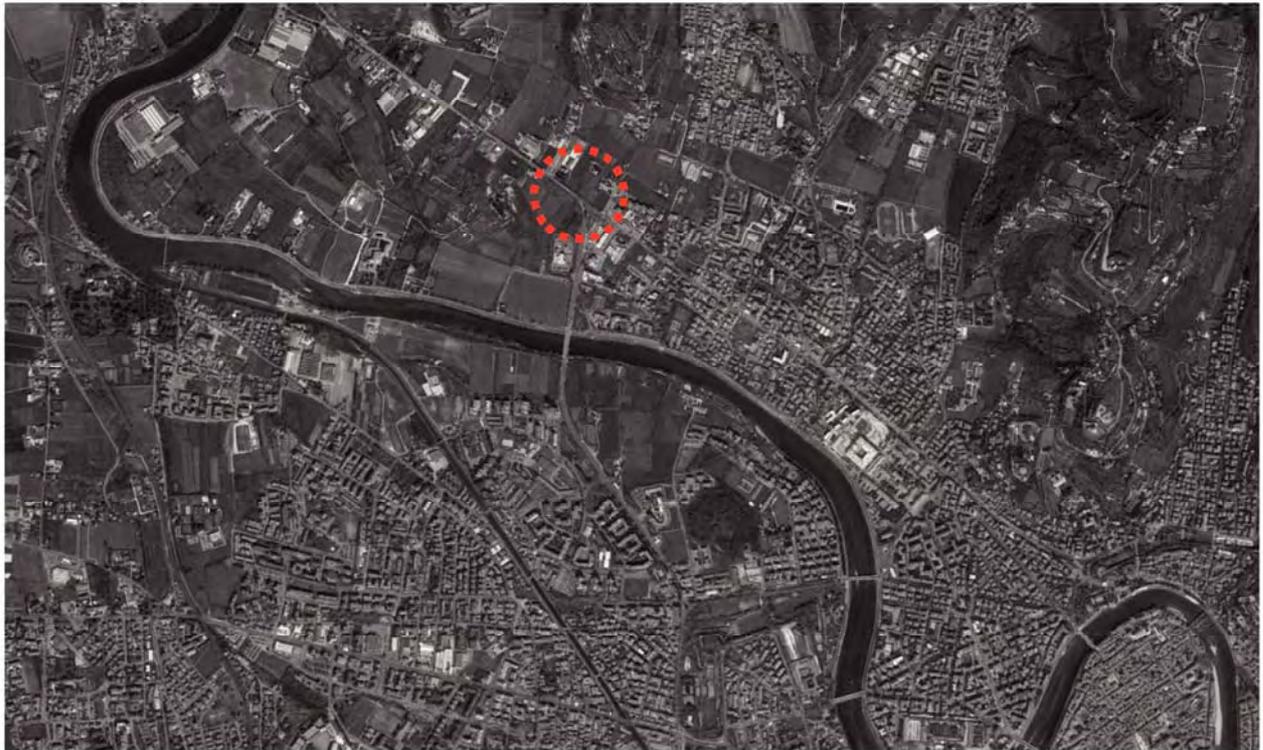


PROVINCIA DI  
VERONA

REGIONE  
VENETO

COMUNE DI  
VERONA

PROPOSTA DI VARIANTE SCHEDA NORMA N.208  
PIANO DEGLI INTERVENTI COMUNE DI VERONA



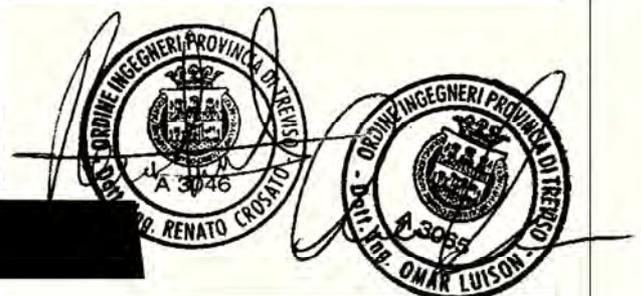
STUDIO DI IMPATTO VIABILISTICO  
Elaborato 01: Relazione tecnica

Committente:

Consulente:



**LIDL**  
Italia S.r.l.



Gennaio 2017

Revisione 0

# INDICE

1 GENERALITÀ DELLO STUDIO .....	2
2 QUADRO DI RIFERIMENTO NORMATIVO .....	4
3 INQUADRAMENTO TERRITORIALE .....	6
4 PIANIFICAZIONE VIGENTE .....	8
5 SISTEMA OFFERTA VIARIA.....	13
5.1    ASSI STRADALI PRINCIPALI.....	13
5.2    INTERSEZIONI LIMITROFE E ACCESSI ALL'AREA.....	17
6 DOMANDA DI TRAFFICO ATTUALE.....	23
6.1    RILIEVI AUTOMATICI.....	23
6.2    RILIEVI MANUALI .....	30
6.3    CONFRONTO CON FLUSSI DI TRAFFICO PIANIFICAZIONE VIGENTE .....	31
7 SCENARIO FUTURO .....	35
7.1    INTERVENTO DI PROGETTO .....	35
7.2    ACCESSI .....	37
7.3    FLUSSI DI TRAFFICO INDOTTI DALL'INTERVENTO COMMERCIALE .....	38
7.4    FLUSSI DI TRAFFICO FUTURI .....	40
8 LIVELLI DI SERVIZIO.....	41
8.1    DEFINIZIONI .....	41
8.2    LIVELLI DI SERVIZIO DELLE INTERSEZIONI SEMAFORIZZATE .....	42
8.3    LIVELLI DI SERVIZIO INTERSEZIONI NON SEMAFORIZZATE.....	45
8.4    LIVELLI DI SERVIZIO DELLE INTERSEZIONI A ROTATORIA.....	48
9 ANALISI MICROSIMULATIVA .....	51
9.1    MICROSIMULAZIONI ESEGUITE.....	51
9.2    VALUTAZIONE CRITICA DEI RISULTATI.....	56
9.2.1    Valutazioni di rete .....	57
9.2.2    Valutazioni di nodo.....	58
10 CONCLUSIONI.....	65

# 1 GENERALITÀ DELLO STUDIO

Nell'ambito della Proposta di Variante di rimodulazione della Scheda Norma n. 208 del Piano degli Interventi del Comune di Verona, si prevede l'insediamento di una nuova media struttura di vendita appartenente al gruppo Lidl Italia. A supporto di tale iniziativa, ai sensi dell'Allegato A della Delibera di Giunta n. 361 del 14 settembre 2016, il seguente studio di impatto viabilistico si pone come obiettivo quello di valutare la sostenibilità dell'intervento verificando l'impatto del nuovo insediamento sulla rete stradale di afferenza, alla luce anche della proposta di realizzazione di una nuova rotatoria prevista dalla pianificazione vigente in luogo dell'attuale intersezione semaforizzata prospiciente il lotto. L'apertura, l'ampliamento ed il trasferimento di attività commerciali risultano, infatti, direttamente connessi alla variazione dei flussi veicolari sulla rete viaria interessata a seguito delle nuove potenzialità di lavoro e d'acquisto che si vengono a creare.

L'analisi proposta consiste in uno studio approfondito dell'assetto viario esistente, seguito da un'attenta valutazione degli effetti determinati dal futuro carico veicolare indotto. Nello specifico, l'intervento oggetto della presente relazione prevede la realizzazione di una struttura avente superficie di vendita fino a 1.500 mq.

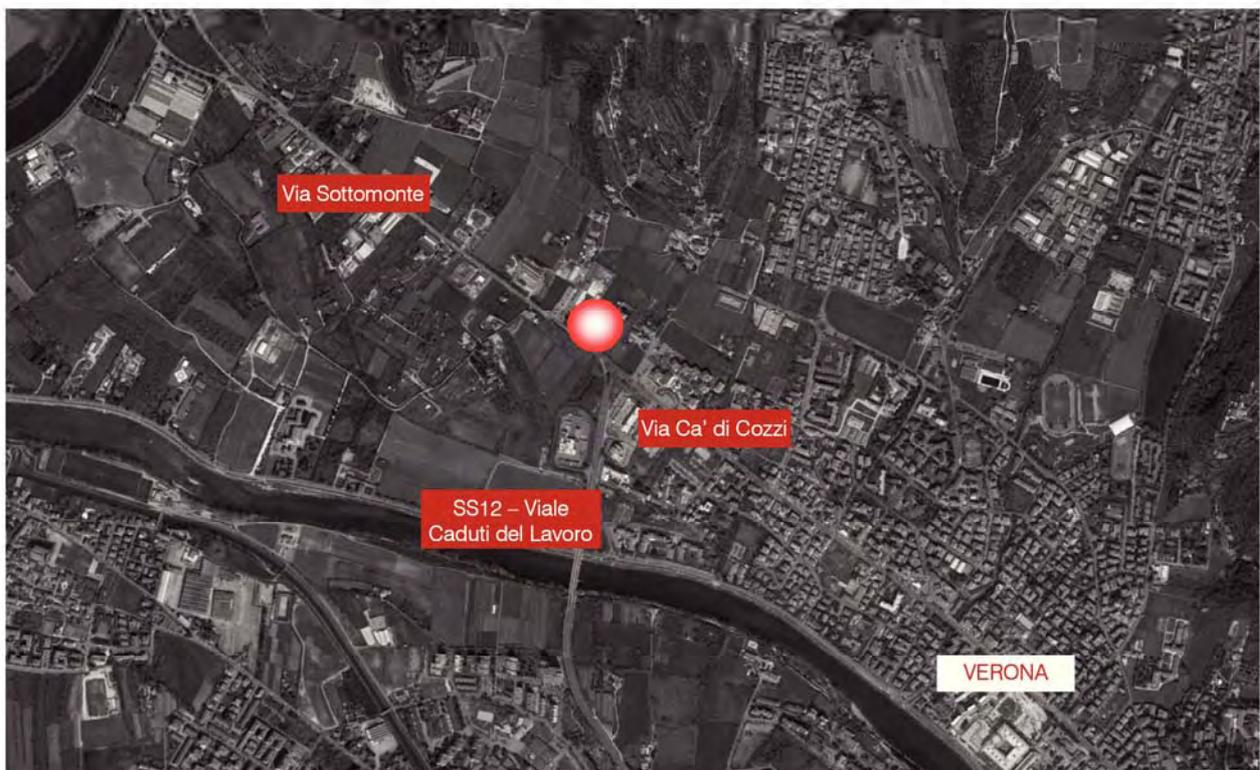


Figura 1.1 – Ambito di localizzazione

La presente relazione d'impatto viabilistico verrà comunque redatta sviluppando in dettaglio i seguenti punti secondo quanto stabilito dalla legislazione regionale vigente (L.R. n.50 del 28 Dicembre 2012 e successiva Delibera di Giunta Regionale n.1047 del 18 Giugno 2013) per superfici di vendita superiori a 1.500mq:

- inquadramento territoriale;
- analisi assetto viario esistente: descrizione e rappresentazione della rete viaria principale e secondaria;
- rilievi di traffico automatici e manuali, analisi flussi veicolari attuali;
- descrizione dell'intervento di progetto e stima dei futuri flussi indotti alla luce anche degli interventi urbanistici ed infrastrutturali previsti;
- breve dissertazione sulle basi teoriche riferite agli indicatori di prestazione utilizzati nello studio;
- analisi della viabilità interessata dalla struttura commerciale secondo i principi della Teoria e Tecnica della Circolazione.

Lo studio ha come obiettivo principale la definizione del livello di servizio (Level Of Service, LOS) delle infrastrutture viarie di afferenza in relazione sia alle portate veicolari attuali che a quelle future.

Nei capitoli che seguono, dopo aver delineato brevemente il quadro normativo di riferimento, verranno descritte l'offerta e la domanda di trasporto caratterizzanti lo stato di fatto, allo scopo di eseguire una stima attenta e puntale del grado di funzionalità degli archi e dei nodi stradali. Dopo una breve dissertazione teorica sui principali parametri utilizzati nell'ingegneria dei trasporti per l'individuazione del cosiddetto livello di servizio, saranno svolte le opportune analisi viabilistiche sulle prestazioni della rete stradale nella fascia oraria di punta identificata, pervenendo infine ad un'agevole comparazione, in termini viabilistici, tra lo stato attuale e lo scenario futuro previsto.

Si precisa che, come anticipato, nel valutare lo scenario futuro è stata considerata anche la riqualificazione del nodo semaforizzato posto all'intersezione tra Via Ca' di Cozzi e Viale Caduti del Lavoro, mediante una rotatoria.

Per valutare accuratamente gli indicatori prestazionali riferiti al funzionamento dei vari elementi della rete stradale, si è deciso di simulare sia allo stato di fatto che nello scenario futuro il funzionamento della rete viaria di afferenza alla struttura mediante l'utilizzo di uno specifico software microsimulativo.

Questa metodologia di verifica permette di generare un immediato output visivo facilmente comprensibile ed è l'unica in grado di tener conto delle possibili interazioni tra archi o nodi adiacenti garantendo quindi una completezza dell'analisi.

## 2 QUADRO DI RIFERIMENTO NORMATIVO

Ai sensi dell'art. 3 della Legge Regionale n.50 del 28 Dicembre 2012 "Politiche per lo sviluppo del sistema commerciale nella Regione Veneto", viene definito "esercizio commerciale" *il punto vendita nel quale un operatore economico svolge attività di commercio al dettaglio*. Nello specifico in base della superficie di vendita viene stabilita la seguente classificazione:

- esercizio di vicinato: *l'esercizio commerciale con superficie di vendita non superiore a 250 metri quadrati;*
- media struttura di vendita: *l'esercizio commerciale singolo o l'aggregazione di più esercizi commerciali in forma di medio centro commerciale, con superficie di vendita compresa tra 251 e 2.500 metri quadrati*
- medio centro commerciale: *una media struttura di vendita costituita da un'aggregazione di più esercizi commerciali inseriti in una struttura edilizia a destinazione specifica e prevalente e che usufruiscono di infrastrutture o spazi di servizio comuni gestiti unitariamente;*
- grande struttura di vendita: *l'esercizio commerciale singolo o aggregato con superficie di vendita superiore a 2.500 metri quadrati.*

L'art. 22 stabilisce che *le domande per il rilascio dell'autorizzazione per grandi strutture di vendita e per medie strutture con superficie di vendita superiore a 1.500 metri quadrati sono corredate di idoneo studio di impatto sulla viabilità, elaborato secondo i criteri definiti dal regolamento regionale di cui all'articolo 4.*

Nello specifico, l'Allegato A - D.G.R. n.1047 del 18 giugno 2013, fornisce precise disposizioni per la presentazione della documentazione in merito allo studio di impatto viabilistico. Per le medie strutture di vendita con superficie superiore a 1.500 metri quadrati e per le grandi strutture di vendita viene disposta, tra le altre cose la redazione di:

- *rappresentazione e descrizione della rete viaria interessante l'ambito territoriale in cui è localizzata la struttura;*
- *descrizione della tratta stradale o delle tratte stradali interessate dall'intervento per un raggio di almeno 1.000 metri (500 metri in caso di medie strutture di vendita con superficie superiore a 1.500 metri quadrati) rispetto ai punti di accesso e recesso nonché descrizione dell'area relativa agli incroci ed intersezioni più prossime e degli eventuali caselli di autostrade o superstrade;*
- *geometria della tratta o delle tratte stradali interessate dalla struttura;*

- *sintetica relazione concernente l'indagine e rappresentazione dei flussi di traffico diurno per fasce orarie (08.00-20.00) divise per intervalli di 15 minuti delle giornate di venerdì e sabato con evidenziazione delle ore di punta [...];*
- *dimostrazione di ammissibilità degli accessi sulla viabilità principale [...];*
- *[...] analisi dell'impatto sulla circolazione [...] con modelli di assegnazione/simulazione dei flussi e relativa previsione di livelli di servizio [...];*
- *analisi dettagliata dei nodi e delle intersezioni esistenti e di progetto effettuata con le modalità di cui al punto 5) [...];*

Nella fattispecie, trattandosi di una media struttura di vendita, lo studio verrà redatto seguendo le disposizioni previste per le medie strutture di vendita con superficie superiore ai 1.500 mq, con descrizione delle tratte stradali interessate dall'intervento per un raggio di almeno 500 m rispetto ai punti di accesso/recesso dell'area di indicazione.

Per quanto riguarda le verifiche funzionali e la stima degli indicatori prestazionali riferiti ai differenti archi e nodi che compongono la rete viaria si è utilizzato uno specifico software di microsimulazione del deflusso veicolare. Nei capitoli e negli allegati che seguono, quindi, i punti sopra elencati verranno sviluppati in dettaglio.

### 3 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

L'area oggetto di analisi è ubicata lungo Via Ca' di Cozzi a Verona (VR), comune di 258.765 abitanti al 01/01/2016, secondo quanto rilevato dall'ISTAT, esteso per circa 200 km<sup>2</sup>, ubicato al centro dell'omonima provincia di cui è capoluogo. La città, sorta lungo le rive del fiume Adige, è ubicata a circa trenta km dal Lago di Garda ed orograficamente è situata ad una quota di 59 m s.l.m. ai piedi dei Monti Lessini.

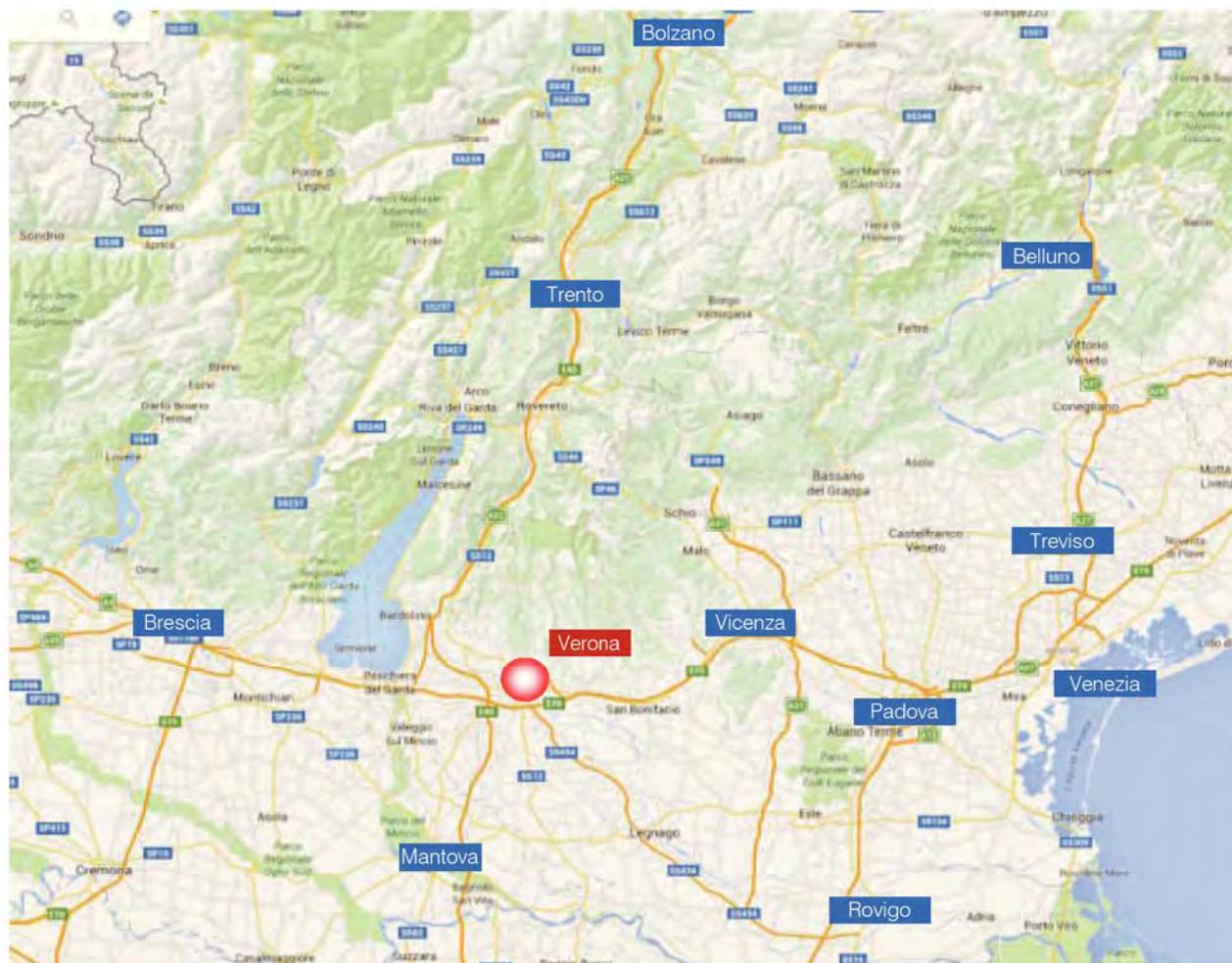


Figura 3.1 – Inquadramento territoriale comune di Verona

Il Comune confina con i comuni di Bussolengo, Buttapietra, Castel d’Azzano, Grezzana, Mezzane di Sotto, Negrar, Pescantina, Roverè Veronese, San Giovanni Lupatoto, San Martino Buon Albergo, San Mauro di Saline, San Pietro in Cariano, Sommacampagna, Sona, Tregnago e Villafranca di Verona. La città è suddivisa in otto circoscrizioni amministrative a loro volta suddivise in 23 zone.

L’ambito di intervento è localizzato nell’area di Saval, parte della circoscrizione 2 – Nord-Ovest, formata dai quartieri di Parona, Avesa, Ponte Crencano, Quinzano, Valdonega e Borgo Trento.

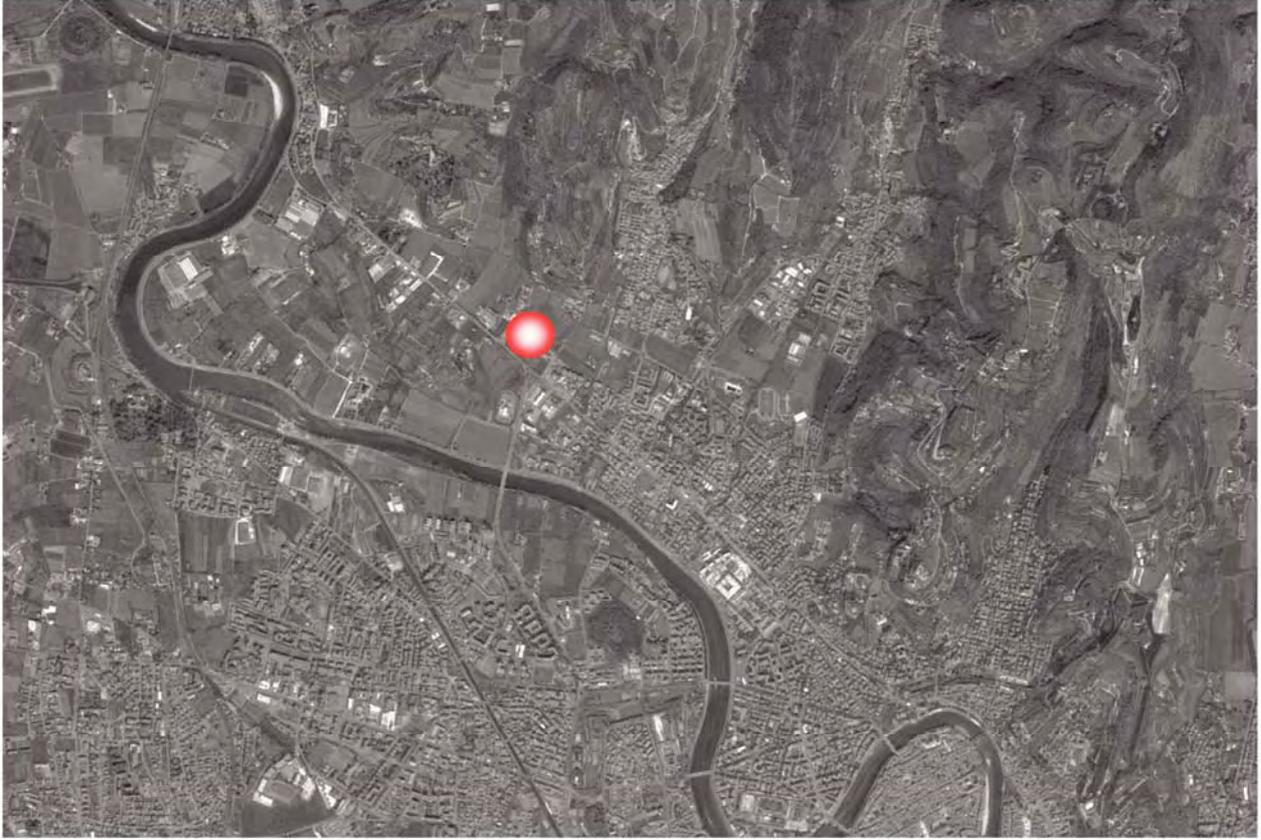


Figura 3.2 – Ubicazione intervento

Dal punto di vista infrastrutturale Verona costituisce un importante nodo stradale, ferroviario ed autostradale essendo posta all'intersezione tra l'asse est-ovest la cui dorsale può essere considerata l'autostrada A4 e l'asse nord-sud che unisce la Pianura Padana con l'Austria e la Germania attraverso il Passo del Brennero: a livello macro l'area è interessata dagli assi autostradali dell'A4 "Milano – Venezia", dell'A22 "Modena – Brennero", da importanti assi stradali quali la Strada Regionale 11 "Padana Superiore", la Strada Statale 12 "dell'Abetone e del Brennero", la Strada Statale 434 "Transpolesana". Analoga importanza è attribuita agli assi ferroviari; in città sono presenti tre stazioni ferroviarie: Verona Porta Nuova, principale scalo cittadino, Verona Porta Vescovo e la stazione minore di Ca' di David. Inoltre, a sud-ovest della città è ubicato l'aeroporto internazionale "Valerio Catullo", in comune di Villafranca di Verona.

