



REGIONE DEL VENETO



PROVINCIA DI VERONA



Valeggio sul Mincio



Titolo progetto:

Impianto per il fabbisogno regionale di rifiuti contenenti amianto da realizzare nel Comune di Valeggio sul Mincio (VR), località Ca' Baldassarre

SIA

02_R06

Nome documento:

STUDIO DI IMPATTO VIABILISTICO

Richiedente:

Progeco Ambiente S.P.A.

Via Ca' Vecchia 9, San Martino
Buon Albergo (VR)

Coordinamento:

Progeco Ambiente S.P.A.

Via della Ferrovia 13,
Gavardo (BS)

PROGETTO

Ing.
Massimo Di Martino

S.I.A. e V.Inc.A.

Dott.
Marco Stevanin

RELAZIONE SPECIALISTICA

**Logit**
engineering

Piazza della Serenissima, 20
Castelfranco Veneto (TV)



Dott.
Marco Abordi



Absesios Specialist Management: Ing. Remo Bordini

Data documento:
Novembre 2023

Revisione:
Rev.00

Nome file:
02_R06_Studio_Imp_Viab.pdf

Scala:

INDICE

1 GENERALITÀ DELLO STUDIO	2
2 INQUADRAMENTO TERRITORIALE	4
3 SISTEMA OFFERTA VIARIA	6
3.1 ASSI STRADALI PRINCIPALI	6
3.2 INTERSEZIONE LIMITROFA ALL'AREA.....	10
4 DOMANDA DI TRAFFICO ATTUALE.....	12
5 SCENARIO FUTURO	24
5.1 INTERVENTO DI PROGETTO	24
5.2 FLUSSI DI TRAFFICO INDOTTI.....	25
5.3 FLUSSI DI TRAFFICO FUTURI.....	26
6 LIVELLI DI SERVIZIO.....	28
6.1 DEFINIZIONI.....	28
6.2 LIVELLI DI SERVIZIO INTERSEZIONI NON SEMAFORIZZATE	29
6.3 LIVELLO DI SERVIZIO DEGLI ASSI STRADALI	32
7 ANALISI MICROSIMULATIVA	34
7.1 MICROSIMULAZIONI ESEGUITE	34
7.2 VALUTAZIONE CRITICA DEI RISULTATI	35
7.2.1 Valutazioni di rete.....	37
7.2.2 Valutazioni di nodo.....	38
7.2.3 Valutazioni d'arco.....	40
8 CONCLUSIONI.....	41

1 GENERALITÀ DELLO STUDIO

Nell'ambito del progetto relativo alla costruzione ed esercizio di un impianto di smaltimento (D1) destinato ad accogliere Rifiuti Contendenti Amianto (RCA) nel Comune di Valeggio sul Mincio (VR), in località Ca' Baldassare, il seguente studio di impatto viabilistico si pone l'obiettivo di valutare la sostenibilità dell'intervento verificandone l'impatto sulla rete stradale di afferenza. L'analisi proposta consiste in uno studio approfondito dell'assetto viario esistente, seguito da un'attenta valutazione degli effetti determinati dal futuro carico veicolare indotto.

Nello specifico, il progetto prevede la realizzazione del sito di smaltimento mediante la creazione di cinque lotti. Il quantitativo di RCA che si prevede di smaltire nell'impianto è pari a circa 820.000 mc e quello di materiali plastici, utilizzati per realizzare la copertura infrastrato, sarà pari a 120.000 mc, corrispondenti ad una potenzialità di circa 90.000 t/anno, mentre la durata prevista di gestione sarà pari a 8 anni e 8 mesi a cui vanno aggiunti ulteriori 5 anni per ultimare il ripristino ambientale.



Figura 1.1 – Ambito di localizzazione

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

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

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

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

2 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

L'area oggetto di analisi è localizzata a Valeggio sul Mincio, comune di 15.931 abitanti al 30/04/2023, secondo quanto rilevato dall'ISTAT, esteso per circa 64 km² ad una quota altimetrica compresa tra i 51 ed i 185 m s.l.m. nella zona sud-occidentale della Provincia di Verona, nella bassa veronese, al confine con la Regione Lombardia, a breve distanza dalle sponde del Lago di Garda.

Il territorio comunale di Valeggio sul Mincio, che dista meno di 30 km dal Capoluogo di Provincia, è attraversato dal fiume Mincio, principale emissario del Lago di Garda, e si estende dalle colline moreniche fino al confine con il Mantovano.

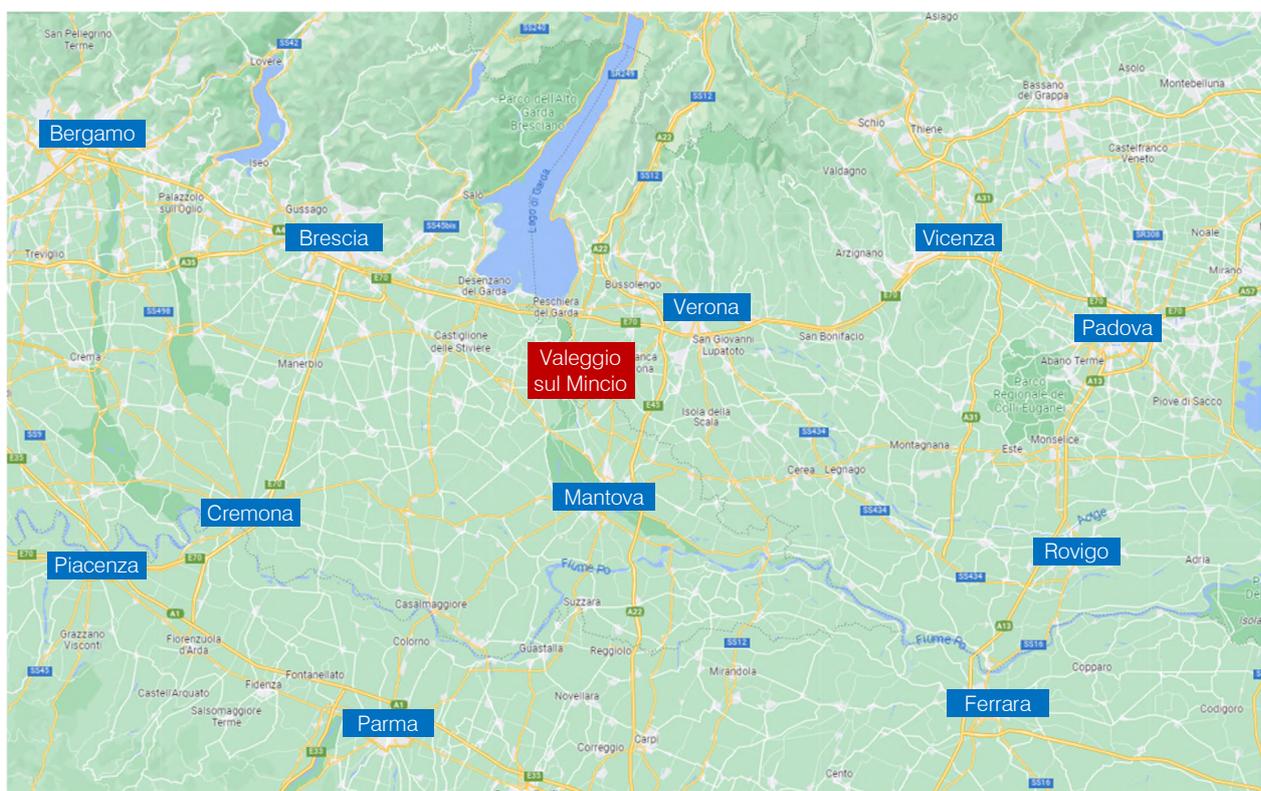


Figura 2.1 – Inquadramento territoriale Comune di Valeggio sul Mincio

Valeggio sul Mincio, dal punto di vista amministrativo, comprende il borgo storico e presenta quattro frazioni (Borghetto sul Mincio, Salionze, Santa Lucia ai Monti e Vanoni Remelli), e confina con i Comuni di Peschiera del Garda e Castelnuovo del Garda a nord, con i Comuni di Sona, Sommacampagna e Villafranca di Verona ad est, con il Comune di Mozzecane a sud-est, mentre la Provincia di Mantova delimita i confini meridionali e occidentali e, in particolare, i Comuni di Roverbella e Marmirolo delimitano il confine sud e i Comuni di Volta Mantovana, Monzambano e Ponti sul Mincio delimitano il confine ovest.

Dal punto di vista viabilistico, l'asse viario principale che attraversa il Comune di Valeggio sul Mincio in direzione nord-sud è la Strada Regionale 249 "Gardesana Orientale", importante arteria italiana che costeggia la sponda orientale dal Lago di Garda attraversando tre regioni italiane (Lombardia, Veneto e Trentino Alto

Adige). Altri importanti assi stradali che attraversando il territorio comunale sono la Strada Provinciale 24 “del Serraglio”, collega la città con Bovolone a sud-est, la Strada Provinciale 28 “del Mincio”, che trae origine a Mozzecane e, dopo aver Villafranca di Verona e Valeggio sul Mincio, termina il suo percorso nei pressi del confine provinciale con Mantova a Monzambano, e la Strada Provinciale 55 “Viscontea”, che collega Valeggio sul Mincio con la Provincia di Mantova.

Il territorio comunale di Valeggio sul Mincio risulta ben servito anche dalla rete autostradale in quanto è posto a metà strada dall’Autostrada A4 “Serenissima”, il cui casello di Peschiera del Garda è distante circa 10 km, e dall’Autostrada A22 “Autobrennero”, con l’uscita di Nogarole Rocca distante circa 15 km.

Relativamente al trasporto pubblico, il Comune di Valeggio sul Mincio è servito dalla linea extraurbana 46 Mantova – Peschiera del Garda, gestita dalla società APAM S.p.A., e dalla linea extraurbana 160 Valeggio – Verona, gestita dall’ ATV – Azienda Trasporti Verona S.r.l., mentre la stazione ferroviaria più prossima, distante circa 15 km, è ubicata nel territorio comunale di Peschiera del Garda lungo la linea Milano – Venezia.

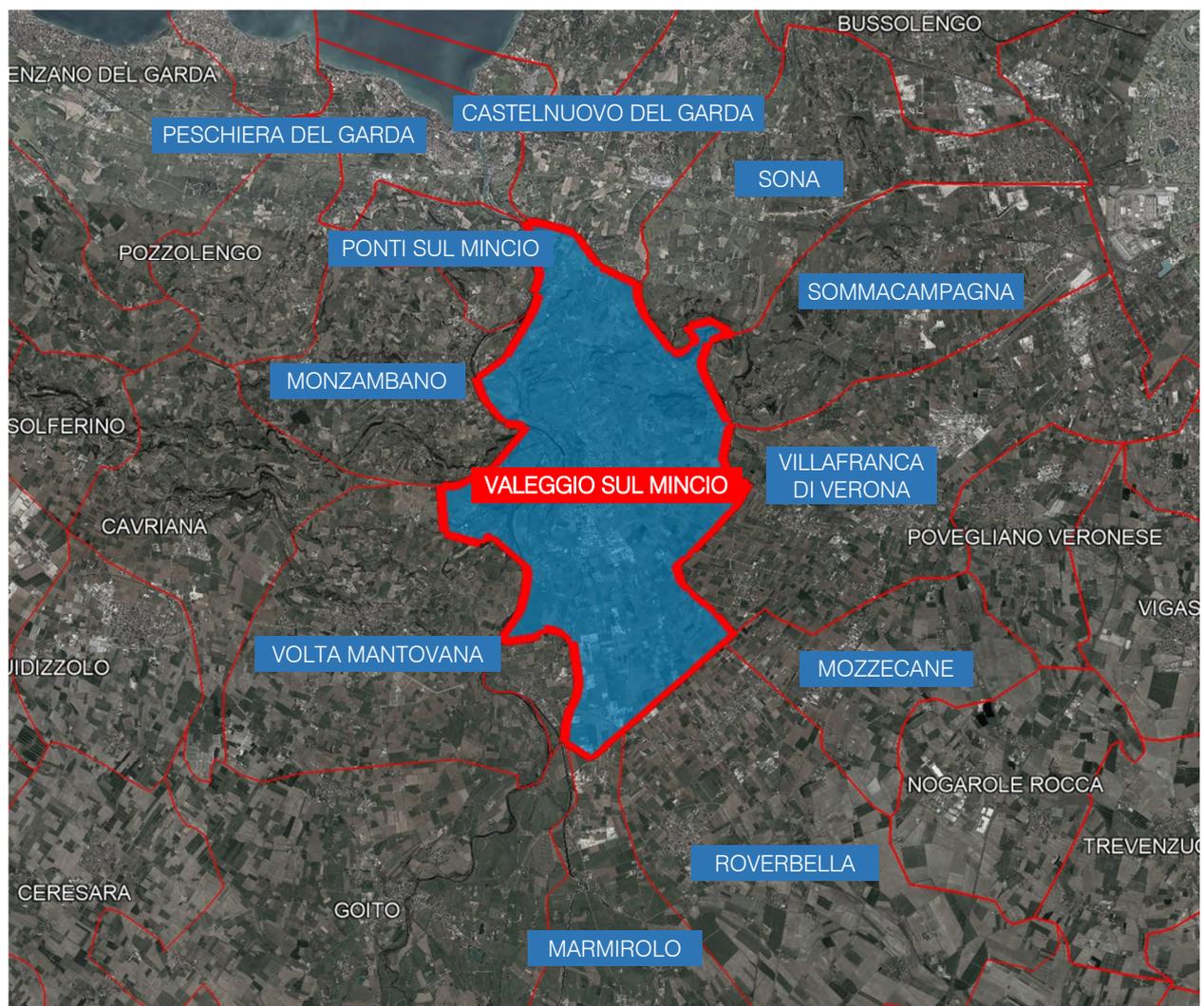


Figura 2.2 – Comuni limitrofi a Valeggio sul Mincio

3 SISTEMA OFFERTA VIARIA

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

3.1 ASSI STRADALI PRINCIPALI

Le principali direttrici infrastrutturali afferenti all'area oggetto di studio risultano essere la SP28, Via del Solco e Via Croce.

