Tabella 31 – Flussi rilevati all'INT03, nell'ora di punta evento

Intersezione 5

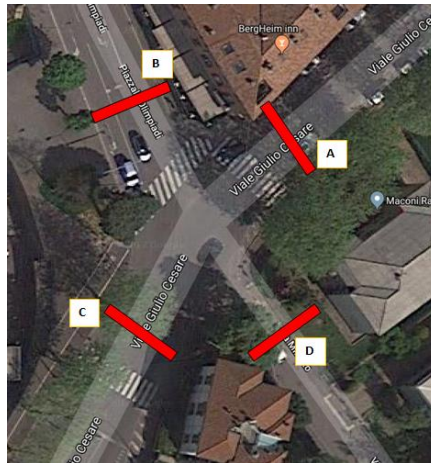


Figura 28 – Intersezione INT05

14:30-15:30	A	B	C	D	TOT
A	0	14	177	0	191
B	258	0	224	0	482
C	275	97	0	0	372
D	15	4	9	0	28
TOT	548	115	410	0	1072

Tabella 32 - Flussi rilevati all'INT05, nell'ora di punta evento

Intersezione 6



Figura 29 – Intersezione INT06

14:30-15:30	A	B	C	TOT
A	0	274	0	274
B	385	0	24	409
C	0	99	0	99
TOT	385	373	24	782

Tabella 33 - Flussi rilevati all'INT06, nell'ora di punta evento

Intersezione 7



Figura 30 – Intersezione INT07

14:30-15:30	A	B	C	TOT
A	0	99	3	102
B	24	0	0	24
C	0	0	0	0
TOT	24	99	3	126

Tabella 34 - Flussi rilevati all'INT07, nell'ora di punta evento

Intersezione 9

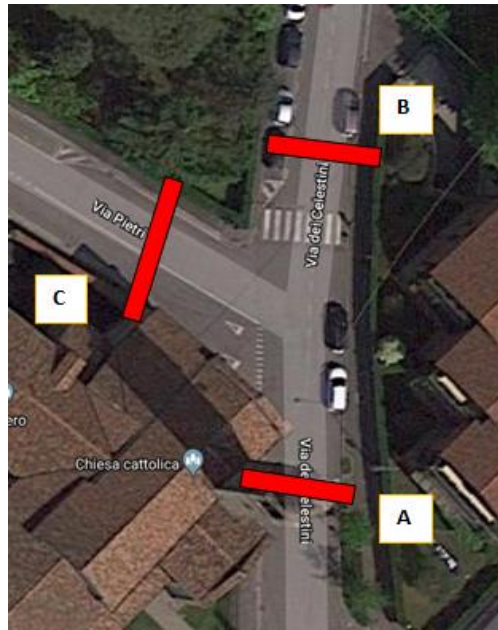


Figura 31 – Intersezione INT09

14:30-15:30	A	B	C	TOT
A	0	54	57	111
B	29	0	39	68
C	6	5	0	11
TOT	35	59	96	190

Tabella 35 - Flussi rilevati all'INT09, nell'ora di punta evento

Intersezione 10

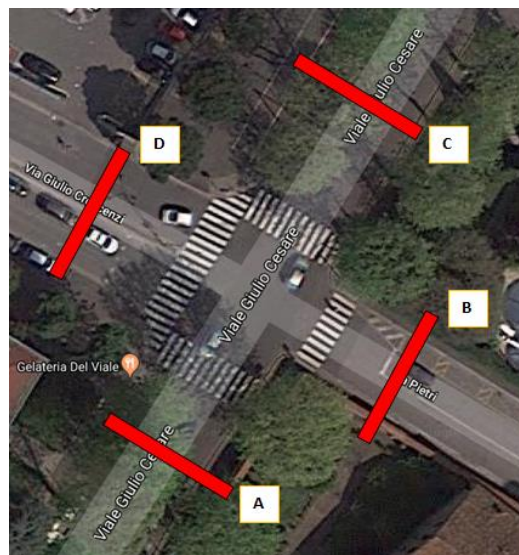


Figura 32 – Intersezione INT10

In concomitanza con l'evento via Crescenzi (D) risultava chiusa al traffico in ingresso da questa intersezione verso l'intersezione 14 (via del Lazzaretto / via Marzabotto).

14:30-15:30	A	B	C	D	TOT
A	0	5	125	0	130
B	80	0	16	0	96
C	486	6	0	1	492
D	32	1	13	0	46
TOT	598	12	154	1	765

Tabella 36 - Flussi rilevati all'INT10, nell'ora di punta evento

Intersezione 12



Figura 33 – Intersezione INT12

14:30-15:30	A	B	C	TOT
A	0	4	0	4
B	0	0	0	0
C	0	0	0	0
TOT	0	4	0	4

Tabella 37 - Flussi rilevati all'INT12, nell'ora di punta evento

Intersezione 14

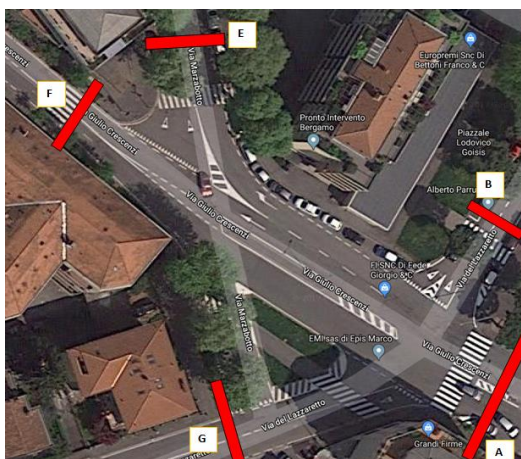


Figura 21- Intersezione INT14

In concomitanza con l'evento via Crescenzi (A) risultava chiusa al traffico tra questa intersezione e l'intersezione 5 (via G. Cesare/ via Pietri)

14:30-15:30	A	B	E	F	G	TOT
A	0	0	0	0	0	0
B	0	0	0	0	30	30
E	0	0	0	181	4	185
F	0	0	0	0	2	2
G	0	6	1	5	0	6
TOT	0	6	1	186	36	229

Tabella 38 - Flussi rilevati all'INT14, nell'ora di punta evento

Composizione veicolare

Di seguito è riportata la composizione veicolare, calcolata a partire dai dati dei rilievi di traffico.

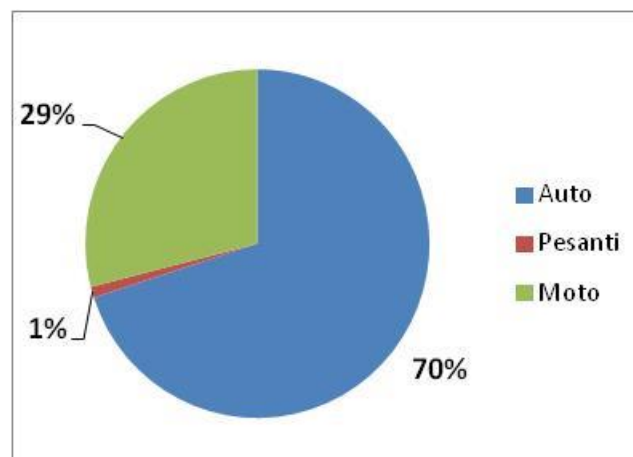


Figura 34 – composizione veicolare giorno evento

Rispetto alla situazione ordinaria si può notare un fortissimo incremento della quota delle moto, che sale quasi al 30%. Questa circostanza trova giustificazione sia nella limitazione all'ingresso degli autoveicoli, sia nel tipo di utenza (quasi i 2/3 dei tifosi ha meno di 40 anni e quasi il 95% è maschio), sia anche nelle condizioni meteo della giornata del 21 gennaio, particolarmente soleggiata.

La foto seguente, scattata a partita in corso, esemplifica l'elevata percentuale di moto presenti durante l'evento.

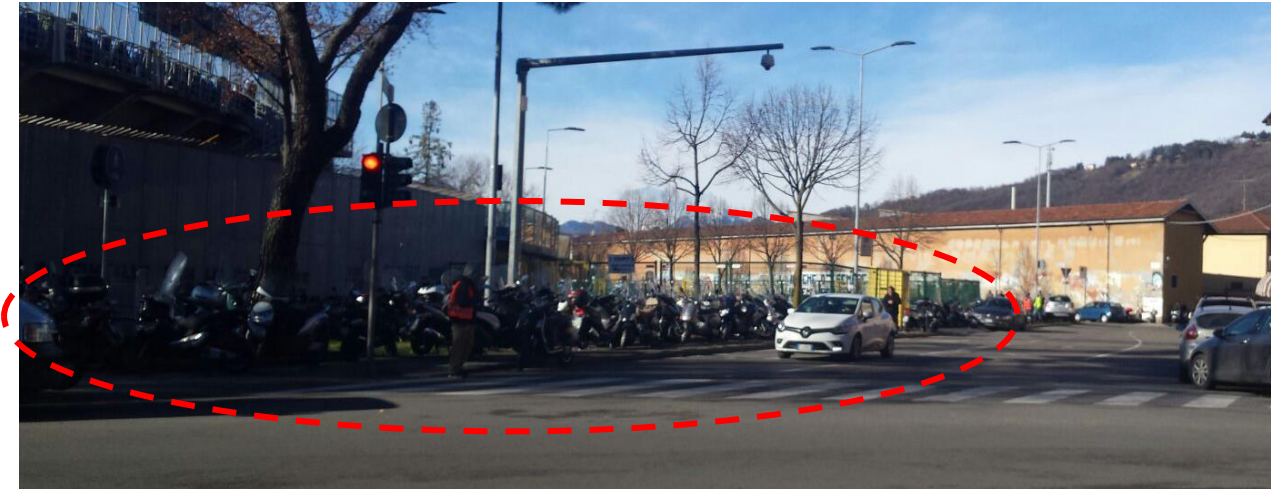


Figura 35 – Motocicli fuori dallo stadio

2.2.3 Rilievi dei cicli semaforici

I cicli semaforici considerati per le successive analisi delle due intersezioni su viale Giulio Cesare (INT05 e INT10), sono riportate nelle immagini successive.

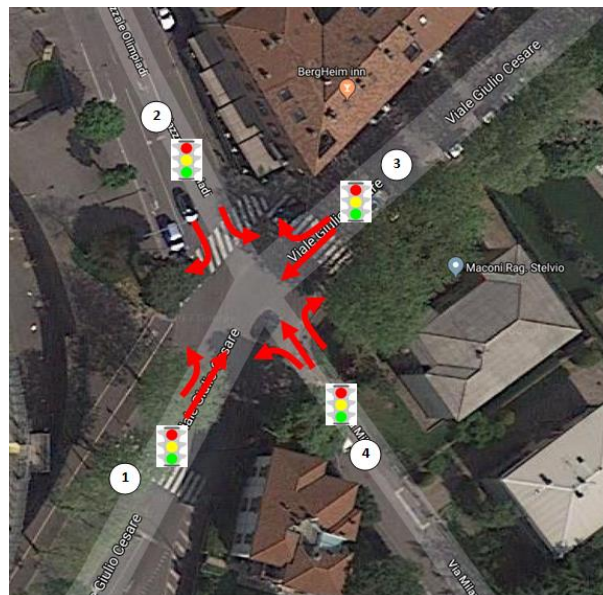


Figura 36 – Intersezione semaforizzata 1 – INT05

LANTERNA	10	20	30	40	50	60	70	80	90	99
1	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green
2	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red
3	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green
4	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red

Figura 37 - Intersezione 1: tempi semaforici delle lanterne rilevate

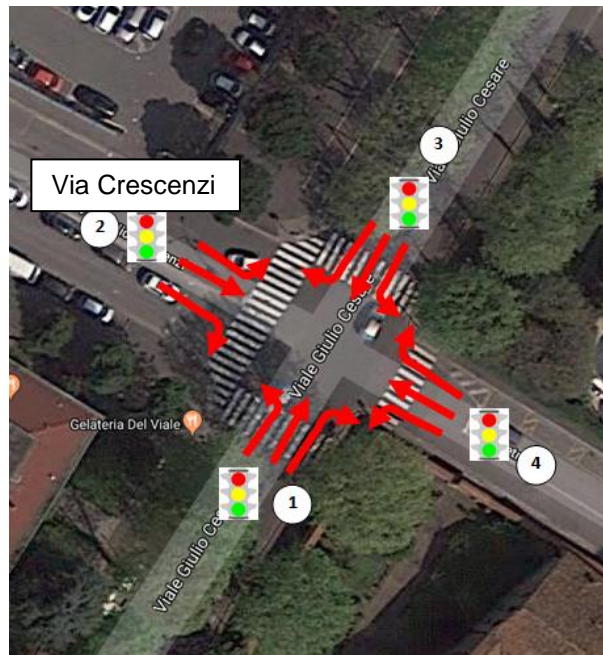


Figura 38 – Intersezione 2 – INT10

LANTERNA	10	20	30	40	50	60	70	80	90	99
1	[Green bars]									
2	[Red bars]									
3	[Green bars]									
4	[Red bars]									

Figura 39 - Intersezione 1: tempi semaforici delle lanterne rilevate

Si tratta di due impianti con un ciclo di 99 secondi, di cui 4 secondi dedicati al giallo. Rispetto alla configurazione delle lanterne della situazione ordinaria si può osservare una lieve riduzione della durata del ciclo.

2.2.4 Questionario

In concomitanza con l'evento sportivo e in particolare durante l'afflusso degli spettatori allo stadio (fascia oraria 10:30 – 12:30) sono state eseguite, a mezzo di personale incaricato, delle interviste in forma anonima, relative alle modalità di arrivo dei tifosi allo stadio.

Dopo una prima fase di differenziazione dell'intervistato in base al sesso, alla fascia di età e alla tifoseria di appartenenza (Atalanta o squadra ospite), è stato richiesto con quale modalità di trasporto è stato raggiunto lo stadio distinguendo tra auto, moto, trasporto pubblico locale, piedi o in bicicletta.

Nel caso di arrivo in auto si è chiesto di specificare in quale parcheggio si è lasciato l'auto di cui si era guidatore o passeggero, nel caso TPL con quale linea tra quelle attive nell'area si è raggiunto lo stadio.

Di seguito sono presentati i principali risultati di tale indagine:

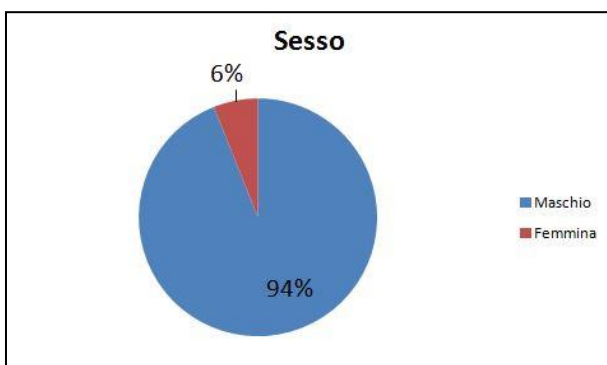


Figura 40 – sesso degli intervistati

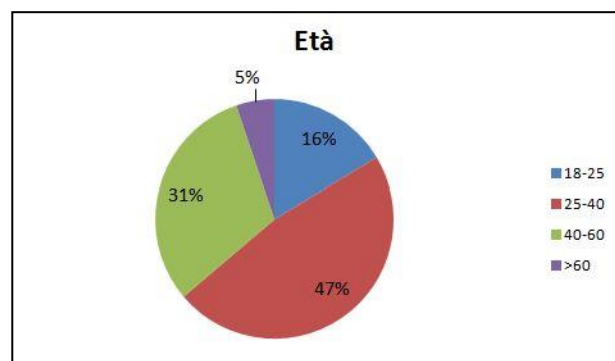


Figura 41 – età degli intervistati



Figura 42 – modo di trasporto utilizzato

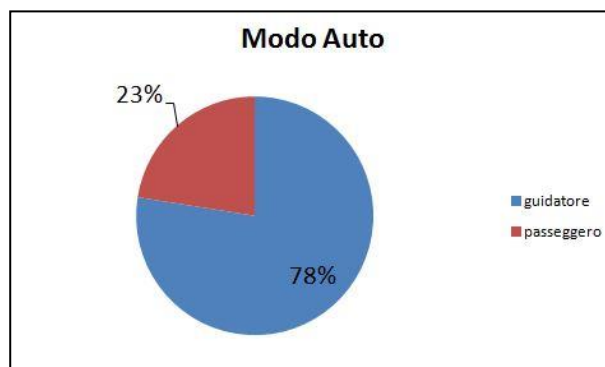


Figura 43 – modo auto guidatore o passeggero

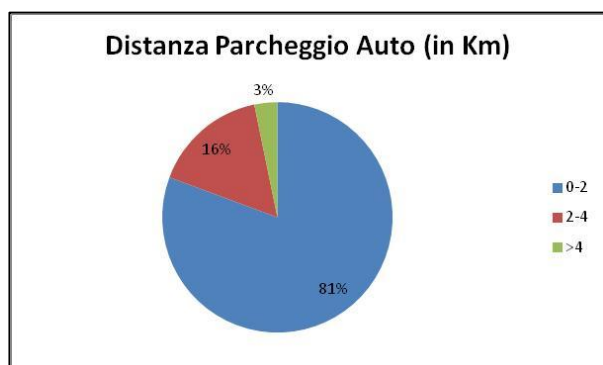


Figura 44 – distanza dal parcheggio in km

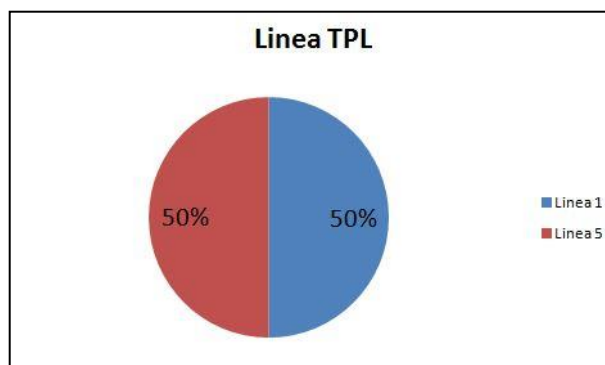


Figura 45 – Linea TPL utilizzata

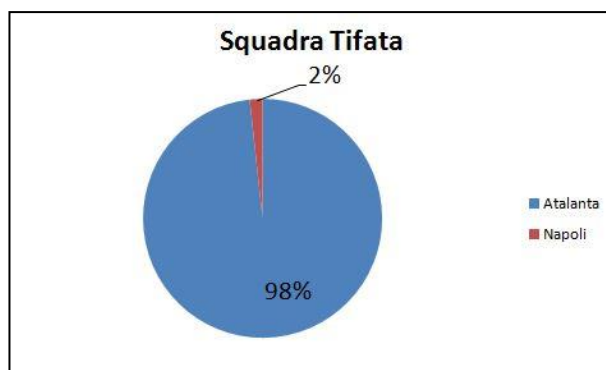


Figura 46 – squadra tifata

Emerge come auto e moto abbiano ciascuna una quota di circa il 40%, seguiti da bici/piedi: il TPL risulta con la quota minoritaria. Il coefficiente di occupazione delle auto è pari a 1.30 passeggeri per auto e la distanza media del parcheggio dallo stadio è pari a 1.5 Km, con oltre l'80% sotto i 2 Km.