Focalizzando l'attenzione sull'area di intervento, gli assi viari principali sono rappresentati da Via Ca' di Cozzi in direzione est ovest e Viale Caduti del Lavoro in direzione nord-sud, denominazione in questo tratto della SS12.

La nuova struttura di vendita si inserisce in un ambito a vocazione prevalentemente residenziale ai limiti del centro abitato di Verona, non lontano dall'ospedale di Borgo Trento, caratterizzata da un intenso traffico di attraversamento da e per la città di Verona in particolare dalla Valpolicella.

## 4 PIANIFICAZIONE VIGENTE

In ambito di pianificazione, dal 28/02/2008 è in vigore all'interno del Comune di Verona il Piano di Assetto del Territorio redatto sulla base della Legge Regionale n.11 del 23/04/2004. In base a tale strumento urbanistico, l'ambito oggetto di studio è inserito ai confini tra l'Ambito Territoriale Ottimale ATO 2 e l'ATO 7.

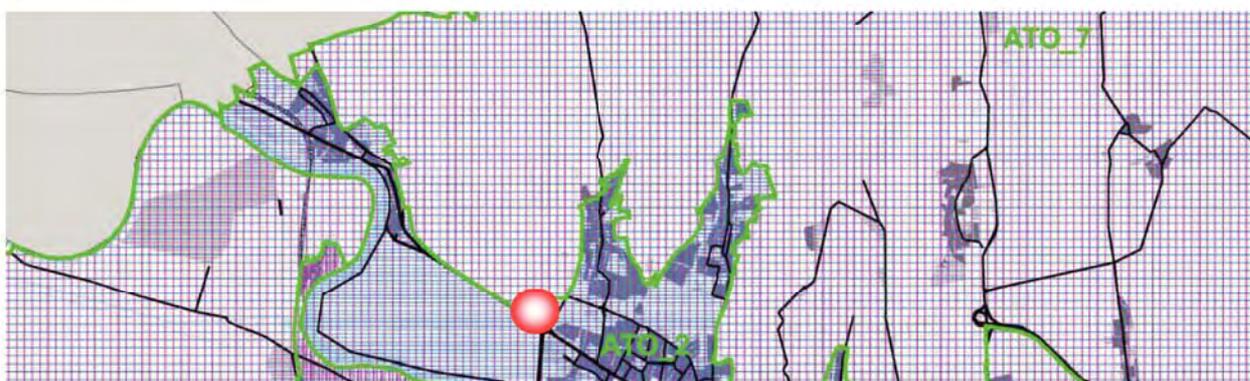
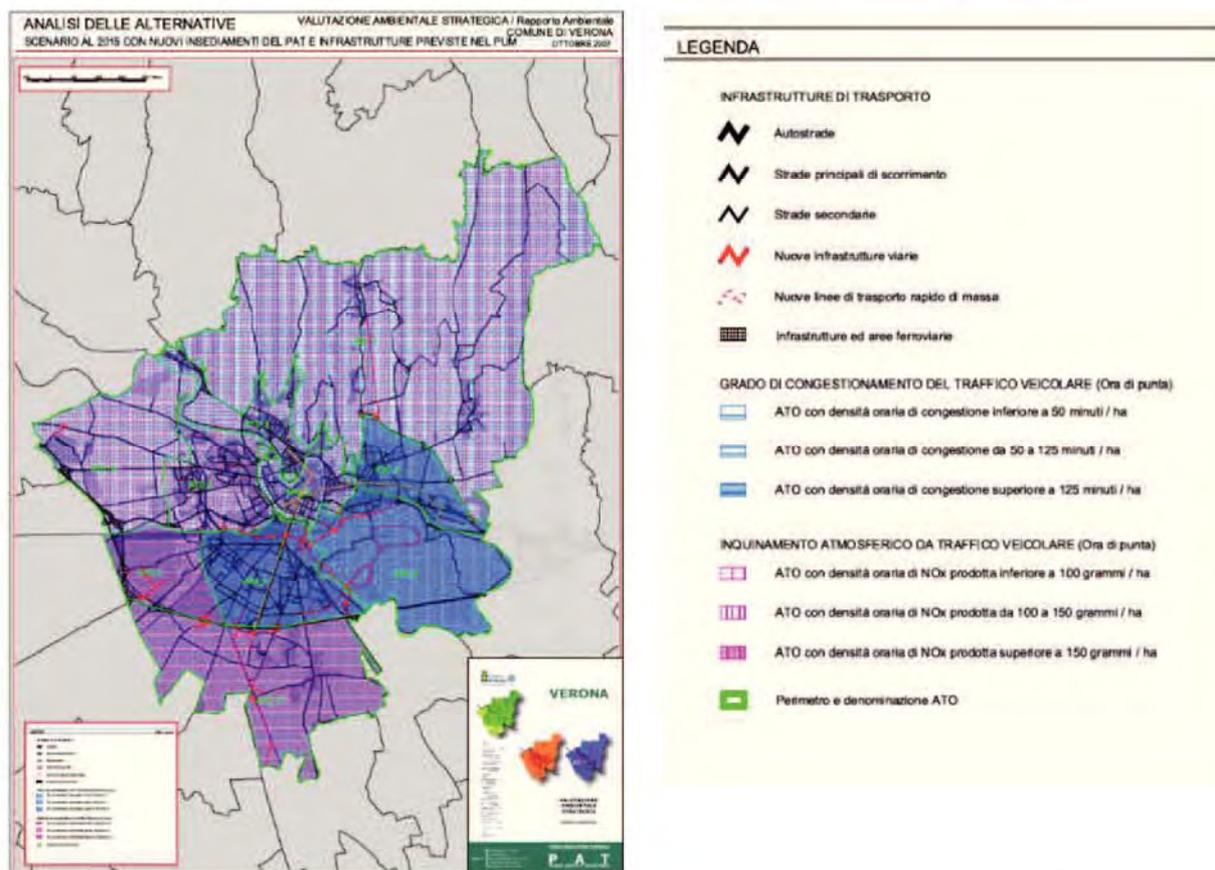


Figura 4.1 – Analisi delle alternative – PAT

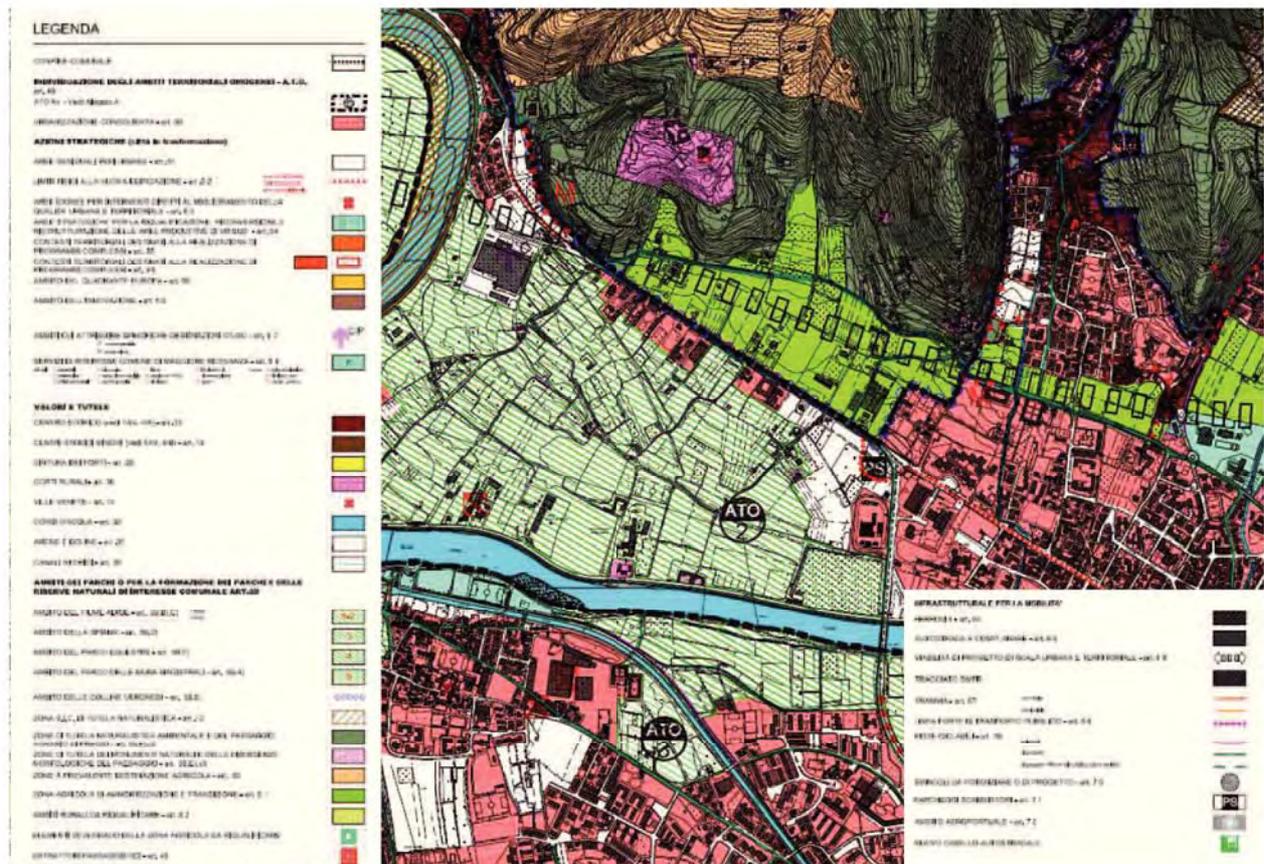


Figura 4.2 – Tavola delle trasformabilità – PAT

Per quanto concerne il Piano degli Interventi, attualmente è in corso di approvazione la Variante 23 al Piano del 2011, il cui impatto, come condiviso con i tecnici comunali, in termini viabilistici è già stato considerato all'interno del presente Studio.

Il lotto in esame, secondo il Piano degli Interventi vigente, ricade attualmente nella Scheda Norma n.208, secondo la quale era inizialmente prevista la trasformazione urbanistica con destinazione d'uso residenziale (U1 – Usi abitativi), in base a quanto stabilito dall'accordo pubblico-privato sottoscritto da Comune di Verona e la società NICO.FER. srl. L'area, successivamente alla sottoscrizione dell'accordo, è stata oggetto di richiesta di rimodulazione dei contenuti della Scheda Norma n. 208, finalizzata a consentire la destinazione d'uso commerciale.

La Proposta di Variante, a supporto della quale si allega il presente Studio, ai sensi dell'art. 18-ter della Legge Regionale 23 aprile 2004, n.11, modificato secondo quanto previsto dalla L.R. n.4 del 16 marzo 2015, prevede fondamentalmente:

- la trasformazione della destinazione d'uso in commerciale (U2 – Usi commerciali) anziché residenziale (U1 – Usi abitativi);
- la modifica della collocazione all'interno dell'Ambito dell'area di concentrazione volumetrica;
- la modifica del perimetro dell'Ambito;

- la modifica della capacità edificatoria massima consentita per l'Ambito.

In materia di trasporti il principale atto di pianificazione vigente nel Comune di Verona è il PGTU approvato da parte del Consiglio Comunale con delibera n.0137 del 04/12/1997 ed aggiornato successivamente con delibera n.183 del 13/06/2013. Si precisa che, come riportato nella relazione del Piano del 1997, il PGTU per la città di Verona può qualificarsi come Piano della Mobilità.

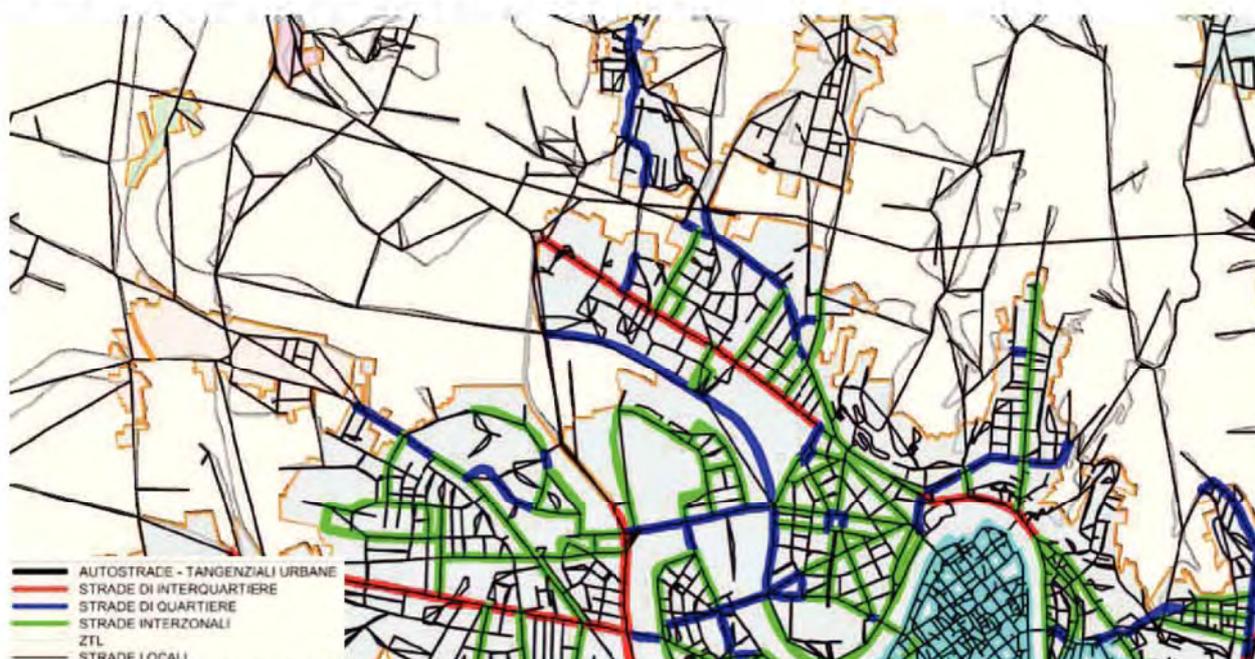


Figura 4.3 – Classificazione funzionale

L'aggiornamento del 2013 mira a verificare:

- la funzionalità di un sistema di TPL filoviario;
- le modifiche sulla circolazione indotte dalla sua realizzazione;

e l'influenza

- della Tangenziale Nord;
- della Variante alla SS434;
- della Variante alla SS12.

L'aggiornamento al PGTU è corredato dai seguenti documenti:

- Piano Direttore della Sicurezza Stradale;
- Regolamento viario.

Il Piano del 2013 ha visto:

- la ridefinizione della classifica funzionale;
- il miglioramento della capacità di deflusso dei nodi critici;
- interventi a favore

- del trasporto pubblico (nuovo sistema filoviario);
- della mobilità pedonale;
- della mobilità ciclabile;
- aggiornamento del Piano della sosta;
- interventi per il miglioramento della sicurezza urbana;
- interventi anticipatori.

In base al PGTU vigente si ricava la seguente classificazione funzionale:

- Strade interquartiere: Viale Caduti del Lavoro, Via Ca' di Cozzi, Via Sottomonte;
- Strade di quartiere: Lungadige Attiraglio;
- Strade locali: Via San Rocco e altra viabilità afferente l'area.

Si segnala, inoltre, che in base ai piani vigenti, è prevista la riqualificazione dell'intersezione semaforizzata ubicata all'intersezione tra Via Ca' di Cozzi e Viale Caduti del Lavoro mediante la realizzazione di una rotonda.



Figura 4.4 – Ambito di intervento

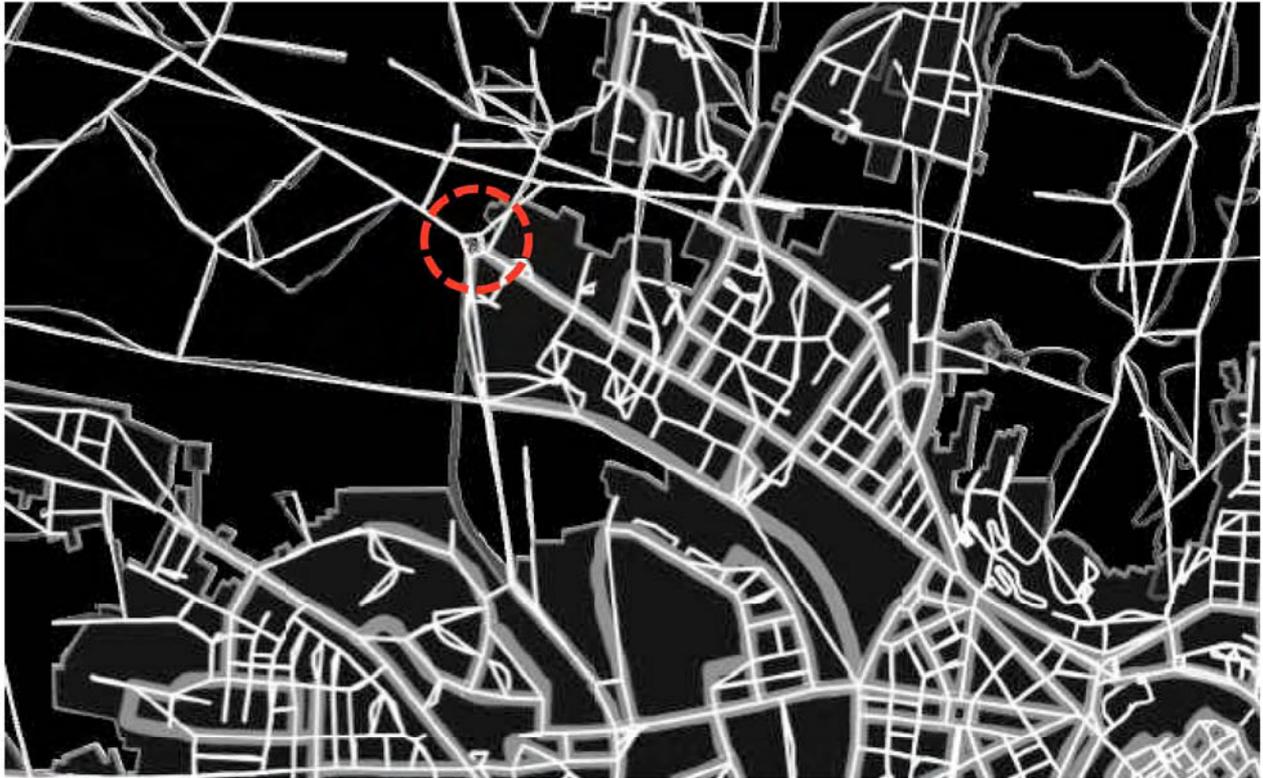


Figura 4.5 – Classificazione funzionale: zoom con indicazione rotatoria

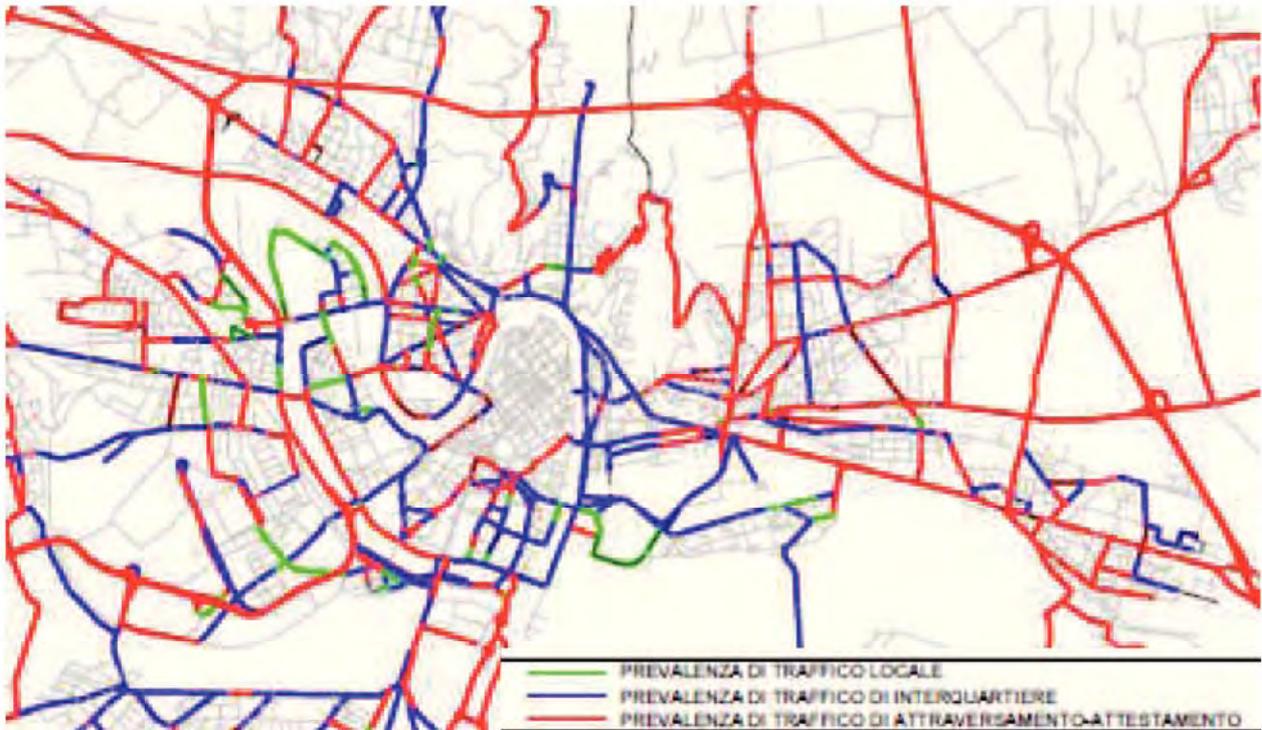


Figura 4.6 – Tipologia flussi veicolari secondo PGTU vigente

## 5 SISTEMA OFFERTA VIARIA

Di seguito verrà descritto il sistema dell'offerta di trasporto con la descrizione dei principali assi stradali e delle intersezioni limitrofe all'area di studio.

### 5.1 ASSI STRADALI PRINCIPALI

Le principali direttrici infrastrutturali afferenti all'area oggetto di studio risultano essere Viale Caduti del Lavoro, sul sedime della SS12, e l'asse di Via Ca' di Cozzi – Via Sottomonte.

