



Comune di Rovato

Provincia di Brescia

VARIANTE AL PGT VIGENTE

ai sensi del DPR 7 settembre 2010, n. 160 e della L.R. 12/05 e s.m. e i.

**Sportello Unico Attività Produttive (S.U.A.P.) proposto dalle ditte:
"Trainfer srl - Cristini Legnami snc - Officina Diesel 80 srl"
per ampliamento aree pertinenziali delle attività produttive insediate**

Progettista: **Ing. Alessandro Bertoletti**
25079 Vobarno (BS) via Ceresigno, 19
Tel. 3493753614
e-mail: bertolettialessandro@libero.it
pec: alessandro.bertoletti@ingpec.eu
PI: 02891370989 - CF: BRTLSN78L05D940I

Committenti: **TRAINFER srl**

CRISTINI LEGNAMI snc

OFFICINA DIESEL 80 srl

Via Bargnana n.7, 25038 Rovato (BS)

Allegato: **STUDIO DEL TRAFFICO SULLA SP 16 E SULLA VIA BARGNANA**

**VERIFICA INGOMBRI DINAMICI DELLA ROTATORIA ESISTENTE SULLA
SP 16**

ELABORATO

A 06

DATA

Gennaio 2020

SCALA

/

FASE

VAS

SINDACO

Arch. Tiziano Belotti

AUTORITA' PROCEDENTE

Arch. Giovanni De Simone

DELIBERA DI APPROVAZIONE

D.C.C. del

INDICE

| | |
|---|----|
| 1. PREMESSA | 5 |
| 2. RAPPORTO CON IL SISTEMA DELLA VIABILITÀ E DEI TRASPORTI | 6 |
| 2.1 Inquadramento dell'area d'intervento | 6 |
| 2.2 Inquadramento generale della viabilità | 8 |
| 2.3 Analisi infrastrutturale esistente | 8 |
| 2.4 Analisi della viabilità di previsione | 10 |
| 3. RILIEVO DEI FLUSSI DI TRAFFICO SULLA RETE STRADALE ESISTENTE | 11 |
| 4. ANALISI INFRASTRUTTURALE RELATIVA ALLO SCENARIO FUTURO | 20 |
| 5. CALCOLO DEL TRAFFICO GENERATO DALLA REALIZZAZIONE DEL SUAP | 21 |
| 6. STIMA DEI VOLUMI DI TRAFFICO INDOTTI | 21 |
| 7. ANALISI DEI LIVELLI DI SERVIZIO (LOS) | 23 |
| 7.1 Valutazione del livello di servizio della SP16 – STATO DI FATTO | 25 |
| 7.2 Valutazione del livello di servizio della SP16 – PROGETTO | 26 |
| 7.3 Valutazione del livello di servizio della Via Bargnana – STATO DI FATTO | 27 |
| 7.4 Valutazione del livello di servizio della Via Bargnana – PROGETTO | 28 |
| 7.5 Verifica della funzionalità della rotatoria esistente sulla SP16 | 29 |
| 7.6 Verifica della funzionalità della rotatoria esistente sulla SP16 – PROGETTO | 33 |
| 8. VERIFICA DEGLI INGOMBRI DINAMICI | 36 |
| 9. CONCLUSIONI | 39 |

1. PREMESSA

La presente relazione accompagna la proposta di SUAP sita nel Comune di Rovato (BS) localizzato in via Bargnana e si propone di analizzare preliminarmente l'impatto sulla viabilità del traffico generato dall'attuazione del SUAP stesso sulla via Bargnana e sulla rotatoria esistente sulla SP16.

Il SUAP interessa un'area sita nella parte meridionale del Comune di Rovato, nelle immediate vicinanze dell'uscita dall'autostrada BRE.BE.MI, ed è finalizzato al futuro ampliamento degli spazi pertinenziali alle attività produttive esistenti.

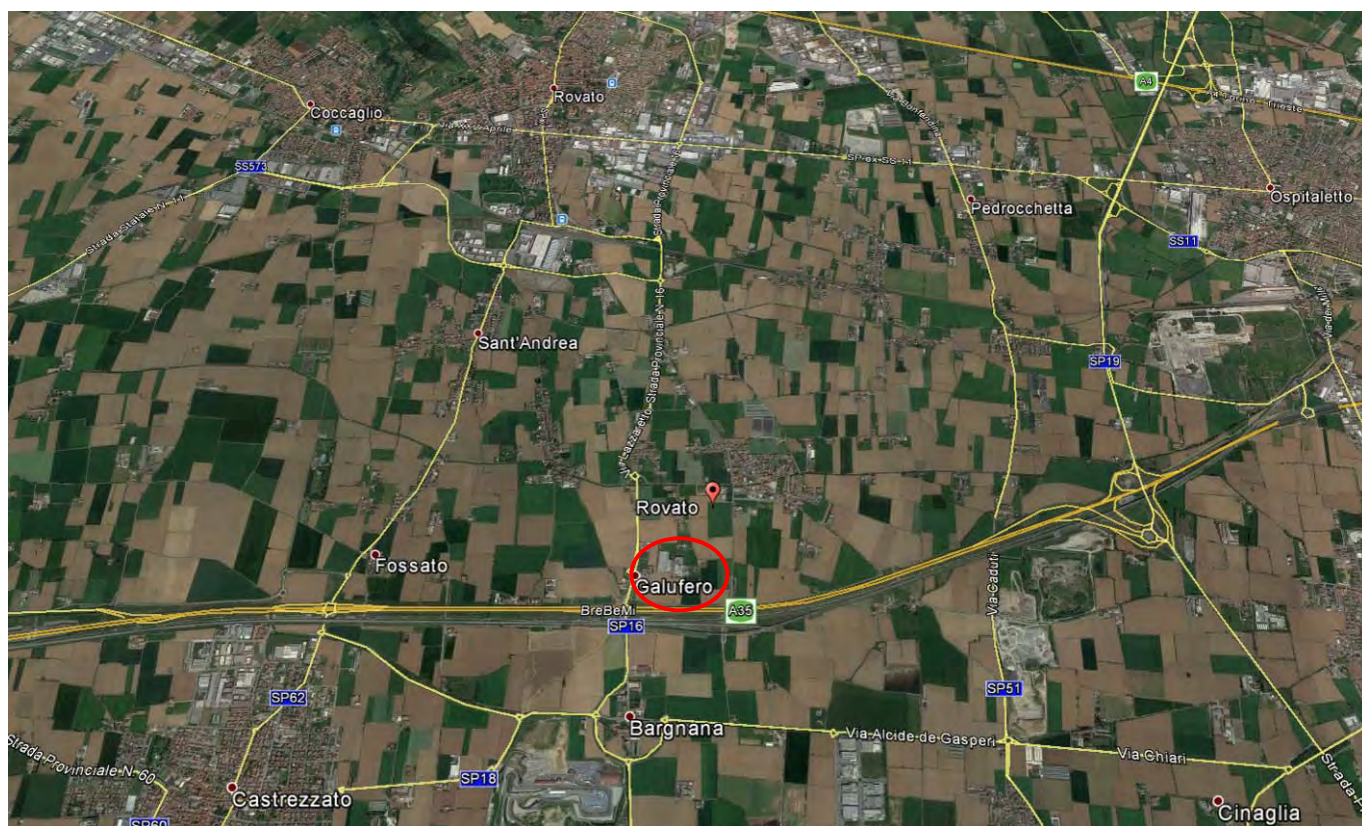
In particolare la presente relazione andrà ad analizzare:

- 1) inquadramento ed analisi della rete stradale esistente limitrofa allo SUAP;
- 2) rilievo dei flussi di traffico sulla rete stradale esistente;
- 3) analisi infrastrutturale relativo allo scenario futuro;
- 4) calcolo del traffico generato dal nuovo SUAP;
- 5) stima dei volumi di traffico indotti dal nuovo comparto;
- 6) analisi dei livelli di servizio esistenti e di progetto della viabilità;
- 7) analisi dei livelli di servizio esistenti e di progetto della rotatoria;
- 8) Verifica degli ingombri dinamici.

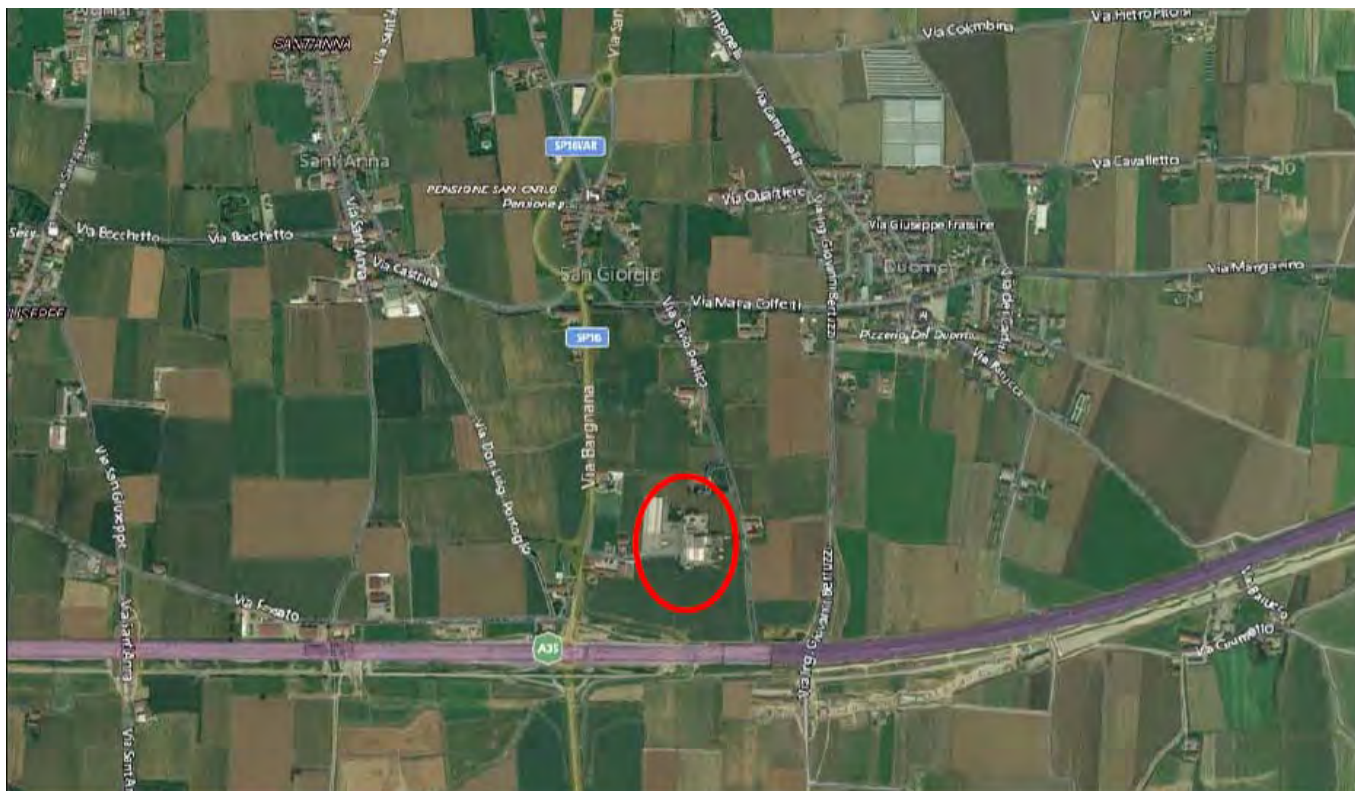
2. RAPPORTO CON IL SISTEMA DELLA VIABILITÀ E DEI TRASPORTI

2.1 Inquadramento dell'area d'intervento

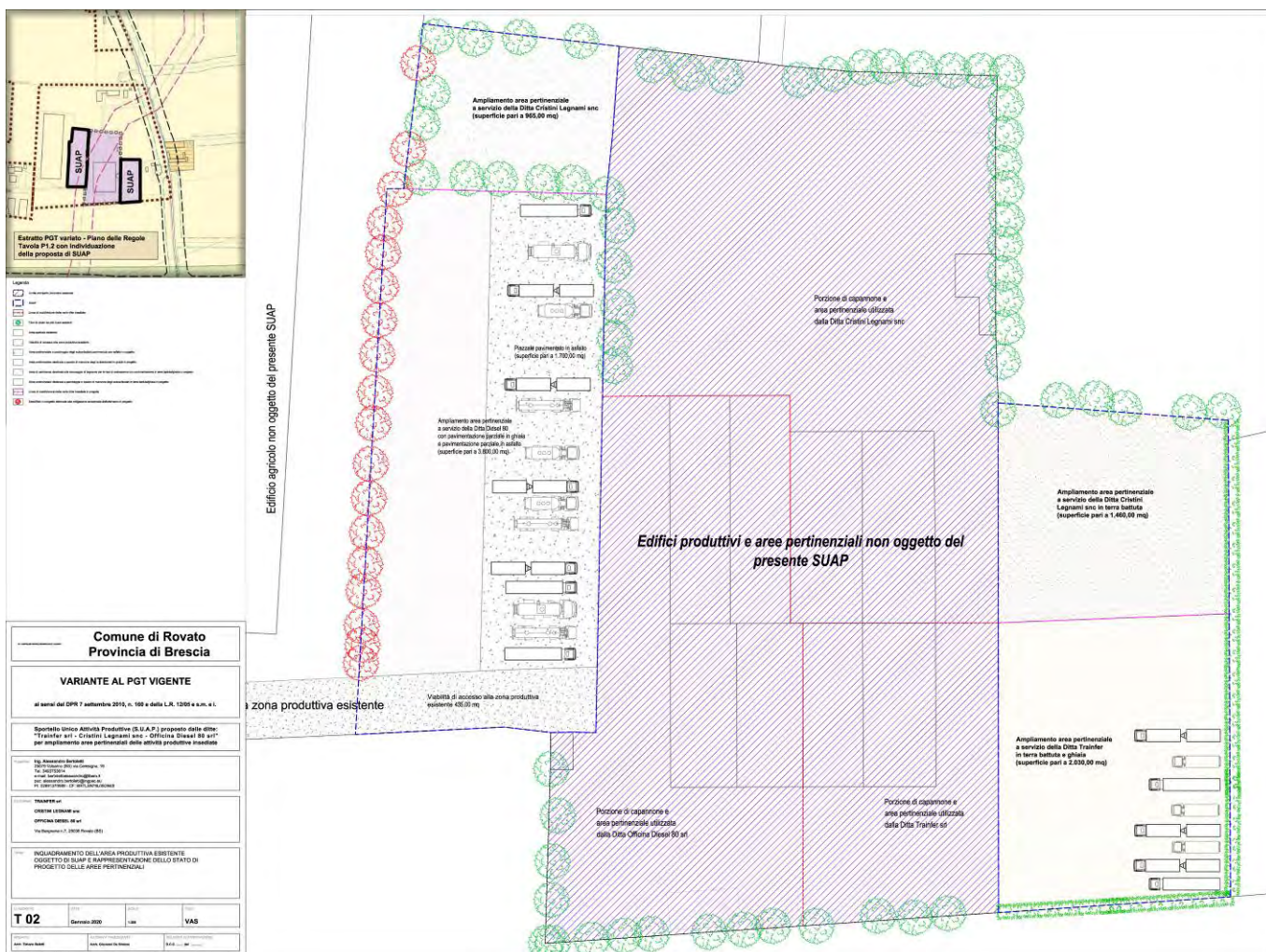
L'intervento in oggetto si colloca nella parte meridionale del Comune di Rovato in via Bargnana.



