

9 DIP POC TEMATICO DARSENA

PRG 2003
PSC
POC
RUE



Studio di approfondimento sugli impatti da traffico veicolare inerente al POC tematico Darsena di città. Approvato con delibera di G.C. n. 14401/22 del 21/01/2014 - "Relazione Tecnica"

ADOTTATO	Delibera di C.C.	N. 95873/96	del 30/07/2013
PUBBLICATO	B.U.R	N. 263	del 11/09/2013
APPROVATO	Delibera di C.C.	N. 16834/7	del 05/02/2015
PUBBLICATO	B.U.R	N. 50	del 11/03/2015



COMUNE DI RAVENNA

Studio di approfondimento sugli impatti da traffico veicolare inerente al POC Tematico della Darsena di città



RELAZIONE TECNICA

settembre 2013



Gruppo di lavoro

Ing. Francesco Avesani

Ing. Nicola Perri

Rev 00

Settembre 2013



INDICE

1	Obiettivi del focus di approfondimento	4
2	I rilievi di traffico	5
2.1	I rilievi di traffico del comune di Ravenna	5
2.2	I rilievi di traffico integrativi	8
2.2.1	Nodo via Trieste – via Bosi Maramotti – via Aquileia	9
2.2.2	Nodo viale delle Industrie – via Argirocastro	11
2.2.3	Nodo viale delle Industrie – via Romea nord	13
2.3	Nodo di piazzale d'Armi	15
3	Stima del traffico indotto per fasi attuative	20
3.1	Note procedurali	20
3.2	Metodo di calcolo	21
4	Impatto del traffico veicolare sulla viabilità	27
4.1	La costruzione del modello per la simulazione degli scenari di progetto	27
4.2	Fase 1	28
4.3	Fase 2	28
4.4	Fase 3	29
5	Verifica di capacità dei nodi strategici	30
5.1	Il modello di microsimulazione del traffico	30
5.2	Glossario degli indicatori	31
5.3	Nodo nuova via di Spina – via Monti	33
5.4	Nodo via di Spina – via Darsena	37
5.5	Nodo via Trieste – via Bosi Maramotti – via Aquileia	41
5.6	Nodo via Trieste – Circonvallazione piazza d'Armi – via Candiano	46
5.7	Nodo viale delle Industrie – nuova strada di progetto	47
6	Conclusioni: la sostenibilità dell'assetto viabilistico nelle diverse fasi attuative	49
6.1	Fase 1	50
6.2	Fase 2	51
6.3	Fase 3	51

ALLEGATO RISULTATI DELLE ASSEGNAZIONI DEI FLUSSI VEICOLARI



INDICE DELLE FIGURE

Figura 2.1 – Comune di Ravenna, esempio di restituzione dei risultati dei rilievi di traffico.	5
Figura 2.2 - Planimetria di sintesi dei rilievi del traffico del Comune di Ravenna nell'area della Darsena	7
Figura 2.3 - Flussogramma intersezione via Trieste – via Bosi Maramotti – via Aquileia , ORA 7:30- 8:30	9
Figura 2.4 - Composizione del traffico per tipologia di veicolo, intersezione via Trieste – via Bosi Maramotti – via Aquileia , ORA 7:30- 8:30	10
Figura 2.5 - Matrici OD del nodo per tipologia di veicolo, intersezione via Trieste – via Bosi Maramotti – via Aquileia, ORA 7:30 – 8:30	10
Figura 2.6 Flussogramma intersezione viale delle Industrie – via Argirocastro – via Lagosta , ORA 7:30- 8:30	11
Figura 2.7 - Composizione del traffico per tipologia di veicolo, intersezione viale delle Industrie – via Argirocastro – via Lagosta , ORA 7:30- 8:30	12
Figura 2.8 - Matrici OD del nodo per tipologia di veicolo, intersezione viale delle Industrie – via Argirocastro – via Lagosta , ORA 7:30 – 8:30	12
Figura 2.9 - Flussogramma intersezione viale delle Industrie – via Romea nord , ORA 7:30- 8:30	13
Figura 2.10 - Composizione del traffico per tipologia di veicolo, intersezione viale delle Industrie – via Romea nord , ORA 7:30- 8:30	14
Figura 2.11 - Matrici OD del nodo per tipologia di veicolo, intersezione viale delle Industrie – via Romea nord, ORA 7:30 – 8:30	14
Figura 2.12 – Flussogramma, intersezione piazzale d'Armi , ORA 7:30- 8:30	15
Figura 2.14 – Flussogramma, Matrici OD del nodo per tipologia di veicolo e composizione del traffico per tipologia di veicolo, intersezione piazzale d'Armi-nodo1, ORA 7:30 – 8:30	16
Figura 2.15 – Flussogramma, Matrici OD del nodo per tipologia di veicolo e composizione del traffico per tipologia di veicolo, intersezione piazzale d'Armi-nodo2, ORA 7:30 – 8:30	17
Figura 2.16 – Flussogramma, Matrici OD del nodo per tipologia di veicolo e composizione del traffico per tipologia di veicolo, intersezione piazzale d'Armi-nodo2, ORA 7:30 – 8:30	18



INDICE DELLE TABELLE

Tabella 2.1 Componenti di traffico e relativi pesi per il calcolo dei veicoli equivalenti	8
Tabella 3.1 - Parametri urbanistici dei sub comparti	22
Tabella 3.2 - Parametri utilizzati per il calcolo del traffico indotto	24
Tabella 3.3 - Calcolo indotto e fasi attuative dei subcompatti.	25
Tabella 3.4 - Fasi attuative e incrementi dell'indotto.	26
Tabella 4.1 Scenari simulati con il modello macro	27
Tabella 5.1 Nodo via di Spina – via Monti. Matrice Origine Destinazione - Ora 7:30-8:30.	33
Tabella 5.2 Nodo via di Spina – via Monti. Matrice Origine Destinazione - Ora 17:30- 18:30.....	33
Tabella 5.3 Nodo via di Spina – via Monti. Indicatori risultanti dalle micro simulazioni.	35
Tabella 5.5 Nodo via di Spina – via Monti. Matrice Origine Destinazione - Ora 17:30- 18:30.....	37
Tabella 5.4 Nodo via di Spina – via Monti. Matrice Origine Destinazione - Ora 7:30-8:30.	37
Tabella 5.6 Nodo via di Spina – via Darsena. Indicatori risultanti dalle micro simulazioni.	39
Tabella 5.7 Nodo via Trieste – via Bosi Maramotti - via Aquileia. Matrice Origine Destinazione - Ora 7:30-8:30.	42
<i>Tabella 5.8 Nodo via Trieste – via Bosi Maramotti - via Aquileia. Matrice Origine Destinazione - Ora 17:30-18:30.....</i>	<i>42</i>
Tabella 5.9 Nodo via Trieste – via Bosi Maramotti – via Aquileia. Indicatori risultanti dalle micro simulazioni.....	44
<i>Tabella 5.11 Nodo via delle Industrie – nuova strada di progetto. Matrice Origine Destinazione - Ora 17:30-18:30.</i>	<i>47</i>
<i>Tabella 5.10 Nodo via delle Industrie – nuova strada di progetto. Matrice Origine Destinazione - Ora 7:30-8:30.</i>	<i>47</i>
<i>Tabella 5.11 Nodo via delle Industrie – nuova strada di progetto. Verifica di capacità ora 17:30-18:30.</i>	<i>48</i>



1 OBIETTIVI DEL FOCUS DI APPROFONDIMENTO

Il presente studio si qualifica come approfondimento specialistico del documento di VALSAT relativo al POC Tematico "Darsena di Città" del Comune di Ravenna per gli aspetti relativi alla viabilità ed al traffico.

In particolare lo studio si propone da un lato di approfondire ulteriormente i contenuti della VALSAT sul tema della mobilità, in ordine alle questioni sorte nella Conferenza dei Servizi istruttoria rispetto alla sostenibilità di un'attuazione per stralci del POC e della nuova viabilità da esso prevista, dall'altro di offrire gli elementi tecnici necessari ad impostare correttamente in futuro la progettazione dell'assetto viabilistico del comparto e delle sue connessioni con la viabilità esistente.

Lo studio si propone pertanto di focalizzare meglio le criticità potenzialmente emergenti dall'attuazione del POC Darsena per stralci e di entrare poi nello specifico delle valutazioni tecnico-trasportistiche inerenti la riorganizzazione di alcuni nodi viabilistici, secondo le priorità già previamente individuate in accordo col Servizio Mobilità e Viabilità del Comune.

I contenuti dello studio sono strutturati nel modo che segue.

Il Capitolo 2 riporta gli esiti di un monitoraggio del traffico eseguito appositamente per lo studio al fine di assumere dati aggiornati specifici sui nodi da assoggettare a verifica di capacità negli scenari di progetto.

Il Capitolo 3 propone la stima del traffico indotto nelle tre fasi attuative ipotizzate dal POC scendendo nel dettaglio di ciascun sub-comparto in cui l'area è suddivisa.

Il Capitolo 4 riporta gli esiti della procedura di distribuzione del traffico indotto dall'attuazione del POC della Darsena sulla viabilità esistente e di progetto.

Il Capitolo 5 si concentra sulle verifiche di funzionalità e capacità dei nodi individuati come strategici nell'assetto della viabilità di progetto.

Con il Capitolo 6 e il Capitolo 7 si tracciano le conclusioni rispetto alla sostenibilità trasportistica, intesa come capacità dell'assetto viario di progetto di reggere l'impatto del nuovo traffico indotto nelle diverse fasi attuative, e, dove ritenuto necessario, si profilano alcune indicazioni e prescrizioni di cui tener conto nell'iter progettuale e realizzativo del POC sotto il profilo della viabilità.



2 I RILIEVI DI TRAFFICO

2.1 I rilievi di traffico del comune di Ravenna

La ricostruzione dei flussi di traffico allo stato attuale è stata effettuata anche mediante l'utilizzo dei dati di traffico raccolti dal comune di Ravenna nel corso degli ultimi anni.

Tutti i dati di traffico utilizzati sono riferiti al periodo 2010-2012 a seguito dell'apertura del ponte mobile che ha modificato profondamente il sistema della circolazione nell'area oggetto di studio, evidenziando i considerevoli vantaggi da essa portati in termini di riduzione di flussi veicolari sul resto della viabilità dell'area.

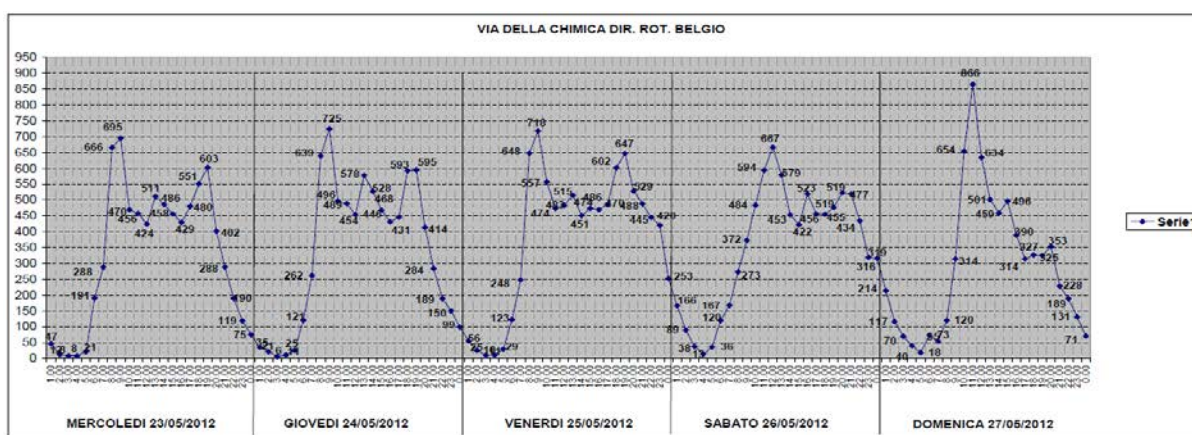


Figura 2.1 – Comune di Ravenna, esempio di restituzione dei risultati dei rilievi di traffico.

La Figura 2.2 a seguire riporta i flussi di traffico rilevati dal comune di Ravenna con le rispettive date di riferimento.

Attraverso l'utilizzo di parametri calcolati tramite gli stessi rilievi di traffico, i volumi di traffico giornalieri sono stati convertiti, laddove necessario, in flussi di traffico in orario di punta mattutina ed espressi in veicoli equivalenti (assegnando quindi un peso specifico ad ogni componente di traffico secondo l'effettivo ingombro della carreggiata).

Ciò ha consentito l'omogeneizzazione delle banche dati a disposizione.

Nel corso degli anni il Comune di Ravenna ha eseguito con strumentazione propria una serie di rilievi del traffico sulla viabilità che interessa l'area cittadina ad est della ferrovia monitorando in particolare:

- il nodo della rotatoria Belgio,
- la direttrice di via Trieste ad est della rotatoria Finlandia
- la via Teodorico
- la via rotonda dei Goti
- la via Darsena con le relative manovre di svolta in via Antico Squero



- la via delle Industrie.

I dati più recenti in possesso dal comune di Ravenna sono stati realizzati a maggio 2012 e riguardano i flussi di traffico della rotatoria Belgio e di via Trieste ad est della rotatoria Finlandia.

Sulla base di questi ultimi si è individuata la percentuale di mezzi pesanti rispetto al totale dei veicoli in transito sulle sezioni, percentuale che si colloca tra un minimo del 2% e un massimo dell'11%, il valore medio che ne deriva è del 6%. Un 3% dei transiti è costituito da veicoli commerciali leggeri, la restante parte (90%) da auto e moto.

La percentuale di viaggi effettuati in ora di punta mattutina rispetto al totale dei veicoli in transito nell'arco della giornata si colloca tra il 4% e il 12% con un valore medio del 7%.

Dai dati analizzati le sezioni maggiormente sollecitate dal passaggio di flussi di traffico risultano essere la via Monti e la via Darsena, nonostante quest'ultima abbia risentito più delle altre vie dei benefici derivanti dall'apertura del ponte mobile. Per entrambe le sezioni il numero di veicoli in transito nell'arco dell'intera giornata è di circa 30000.

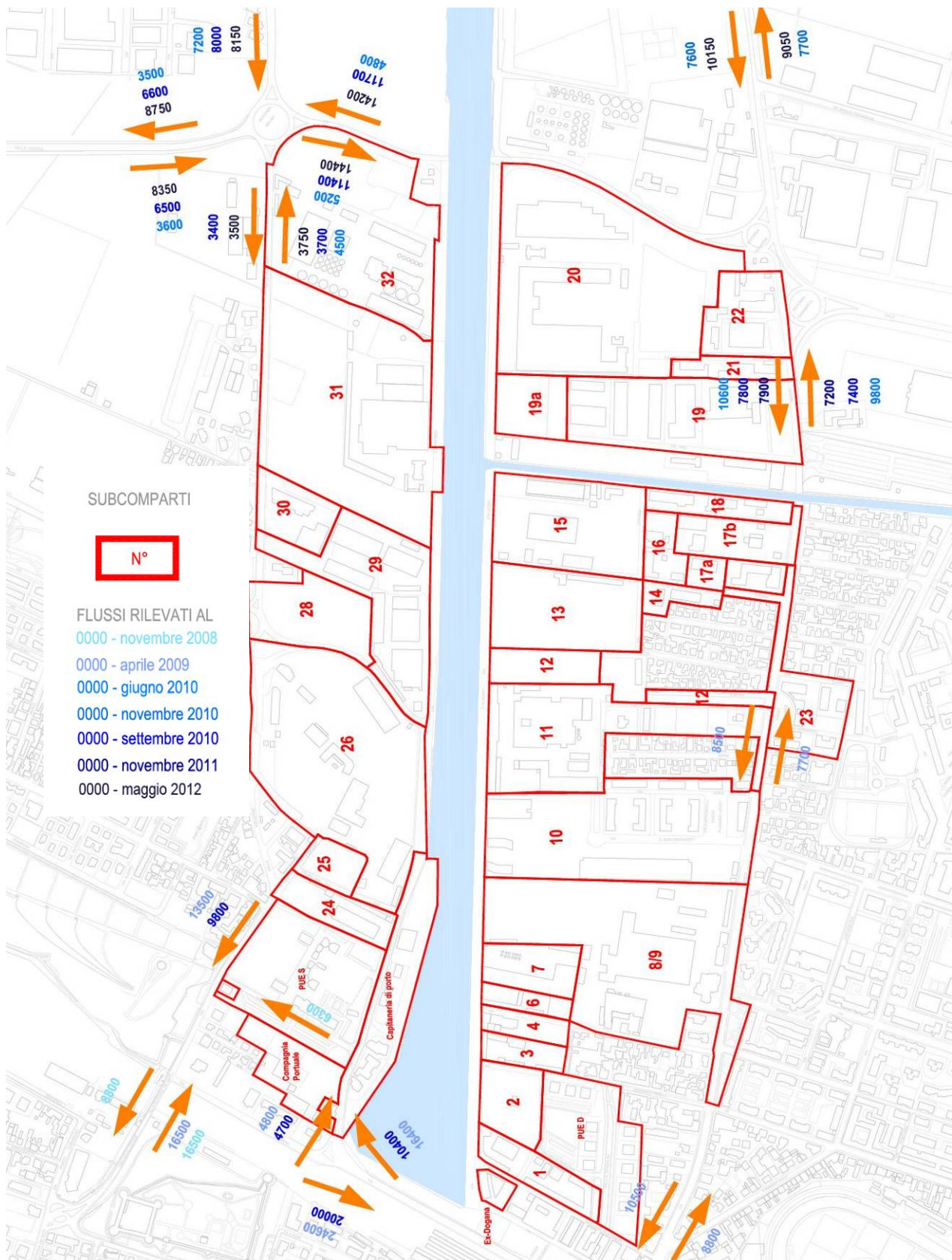


Figura 2.2 - Planimetria di sintesi dei rilievi del traffico del Comune di Ravenna nell'area della Darsena



2.2 I rilievi di traffico integrativi

La possibilità di riprodurre con un buon livello di attendibilità il funzionamento dei nodi tramite gli strumenti modellistici e di verifica utilizzati per lo studio era vincolata anche alla disponibilità di dati di traffico strutturati.

Per poter ragionare sui nodi con dati di traffico aggiornati sono stati eseguiti appositamente mediante riprese con videocamere, grazie anche alla collaborazione attiva di personale degli Uffici Tecnici del Comune di Ravenna, dei rilievi nell'ora di punta del mattino (7:30-8:30) nel settembre 2013, successivamente all'apertura delle scuole, di cui si propongono di seguito i risultati.

L'ora di punta del mattino era stata previamente individuata come la più critica per il sistema viabilistico locale.

I rilievi, che non erano prima disponibili in questa forma, hanno consentito di ricostruire i flussogrammi orari dei nodi in questione, distinguendo i volumi di traffico che determinano le varie correnti e ripartendoli per tipologia di veicolo.

Si farà riferimento nel seguito a veicoli reali o veicoli equivalenti intendendo con il primo termine la somma pura dei veicoli, con il secondo la somma pesata dei veicoli, ottenuta assegnando a priori un peso ad ogni tipologia di veicolo a seconda del suo ingombro sulla strada.

La seguente tabella riporta il valore dei pesi utilizzati per il calcolo dei veicoli equivalenti.

COMPONENTI	PESI
Auto	1,0
Comm.Leggeri	1,5
Pesanti	2,5
Autoarticolati	3,0
Bus	2,0
Moto	0,5
Bici	0,5

Tabella 2.1 Componenti di traffico e relativi pesi per il calcolo dei veicoli equivalenti



2.2.1 Nodo via Trieste – via Bosi Maramotti – via Aquileia

Il nodo è regolato da un semaforo attuato che si attiva al passaggio di veicoli sulle vie laterali Bosi Maramotti e Aquileia, interrompendo la fase di verde di via Trieste. Il ciclo semaforico prevede in questo caso 72 secondi di verde per via Trieste, 4 di arancione e 3 di "tutto rosso", mentre per le vie laterali sono previsti un minimo di 18 secondi di verde e un massimo di 42 in funzione della riattivazione delle spire collocate lungo le vie laterali. L'entità dei flussi che attraversano l'incrocio è di 1131 veicoli equivalenti nell'ora di punta del mattino per tutte le manovre di svolta. Allo stato attuale il nodo non presenta criticità.

