

COMUNE DI OZZANO DELL'EMILIA

Progetto per il

Piano Urbanistico Attuativo - PUA

Ambito ANS_C2.1, Parco Centonara

PROPRIETA'

Banca di Bologna Real Estate S.p.a

Sig. Gianni Ceré

C Holding S.r.l.

Sig. Ezio Baldazzi

Sig. Luca Baldazzi

Sig. Roberto Bonora

Sig.ra Chiara Bonora

Sig. Marco Filippi

Sig.ra Nadia Musiani

PROGETTISTA

Ing. Stefano Marzadori

Via Gyula, 43

40054, Budrio (BO)

COLLABORATORE

Arch. Nicoletta Rossi

SPAZIO RISERVATO ALL'UFFICIO TECNICO

OGGETTO:

**Relazione
Trasportistica**

SCALA

TAVOLA N°

11

1°	16 novembre 2018	Relazione Trasportistica	N° ARCHIVIO:
2°	13 marzo 2019		A/719
3°			
4°			
5°			
6°			
REV.	DATA	DESCRIZIONE	

ELABORAZIONE GRAFICA PRESSO

Grande Sole S.r.l.

Via E. Mattei, 14, 40054, Budrio (BO)

Tel. 051 802601

Mail. marzadoristefano@grandesole.it

INDICE

1	INTRODUZIONE	3
1.1	L’accessibilità al comparto	
2	I FLUSSI VEICOLARI DI TRAFFICO	7
2.1	I conteggi di traffico attuali	
2.2	I flussi generati ed attratti indotti dal comparto residenziale	
3	LO SCENARIO PROGETTUALE FUTURO	14
4	LA VERIFICA GEOMETRICO/FUNZIONALE DELL’INTERSEZIONE TRA LA CIRCONVALLAZIONE NORD E LA NUOVA STRADA DI COMPARTO	18
4.1	L’intersezione analizzata	
4.2	Il modello di simulazione	
4.3	I livelli di servizio	
4.4	I risultati delle simulazioni	
5	VALUTAZIONI CONCLUSIVE	26

1 INTRODUZIONE

Con il presente studio si è inteso valutare l’accessibilità ad un nuovo comparto ad uso residenziale da realizzarsi tra le vie Cesare Maltoni e Guglielmo Marconi, in un’area a sud della futura “Circonvallazione Nord di Ozzano” (Accordo procedimentale per l’attuazione dell’ANS_C2.1 ai sensi dell’art. 18 L.R. n. 20/2000 e s.m.i.); con particolare riferimento agli impatti di traffico sulla viabilità di progetto.

Si sono verificati i livelli di servizio delle intersezioni, analizzate le eventuali criticità emerse e indicate le misure adeguate per il mantenimento prestazionale della rete viaria interessata dalla lottizzazione a fronte dei carichi di traffico indotti, che non dovranno compromettere né la fluidità né la sicurezza della circolazione.

Lo studio assume come dati di input:

- i conteggi di traffico rilevati sulla rete stradale;
- le dimensioni e le tipologie d’uso degli insediamenti previsti;
- la localizzazione degli ingressi/uscite sulla viabilità;
- l’assetto futuro della maglia viaria.

Gli output del presente lavoro sono:

- le autovetture generate ed attratte complessivamente dal comparto;
- gli impatti sulla viabilità per effetto di interventi infrastrutturali e/o normativi;
- la valutazione dei livelli di congestione attuali e futuri delle intersezioni analizzate espressi in termini di:
 - tempi di percorrenza;
 - ritardi lungo gli itinerari;
 - lunghezza massima e media delle file.

Le valutazioni sono state effettuate con l’ausilio di un microsimulatore dinamico che riproduce realisticamente il deflusso dei singoli veicoli e fornisce come output, relativamente al periodo di simulazione, importanti parametri di valutazione come il numero di veicoli defluiti su ciascun itinerario, i tempi di percorrenza, i ritardi rispetto a condizioni di deflusso ideali, la lunghezza media e massima delle code formatesi.

La conformazione della maglia viaria è stata desunta da planimetrie riportanti sia lo stato attuale che l’ipotesi di progetto dell’area in esame.

Le analisi hanno riguardato le criticità del traffico nell’ora di punta della fascia mattutina (8.00-9.00) di giornate medie feriali, considerate come indicative del livello di massimo impatto sulla viabilità, ed al fine di rendere confrontabili i risultati del presente studio con quelli effettuati in precedenza.

Il presente rapporto illustra le modalità di studio ed i risultati delle simulazioni effettuate.

Nel capitolo 1 sono illustrate le caratteristiche dell’area e la sua accessibilità.

Nel capitolo 2 sono riportati i flussi veicolari di traffico ed evidenziati i flussi generati ed attratti indotti dalla lottizzazione futura.

Nel capitolo 3 viene rappresentato lo scenario progettuale futuro della rete viabilistica.

Nel capitolo 4 sono descritti il funzionamento del modello di simulazione, i principali parametri utilizzati e le caratteristiche delle intersezioni analizzate; é illustrata inoltre la metodologia di valutazione dei livelli di servizio e sono riassunti i risultati delle simulazioni.

Nel capitolo 5 sono riportate le valutazioni conclusive dello studio.

1.1 L’accessibilità al comparto

La zona oggetto di studio è localizzata a nord del centro abitato di Ozzano: il comparto si colloca lungo via Cesare Maltoni, nella porzione di territorio compresa tra quest’ultima e via Marconi ad est e via dell’Ambiente a ovest (area sottostante al tracciato di progetto della cosiddetta “Circonvallazione Nord: Tolara–Olmately”).

Ancora più a nord del comparto si trovano l’Autostrada A14 e la S.P. 31 (via Colunga), mentre a sud vi è la S.S. 9 (via Emilia): queste strade costituiscono la rete infrastrutturale portante per tutto il territorio ed i primari assi di collegamento della viabilità di rango superiore (corridoio Emiliano–Romagnolo).



