



Oggetto/Luogo:

**PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA  
(PROGETTO PRELIMINARE)  
Nodo viario di intersezione tra la SS13 Pontebbana e le  
vie A. Gabelli, M. Grigoletti e Brentella - [CIG Z781AA58CA]**

Progettista:

**arch. RICCARDO TREVISAN**

via Papa Luciani, 15 - 30030 Olmo di Martellago (VE)  
tel./fax 041 905148 / e-mail: architetto.riccardo.trevisan@gmail.com

In collaborazione con:

arch. MASSIMILIANO MANCHIARO  
arch. ALESSANDRO TREVISAN

Responsabile Unico del Procedimento:

geom. MICHELE STANCHINA

Allegato:

**RELAZIONE TECNICA  
CON STUDIO DEL TRAFFICO**

All:

**A**

## **PREMESSA**

La SS13 “Pontebbana” da tempo è oggetto di studi ed interventi che, come obiettivo, hanno la fluidificazione e la messa in sicurezza dei nodi più problematici.

Oggi molti tratti di questa viabilità sono diventati di competenza comunale e grazie alla costante e preziosa collaborazione con FVG Strade questo lavoro di miglioramento funzionale prosegue con ottimi risultati.

Anche il tratto di Pontebbana localizzato in Comune di Porcia (corso Italia) è stato oggetto di recenti interventi focalizzando l'attenzione sugli incroci per migliorarne la sicurezza stradale e garantirne un sufficiente livello di servizio.

Sono state privilegiate soluzioni atte a garantire la flessibilità degli itinerari, l'eliminazione delle svolte pericolose o delle inversioni di marcia, la riduzione dei tempi di attesa per l'immissione e la riduzione delle velocità veicolari.

La nuova disciplina di circolazione pensata per la SS13 è stata dunque avviata con la messa in funzione di nuove rotatorie e prevede che vengano realizzati altri interventi di riqualificazione adottando e replicando questa tipologia di incrocio che ha già dato ottimi risultati.

In particolare il presente studio di fattibilità riguarda la verifica di funzionalità del nodo tra la SS13 – via Gabelli – Viale Grigioletti - via Brentella, ripensato come una rotatoria.

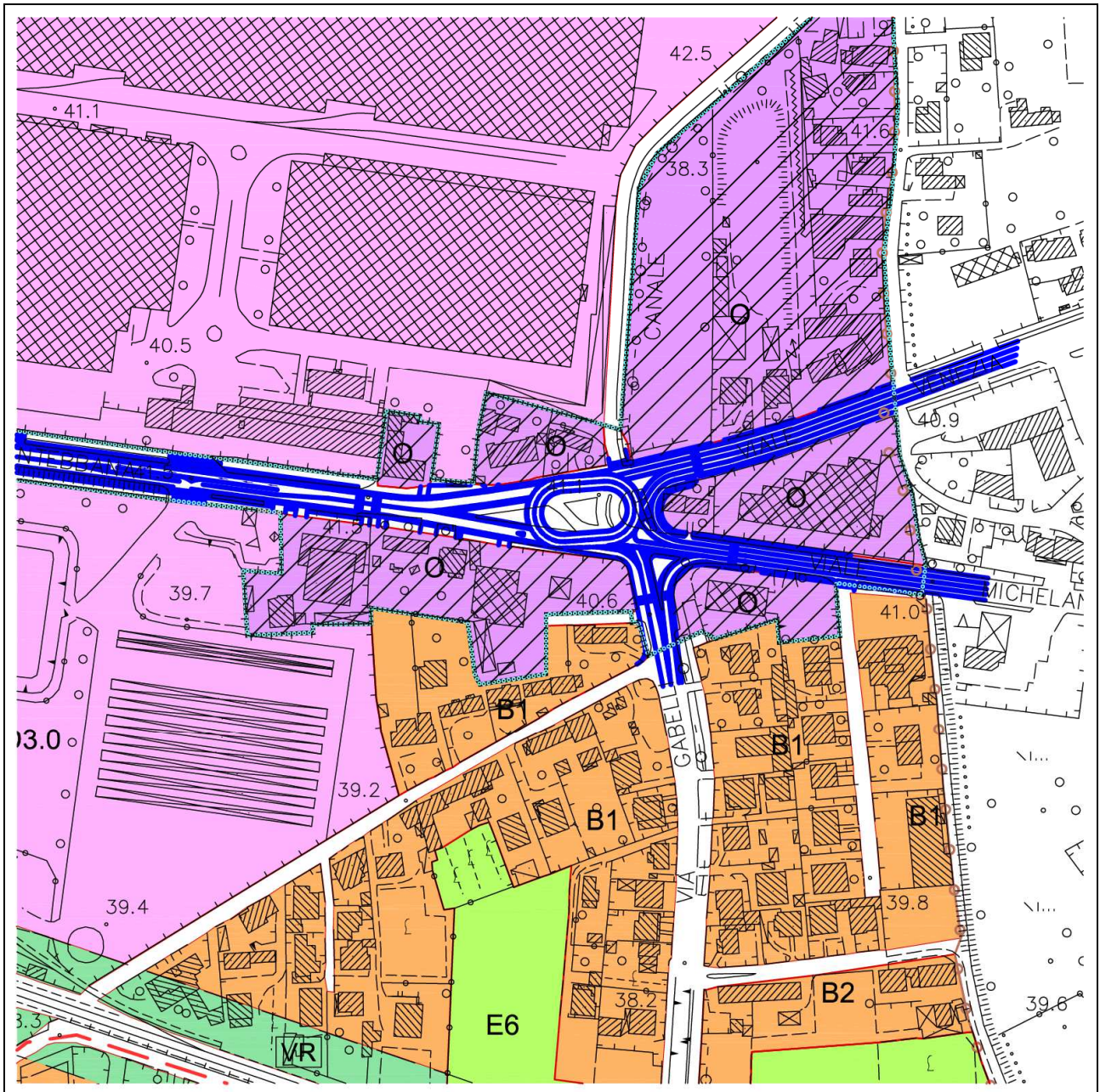
Data la delicatezza del tema in termini di volumi di traffico confluenti nel nodo (33.700 Veq/giorno) e di localizzazione (trovandosi il nodo al confine con il Comune di Pordenone) oltre ad una valutazione tecnico-economica si è resa necessaria una descrizione numerica dell'efficienza e della funzionalità di questo intervento utilizzando anche un programma di micro simulazione dinamica.

Lo studio sarà quindi così articolato:

- Inquadramento geografico, localizzazione dell'intervento e sue caratteristiche generali;
- Analisi dei dati di traffico con generazione della matrice O/D e valutazione delle prestazioni operative (metodo Svizzero e micro simulazione dinamica PARAMICS JD 500);
- Verifiche generale degli elementi geometrici e dei requisiti di sicurezza in fase di progettazione definitiva;

## INQUADRAMENTO GEOGRAFICO CON LOCALIZZAZIONE DELL'INTERVENTO E SUE CARATTERISTICHE GENERALI

L'intervento si colloca in Comune di Porcia lungo il tratto di SS13 Pontebbana localizzato al confine con il comune di Pordenone.



Estratto PRG

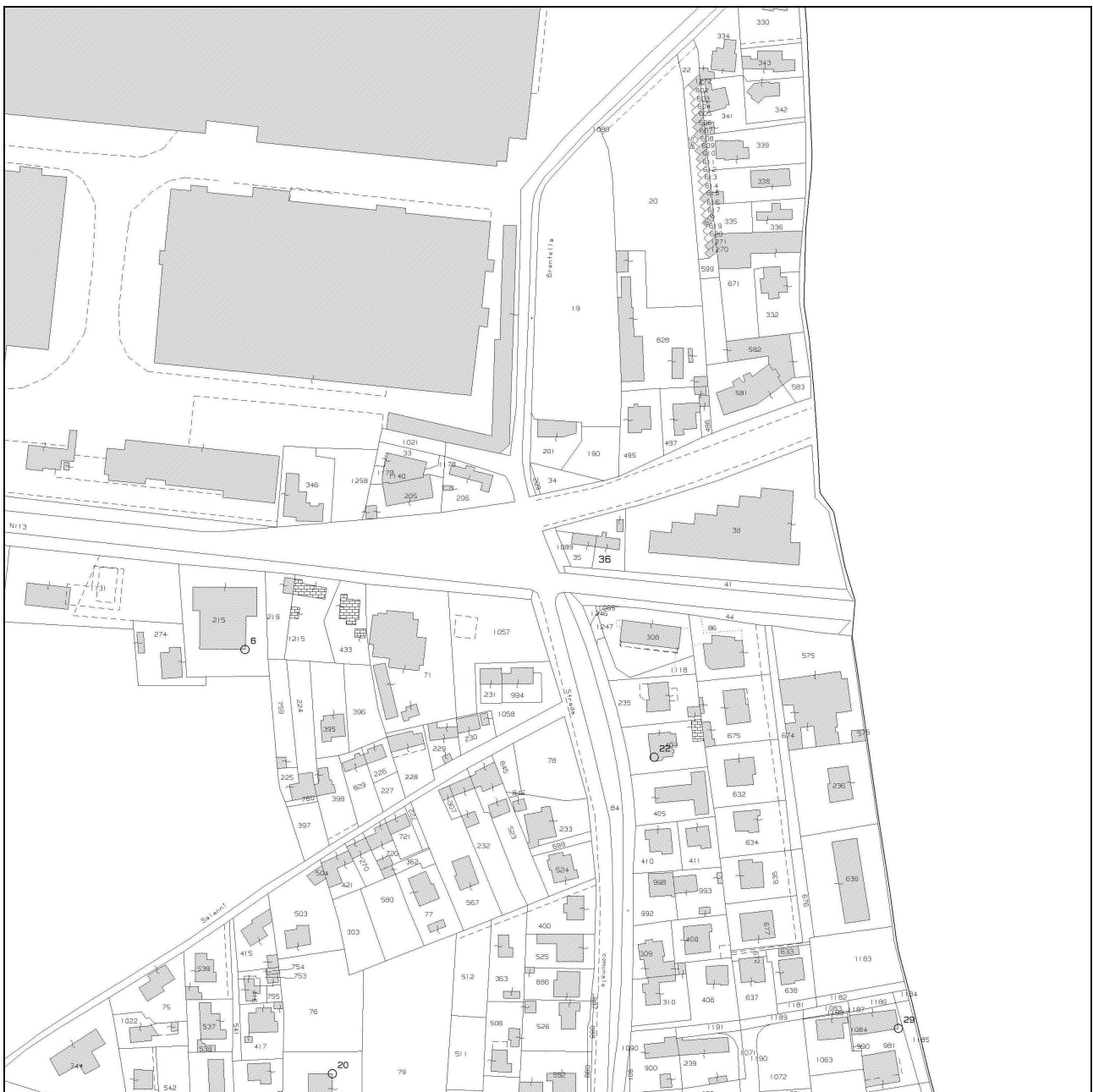
L'intervento di cui trattasi occuperà aree della sede stradale esistente e aree di pubblica proprietà. Sarà interessata anche un'unica area privata per soli 750 mq che, come si evince dall'estratto PRGC allegato, è classificata come ZTO "O" e quindi in base

all'articolo 46 delle NTA come "Zona mista di trasformazione della SS.13, destinata allo sviluppo e consolidamento delle attività miste".