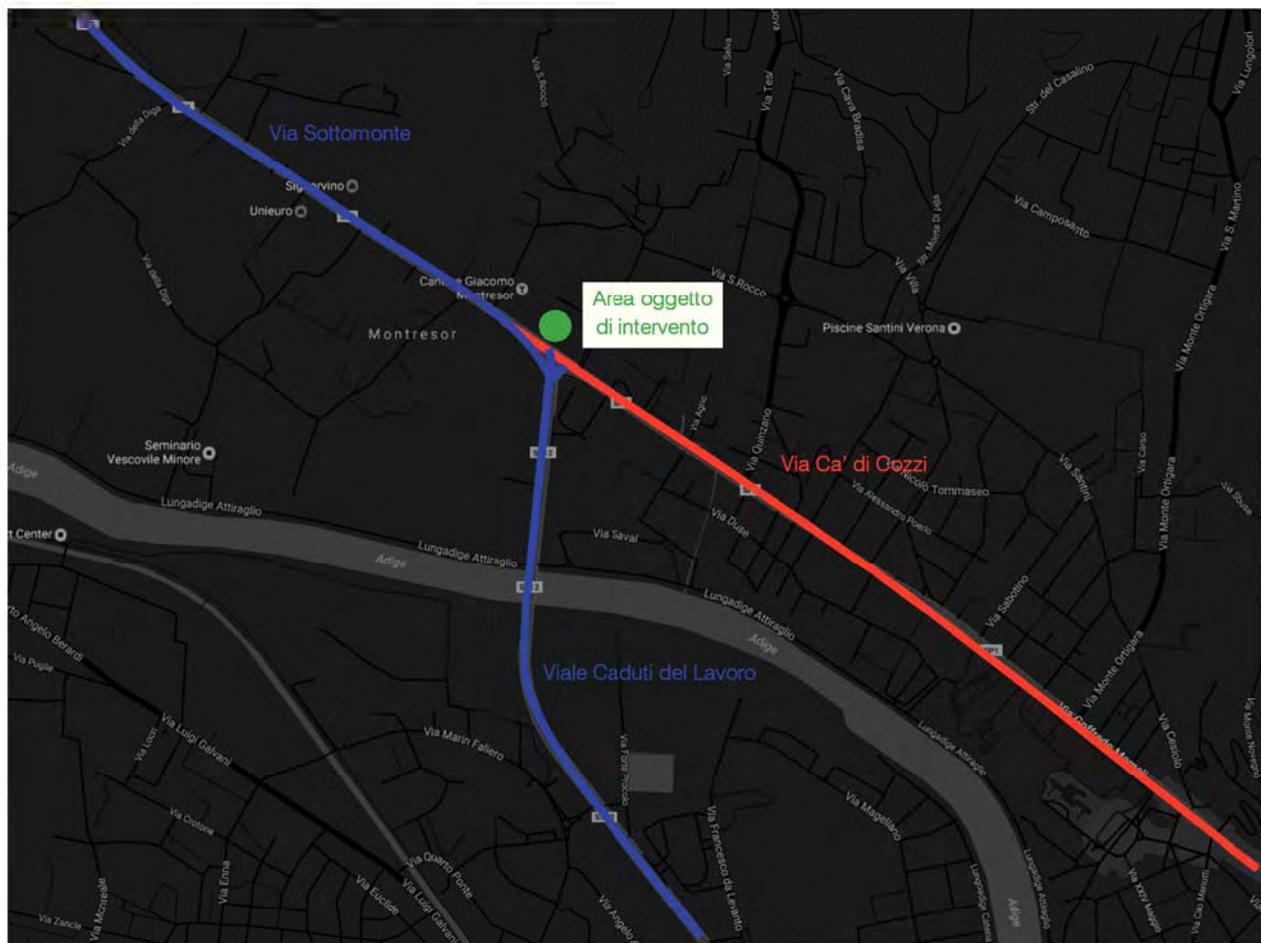


Figura 5.1 – Assi viari principali

Di seguito si riporta una breve descrizione per ciascuna delle strade citate, mentre per quanto riguarda il dettaglio descrittivo della viabilità di afferenza compresa nell'area avente raggio di 500 m, si rimanda agli allegati.

- *Via Ca' di Cozzi.* Via Ca' di Cozzi è una strada classificata in base al PGTU vigente come strada interquartiere. È caratterizzata da una carreggiata con due corsie per senso di marcia e costituisce un importante asse di penetrazione al centro storico per quanti provengono dalla parte settentrionale - collinare del Comune e dalla Valpolicella.



Figura 5.2 – Ortofoto Via Ca' di Cozzi



Figura 5.3 – Via Ca' di Cozzi

- *Via Sottomonte*. Via Sottomonte, strada urbana interquartiere nel primo tratto, presenta una carreggiata formata da una corsia per senso di marcia e corsie di accumulo per facilitare le svolte in sinistra. Rappresenta la principale porta alla città per l'utenza proveniente dall'area della Valpolicella.



Figura 5.4 – Ortofoto Via Sottomonte



Figura 5.5 – Via Sottomonte

- *Viale Caduti del Lavoro*. Viale Caduti del Lavoro, strada di tipo interquartiere in base al PGTU vigente, è ubicata sul sedime della Strada Statale 12 “dell’Abetone e del Brennero”. Nel suo percorso all’interno del territorio comunale di Verona, la SS12 collega l’asse di Via Ca’ di Cozzi con l’area di Verona Porta Sud ed il relativo casello autostradale. Nel tratto in esame è costituita da due carreggiate separate ciascuna con due corsie.



Figura 5.6 – Ortofoto Viale Caduti del Lavoro



Figura 5.7 – Viale Caduti del Lavoro – dir. nord

## 5.2 INTERSEZIONI LIMITROFE E ACCESSI ALL'AREA

In questo paragrafo vengono brevemente descritte le intersezioni più significative prossime all'area oggetto di studio, ubicata in località Ca' di Cozzi, in Comune di Verona.



Figura 5.8 – Intersezioni limitrofe all'area di studio

Per una descrizione più dettagliata si rimanda agli allegati, in cui vengono descritti i nodi adiacenti all'ambito di intervento contenuti all'interno del raggio di 500 m rispetto ai punti di accesso e recesso dalla struttura.

Come illustrato in Figura 5.8, le principali intersezioni limitrofe al lotto esaminato sono rappresentate da:

1. *Intersezione semaforizzata tra Via Ca' di Cozzi, Via Sottomonte, Viale Caduti del Lavoro e Via San Rocco.* È un nodo a raso regolato da un complesso impianto semaforico tra la direttrice principale rappresentata da Via Ca' di Cozzi – Via Sottomonte e le due laterali Via San Rocco e Viale Caduti del Lavoro. Attualmente Via Ca' di Cozzi presenta un'elevata incidentalità, come emerso negli strumenti di pianificazione vigenti (Aggiornamento Piano Direttore Della Sicurezza Stradale) e nel corso dei sopralluoghi effettuati.



Figura 5.9 – Intersezione tra Via Ca' di Cozzi, Via Sottomonte, Viale Caduti del Lavoro e Via San Rocco

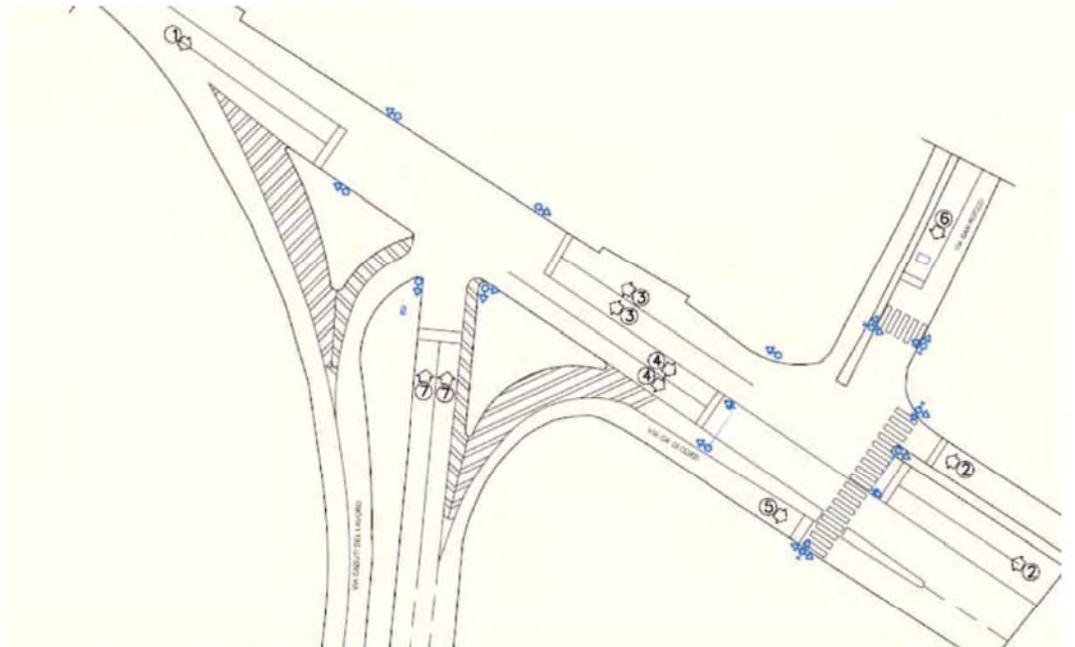


Figura 5.10 – Schema fasi ciclo semaforico secondo quanto riportato nel PGTU vigente

FASE	SEGNALI LANTERNE SEMAFORICHE																			DIREZIONE	
N. 1	Verde		Verde att.		Giallo		Rosso		Rosso		Rosso		Rosso		Rosso		Rosso		Rosso		1
N. 2	Verde		Verde att.		Giallo		Rosso		Rosso		Rosso		Rosso		Rosso		Rosso		Rosso		2
N. 3	Verde		Verde att.		Giallo		Rosso		Rosso		Rosso		Rosso		Rosso		Rosso		Rosso		6-7
N. 4	Verde		Verde att.		Giallo		Rosso		Rosso		Rosso		Rosso		Rosso		Rosso		Rosso		B
N. 5	Verde		Verde att.		Giallo		Rosso		Rosso		Rosso		Rosso		Rosso		Rosso		Rosso		A
N. 6	Verde		Verde att.		Giallo		Rosso		Rosso		Rosso		Rosso		Rosso		Rosso		Rosso		3
N. 7	Verde		Verde att.		Giallo		Rosso		Rosso		Rosso		Rosso		Rosso		Rosso		Rosso		4-5
N. 8	Verde		Verde att.		Giallo		Rosso		Rosso		Rosso		Rosso		Rosso		Rosso		Rosso		
TEMPI [sec.]	10	10	10	4	5	5	4	2	10	5	10	4	2								
PASSI	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
ATTESA		○																			
PROLUNG.		○				○				○											
MANUALE	○	○			○	○			○												
SALTO																					
SINCRO																					

Figura 5.11 – Ciclo semaforico secondo quanto riportato nel PGTU vigente



Figura 5.12 – Sinistro occorso in data 05.12.2016 1/2



Figura 5.13 – Sinistro occorso in data 05.12.2016 2/2



Figura 5.14 – Attestazione da Via Ca' di Cozzi



Figura 5.15 – Attestazione da Via San Rocco

2. *Intersezione a livelli sfalsati tra Via Ca' di Cozzi e la viabilità a servizio del complesso commerciale, direzionale e residenziale ubicato a nord e sud dell'asse stradale. È un'intersezione a livelli sfalsati atta ad eliminare le svolte in sinistra con uno svincolo di tipo "a trombetta", a servizio delle attività ubicate a nord ed a sud di Via Ca' di Cozzi.*



Figura 5.16 – Ortofoto intersezione a livelli sfalsati



Figura 5.17 – Intersezione a livelli sfalsati – lato sud



Figura 5.18 – Intersezione a livelli sfalsati – rampa di uscita in destra lato sud

3. *Intersezione semaforizzata tra Via Trento, Largo Ca' di Cozzi e Via Quinzano.* È un'intersezione semaforizzata il cui asse principale è rappresentato da Via Trento. Il ramo sud, Largo Ca' di Cozzi, è a senso unico in direzione nord. Il ciclo semaforico presenta tre fasi distinte: 1 – Via Trento, 2 – Via Quinzano, 3 – Largo Ca' di Cozzi.



Figura 5.19 – Ortofoto intersezione semaforizzata tra Via Trento, Largo Ca' di Cozzi e Via Quinzano



Figura 5.20 – Intersezione semaforizzata tra Via Trento, Largo Ca' di Cozzi e Via Quinzano – 1/2



Figura 5.21 – Intersezione semaforizzata tra Via Trento, Largo Ca' di Cozzi e Via Quinzano – 2/2

## 6 DOMANDA DI TRAFFICO ATTUALE

L'intervento oggetto di studio è rappresentato dall'insediamento di una media struttura di vendita lungo Via Ca' di Cozzi in corrispondenza dell'intersezione con Viale Caduti del Lavoro in Comune di Verona.

La viabilità di afferenza al lotto in questione risulta contraddistinta da una significativa quota di mobilità veicolare: la rete viaria è infatti interessata sia da flussi locali in destinazione ai vari poli attrattori della zona (ospedale, istituti scolastici) sia da flussi di attraversamento che dall'area della Valpolicella si dirigono verso il centro di Verona e l'area di Verona Sud. Per questo motivo risulta di fondamentale importanza analizzare specificatamente le ricadute in termini di traffico originate dall'intervento di progetto.

Per descrivere, quindi, in modo completo ed accurato i flussi veicolari che contraddistinguono la rete viaria si è ricorsi ad una serie di rilievi automatici lungo gli assi stradali caratterizzanti l'area in oggetto. In aggiunta sono stati eseguiti anche dei rilievi manuali nell'intervallo orario di punta della mattina e della sera – nella giornata di venerdì 02 dicembre 2016 – in corrispondenza delle principali intersezioni attigue alla struttura commerciale.

### 6.1 RILIEVI AUTOMATICI

Al fine di monitorare le principali caratteristiche del traffico - tipologie veicolari e flussi veicolari orari -, sono stati effettuati dei rilievi automatici lungo la viabilità di interesse. I rilievi, eseguiti mediante strumentazione radar, hanno permesso un monitoraggio continuativo nelle giornate di venerdì e sabato, periodo in cui statisticamente si prevede l'indotto maggiore per un insediamento commerciale.

Le giornate di rilievo sono state pertanto:

- venerdì 02 dicembre 2016;
- sabato 03 dicembre 2016.

Si precisa che la fase di misurazione dei flussi veicolari viene eseguita all'interno di un periodo dell'anno lavorativo/scolastico escludendo generalmente dall'attività di monitoraggio i seguenti periodi:

- feste prestabilite;
- eventi speciali (feste, mercati, manifestazioni sportive etc.).

I radar, dotati di propria alimentazione a batteria, sono stati ubicati esternamente alla carreggiata, senza arrecare alcun disturbo al normale deflusso veicolare, con angolazione rispetto all'asse stradale tale da permettere il corretto conteggio dei flussi veicolari.

Durante le operazioni di installazione si è provveduto infatti a calibrare la strumentazione variando l'angolo di inclinazione del radar parallelamente al piano viabile; grazie all'ausilio di un palmare si è potuto inoltre verificare, in tempo reale, l'effettivo conteggio dei veicoli e la loro lunghezza.



Figura 6.1 – Strumentazione radar utilizzata

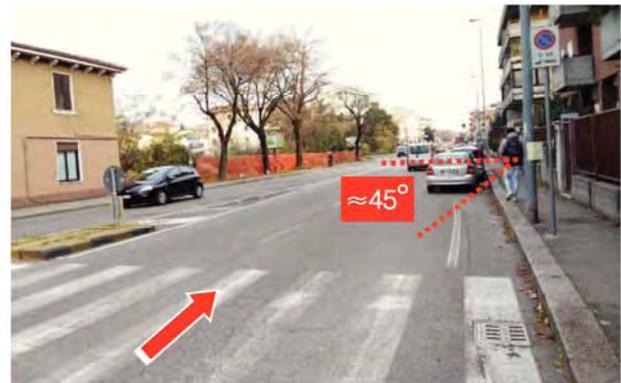
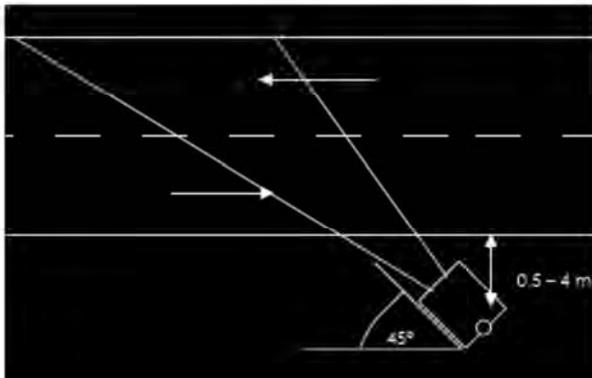


Figura 6.2 – Angolo di installazione dei radar rispetto alla direzione di marcia

Ai sensi delle direttive contenute nella D.G.R. n.1047 del 18 giugno 2013, l'indagine è stata condotta relativamente ai flussi di traffico diurni per fasce orarie (08.00-20.00) divise per intervalli di 15 minuti.

Di seguito si propone una sintetica tabella riportante il numero dei radar e gli assi stradali lungo i quali sono stati collocati:

Numerazione radar	Corsie rilevate	Posizione
Radar 1	2	Viale Caduti del Lavoro dir. nord
Radar 2	2	Viale Caduti del Lavoro dir. sud
Radar 3	1	Via Ca' di Cozzi sud dir. est
Radar 4	1	Via Ca' di Cozzi sud dir. ovest
Radar 5	2	Via Ca' di Cozzi est dir. nord-ovest

Radar 6	2	Via Ca' di Cozzi est dir. sud-est
Radar 7	1	Via San Rocco dir. sud
Radar 8	1	Via San Rocco dir. nord
Radar 9	1	Via Sottomonte dir. sud-est
Radar 10	1	Via Sottomonte dir. nord-ovest

Tabella 6.1 – Specifica radar

Di seguito dopo un'illustrazione puntuale delle sezioni stabilite per il rilievo verranno brevemente sviluppate alcune osservazioni sui dati di traffico, riportati in dettaglio in allegato, in cui, per le giornate di venerdì 02 e sabato 03 dicembre 2016, verranno specificati:

- dati generali accompagnati da documentazione fotografica;
- volumi di traffico con intervallo pari a 15';
- volumi di traffico orari;
- grafici finali.

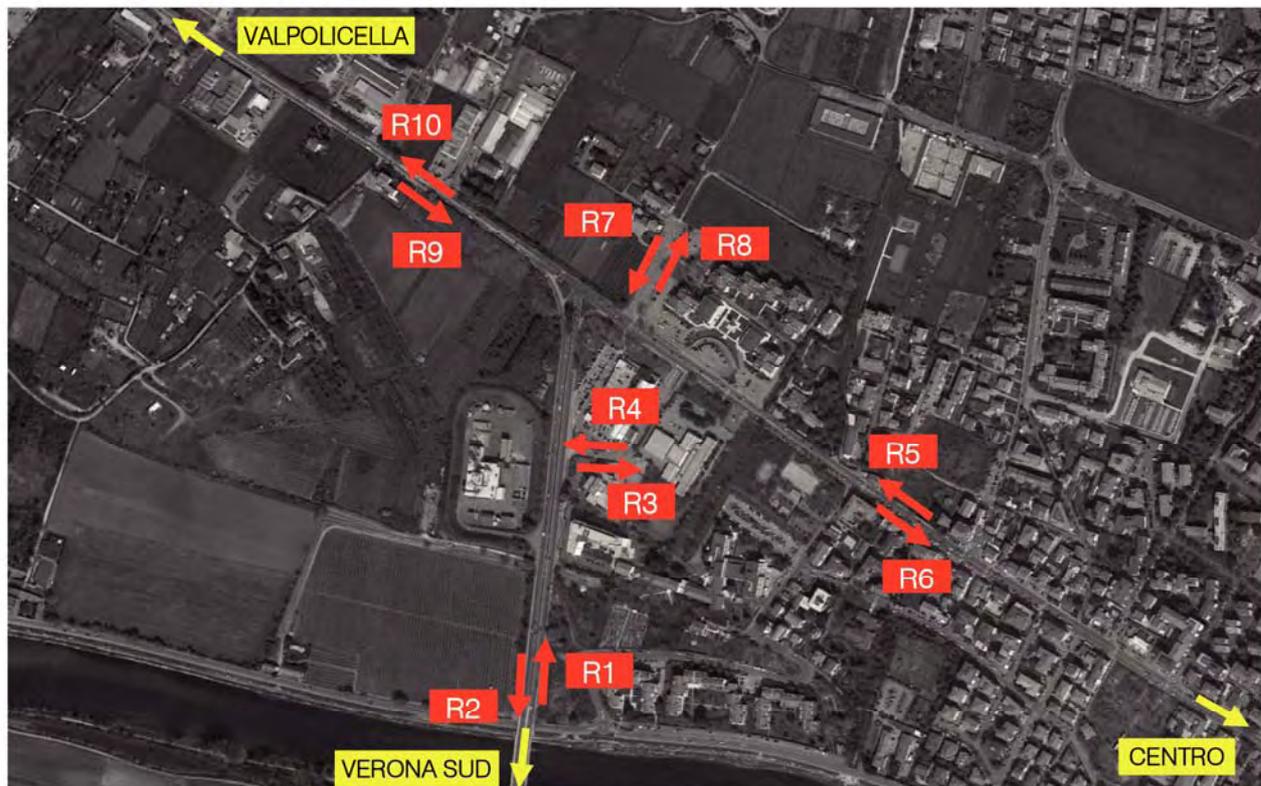


Figura 6.3 – Sezioni di rilievo tramite strumentazione radar

In aggiunta si riporta la documentazione fotografica di alcuni dei radar installati lungo la viabilità di afferenza, da cui si evince come le apparecchiature siano posizionate esternamente alla sede stradale senza arrecare alcun disturbo al normale deflusso veicolare.



Figura 6.4 – Radar 1



Figura 6.5 – Radar 2



Figura 6.6 – Radar 3



Figura 6.7 – Radar 6



Figura 6.8 – Radar 8



Figura 6.9 – Radar 9

I dati di traffico immagazzinati sono stati rielaborati mediante un apposito database distinguendoli per numero di postazione, direzione, giorno, classe veicolare e fascia oraria.

Per quanto concerne le tipologie veicolari utilizzate per le rielaborazioni i veicoli rilevati sono stati suddivisi, in base alla loro lunghezza (L) in 4 classi:

Tipologia veicolare	Lunghezza
Motocicli	$0.0 \text{ m} < L < 2.5 \text{ m}$
Auto	$2.5 \text{ m} \leq L < 6.0 \text{ m}$
Commerciali leggeri	$6.0 \text{ m} \leq L < 8.5 \text{ m}$
Mezzi pesanti	$8.5 \text{ m} \leq L < 21.0 \text{ m}$

Tabella 6.2 – Suddivisione classi veicolari

I dati sono stati poi aggregati utilizzando come riferimento temporale il quarto d'ora ed omogeneizzati in termini di veicoli equivalenti utilizzando il coefficiente 0.5 per i motocicli, 1.0 per le autovetture, 1.5 per i commerciali leggeri e 2.0 per i mezzi pesanti.

Globalmente, analizzando i dati ricavati dalle apparecchiature radar si osserva come il giorno caratterizzato dai volumi di traffico maggiori sia il **venerdì**: complessivamente i flussi 08.00 – 20.00 del sabato sono inferiori del 18% rispetto alla giornata infrasettimanale.

Andando a valutare gli andamenti orari si nota come la giornata del sabato presenti l'ora di punta del mattino traslata verso la fascia meridiana e compresa nella fascia bioraria tra le 10.30 e le 12.30 mentre nell'intervallo pomeridiano si evidenzia un trend positivo fino ad attestarsi ad un valore pressoché costante a partire dalle 17.00. L'andamento orario del venerdì, invece, presenta un andamento a doppia campana con un picco mattutino più marcato rispetto al massimo serale.

Prendendo quindi a riferimento la giornata del **venerdì**, il periodo di punta della mattina risulta contenuto nella fascia compresa tra le 08.00 e le 09.00, mentre l'ora di punta serale, si ha dalle 17.00 alle 18.00.

