



C.F.G. Ambiente S.r.l.
via Luciano Romagnoli, 13 - 48123 Ravenna

**IMPIANTO PER IL TRATTAMENTO E RECUPERO DEI RIFIUTI NON PERICOLOSI
SITO INDUSTRIALE DI TOSCANELLA DI DOZZA**

Procedura per il Provvedimento Autorizzatorio Unico Regionale (PAUR)

L.R. 4/2018, D.Lgs. 152/2006 e s.m.i.

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

**ELABORATO SIA 05.04
STUDIO DEL TRAFFICO**

Rev.	Data	Descrizione revisione	Redatto	Controllato	Approvato
1	31/01/2024	Revisione per richiesta di integrazioni	S. Longhi	D. Peroni M. Monti	S. Longhi
0	21/04/2023	Emissione per completezza PAUR	S. Longhi	D. Peroni M. Monti	S. Longhi

ZOPPELLARI GOLLINI & ASSOCIATI S.R.L.

SEDE LEGALE E OPERATIVA

VIA ANTONIO MEUCCI 7 | 48124 RAVENNA
RAVENNA@ZGA.SRL | T. +39 0544 40 48 72

SEDE OPERATIVA

VIA ENRICO MATTEI 88 | 40138 BOLOGNA
BOLOGNA@ZGA.SRL | T. +39 051 60 11 72 1

P. IVA / C.F. 02330000395
PEC MAIL@PEC.ZGA.SRL
WWW.ZGA.SRL



- Indice -

1 PREMESSA	3
2 ACCESSIBILITÀ ALL'AREA.....	6
3 ANALISI DEI FLUSSI DI TRAFFICO	8
3.1 Ricostruzione dello stato attuale	8
3.2 Stima dei flussi attratti/generati.....	13
<i>3.2.1 I flussi indotti dal nuovo impianto C.F.G.....</i>	<i>13</i>
<i>3.2.2 I flussi indotti dall'apertura del casello autostradale toscanella/DOZZA</i>	<i>16</i>
4 IMPATTO DEL TRAFFICO VEICOLARE SULLA VIABILITÀ	19
4.1 Lo scenario futuro	19
4.2 Analisi delle intersezioni a raso.....	21
<i>4.2.1 Intersezione a raso di via Valsellustra con l'accesso all'impianto C.F.G.....</i>	<i>21</i>
<i>4.2.2 Intersezione a raso di via Valsellustra con la via Emilia</i>	<i>22</i>
4.3 Il modello di simulazione	25
4.4 Il livello di servizio	27
4.5 I risultati delle simulazioni	30
4.6 Verifica delle traiettorie veicolari	34
5 CONCLUSIONI	39

1 PREMESSA

C.F.G. Ambiente S.r.l. (di seguito anche solo CFG) intende realizzare presso il sito industriale di Toscanella, nel comune di Dozza (BO), un **nuovo impianto per il trattamento e recupero dei rifiuti non pericolosi** costituito da:

- **sezione di smaltimento** tramite trattamento chimico-fisico e biologico (D9/D8) di rifiuti liquidi non pericolosi, con potenzialità annua di smaltimento complessivamente pari a **150.000 t/anno**.

Il trattamento chimico-fisico e biologico (D9/D8) potrà essere svolto anche su rifiuti confezionati derivanti dalla microraccolta, comunque liquidi non pericolosi, previo deposito preliminare (D15) con capacità massima istantanea di **30 t**.

Tale sezione ricomprende anche un'attività di mero stoccaggio (deposito preliminare D15) di rifiuti liquidi non pericolosi derivanti da eventi di emergenza (ad es. acque da spegnimento incendi), per una capacità massima istantanea di stoccaggio pari a **1.400 t** (in due vasche distinte da 700 t cadauna);

- **sezione di recupero** tramite un processo di soil washing (R5) di rifiuti solidi non pericolosi finalizzato alla produzione di End of Waste, con potenzialità annua di recupero fissata complessivamente pari a **50.000 t/anno**, previa messa in riserva **R13** con capacità massima istantanea di **1.200 t**.

Il presente elaborato, predisposto nell'ambito dello **Studio di Impatto Ambientale**, espone ed aggiorna i risultati dell'Analisi del traffico redatta nell'aprile 2023 alla luce delle integrazioni richieste con nota Prot. num. 119766/2023 del 10/07/2023 di ARPAE AAC Metropolitana - Unità valutazioni Ambientali in merito alla componente traffico, valutando, oltre al nuovo impianto in progetto, anche l'apertura del nuovo casello autostradale (Toscanella/Dozza) sulla A14 e relativa tangenziale interna di Toscanella attualmente in fase di realizzazione.

Il collegamento con il casello autostradale (di progetto) sarà garantito dalla SP30 (via di Mezzo), per i flussi provenienti/diretti lungo l'attuale SS9 (via Emilia) in entrambe le direzioni.

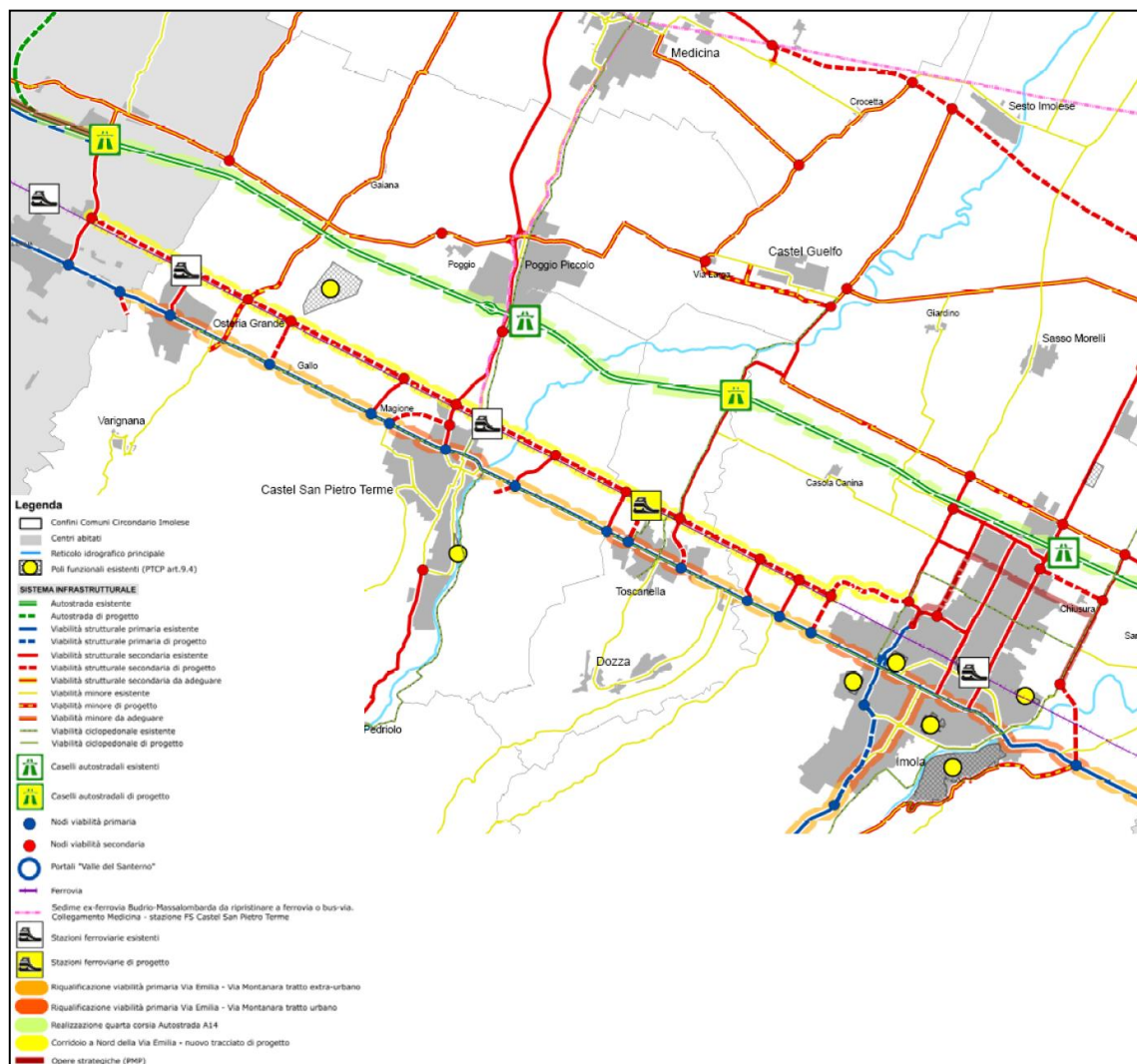


Figura 1 - Stralcio della Tavola 1 del PSC circondario imolese

I flussi veicolari di scambio tra l'A14, la via di Mezzo, la via Emilia, ad est di Toscanella, utilizzeranno perciò l'itinerario costituito dalla nuova viabilità (tangenziale interna) che passerà attraverso l'area industriale per innestarsi sulla SS9 all'altezza di via Scossabrillo.

Il nuovo casello attrarrà la gran parte del suo traffico dai caselli limitrofi di Castel S. Pietro e Imola, ed una quota minore dalla pianura. In generale i caselli sono meno utilizzati rispetto agli anni passati, nonostante la domanda complessiva di mobilità sia aumentata: ciò è dovuto ad un incremento notevole del traffico autostradale di attraversamento che, nonostante gli ampliamenti delle corsie, determina, come ad esempio nel tratto Imola-Bologna condizioni di funzionamento ai limiti della saturazione e porta il traffico originato o destinato nel corridoio a scegliere, ove possibile, viabilità alternative per l'accesso a Bologna o a ritardare l'accesso in autostrada, mentre spinge il traffico originato nella Pianura ad accedere al sistema autostradale direttamente in corrispondenza dei nuovi caselli.

L'analisi ha assunto come dati di input:

- i dati di traffico attuali;

- le dimensioni e la tipologia d'uso dell'insediamento previsto;
- la localizzazione degli ingressi/uscite sulla viabilità;
- l'assetto futuro della maglia viaria.

Gli output del presente lavoro sono stati:

- i veicoli generati ed attratti dalla futura lottizzazione;
- gli impatti sulla viabilità per effetto di interventi infrastrutturali e/o normativi;
- la valutazione del livello di congestione dell'intersezione di accesso per i mezzi veicolari Ante e Post Operam, espresso in termini di:
 - tempi di percorrenza;
 - ritardi lungo gli itinerari;
 - lunghezza massima e media delle file.

Lo studio, inoltre, anche alla luce delle citate integrazioni richieste con nota Prot. num. 119766/2023 del 10/07/2023 di ARPAE AAC Metropolitana - Unità valutazioni Ambientali in merito alla componente traffico, ha analizzato:

- la maggiore criticità riscontrata per i flussi sulla via Emilia e in base al carico attuale della stessa, l'impatto dei nuovi flussi in termini di sicurezza stradale, accodamento, fluidità del traffico nelle ore di punta della strada e della nuova attività, ed anche la stagionalità dei flussi;
- l'apertura del nuovo casello autostradale (Toscanella/Dozza) e la contemporanea attuazione della tangenziale interna della città attualmente entrambe in fase di realizzazione, rielaborando le simulazioni sul traffico avvalendosi dei dati contenuti nello *"Studio del traffico per il riassetto della viabilità legata al nuovo casello autostradale"* (fornito dal Comune di Dozza);
- i dati aggiornati forniti dalla Committenza sul numero dei mezzi (leggeri e pesanti) afferenti all'impianto, stimati nuovamente avendo applicato un adeguato margine di sicurezza a scopo cautelativo;
- le caratteristiche sia del mezzo campione preso a riferimento sia della via comunale Valsellustra verificando le manovre di percorrenza della strada.

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

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

Nel capitolo 2 é riportata la ricostruzione dei flussi veicolari di traffico attuali ed evidenziati i carichi indotti, generati ed attratti dal futuro insediamento e dalle nuove infrastrutture viarie.