Localizzazione dell'intervento a scala sovra comunale



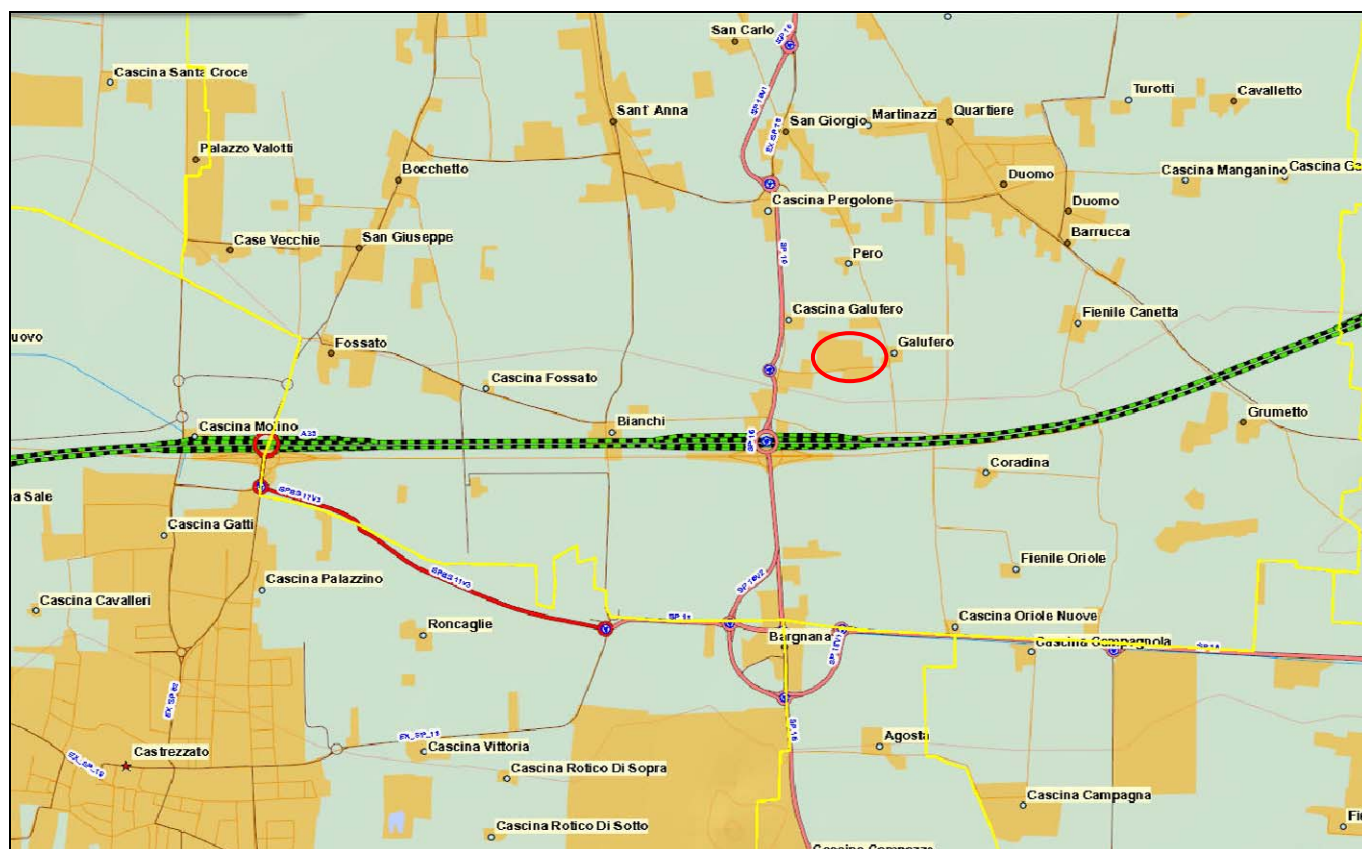
Inquadramento dell'area di intervento su ortofoto - Fonte: bingmaps



Estratto del planivolumetrico dell'intervento di progetto

2.2 Inquadramento generale della Viabilità

L'ambito oggetto della presente relazione risulta collocato nella parte meridionale del territorio comunale di Rovato collocato nella zona produttiva sita in via Bargnana.



Inquadramento generale

L'ambito è raggiungibile in pochi minuti dal Raccordo autostradale A35 BREBEMI attraverso l'uscita Rovato e percorrendo in successione la SP16 "Rovato – Barbariga" e via Bargnana.

Il comparto è raggiungibile anche dall'Autostrada A4 - Milano-Venezia, uscita Rovato percorrendo la SP51 "Cazzago San Martino – Paderno Franciacorta - Rovato", la SP11 "Orzinuovi - Acquafredda", la SP16 "Rovato – Barbariga".

2.3 Analisi infrastrutturale esistente

La principale viabilità di avvicinamento ed accesso all'area è costituita dalla autostrada A35 strada di tipo A, dalla SP16 "Rovato – Barbariga" strada di tipo F Extraurbana e dalla via Bargnana strada di tipo F urbana.

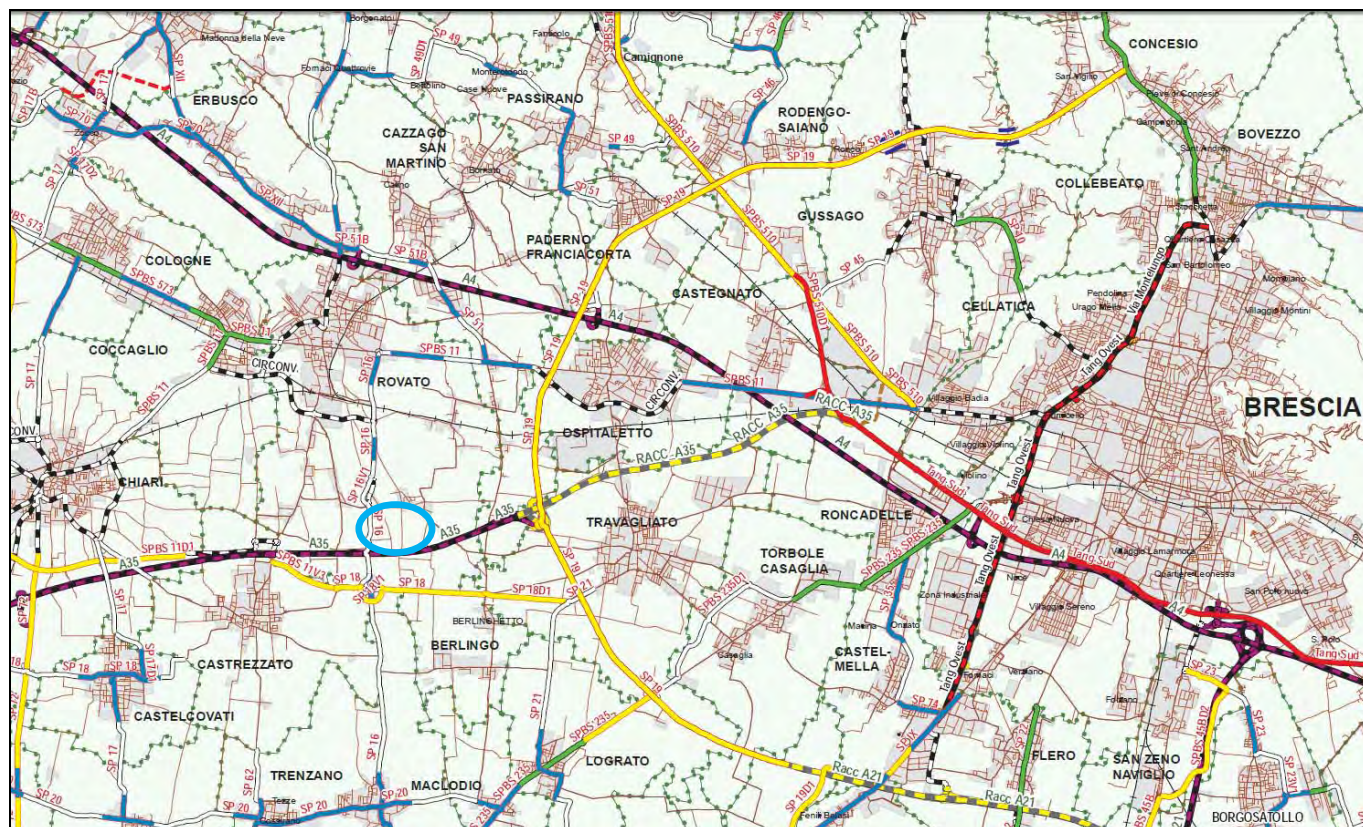
La rete primaria di accesso, come anticipato precedentemente, è costituita dall'Autostrada 35 "BREBEMI" uscita Rovato e dalla A4 "Milano-Venezia", casello Rovato.

Ulteriore rete principale è costituita dalla strada provinciale SP16 "Rovato – Barbariga" che percorre in direzione nord-sud il Comune di Rovato collegando il capoluogo con i territori limitrofi.

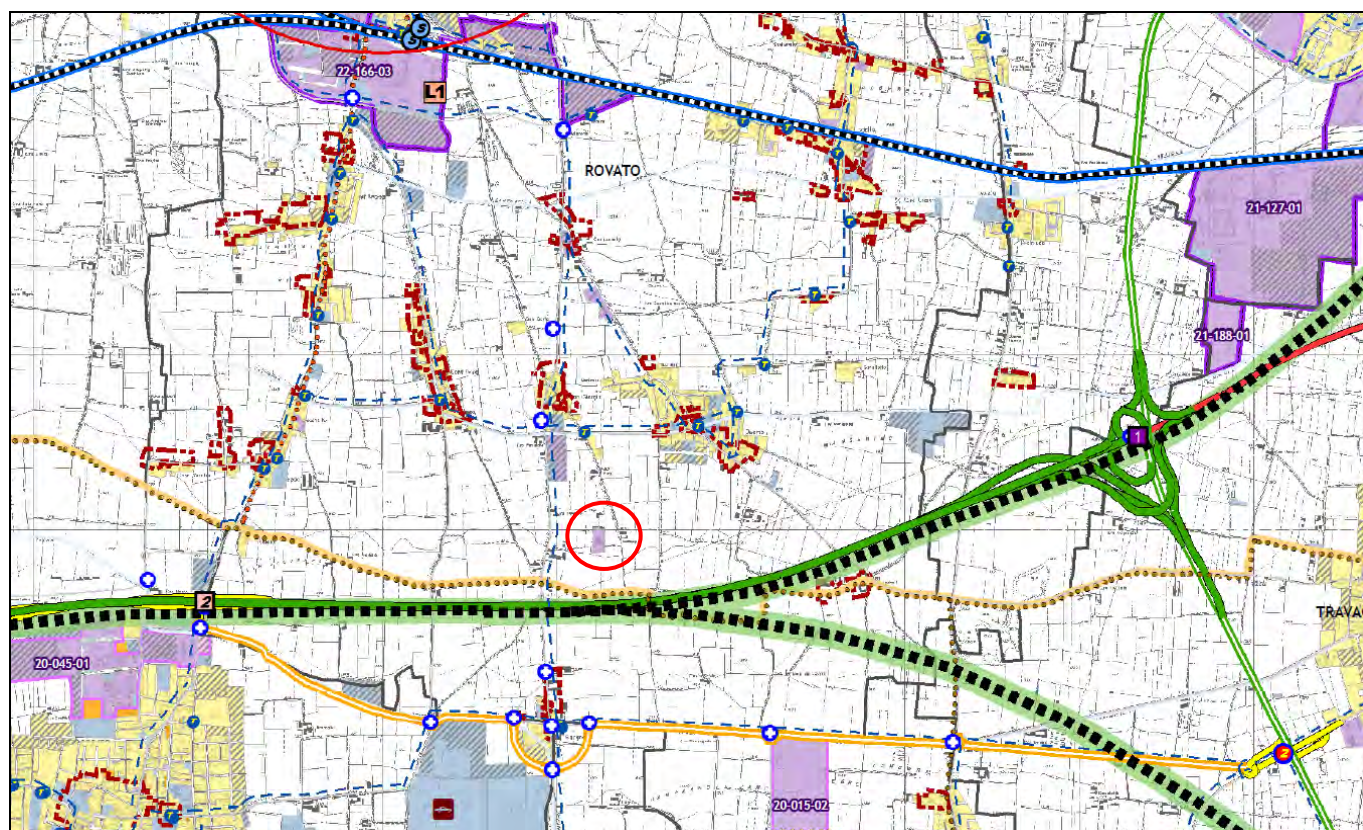
Di seguito si riportano gli estratti cartografici dei seguenti strumenti di pianificazione vigenti:

- Piano Territoriale Viabilità Extraurbana della Provincia di Brescia - Tav. 2 classificazione tecnico funzionale della rete stradale esistente;
- Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale della Provincia di Brescia - Tav.1.2 – Struttura e mobilità – ambiti territoriali;

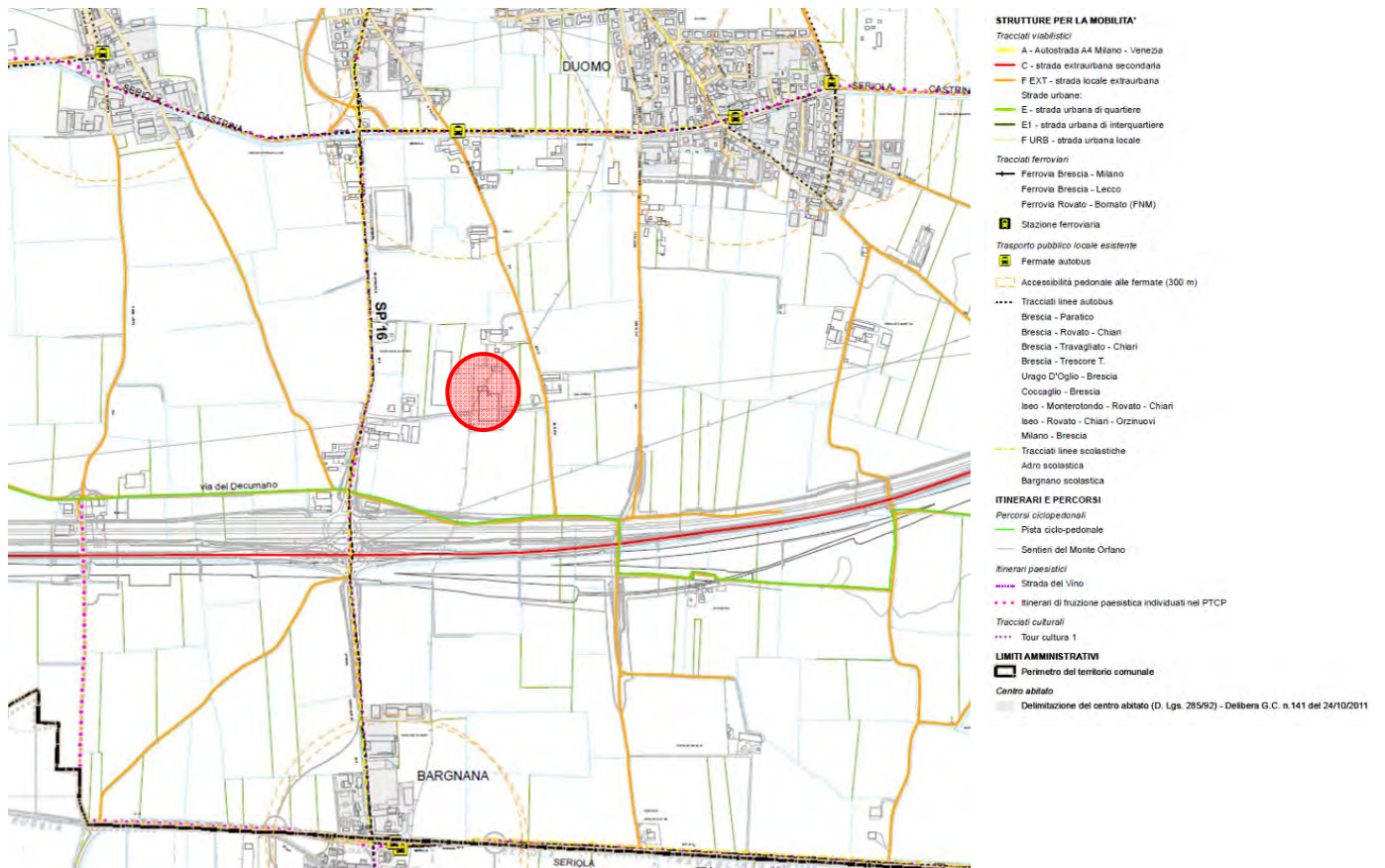
- Piano di Governo del Territorio del Comune di Rovato – Documento di Piano, Quadro conoscitivo: tavola C8 – Mobilità e trasporti locale e sovra locale.