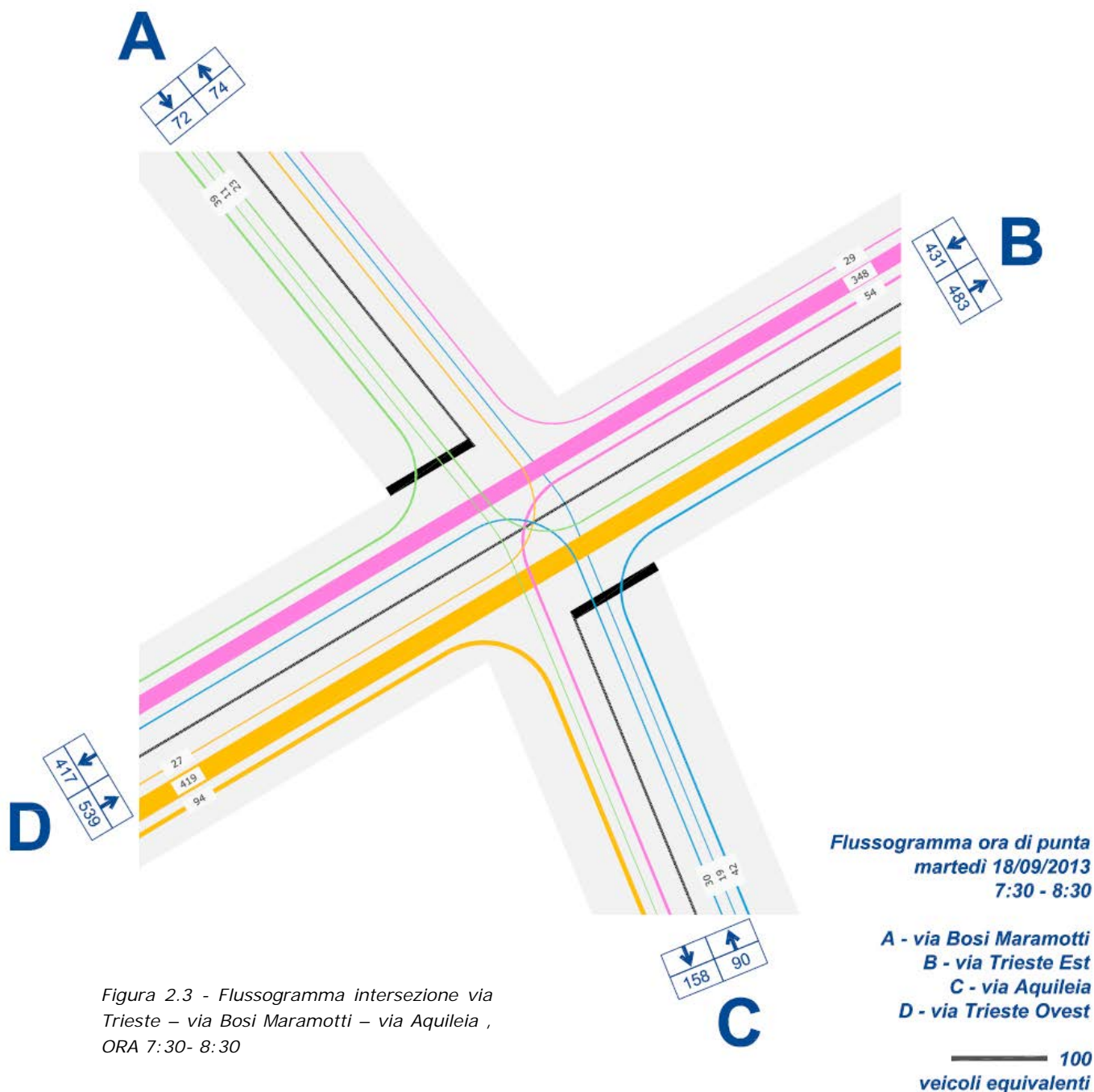


Figura 2.3 - Flussogramma intersezione via Trieste – via Bosi Maramotti – via Aquileia ,
ORA 7:30- 8:30

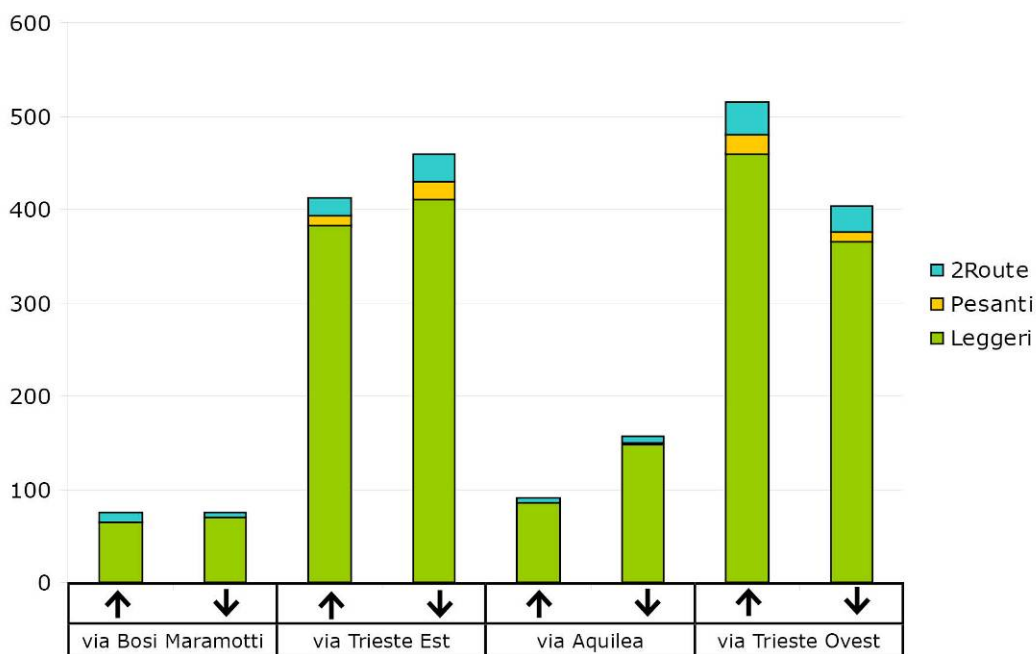


Figura 2.4 - Composizione del traffico per tipologia di veicolo, intersezione via Trieste – via Bosi Maramotti – via Aquileia, ORA 7:30- 8:30

Leggeri	A	B	C	D	TOT
A	0	22	10	33	65
B	28	0	51	304	383
C	18	40	0	28	86
D	24	349	87	0	460
TOT	70	411	148	365	994

Pesanti	A	B	C	D	TOT
A	0	0	0	0	0
B	0	0	0	10	10
C	0	0	0	0	0
D	0	19	1	0	20
TOT	0	19	1	10	30

2Ruote	A	B	C	D	TOT
A	0	1	0	9	10
B	0	0	3	17	20
C	1	2	0	2	5
D	4	27	4	0	35
TOT	5	30	7	28	70

Reali	A	B	C	D	TOT
A	0	23	10	42	75
B	28	0	54	331	413
C	19	42	0	30	91
D	28	395	92	0	515
TOT	75	460	156	403	1094

V.Eq.	A	B	C	D	TOT
A	0	23	11	39	72
B	29	0	54	348	431
C	19	42	0	30	90
D	27	419	94	0	539
TOT	74	483	158	417	1131

Figura 2.5 - Matrici OD del nodo per tipologia di veicolo, intersezione via Trieste – via Bosi Maramotti – via Aquileia, ORA 7:30 – 8:30



2.2.2 Nodo viale delle Industrie – via Argirocastro

I flussi rilevati per questo nodo sono di entità ridotta, pari a 535 veicoli equivalenti sul totale dell'ora per tutte le manovre di svolta, e non presentano particolari criticità. Il nodo svolge tuttavia una funzione strategica per il POC Darsena, poiché la strada di progetto alternativa al percorso di via Montecatini trova in questo punto il raccordo con la viabilità esistente; si è ritenuto pertanto necessario monitorarne i flussi.

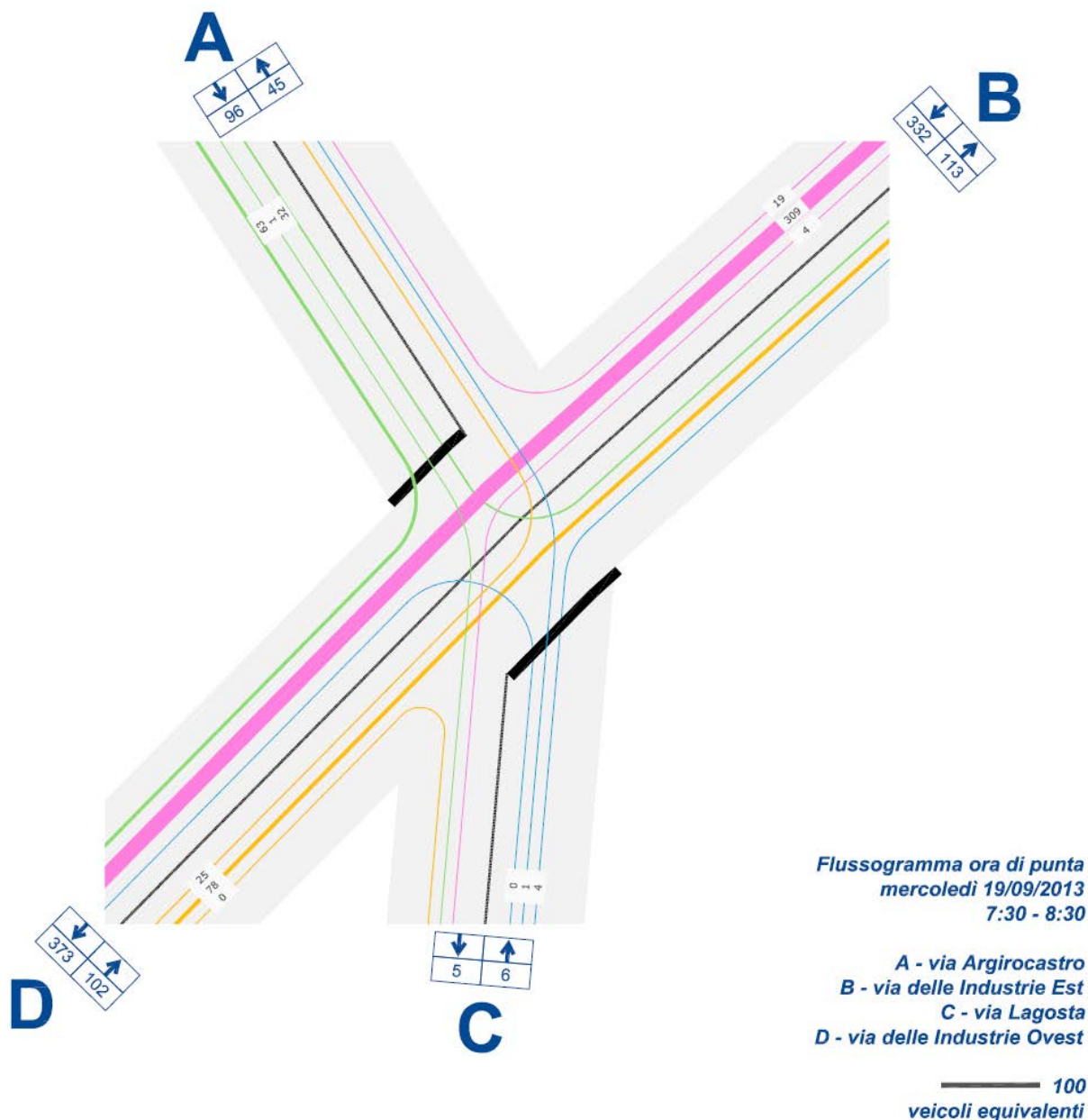


Figura 2.6 Flussogramma intersezione viale delle Industrie – via Argirocastro – via Lagosta , ORA 7:30- 8:30

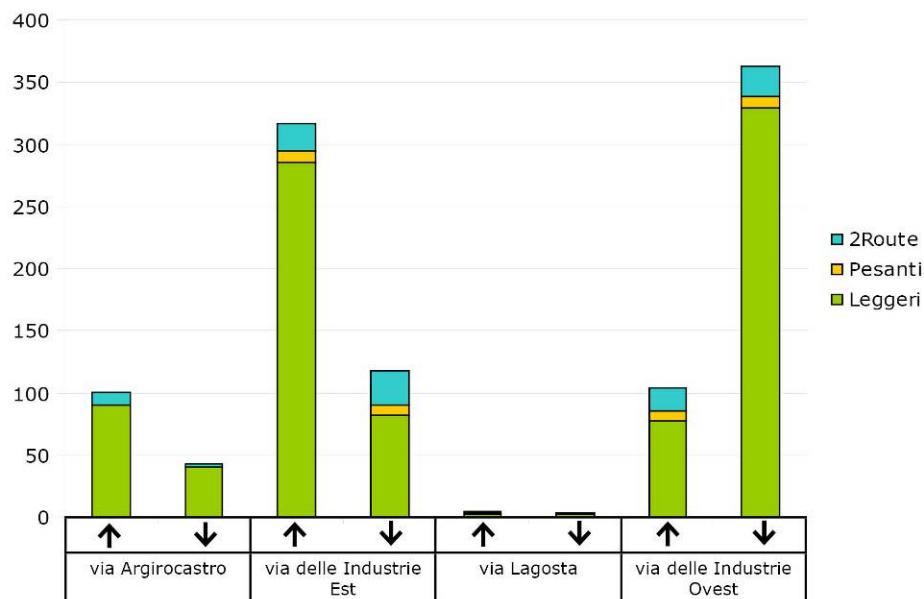


Figura 2.7 - Composizione del traffico per tipologia di veicolo, intersezione viale delle Industrie – via Argirocastro – via Lagosta , ORA 7:30- 8:30

Leggeri	A	B	C	D	TOT
A	0	28	1	61	90
B	16	0	1	268	285
C	1	0	0	1	2
D	24	54	0	0	78
TOT	41	82	2	330	455

Pesanti	A	B	C	D	TOT
A	0	0	0	0	0
B	0	0	1	9	10
C	0	1	0	0	1
D	0	7	0	0	7
TOT	0	8	1	9	18

2Ruote	A	B	C	D	TOT
A	0	8	0	3	11
B	1	0	0	21	22
C	0	2	0	0	2
D	1	18	0	0	19
TOT	2	28	0	24	54

Reali	A	B	C	D	TOT
A	0	36	1	64	101
B	17	0	2	298	317
C	1	3	0	1	5
D	25	79	0	0	104
TOT	43	118	3	363	527

V.Eq.	A	B	C	D	TOT
A	0	32	1	63	96
B	19	0	4	309	332
C	1	4	0	1	6
D	25	78	0	0	102
TOT	45	113	5	373	535

Figura 2.8 - Matrici OD del nodo per tipologia di veicolo, intersezione viale delle Industrie – via Argirocastro – via Lagosta , ORA 7:30 – 8:30



2.2.3 Nodo viale delle Industrie – via Romea nord

La corrente in ingresso alla rotatoria da via Montecatini è stata rilevata per acquisire informazioni sulla sua distribuzione in destinazione. Tali dati sono stati applicati alla verifica di capacità della rotatoria da realizzarsi più a ovest lungo via delle Industrie all'intersezione con la nuova strada di progetto. Secondo le previsioni del POC infatti via Montecatini verrà chiusa nel momento in cui verrà realizzato il percorso di connessione alternativo tra via Antico Squero e via delle Industrie. La via Montecatini è attraversata nell'ora di punta mattutina da circa 700 veicoli equivalenti, 400 dei quali diretti verso via delle Industrie est. I rilievi non evidenziano criticità per il nodo allo stato attuale.

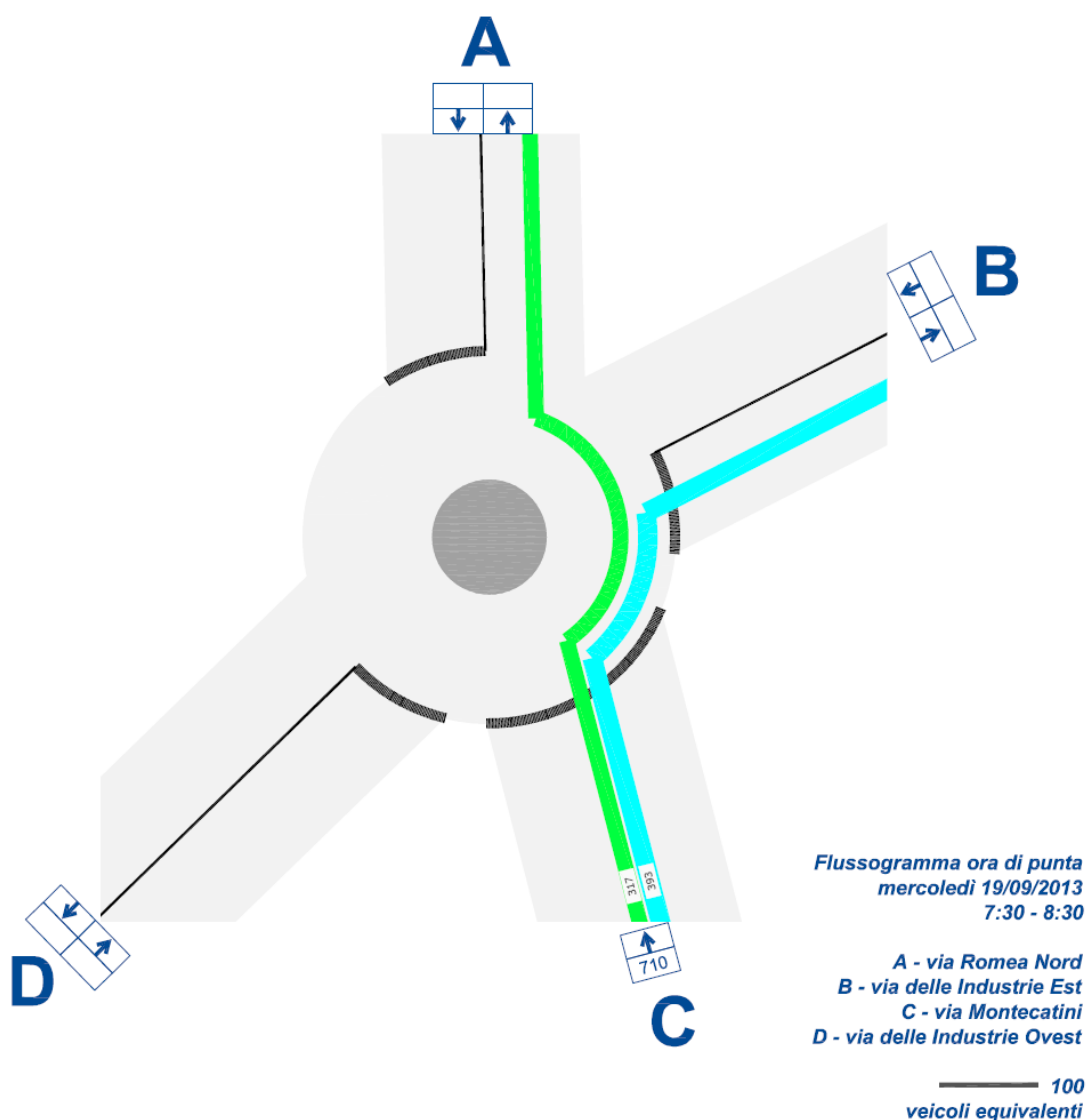


Figura 2.9 - Flussogramma intersezione viale delle Industrie – via Romea nord , ORA 7:30- 8:30

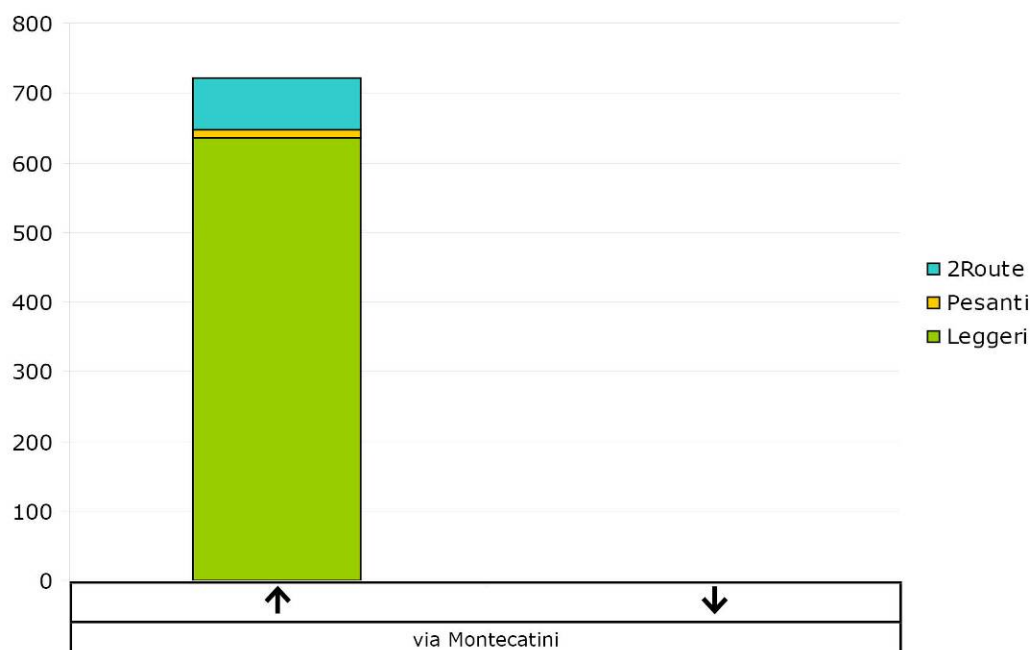


Figura 2.10 - Composizione del traffico per tipologia di veicolo, intersezione viale delle Industrie – via Romea nord, ORA 7:30- 8:30

Leggeri	A	B	C	D	TOT
A	0	0	0	0	0
B	0	0	0	0	0
C	292	343	0	0	635
D	0	0	0	0	0
TOT	292	343	0	0	635

Pesanti	A	B	C	D	TOT
A	0	0	0	0	0
B	0	0	0	0	0
C	2	11	0	0	13
D	0	0	0	0	0
TOT	2	11	0	0	13

2Ruote	A	B	C	D	TOT
A	0	0	0	0	0
B	0	0	0	0	0
C	25	48	0	0	73
D	0	0	0	0	0
TOT	25	48	0	0	73

Reali	A	B	C	D	TOT
A	0	0	0	0	0
B	0	0	0	0	0
C	319	402	0	0	721
D	0	0	0	0	0
TOT	319	402	0	0	721

V.Eq.	A	B	C	D	TOT
A	0	0	0	0	0
B	0	0	0	0	0
C	317	393	0	0	710
D	0	0	0	0	0
TOT	317	393	0	0	710

Figura 2.11 - Matrici OD del nodo per tipologia di veicolo, intersezione viale delle Industrie – via Romea nord, ORA 7:30 – 8:30



2.3 Nodo di piazzale d'Armi

Per la ricostruzione delle manovre di svolta di piazzale d'Armi, si è reso necessario il rilievo contemporaneo dei tre siti :

- incrocio tra via Darsena e via Candiano,
- incrocio tra via Trieste e via Magazzini Posteriori,
- incrocio in via Circonvallazione nella porzione a sud del piazzale d'Armi.