SEZIONE	Venerdì 02.12.2016	Sabato 03.12.2016
1	10.452	8.133
2	9.210	7.430
3	2.234	1.841
4	629	472
5	8.228	6.812
6	8.900	6.904
7	1.067	827
8	806	571
9	11.054	9.556
10	11.774	10.428

Tabella 6.3 – Veicoli equivalenti giornalieri 08.00 – 20.00

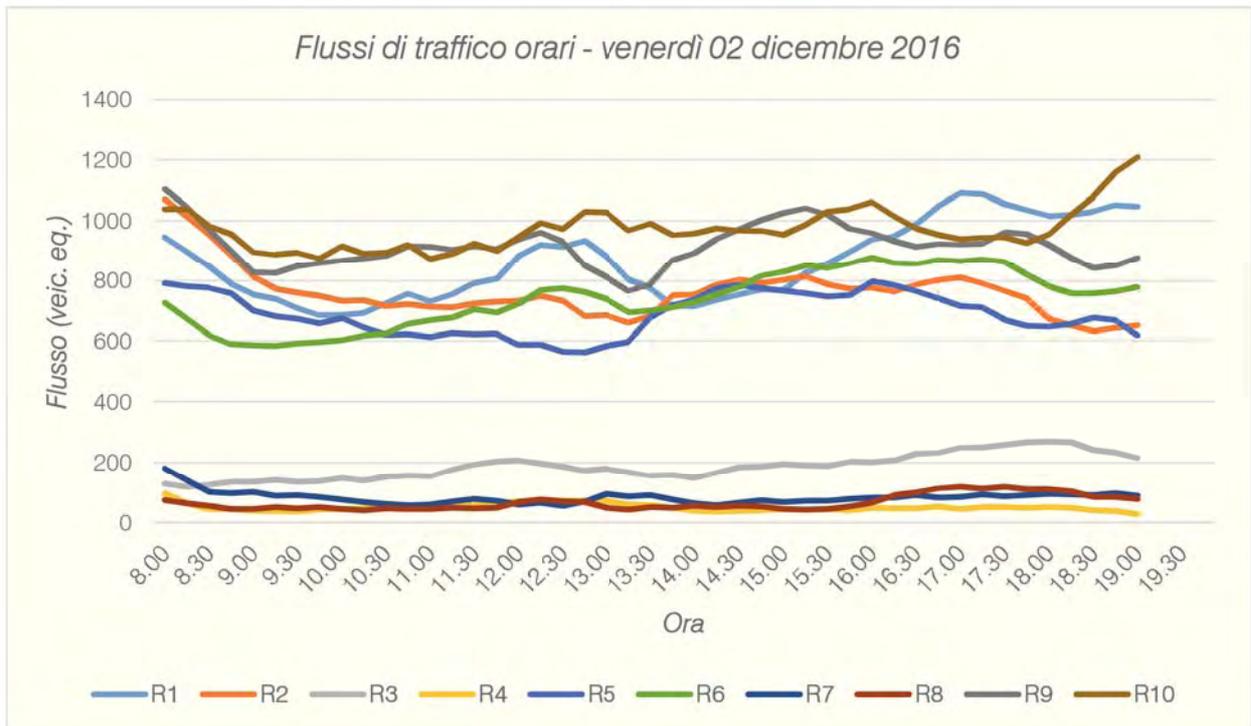


Figura 6.10 – Andamento volumi di traffico per sezione – venerdì 02.12.2016

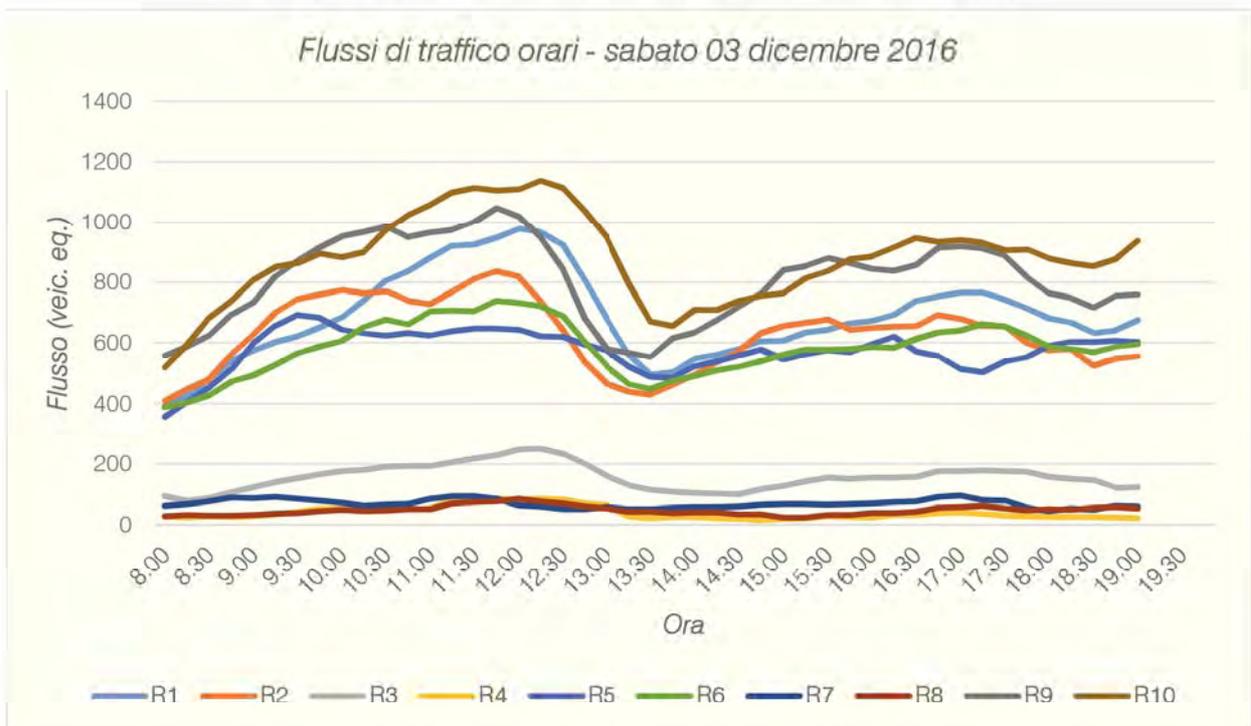


Figura 6.11 – Andamento volumi di traffico per sezione – sabato 03.12.2016

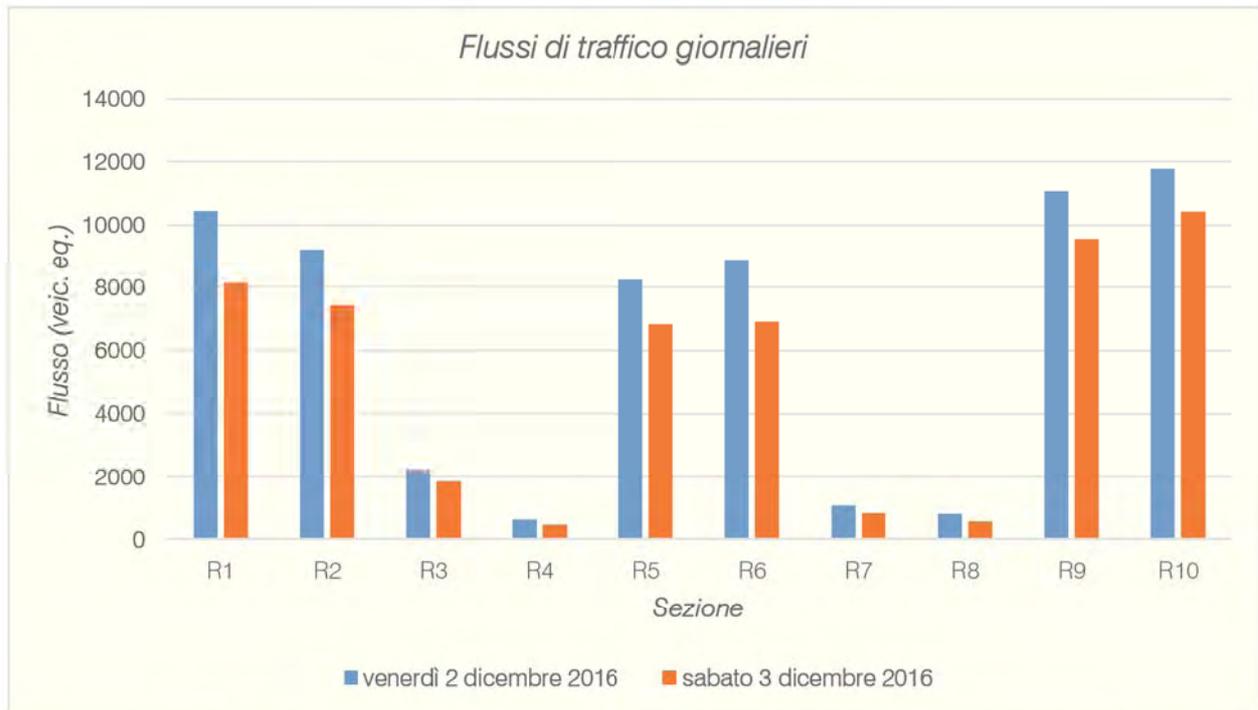


Figura 6.12 – Flussi di traffico giornalieri (08.00 – 20.00) venerdì 02.12.2016 – sabato 03.12.2016

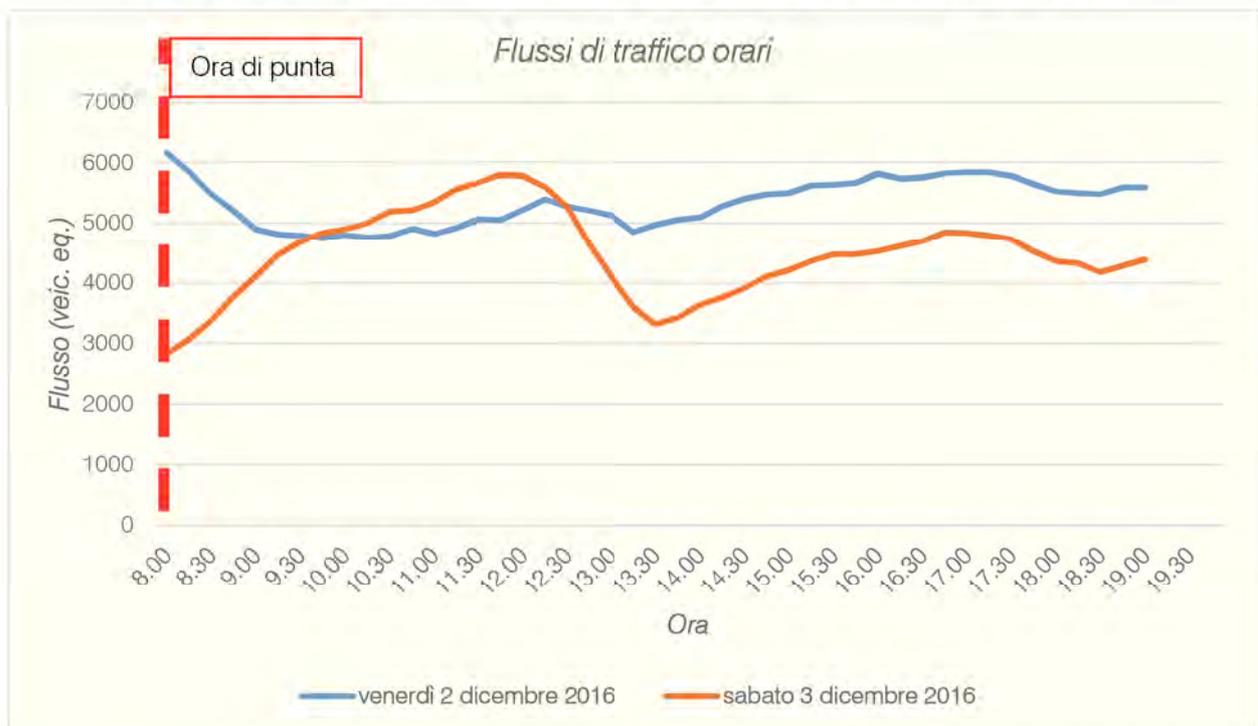


Figura 6.13 – Confronto andamento volumi di traffico venerdì 02.12.2016 – sabato 03.12.2016

I risultati dei rilievi condotti vengono descritti anche dai grafici riportati di seguito sia per la giornata di venerdì e per quella di sabato in cui si nota:

- il flusso 8.00-20.00 del sabato è inferiore del 18% rispetto al dato riferito al venerdì;

Nella giornata di venerdì:

- i flussi lungo la laterale di Via Ca' di Cozzi e Via San Rocco sono pari a circa il 10% del flusso bidirezionale 08.00-20.00 registrato lungo le altre vie oggetto di monitoraggio, evidenziando la diversa classificazione funzionale;
- lungo Viale Caduti del Lavoro, la sezione 2 presenta un picco prevalente al mattino mentre la direzione opposta presenta un picco nella fascia meridiana ed uno serale;
- Via Ca' di Cozzi presenta al mattino flussi prevalenti in direzione est mentre alla sera prevale la direzione opposta;
- lungo Via Sottomonte il flusso è sostanzialmente equilibrato nelle due direzioni.

## 6.2 RILIEVI MANUALI

Oltre ai rilievi automatici che hanno evidenziato le ore di punta caratterizzanti l'area, sono stati eseguiti anche dei rilievi manuali in corrispondenza delle principali intersezioni attigue all'area oggetto di studio:

1. *Intersezione a "T" tra Via Sottomonte e Via Montresor;*
2. *Intersezione semaforizzata tra Via Ca' di Cozzi, Via Sottomonte e Viale Caduti del Lavoro;*
3. *Intersezione a semaforizzata tra Via Ca' di Cozzi e Via San Rocco;*
4. *Intersezione a "T" tra Via Ca' di Cozzi, Via Baganzani e Via Agno;*
5. *Intersezione semaforizzata tra Via Trento, Largo Ca' di Cozzi e Via Quinzano.*

I rilievi sono stati eseguiti in data venerdì 02 dicembre 2016 nell'intervallo critico della mattina e della sera; negli allegati viene riportata una schematizzazione delle manovre rilevate, una tabella con i valori dei flussi relativi a ciascun movimento e le matrici O/D risultanti, distinte tra autovetture (A), motocicli (M), mezzi commerciali leggeri (L) e mezzi pesanti (P) riferiti all'ora di punta individuata mediante i rilievi automatici (08:00 – 09:00). Ogni corrente di traffico interessante le singole intersezioni è stata monitorata da vari operatori compilando appositi moduli di rilevamento sui quali sono stati annotati i passaggi dei veicoli distinti per classe veicolare e per orario. Nelle figure seguenti si riportano l'ubicazione delle intersezioni interessate da rilievo manuale e la scheda tipo compilata dal personale incaricato del rilievo.

Rilievo in comune di *Verona*

Data 02/12/2016 Foglio N° 2

Localizzazione Intersezione 1

Rilevatore Rossi

Ora	X X X X X X X X X X	X X X X X X X X X X	X X X X X X X X X X
	X X X X X X X X X X	X X X X X X X X X X	X X X X X X X X X X
	X X X X X X X X X X	X X X X X X X X X X	X X X X X X X X X X
	X X X X X X X X X X	X X X X X X X X X X	X X X X X X X X X X
	X X X X X X X X X X	X X X X X X X X X X	X X X X X X X X X X
	X X X X X X X X X X	X X X X X X X X X X	X X X X X X X X X X
	X X X X X X X X X X	X X X X X X X X X X	X X X X X X X X X X
	X X X X X X X X X X	X X X X X X X X X X	X X X X X X X X X X
	X X X X X X X X X X	X X X X X X X X X X	X X X X X X X X X X
	X X X X X X X X X X	X X X X X X X X X X	X X X X X X X X X X

Figura 6.14 – Esempio griglia rilievo manuale

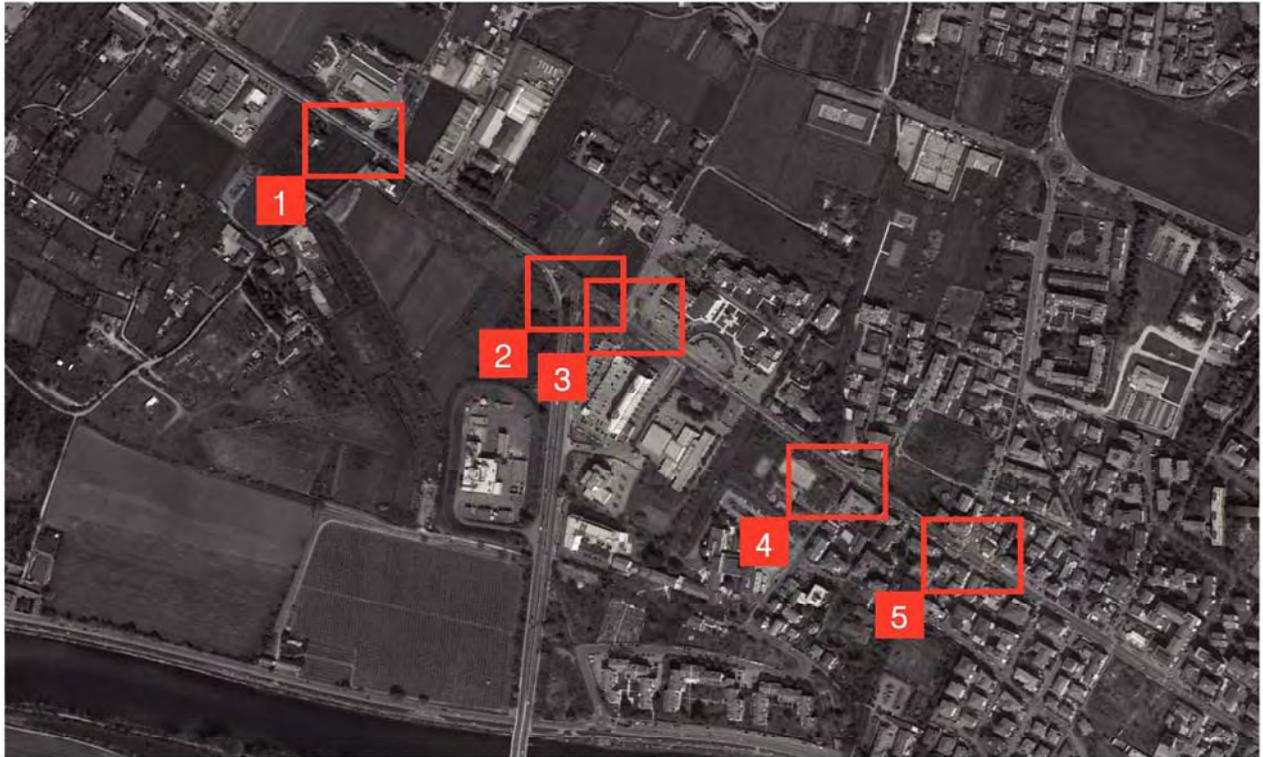


Figura 6.15 – Intersezioni oggetto di rilievo manuale

### 6.3 CONFRONTO CON FLUSSI DI TRAFFICO PIANIFICAZIONE VIGENTE

Con lo scopo di effettuare una valutazione cautelativa del funzionamento della rete di afferenza alla futura struttura di vendita ed in particolare della futura rotatoria che verrà realizzata in luogo dell'attuale intersezione semaforizzata posta all'intersezione tra Via Ca' di Cozzi, Via Sottomonte e Viale Caduti del Lavoro, sono stati considerati quali stati di riferimento oltre allo scenario di domanda emerso dal monitoraggio svolto nel corso del mese di dicembre 2016, anche i flussi di traffico indicati all'interno del piano del traffico vigente e la domanda di traffico risultante dalla Variante 23 al Piano degli Interventi, in corso di approvazione.

Si riportano di seguito i risultati del monitoraggio di dicembre 2016, del PGTU e dell'*"Allegato al rapporto ambientale della variante 23 al piano degli interventi aggiornamento quadro conoscitivo mobilità"* del 14 novembre 2016, riferiti all'ora di punta del mattino, 08.00 – 09.00.

Dal confronto tra i tre scenari riferiti allo stato di fatto emerge la coerenza tra il monitoraggio effettuato a dicembre 2016 e la matrice riportata all'interno del PGTU, avente un totale di veicoli gravitanti nel nodo leggermente inferiore ai dati rilevati recentemente (2.834 a fronte di 2.883 veicoli equivalenti).

Analizzando l'estratto del modello riferito allo stato di fatto riportato all'interno della citata analisi di novembre 2016, si nota una discrepanza per quanto riguarda i flussi in direzione est lungo Via Ca' di Cozzi (292 veicoli) mentre per quanto concerne gli altri flussi confluenti al nodo, il totale (2.630) è inferiore al monitoraggio di dicembre 2016.

Sovrapponendo allo stato di fatto di riferimento contenuto all'interno dell'analisi le variazioni in termini di flussi da ricondurre alle opere previste nell'ambito della Variante 23 al Piano degli Interventi si registra nel nodo globalmente una riduzione di 56 veicoli.

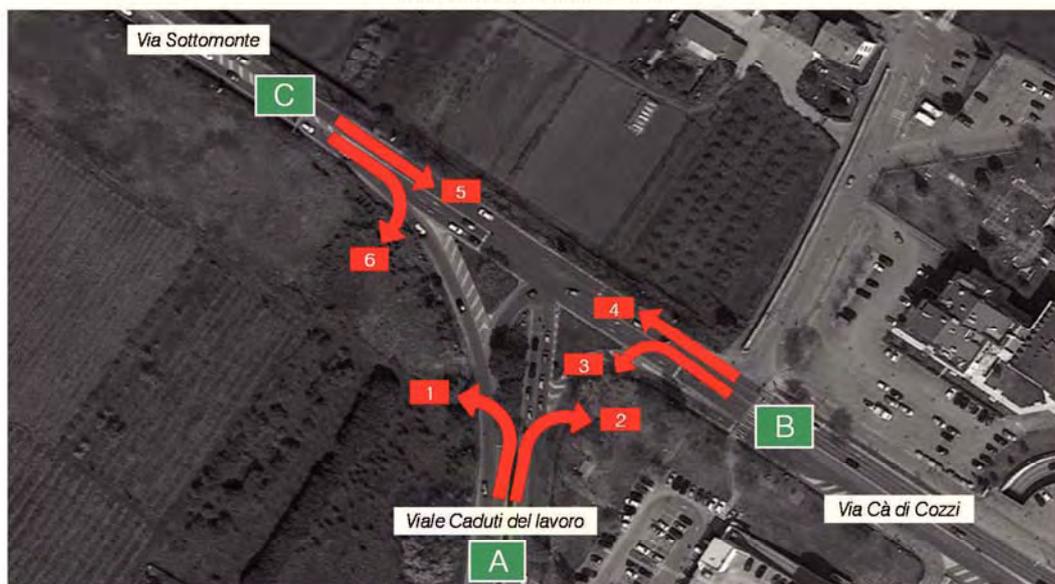
Alla luce di ciò, emerge che lo scenario più gravoso coincide con il monitoraggio di dicembre 2016.