Nel capitolo 3 viene analizzato l'impatto del traffico veicolare sulla viabilità negli scenari Ante e Post Operam.

Nel capitolo 4 vengono riepilogati gli effetti conclusivi dello studio.

2 ACCESSIBILITÀ ALL'AREA

La zona oggetto di studio è localizzata a Toscanella, frazione del Comune di Dozza (BO), nella porzione di territorio compresa tra la S.S. 9 (via Emilia) al n. 183 e via Valsellustra.

Il nuovo impianto sorgerà nell'area occupata fino al 2016 dall'ex tintoria Martelli lavorazioni tessili S.p.A., e confinerà:

- a nord con la via Emilia;
- a est con alcuni edifici residenziali, campi agricoli, attività industriali/artigianali;
- a sud con campi agricoli;
- a ovest con aree verdi di pertinenza di edifici abitativi isolati e con via Calanco.

L'accessibilità viaria al comparto prevede che i dipendenti/addetti per la gestione dell'installazione in progetto (stimati dal proponente in 20 veicoli leggeri/giorno) si rechino al sito accedendo dalla via Emilia, mentre la movimentazione dei materiali con mezzi pesanti (46 pesanti/giorno) avverrà solo tramite via Valsellustra.

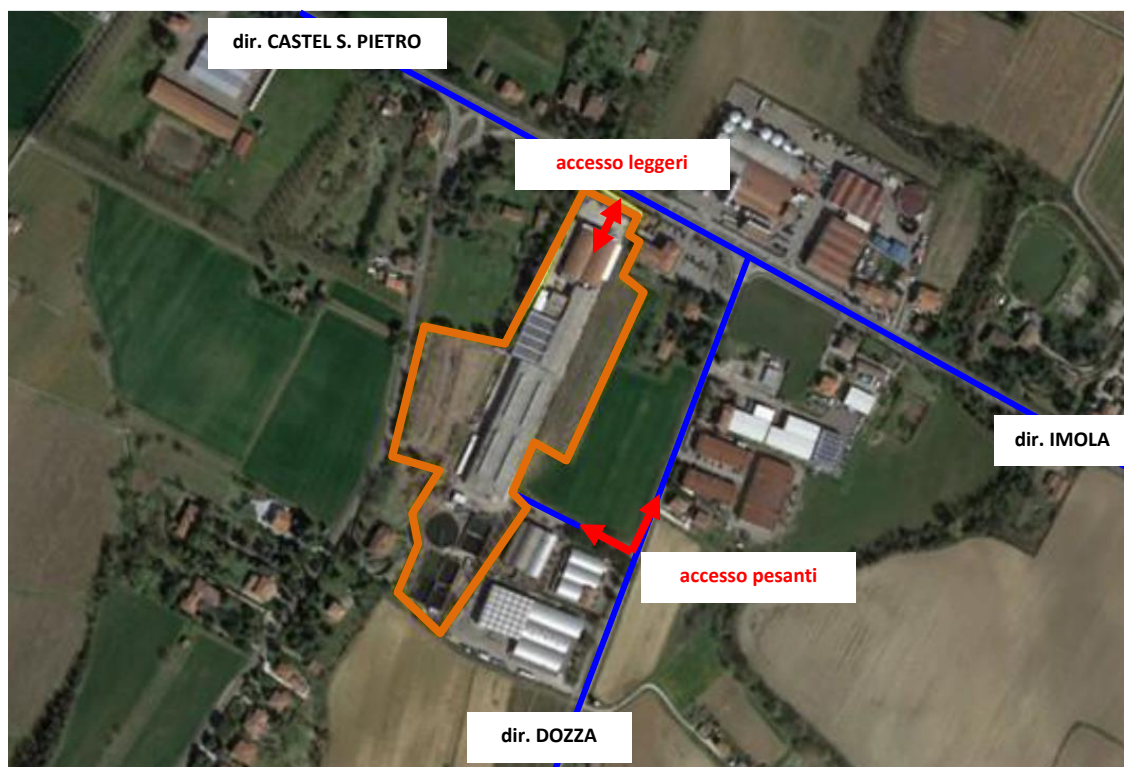


Figura 2 - Localizzazione dell'Impianto C.F.G. e accessibilità

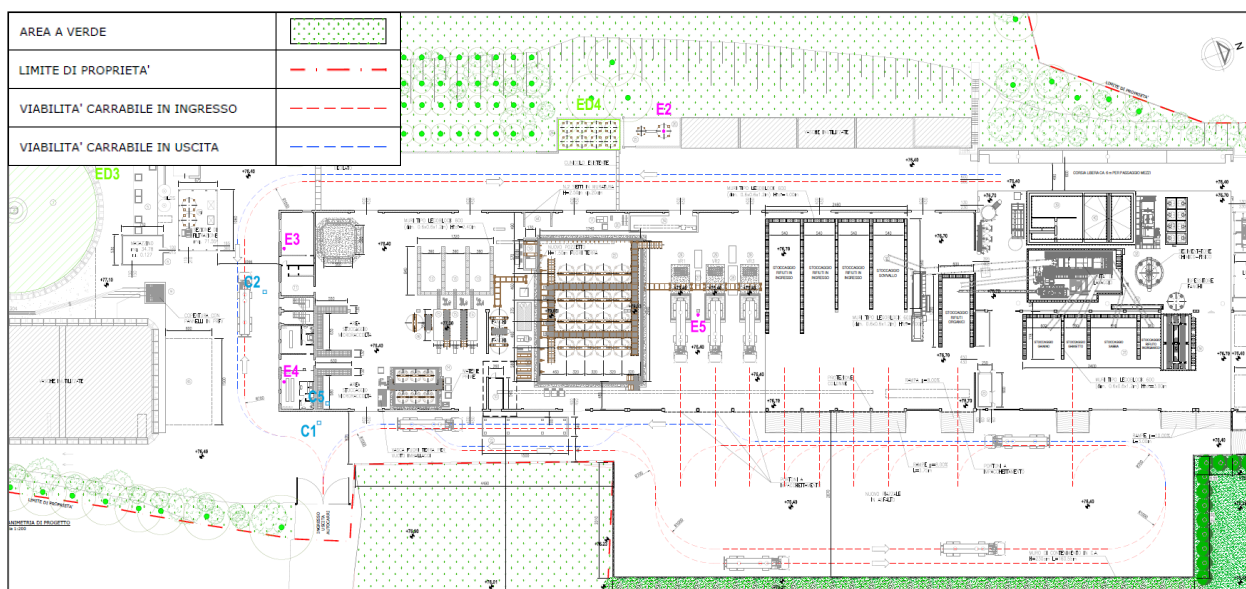


Figura 3 - Viabilità carrabile in ingresso e in uscita

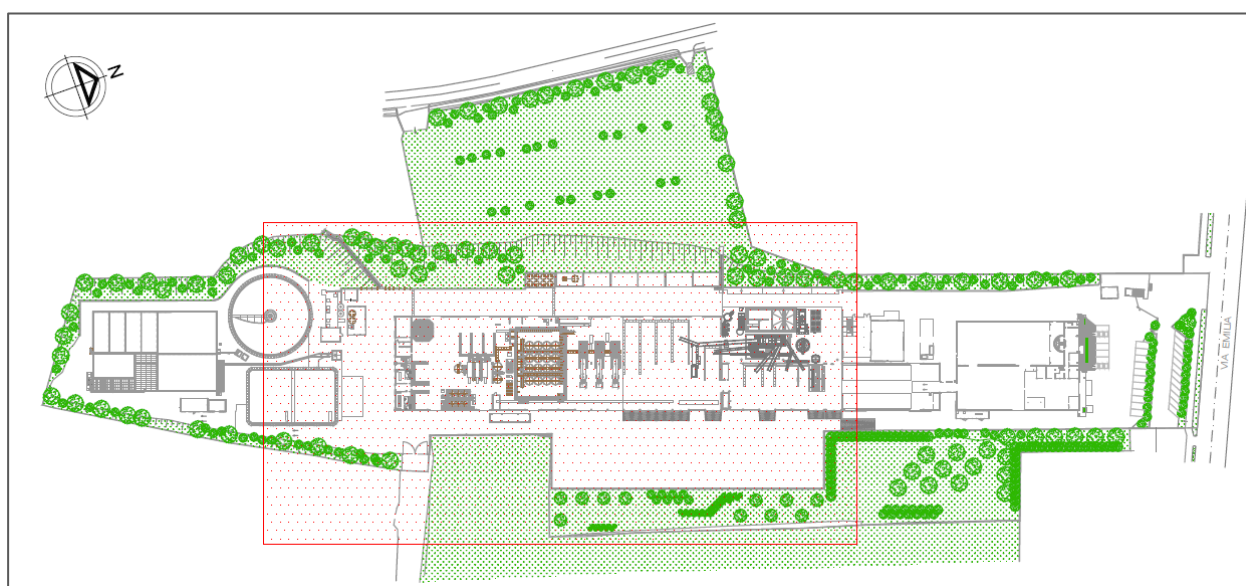


Figura 4 - Planimetria di progetto

3 ANALISI DEI FLUSSI DI TRAFFICO

3.1 RICOSTRUZIONE DELLO STATO ATTUALE

Al fine di ricostruire il quadro conoscitivo della domanda di mobilità, si sono effettuati rilievi su strada conteggiando le singole manovre di svolta all'intersezione, gestita a precedenza, tra via Valsellustra e l'accesso alla futura area C.F.G.

Le rilevazioni sono state eseguite in una giornata media feriale tipo, negli orari di punta sia della mattina 7.30–8.30 che del pomeriggio 17.30–18.30 (worst case), ad intervalli di 15', e classificando i veicoli nelle 2 categorie di "leggeri" e "pesanti"¹.



Figura 5 - Intersezione di conteggio del traffico

Nella pagina seguente vengono mostrati i conteggi di traffico rilevati ogni 15', suddivisi per classi veicolari e ricondotti a veicoli equivalenti¹.

¹ Per il calcolo dei veicoli equivalenti si è adottato un coefficiente di omogeneizzazione pari a 2 per i veicoli pesanti.

Tabella movimenti ore 7.30-8.30

incrocio: via Valsellustra-accesso Impianto rifiuti C.F.G.

Rilievo 05/04/2023 FERIALE

Condizioni atmosferiche: sereno

La prima riga riguarda le auto ed i veicoli commerciali leggeri

la seconda riga riguarda veicoli commerciali pesanti







	ORIGINE	Valsellustra (SS 9)	Valsellustra (SS 9)	accesso CFG	accesso CFG	Valsellustra (DOZZA)	Valsellustra (DOZZA)
		accesso CFG	Valsellustra (DOZZA)	Valsellustra (DOZZA)	Valsellustra (SS 9)	Valsellustra (SS 9)	accesso CFG
ora	DESTINAZ						
7.30-7.45		1 0	5 1	0 0	2 0	19 1	0 0
7.45-8.00		0 0	6 1	0 0	0 0	15 1	0 0
8.00-8.15		1 0	7 1	0 0	0 0	12 0	0 0
8.15-8.30		0 0	5 1	0 0	1 0	11 1	0 0
auto/h		2	23	0	3	57	0
pesanti/h		0	4	0	0	3	0
Totale auto eq./h		2	31	0	3	63	0

Figura 6 - Flussi rilevati – punta mattutina 7.30-8.30

Tabella movimenti ore 17.30-18.30

incrocio: via Valsellustra-accesso Impianto rifiuti C.F.G.