Estratto Tav. 2 PTVE- classificazione tecnico funzionale della rete stradale esistente con individuazione area di intervento



Estratto Tav.1.2 PTCP – Struttura e mobilità – ambiti territoriali con individuazione area di intervento



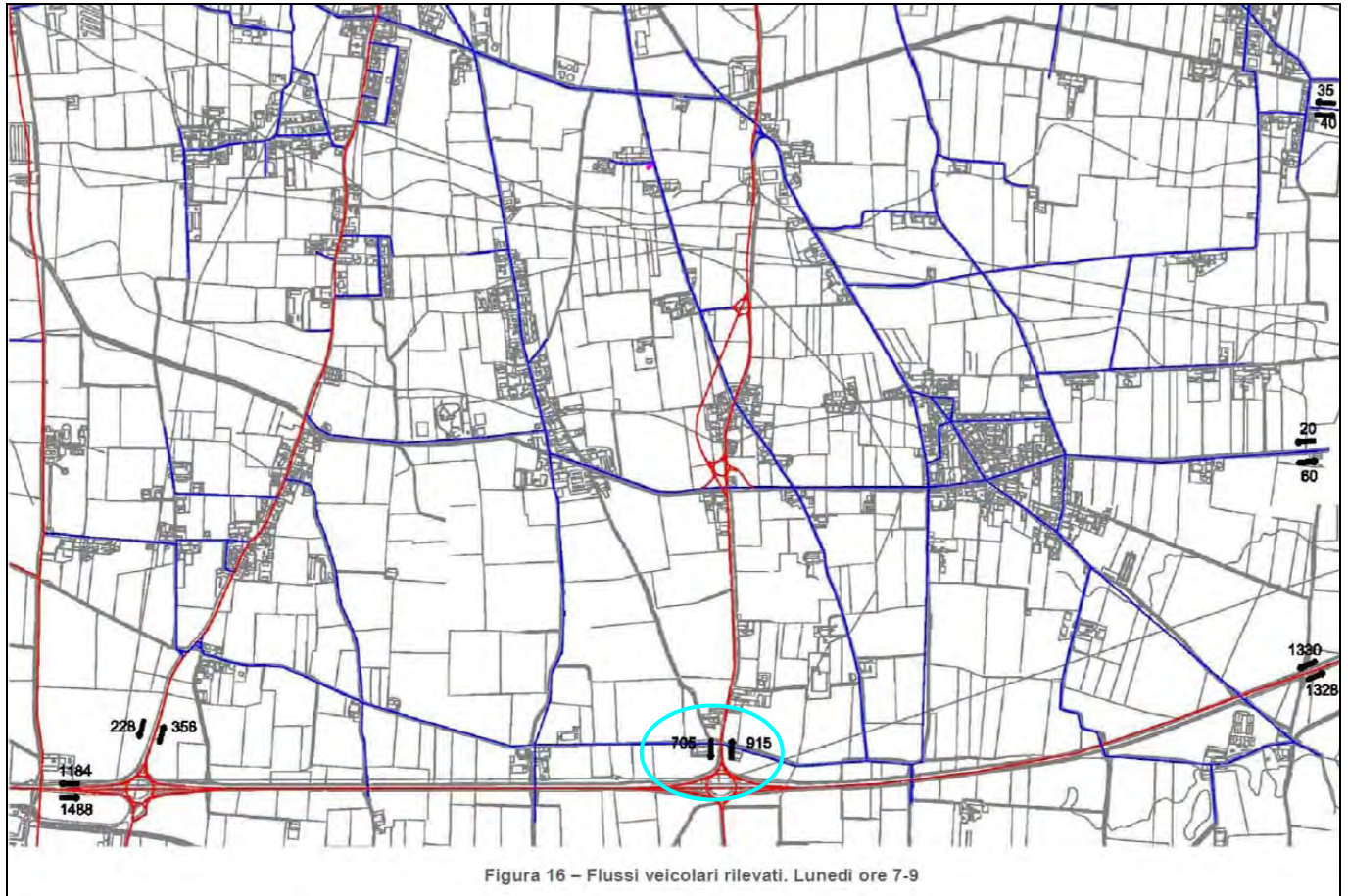
Estratto tavola C8 del PGT vigente di Rovato – Mobilità e trasporti locale e sovralocale con individuazione dell'area di intervento

2.4 Analisi della viabilità di previsione

Dalla tavola allegata al Documento di Piano non emergono previsioni di modifiche alla viabilità esistente.

3. RILIEVO DEI FLUSSI DI TRAFFICO SULLA RETE STRADALE ESISTENTE

Una prima analisi dei flussi di traffico allo stato di fatto è stata condotta analizzando l'allegato al PGT vigente nello specifico la Relazione Tecnica "La mobilità Rovatese" nella quale sono riportati i flussi veicolari nell'ora di punta del mattino. Dalla cartografia si evince che la SP16 è interessata in entrambi i sensi di marcia da circa 1.600 veicoli/hdp, 915 veicoli direzione Rovato e 705 veicoli verso Bargnana.



Considerato che i dati sopra riportati sono relativi al PGT redatto nell'anno 2010, si ritiene necessario effettuare ulteriori indagini per verificare ed aggiornare i dati rispetto all'anno in corso.

Per la determinazione dei flussi di traffico esistenti sulla rete viaria principale di accesso al SUAP sono stati effettuati dei rilievi con conteggio diretto dei flussi di traffico esistenti sulle strade limitrofe al comparto nelle ore di punta del venerdì mattina (07:30/08:30) e del venerdì sera (17:30/18:30), ore considerate più gravose dalla normativa regionale vigente in materia per gli insediamenti a destinazione prevalentemente produttiva.

In particolare detti rilievi sono stati effettuati nelle giornate di venerdì 07 settembre 2018 e venerdì 21 settembre 2018.

I rilievi sono stati effettuati su 2 sezioni corrispondenti alle strade maggiormente coinvolte dalle variazioni di traffico indotte dalla realizzazione del SUAP.

In ciascuna postazione, per ciascun senso di marcia e per ogni corsia veicolare i veicoli transitanti sono distinti sulla base della lunghezza in diverse classi, come elencate nelle seguenti tabelle.

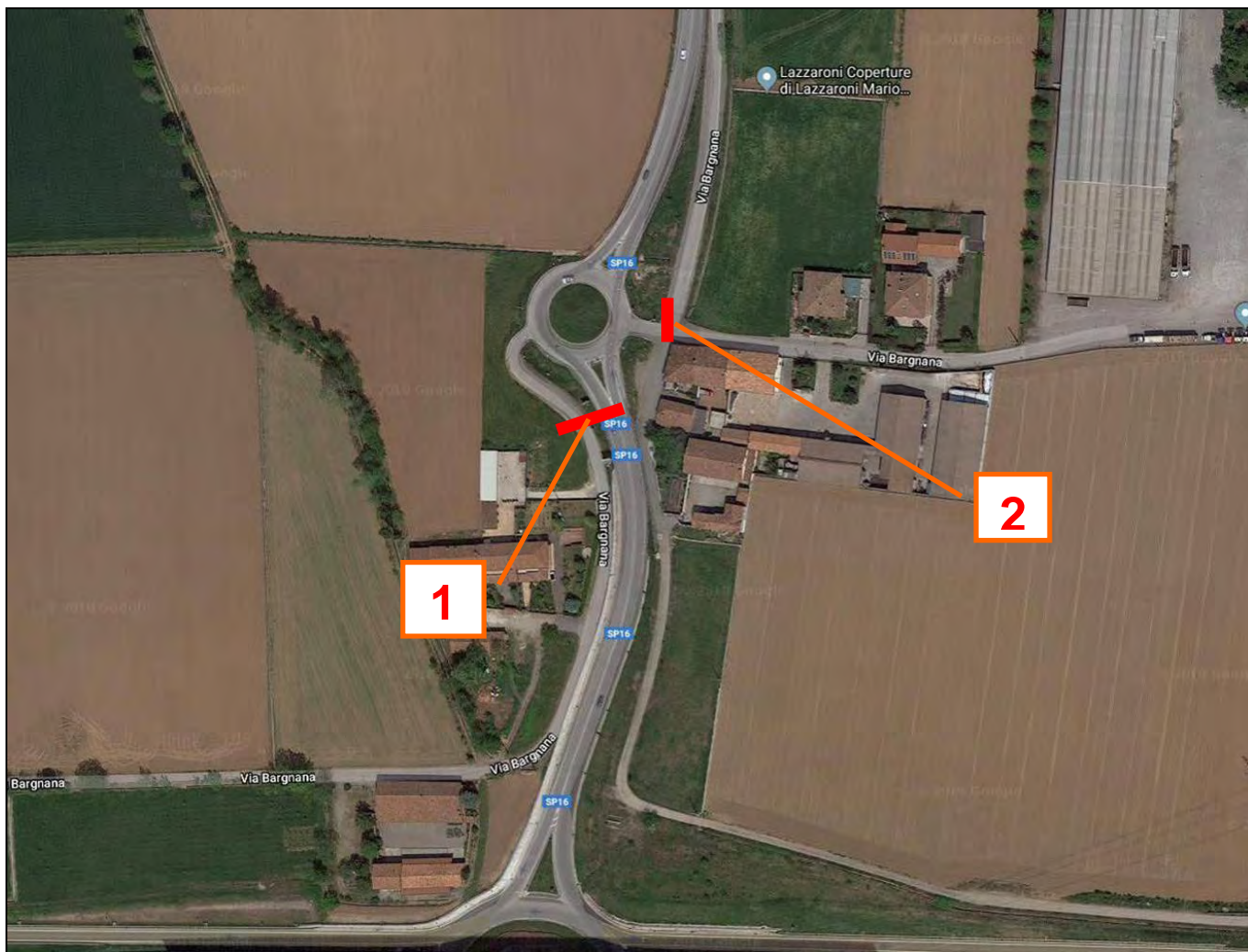
| | Classe di lunghezza | Classificazione veicoli |
|---|----------------------------|--------------------------------|
| 1 | < 2,0 m | motociclo |
| 2 | 2,0 - 5,0 m | autovettura |
| 3 | 5,0 - 7,5 m | veicolo commerciale leggero |
| 4 | 7,5 - 10,0 m | veicolo commerciale pesante |
| 5 | 10,0 - 12,5 m | autobus |
| 6 | 12,5 - 16,5 m | autoarticolato |
| 7 | 16,5 - 19,0 m | autotreno |
| 8 | >19,0 m | veicolo eccezionale |

Ai fini dell'omogeneizzazione delle diverse componenti di traffico in funzione dell'ingombro dinamico, ci si è avvalsi dei seguenti coefficienti per la correlazione delle diverse tipologie di veicolo ad una unità equivalente a cui è assegnato un coefficiente unitario.

| Lunghezza del veicolo (L) | Coefficiente di omogeneizzazione |
|----------------------------------|---|
| L < 2,0 | 0,3 |
| 2,0 < L < 6,0 | 1 |
| 6,0 < L < 10,0 | 1,5 |
| 10,0 < L < 19,0 | 3 |

Di seguito vengono proposte su base ortofotocarta le sezioni di rilievo utilizzate nelle ore di punta sia serale che mattutina, per il rilievo manuale del conteggio dei flussi di traffico esistenti.

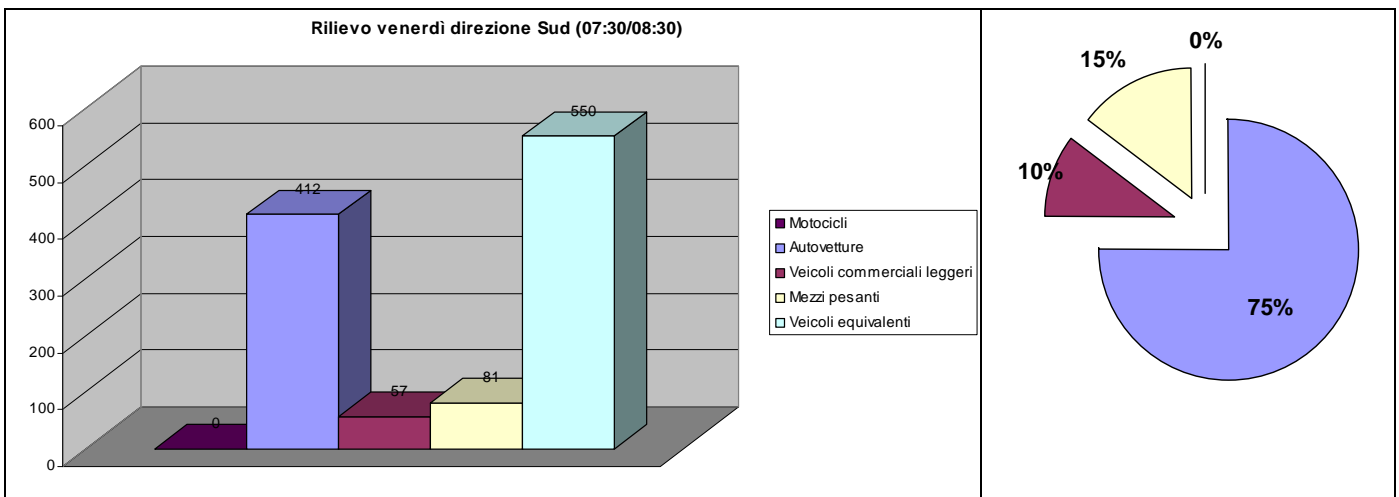
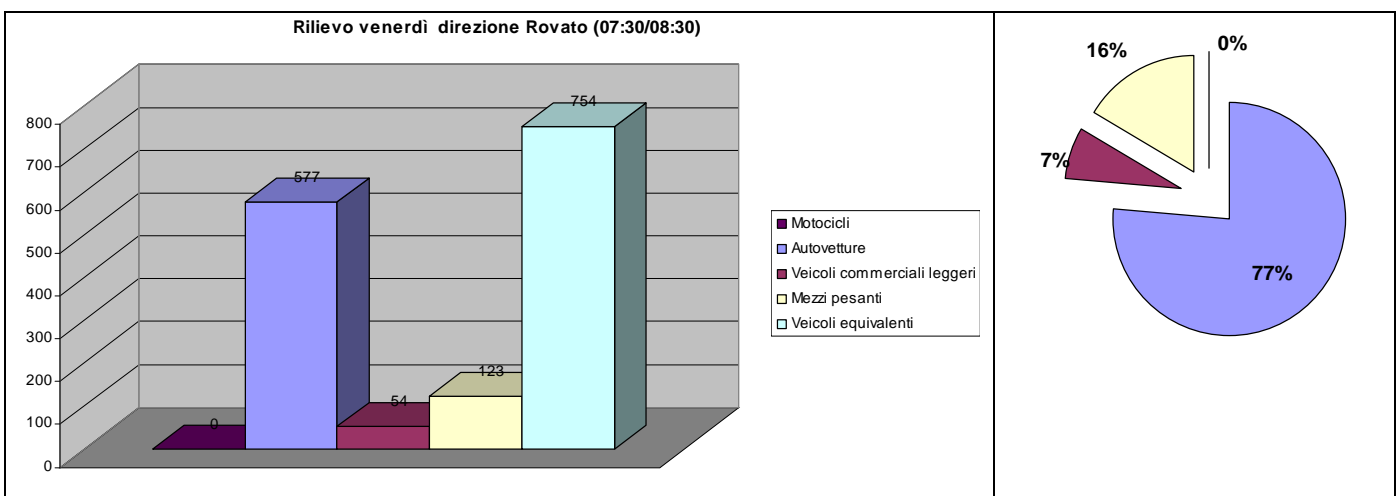
- Sezione 1 posta sulla SP16
- Sezione 2 posta su Via Bargnana