Come abbiamo riferito il progetto occuperà 750 mq di una proprietà privata identificata catastalmente al foglio 4 del Comune di Porcia, mappale 1057.

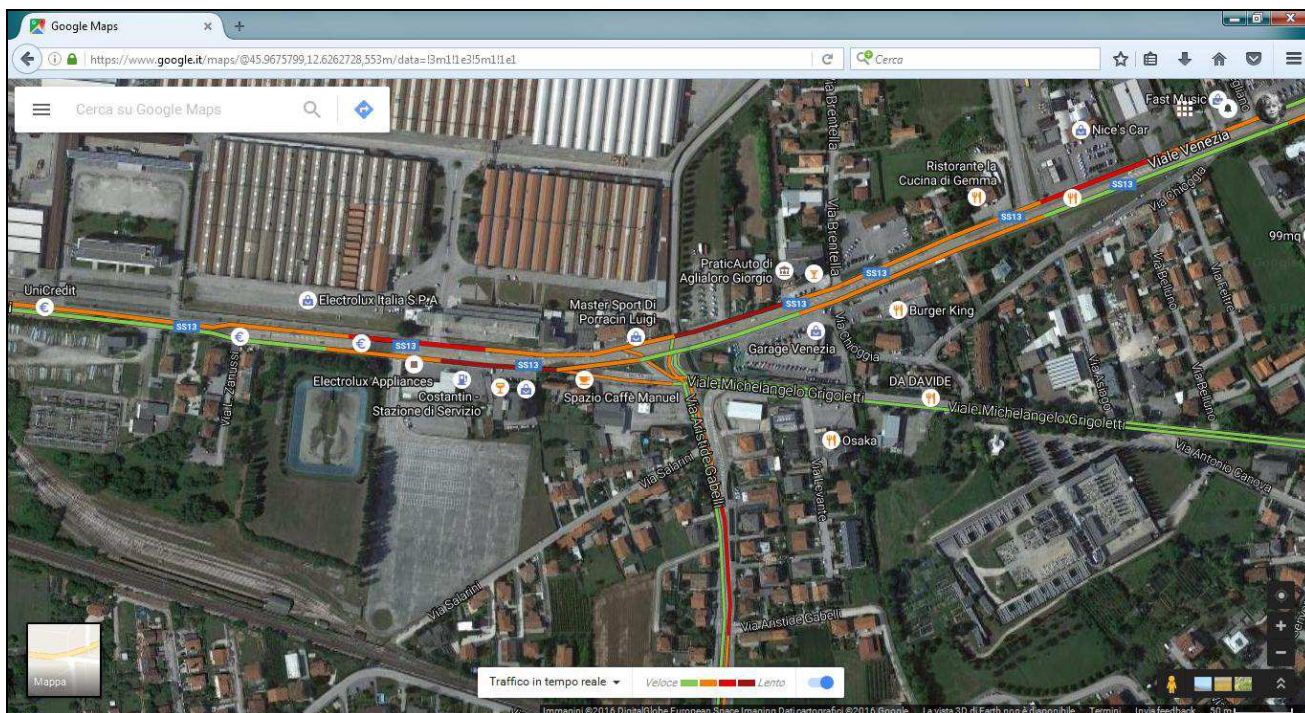
In fase di cantierizzazione sarà necessario utilizzare, per un periodo temporaneo, un'area aggiuntiva di 500 mq.

L'area coinvolta attualmente ad uso commerciale risulta inutilizzata.



Estratto Mappa





Vista complessiva del nodo (ortofoto)

Attualmente il nodo, gestito da un complesso sistema semaforico, è composto da 5 strade confluenti, tutte con funzioni di collegamento e di distribuzione primaria.



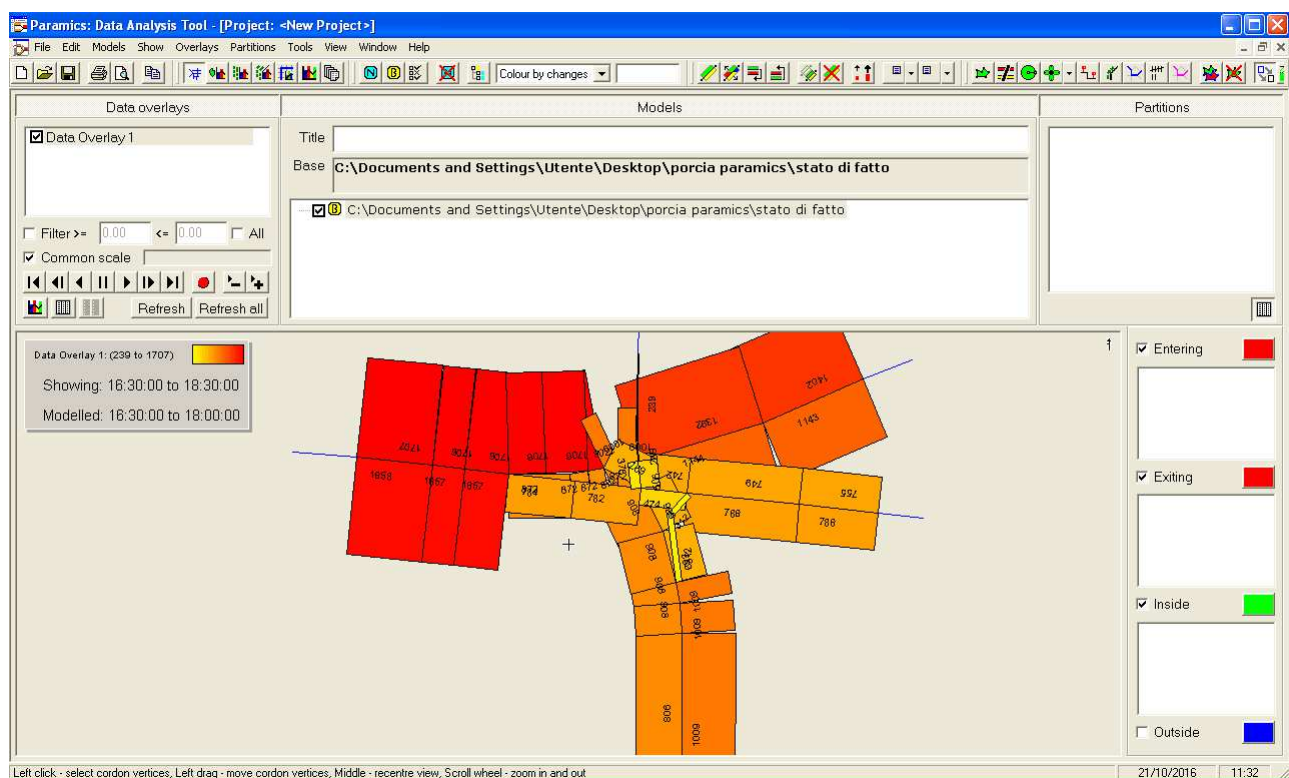
Vista dell'ambito d'intervento (ortofoto)

Le strade interessate dall'intervento sono: Corso Italia (tratto di Pontebbana in Comune di Porcia); viale Venezia (tratto di Pontebbana in Comune di Pordenone); via Brentella (direttrice verso il Comune di Roveredo in Piano); viale Grigoletti (direttrice verso il Comune di Pordenone) e via Gabelli (direttrice verso il centro di Porcia).

Come riferito, la sicurezza alle svolte e le precedenza sono gestite da un complesso sistema semaforico (durata di ciclo 240' a 4 fasi) che negli anni, con l'aumentare del traffico e della congestione veicolare, ha visto progressivamente ridotto il suo livello di servizio.

Giornalmente il nodo è interessato da un volume di traffico di circa 34.000 Veq/giorno con caratteristiche miste (di attraversamento e pendolare) e in alcuni momenti il flusso veicolare acuisce il suo effetto negativo sulla circolazione (in particolare il venerdì pomeriggio dalle 17,00 alle 18,00).

Le analisi di traffico svolte nelle giornate di lunedì 19 settembre 2016 e venerdì 23 settembre 2016 dalle 16,30 alle 18,45 hanno permesso di rilevare un ritardo medio per veicolo molto elevato; in base alle tabelle fornite dal manuale HCM è stato possibile risalire ad livello di servizio medio di ogni manovra per braccio confluyente e quindi ad un livello di servizio globale **D = 104 s/veicolo, pari ad un LOS F**.



Flussogramma dello stato di fatto



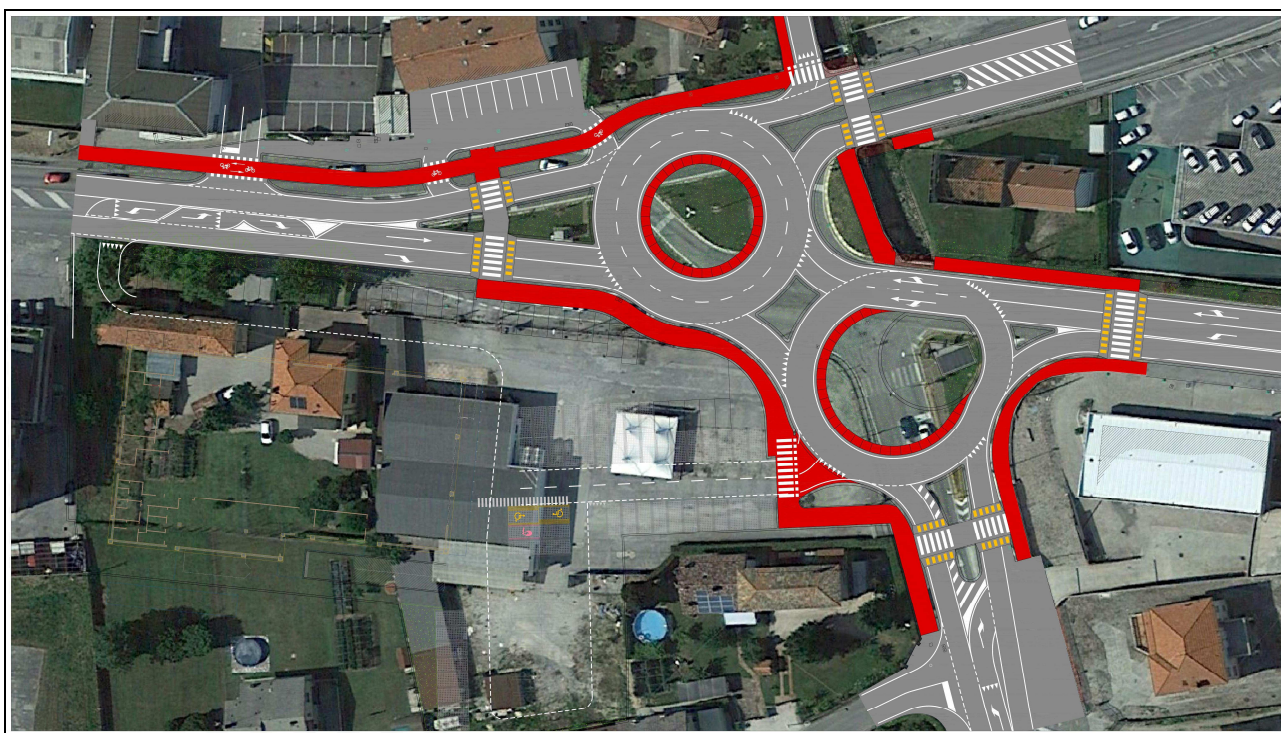
Con queste premesse è necessario pensare ad un intervento progettuale che garantisca i margini di sicurezza dell'impianto semaforico, ma anche un livello di servizio più accettabile coniugando funzionalità e sicurezza: la rotatoria con precedenza all'anello è apparsa subito la soluzione più congeniale.