Di seguito si riporta una breve descrizione per ciascuna delle strade e l'intersezione citate.

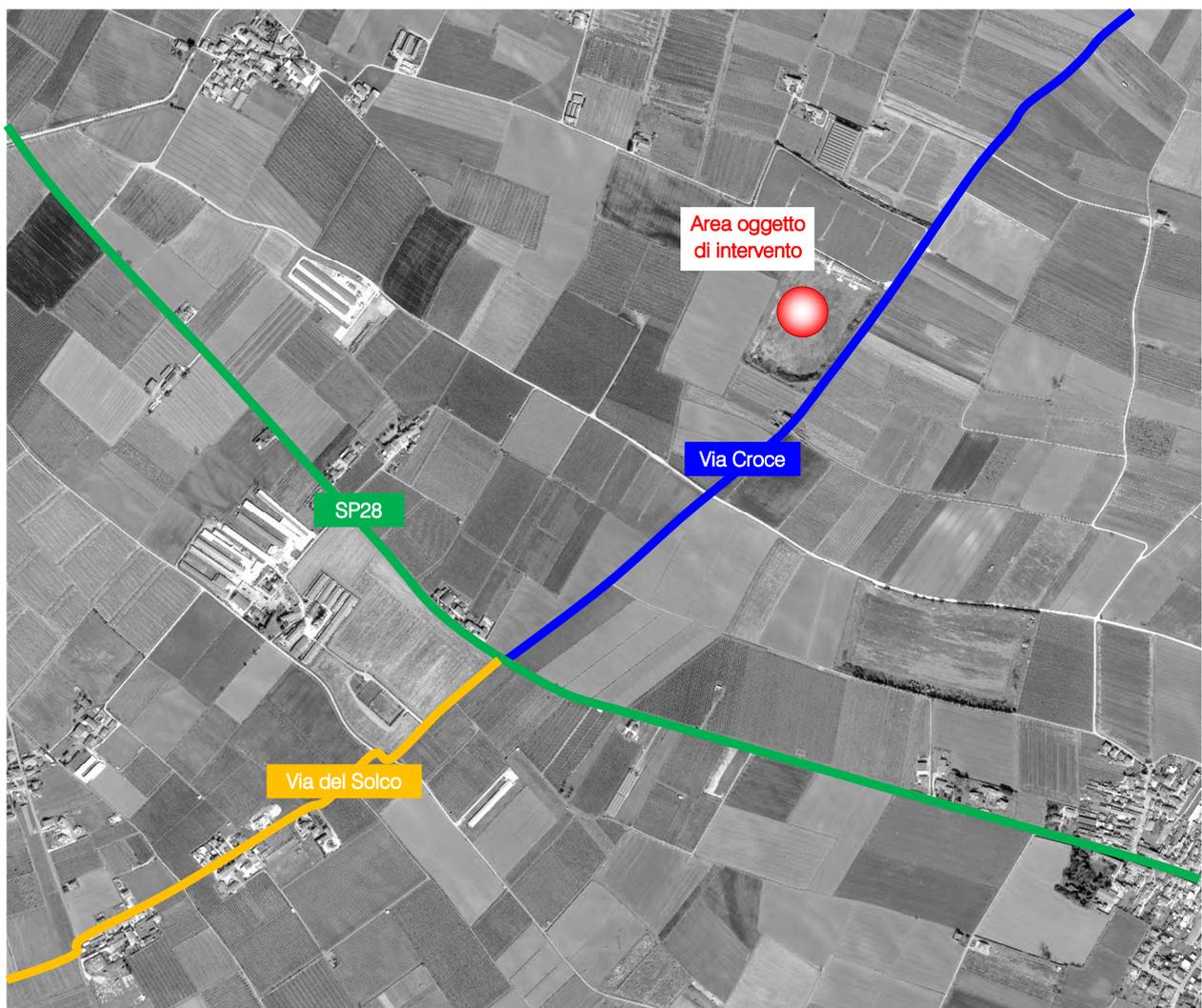


Figura 3.1 – Assi viari principali

SP28

La Strada Provinciale 28, che assume la denominazione “del Mincio”, trae origine dall’intersezione semaforizzata tra la SR62 e Via Regina Margherita, in Comune di Mozzecane, e termina a nord-ovest in corrispondenza del confine provinciale con Mantova, in cui continua come SP74. In corrispondenza dell’ambito oggetto di intervento assume la denominazione di Via Quaderni e Via Mazzini e si presenta a carreggiata singola con una corsia per senso di marcia.

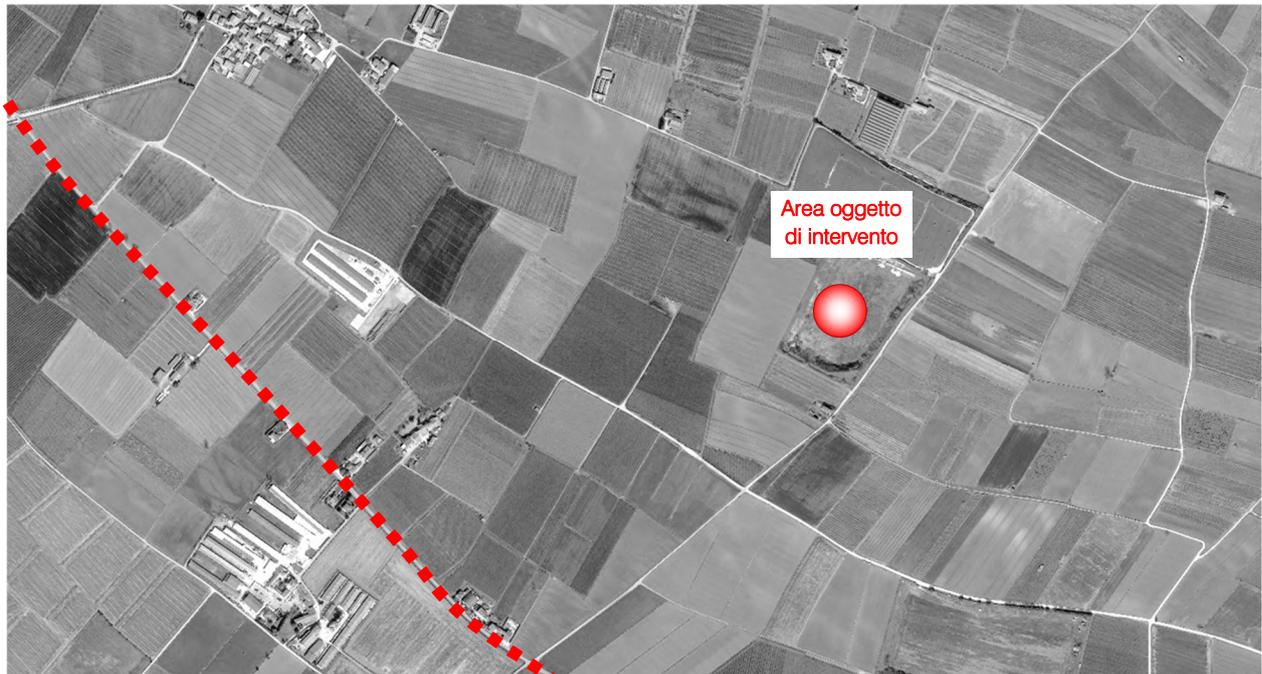


Figura 3.2 – SP28 - ortofoto



Figura 3.3 – SP28

Via del Solco

L'asse stradale trae origine dall'intersezione a raso con la SP28, nei tratti in cui assume la denominazione di Via Quaderni a nord e Via Mazzini a sud, e Via Croce e termina ad ovest in corrispondenza dell'intersezione a raso con Via Marengo. La strada si presenta a doppio senso di circolazione con una sezione ristretta.



Figura 3.4 – Via del Solco - ortofoto



Figura 3.5 – Via del Solco

Via Croce

Via Croce rappresenta la strada di accesso all'area oggetto di intervento e permette il collegamento tra questa e la viabilità principale. L'asse viario trae origine dall'intersezione a raso con la SP28 e Via del Solco e termina in corrispondenza del confine comunale con Villafranca di Verona. Si presenta a sezione ridotta, con la presenza di piazzole che consentono il transito alternato dei veicoli.

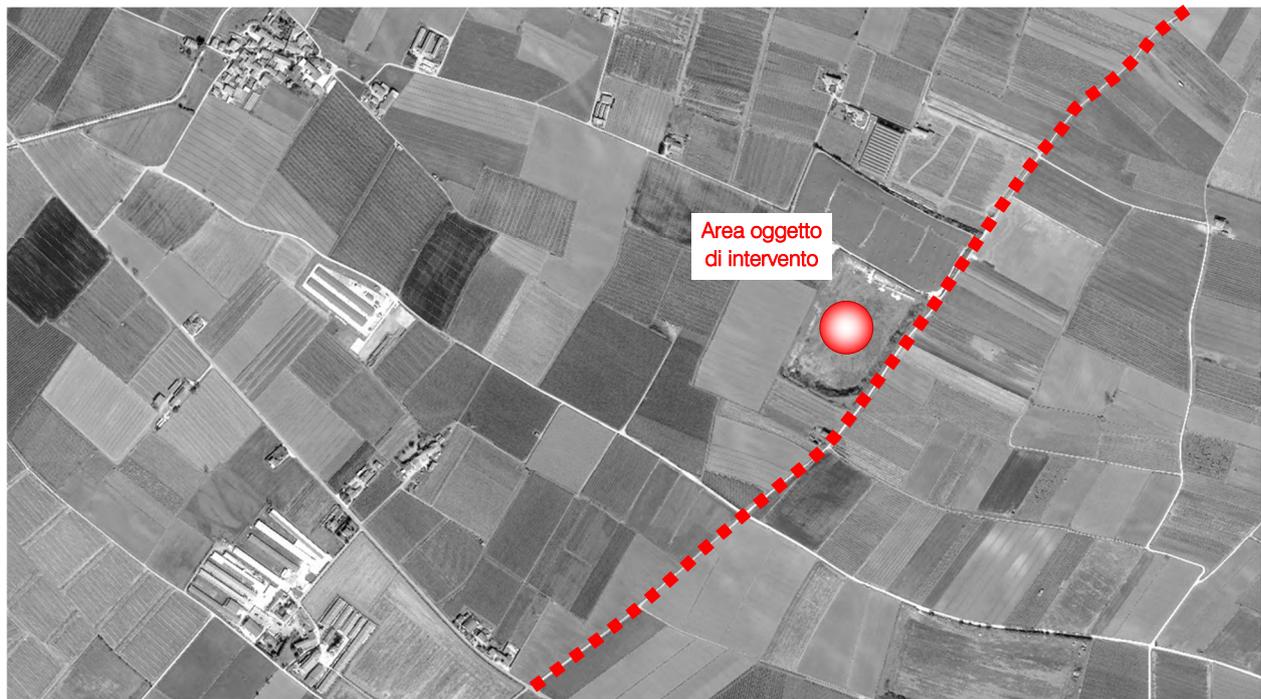


Figura 3.6 – Via Croce - ortofoto



Figura 3.7 – Via Croce

3.2 INTERSEZIONE LIMITROFA ALL'AREA

In questo paragrafo viene brevemente descritta l'intersezione a raso tra la SP28 – Via Quaderni, la SP28 – Via Mazzini, Via del Solco e Via Croce, limitrofa all'area oggetto di studio, come evidenziato nella figura di seguito riportata.