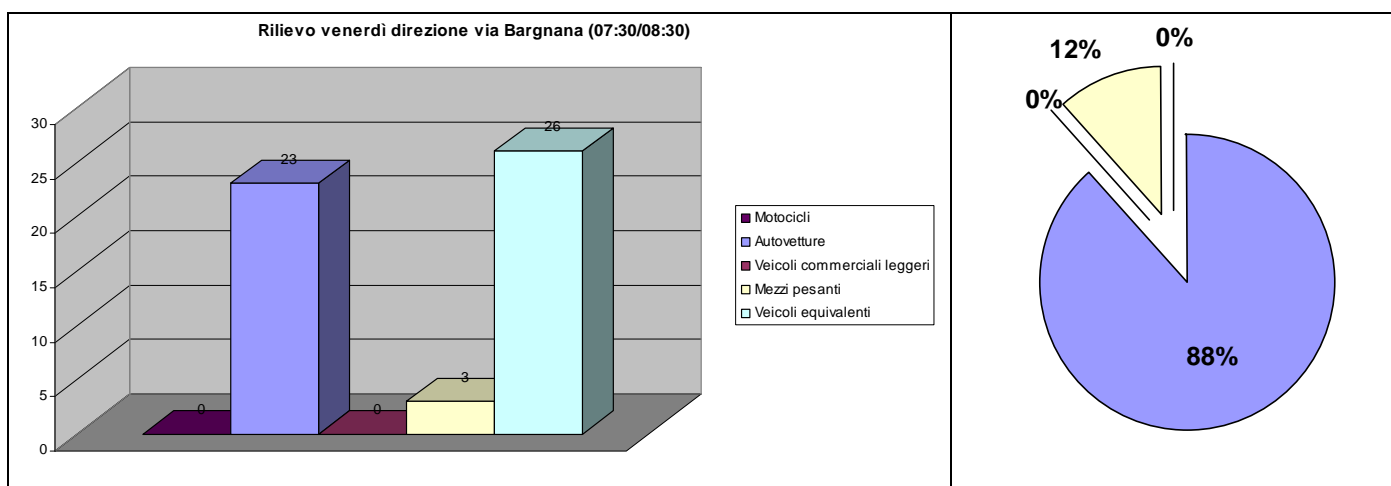
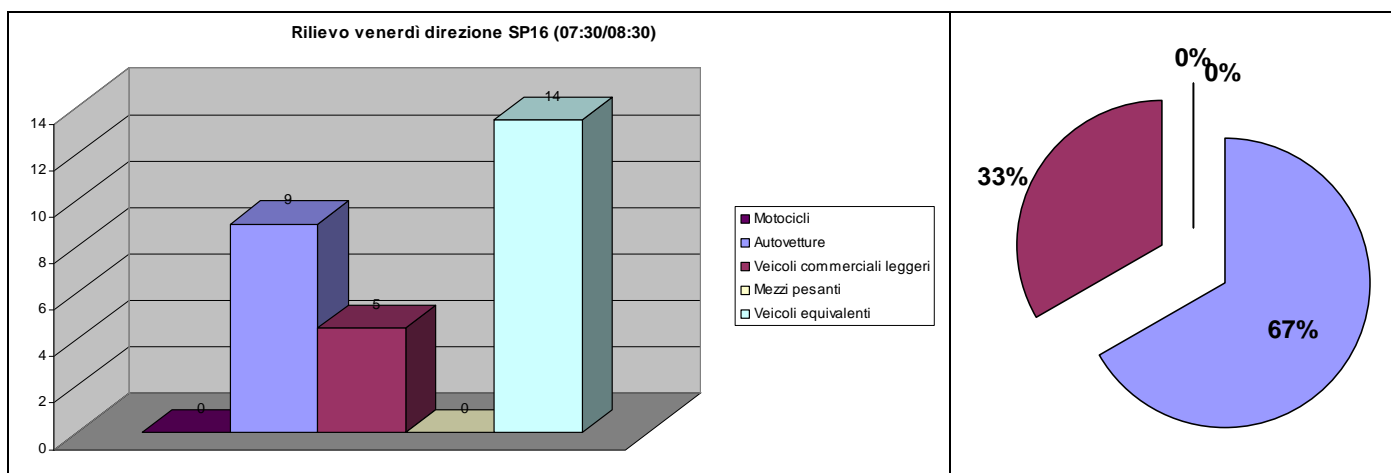
Ortofotocarta con individuazione delle sezioni di rilievo

Di seguito si riporta, per ogni sezione di rilievo, il flusso di traffico equivalente nei due sensi di marcia dell'ora di punta del venerdì dalle 07.30 alle 08.30.

| SP16 - sezione 1 | | | | | |
|-------------------------|-----------|-------------|-----------------------------|---------------|---------------------|
| | Motocicli | Autovetture | Veicoli commerciali leggeri | Mezzi pesanti | Veicoli equivalenti |
| Direzione Rovato | 0 | 577 | 54 | 123 | 754 |
| Direzione Sud | 0 | 412 | 57 | 81 | 550 |
| TOTALE | 0 | 989 | 111 | 204 | 1304 |



| Via Bargnana - sezione 2 | | | | | |
|--------------------------|-----------|-------------|-----------------------------|---------------|---------------------|
| | Motocicli | Autovetture | Veicoli commerciali leggeri | Mezzi pesanti | Veicoli equivalenti |
| Direzione SP16 | 0 | 9 | 5 | 0 | 14 |
| Direzione Via Bargnana | 0 | 23 | 0 | 3 | 26 |
| TOTALE | 0 | 32 | 5 | 3 | 40 |

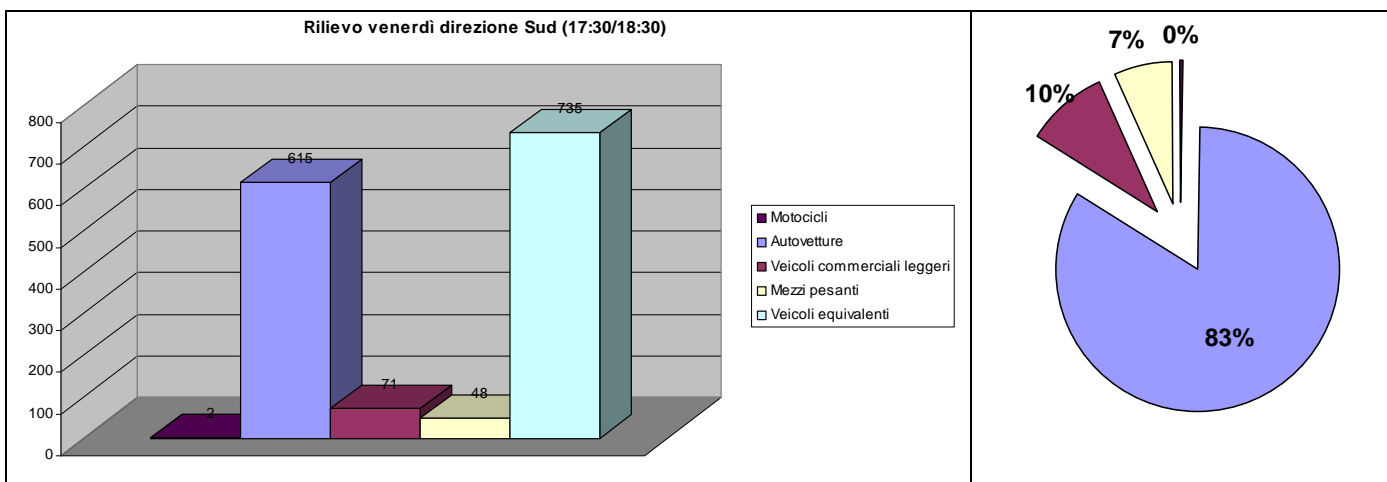
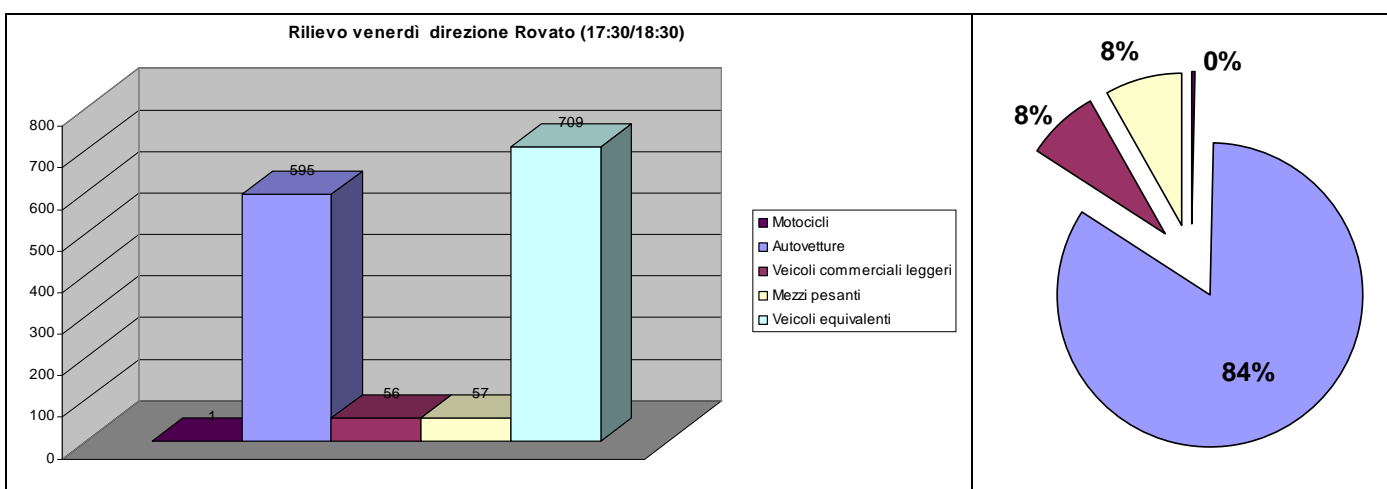




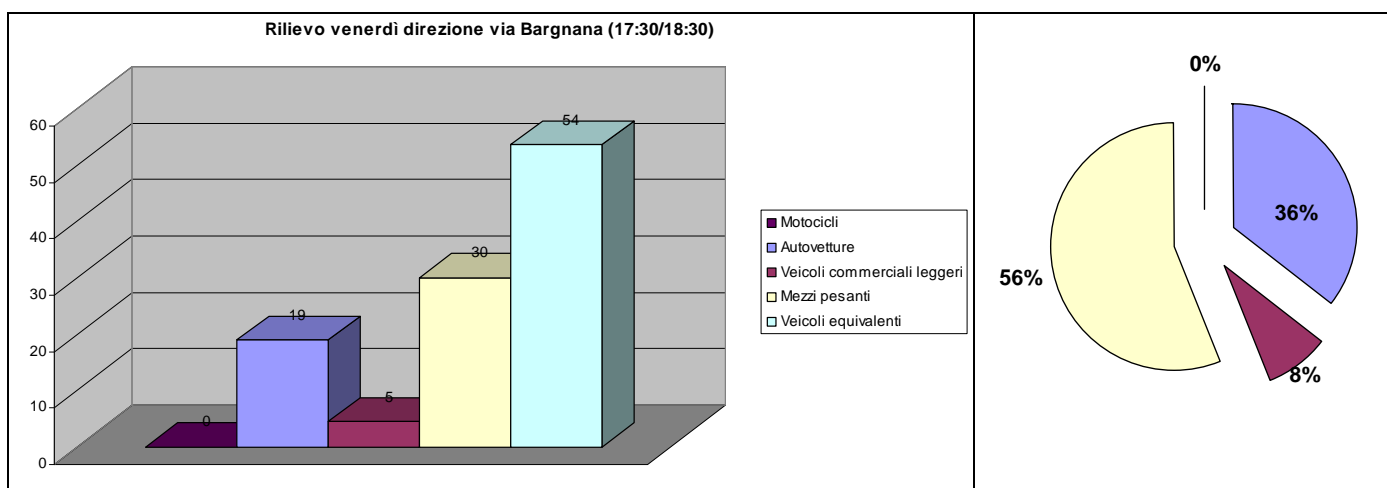
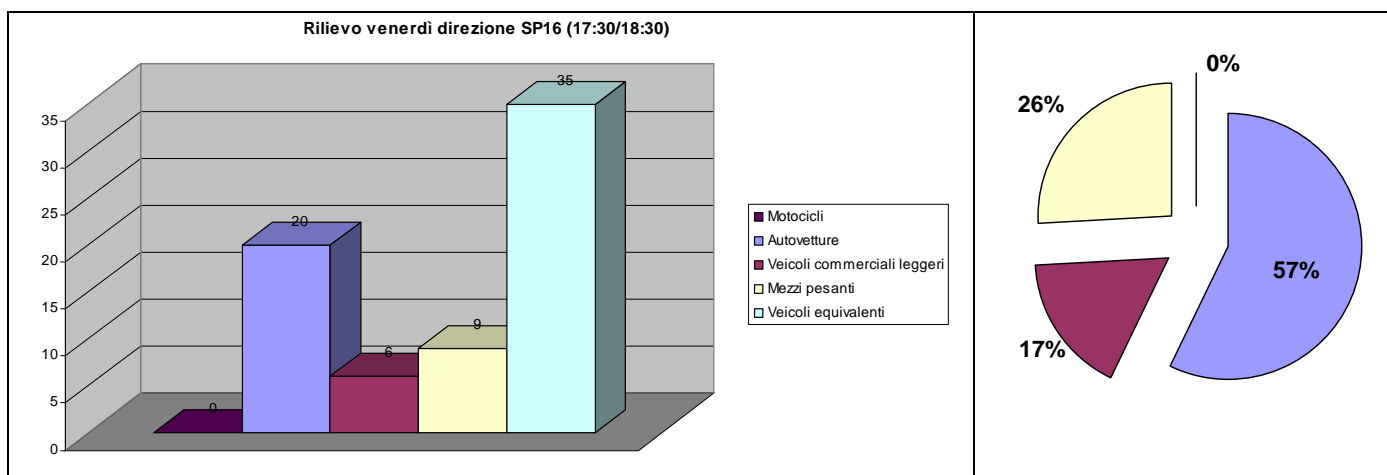
Flussi di traffico esistenti del venerdì (07:30/08:30)

Di seguito vengono riportate, per ogni sezione di rilievo i flussi di traffico equivalenti nei due sensi di marcia nell'ora di punta del venerdì, dalle 17.30 alle 18.30.

| SP16 - sezione 1 | | | | | |
|-------------------------|-----------|-------------|-----------------------------|---------------|---------------------|
| | Motocicli | Autovetture | Veicoli commerciali leggeri | Mezzi pesanti | Veicoli equivalenti |
| Direzione Rovato | 1 | 595 | 56 | 57 | 709 |
| Direzione Sud | 2 | 615 | 71 | 48 | 735 |
| TOTALE | 3 | 1210 | 126 | 105 | 1444 |



| Via Bargnana - sezione 2 | | | | | |
|--------------------------|-----------|-------------|-----------------------------|---------------|---------------------|
| | Motocicli | Autovetture | Veicoli commerciali leggeri | Mezzi pesanti | Veicoli equivalenti |
| Direzione SP16 | 0 | 20 | 6 | 9 | 35 |
| Direzione Via Bargnana | 0 | 19 | 5 | 30 | 54 |
| TOTALE | 0 | 39 | 11 | 39 | 89 |

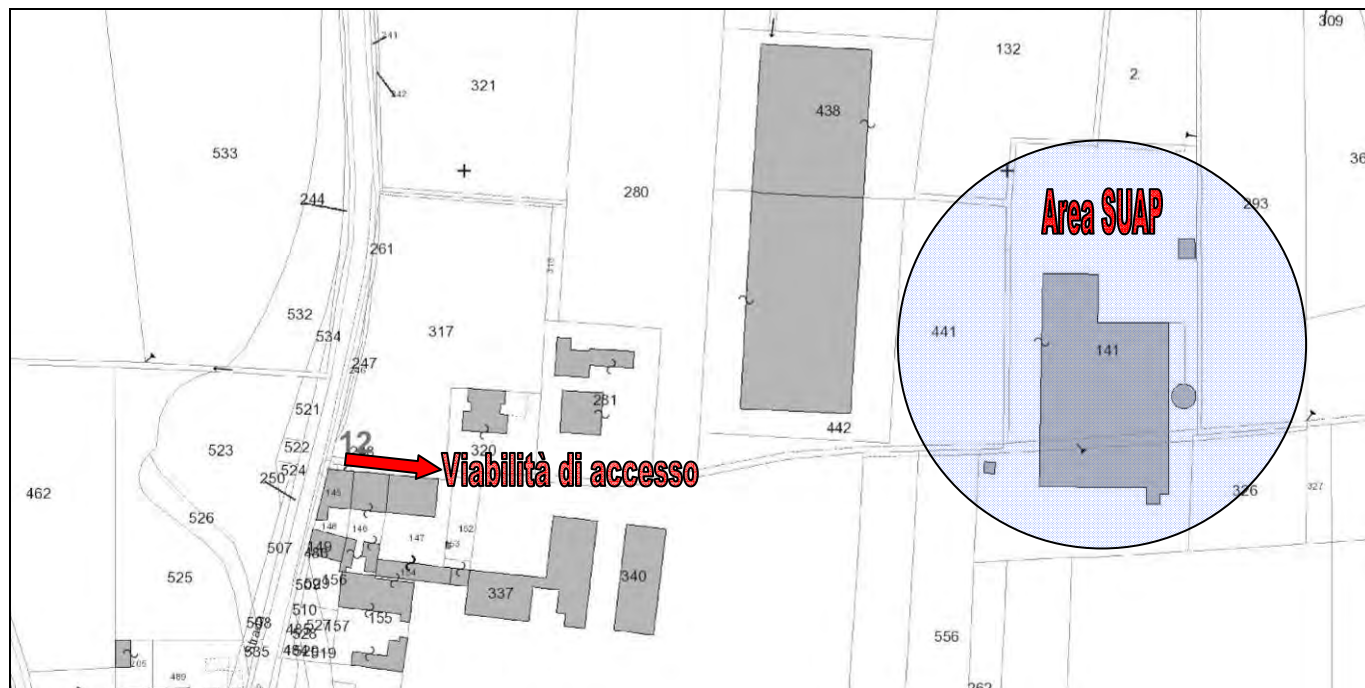




Flussi di traffico esistenti del venerdì (17:30/18:30)

4. ANALISI INFRASTRUTTURALE RELATIVA ALLO SCENARIO FUTURO

Nello scenario futuro non sono previste modifiche alla viabilità esistente in quanto si reputa che la viabilità esistente, essendo anche privata da quanto si evince dalla cartografia catastale sotto riportata, sia di dimensioni adeguate a garantire il passaggio dei veicoli e garantisce sufficiente sicurezza ai pedoni se la velocità di percorrenza non risulta superiore ai 15 Km/h.