La proposta progettuale doveva comunque confrontarsi con una realtà funzionale e morfologica tutt'altro che semplice.

Oltre a precisi vincoli legati alle attività economiche contermini (non ultima la sede della Electrolux Italia Spa con accesso/uscita gestiti da proprio impianto semaforizzato), esistono importanti limitazioni fisiche (tratto intubato del Canale Brentella e copertura sifone idraulico) che hanno fortemente influenzato il progetto e ne caratterizzeranno il funzionamento soprattutto nella sua fase sperimentale-provvisoria.

L'intervento si colloca all'interno di aree già in disponibilità del Comune di Porcia eccetto per un'area di circa 750 mq da reperire all'interno di una proprietà privata prospiciente via Gabelli.

La proposta di progetto prevede una doppia rotatoria collegata da un breve tratto a perdita di precedenza con idonee corsie di canalizzazione e di svolta rafforzate da adeguata segnaletica di indirizzamento.



Inserimento dell'intervento nell'ortofoto

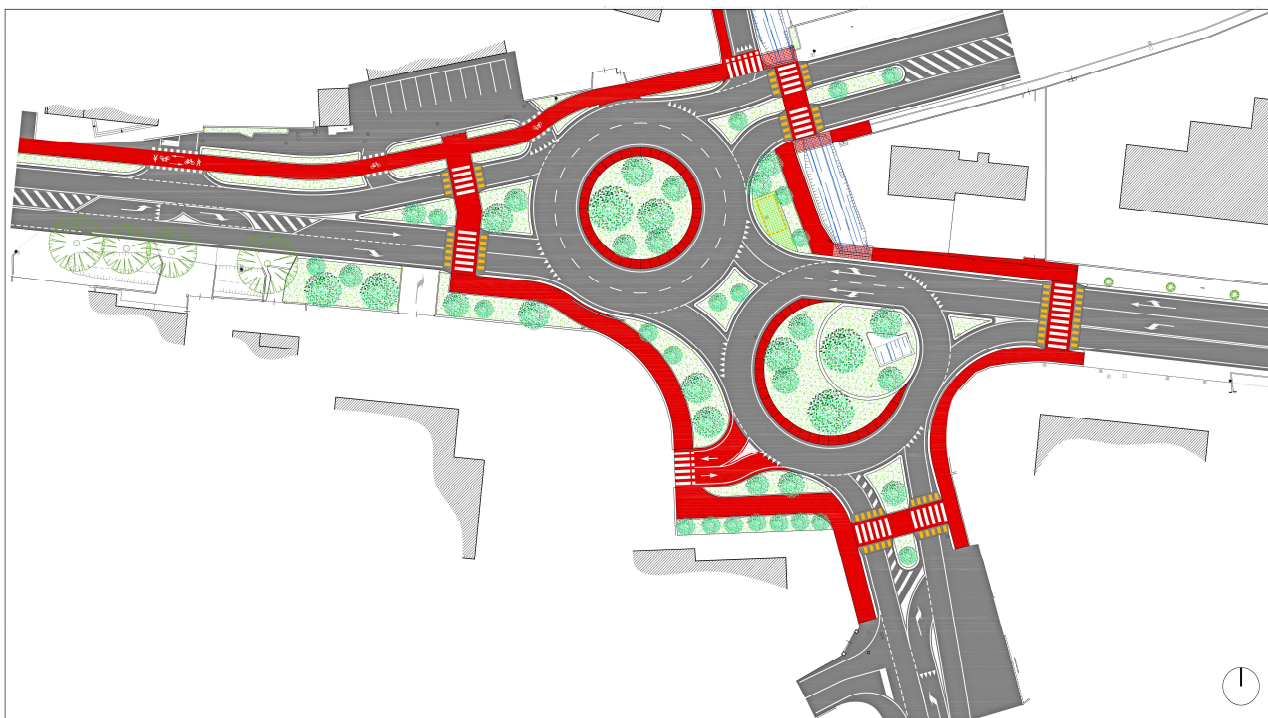
La rotatoria localizzata lungo la Pontebbana avrà un diametro di 36 m ed un anello circolatorio largo 8 m (più 1,5 m di anello sormontabile per facilitare il transito dei mezzi pesanti); i rami confluenti avranno una larghezza minima di 4,20 m come i rami di uscita; i raggi di curvatura di ingresso/uscita mediamente saranno di 12,5 m; solo in un caso particolare, per evidenti condizioni geometriche imposte dalla morfologia del luogo, il raggio minimo non supererà i 10 m ma sarà comunque prevista una larghezza di 5,25 m per il ramo uscente.

La rotatoria localizzata tra via Gabelli e viale Grigoletti avrà un diametro di 36 m ed un anello circolatorio largo 5,50 m (più 1,5 m di anello sormontabile per facilitare il transito dei mezzi pesanti); i rami confluenti avranno una larghezza minima di 4,20 m come i rami di uscita; i raggi di curvatura mediamente saranno di 12,0 m.

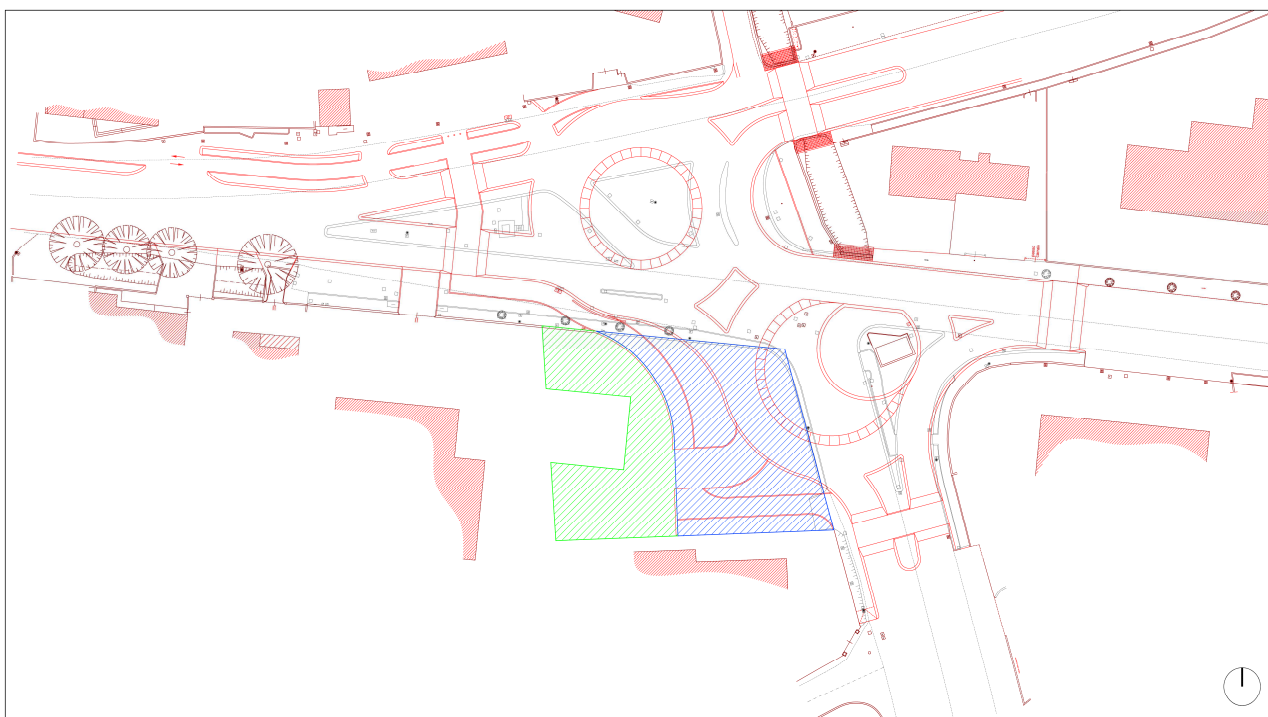
La nuova configurazione spaziale consentirà di reperire idonei spazi per la pedonalità e la continuità ciclabile oltre che per migliorare esteticamente il nodo con arredo verde arbustivo e tappezzante.

La messa in sicurezza dei pedoni sarà altresì implementata grazie alla realizzazione di attraversamenti pedonali resi ben visibili grazie ad una localizzata ricarica di asfalto (che contribuirà a ridurre le velocità in approccio al nodo) e successiva finitura con stampaggio e coloritura di rampe di attacco e fondo stradale. Lo smaltimento delle acque meteoriche superficiali sarà migliorato e potenziato con un'integrazione all'impianto esistente; l'area del nuovo incrocio è munita di illuminazione pubblica che verrà in parte recuperata ed integrata con un nuovo impianto a luce radente che metterà in evidenza, nelle ore serali, non solo le corsie in approccio ma soprattutto le isole rotazionali e gli anelli di circolazione. All'interno del sedime stradale coinvolto nell'intervento corrono tubazioni, canalizzazioni e vari sottoservizi che non dovranno essere alterati se non per eventuali allacci e leggere modifiche/spostamenti e per la messa in quota dei pozzetti alle nuove quote di progetto. Nel quadro economico dell'opera, comunque, è prevista un'apposita voce che interessa eventuali interventi per l'adeguamento dei sottoservizi presenti nell'area di intervento.





Estratto del progetto



Sovrapposizione stato di fatto e di progetto con aree di esproprio e di occupazione temporanea

## **ANALISI DEI DATI DI TRAFFICO, GENERAZIONE DELLE MATRICI O/D E VALUTAZIONE DELLE PRESTAZIONI OPERATIVE**

La valutazione delle prestazioni operative ex-ante ed ex-post, comprende l'analisi della capacità e del livello di servizio del "sistema a rotatoria" costituito dai due anelli collegati da un ramo rettilineo a perdita di precedenza.

La prima rotatoria procedendo da ovest verso est è quella localizzata all'incrocio con corso Italia e viale Venezia; è composta da 3 bracci confluenti (in quanto nel progetto via Brentella confluisce in Viale Venezia con ramo a senso unico a perdita di precedenza) ed ha un diametro di 36,00 m.

La seconda rotatoria è quella localizzata all'incrocio con via Gabelli e viale Grigoletti; è sempre composta da 3 bracci confluenti ed ha un diametro di 36,00 m.

In fase sperimentale si prevede di testare l'efficacia del nuovo regime rotazionale prevedendo di ridurre il secondo anello rotazionale a 26 m; per questa ragione il modello di micro simulazione dinamica è stato testato con questa soluzione peggiorativa.

I flussi veicolari considerati nel presente studio sono stati rilevati nel settembre 2016 e si riferiscono ad una distribuzione temporale di un lunedì e di un venerdì pomeriggio (dalle 16,30 alle 18,45).

Per le verifiche trasportistiche con il metodo svizzero si è scelto il periodo temporale che presentava la maggiore concentrazione di flusso e quindi l'ora di punta del venerdì pomeriggio (17,00 – 18,00).