Localizzazione del comparto

Il comparto oggetto di proposta interessa una Superficie Complessiva di 109.073,84 mq. Secondo il progetto l’area si compone di:

- **Edifici abitativi** con superficie utile (S.U.) pari a 15.192 mq;
- **Servizi (negozi di vicinato)** con S.U. pari a 1.582 mq;
- **Verde** complessivo 28.442,50 mq;
- **Parcheggi pubblici (P1)** 104 posti auto;
- **Parcheggi residenti (P3)** 560 p.a.



Planimetria di progetto

Il sistema generale dell’accessibilità all’area residenziale avverrà mediante intersezioni a precedenza lungo le vie Marconi e Maltoni; vi sarà inoltre l’attuazione di una nuova strada di collegamento con la Circonvallazione nord, che lambisce l’intero lato ovest del comparto, e che si raccorda a via Cesare Maltoni tramite la realizzazione di una rotatoria.

Via dell’Ambiente verrà interrotta nel tratto sud, e collegata alla suddetta nuova strada di comparto.

Gli ingressi/uscite al comparto, sulla viabilità principale, si sono differenziati per meglio distribuire i sovraccarichi indotti di traffico dovuti ai singoli lotti residenziali.



Schema di accessibilità viaria al comparto

2 I FLUSSI VEICOLARI DI TRAFFICO

2.1 I conteggi di traffico attuali

Al fine di valutare il sistema della mobilità allo stato attuale, si è provveduto all’effettuazione di una campagna di conteggi del traffico veicolare nell’arco diurno durante la fascia temporale di punta mattutina¹ (8.00–9.00) di giornate medie feriali, come giorni tipo indicativi del livello di massimo impatto sulla viabilità, rilevando i flussi a cadenza di 15 minuti e conteggiando le singole manovre di svolta.

Sulla base delle caratteristiche di ingombro sono state distinte 2 categorie veicolari:

- AUTO (anche con rimorchio, pulmini per il trasporto persone fino a 9 posti) e VEICOLI COMMERCIALI LEGGERI (veicoli per il trasporto merci fino a 35 q.li, furgoni o di dimensioni simili, auto furgonate);
- MEZZI PESANTI (con o senza rimorchio, articolati e snodati).

Il rilievo ha interessato le seguenti due intersezioni:

1. via Cesare Maltoni – lottizzazione Maltoni (incrocio a precedenza);
2. via Cesare Maltoni – via Gulielmo Marconi (incrocio a precedenza).

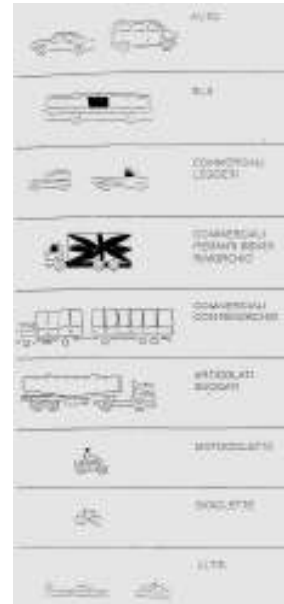
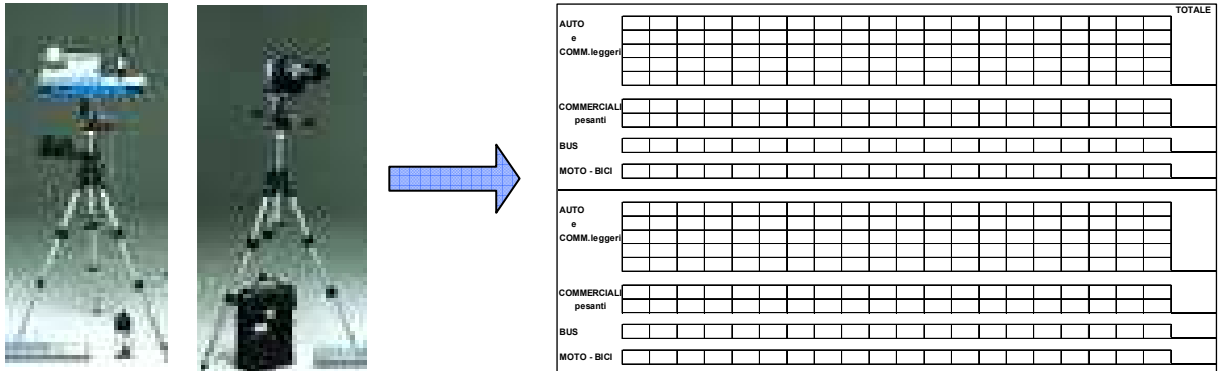


Localizzazione delle intersezioni di conteggio

Di seguito vengono mostrati i conteggi di traffico rilevati ogni 15', suddivisi per classi veicolari e ricondotti a veicoli equivalenti (somma delle auto e mezzi leggeri + i veicoli commerciali pesanti raddoppiati per via dell’ingombro stradale).

¹ Non è stata presa in considerazione la fascia oraria di punta pomeridiana, al fine di rendere confrontabili i risultati del presente studio con quelli effettuati in precedenza (Dati dell’Ufficio traffico della Provincia di Bologna 2005, stesura PSC, Screening “Corridoio infrastrutturale via Olmatello–via Tolara” 2008).