Di seguito si riporta una breve descrizione delle intersezioni citate.



Figura 3.8 – Intersezione attigus all'ambito di intervento

Intersezione: Intersezione a raso tra la SP28 – Via Quaderni, la SP28 – Via Mazzini, Via del Solco e Via Croce

Trattasi di un'intersezione a raso tra la direttrice principale rappresentata dalla SP28 e le direttrici secondarie rappresentate da Via del Solco e Via Croce. Si osserva che il ramo sud della SP28 assume la denominazione di Via Mazzini mentre il ramo nord assume la denominazione di Via Quaderni. L'accesso all'intersezione dai rami secondari è regolato dal segnale di "Dare la precedenza". Il nodo risulta illuminato.



Figura 3.9 – Intersezione - ortofoto



Figura 3.10 – Intersezione

4 DOMANDA DI TRAFFICO ATTUALE

L'intervento oggetto del presente studio è ubicato in Comune di Valeggio sul Mincio (VR), in località Cà Baldassare lungo Via Croce, al confine con il Comune di Villafranca di Verona (VR), distante circa 2,5 km dal centro abitato in direzione est.

La viabilità di afferenza all'ambito oggetto di analisi è caratterizzata prevalentemente da flussi di traffico in attraversamento in direzione Valeggio sul Mincio e la SR249 "Gardesana Orientale" a nord-ovest e Villafranca di Verona, Mozzecane e la SR62 "della Cisa" in direzione sud-est, e in forma minore da mobilità locale in transito.

Ai fini di precise ed attendibili valutazioni di natura trasportistica, per descrivere in modo completo ed accurato i flussi veicolari che contraddistinguono la rete viaria - tipologie veicolari e flussi veicolari orari -, quindi, si è ricorsi ad una serie di rilievi automatici di traffico condotti lungo la viabilità di interesse caratterizzanti l'ambito di intervento.

I rilievi, eseguiti mediante strumentazione radar, hanno permesso un monitoraggio continuativo in una giornata feriale, periodo in cui statisticamente si prevede l'indotto maggiore per un'attività analoga a quella oggetto di studio. La giornata di rilievo è stata pertanto:

- mercoledì 18 ottobre 2023.

Il radar, dotato di propria alimentazione a batteria, è stato ubicato esternamente alla carreggiata, senza arrecare alcun disturbo al normale deflusso veicolare, con angolazione rispetto all'asse stradale tale da permettere il corretto conteggio dei flussi veicolari.

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

I dati di traffico immagazzinati sono stati rielaborati mediante un apposito database distinguendoli per numero di postazione, direzione, giorno, classe veicolare e fascia oraria. Per quanto concerne le tipologie veicolari utilizzate per le rielaborazioni i veicoli rilevati sono stati suddivisi, in base alla loro lunghezza (L) in 4 classi:

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

Tabella 4.1 – Suddivisione classi veicolari

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



Figura 4.1 – Strumentazione radar utilizzata

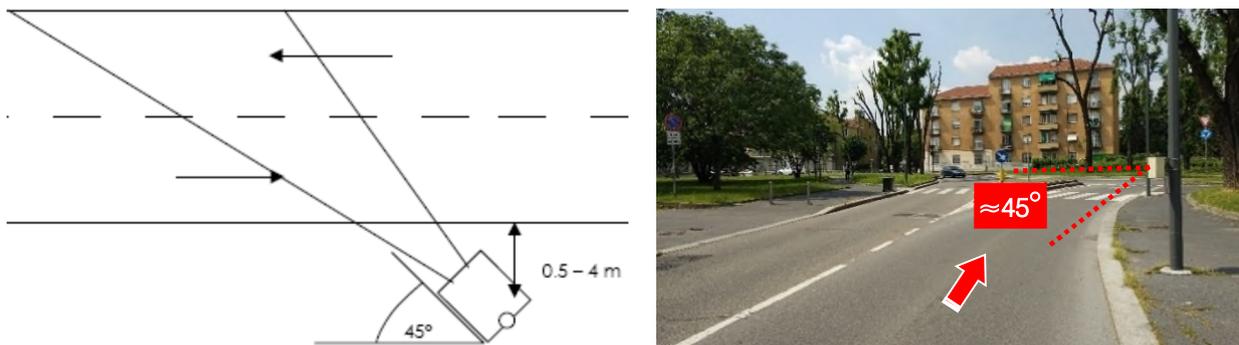


Figura 4.2 – Angolo di installazione dei radar rispetto alla direzione di marcia

L'indagine è stata condotta relativamente ai flussi di traffico per fasce orarie (00.00 – 24.00) divise per intervalli di 15 minuti. Si precisa che la fase di misurazione dei flussi veicolari viene eseguita escludendo generalmente dall'attività di monitoraggio i seguenti periodi:

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

Di seguito si propone una sintetica tabella riportante il numero dei radar e l'asse stradale lungo il quale è stato collocato. In aggiunta si riporta la documentazione fotografica dei radar installati lungo la viabilità di afferenza, da cui si evince come le apparecchiature siano state posizionate esternamente alla sede stradale senza arrecare alcun disturbo al normale deflusso veicolare.

Numerazione radar	Corsie rilevate	Posizione
Radar 1	1	SP28 – Via Quaderni dir. sud-est
Radar 2	1	SP28 – Via Quaderni dir. nord-ovest

Tabella 4.2 – Specifica radar



Figura 4.3 – Radar 1



Figura 4.4 – Radar 2



Figura 4.5 – Sezioni di rilievo tramite strumentazione radar

Globalmente, analizzando i dati ricavati dall'apparecchiatura radar si osserva un andamento a doppia campana nella giornata feriale di mercoledì 18 ottobre 2023, in cui sono evidenti due picchi: al mattino nella fascia oraria 07.15 – 08.15 e alla sera nell'intervallo orario compreso tra le 17.00 e le 18.00, con volumi di traffico inferiori rispetto alla mattina. Per le successive analisi si prenderà pertanto a riferimento l'ora di punta della mattina 07.15 – 08.15 della giornata feriale.

I flussi 00.00 – 24.00 e nell'ora di punta (HdP) della sezione di indagine sono riassunti nella tabella seguente. In aggiunta si riportano dei grafici esplicativi e i dati di traffico per ciascuna sezione.

SEZIONE	Flussi 00.00 – 24.00	Flussi HdP (07.15 – 08.15)
1	3.082	309
2	2.994	288
Totale	6.076	597