2.2.5 Saliti e discesi alle fermate del Trasporto Pubblico Locale

Data l'estensione della zona a traffico limitato e considerando la convenzione tra la società Atalanta e il Comune di Bergamo che, in concomitanza con le partite di calcio della squadra locale, permettono a tutti i possessori di un biglietto di ingresso o di un abbonamento di usufruire gratuitamente dei mezzi pubblici della società di TPL (ATB), si sono censiti anche i saliti e i discesi alle diverse fermate degli autobus prossime allo stadio.

Di seguito vengono individuate le fermate indagate e i relativi passeggeri saliti e discesi nelle fasce dalle 10:30 alle 12:30 (fascia 1) e dalle 14:00 alle 16:00 (fascia 2).

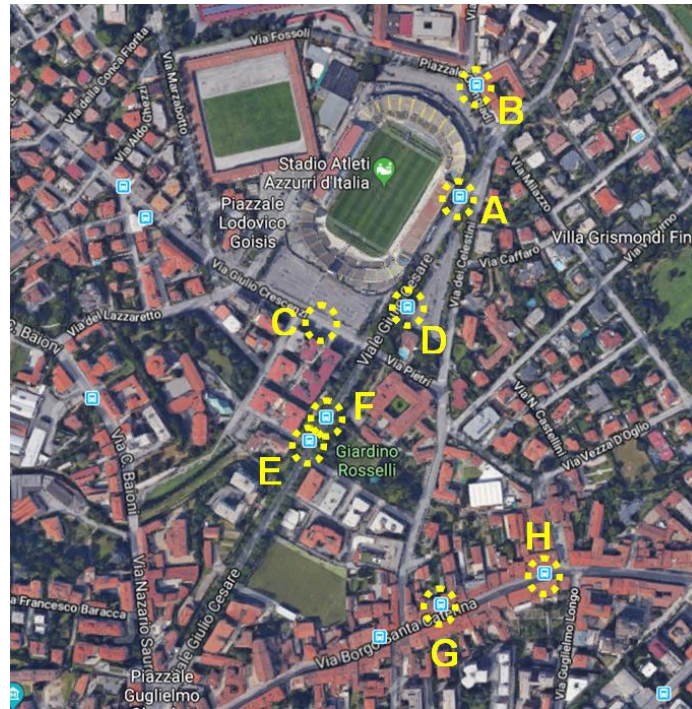


Figura 47 – Fermate TPL indagate

FERMATA	FASCIA	SALITI	DISCESI
A	1	0	0
	2	42	0
B	1	0	0
	2	0	0
D	1	0	26
	2	0	0
E	1	0	0
	2	41	1
F	1	0	249
	2	0	0
G	1	0	11
	2	1	0
H	1	1	3
	2	2	1
TOT		87	291

Figura 48 – Saliti/discesi alle diverse fermate TPL

La fermata C risulta in una tratta interdetta la transito dei veicoli, essendo dislocata nella via Crescenzi, chiusa al traffico durante l'evento. Emerge come il flusso di tifosi che accede allo stadio a mezzo del TPL sia comunque modesto, trovando anche riscontro nel questionario, dove emerge che la maggior parte dei tifosi utilizza altri mezzi per raggiungere lo stadio.

3 ANALISI MACROMODELLISTICA

Le valutazioni di carattere trasportistico sull'area interessata dalle nuove strutture in progetto a Bergamo sono state condotte utilizzando un modello di simulazione dei flussi di traffico. Tale modello costituisce di fatto uno strumento di supporto alle decisioni in materia di analisi e pianificazione dei trasporti e della mobilità, consentendo di fornire previsioni attendibili in merito alla redistribuzione dei flussi di traffico nei diversi scenari analizzati.

Le stime sulla redistribuzione della domanda, destinata ad impegnare l'area di influenza delle strutture in progetto, sono state ottenute mediante l'utilizzo di un modello di simulazione dei flussi di traffico implementato con il software VISUM, prodotto e commercializzato dalla società PTV. VISUM è uno strumento di modellazione del traffico riconosciuto unanimemente dalla comunità scientifica come riferimento per tale tipo di simulazioni.

Il modello di simulazione dei flussi di traffico, è descritto in termini di offerta da un grafo stradale derivato dalla base dati NavTeq, mentre in termini di domanda si fa riferimento alle matrici origine/destinazione (O/D) relative agli spostamenti compiuti, nelle ore di punta mattutine e serali di un giorno medio ferial e alla fine di un evento sportivo, quando tutti i tifosi defluiscono dallo Stadio.

Si riporta di seguito la rete analizzata mediante i modelli di Macrosimulazione degli scenari attuali.



Figura 49 – Rete analizzata SDF

Nella successiva immagine si riporta la rete analizzata negli scenari progettuali che differisce dalla precedente per la realizzazione della via Celestini a senso unico di marcia nel tratto tra il parcheggio e l'intersezione con piazzale Olimpiadi, con percorrenza verso Nord (il tratto ricompreso tra via Pietri e il parcheggio resta a doppio senso); inoltre è stata considerata a senso unico in direzione Ovest anche la via Fossoli nel tratto tra via del ponte Pietra e via Marzabotto. Infine, per garantire una maggiore sicurezza in prossimità dell'incrocio semaforizzato, è stata proibita la svolta in sinistra da via Fossoli a via Giulio Cesare.



Figura 50 – Rete analizzata SDP

3.1 La validazione del modello di traffico nello stato di fatto

L'assegnazione della matrice ottenuta dal procedimento di stima ha restituito la distribuzione attuale del traffico veicolare sulla rete stradale, nelle ore di punta mattutine e serali di un giorno medio feriale. L'attendibilità dei risultati conseguiti in termini di verosimiglianza tra distribuzione simulata e distribuzione reale dei flussi sulla rete di trasporto è stata verificata mediante la validazione degli scenari attuali. Il metodo di verifica applicato è quello denominato dell'R2. Questa funzione statistica misura la correlazione esistente tra variabile indipendente (i flussi osservati) e variabile dipendente (i flussi stimati), attraverso la costruzione di un modello di regressione lineare: ha un valore compreso nell'intervallo 0-1, ove 1 indica perfetta correlazione e 0 indica totale indipendenza tra le due variabili.

Convenzionalmente si tende a considerare come attendibili le risultanze dell'assegnazione di un modello di simulazione di traffico in grado di restituire una correlazione non inferiore a 0,80.

Tale soglia nominale viene, inoltre, valutata anche in ragione della numerosità dei punti di confronto, dal momento che più è esteso l'insieme dei punti di monitoraggio dei flussi, maggiore è la possibilità che possano rilevarsi distorsioni, magari di natura locale, rispetto alla tendenza generale del campione di analisi. Per quanto concerne il modello di traffico messo a punto, il confronto tra volumi di traffico simulati e volumi rilevati in campo è stato effettuato con riferimento alle sezioni di confronto disponibili nell'intera banca dati.

Sotto il profilo delle risultanze, il test dell'R2 evidenzia l'elevata attendibilità dei risultati derivanti dalle assegnazione del modello implementato; il valore del test dell'R2 per la simulazione condotta rispetto allo scenario attuale per l'ora di punta mattutina, serale e durante l'evento è pari a 0.98. A titolo illustrativo si vedano la immagini sottostante relativa ai risultati dell'analisi di assegnazione degli scenari analizzati.

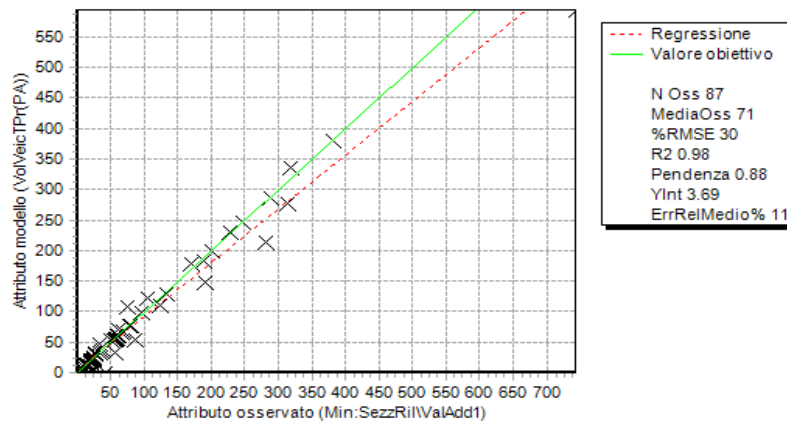


Figura 51 - Analisi assegnazione situazione ordinaria: mattina

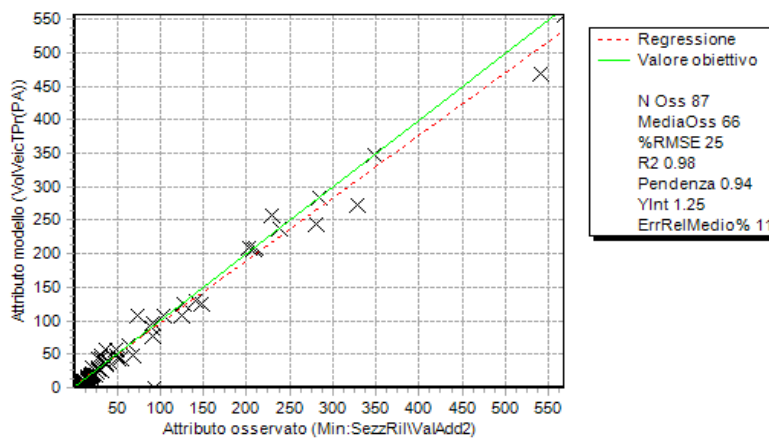


Figura 52 - Analisi assegnazione situazione ordinaria: sera

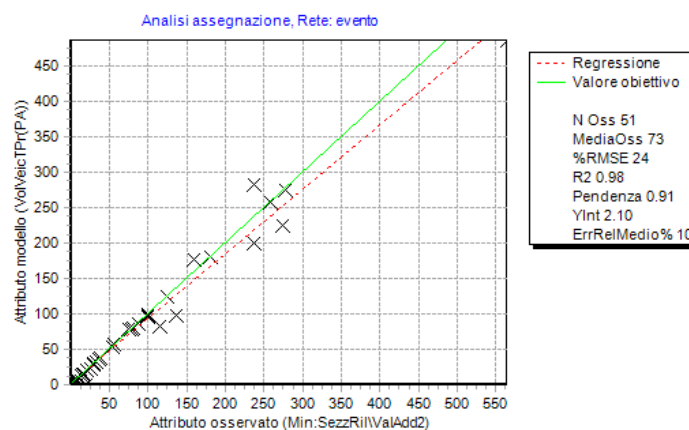


Figura 53 - Analisi assegnazione situazione evento

3.2 Lo scenario Stato di Fatto

Sono state condotte le simulazioni dello scenario stato di fatto SDF per l'ora di punta della mattina, della sera di un giorno medio ferial e durante una partita dell'Atalanta, considerando l'assetto viabilistico attuale.

Il diagramma di carico, che costituisce uno dei risultati principali delle simulazioni effettuate, riporta l'entità del traffico su ciascun arco stradale ed autostradale della rete di trasporto complessiva, mediante una visualizzazione basata principalmente sul colore delle bande che descrivono i flussi (flussogrammi): i colori delle bande identificano la fascia di traffico corrispondente sull'arco.

Qui di seguito è riportato il diagramma di carico degli scenari stato di fatto in termini di veicoli totali, relativi all'ora della mattina e della sera di un giorno medio ferial e della situazione EVENTO per l'area di studio.

Nel caso della situazione evento, che ha registrato un elevatissimo numero di motoveicoli e ciclomotori che hanno sostato nell'area di studio (spesso su marciapiedi), si è introdotto per ciascuna via un punto di origine e destinazione degli spostamenti di tali mezzi per semplificarne il comportamento di mobilità. Ad esempio i percorsi dei motoveicoli posteggiati lungo viale Giulio Cesare partono o arrivano tutti in prossimità del parcheggio A a prescindere dall'effettiva posizione di stazionamento.