Estratto mappa catastale



Estratto db topografico con inserimento del progetto della rotonda e della modifica della Via Bargnana con evidenziate le larghezze della carreggiata

5. CALCOLO DEL TRAFFICO GENERATO DALLA REALIZZAZIONE DEL SUAP

Dopo aver identificato i flussi di traffico esistenti che interessano l'infrastruttura viaria nel bacino d'influenza delle nuove aree, è possibile presumere la variazione che essi subiranno a seguito della realizzazione dell'ampliamento degli spazi pertinenziali.

La valutazione dell'indotto veicolare è stata determinata considerando tutte le attività esistenti.

Per la ditta Trainfer srl si prevedono negli orari di punta un aumento di 2 autoticolati;

Per la ditta Cristini Legnami snc si stima un aumento di traffico indotto, nelle ore di punta, di 2 autoveicoli e 2 furgoni in quanto i restanti spostamenti avverranno principalmente fuori dagli orari di punta;

Per la ditta Officina Diesel 80 srl si stima un aumento di traffico indotto, nelle ore di punta, di 2 autoveicoli in quanto i restanti spostamenti avverranno principalmente fuori dagli orari di punta.

| | TRAFFICO INDOTTO | | | | | |
|-------------------------|--------------------------------------|----------|----------|-----------------------------------|----------|----------|
| | Ora di punta mattina (07:30 – 08:30) | | | Ora di punta sera (17:30 – 18:30) | | |
| | Bidirezionali | Entranti | Uscenti | Bidirezionali | Entranti | Uscenti |
| TRAFFICO INDOTTO | 13 | 4 | 9 | 13 | 9 | 4 |

Di seguito viene riportata una tabella riassuntiva del traffico totale generato/attratto sulla via Bargnana.

| | TRAFFICO INDOTTO TOTALE | | | | | |
|--------------------------------|--------------------------------------|-----------|-----------|-----------------------------------|-----------|-----------|
| | Ora di punta mattina (07:30 – 08:30) | | | Ora di punta sera (17:30 – 18:30) | | |
| | Bidirezionali | Entranti | Uscenti | Bidirezionali | Entranti | Uscenti |
| TRAFFICO INDOTTO TOTALE | 53 | 27 | 26 | 102 | 61 | 41 |

6. STIMA DEI VOLUMI DI TRAFFICO INDOTTI

Va innanzitutto sottolineato che i flussi indotti sopra calcolati siano considerati come completamente aggiuntivi alla rete stradale esistente.

In funzione del traffico esistente calcolato su Via Bargnana, si è potuta effettuare una stima della ripartizione dei flussi veicolari generati; tale stima è stata poi rivista sulla base di considerazioni legate al bacino d'utenza che l'intervento potrà coprire in ragione della sua localizzazione.

In sostanza i flussi indotti uscenti da Via Bargnana saranno ripartiti come segue:

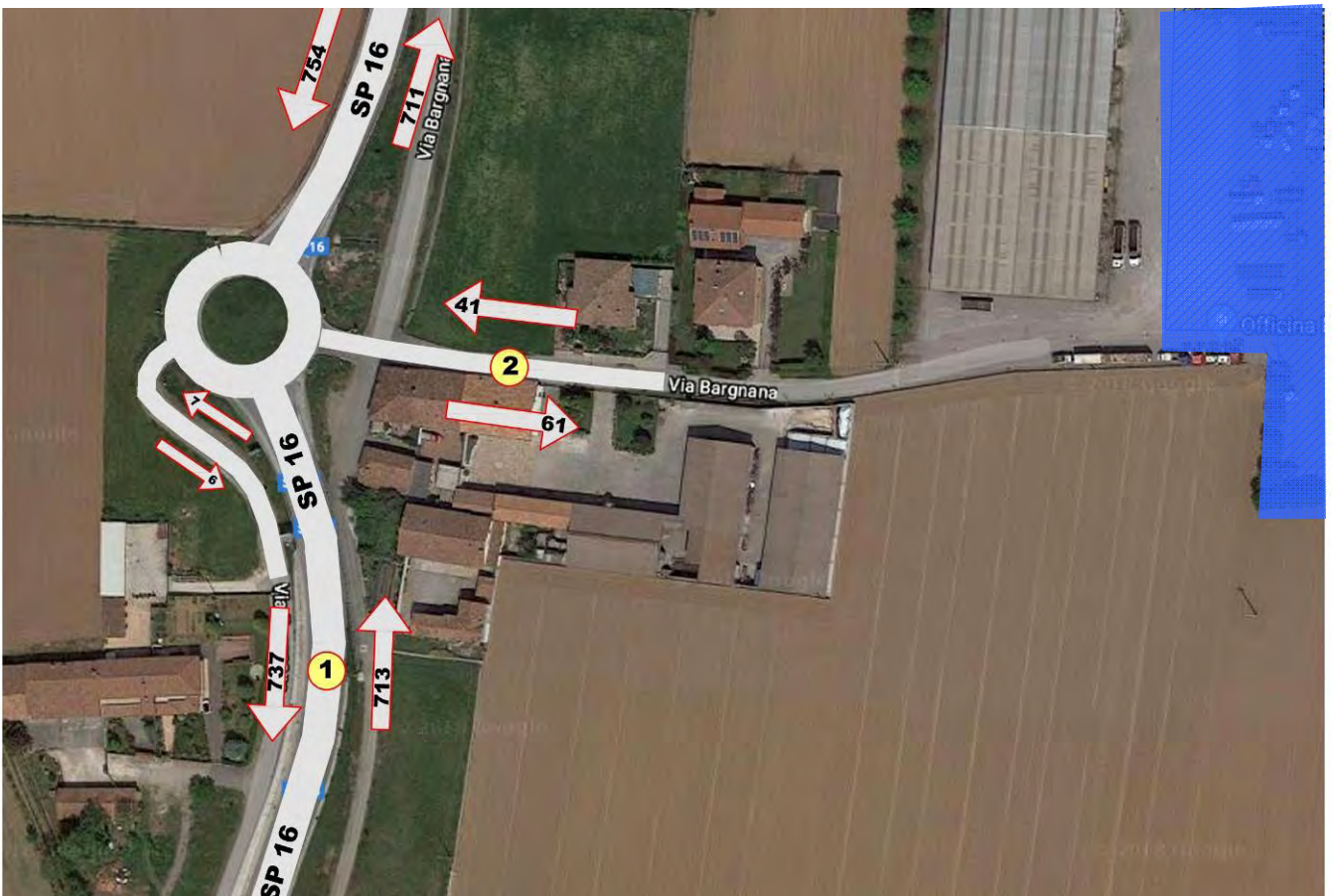
- 60% diretti in direzione Rovato;
- 40% diretti in direzione sud.

Mentre i flussi indotti entranti in Via Bargnana saranno ripartiti come segue:

- 40% provenienti da Rovato;
- 60% provenienti da sud.



Flussi di traffico esistenti del venerdì (17:30/18:30)



Flussi di traffico generati/attratti nel giorno di punta del venerdì (17:30/18:30)

7. ANALISI DEI LIVELLI DI SERVIZIO (LOS)

Al fine di eseguire una stima attenta e puntuale del grado di funzionalità delle strade, sia allo stato attuale che futuro, è necessario introdurre il concetto di livello di servizio (LOS) delle infrastrutture stradali.

L'entità del traffico si può calcolare attraverso differenti parametri e l'analisi sui flussi indotti dall'insediamento necessita di riferimenti teorici che di seguito vengono esposti come indici principali:

- Volume di traffico orario o flusso orario Q (veic/h): rappresenta il numero di veicoli che transitano, in un'ora, attraverso una data sezione stradale;
- Flusso di servizio Q_s (veic/h per corsia): secondo l'H.C.M. (Highway Capacity Manual) è definito dal massimo valore del flusso orario dei veicoli che attraversano, su una corsia, una sezione stradale sotto prefissate condizioni dell'arteria e di traffico;
- Traffico medio giornaliero annuo T_{mga} : è il rapporto fra il numero di veicoli che transitano in una data sezione (in genere, riferito ai due sensi di marcia) e 365 giorni. Tale dato si riporta ad un intervallo di tempo molto ampio e non tiene conto delle oscillazioni del traffico, nei vari periodi dell'anno, per cui è più significativo il valore del traffico medio giornaliero T_{mg} definito come rapporto tra il numero di veicoli che, in dato numero di giorni opportunamente scelti nell'arco dell'anno, transitano attraverso la data sezione ed il numero di giorni in cui si è eseguito il rilevamento;
- Densità di traffico D : è il numero di veicoli che, per corsia, si trovano nello stesso istante in un definito tronco stradale; la densità misura il numero di veicoli per miglio o per chilometro e per corsia;
- Portata (volume di circolazione o di flusso): numero di veicoli che transitano per una sezione della strada (o corsia, in un senso od in entrambi i sensi) nell'unità di tempo; equivale al prodotto della densità per la velocità media di deflusso. La portata rappresenta una situazione di fatto, che tende ad uguagliare la domanda di movimento dei veicoli, la quale a sua volta tende ad uguagliare quello che è possibile definire il desiderio di mobilità dell'utenza;
- Capacità: si conviene definire capacità, o più specificatamente, capacità possibile di una strada, il massimo numero di veicoli che vi possono transitare in condizioni prevalenti di strada e di traffico. La capacità rappresenta la risposta dell'infrastruttura alla domanda prevalente di movimento; sarà soddisfacente dal punto di vista tecnico quando si mantiene superiore alla portata, dal punto di vista tecnico ed economico insieme quando uguaglia la portata.

La valutazione del livello di servizio (LdS) è stata ottenuta seguendo la metodologia indicata nel Highway Capacity Manual, che definisce LOS come "una misura qualitativa delle condizioni di circolazione e della loro percezione da parte degli utenti".

I livelli di servizio sono suddivisi in sei classi, indicati con le lettere da A ad F, ciascuno indicativo di determinate condizioni di circolazione, che possono essere così descritte:

- LdS A: rappresenta le condizioni di flusso libero con totale assenza di condizionamento tra i veicoli;
- LdS B: rappresenta le condizioni di deflusso con qualche limitazione alla libertà di manovra, ma ancora con elevate condizioni di comfort fisico e psicologico;
- LdS C: condizioni di circolazione in cui per mantenere la velocità desiderata occorrono sorpassi o cambi di corsia che richiedono notevole attenzione da parte dei conducenti;
- LdS D: condizioni di flusso ancora stabile ma con libertà di manovra notevolmente ridotta;
- LdS E: condizionamenti pressoché totali con livello di comfort scadenti; le condizioni di deflusso sono al limite della instabilità;

- o LdS F: condizioni di flusso forzato con frequenti e imprevedibili arresti della corrente, ossia con marcia a singhiozzo.

Nella tabella seguente vengono riportate le prescrizioni delle norme Italiane riguardo i livelli di Servizio Minimi (LdS) richiesti per ciascun tipo di strada.

| Tipo di Strada | | LdS minimo |
|------------------------|-------------|------------|
| Autostrade | Extraurbane | B |
| | Urbane | C |
| Extraurbane principali | | B |
| Extraurbane secondarie | | C |
| Urbane di scorrimento | | E |
| Urbane di quartiere | | E |
| Locali | Extraurbane | C |
| | Urbane | E |

Per le strade urbane ad un'unica carreggiata con una corsia per senso di marcia il manuale HCM assume come parametri caratterizzanti del livello di servizio la percentuale di tempo speso in coda (PTC) e la velocità media del viaggio (v_s). Il range dei parametri sopra descritti che caratterizzano i sei livelli di servizio sono differenziati in funzione della tipologia di strada bidirezionale. Il manuale HCM individua due classi di strade a due corsie: la Classe I, a cui appartengono le strade con buone caratteristiche geometriche che consentono velocità sufficientemente elevate destinate a spostamenti di notevole lunghezza, e la Classe II in cui sono raggruppate le strade a carattere locale con percorrenze brevi su cui gli utenti tollerano velocità medie più basse.

Tabella Livello di Servizio

| Livello di Servizio | Classe I | | Classe II |
|---------------------|---------------------------------------|---------------------------|------------------------------|
| | Percentuale di tempo in coda | Velocità media di viaggio | Percentuale di tempo in coda |
| A | < 35 | > 90 | ≤ 40 |
| B | > 35 e < 50 | > 80 e < 90 | > 40 e < 60 |
| C | > 50 e < 65 | > 70 e < 80 | > 60 e < 77 |
| D | > 65 e < 80 | > 60 e < 70 | > 77 e < 88 |
| E | > 80 | < 60 | > 88 |
| F | Il tasso di flusso supera la capacità | | |

Per quanto sopra descritto si può affermare che la SP16 e la via Bargnana hanno le caratteristiche di una strada di tipo F per cui di classe II di conseguenza verranno presi in considerazione i dati riportati nella tabella sopra ed evidenziati di rosa.

I parametri della circolazione, quali il volume orario, la percentuale di mezzi pesanti, il fattore dell'ora di punta (PHF) e la velocità in condizioni di flusso moderato (VFL), sono stati desunti dai rilievi effettuati nell'ora di punta di sabato.

7.1 Valutazione del livello di servizio della SP16 – STATO DI FATTO

Dati ricavati dal sopralluogo

| | | | |
|-----|---|--------------|------|
| 1) | Tipo di strada | F | |
| 2) | Percentuale di autocarri (P _T) | 7,00 | % |
| 3) | Percentuale veicoli turistici (P _R) | 0,00 | % |
| 4) | Percentuale di strada con sorpasso impedito | 20,00 | % |
| 5) | Larghezza corsia | 3,75 | m |
| 6) | Larghezza banchina | 1,25 | m |
| 7) | Velocità di base a flusso libero (BVFL) | 65 | km/h |
| 8) | Distribuzione del traffico nelle due direzioni | 50/50 | |
| 9) | Andamento altimetrico della strada | Pianeggiante | |
| 10) | Punti di accesso per km | 3 | |

Fattore dell'ora di punta (PHF)

E' il rapporto tra il volume dell'ora di punta e la massima portata che si prevede si verificherà durante la stessa ora.

$$V = \text{volume dell'ora} = \text{VHP} = 1444 \text{ veic./h}$$

$$Q = \text{massimo tasso di flusso rapportato all'ora} = 1502 \text{ veic./h}$$

$$\text{PHF} = \frac{\text{VHP}}{Q} = 0,96$$

Calcolo della percentuale di tempo in coda (PTC)

La percentuale di tempo in coda (PTC) è stimata in funzione del tasso di flusso, della distribuzione direzionale del traffico e della percentuale di tracciato in cui è impedito il sorpasso.

$$\text{PTC} = \text{BPTC} + f_{d/np} = 73,29 + 3,295 = 76,58 \%$$

dove:

BPTC = percentuale del tempo speso in coda in condizioni base;

$f_{d/np}$ = fattore correttivo dovuto alla distribuzione del traffico e al sorpasso impedito.