Tabella 4.3 – Veicoli equivalenti giornalieri e nell'ora di punta

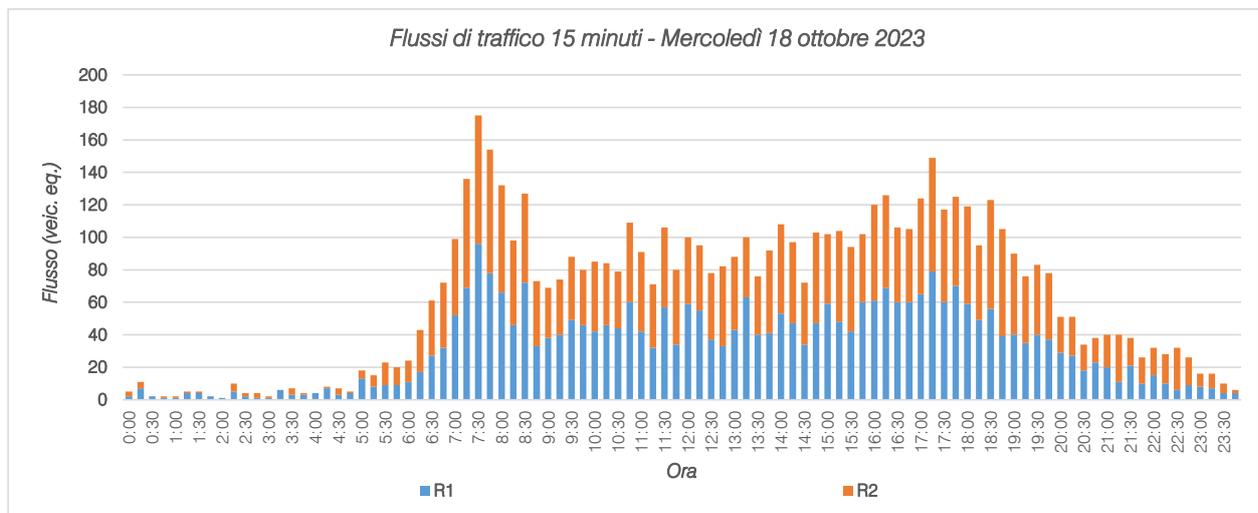


Figura 4.6 – Andamento volumi di traffico

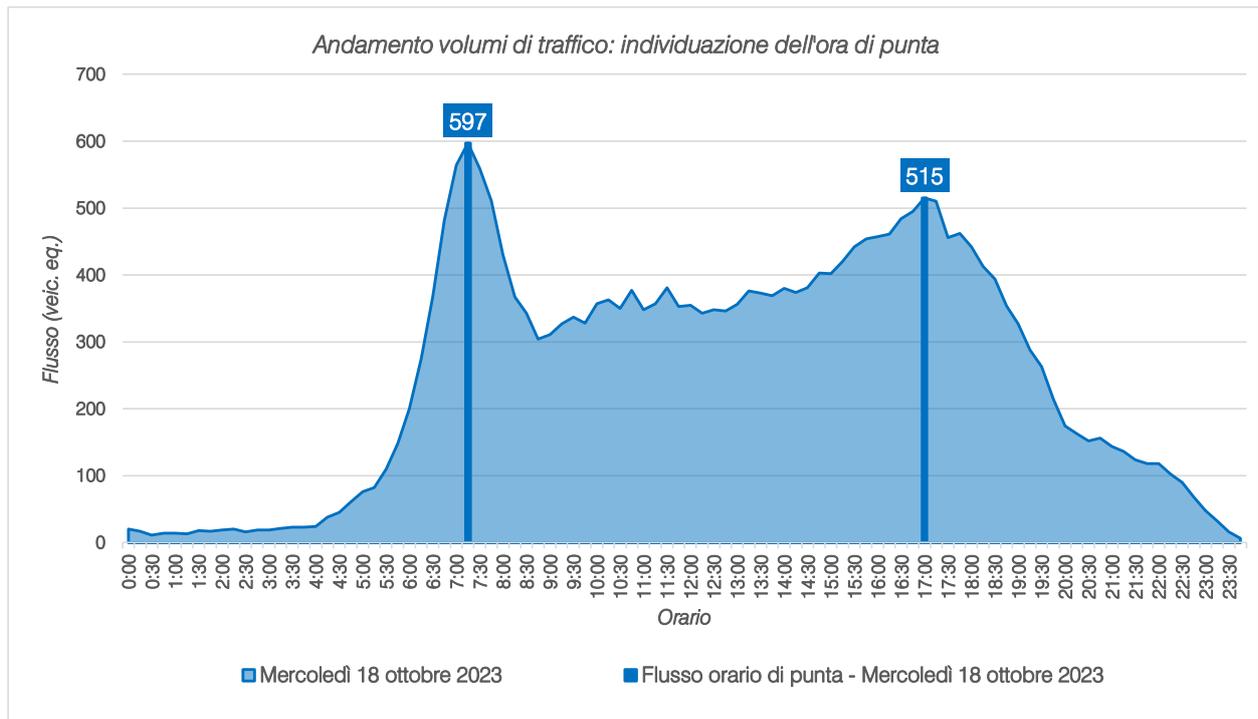


Figura 4.7 – Individuazione ora di punta

RILIEVI AUTOMATICI: RADAR 1

DATI GENERALI

SP28 - Via Quaderni, dir. sud-est

Giorno di rilievo

mercoledì 18 ottobre 2023



VOLUME DI TRAFFICO INTERVALLO TEMPORALE 15 min

mercoledì 18 ottobre 2023

	A	M	L	P	Veicoli totali	Veic. eq.
0:00	2	0	0	0	2	2
0:15	7	0	0	0	7	7
0:30	2	0	0	0	2	2
0:45	1	0	0	0	1	1
1:00	1	0	0	0	1	1
1:15	2	0	0	1	3	4
1:30	4	0	0	0	4	4
1:45	2	0	0	0	2	2
2:00	1	0	0	0	1	1
2:15	3	0	0	1	4	5
2:30	0	0	1	0	1	2
2:45	1	0	0	0	1	1
3:00	1	0	0	0	1	1
3:15	4	0	0	1	5	6
3:30	1	0	1	0	2	3
3:45	3	0	0	0	3	3
4:00	4	0	0	0	4	4
4:15	5	0	0	1	6	7
4:30	3	0	0	0	3	3
4:45	4	0	0	0	4	4
5:00	11	0	0	1	12	13
5:15	8	0	0	0	8	8
5:30	9	0	0	0	9	9
5:45	7	0	0	1	8	9
6:00	8	0	2	0	10	11
6:15	17	0	0	0	17	17
6:30	27	0	0	0	27	27
6:45	31	1	0	0	32	32
7:00	45	0	2	2	49	52
7:15	67	0	0	1	68	69
7:30	93	2	0	1	96	96
7:45	73	1	3	0	77	78
8:00	62	1	1	1	65	66
8:15	43	1	0	1	45	46
8:30	57	1	4	4	66	72
8:45	31	1	1	0	33	33
9:00	36	0	0	1	37	38
9:15	34	0	1	2	37	40
9:30	41	0	1	3	45	49
9:45	37	0	3	2	42	46
10:00	40	0	1	0	41	42
10:15	35	0	3	3	41	46
10:30	37	0	3	1	41	44
10:45	48	1	6	1	56	60
11:00	32	0	4	2	38	42
11:15	30	1	1	0	32	32
11:30	50	1	3	1	55	57
11:45	31	0	2	0	33	34
12:00	55	1	1	1	58	59
12:15	50	0	3	0	53	55
12:30	31	0	1	2	34	37
12:45	31	1	1	0	33	33
13:00	37	0	4	0	41	43
13:15	56	0	3	1	60	63
13:30	34	0	4	0	38	40
13:45	36	0	2	1	39	41
14:00	42	1	4	2	49	53
14:15	35	0	3	2	43	47
14:30	30	0	1	1	32	34
14:45	38	1	3	2	44	47
15:00	53	0	4	0	57	59
15:15	36	1	2	4	43	48
15:30	35	0	3	1	39	42
15:45	56	1	2	0	59	60
16:00	55	1	1	2	59	61
16:15	63	1	2	1	67	69
16:30	58	1	1	0	60	60
16:45	49	1	4	2	56	60
17:00	61	1	1	1	64	65
17:15	72	0	3	1	76	79
17:30	59	1	0	0	60	60
17:45	69	1	0	0	70	70
18:00	58	1	0	0	59	59
18:15	48	1	0	0	49	49
18:30	54	1	1	0	56	56
18:45	38	1	0	0	39	39
19:00	39	1	0	0	40	40
19:15	34	1	0	0	35	35
19:30	40	0	0	0	40	40
19:45	35	1	1	0	37	37
20:00	29	0	0	0	29	29
20:15	27	0	0	0	27	27
20:30	18	0	0	0	18	18
20:45	23	0	0	0	23	23
21:00	20	0	0	0	20	20
21:15	11	0	0	0	11	11
21:30	19	0	1	0	20	21
21:45	10	0	0	0	10	10
22:00	15	0	0	0	15	15
22:15	10	0	0	0	10	10
22:30	6	0	0	0	6	6
22:45	9	0	0	0	9	9
23:00	8	0	0	0	8	8
23:15	7	0	0	0	7	7
23:30	4	0	0	0	4	4
23:45	4	0	0	0	4	4



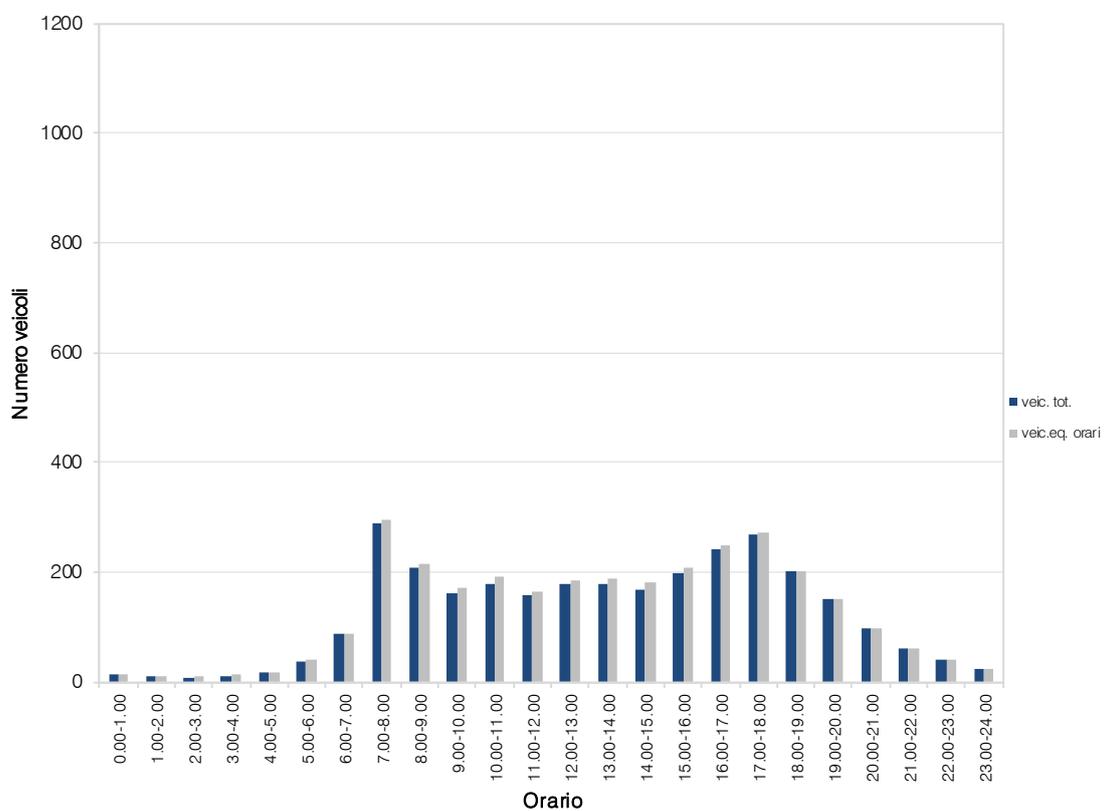
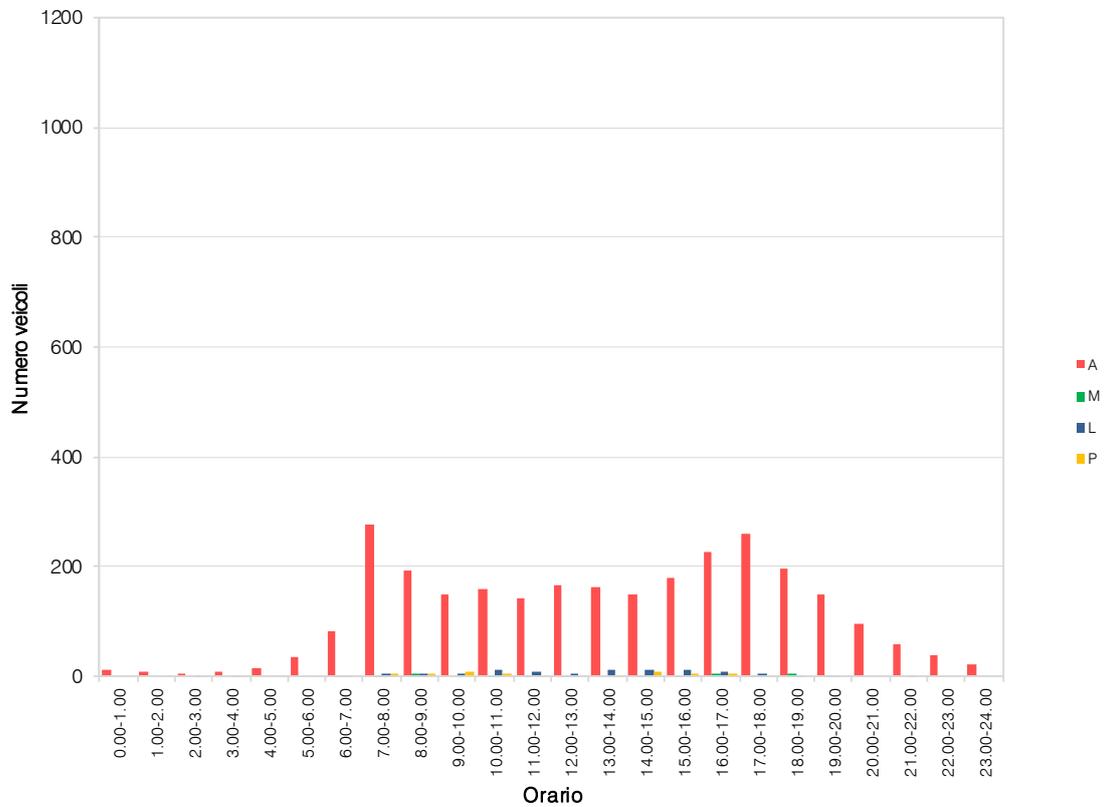
VOLUME DI TRAFFICO INTERVALLO TEMPORALE 60 min

mercoledì 18 ottobre 2023

	<i>A</i>	<i>M</i>	<i>L</i>	<i>P</i>	<i>veicoli totali</i>	<i>veicoli equivalenti</i>
0.00-1.00	12	0	0	0	12	12
1.00-2.00	9	0	0	1	10	11
2.00-3.00	5	0	1	1	7	9
3.00-4.00	9	0	1	1	11	13
4.00-5.00	16	0	0	1	17	18
5.00-6.00	35	0	0	2	37	39
6.00-7.00	83	1	2	0	86	87
7.00-8.00	278	3	5	4	290	295
8.00-9.00	193	4	6	6	209	216
9.00-10.00	148	0	5	8	161	172
10.00-11.00	160	1	13	5	179	190
11.00-12.00	143	2	10	3	158	165
12.00-13.00	167	2	6	3	178	183
13.00-14.00	163	0	13	2	178	187
14.00-15.00	148	2	11	7	168	180
15.00-16.00	180	2	11	5	198	208
16.00-17.00	225	4	8	5	242	249
17.00-18.00	261	3	4	2	270	273
18.00-19.00	198	4	1	0	203	202
19.00-20.00	148	3	1	0	152	151
20.00-21.00	97	0	0	0	97	97
21.00-22.00	60	0	1	0	61	62
22.00-23.00	40	0	0	0	40	40
23.00-24.00	23	0	0	0	23	23
				TOT	2.987	3.082