I mezzi rilevati sono stati trasformati in veicoli equivalenti moltiplicando i flussi per i seguenti coefficienti di equivalenza: moto 0,5; auto 1,00; furgoni 1,5; mezzi pesanti e bus 3,00.

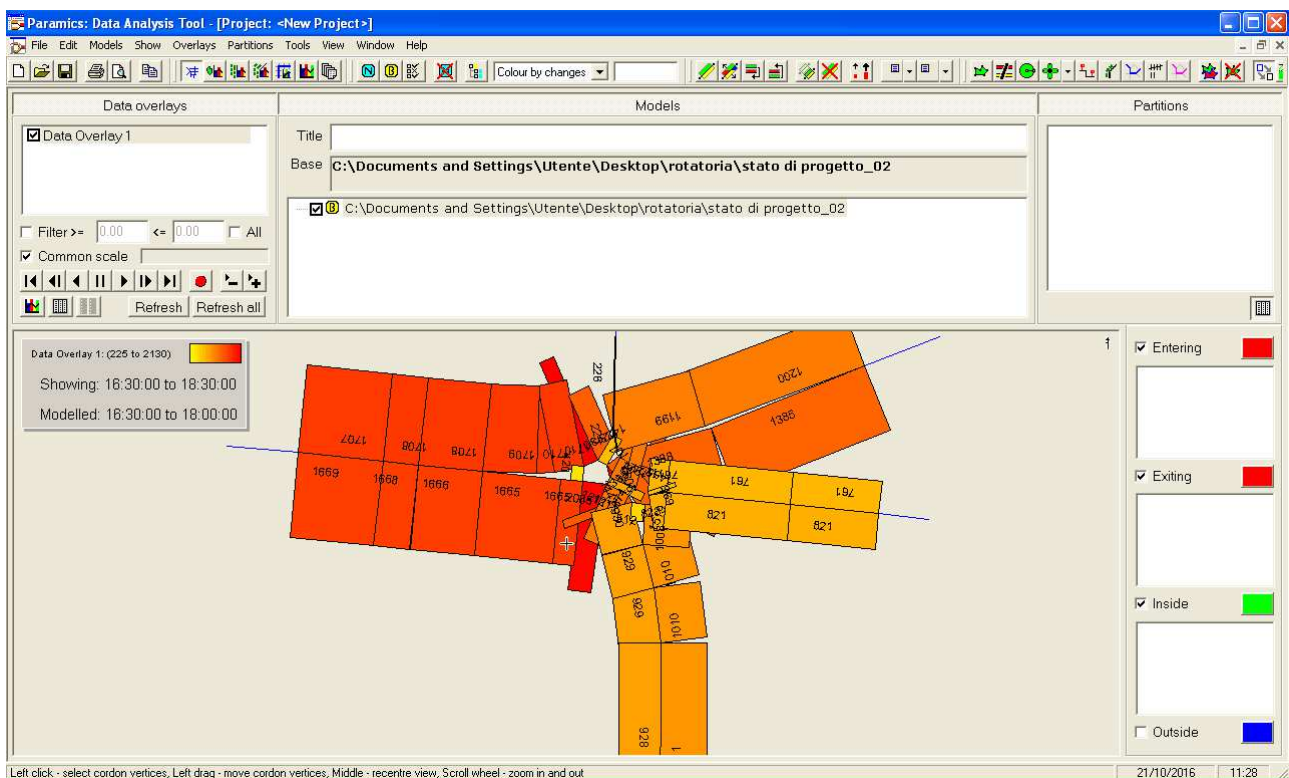
Per implementare il modello di micro simulazione dinamica sono state ricostruite l'offerta di rete e la domanda di rete oltre alla rilevazione di particolari situazioni contingenti: comportamento dell'utenza; accodamenti; perditempo al semaforo; rispetto segnaletica; ecc.

In particolare l'offerta di rete ha comportato la ricostruzione delle geometrie di rete su base DWG; le direzioni di marcia; la caratterizzazione del TPL; le caratteristiche dell'impianto semaforico ed il suo funzionamento (diagramma di fasatura).

Con la domanda di rete sono state indagate e modellizzate: le manovre alle svolte; l'andamento del flusso veicolare ogni 15' (in modo da creare il profilo di traffico per ogni zona di origine); la costruzione delle matrici O/D suddivise per categorie di veicoli.

Alla fine il modello di simulazione è stato attivato e calibrato per lo stato di fatto; con idonei sistemi di spire di conteggio in prossimità del nodo è stata verificata la corrispondenza del dato numerico estratto dal modello al dato di reale rilevato *in situ*.

Stabilita la bontà dello stato di fatto si è provveduto ad implementare la domanda e l'offerta con i dati progettuali e quindi si è costruito il flussogramma di progetto e si sono indagati i dati più significativi come il ritardo medio per veicolo stabilendo un valore di servizio globale **D = 53 s/veicolo, pari ad un LOS D** (sicuramente migliorativo rispetto al livello di partenza).



Flussogramma di progetto

Nelle figure che seguono sono riportati gli schemi dei flussi veicolari considerati e la denominazione dei rami di origine/destinazione per ogni rotatoria che costituisce il sistema.

Sono state effettuate anche delle verifiche preliminari di tipo “statico” utilizzando il metodo svizzero.

Noti i flussi entranti ed uscenti per ogni ramo della rotatoria si sono costruite le matrici O/D mediante procedimento iterativo; nell'ipotesi di ripartizione in proporzione ai valori di flusso entrante sui diversi rami, il flusso che, da un entrata  $i$  è diretto ad un'uscita  $j$ , è calcolato

dal prodotto del flusso totale che esce da  $j$  per il rapporto tra il flusso che entra da  $i$  e la somma dei flussi che entrano da tutti i rami, escluso  $j$ .

La prima matrice così ottenuta rispecchia la reale distribuzione dei flussi ma solo per i totali di colonna e non di riga ed è stato necessario correggerla fino a che i totali di riga e colonna non coincidono con i valori entranti ed uscenti.

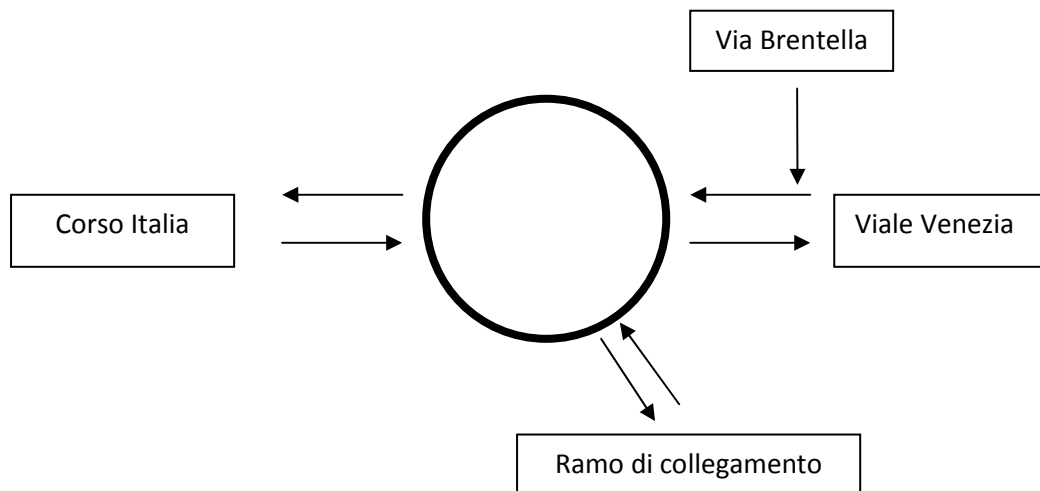
Le correzioni sono eseguite iterativamente sulle righe e sulle colonne ripartendo le differenze tra il valore calcolato e quello reale in funzione del peso percentuale del singolo elemento di matrice sul totale di riga o di colonna.

Le matrici O/D sono riportate nelle tabelle che seguono.



**ROTATORIA NORD:**

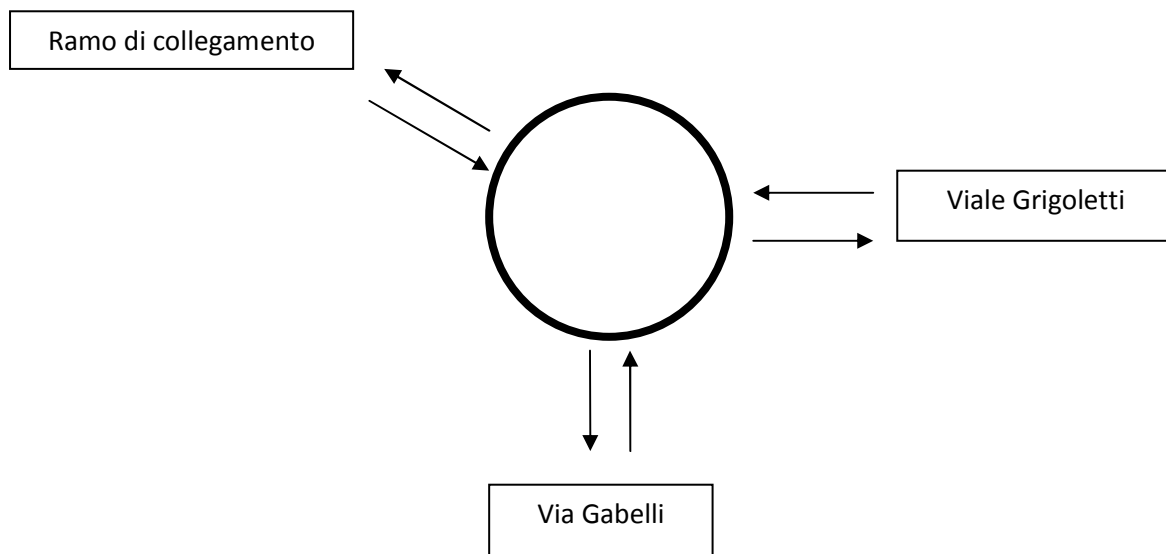
**NODO SS13 PONTEBBANA: CORSO ITALIA – VIALE VENEZIA (rilievo venerdì sera 17,00/18,00)**



O/D	Ramo coll.	Viale Venezia	Corso Italia	Totale
Ramo coll.	0	296	352	647
Viale Venezia	225	0	631	856
Corso Italia	468	548	0	1016
Totale	692	844	983	2519

**ROTATORIA SUD:**

**NODO GABELLI: VIA GABELLI – VIALE GRIGOLETTI (rilievo venerdì sera 17,00/18,00)**



O/D	Via Gabelli	Viale Grigoletti	Ramo coll.	Totale
Via Gabelli	0	173	367	540
Viale Grigoletti	112	0	280	392
Ramo coll.	385	307	0	692
Totale	497	480	647	1624

## **Valutazione delle prestazioni operative di fattibilità generale con il “metodo svizzero”**

Per la verifica di capacità delle rotatorie in oggetto di raggio contenuto entro i 50 m, viene utilizzato il “metodo svizzero”, perché esso concentra l'attenzione non sulle zone di scambio (tipico problema delle rotatorie ad ampio raggio), bensì sulle zone di ingresso, le quali, a seguito delle precedenza a sinistra, sono quella soggette a possibile congestione per l'impossibilità di trovare il giusto intervallo temporale utile all'ingresso nell'anello rotazionale.