**INTERVALLO ORARIO 08.00 - 09.00 - MATRICI VEICOLI TOTALI/EQUIVALENTI**

VEICOLI TOTALI					VEICOLI EQUIVALENTI				
O/D	A	B	C	totali	O/D	A	B	C	totali
A	0	293	585	878	A	0	300	612	912
B	427	0	420	847	B	430	0	426	856
C	602	460	0	1062	C	640	475	0	1115
<b>totali</b>	<b>1029</b>	<b>753</b>	<b>1005</b>	<b>2787</b>	<b>totali</b>	<b>1070</b>	<b>775</b>	<b>1038</b>	<b>2883</b>

Tabella 6.4 – Matrici O/D monitoraggio dicembre 2016

intervallo orario: 08.00 - 09.00



08.00 - 09.00					
	A	M	L	P	Veic. eq.
<b>MANOVRA 1</b>	541	3	26	15	612
<b>MANOVRA 2</b>	281	1	8	3	300
<b>MANOVRA 3</b>	418	3	4	2	430
<b>MANOVRA 4</b>	400	6	10	4	426
<b>MANOVRA 5</b>	430	6	13	11	475
<b>MANOVRA 6</b>	533	9	36	24	640
<b>TOTALE</b>	<b>2603</b>	<b>28</b>	<b>97</b>	<b>59</b>	<b>2883</b>

Figura 6.16 – Risultati rilievo manuale dicembre 2016



Figura 6.17 – Flussi di traffico SdF riferimento Analisi Variante 23 PI



Figura 6.18 – Flussi di traffico SdF riferimento Analisi Variante 23 PI: zoom

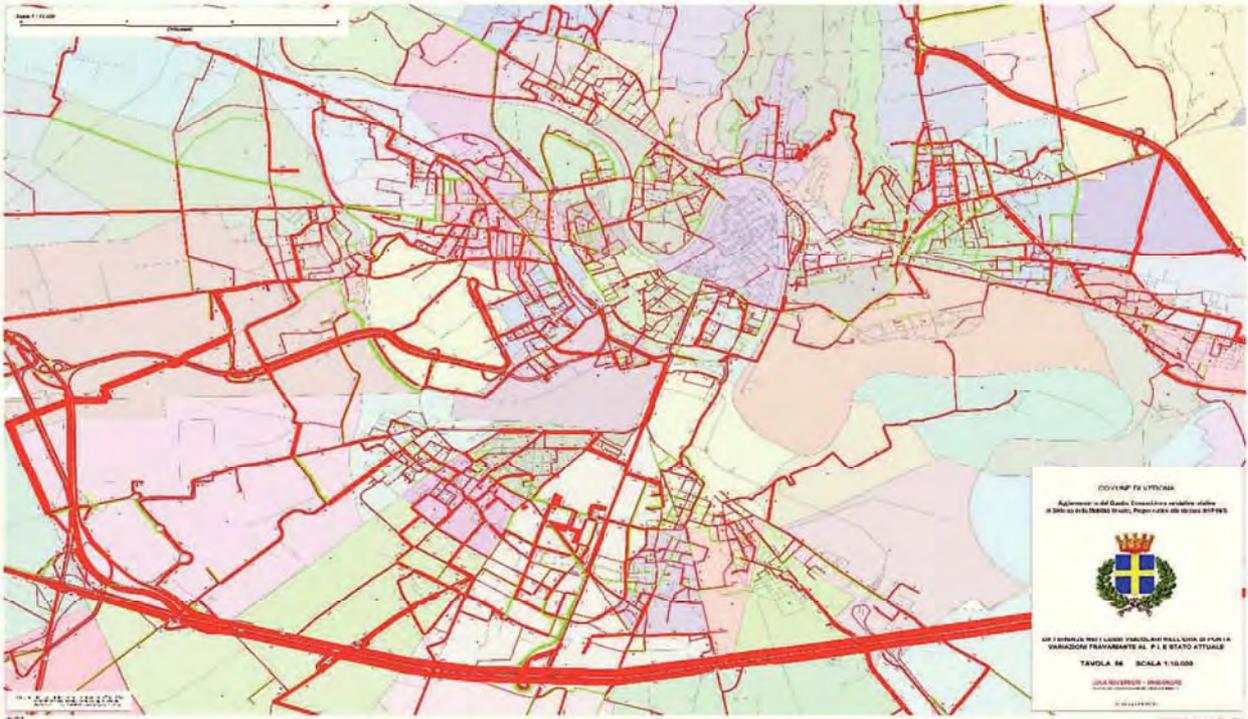


Figura 6.19 – Variazione flussi Variante 23 – SdF di riferimento

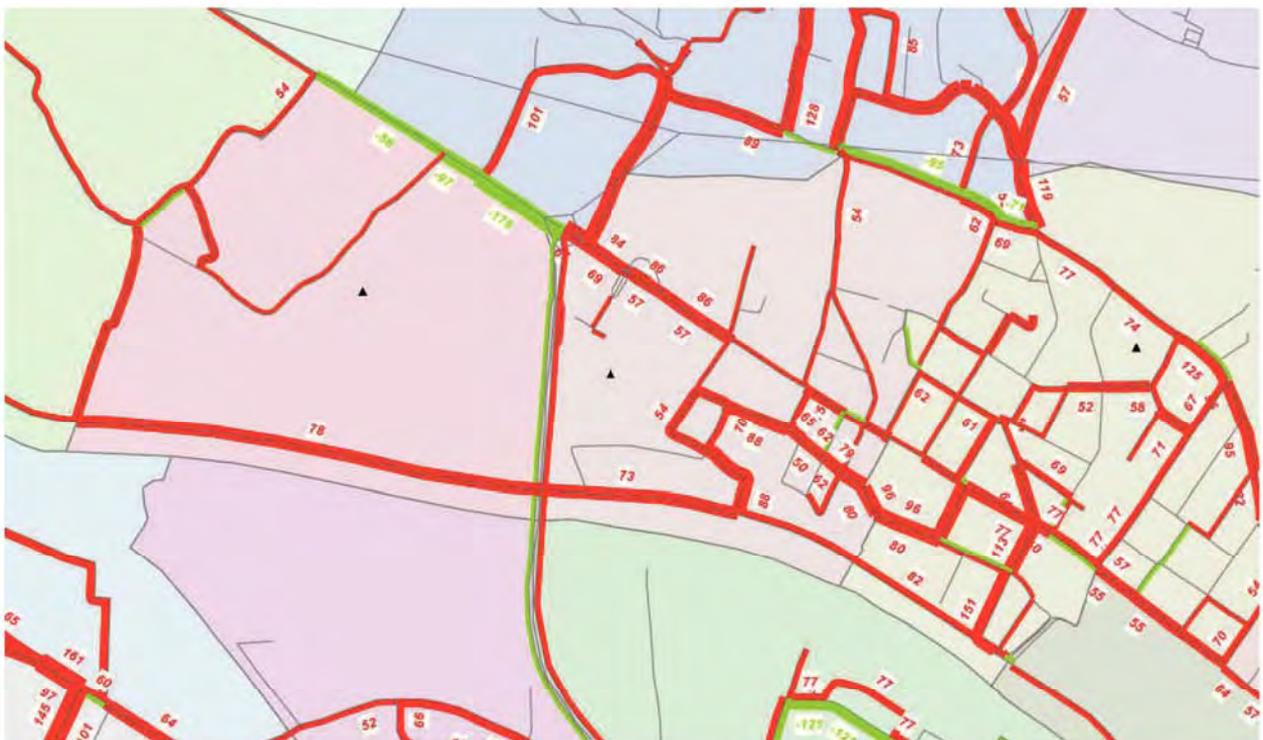


Figura 6.20 – Variazione flussi Variante 23 – SdF di riferimento: zoom

## 7 SCENARIO FUTURO

### 7.1 INTERVENTO DI PROGETTO

L'intervento oggetto di studio rientra nella Proposta di Variante di rimodulazione della Scheda Norma n.208 del Piano degli Interventi del Comune di Verona e prevede l'insediamento di una media struttura avente superficie di vendita fino a 1.500 mq in un lotto prospiciente l'intersezione tra Via Ca' di Cozzi e Viale Caduti del Lavoro.



Figura 7.1 – Ambito di intervento Proposta di Variante Scheda Norma 208 e rotondina di progetto

L'iniziativa rientra nel programma avviato dalla Società Lidl Italia SRL finalizzato al rafforzamento della propria presenza ed alla valorizzazione del proprio patrimonio immobiliare presente sull'intero territorio nazionale.

Come anticipato nel capitolo 4, il lotto in esame, secondo il Piano degli Interventi vigente, ricade attualmente nella Scheda Norma n.208; la Proposta di Variante, a supporto della quale si allega il presente Studio, ai sensi

dell'art. 18-ter della Legge Regionale 23 aprile 2004, n.11, modificato secondo quanto previsto dalla L.R. n.4 del 16 marzo 2015, prevede:

- la trasformazione della destinazione d'uso in commerciale (U2 – Usi commerciali) anziché residenziale (U1 – Usi abitativi);
- la modifica della collocazione all'interno dell'Ambito dell'area di concentrazione volumetrica;
- la modifica del perimetro dell'Ambito;
- la modifica della capacità edificatoria massima consentita per l'Ambito.

La società si impegna inoltre a realizzare la rotatoria prevista dalla pianificazione vigente in luogo dell'attuale intersezione tra Via Ca' di Cozzi e Viale Caduti del Lavoro regolata tramite impianto semaforico.

Si riporta di seguito il progetto della rotatoria proposto.



Figura 7.2 – Rotatoria di progetto: zoom

La geometria e le dimensioni risultano congruente con il progetto previsto all'interno della pianificazione vigente. In particolare si segnala che la proposta risulterà geometricamente e funzionalmente compatibile con l'eventuale realizzazione del futuro capolinea del sistema filoviario attualmente considerato dai piani attualmente in vigore.

Tale intervento, inoltre, eliminando i punti di conflitto dovuti alle svolte in sinistra, comporterà un significativo incremento delle condizioni di sicurezza del nodo, offrendo pertanto un notevole beneficio alla collettività in termini di minor danno sociale.

La rotatoria è stata sviluppata ai sensi del D.M. 19 aprile 2016 e presenta le seguenti caratteristiche dimensionali:

- diametro esterno pari a 64 m;
- diametro interno pari a 41 m;
- anello di larghezza pari a 9 m;
- banchina interna ed esterna aventi larghezza pari rispettivamente a 1.00 m e 1.50 m;
- corsia svincolata per le svolte in destra da Viale Caduti del Lavoro verso Via Ca' di Cozzi;
- rami di ingresso a due corsie (ad eccezione del ramo nord) aventi larghezza pari a 6.00 m (banchine escluse);
- rami di uscita ad una corsia aventi larghezza almeno pari a 4.50 m (banchine escluse);
- raggi esterni di ingresso e di uscita almeno pari a 15.00 m.

Il dettaglio del progetto a livello definitivo verrà presentato nella successiva fase di richiesta di Permesso di Costruire

## 7.2 ACCESSI

L'intervento di progetto prevede un accesso/uscita lungo il ramo nord della futura rotatoria ed un secondo accesso/uscita con manovre in sinistra interdette lungo Via Sottomonte.

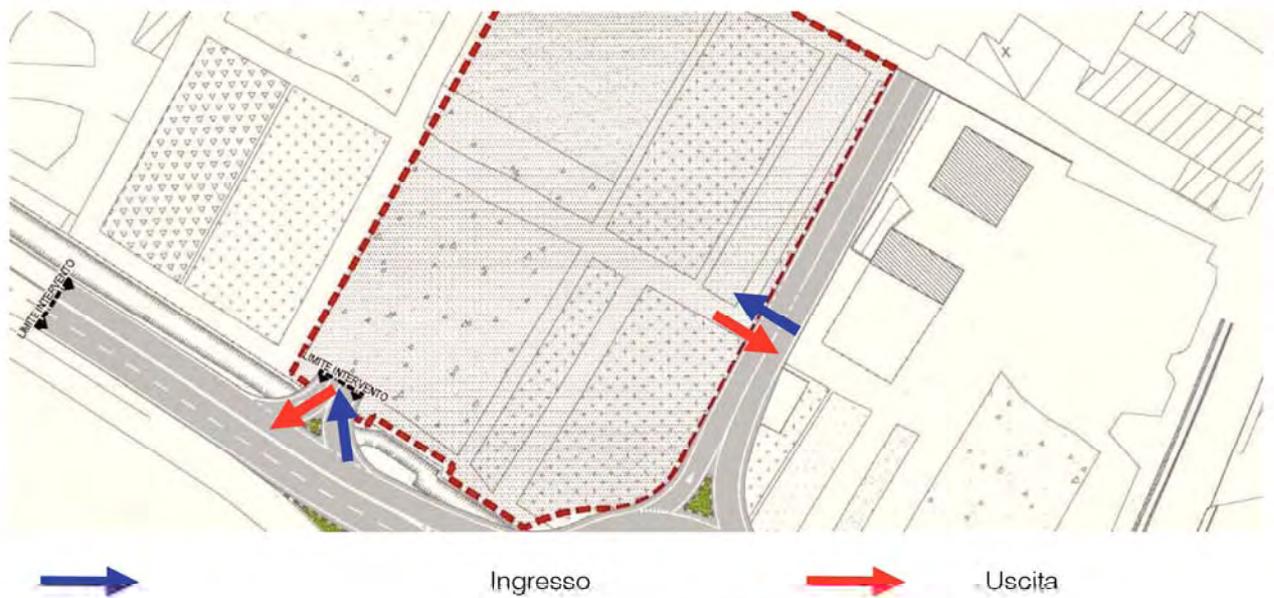


Figura 7.3 – Accessi nuova struttura commerciale

### 7.3 FLUSSI DI TRAFFICO INDOTTI DALL'INTERVENTO COMMERCIALE

Al fine di determinare il reale impatto viabilistico prodotto dal futuro scenario, dopo aver ricostruito lo stato di fatto in termini di offerta e domanda di trasporto e descritto l'intervento di progetto, è necessario stimare i flussi veicolari in accesso/egresso dal lotto in esame in aggiunta a quelli attualmente presenti.

In base al numero di parcheggi previsto, pari a circa 125 posti auto, e alla frequenza della sosta per le medie strutture di vendita, si stimano cautelativamente 125 veic/h indotti in ingresso e 125 in uscita nell'ora di punta della sera: infatti, sulla base della normativa vigente (D.G.R. n.1047 del 18 giugno 2013) e di un campione statistico sufficientemente ampio di punti vendita aventi caratteristiche paragonabili alla struttura oggetto di studio per superficie, bacino di utenza ed ubicazione, si ipotizza ragionevolmente un tempo di permanenza da parte della clientela pari a circa 60 minuti.

Considerando l'ora di punta del mattino sulla base di analisi viabilistiche svolte in strutture di vendita analoghe per dimensioni, ubicazione e tipologia, si assume che tra le 08.00 e le 09.00 il numero di utenti entranti ed uscenti dalla struttura di vendita sia pari al 50% rispetto al picco serale. Viene valutato anche questo intervallo sebbene tipicamente per le strutture commerciali venga preso in considerazione il picco serale dal momento che lo scenario più gravoso è costituito dalla somma del flusso veicolare attuale e del flusso veicolare indotto in quel determinato intervallo orario.

Si precisa che, come riportato in letteratura, gli spostamenti indotti dall'apertura di una struttura commerciale possono essere così suddivisi:

- Flussi per spostamenti primari: nuovi spostamenti generati da nuovi utenti che interessano la rete in seguito all'apertura della nuova struttura;
- Flussi per diversione di percorso (Diverted trips): spostamenti dovuti ad utenti che deviano il proprio percorso sulla rete al fine di usufruire delle nuove opportunità offerta dalla nuova struttura;
- Flussi per fermata di passaggio (Pass-by trips): spostamenti dovuti ad utenti che non deviano il proprio percorso in quanto interessavano la viabilità di afferenza alla nuova struttura commerciale anche prima dell'apertura di quest'ultima e che usufruiranno delle nuove opportunità di acquisto offerte dall'intervento.

I diverted trips ed i pass-by trips costituiscono il cosiddetto "traffico catturato". Sulla base di precedenti studi di impatto relativi a casi analoghi ed in considerazione del fatto che la nuova struttura di vendita si inserisce in un contesto urbanizzato ed alla luce del target di clientela, si potrebbe ragionevolmente ipotizzare che quota parte (20%) di tale flusso veicolare sia costituito da volume di traffico "catturato" dovuto a *pass-by trips* mentre cautelativamente non sono stati considerati i *diverted trips*. Secondo quanto riportato in letteratura, in particolare nel Trip Generation Manual, edito dall' Institute of Transportation Engineers, per strutture commerciali quali supermercati (categoria 850) si trovano valori di Pass-by trips superiori al 30%; una percentuale prossima al 30% viene stimata anche utilizzando la relazione ricavata da Peyrebrune tra Gross Leasable Area e flusso transitante sulla viabilità adiacente nell'ora di punta ("Trip generation characteristics of

shopping centers", ITE Journal, June 1996, pp. 46-50"). Tuttavia, cautelativamente, in questa fase si è deciso a favore di sicurezza di trascurare la quota di traffico "catturato".

A seguito di queste assunzioni, quindi, il volume di traffico indotto aggiuntivo sarà pari a 250 veic.eq./h, equamente distribuiti in ingresso (125 veic.eq/h) ed in uscita (125 veic.eq/h) nell'ora di punta serale e 124 veic. eq./h equamente distribuiti in ingresso (62 veic. eq./h) ed in uscita (62 veic. eq./h) per quanto concerne l'ora di punta del mattino.. Per quanto riguarda la quota parte dell'utenza che utilizzerà mezzi del trasporto pubblico, cicli o motocicli, a scopo cautelativo, si ritiene opportuno considerarla come utenza che utilizzerà la propria autovettura.

Il flusso indotto viene quindi ripartito secondo le direzioni di provenienza attuali valutate sulla base della vicinanza dei poli attrattori rispetto all'area di analisi e della tipologia di utenza prevista oltre che dall'entità dei flussi attuali (modello gravitazionale).

Nella figura seguente si riporta in planimetria la ripartizione percentuale degli indotti sulla viabilità di afferenza all'area in base anche alla modalità di accesso alla struttura proposta.

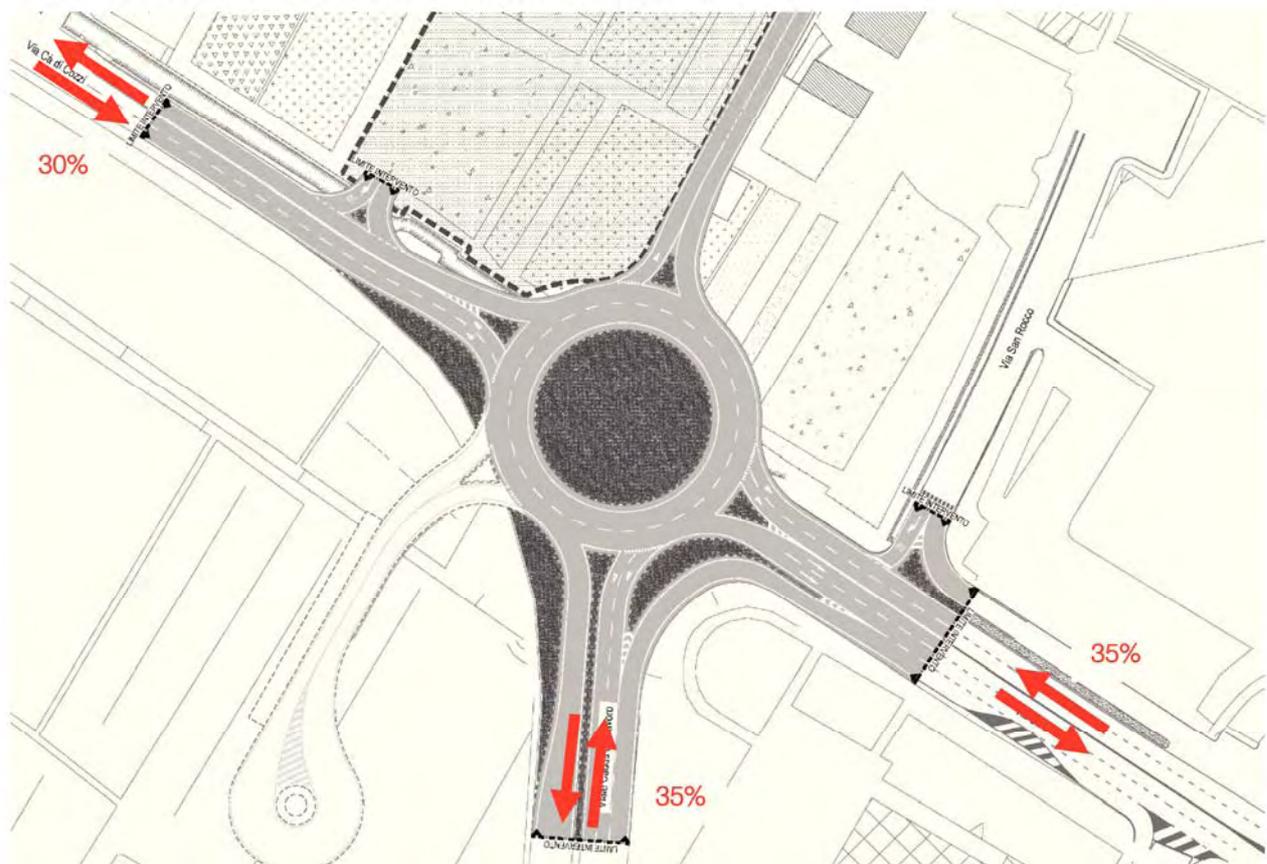


Figura 7.4 – Distribuzione indotti nuova struttura di vendita

In particolare si stima che

- il 30% dell'utenza abbia origine/destinazione da Via Sottomonte proveniente dall'area nord-occidentale del Comune di Verona;

- il 35% provenga da Via Ca' di Cozzi;
- il 35% della clientela abbia origine/destinazione Viale Caduti del Lavoro.

## 7.4 FLUSSI DI TRAFFICO FUTURI

Per determinare i flussi di traffico futuri, ai flussi veicolari esistenti, caratterizzanti il sistema viario d'interesse, sono stati sommati ai flussi attuali dello scenario più gravoso, rilevati nel corso del monitoraggio di dicembre 2016, i flussi indotti, secondo la nuova ripartizione della futuro assetto.

Nel caso specifico è emerso che il caso più gravoso consiste nel considerare l'ora di punta del mattino ed i relativi indotti.

Si rimanda gli elaborati grafici in allegato per la specificazione dei volumi di traffico futuri espressi in veicoli equivalenti/ora.

## 8 LIVELLI DI SERVIZIO

### 8.1 DEFINIZIONI

La classificazione qualitativa della congestione è eseguita in genere secondo una scala di sei lettere (da A ad F) che rappresentano i diversi livelli di servizio (LOS), come definiti nel manuale statunitense – l'Highway Capacity Manual (HCM). Nell'ambito dell'ingegneria dei trasporti tali livelli sono utilizzati per descrivere l'entità di traffico su tronchi stradali o intersezioni. Le verifiche analitiche della rete viaria non possono perciò prescindere dall'esposizione di alcuni riferimenti teorici che vengono di seguito chiariti.

I principali indici ai quali si farà riferimento sono:

- *Volume di traffico orario o flusso orario  $f$  (veic/h)*: numero di veicoli che transita - o che si prevede transiterà - in un'ora, attraverso una data sezione di una corsia o di una strada.
- *Traffico medio giornaliero annuo  $T_{mga}$* : è il rapporto fra il numero di veicoli che attraversano 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 giornaliero medio  $T_{gm}$  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.
- *Portata veicolare  $Q$* : numero di veicoli transitanti - o che si prevede transiterà - in una sezione della strada durante un intervallo di tempo inferiore all'ora; equivale al prodotto della densità per la velocità media di deflusso. Tra le portate assume fondamentale importanza, in ingegneria stradale, la capacità.
- *Portata di servizio*: flusso massimo gestibile con un determinato livello di servizio.
- *Capacità  $C$* : è la portata massima relativa ad un dato periodo di tempo che, in una sezione di una corsia o di una strada, per determinate condizioni della strada stessa, dell'ambiente e del traffico, ha "sufficiente probabilità di non essere superata". La capacità rappresenta la risposta dell'infrastruttura alla domanda prevalente di movimento. Dal punto di vista tecnico assumerà un valore soddisfacente quando si mantiene superiore alla portata.
- *Intensità di traffico*: portata di punta che deriva dai quindici minuti più carichi all'interno dell'ora.
- *Densità di traffico  $D$* : è il numero dei veicoli presenti in un dato istante in un tratto stradale di determinata lunghezza (in genere 1 km); il volume del traffico sarà pertanto uguale al prodotto della densità per la velocità.
- *Velocità del deflusso  $V$* : velocità media nello spazio.
- Relazione fondamentale del deflusso:

$$Portata (Q) = Densità (D) \cdot Velocità di deflusso (V)$$

Dopo aver chiarito il significato di alcuni tra i parametri fondamentali della teoria della circolazione si può comprendere più facilmente il concetto di Livello di servizio (LOS). Il LOS può essere visto, in generale, come funzione lineare della densità (veicoli/km): è ottimo quando la densità è bassa e viceversa. In pratica si può definire come la misura della prestazione della strada nello smaltire il traffico, ovvero il grado con il quale il traffico presente vincola il conducente durante la marcia. Si tratta, quindi, di un indice maggiormente significativo rispetto alla semplice conoscenza del flusso massimo o della capacità. L'HCM riconosce generalmente 6 livelli di servizio connotati con le prime sei lettere dell'alfabeto (da A ad E). Ad essi si aggiunge un settimo livello F, nel quale la congestione azzerava il passaggio dei veicoli. In particolare i LOS definiscono i seguenti stadi di circolazione:

- *LOS A*: rappresenta le condizioni di flusso libero, cioè ogni veicolo si muove senza alcun vincolo ed in libertà assoluta di manovra entro la corrente;
- *LOS B*: rappresenta le condizioni di deflusso con modesta riduzione della velocità ma ancora con elevate condizioni di comfort fisico e psicologico;
- *LOS C*: rappresenta una condizione di deflusso intermedia; la presenza degli altri veicoli determina vincoli sempre maggiori causando una riduzione di comfort ma un flusso ancora stabile;
- *LOS D*: in queste condizioni il flusso è ancora stabile sebbene la libertà di manovra sia ampiamente ridotta ed il livello di comfort fisico e psicologico comincia ad essere basso;
- *LOS E*: in queste condizioni il flusso si avvicina al limite della capacità e i condizionamenti tra i veicoli sono pressoché totali; le condizioni di deflusso sono al limite della stabilità;
- *LOS F*: questo livello rappresenta le condizioni di flusso forzato; si verificano facilmente condizioni instabili di deflusso fino all'insorgere di forti fenomeni di accodamento.