ELABORAZIONI GRAFICHE

mercoledì 18 ottobre 2023



RILIEVI AUTOMATICI: RADAR 2

DATI GENERALI

SP28 - Via Quaderni, dir. nord-ovest

Giorno di rilievo

mercoledì 18 ottobre 2023



VOLUME DI TRAFFICO INTERVALLO TEMPORALE 15 min

mercoledì 18 ottobre 2023

	A	M	L	P	Veicoli totali	Veic. eq.
0:00	3	0	0	0	3	3
0:15	4	0	0	0	4	4
0:30	0	0	0	0	0	0
0:45	1	0	0	0	1	1
1:00	1	0	0	0	1	1
1:15	1	0	0	0	1	1
1:30	1	0	0	0	1	1
1:45	0	0	0	0	0	0
2:00	0	0	0	0	0	0
2:15	3	0	0	1	4	5
2:30	2	0	0	0	2	2
2:45	2	1	0	0	3	3
3:00	1	0	0	0	1	1
3:15	0	0	0	0	0	0
3:30	2	0	0	1	3	4
3:45	1	0	0	0	1	1
4:00	0	0	0	0	0	0
4:15	1	0	0	0	1	1
4:30	2	0	1	0	3	4
4:45	1	0	0	0	1	1
5:00	3	0	1	0	4	5
5:15	7	0	0	0	7	7
5:30	14	0	0	0	14	14
5:45	9	0	1	1	10	11
6:00	11	0	1	0	12	13
6:15	21	0	3	0	24	26
6:30	31	2	0	1	34	34
6:45	38	0	1	0	39	40
7:00	42	0	3	0	45	47
7:15	57	4	4	1	66	67
7:30	65	1	6	2	74	79
7:45	64	2	6	1	73	76
8:00	59	0	2	2	63	66
8:15	46	2	3	0	51	52
8:30	51	1	1	1	54	55
8:45	38	0	1	1	38	40
9:00	27	0	1	1	29	31
9:15	29	0	3	0	32	34
9:30	32	1	3	1	37	39
9:45	27	0	2	2	31	34
10:00	35	0	1	3	39	43
10:15	34	0	1	1	36	38
10:30	29	1	2	1	33	35
10:45	47	0	1	0	48	49
11:00	39	0	4	2	45	49
11:15	33	0	1	2	36	39
11:30	36	1	3	4	44	49
11:45	40	1	1	2	44	46
12:00	39	1	1	0	41	41
12:15	34	1	2	1	38	40
12:30	36	0	3	0	39	41
12:45	44	0	3	0	47	49
13:00	41	0	1	1	43	45
13:15	35	0	1	0	36	37
13:30	31	0	2	1	34	36
13:45	45	0	0	3	48	51
14:00	49	1	1	2	53	55
14:15	44	1	1	2	48	50
14:30	34	0	1	1	36	38
14:45	48	1	2	2	53	56
15:00	35	0	1	3	39	43
15:15	48	2	2	2	54	56
15:30	42	0	4	2	48	52
15:45	40	1	1	0	42	42
16:00	50	0	3	2	55	59
16:15	52	0	2	1	55	57
16:30	44	1	1	0	46	46
16:45	41	0	1	1	43	45
17:00	58	0	2	0	58	59
17:15	67	0	2	0	69	70
17:30	53	1	1	1	56	57
17:45	51	1	1	1	54	55
18:00	56	0	1	1	58	60
18:15	46	0	0	0	46	46
18:30	63	0	1	1	65	67
18:45	64	0	1	0	65	66
19:00	48	0	1	0	49	50
19:15	39	0	1	0	40	41
19:30	39	0	1	1	41	43
19:45	41	0	0	0	41	41
20:00	20	0	1	0	21	22
20:15	22	0	1	0	23	24
20:30	16	0	0	0	16	16
20:45	15	0	0	0	15	15
21:00	19	2	0	0	21	20
21:15	27	0	1	0	28	29
21:30	17	0	0	0	17	17
21:45	16	0	0	0	16	16
22:00	17	0	0	0	17	17
22:15	18	0	0	0	18	18
22:30	25	0	0	0	25	25
22:45	17	0	0	0	17	17
23:00	8	0	0	0	8	8
23:15	7	0	1	0	8	9
23:30	6	0	0	0	6	6
23:45	2	0	0	0	2	2

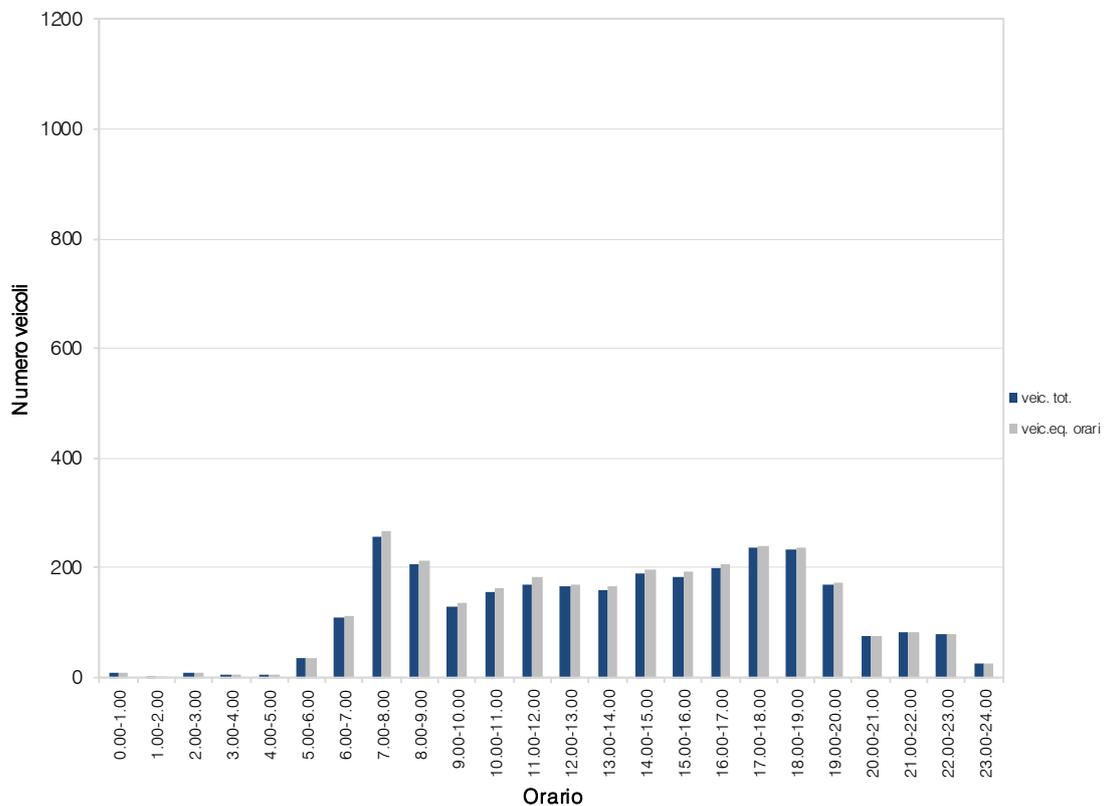
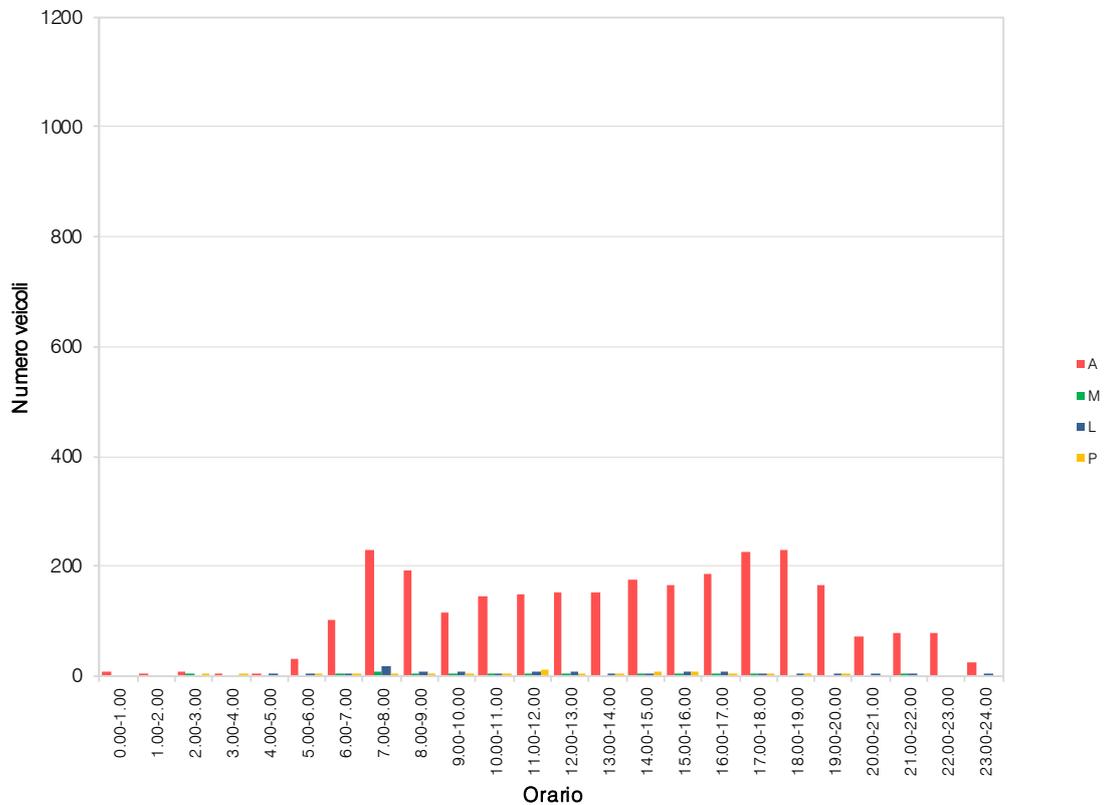
VOLUME DI TRAFFICO INTERVALLO TEMPORALE 60 min

mercoledì 18 ottobre 2023

	<i>A</i>	<i>M</i>	<i>L</i>	<i>P</i>	<i>veicoli totali</i>	<i>veicoli equivalenti</i>
0.00-1.00	8	0	0	0	8	8
1.00-2.00	3	0	0	0	3	3
2.00-3.00	7	1	0	1	9	10
3.00-4.00	4	0	0	1	5	6
4.00-5.00	4	0	1	0	5	6
5.00-6.00	33	0	1	1	35	37
6.00-7.00	101	2	5	1	109	112
7.00-8.00	228	7	19	4	258	268
8.00-9.00	192	3	7	4	206	212
9.00-10.00	115	1	9	4	129	137
10.00-11.00	145	1	5	5	156	163
11.00-12.00	148	2	9	10	169	183
12.00-13.00	153	2	9	1	165	170
13.00-14.00	152	0	4	5	161	168
14.00-15.00	175	3	5	7	190	198
15.00-16.00	165	3	8	7	183	193
16.00-17.00	187	1	7	4	199	206
17.00-18.00	227	2	6	2	237	241
18.00-19.00	229	0	3	2	234	238
19.00-20.00	167	0	3	1	171	174
20.00-21.00	73	0	2	0	75	76
21.00-22.00	79	2	1	0	82	82
22.00-23.00	78	0	0	0	78	78
23.00-24.00	23	0	1	0	24	25
				TOT	2.891	2.994

ELABORAZIONI GRAFICHE

mercoledì 18 ottobre 2023



5 SCENARIO FUTURO

5.1 INTERVENTO DI PROGETTO

L'intervento oggetto di studio prevede la costruzione ed esercizio di un impianto di smaltimento rifiuti (D1) destinato ad accogliere Rifiuti Contendenti Amianto (RCA) nel Comune di Valeggio sul Mincio (VR), in località Ca' Baldassare.

Il progetto dell'impianto di smaltimento, nello specifico, vedrà la messa a dimora nei lotti di Rifiuti Contendenti Amianto e di materiali impiegati per la copertura giornaliera, aventi consistenza plastica, in modo da ricoprire i rifiuti e costituire adeguata protezione contro la dispersione di fibre, mediante la realizzazione di 5 lotti. La capacità geometrica del bacino in progetto risulta essere 940.000 mc, di cui 820.000 mc sarà occupato dal quantitativo di eternit da smaltire mentre 120.000 mc da materiali di ingegneria con consistenza plastica utilizzati come copertura infrastrato e sommitale dei RCA. Durante la fase di coltivazione si prevede la messa a dimora di circa 90.000 t di RCA all'anno, da cui risulta una durata di gestione pari a 8 anni e 8 mesi, cui si aggiungono 5 anni per eseguire il ripristino ambientale di ciascun lotto. Dopo due anni dall'ultimo conferimento in ciascun lotto a seguito della valutazione di eventuali cedimenti secondari dal corpo discarica, verrà predisposto il sistema di copertura finale da completarsi entro i successivi 36 mesi. Nel rispetto della normativa vigente, l'impianto sarà dotato di apparecchiature idonee a monitorare l'ingresso e l'uscita dei mezzi di conferimento. L'accesso all'impianto sarà consentito ad un solo automezzo alla volta, il quale dovrà transitare sulla pesa alloggiata all'ingresso dell'area servizi.

Per i dettagli progettuali si rimanda agli elaborati contenuti all'interno della pratica edilizia.