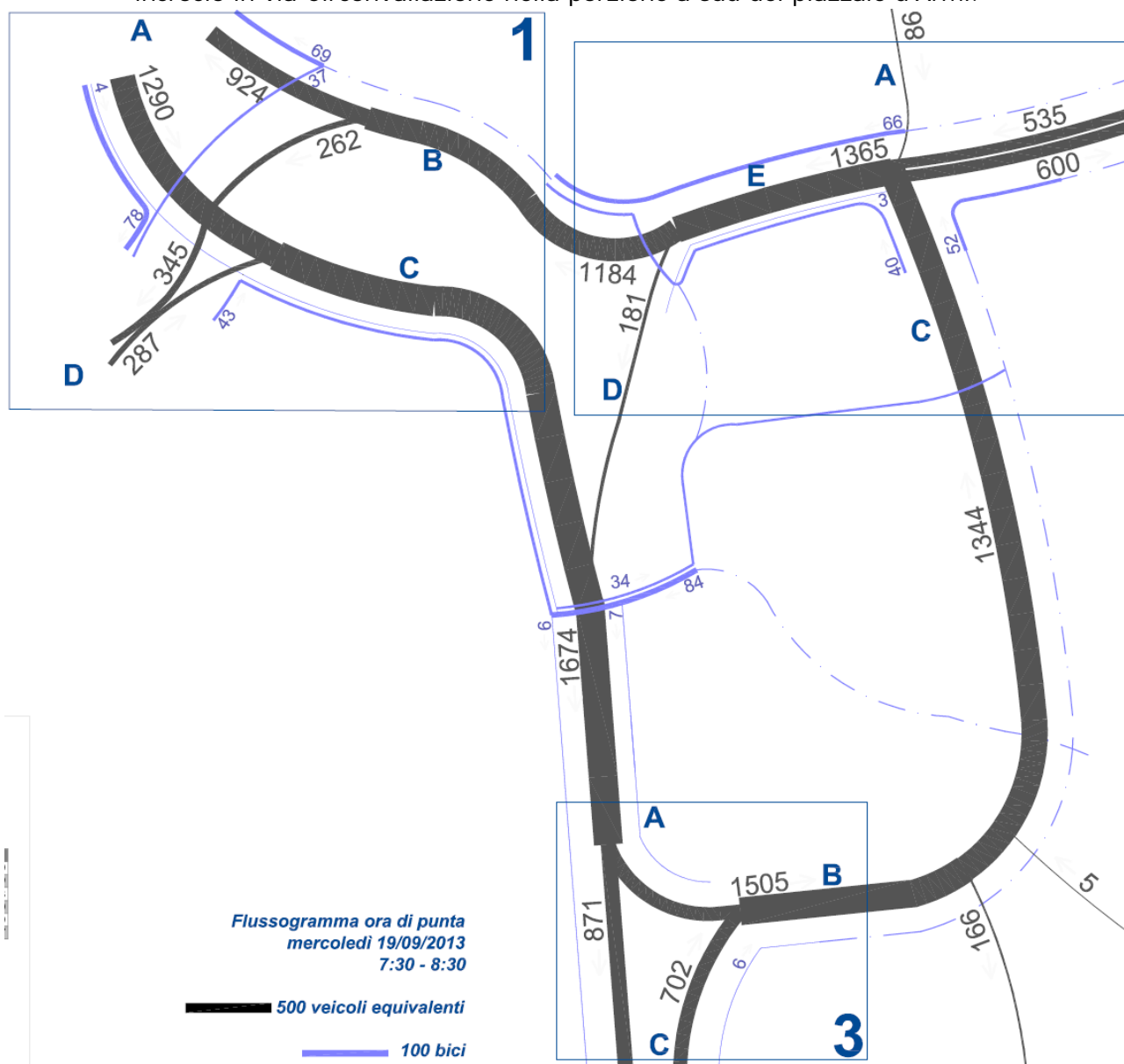


Figura 2.12 – Flussogramma, intersezione piazzale d'Armi , ORA 7:30- 8:30

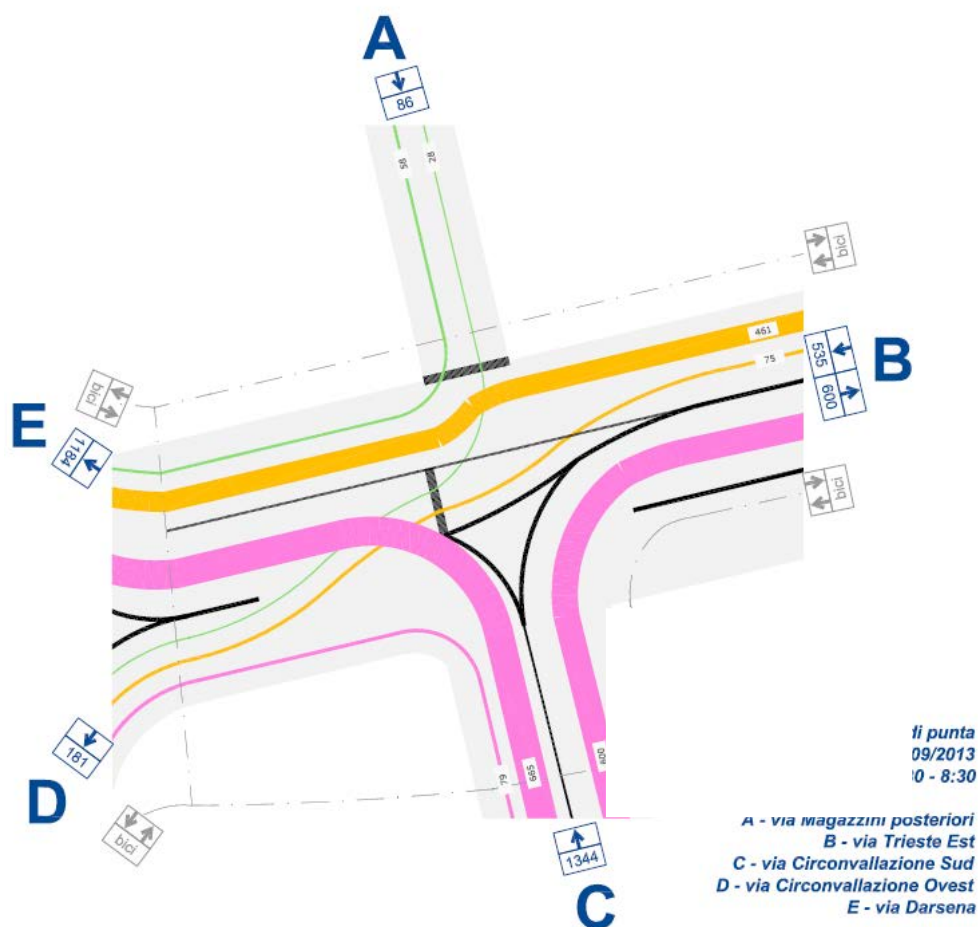
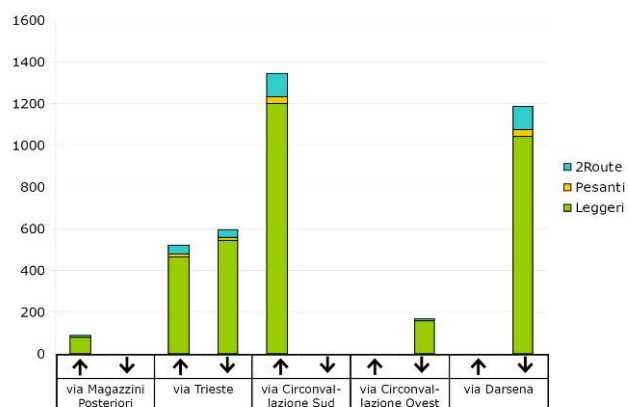


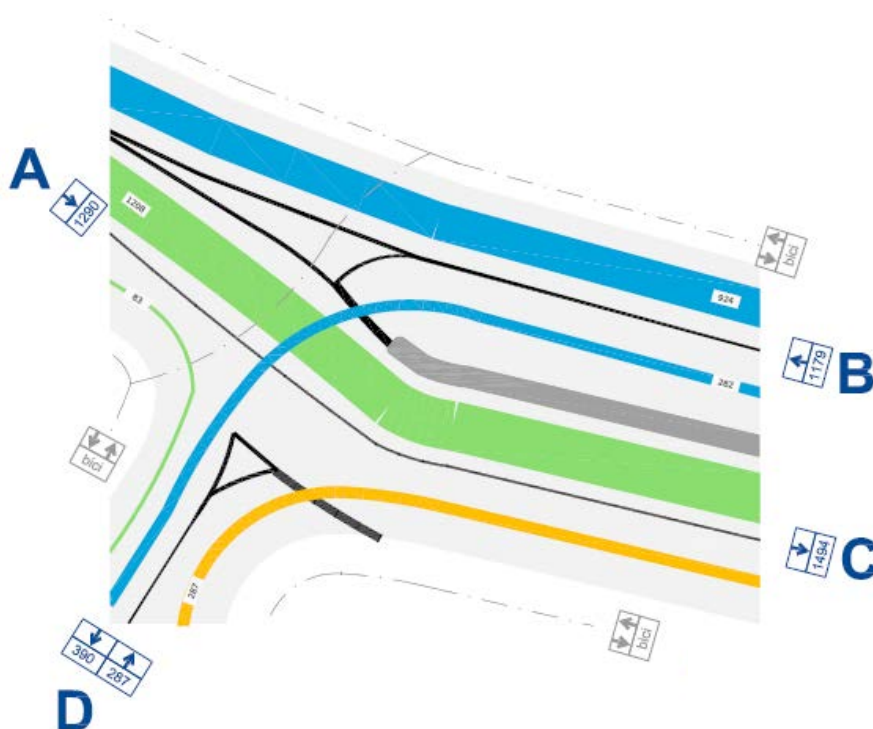
Figura 2.13 – Flussogramma, Matrici OD del nodo per tipologia di veicolo e composizione del traffico per tipologia di veicolo, intersezione piazzale d'Armi-nodo1, ORA 7:30 – 8:30

Leggeri	A	B	C	D	TOT
A	0	0	1081	74	1155
B	806	0	0	183	989
C	0	0	0	0	0
D	0	0	215	0	215
TOT	806	0	1296	257	2359

Reali	A	B	C	D	TOT
A	0	0	1212	88	1300
B	925	0	0	259	1184
C	0	0	0	0	0
D	0	0	271	0	271
TOT	925	0	1483	347	2755

V.Eq.	A	B	C	D	TOT
A	0	0	1208	83	1290
B	924	0	0	262	1186
C	0	0	0	0	0
D	0	0	287	0	287
TOT	924	0	1494	345	2762





Leggeri	A	B	C	D	E	TOT
A	0	0	0	25	52	77
B	0	0	0	68	396	464
C	0	543	0	65	593	1201
D	0	0	0	0	0	0
E	0	0	0	0	0	0
TOT	0	543	0	158	1041	1742

Reali	A	B	C	D	E	TOT
A	0	0	0	27	60	87
B	0	0	0	74	445	519
C	0	595	0	68	679	1342
D	0	0	0	0	0	0
E	0	0	0	0	0	0
TOT	0	595	0	169	1184	1948

V.Eq.	A	B	C	D	E	TOT
A	0	0	0	27,5	58	85,5
B	0	0	0	74,5	460,5	535
C	0	0	0	0	0	0
D	0	600	0	79	665	1344
E	0	0	0	0	0	0
TOT	0	600	0	181	1184	1964

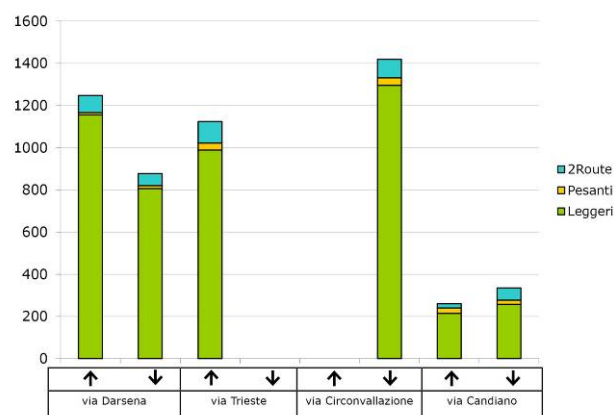


Figura 2.14 – Flussogramma, Matrici OD del nodo per tipologia di veicolo e composizione del traffico per tipologia di veicolo, intersezione piazzale d'Armi-nodo2, ORA 7:30 – 8:30

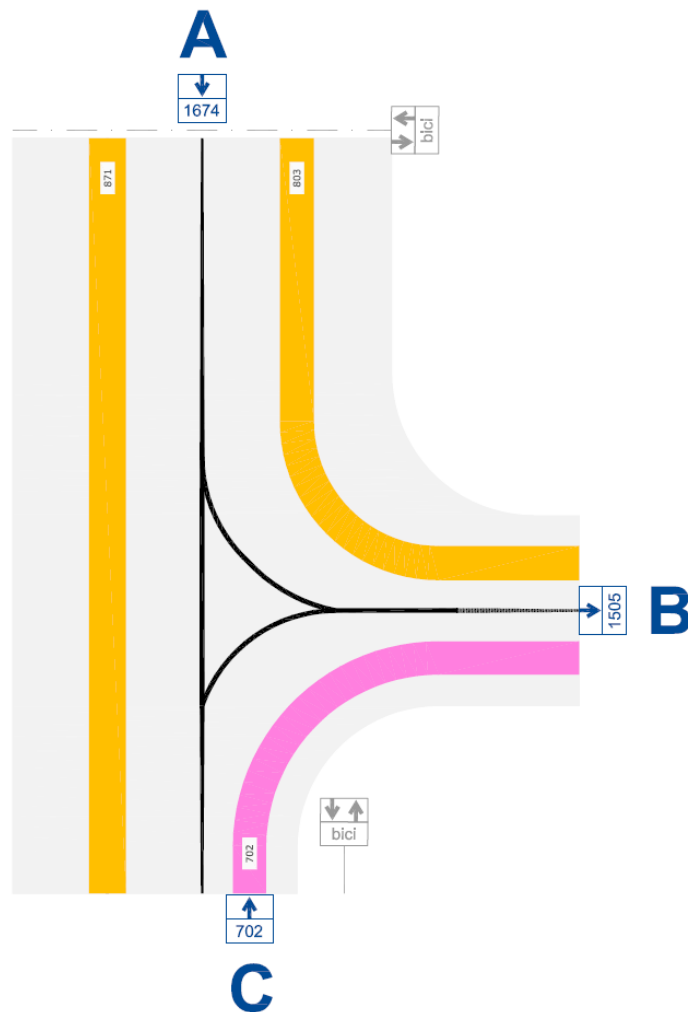
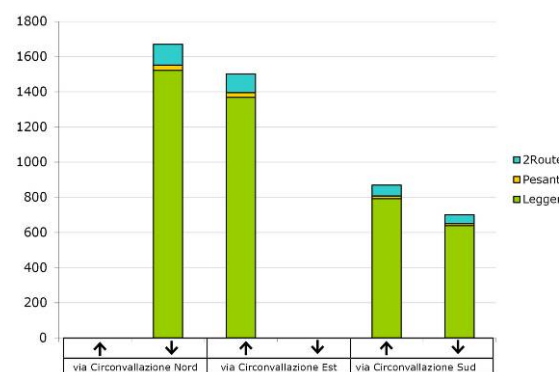


Figura 2.15 – Flussogramma, Matrici OD del nodo per tipologia di veicolo e composizione del traffico per tipologia di veicolo, intersezione piazzale d'Armi-nodo2, ORA 7:30 – 8:30

Leggeri	A	B	C	TOT
A	0	730	792	1522
B	0	0	0	0
C	0	638	0	638
TOT	0	1368	792	2160

Reali	A	B	C	TOT
A	0	801	869	1670
B	0	0	0	0
C	0	700	0	700
TOT	0	1502	869	2371

V.Eq.	A	B	C	TOT
A	0	803	871	1674
B	0	0	0	0
C	0	702	0	702
TOT	0	1505	871	2376





Il nodo di piazzale d'armi è sicuramente il più sollecitato dai flussi di traffico tra quelli presi in esame.

Il complesso sistema di manovre, regolato da più semafori, consente uno scambio tra le direttrici di attraversamento nord-sud (via Darsena e via Circonvallazione piazza d'Armi) ed est-ovest (via Trieste e via Candiano).

Si evidenzia il fatto che la manovra di ingresso a via Candiano per i veicoli provenienti da via Trieste e Circonvallazione piazza d'Armi sarebbe consentita unicamente ai mezzi del trasporto pubblico ed ai veicoli autorizzati. I rilievi effettuati mettono però in evidenza il fatto che la svolta viene liberamente eseguita da tutti i veicoli senza tenere in considerazione le effettive limitazioni (sono ben 262 i veicoli equivalenti che eseguono questa manovra).

L'anello è percorso da circa 1500 veicoli equivalenti nella parte a sud, 1350 veicoli nella parte più ad est a ridosso di via Trieste e da 2200 veicoli bidirezionali nel ramo più a nord di via Darsena.

L'elevato numero di biciclette rilevato, quasi tutte su percorsi ciclabili dedicati mette in evidenza un altro dato rilevante, ovvero che il nodo viene utilizzato come porta di accesso al centro storico per la mobilità dolce, che trova in questo punto un varco alla cesura costituita dalla linea ferroviaria.



3 STIMA DEL TRAFFICO INDOTTO PER FASI ATTUATIVE

3.1 *Note procedurali*

La stima del traffico indotto dal funzionamento a regime dei comparti di progetto previste all'interno del perimetro dell'area di intervento è basata sui dati e le informazioni relative al dimensionamento del POC.

Si tratta evidentemente di informazioni che soffrono di un certo grado di variabilità correlato al livello di pianificazione raggiunto dal progetto nel suo insieme.

Per questo, non essendo dato ad oggi conoscere con precisione, ad esempio, la tipologia merceologica dell'offerta di vendita delle attività commerciali che si andranno ad insediare nelle strutture di progetto o l'esatta collocazione e dimensione delle strutture scolastiche previste, o le superfici del direzionale e del commerciale di vicinato calcolate congiuntamente dal POC applicando un unico indice, la stima della capacità attrattiva / generativa di traffico dei vari comparti è stata condotta sulla base di ipotesi formulate a priori, che andranno verificate in sede di pianificazione attuativa dei singoli subcomparti.

Per maggiori dettagli sulle superfici e le funzioni assegnate, si rimanda evidentemente alla lettura del POC.

Laddove i procedimenti seguiti rendevano necessario operare una scelta, si sono sempre assunte ipotesi di lavoro precauzionali, tali da ottenere i volumi di traffico generati nella combinazione più gravosa e nello stesso tempo verosimile.

La procedura di stima del traffico indotto è orientata a quantificare il numero di veicoli generati / attratti e immessi sulla rete viaria giornalmente e nelle fasce orarie di punta del mattino e del pomeriggio, per poter prevedere eventuali aspetti critici.

In particolare si segnala fin da subito la forte influenza del centro commerciale di cui è prevista la realizzazione nei subcomparti 8/9, a sud del Candiano, sulla stima del traffico veicolare indotto il pomeriggio, quando notoriamente le strutture di vendita esercitano al massimo la loro capacità attrattiva sulla clientela.

Una volta valutata la capacità attrattiva / generativa dei comparti a regime, si passa ad analizzarne l'impatto sulla rete viaria in termini di incrementi di flussi di traffico sulla viabilità di progetto (Capitolo 4).

Tale impatto viene verificato nelle tre fasi attuative in cui il POC ha ripartito la realizzazione completa delle opere e degli interventi pubblici e privati nell'area della Darsena di città.

La stima del traffico indotto (veicoli generati e attratti) si basa su una serie di calcoli parametrici che mettono in relazione la superficie utile assegnata ad ogni funzione (residenziale, commerciale, direzionale, artigianale) con vari fattori per la determinazione dei

flussi veicolari, si precisa che nel dettaglio i fattori utilizzati e calibrati per le differenti funzioni ospitate all'interno dei comparti sono:



- Parametri di conversione delle superfici in numero di residenti, addetti, utenti e conferitori.
- Spostamenti/giorno per persona.
- Percentuale di spostamenti effettuata con mezzo privato.
- Tasso di occupazione del veicolo privato.
- Percentuale di spostamenti effettuati in ora di punta mattutina e serale.

Le fonti utilizzate per il calcolo dei suddetti parametri sono ISFORT, ISTAT, e il "Piano Economico Finanziario per la riqualificazione della Darsena di Ravenna" con l'indicazione aggiornata delle superfici di riferimento e degli indici di utilizzazione, nonché la "Relazione DPQU-D1" all'interno della quale si trova la stima del numero di residenti e del numero di addetti presunti, calcolati utilizzando il parametro di 30 mq a persona.

3.2 Metodo di calcolo

La stima della capacità attrattiva/generativa di un comparto si ottiene solitamente attraverso dei calcoli parametrici che utilizzano come parametro di base la superficie assegnata alle funzioni in esso presenti ed una serie di coefficienti da applicare a seconda delle eventualità.

Si tratta evidentemente di una quantificazione dei flussi indotti operata ipotizzando il funzionamento dei comparti e delle strutture "a regime", quando cioè saranno in attività da un periodo abbastanza prolungato da aver creato una movimentazione di clientela/utenza di base standard assestata.

Si precisa da subito che per traffico indotto si intende la somma del traffico attratto (in ingresso all'area) e generato (in uscita dalla stessa).

Di seguito i principali parametri utilizzati nella metodologia di calcolo del traffico indotto, che in sostanza si basa su questi passaggi consequenziali:

1. la conversione delle superfici assegnate alle funzioni in "persone" (residenti, addetti, utenti, clienti, con feritori a seconda della funzione in esame); per la stima del numero di residenti ed addetti si è utilizzato il valore stabilito dal POC di 30 mq/persona;
2. la conversione del numero di "persone" in spostamenti, applicando un coefficiente di 3 spostamenti/persona per i residenti e gli addetti e di 2 spostamenti/persona per gli altri (utenti, clienti e conferitori);
3. la conversione del numero di spostamenti in veicoli/giorno e veicoli/ora, utilizzando i parametri del "modal split" (percentuale di spostamenti effettuata con mezzo privato, dal 50% al 100% a seconda delle categorie di persone che si spostano) e del tasso di occupazione dei veicoli (numero di persone/veicolo).



Per rendere più accurate le valutazioni è stata assegnata una percentuale ipotetica di distribuzione delle funzioni: commerciale di vicinato, commerciale di grande distribuzione, direzionale, produttivo e ricettivo, per caratterizzare le superfici non residenziali insediabili nei subcomparti secondo le indicazioni del POC.

CODICE	NOME	SCREALEZZABILE	SCRESDENZIALE	SCNON RESIDENZIALE	AREE CARTA POC	ABITANTI SC/30 da tabella DPQU	ADDETTI SC/30 da tabella DPQU	STUDENTI STUDIA DA ABITANTI STAT	% commerciale	% commerciale grande	%direzionale	%produttivo	%ricettivo
2	EREDI TAMBINI ED ALTRI	4994	2569	2426	Area turistico commerciale	85	81		40	0	50	0	10
3	CENTRO DIR. DIAMANTE	3423	1686	1737	Area turistico commerciale	56	58		40	0	50	0	10
6	F.LLI BENINI	4055	1883	2172	Area turistico commerciale	63	72		40	0	50	0	10
7	EX MANETTI	8955	4079	4876	Area turistico commerciale	136	163		40	0	50	0	10
08/09	CMC - LOCAT	47041	17263	29778	Area turistico commerciale	538	1099		0	50	50	0	0
10	IMMOBILIARE PLATANI	8519	1001	7518	Area culturale ricreativo	34	251		30	0	70	0	0
11	NUOVA PANSAC	27400	10932	16469	Area culturale ricreativo	354	549		40	0	50	0	10
12	PALATIUM	7631	4929	2702	Area culturale ricreativo	164	90		40	0	50	0	10
13	NUOVA CEMENTI RAVENNA	18365	11462	6904	Area culturale ricreativo	382	230	100	40	0	50	0	10
15	SETRAMAR E ALTRI	17383	11261	6123	Area culturale ricreativo	375	204		40	0	50	0	10
16	MONTANARI E ALTRI	4575	2765	1810	Area culturale ricreativo	92	60		40	0	50	0	10
17b	GAMBI - ENI	5907	3809	2099	Area culturale ricreativo	127	70		40	0	50	0	10
18	N.C.C. E ALTRI	4120	2583	1537	Area culturale ricreativo	86	51		40	0	50	0	10
19	MOTORIZZAZIONE CIVILE E	24444	10984	13460	Area multifunzione	356	449		30	0	50	20	0
19a	ORTI	6098	3310	2788	Area culturale ricreativo	110	93	250	40	0	50	0	10
20	TAVAR E ALTRI	44229	21596	22633	Area multifunzione	720	754		30	0	50	20	0
20a	PARCHEGGIO COMUNE	11849	7034	4815	Area multifunzione	234	161		30	0	50	20	0
21	EX AUTOMARKET	3752	1733	2020	Area multifunzione	58	67		30	0	50	20	0
22	CASADIO ED ALTRI	9211	4399	4813	Area multifunzione	147	160		30	0	50	20	0
ExDogana	EX DOGANA	10000	3000	7000	Area turistico commerciale	100	233		40	0	50	0	10
ExPoligono	EX TIRO A SEGNO	374	0	374	Area culturale ricreativo	0	12		20	0	80	0	0
24	F.LLI MARTINI	9519	899	8620	Area turistico commerciale	30	287		40	0	50	0	10
25	GALLA DIVA	2044	1411	633	Area culturale ricreativo	47	21		40	0	50	0	10
26/28	FIorentina	40410	23578	16833	Area culturale ricreativo	786	561		40	0	50	0	10
29	SILOS GRANARI	22958	11234	11724	Area culturale ricreativo	371	373		40	0	50	0	10
30	ITALMET	4827	3071	1756	Area culturale ricreativo	102	59		40	0	50	0	10
31	EX CONSORZIO	44429	23123	21306	Area culturale ricreativo	771	710		40	0	50	0	10
32	BUNGE ITALIA	32332	16588	15744	Area multifunzione	553	525		30	0	50	20	0
Cap.Porto	CAPITANERIA DI PORTO	6269	656	5613	Area turistico commerciale	22	187		40	0	50	0	10
Comp_porto	COMPAGNIA PORTUALE	8440	4022	4418	Area turistico commerciale	134	147		40	0	50	0	10

Tabella 3.1 - Parametri urbanistici dei sub comparti



In questa operazione si è tenuto conto delle indicazioni fornite all'interno dell'elaborato D4 che individua all'interno dell'area della Darsena tre fasce distinte di specializzazione:

- Area turistico commerciale
- Area culturale ricreativo
- Area multifunzione.