Il livello di servizio si configura quindi, in generale, come una misura qualitativa dell'effetto di certi fattori che comprendono la velocità ed il tempo di percorrenza, le interruzioni del traffico, la libertà di manovra, la sicurezza, la comodità della guida ed i costi di esercizio. La scelta dei singoli livelli è stata definita in base a particolari valori di alcuni di questi fattori.

## 8.2 LIVELLI DI SERVIZIO DELLE INTERSEZIONI SEMAFORIZZATE

Dati geometria, flussi di traffico e ciclo semaforico, mediante la procedura analitica contenuta nell'HCM, è possibile valutare le condizioni operative (LOS) di un'intersezione semaforizzata. Il parametro che identifica il livello di servizio risulta, analogamente alla verifica di altre tipologie di intersezioni, il ritardo medio, il quale rappresenta un'attendibile misura del disagio che gli utenti manifestano per le attese.

Preliminarmente è necessario stabilire le fasi in cui si articola il ciclo e quali correnti hanno il via libera in ciascuna di esse. Dopo aver rilevato, dunque, i tempi di verde (V), rosso (R) e giallo (G) caratterizzanti ogni fase, è possibile calcolare il verde efficace VE (tempo durante il quale i veicoli di una corrente attraversano la linea di intersezione) mediante la formula:

$$VE = V + G - (t_1 + t_2) = V + G - P$$

dove:

- $t_1$  = perditempo pari all'aliquota del tempo di giallo durante il quale i veicoli sono fermi in attesa del rosso;
- $t_2$  = tempo perso dai primi veicoli della coda, i quali, all'apparire del verde, impiegano un certo tempo per avviarsi e guadagnare velocità;
- $P$  = perditempo totale, che sulla scorta di numerose osservazioni sperimentali, può essere assunto pari a 4 o 5 secondi.

Le durate dei tempi di VE devono essere almeno tali da riuscire a smaltire i flussi veicolari in arrivo; devono quindi essere pari ad una frazione del ciclo uguale al rapporto tra flusso in arrivo e flusso di saturazione (FS). Quest'ultima grandezza indica il numero di veicoli per ora che possono attraversare la linea di intersezione nell'ipotesi di verde continuo. Può essere calcolata come prodotto tra una serie di coefficienti correttivi ed il flusso di saturazione in condizioni ottimali ( $FS_0$ ), ovvero il flusso di saturazione di una corsia larga 3.60 m, con accesso pianeggiante, con assenza di veicoli pesanti, di parcheggi e fermate di mezzi pubblici per un tratto di 75 m a monte dalla linea di arresto, con traffico ugualmente suddiviso tra le corsie del gruppo, con assenza di svolte a destra e a sinistra e nessuna interferenza con pedoni.

Dopo aver calcolato la capacità di un gruppo di corsie  $c$ , come prodotto tra il flusso di saturazione e il rapporto di verde (rapporto tra la durata del verde efficace e quella del ciclo semaforico) e il rapporto di saturazione  $x_i$ , come rapporto tra flusso in arrivo e capacità è possibile determinare il ritardo medio che subiscono i veicoli per la presenza dell'intersezione.

Nel caso più generale, il ritardo medio di controllo è fornito dalla seguente espressione:

$$d = d_1 PF + d_2 + d_3$$

dove:

- $d$  = ritardo medio per veicolo (sec/veic);
- $d_1$  = ritardo medio di controllo assumendo arrivi uniformi (sec/veic);
- $PF$  = fattore che tiene conto del tipo di controllo (ciclo fisso, semiattuato, attuato) e della progressione degli arrivi;
- $d_2$  = ritardo incrementale che tiene conto dell'arrivo casuale (e non uniforme), delle code formatesi per sovrasaturazione (grado di saturazione  $x_i > 1$ ) e della durata del periodo di analisi;
- $d_3$  = ritardo dovuto alla presenza di code all'inizio del periodo di analisi.

Nel caso di intersezioni isolate regolate con semaforo a ciclo fisso PF viene assunto pari a 1; si assume inoltre che non vi siano code residue all'inizio del periodo di analisi. I termini  $d_1$  e  $d_2$  si possono calcolare quindi nel seguente modo:

$$d_1 = \frac{0.5 \cdot C \cdot (1 - RV)^2}{1 - [\min(1, x) \cdot RV]}$$

$$d_2 = 900 \cdot T \cdot \left[ (x - 1) + \sqrt{(x - 1)^2 + \frac{4 \cdot x}{c \cdot T}} \right]$$

dove:

- $C$  = durata del ciclo (sec);
- $RV$  = rapporto di verde =  $VE/C$ ;
- $x$  = grado di saturazione;
- $c$  = capacità (veic/h);
- $T$  = periodo di analisi espresso in ore (solitamente  $T=0.25$ ).

Dopo aver calcolato il ritardo medio per veicolo è possibile definire il ritardo medio per l'intera intersezione ( $d_{int}$ ).

$$d_{int} = \frac{\sum Q_A \cdot d_A}{\sum Q_A}$$

dove:

- $d_A$  = ritardo medio per il generico accesso (sec/veic);
- $Q_A$  = portata per il generico accesso.

L'HCM indica sei livelli di servizio anche per le intersezioni semaforizzate individuati dai ritardi medi di seguito riportati in tabella.

<i>Livello di servizio (LOS)</i>	<i>Ritardo medio per veicolo (sec/veic)</i>
<i>A</i>	<10
<i>B</i>	>10-20
<i>C</i>	>20-35
<i>D</i>	>35-55
<i>E</i>	>55-80
<i>F</i>	>80

Tabella 8.1 – Criterio per individuazione del LOS per intersezioni a raso semaforizzate

Il LOS A si realizza quando sono riscontrabili bassi gradi di saturazione, una uniforme progressione degli arrivi e cicli relativamente corti.

Il LOS B manifesta ancora buone condizioni di funzionamento sebbene diversi veicoli sono costretti ad arrestarsi.

Con il LOS C si hanno invece pochi veicoli che attraversano l'intersezione senza arrestarsi.

Con il LOS D le fasi di verde spesso non sono in grado di smaltire tutti i veicoli accodati.

Il LOS E indica condizioni più sfavorevoli del livello di servizio precedente a causa di rapporti di saturazione elevati e cicli troppo lunghi.

Il LOS F infine comporta attese intollerabili degli utenti con più cicli di attesa necessari per l'attraversamento dell'intersezione.

### 8.3 LIVELLI DI SERVIZIO INTERSEZIONI NON SEMAFORIZZATE

Il livello di servizio secondo la metodologia HCM, definito per tale tipologia di incrocio, è calcolato sulla base del ritardo relativo a ciascun movimento.

L'intera procedura si fonda su una precisa gerarchia delle correnti di traffico:

- *correnti di priorità 1*: correnti della strada principale dirette e di svolte a destra (movimenti 2, 3, 5, 6);
- *correnti di priorità 2*: correnti di svolta a sinistra dalla strada principale e di svolta a destra dalle secondarie (movimenti 1, 4, 9, 12);
- *correnti di priorità 3*: correnti delle strade secondarie di attraversamento dell'intersezione (movimenti 8, 11);
- *correnti di priorità 4*: correnti delle strade secondarie di svolta a sinistra (movimenti 7, 10).

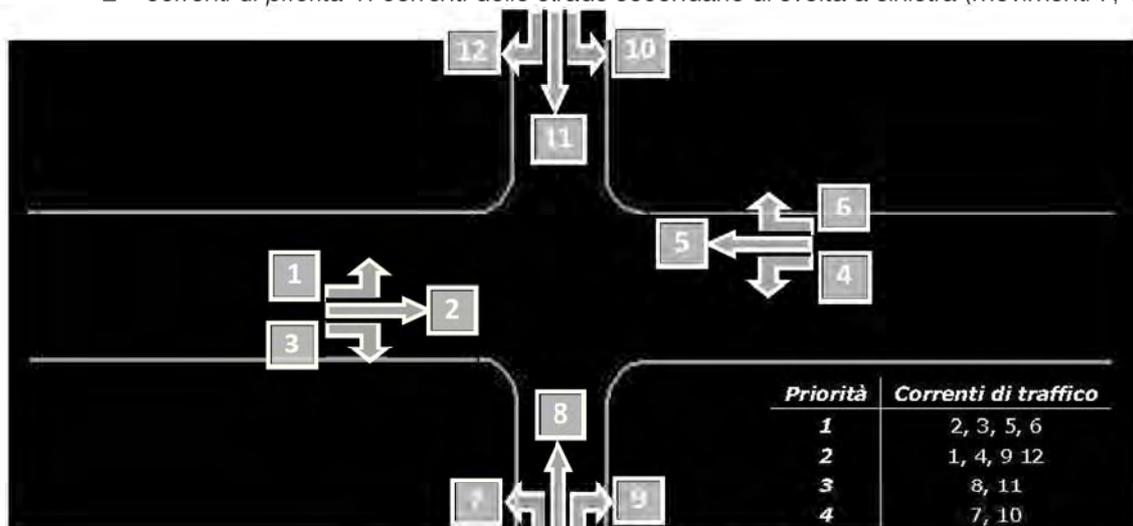


Figura 8.1 – Gerarchia delle correnti di traffico

Il calcolo finale dei ritardi relativi a ciascun movimento presuppone, secondo la metodologia H.C.M., alcune operazioni preliminari.

#### Determinazione delle portate di conflitto

Il termine “portata di conflitto” rappresenta la somma delle portate a cui una corrente di traffico deve necessariamente dare la precedenza. Le manovre saranno quindi caratterizzate da una portata di conflitto, fatta naturalmente eccezione per le correnti a priorità 1. Essendo  $N$  il numero delle corsie della strada principale, le singole portate di conflitto sono:

<i>Tipo di movimento</i>	<i>Determinazione portate di conflitto <math>q_{c,x}</math></i>	
<i>Svolta a sinistra dalla strada principale [1, 4]</i>	$q_{c,1} = q_5 + q_6$	$q_{c,4} = q_2 + q_3$
<i>Svolta a destra dalla strada secondaria [9, 12]</i>	$q_{c,9} = q_2/N + 0.5 q_3$	$q_{c,12} = q_5/N + 0.5 q_6$
<i>Correnti dirette dalla strada secondaria [8, 11]</i>	$q_{c,8} = 2(q_1 + q_4) + q_2 + q_5 + 0.5q_3 + q_6$	$q_{c,10} = 2(q_1 + q_4) + q_2 + q_5 + q_3 + 0.5q_6$
<i>Svolta a sinistra dalla strada secondaria [7, 10]</i>	$q_{c,7} = 2(q_1 + q_4) + q_2 + q_5/N + 0.5q_3 + 0.5q_6 + 0.5q_{11} + 0.5q_{12}$	$q_{c,10} = 2(q_1 + q_4) + q_2/N + q_5 + 0.5q_3 + 0.5q_6 + 0.5q_8 + 0.5q_9$

Tabella 8.2 – Portate di conflitto

#### Determinazione degli intervalli e dei distanziamenti critici

I conducenti appartenenti ad una corrente secondaria per attuare la scelta di attraversamento od immissione in un altro flusso, si basano su delle stime soggettive di posizione e velocità dei veicoli del flusso ostacolante. L'*intervallo critico*  $T_c$  si può quindi definire come il più piccolo intervallo temporale fra i veicoli della corrente principale accettato da un utente della corrente secondaria per effettuare la manovra suddetta. Diverso è il concetto di *intervallo o tempo di sequenza*  $T_s$  che rappresenta, invece, il distanziamento tra veicoli della corrente secondaria che effettuano la manovra di attraversamento od immissione sfruttando lo stesso “varco” nella corrente principale.

Sulla base di risultati sperimentali sono stati individuati dei valori base sia per  $T_c$  che per  $T_s$ :

<i>Tipo di movimento</i>	<i>Intervallo critico base <math>T_{cb}</math> (sec)</i>		<i>Intervallo di sequenza base <math>T_{ts}</math> (sec)</i>
	<i>Strada principale a due corsie</i>	<i>Strada principale a quattro corsie</i>	
<i>Svolta a sinistra dalla strada principale</i>	4.1	4.1	2.2
<i>Svolta a destra dalla strada secondaria]</i>	6.2	6.9	3.3
<i>Correnti dirette dalla strada secondaria</i>	6.5	6.5	4.0
<i>Svolta a sinistra dalla strada secondaria</i>	7.1	7.5	3.5

Tabella 8.3 – Intervalli critici e di sequenza per ciascuna manovra

Tali valori, a seconda della particolare situazione, dovranno essere opportunamente corretti in relazione alla percentuale dei veicoli pesanti e alla pendenza delle livellette delle strade secondarie tramite apposite formule suggerite nel manuale.

#### Calcolo della capacità potenziale

Dopo aver determinato le portate di conflitto ( $q_{c,x}$ ), gli intervalli critici ( $T_{c,x}$ ) e di sequenza ( $T_{f,x}$ ) è possibile calcolare la "capacità potenziale" relativamente a ciascun movimento mediante la seguente relazione:

$$c_{p,x} = q_{c,x} \cdot \frac{e^{-q_{c,x} \cdot T_{c,x} / 3600}}{1 - e^{-q_{c,x} \cdot T_{f,x} / 3600}}$$

#### Calcolo della capacità effettiva mediante correzioni per impedenza

La validità della formula è garantita, tuttavia, solo sotto certe ipotesi restrittive. Quando queste non risultano verificate è necessario applicare dei coefficienti correttivi che riducono il valore della "capacità potenziale" giungendo così alla determinazione della cosiddetta "capacità effettiva" ( $c_{e,x}$ ). Alle correnti a priorità 1 non bisogna applicare alcun coefficiente dal momento che non si arrestano per seguire la manovra. Per le correnti di priorità 2, la capacità effettiva risulta pari a quella potenziale. I movimenti a priorità 3 e 4 invece subiscono una riduzione di capacità, detta impedenza, la quale risulta tanto minore quanto più elevata è la probabilità di non avere veicoli di rango inferiore in attesa di compiere la loro manovra. Esaurite le operazioni preliminari sopra descritte, per il cosiddetto "ritardo di controllo" viene suggerita la formula:

$$d_x = \frac{3600}{c_{e,x}} + 900 \cdot T \cdot \left[ \frac{q_x}{c_{e,x}} - 1 + \sqrt{\left( \frac{q_x}{c_{e,x}} - 1 \right)^2 + \frac{3600 \cdot q_x}{450 \cdot T \cdot c_{e,x}}} \right] + 5$$

dove  $d_x$  rappresenta proprio il ritardo medio per il generico movimento  $x$  (sec/veic) e  $T$  il periodo di analisi in ore, mentre il termine costante di 5 sec tiene conto dei perditempi in decelerazione ed accelerazione rispetto alla velocità a flusso libero.

Nei casi in cui sulla strada principale non vi sia una corsia esclusiva di accumulo per la svolta a sinistra, i veicoli che devono eseguire la manovra diretta o di svolta a destra risultano ostacolati dagli utenti che devono svoltare a sinistra, subendo così un ritardo.

Tale grandezza è calcolabile tramite una apposita formula che tiene conto del ritardo medio dei veicoli che eseguono la manovra di svolta a sinistra dalla principale. Il ritardo complessivo dell'intersezione può essere infine calcolato come media pesata sulle portate veicolari:

$$d_T = \frac{\sum d_x \cdot q_x}{\sum q_x}$$

Il criterio per individuare il livello di servizio, una volta determinato il ritardo relativo a ciascun movimento ed il ritardo medio globale, è riportato nella tabella seguente:

<i>Livello di servizio (LOS)</i>	<i>Ritardo di controllo medio (sec/veic)</i>
A	0-10
B	>10-15
C	>15-25
D	>25-35
E	>35-50
F	>50

Tabella 8.4 – Criterio per individuazione del LOS per intersezioni a raso non semaforizzate

## 8.4 LIVELLI DI SERVIZIO DELLE INTERSEZIONI A ROTATORIA

In relazione alla capacità ed al livello di servizio di un'intersezione a rotatoria occorre notare come essi dipendano essenzialmente da due fattori:

- le caratteristiche geometriche;
- i flussi veicolari gravanti sul nodo.

In particolare nella determinazione del livello di servizio è necessario considerare il comportamento del guidatore in quanto le modalità di approccio ad un'intersezione a rotatoria sono fondamentali per la valutazione dell'entità complessiva del ritardo. Facendo riferimento alla classificazione proposta dall'HCM per le intersezioni non semaforizzate i LOS relativi agli approcci di un'intersezione sono stimati sulla base dei ritardi medi accumulati dai veicoli. Il criterio per individuare il livello di servizio, una volta determinato il ritardo relativo a ciascun movimento ed il ritardo medio globale è riassunto nella Figura 8.2.

Ciò premesso, mentre per un'intersezione classica la nozione di ritardo risulta essere intuitiva, nel caso delle rotatorie il "ritardo complessivo" risulta più articolato. La valutazione del tempo di attraversamento di una rotatoria richiede infatti l'analisi delle diverse fasi in cui si svolge tale processo, ad ognuna delle quali è possibile associare una quota parte del ritardo complessivo.

In particolare, come si evince dalla Figura 8.2 si possono distinguere tre intervalli temporali:

- *Ritardo di approccio ( $d_a$ ):* tale componente deriva dal fatto che il guidatore generalmente riduce la propria velocità in prossimità dell'incrocio con un'altra direttrice di marcia. Tale ritardo è quantificabile come la differenza tra il tempo impiegato dai veicoli per percorrere una distanza prefissata da un punto a monte dell'intersezione ( $L_1$ ) alla linea di dare la precedenza ( $L_4$ ) e il tempo necessario a percorrere la stessa distanza alla velocità di flusso libero ( $V_f$ ). Con riferimento alla figura si ha:

$$d_a = (t_4 - t_1) - \frac{L_4 - L_1}{V_f}$$

- *Ritardo di fermata (d)*: tale componente deriva dal fatto che generalmente il guidatore prima di attraversare l'intersezione, è costretto a fermarsi ed aspettare il proprio turno. Nel caso delle intersezioni a rotatoria, questo avviene anche più volte consecutivamente, per effetto della presenza dei veicoli in coda che precedono il generico utente. Il ritardo di fermata dipende pertanto dal flusso circolante sull'anello e dal cosiddetto "gap-acceptance" (intervallo spazio-temporale accettato) dei guidatori in ingresso. Tale ritardo può essere quindi definito come:

$$d = t_3 - t_2$$

- *Ritardo di controllo ( $d_c$ )*: tale componente include invece il ritardo dovuto alle fasi di decelerazione, di fermata e di accelerazione. Può essere calcolato come la differenza tra il tempo che intercorre tra l'inizio della fase di decelerazione e la fine della fase di accelerazione ed il tempo impiegato a percorrere la stessa distanza alla velocità di flusso libero. Considerando la schematizzazione in figura si ha:

$$d_c = (t_5 - t_1) - \frac{L_5 - L_1}{V_f}$$

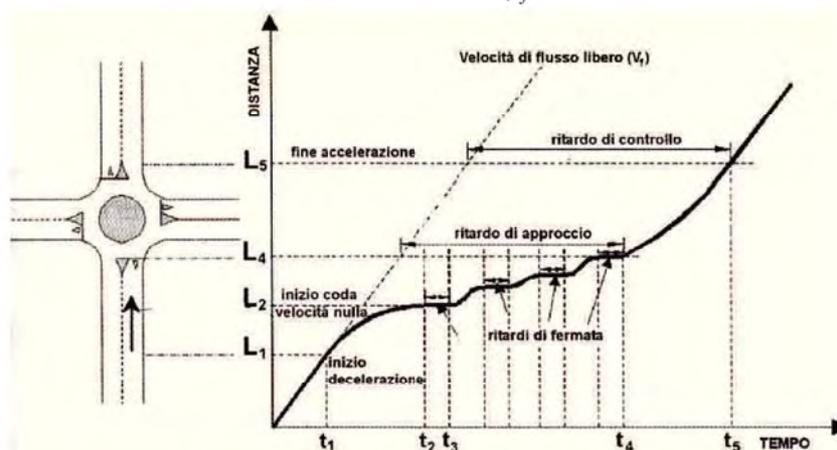


Figura 8.2 – Definizione tipologie di ritardo per una rotatoria

Il livello di servizio si può quindi ricavare confrontando il ritardo medio ricavato con le indicazioni fornite dall'HCM 2000 relativamente alle intersezioni non semaforizzate. Il meccanismo di funzionamento di una rotatoria risulta infatti maggiormente accostabile a quello delle intersezioni regolate da "Stop" o dal "Dare precedenza" piuttosto che ad altre modalità di gestione. In pratica anche per quanto riguarda le rotatorie, gli utenti in attesa di immettersi nell'anello circolatorio accumulano perditempo commisurati direttamente al flusso veicolare in opposizione.

Nel seguito, grazie all'ausilio delle microsimulazioni dinamiche verranno ricavati una serie di indicatori prestazionali relativi agli approcci del nodo oggetto di valutazione tra cui il "ritardo medio per veicolo". Questo viene calcolato quando il veicolo completa il segmento stradale oggetto di valutazione (che nel caso in esame inizia 150 m prima dell'approccio dell'intersezione e termina in corrispondenza della sezione di uscita) sottraendo il tempo di percorrenza teorico (ideale) dal tempo di percorrenza reale.

Il tempo di percorrenza teorico è il tempo che verrebbe impiegato per compiere il tragitto definito se nella rete non ci fossero altri veicoli e nessun impianto semaforico o fermata (tenendo conto delle zone di rallentamento quali ad es. curve o restringimenti).

Anche in questo caso il ritardo complessivo dell'intersezione può essere infine calcolato come media pesata sulle portate veicolari:

$$d_T = \frac{\sum d_x \cdot q_x}{\sum q_x}$$

Direttamente correlato ai perditempo accumulati dai veicoli sui rami di approccio dell'intersezione troviamo infine il concetto di accodamento. Le condizioni di deflusso possono infatti dar luogo, soprattutto nelle ore di punta a formazione di coda. Nelle successive microsimulazioni verrà utilizzata la seguente definizione di "coda": un veicolo si trova in situazione di accodamento quando la sua velocità scende al di sotto dei 5 km/h e la distanza dal veicolo che lo precede è inferiore ai 20 m. Qualora questa aumenti fino a superare i 20 m o venga superata la velocità di 10 km/h si ritiene che il veicolo non sia più in coda.

---

## 9 ANALISI MICROSIMULATIVA

### 9.1 MICROSIMULAZIONI ESEGUITE

Al fine di produrre un'analisi completa e dettagliata dell'impatto viabilistico determinato dall'inserimento della struttura di vendita oggetto del presente Studio sono state eseguite due distinte microsimulazioni corrispondenti alla situazione attuale (Scenario 0) e allo scenario futuro (Scenario 1):

- *Scenario 0: Stato di fatto;*
- *Scenario 1: Scenario futuro.*

Tali microsimulazioni sono state riferite all'ora di punta mattutina del venerdì (08.00-09.00) che, come riscontrato dai dati di traffico, rappresenta indubbiamente l'intervallo di punta per il sistema viario.