La nostra verifica si concentra nella giornata e nel periodo temporale di maggiore sollecitazione e cioè il venerdì sera dalle ore 17,00 alle ore 18,00.

Analizzando la matrice riferita a ciascun nodo e considerando che le due rotatorie sono collegate da un breve ramo a perdita di precedenza, destinato a registrare delle interferenze negative tra le traiettorie veicolari, risulta facile intuire quale zona di innesto e quale tratto di arco saranno i più sollecitati.

I risultati delle prestazioni operative valutate con il metodo svizzero, tenuto conto dei possibili accodamenti ed interferenze registrabili sul ramo di collegamento a perdita di precedenza, suggeriscono di assoggettare il nodo ri-progettato ad una ulteriore e più approfondita verifica funzionale in micro simulazione dinamica.

Il metodo di calcolo “statico”, utilizzato a priori, è descritto nella “*Guida Svizzera delle Rotonde*” pubblicata nel 1991 a cura del Dipartimento federale dei Trasporti, delle Comunicazioni e delle Energie – Ufficio Federale delle Strade e di seguito se ne esplicitano le formule che saranno utilizzate.

## **Valutazione dei tassi di capacità e del tempo medio di attesa per veicolo (metodo svizzero):**

$$C_e = 1500 - 8/9 Q_g \text{ (uv/h);}$$

$$Q_g = \beta * Q_c + \alpha * Q_s \text{ (uv/h);}$$

dove: **C<sub>e</sub>** = capacità di entrata (u/v/h); **Q<sub>g</sub>** = flusso totale “pesato” di veicoli “ingombranti” (uv/h); **Q<sub>c</sub>** = flusso circolante sulla corona giratoria (uv/h); **Q<sub>s</sub>** = flusso in uscita (uv/h);

**beta** = coefficiente di riduzione del flusso di traffico circolante **Q<sub>c</sub>** in funzione del numero di corsie sull'anello di scorrimento; **alfa** = coefficiente che tiene conto del flusso in uscita e quindi della distanza potenziale dei punti di conflitto sull'anello e anche della sua larghezza.

Ora, per  $Q_e$  noto (uv/h) il **tasso di capacità utilizzata dell'entrata TCUE** è espresso dalla seguente formula:

$$\text{TCUE} = \text{gamma} * Q_e / C_e + 100 (\%);$$

dove:  $Q_e$  = flusso totale reale in entrata (uv/h); **gamma** = coefficiente di ripartizione del flusso di traffico entrante in base al numero delle corsie disponibili.

Il **tasso di capacità utilizzata TCUC** nel punto di conflitto convergente è espressa come segue:

$$\text{TCUC} = (Q_e + 8/9 Q_g) / 1500 * 100 (\%) \text{ con l'ovvio significato dei simboli.}$$

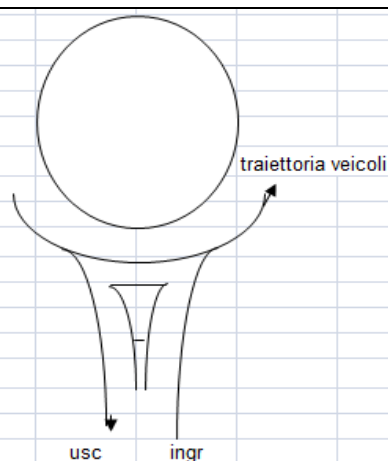
Infine, per tutti i punti di innesto si effettuerà la verifica con il metodo CETUR del tempo medio di attesa in ingresso.

L'algoritmo utilizzato sarà il seguente:

$$t(m) = (2000 + 2 Q_c) / (C_{e1} - Q_e);$$

dove:  $t(m)$  = tempo medio di attesa in secondi;  $C_{e1}$  = capacità di entrata ad una corsia espressa in veicoli/ora e data dalla seguente formula:  $C_{e1} = 1300 - 0,75 Q_c$ ; gli altri simboli conservano il significato per essi precedentemente stabilito.





$$C_i \max = 1500 - 8/9 Q_g$$

**Ci max** Capacità di entrata di una corsia in entrata  
(veic eq./h)

$$Q_g = \beta Q_{\text{circ}} + \alpha Q_{\text{usc}}$$

**Qi entr** Portata del flusso reale in entrata

**Qg** Portata del flusso di veicoli ingombranti

$$TCU_{\text{entr}} = \gamma Q_i \text{ entr} / C_i \max$$

**Q circ** Portata del flusso circolante

$$TCU_{\text{con}} = (\gamma Q_i \text{ entr} + 8/9) / 1500$$

**Q usc** Portata del flusso in uscita

**b** Distanza tra i punti di conflitto (m)

**$\alpha$**  Coefficiente dipendente dal flusso di uscita  
(funzione di **b**)

**$\beta$**  Coefficiente di riduzione di **Q circ**  
(funzione del numero di corsie dell'anello)

**$\gamma$**  Coefficiente di ripartizione del flusso entrante  
in base al numero di corsie dell'entrata

Corsie sull'anello	Valore di $\beta$	
	da	a
1	0,9	1,0
2	0,6	0,8
3	0,5	0,6

**TCU entr** Tasso di capacità utilizzata dall'entrata

Corsie di entrata	Valore di $\gamma$	
	da	a
1		1,0
2	0,6	0,7
3		0,5

**TCU con** Tasso di capacità utilizzata nel punto di conflitto

**Tabella che riassume la metodologia precedentemente descritta**

VERIFICA CAPACITA' ROTATORIA (metodo Bovy)					
Applicazione:		rotatoria nord			
Braccio:		collegamento			
Dati di flusso		1	Flusso entrante QE	648	
		2	Flusso uscente QS	693	
		3	Flusso in corona QC	548	
Dati geometrici		distanza (ml) tra punti di uscita ed ingresso			16
Coefficiente alfa (riduzione effetto veicoli uscenti)					
per velocità elevate o flussi in uscita deboli				0,42	Scelta
in condizioni medie				0,31	
per velocità basse o flussi in uscita elevati				0,20	
Coefficiente beta (numero di corsie sull'anello)					
		n.ro corsie	bilanciato	non bilanc.	
		1	1	1	Scelta
		2	0,6	0,8	
		3	0,5	0,6	
Coefficiente gamma (numero corsie in ingresso)					
		n.ro corsie	bilanciato	non bilanc.	
		1	1	1	Scelta
		2	0,6	0,7	
		3	0,5	0,5	
Indicatori di funzionamento					
Capacità ingresso		822		Ritardo medio (sec)	20,3
F/C in ingresso		78,8		Ritardo totale (veic.*h)	3,6
F/C sull'anello		88,4		Coda max (veic.)	12,4

Braccio:	viale Venezia			
1	Flusso entrante QE		856	
2	Flusso uscente QS		844	
3	Flusso in corona QC		352	
			20	
	0,20			
	0,14	Scelta	0,14	
	0,08			
bilanciato	non bilanc.			
1	1			
0,6	0,8	Scelta	1,00	
0,5	0,6			
bilanciato	non bilanc.			
1	1			
0,6	0,7	Scelta	1,00	
0,5	0,5			
Cap. ingr.	1082	Ritardo medio (sec)	13,0	
F/C ingr.	79,1	Ritardo totale (veic.*h)	3,1	
F/C anello	84,9	Coda max (veic.)	10,7	

Braccio:	Corso Italia					
Dati di flusso	1	Flusso entrante QE		1016		
	2	Flusso uscente QS		983		
	3	Flusso in corona QC		225		
Dati geometrici	distanza (ml) tra punti di uscita ed ingresso				20	
Coefficiente alfa (riduzione effetto veicoli uscenti)						
per velocità elevate o flussi in uscita deboli		0,20		Scelta	0,14	
in condizioni medie		0,14				
per velocità basse o flussi in uscita elevati		0,08				
Coefficiente beta (numero di corsie sull'anello)						
n.ro corsie		bilanciato	non bilanc.			
1		1	1	Scelta	1,00	
2		0,6	0,8			
3		0,5	0,6			
Coefficiente gamma (numero corsie in ingresso)						
n.ro corsie		bilanciato	non bilanc.			
1		1	1	Scelta	1,00	
2		0,6	0,7			
3		0,5	0,5			
Indicatori di funzionamento						
Capacità ingresso	1178		Ritardo medio (sec)	16,9		
F/C in ingresso	86,3		Ritardo totale (h)	4,8		
F/C sull'anello	89,2		Coda max (veic.)	15,7		

Provenienza	Flusso veic.eq. progetto	Ritardo medio (sec)	Rit.tot. / coda med. (veic*h/h)	Coda media max.	Capacità ingresso	F/C ingresso	F/C anello
collegamento	648	20,3	3,6	12,4	822	78,8%	88,4%
viale Venezia	856	13,0	3,1	10,7	1082	79,1%	84,9%
corso Italia	1016	16,9	4,8	15,7	1178	86,3%	89,2%
Totale	2520	0,0	11,5	38,8	3082	81,8%	0,0%

<b>VERIFICA CAPACITA' ROTATORIA (metodo Bovy)</b>				
Applicazione:	rotatoria sud			
Braccio:	via gabelli			
Dati di flusso	1	Flusso entrante QE	540	
	2	Flusso uscente QS	497	
	3	Flusso in corona QC	307	
Dati geometrici	distanza (ml) tra punti di uscita ed ingresso			9
<b>Coefficiente alfa (riduzione effetto veicoli uscenti)</b>				
per velocità elevate o flussi in uscita deboli		0,80	Scelta	0,60
in condizioni medie		0,60		
per velocità basse o flussi in uscita elevati		0,40		
<b>Coefficiente beta (numero di corsie sull'anello)</b>				
n.ro corsie		bilanciato	non bilanc.	
	1	1	1	Scelta
	2	0,6	0,8	
	3	0,5	0,6	
<b>Coefficiente gamma (numero corsie in ingresso)</b>				
n.ro corsie		bilanciato	non bilanc.	
	1	1	1	Scelta
	2	0,6	0,7	
	3	0,5	0,5	
<b>Indicatori di funzionamento</b>				
Capacità ingresso	962	Ritardo medio (sec)		7,6
F/C in ingresso	56,1	Ritardo totale (veic. *h)		1,1
F/C sull'anello	71,9	Coda max (veic.)		4,8

Braccio:	viale Grigoletti			
1	Flusso entrante QE	392		
2	Flusso uscente QS	480		
3	Flusso in corona QC	367		
				10
	0,75			
	0,56	Scelta	0,56	
	0,37			
bilanciato non bilanc.				
1	1			
0,6	0,8	Scelta	1,00	
0,5	0,6			
bilanciato non bilanc.				
1	1			
0,6	0,7	Scelta	1,00	
0,5	0,5			
Cap.ingr.	935	Ritardo medio (sec)	6,0	
F/C ingr.	41,9	Ritardo totale (veic.*h)	0,7	
F/C anello	63,8	Coda max (veic.)	3,2	

Braccio:	collegamento			
Dati di flusso	1	Flusso entrante QE	692	
	2	Flusso uscente QS	647	
	3	Flusso in corona QC	112	
Dati geometrici	distanza (ml) tra punti di uscita ed ingresso			10
Coefficiente alfa (riduzione effetto veicoli uscenti)				
per velocità elevate o flussi in uscita deboli			0,75	Scelta
in condizioni medie			0,56	
per velocità basse o flussi in uscita elevati			0,37	
Coefficiente beta (numero di corsie sull'anello)				
	n.ro corsie	bilanciato	non bilanc.	
	1	1	1	Scelta
	2	0,6	0,8	
	3	0,5	0,6	
Coefficiente gamma (numero corsie in ingresso)				
	n.ro corsie	bilanciato	non bilanc.	
	1	1	1	Scelta
	2	0,6	0,7	
	3	0,5	0,5	
Indicatori di funzionamento				
Capacità ingresso	1078		Ritardo medio (sec)	7,6
F/C in ingresso	64,2		Ritardo totale (h)	1,5
F/C sull'anello	74,2		Coda max (veic.)	5,8

Provenienza	Flusso veic.eq. progetto	Ritardo medio (sec)	Rittot. / coda med. (veic*h/h)	Coda media max.	Capacità ingresso	F/C ingresso	F/C anello
gabelli	540	7,6	1,1	4,8	962	56,1%	71,9%
grigoletti	392	6,0	0,7	3,2	935	41,9%	63,8%
collegamento	692	7,6	1,5	5,8	1078	64,2%	74,2%
Totale	1624	0,0	3,3	13,8	2975	54,6%	0,0%

## **Conclusioni**

L'esame delle tabelle e dei grafici, in prima approssimazione, porta a ritenere che le due rotatorie siano funzionalmente soddisfatte; è comunque evidente qualche elemento di criticità soprattutto in termini di accodamento e tempo medio di attesa per l'anello nord.