Si sono inoltre tenuti in considerazione gli specifici usi previsti per ognuno dei subcomparti così come indicato all'interno delle "Schede di Subcomparto" allegate alle N.T.A. del POC. La suddivisione in percentuale di ogni funzione, per quanto arbitraria, risulta quindi essere la più attendibile possibile rispetto allo stato attuale della pianificazione.

La sintesi dei risultati di questo processo è riportata nella Tabella 3.3, riassunto dei principali parametri urbanistici di ogni subcomparto.

Per il calcolo delle dotazioni e dei servizi per l'istruzione, si è messa in relazione la distribuzione percentuale per fasce di età della popolazione della città di Ravenna secondo i dati del censimento ISTAT 2001 con il numero di abitanti ipoteticamente insediabili nella Darsena (circa 7000 abitanti).

Questa procedura ha portato al seguente dimensionamento dei servizi per l'istruzione:

- Scuola materna, per 100 bambini
- Scuola primaria, per 250 bambini.

Le strutture scolastiche sono state collocate, secondo un'ipotesi concordata con gli uffici tecnici del Comune di Ravenna, nei subcomparti 13 e 19a.



PARAMETRI PER IL CALCOLO DEL TRAFICO INDOTTO						
	MQ / persona	Spostamenti / giorno / persona	% traffico privato	Tasso di occupazione del veicolo	Spostamenti / HPM / persona	Spostamenti / HPP / persona
RESIDENTI	60,00	3,00	0,50	1,00	0,40	0,60
STUDENTI	studenti presunti	2,00	0,40	1,50	0,50	0,00
ADDETTI	commercio al dettaglio	30,00	3,00	0,60	1,10	0,00
	commercio medio grandi	30,00	2,00	0,60	1,10	0,00
	direzionale	30,00	3,00	0,60	1,10	0,25
	produttivo / artigianale	30,00	3,00	0,60	1,10	0,25
	ricettivo	30,00	3,00	0,60	1,10	0,00
UTENTI	commercio al dettaglio	10,00	2,00	0,40	1,10	0,80
	commercio medio grandi	10,00	2,00	0,60	1,30	0,00
	direzionale	150,00	2,00	0,65	1,05	0,00
	produttivo / artigianale	150,00	2,00	0,65	1,05	0,00
	ricettivo	10,00	2,00	0,40	1,10	0,10
CONFERITORI	commercio al dettaglio	375,00	2,00	1,00	1,00	0,10
	commercio medio grandi	200,00	2,00	1,00	1,10	0,00
	direzionale	600,00	2,00	1,00	1,00	0,05
	produttivo / artigianale	600,00	2,00	1,00	1,00	0,05
	ricettivo	375,00	2,00	1,00	1,00	0,10

Tabella 3.2 - Parametri utilizzati per il calcolo del traffico indotto



La sintesi dei calcoli effettuati per determinare il traffico indotto giornaliero, in orario di punta mattutino e in orario di punta pomeridiano è riportato nella tabella seguente.

In Tabella 3.2 il dettaglio dei parametri utilizzati per funzione e tipo di viaggio.

CODICE	ABITANTI	ADDETTI	FASE ATTUATIVA	VEICOLI / GIORNO	VEICOLI / HPM			VEICOLI / HPP		
				TOT INDOTTI	GENERATI	ATTRATTI	TOT INDOTTI	GENERATI	ATTRATTI	TOT INDOTTI
2	85	81	2	367	15	13	27	21	37	58
3	56	58	2	255	10	9	19	14	26	40
6	63	72	2	308	11	11	22	16	33	49
7	136	163	2	685	23	25	49	34	74	108
08/09	538	1099	1	3883	99	96	195	144	728	872
10	34	251	1	696	6	37	43	8	86	95
11	364	549	3	1490	63	76	139	91	121	212
12	164	90	1	510	28	14	42	41	41	82
13	382	230	1	1249	119	89	208	96	105	201
15	375	204	3	1161	65	32	96	94	93	187
16	92	60	2	316	16	9	25	23	28	51
17b	127	70	2	396	22	11	33	32	32	64
18	86	51	3	280	15	8	23	22	23	45
19	366	449	3	1675	63	67	130	92	155	247
19a	110	93	2	440	152	148	300	28	42	70
20	720	754	3	2971	124	112	236	180	261	441
20a	234	161	3	752	40	24	64	59	56	114
21	58	67	3	256	10	10	20	14	23	38
22	147	160	3	622	25	24	49	37	56	92
ExDogana	100	233	2	843	17	36	53	25	107	132
ExPoligono	0	12	2	27	0	2	2	0	3	3
24	30	287	1	804	5	40	45	7	117	124
25	47	21	2	118	8	3	11	10	9	19
26/28	786	561	1	2527	140	78	218	175	229	404
29	371	373	2	1533	67	54	121	84	159	243
30	102	59	3	290	18	8	26	23	24	47
31	771	710	1	2904	138	98	236	172	290	462
32	553	525	3	1914	99	70	168	123	162	286
Cap.Porto	22	187	2	527	4	26	30	5	76	81
Comp_porto	134	147	2	568	24	20	44	30	60	90
TOTALE	7053	7777		30365	1428	1250	2678	1698	3258	4957

Tabella 3.3 - Calcolo indotto e fasi attuative dei subcompatti.



Si stima che le trasformazioni previste per la Fase 1 possano generare un incremento di spostamenti quantificabile in 12.500 veicoli/giorno, per la Fase 2 di 19.000 veicoli/giorno e per la Fase 3 di 30.000 veicoli/giorno.

Le maggiori concentrazioni in termini di incremento di spostamenti saranno sui comparti 08/09 (per il quale si prevede la realizzazione di una grande struttura commerciale/direzionale), 26/28 e 31 la cui attuazione è prevista già nella prima fase.

Le fasi successive vedranno i maggiori incrementi di indotto nei subcomparti 20 e 32.

	ABITANTI	ADDETTI	INDOTTO	GENERATI	ATTRATTI	GENERATI	ATTRATTI
			GIORNO	MATTINA		POMERIGGIO	
FASE 1	2705	3228	12573	536	452	643	1596
FASE 1+2	4048	4798	18954	905	820	964	2283
FASE 1+2+3	7053	7777	30365	1428	1250	1698	3258

Tabella 3.4 - Fasi attuative e incrementi dell'indotto.



4 IMPATTO DEL TRAFFICO VEICOLARE SULLA VIABILITÀ

4.1 *La costruzione del modello per la simulazione degli scenari di progetto*

Per la distribuzione del traffico veicolare sulla rete viaria è stato appositamente costruito un modello di macrosimulazione per lo stralcio di rete viaria compreso tra la ferrovia ad ovest, via delle Industrie a nord, via Monti ad est e via Trieste a sud.

La consistente mole di dati di traffico a disposizione, anche se in parte datata, e la stima del traffico indotto nelle tre fasi attuative previste dal POC ha consentito da un lato di ricostruire e calibrare con un buon livello di attendibilità lo stato attuale, dall'altro di assegnare a ciascun subcomparto la quota di flussi veicolari indotti (generati + attratti) per verificare le variazioni nei flussi veicolari indotte sulla viabilità di progetto.

Gli scenari simulati, oltre allo stato attuale, sono i seguenti.

SCENARIO	ORA DI PUNTA	NUOVA VIABILITA'
FASE 1 – HPM	mattino	via di Spina – 1° stralcio
FASE 1 – HPS	pomeriggio	
FASE 2 – HPM	mattino	via di Spina – 2° stralcio nuova connessione Darsena - Industrie
FASE 2 – HPS	pomeriggio	
FASE 3 – HPM	mattino	via di Spina – 3° stralcio
FASE 3 – HPS	pomeriggio	

Tabella 4.1 Scenari simulati con il modello macro

Il traffico indotto dai nuovi subcomparti, calcolato secondo le procedure descritte nel Capitolo 3, è stato sommato alla matrice Origine Destinazione degli spostamenti attuale senza ulteriori aumenti di base del traffico. Gli scenari tendenziali relativi all'evoluzione in aumento costante del traffico veicolare, comunemente utilizzati fino a qualche anno fa, risultano oggi infatti fortemente messi in discussione dal processo di stabilizzazione/flessione del traffico veicolare registrato in modo abbastanza uniforme in tutta Italia.



4.2 Fase 1

I risultati del processo di assegnazione sul modello di macrosimulazione mettono in evidenza per il primo stralcio della via di Spina il passaggio di 1150 veicoli bidirezionali in ora di punta mattutina e 1300 per l'ora di punta serale. In conseguenza di ciò si ha un alleggerimento dei flussi di traffico su via Trieste e su via Darsena nel tratto compreso tra piazzale delle Armi e la nuova rotatoria all'intersezione tra via Darsena e la via di Spina che vede ridurre i suoi flussi di 700 veicoli.

Essendo il modello di macrosimulazione limitato all'ambito direttamente connesso alla Darsena, non si può tener conto di una maggior attrattività potenziale di piazzale d'Armi per i flussi provenienti da sud dovuti proprio al suo alleggerimento.

L'entità di questo fenomeno, non può essere determinato se non attraverso l'utilizzo di un modello di macrosimulazione alla scala comunale e pertanto la lettura dei risultati delle presenti elaborazioni deve tenere conto di queste considerazioni.

Si registra la presenza di consistenti aumenti di traffico anche sulla via Perilli Mederico e su via Bosi Maramotti che assolvono alla funzione di accesso e recesso per la nuova via di Spina.

Il livello di servizio della viabilità esistente e della viabilità di progetto, misurato in questo caso con il rapporto flusso/capacità, si mantiene adeguato per lo scenario dell'ora di punta mattutina come per quello dell'ora di punta serale, evidenziando criticità solo lungo via Monti e via Darsena nel tratto a nord di via Antico Squero, in ragione del fatto che già allo stato attuale queste strade sono caricate da consistenti flussi di traffico (1300-1400 veicoli orari per senso di marcia).

4.3 Fase 2

Nello scenario di Fase 2 si prevede la realizzazione della nuova strada di collegamento tra via Darsena e via delle Industrie in sostituzione dell'attuale via Montecatini. I flussi previsti in transito su questa nuova strada sono circa 1200, in parte dovuti all'indotto dei subcomparti, in parte all'assorbimento dei flussi in transito su via Montecatini (700 veicoli).

Il completamento fino a via Pirano della via di Spina, estende fino a questa via gli effetti evidenziati per la Fase 1. Ad un aumento dei flussi di traffico sulla nuova via di progetto (1200 veicoli bidirezionali per l'ora di punta mattutina e 1500 veicoli per l'ora di punta serale) corrisponde una diminuzione dei flussi su via Trieste e via Darsena.

L'accesso alla via di Spina da via Trieste, trovando più alternative di collegamento rispetto alla Fase 1, evidenzia rispetto a questo scenario una diminuzione dei flussi di traffico su via Bosi Maramotti e via Perilli Mederico.

Il rapporto flusso/capacità per questo scenario aumenta nei punti maggiormente carichi evidenziati per la Fase 1 ovvero per la via Monti e per l'anello di circolazione a senso unico di via Darsena, via Antico Squero e via delle Industrie. Si mantiene sostanzialmente adeguato per le altre strade.



4.4 Fase 3

Nello scenario di Fase 3 si prevede il completamento della via di Spina, da via Monti a via Darsena, che si configura così come un percorso alternativo e parallelo a via Trieste.

Tuttavia anche in questo scenario via Trieste mantiene una importante funzione di distribuzione da e per le nuove funzioni insediate nella Darsena e per i flussi diretti verso piazzale d'Armi.

Il lavoro sinergico delle due strade nel servire le relazioni est-ovest e l'accessibilità della Darsena è dimostrato dalle variazioni contenute dei flussi su via Trieste rispetto allo stato attuale che oscillano tra + 100 veicoli e -150 veicoli.

Via Pag, via Pirano, via Bosi Maramotti e via Perilli Mederico garantiscono l'accesso e il recesso alla via di Spina per i veicoli provenienti da sud, mentre per quelli provenienti da nord le due rotatorie di testata all'intersezione con via Monti e con via Darsena diventano l'accesso privilegiato.

I flussi di traffico si mantengono omogenei per gran parte della lunghezza della nuova via di progetto oscillando tra un minimo di 900 e un massimo di 1350 veicoli bidirezionali (ora di punta mattutina) con l'eccezione del tratto compreso tra via Perilli Mederico e via Darsena che vede aumentare il numero di veicoli in transito fino a 2000 bidirezionali per l'ora di punta serale.

Come per le altre fasi le criticità nel rapporto flusso/capacità si evidenziano lungo via Monti e nell'anello costituito da via Darsena, via Antico Squero e via delle Industrie, in ragione dell'aumento del traffico attratto e generato dalle nuove trasformazioni.



5 VERIFICA DI CAPACITÀ DEI NODI STRATEGICI

Dopo aver verificato gli effetti dell'attuazione del POC sull'assetto della rete viaria di progetto nel suo insieme, lo studio si è preoccupato di testare le soluzioni di riorganizzazione geometrica proposte per i nodi strategici sottoposti a maggior stress dai nuovi carichi veicolari indotti dai vari subcomparti nelle varie fasi attuative.

I nodi strategici individuati sono localizzati nei punti di connessione tra la viabilità esistente e la viabilità di progetto, in particolare nella porzione interessata dal POC a sud del Candiano. Ad essere presi in esame sono quindi i nodi seguenti:

1. nuova via di Spina – via Monti,
2. nuova via di Spina – via Candiano,
3. via Trieste – via Bosi Maramotti,
4. via Trieste – circonvallazione Piazza d'Armi,
5. viale delle Industrie – nuova strada di progetto.

Le verifiche di capacità e le valutazioni su ciascun nodo sono state eseguite assumendo le matrici OD degli spostamenti desunte dalle simulazioni modellistiche descritte nel capitolo precedente. In generale la viabilità risulta maggiormente caricata nella Fase 3, e cioè nell'orizzonte temporale di lungo termine di attuazione completa del POC della Darsena, tranne che nel caso dell'intersezione via Trieste – via Bosi Maramotti – via Aquileia, che risulterà maggiormente sollecitata nella Fase 1, quando la realizzazione del solo primo stralcio della via di Spina, da via Darsena a via Bosi Maramotti, porterà necessariamente su quest'ultima i flussi veicolari indotti che vorranno accedere o recedere dai comparti della Darsena da via Trieste.

Per i primi tre nodi tra quelli sopra elencati è stato appositamente predisposto un modello di micro simulazione del traffico, le cui caratteristiche sono descritte nel Paragrafo a seguire.

5.1 Il modello di microsimulazione del traffico

Il software utilizzato per la modellizzazione micro è Cube Dynasim 4.0.3. Tale software permette di investigare tutte le dinamiche tempo-dipendenti del fenomeno traffico, usando un modello microscopico, stocastico, basato sugli eventi e sui comportamenti dei conducenti. Cube Dynasim effettua analisi dettagliate di sistemi stradali complessi emulando in modo realistico i flussi di tutte le componenti veicolari.

Gli algoritmi di microsimulazione permettono la valutazione del movimento di ciascun veicolo presente sulla rete in funzione del suo comportamento e degli avvenimenti attorno ad esso.

Il modello di simulazione è stocastico in quanto molti dei parametri di valutazione, come quelli che descrivono l'ambiente circostante, vengono ottenuti per mezzo di distribuzioni



statistiche. Infine è guidato dagli eventi in quanto il comportamento di un veicolo viene modificato dai risultati degli eventi della simulazione.

Le informazioni di cui necessita il modello per funzionare sono sostanzialmente di due tipi, riconducibili agli scenari di rete, per quel che riguarda l'offerta viaria e la descrizione dei vari elementi di controllo viario, ed agli scenari di flusso per quel che riguarda la domanda.

La microsimulazione non si occupa di distribuire sulla rete i flussi in base a funzioni di costo ed alla individuazione del percorso più breve, come fa invece la macrosimulazione ma, in base ad una matrice Origine/Destinazione data, sposta rigidamente i flussi da ciascuna origine a ciascuna destinazione su un unico percorso possibile, consentendo di analizzare nel dettaglio l'andamento nel tempo del traffico e le eventuali criticità, come ad esempio la formazione di accodamenti, e di estrarre, grazie a processi iterativi che danno valenza statistica ai risultati, tutte le possibili variabili caratterizzanti del sistema (tempi, velocità, ritardi, densità di flusso, ecc.).

Grazie ad un'interfaccia grafica dinamica e navigabile, il software di microsimulazione consente di visualizzare in 2D (dall'alto) o 3D il video di ciascuna simulazione ed avere quindi percezione diretta della realtà simulata, oltre che, come detto, estrarre i valori di una serie di indicatori trasportistici.

5.2 Glossario degli indicatori

L'indicatore di sintesi finale utilizzato per descrivere la funzionalità del nodo nelle condizioni simulate è il livello di servizio (LdS) secondo la formulazione proposta dal HCM 2000 statunitense, ampiamente riconosciuta e comunemente utilizzata a livello internazionale.

L'indicatore può assumere un valore da "A" a "F" in funzione del valore del ritardo medio accumulato dai veicoli per attraversare l'intersezione su ciascuna corrente di traffico. Per ritardo si intende la differenza tra il tempo reale di attraversamento del nodo e il corrispondente tempo teorico in condizioni di deflusso libero e cioè in assenza di interferenze legate alla presenza degli altri veicoli o di altre interferenze.

Nel seguito è riportata la descrizione delle condizioni di circolazione associate a ciascun valore del livello di servizio.

A Gli utenti non subiscono interferenze alla propria marcia, hanno elevate possibilità di scelta delle velocità desiderate (libere); il comfort è notevole.

B La più alta densità rispetto a quella del livello A comincia ad essere avvertita dai conducenti che subiscono lievi condizionamenti alle libertà di manovra ed al mantenimento delle velocità desiderate; il comfort è discreto.

C Le libertà di marcia dei singoli veicoli sono significativamente influenzate dalle mutue interferenze che limitano la scelta delle velocità e le manovre all'interno della corrente; il comfort è definibile modesto.



D E' caratterizzato da alte densità ma ancora da stabilità di deflusso; velocità e libertà di manovra sono fortemente condizionate; modesti incrementi di domanda possono creare problemi di regolarità di marcia; il comfort è basso.

E Rappresenta condizioni di deflusso che comprendono, come limite inferiore, la capacità; le velocità medie dei singoli veicoli sono modeste (circa metà di quelle del livello A) e pressoché uniformi; non c'è praticamente possibilità di manovra entro la corrente; il moto è instabile perché piccoli incrementi di domanda o modesti disturbi (rallentamenti, ad esempio) non possono più essere facilmente riassorbiti da decrementi di velocità e si innesca così la congestione; il comfort è bassissimo.

F Il flusso è forzato: tale condizione si verifica allorché la domanda di traffico supera la capacità di smaltimento della sezione stradale utile (ad es. per temporanei restringimenti dovuti ad incidenti o manutenzioni) per cui si hanno code di lunghezza crescente, bassissime velocità di deflusso, frequenti arresti del moto, in un processo ciclico di stop-and-go caratteristico della marcia in colonna in condizioni di instabilità; non esiste comfort.

Nelle tabelle che sintetizzano i risultati delle simulazioni presentate nel seguito sono riportati i valori relativi ai seguenti parametri.

Flusso [ve]. Numero di veicoli che hanno attraversato i portali di ingresso e uscita dello stralcio di rete viaria rappresentato nella simulazione.

Deficit [%]. Differenza tra la domanda di traffico in input (matrice OD) e il flusso realmente assegnato dalla simulazione.

Ritardo medio [sec]. Differenza tra il tempo di viaggio rilevato e il tempo di viaggio a deflusso libero (condizioni di traffico ideale) mediata su tutti i veicoli in transito.

Ritardo massimo [sec]. Differenza tra il tempo di viaggio rilevato e il tempo di viaggio a deflusso libero (condizioni di traffico ideale) massima rilevata durante la simulazione.

Coda media [m]. Lunghezza media della coda durante l'intervallo di simulazione. Un veicolo entra nello stato in coda se la distanza dal veicolo precedente è inferiore a 15 m e se la sua velocità è inferiore a 10 km/h e ne esce quando la sua velocità supera i 20 km/h.

Coda massima [m]. Lunghezza massima della coda durante l'intervallo di simulazione.

N° stop [n]. Numero di volte in cui mediamente i veicoli entrano nella condizione di stop durante la simulazione.

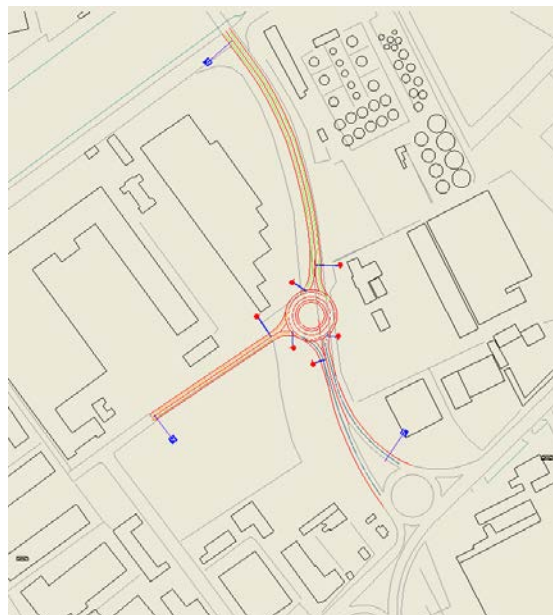
Tempo di stop [sec]. Tempo durante il quale mediamente i veicoli permangono nella condizione di stop durante la simulazione.



5.3 Nodo nuova via di Spina – via Monti

Per la configurazione di progetto dell'intersezione tra la nuova via di Spina e via Monti, da realizzarsi contestualmente all'apertura del terzo stralcio della via di Spina prevista nella Fase 3 del POC, si ritiene necessaria la realizzazione di una rotatoria compatta di dimensioni adeguate ai notevoli carichi veicolari da smaltire, anche in previsione di un ulteriore rafforzamento nell'uso del ponte mobile da mettere in conto nel contesto più generale del potenziamento dell'anello orbitale del centro abitato di Ravenna.

Ai fini della simulazione modellistica si è quindi utilizzata una rotatoria di 45 m di diametro, dotata di singole corsie in ingresso e di una corsia in anello di 9 m di larghezza, secondo quanto disposto dalla normativa.



Le simulazioni proposte ne testano il funzionamento sia nell'ora di punta del mattino (HPM) che nell'ora di punta del pomeriggio (HPS), di cui si riportano qui sotto le relative matrici OD stimate.