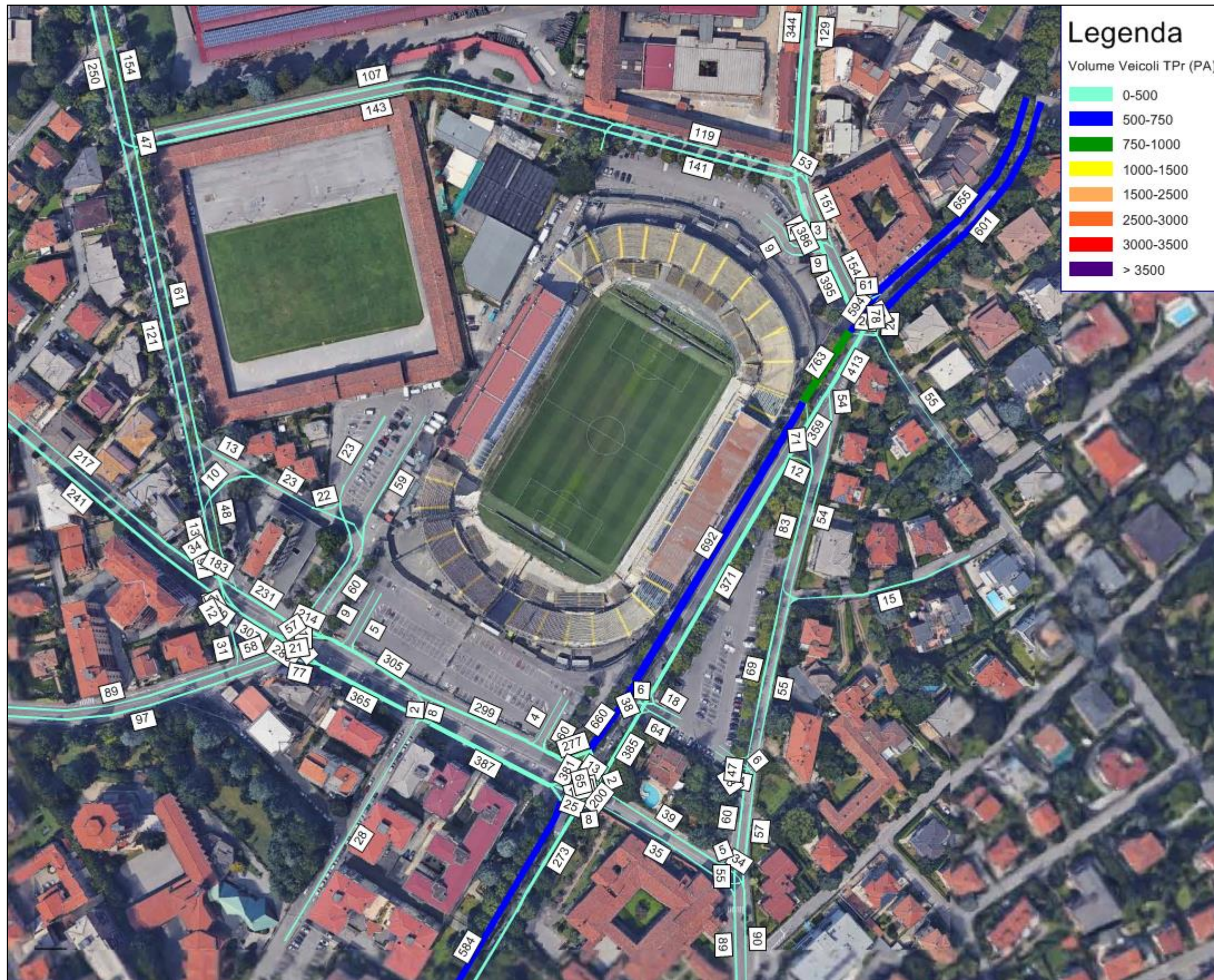


Figura 54 - Scenario stato di fatto del mattino. Flussogramma della rete dell'area di studio (veicoli totali)



Figura 55 - Scenario stato di fatto della sera. Flussogramma della rete dell'area di studio (veicoli totali)

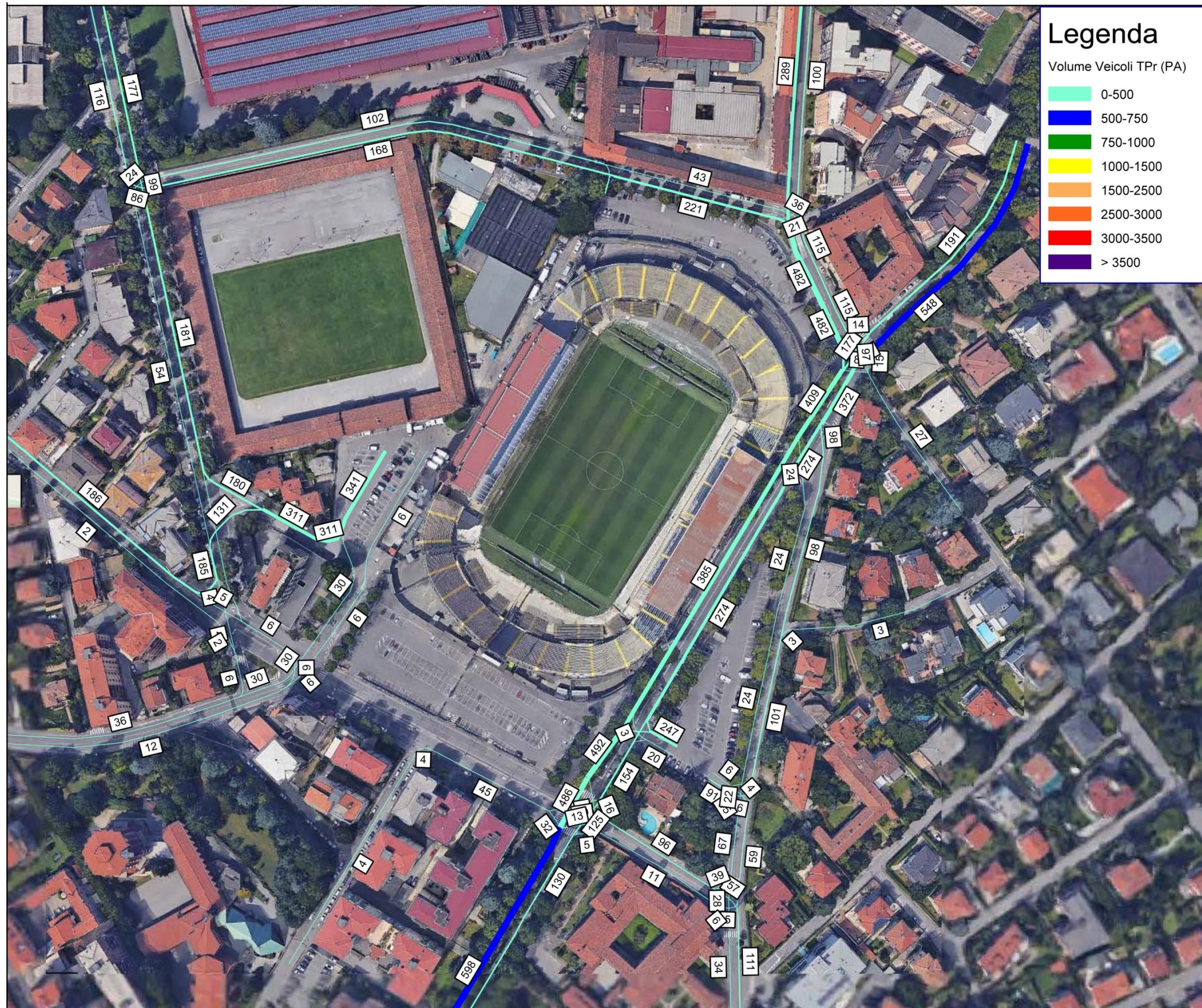


Figura 56 - Scenario stato di fatto durante l'evento. Flusso della rete dell'area di studio (veicoli totali)

3.3 Lo Scenario Progettuale

Obiettivo del presente capitolo è la quantificazione dei flussi indotti dalle nuove strutture in progetto, ipotizzandone anche una distribuzione delle provenienze al fine di poter calcolare le variazioni dei flussi veicolari sulle strade considerate nell'area di studio.

Il progetto prevede la realizzazione di strutture a carattere commerciale di tipo Food e No Food; inoltre verranno ampliate le superfici di tipo terziario e sportivo relative alla Tribuna Nord e Sud: in questo caso si tratta di strutture a servizio della fruizione dello Stadio (spogliatoi, uffici stampa, ecc.) che quindi sono utilizzate da chi è già allo Stadio, senza generare traffico indotto aggiuntivo. Si riportano nelle seguenti tabelle il dettaglio delle superfici coinvolte.

SLP TERZIARIO SPORTIVO	ESISTENTE (mq)	SLP AGGIUNTIVA (mq)	NUOVA SLP (mq)	TOTALE (mq)
Tribuna Nord	2862	1145	1000	5007
Tribuna Sud	2784	699	1000	4483
Tribuna G. Cesare	1495	0	0	1495
Tribuna Onore (spettatori, hospitality, spogliatoi)	3111	0	0	3111
	10252	1844	2000	14096

SLP COMMERCIALE	ESISTENTE (mq)	SLP AGGIUNTIVA (mq)	NUOVA SLP (mq)	TOTALE (mq)
Tribuna Nord	0		1000	1000
Tribuna Sud	0		1000	1000
Tribuna G. Cesare	1439		0	1439
Tribuna Onore	0		0	0
	1439		2000	3439

Progetto

SLP COMMERCIALE	3439
<i>di cui</i>	
Spazio Vendita	2751
altro	688
SLP COMMERCIALE	3439
<i>di cui</i>	
Food (bar, ristoranti)	344
<i>di cui</i>	
Spazio Vendita	275
altro	69

Stato di fatto

SLP COMMERCIALE ESISTENTE	1439
<i>di cui</i>	
Spazio Vendita	1226
altro	213
SLP COMMERCIALE	1439
<i>di cui</i>	
Food (bar, ristoranti)	201
<i>di cui</i>	
Spazio Vendita	127
altro	74

Funzione Commerciale	SLP	SV		
		Totale	Food	no Food
Esistente	1439	1226	201	1025
Nuova	2000	1525	74	1451
Totale	3439	2751	275	2476

Tabella 39 – Dettaglio superfici attuali e future

3.3.1 Stima dei flussi indotti

Per quanto concerne la funzione commerciale, in funzione della SdV prevista, è stata calcolata l'affluenza dei clienti attesi. Tali valori sono stati determinati applicando alle SdV (NO FOOD e FOOD) i coefficienti indicati dalla Regione Lombardia (DGR del 20 dicembre 2013, n. 1193) per i comuni che rientrano nell'Area di carico critico, distinti nelle giornate di venerdì e sabato relativi alle ore di punta serali.

Tali valori sono stati determinati applicando alla SDV della struttura commerciale esistente e quella futura i coefficienti indicati dalla Regione Lombardia di seguito riportati, distinti nelle giornate di venerdì e sabato. Il valore del flusso veicolare così determinato rappresenta il numero di veicoli di clienti dell'edificio commerciale indotto nell'ora di punta serale in ingresso e in uscita.¹

Superficie di vendita alimentare (mq)	Veicoli ogni mq di superficie di vendita alimentare	
	Venerdì	Sabato
0 – 3.000	0.25	0.30
3.000 – 6.000	0.12	0.17
> 6.000	0.04	0.05

Superficie di vendita alimentare (mq)	Veicoli ogni mq di superficie di vendita non alimentare	
	Venerdì	Sabato
0 – 5.000	0.10	0.18
5.000 – 12.000	0.08	0.14
> 12.000	0.05	0.06

Tabella 40 – Coefficienti utilizzati per il calcolo dei flussi indotti nell'ora di punta in ingresso e uscita

Si tratta di una struttura commerciale in “zona critica” (definizione che il D.c.r. 02 ottobre 2006 dà della città di Bergamo, a prescindere dall'esatta collocazione all'interno della città stessa) e si considera un indotto suddiviso il 60% in ingresso e il 40% in uscita, sia per il venerdì che per il sabato.

Pertanto, sono stati calcolati i flussi di traffico riportati nella successiva tabella, ottenuti dalla differenza tra i veicoli nella configurazione esistente e nella configurazione futura.

Nella seguente tabella si riporta il dettaglio dei calcoli.

			Futura		Esistente		Differenza	
			Venerdì	Sabato	Venerdì	Sabato	Venerdì	Sabato
Flussi INDOTTI			316	528	153	245	164	283
TOTALE	ingresso	60%	190	317	92	147	98	170
	uscita	40%	127	211	61	98	65	113
Flussi INDOTTI FOOD			69	83	50	60	19	22
FOOD	ingresso	60%	41	50	30	36	11	13
	uscita	40%	28	33	20	24	7	9
Flussi INDOTTI no FOOD			248	446	103	185	145	261
NO FOOD	ingresso	60%	149	267	62	111	87	157
	uscita	40%	99	178	41	74	58	104

Tabella 41 – Stima indotto aggiuntivo

Ai fini della simulazioni relative all'Odp serale del giorno medio feriale, è stato considerato un flusso veicolare, pari a 164 veicoli, che rappresenta il numero di veicoli in ingresso e in uscita dei clienti delle nuove strutture indotto nell'ora di punta serale del venerdì.

Per l'ora di riferimento della situazione evento, essendo domenica, si è invece preso a riferimento il numero di 283 veicoli indotti. Tale assunzione risulta molto cautelativa per questi ordini di ragioni:

- Le stime regionali, dovendo essere cautelative per ragioni di sicurezza, spesso portano ad una sovrastima degli indotti;
- La localizzazione in contesto urbanizzato dell'intervento fa presumere una quota non marginale di utenti che utilizzano il mezzo pubblico o la mobilità dolce per raggiungere la struttura commerciale;
- Non si prende in considerazione la possibilità, invero molto realistica, che tali esercizi commerciali siano usati anche da persone già presenti nella rete di studio;

¹ DCR 2 ottobre 2006, n. 215, Programma Triennale per lo sviluppo del settore commerciale 2006/2008 e relative modalità applicative

- L'ora di picco degli esercizi commerciali generalmente è più tardi rispetto all'ora di punta analizzata per l'evento (14:30-15:30).

Per il calcolo degli addetti sono stati utilizzati i coefficienti regionali per le medie strutture.

TIPOLOGIA	FOOD	NO FOOD
	addetti/mq	addetti/mq
Vicinato	0,02787	0,01618
Medie strutture	0,02161	0,00736
Grandi strutture	0,04194	0,01098

Tabella 42 - Parametri regionali per il calcolo degli addetti delle strutture di vendita – in riferimento all'Osservatorio Regionale del commercio

Secondo detti parametri le nuove strutture commerciali generano complessivamente 12 addetti giornalieri. Per quanto riguarda la mobilità di questi addetti si stima che nell'ora di punta serale e in quella relativa all'evento non vi siano addetti né in ingresso né in uscita, mentre la mattina si stimano 12 addetti in ingresso e nessuno in uscita.

La tabella di seguito riassume i flussi indotti aggiuntivi introdotti nelle diverse simulazioni sia del giorno medio feriale e quella in corrispondenza dell'evento sportivo.

INDOTTI AGGIUNTIVI	ODP MATTINA			ODP SERA			ODP EVENTO		
	IN	OUT	TOT	IN	OUT	TOT	IN	OUT	TOT
CC clienti	0	0	0	98	65	164	170	113	283
CC addetti	12	0	12	0	0	0	0	0	0
TOTALE	12	0	12	98	65	164	170	113	283

Tabella 43 - Quadro riassuntivo degli indotti aggiunti nelle simulazioni

Per definire le provenienze di tale quota si è fatto riferimento alla scenario attuale, ipotizzando una distribuzione dei nuovi flussi indotti uguale a quella presente nello stato di fatto.

Si riportano di seguito le percentuali di provenienza e destinazione degli indotti alle nuove strutture di vendita stimate.



Figura 57 – Provenienza indotti alle nuove strutture commerciali nel giorno medio feriale



Figura 58 – Provenienza indotti alle nuove strutture commerciali nel giorno dell'evento

3.3.2 Le simulazioni dello scenario progettuale

Sono state condotte delle simulazioni dello scenario progettuale per l'ora di punta della mattina, della sera di un giorno medio feriale e durante una partita dell'Atalanta, considerando il traffico indotto dalle nuove strutture insediative.

Il diagramma di carico, che costituisce uno dei risultati principali delle simulazioni effettuate, riporta l'entità del traffico su ciascun arco stradale ed autostradale della rete di trasporto complessiva, mediante una visualizzazione basata principalmente sul colore delle bande che descrivono i flussi (flussogrammi): i colori delle bande identificano la fascia di traffico corrispondente sull'arco.

Qui di seguito sono riportati i diagrammi di carico degli scenari progettuali in termini di veicoli totali, relativi all'ora di punta mattutina e serale e di un giorno feriale e della situazione EVENTO per l'area di studio.

Si vuole precisare che nel caso EVENTO l'istituzione dei sensi unici su via Fossoli e via dei Celestini in concomitanza con la chiusura di via Crescenzi, rende alcuni percorsi non effettuabili all'interno della rete simulata. In questi casi l'itinerario è stato modificato, sottraendolo in tutto o in parte dalla matrice O/D. In particolare vi sono tre casistiche: eliminazione dello spostamento (ad esempio il percorso da via Marzabotto nord a viale Giulio Cesari Sud diventa esterno alla rete), variazione della destinazione dello spostamento (ad esempio il percorso dal park del Lazzaretto a viale Giulio Cesare sud viene ridiretto su via del Lazzaretto sud) e duplicazione dello spostamento (ad esempio il percorso dal park del Lazzaretto a viale Giulio Cesare nord viene sostituito da un primo spostamento diretto a via del Lazzaretto sud cui si aggiunge un ulteriore spostamento da viale Giulio Cesare sud a viale Giulio Cesare nord).