- ◆ 2 videocamere digitali con treppiede
- ◆ 2 postazioni stradali di rilievo
- ◆ 120 minuti di ripresa
- ◆ lettura di 12 manovre di svolta
- ◆ sbobinamento manuale/cartaceo delle riprese video
- ◆ classificazione veicolare a cadenza 15'
- ◆ data-entry su PC



Scheda tecnica di rilevazione

STUDIO DEL TRAFFICO area residenziale Maltoni-Marconi_OZZANO DELL'EMILIA (BO)







Tabella movimenti ore 8.00-9.00

incrocio: via Cesare Maltoni

Rilievo del 06/11/2018

Condizioni atmosferiche: nuvoloso

La prima riga riguarda le auto ed i veicoli commerciali leggeri
la seconda riga riguarda i veicoli commerciali pesanti

ORIGINE	Maltoni (ovest)	Maltoni (ovest)	lottizzazione		Maltoni (dir.Marconi)	Maltoni (dir.Marconi)
	lottizzazione	Maltoni (dir.Marconi)	Maltoni (dir.Marconi)	Maltoni (ovest)	Maltoni (ovest)	Maltoni lottizzazione
DESTINAZ						
ora						
8.00-8.15	2 0	10 0	3 0	5 0	2 0	1 0
8.15-8.30	1 0	6 0	4 0	5 0	4 0	0 0
8.30-8.45	1 0	14 0	1 0	3 0	3 0	0 0
8.45-9.00	2 0	11 0	1 0	3 0	9 0	5 0
auto/h	6	41	9	16	18	6
pesanti/h	0	0	0	0	0	0
Totale auto eq./h	6	41	9	16	18	6

Flussi rilevati via Cesare Maltoni – lottizzazione Maltoni

STUDIO DEL TRAFFICO area residenziale Maltoni-Marconi_OZZANO DELL'EMILIA (BO)

Tabella movimenti ore 8.00-9.00

incrocio: via Guglielmo Marconi - via Maltoni

Rilievo del 06/11/2018

Condizioni atmosferiche: nuvoloso

La prima riga riguarda le auto ed i veicoli commerciali leggeri
la seconda riga riguarda i veicoli commerciali pesanti

ORA	ORIGINE		DESTINAZ.		Maltoni		Marconi (FS)	
	Marconi (FS)	Maltoni	Marconi (Emilia)	Maltoni	Marconi (Emilia)	Maltoni	Marconi (FS)	Marconi (Emilia)
8.00-8.15	1	0	0	7	0	0	0	2
8.15-8.30	0	0	3	0	0	0	1	5
8.30-8.45	1	0	0	10	0	0	1	4
8.45-9.00	0	0	0	13	0	0	1	11
auto/h	2	0	3	37	0	0	3	22
pesanti/h	0	0	0	0	0	0	0	0
Totale auto eq./h	2	3	3	37	0	0	3	22

Flussi rilevati via Maltoni - via Guglielmo Marconi

I dati di traffico rilevati sono stati tradotti in una carta tematica: FLUSSOGRAMMA (o “DIAGRAMMA FIUME”) con spessore proporzionale all’entità dei flussi.



Flussogramma ATTUALE (veic.eq/ora di punta mattutina 8-9)

2.2 I flussi generati ed attratti indotti dal comparto residenziale

La stima del nuovo insieme di utenti attratti e/o generati dal comparto una volta che sarà realizzato (residenti, visitatori, manutentori, etc.), non è semplice in quanto sono molteplici i fattori che ne condizioneranno l'attrattività: in ambito trasportistico interessa stimare il numero massimo delle autovetture che vi si recheranno.

Complessivamente vengono previste le seguenti superfici d'uso abitative:

- **Lotto residenziale 1** → 7.260 mq. (94 unità) + 452 mq. (usi commerciali di vicinato)
- **Lotto residenziale 2** → 7.932 mq. (113 unità) + 1.130 mq. (usi comm. di vicinato)



Destinazioni d'uso

I flussi generati ed attratti dal nuovo insediamento si sono calcolati utilizzando la seguente procedura:

- sono state analizzate le previsioni insediative computando i mq di superficie per la tipologia di destinazione d'uso (residenziale);
- per ciascuna superficie, utilizzando coefficienti adeguati da letteratura e parametri distributivi verificati attraverso la raccolta di dati su realtà analoghe, si sono desunti i residenti previsti, gli addetti e gli utenti (visitatori, manutentori);
- in base ai comportamenti desunti da indagini demoscopiche settoriali si sono estratti il numero di spostamenti generati ed attratti per mezzo utilizzato negli orari di punta.

Di seguito vengono riportate sia le autovetture equivalenti globalmente attratte e generate dal comparto, sia l'illustrazione in dettaglio della metodologia utilizzata per stimare tali spostamenti.

Nel giorno feriale durante l’ora di punta maggiormente critica (mattina), risultano 188 autoveicoli generati e nessuno attratto; ove cioè si registra il massimo impatto derivante dal traffico veicolare indotto. Nell’ora di punta pomeridiana invece, si registrano circa 79 auto attratte e 77 generate.

FLUSSI ATTRATTI GENERATI FERIALE												
LOTTO	Descrizione		PUNTA MATTUTINA		MORBIDA MATTUTINA		PUNTA MEZZOGIORNO		MORBIDA POMERIDIANA		PUNTA POMERIDIANA	
	unità	Sup. (mq)	Attratti	Generati	Attratti	Generati	Attratti	Generati	Attratti	Generati	Attratti	Generati
1	94	7.260	0	90	26	18	35	9	15	18	38	19
2	113	7.932	0	98	28	19	38	9	16	19	41	21
TOTALE	207	15.192	0	188	106	72	73	18	31	72	79	77

Flussi attratti e generati

In base ai valori dei flussi indotti calcolati nella tabella soprastante, che andranno a sovrapporsi alle correnti veicolari attuali, si otterrà il totale dei carichi autoveicolari sulla rete stradale futura.

I flussi orari generati ed attratti dalle aree residenziali

Per quanto riguarda i flussi generati ed attratti dalle superfici a destinazione d’uso abitativo, si è valutato che:

- i residenti complessivi ammontano ad 1 ogni 33 mq di superficie utile;
- i residenti siano mediamente composti da occupati (45%), non lavoratori: casalinghe, pensionati, disoccupati (36%) e studenti (19%);
- mediamente utilizzino l’autovettura per i loro spostamenti l’85% degli occupati, il 50% dei non lavoratori ed il 30% degli studenti;
- i tassi di generazione e attrazione oraria, nelle fasce orarie considerate, siano uguali a quelli riportati di seguito.