Rilievo 05/04/2023 FERIALE

Condizioni atmosferiche: sereno

La prima riga riguarda le auto ed i veicoli commerciali leggeri

la seconda riga riguarda veicoli commerciali pesanti







	ORIGINE	Valsellustra (SS 9)	Valsellustra (SS 9)	accesso CFG	accesso CFG	Valsellustra (DOZZA)	Valsellustra (DOZZA)
		accesso CFG	Valsellustra (DOZZA)	Valsellustra (DOZZA)	Valsellustra (SS 9)	Valsellustra (SS 9)	accesso CFG
ora	DESTINAZ						
17.30-17.45		0	8	0	0	8	0
		0	0	0	0	0	0
17.45-18.00		1	7	0	2	6	0
		0	0	0	0	0	0
18.00-18.15		0	7	0	0	8	0
		0	0	0	0	0	0
18.15-18.30		0	17	0	1	9	0
		0	0	0	0	0	0
auto/h		1	39	0	3	31	0
pesanti/h		0	0	0	0	0	0
Totale auto eq./h		1	39	0	3	31	0

Figura 7 - Flussi rilevati – punta pomeridiana 17.30-18.30

I dati di traffico sono stati tradotti in carte tematiche: FLUSSOGRAMMI (o “DIAGRAMMI FIUME”) con spessore proporzionale all’entità dei flussi.



Figura 8 - RILIEVI Via Valsellustra – flussi veicolari/ora punta 7.30-8.30



Figura 9 - RILIEVI Via Valsellustra – flussi veicolari/ora punta 17.30-18.30

I dati relativi all'attraversamento veicolare della S.S. 9 via Emilia sono stati estratti dal *Sistema regionale di rilevazione dei flussi di traffico MTS (Emilia-Romagna)* con riferimento al traffico nelle stesse fasce orarie di punta massime e giornata ferialle del rilievo effettuato su strada per la via Valsellustra.

Nella tabella seguente vengono riportati tali dati.

Strada	Postazione	Direzione flusso	Ora di punta	Flusso veic./h
SS 9	255	da Imola a Castel S. Pietro	AM	448
SS 9	255	da Castel S. Pietro a Imola	AM	393
SS 9	255	da Imola a Castel S. Pietro	PM	611
SS 9	255	da Castel S. Pietro a Imola	PM	617

Tabella 1 - Dati relativi all'attraversamento veicolare della S.S. 9 via Emilia



Figura 10 - Scenario ATTUALE (veicoli eq./ora_punta AM)



Figura 11 -Scenario ATTUALE (veicoli eq./ora_punta PM)

Si evidenziano alcuni fattori macroscopici salienti relativi al traffico ed alla mobilità che interessano l'area oggetto di studio allo stato attuale:

- in un giorno feriale medio il maggior carico veicolare risulta sulla direttrice viaria principale est-ovest via Emilia con un transito bidirezionale di circa 840 veic.equiv./ora nella fascia di punta della mattina e 1.220 veic.equiv./ora durante la punta pomeridiana;
- si registrano valori di flusso molto inferiori sulla sezione bidirezionale di via Valsellustra: 85 veicoli leggeri + 7 pesanti durante la punta oraria AM e 73 leggeri + 1 pesante all'ora di punta PM;
- la strada di accesso al futuro ambito C.F.G. presenta attualmente flussi di transito decisamente trascurabili (5 leggeri e nessun pesante nell'ora di punta mattutina e 4 leggeri + 0 pesanti in quella serale).

Si riporta ora anche il grafico relativo alla «stagionalità» dei flussi veicolari del triennio 2021-2023 transitanti sulla via Emilia, inerente all'andamento del Traffico Giornaliero Medio (TGM) riferito a giornate tipo feriali e sempre estrapolato dalle rilevazioni regionali MTS (i dati mancanti non sono stati rilevati dal sistema). Tali dati evidenziano una sostanziale omogeneità dei valori mensili di transiti percorrenti la sezione bidirezionale (all'altezza di Toscanella) della SS9. Si stima una media annuale di

TGM feriale pari a circa 17.277 transiti per il 2021, 17.898 transiti per il 2022 e 19.085 transiti per il 2023.

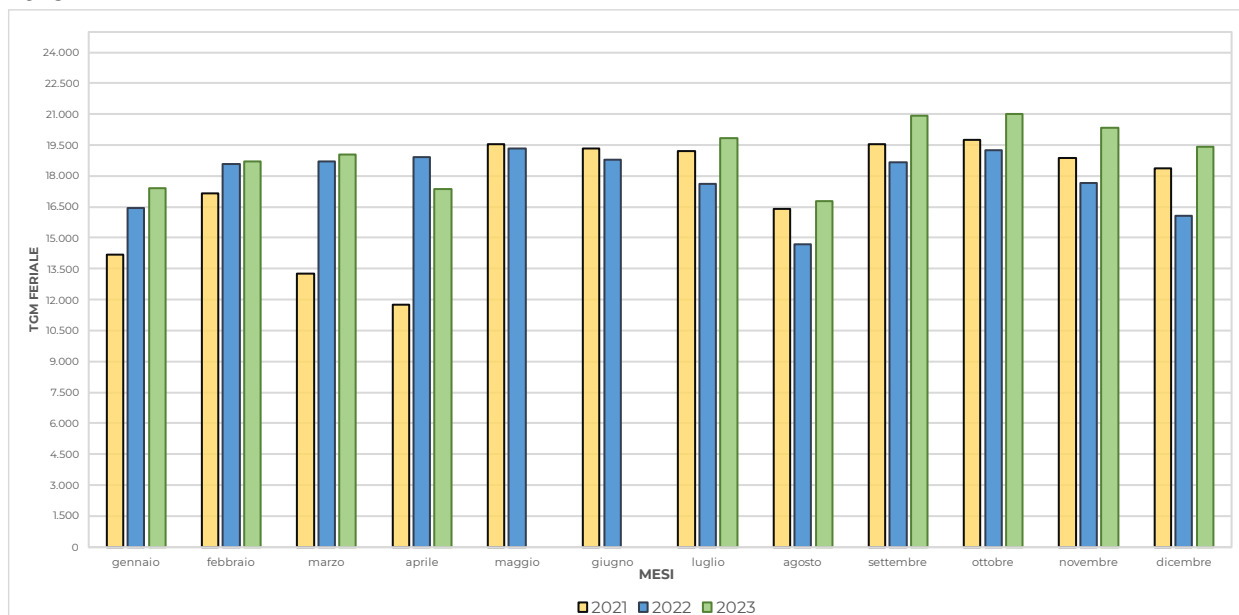


Figura 12 - Distribuzione ANNUALE del TGM feriale sulla via Emilia (tratto Toscanella di Dozza)

3.2 STIMA DEI FLUSSI ATTRATTI/GENERATI

3.2.1 I FLUSSI INDOTTI DAL NUOVO IMPIANTO C.F.G.

La stima del traffico indotto dal funzionamento a regime dell'impianto in progetto è basata sui dati forniti dalla Proprietà/Committenza, e dalle informazioni relative al suo dimensionamento.

La procedura per determinare il traffico indotto è stata orientata a quantificare e a considerare in particolare il numero di veicoli pesanti generati/attratti nelle fasce orarie di punta del mattino e del pomeriggio, per poter prevedere eventuali aspetti critici sulla viabilità di via Valsellustra; invece, per quanto riguarda i mezzi leggeri (auto indotte dalla presenza degli addetti e dipendenti), stimati in circa **20 leggeri/giorno**, l'accesso avverrà sulla via Emilia.

Una volta valutata la capacità attrattiva dell'impianto a regime, si passa ad analizzarne l'impatto in termini di incremento dei flussi di traffico (Capitolo 3), verificando in un'unica fase attuativa denominata "Post Operam" le opere e gli interventi infrastrutturali dell'area (scenario con nuovo casello autostradale + tangenziale interna).

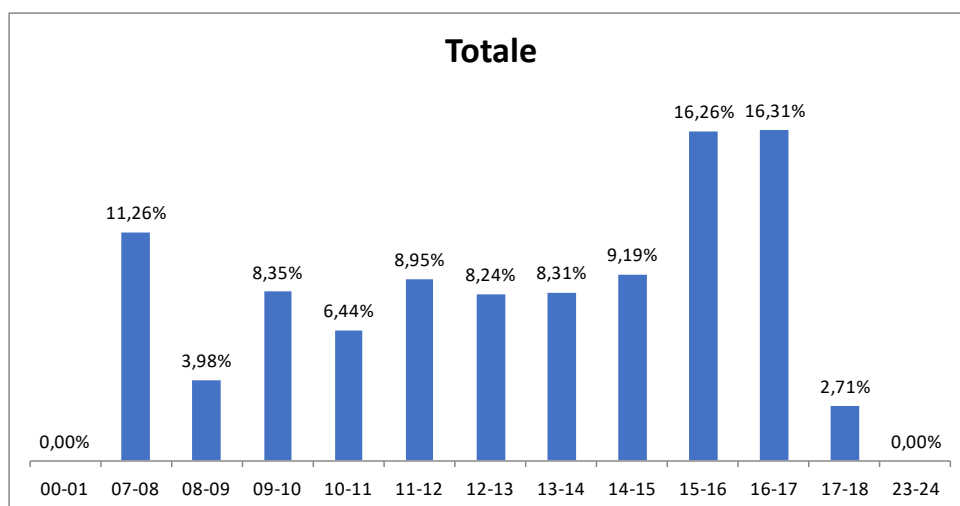
Come esplicitato nello Studio di Impatto Ambientale (SIA) complessivamente, per il conferimento dei rifiuti da trattare, è stato stimato un traffico indotto in fase di esercizio pari a un totale di **13.000 mezzi pesanti/anno** (26.000 transiti/anno per il percorso di andata e ritorno).

Considerando che l'impianto sarà aperto ai conferimenti per 284 giorni/anno, si stima cautelativamente un numero medio di pesanti da/per il sito pari a **46 mezzi pesanti/giorno**.

Infine, valutando che i conferimenti presso l'installazione in progetto avverranno dalle 07:00 del mattino alle 18:00 della sera, ovvero durante il solo periodo diurno, e che si distribuiranno sulla sola direttrice

casello A14 (Toscanella/Dozza) – via Emilia – via Valsellustra secondo il seguente schema percentuale giornaliero (**92 transiti/giorno in andata e ritorno**).

La distribuzione giornaliera ed il relativo incremento di mezzi pesanti attratti/generati dall'impianto sulla via Valsellustra, coincidente con le fasce orarie di punta del traffico sistematico su tale strada, si tradurrà quindi in:



00-01	0,00%	0
07-08	11,26%	10
08-09	3,98%	4
09-10	8,35%	8
10-11	6,44%	6
11-12	8,95%	8
12-13	8,24%	8
13-14	8,31%	8
14-15	9,19%	8
15-16	16,26%	15
16-17	16,31%	15
17-18	2,71%	2
23-24	0,00%	0
Totale	100,00%	92

Figura 13 - Distribuzione percentuale giornaliera dei flussi veicolari pesanti indotti

Per la ripartizione del traffico indotto sulla maglia stradale si stima che il 100% degli addetti arrivi dalla S.S. 9 via Emilia, il 50% da est (Imola) e il 50% da ovest (Castel S. Pietro), trattandosi di un traffico pendolare quotidiano quindi con una propensione al pagamento del pedaggio autostradale pressoché nulla. Viceversa, per quanto riguarda i mezzi pesanti, essi avranno totalmente origine e destinazione dall'autostrada, trattandosi di spostamenti operativi in cui il costo del tempo impiegato è elevato, ed in considerazione delle caratteristiche del bacino territoriale locale.

Nei flussogrammi che seguono si mostrano i valori dei flussi indotti sulla rete stradale futura dal nuovo Impianto C.F.G.