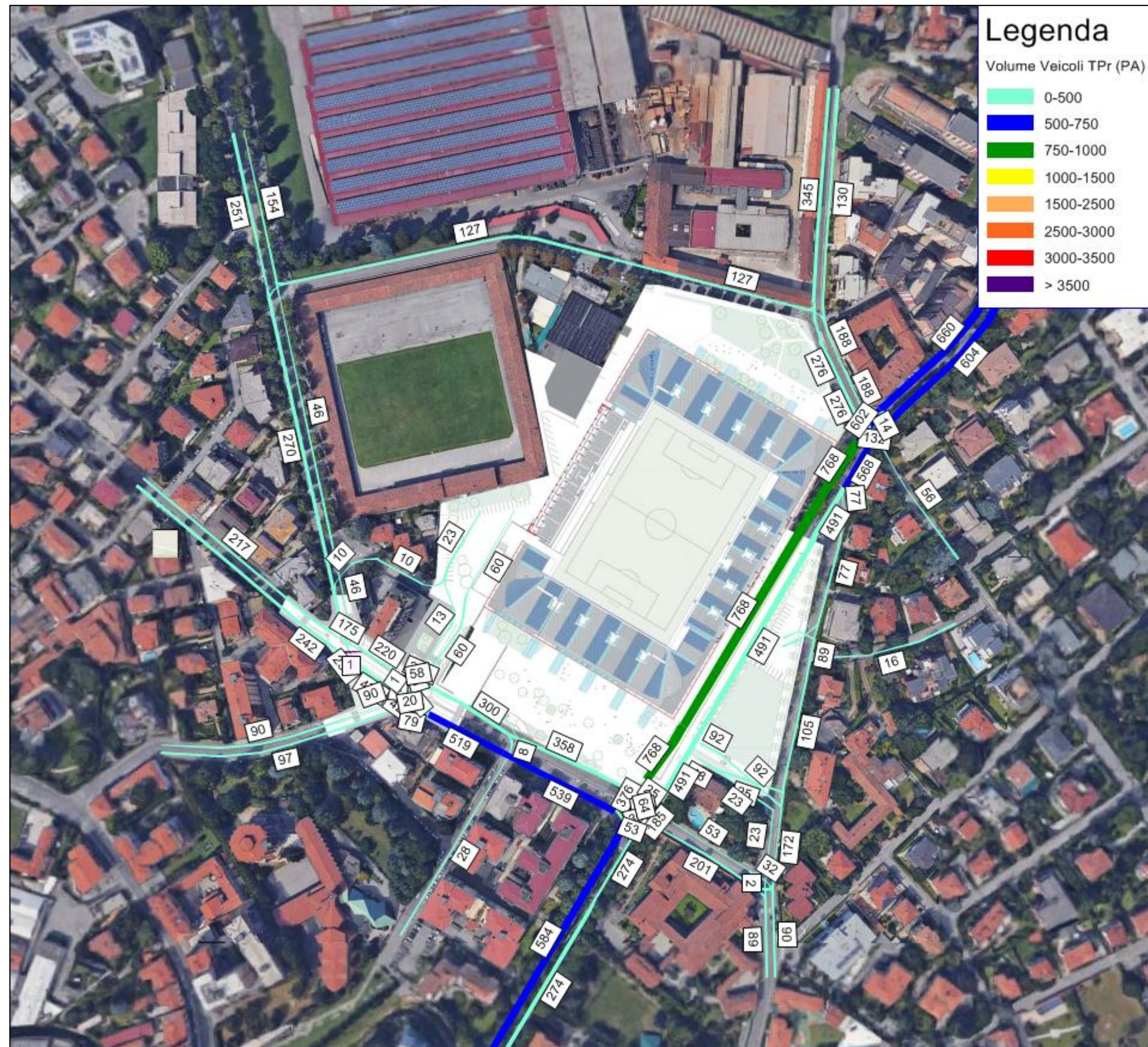


Figura 59 - Scenario progettuale SDP della mattina. Flussogramma della rete dell'area di studio (veicoli totali)



Figura 60 - Scenario progettuale SDP della sera. Flussogramma della rete dell'area di studio (veicoli totali)

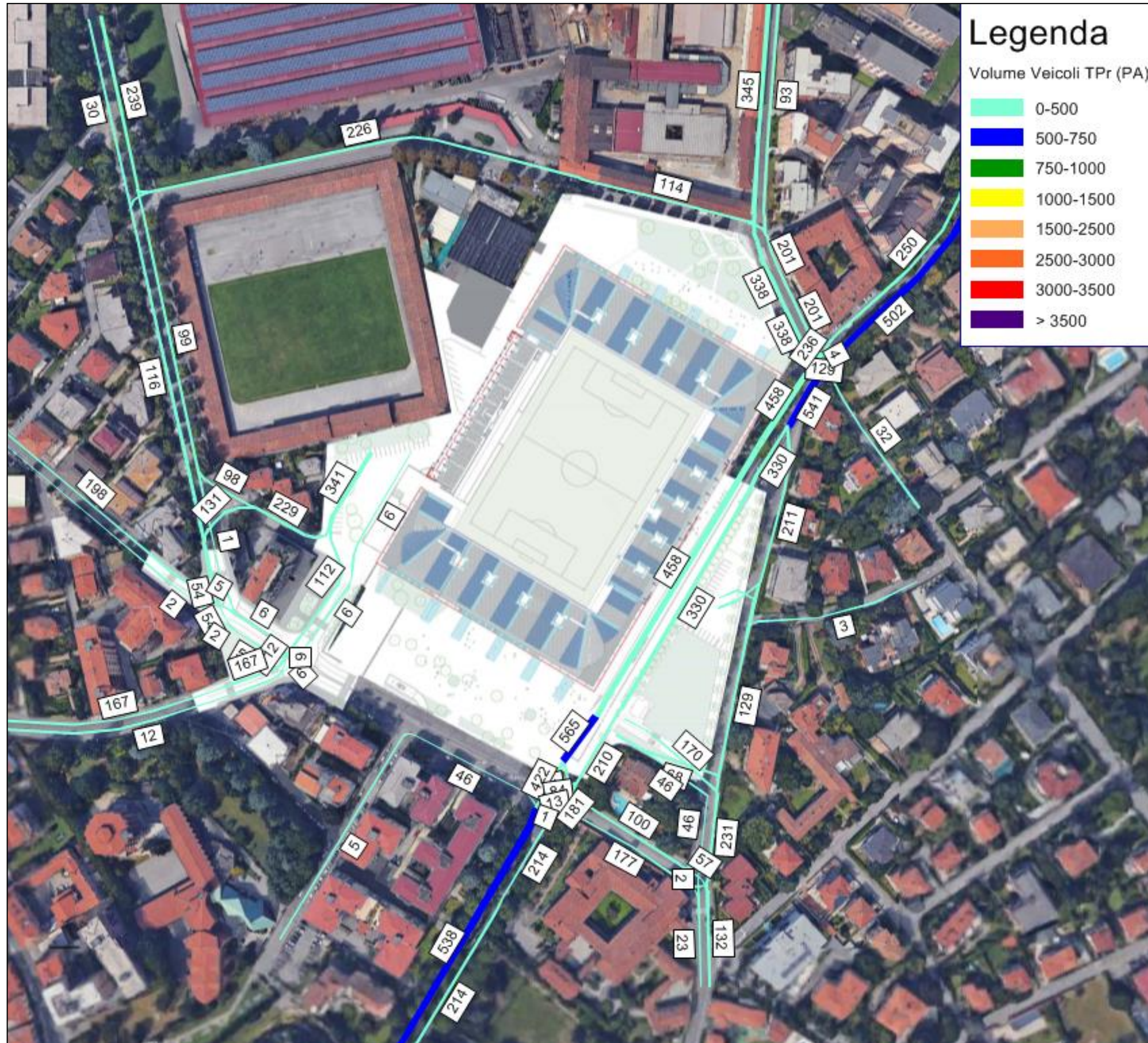


Figura 61 - Scenario progettuale durante l'evento. Flussogramma della rete dell'area di studio (veicoli totali)

4 VERIFICA FUNZIONALE DELLE INTERSEZIONI SEMAFORIZZATE

La verifica della capacità della rete di smaltire il traffico previsto negli scenari SDF e SDP si concentra sulla verifica funzionale delle due intersezioni semaforizzate lungo viale Giulio Cesare, limitrofe all'area oggetto d'intervento.

In particolare, l'obiettivo è verificare che le intersezioni considerate siano in grado di smaltire i flussi di traffico previsti nello scenario di riferimento e progettuali, nelle ore di punta mattutine e serale di un giorno medio feriale oltre che in corrispondenza della situazione legata all'evento sportivo, calcolando la capacità residua e i livelli di servizio di ciascun ramo.

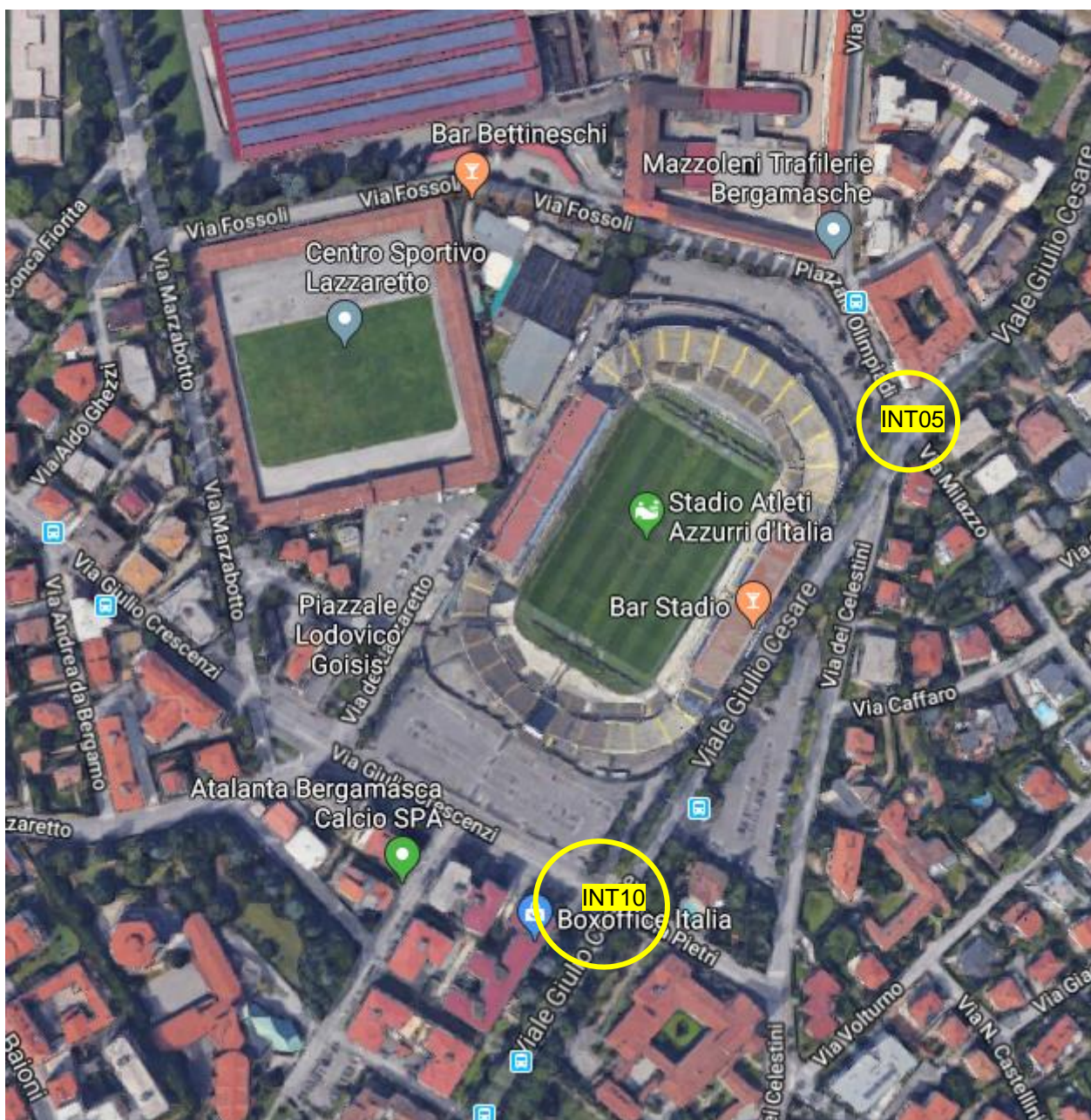


Figura 62 – Intersezione semaforizzate analizzate

L'intersezione 10 (INT10) è posta tra via Giulio Cesare e via Crescenzi, mentre l'intersezione 5 (INT05) è localizzata tra la via Giulio Cesare e via Milazzo.

Si tratta di due intersezioni semaforizzate con cicli semaforici di 104 secondi con 4 secondi dedicati al giallo durante i giorni feriali, mentre durante l'evento sportivo tale ciclo semaforico si riduce a 99 secondi, con un tempo di giallo sempre pari a 4 secondi. Si riportano nel successivo paragrafo le analisi di dettaglio.

4.1 Metodologia di analisi

Per le intersezioni semaforizzate si è utilizzata la procedura di verifica HCM (Highway Capacity Manual). Questa metodologia consente, tramite 5 moduli di analisi, di quantificare il livello di servizio delle intersezioni, grandezza che definisce la funzionalità della stessa. La procedura di verifica con il metodo HCM è quindi suddivisa in:

- Modulo di input;
- Modulo di correzione dei volumi di traffico;
- Modulo del flusso di saturazione;
- Modulo dell'analisi della capacità;
- Modulo del livello di servizio.

4.1.1 Modulo di input

Con questo modulo si definiscono i dati di input, ovvero:

- Condizioni geometriche
- Condizioni di traffico
- Condizioni di semaforizzazione

4.1.2 Modulo per la correzione dei volumi di traffico

Questo modulo converte i flussi misurati in termini di veicoli/ora per ora di punta, in flussi per un periodo d'analisi di 15 minuti di punta, e tiene conto degli effetti di distribuzione nella corsia.

È contenuta in questo modulo anche la definizione dei gruppi di corsie e la loro correzione per tenere conto dell'utilizzazione non equilibrata delle corsie.

Per gruppo di corsie si intende una o più corsie che smaltiscono la stessa corrente veicolare, hanno una linea di fermata comune ed offrono le stesse prestazioni in termini di capacità.

4.1.3 Modulo del flusso di saturazione

Con questo modulo si calcola il flusso di saturazione (FS) per ogni gruppo di corsie, attraverso la correzione del flusso di saturazione ideale. Il flusso di saturazione ideale, per un gruppo di corsie, è pari al numero di veicoli per ora che possono attraversare la linea di arresto dell'intersezione, assumendo che la fase di verde sia sempre disponibile, cioè che il rapporto di verde (RV) sia uguale a 1.

$$FS = FS_0 \cdot N \cdot f_b \cdot f_{vp} \cdot f_i \cdot f_p \cdot f_B \cdot f_a \cdot f_u \cdot f_D \cdot f_S \cdot f_{PD} \cdot f_{PS}$$

Dove:

- FS_0 = 1900 veicoli/ora di verde, per corsia in condizioni ottimali (flusso di saturazione ideale);
- N = numero di corsie che compongono il gruppo;
- f_b = fattore di correzione per la larghezza della corsia

$$f_b = 1 + \frac{b - 3,60}{9}$$

b = larghezza della corsia in metri, deve essere minore o uguale a 2,40m, altrimenti si considera $f_b = 1$. Se b fosse maggiore di 4,80m si considererebbero due corsie;

- f_{vp} = fattore di correzione per i veicoli pesanti presenti nella corrente di traffico

$$f_{vp} = \frac{100}{100 + P}$$

- P = percentuale di veicoli pesanti presenti nel gruppo di corsie;
- f_i = fattore di correzione per la pendenza del ramo

$$f_i = 1 - \frac{i(\%)}{100}$$
 i = pendenza (%) del ramo d'accesso, dev'essere compresa fra -6 e 10;
- f_p = fattore di correzione per l'esistenza di una corsia di sosta adiacente al gruppo di corsie e per l'attività di parcheggio in quella corsia

$$f_p = \frac{N - 0,1 - \frac{18 \cdot N_p}{3600}}{N}$$

N_p = numero di manovre di parcheggio per ora, deve essere compreso fra 0 e 180;
 f_p si pone uguale a 1 in assenza di parcheggi, altrimenti deve essere comunque maggiore di 0,05;

- f_B = fattore di correzione per l'effetto di blocco del traffico dovuto agli autobus che effettuano la fermata nell'area dell'intersezione

$$f_B = \frac{N - \frac{14,4 \cdot N_B}{3600}}{N}$$

N_B = numero di fermate per ora, deve essere compreso fra 0 e 250;
 f_B si pone uguale a 1 in assenza di fermate, altrimenti deve essere comunque maggiore di 0,05;

- f_a = fattore di correzione dovuto al tipo di area. Si pone pari a 0,9 se l'intersezione si trova in un CdA (centro d'affari), mentre si pone uguale a 1 in tutti gli altri casi;
- f_u = fattore di correzione per l'utilizzazione della corsia

$$f_u = \frac{Q_g}{N \cdot Q_{g1}}$$

Q_g = flusso per il gruppo di corsie;
 Q_{g1} = flusso per la corsia più carica del gruppo;

- f_D = fattore di correzione per la svolta a destra nel gruppo di corsie

Nel caso di corsia esclusiva: $f_D = 0,85$

Nel caso di corsia promiscua (N=1): $f_D = 1 - 0,135 \cdot P_D$

Nel caso di corsia promiscua (N>1): $f_D = 1 - 0,15 \cdot P_D$

P_d = frazione di veicoli del gruppo di corsie che svoltano a destra;

- f_s = di correzione per la svolta a sinistra nel gruppo di corsie

Nel caso di corsia esclusiva: $f_s = 0,95$

$$f_s = \frac{1}{1 + 0,05 \cdot P_s}$$

Nel caso di corsia condivisa:

P_s = frazione di veicoli del gruppo di corsie che svoltano a sinistra;

Per svolte a sinistra non protette si esegue una speciale procedura di calcolo, che si basa sulle interazioni tra il veicolo che deve svoltare a sinistra e i veicoli della corrente opposta. Di seguito si riporta la procedura di calcolo speciale per il calcolo di f_s .

$$f_s = \frac{f_m + 0,91 \cdot (N - 1)}{N}$$

Dove N è il numero di corsie del gruppo di corsie in cui i veicoli possono eseguire la manovra di svolta a sinistra. Siccome nel nostro caso le svolte a sinistra avvengono sempre da un'unica corsia, si ha che N è pari a 1 e quindi risulta $f_s = f_m$.

$$f_m = \frac{V_f}{VE} + \frac{V_u}{VE} \cdot \left[\frac{1}{1 + P_{sx} \cdot (E_{opc} - 1)} \right]$$

Dove:

- V_f = frazione di verde effettivo persa prima dell'arrivo del primo veicolo che deve svoltare a sinistra.