Queste peculiarità associate al fatto che si tratta di un sistema a doppio anello con ramo a perdita di precedenza di limitate dimensioni, portano a pensare che le situazioni critiche potrebbero comportare delle ripercussioni significative sull'intero sistema circolatorio del nodo.

Quindi lo scrivente ha ritenuto necessario passare ad una verifica dinamica in micro simulazione atta a quantificare in modo preciso i tempi di percorrenza da ogni zona di origine a quella di destinazione.

I dati di progetto saranno successivamente messi in relazione con lo stato di fatto per capire i margini di miglioramento garantiti dall'intervento.

## **Valutazione delle prestazioni operative del nodo con la micro simulazione dinamica**

Per attuare il modello di micro simulazione dinamica è stato effettuato un rilievo geometrico-funzionale molto accurato dello stato di fatto che ha consentito di ricostruire l'offerta di rete e la domanda di rete.

L'analisi dello stato di fatto ha permesso inoltre di mettere in luce altri aspetti relativi alle modalità di approccio all'incrocio come: il comportamento dell'utenza; le modalità di formazione e la consistenza degli accodamenti; i perditempo al semaforo; il rispetto più o meno rigoroso della segnaletica; ecc.

In particolare l'offerta di rete ha comportato la ricostruzione delle geometrie dell'incrocio su base DWG; le direzioni di marcia; la caratterizzazione delle corsie di accumulo e di svolta; la caratterizzazione del TPL con indicazione delle fermate e il cadenzamento delle linee; le caratteristiche dell'impianto semaforico ed il suo ciclo di funzionamento.

Con la domanda di rete sono state indagate e modellizzate: le manovre alle svolte; l'andamento del flusso veicolare ogni 15' (in modo da creare il profilo di traffico per ogni zona di origine); matrici O/D suddivise per categorie di veicoli; velocità in approccio; ecc.

Questo lavoro ha permesso di costruire un modello dello stato di fatto e dopo la sua calibrazione lo stesso è stato utilizzato per verificare la bontà della proposta progettuale verificando i tempi totali di percorrenza da ciascuna zona di origine verso ciascuna zona di destinazione; di seguito viene presentata la serie dei dati tabellati.



**FASCIA ORARIA 16,30 – 18,30 VENERDI' POMERIGGIO (STATO DI FATTO)**

## PROFILO DI DISTRIBUZIONE ZONE ORIGINE MEZZI LEGGERI

**FASCIA ORARIA 16,30 – 18,30 VENERDI' POMERIGGIO (STATO DI FATTO)**

[illegible]

## MATRICE MEZZI COMMERCIALI LEGGERI

**FASCIA ORARIA 16,30 – 18,30 VENERDI' POMERIGGIO (STATO DI FATTO)**

<b>O/D</b>	<b>Z1 via Gabelli</b>	<b>Z2 viale Grigoletti</b>	<b>Z3 Viale Venezia</b>	<b>Z4 Viale Zanussi</b>	<b>Z5 Via Brentella</b>	<b>Origine</b>
<b>Z1 via Gabelli</b>	0	22	17	11	20	70
<b>Z2 viale Grigoletti</b>	6	0	1	18	3	28
<b>Z3 Viale Venezia</b>	51	0	0	95	0	146
<b>Z4 Viale Zanussi</b>	29	31	65	0	0	125
<b>Z5 Via Brentella</b>	0	0	0	0	0	0
<b>Destinazione</b>	86	53	83	124	23	<b>Totale Nodo 369</b>

## PROFILO DI DISTRIBUZIONE ZONE ORIGINE MEZZI COMMERCIALI LEGGERI

**FASCIA ORARIA 16,30 – 18,30 VENERDI' POMERIGGIO (STATO DI FATTO)**[illegible]

## MATRICE MEZZI COMMERCIALI PESANTI

**FASCIA ORARIA 16,30 – 18,30 VENERDI' POMERIGGIO (STATO DI FATTO)**

<b>O/D</b>	<b>Z1 via Gabelli</b>	<b>Z2 viale Grigoletti</b>	<b>Z3 Viale Venezia</b>	<b>Z4 Viale Zanussi</b>	<b>Z5 Via Brentella</b>	<b>Origine</b>
<b>Z1 via Gabelli</b>	0	2	4	4	2	12
<b>Z2 viale Grigoletti</b>	3	0	0	2	0	5
<b>Z3 Viale Venezia</b>	7	0	0	45	0	52
<b>Z4 Viale Zanussi</b>	2	2	25	0	0	29
<b>Z5 Via Brentella</b>	0	0	0	0	0	0
<b>Destinazione</b>	12	4	29	51	2	<b>Totale Nodo 98</b>

## PROFILO DI DISTRIBUZIONE ZONE ORIGINE MEZZI COMMERCIALI PESANTI

**FASCIA ORARIA 16,30 – 18,30 VENERDI' POMERIGGIO (STATO DI FATTO)**

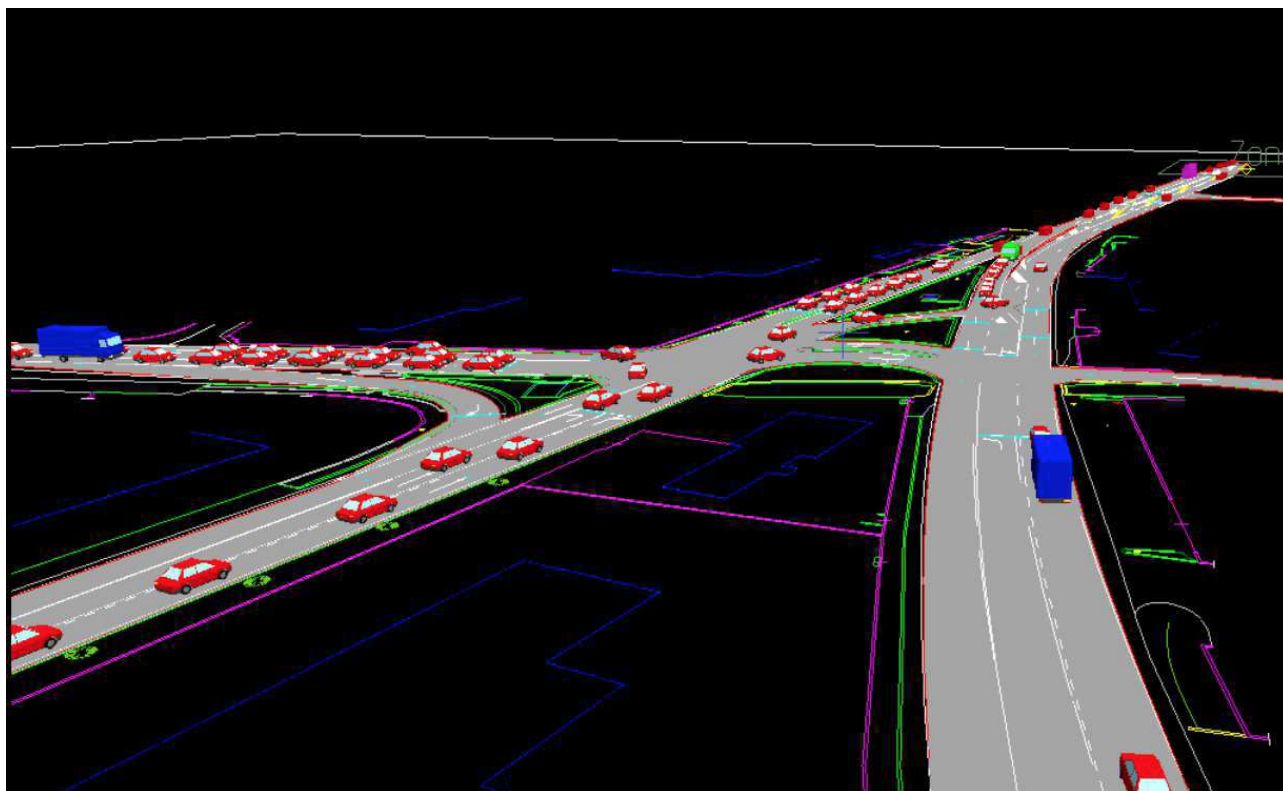
[illegible]

# MATRICE VEICOLI EQUIVALENTI

FASCIA ORARIA 16,30 – 18,30 VENERDI' POMERIGGIO (STATO DI FATTO)

<b>O/D</b>	<b>Z1 via Gabelli</b>	<b>Z2 viale Grigoletti</b>	<b>Z3 Viale Venezia</b>	<b>Z4 Viale Zanussi</b>	<b>Z5 Via Brentella</b>	<b>Origine</b>
<b>Z1 via Gabelli</b>	0	327	275	236	232	1070
<b>Z2 viale Grigoletti</b>	239	0	23	498	21	781
<b>Z3 Viale Venezia</b>	426	0	0	1150	6	1582
<b>Z4 Viale Zanussi</b>	329	499	954	0	1	1783
<b>Z5 Via Brentella</b>	0	0	0	0	0	0
<b>Destinazione</b>	994	826	1252	1884	260	<b>Totale Nodo 5216</b>

c.e. comm. Legg.= 1,50 comm. Pes.= 3,00



Estratto da video in micro simulazione dinamica – stato di fatto – vista da est SS13 e viale Grigoletti