PROGETTO				
	D_MontiNord	D_MontiSud	D_Spina	
O_MontiNord	0	840	430	1270
O_MontiSud	1079	0	37	1116
O_Spina	485	50	0	535
	0	0	0	2921

Tabella 5.1 Nodo via di Spina – via Monti. Matrice Origine Destinazione - Ora 7:30-8:30.

PROGETTO				
	D_MontiNord	D_MontiSud	D_Spina	
O_MontiNord	0	1271	626	1897
O_MontiSud	1254	0	23	1277
O_Spina	445	48	0	493
	0	0	0	3667

Tabella 5.2 Nodo via di Spina – via Monti. Matrice Origine Destinazione - Ora 17:30-18:30.



Il modello mostra con una certa chiarezza come la corrente esposta a maggiori criticità sia il flusso veicolare sud-nord, che intercetta, nell'immettersi nell'anello rotatorio, la corrente conflittuale proveniente dalla via di Spina e diretta verso il ramo nord di via Monti.

La corrente nord – sud infatti, pur costituita da un flusso veicolare più alto, ha maggior libertà di ingresso in rotatoria, a causa di una componente conflittuale stimata, relativa alla manovra di svolta dal ramo sud di via Monti alla via di Spina, sensibilmente più bassa.

In generale la rotatoria risulta in grado di assorbire gli elevati volumi di traffico in gioco nella Fase 3 con un livello di servizio accettabile per l'ora di punta, che sicuramente risulterà migliore nelle fasce orarie più scariche. I ritardi medi sono compatibili con condizioni di circolazione tipiche delle ore di punta in ambito urbano.

Tuttavia si evidenziano valori elevati dei ritardi massimi soprattutto sul ramo sud di via Monti, associati all'insorgere di accodamenti sul ramo sud di via Monti in ingresso alla nuova rotatoria tali da rigurgitare a monte fino ad interessare il nodo della rotatoria Finlandia, pregiudicandone la corretta funzionalità. Si precisa che tali accodamenti sarebbero di natura episodica e non stabile e la visione dei video delle simulazioni mostra come si risolverebbero ogni volta nel giro di qualche minuto.

Tale evenienza è comunque ovviamente il più possibile da scongiurare. Si suggerisce pertanto la realizzazione di una corsia "passante" esterna alla rotatoria dedicata alla corrente sud – nord parallela al confine di proprietà sul lato est della via Monti, lasciando che ad immettersi nell'anello giratorio sia solamente il flusso veicolare che deve svoltare a sinistra verso la via di Spina.



Scenario	Ingresso al nodo	Flusso [ve/h]	Deficit [%]	Ritardo Medio [sec]	Ritardo Max [sec]	Coda Media [m]	Coda Max [m]	N° stop [n°/ve]	Tempo di stop [sec]	LdS
Progetto HPM	via Monti Nord	1259	-0.80%	4	10	1	2	0	0	A
	via Monti Sud	1118	0.20%	21	51	243	465	1	18	C
	via di Spina	552	3.00%	7	26	5	12	1	4	A
	TOTALE	2929		11	28				8	B
Progetto HPS	via Monti Nord	1662	-11.00%	5	10	2	4	0	0	A
	via Monti Sud	1236	-2.00%	21	44	669	1108	1	16	C
	via di Spina	471	-4.60%	12	39	11	23	1	10	B
	TOTALE	3369		12	26				7	B

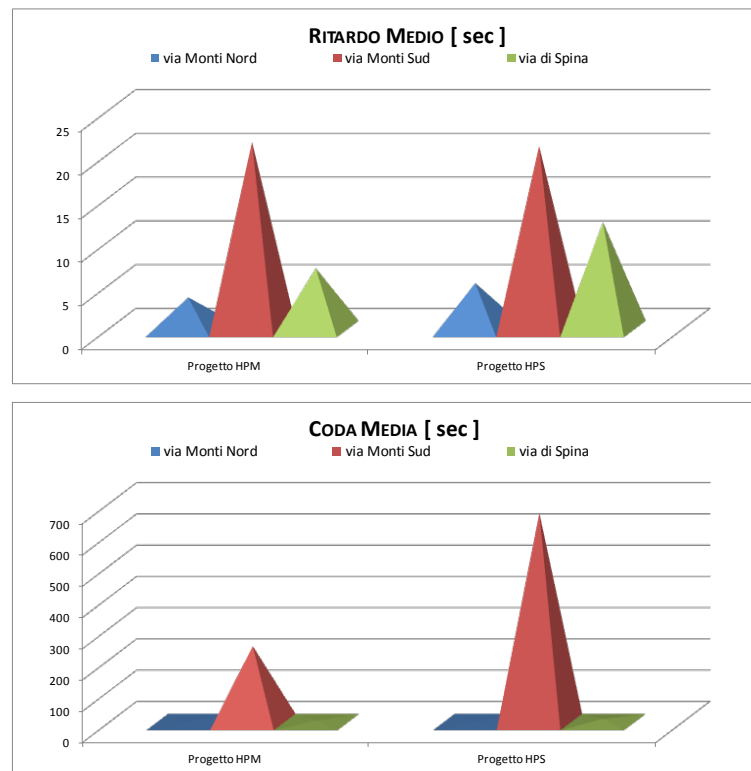
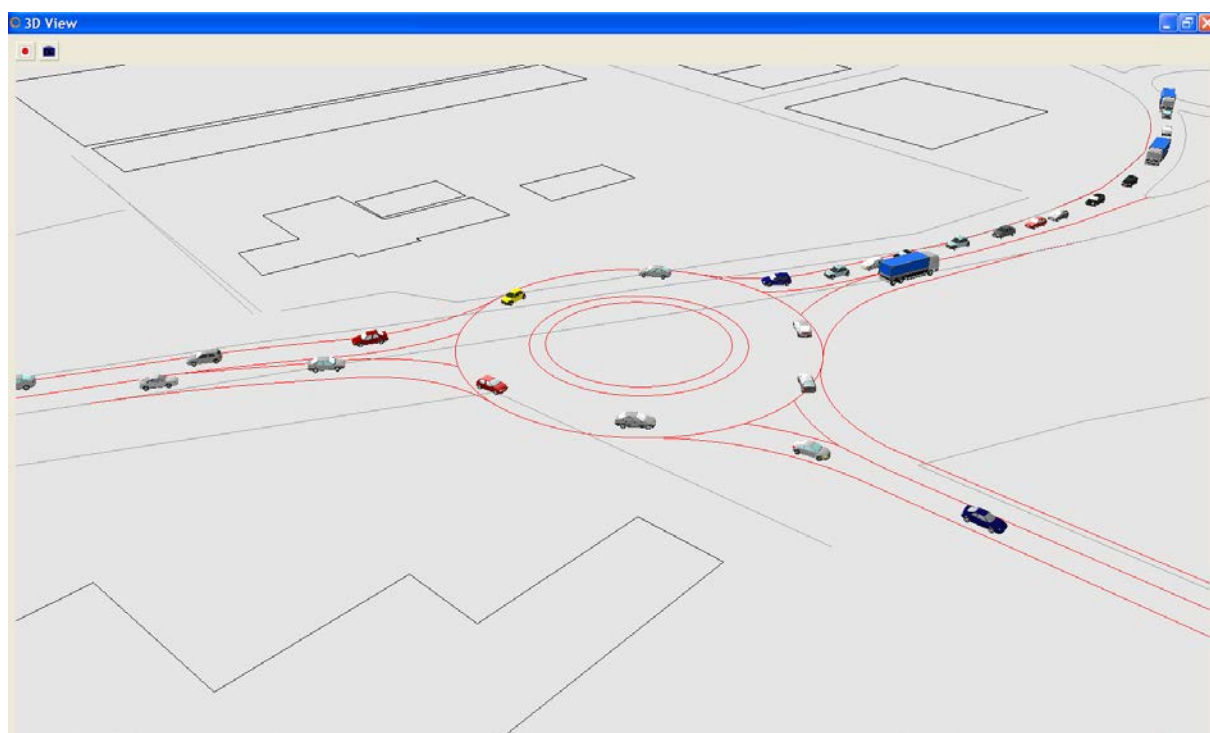
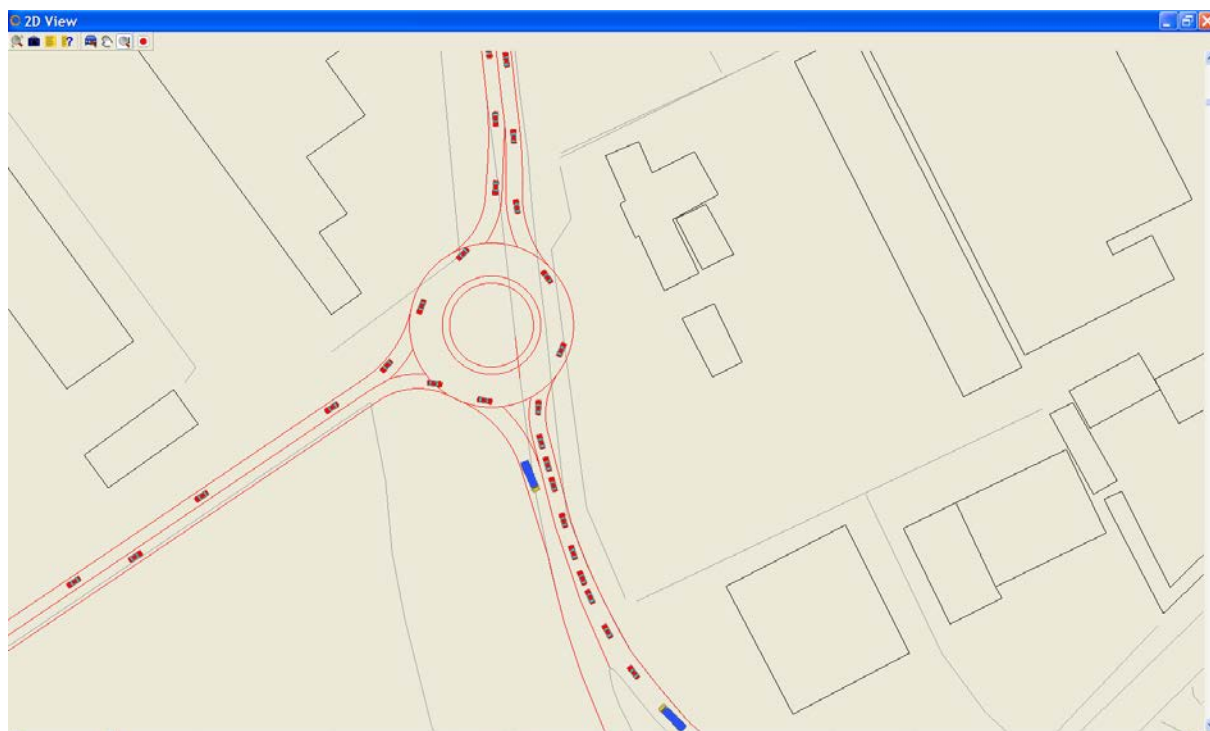


Tabella 5.3 Nodo via di Spina – via Monti. Indicatori risultanti dalle micro simulazioni.





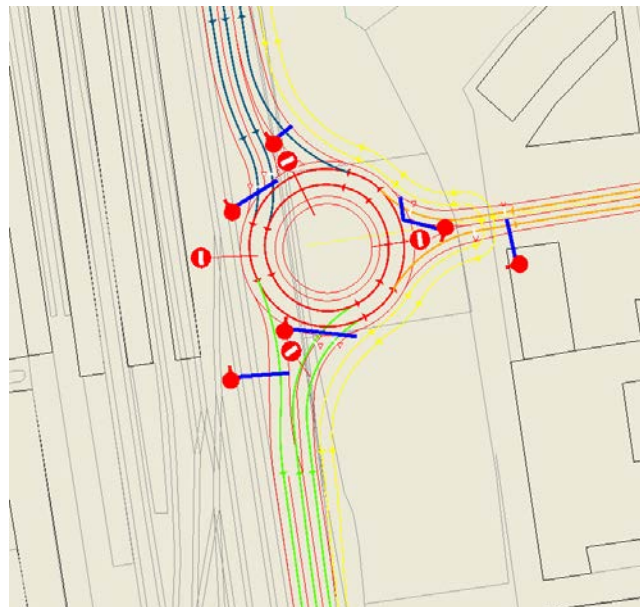
5.4 Nodo via di Spina – via Darsena

Anche per quel che riguarda il nodo di testata ovest della nuova via di Spina, all'intersezione con via Darsena tra piazza Moro e il Candiano, alle spalle della stazione dei treni, i volumi di traffico stimati per gli scenari di progetto rendono necessario ipotizzare la realizzazione di una rotatoria di dimensioni notevoli.

L'ipotesi di rotatoria costruita in prima battuta si basa quindi sulla medesima geometria pensata per la rotatoria di testata ad ovest, all'intersezione con via Monti: 45 m di diametro con corsia in anello di 9 m di larghezza e corsie singole per i rami afferenti.

Le simulazioni proposte ne testano il funzionamento sia nell'ora di punta del mattino (HPM) che nell'ora di punta del pomeriggio (HPS), di cui si riportano qui sotto le relative matrici OD stimate.

Stimando che le condizioni peggiori in termini di carichi veicolari che interessano il nodo si verificheranno nella Fase 3 finale di attuazione del POC, si è proceduto innanzitutto alla simulazione degli scenari relativi all'orizzonte temporale di lungo periodo, per poi a ritroso testare il funzionamento della rotatoria nelle fasi precedenti.



PROGETTO					
	D_Candiano	D_Darsena	D_PiazzaArmi	D_Spina	
O_Candiano	0	0	285	0	285
O_Darsena	103	0	716	817	1636
O_PiazzaArmi	271	574	407	57	1309
O_Spina	8	541	11	0	560
	382	1115	1419	874	3790

Tabella 5.4 Nodo via di Spina – via Monti. Matrice Origine Destinazione - Ora 7:30-8:30.

PROGETTO					
	D_Candiano	D_Darsena	D_PiazzaArmi	D_Spina	
O_Candiano	0	0	449	0	449
O_Darsena	96	91	788	1263	2238
O_PiazzaArmi	292	606	408	25	1331
O_Spina	9	610	12	0	631
	397	1307	1657	1288	4649

Tabella 5.5 Nodo via di Spina – via Monti. Matrice Origine Destinazione - Ora 17:30-18:30.



Con una geometria "standard" per la rotatoria, associata a rami in ingresso a corsia singola, la rotatoria supera il test di capacità nell'ora di punta del mattino (HPM) della Fase 3, evidenziando una criticità comunque contenuta sul ramo sud di via Darsena: la corrente proveniente da piazza Moro paga un ritardo medio intorno ai 30 sec per l'attraversamento del nodo, che determina accodamenti della lunghezza media di circa 50 m che giungono fino a 100 m nei momenti peggiori.

Tale criticità va radicalizzandosi in modo grave nell'ora di punta del pomeriggio (HPS), quando il ritardo medio dei veicoli che compongono la corrente in ingresso da sud si alza a 145 sec e gli accodamenti si allungano fino ad interessare il nodo di piazza Moro con via Candiano e piazza Caduti sul Lavoro, con pregiudizio della tenuta generale della circolazione sulla viabilità dell'area e condizioni di congestione stabili.

Le difficoltà su questo ramo di ingresso vanno imputate alla considerevole entità del flusso conflittuale in anello (flusso dal ramo nord di via Darsena verso la via di Spina). Un ulteriore elemento di attenzione dovrà essere rappresentato dal posizionamento di un attraversamento ciclopeditonale sulla via di Spina che dia continuità al percorso di collegamento tra piazza Moro e il parco Teodorico a nord. Il modello, nel quale tale attraversamento è stato inserito, mostra come un flusso considerevole di biciclette e pedoni, fermando i veicoli che si immettono in via di Spina, determinerebbe in molti casi accodamenti che bloccherebbero l'anello giratorio della rotatoria.

Mantenendo l'attraversamento ciclopeditonale ipotizzato, nel tentativo di risolvere la problematica legata all'immissione dei veicoli in ingresso alla rotatoria da sud, si è inserita la doppia corsia in ingresso su questo ramo, ricavando lo spazio necessario dalla più centrale delle due corsie presenti oggi a disposizione della corrente di traffico opposta, un domani non più necessaria per la diminuzione consistente dei flussi veicolari stimata sul ramo sud di via Darsena, legata all'utilizzo della via di Spina.

Gli indicatori per lo scenario simulato ("Fase 3 HPS 2 corsie") mostrano un netto miglioramento legato all'aumento della capacità del ramo in ingresso, con la riduzione a 50 sec del ritardo medio e il contenimento degli accodamenti fino a 65 m massimi. Per contro la maggior fluidità dell'ingresso sud aumenta il flusso conflittuale in anello per il flusso proveniente dalla via di Spina, che soffre di ritardi maggiori rispetto allo scenario precedente.

Le valutazioni sulle criticità legate al funzionamento del nodo nella Fase 3 di attuazione del POC vanno comunque inquadrare nel contesto più ampio delle strategie di trasformazione e sviluppo di un'area estesa che interessa la stazione dei treni oltre che la Darsena e per le quali si rimanda al capitolo successivo.

Proseguendo con l'analisi modellistica, si è verificata quindi la funzionalità della rotatoria nella Fase 1, quando essa dovrà necessariamente essere realizzata.

La simulazione condotta, per l'ora di punta più gravosa del pomeriggio (HPS), mostra come la rotatoria sia perfettamente in grado di smaltire i flussi in gioco con un ottimo livello di servizio.



Scenario	Ingresso al nodo	Flusso [ve/h]	Deficit [%]	Ritardo Medio [sec]	Ritardo Max [sec]	Coda Media [m]	Coda Max [m]	N° stop [n°/ve]	Tempo di stop [sec]	LdS
Fase1 HPS	via Darsena Nord	1607	1.00%	4	18	0	0	0	1	A
	via Darsena Sud	579	-2.00%	13	44	21	46	1	10	B
	via di Spina	588	-0.80%	6	21	3	7	0	3	A
	TOTALE	2774		7	24				3	A
Fase 3 HPS	via Darsena Nord	1799	-13.40%	6	23	0	0	0	1	A
	via Darsena Sud	634	-9.20%	145	214	790	988	1	156	F
	via di Spina	741	-1.60%	9	28	5	9	1	5	A
	TOTALE	3173		34	62				33	D
Fase 3 HPS 2corsie	via Darsena Nord	1795	-13.60%	3	19	0	1	0	0	A
	via Darsena Sud	690	-1.20%	49	130	37	65	1	49	E
	via di Spina	753	0.00%	13	39	33	66	1	10	A
	TOTALE	3237		15	47				13	B / C
Fase 3 HPM	via Darsena Nord	1665	0.00%	5	21	1	3	0	1	A
	via Darsena Sud	686	-1.00%	29	76	53	109	1	27	D
	via di Spina	560	-0.40%	6	22	4	7	0	3	A
	TOTALE	2911		11	34				7	B

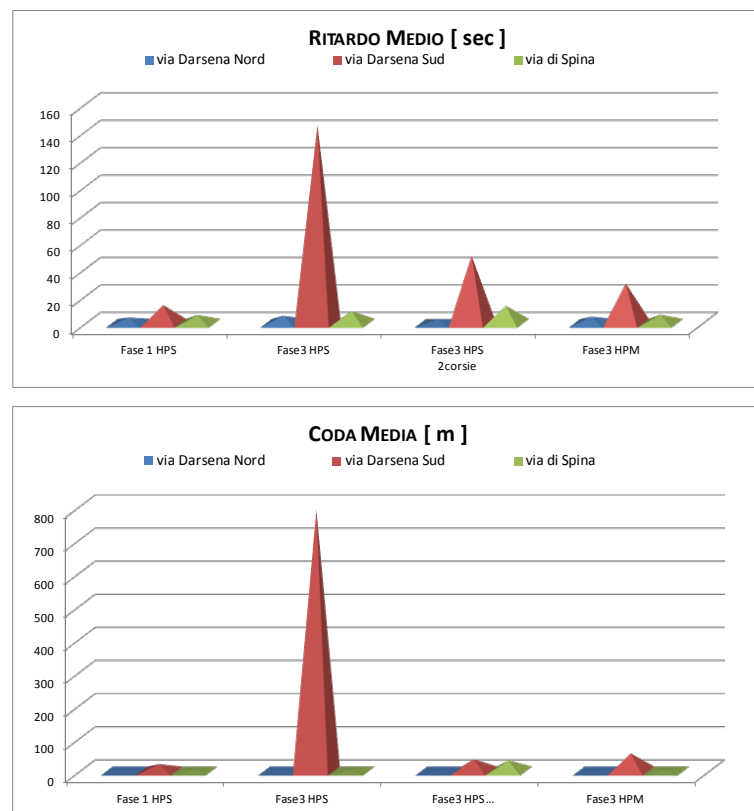
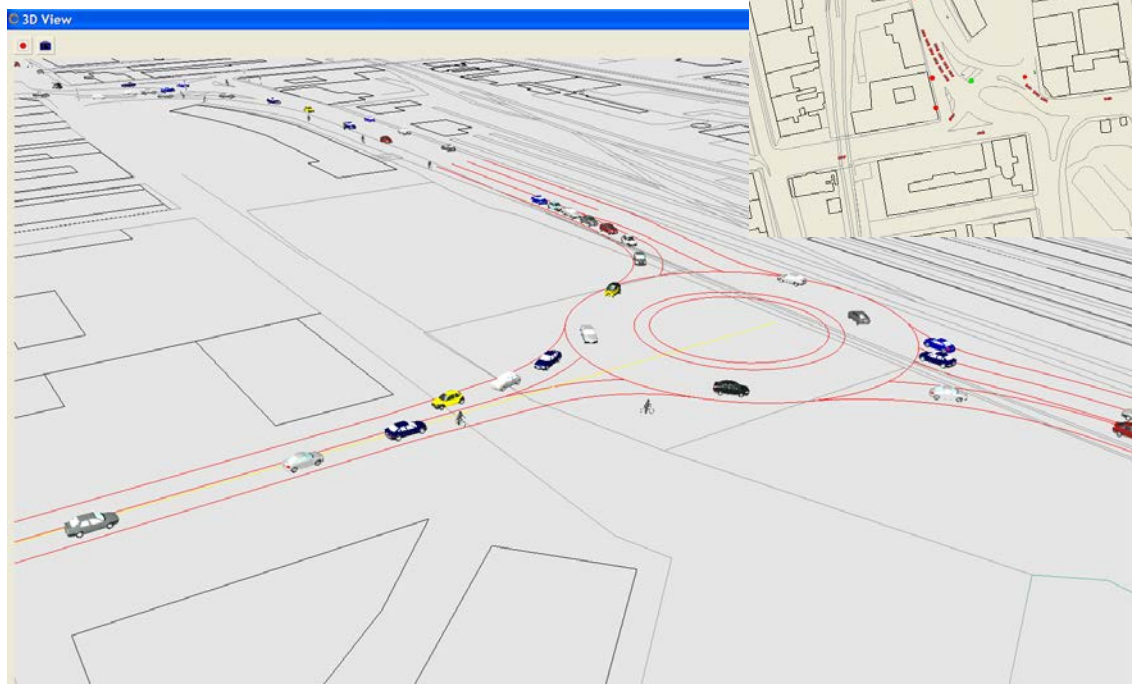
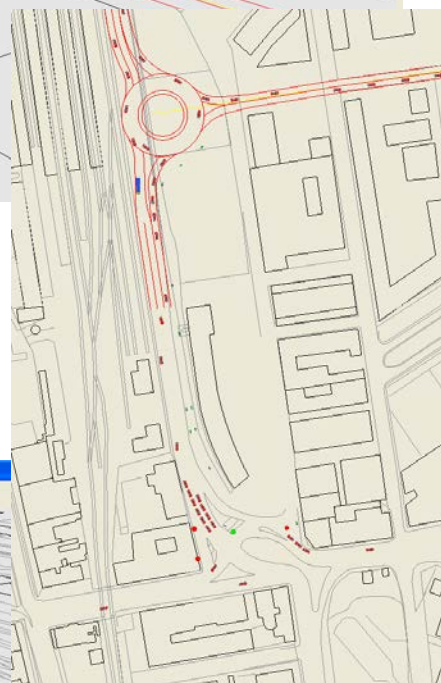
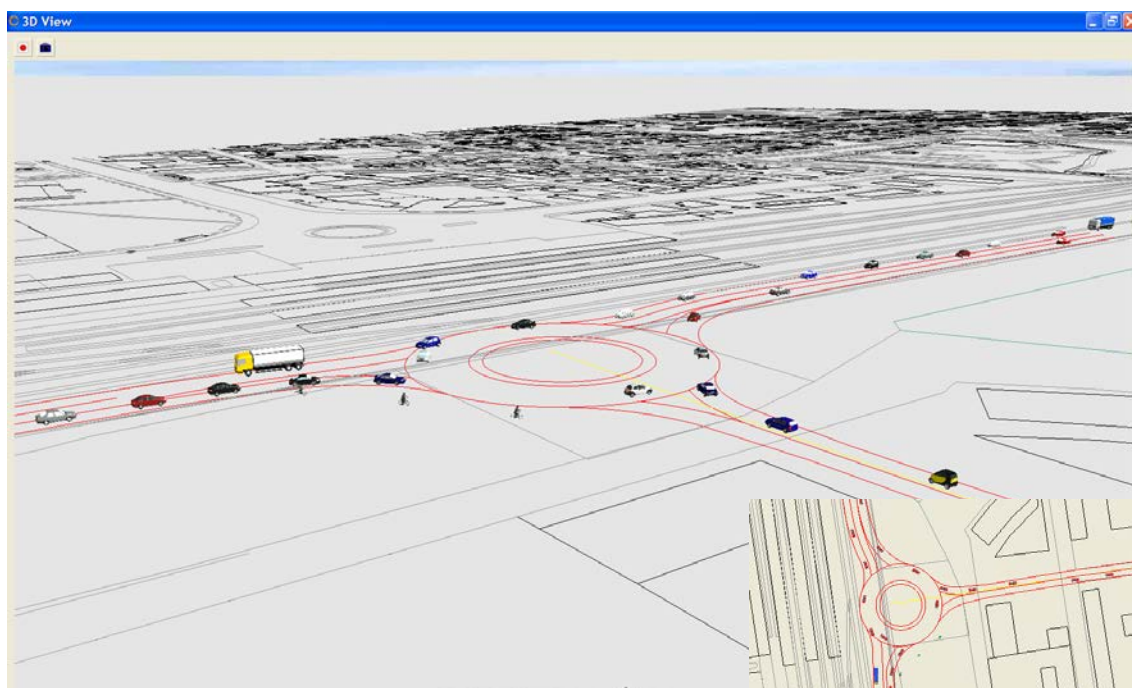