Nel caso di corsia esclusiva: $V_f = 0$

Nel caso di corsia condivisa: $V_f = V \cdot e^{-0,882 \cdot PSC^{0,717}} - t_{Sx}$

In cui V è il tempo di verde per la fase, espresso in secondi; t_{Sx} è il tempo perso per le svolte a sinistra nel gruppo di corsie, pari al tempo di giallo; PSC è il numero di manovre di svolta in un ciclo, calcolato con il volume corretto dei veicoli che svoltano a sinistra Q_{Ps} [veic/h].

$$PSC = \frac{Q_{Ps} \cdot C}{3600}$$

- V_u = frazione di verde effettivo durante la quale, i veicoli che svoltano a sinistra riescono a trovare un varco utile nella corrente opposta, per effettuare la manovra.

Nel caso in cui sia $V_q < V_f$ si utilizza: $V_u = VE - V_f$

Nel caso in cui sia $V_q > V_f$ si utilizza: $V_u = VE - V_q$

V_q rappresenta la frazione di verde effettivo persa per lo smaltimento della coda in opposizione ed pari a:

$$V_q = \frac{Q_{opc} \cdot coda_o}{0,5 - \frac{Q_{opc} \cdot (1 - coda_o)}{V_o}} - t_{Sxo}$$

Con:

$$Q_{opc} = \frac{Q_o \cdot c}{3600} \cdot N_o \cdot f_{Uo}$$

$$coda_o = 1 - R_{po} \cdot \frac{VE_o}{C}$$

In cui t_{Sxo} è il tempo perso per il gruppo in opposizione e pari al tempo di giallo, espresso in secondi; Q_o è il flusso veicolare in opposizione; N_o è il numero di corsie relativo a Q_o ; f_{Uo} è il fattore di utilizzazione relativo a N_o ; R_{po} è il rapporto di plotone di Q_o ; VE_o è il verde disponibile per Q_o .

- VE = verde effettivo, cioè tempo di verde effettivamente disponibile per effettuare la svolta a sinistra, calcolato sottraendo i perditempo alla somma del tempo di verde e di giallo.
- P_{Sx} = frazione di veicoli che effettuano la svolta a sinistra, nel caso di corsie esclusive è pari a 1.
- E_{opc} = fattore di equivalenza relativo ai veicoli in opposizione al flusso che svolta a sinistra.

- f_{PD} = fattore di correzione per l'interferenza con pedoni e ciclisti per la manovra di svolta a destra.

Per il calcolo di tale fattore è necessario determinare l'occupazione media di pedoni (occ_{pedg}) e ciclisti (occ_{bicg}), l'occupazione totale relativa alle zone di conflitto (occ_r) e il fattore d'interferenza con pedoni e ciclisti per la manovra di svolta (A_{pbt}). Infine si ha:

$$f_{PD} = 1 - P_D \cdot (1 - A_{pbt})$$

Dove P_D è la frazione di veicoli che svoltano a destra.

- f_{PS} = fattore di correzione per l'interferenza con pedoni e ciclisti per la manovra di svolta a sinistra.

Il calcolo di tale fattore è analogo al caso di svolta f_{PD} .

4.1.4 Modulo dell'analisi della capacità

Nel presente modulo si considerano il volume e il flusso di saturazione necessari per calcolare la capacità, il rapporto di saturazione per ogni gruppo di corsie e quello critico per l'intersezione.

Il procedimento adottato è il seguente:

- Determinazione del rapporto di flusso per ogni gruppo di corsie

$$\gamma_i = \frac{Q_i}{FS_i}$$

- Calcolo della capacità per ogni gruppo di corsie

$$c_i = FS_i \cdot \frac{VE_i}{C} = FS_i \cdot RV_i$$

- determinazione del rapporto di saturazione per ogni gruppo di corsie

$$X_i = \frac{Q_i}{c_i} = \frac{Q_i}{\left(\frac{FS_i \cdot VE_i}{C}\right)} = \frac{Q_i \cdot C}{FS_i \cdot VE_i} = \frac{\gamma_i}{RV_i}$$

Dove:

- Q = portata veicolare nell'ora di punta.
- VE = tempo di verde effettivo per la manovra.
- C = durata del ciclo semaforico.
- RV = rapporto di verde, calcolato come il rapporto tra il tempo di verde effettivo, per la manovra considerata, e la durata del ciclo semaforico.

4.1.5 Modulo del livello di servizio

In questo modulo si stima il ritardo per ogni gruppo di corsie e si determina il livello di servizio dell'intersezione, definito sulla base del ritardo medio di fermata per veicolo, indotto dal controllo semaforico, in un periodo di quindici minuti. Tale risultato fornisce una misura del disagio del guidatore, del consumo del carburante e del tempo di viaggio perso.

Il ritardo medio complessivo è fornito dalla seguente relazione:

$$d_i = d_{1i} \cdot PF_i + d_{2i} + d_{3i}$$

Con:

- PF = fattore correttivo in funzione del rapporto di verde e della progressione degli arrivi (determinato da tabelle apposite).
- d_{1i} [sec/veic.] = ritardo medio assumendo arrivi uniformi.

$$d_{1i} = \frac{0,5 \cdot C \cdot (1 - RV_i)^2}{1 - [\min(1; X_i) \cdot RV_i]}$$

Dove C è la durata del ciclo semaforico; RV è il rapporto di verde; X è il rapporto di saturazione per il gruppo di corsie.

- d_{2i} [sec/veic.] = ritardo incrementale che tiene conto dell'arrivo casuale e non uniforme dei veicoli, delle code originate per saturazione e della durata del periodo di analisi.

$$d_{2i} = 900 \cdot T \cdot \left[(X_i - 1) + \sqrt{(X_i - 1)^2 + \frac{4 \cdot X_i}{c_i \cdot T}} \right]$$

Dove T è il periodo di analisi espresso in ore (pari a 0,25 per un periodo di un quarto d'ora); c è la capacità del gruppo di corsie.

- d_{3i} [sec/veic.] = ritardo dovuto alla presenza di code all'inizio del periodo di analisi, si pone pari a zero se non c'è coda all'inizio del periodo d'analisi (T).

$$d_{3i} = \frac{1800 \cdot coda_i \cdot (1 + u) \cdot t}{c \cdot T}$$

Dove $coda_i$ è la coda residua all'inizio del periodo d'analisi T e il cui valore va misurato sul campo o stimato ragionevolmente; u è il fattore di ritardo; t è la frazione del periodo d'analisi non utilizzato, espressa in ore.

I livelli di servizio (LoS) individuati dal *Highway Capacity Manual* (HCM) sono i seguenti sei:

- **LoS A:** ritardo estremamente limitato (10 sec/veic.); la coordinazione semaforica risulta particolarmente favorevole e la maggior parte dei veicoli si presenta nella fase di verde.
- **LoS B:** ritardo compreso tra 10 e 20 sec/veic.; si ottiene con una buona coordinazione e/o con brevi tempi di ciclo.
- **LoS C:** ritardo compreso tra 20 e 35 s/veic; i maggiori ritardi sono causati da una coordinazione discreta e/o da tempi di ciclo più lunghi, inoltre il numero di veicoli arrestati per ciclo inizia a essere significativo.
- **LoS D:** ritardo compreso tra 35 e 55 s/veic; i ritardi elevati possono dipendere da una combinazione tra coordinazione sfavorevole, tempi di ciclo prolungati, gradi di saturazione elevati, inoltre l'influenza della congestione e l'insufficienza del ciclo iniziano a risultare rilevanti.
- **LoS E:** ritardo compreso tra 55 e 80 s/veic; questi valori di ritardo possono essere motivati da scarsa coordinazione semaforica, lunghi tempi di ciclo, elevati gradi di saturazione, inoltre le insufficienze del ciclo sono frequenti. Il valore di 80 s/veic è di norma considerato come il limite accettabile del ritardo veicolare.
- **LoS F:** ritardo superiore a 80 s/veic; si verifica in presenza di sovrasaturazione o qualora ricorrano frequenti insufficienze del ciclo.

LoS	Ritardo medio d [sec/veic]
A	≤ 10
B	10 - 20
C	20 - 35
D	35 - 55
E	55 - 80
F	≥ 80

Tabella 44 - Livelli di Servizio

4.2 Analisi di risultati

Per ogni intersezione analizzata, per ciascuna corsia presente, si riportano i risultati ottenuti applicando la metodologia illustrata nel precedente paragrafo.

Le successive tabelle mettono a confronto i risultati ottenuti negli scenari Stati di Fatto (SDF) e Stato di Progetto (SDP) nelle ore di punta (ODP) mattutine e serali di un giorno medio feriale e del giorno EVENTO.

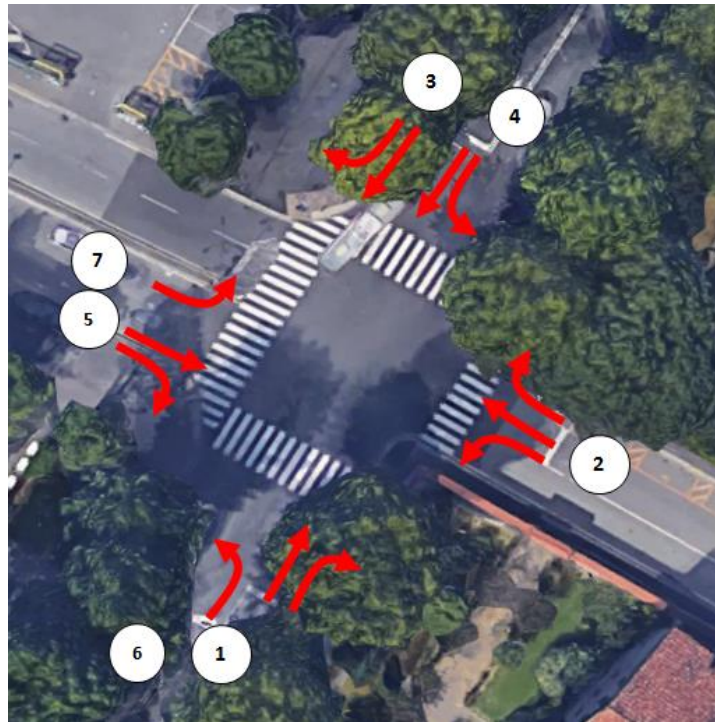
INTERSEZIONE 10


Figura 63 – Localizzazione delle corsie relative all'INT 10

INT 10	Stato Di Fatto									Stato Di Progetto								
	Mattina			Sera			Evento			Mattina			Sera			Evento		
	Corsie	Riserve	ritardo medio	LdS	Riserve	ritardo medio	LdS	Riserve	ritardo medio	LdS	Riserve	ritardo medio	LdS	Riserve	ritardo medio	LdS	Riserve	ritardo medio
1	80%	11.85	B	65%	13.52	B	88%	10.74	B	80%	11.90	B	64%	13.75	B	79%	11.50	B
2	92%	27.94	C	89%	28.30	C	81%	27.77	C	90%	28.28	C	71%	30.92	C	80%	27.87	C
3	72%	12.73	B	72%	12.78	B	100%	9.78	A	73%	12.60	B	74%	12.57	B	100%	9.78	A
4	64%	13.70	B	73%	12.59	B	53%	14.67	B	53%	15.30	B	65%	13.61	B	46%	15.86	B
5	56%	33.80	C	76%	30.19	C	93%	26.25	C	51%	34.93	C	67%	31.57	C	93%	26.27	C
6	94%	10.68	B	92%	10.76	B	100%	9.78	A	94%	10.67	B	92%	10.77	B	100%	9.78	A
7	63%	32.32	C	49%	35.23	D	97%	25.74	C	39%	37.95	D	26%	43.55	D	97%	25.74	C

Tabella 45 – Confronto SDF e SDP delle performances INT 10 Odp mattutina e serale di un giorno medio feriale e del giorno EVENTO

Si può notare la generale conservazione dei livelli di performances negli scenari progettuali rispetto alla situazione attuale, con riserve di capacità che permangono intorno al 50%. Solo per la corsia 7, nella situazione ordinaria della fascia mattutina, si assiste ad un peggioramento del LdS a causa principalmente del senso unico su via Fossoli che costringe i veicoli provenienti da Ovest e diretti a Nord-Est ad utilizzare il semaforo dell'INT10.

A tal riguardo, per la sola situazione ordinaria, è stata ipotizzata una modifica dei tempi semaforici delle lanterne dell'INT10, in particolare è stata aumentato di 5 secondi il tempo di verde delle lanterne 2,5 e 7 a discapito del tempo di verde delle lanterne 1,3,4 e 6. Si riportano di seguito i risultati di tale proposta.

INT 10	Stato Di Fatto						Stato Di Progetto 2(+5 sec verde 2,5,7 - 5 sec verde 1,3,4,6)					
	Mattina			Sera			Mattina			Sera		
	Corsie	Riserve	ritardo medio	LdS	Riserve	ritardo medio	LdS	Riserve	ritardo medio	LdS	Riserve	ritardo medio
1	80%	11.85	B	65%	13.52	B	78%	14.62	B	60%	16.94	B
2	92%	27.94	C	89%	28.30	C	91%	24.57	C	75%	26.66	C
3	72%	12.73	B	72%	12.78	B	71%	15.49	B	71%	15.46	B
4	64%	13.70	B	73%	12.59	B	48%	18.92	B	61%	16.77	B
5	56%	33.80	C	76%	30.19	C	58%	29.60	C	72%	27.16	C
6	94%	10.68	B	92%	10.76	B	93%	13.11	B	92%	13.23	B
7	63%	32.32	C	49%	35.23	D	48%	31.60	C	37%	34.78	C

Tabella 46 – Confronto SDF e SDP con modifica tempi semaforici delle performances INT 10 Odp mattutina e serale di un giorno medio feriale

In questo scenario progettuale è possibile osservare la conservazione dei livelli di performances rispetto alla situazione attuale. In particolare per la corsia 7, nella situazione ordinaria della fascia serale, si assiste addirittura ad un miglioramento del LdS.

INTERSEZIONE 5

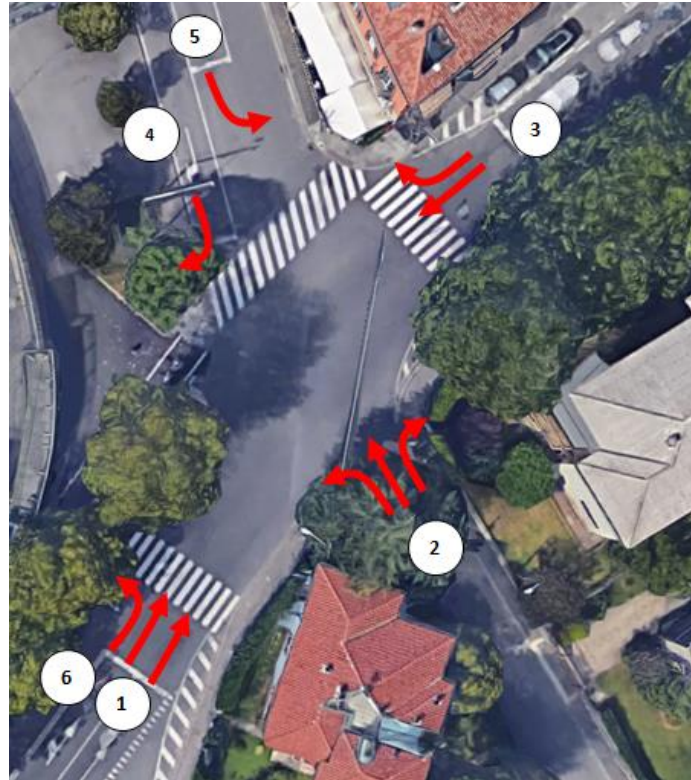


Figura 64 – Localizzazione delle corsie relative all'INT 2

INT 05	Stato Di Fatto									Stato Di Progetto								
	Mattina			Sera			Evento			Mattina			Sera			Evento		
	Riserve	ritardo medio	LdS	Riserve	ritardo medio	LdS	Riserve	ritardo medio	LdS	Riserve	ritardo medio	LdS	Riserve	ritardo medio	LdS	Riserve	ritardo medio	LdS
1	84%	10.13	B	73%	11.16	B	86%	10.44	B	79%	10.63	B	67%	11.89	B	82%	10.81	B
2	89%	29.85	C	91%	29.57	C	95%	26.78	C	88%	29.87	C	91%	29.59	C	94%	26.89	C
3	39%	16.53	B	51%	14.05	B	82%	10.81	B	39%	16.31	B	50%	14.28	B	77%	11.29	B
4	63%	34.21	C	68%	33.09	C	47%	35.16	D	64%	33.83	C	69%	32.91	C	51%	34.24	C
5	46%	37.80	D	54%	35.74	D	46%	35.11	D	71%	32.46	C	79%	31.13	C	73%	29.67	C
6	76%	10.94	B	61%	12.67	B	76%	11.38	B	67%	11.94	B	52%	14.06	B	63%	12.88	B

Tabella 47 – Confronto SDF e SDP delle performances INT05 Odp mattutina e serale e del giorno EVENTO

Nello SDP si assiste al mantenimento dei livelli di servizio rispetto agli scenari SDF con riserve di capacità superiori al 30%. Rispetto alla corsia 5, negli scenari progettuali, si registra un miglioramento del LdS dovuto alla realizzazione del senso unico di via Fossoli.