TASSI DI GENERAZIONE ORARIA RESIDENZIALE FERIALE			
Fascia oraria	Utenti		
	Occupati	Studenti	Altro
Punta Mattutina	90%	80%	10%
Morbida Mattutina	10%	10%	20%
Mezzogiorno	6%	16%	4%
Morbida Pomeridiana	10%	10%	20%
Punta Pomeridiana	10%	20%	20%

TASSI DI ATTRAZIONE ORARIA RESIDENZIALE FERIALE			
Fascia oraria	Utenti		
	Occupati	Studenti	Altro
Punta Mattutina	0%	0%	0%
Morbida Mattutina	20%	10%	20%
Mezzogiorno	20%	80%	20%
Morbida Pomeridiana	10%	20%	10%
Punta Pomeridiana	20%	40%	40%

Tassi di attrazione e generazione

3 LO SCENARIO PROGETTUALE FUTURO

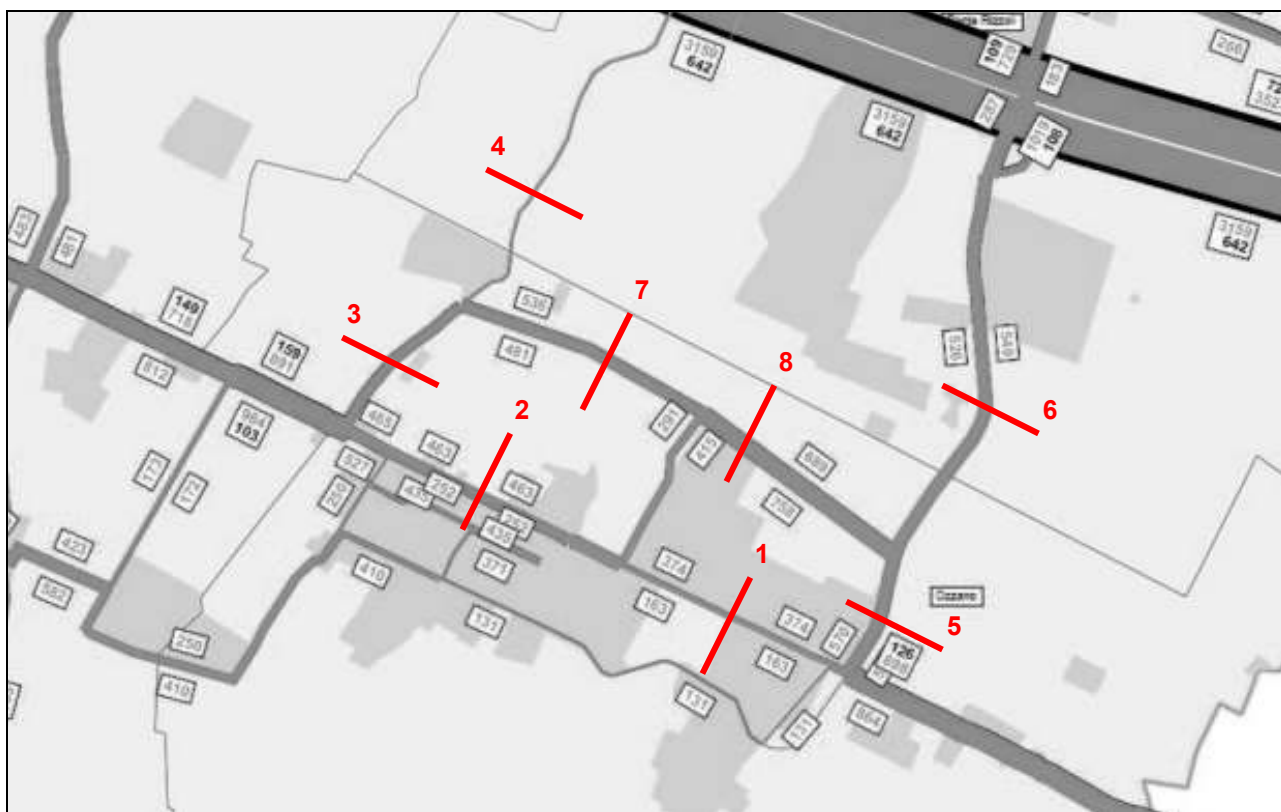
Lo studio è stato effettuato simulando lo scenario "Post Operam" di domanda futura in considerazione dei seguenti interventi normativi ed infrastrutturali:

- ❖ realizzazione del progetto della circonvallazione nord;
- ❖ attuazione dell'intero comparto residenziale;
- ❖ nuova viabilità di collegamento extra-comparto.

Inoltre, al fine di uniformare i risultati del presente studio con quelli effettuati in precedenza, si è ritenuto di considerare come stato futuro la configurazione dei flussi di traffico contenuta nel documento di Screening 2008 dell'intero corridoio infrastrutturale compreso fra via Oلماتello e via Tolara (analisi trasportistiche realizzate per la stesura del PSC con scenario di proiezione al 2020).

In particolare i dati si riferivano alle seguenti sezioni stradali:

- 1** - via Emilia: tratto compreso fra le vie Tolara e Marconi;
- 2** - via Emilia: tratto compreso fra le vie Marconi e Oلماتello;
- 3** - via Oلماتello: fra la via Emilia e l'innesto sulla circonvallazione;
- 4** - via Oلماتello: a nord dell'innesto sulla circonvallazione;
- 5** - via Tolara: fra la via Emilia e l'innesto sulla circonvallazione;
- 6** - via Tolara: a nord dell'innesto sulla circonvallazione;
- 7** - Nuova circonvallazione: tratto ovest;
- 8** - Nuova circonvallazione: tratto est.