### MATRICE MEZZI LEGGERI

#### FASCIA ORARIA 16,30 – 18,30 VENERDI' POMERIGGIO (STATO DI PROGETTO)

<b>O/D</b>	<b>Z1 via Gabelli</b>	<b>Z2 viale Grigoletti</b>	<b>Z3 Viale Venezia</b>	<b>Z4 Viale Zanussi</b>	<b>Z5 Via Brentella</b>	<b>Origine</b>
<b>Z1 via Gabelli</b>	0	288	433	207	0	928
<b>Z2 viale Grigoletti</b>	221	0	39	465	0	725
<b>Z3 Viale Venezia</b>	303	0	0	727	0	1030
<b>Z4 Viale Zanussi</b>	279	446	782	0	0	1507
<b>Z5 Via Brentella</b>	37	18	0	121	0	176
<b>Destinazione</b>	840	752	1254	1520	0	<b>Totale Nodo 4366</b>

### PROFILO DI DISTRIBUZIONE ZONE ORIGINE MEZZI LEGGERI

#### FASCIA ORARIA 16,30 – 18,30 VENERDI' POMERIGGIO (STATO DI PROGETTO)

<b>ZONE</b>	<b>16,30</b>	<b>16,45</b>	<b>17,00</b>	<b>17,15</b>	<b>17,30</b>	<b>17,45</b>	<b>18,00</b>	<b>18,15</b>
<b>Z1 via Gabelli</b>	11,50%	12,80%	12,60%	12,80%	10,50%	12,10%	14,40%	13,30%
<b>Z2 viale Grigoletti</b>	12,90%	12,40%	13,00%	16,40%	12,00%	13,00%	12,70%	7,60%
<b>Z3 Viale Venezia</b>	14,40%	9,80%	12,50%	12,20%	12,70%	12,70%	16,00%	9,70%
<b>Z4 Viale Zanussi</b>	10,50%	12,20%	11,00%	17,00%	9,60%	17,10%	10,50%	12,10%
<b>Z5 Via Brentella</b>	10,22%	10,22%	10,07%	12,07%	13,07%	13,07%	16,47%	14,81%

### MATRICE MEZZI COMMERCIALI LEGGERI

#### FASCIA ORARIA 16,30 – 18,30 VENERDI' POMERIGGIO (STATO DI PROGETTO)

<b>O/D</b>	<b>Z1 via Gabelli</b>	<b>Z2 viale Grigoletti</b>	<b>Z3 Viale Venezia</b>	<b>Z4 Viale Zanussi</b>	<b>Z5 Via Brentella</b>	<b>Origine</b>
<b>Z1 via Gabelli</b>	0	22	37	11	0	70
<b>Z2 viale Grigoletti</b>	6	0	4	18	0	28
<b>Z3 Viale Venezia</b>	30	0	0	66	0	96
<b>Z4 Viale Zanussi</b>	29	31	65	0	0	125
<b>Z5 Via Brentella</b>	8	13	0	29	0	0
<b>Destinazione</b>	73	66	106	124	0	<b>Totale Nodo 369</b>

### PROFILO DI DISTRIBUZIONE ZONE ORIGINE MEZZI COMMERCIALI LEGGERI

#### FASCIA ORARIA 16,30 – 18,30 VENERDI' POMERIGGIO (STATO DI PROGETTO)

<b>ZONE</b>	<b>16,30</b>	<b>16,45</b>	<b>17,00</b>	<b>17,15</b>	<b>17,30</b>	<b>17,45</b>	<b>18,00</b>	<b>18,15</b>
<b>Z1 via Gabelli</b>	4,20%	14,20%	21,40%	17,10%	7,00%	11,00%	17,10%	8,00%
<b>Z2 viale Grigoletti</b>	0,00%	14,20%	14,30%	21,40%	18,00%	14,30%	14,30%	3,50%
<b>Z3 Viale Venezia</b>	18,50%	14,40%	16,40%	10,30%	19,20%	10,30%	5,40%	5,50%
<b>Z4 Viale Zanussi</b>	17,00%	18,40%	9,60%	15,20%	10,40%	15,20%	2,40%	11,80%
<b>Z5 Via Brentella</b>	10,00%	14,00%	20,00%	10,00%	24,00%	10,00%	8,00%	4,00%

**FASCIA ORARIA 16,30 – 18,30 VENERDI' POMERIGGIO (STATO DI PROGETTO)**

## PROFILO DI DISTRIBUZIONE ZONE ORIGINE MEZZI COMMERCIALI PESANTI

**FASCIA ORARIA 16,30 – 18,30 VENERDI' POMERIGGIO (STATO DI PROGETTO)**

[illegible]

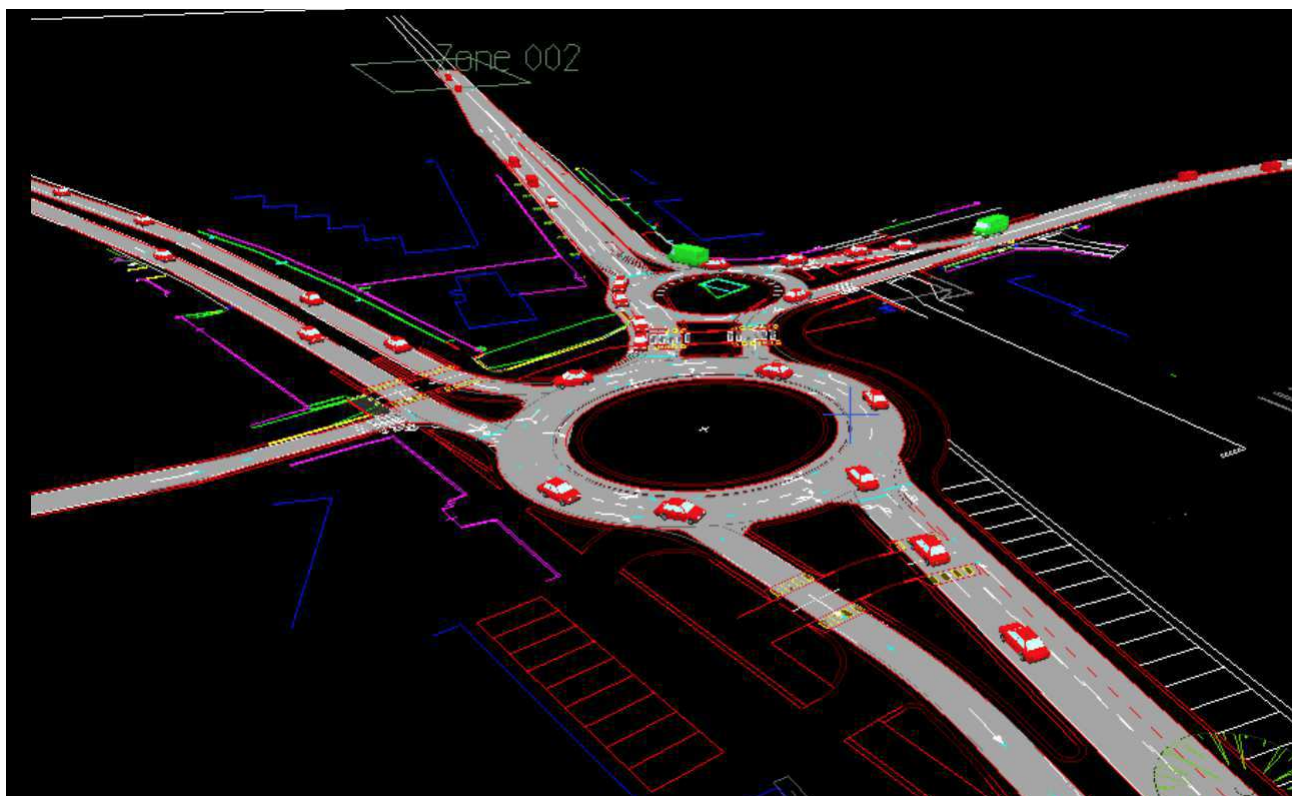


# MATRICE VEICOLI EQUIVALENTI

FASCIA ORARIA 16,30 – 18,30 VENERDI' POMERIGGIO (STATO DI PROGETTO)

<b>O/D</b>	<b>Z1 via Gabelli</b>	<b>Z2 viale Grigoletti</b>	<b>Z3 Viale Venezia</b>	<b>Z4 Viale Zanussi</b>	<b>Z5 Via Brentella</b>	<b>Origine</b>
<b>Z1 via Gabelli</b>	0	333	513	239	0	1085
<b>Z2 viale Grigoletti</b>	242	0	45	507	0	794
<b>Z3 Viale Venezia</b>	390	0	0	1006	0	1396
<b>Z4 Viale Zanussi</b>	332	511	970	0	0	1813
<b>Z5 Via Brentella</b>	49	38	0	165	0	252
<b>Destinazione</b>	1013	882	1528	1917	0	<b>Totale Nodo 5340</b>

c.e. comm. Legg.= 1,50 comm. Pes.= 3,00



Estratto da video in micro simulazione - stato di progetto – vista da ovest SS13

**MATRICE TEMPI MINIMI IN SECONDI – STATO DI FATTO**

<b>O/D</b>	<b>Z1 via Gabelli</b>	<b>Z2 viale Grigoletti</b>	<b>Z3 Viale Venezia</b>	<b>Z4 Viale Zanussi</b>	<b>Z5 Via Brentella</b>
<b>Z1 via Gabelli</b>	0	43	51	51	41
<b>Z2 viale Grigoletti</b>	44	0	50	43	34
<b>Z3 Viale Venezia</b>	47	0	0	39	30
<b>Z4 Viale Zanussi</b>	51	45	41	0	94
<b>Z5 Via Brentella</b>	0	0	0	0	0

**MATRICE TEMPI MINIMI IN SECONDI – STATO DI PROGETTO**

<b>O/D</b>	<b>Z1 via Gabelli</b>	<b>Z2 viale Grigoletti</b>	<b>Z3 Viale Venezia</b>	<b>Z4 Viale Zanussi</b>	<b>Z5 Via Brentella</b>
<b>Z1 via Gabelli</b>	0	45	56	61	0
<b>Z2 viale Grigoletti</b>	48	0	44	49	0
<b>Z3 Viale Venezia</b>	56	0	0	42	0
<b>Z4 Viale Zanussi</b>	51	48	48	0	0
<b>Z5 Via Brentella</b>	48	45	0	36	0

**MATRICE TEMPI MEDI IN SECONDI – STATO DI FATTO**

<b>O/D</b>	<i>Z1 via Gabelli</i>	<i>Z2 viale Grigoletti</i>	<i>Z3 Viale Venezia</i>	<i>Z4 Viale Zanussi</i>	<i>Z5 Via Brentella</i>
<i>Z1 via Gabelli</i>	0	50	135	123	126
<i>Z2 viale Grigoletti</i>	113	0	113	124	103
<i>Z3 Viale Venezia</i>	128	0	0	65	52
<i>Z4 Viale Zanussi</i>	124	123	87	0	94
<i>Z5 Via Brentella</i>	0	0	0	0	0

**MATRICE TEMPI MEDI IN SECONDI – STATO DI PROGETTO**

<b>O/D</b>	<i>Z1 via Gabelli</i>	<i>Z2 viale Grigoletti</i>	<i>Z3 Viale Venezia</i>	<i>Z4 Viale Zanussi</i>	<i>Z5 Via Brentella</i>
<i>Z1 via Gabelli</i>	0	51	66	75	0
<i>Z2 viale Grigoletti</i>	55	0	52	66	0
<i>Z3 Viale Venezia</i>	63	0	0	48	0
<i>Z4 Viale Zanussi</i>	58	55	54	0	0
<i>Z5 Via Brentella</i>	77	75	0	60	0

**MATRICE TEMPI MASSIMI IN SECONDI – STATO DI FATTO**

<b>O/D</b>	<i>Z1 via Gabelli</i>	<i>Z2 viale Grigoletti</i>	<i>Z3 Viale Venezia</i>	<i>Z4 Viale Zanussi</i>	<i>Z5 Via Brentella</i>
<i>Z1 via Gabelli</i>	0	111	237	228	215
<i>Z2 viale Grigoletti</i>	204	0	202	205	186
<i>Z3 Viale Venezia</i>	216	0	0	167	216
<i>Z4 Viale Zanussi</i>	251	251	167	0	94
<i>Z5 Via Brentella</i>	0	0	0	0	0

**MATRICE TEMPI MASSIMI IN SECONDI – STATO DI PROGETTO**

<b>O/D</b>	<i>Z1 via Gabelli</i>	<i>Z2 viale Grigoletti</i>	<i>Z3 Viale Venezia</i>	<i>Z4 Viale Zanussi</i>	<i>Z5 Via Brentella</i>
<i>Z1 via Gabelli</i>	0	87	104	167	0
<i>Z2 viale Grigoletti</i>	99	0	63	161	0
<i>Z3 Viale Venezia</i>	89	0	0	104	0
<i>Z4 Viale Zanussi</i>	77	77	86	0	0
<i>Z5 Via Brentella</i>	142	144	0	126	0

## Conclusioni

L'esame del filmato della simulazione dinamica e dei grafici allegati alla presente relazione porta a ritenere che la doppia rotatoria sia una soluzione progettuale da perseguire.