5 VERIFICA FUNZIONALE DELLE ROTATORIE

La verifica della capacità della rete di smaltire il traffico previsto nello scenario SDP viene svolta anche per le rotatorie di progetto previste tra via Crescenzi, via Lazzaretto e via Marzabotto.

In particolare, gli obiettivi sono:

- verificare che l'intersezione considerata sia in grado di smaltire i flussi di traffico previsti negli scenari di riferimento, nelle ore di punta indagate;
- per tali intersezione, calcolare la capacità residua al fine di valutare se sia in grado di smaltire l'eventuale ulteriore incremento di traffico;
- determinare alcuni indicatori di performances delle intersezioni, quali i tempi medi di attesa e la lunghezza delle code, al fine di valutare l'efficienza e l'efficacia dell'infrastruttura viaria.

5.1 Le intersezioni analizzate

Le intersezioni analizzate sono le rotatorie evidenziate nelle figure riportate di seguito.

R01 intersezione tra via Crescenzi e via Del Lazzaretto

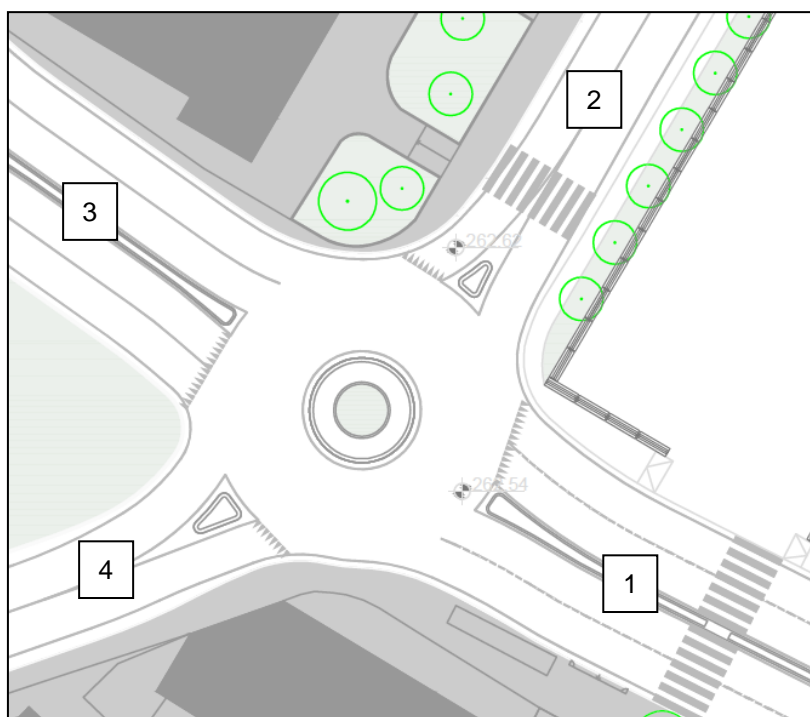


Figura 65 – Localizzazione e layout R01

- 1 – Via Crescenzi sud/est
- 2 – Via Lazzaretto nord/est
- 3 – Via Crescenzi nord/ovest
- 4 – Via Lazzaretto sud/ovest

R02 intersezione tra via Crescenzi e via Marzabotto

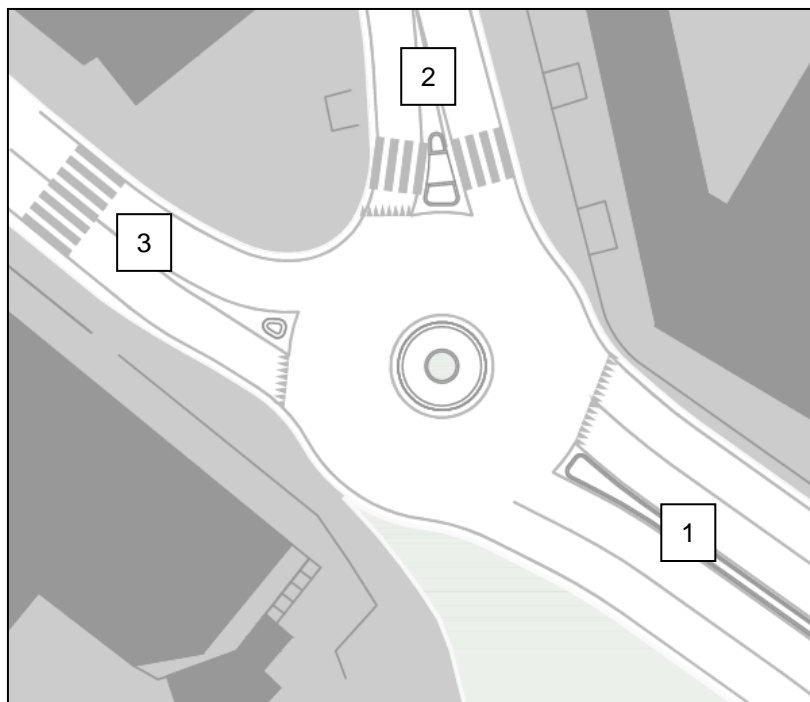


Figura 66 – Localizzazione e layout R02

- 1 – Via Crescenzi sud/est
- 2 – Via Marzabotto
- 3 – Via Crescenzi nord/ovest

5.2 Metodologia di analisi

La verifica funzionale delle intersezioni previste, può essere concentrata sulle due rotonde precedentemente illustrate. Fatta questa premessa, si è deciso di svolgere l'analisi con il software trasportistico GIRABASE studiato in Francia dalla fine degli anni Settanta in specifico per l'analisi delle rotonde, e successivamente sviluppato come software certificato da parte del Centre d'Etudes sur les Réseaux, les Transports, l'Urbanisme et les constructions publiques (CERTU) e del Service d'Etudes Techniques des Routes et Autoroutes (SETRA), due importanti enti che si occupano di pianificazione e progettazione delle infrastrutture di trasporto.

GIRABASE consente di testare progetti di rotonde in termini di capacità e di adattarne le caratteristiche geometriche sulla base delle previsioni di traffico. Le rotonde considerate prevedono che il flusso sull'anello abbia precedenza sui flussi in ingresso in rotonda. L'obiettivo prioritario di GIRABASE è quello di verificare e diagnosticare, per ciascuna rotonda, la capacità di smaltire il traffico previsto e l'eventuale presenza di capacità residua.

GIRABASE considera una rotonda come una serie di incroci a T (la disposizione dei rami influenza i calcoli); per ogni ramo, il traffico massimo in entrata (Capacità) dipende dal traffico generato a destra dell'ingresso, secondo una curva esponenziale decrescente di tipo Siegloch. Il traffico generato a destra del ramo è a sua volta funzione del traffico che circola sull'anello a destra del ramo e del traffico uscente nel ramo stesso.

La formula che ne deriva è la seguente:

$$C = \frac{e^{-qg\left(tg - \frac{tf}{2}\right)}}{tf}$$

C = capacità, espresso in veicoli al secondo

tg = intervallo critico, espresso in secondi

tf = intervallo complementare, espresso in secondi

Questo modello di calcolo dei veicoli che entrano in rotonda, si basa sulle seguenti assunzioni:

- nessun veicolo di una corrente secondaria si inserisce in una corrente principale in un tempo inferiore all'intervallo critico t_g ;
- ogni veicolo di una corrente secondaria si inserisce in una corrente principale in un tempo compreso tra t_g e t_g+t_f ;
- N veicoli di una corrente secondaria si inseriscono in una corrente principale in un tempo compreso tra $t_g+t_f(N-1)$ e t_g+t_fN .

A partire dalle caratteristiche geometriche della rotatoria e dalla matrice completa della rotatoria (veicoli per ciascuna coppia di rami), GIRABASE calcola per ciascun ramo in ingresso:

- la riserva di capacità in percentuale e in veicoli/ora;
- i tempi medi e totali di attesa;
- la lunghezza media e massima della coda di veicoli.

Per utilizzare GIRABASE servono una serie di informazioni per ciascuna rotatoria in esame. In particolare vengono forniti i seguenti dati, classificati come qui di seguito riportato.

Dati preliminari = vengono forniti una descrizione della rotatoria e dei diversi rami in ingresso e uscita, nonché un ambito di localizzazione, tra i seguenti valori:

- extraurbano;
- periurbano;
- urbano.

Tale ambito influenza i valori degli intervalli critici t_g e t_f .

Dati geometrici = per ciascun ramo della rotatoria occorre fornire:

- numero di direttrici;
- angoli di confluenza;
- raggio interno (R);
- larghezza della banda interna sormontabile (B_f);
- larghezza dell'anello centrale (LA);
- larghezza delle corsie di entrata (LE) e uscita (LS);
- dimensione delle isole spartitraffico (LI);
- pendenza in casi superiori al 3%;
- presenza di svolta a destra continua.

In Figura 67 sono riportate alcune delle grandezze geometriche richieste.

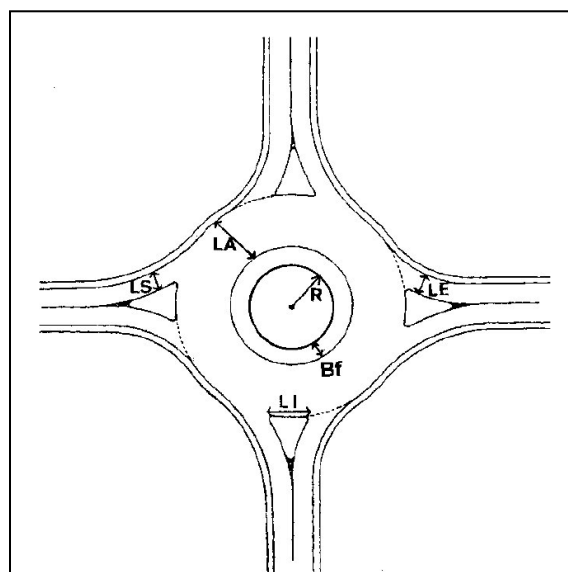


Figura 67 - I dati geometrici di una rotatoria

Dati di traffico = viene fornita la matrice del nodo, indicando il numero di veicoli entranti da ciascun ramo, disaggregati in funzione del ramo di uscita. Per gestire le diverse categorie di veicoli, GIRABASE suggerisce questi coefficienti di equivalenza (diversi da quelli utilizzati nel macromodello):

- autoveicoli, commerciali leggeri e moto, pari a 1;
- veicoli commerciali pesanti, pari a 2;

In funzione dei suddetti dati, GIRABASE calcola la capacità di un ramo in ingresso, considerando il disturbo provocato da coloro che escono nello stesso ramo (in quanto il conducente non sempre arriva a determinare se i veicoli sull'anello intendono lasciare la rotatoria), dagli attraversamenti pedonali e soprattutto dai veicoli che circolano nell'anello davanti al loro ingresso, cui devono dare la precedenza. Oltre alla riserva di capacità, vengono calcolati i tempi di attesa e le lunghezze delle code.

GIRABASE suggerisce anche come interpretare i dati forniti dal modello. Innanzitutto, valutando la riserva di capacità di ciascun ramo, espressa in percentuale, si considera che:

- se la riserva di capacità è superiore all'80% per tutti i rami in ingresso, la rotatoria non è giustificata;
- se tutti i rami hanno una riserva di capacità superiore al 50%, la dimensione dell'anello della rotatoria può essere ridotto;
- se la riserva di capacità per un ramo è superiore al 50%, è possibile ipotizzare un sovradimensionamento dello stesso;
- se la riserva di capacità per un ramo è compresa tra il 5% ed il 25%, è prevedibile la formazione di code, più o meno lunghe. In questo caso è importante verificare se tali code possano propagarsi ad intersezioni vicine (inferiori ai 100 m), rendendo critica anche l'uscita da tali intersezioni;
- se la riserva di capacità per un ramo è inferiore al 5% o addirittura negativa, è presumibile la formazione di code importanti, di saturazione e di progressivo blocco della rotatoria, e di conseguenza è richiesta una riprogettazione della rotatoria.

Tra gli interventi suggeriti vi sono:

- allargamento del ramo di ingresso, ad esempio mediante la realizzazione di doppi attestamenti;
- allargamento dell'isola spartitraffico, che quanto meno riduce la perturbazione dei veicoli che escono nello stesso ramo in analisi;
- allargamento della larghezza dell'anello, che consente un più facile inserimento in rotatoria.

Per quanto riguarda i tempi di attesa, questi indicano se la durata della fermata degli automobilisti rimane accettabile, e, come somma, forniscono il tempo speso dalla collettività a causa della rotatoria, consentendone anche una valutazione economica.

Infine, per quanto riguarda la lunghezza delle code, l'informazione è importante soprattutto al fine di verificare l'eventuale influenza che una coda su una rotatoria può avere su ulteriori intersezioni a monte della stessa. In questo caso, l'ambito di localizzazione può consentire di migliorare l'interpretazione dei risultati, secondo quanto di seguito riportato:

- in ambito urbano è più tollerabile al formazione di code, soprattutto nelle ore di picco, e non sempre è possibile aumentare la capacità della rotatoria;
- in ambito perturbano, la formazione di code con una certa regolarità risulta meno accettabile che in ambito urbano;
- in ambito extraurbano, la formazione di code, anche se occasionale, può costituire un pericolo per i veicoli in avvicinamento ed è quindi ancora meno accettabile.

5.3 I risultati delle verifiche funzionali

In questo capitolo vengono riportati i risultati della rotatoria precedentemente descritta, in tutti gli scenari considerati (SDP) nell'ora di punta mattutina e serale del giorno ferialo medio e dell'ora di punta della situazione evento. In particolare vengono illustrati i dati geometrici necessari per la verifica funzionale ed i risultati di tale verifica riferiti a ciascun ramo in termini di:

- riserva di capacità in veicoli/ora (Réserve de Capacité en uvp/h);
- riserva di capacità percentuale (capacità - veicoli entranti)/capacità (Réserve de Capacité en %);
- lunghezza media di stoccaggio veicoli (Longueur de Stockage moyenne);
- lunghezza massima di stoccaggio veicoli, imputati nel modello (Longueur de Stockage maximale);
- tempi medi di attesa (Temps d'Attente moyen);
- tempi totali di attesa (Temps d'Attente total).

Nom du Carrefour : R01 Localisation : Bergamo: via del Lazzaretto- via Giulio Crescenzi Environnement : Urbain Variante : Date : 12/01/2018						
Anneau Rayon de l'îlot infranchissable : 2.00 m Largeur de la bande franchissable : 2.50 m Largeur de l'anneau : 7.50 m Rayon extérieur du giratoire : 12.00 m						
Branches						
Nom	Angle (degrés)	Rampe > 3%	Tourne à droite	Largeurs (en m)		
				Entrée à 4 m	à 15 m	Sortie
1. Via Crescenzi Sud/Est	0			6.20	1.80	6.20
2. Via del Lazzaretto Nord/Est	84			3.50	1.90	4.10
3. Via Crescenzi Nord/Ovest	180			6.20	1.30	6.30
4. Via del Lazzaretto Sud/Ovest	251			3.50	2.30	4.00

Tabella 48 - Layout R01, SDP

Inoltre, vista la presenza di attraversamenti pedonali, sui rami 1 e 2, nel calcolo delle riserve di capacità, sono stati considerati anche dei pedoni.