Flussi di traffico nello scenario di progetto (veicoli equivalenti): ora di punta e ore medie giornaliera, diurna e notturna				
Asse viario	Ora di punta	Ora media giornaliera	Ora media diurna	Ora media notturna
	8:00 – 9:00	0:00 – 24:00	6:00 – 22:00	22:00 – 6:00
Via Emilia: tratto compreso fra le vie Tolara e Marconi	537	323	439	92
Via Emilia: tratto compreso fra le vie Marconi e Olmatello	715	416	566	112
Via Olmatello, fra la via Emilia e l'innesto sulla circonvallazione	852	391	569	36
Via Olmatello, a nord dell'innesto sulla circonvallazione	322	148	215	13
Via Tolara, fra la via Emilia e l'innesto sulla circonvallazione	1.094	491	712	49
Via Tolara, a nord dell'innesto sulla circonvallazione	1.075	483	700	48
Nuova circonvallazione, tratto ovest	1.017	592	805	160
Nuova Circonvallazione, tratto est	1.447	871	1.182	249

Nella pagina successiva viene riportata la distribuzione dei flussi di traffico nell'ora di punta mattutina (worst case) sulla rete stradale futura, ed il relativo flussogramma dello scenario Post Operam (stato attuale + traffico indotto dal comparto + previsione Circonvallazione nord).



Flussogramma POST OPERAM (veic.eq/ora punta mattutina)

Come si può osservare i carichi veicolari maggiori saranno lungo la nuova “Circonvallazione nord” che in prospettiva porterà ad un alleggerimento dei flussi orari transitanti sulla via Emilia (all’incirca 1.080 veicoli/h complessivi sulla sua sezione bidirezionale); in effetti complessivamente l’area di Ozzano è attraversata da un traffico la cui componente più significativa è rappresentata dallo scambio est-ovest (A14, S.S. 9 via Emilia, S.P. 31 Colunga).

La realizzazione del comparto residenziale porterà di certo ad un aumento di domanda, ma essa inciderà per meno del 14% sul totale dei flussi circolanti, e si distribuirà sulla restante rete esistente e nuova viabilità di comparto (nuovo percorso di collegamento tra via Cesare Maltoni e la Circonvallazione, sul lato ovest dell’area).

4 LA VERIFICA GEOMETRICO/FUNZIONALE TRA LA CIRCONVALLAZIONE NORD E LA NUOVA STRADA DI COMPARTO

Come già descritto nel presente documento, si é definito un assetto viabilistico per gestire il traffico aggiuntivo, generato e attratto dal nuovo polo residenziale, ed un primo set d'interventi sulla rete stradale al contorno.

4.1 L'intersezione analizzata

L'incrocio futuro tra la nuova strada di comparto e la Circonvallazione nord verrà organizzato a precedenza, con diritto di preminenza per i veicoli transitanti sulla nuova bretella.

Saranno presenti corsie di accumulo per le manovre di svolta in sinistra, così da non interferire con le maggiori correnti veicolari sulle due direttrici principali est-ovest della circonvallazione.



Intersezione nuova strada di comparto – Circonvallazione nord

4.2 Il modello di simulazione

In ambito trasportistico, con una simulazione si intende riprodurre, nel modo più aderente alla realtà, il comportamento di alcune delle entità coinvolte nell'atto di trasporto (veicoli, merci, individui, strutture) sotto l'aspetto che più interessa analizzare (ripartizione dei veicoli sui rami di una rete complessa, comportamento dinamico delle entità in movimento, modalità di formazione delle code o dei rallentamenti, ecc.).

Tutto questo tramite gli strumenti a disposizione, che possono essere modelli fisici, modelli analogici, algoritmi matematici, e con lo scopo di testare la funzionalità di uno o più scenari progettuali, onde poter effettuare delle comparazioni ed operare delle scelte sulla base degli obiettivi prefissati.

VISSIM è un modello di simulazione microscopica della circolazione in campo urbano che tratta le singole unità veicolo-conduttore riproducendo, tramite l'interfaccia grafica, il carattere dinamico del fenomeno del traffico.

Peculiarità del modello sono la modellizzazione dei veicoli consecutivi su una stessa traiettoria e la simulazione del cambiamento di corsia tramite il modello di percezione psicofisica di Wiedemann, che ricostruisce il comportamento individuale del conducente simulando i tempi di reazione in funzione della soglia personale di percezione; ciò unito all'utilizzo di funzioni di distribuzione di frequenza di tipo Poissoniano per quel che riguarda la modellizzazione delle velocità, il distanziamento tra i veicoli e la loro immissione nella rete, permette di ottenere una rappresentazione del fenomeno di tipo assolutamente aleatorio e non deterministico, quindi più aderente alla realtà dei fenomeni circolatori reali.

Lo strumento utilizzato riproduce realisticamente il deflusso dei singoli veicoli e fornisce come output, relativamente al periodo di simulazione, importanti parametri di valutazione come il numero di veicoli defluiti su ciascun itinerario, i tempi di percorrenza, i ritardi rispetto a condizioni di deflusso ideali, la lunghezza media e massima delle code formatesi.

I dati in ingresso e le informazioni necessari per l'attivazione della simulazione sono:

- carico veicolare in ingresso in termini di veicoli/ora;
- assegnazione dei flussi ai rami della rete;
- geometria ed organizzazione della sede stradale in corsie;
- disciplina della circolazione (segnaletica orizzontale e limiti di velocità);
- modalità di regolazione degli incroci (a precedenza, stop, impianti semaforici a tempo fisso oppure azionati dal traffico);
- andamento temporale e composizione dei flussi di traffico (% dei mezzi pesanti);
- caratteristiche e prestazioni cinematiche dei veicoli;
- attività dei mezzi di trasporto pubblico (tempi di sosta alle fermate, cadenza, itinerario delle linee).