Il coefficiente $f_{d/np}$ si calcola con la tabella seguente, nella quale rientrano il tasso di flusso Q, la percentuale di tracciato con sorpasso impedito e la distribuzione direzionale del traffico:

Fattore correttivo $f_{d/np}$ della percentuale di tempo in coda per effetto combinato della distribuzione di traffico e della percentuale con sorpasso impedito

| Tasso di flusso bidirezionale (veic./h) (Y) | Incremento della percentuale di tempo in coda (%) (X) | | | | | |
|--|---|------|------|------|------|------|
| | Percentuale di tracciato con sorpasso impedito (%) | | | | | |
| | 0 | 20 | 40 | 60 | 80 | 100 |
| Distribuzione direzionale del traffico = 50/50 | | | | | | |
| ≤ 200 | 0,0 | 10,1 | 17,2 | 20,2 | 21,0 | 21,8 |
| 400 | 0,0 | 12,4 | 19,0 | 22,7 | 23,8 | 24,8 |
| 600 | 0,0 | 11,2 | 16,0 | 18,7 | 19,7 | 20,5 |
| 800 | 0,0 | 9,0 | 12,3 | 14,1 | 14,5 | 15,4 |
| 1.400 | 0,0 | 3,6 | 5,5 | 6,7 | 7,3 | 7,9 |
| 2.000 | 0,0 | 1,8 | 2,9 | 3,7 | 4,1 | 4,4 |
| 2.600 | 0,0 | 1,1 | 1,6 | 2,0 | 2,3 | 2,4 |
| 3.200 | 0,0 | 0,7 | 0,9 | 1,1 | 1,2 | 1,4 |

Dai dati sopra calcolati si ricava che il livello di servizio risulta pari a D.

7.2 Valutazione del livello di servizio della SP16 – PROGETTO

Fattore dell'ora di punta (PHF)

E' il rapporto tra il volume dell'ora di punta e la massima portata che si prevede si verificherà durante la stessa ora.

V = volume dell'ora = VHP = 1450 veic./h

Q = massimo tasso di flusso rapportato all'ora = 1508 veic./h

$$PHF = \frac{VHP}{Q} = 0,96$$

Calcolo della percentuale di tempo in coda (PTC)

La percentuale di tempo in coda (PTC) è stimata in funzione del tasso di flusso, della distribuzione direzionale del traffico e della percentuale di tracciato in cui è impedito il sorpasso.

$$PTC = BPTC + f_{d/np} = 73,63 + 3,28 = 76,71 \%$$

dove:

BPTC = percentuale del tempo speso in coda in condizioni base;

$f_{d/np}$ = fattore correttivo dovuto alla distribuzione del traffico e al sorpasso impedito.

Il coefficiente $f_{d/np}$ si calcola con la tabella seguente, nella quale rientrano il tasso di flusso Q, la percentuale di tracciato con sorpasso impedito e la distribuzione direzionale del traffico:

Fattore correttivo $f_{d/np}$ della percentuale di tempo in coda per effetto combinato della distribuzione di traffico e della percentuale con sorpasso impedito

| Tasso di flusso bidirezionale (veic./h) (Y) | Incremento della percentuale di tempo in coda (%) (X) | | | | | |
|--|--|------|------|------|------|------|
| | Percentuale di tracciato con sorpasso impedito (%) | | | | | |
| | 0 | 20 | 40 | 60 | 80 | 100 |
| Distribuzione direzionale del traffico = 50/50 | | | | | | |
| < 200 | 0,0 | 10,1 | 17,2 | 20,2 | 21,0 | 21,8 |
| 400 | 0,0 | 12,4 | 19,0 | 22,7 | 23,8 | 24,8 |
| 600 | 0,0 | 11,2 | 16,0 | 18,7 | 19,7 | 20,5 |
| 800 | 0,0 | 9,0 | 12,3 | 14,1 | 14,5 | 15,4 |
| 1.400 | 0,0 | 3,6 | 5,5 | 6,7 | 7,3 | 7,9 |
| 2.000 | 0,0 | 1,8 | 2,9 | 3,7 | 4,1 | 4,4 |
| 2.600 | 0,0 | 1,1 | 1,6 | 2,0 | 2,3 | 2,4 |
| 3.200 | 0,0 | 0,7 | 0,9 | 1,1 | 1,2 | 1,4 |

Dai dati sopra calcolati si ricava che il livello di servizio risulta invariato e pari a D.

7.3 Valutazione del livello di servizio della via Bargnana – STATO DI FATTO

Dati ricavati dal sopralluogo

| | | | |
|-----|---|--------------|------|
| 1) | Tipo di strada | F | |
| 2) | Percentuale di autocarri (P _T) | 43,00 | % |
| 3) | Percentuale veicoli turistici (P _R) | 0,00 | % |
| 4) | Percentuale di strada con sorpasso impedito | 80,00 | % |
| 5) | Larghezza corsia | 2,35 | m |
| 6) | Larghezza banchina | 0,3 | m |
| 7) | Velocità di base a flusso libero (BVFL) | 30 | km/h |
| 8) | Distribuzione del traffico nelle due direzioni | 60/40 | |
| 9) | Andamento altimetrico della strada | Pianeggiante | |
| 10) | Punti di accesso per km | 3 | |

Fattore dell'ora di punta (PHF)

E' il rapporto tra il volume dell'ora di punta e la massima portata che si prevede si verificherà durante la stessa ora.

V = volume dell'ora = VHP = 89 veic./h

Q = massimo tasso di flusso rapportato all'ora = 93 veic./h

$$PHF = \frac{VHP}{Q} = 0,96$$

Calcolo della percentuale di tempo in coda (PTC)

La percentuale di tempo in coda (PTC) è stimata in funzione del tasso di flusso, della distribuzione direzionale del traffico e della percentuale di tracciato in cui è impedito il sorpasso.

$$PTC = BPTC + f_{d/np} = 7,81 + 23,1 = 30,91 \%$$

dove:

BPTC = percentuale del tempo speso in coda in condizioni base;

f_{d/np} = fattore correttivo dovuto alla distribuzione del traffico e al sorpasso impedito.

Il coefficiente f_{d/np} si calcola con la tabella seguente, nella quale rientrano il tasso di flusso Q, la percentuale di tracciato con sorpasso impedito e la distribuzione direzionale del traffico:

Fattore correttivo f_{d/np} della percentuale di tempo in coda per effetto combinato della distribuzione di traffico e della percentuale con sorpasso impedito

| Tasso di flusso bidirezionale (veic./h) (Y) | Incremento della percentuale di tempo in coda (%) (X) | | | | | |
|--|---|------|------|------|------|------|
| | Percentuale di tracciato con sorpasso impedito (%) | | | | | |
| | 0 | 20 | 40 | 60 | 80 | 100 |
| Distribuzione direzionale del traffico = 60/40 | | | | | | |
| ≤ 200 | 1,6 | 11,8 | 17,2 | 22,5 | 23,1 | 23,7 |
| 400 | 0,5 | 11,7 | 16,2 | 20,7 | 21,5 | 22,2 |
| 600 | 0,0 | 11,5 | 15,2 | 18,9 | 19,8 | 20,7 |
| 800 | 0,0 | 7,6 | 10,3 | 13,0 | 13,7 | 14,4 |
| 1.400 | 0,0 | 3,7 | 5,4 | 7,1 | 7,6 | 8,1 |
| 2.000 | 0,0 | 2,3 | 3,4 | 3,6 | 4,0 | 4,3 |
| ≥ 2600 | 0,0 | 0,9 | 1,4 | 1,9 | 2,1 | 2,2 |

Dai dati sopra calcolati si ricava che il livello di servizio risulta pari a A.

7.4 Valutazione del livello di servizio della Via Bargnana – PROGETTO

Fattore dell'ora di punta (PHF)

E' il rapporto tra il volume dell'ora di punta e la massima portata che si prevede si verificherà durante la stessa ora.

$$V = \text{volume dell'ora} = \text{VHP} = 102 \text{ veic./h}$$

$$Q = \text{massimo tasso di flusso rapportato all'ora} = 106 \text{ veic./h}$$

$$\text{PHF} = \frac{\text{VHP}}{Q} = 0,96$$

Calcolo della percentuale di tempo in coda (PTC)

La percentuale di tempo in coda (PTC) è stimata in funzione del tasso di flusso, della distribuzione direzionale del traffico e della percentuale di tracciato in cui è impedito il sorpasso.

$$\text{PTC} = \text{BPTC} + f_{d/np} = 8,90 + 23,1 = 32,00 \%$$

dove:

BPTC = percentuale del tempo speso in coda in condizioni base;

$f_{d/np}$ = fattore correttivo dovuto alla distribuzione del traffico e al sorpasso impedito.

Il coefficiente $f_{d/np}$ si calcola con la tabella seguente, nella quale rientrano il tasso di flusso Q, la percentuale di tracciato con sorpasso impedito e la distribuzione direzionale del traffico:

Fattore correttivo $f_{d/np}$ della percentuale di tempo in coda per effetto combinato della distribuzione di traffico e della percentuale con sorpasso impedito

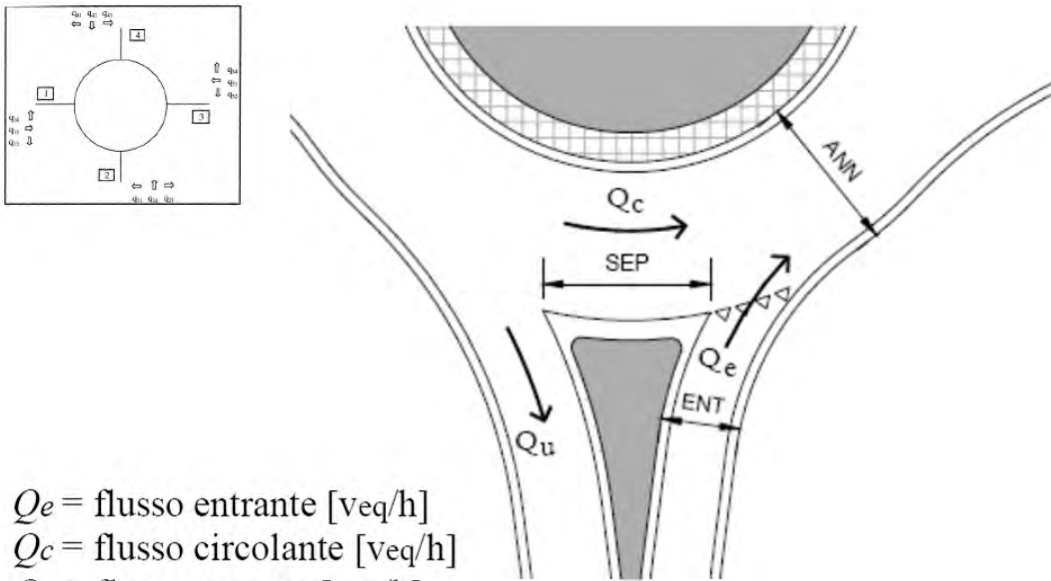
| Tasso di flusso bidirezionale (veic./h) (Y) | | Incremento della percentuale di tempo in coda (%) (X) | | | | | |
|--|-----|--|------|------|------|------|-----|
| | | Percentuale di tracciato con sorpasso impedito (%) | | | | | |
| | | 0 | 20 | 40 | 60 | 80 | 100 |
| Distribuzione direzionale del traffico = 60/40 | | | | | | | |
| ≤ 200 | 1,6 | 11,8 | 17,2 | 22,5 | 23,1 | 23,7 | |
| 400 | 0,5 | 11,7 | 16,2 | 20,7 | 21,5 | 22,2 | |
| 600 | 0,0 | 11,5 | 15,2 | 18,9 | 19,8 | 20,7 | |
| 800 | 0,0 | 7,6 | 10,3 | 13,0 | 13,7 | 14,4 | |
| 1.400 | 0,0 | 3,7 | 5,4 | 7,1 | 7,6 | 8,1 | |
| 2.000 | 0,0 | 2,3 | 3,4 | 3,6 | 4,0 | 4,3 | |
| ≥ 2600 | 0,0 | 0,9 | 1,4 | 1,9 | 2,1 | 2,2 | |

Dai dati sopra calcolati si ricava che il livello di servizio risulta sempre pari a A.

7.5 Verifica della funzionalità della rotatoria esistente sulla SP16

Per la rotatoria esistente nelle vicinanze dell'intervento, il calcolo della capacità è stato eseguito seguendo il procedimento proposto dallo "Studio a carattere prenormativo sulle caratteristiche geometriche, di traffico e di illuminazione delle intersezioni stradali urbane ed extraurbane", che riprende il metodo Francese elaborato sui risultati di una campagna di osservazioni sperimentali effettuate all'inizio degli anni Ottanta dai centri di ricerca CETE e SETRA.

Viene denominando **SEP** la larghezza dell'isola spartitraffico sul ramo, **ENT** la larghezza dell'entrata misurata subito dietro al primo veicolo fermo davanti alla linea di "dare la precedenza", **ANN** la larghezza dell'anello, mentre ancora **Q_e**, **Q_u** e **Q_c** individuano, rispettivamente il flusso entrante, uscente e quello circolante in corrispondenza dell'entrata.



Q_e = flusso entrante [veq/h]

Q_c = flusso circolante [veq/h]

Q_u = flusso uscente [veq/h]

SEP [m] la larghezza dell' isola spartitraffico all' estremità del braccio;

ANN [m] la larghezza dell' anello;

ENT [m] la larghezza della semicarreggiata del braccio misurata dietro il primo veicolo fermo all' altezza della linea del 'dare precedenza' .

Si specifica che nella tabella riportata di seguito sono stati presi in considerazione i seguenti rami:

- 1) Ramo 1 - l'uscita - entrata da Rovato;
- 2) Ramo 2 - l'uscita - entrata provenienti dalla Via Bargnana ovest;
- 3) Ramo 3 - l'uscita - entrata da A35;
- 4) Ramo 4 - l'uscita - entrata provenienti dalla via Bargnana est.

| Matrice O/D transiti | | | | | | |
|----------------------|------------------|-----------------|-------|---------|--------|------------------|
| | | Rami di entrata | | | | Q _{e,i} |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| Rami di uscita | 1 | 0 eph | 4 eph | 723 eph | 24 eph | 751 eph |
| | 2 | 5 eph | 0 eph | 2 eph | 0 eph | 7 eph |
| | 3 | 679 eph | 0 eph | 0 eph | 30 eph | 709 eph |
| | 4 | 23 eph | 2 eph | 10 eph | 0 eph | 35 eph |
| | Q _{u,i} | 707 eph | 6 eph | 735 eph | 54 eph | 1.502 eph |

a) Larghezza anello ANN =

| ANN 1 | ANN 2 | ANN 3 | ANN 4 |
|--------|--------|--------|--------|
| 6,00 m | 6,00 m | 6,00 m | 6,00 m |

$\Delta_{ANN} = 1 - 0,085 * (ANN - 8) =$

| | | | |
|-------|-------|-------|-------|
| 1,170 | 1,170 | 1,170 | 1,170 |
|-------|-------|-------|-------|

b) Larghezza bracci ENT =

| ENT 1 | ENT 2 | ENT 3 | ENT 4 |
|--------|--------|--------|--------|
| 4,60 m | 2,20 m | 4,80 m | 3,20 m |

$\Delta_{ENT} = (1 + 0,1 * (ENT - 3,5)) =$

| | | | |
|-------|-------|-------|-------|
| 1,110 | 0,870 | 1,130 | 0,970 |
|-------|-------|-------|-------|

c) Larghezza isola SEP =

| SEP 1 | SEP 2 | SEP 3 | SEP 4 |
|--------|--------|--------|--------|
| 8,65 m | 0,00 m | 8,65 m | 3,00 m |

$\Delta_{SEP} = (15 - SEP) / 15 =$

| | | | |
|-------|-------|-------|-------|
| 0,423 | 1,000 | 0,423 | 0,800 |
|-------|-------|-------|-------|