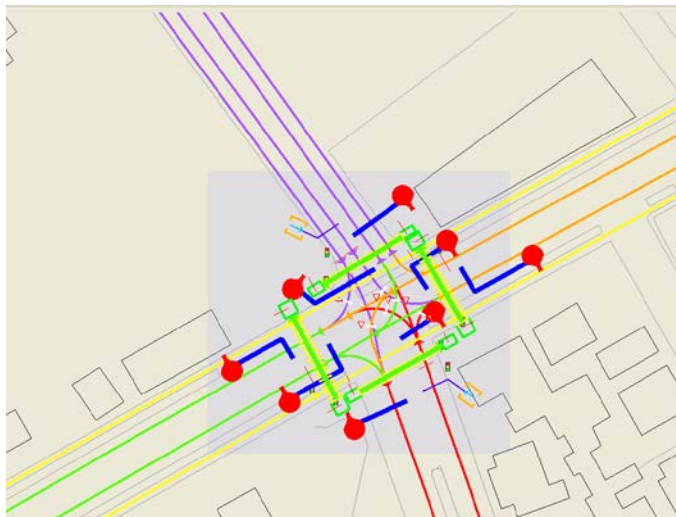
Tabella 5.6 Nodo via di Spina – via Darsena. Indicatori risultanti dalle micro simulazioni.



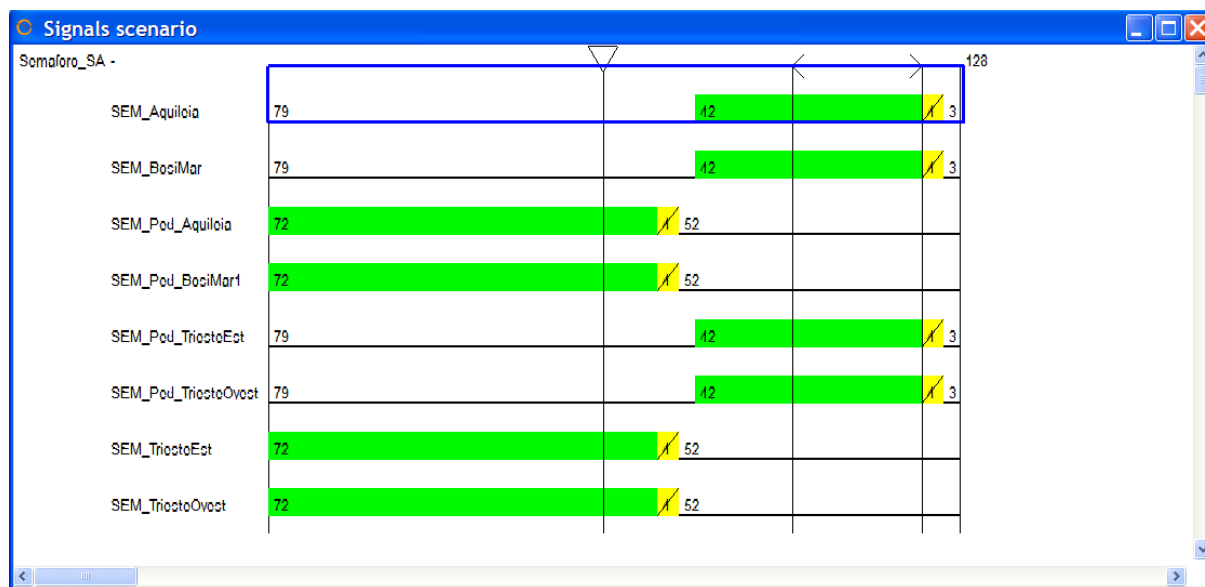


5.5 Nodo via Trieste – via Bosi Maramotti – via Aquileia

Ad oggi l'intersezione è gestita mediante un impianto semaforico il cui funzionamento è basato sostanzialmente su due fasi: la prima dà il verde ad entrambi i rami di via Trieste, la seconda è attuata dal passaggio di autoveicoli sulle vie laterali o dalla chiamata degli attraversamenti pedonali. Il tempo di verde per questa seconda fase può variare da 18 fino a 42 sec a seconda dello stato dei sensori di passaggio piazzati in prossimità dell'immissione su via Trieste delle due vie laterali. In assenza di chiamate rimane attivo il verde su via Trieste, che altrimenti dura 72 sec.



Il diagramma qui sotto propone il piano semaforico così come inserito nel modello di microsimulazione



Come già detto, l'intersezione in questione risulterà sottoposta a maggiore stress nella Fase 1 di attuazione del POC, con la nuova via di Spina realizzata solo per il primo stralcio, da via Darsena a via Bosi Maramotti, mentre nelle fasi attuative successive l'estensione della via di Spina verso est porta ad una redistribuzione del traffico veicolare su un numero maggiore di connessioni con via Trieste e quindi ad un alleggerimento del traffico sull'incrocio tra via Bosi Maramotti e via Trieste.



Le simulazioni si sono concentrate quindi innanzitutto a verificare la capacità dell'attuale impianto semaforico di smaltire adeguatamente i flussi veicolari nello scenario di progetto della Fase 1 sia nell'ora di punta del mattino (HPM) che in quella del pomeriggio (HPS).

Per l'ora di punta del pomeriggio, quando il funzionamento a regime delle strutture commerciali da attuare in Fase 1 potrà generare un traffico veicolare consistente, si è inoltre testato uno scenario in cui il flusso veicolare in ingresso all'incrocio da via Bosi Maramotti è stato incrementato del 30% rispetto a quanto stimato di base per la Fase 1.

PROGETTO					
	D_BosiMar	D_TriesteEst	D_Aquileia	D_TriesteOvest	
O_BosiMar	0	66	80	125	271
O_TriesteEst	316	0	55	207	578
O_Aquileia	43	72	0	19	134
O_TriesteOvest	37	417	32	0	486
	396	555	167	351	1469

Tabella 5.7 Nodo via Trieste – via Bosi Maramotti - via Aquileia. Matrice Origine Destinazione - Ora 7:30-8:30.

PROGETTO					
	D_BosiMar	D_TriesteEst	D_Aquileia	D_TriesteOvest	
O_BosiMar	0	78	72	118	268
O_TriesteEst	408	0	42	97	547
O_Aquileia	68	75	0	19	162
O_TriesteOvest	192	462	55	0	709
	668	615	169	234	1686

Tabella 5.8 Nodo via Trieste – via Bosi Maramotti - via Aquileia. Matrice Origine Destinazione - Ora 17:30-18:30

Come mostra la tabella sottostante la gestione del nodo con l'impianto semaforico attuale sembra del tutto adeguata a smaltire i flussi di progetto in tutti gli scenari con un livello di servizio accettabile (C). I rami laterali di via Aquileia e via Bosi Maramotti vedranno stabilizzarsi il loro livello di servizio tra D ed E con la quasi totalità dei veicoli in attestazione messi in grado comunque di attraversare il nodo nel lasso di tempo di un unico ciclo semaforico.

Per azzerare del tutto il numero di veicoli sulle strade laterali costretti ad attendere una seconda fase di verde per superare l'incrocio, sarà comunque possibile, vista l'ampia riserva di capacità che l'attuale piano semaforico concede a via Trieste come dimostrano le simulazioni condotte, ritoccare il piano semaforico aumentando la durata della fase di verde riservata a via Bosi Maramotti e via Aquileia.

In sostanza, allo stato attuale delle conoscenze sull'attuazione del POC Darsena e sulle funzioni insediabili al suo interno, si ritiene che il semaforo sull'incrocio in questione possa essere mantenuto in funzione.

Rimane valida l'ipotesi di realizzare una rotatoria al suo posto, da verificare in sede di PUA dei subcompatti avviati in Fase 1, nel momento in cui l'aggiornamento dei dati di



base e delle relative stime del traffico indotto condotte portino a rivedere al rialzo i flussi veicolari stimati sul nodo oltre la soglia di capacità determinata dalla presenza del semaforo.

Potranno altresì essere valutate soluzioni di revisione della circolazione sulle strade parallele più prossime all'intersezione (es. nuovo sistema di sensi unici) che distribuiscano nel modo desiderato i flussi veicolari attratti e generati dai nuovi subcomparti tra la via di Spina e via Trieste in modo da ridurre gli impatti negativi in termini di congestione e sicurezza determinati dagli accodamenti dei flussi in attestazione al semaforo, nel momento in cui, ad esempio, vadano a bloccare l'immissione in via Trieste dalle strade laterali.



Scenario	Ingresso al nodo	Flusso [ve/h]	Deficit [%]	Ritardo Medio [sec]	Ritardo Max [sec]	Coda Media [m]	Coda Max [m]	N° stop [n]	Tempo di stop [sec]	LdS
Stato Attuale HPM	via Aquileia	84	-3.00%	71	178	8	16	1	69	E
	via Bosi Maramotti	78	16.00%	53	120	2	4	1	52	D
	via Trieste Est	393	-2.00%	8	8	3	7	0	6	A
	via Trieste Ovest	487	-1.00%	8	8	5	10	0	5	A
	TOTALE	1042		16	30				14	B
Progetto HPM	via Aquileia	135	0.33%	44	99	5	10	1	42	D
	via Bosi Maramotti	279	3.00%	49	110	10	20	1	47	D
	via Trieste Est	507	-0.67%	10	42	11	19	0	8	A
	via Trieste Ovest	468	0.33%	10	40	3	7	0	7	A
	TOTALE	1389		21	61				19	C
Progetto HPS	via Aquileia	158	-2.20%	46	100	6	11	1	44	D
	via Bosi Maramotti	282	5.00%	48	114	16	36	1	46	D
	via Trieste Est	557	-0.20%	11	45	11	21	0	8	B
	via Trieste Ovest	740	1.60%	13	43	12	20	1	9	B
	TOTALE	1737		21	60				18	C
Progetto HPS incrementato	via Aquileia	160	-1.33%	44	96	6	11	1	42	D
	via Bosi Maramotti	342	-1.67%	56	137	17	34	1	54	E
	via Trieste Est	550	-1.17%	12	50	9	18	1	9	B
	via Trieste Ovest	735	0.83%	14	45	9	17	1	10	B
	TOTALE	1787		24	69				21	C

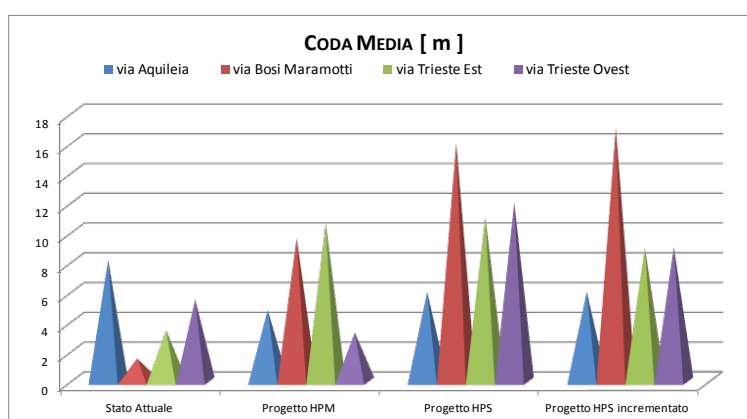
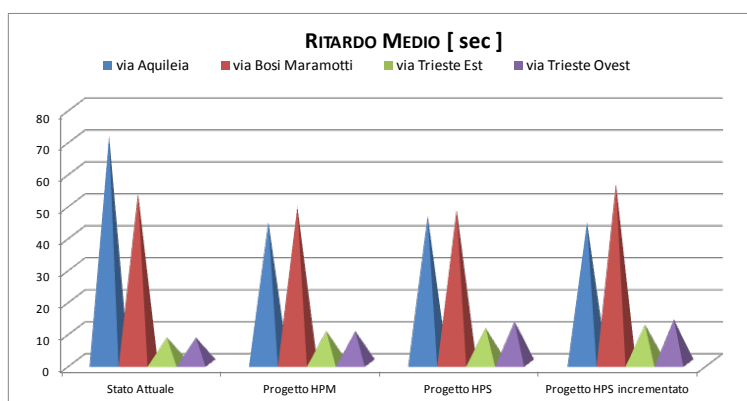
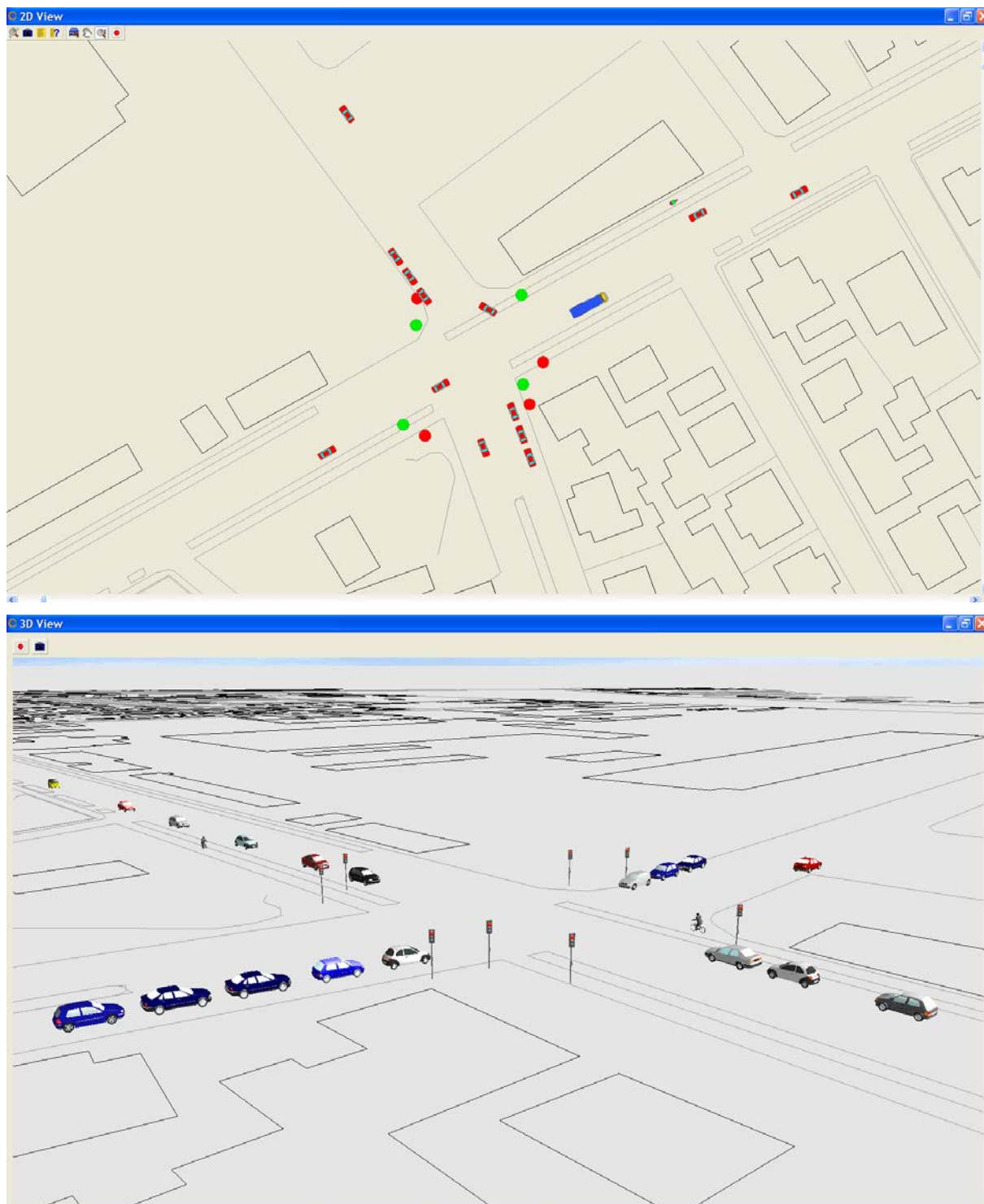


Tabella 5.9 Nodo via Trieste – via Bosi Maramotti – via Aquileia. Indicatori risultanti dalle micro simulazioni.

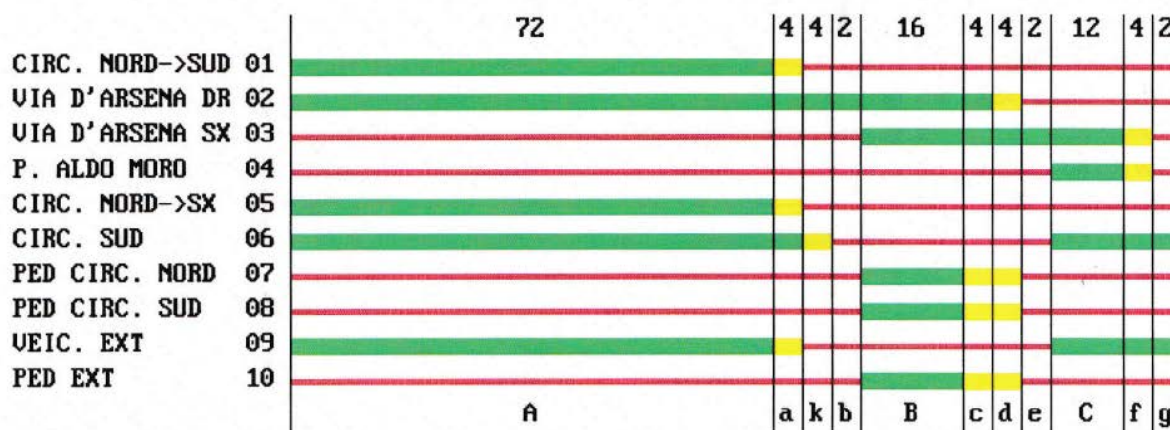




5.6 Nodo via Trieste - Circonvallazione piazza d'Armi - via Candiano

Si tratta di uno degli snodi strategici della rete viaria urbana di Ravenna. L'anello rotatorio creato attorno a piazza Caduti sul Lavoro distribuisce in modo sufficientemente adeguato i flussi veicolari che oggi lo impegnano. L'impianto semaforico all'intersezione tra via Darsena e via Candiano, che gestisce anche le uscite degli autobus dalla stazione di piazzale Moro, funziona sulla base di due fasi a generazione dinamica, in grado di adeguare la durata dei tempi di verde all'entità dei flussi veicolari in gioco, per le correnti principali tra via Darsena e piazza d'Armi e per la corrente di svolta dalla piazza a via Candiano, e di una fase attuata a chiamata per l'immissione in via Darsena da piazzale Moro.

Il diagramma fornito dal Comune è rappresentato qui sotto.



Si segnala che, nonostante la corsia per la svolta in via Candiano proveniente dalla piazza Caduti sul Lavoro sia riservata ai mezzi del trasporto pubblico ed agli autorizzati, i veicoli che la impegnano illecitamente sono numerosi, come registrato con i rilievi del traffico eseguiti in loco.

Il semaforo in oggetto è stato inserito nella simulazione del funzionamento della rotatoria di testata ovest della nuova via di Spina su via Darsena per verificare eventuali interferenze negative nel funzionamento dei due nodi. In Fase 1 i nodi mantengono una buona funzionalità anche nelle ore di punta sia del mattino sia del pomeriggio. Come visto la rotatoria della via di Spina potrebbe faticare a smaltire i flussi provenienti proprio da piazza Moro nella Fase 3 in presenza di carichi di traffico molto consistenti e di una corrente conflittuale in svolta da nord verso la via di Spina molto forte e gli accodamenti potrebbero in questo caso arrivare ad interessare a monte l'intersezione con via Candiano.

Va registrato per contro che, come visto nel Capitolo 4, l'apertura della via di Spina, già dalla Fase 1 e fino alla Fase 3, potrà portare significativi benefici sul nodo via Trieste - circonvallazione piazza d'Armi - via Candiano in termini di riduzione dei flussi veicolari



per cui di per sé la verifica di capacità del nodo risulta soddisfatta anche negli scenari di progetto, a parità di condizioni al contorno.