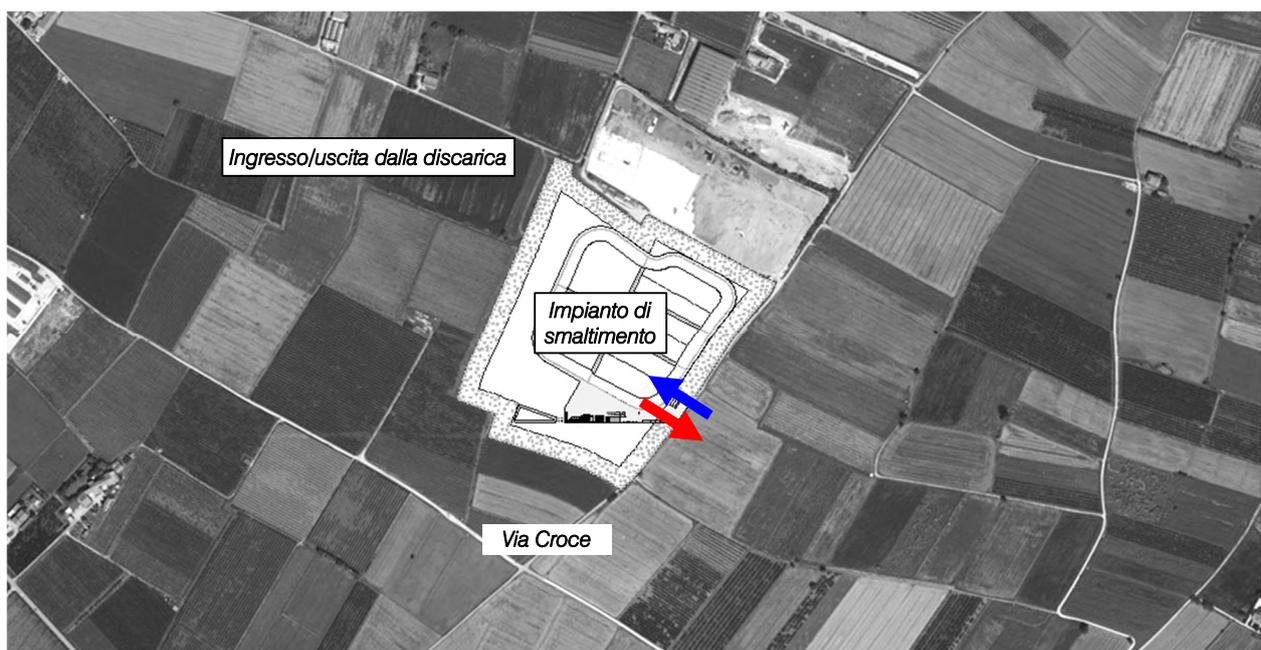


Figura 5.1 – Intervento e accessibilità di progetto

5.2 FLUSSI DI TRAFFICO INDOTTI

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

Obiettivo del presente studio è infatti la valutazione dell'impatto viabilistico generato dall'insediamento di un impianto di smaltimento rifiuti (D1) che è possibile descrivere nelle sue caratteristiche generali ipotizzando una situazione di piena operatività, secondo le informazioni fornite dal Proponente.

L'attività di deposito sarà effettuata in periodo diurno per circa 240 giorni all'anno ed i conferimenti saranno effettuati in 5 giorni la settimana (dal lunedì al venerdì). L'orario di apertura della discarica, invece, è previsto dalle 07.00 alle 18.00, con pausa pranzo di 1 ora, mentre il conferimento dei rifiuti è limitato al mattino nell'intervallo orario 07.00 – 12.00 e al pomeriggio nella fascia oraria compresa tra le 13.00 e le 17.00.

Traffico pesante indotto dall'impianto di smaltimento (D1)

Secondo le informazioni di dettaglio fornite dal Committente, durante la fase di coltivazione si prevede la messa a dimora di circa 90.000 t di RCA all'anno, da cui risulta una durata di gestione di 8 anni e 8 mesi.

L'operatività dell'impianto risulta pari a 240 giorni/anno, da cui si ricava una potenzialità media giornaliera di 375 t/anno di RCA smaltibili, a cui vanno sommati i quantitativi necessari alla copertura infrastruttura pari a 92 t/anno. Considerando mediamente una capacità di carico pari a 25 t/mezzo, il conferimento dei rifiuti contenenti amianto comporterà, su base annua, 15 mezzi giornalieri in ingresso e altrettanti in uscita, per un totale di 30 transiti/giorno, a cui vanno aggiunti i mezzi per il conferimento dei materiali per la copertura infrastruttura pari a 4 mezzi giornalieri in ingresso e 4 mezzi giornalieri in uscita.

Si osserva, infine, che la strada di accesso all'impianto di smaltimento risulta di ridotte dimensioni: al fine di consentire il passaggio dei veicoli pesanti in ingresso/uscita alla/dalla discarica in sicurezza, sarà necessario ottimizzare gli orari di accesso. In particolare, l'ipotesi considerata nelle seguenti analisi è che dalle 07.00 alle 09.30 e dalle 13.00 alle 15.30 siano consentiti gli ingressi allo stabilimento mentre dalle 09.31 alle 12.00 e dalle 15.31 alle 17.00 i veicoli potranno uscire; per ottimizzare la gestione, inoltre, i mezzi dovranno essere in comunicazione con gli addetti dell'impianto i quali daranno o meno il consenso al transito della via.

Ipotizzando una distribuzione giornaliera uniforme nelle 9 ore di ricevimento dei rifiuti, quindi, nell'ora di punta della mattina feriale (07.15 – 08.15), che rappresenta il picco dei flussi della rete viaria analizzata, il traffico indotto è costituito da 4 mezzi pesanti in ingresso.

Traffico leggero indotto dall'impianto di smaltimento (D1)

Il numero di addetti all'impianto di smaltimento è stato fornito dal Committente pari a 8 dipendenti in totale, che si turneranno 4 al mattino e 4 al pomeriggio.

A titolo cautelativo, per l'analisi degli impatti sulla viabilità, si assume che ogni nuovo addetto si rechi al lavoro con il proprio autoveicolo; analogamente per quanto attiene alla modalità di spostamento lenta (pedoni e cicli) ciascun spostamento viene considerato come spostamento in auto. Inoltre, si considera un coefficiente di occupazione veicolare pari a 1 persona per veicolo.

Come già accennato, l'orario di apertura della discarica è previsto dalle 07.00 alle 18.00 con pausa di 1 ora per il pasto. L'accesso all'impianto dei dipendenti avverrà però in orario non coincidente con l'ora di punta del sistema viabilistico 07.15 – 08.15: a favore di sicurezza, al fine di verificare la situazione più impattante in termini di flussi veicolari sulla rete, si considera tuttavia che nello scenario futuro i nuovi addetti alla discarica siano in ingresso al comparto nell'ora di punta.

Traffico totale indotto dall'impianto di smaltimento (D1)

Il volume di **traffico indotto** dall'impianto di smaltimento (D1) per Rifiuti Contenenenti Amianto (RCA), a seguito delle considerazioni sopra riportate sarà, quindi, pari a **4 veicoli leggeri + 4 veicoli pesanti in ingresso** nell'ora di punta della mattina (07.15 – 08.15).

5.3 FLUSSI DI TRAFFICO FUTURI

Per determinare i flussi di traffico futuri, ai flussi veicolari esistenti, caratterizzanti il sistema viario d'interesse, sono stati sommati i flussi indotti generati dalla realizzazione dell'impianto di smaltimento, secondo la nuova ripartizione del futuro assetto.

Il flusso indotto viene ripartito secondo le indicazioni fornite dal Committente; in particolare si assume che la totalità degli indotti dei veicoli leggeri abbiano origine e destinazione il centro abitato di Valeggio sul Mincio analogamente per quanto riguarda i percorsi dei mezzi pesanti saranno limitati esclusivamente al collegamento tra la discarica e la Strada Regionale 249 "Gardesana Orientale".

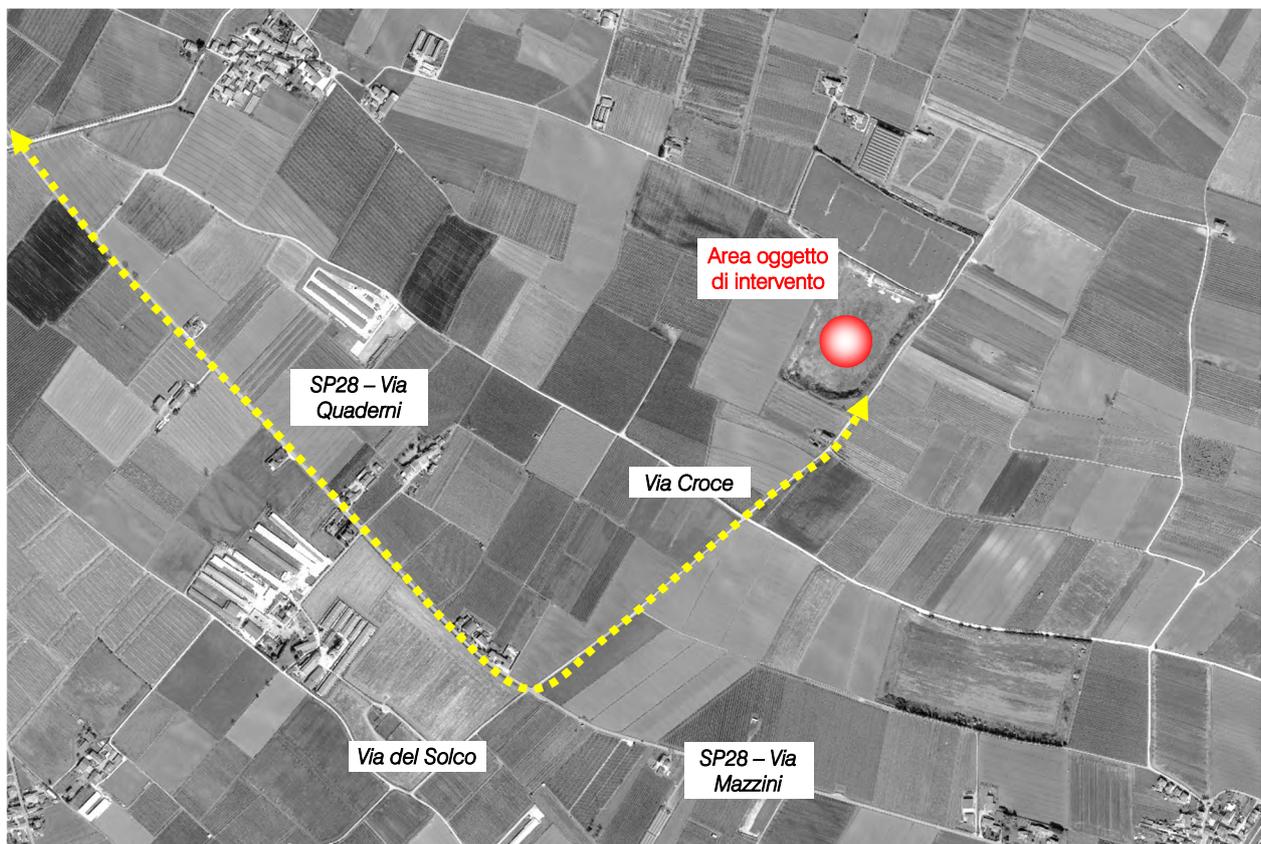


Figura 5.2 – Indicazione strada di percorrenza dei mezzi

Di seguito si riporta la specificazione dei volumi di traffico attuali e futuri espressi in veicoli equivalenti/ora. Nei capitoli successivi, invece, verranno descritte in dettaglio le verifiche funzionali della rete viaria nel suo complesso e dei nodi stradali della viabilità di afferenza.