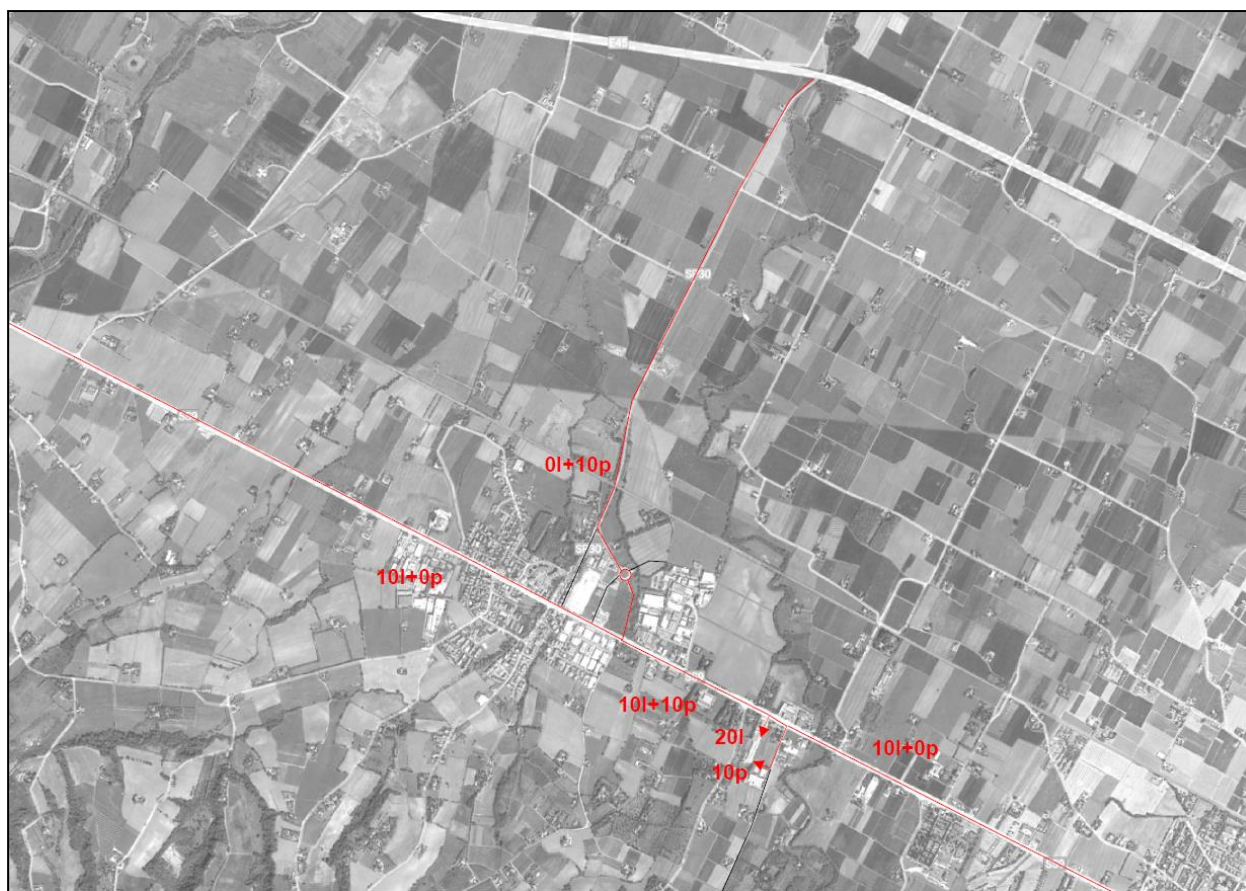


Figura 14 - INDOTTO Impianto C.F.G. (veicoli/ora_punta AM)

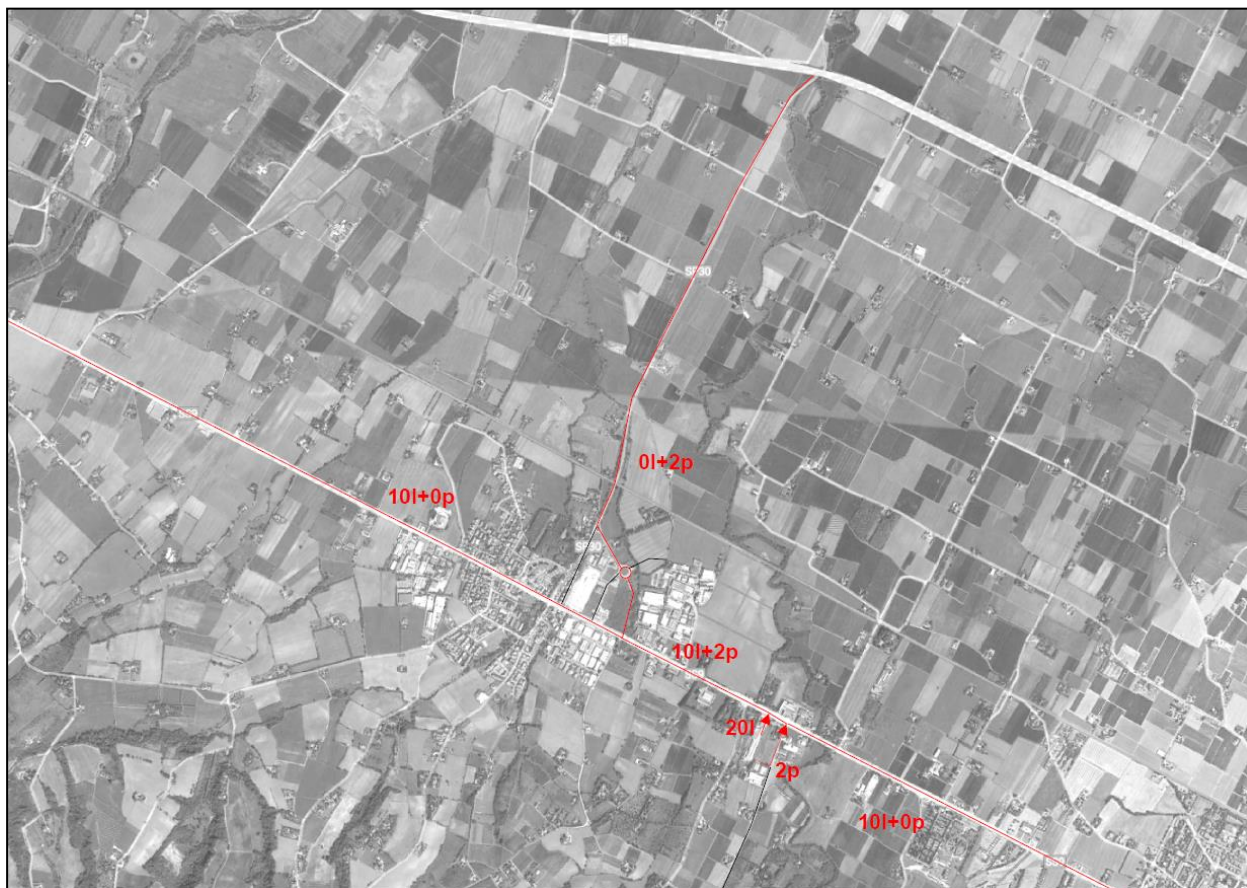


Figura 15 - INDOTTO Impianto C.F.G. (veicoli/ora_punta PM)

3.2.2 I FLUSSI INDOTTI DALL'APERTURA DEL CASELLO AUTOSTRADALE TOSCANELLA/DOZZA

Come già sottolineato nella Premessa, il presente studio trasportistico considera anche il contributo dell'apertura del nuovo casello autostradale sulla A14 (e relativa tangenziale interna) attualmente in fase di realizzazione, e ne somma gli impatti di traffico sulla viabilità del sistema infrastrutturale complessivo.

A seguire si riporta il flussogramma di rete, simulato per l'ora di punta della mattina 7.30-8.30 (veic.tot./h), estrapolato dal già citato in premessa *"Studio del traffico per il riassetto della viabilità legata al nuovo casello autostradale"* (fornito dal Comune di Dozza).

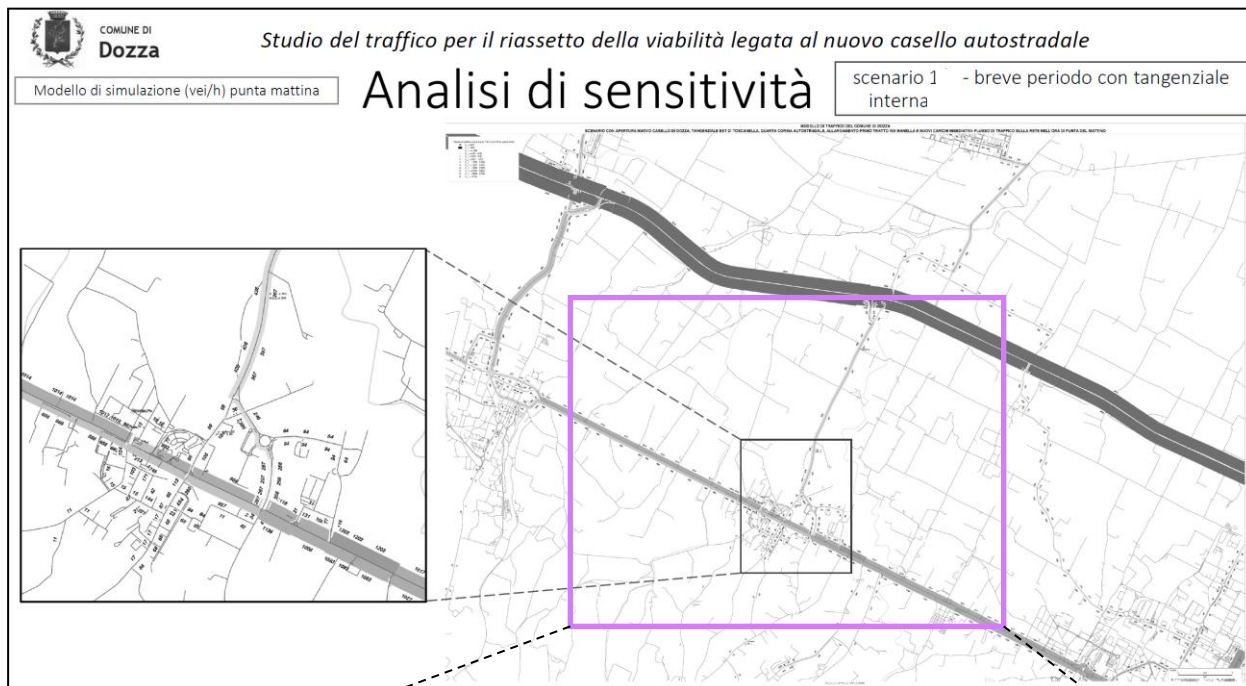


Figura 16 - Scenario con apertura casello autostradale Toscanella/DOZZA (veic.tot./ora_7.30-8.30)

Secondo l'analisi di sensitività lo scenario di breve periodo (crescita di mobilità <5%), con tangenziale interna e nuovo casello, mostrerà flussi orari (dalle 7.30 alle 8.30) entranti in autostrada A14 di 226 veic./h e uscenti dal casello di 276 veic./h.