I progetti strategici di sviluppo dell'area e la realizzazione del sottopasso di circonvallazione Molinetto più a sud nonché i ragionamenti sulla chiusura del passaggio a livello di via Candiano potrebbero portare a modifiche delle condizioni al contorno che andranno verificate nei momenti opportuni.

5.7 *Nodo viale delle Industrie - nuova strada di progetto*

Un'attenta valutazione delle possibili alternative dibattuta durante la stesura del POC ha portato in definitiva ad individuare il tracciato della nuova strada che andrà a sostituire funzionalmente via Montecatini, che sarà chiusa per consentire la realizzazione del Parco delle Archeologie Industriali, su una linea che si muove tra i comparti 24, 25 e 26/28 a partire dall'intersezione tra via Antico Squero e via Solona a sud fino a sovrapporsi all'attuale via Lagosta e connettersi a via delle Industrie in corrispondenza dell'intersezione con via Argirocastro.

In questo punto troverà posto una rotatoria a quattro bracci, di cui tre esistenti ed uno di progetto, a senso unico nel verso di ingresso alla rotatoria, rappresentato dalla nuova strada.

La verifica di capacità della nuova rotatoria è stata condotta sia nell'ora di punta del mattino sia nell'ora di punta del pomeriggio secondo la formulazione di Bovy con esiti del tutto analoghi e del tutto positivi. La rotatoria funzionerà anche in Fase 3 con una riserva di capacità notevole su tutti i rami, che si riduce ad un 15% circa per la nuova strada di progetto, impegnata dal flusso veicolare più consistente, come mostrano le tabelle e il grafico qui sotto riportati.

PROGETTO					
	D_Argirocastro	D_Industrie OV	D_Lagosta	D_Industrie EST	
O_Argirocastro	0	151	1	38	190
O_Industrie OVEST	25	0	0	41	66
O_Lagosta	72	125	0	806	1003
O_Industrie EST	-6	505	2	0	501
	91	781	3	885	1760

Tabella 5.10 *Nodo viale delle Industrie - nuova strada di progetto. Matrice Origine Destinazione - Ora 7:30-8:30.*

PROGETTO					
	D_Argirocastro	D_Industrie OV	D_Lagosta	D_Industrie EST	
O_Argirocastro	0	101	1	79	181
O_Industrie OVEST	25	0	0	41	66
O_Lagosta	41	6	0	1125	1172
O_Industrie EST	28	527	2	0	557
	94	634	3	1245	1976

Tabella 5.11 *Nodo viale delle Industrie - nuova strada di progetto. Matrice Origine Destinazione - Ora 17:30-18:30.*



DIREZIONE 1

Industrie Ovest

Dati di flusso

Flusso entrante QE	66
Flusso uscente QS	634
Flusso in corona QC	79

Indicatori di funzionamento

Capacità ingresso	1232
TCU* in ingresso	7%
TCU* sull'anello	45%
Tempo di attesa medio (sec)	2.9
Tempo di attesa totale (min/h)	0.1
Coda media max (veic.)	1.0

DIREZIONE 2

nuova strada

Dati di flusso

Flusso entrante QE	1172
Flusso uscente QS	0
Flusso in corona QC	145

Indicatori di funzionamento

Capacità ingresso	1920
TCU* in ingresso	85%
TCU* sull'anello	86%
Tempo di attesa medio (sec)	3.0
Tempo di attesa totale (min/h)	1.0
Coda media max (veic.)	4.3

DIREZIONE 3

Industrie Est

Dati di flusso

Flusso entrante QE	555
Flusso uscente QS	1245
Flusso in corona QC	72

Indicatori di funzionamento

Capacità ingresso	1049
TCU* in ingresso	53%
TCU* sull'anello	67%
Tempo di attesa medio (sec)	6.1
Tempo di attesa totale (min/h)	0.9
Coda media max (veic.)	4.1

DIREZIONE 4

Argirocastro

Dati di flusso

Flusso entrante QE	180
Flusso uscente QS	94
Flusso in corona QC	533

Indicatori di funzionamento

Capacità ingresso	1381
TCU* in ingresso	18%
TCU* sull'anello	45%
Tempo di attesa medio (sec)	2.6
Tempo di attesa totale (min/h)	0.1
Coda media max (veic.)	1.4

Massime Condizioni Reali di Traffico.

δ di saturazione

Industrie Ovest	13.34
nuova strada	1.17
Industrie Est	1.89
Argirocastro	5.48

Flussi massimi reali

Industrie Ovest	77
nuova strada	1371
Industrie Est	649
Argirocastro	211

δ	MAX**
	1.17

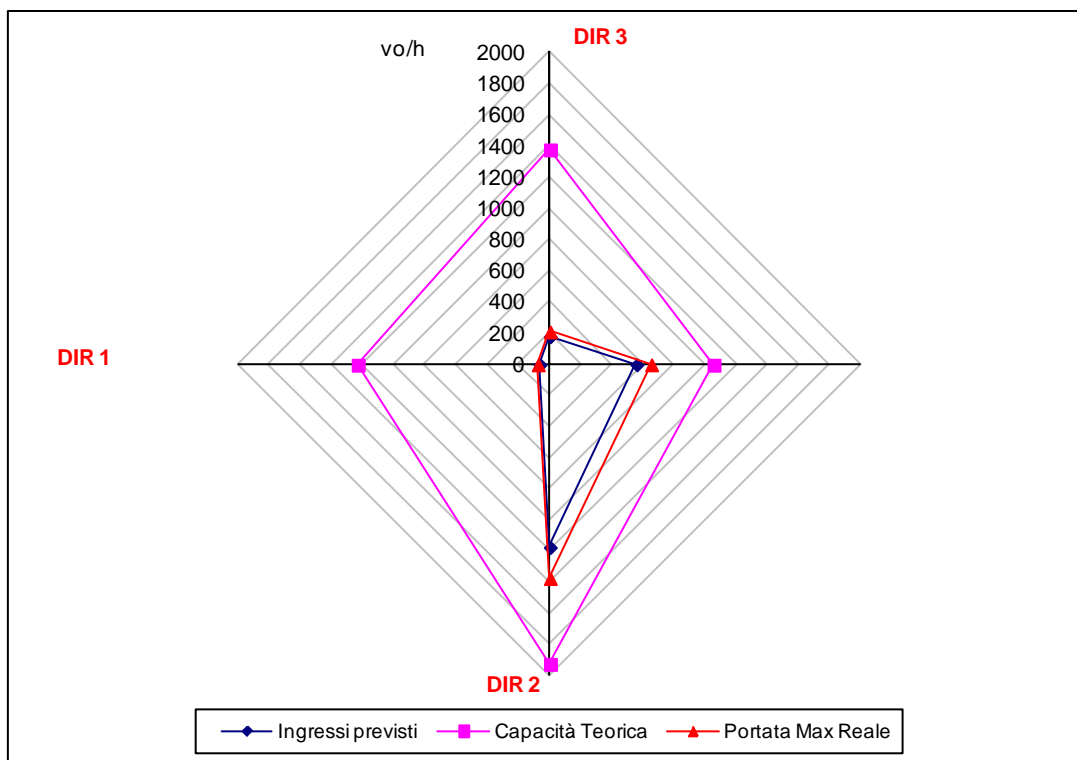


Tabella 5.12 Nodo via delle Industrie – nuova strada di progetto. Verifica di capacità ora 17:30-18:30.



6 CONCLUSIONI: LA SOSTENIBILITÀ DELL'ASSETTO VIABILISTICO NELLE DIVERSE FASI ATTUATIVE

L'obiettivo dichiarato dello studio legato alla verifica della sostenibilità di un'attuazione per stralci del POC Darsena e della funzionalità dell'assetto viabilistico legato a tali stralci, con particolare riguardo alla nuova via di Spina, è stato raggiunto mediante una serie di approfondimenti di natura strategica e trasportistica che hanno interessato la viabilità afferente alla Darsena, nel quadrante compreso tra via delle Industrie a nord, la ferrovia ad ovest, via Trieste a sud e via Monti ad est.

In generale la verifica ha dato esiti positivi. Le potenziali criticità registrate potranno trovare soluzioni fattibili secondo indirizzi in parte già inclusi nel POC e nelle sue norme. A seguito della completa attuazione del POC (Fase 3) i considerevoli aumenti stimati del traffico veicolare motorizzato potranno mettere in crisi alcune aste della viabilità principale in fasce orarie limitate alle ore di punta del mattino e del pomeriggio.

Da annoverare tra gli esiti positivi della verifica in primo luogo la funzionalità della nuova via di Spina, in grado non solo di servire al meglio i subcomparti sul lato sud del Candiano, ma anche di lavorare sinergicamente con via Trieste, che risulta alleggerita, nel servire gli spostamenti sulla direttrice est-ovest tra il centro di Ravenna, la Darsena, la zona industriale e la marina.

In tutte le fasi di attuazione si stima che le condizioni di deflusso su entrambe le aste, via Trieste e la via di Spina, rimarranno buone.

Un tema già affrontato dal POC, che dovrà poi trovare attuazione concreta nell'iter attuativo e progettuale degli interventi, riguarda piuttosto le connessioni trasversali tra la nuova via di Spina e via Trieste, per le quali si rende necessaria una gerarchizzazione mirata ad orientare i flussi veicolari maggiori sulle strade maggiormente adeguate ad ospitarli, sia per le sezioni geometriche che le caratterizzano, sia per l'organizzazione delle intersezioni a sud su via Trieste. Tali strade sono individuate in via Perilli, via Bosi Maramotti e via Pirano.

I criteri a cui ispirarsi per le scelte riguardano la sicurezza sulle intersezioni (con la riduzione, dove possibile, dei punti di conflitto e/o delle manovre conflittuali di svolta a sinistra) e la salvaguardia della vivibilità dei subcomparti a forte presenza residenziale, che non dovranno essere interessati da traffico veicolare di by-pass della viabilità principale. Una classificazione delle strade che individui la viabilità locale come "strade 30" o "strade residenziali" così come proposta dal POC va correttamente in questa direzione. Sarà possibile anche intervenire sul sistema della circolazione per guidare i flussi nella scelta dell'intersezione migliore sulla quale attestarsi lungo via Trieste per l'accesso e il recesso all'area della Darsena.

Un secondo tema riguarda i nodi strategici della viabilità, affrontato nel dettaglio nel Capitolo 5; il modo in cui trattarli e gli orientamenti per una corretta progettazione sono sintetizzati nel seguito.



6.1 Fase 1

Con la Fase 1 la viabilità di progetto si dimostra in grado di assorbire l'impatto del traffico indotto dai subcomparti attuati con un buon livello di servizio.

La realizzazione del primo stralcio della via di Spina, che si stima utilizzato da 1100 veicoli bidirezionali nell'ora di punta mattutina, porta a riduzioni consistenti del traffico sul tratto di via Darsena a sud della via di Spina, sul piazzale Caduti del Lavoro e, in misura minore, sul tratto di via Trieste tra il piazzale e via Bosi Maramotti.

Via Bosi Maramotti risulta la strada più indicata a fungere da connessione principale tra la nuova via di Spina e via Trieste, per la presenza del semaforo all'intersezione con via Trieste, che garantisce adeguate condizioni di sicurezza alle manovre di svolta, e per le caratteristiche della strada stessa con due corsie per senso di marcia separate da spartitraffico.

L'altra connessione da favorire è quella di via Mederico Perilli, per ragioni analoghe. Le altre strade trasversali tra la via di Spina e via Trieste andranno trattate come viabilità locale secondo gli indirizzi esposti qui sopra. Gli interventi fisici, segnaletici e circolatori su questa viabilità dovranno essere tali da disincentivarne l'uso da parte dei non residenti e/o addetti e da evitare il passaggio del traffico pesante favorendo invece una pacifica convivenza tra autoveicoli e mobilità lenta ciclopedonale.

I subcomparti 12 e 13 usufruiranno preferibilmente di via Pirano per l'ingresso e uscita diretti da via Trieste, con un aggravio di traffico sostenibile.

Lungo le strade principali adeguate condizioni di sicurezza saranno garantite da percorsi ciclabili e pedonali separati dalla carreggiata.

La rotatoria di testata della via di Spina all'intersezione con via Darsena risulta adeguata a sostenere i flussi in transito anche nelle ore di punta. Il progetto dovrà affrontare con attenzione la questione dell'attraversamento ciclopedonale che dovrà trovare posto sul ramo della via di Spina, allontanandolo il più possibile dal centro della rotatoria per evitare l'insorgere di accodamenti sul braccio in uscita che potrebbero pregiudicare la funzionalità di tutto il nodo, e proteggendolo con isola spartitraffico centrale.

Altra questione da tenere in considerazione nella progettazione della rotatoria riguarda il sistema di accesso e recesso al parcheggio di piazzale Moro di cui si prevede il potenziamento nell'ottica della creazione del polo intermodale attorno alla stazione dei treni. Si ritiene che per l'uscita la localizzazione migliore sia su via Darsena in modo da dare la possibilità ai veicoli di imboccare la via desiderata una volta giunti alla nuova rotatoria più a nord. La miglior localizzazione per l'ingresso, oltre a quella attuale su via Magazzini Anteriori, che però comporta obbligatoriamente il transito attorno al piazzale Caduti al Lavoro, è lungo la via di Spina, dove però va verificata l'esistenza degli spazi sufficienti nel primo tratto a ridosso della rotatoria. Un'idea potrebbe essere quella di sfruttare via Magazzini Posteriori per individuare un percorso alternativo che tagli verso il parcheggio più a sud.



6.2 Fase 2

Con la Fase 2 si prevede la realizzazione del nuovo collegamento via Darsena – via Romea Nord alternativo all'attuale via Montecatini, che sarà chiusa per dare la necessaria continuità al Parco delle Archeologie Industriali e al waterfront sul Candiano.

La nuova rotatoria da realizzarsi su via delle Industrie all'intersezione con via Argirocastro e la nuova strada, sovrapposta a via Lagosta, sarà in grado di reggere i flussi in transito nelle ore di punta della Fase 2 e anche della Fase 3.

Il progetto dovrà curare le modalità di connessione alla viabilità laterale esistente (via Salona, via Carnaro), in modo tale da mantenere fluida la circolazione sul nuovo asse e da favorire la percezione del passaggio ad un contesto abitato sulle strade laterali.

A sud del Candiano la realizzazione del secondo stralcio della via di Spina risponde adeguatamente all'incremento della domanda portata dai nuovi subcomparti e migliora ulteriormente in generale la distribuzione dei flussi lavorando sinergicamente con via Trieste.

Si confermano le riduzioni di traffico sul tratto di via Darsena a sud della rotatoria della via di Spina, su piazzale Caduti sul Lavoro, su via Trieste (in misura minore).

In modo analogo che per la Fase 1 andrà prestata attenzione alla gerarchizzazione delle strade trasversali di connessione tra la via di Spina e via Trieste.

6.3 Fase 3

La completa teorica attuazione degli interventi previsti dal POC della Darsena di Città determina un aggravio di traffico sulla viabilità afferente al macrocomparto stimata in circa 30.000 ve/g. Si tratta di una cifra importante, che, spalmata sulla viabilità di progetto, porta ad incrementi considerevoli dei flussi veicolari sulle principali aste viarie, con particolare riguardo a via Darsena nel quadrante nordovest dell'ambito oggetto di studio ed a via Monti ad est.

Sussistano tuttavia diversi elementi oggettivi di analisi, basati in parte su scenari "esogeni", che lasciano ampi margini di incertezza sulla definizione dei fattori caratterizzanti della Fase 3 sotto il profilo della mobilità:

- in primo luogo la distanza temporale dello scenario di attuazione del POC legato alla Fase 3, stimata in 30 anni;
- l'andamento del traffico, che negli ultimi due/tre anni, complice la crisi economica, sta conoscendo una stabilizzazione, dove non una vera e propria flessione, dopo decenni di crescita lineare;
- l'attuazione delle scelte strategiche sulla città di Ravenna, che, per quanto di interesse, riguardano le infrastrutture primarie che dovranno potenziare la circolazione circonvallatoria della città e la ferrovia, con l'area della stazione dei treni oggetto di alternative progettuali anche molto diverse tra loro;



- l'attuazione e il successo delle politiche del Comune di Ravenna per la mobilità sostenibile, che dovranno incentivare l'utilizzo del trasporto pubblico e la mobilità lenta, mirando ad una riduzione della quota di spostamenti eseguiti con mezzo privato motorizzato.

Si ritiene pertanto corretto che le conclusioni del presente studio di approfondimento rafforzino le indicazioni della VALSAT in merito alla necessità di aggiornare e verificare nel tempo le condizioni al contorno all'interno delle quali si muove l'attuazione del POC della Darsena di Città per trovare le migliori soluzioni per la mobilità e l'accessibilità della Darsena dal punto di vista delle scelte di riorganizzazione dei nodi, di pianificazione della circolazione stradale e del controllo viario, ma anche della pianificazione degli interventi a favore della mobilità sostenibile alternativa al mezzo motorizzato privato.

Lo strumento adatto ad organizzare questi interventi (un Piano Particolareggiato del Traffico per la Darsena) in previsione dell'attuazione completa del POC (Fase 3) dovrà dialogare e assumere gli indirizzi di uno strumento in grado di ragionare sull'intero territorio comunale (Piano Generale del Traffico Urbano o Piano Urbano della Mobilità) dotato di un modello del traffico implementato sulla rete viaria di progetto di Ravenna.

Una considerazione specifica particolare va riservata alle due rotatorie di testata della nuova via di Spina.

Per la rotatoria all'intersezione con via Monti le potenziali criticità legate alla corrente sud-nord proveniente dalla rotatoria Finlandia potranno trovare soluzione con una progettazione accorta che valuti la soluzione della realizzazione di una corsia "passante" riservata (v. Paragrafo 5.3).

Per la rotatoria all'intersezione con via Darsena, sul lato opposto, qualsiasi soluzione va valutata nell'ambito di una visione più ampia sul contesto di trasformazione urbana a cui sarà sottoposto l'intero areale ferroviario ed il comparto che include piazza Moro, via Candiano e la fascia più ad est del POC Darsena. Ad oggi gli indirizzi strategici che guideranno tale trasformazione sono solo in parte definiti, ma risulta evidente che i ragionamenti in atto potrebbero portare nei prossimi anni ad aggiungere elementi di sostanziale cambiamento all'assetto urbano dell'area ed alle condizioni di mobilità nello specifico.

Pertanto, se la rotatoria, come risultato dalle verifiche modellistiche eseguite, risulta del tutto funzionale a servire i flussi veicolari in gioco nella Fase 1 in cui sarà realizzata, tale capacità andrà in futuro ri-verificata mano a mano che troveranno definizione certa le progettualità sulle aree limitrofe e sulle infrastrutture.

In questo senso pare importante suggerire che nell'iter per la pianificazione e progettazione degli interventi sulla stazione ferroviaria, sul futuro polo intermodale e sul comparto ferroviario in generale siano fin da subito adottati i provvedimenti per conseguire una progettazione armonica ed adeguata alle scelte del POC del nodo viabilistico di via Darsena.

Le scelte che interessano le modalità di rendere più permeabile verso la Darsena la stazione ferroviaria, le modalità di accesso al nuovo parcheggio in piazzale Moro, la localizzazione della stazione delle autocorriere, la chiusura del passaggio a livello di via



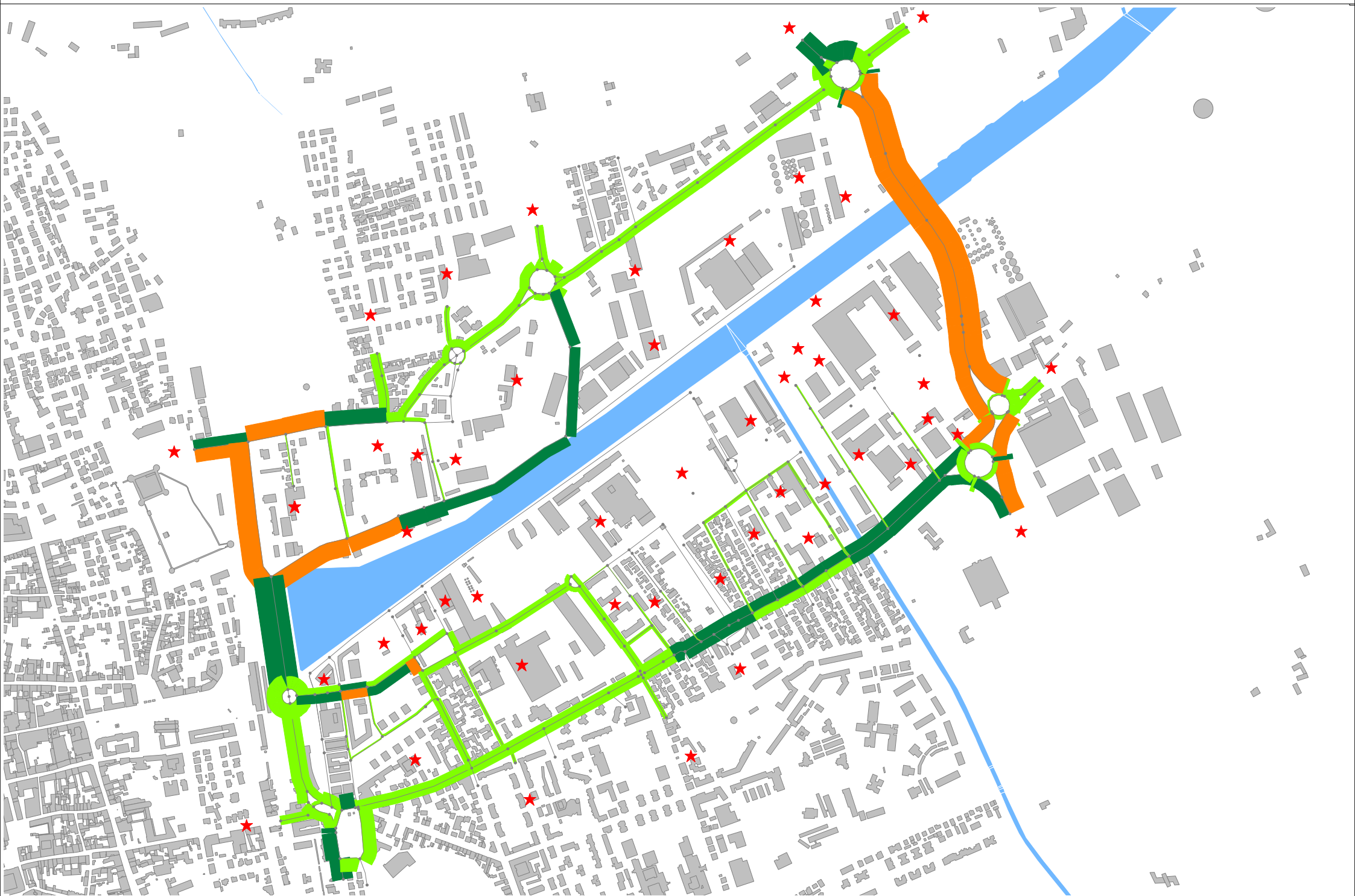
Candiano, ecc. potranno influire in modo consistente sul funzionamento del nodo di intersezione tra via Darsena e la nuova via di Spina.