	1	2	3	4	Total Entrant
1	0	37	207	59	303
2	12	0	0	1	13
3	432	20	0	31	483
4	80	3	15	0	98
Total Sortant	524	60	222	91	897

Tabella 49 - Matrice dei veicoli equivalenti GIRABASE della R01 nello scenario SDP nell'ODP mattina

	Réserve de Capacité		Longueur de Stockage		Temps d'Attente	
	en uvp/h	en %	moyenne	maximale	moyen	total
1. Via Crescenzi Sud/Est	2794	90%	0vh	2vh	0s	0.0h
2. Via del Lazzaretto Nord/Est	1494	99%	0vh	2vh	1s	0.0h
3. Via Crescenzi Nord/Ovest	2531	84%	0vh	2vh	0s	0.0h
4. Via del Lazzaretto Sud/Ovest	1172	92%	0vh	2vh	1s	0.0h

Tabella 50 - Risultati della R01 nello SDP, in un giorno medio feriale Odp mattina

	1	2	3	4	Total Entrant
1	0	21	278	137	436
2	32	0	0	1	33
3	380	7	0	15	402
4	103	0	18	0	121
Total Sortant	515	28	296	153	992

Tabella 51 - Matrice dei veicoli equivalenti GIRABASE della R01 nello scenario SDP nell'ODP sera

	Réserve de Capacité		Longueur de Stockage		Temps d'Attente	
	en uvp/h	en %	moyenne	maximale	moyen	total
1. Via Crescenzi Sud/Est	2703	86%	0vh	2vh	0s	0.0h
2. Via del Lazzaretto Nord/Est	1273	97%	0vh	2vh	1s	0.0h
3. Via Crescenzi Nord/Ovest	2325	85%	0vh	2vh	0s	0.0h
4. Via del Lazzaretto Sud/Ovest	1202	91%	0vh	2vh	1s	0.0h

Tabella 52 - Risultati della R01 nello SDP, in un giorno medio ferialo Odp sera

	1	2	3	4	Total Entrant
1	0	0	0	0	0
2	0	0	0	113	113
3	0	1	0	56	57
4	0	6	6	0	12
Total Sortant	0	7	6	169	182

Tabella 53 - Matrice dei veicoli equivalenti GIRABASE della R01 nello scenario SDP durante l'EVENTO

	Réserve de Capacité		Longueur de Stockage		Temps d'Attente	
	en uvp/h	en %	moyenne	maximale	moyen	total
1. Via Crescenzi Sud/Est	3182	100%	0vh	2vh	0s	0.0h
2. Via del Lazzaretto Nord/Est	1859	94%	0vh	2vh	0s	0.0h
3. Via Crescenzi Nord/Ovest	2832	98%	0vh	2vh	0s	0.0h
4. Via del Lazzaretto Sud/Ovest	1970	99%	0vh	2vh	0s	0.0h

Tabella 54 - Risultati della R01 nello SDP, durante l'EVENTO

Tale rotonda presenta nello scenario SDP delle ottime riserve di capacità su tutti i rami di accesso. Per tale rotonda si è ipotizzata anche l'introduzione del senso unico su via Del Lazzaretto (ramo 2) in direzione Nord. Alla luce delle precedenti valutazioni, anche considerando l'entità modesta di veicoli in uscita dal ramo 2 (1 la mattina e 3 la sera), anche tale ulteriore configurazione della rotonda presenta analoghe riserve di capacità: quindi, dal punto di vista trasportistico, non esistono controindicazioni all'introduzione di tale senso unico.

Nom du Carrefour : Localisation : Bergamo: via Giulio Crescenzi - via Marzabotto Environnement : Urbain Variante : Date : 12/01/2018							
Anneau Rayon de l'îlot infranchissable : 0.00 m Largeur de la bande franchissable : 2.50 m Largeur de l'anneau : 7.50 m Rayon extérieur du giratoire : 10.00 m							
Branches							
Nom	Angle (degrés)	Rampe > 3%	Tourne à droite	Largeurs (en m)			Sortie
				Entrée à 4 m	à 15 m	Ilôt	
1. via Crescenzi Sud/Est	0			6.20		1.80	6.20
2. via Marzabotto	127			3.50		2.40	4.00
3. via Crescenzi Nord/Ovest	204			3.60		1.30	4.00

Tabella 55 - Layout R02, SDP

Inoltre, vista la presenza di attraversamenti pedonali, sui rami 2 e 3, nel calcolo delle riserve di capacità, sono stati considerati anche dei pedoni.

	1	2	3	Total Entrant
1	0	45	177	222
2	240	0	42	282
3	243	1	0	244
Total Sortant	483	46	219	748

Tabella 56 - Matrice dei veicoli equivalenti GIRABASE della R02 nello scenario SDP nell'ODP mattina

	Réserve de Capacité		Longueur de Stockage		Temps d'Attente	
	en uvp/h	en %	moyenne	maximale	moyen	total
1. via Crescenzi Sud/Est	1754	89%	0vh	2vh	0s	0.0h
2. via Marzabotto	1040	79%	0vh	2vh	1s	0.1h
3. via Crescenzi Nord/Ovest	994	80%	0vh	2vh	1s	0.1h

Tabella 57 - Risultati della R02 nello SDP, in un giorno medio feriale Odp mattina

	1	2	3	Total Entrant
1	0	25	271	296
2	164	0	11	175
3	238	4	0	242
Total Sortant	402	29	282	713

Tabella 58 - Matrice dei veicoli equivalenti GIRABASE della R02 nello scenario SDP nell'ODP sera

	Réserve de Capacité		Longueur de Stockage		Temps d'Attente	
	en uvp/h	en %	moyenne	maximale	moyen	total
1. via Crescenzi Sud/Est	1672	85%	0vh	2vh	0s	0.0h
2. via Marzabotto	1031	85%	0vh	2vh	1s	0.1h
3. via Crescenzi Nord/Ovest	1098	82%	0vh	2vh	1s	0.1h

Tabella 59 - Risultati della R02 nello SDP, in un giorno medio feriale Odp sera

	1	2	3	Total Entrant
1	0	1	5	6
2	55	0	195	250
3	2	0	0	2
Total Sortant	57	1	200	258

Tabella 60 - Matrice dei veicoli equivalenti GIRABASE della R02 nello scenario SDP durante l'EVENTO

	Réserve de Capacité		Longueur de Stockage		Temps d'Attente	
	en uvp/h	en %	moyenne	maximale	moyen	total
1. via Crescenzi Sud/Est	1954	100%	0vh	2vh	0s	0.0h
2. via Marzabotto	1329	84%	0vh	2vh	0s	0.0h
3. via Crescenzi Nord/Ovest	1513	100%	0vh	2vh	0s	0.0h

Tabella 61 - Risultati della R02 nello SDP, durante l'EVENTO

Tale rotonda presenta nello scenario SDP delle ottime riserve di capacità su tutti i rami di accesso.

6 VERIFICHE MICROMODELLISTICHE

Mediante il software VISSIM, sono state simulate le ore di punta dello scenario SDF e di quello SDP dei tre orizzonti temporali considerati, ovvero della mattina e della sera del giorno feriale e durante l'evento sportivo. L'area di intervento analizzata negli scenari attuali è rappresentata in rosso nella figura.

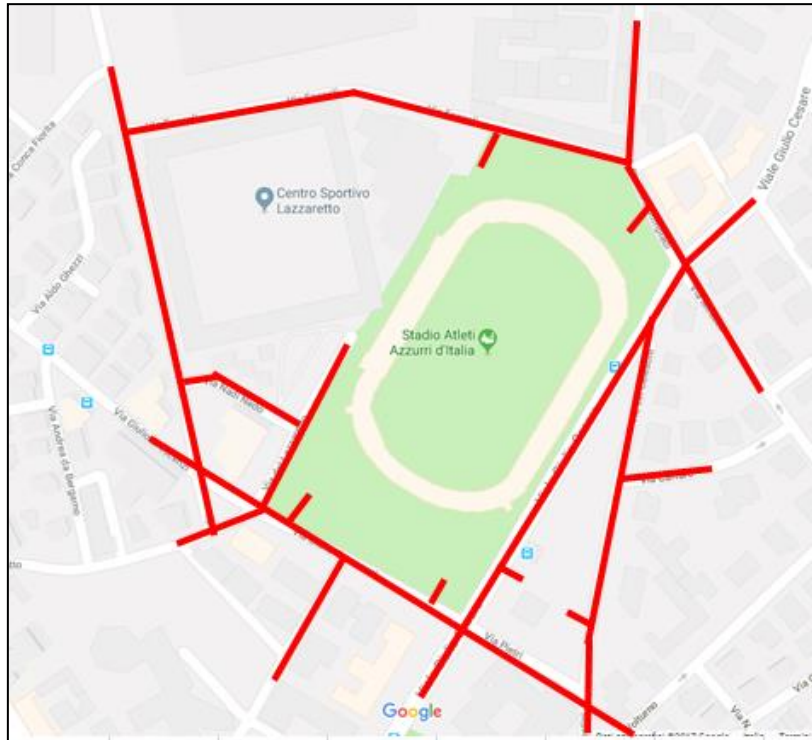


Figura 68 - Rete micro simulata scenari attuali

L'immagine successiva mostra la rete simulata negli scenari progettuali.



Figura 69 - Rete analizzata SDP

Nella restante parte del paragrafo vengono passate in rassegna le principali risultanze desumibili dalle microsimulazioni.

6.1 Le performances di sintesi

Per valutare il generale livello di performance della rete nei diversi scenari sono riportati nella tabella sottostante i risultati della microsimulazioni.

PERFORMANCES		MATTINA		SERA		EVENTO	
PARAMETRO		SDF	SDP	SDF	SDP	SDF	SDP
Veicoli entrati nella rete	%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Matrice totale dei veicoli	veicoli	2120	2132	2042	2206	1714	1967
Veicoli nella rete a fine simulazione	veicoli	33	37	41	54	27	31
Distanza totale percorsa	km	1106	1205	1082	1225	714	816
Velocità media	km/h	26.1	25.5	26.0	22.3	23.3	23.4
Tempo totale nella rete	ore	42	47	42	55	31	35
Tempo medio per veicolo perso	secondi	31.9	36.6	32.6	47.2	17.8	17.1
Numero medio di fermate per veicolo	fermate	0.9	1.0	0.9	1.2	0.6	0.6
Lunghezza rete	km	6.6	6.6	6.6	6.6	6.6	6.6

Tabella 4 - Performances della rete nei diversi scenari analizzati

È possibile notare come tutti i veicoli riescano ad entrare nella rete. La velocità media dei veicoli risulta essere superiore ai 20 km/h in tutti gli scenari, con qualche penalizzazione nello stato di progetto ad eccezione della situazione dell'evento che, pur a fronte di un significativo incremento della matrice totale dei veicoli, sfrutta una diversa configurazione di rete e la chiusura temporanea di via Crescentini. Gli altri indicatori confermano quanto già analizzato.

Per completezza si riportano le performances delle simulazioni degli scenari progettuali mattutino e serale della sola situazione ORDINARIA in cui è prevista la revisione dei tempi semaforici all'incrocio INT10 come descritto nel paragrafo 4.2.

PERFORMANCES		Nuovi tempi semaforo INT10	
		MATTINA	SERA
PARAMETRO		SDP2	SDP2
Veicoli entrati nella rete	%	100%	100%
Matrice totale dei veicoli	veicoli	2132	2206
Veicoli nella rete a fine simulazione	veicoli	35	39
Distanza totale percorsa	km	1205	1237
Velocità media	km/h	25.1	23.9
Tempo totale nella rete	ore	48	52
Tempo medio per veicolo perso	secondi	37.6	41.4
Numero medio di fermate per veicolo	fermate	1.1	1.2
Lunghezza rete	km	6.6	6.6

Tabella 4 - Performances della rete negli scenari progettuali situazione ORDINARIA con modifiche ai tempi semaforici INT10

Rispetto agli scenari progettuali con invarianza dei tempi semaforici, si osserva un sostanziale mantenimento delle performances. Il vantaggio della variazione del piano semaforico dell'INT10 è quindi prevalentemente legato ai livelli di servizio delle manovre provenienti da via Crescentini come meglio evidenziato nel paragrafo 4.2.

6.2 Immagini delle micro simulazioni

Si riportano di seguito alcuni screenshot delle simulazioni condotte.

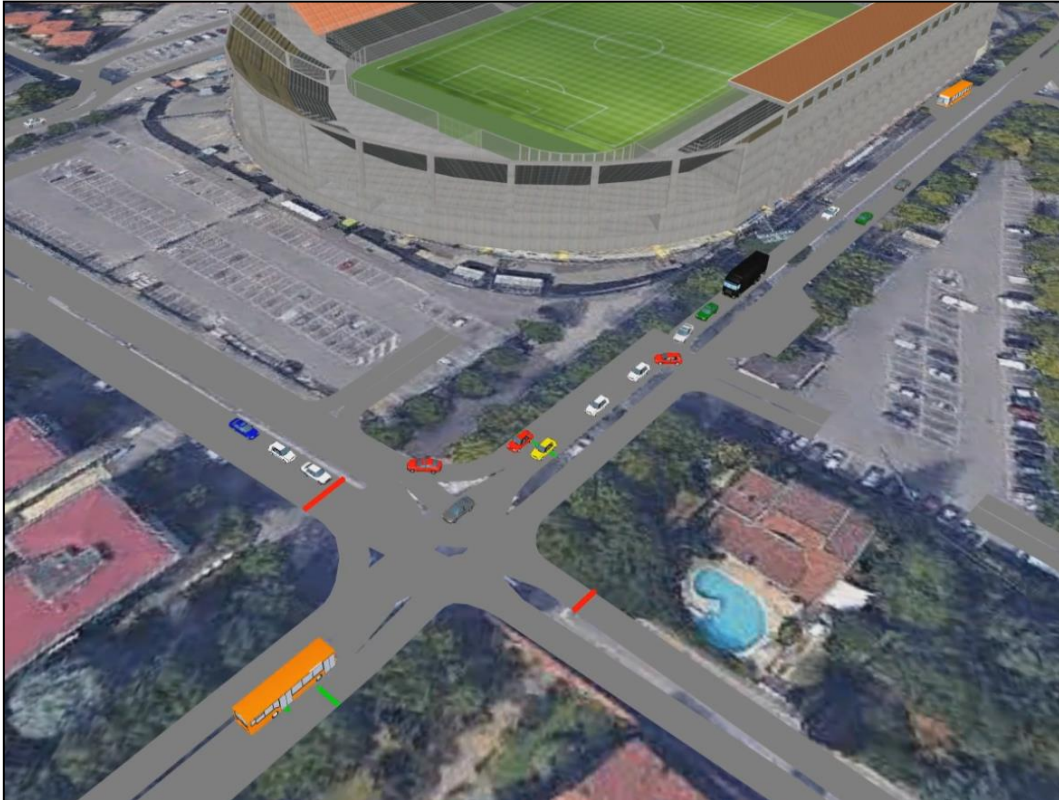


Figura 70 – Simulazione Odp mattina SDF



Figura 71 – Simulazione Odp sera SDF

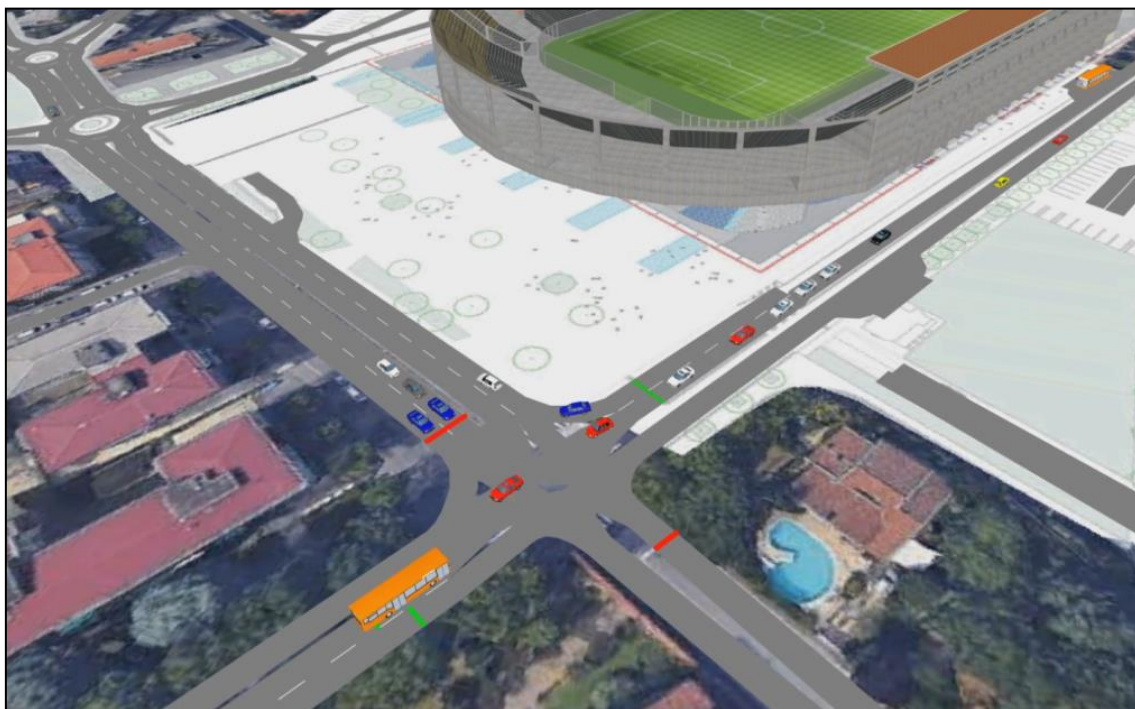


Figura 72 – Simulazione Odp mattina SDP



Figura 73 – Simulazione Odp sera SDP



Figura 74 – Simulazione Odp evento SDF



Figura 75 – Simulazione Odp evento SDP

7 MODELLO GESTIONALE DELLA SOSTA

Il progetto di riqualificazione dello Stadio, dal punto di vista del processo di rigenerazione urbana, ha come finalità principale la restituzione degli spazi oggi adibiti a parcheggio a favore della pedonalità, senza però sfavorire l'attuale offerta di sosta, anzi con un incremento della stessa dai 611 stalli attuali ai 667 previsti dal nuovo scenario progettuale (vedi tab.62 pag. 73).