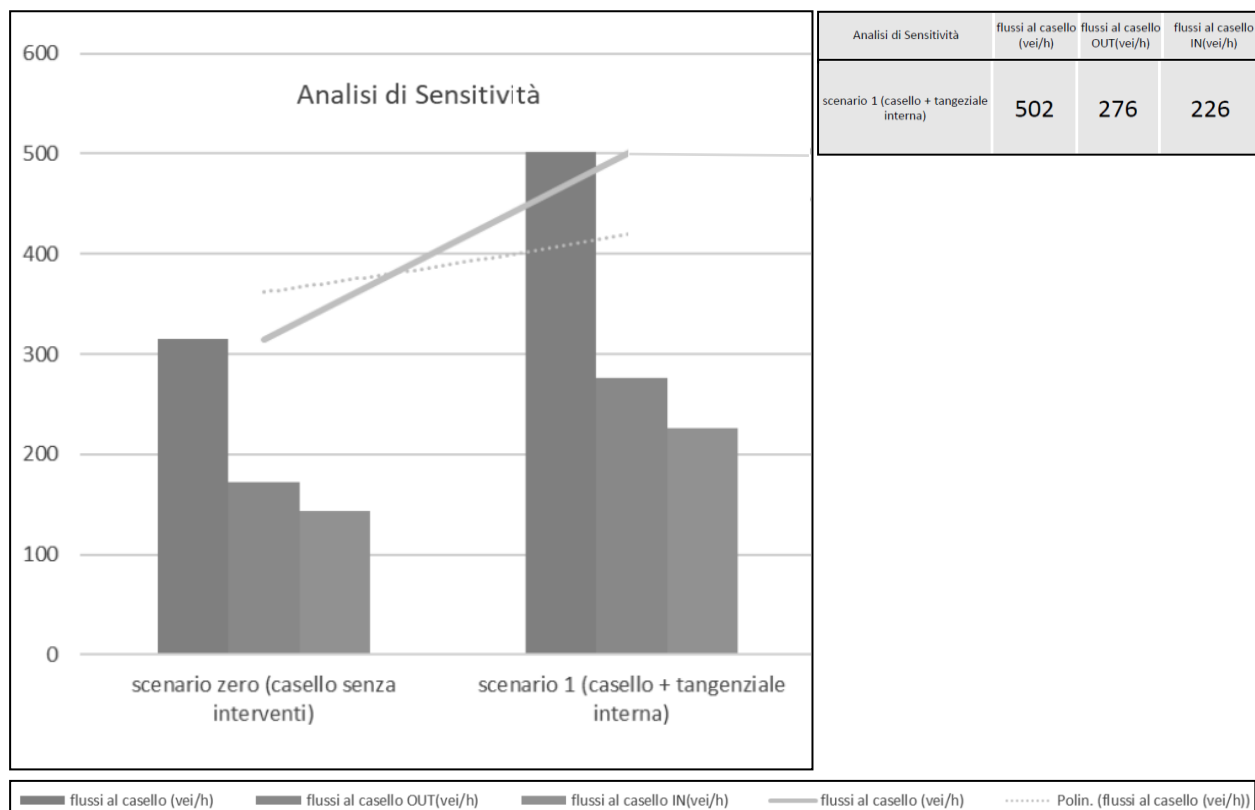


Figura 17 – Analisi di sensitività

4 IMPATTO DEL TRAFFICO VEICOLARE SULLA VIABILITÀ

4.1 LO SCENARIO FUTURO

Lo studio è stato effettuato sovrapponendo alla distribuzione dei flussi di traffico attuali (scenario “Ante Operam”) i carichi indotti (generati/attratti), sia dovuti dall’*Impianto C.F.G.* che dal contributo imputabile all’imminente realizzazione del nuovo *Casello autostradale+tangenziale interna di Toscanella*, ottenendo così lo scenario futuro denominato “Post Operam complessivo”.

Simulando la fascia oraria di punta massima giornaliera (mattina) si è difatti considerata la situazione di traffico di peggiore criticità possibile (worst case), va da sé che, se durante la giornata tale picco sarà verificato, a maggior ragione lo saranno anche le altre fasce orarie di “punta inferiori” e “di morbida”.



Figura 18 - Scenario POST OPERAM complessivo – Flussi veicolari/ora punta AM (7.30-8.30)

I risultati del processo di assegnazione dei carichi stradali mettono in evidenza il passaggio di un modesto incremento di traffico da/per l’Impianto C.F.G. (rispettivamente 10 mezzi pesanti all’ora in più sulla sezione di via Valsellustra e di 20 veicoli leggeri sulla via Emilia dovuti agli addetti) durante il picco massimo del traffico ordinario giornaliero mattutino).

Si sottolinea che, in tale analisi, è stato assunto conservativamente che tutti i 20 addetti previsti per la gestione dell'installazione in progetto si rechino sul luogo di lavoro ognuno con il proprio mezzo di trasporto.

L'ipotesi sopra descritta è considerata ampiamente cautelativa in quanto il sito in esame è ben collegato ai comuni/ frazioni comunali limitrofe (Imola, Castel San Pietro Terme, Toscanella di Dozza) dal trasporto pubblico locale (TPL) e da percorsi ciclabili che favoriscono la mobilità sostenibile.

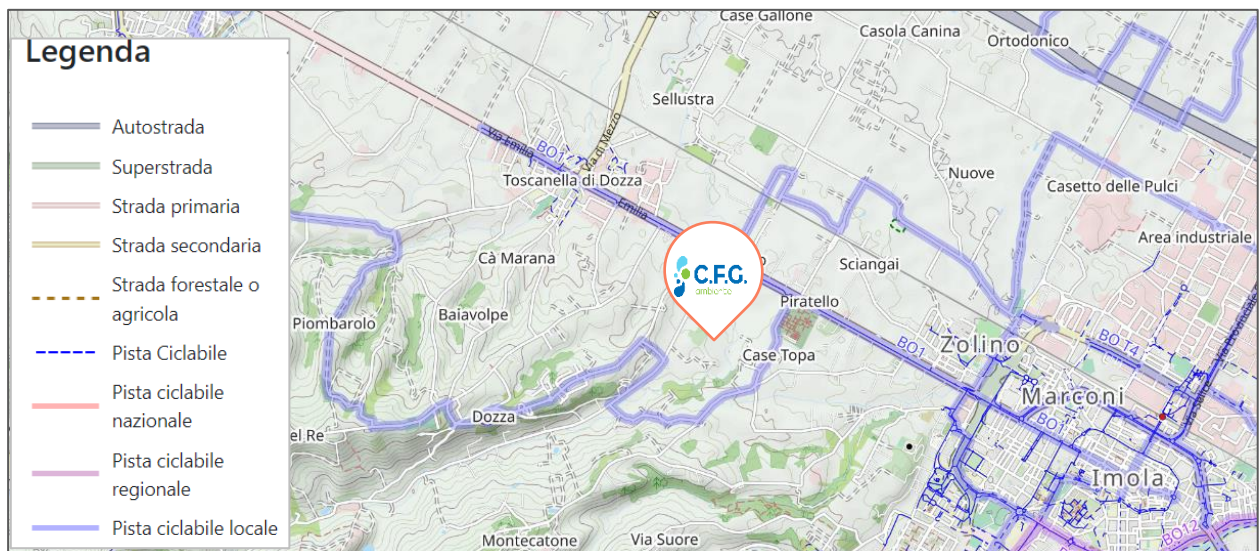


Figura 19 – Percorsi ciclabili nei pressi del sito in esame

[fonte: <https://www.openstreetmap.org/#map=13/44.3812/11.6666&layers=T>]



Figura 20 – Fermate TPL nei pressi del sito in esame

[fonte: <https://www.openstreetmap.org/#map=13/44.3812/11.6666&layers=T>]

4.2 ANALISI DELLE INTERSEZIONI A RASO

Dopo aver analizzato gli effetti dell'attuazione dell'assetto di progetto nel suo insieme, lo studio si è preoccupato di testare la funzionalità e l'organizzazione geometrica dei nodi di intersezione tra la via Valsellustra, la strada di accesso al nuovo Impianto C.F.G. e con la strada statale 9 via Emilia.

4.2.1 INTERSEZIONE A RASO DI VIA VALSELLUSTRA CON L'ACCESSO ALL'IMPIANTO C.F.G.

Il primo incrocio è organizzato a precedenza con diritto di preminenza per i veicoli transitanti sulla via Valsellustra: per quanto riguarda la sezione carrabile della strada Valsellustra si anticipa fin da ora che il proponente si rende disponibile a sottoscrivere un apposito Accordo con il Comune di Dozza per un intervento di manutenzione straordinaria di rifacimento e/o risagomatura delle banchine laterali per garantirne la sicurezza.



Figura 21 -Microsimulazione dell'intersezione via Valsellustra – accesso nuovo Impianto C.F.G.

4.2.2 INTERSEZIONE A RASO DI VIA VALSELLUSTRA CON LA VIA EMILIA

L'intersezione a T con la via Emilia è anch'essa regolata a precedenza, con diritto di preminenza per i veicoli transitanti sulla statale.

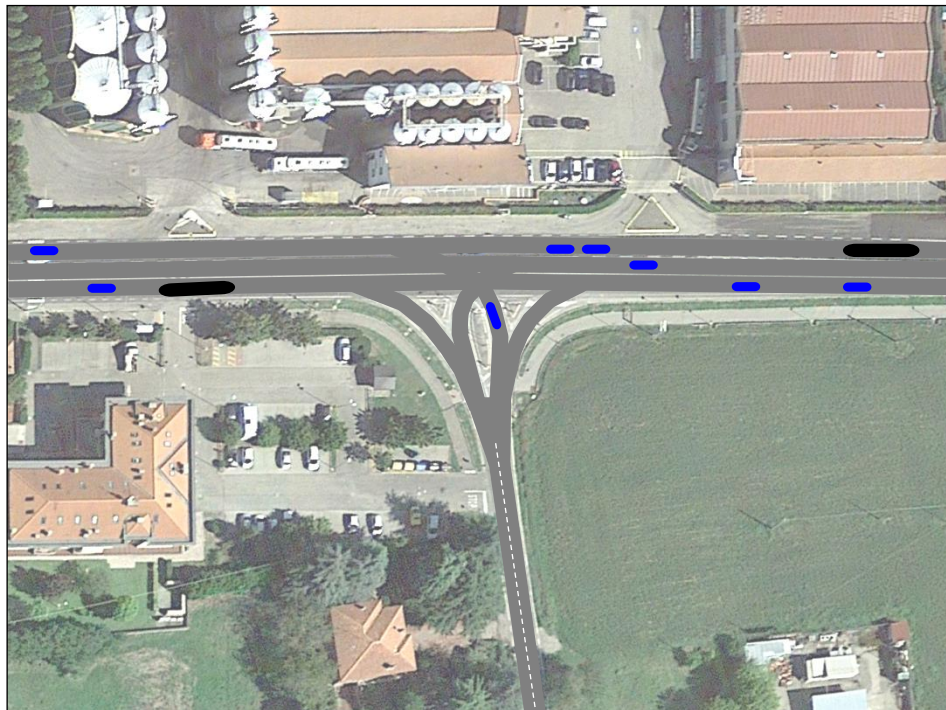


Figura 22 - Microsimulazione dell'intersezione via Valsellustra – S.S. 9 via Emilia

Come rappresentato nelle figure seguenti, il nodo è canalizzato con isole spartitraffico materializzate e corsie di accumulo dedicate alle svolte in sinistra.



Figura 23 – Incrocio tra Via Emilia e Via Valsellustra in prossimità dell'ingresso dell'installazione in progetto [Fonte. Google Earth]