I dati in uscita forniti dal modello sono:

- visualizzazione dinamica del comportamento dei veicoli, per l'individuazione dei punti critici che producono rallentamenti o formazione di code;
- totale dei veicoli defluiti nell'intervallo di simulazione;
- tempi di percorrenza dei veicoli privati per ognuno degli itinerari scelti come campione;
- tempi di percorrenza dei veicoli pubblici lungo le linee e relativa velocità commerciale;
- ritardo dei veicoli rispetto al tempo di percorrenza degli itinerari in condizioni di flusso libero;
- lunghezza ed ubicazione delle code formatesi negli intervalli di tempo simulati (ora di punta).

Più in particolare i parametri presi in considerazione sono:

- **tempi di percorrenza**

I tempi vengono rilevati per ognuno degli itinerari presi in considerazione e costituiscono la media dei tempi di attraversamento di tutti i veicoli che in un intervallo preimpostato sono transitati dalle due sezioni di rilievo poste rispettivamente a valle ed a monte del nodo considerato.

Il tempo medio di attraversamento è un parametro aggregato ricavato dalla media dei tempi di attraversamento di tutti gli itinerari ed è rappresentativo della capacità di deflusso del nodo nella configurazione circolatoria assunta.

- **ritardo sul tempo di percorrenza ideale**

Questo indice può essere considerato come il complementare del precedente in quanto rappresenta la differenza tra il tempo effettivamente impiegato dai veicoli per superare il nodo ed il tempo che questi avrebbero impiegato per compiere lo stesso tragitto in condizioni di deflusso ideali, cioè senza il condizionamento degli altri veicoli, senza i rallentamenti dovuti alla formazione di code, senza gli arresti imposti dalle intersezioni semaforizzate o regolate con segnali di precedenza.

- **lunghezza delle code**

Il modello fornisce tra gli altri parametri anche il valore della lunghezza media e massima delle code formatesi in intervalli di tempo prestabiliti, considerando due o più veicoli accodati quando la loro velocità è inferiore ai 5 km/h e la loro distanza reciproca è inferiore ai 20 metri. Tale parametro è utile per la individuazione dei punti di criticità della configurazione assunta, ed è rappresentativo del livello di servizio della stessa.

- **flussi uscenti sulle intersezioni**

Il modello fornisce tra gli altri parametri il numero di veicoli attraversanti una determinata sezione stradale.

Tale parametro è utile per verificare se la capacità di smaltire flussi da una intersezione varia o rimane costante.

Lo strumento permette quindi l'analisi e la verifica degli interventi di controllo e regolazione della circolazione, oltre che l'analisi comparata di ipotesi alternative di intervento, tenendo comunque sempre conto del fatto che, a causa di inevitabili approssimazioni, il valore dei parametri ottenuti va considerato in termini di ordine di grandezza e con funzione essenzialmente comparativa.

Tra i vari dati di input necessari per attivare la simulazione, si riportano di seguito quelli assunti per lo specifico caso in esame:

- velocità desiderata auto → 50-70 Km/h;
- velocità desiderata mezzi pesanti → 50 Km/h;
- regole di precedenza → intervallo di tempo 6 sec. ed intervallo di distanza 5 m per una intersezione normale, intervallo di tempo 3 sec. ed intervallo di distanza 5 m per rotatoria;
- formazione di code → inizio per $V < 5$ Km/h, fine per $V > 10$ Km/h, distanza veicoli < 20 m;
- sezioni di rilevamento code nelle vie accedenti alle intersezioni analizzate.

4.3 I livelli di servizio

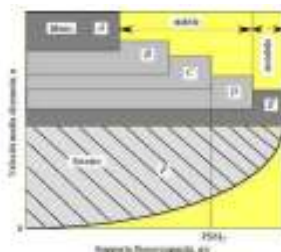
Attraverso il modello di simulazione, sulla base della geometria dell'intersezione esaminata, dei flussi di traffico afferenti e della descrizione delle manovre di svolta, si è ottenuto il Livello di Servizio (L.d.S.) dell'incrocio stradale: il calcolo è stato effettuato ricorrendo alle formule fornite dalla Teoria della Capacità delle Strade (Highway Capacity Manual H.C.M.).

La metodologia messa a punto da studiosi ed esperti degli USA risulta particolarmente efficace in quanto definisce le condizioni operative del deflusso veicolare (e quindi dell'infrastruttura d'appoggio) in funzione delle variabili: u (velocità media di marcia, km/h), k (densità, veic/km-corsia) e q (flusso, veic/h-corsia) o q/c (rapporto flusso/capacità), legate dall'equazione di stato:

$$q=ku$$

Il criterio adottato definisce il L.d.S. non in funzione di parametri in grado di esprimere direttamente la qualità della circolazione ma di grandezze che a quei parametri si ritengono correlate: appunto la velocità media di viaggio, il rapporto q/c e/o la densità veicolare.

La velocità di viaggio dà un'idea del tempo di percorrenza; la densità e il rapporto flusso/capacità possono invece vedersi come indicatori di libertà di guida, comfort, sicurezza e costo. Il campo di operatività del deflusso veicolare, rappresentabile per ogni tipologia stradale da curve di deflusso in un piano u - q , è stato diviso in sei zone: cinque delimitate da rettangoli parzialmente compenetranti e l'ultima da due curve; tali zone individuano i livelli di servizio delle infrastrutture stradali.



Livelli di Servizio

I livelli sono distinti da sei lettere, da A a F, in ordine decrescente di qualità di circolazione, e vengono delimitati da particolari valori dei parametri velocità, densità o rapporto q/c . La più alta portata oraria di ogni livello o portata di servizio massima (PSM), rappresenta la massima quantità di veicoli che quel livello può ammettere. La portata oraria massima assoluta o capacità della strada (c), coincide con la portata massima del livello E.

I limiti di separazione tra i livelli A e B, C e D, E ed F segnano, rispettivamente, il passaggio del deflusso da libero a stabile, da stabile ad instabile e da instabile a forzato.