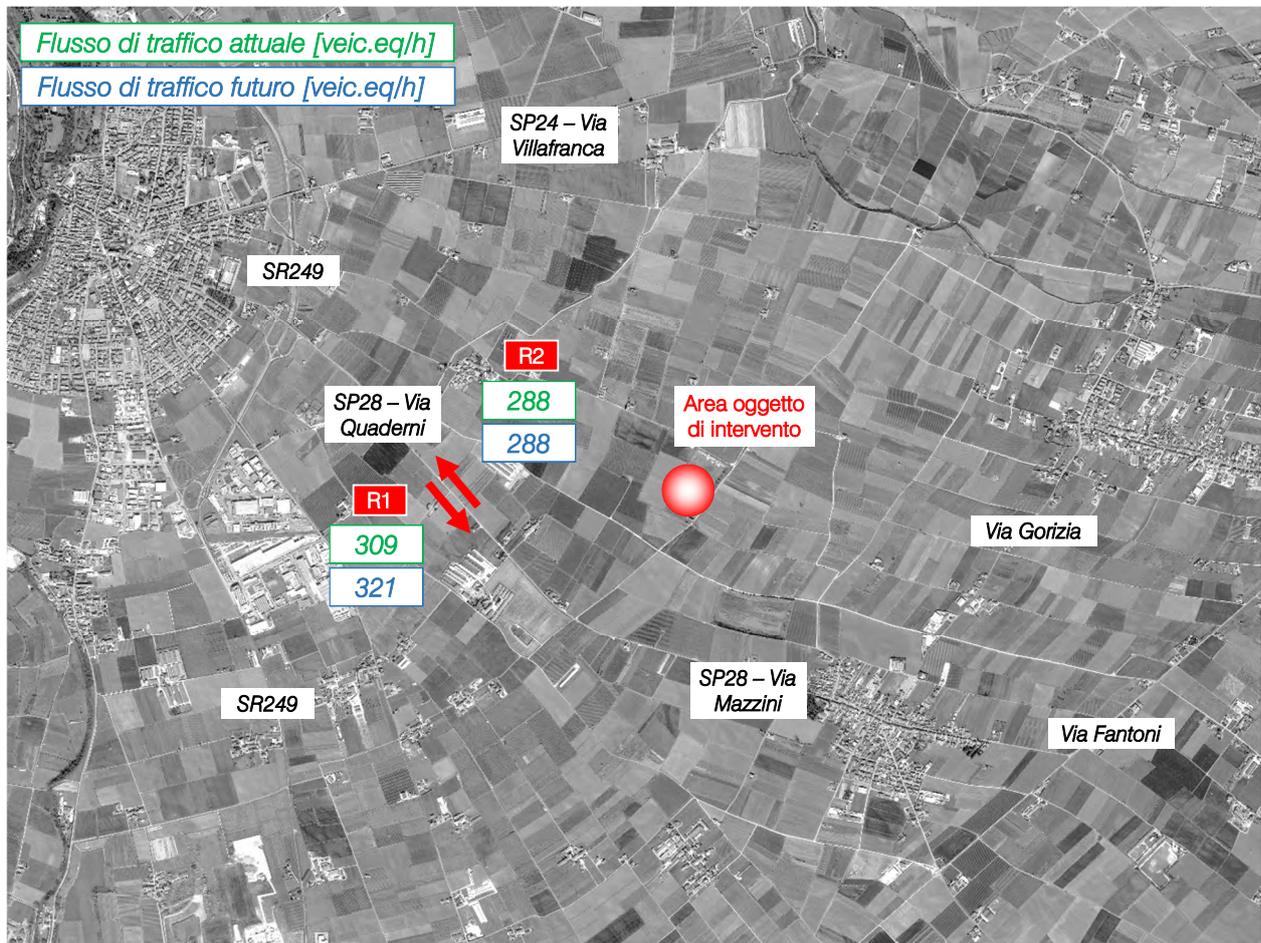


Figura 5.3 – Flussi di traffico attuali e futuri

6 LIVELLI DI SERVIZIO

6.1 DEFINIZIONI

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

- *Volume di traffico orario o flusso orario f (veic/h)*: numero di veicoli che transita - o che si prevede transiterà - in un'ora, attraverso una data sezione di una corsia o di una strada.
- *Traffico medio giornaliero annuo T_{mga}* : è il rapporto fra il numero di veicoli che attraversano una data sezione (in genere, riferito ai due sensi di marcia) e 365 giorni. Tale dato si riporta ad un intervallo di tempo molto ampio e non tiene conto delle oscillazioni del traffico, nei vari periodi dell'anno, per cui è più significativo il valore del traffico giornaliero medio T_{gm} definito come rapporto tra il numero di veicoli che, in dato numero di giorni opportunamente scelti nell'arco dell'anno, transitano attraverso la data sezione ed il numero di giorni in cui si è eseguito il rilevamento.
- *Portata veicolare Q* : numero di veicoli transitanti - o che si prevede transiterà - in una sezione della strada durante un intervallo di tempo inferiore all'ora; equivale al prodotto della densità per la velocità media di deflusso. Tra le portate assume fondamentale importanza, in ingegneria stradale, la capacità.
- *Portata di servizio*: flusso massimo gestibile con un determinato livello di servizio.
- *Capacità C* : è la portata massima relativa ad un dato periodo di tempo che, in una sezione di una corsia o di una strada, per determinate condizioni della strada stessa, dell'ambiente e del traffico, ha "sufficiente probabilità di non essere superata". La capacità rappresenta la risposta dell'infrastruttura alla domanda prevalente di movimento. Dal punto di vista tecnico assumerà un valore soddisfacente quando si mantiene superiore alla portata.
- *Intensità di traffico*: portata di punta che deriva dai quindici minuti più carichi all'interno dell'ora.
- *Densità di traffico D* : è il numero dei veicoli presenti in un dato istante in un tratto stradale di determinata lunghezza (in genere 1 km); il volume del traffico sarà pertanto uguale al prodotto della densità per la velocità.
- *Velocità del deflusso V* : velocità media nello spazio.
- Relazione fondamentale del deflusso:

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

Dopo aver chiarito il significato di alcuni tra i parametri fondamentali della teoria della circolazione si può comprendere più facilmente il concetto di Livello di servizio (LOS). Il LOS può essere visto, in generale, come

funzione lineare della densità (veicoli/km): è ottimo quando la densità è bassa e viceversa. In pratica si può definire come la misura della prestazione della strada nello smaltire il traffico, ovvero il grado con il quale il traffico presente vincola il conducente durante la marcia. Si tratta, quindi, di un indice maggiormente significativo rispetto alla semplice conoscenza del flusso massimo o della capacità. L'HCM riconosce generalmente 5 livelli di servizio connotati con le prime cinque lettere dell'alfabeto (da A ad E). Ad essi si aggiunge un sesto livello F, nel quale la congestione azzerava il passaggio dei veicoli. In particolare i LOS definiscono i seguenti stadi di circolazione:

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

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

6.2 LIVELLI DI SERVIZIO INTERSEZIONI NON SEMAFORIZZATE

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

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

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

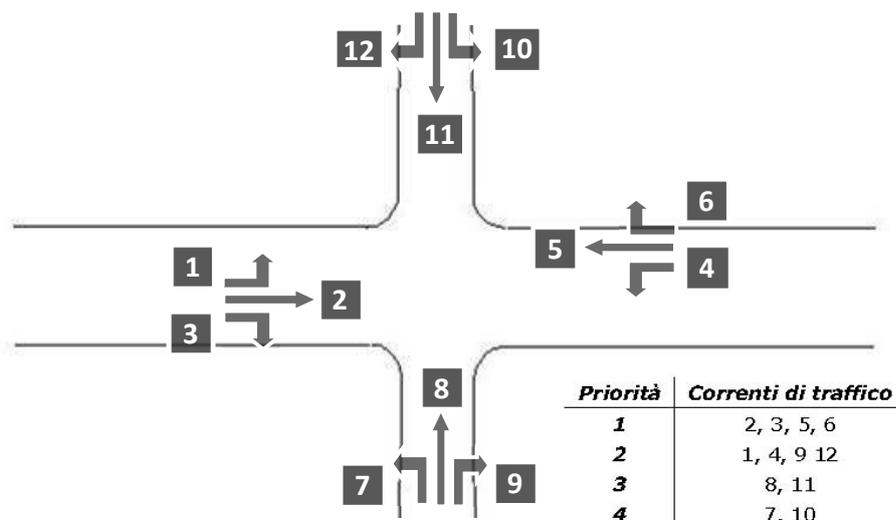


Figura 6.1 – Gerarchia delle correnti di traffico

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

Determinazione delle portate di conflitto

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

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

Tabella 6.1 – Portate di conflitto

Determinazione degli intervalli e dei distanziamenti critici

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

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

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

Tabella 6.2 – Intervalli critici e di sequenza per ciascuna manovra

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

Calcolo della capacità potenziale

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

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

Calcolo della capacità effettiva mediante correzioni per impedenza

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

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

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

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

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

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

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

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

Tabella 6.3 – Criterio per individuazione del LOS per intersezioni a raso non semaforizzate

6.3 LIVELLO DI SERVIZIO DEGLI ASSI STRADALI

La stima del livello di servizio di un asse stradale è effettuata facendo riferimento a specifici modelli analitici, tra i quali, quelli maggiormente attendibili in campo trasportistico sono contenuti nell'Highway Capacity Manual (HCM) nelle versioni 1985 e 2000. Tali modelli, tuttavia, nascono da rilievi e da considerazioni tecniche riguardanti prevalentemente la circolazione veicolare statunitense.

Di conseguenza, come indicato negli stessi manuali HCM, bisogna adattare le modalità di analisi di questi modelli alla realtà veicolare oggetto di studio. Come riportato anche dalle Linee Guida alle Analisi di Traffico della Regione Lombardia risulta quindi opportuno riferirsi al caso delle regioni del nord-Italia.

In ragione, infatti, delle peculiarità dell'utenza veicolare, delle caratteristiche della rete stradale e del carico veicolare interessanti tipicamente le infrastrutture regionali, la Regione Lombardia prevede di applicare alcuni adattamenti dei modelli HCM sino a giungere alle portate di servizio indicate nelle tabelle che seguono.

Un asse stradale a carreggiate separate presenterà:

- *LOS A*: se il flusso nell'ora di punta è inferiore a 700 veic/h;
- *LOS B*: se il flusso nell'ora di punta è compreso tra 700 veic/h e 1100 veic/h;
- *LOS C*: se il flusso nell'ora di punta è compreso tra 1100 veic/h e 1550 veic/h;
- *LOS D*: se il flusso nell'ora di punta è compreso tra 1550 veic/h e 1850 veic/h;
- *LOS E*: se il relativo flusso nell'ora di punta è superiore a 1850 veic/h.

LOS	HCM 1985	
	Q/C	Flusso (veic/h)
A	0.35	~ 700
B	0.54	~ 1100
C	0.77	~ 1550
D	0.93	~ 1850
E	> 0.93	-

Tabella 6.4 – LOS tronchi stradali per strade a carreggiate separate

Un asse stradale a carreggiata unica ed una corsia per senso di marcia presenterà, invece:

- LOS A: se il flusso bidirezionale nell'ora di punta è inferiore a 575 veic/h;
- LOS B: se il flusso bidirezionale nell'ora di punta è compreso tra 575 veic/h e 1042 veic/h;
- LOS C: se il flusso bidirezionale nell'ora di punta è compreso tra 1042 veic/h e 1650 veic/h;
- LOS D: se il flusso bidirezionale nell'ora di punta è compreso tra 1650 veic/h e 2450 veic/h;
- LOS E: se il flusso bidirezionale nell'ora di punta è superiore a 2450 veic/h.

LOS	HCM 1985		HCM 2000	
	Q/C	Flusso (veic/h)	PTSF(%)	Flusso (veic/h)
A	0.18	~ 575	40	~ 575
B	0.32	~ 1042	60	~ 1042
C	0.52	~ 1650	77	~ 1650
D	0.77	~ 2450	88	~ 2450
E	> 0.77	-	> 88	-

Tabella 6.5 – LOS tronchi stradali per strade a carreggiata unica con una corsia per senso di marcia

Si osserva che i livelli di servizio degli assi vengono calcolati solo al fine di dare completezza all'analisi globale mediante dimostrazione dell'invarianza della qualità di circolazione tra stato di fatto e stato di progetto. In realtà, come peraltro indicato nell'Allegato 4 della D.G.R. del 27/09/2006 – n.8/3219, “nel caso in cui si voglia comprendere il livello di congestionamento di una rete complessa le stime dei LdS delle singole tratte che la compongono rappresenta un elemento di valutazione solo indicativo [...]. Per contro non ha alcuna valenza tecnica l'utilizzo dei sopra citati modelli nell'ambito di elementi di tracciato in cui il traffico risulta fortemente condizionato dalla presenza di intersezioni. In questo caso, essendo proprio l'intersezione l'elemento condizionante la qualità della circolazione, risulta più opportuno condurre specifiche valutazioni in relazione alla capacità di gestione dei flussi dei nodi [...]”.