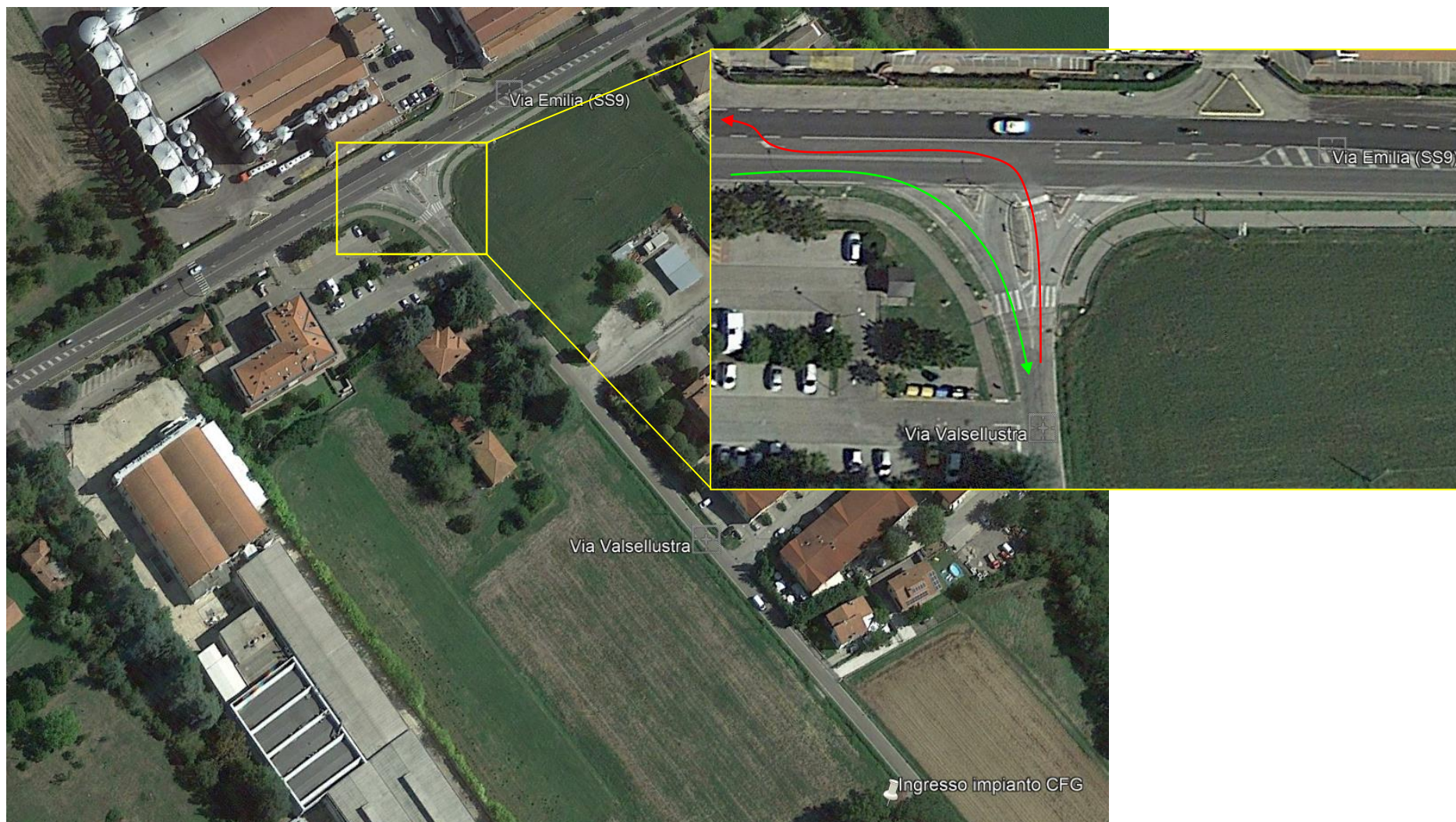


Figura 24 – Incrocio tra Via Emilia e Via Valsellustra in prossimità dell'ingresso dell'installazione in progetto [Fonte. Google Earth]

L'analisi del Livello di Servizio e le valutazioni sui nodi sono state eseguite utilizzando un apposito modello di microsimulazione dinamico del traffico (Vissim), le cui caratteristiche sono descritte nel paragrafo a seguire.

4.3 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-conducente 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.

4.4 IL LIVELLO 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 sono ottenuti i Livelli 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.

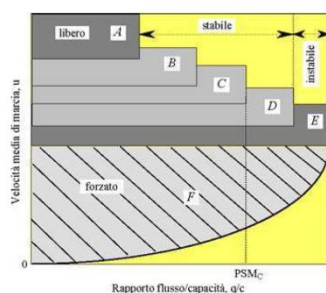


Figura 25 - Livelli di Servizio

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, D ed E, 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 delle intersezioni analizzate è stato valutato considerando due parametri:

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

La lunghezza media e massima delle file indica quanti metri di coda si sviluppa all'intersezione; 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 nelle manovre rispetto al tempo ideale permette di determinare il livello di servizio dell'intersezione 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

Tabella 2 -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

Tabella 3 - Livelli di servizio per intersezioni in base alla lunghezza media delle file

È 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.

4.5 I RISULTATI DELLE SIMULAZIONI

Nelle pagine successive sono riportate, per ciascuna manovra di svolta delle intersezioni analizzate, i parametri indicativi dei Livelli di Servizio (flussi, tempi, ritardi e code).

Da tali tabelle si può osservare come:

Attualmente (**scenario Ante Operam**) il sistema infrastrutturale dato dalla direttrice principale est-ovest della via Emilia con la strada comunale Valsellustra e con l'incrocio col futuro ingresso all'impianto, mostra un ottimo funzionamento circolatorio ampiamente entro i limiti di ammissibilità non evidenziando alcuna criticità persistente.

In particolare, al mattino l'incrocio VALSELLUSTRA – ACCESSO IMPIANTO C.F.G. mostra:

- un ritardo complessivo di 0,4 secondi/veicolo;
- ritardi massimi di manovra trascurabili su ogni ramo;
- lunghezza media delle file pari a 0.

L'intersezione VALSELLUSTRA – VIA EMILIA ha:

- un ritardo complessivo di 1,3 sec/veic.;
- ritardi massimi di manovra in uscita da via Valsellustra in sinistra verso Castel S. Pietro (3,1 sec/veic.);
- accodamenti medi nulli.

Nello **scenario Post Operam “complessivo”** (considerata anche l'apertura del nuovo casello autostradale), a fronte di un modesto incremento di mezzi pesanti (92 transiti/giorno totali A+R) e leggeri (20 auto/giorno) indotti dall'Impianto C.G.F., la viabilità considerata continuerà comunque a presentare un buon livello di servizio (LOS).

Più in dettaglio il nodo VALSELLUSTRA – ACCESSO IMPIANTO C.F.G. evidenzierà:

- un ritardo complessivo leggermente aumentato (1,3 secondi/veicolo);
- ritardi massimi di manovra sempre irrilevanti;
- lunghezze medie delle code invariate (pari a 0 m).

L'intersezione VALSELLUSTRA – VIA EMILIA mostrerà:

- un ritardo complessivo di nodo maggiore (5,4 sec/veic.);
- ritardi massimi di manovra (circa 21 sec/veic.) nelle due svolte in sinistra, quindi da via Emilia (Imola) in direzione via Valsellustra e da via Valsellustra in direzione via Emilia (CSPT);
- lunghezza media delle file pari all'incirca a 3 metri e massime di 35 m (≈ 7 veicoli accodati).

Di seguito si restituisce una tabella riepilogativa dei risultati delle simulazioni 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].

FLUSSI TOTALI ALLE INTERSEZIONI

Intersezione VIA VALSELLUSTRA	ANTE OPERAM	POST OPERAM complessivo
	mattina	mattina
Accesso Impianto C.F.G.	99	193
SS 9 via Emilia	890	2.214

TEMPI DI FLUSSO MEDI ALLE INTERSEZIONI

Intersezione VIA VALSELLUSTRA	ANTE OPERAM	POST OPERAM complessivo
	mattina	mattina
Accesso Impianto C.F.G.	53,9	54,2
SS 9 via Emilia	40,3	15,6

RITARDI MEDI ALLE INTERSEZIONI

Intersezione VIA VALSELLUSTRA	ANTE OPERAM	POST OPERAM complessivo
	mattina	mattina
Accesso Impianto C.F.G.	0,4	1,3
SS 9 via Emilia	1,3	5,4

CODE MEDIE MASSIME ALLE INTERSEZIONI

Intersezione VIA VALSELLUSTRA	ANTE OPERAM	POST OPERAM complessivo
	mattina	mattina
Accesso Impianto C.F.G.	0	0
SS 9 via Emilia	0	3

SCENARIO ANTE OPERAM								
TEMPI DI PERCORRENZA SUGLI ITINERARI (mattina)								
cod	O/D		Intersezione	Indicatori			tempo flusso	Ritardo flusso
	da via	a via		flussi	Tempo	ritardo		
1	Valsellustra (Dozza)	Valsellustra (via Emilia)	via Valsellustra - accesso	63	53,9	0,5	3.396	32
2	Valsellustra (Dozza)	accesso Impianto C.F.G.	Impianto C.F.G.	0	0,0	0,0	0	0
TOTALE				63			3.396	32
MEDIO							53,9	0,5
3	Valsellustra (via Emilia)	accesso Impianto C.F.G.	via Valsellustra - accesso	2	49,0	0,4	98	1
4	Valsellustra (via Emilia)	Valsellustra (Dozza)	Impianto C.F.G.	31	54,3	0,1	1.683	3
TOTALE				33			1.781	4
MEDIO							54,0	0,1
5	accesso Impianto C.F.G.	Valsellustra (Dozza)	via Valsellustra - accesso	0	0,0	0,0	0	0
6	accesso Impianto C.F.G.	Valsellustra (via Emilia)	Impianto C.F.G.	3	52,5	0,2	158	1
TOTALE				3			158	1
MEDIO							52,5	0,2
TOTALE INTERSEZIONE				99			53,9	0,4
7	Emilia (Imola)	Emilia (Castel S. Pietro)	via Valsellustra - SS 9 via	415	41,7	1,3	17.306	540
8	Emilia (Imola)	Valsellustra	Emilia	16	27,9	0,9	446	14
TOTALE				431			17.752	554
MEDIO							41,2	1,3
9	Emilia (Castel S. Pietro)	Valsellustra	via Valsellustra - SS 9 via	17	28,0	0,5	476	9
10	Emilia (Castel S. Pietro)	Emilia (Imola)	Emilia	376	41,6	1,4	15.642	526
TOTALE				393			16.118	535
MEDIO							41,0	1,4
11	Valsellustra	Emilia (Imola)	via Valsellustra - SS 9 via	33	31,9	0,3	1.053	10
12	Valsellustra	Emilia (Castel S. Pietro)	Emilia	33	29,7	3,1	980	102
TOTALE				66			2.033	112
MEDIO							30,8	1,7
TOTALE INTERSEZIONE				890			40,3	1,3

SCENARIO ANTE OPERAM						
CODE ALLE INTERSEZIONI (mattina)						
sezione di rilievo code			Intersezione		code (metri)	
cod	via	manovra	cod	des	media	massima
1	Valsellustra (Dozza)	sx	1	via Valsellustra -	0	0
2	Valsellustra (via Emilia)	dx		accesso Impianto	0	0
3	accesso Impianto C.F.G.	sx		C.F.G.	0	0
4	Emilia (Imola)	sx	2	via Valsellustra - SS 9	0	0
5	Emilia (Castel S. Pietro)	dx		via Emilia	0	0
6	Valsellustra	sx			0	0

SCENARIO POST OPERAM COMPLESSIVO								
(con apertura del casello autostradale)								
TEMPI DI PERCORRENZA SUGLI ITINERARI (mattina)								
cod	O/D		Intersezione	Indicatori				
	da via	a via		flussi	Tempo	ritardo	tempo flusso	
1	Valsellustra (Dozza)	Valsellustra (via Emilia)	via Valsellustra - accesso	137	47,3	1,8	6.480	247
2	Valsellustra (Dozza)	accesso Impianto C.F.G.	Impianto C.F.G.	0	0,0	0,0	0	0
TOTALE				137			6.480	247
MEDIO							47,3	1,8
3	Valsellustra (via Emilia)	accesso Impianto C.F.G.	via Valsellustra - accesso	22	58,5	0,0	1.287	0
4	Valsellustra (via Emilia)	Valsellustra (Dozza)	Impianto C.F.G.	31	82,5	0,0	2.558	0
TOTALE				53			3.845	0
MEDIO							72,5	0,0
5	accesso Impianto C.F.G.	Valsellustra (Dozza)	via Valsellustra - accesso	0	0,0	0,0	0	0
6	accesso Impianto C.F.G.	Valsellustra (via Emilia)	Impianto C.F.G.	3	44,9	0,1	135	0
TOTALE				3			135	0
MEDIO							44,9	0,1
TOTALE INTERSEZIONE				193			54,2	1,3
7	Emilia (Imola)	Emilia (Castel S. Pietro)	via Valsellustra - SS 9 via	1.011	15,1	8,4	15.266	8.492
8	Emilia (Imola)	Valsellustra	Emilia	16	21,7	21,6	347	346
TOTALE				1.027			15.613	8.838
MEDIO							15,2	8,6
9	Emilia (Castel S. Pietro)	Valsellustra	via Valsellustra - SS 9 via	37	10,1	0,6	374	22
10	Emilia (Castel S. Pietro)	Emilia (Imola)	Emilia	1.010	13,4	0,6	13.534	606
TOTALE				1.047			13.908	628
MEDIO							13,3	0,6
11	Valsellustra	Emilia (Imola)	via Valsellustra - SS 9 via	104	35,2	15,9	3.661	1.654
12	Valsellustra	Emilia (Castel S. Pietro)	Emilia	36	38,2	21,0	1.375	756
TOTALE				140			5.036	2.410
MEDIO							36,0	17,2
TOTALE INTERSEZIONE				2.214			15,6	5,4

SCENARIO POST OPERAM COMPLESSIVO						
(con apertura del casello autostradale)						
CODE ALLE INTERSEZIONI (mattina)						
sezione di rilievo code			Intersezione		code (metri)	
cod	via	manovra	cod	des	media	massima
1	Valsellustra (Dozza)	sx	1	via Valsellustra -	0	0
2	Valsellustra (via Emilia)	dx		accesso Impianto	0	0
3	accesso Impianto C.F.G.	sx		C.F.G.	0	0
4	Emilia (Imola)	sx	2	via Valsellustra - SS 9	1	35
5	Emilia (Castel S. Pietro)	dx		via Emilia	0	0
6	Valsellustra	sx			3	37

4.6 VERIFICA DELLE TRAIETTORIE VEICOLARI

La verifica dell'intersezione a raso in esame si basa sui criteri progettuali dettati dalla Normativa CNR (Norme sulle caratteristiche geometriche e di traffico delle intersezioni stradali) e sulle indicazioni cogenti fornite dal Nuovo Codice della Strada. In tale contesto è possibile definire i valori dei raggi occorrenti alla corretta esecuzione delle manovre di svolta nel loro complesso, in funzione degli angoli di deviazione, e a dedurre le fasce di ingombro, impegnate dai veicoli che eseguono tali traiettorie, associate alla configurazione geometrica dell'incrocio.