In generale le condizioni di marcia dei veicoli ai vari L.d.S. sono definibili come segue:

- A - gli utenti non subiscono interferenze alla propria marcia, hanno elevate possibilità di scelta delle velocità desiderate (libere); il comfort è notevole.
- B - la più alta densità rispetto a quella del livello A comincia ad essere avvertita dai conducenti che subiscono lievi condizionamenti alle libertà di manovra ed al mantenimento delle velocità desiderate; il comfort è discreto.
- C - le libertà di marcia dei singoli veicoli sono significativamente influenzate dalle mutue interferenze che limitano la scelta delle velocità e le manovre all’interno della corrente; il comfort è definibile modesto.
- D - è caratterizzato da alte densità ma ancora da stabilità di deflusso; velocità e libertà di manovra sono fortemente condizionate; modesti incrementi di domanda possono creare problemi di regolarità di marcia; il comfort è basso.
- E - rappresenta condizioni di deflusso che comprendono, come limite inferiore, la capacità; le velocità medie dei singoli veicoli sono modeste (circa metà di quelle del livello A) e pressoché uniformi; non c’è praticamente possibilità di manovra entro la corrente; il moto è instabile perché piccoli incrementi di domanda o modesti disturbi (rallentamenti, ad esempio) non possono più essere facilmente riassorbiti da decrementi di velocità e si innesca così la congestione; il comfort è bassissimo.
- F - il flusso è forzato: tale condizione si verifica allorché la domanda di traffico supera la capacità di smaltimento della sezione stradale utile (ad es. per temporanei restringimenti dovuti ad incidenti o manutenzioni) per cui si hanno code di lunghezza crescente, bassissime velocità di deflusso, frequenti arresti del moto, in un processo ciclico di stop-and-go caratteristico della marcia in colonna in condizioni di instabilità; non esiste comfort.

Dunque il livello di servizio dell’intersezione analizzata è stato valutato considerando due parametri:

- la lunghezza media e massima delle file;
- il ritardo rispetto al tempo ideale.

La *lunghezza media e massima* alle intersezione indica quanti metri di fila si sviluppano alle intersezioni; il parametro medio indica il funzionamento medio avuto durante tutta l’ora di simulazione mentre quello massimo indica il momento di massima criticità registrato.

Il *ritardo* delle manovre permette di determinare il livello di servizio delle intersezioni utilizzando il criterio adottato dall’HCM (Highway Capacity Manual) che considera per l’appunto il tempo medio perso nella manovra di svolta.

Nelle tabelle sottostanti sono riportati, per ogni livello di servizio, i ritardi e le file medie ammesse alle intersezioni.

<i>Livello di servizio</i>	<i>Ritardo medio totale (secondi/veicolo)</i>
A	< 5
B	≥ 5 e < 10
C	≥ 10 e < 20
D	≥ 20 e < 30
E	≥ 30 e < 45
F	≥ 45

Livelli di servizio per intersezioni in base al ritardo medio totale

<i>Livello di servizio</i>	<i>Lunghezza media file (metri)</i>
A	< 1
B	≥ 1 e < 5
C	≥ 5 e < 20
D	≥ 20 e < 40
E	≥ 40 e < 70
F	≥ 70

Livelli di servizio per intersezioni in base alla lunghezza media delle file

E' stato inoltre valutato un parametro riassuntivo per ogni strada e complessivo per tutte le manovre simulate rappresentati dal tempo e ritardi medi pesati sul valore dei flussi impegnanti le singole manovre.

Si assume come livello di accettabilità il livello di servizio D che prevede pertanto:

- Ritardi massimi di 30 secondi/veicolo;
- File medie non superiori a 40 metri.

4.4 I risultati delle simulazioni

Nella simulazione, per ciascuna manovra di svolta dell'intersezione analizzata, sono riportati i parametri indicativi dei Livelli di Servizio (flussi, tempi, ritardi e code).

Da tali risultati si può osservare come nello scenario Post Operam il nodo viario considerato presenterà un ottimo livello di servizio sempre entro i limiti di ammissibilità e non evidenzierà criticità.

Più in dettaglio l'intersezione avrà:

- un ritardo medio complessivo di 1,8 sec;
- il ritardo massimo registrato (6,2 sec) nella manovra di svolta a sinistra dalla nuova strada di comparto verso la circonvallazione (lato via Olmatello);
- file medie (valore max) di circa 6 m sulla nuova strada di comparto.

Di seguito si restituisce una tabella riepilogativa dei risultati della simulazione in cui si trovano:

- FLUSSI TOTALI impegnanti le intersezioni [veicoli/h];
- TEMPI DI FLUSSO MEDI alle intersezioni [secondi];
- RITARDI MEDI alle intersezioni [secondi/veicolo];
- LUNGHEZZE MEDIE delle CODE [metri].

<i>FLUSSI TOTALI ALL'INTERSEZIONE</i>	
<i>intersezione</i>	Post Operam (mattina)
<i>nuova strada comparto - Circonvallazione nord</i>	1.143

<i>TEMPI DI FLUSSO MEDI ALL'INTERSEZIONE</i>	
<i>intersezione</i>	Post Operam (mattina)
<i>nuova strada comparto - Circonvallazione nord</i>	51,5

<i>RITARDI MEDI ALL'INTERSEZIONE</i>	
<i>intersezione</i>	Post Operam (mattina)
<i>nuova strada comparto - Circonvallazione nord</i>	1,8

<i>CODE MEDIE ALL'INTERSEZIONE</i>	
<i>intersezione</i>	Post Operam (mattina)
<i>nuova strada comparto - Circonvallazione nord</i>	6