I dati più significativi presentati a livello di studio preliminare di fattibilità riguardano proprio il raffronto dei tempi minimi, medi e massimi impiegati dai veicoli per recarsi da ciascuna zona di origine verso la corrispondente zona di destinazione: in tutti i casi si nota un abbassamento notevole dei tempi di percorrenza che avrà sicuramente riflessi positivi sui tempi di attesa e sugli accodamenti in approccio al nuovo nodo.

La verifica del livello di servizio del nodo di progetto porta ad un valore globale **D = 53 s/veicolo, pari ad un LOS D** (migliorativo rispetto al livello di partenza **D = 104 s/veicolo, pari ad un LOS F**).

Si può dunque concludere che l'intervento migliorerà l'attuale situazione in termini di tempi di percorrenza e di attesa e questo effetto benefico sui tempi di accodamento lo si potrà verificare sin da subito realizzando, in provvisorio, il sistema circolatorio di progetto sul quale è stata redatta la verifica in micro simulazione.

Si aggiunga altresì che l'intervento è stato pensato per coniugare il massimo beneficio trasportistico con il più contenuto impegno di spesa in quanto l'area di occupazione coinvolge aree per la maggior parte già in disponibilità pubblica.

## VERIFICA DEGLI ELEMENTI GEOMETRICI E DEI REQUISITI DI SICUREZZA NECESSARI IN FASE DI PROGETTAZIONE DEFINITIVA

Nel presente paragrafo vengono presi in considerazione alcuni elementi fondamentali che attengono alla geometria delle rotatorie provvisorie.

**In fase di consolidamento essi diventeranno requisiti determinanti per la sicurezza.**

Una prima riflessione riguarda l'ambito territoriale ove il sistema circolatorio viene ad inserirsi: un tratto della SS13 Pontebbana caratterizzato da una spiccata urbanità con presenza di attività economiche e residenza che si sostanziano in un sistema edificato lineare continuo in cui le due rotatorie, oltre a svolgere una funzione di moderazione e fluidificazione del traffico, assumono un concreto ruolo di cerniera funzionale e di porta urbana Ovest verso il centro di Porcia e di Pordenone.

Queste prime considerazioni determinano la scelta tipologia della rotatoria da realizzare (rotatoria urbana a doppia corsia) e sono fondamentali per una corretta e circostanziata verifica della **velocità sulla corona giratoria**, parametro fondamentale per la sicurezza.

Sono proprio la tipologia e le caratteristiche geometriche della rotatoria (numero di corsie di ingresso, diametro della corona giratoria, caratteristiche fisico-geometriche delle isole divisionali, ecc) che determinano le traiettorie percorribili più velocemente e quindi la velocità in fase di rotazione, che per tutti e tre i casi in esame dovrà oscillare entro i 30-35 Km/h.

La determinazione della velocità caratteristica all'interno della corona giratoria avviene tramite l'individuazione della cosiddetta **“traiettoria percorribile più velocemente”** consentita dagli elementi geometrici descritti poc'anzi.

Questa traiettoria è quella più scorrevole e schiacciata possibile, valutata per singolo veicolo, in assenza di traffico e non considerando la segnaletica presente in entrata, sull'anello ed in uscita.

Nel caso in esame, come nella maggior parte dei casi, la traiettoria più veloce è quella relativa alla manovra di attraversamento.

Per il corretto tracciamento della traiettoria percorsa dal veicolo in attraversamento si farà riferimento alle seguenti distanze dagli elementi geometrici:

- 1,0 m dal margine sinistro della corsia di entrata;
- 1,5 m dal ciglio destro che definisce la traiettoria di svolta in ingresso;
- 1,5 m dal bordo dell'isola centrale;
- 1,5 dal ciglio destro che definisce la traiettoria di svolta in uscita;
- 1,0 m dal margine sinistro della corsia di uscita.

il raggio  $r(n)$  più piccolo che compone le traiettorie più veloci è definito anche **raggio di deflessione** ed è associato alla velocità all'interno della corona giratoria mediante la formula seguente:

$$V \text{ (Kmh)} = \sqrt{127 * r * (It + Ft)}$$

dove:

$It$ = pendenza trasversale (m/m);

$Ft$ = coefficiente di aderenza trasversale funzione della velocità (in base al “Green Book” dell’A.A.S.H.T.O. – novembre 2004).

Un altro aspetto da considerare in relazione alle velocità che un utente può assumere durante la percorrenza degli elementi geometrici della rotatoria, è quello della “**coerenza cinematica**” di tutte le possibili manovre.

Il controllo delle velocità indotto dagli elementi geometrici della rotatoria deve cioè esplicitarsi attraverso il raggiungimento dei due seguenti obiettivi:

- a) L'uniformità delle velocità relative tra gli elementi geometrici consecutivi;**
- b) L'omogeneità delle velocità relative ai flussi di traffico opposti.**

Al fine di poter verificare il perseguimento di tali obiettivi in una rotatoria, in genere si verificano i cosiddetti “**5 raggi critici**”:

- 1) Raggio di entrata (r1)** = *raggio minimo della traiettoria di immissione nella corona giratoria, prima della linea di entrata;*
- 2) Raggio della corona giratoria (r2)** = *raggio minimo della traiettoria percorsa attorno all'isola rotazionale;*
- 3) Raggio di uscita (r3)** = *raggio minimo in fase di uscita dalla corona giratoria;*
- 4) Raggio della curva a sinistra (r4)** = *raggio minimo per l'esecuzione della manovra di svolta a sinistra;*
- 5) Raggio della curva a destra (r5)** = *raggio minimo per l'effettuazione della svolta a destra.*

E' importante notare che tutti i 5 raggi sono riferiti a traiettorie veicolari e pertanto sono diversi da quelli utilizzati per la progettazione geometrica delle rotatorie.

Nel nostro caso ci si può limitare a calcolare geometricamente i raggi r1; r2 ed r3 e a valutare che sussista la seguente relazione  $r1 < r2 < r3$  in quanto il solo rispetto di tale condizione comporta: velocità ridotte in ingresso e conseguentemente la drastica riduzione della probabilità che si verifichino incidenti causati dalla perdita di controllo da parte del veicolo isolato; inoltre riduce il differenziale di velocità tra i flussi veicolari in ingresso e quelli circolanti sull'anello abbassando la probabilità di incidenti tra veicoli entranti e veicoli uscenti.

Per concludere, in modo esaustivo, questo paragrafo è doveroso suggerire che in fase di progettazione definitiva-esecutiva siano seguiti alcuni criteri necessari per valutare se siano garantite, durante la realizzazione, i requisiti per una accettabile visibilità in rotatoria.

**Criterio della visibilità per l'arresto sul ramo di ingresso:** l'area libera da ostacoli è la zona compresa tra la linea interna della corsia di entrata e la congiungente tra la linea del “dare precedenza” ed il veicolo. Il conducente si trova ad una distanza pari a quella di

arresto, calcolato in funzione del tempo di reazione e dello spazio di frenatura del veicolo, mediante la formula:

$$D_a = \frac{V \cdot t}{3,6} + \frac{V^2}{(2 \cdot 12,96 \cdot g \cdot (f(V) \mp (\frac{i}{100})))}$$

dove **V** è la velocità del veicolo, **t** il tempo di reazione del conducente, **i** la pendenza longitudinale e **f(v)** il coefficiente di aderenza longitudinale.

**Criterio della visibilità a sinistra:** posto l'osservatore ad una distanza di 20 m dalla linea del "dare la precedenza" sulla mezzzeria della corsia di entrata in rotatoria ad un'altezza di 1 m, la zona libera da ostacoli comprende la corona giratoria fino al primo ramo di entrata verso sinistra e l'area compresa tra il cerchio esterno della rotatoria e la retta tangente a questo passante per l'osservatore.

**Criterio della visibilità per i veicoli in circolo:** la fascia libera da ostacoli è compresa tra la parte della corona giratoria che ricade all'interno dell'arco di lunghezza pari alla distanza di arresto e la corda che lo sottende.

**Criterio delle fasce di rispetto:** il Codice della Strada impone la presenza di zone libere da ostacoli dette fasce di rispetto e di aree triangolari "aventi due lati sugli allineamenti delimitanti le fasce di rispetto, la cui lunghezza misurata a partire dal punto di intersezione degli allineamenti stessi sia pari al doppio delle distanze stabilite dal Regolamento, ed il terzo lato costituito dal segmento congiungente i punti estremi".

**Criterio della visibilità veicolo-pedone:** gli attraversamenti pedonali devono risultare visibili ai veicoli circolanti nell'anello e a coloro che si devono immettere in rotatoria provenienti dal ramo immediatamente a sinistra dell'attraversamento. L'area che deve risultare libera da ogni ostacolo è individuata dal triangolo avente come lati il segmento pari alla larghezza della corsia di uscita della rotatoria in corrispondenza dell'attraversamento pedonale, la congiungente tra il veicolo in ingresso sul ramo in destra e l'attraversamento pedonale di lunghezza pari alla distanza di arresto. Il terzo lato si ottiene per costruzione geometrica.



**Criterio della visibilità pedone-veicolo:** la zona libera da ostacoli è individuata ponendo un pedone in attraversamento e considerando una distanza pedone-veicolo così calcolata:

$$D_p = (V / V_p) * L_p$$

dove:

**V** = velocità degli utenti in circolo o sul ramo immediatamente a sinistra dell'attraversamento considerato (Km/h); **V<sub>p</sub>** = velocità di attraversamento dei pedoni (circa 3,5Km/h); **L<sub>p</sub>** = lunghezza dell'attraversamento pedonale.

Olmo di Martellago

Il Tecnico