La procedura adottata per la verifica delle traiettorie di svolta si schematizza nei seguenti punti:

➤ *Caratteristiche veicolari*

Si considera un campione significativo di veicoli appartenente a differenti tipologie di automezzi (auto, autocarri, autobus, autoarticolati), di cui si riportano le caratteristiche geometriche nella sottostante Tabella.

Categoria di veicolo	Denominazione del veicolo	Lunghezza [m]	Larghezza [m]	Passo [m]	Sbalzo anteriore [m]	Sbalzo posteriore [m]	Angolo di sterzata
Veicolo leggero	Fiat Tipo	4,500	1,400	3,500	0,500	0,500	35°
	Fiat Punto	3,760	1,625	2,450	0,810	0,500	34°
	Renault Espace	4,430	1,795	2,580	1,100	0,750	36°
	BMW 740i	5,000	1,845	2,833	1,207	0,960	35°
Autocarro	IVECO Serie: Eurocargo	8,520	2,280	4,815	1,200	2,505	37°
	IVECO Serie: Eurotrakker	8,725	2,500	4,515	1,440	2,770	34°
	IVECO Serie: EuroTech	9,510	2,500	5,335	1,380	2,795	35°
	IVECO Serie: EuroTech Cursor	9,679	2,500	5,798	1,380	2,501	38°
	IVECO Serie: Eurocargo	9,965	2,460	5,670	1,290	3,005	37°
	IVECO Serie: EuroTech Cursor	11,080	2,500	6,300	1,380	3,400	40°
Bus	IVECO Serie: Euromidi	7,920	2,165	4,455	1,185	2,280	36°
	IVECO Serie: Euroclass	10,620	2,500	5,520	1,860	3,240	44°
Autoarticolato medio	IVECO Serie: EuroTech Cursor	15,700	2,500	13,020	1,380	1,300	42°
	IVECO Serie: EuroStar Cursor	16,100	2,500	13,220	1,380	1,500	44°

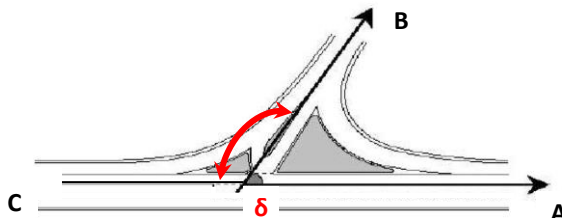
Figura 26 - Caratteristiche geometriche di un campione di veicoli

Per quanto riguarda la tipologia dei mezzi impiegati per la futura area la Proprietà ha specificato che, considerando il trasporto di materiale per una portata fino a 30 t, in impianto potranno conferire anche autotreni (motrice rimorchio) e/o autoarticolati (trattore+rimorchio).

➤ *Angoli di deviazione*

A ogni angolo di svolta δ , esistono due traiettorie di svolta a sinistra che si analizzano, cioè la svolta a sinistra da B ad A, ossia quella data dalla strada secondaria di accesso all'impianto C.F.G. (ramo inclinato) alla strada principale via Valsellustra (tronco orizzontale), e quella opposta da C a B, ossia dalla direttrice principale verso quella secondaria.

Facendo riferimento all'intersezione suddetta, essa è caratterizzata dal valore dell'angolo di svolta ($\delta=100^\circ$) e dall'angolo supplementare ($\delta=80^\circ$), le cui traiettorie circolari di svolta risultano speculari le une rispetto alle altre.



Nel caso in esame si andrà a verificare l'unica traiettoria che effettivamente percorreranno i mezzi pesanti indotti dall'impianto, e cioè la svolta da B ad A.

➤ *Tracciamento delle curve di ciglio*

Per il tracciamento della curva che descrive la traiettoria di percorrenza non ci si riferisce all'asse geometrico del tronco stradale, ma al ciglio dello stesso. La forma di tale curva è ricavata dall'approssimazione della traiettoria interna della sagoma dei grandi veicoli (autotreni e autoarticolati), che transitano su curve di piccolo raggio ed in ampio angolo di deviazione. Questa linea è definita come "curva attrice" della curva percorsa dalle ruote anteriori del veicolo.

La normativa ha approssimato tale curva con una successione di tre archi di circonferenza: due tratti di raccordo (iniziale e finale) ed un tratto centrale condizionante la manovra di svolta.

Le curve tricentriche devono rispettare le seguenti condizioni:

- per gli angoli:

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

$$\alpha = \gamma$$

$$\beta = 5.5 \alpha$$

- per i raggi:

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

Nel nostro caso la tricentrica risulta:

- Angolo di deviazione: 100°
- Angoli ($\alpha_1 - \alpha_2 - \alpha_3$) = $13^\circ,33 - 73^\circ,33 - 13^\circ,33$
- Raggi ($R_1 - R_2 - R_3$) = $32,5 \text{ m} - 13 \text{ m} - 71,5 \text{ m}$

➤ *Fasce d'ingombro*

Definendo il "raggio di svolta ottimale" come il minimo valore della traiettoria circolare riferita al bordo sinistro della sagoma dei veicoli, viene rispettato il seguente criterio/requisito fondamentale:

« i veicoli che svoltano rientrano interamente all'interno di una fascia d'ingombro definita dalle tracce (interne e esterne) della sagoma dei veicoli distanziate dalle due curve delimitanti (quella di ciglio e quella, teorica, interna alla zona di intersezione) di un ulteriore franco laterale (pari a 0,5 m nel caso di veicoli leggeri e pari a 0,6 per tutte le altre categorie veicolari)».

In altre parole: i veicoli che svoltano a sinistra si dispongono, con la loro sagoma esterna, rapidamente nella direzione parallela a quella delle corsie in cui vanno ad immettersi.

Difatti si considera la sagoma esterna dei veicoli, anziché la sola traccia delle ruote, proprio perché è l'ingombro complessivo a determinare la fruibilità degli spazi interni ad un'intersezione a raso (non sono rari i casi reali in cui i veicoli in fase di svolta urtino con la carrozzeria, e non solo con le ruote).

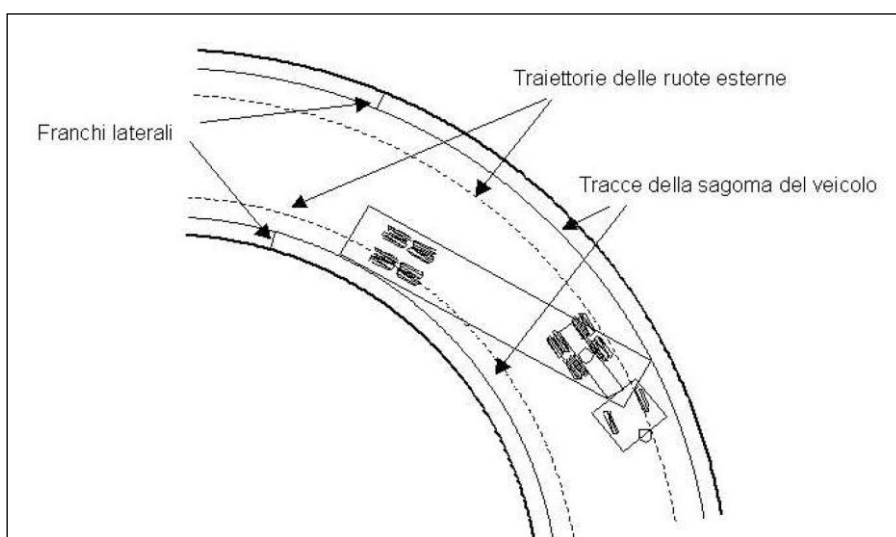
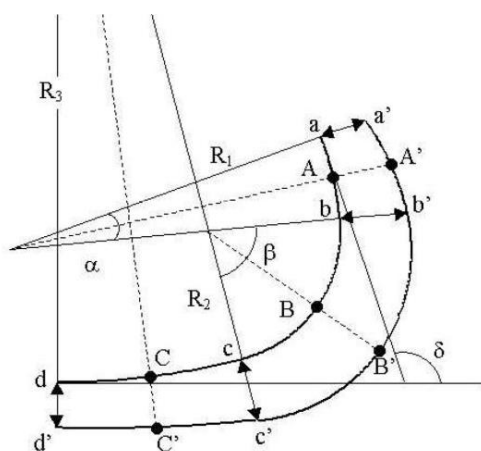


Figura 27 - Fascia d'ingombro relativa ad un autoarticolato

Le grandezze geometriche necessarie per il tracciamento delle fasce d'ingombro dei veicoli in svolta sull'intersezione sono date dagli scostamenti (Δ) tra la curva tricentrica di ciglio e la curva interna:



Parametri per la definizione della fascia d'ingombro	
$AA' = \Delta R_1$	$aa' = \Delta R_{11}$
$BB' = \Delta R_2$	$bb' = \Delta R_{21}$
$CC' = \Delta R_3$	$cc' = \Delta R_{23}$
	$dd' = \Delta R_{33}$

Per l'intersezione oggetto di calcolo si ha:

Parametri della curva di ciglio (veicolo autoarticolato)							
δ	100°	R_1	32,5 m	ΔR_1	5,21 m	ΔR_{11}	3,50 m
α	13°,33	R_2	13,0 m	ΔR_2	7,70 m	ΔR_{21}	6,46 m
β	73°,33	R_3	71,5 m	ΔR_3	4,31 m	ΔR_{23}	6,00 m
γ	13°,33					ΔR_{33}	3,50 m

In Tabella si riportano i parametri che, per ogni angolo di deviazione (δ), hanno permesso il tracciamento delle curve di ciglio e delle relative fasce d'ingombro associate.