Risultati delle simulazioni

SCENARIO POST OPERAM

TEMPI DI PERCORRENZA SUGLI ITINERARI (mattina)

cod	O/D		Intersezione	Indicatori				
	da via	a via		flussi	Tempo	ritardo	tempo flusso	Ritardo flusso
1	Circonvallazione (Olmatello)	nuova strada comparto	nuova strada comparto-	0	0,0	0,0	0	0
2	Circonvallazione (Olmatello)	Circonvallazione (est)	Circonvallazione nord	481	63,1	2,1	30.351	1.010
TOTALE				481			30.351	1.010
MEDIO							63,1	2,1
3	nuova strada comparto	Circonvallazione (est)	nuova strada comparto-	60	63,8	0,6	3.828	36
4	nuova strada comparto	Circonvallazione (Olmatello)	Circonvallazione nord	66	59,4	6,2	3.920	409
TOTALE				126			7.748	445
MEDIO							61,5	3,5
5	Circonvallazione (est)	Circonvallazione (Olmatello)	nuova strada comparto-	536	38,8	1,2	20.797	643
6	Circonvallazione (est)	nuova strada comparto	Circonvallazione nord	0	0,0	0,0	0	0
TOTALE				536			20.797	643
MEDIO							38,8	1,2
TOTALE INTERSEZIONE				1.143			51,5	1,8

SCENARIO POST OPERAM

CODE ALLE INTERSEZIONI (mattina)

sezione di rilievo code			Intersezione		code (metri)	
cod	via	manovra	cod	des	media	massima
1	Circonvallazione (Olmatello)	sx	1	nuova strada comparto- Circonvallazione nord	0	0
2	Circonvallazione (est)	dx			0	0
3	nuova strada comparto	dx			4	5
4	nuova strada comparto	sx			5	6

Scenario Post Operam

5 VALUTAZIONI CONCLUSIVE

In questo studio si sono quantificati e verificati gli impatti sul traffico veicolare relativamente all’attuazione di un nuovo comparto a carattere residenziale, delimitato dalle vie Cesare Maltoni, via Guglielmo Marconi e dal tracciato della futura Circonvallazione nord (variante alla S.S. 9 via Emilia) di Ozzano dell’Emilia (BO).

Le valutazioni sull’accessibilità hanno avuto il fine di verificare l’adeguatezza della rete stradale a fronte dei futuri carichi indotti, nella convinzione che una buona ripartizione e organizzazione dei flussi di mobilità, garantisca oltre alla fluidità degli spostamenti anche una maggior sicurezza nella circolazione degli utenti della strada.

L’analisi è stata effettuata con l’ausilio di un simulatore dinamico che ha riprodotto il deflusso dei singoli veicoli ed ha fornito come output importanti parametri di valutazione come il numero di veicoli defluiti su ciascun itinerario, i tempi di percorrenza, i ritardi rispetto a condizioni di deflusso ideali, la lunghezza media e massima delle code formatesi.

In base alle dimensioni, alle destinazione d’uso dell’insediamento ed attraverso l’utilizzo di parametri comparativi di realtà territoriali sperimentate, si è provveduto a stimare i movimenti veicolari attratti e generati ad essi associati, negli orari di punta di giornate tipo feriali.

L’esame di tali dati ha evidenziato che il maggiore impatto derivante dal traffico veicolare si registrerà nell’ora di punta mattutina con 188 autovetture generate dal comparto; si è poi caricata la rete viaria con i flussi attualmente presenti sovrapponendovi il numero massimo dei rispettivi spostamenti indotti dalla futura lottizzazione di progetto.

Ciò ha permesso di stabilire i flussi massimi orari che impegneranno l’intersezione principale tra la Circonvallazione di previsione e la nuova strada di comparto, e successivamente di valutarne il Livello di Servizio.

In particolare la simulazione ha evidenziato come nello scenario futuro (Post Operam) il suddetto nodo viario lavorerà con un Livello di Servizio in classe A/B, ampiamente entro i limiti di ammissibilità.

LIVELLO DI SERVIZIO

<i>intersezione</i>	Post Operam (mattina)
<i>nuova strada comparto - Circonvallazione nord</i>	A/B

L’esame delle elaborazioni dati ha consentito infine di esprimere alcune importanti considerazioni e valutazioni conclusive:

- la realizzazione di qualsiasi insediamento umano: abitativo, commerciale, etc., rappresenta un evento alterativo dell'equilibrio circolatorio; peraltro va considerato che se da un lato risulta impossibile immaginare attività umane prive di rilasci ad impatto nullo, è pur vero che una accurata pianificazione può condurre alla minimizzazione degli effetti negativi e tendere ad ottenere complessivamente un bilancio sostenibile;
- risulta quindi innegabile l'aumento del numero di veicoli che si sposteranno lungo le vie Maltoni e Marconi, ove sono posti gli accessi al nuovo comparto residenziale, ma le caratteristiche dei flussi stessi consentiranno l'ingresso e l'uscita in sicurezza dalla lottizzazione e garantiranno ugualmente un impatto di traffico compatibile con la rete infrastrutturale al contorno;
- le analisi condotte evidenziano un ottimo livello di funzionalità del sistema viario afferente all'area di studio, che testimonia come la rete circolatoria risulti in grado di soddisfare sia la mobilità futura espressa dal territorio, quanto la quota di domanda supplementare indotta dall'insediamento. Infatti dai calcoli svolti nello scenario Post Operam è risultato che il traffico indotto dal progetto sarà all'incirca di 190 veicoli generati nell'ora di punta mattutina della giornata media tipo (situazione maggiormente gravosa riscontrata);
- la valutazione del Livello di Servizio dell'intersezione principale analizzata, tra la Circonvallazione di previsione e la nuova strada di comparto, è risultata rientrante appieno entro il livello di ammissibilità desiderato (classe A/B).

In conclusione lo studio effettuato dello scenario Post Operam ha indicato l'adeguatezza delle infrastrutture viarie attigue al nuovo insediamento abitativo, quindi la sostanziale "tenuta" del sistema stradale considerato: questo aspetto va letto sia in termini di idoneità dimensionale che di regolazione della rete portante rispetto ai flussi ed ai carichi urbanistici vagliati; non si verificheranno perciò criticità connesse né a fenomeni di congestione né di accodamenti.