ALLEGATO

RISULTATI DELLE ASSEGNAZIONI DEI FLUSSI VEICOLARI

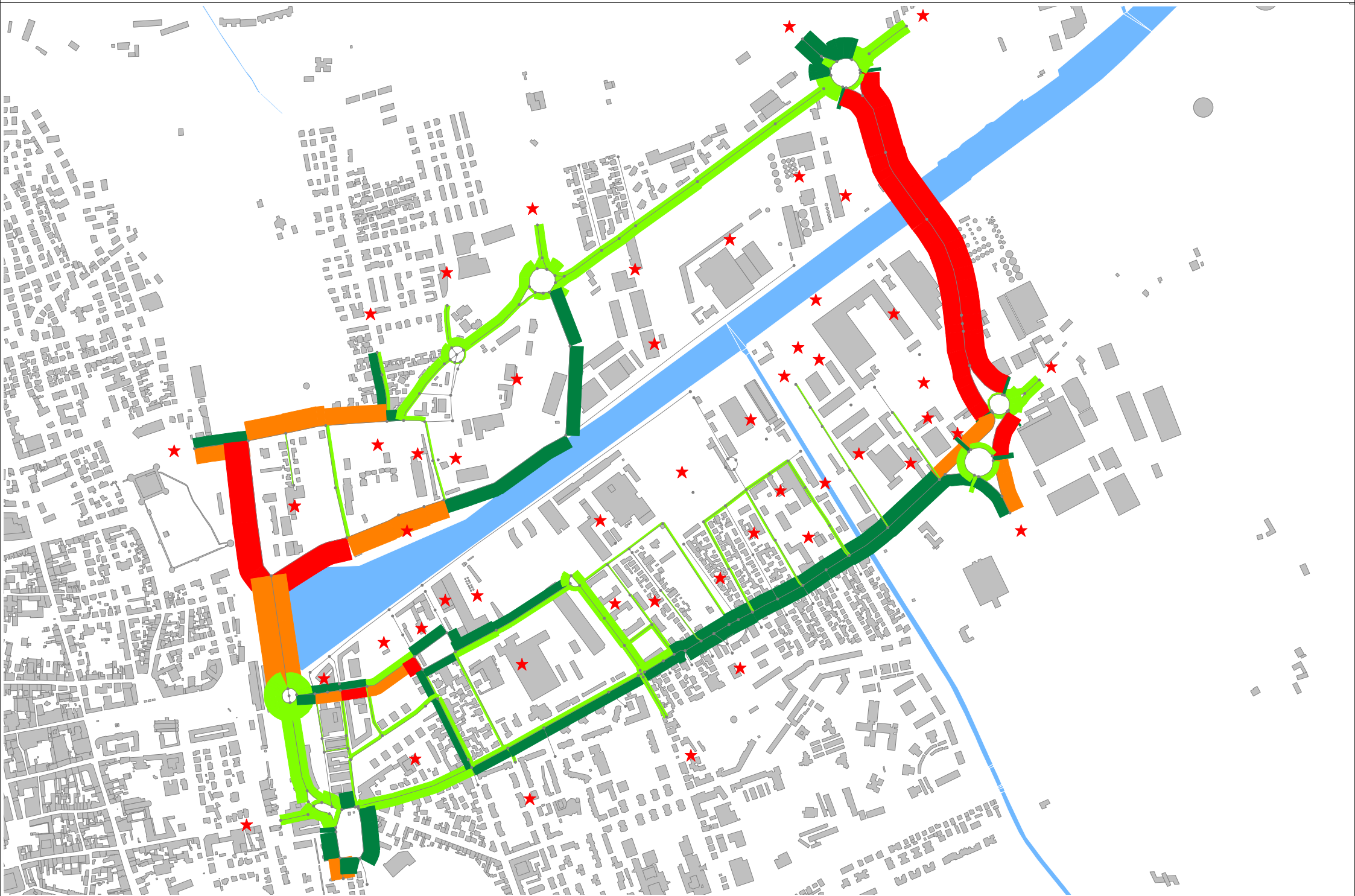
CONFRONTO FASE 1_HPM/BASE



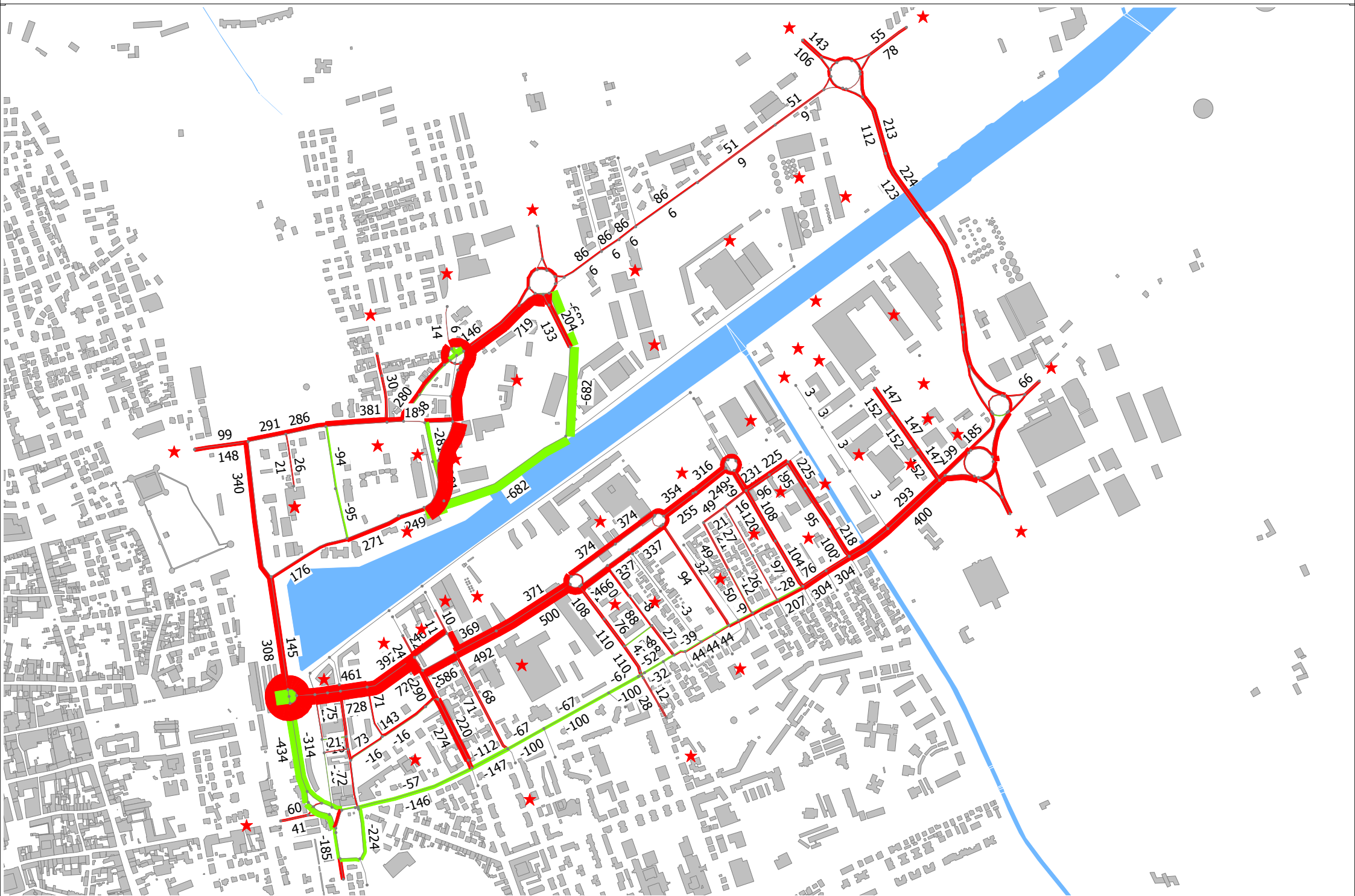


CONFRONTO FASE 1_HPS/BASE



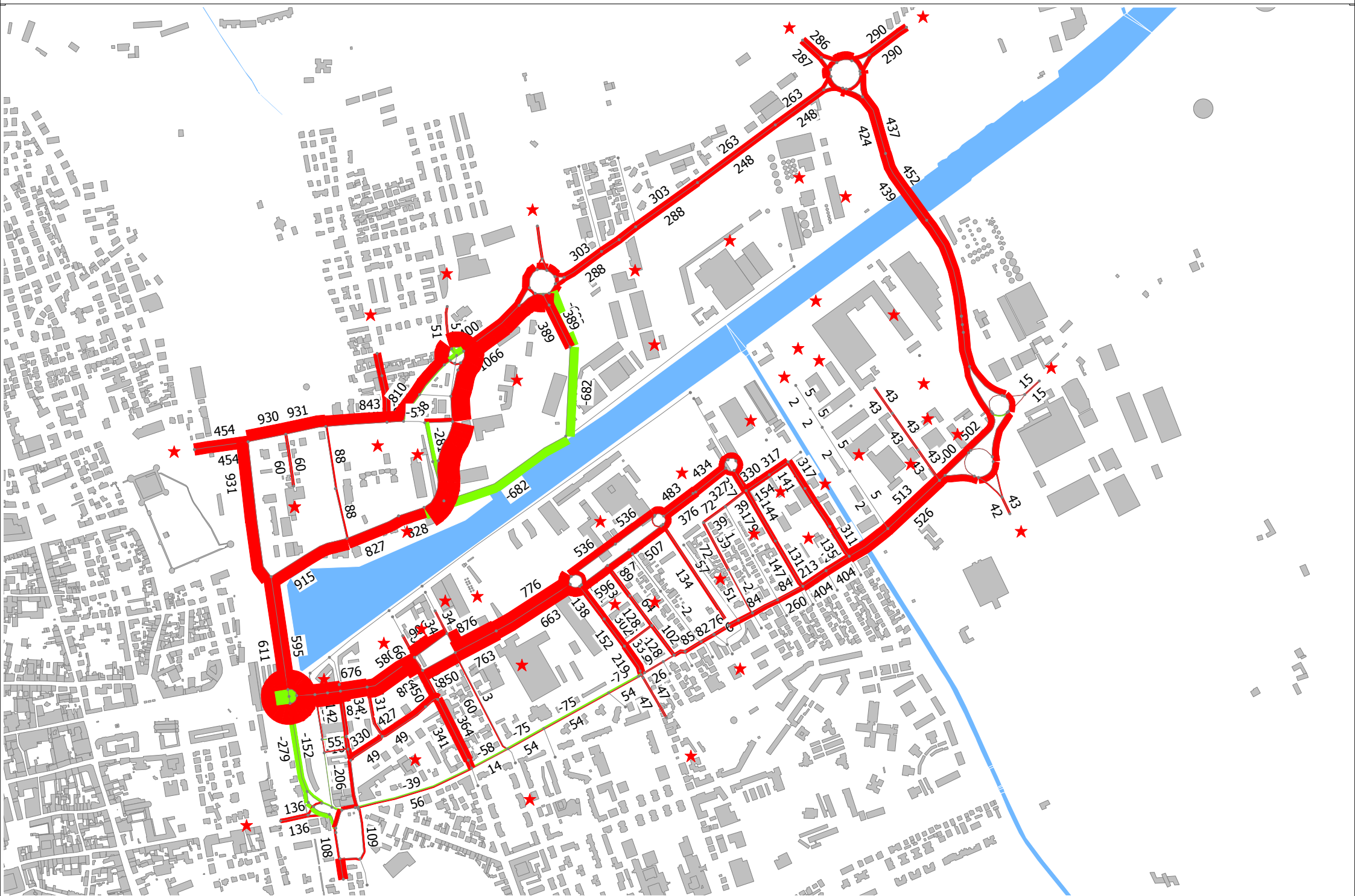


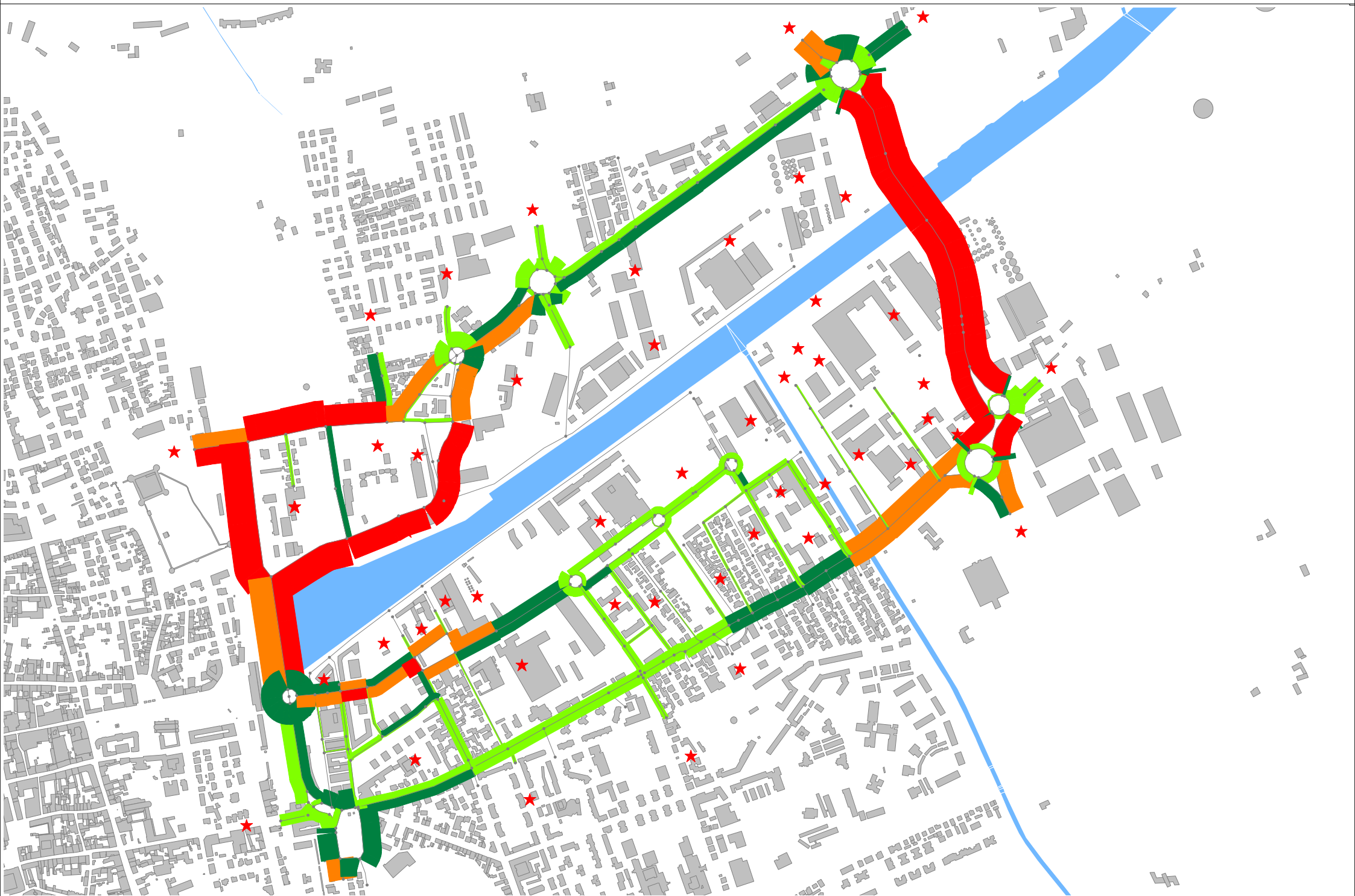
CONFRONTO FASE 2_HPM/BASE



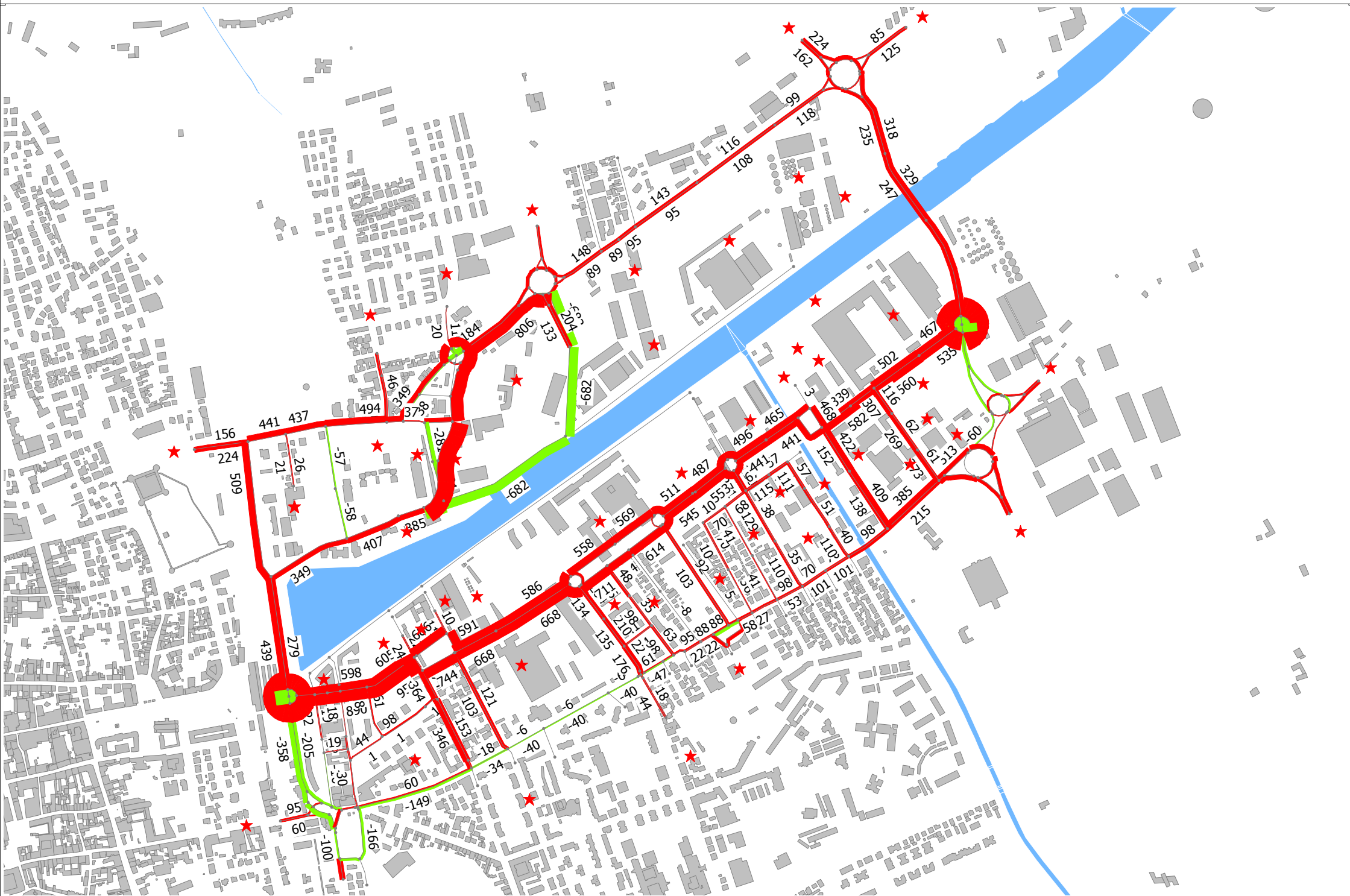


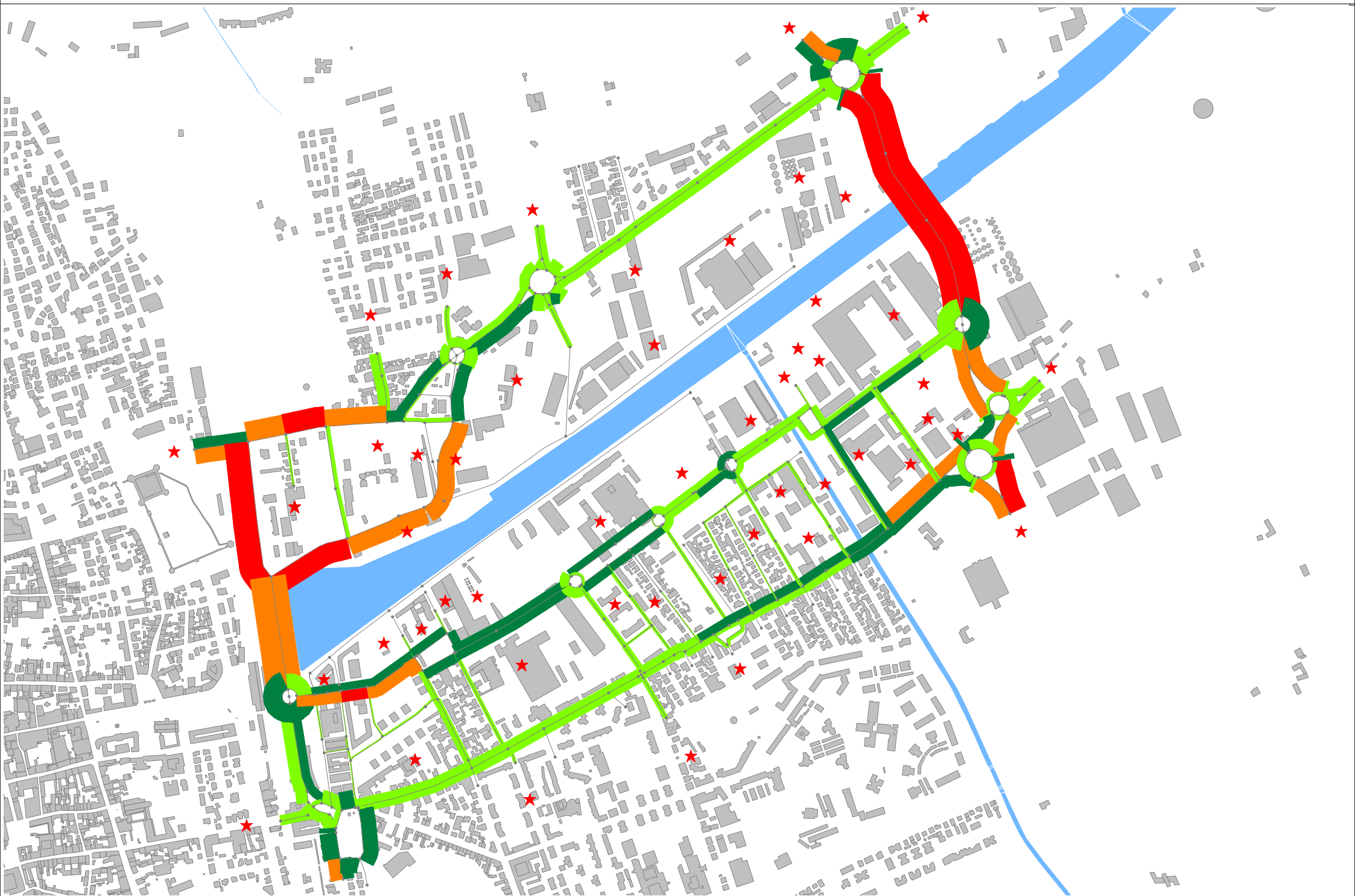
CONFRONTO FASE 2_HPS/BASE





CONFRONTO FASE 3_HPM/BASE





CONFRONTO FASE 3_HPS/BASE