Veicolo di progetto		Angolo di deviazione δ	Parametri della tricentrica asimmetrica								
			R ₁ [m]	R ₂ [m]	R ₃ [m]	ΔR_1 [m]	ΔR_2 [m]	ΔR_3 [m]	ΔR_{21} [m]	ΔR_{23} [m]	$\Delta R_{11} = \Delta R_{33}$ [m]
Veicolo leggero	60°	$\alpha = 8^{\circ},00$	30	12	66	3,33	3,76	3,18	3,55	3,47	3.0
Autocarro		$\beta = 44^{\circ},00$	42,5	17	93,5	4,07	4,84	3,79	4,46	4,31	3.5
Bus		$\gamma = 8^{\circ},00$	42,5	17	93,5	4,07	4,84	3,79	4,46	4,31	3.5
Autoarticolato		$\gamma = 8^{\circ},00$	57,5	23	126,5	4,49	5,90	3,98	5,19	4,94	3.5
Veicolo leggero	65°	$\alpha = 8^{\circ},67$	27,5	11	60,5	3,36	3,82	3,19	3,59	3,51	3.0
Autocarro		$\beta = 47^{\circ},67$	40	16	88	4,10	4,93	3,80	4,51	4,36	3.5
Bus		$\gamma = 8^{\circ},67$	40	16	88	4,10	4,93	3,80	4,51	4,36	3.5
Autoarticolato		$\gamma = 8^{\circ},67$	52,5	21	115,5	4,58	6,12	4,02	5,35	5,07	3.5
Veicolo leggero	70°	$\alpha = 9^{\circ},33$	25	10	55	3,39	3,90	3,20	3,65	3,55	3.0
Autocarro		$\beta = 51^{\circ},33$	37,5	15	82,5	4,14	5,02	3,82	4,58	4,42	3.5
Bus		$\gamma = 9^{\circ},33$	37,5	15	82,5	4,14	5,02	3,82	4,58	4,42	3.5
Autoarticolato		$\gamma = 9^{\circ},33$	45	18	99	4,75	6,55	4,10	5,65	5,32	3.5
Veicolo leggero	75°	$\alpha = 10^{\circ},00$	22,5	9	49,5	3,43	3,99	3,22	3,71	3,61	3.0
Autocarro		$\beta = 55^{\circ},00$	37,5	15	82,5	4,14	5,02	3,82	4,58	4,42	3.5
Bus		$\gamma = 10^{\circ},00$	37,5	15	82,5	4,14	5,02	3,82	4,58	4,42	3.5
Autoarticolato		$\gamma = 10^{\circ},00$	45	18	99	4,75	6,55	4,10	5,65	5,32	3.5
Veicolo leggero	80°	$\alpha = 10^{\circ},67$	22,5	9	49,5	3,43	3,99	3,22	3,71	3,61	3.0
Autocarro		$\beta = 58^{\circ},67$	35	14	77	4,18	5,12	3,84	4,65	4,48	3.5
Bus		$\gamma = 10^{\circ},67$	35	14	77	4,18	5,12	3,84	4,65	4,48	3.5
Autoarticolato		$\gamma = 10^{\circ},67$	42,5	17	93,5	4,82	6,73	4,13	5,77	5,43	3.5
Veicolo leggero	85°	$\alpha = 11^{\circ},33$	20	8	44	3,48	4,11	3,24	3,79	3,68	3.0
Autocarro		$\beta = 65^{\circ},33$	32,5	13	71,5	4,23	5,24	3,86	4,73	4,55	3.5
Bus		$\gamma = 11^{\circ},33$	32,5	13	71,5	4,23	5,24	3,86	4,73	4,55	3.5
Autoarticolato		$\gamma = 11^{\circ},33$	40	16	88	4,90	6,93	4,16	5,91	5,54	3.5
Veicolo leggero	90°	$\alpha = 12^{\circ},00$	20	8	44	3,48	4,11	3,24	3,79	3,68	3.0
Autocarro		$\beta = 66^{\circ},00$	32,5	13	71,5	4,23	5,24	3,86	4,73	4,55	3.5
Bus		$\gamma = 12^{\circ},00$	32,5	13	71,5	4,23	5,24	3,86	4,73	4,55	3.5
Autoarticolato		$\gamma = 12^{\circ},00$	37,5	15	82,5	5,00	7,15	4,20	6,07	5,68	3.5
Veicolo leggero	95°	$\alpha = 12^{\circ},67$	17,5	7	38,5	3,54	4,26	3,27	3,90	3,77	3.0
Autocarro		$\beta = 69^{\circ},67$	30	12	66	4,28	5,38	3,88	4,83	4,63	3.5
Bus		$\gamma = 12^{\circ},67$	30	12	66	4,28	5,38	3,88	4,83	4,63	3.5
Autoarticolato		$\gamma = 12^{\circ},67$	35	14	77	5,09	7,41	4,25	6,25	5,83	3.5
Veicolo leggero	100°	$\alpha = 13^{\circ},33$	15	6	33	3,62	4,47	3,31	4,04	3,90	3.0
Autocarro		$\beta = 73^{\circ},33$	27,5	11	60,5	4,35	5,55	3,91	4,95	4,73	3.5
Bus		$\gamma = 13^{\circ},33$	27,5	11	60,5	4,35	5,55	3,91	4,95	4,73	3.5
Autoarticolato		$\gamma = 13^{\circ},33$	32,5	13	71,5	5,21	7,70	4,31	6,46	6,00	3.5
Veicolo leggero	105°	$\alpha = 14^{\circ},00$	15	6	33	3,62	4,47	3,31	4,04	3,90	3.0
Autocarro		$\beta = 77^{\circ},00$	27,5	11	60,5	4,35	5,55	3,91	4,95	4,73	3.5
Bus		$\gamma = 14^{\circ},00$	27,5	11	60,5	4,35	5,55	3,91	4,95	4,73	3.5
Autoarticolato		$\gamma = 14^{\circ},00$	30	12	66	5,35	8,05	4,37	6,70	6,21	3.5
Veicolo leggero	110°	$\alpha = 14^{\circ},67$	15	6	33	3,62	4,47	3,31	4,04	3,90	3.0
Autocarro		$\beta = 80^{\circ},67$	25	10	55	4,43	5,75	3,95	5,09	4,85	3.5
Bus		$\gamma = 14^{\circ},67$	25	10	55	4,43	5,75	3,95	5,09	4,85	3.5
Autoarticolato		$\gamma = 14^{\circ},67$	30	12	66	5,35	8,05	4,37	6,70	6,21	3.5
Veicolo leggero	115°	$\alpha = 15^{\circ},33$	12,5	5	27,5	3,73	4,75	3,36	4,24	4,05	3.0
Autocarro		$\beta = 84^{\circ},33$	25	10	55	4,43	5,75	3,95	5,09	4,85	3.5
Bus		$\gamma = 15^{\circ},33$	25	10	55	4,43	5,75	3,95	5,09	4,85	3.5
Autoarticolato		$\gamma = 15^{\circ},33$	27,5	11	60,5	5,51	8,46	4,44	6,99	6,45	3.5
Veicolo leggero	120°	$\alpha = 16^{\circ},00$	12,5	5	27,5	3,73	4,75	3,36	4,24	4,05	3.0
Autocarro		$\beta = 88^{\circ},00$	22,5	9	49,5	4,53	6,00	3,99	5,26	5,00	3.5
Bus		$\gamma = 16^{\circ},00$	22,5	9	49,5	4,53	6,00	3,99	5,26	5,00	3.5
Autoarticolato		$\gamma = 16^{\circ},00$	27,5	11	60,5	5,51	8,46	4,44	6,99	6,45	3.5

Tabella 4 - Raggi di svolta minimi, raggi di raccordo e scostamento delle curve di ciglio

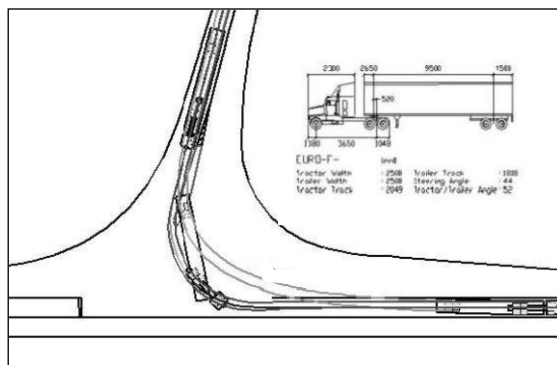


Figura 28 - Traccia planimetrica

L'individuazione dei raggi per la svolta a sinistra, in combinazione con la definizione delle fasce d'ingombro associate alle curve di ciglio, ha permesso perciò di verificare positivamente la situazione geometrico-funzionale dell'attuale intersezione a raso tra via Valsellustra e la strada di accesso all'Impianto C.F.G.

5 CONCLUSIONI

In questa revisione dello studio del traffico, relativo al progetto denominato “Impianto per il trattamento e recupero dei rifiuti non pericolosi” sito nel Comune di Dozza (BO) proposto da C.F.G. Ambiente S.r.l., si sono descritte l’accessibilità, la viabilità e gli effetti indotti dall’incremento di traffico ad esso efferente.

In primo luogo per ricostruire lo stato di fatto è stato effettuato un rilievo di traffico all’intersezione di accesso all’impianto su via Valsellustra (riservato ai soli mezzi pesanti) negli orari di punta della mattina 7.30-8.30 e del pomeriggio 17.30-18.30 in una giornata media feriale tipo, quale massima criticità riscontrabile sulla rete stradale imputabile agli spostamenti sistematici giornalieri, oltre ad esaminare i dati relativi all’attraversamento veicolare della S.S. 9 via Emilia anche in relazione alla sua stagionalità (par. 2.1).

In secondo luogo, in base ai dati forniti dalla Proprietà e dalle informazioni relative al dimensionamento di progetto è stata aggiornata la stima, così da ottenere un adeguato margine di sicurezza, dei movimenti veicolari pesanti (46 mezzi/giorno sia in Andata che in Ritorno) attratti e generati dall’accesso su via Valsellustra associati al funzionamento a regime dell’impianto; le auto dei dipendenti (20 addetti previsti) useranno invece l’accesso sulla via Emilia (par. 2.2.1).

Si è poi sovrapposta la distribuzione temporale dei flussi esistenti e di quelli afferenti sia all’*Impianto C.F.G.* sia a quelli imputabili all’imminente realizzazione del *nuovo casello autostradale di Dozza/Toscanella e relativa viabilità di connessione* (par. 2.2.2), ottenendo così lo scenario futuro denominato “Post Operam complessivo”.

Ancora, si sono analizzati i nodi stradale di accesso all’impianto attraverso microsimulazioni dinamiche di traffico (cap. 3) che hanno evidenziato come nello scenario futuro “complessivo” l’accesso per l’impianto C.F.G. su via Valsellustra manterrà lo stesso livello di servizio di tipo A dello stato attuale, e di come l’intersezione della via Emilia con la via Valsellustra presenterà comunque un buon LOS passando dalla classe A alla B (la più alta densità di flusso 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) anche nell’ora di punta di massima criticità riscontrata.

LIVELLI DI SERVIZIO

Intersezione VIA VALSELLUSTRA	ANTE OPERAM	POST OPERAM complessivo
	mattina	mattina
Accesso Impianto C.F.G.	A	A
SS 9 via Emilia	A	B

Considerando che il “valore medio” dell’indotto sarebbe inferiore al dato di punta (8,4 transiti al giorno sulle 11 ore di attività in A+R invece di 10 pesanti/h _{PUNTA}), a rigor di logica avendo simulato la fascia oraria di punta massima giornaliera si è difatti considerata la situazione di traffico di peggiore avversità

possibile (worst case), e perciò se durante la giornata tale picco è stato verificato, a maggior ragione lo sono anche le altre fasce orarie di “punta inferiori” e/o “di morbida”.

In ultimo sono state verificate le traiettorie di percorrenza (svolte da/per la via Valsellustra) che sono risultate garantire la transitabilità dell’intersezione anche ai mezzi pesanti presi a riferimento previsti dal progetto (par. 3.6), quindi la corretta conformazione e la buona funzionalità della strada privata di ingresso alla nuova lottizzazione.

In conclusione, il presente studio trasportistico ha valutato l’accessibilità e le ricadute dovute all’incremento di traffico suppletivo sulla viabilità di Toscanella: si è dimostrata l’esiguità sia dei flussi attuali che di quelli futuri in transito sulla strada comunale via Valsellustra indotti dalla nuova attività C.F.G. per il trattamento e recupero dei rifiuti, da cui è risultato come ne conseguirà una situazione pienamente sostenibile e idonea all’uso industriale previsto per tale zona.

Non si verificheranno quindi criticità connesse né a fenomeni di congestione né di accodamenti persistenti né su detta strada e neanche sull’arteria principale via Emilia.

L’attuazione degli interventi progettuali considerati produrrà condizioni di traffico ampiamente entro i limiti di accettabilità, apportando modifiche compatibili con il quadro generale della mobilità afferente ai futuri ambiti.