Figura 76 – Gli spazi attuali davanti allo stadio



Figura 77 – Gli spazi futuri davanti allo stadio, immagine 1



Figura 78 – Gli spazi futuri davanti allo stadio, immagine 2

Per garantire l'invarianza del numero di stalli si andrà a realizzare un nuovo parcheggio interrato sotto il sedime stradale, i cui punti di accesso, come mostrato nella figura seguente, sono posizionati relativamente agli ingressi lungo via Crescenzi e via dei Celestini (pallini azzurri), e relativamente all'uscita lungo via dei Celestini (pallino arancio).

In tale nuovo parcheggio ci saranno complessivamente 272 nuovi stalli, di cui 185 pubblici e 87 privati, di proprietà della società Stadio Atalanta.

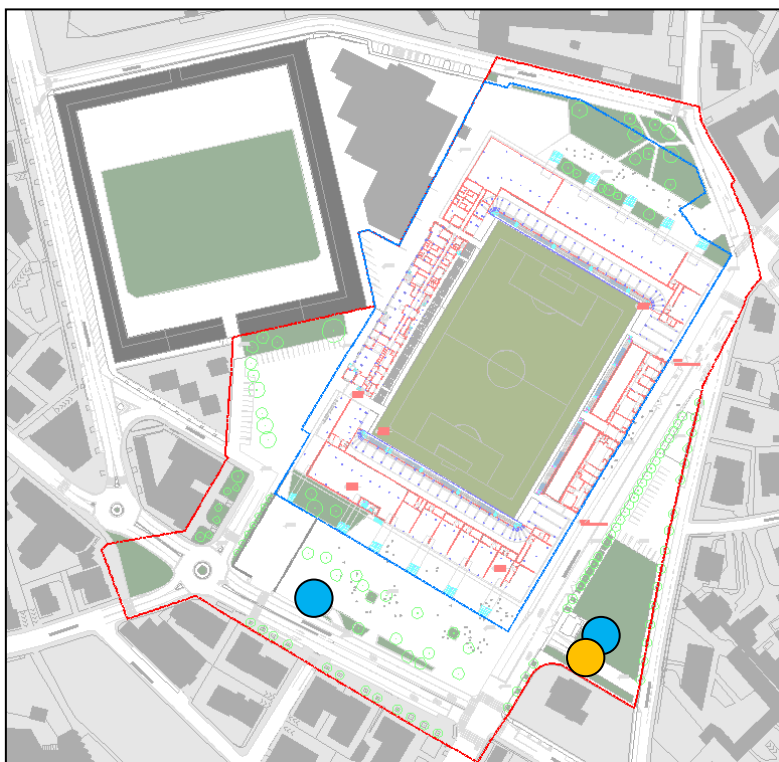


Figura 79 – Il nuovo parcheggio sotterraneo

L'area completamente tolta a parcheggio è la B (vedi Figura 76) ovvero quella antistante la curva Sud, mentre le aree laterali, A, C e D verranno ridimensionate in quanto oggetto di importanti opere di riqualificazione.

Anche i parcheggi a bordo strada sono oggetto di risistemazione, in particolare modo quelli lungo via dei Celestini e via Fossoli.

Nell'immagine sottostante sono individuate le zone e le vie considerate.



Figura 80 – Localizzazione dei parcheggi

PARK	SDF	SDP
A	109	57
B	151	0
C	61	28
D	58	31
V1	36	43
V2	21	14
V3	11	11
V4	22	22
V5	81	79
V6	29	15
V7	0	31
V8	32	64
E	0	185
E	0	87
TOT	611	667
TOT Pubblici	553	580
TOT Privati	58	87

Tabella 62 – Variazione dell'offerta di sosta (in giallo stalli privati)

Rispetto al tema della sosta, nella versione progettuale si prevede un incremento dell'offerta pari a 56 stalli (circa il 9%), passando dallo stato attuale con 611 a quello futuro con 667 stalli.

In particolare l'offerta pubblica avrà un aumento di 27 stalli mentre quella privata aumenterà di 29 stalli. Inoltre, nelle previsioni della società Atalanta, i posti di sosta privati potrebbero essere messi a disposizione dei clienti dei futuri esercizi commerciali.

8 CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Questo studio trasportistico è stato redatto al fine di determinare l'impatto sull'infrastruttura viaria esistente e di progetto, dovuto ai flussi di traffico attesi in seguito alla realizzazione dell'intervento di riqualificazione dello Stadio Atleti Azzurri d'Italia nella Città di Bergamo. In particolare si sono analizzate due situazioni, quella ordinaria, analizzata nelle ore di punta mattutine e serali di un giorno feriale, e quella relativa ad un evento sportivo, analizzata nel momento di picco del dopo partita.

Il flusso di traffico aggiuntivo è stato calcolato per la sola superficie commerciale aggiuntiva in quanto le altre trasformazioni, riguardando servizi a disposizione dei soli frequentatori dello Stadio, non generano alcun flusso aggiuntivo. Per la parte commerciale si è fatto riferimento alla Normativa Regionale, che stima un incremento di traffico pari a 164 veicoli per l'Odp (orario di punta) serale del venerdì (utilizzato per la situazione ordinaria) e pari a 283 veicoli per il sabato e la domenica (utilizzato per la situazione evento).

Si tenga conto che queste stime risultano sovradimensionate e sono state utilizzate prevalentemente a titolo cautelativo in quanto, come già indicato precedentemente:

- **la localizzazione in contesto urbanizzato dell'intervento fa presumere una quota significativa di utenti che utilizzano il mezzo pubblico o la mobilità dolce per raggiungere la struttura commerciale;**
- **non si prende in alcun modo in considerazione la quota parte degli utenti degli esercizi commerciali quali soggetti già presenti nella rete di studio;**
- **l'ora di picco degli esercizi commerciali generalmente è più tardi rispetto all'ora di punta analizzata.**
-

E' perciò facilmente evidente il carattere assolutamente conservativo dei parametri utilizzati per la stima dei nuovi flussi indotti.

Per la situazione ordinaria della mattina si è stimato un carico di traffico aggiuntivo pari a 12 veicoli, attribuibile ai futuri addetti della nuova struttura commerciale.

Per quanto concerne la parte infrastrutturale si prevede la realizzazione di due rotatorie lungo via Giulio Crescenzi, in sostituzione degli attuali incroci tra le vie Marzabotto e Lazzaretto oltre alla trasformazione di via Fossoli e di via Celestini a senso unico di circolazione.

Per la ricostruzione della situazione attuale si è svolta una estesa campagna di rilievo della mobilità sia per la situazione ordinaria che per quella relativa agli eventi sportivi. In generale è stata analizzato il livello di flusso veicolare, mentre si sono fatti approfondimenti diversi nelle due situazioni analizzate: in quella ordinaria si è rilevata l'offerta e la domanda di sosta, in quella ad evento si è indagato l'utilizzo del TPL e la mobilità degli spettatori dell'evento sportivo.

E' stato quindi implementato un macromodello di traffico a scala locale, che permette di definire i flussi di traffico attesi sulla viabilità presa in esame, calibrandolo con i flussi di traffico rilevati nella suddetta campagna, cui sono stati aggiunti i flussi indotti per la ricostruzione degli scenari progettuali.

A partire da queste simulazioni, è stato possibile verificare la funzionalità delle principali intersezioni nell'area di studio: per quelle semaforizzate sono state condotte analisi di dettaglio mediante la stima dei livelli di servizio secondo la metodologia HCM, mentre, relativamente alle due rotatorie progettuali previste lungo via Crescenzi, sono state stimate le riserve di capacità mediante il software GIRABASE.

Infine, la funzionalità trasportistica degli scenari analizzati è stata verificata anche mediante un modello di microsimulazione, per una descrizione puntuale delle geometrie stradali e dei comportamenti di guida.

Da tutte le analisi condotte si può osservare come le infrastrutture viarie, esistenti e di progetto, anche sottoposte a incrementi teorici significativi (difficilmente riscontrabili realmente), siano non solo in grado di supportare il carico aggiuntivo con performances assolutamente analoghe a quelle dello stato di fatto, ma, grazie all'introduzione delle nuove rotatorie previste dal progetto e l'eventuale modifica dei tempi semaforici, comportino un sensibile miglioramento locale su determinate manovre.

E' stato inoltre analizzato il tema della sosta durante la situazione ordinaria (in quella ad eventi la sosta è vietata per tutta la durata della manifestazione), andando a censire l'offerta e la domanda in diverse fasce orarie della situazione ordinaria (mattina, mezzogiorno, tardo pomeriggio e notte). Come evidenziato nella tabella 29 ed in fig. 22, a pagina 20, la massima occupazione dei parcheggi avviene tra le ore 12-14 e tra le ore 17-19. Durante la notte l'occupazione dei parcheggi pubblici è contenuta tra il 26-29%, con grande capacità

residua per i residenti. **Si osservi come un aumento dell'offerta di sosta pari al 9% nello scenario progettuale, sommata alla capacità residua attuale, determini una disponibilità di circa 120 stalli (oltre ai parcheggi per i motocicli). Detta capacità soddisfa ampiamente i requisiti prestazionali delle ore di punta sia del venerdì (il differenziale in-out con l'incremento delle nuove funzioni previste, ed il coefficiente incrementale "non conservativo", è di 33 auto) che del sabato (il differenziale in-out con l'incremento delle nuove funzioni previste, ed il coefficiente incrementale "non conservativo", è di 57 auto).**

In conclusione, sulla base delle precedenti considerazioni, è possibile affermare che la realizzazione del progetto di riqualificazione dello Stadio di Bergamo non comporterà situazioni di criticità dal punto di vista della circolazione e, grazie alla realizzazione di due nuove rotatorie lungo via Crescenzi, conserverà condizioni di fluidità del traffico del tutto analoghe a quelle attuali, con ampi margini di capacità residua.

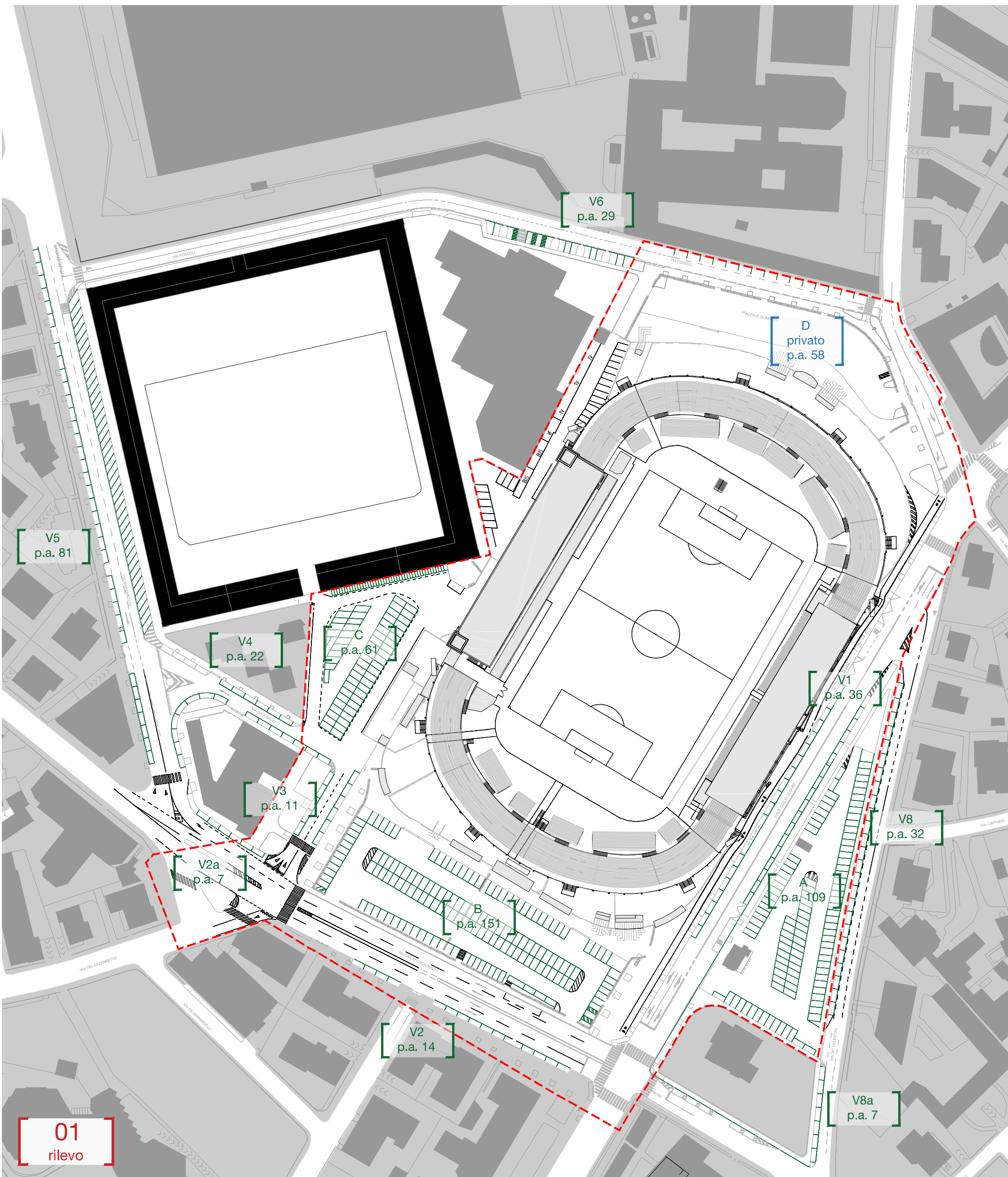
Il progetto di riqualificazione trasforma lo Stadio da una *enclave* nel tessuto urbano residenziale ad un contenitore urbano permeabile e armonizzato con il contesto, coniugando due aspetti importanti: la restituzione alla pedonalità di uno spazio ad oggi poco fruibile e l'incremento e razionalizzazione dell'offerta di sosta.

STATO DI FATTO

A	- Parcheggio dei Celestini	109 stalli
B	- Parcheggio Mercato piazzale Goisis	151 stalli
C	- Parcheggio Piazzale Lazzaretto	61 stalli
D	- Parcheggio Privato Curva Nord	58 stalli
V1	- Parcheggio a raso via G.Cesare	36 stalli
V2	- Parcheggio a raso via G.Crescenzi	14 stalli
V2a	- Parcheggio a raso via G.Crescenzi	7 stalli
V3	- Parcheggio a raso via del Lazzaretto	11 stalli
V4	- Parcheggio a raso via N.Nedo	22 stalli
V5	- Parcheggio a raso via Marzabotto	81 stalli
V6	- Parcheggio a raso via Fossili	29 stalli
V8	- Parcheggio a raso via dei Celestini	25 stalli
V8a	- Parcheggio a raso via dei Celestini	7 stalli

Totale offerta sosta

611 stalli



01
rilevo

A	- Parcheggio dei Celestini	57 stalli
C	- Parcheggio Piazzale Lazzaretto	28 stalli
D	- Parcheggio Privato Curva Nord	31 stalli
V1	- Parcheggio a raso via G.Cesare	43 stalli
V2	- Parcheggio a raso via G.Crescenzi	14 stalli
V3	- Parcheggio a raso via del Lazzaretto	11 stalli
V4	- Parcheggio a raso via N.Nedo	22 stalli
V5	- Parcheggio a raso via Marzabotto	79 stalli
V6	- Parcheggio a raso via Fossili	15 stalli
V7	- Parcheggio a raso via Fossili	31 stalli
V8	- Parcheggio a raso via dei Celestini	57 stalli
V8a	- Parcheggio a raso via dei Celestini	7 stalli
E	- Parcheggio interrato	185 stalli
E	- Parcheggio interrato privato	87 stalli

Totale offerta sosta

667 stalli