Nel calcolo della capacità, oltre al traffico che percorre l'anello in corrispondenza dell'immissione, si considera anche il traffico che si allontana all'uscita immediatamente precedente, secondo un valore di traffico di disturbo pari a $Q_c + 2/3 Q_u'$, la capacità e il traffico complessivo di disturbo Q_d vengono correlati in una espressione:

$$K = a(1330 - Q_d)$$

MATRICE Coefficienti Origine-Destinazione p_{i,j}

| | | | | |
|------------|-------|-------|-------|-------|
| 1) braccio | 0,000 | 0,005 | 0,963 | 0,032 |
| 2) braccio | 0,714 | 0,000 | 0,286 | 0,000 |
| 3) braccio | 0,958 | 0,000 | 0,000 | 0,042 |
| 4) braccio | 0,657 | 0,057 | 0,286 | 0,000 |

| p _{i,j} = % flusso entrante ramo i ed uscente dal ramo j | | | |
|---|-----------------|-----------------|-----------------|
| - flusso ingresso ramo 1: | 1% | esce dal ramo 2 | |
| 96% | esce dal ramo 3 | 3% | esce dal ramo 4 |
| - flusso ingresso ramo 2: | 71% | esce dal ramo 1 | |
| 29% | esce dal ramo 3 | 0% | esce dal ramo 4 |
| - flusso ingresso ramo 3: | 96% | esce dal ramo 1 | |
| 0% | esce dal ramo 2 | 0% | esce dal ramo 4 |
| - flusso ingresso ramo 4: | 66% | esce dal ramo 1 | |
| 6% | esce dal ramo 2 | 29% | esce dal ramo 3 |

| | | | | |
|------------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Flussi entranti Q_e | braccio 1 | braccio 2 | braccio 3 | braccio 4 |
| | 751 eph | 7 eph | 709 eph | 35 eph |
| Flussi entranti equivalenti Q'_e | 677 eph | 8 eph | 627 eph | 36 eph |

FLUSSI IN USCITA Q_u

| | | | | | |
|--|--------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| $\begin{cases} Q_{u1} = P_{21}Q_2 + P_{31}Q_3 + P_{41}Q_4 \\ Q_{u2} = P_{12}Q_1 + P_{32}Q_3 + P_{42}Q_4 \\ Q_{u3} = P_{13}Q_1 + P_{23}Q_2 + P_{43}Q_4 \\ Q_{u4} = P_{14}Q_1 + P_{24}Q_2 + P_{34}Q_3 \end{cases}$ | Q_u | braccio 1 | braccio 2 | braccio 3 | braccio 4 |
| | | 707 | 6 | 735 | 54 |
| | Q'_u | 299 | 6 | 311 | 43 |

TRANSITI ANELLO $Q_{c,i}$

| | | | | |
|--|-----------|-----------|-----------|-----------|
| $\begin{cases} Q_{c1} = (P_{42} + P_{43})Q_4 + P_{32}Q_3 \\ Q_{c2} = (P_{13} + P_{14})Q_1 + P_{43}Q_4 \\ Q_{c3} = (P_{24} + P_{21})Q_2 + P_{14}Q_1 \\ Q_{c4} = (P_{31} + P_{32})Q_3 + P_{21}Q_2 \end{cases}$ | $Q_{c,1}$ | $Q_{c,2}$ | $Q_{c,3}$ | $Q_{c,4}$ |
| | 12 | 757 | 29 | 684 |
| | $Q_{c,1}$ | $Q_{c,2}$ | $Q_{c,3}$ | $Q_{c,4}$ |
| | 12 | 757 | 29 | 684 |

| | | | | |
|------------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Traffico di disturbo $Q_d =$ | $Q_{d,1}$ | $Q_{d,2}$ | $Q_{d,3}$ | $Q_{d,4}$ |
| | 247 eph | 890 eph | 277 eph | 834 eph |
| Coefficienti δ_i | δ_1 | δ_2 | δ_3 | δ_4 |
| | 1,57 | 2,11 | 1,62 | 2,15 |
| Minimo Coefficiente δ_i | 1 | 2 | 3 | 4 |
| | 1,57 | 1,57 | 1,57 | 1,57 |
| Flussi amplificati | 1 | 2 | 3 | 4 |
| | 1.179 eph | 11 eph | 1.113 eph | 55 eph |
| K_i | K_1 | K_2 | K_3 | K_4 |
| | 1.462 eph | 433 eph | 1.467 eph | 561 eph |
| ΔK_i | ΔK_1 | ΔK_2 | ΔK_3 | ΔK_4 |
| | 283 eph | 422 eph | 354 eph | 506 eph |
| Flussi entranti equivalenti Q'_e | $Q'_{e,1}$ | $Q'_{e,2}$ | $Q'_{e,3}$ | $Q'_{e,4}$ |
| | 677 eph | 8 eph | 627 eph | 36 eph |

| | |
|--|------------------|
| - CAPACITA' SEMPLICE RAGGIUNTA AL BRACCIO N. | 3 |
| - CAPACITA' SEMPLICE: | 1.113 eph |

MATRICE SISTEMA FLUSSI

| ⊗ | △ | ⊗ | MATRICE DEI DEFLUSSI | | | |
|-------|-------|-------|----------------------|--------|--------|--------|
| 1,170 | 1,110 | 0,423 | 1,0000 | 0,1833 | 0,2457 | 0,4803 |
| 1,170 | 0,870 | 1,000 | 0,7113 | 1,0000 | 0,0000 | 0,2307 |
| 1,170 | 1,130 | 0,423 | 0,2810 | 0,7357 | 1,0000 | 0,0746 |
| 1,170 | 0,970 | 0,800 | 0,0135 | 0,5675 | 0,7787 | 1,0000 |

| SISTEMA EQUAZIONI (4) | | | | |
|-----------------------|----------------|----------------|----------------|------|
| C ₁ | C ₂ | C ₃ | C ₄ | |
| 1,0000 | 0,1833 | 0,2457 | 0,4803 | 1476 |
| 0,7113 | 1,0000 | 0,0000 | 0,2307 | 1157 |
| 0,2810 | 0,7357 | 1,0000 | 0,0746 | 1503 |
| 0,0135 | 0,5675 | 0,7787 | 1,0000 | 1290 |

| SOLUZIONE SISTEMA | |
|--------------------|-----------|
| Q _{e,1} = | 1.014 eph |
| Q _{e,2} = | 355 eph |
| Q _{e,3} = | 931 eph |
| Q _{e,4} = | 350 eph |
| 2.650 eph | |

CAPACITA' TOTALE ROTATORIA C_{tot} = 2.650 eph

| | Matrice O/D risultante | | | | Capac. totale | Q _{e,i} | % saturaz. |
|---|------------------------|--------|---------|--------|---------------|------------------|------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | | | |
| 1 | 0 eph | 5 eph | 976 eph | 32 eph | 1.014 eph | 751 eph | 74% |
| 2 | 254 eph | 0 eph | 101 eph | 0 eph | 355 eph | 7 eph | 2% |
| 3 | 891 eph | 0 eph | 0 eph | 39 eph | 931 eph | 709 eph | 76% |
| 4 | 230 eph | 20 eph | 100 eph | 0 eph | 350 eph | 35 eph | 10% |

| Capac. pratica (-150) | Capac. pratica (80%) | Capac. pratica (media) | Periodo analisi (h) | Tempo attesa (s) | Veicoli coda (n) | Liv.Serv. HCM 2000 | Liv.Serv. SNV 640022 |
|-----------------------|----------------------|------------------------|---------------------|------------------|------------------|--------------------|----------------------|
| 864 eph | 811 eph | 838 eph | 0,25 | 24 | 7 | C | C |
| 205 eph | 284 eph | 244 eph | 0,25 | 0 | 0 | A | A |
| 781 eph | 745 eph | 763 eph | 0,25 | 31 | 8 | C | C |
| 200 eph | 280 eph | 240 eph | 0,25 | 3 | 0 | A | A |

| Livello di servizio - LOS | | Ritardo medio per veicolo [secondi] |
|---------------------------|---|-------------------------------------|
| A | Rapido smaltimento dei flussi veicolari | d ≤ 10 |
| B | Flussi in opposizione ridotti | 10 < d ≤ 20 |
| C | Inizio di difficoltà di immissione sulla corona giratoria | 20 < d ≤ 35 |
| D | Inizio di fenomeni di congestione | 35 < d ≤ 55 |
| E | Limite accettabile della congestione | 55 < d ≤ 80 |
| F | Verso la saturazione | d > 80 |

7.6 Verifica della funzionalità della rotatoria esistente sulla SP16 - PROGETTO

Si specifica che nella tabella riportata di seguito sono stati presi in considerazione i seguenti rami:

- 1) Ramo 1 - l'uscita - entrata da Rovato;
- 2) Ramo 2 - l'uscita - entrata provenienti dalla Via Bargnana ovest;
- 3) Ramo 3 - l'uscita - entrata da A35;
- 4) Ramo 4 - l'uscita - entrata provenienti dalla via Bargnana est.

| Matrice O/D transiti | | | | | | |
|----------------------|------------------|-----------------|-------|---------|--------|------------------|
| | | Rami di entrata | | | | Q _{e,i} |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| Rami di uscita | 1 | 0 eph | 4 eph | 723 eph | 27 eph | 754 eph |
| | 2 | 5 eph | 0 eph | 2 eph | 0 eph | 7 eph |
| | 3 | 679 eph | 0 eph | 0 eph | 34 eph | 713 eph |
| | 4 | 27 eph | 2 eph | 12 eph | 0 eph | 41 eph |
| | Q _{u,i} | 711 eph | 6 eph | 737 eph | 61 eph | 1.515 eph |

a) Larghezza anello ANN =

| ANN 1 | ANN 2 | ANN 3 | ANN 4 |
|--------|--------|--------|--------|
| 6,00 m | 6,00 m | 6,00 m | 6,00 m |

$\Delta_{ANN} = 1 - 0,085 * (ANN - 8) =$

| ANN 1 | ANN 2 | ANN 3 | ANN 4 |
|-------|-------|-------|-------|
| 1,170 | 1,170 | 1,170 | 1,170 |

b) Larghezza bracci ENT =

| ENT 1 | ENT 2 | ENT 3 | ENT 4 |
|--------|--------|--------|--------|
| 4,60 m | 2,20 m | 4,80 m | 3,20 m |

$\Delta_{ENT} = (1 + 0,1 * (ENT - 3,5)) =$

| ENT 1 | ENT 2 | ENT 3 | ENT 4 |
|-------|-------|-------|-------|
| 1,110 | 0,870 | 1,130 | 0,970 |

c) Larghezza isola SEP =

| SEP 1 | SEP 2 | SEP 3 | SEP 4 |
|--------|--------|--------|--------|
| 8,65 m | 0,00 m | 8,65 m | 3,00 m |

$\Delta_{SEP} = (15 - SEP) / 15 =$

| SEP 1 | SEP 2 | SEP 3 | SEP 4 |
|-------|-------|-------|-------|
| 0,423 | 1,000 | 0,423 | 0,800 |

Nel calcolo della capacità, oltre al traffico che percorre l'anello in corrispondenza dell'immissione, si considera anche il traffico che si allontana all'uscita immediatamente precedente, secondo un valore di traffico di disturbo pari a $Q_c + 2/3 Q_u'$, la capacità e il traffico complessivo di disturbo Q_d vengono correlati in una espressione:

$$K = a(1330 - Q_d)$$

MATRICE Coefficienti Origine-Destinazione p_{i,j}

| | | | | |
|------------|-------|-------|-------|-------|
| 1) braccio | 0,000 | 0,005 | 0,959 | 0,036 |
| 2) braccio | 0,714 | 0,000 | 0,286 | 0,000 |
| 3) braccio | 0,952 | 0,000 | 0,000 | 0,048 |
| 4) braccio | 0,659 | 0,049 | 0,293 | 0,000 |

| $p_{i,j}$ = % flusso entrante ramo i ed uscente dal ramo j | | | |
|--|-----------------|-----------------|-----------------|
| - flusso ingresso ramo 1: | 1% | esce dal ramo 2 | |
| 96% | esce dal ramo 3 | 4% | esce dal ramo 4 |
| - flusso ingresso ramo 2: | 71% | esce dal ramo 1 | |
| 29% | esce dal ramo 3 | 0% | esce dal ramo 4 |
| - flusso ingresso ramo 3: | 95% | esce dal ramo 1 | |
| 0% | esce dal ramo 2 | 0% | esce dal ramo 4 |
| - flusso ingresso ramo 4: | 66% | esce dal ramo 1 | |
| 5% | esce dal ramo 2 | 29% | esce dal ramo 3 |

| | | | | |
|------------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Flussi entranti Q_e | braccio 1 | braccio 2 | braccio 3 | braccio 4 |
| | 754 eph | 7 eph | 713 eph | 41 eph |
| Flussi entranti equivalenti Q'_e | braccio 1 | braccio 2 | braccio 3 | braccio 4 |
| | 679 eph | 8 eph | 631 eph | 42 eph |

FLUSSI IN USCITA Q_u

| | | | | | |
|--|-------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| $Q_{u1} = P_{21}Q_2 + P_{31}Q_3 + P_{41}Q_4$ | Q_u | braccio 1 | braccio 2 | braccio 3 | braccio 4 |
| $Q_{u2} = P_{12}Q_1 + P_{32}Q_3 + P_{42}Q_4$ | | 711 | 6 | 737 | 61 |
| $Q_{u3} = P_{13}Q_1 + P_{23}Q_2 + P_{43}Q_4$ | | | | | |
| $Q_{u4} = P_{14}Q_1 + P_{24}Q_2 + P_{34}Q_3$ | | $Q'_{u=}$ | 301 | 6 | 312 |

TRANSITI ANELLO $Q_{c,i}$

| | | | | |
|---|-----------|-----------|-----------|-----------|
| $Q_{c1} = (P_{42} + P_{43})Q_4 + P_{32}Q_3$ | $Q_{c,1}$ | $Q_{c,2}$ | $Q_{c,3}$ | $Q_{c,4}$ |
| $Q_{c2} = (P_{13} + P_{14})Q_1 + P_{43}Q_4$ | 14 | 762 | | |
| $Q_{c3} = (P_{24} + P_{21})Q_2 + P_{14}Q_1$ | | | 32 | |
| $Q_{c4} = (P_{31} + P_{32})Q_3 + P_{21}Q_2$ | $Q_{c,1}$ | $Q_{c,2}$ | $Q_{c,3}$ | $Q_{c,4}$ |
| | 14 | 762 | 32 | 684 |

| | | | | |
|------------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Traffico di disturbo $Q_d =$ | $Q_{d,1}$ | $Q_{d,2}$ | $Q_{d,3}$ | $Q_{d,4}$ |
| | 251 eph | 896 eph | 281 eph | 838 eph |
| Coefficienti δ_i | δ_1 | δ_2 | δ_3 | δ_4 |
| Minimo Coefficiente δ_i | 1,56 | 2,09 | 1,61 | 2,11 |
| | 1 | 2 | 3 | 4 |
| | 1,56 | 1,56 | 1,56 | 1,56 |
| | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Flussi amplificati | 1.176 eph | 11 eph | 1.112 eph | 64 eph |
| K_i | K_1 | K_2 | K_3 | K_4 |
| | 1.459 eph | 433 eph | 1.463 eph | 566 eph |
| ΔK_i | ΔK_1 | ΔK_2 | ΔK_3 | ΔK_4 |
| | 283 eph | 422 eph | 351 eph | 502 eph |
| Flussi entranti equivalenti Q'_e | $Q'_{e,1}$ | $Q'_{e,2}$ | $Q'_{e,3}$ | $Q'_{e,4}$ |
| | 679 eph | 8 eph | 631 eph | 42 eph |

| | |
|--|------------------|
| - CAPACITA' SEMPLICE RAGGIUNTA AL BRACCIO N. | 3 |
| - CAPACITA' SEMPLICE: | 1.112 eph |

MATRICE SISTEMA FLUSSI

| ⊗ | △ | ⊗ | MATRICE DEI DEFLUSSI | | | |
|-------|-------|-------|----------------------|--------|--------|--------|
| 1,170 | 1,110 | 0,423 | 1,0000 | 0,1833 | 0,2443 | 0,4794 |
| 1,170 | 0,870 | 1,000 | 0,7113 | 1,0000 | 0,0000 | 0,2317 |
| 1,170 | 1,130 | 0,423 | 0,2836 | 0,7357 | 1,0000 | 0,0764 |
| 1,170 | 0,970 | 0,800 | 0,0152 | 0,5675 | 0,7768 | 1,0000 |

| SISTEMA EQUAZIONI (4) | | | | |
|-----------------------|----------------|----------------|----------------|------|
| C ₁ | C ₂ | C ₃ | C ₄ | |
| 1,0000 | 0,1833 | 0,2443 | 0,4794 | 1476 |
| 0,7113 | 1,0000 | 0,0000 | 0,2317 | 1157 |
| 0,2836 | 0,7357 | 1,0000 | 0,0764 | 1503 |
| 0,0152 | 0,5675 | 0,7768 | 1,0000 | 1290 |

| SOLUZIONE SISTEMA | |
|--------------------|-----------|
| Q _{e,1} = | 1.015 eph |
| Q _{e,2} = | 353 eph |
| Q _{e,3} = | 928 eph |
| Q _{e,4} = | 353 eph |
| 2.650 eph | |