Questa modalità di verifica, oltre a produrre un output visivo di immediata interpretazione fornisce anche precisi indicatori prestazionali quali i ritardi e le lunghezze delle code.

Nello sviluppo delle microsimulazioni, i nodi e gli archi della rete stradale sono stati riprodotti rispettando fedelmente le dimensioni geometriche planimetriche e allimetriche; su questi sono state successivamente inserite le zone di rallentamento in corrispondenza dei tratti curvilinei e in prossimità degli approcci delle intersezioni. È stato inoltre imposto il corretto rispetto delle precedenza e degli stop. La rete è stata quindi riprodotta puntualmente e tutti i parametri del software sono stati impostati in maniera tale da ottenere un comportamento realistico dei veicoli.

Sia allo stato attuale che nelle ipotesi future sono stati simulati 7.200 secondi, ovvero l'intera ora di punta estesa alla mezz'ora precedente e successiva per un intervallo complessivo di due ore. Si sono considerate significative le letture relative ai 3.600 secondi centrali, trascurando i primi e gli ultimi 30 minuti in cui il sistema raggiunge ed esaurisce le condizioni di regime.

Di seguito assieme alle illustrazioni delle microsimulazioni a grande scala relative alle reti simulate, si riportano gli estratti esemplificativi di alcuni particolari simulati nei vari scenari.

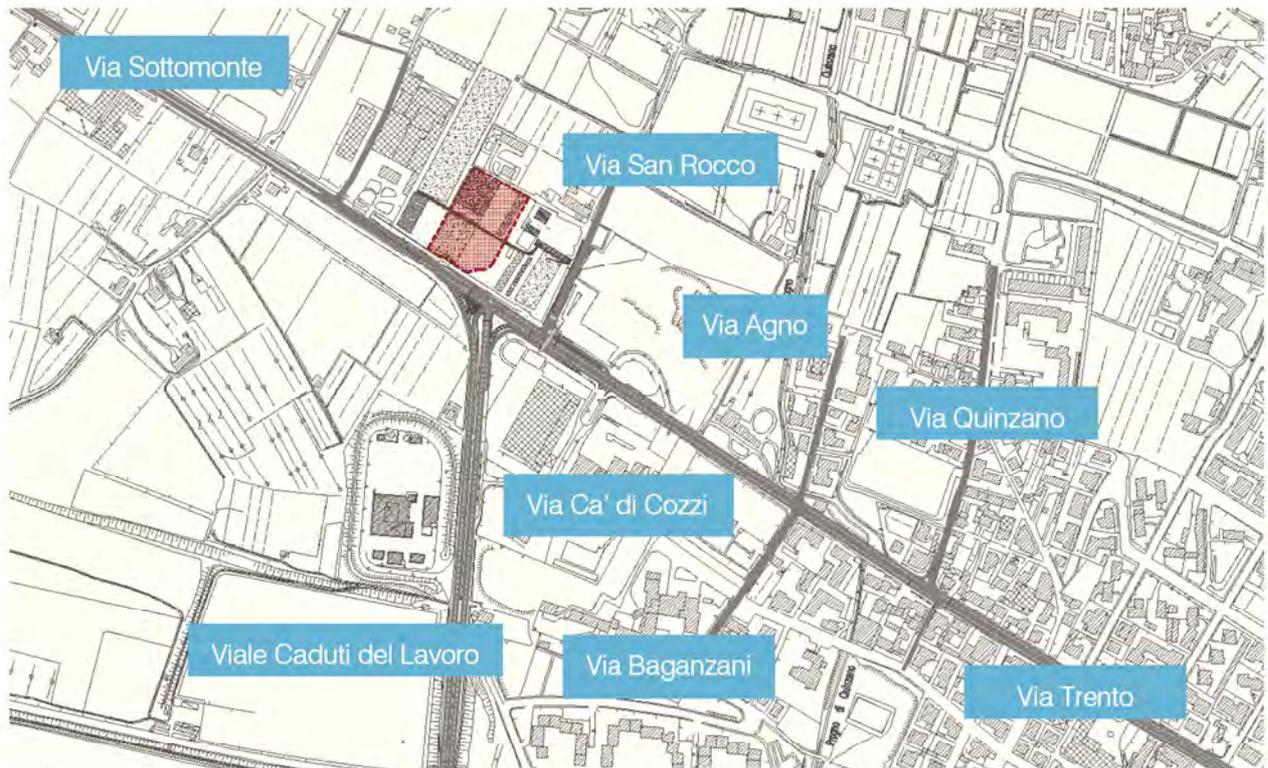


Figura 9.1 – Rete microsimulata – Scenario 0

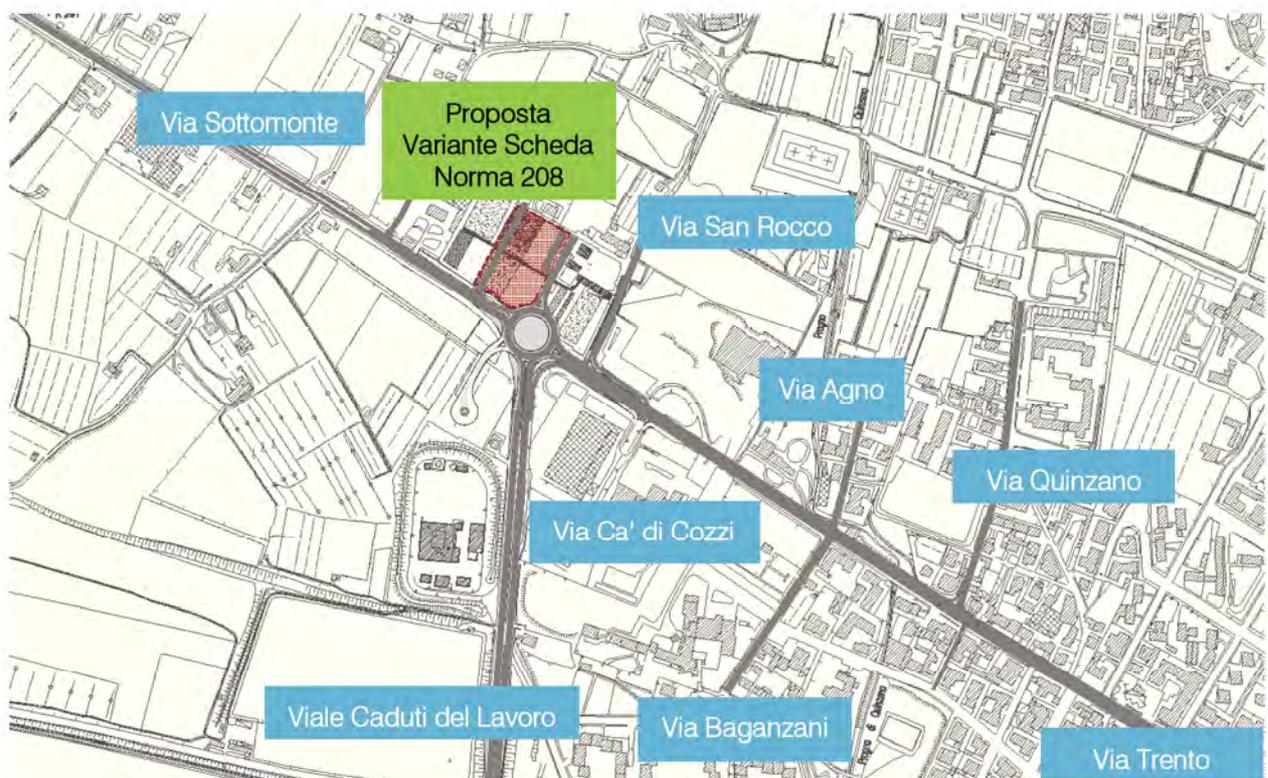


Figura 9.2 – Rete microsimulata – Scenario 1

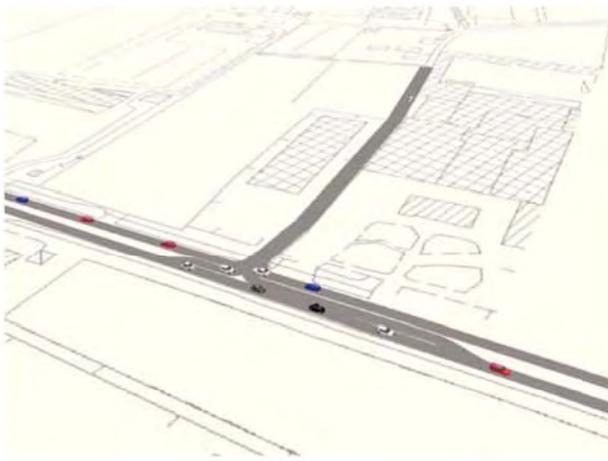


Figura 9.3 – Intersezione a "T" tra Via Sottomonte e Via Montresor

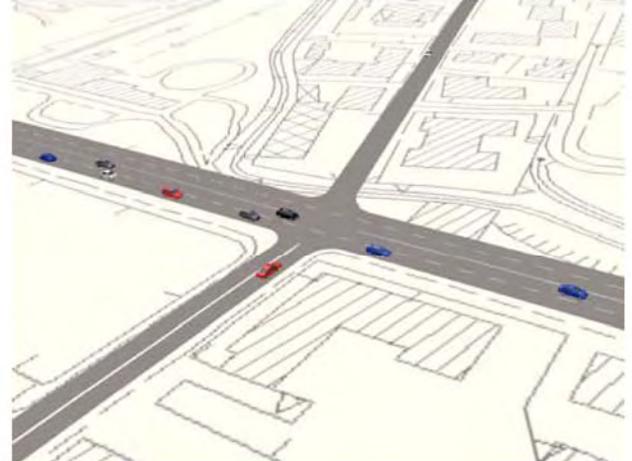


Figura 9.4 – Intersezione tra Via Ca' di Cozzi, Via Baganzani e Via Agno

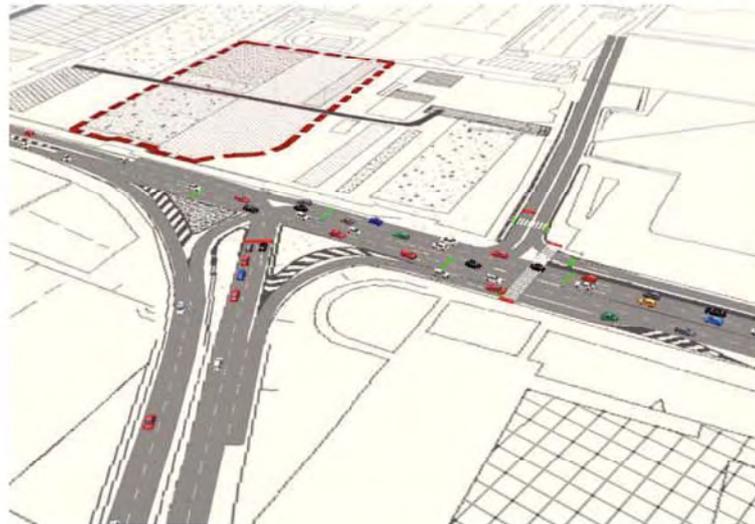


Figura 9.5 – Intersezione Viale Caduti del Lavoro – Via Ca' di Cozzi – Via San Rocco – Scenario 0



Figura 9.6 – Intersezione Viale Caduti del Lavoro – Via Ca' di Cozzi – Via San Rocco – Scenario 1



Figura 9.7 – Intersezione tra Via Ca' di Cozzi, Largo Ca' di Cozzi e Via Quinzano

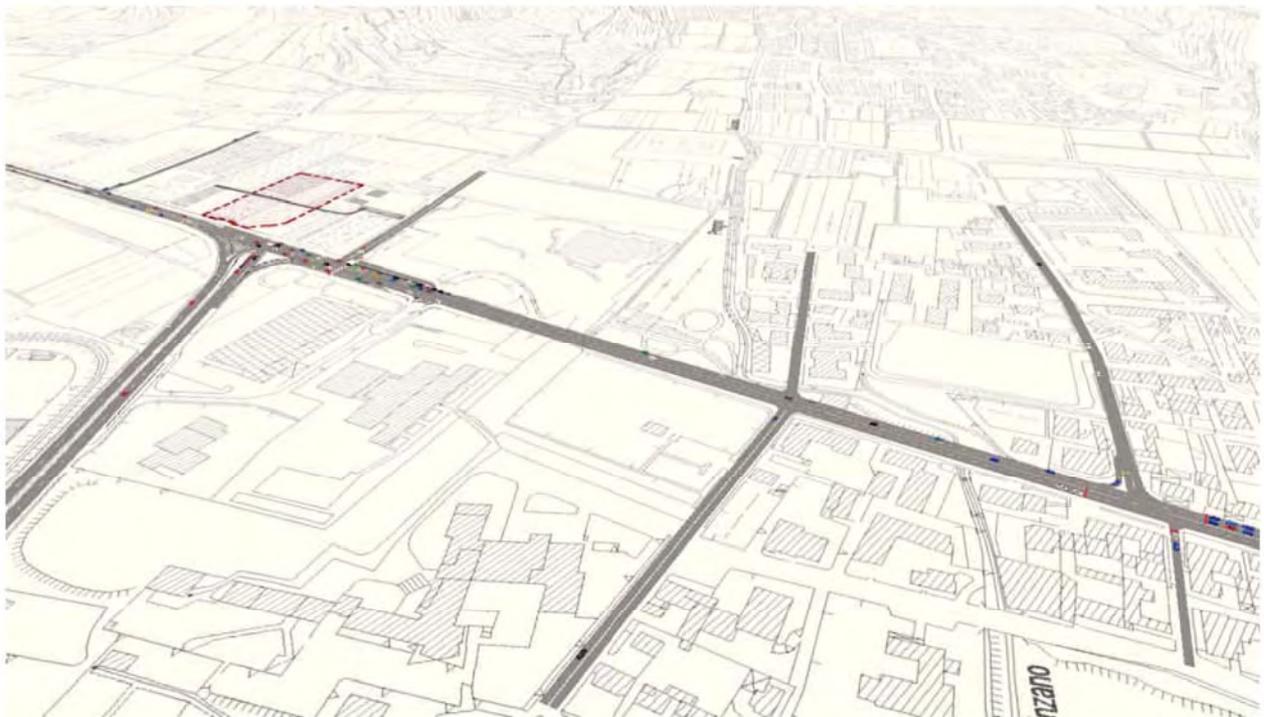


Figura 9.8 – Estratto microsimulativo Scenario 0

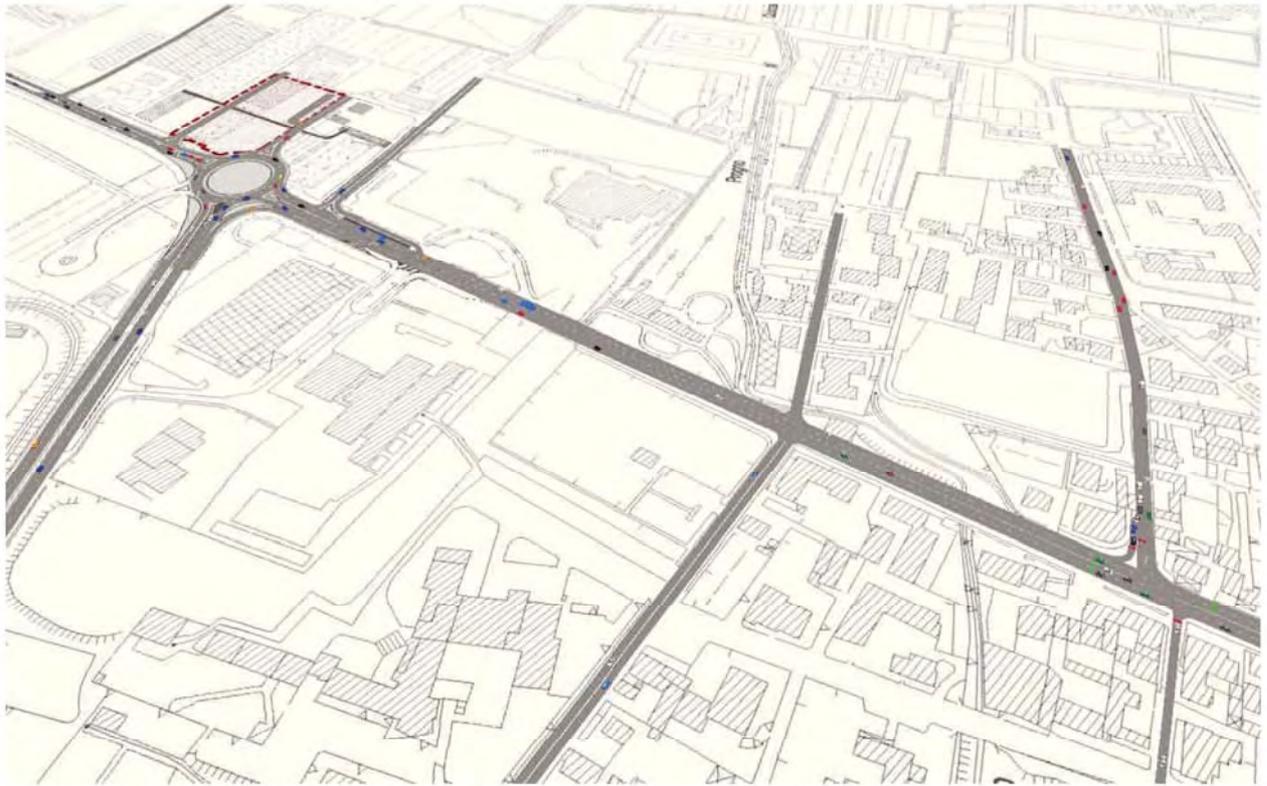


Figura 9.9 – Estratto microsimulativo Scenario 1

## 9.2 VALUTAZIONE CRITICA DEI RISULTATI

Le microsimulazioni dinamiche eseguite producono come output oltre a dei filmati video in tempo reale, utili per un'immediata visione del funzionamento della rete viaria, anche una serie di indicatori prestazionali. I valori ottenuti consentono di ricavare e comparare in modo analitico i LOS dei vari approcci di ogni singola intersezione relativamente allo stato di fatto e allo scenario futuro. Nel dettaglio sono stati utilizzati due distinti livelli di valutazione.

### *Livello 1: Valutazione globale della rete viaria*

Questo livello di analisi fornisce una visione globale e di facile comprensione per quanto riguarda il funzionamento dell'intera rete viaria e ciò consente di comparare in modo immediato differenti scenari grazie all'ausilio di specifici indicatori prestazionali elencati in seguito:

- distanza totale percorsa dai veicoli;
- tempo totale di viaggio;
- velocità media dei veicoli;
- ritardo totale dei veicoli;
- ritardo medio per veicolo.

### *Livello 2: Valutazione di nodo*

Questo livello di analisi ha riguardato i nodi della rete attuale e di progetto così da poter quantificare gli effetti sulla circolazione imputabili alla presenza della nuova struttura di vendita. Gli indicatori prestazionali utilizzati per questa analisi sono stati:

- la lunghezza media della coda per ogni approccio;
- il ritardo medio per i veicoli provenienti dai vari approcci;
- il corrispondente LOS per ogni approccio.

Si precisa che per definire la situazione di coda si è stabilito che un veicolo inizia a fare coda quando si muove a una velocità inferiore ai 5 km/h e si trova ad una distanza dal mezzo che lo precede inferiore ai 20m; tale situazione perdura fino a quando viene superato questo valore di distanza o la velocità di 10 km/h.

## 9.2.1 Valutazioni di rete

Basandosi sui valori degli indicatori prestazionali descritti, avvalorati dalla percezione visiva del funzionamento della rete ottenuta mediante l'analisi a video delle simulazioni, si presenta di seguito una valutazione critica dei risultati ottenuti, distinta tra lo stato attuale e quello futuro.

Dalle risultanze emergono le seguenti considerazioni:

- il numero di veicoli simulato nei due scenari risulta congruente ai rilievi di traffico effettuati per lo stato di fatto, mentre per lo scenario di progetto tale entità aumenta del numero di veicoli indotti stimati. Si precisa che il modello di microsimulazione adotta lievi approssimazioni di generazione dei veicoli; si precisa inoltre che il numero totale di veicoli simulati è superiore rispetto allo Studio precedente;
- la velocità media dei veicoli risulta pressoché invariata nei due scenari, nonostante l'incremento di traffico dovuto alla nuova struttura di vendita ed ai nuovi interventi urbanistici;
- anche il ritardo medio per veicolo risulta pressoché invariato.

### Ora di punta 08.00-09.00: Stato di fatto

SCENARIO 0	
PARAMETRI DI RETE	VALORI
Numero di veicoli simulati	3415
Totale distanza percorsa veicoli (km)	4475,0
Totale tempo di viaggio veicoli (h)	117,6
Velocità media (km/h)	38,1
Totale ritardo veicoli (h)	37,3
Ritardo medio per veicolo (s)	38,1

Tabella 9.1 – Valutazione di rete – Scenario 0

### Ora di punta 08.00-09.00: Proposta di Variante alla Scheda Norma n. 208 del Piano degli Interventi

SCENARIO 1	
PARAMETRI DI RETE	VALORI
Numero di veicoli simulati	3449
Totale distanza percorsa veicoli (km)	4681,6
Totale tempo di viaggio veicoli (h)	125,6
Velocità media (km/h)	37,3
Totale ritardo veicoli (h)	38,6
Ritardo medio per veicolo (s)	39,0

Tabella 9.2 – Valutazione di rete – Scenario 1

## 9.2.2 Valutazioni di nodo

Per quanto riguarda la “valutazione di nodo” verranno di seguito analizzate le sei intersezioni per la rete viaria di afferenza:

1. *Intersezione tra Via Sottomonte e Via Montresor;*
2. *Intersezione tra Via Ca' di Cozzi, Via Sottomonte, Viale Caduti del Lavoro e Via San Rocco;*
3. *Intersezione tra Via Ca' di Cozzi, Via Baganzani e Via Agno;*
4. *Intersezione tra Via Trento, Largo Ca' di Cozzi e Via Quinzano.*

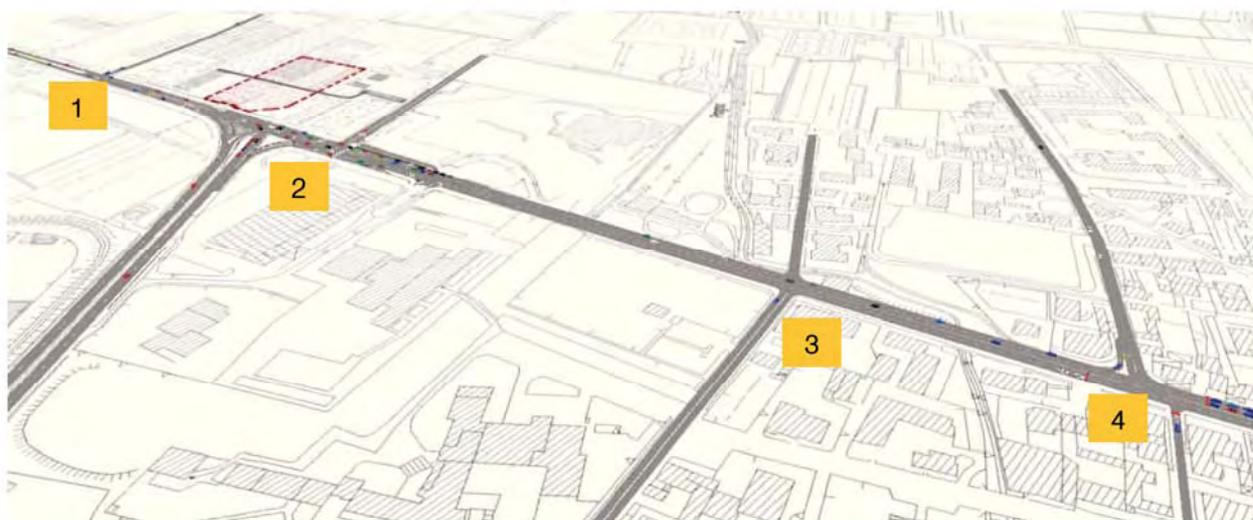


Figura 9.10 – Nodi Scenario 0



Figura 9.11 – Nodi Scenario 1

Nell'analisi che seguirà saranno pertanto posti a confronto, per ciascun nodo della rete, gli indicatori prestazionali dei due scenari.