CAPACITA' TOTALE ROTATORIA C_{tot} = 2.650 eph

| Matrice O/D risultante | | | | | Capac. totale | Q _{e,i} | % saturaz. |
|------------------------|---------|--------|---------|--------|---------------|------------------|------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | | | |
| 1 | 0 eph | 5 eph | 973 eph | 36 eph | 1.015 eph | 754 eph | 74% |
| 2 | 252 eph | 0 eph | 101 eph | 0 eph | 353 eph | 7 eph | 2% |
| 3 | 884 eph | 0 eph | 0 eph | 44 eph | 928 eph | 713 eph | 77% |
| 4 | 233 eph | 17 eph | 103 eph | 0 eph | 353 eph | 41 eph | 12% |

| Capac. pratica (-150) | Capac. pratica (80%) | Capac. pratica (media) | Periodo analisi (h) | Tempo attesa (s) | Veicoli coda (n) | Liv.Serv. HCM 2000 | Liv.Serv. SNV 640022 |
|-----------------------|----------------------|------------------------|---------------------|------------------|------------------|--------------------|----------------------|
| 865 eph | 812 eph | 839 eph | 0,25 | 25 | 7 | C | C |
| 203 eph | 282 eph | 243 eph | 0,25 | 0 | 0 | A | A |
| 778 eph | 743 eph | 761 eph | 0,25 | 33 | 8 | C | C |
| 203 eph | 283 eph | 243 eph | 0,25 | 3 | 0 | A | A |

| Livello di servizio - LOS | | Ritardo medio per veicolo [secondi] |
|---------------------------|---|-------------------------------------|
| A | Rapido smaltimento dei flussi veicolari | d ≤ 10 |
| B | Flussi in opposizione ridotti | 10 < d ≤ 20 |
| C | Inizio di difficoltà di immissione sulla corona giratoria | 20 < d ≤ 35 |
| D | Inizio di fenomeni di congestione | 35 < d ≤ 55 |
| E | Limite accettabile della congestione | 55 < d ≤ 80 |
| F | Verso la saturazione | d > 80 |

8. VERIFICA DEGLI INGOMBRI DINAMICI

La normativa italiana (CNR – Norme sulle caratteristiche geometriche e di traffico delle intersezioni stradali urbane) prevede l'utilizzo di curve tricentriche, cioè composte da tre archi di circonferenza aventi la stessa tangente nei punti di unione ma raggi e angoli tra di loro diversi.

L'impiego di tali curve è consigliato per il tracciamento del margine delle corsie di svolta a destra nelle intersezioni.

Le curve devono rispettare le seguenti condizioni

a) per gli angoli:

$$\alpha + \beta + \gamma = \delta$$

$$\alpha = \gamma$$

$$\beta = 5.5 \alpha$$

con δ angolo di deviazione dei cigli

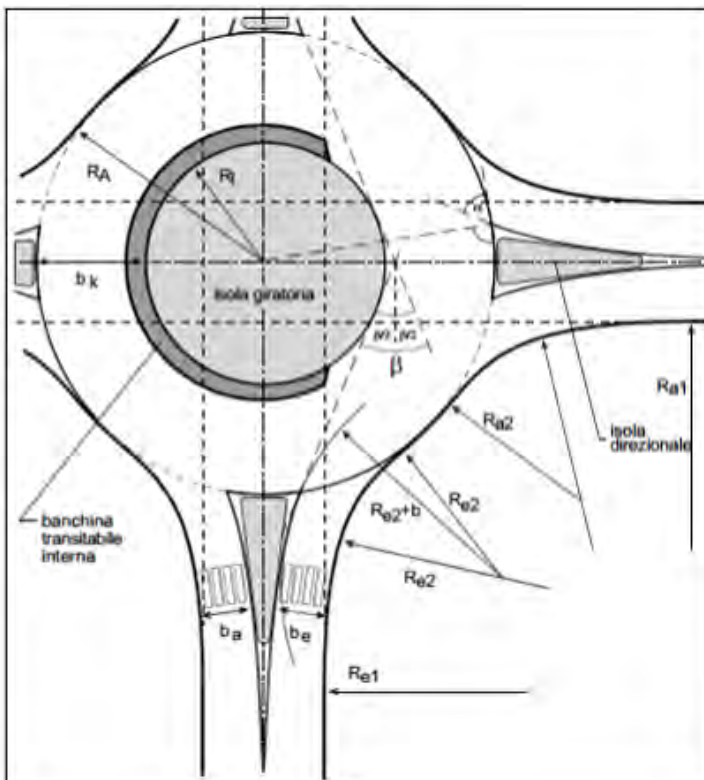
b) per i raggi

$$R_1 : R_2 : R_3 = 2.5 : 1 : 5.5$$

| Valori di R ₂ minimi per intersezioni omogenee [m] | | | |
|---|---------------|---------------------|-----------------------|
| δ | Strade locali | Strade di quartiere | Strade di scorrimento |
| 65° | 10 | 17 | 38 |
| 90° | 8 | 12 | 25 |
| 110° | 6 | 10 | 18 |

Nelle intersezioni tra strade a caratteristiche differenti i raggi R₂ minimi da adottare sono quelli relativi alla strada più importante.

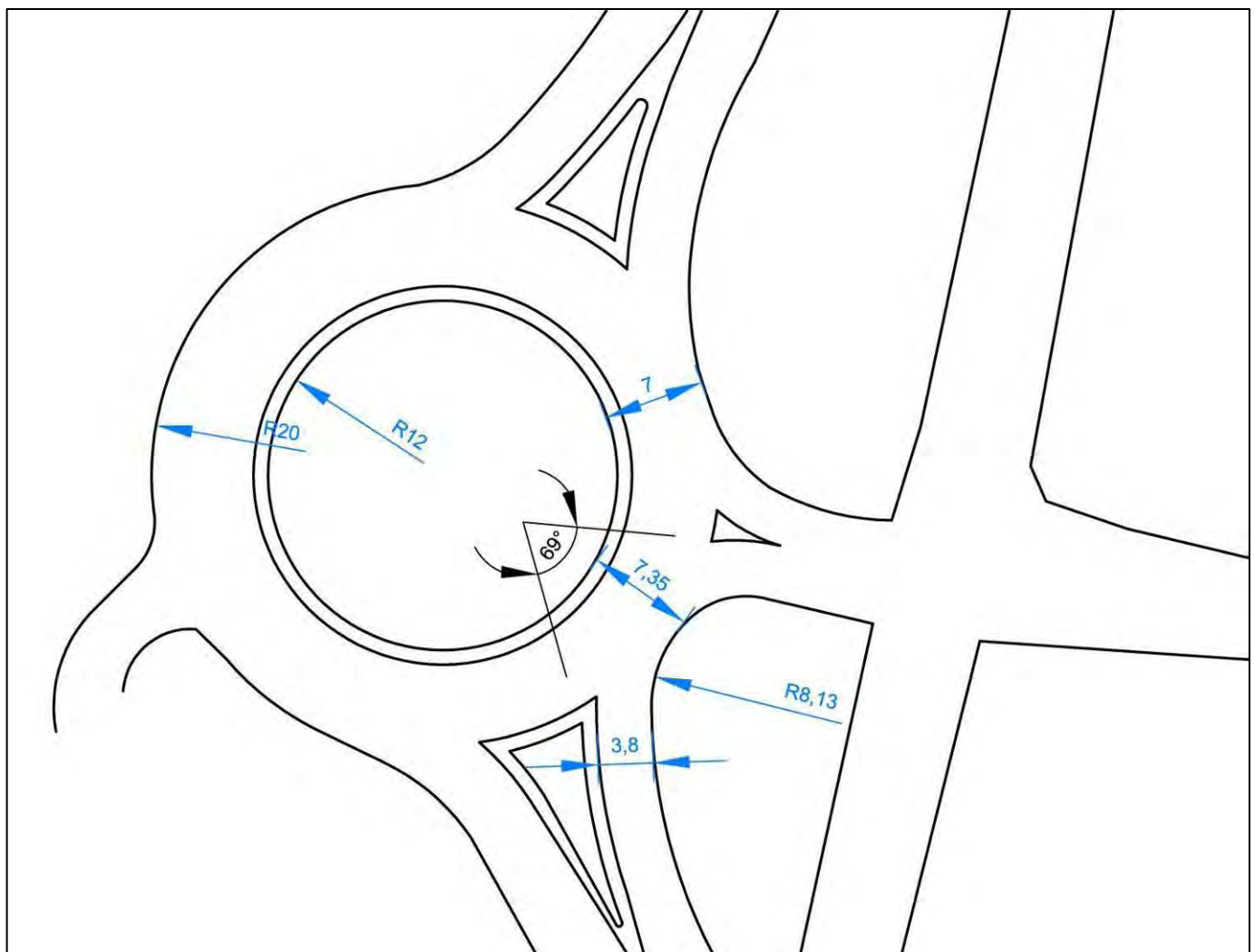
Gli elementi geometrici tenuti in considerazione per la rotonda esistente sono indicati nelle figure seguenti.

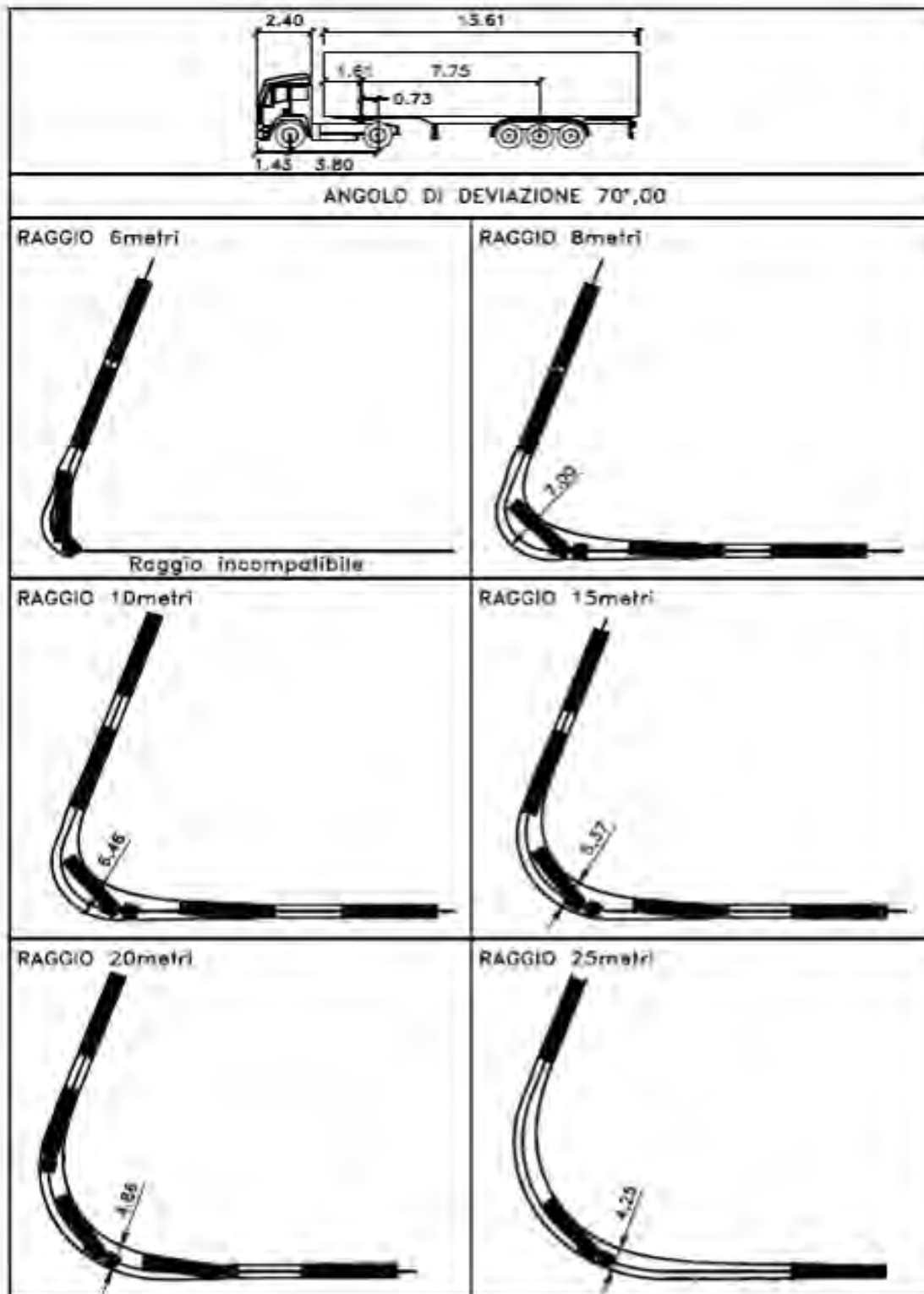


| | | | |
|-----------------------|---------------------------------------|----------|---------------------------|
| b_c | larghezza della corsia in entrata | R_A | raggio esterno |
| b_a | larghezza della corsia in uscita | R_i | raggio interno |
| b_k | larghezza dell'anello di circolazione | α | angolo d'entrata |
| $R_{e,1}$ e $R_{e,2}$ | raggi di entrata | β | angolo di deviazione |
| $R_{a,1}$ e $R_{a,2}$ | raggi di uscita | b | arretramento di $R_{e,2}$ |

Il disegno funzionale delle isole di canalizzazione va impostato in funzione delle esigenze di leggibilità e guida visiva delle traiettorie di approccio alle zone di incrocio.

La verifica del disegno complessivo delle isole utilizza le fasce veicolari di ingombro dinamico di una serie di veicoli pesanti da assumere a riferimento per la percorrenza delle principali traiettorie di svolta presenti nella intersezione. Ciò consente di verificare il corretto assemblamento degli elementi modulari dei canali di traffico e scorrimento nonché eventuali condizionamenti connessi alla presenza delle isole di canalizzazione materializzate e non. Le fasce di ingombro dei veicoli tipo sono riportati, in funzione del raggio della linea d'asse e dell'angolo di deviazione.





Nel nuovo Codice della strada all'articolo 61 viene fissata la sagoma limite dei veicoli mentre nel Regolamento di esecuzione e di attuazione del nuovo codice della strada all'art. 217. - Inscrivibilità in curva dei veicoli - Fascia d'ingombro (art. 61 C.s.) "Ogni veicolo a motore, o complesso di veicoli, compreso il relativo carico, deve potersi inscrivere in una corona circolare (fascia d'ingombro) di raggio esterno 12,50 m e raggio interno 5,30 m. Per i complessi di veicoli deve, inoltre, essere verificata la condizione di iscrizione del complesso entro la zona racchiusa dalla curva di minor raggio descritta dal veicolo trattore, nonché la possibilità di transito su curve

altimetriche della superficie stradale”

Viste le caratteristiche della rotatoria e della strada esistente ed avendo confrontato i dati ricavati con quello delle tabelle sopra riportate si evince che l'accesso e l'uscita dei mezzi pesanti dalla rotatoria da e per la via Bargnana risulta soddisfatto.

9. CONCLUSIONI

Dall'analisi condotta, in particolare nel calcolo dei livelli di servizio LOS, si può affermare che la viabilità interessata dall'intervento non subirà variazioni significative a fronte dell'incremento di traffico generato dall'attuazione dell'intervento e che la stessa viabilità esaminata risulta idonea a garantire il traffico indotto dalle destinazioni d'uso prevista.