Nodo 1: Intersezione a "T" tra Via Sottomonte e Via Montresor

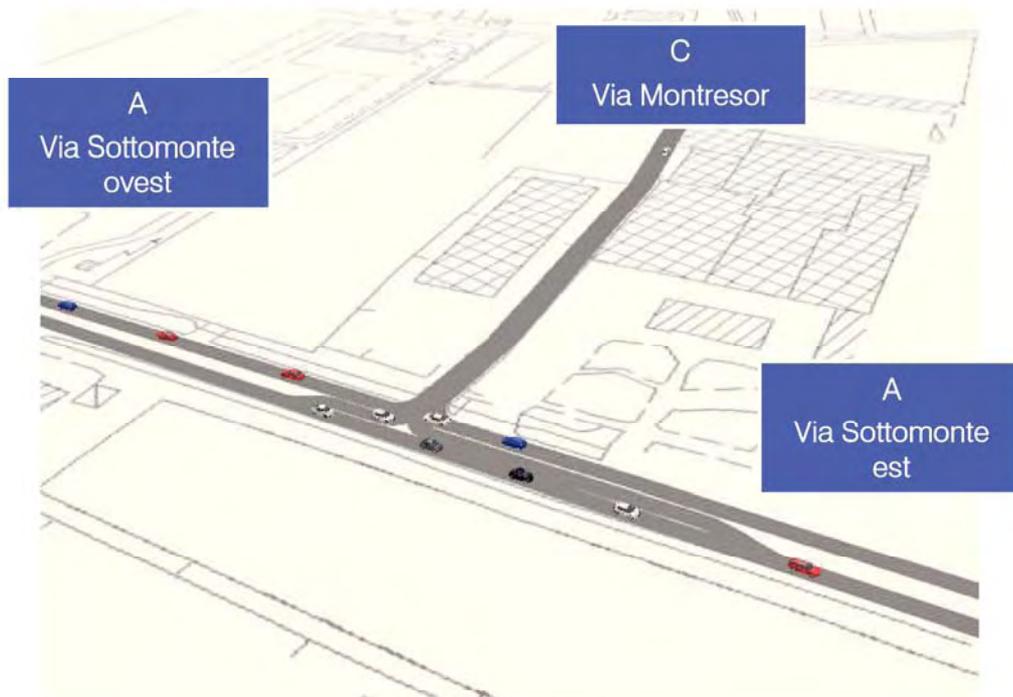


Figura 9.12 – Nodo 1

RAMO	CODA [m] MEDIA	RITARDO MEDIO PER VEICOLO [s]	LOS
A	0,5	1,0	A
B	0,0	1,3	A
C	1,4	12,7	B
TOT	-	1,6	A

Tabella 9.3 – Indicatori prestazionali Scenario 0 – nodo 1

RAMO	CODA [m] MEDIA	RITARDO MEDIO PER VEICOLO [s]	LOS
A	10,7	7,4	A
B	0,0	0,5	A
C	2,7	19,6	C
TOT	-	4,7	A

Tabella 9.4 – Indicatori prestazionali Scenario 1 – nodo 1

Sia allo stato di fatto che nello scenario di progetto il nodo supporta in maniera ottimale i flussi di traffico previsti nell'ora di punta simulata, presentando di fatto un livello di servizio sempre uguale ad A ed accodamenti medi contenuti.

Nodo 2: Intersezione tra Via Ca' di Cozzi, Via Sottomonte, Viale Caduti del Lavoro e Via San Rocco



Figura 9.13 – Intersezione Viale Caduti del Lavoro – Via Ca' di Cozzi – Via San Rocco – Scenario 0



Figura 9.14 – Intersezione Viale Caduti del Lavoro – Via Ca' di Cozzi – Via San Rocco – Scenario 1

RAMO	CODA [m] MEDIA	RITARDO MEDIO PER VEICOLO [s]	LOS
A	7,2	18,5	B
B	17,6	29,0	C
C	19,5	38,6	D
D	7,5	45,9	D
E	-	-	-
TOT	-	28,7	C

Tabella 9.5 – Indicatori prestazionali Scenario 0 – nodo 2

RAMO	CODA [m] MEDIA	RITARDO MEDIO PER VEICOLO [s]	LOS
A	34,2	24,3	C
B	6,3	19,2	C
C	22,0	23,0	C
D	9,9	33,4	D
E	2,1	22,4	C
TOT	-	23,0	C

Tabella 9.6 – Indicatori prestazionali Scenario 1 – nodo 2

Sia nello stato di fatto che nello scenario futuro il livello di servizio globale del nodo è soddisfacente e pari a C. Come si evince dai dati riportati, grazie all'intervento infrastrutturale previsto si riscontra infatti una riduzione del ritardo medio per veicolo nonostante il lieve incremento dei flussi veicolari dovuto alla nuova struttura commerciale..

Nodo 3: Intersezione tra Via Ca' di Cozzi, Via Baganzani e Via Agno



Figura 9.15 – Nodo 3

RAMO	CODA [m] MEDIA	RITARDO MEDIO PER VEICOLO [s]	LOS
A	0,0	0,8	A
B	0,3	6,6	A
C	0,0	0,2	A
D	0,0	1,6	A
TOT	-	0,8	A

Tabella 9.7 – Indicatori prestazionali Scenario 0 – nodo 3

RAMO	CODA [m] MEDIA	RITARDO MEDIO PER VEICOLO [s]	LOS
A	0,0	1,0	A
B	0,4	6,7	A
C	0,0	0,2	A
D	0,0	1,8	A
TOT	-	0,9	A

Tabella 9.8 – Indicatori prestazionali Scenario 1 – nodo 3

Sia allo stato di fatto che nello scenario di progetto il nodo supporta in maniera ottimale i flussi di traffico previsti nell'ora di punta simulata, presentando di fatto un livello di servizio globale sempre uguale ad A.

Nodo 4: Intersezione tra Via Trento, Largo Ca' di Cozzi e Via Quinzano



Figura 9.16 – Nodo 4

RAMO	CODA [m] MEDIA	RITARDO MEDIO PER VEICOLO [s]	LOS
A	11,7	20,4	C
B	5,4	40,2	D
C	8,9	18,9	B
D	13,5	42,7	D
TOT	-	25,2	C

Tabella 9.9 – Indicatori prestazionali Scenario 0 – nodo 4

RAMO	CODA [m] MEDIA	RITARDO MEDIO PER VEICOLO [s]	LOS
A	13,5	21,2	C
B	5,4	40,2	D
C	9,3	19,1	B
C	14,0	43,2	D
TOT	-	25,7	C

Tabella 9.10 – Indicatori prestazionali Scenario 1 – nodo 4

Sia allo stato di fatto che nello scenario di progetto il nodo supporta in maniera soddisfacente i flussi di traffico previsti nell'ora di punta simulata, presentando di fatto un livello di servizio globale sempre uguale a C. Nel complesso i livelli prestazionali rimangono sostanzialmente invariati.

Si osserva infine che il deflusso veicolare nei nodi di progetto non risulta condizionato dalla mutua interferenza in quanto gli accodamenti risultano contenuti, garantendo una circolazione caratterizzata da nessun significativo fenomeno di rigurgito veicolare.

Tutte le analisi condotte dimostrano come i nodi esaminati sia allo stato di fatto che nell'ipotesi di progetto non presentano, dal punto di vista viabilistico, particolari problematiche in quanto le varie configurazioni geometriche permettono l'adeguato smaltimento dei flussi futuri garantendo conseguentemente dei livelli prestazionali soddisfacenti e congruenti tra stato di fatto e scenario futuro. Inoltre, grazie alla realizzazione della rotonda in luogo dell'intersezione semaforizzata posta al crocevia tra Via Ca' di Cozzi e Viale Caduti del Lavoro, si verifica una riduzione dei ritardi.

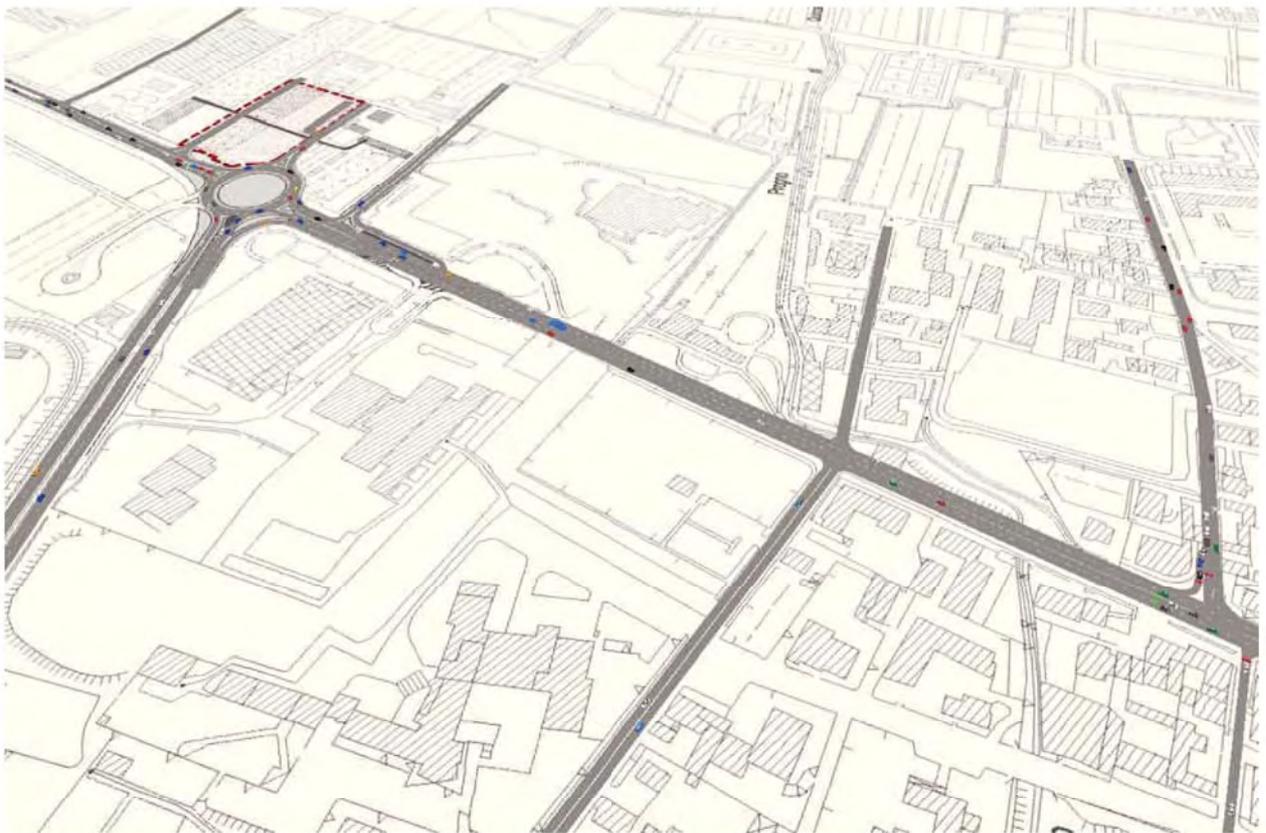


Figura 9.17 – Estratto microsimulazione stato futuro

## 10 CONCLUSIONI

Il presente documento ha analizzato l'impatto viabilistico correlato alla Proposta di Varianze di rimodulazione della Scheda Norma n. 208 del Piano degli Interventi del Comune di Verona ai sensi dell'Allegato A della Delibera di Giunta n. 361 del 14 settembre 2016.

La Proposta di Variante, a supporto della quale si allega il presente Studio, ai sensi dell'art. 18-ter della Legge Regionale 23 aprile 2004, n.11, modificato secondo quanto previsto dalla L.R. n.4 del 16 marzo 2015, prevede:

- la trasformazione della destinazione d'uso in commerciale (U2 – Usi commerciali) anziché residenziale (U1 – Usi abitativi);
- la modifica della collocazione all'interno dell'Ambito dell'area di concentrazione volumetrica;
- la modifica del perimetro dell'Ambito;
- la modifica della capacità edificatoria massima consentita per l'Ambito.

La proponente si impegna inoltre a realizzare una rotatoria congruente con quella prevista dalla pianificazione vigente in luogo dell'attuale intersezione tra Via Ca' di Cozzi e Viale Caduti del Lavoro regolata tramite impianto semaforico. La definizione esecutiva della stessa verrà presentata contestualmente alla richiesta di Permesso di Costruire in seguito all'approvazione della Proposta di Variante.

Si precisa che lo stato attuale della viabilità è stato descritto grazie ad un preciso ed accurato rilievo automatico e manuale dei flussi veicolari che attualmente caricano la rete.

Con lo scopo di individuare lo scenario più gravoso, i risultati del monitoraggio effettuato dalla scrivente nel corso del mese di dicembre 2016 sono stati confrontati con i flussi di traffico indicati all'interno del PGTU e dell'“*Allegato al rapporto ambientale della variante 23 al piano degli interventi aggiornamento quadro conoscitivo mobilità*” del 14 novembre 2016, riferiti all'ora di punta del mattino, 08.00 – 09.00. In particolare sono state considerate anche le variazioni in termini di traffico dovute agli interventi previsti all'interno della Variante 23. Dall'analisi dei dati a disposizione è risultato più gravoso e pertanto cautelativo riferirsi al monitoraggio di dicembre 2016.

A questi sono stati sommati i veicoli indotti dal nuovo intervento (Scenario 1) calibrati per l'ora di punta del sistema (08.00 – 09.00) sulla base di opportune analisi trasportistiche riferite a casi analoghi per tipologia di struttura commerciale ed ubicazione.

Le valutazioni dei livelli di servizio sono state eseguite mediante un software microsimulativo; sono stati simulati la situazione attuale (Scenario 0) e lo scenario futuro (Scenario 1):

- *Scenario 0: Stato di fatto;*
- *Scenario 1: Scenario futuro.*

L'analisi, sviluppata sulla base di ipotesi trasportistiche opportunamente ponderate, dimostra pertanto che a seguito della realizzazione della nuova struttura di vendita, la rete viaria attuale sarà in grado di smaltire il

flusso di traffico futuro garantendo livelli di servizio adeguati e che grazie alla realizzazione della rotatoria si verificherà un miglioramento dei ritardi del nodo rispetto all'attuale regolazione semaforica.



## INDICE DELLE FIGURE

<i>Figura 1.1 – Ambito di localizzazione</i> .....	2
<i>Figura 3.1 – Inquadramento territoriale comune di Verona</i> .....	6
<i>Figura 3.2 – Ubicazione intervento</i> .....	7
<i>Figura 4.1 – Analisi delle alternative – PAT</i> .....	8
<i>Figura 4.2 – Tavola delle trasformabilità – PAT</i> .....	9
<i>Figura 4.3 – Classificazione funzionale</i> .....	10
<i>Figura 4.4 – Ambito di intervento</i> .....	11
<i>Figura 4.5 – Classificazione funzionale: zoom con indicazione rotatoria</i> .....	12
<i>Figura 4.6 – Tipologia flussi veicolari secondo PGTU vigente</i> .....	12
<i>Figura 5.1 – Assi viari principali</i> .....	13
<i>Figura 5.2 – Ortofoto Via Ca' di Cozzi</i> .....	14
<i>Figura 5.3 – Via Ca' di Cozzi</i> .....	14
<i>Figura 5.4 – Ortofoto Via Sottomonte</i> .....	15
<i>Figura 5.5 – Via Sottomonte</i> .....	15
<i>Figura 5.6 – Ortofoto Viale Caduti del Lavoro</i> .....	16
<i>Figura 5.7 – Viale Caduti del Lavoro – dir. nord</i> .....	16
<i>Figura 5.8 – Intersezioni limitrofe all'area di studio</i> .....	17
<i>Figura 5.9 – Intersezione tra Via Ca' di Cozzi, Via Sottomonte, Viale Caduti del Lavoro e Via San Rocco</i> .....	17
<i>Figura 5.10 – Schema fasi ciclo semaforico secondo quanto riportato nel PGTU vigente</i> .....	18
<i>Figura 5.11 – Ciclo semaforico secondo quanto riportato nel PGTU vigente</i> .....	18
<i>Figura 5.12 – Sinistro occorso in data 05.12.2016 1/2</i> .....	18
<i>Figura 5.13 – Sinistro occorso in data 05.12.2016 2/2</i> .....	19
<i>Figura 5.14 – Attestazione da Via Ca' di Cozzi</i> .....	19
<i>Figura 5.15 – Attestazione da Via San Rocco</i> .....	19
<i>Figura 5.16 – Ortofoto intersezione a livelli sfalsati</i> .....	20

<i>Figura 5.17 – Intersezione a livelli sfalsati – lato sud .....</i>	<i>20</i>
<i>Figura 5.18 – Intersezione a livelli sfalsati – rampa di uscita in destra lato sud .....</i>	<i>21</i>
<i>Figura 5.19 – Ortofoto intersezione semaforizzata tra Via Trento, Largo Ca' di Cozzi e Via Quinzano.....</i>	<i>21</i>
<i>Figura 5.20 – Intersezione semaforizzata tra Via Trento, Largo Ca' di Cozzi e Via Quinzano – 1/2.....</i>	<i>22</i>
<i>Figura 5.21 – Intersezione semaforizzata tra Via Trento, Largo Ca' di Cozzi e Via Quinzano – 2/2.....</i>	<i>22</i>
<i>Figura 6.1 – Strumentazione radar utilizzata.....</i>	<i>24</i>
<i>Figura 6.2 – Angolo di installazione dei radar rispetto alla direzione di marcia.....</i>	<i>24</i>
<i>Figura 6.3 – Sezioni di rilievo tramite strumentazione radar .....</i>	<i>25</i>
<i>Figura 6.4 – Radar 1 .....</i>	<i>26</i>
<i>Figura 6.5 – Radar 2 .....</i>	<i>26</i>
<i>Figura 6.6 – Radar 3.....</i>	<i>26</i>
<i>Figura 6.7 – Radar 6.....</i>	<i>26</i>
<i>Figura 6.8 – Radar 8.....</i>	<i>26</i>
<i>Figura 6.9 – Radar 9.....</i>	<i>26</i>
<i>Figura 6.10 – Andamento volumi di traffico per sezione – venerdì 02.12.2016 .....</i>	<i>28</i>
<i>Figura 6.11 – Andamento volumi di traffico per sezione – sabato 03.12.2016 .....</i>	<i>28</i>
<i>Figura 6.12 – Flussi di traffico giornalieri (08.00 – 20.00) venerdì 02.12.2016 – sabato 03.12.2016.....</i>	<i>29</i>
<i>Figura 6.13 – Confronto andamento volumi di traffico venerdì 02.12.2016 – sabato 03.12.2016 .....</i>	<i>29</i>
<i>Figura 6.14 – Esempio griglia rilievo manuale.....</i>	<i>30</i>
<i>Figura 6.15 – Intersezioni oggetto di rilievo manuale .....</i>	<i>31</i>
<i>Figura 6.16 – Risultati rilievo manuale dicembre 2016.....</i>	<i>32</i>
<i>Figura 6.17 – Flussi di traffico SdF riferimento Analisi Variante 23 PI .....</i>	<i>33</i>
<i>Figura 6.18 – Flussi di traffico SdF riferimento Analisi Variante 23 PI: zoom .....</i>	<i>33</i>
<i>Figura 6.19 – Variazione flussi Variante 23 – SdF di riferimento .....</i>	<i>34</i>
<i>Figura 6.20 – Variazione flussi Variante 23 – SdF di riferimento: zoom .....</i>	<i>34</i>
<i>Figura 7.1 – Ambito di intervento Proposta di Variante Scheda Norma 208 e rotonda di progetto.....</i>	<i>35</i>
<i>Figura 7.2 – Rotatoria di progetto: zoom.....</i>	<i>36</i>

<i>Figura 7.3 – Accessi nuova struttura commerciale .....</i>	<i>37</i>
<i>Figura 7.4 – Distribuzione indotti nuova struttura di vendita.....</i>	<i>39</i>
<i>Figura 8.1 – Gerarchia delle correnti di traffico .....</i>	<i>45</i>
<i>Figura 8.2 – Definizione tipologie di ritardo per una rotatoria.....</i>	<i>49</i>
<i>Figura 9.1 – Rete microsimulata – Scenario 0.....</i>	<i>52</i>
<i>Figura 9.2 – Rete microsimulata – Scenario 1.....</i>	<i>52</i>
<i>Figura 9.3 – Intersezione a “T” tra Via Sottomonte e Via Montresor .....</i>	<i>53</i>
<i>Figura 9.4 – Intersezione tra Via Ca’ di Cozzi, Via Baganzani e Via Agno .....</i>	<i>53</i>
<i>Figura 9.5 – Intersezione Viale Caduti del Lavoro – Via Ca’ di Cozzi – Via San Rocco – Scenario 0.....</i>	<i>53</i>
<i>Figura 9.6 – Intersezione Viale Caduti del Lavoro – Via Ca’ di Cozzi – Via San Rocco – Scenario 1.....</i>	<i>53</i>
<i>Figura 9.7 – Intersezione tra Via Ca’ di Cozzi, Largo Ca’ di Cozzi e Via Quinzano.....</i>	<i>54</i>
<i>Figura 9.8 – Estratto microsimulativo Scenario 0 .....</i>	<i>54</i>
<i>Figura 9.9 – Estratto microsimulativo Scenario 1 .....</i>	<i>55</i>
<i>Figura 9.10 – Nodi Scenario 0.....</i>	<i>58</i>
<i>Figura 9.11 – Nodi Scenario 1.....</i>	<i>58</i>
<i>Figura 9.12 – Nodo 1.....</i>	<i>59</i>
<i>Figura 9.13 – Intersezione Viale Caduti del Lavoro – Via Ca’ di Cozzi – Via San Rocco – Scenario 0.....</i>	<i>60</i>
<i>Figura 9.14 – Intersezione Viale Caduti del Lavoro – Via Ca’ di Cozzi – Via San Rocco – Scenario 1.....</i>	<i>60</i>
<i>Figura 9.15 – Nodo 3.....</i>	<i>62</i>
<i>Figura 9.16 – Nodo 4.....</i>	<i>63</i>
<i>Figura 9.17 – Estratto microsimulazione stato futuro.....</i>	<i>64</i>

## INDICE DELLE TABELLE

<i>Tabella 6.1 – Specifica radar</i> .....	25
<i>Tabella 6.2 – Suddivisione classi veicolari</i> .....	27
<i>Tabella 6.3 – Veicoli equivalenti giornalieri 08.00 – 20.00</i> .....	27
<i>Tabella 6.4 – Matrici O/D monitoraggio dicembre 2016</i> .....	32
<i>Tabella 8.1 – Criterio per individuazione del LOS per intersezioni a raso semaforizzate</i> .....	44
<i>Tabella 8.2 – Portate di conflitto</i> .....	46
<i>Tabella 8.3 – Intervalli critici e di sequenza per ciascuna manovra</i> .....	46
<i>Tabella 8.4 – Criterio per individuazione del LOS per intersezioni a raso non semaforizzate</i> .....	48
<i>Tabella 9.1 – Valutazione di rete – Scenario 0</i> .....	57
<i>Tabella 9.2 – Valutazione di rete – Scenario 1</i> .....	57
<i>Tabella 9.3 – Indicatori prestazionali Scenario 0 – nodo 1</i> .....	59
<i>Tabella 9.4 – Indicatori prestazionali Scenario 1 – nodo 1</i> .....	59
<i>Tabella 9.5 – Indicatori prestazionali Scenario 0 – nodo 2</i> .....	60
<i>Tabella 9.6 – Indicatori prestazionali Scenario 1 – nodo 2</i> .....	61
<i>Tabella 9.7 – Indicatori prestazionali Scenario 0 – nodo 3</i> .....	62
<i>Tabella 9.8 – Indicatori prestazionali Scenario 1 – nodo 3</i> .....	62
<i>Tabella 9.9 – Indicatori prestazionali Scenario 0 – nodo 4</i> .....	63
<i>Tabella 9.10 – Indicatori prestazionali Scenario 1 – nodo 4</i> .....	63