7 ANALISI MICROSIMULATIVA

7.1 MICROSIMULAZIONI ESEGUITE

Al fine di produrre un'analisi completa e dettagliata dell'impatto viabilistico determinato dall'insediamento dell'impianto di smaltimento Rifiuti Contenti Amianto (RCA) sono state eseguite due distinte microsimulazioni:

- *Scenario 0: Stato di fatto;*
- *Scenario 1: Scenario futuro – insediamento impianto di smaltimento RCA.*

Tali microsimulazioni sono state riferite all'ora di punta mattutina di un giorno ferialo (07.15 – 08.15) che, come riscontrato dai dati di traffico, rappresenta l'intervallo di punta per il sistema viario.

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

Nello sviluppo delle microsimulazioni, i nodi e gli archi della rete stradale sono stati riprodotti rispettando fedelmente le dimensioni geometriche planimetriche e altimetriche; su questi sono state successivamente inserite le zone di rallentamento in corrispondenza dei tratti curvilinei e in prossimità degli approcci delle intersezioni. È stato inoltre imposto il corretto rispetto delle precedenza e degli stop.



Figura 7.1 – Rete microsimulata 2D - Scenario 0



Figura 7.2 – Rete microsimulata 2D - Scenario 1

La rete è stata quindi riprodotta puntualmente e tutti i parametri del software sono stati impostati in maniera tale da ottenere un comportamento realistico dei veicoli.

I parametri utilizzati per definire il comportamento dinamico dei veicoli, quali l'intervallo temporale di "Gap acceptance" o le curve di accelerazione/decelerazione dei mezzi sono state opportunamente differenziate a seconda delle diverse tipologie veicolari. Tali scelte, essenziali per poter ottenere risultati attendibili, implicano, tra le altre cose, che i mezzi pesanti debbano avere a disposizione un intervallo temporale superiore a quello necessario alle autovetture per impegnare un'intersezione o per compiere qualsiasi altra manovra che modifichi il loro comportamento dinamico.

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

7.2 VALUTAZIONE CRITICA DEI RISULTATI

Le microsimulazioni dinamiche eseguite producono come output oltre a dei filmati video in tempo reale, utili per un'immediata visione del funzionamento della rete viaria, anche una serie di indicatori prestazionali. I valori ottenuti consentono di ricavare e comparare in modo analitico i LOS dei vari approcci di ogni singola intersezione relativamente allo stato di fatto e agli scenari futuri.

Nel dettaglio sono stati utilizzati tre distinti livelli di valutazione.

Livello 1: Valutazione globale della rete viaria

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

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

Livello 2: Valutazione di nodo

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

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

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

Livello 3: Valutazione di arco

Per valutare scientificamente la qualità della circolazione caratterizzante un arco stradale si fa usualmente riferimento al manuale statunitense – l'Highway Capacity Manual (HCM).

La capacità teorica desumibile dall'HCM vale tuttavia soltanto in condizioni di flusso ininterrotto, che è caratteristico delle reti extraurbane ove il tempo di percorrenza di un arco risulta prevalente rispetto ai probabili tempi di ritardo che si verificano in corrispondenza delle intersezioni.

In questo tipo di funzioni il tempo di attesa non viene considerato.

Il flusso interrotto è invece quello che si verifica nelle aree urbane o periurbane, ove ricade l'area oggetto di studio, poiché ciò che effettivamente determina la curva di deflusso di un arco stradale è il tempo speso nell'attraversamento degli incroci.

Questo perché la lunghezza degli archi è generalmente molto ridotta e la velocità di percorrenza risulta scarsamente influenzata dal flusso che impegna l'arco.

Questo livello di analisi riguarda perciò gli archi della rete attuale e di progetto e consente di quantificare l'aumento di flusso sugli assi viari esaminati in seguito ai nuovi flussi indotti.

7.2.1 Valutazioni di rete

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

Dalle risultanze emergono le seguenti considerazioni:

- il numero di veicoli simulati nello stato di fatto (scenario 0) coincide con quello rilevato dal radar nell'ora di massimo carico del sistema stradale 07.15 – 08.15; tale numero aumenta nello scenario di progetto (scenario 1) di una quantità corrispondente al traffico indotto stimato. Si precisa che il modello di microsimulazione adotta lievi approssimazioni di generazione dei veicoli;
- allo stato attuale la velocità media si attesta sui 61 km/h e ciascun veicolo accumula un ritardo medio di 2 secondi rispetto al tempo di percorrenza a rete scarica;
- da un confronto tra gli indicatori prestazionali si osserva come l'intervento di progetto produca una lieve variazione degli indicatori prestazionali. In particolare a causa del traffico indotto si verifica una diminuzione della velocità media di circa 0,5 km/h e un aumento del ritardo medio di circa 0,4 secondi per veicolo rispetto allo stato attuale (dovuto alla svolta in sinistra).

Ora di punta 07.15 – 08.15: Scenario 0

SCENARIO 0	
PARAMETRI DI RETE	VALORI
Numero di veicoli simulati	597
Totale distanza percorsa veicoli (km)	1.085,4
Totale tempo di viaggio veicoli (h)	17,7
Velocità media (km/h)	61,2
Totale ritardo veicoli (h)	0,4
Ritardo medio per veicolo (s)	2,0

Tabella 7.1 – Valutazione di rete - Scenario 0

Ora di punta 07.15 – 08.15: Scenario 1

SCENARIO 1	
PARAMETRI DI RETE	VALORI
Numero di veicoli simulati	609
Totale distanza percorsa veicoli (km)	1.107,8
Totale tempo di viaggio veicoli (h)	18,3
Velocità media (km/h)	60,7
Totale ritardo veicoli (h)	0,5
Ritardo medio per veicolo (s)	2,4

Tabella 7.2 – Valutazione di rete - Scenario 1

7.2.2 Valutazioni di nodo

Per quanto riguarda la “valutazione di nodo” verrà di seguito analizzata l’intersezione a raso tra la SP28 – Via Mazzini, la SP28 – Via Quaderni, Via del Solco e Via Croce, la più significativa prossima all’area oggetto di intervento. Nell’analisi che seguirà saranno pertanto posti a confronto gli indicatori prestazionali dei due scenari.

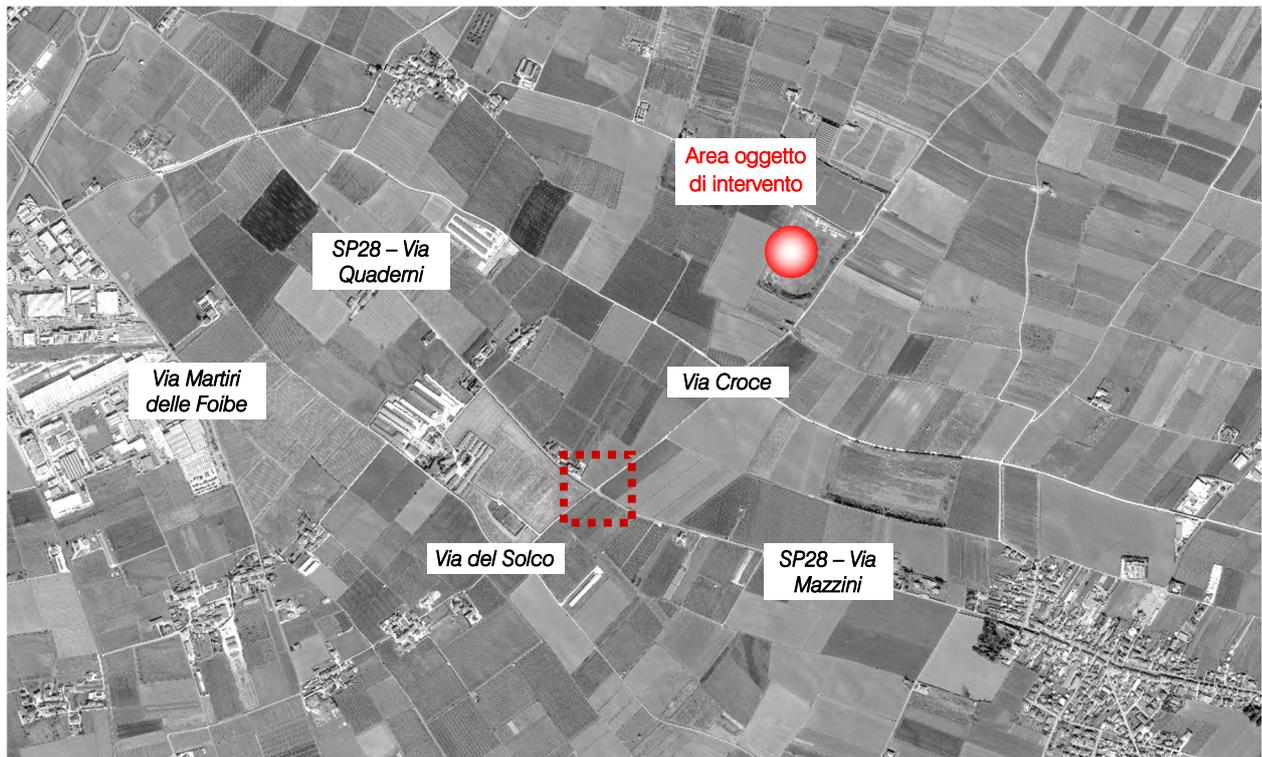


Figura 7.3 – Nodi simulati



Figura 7.4 – Nodo 1 - Scenario 0 e 1 - 2D



Figura 7.5 – Nodo 1 - Scenario 0 e 1 - 3D

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

Tabella 7.3 – Indicatori prestazionali Nodo 1 - Scenario 0

RAMO	CODA MEDIA [m]	RITARDO MEDIO PER VEICOLO [s]	LOS
A	0,0	0,1	A
B	0,5	2,9	A
C	0,1	0,7	A
D	0,2	1,0	A
TOT	0,0	0,5	A

Tabella 7.4 – Indicatori prestazionali Nodo 1 - Scenario 1

Allo stato attuale l'intersezione a raso presenta un ottimo livello di servizio (LOS A). A seguito dell'insediamento dell'impianto di smaltimento rifiuti, la circolazione veicolare defluisce ancora in modo soddisfacente, con una lieve variazione degli indicatori prestazionali a causa del traffico indotto; il nodo presenta ampi margini di capacità residua confermando il livello di servizio pari ad A.

Si può affermare pertanto che l'intervento di progetto non modificherà le condizioni attuali della circolazione lungo la rete.

7.2.3 Valutazioni d'arco

A completamento dell'analisi sono state effettuate delle valutazioni riguardanti il livello di servizio dei singoli archi oggetto di monitoraggio automatico. Le analisi delle aste viarie rilevano un livello di servizio complessivo che si attesta su valori buoni ed invarianza tra lo stato di fatto e l'ipotesi di progetto.

SP28 - Via Quaderni		
VALUTAZIONE DI ARCO	STATO DI FATTO	
PARAMETRI DI ARCO (valori bidirezionali)	VALORI	LOS
Numero di veicoli/ora	597	B
VALUTAZIONE DI ARCO	SCENARIO DI PROGETTO	
PARAMETRI DI ARCO (valori bidirezionali)	VALORI	LOS
Numero di veicoli/ora	609	B

8 CONCLUSIONI

Nell'ambito del progetto relativo alla costruzione ed esercizio di un impianto di smaltimento rifiuti (D1) destinato ad accogliere Rifiuti Contenenti Amianto (RCA) nel Comune di Valeggio sul Mincio (VR), in località Cà Baldassare, il presente documento ha analizzato la sostenibilità dell'intervento di progetto verificando l'impatto viabilistico del nuovo insediamento sulla rete stradale di afferenza.

Si precisa che lo stato attuale della viabilità è stato descritto grazie ad un preciso ed accurato rilievo automatico dei flussi veicolari effettuato ad ottobre 2023; a questi sono stati sommati i veicoli indotti derivanti dal nuovo insediamento.

Le valutazioni dei livelli di servizio sono state eseguite mediante un software microsimulativo dinamico, che ha replicato fedelmente il fenomeno della circolazione veicolare nell'ora di punta della sera, intervallo orario di massimo carico della rete.

L'analisi comparata degli indicatori prestazionali di rete e di nodo tra stato di fatto e scenario futuro ha dimostrato che, da un punto di vista funzionale, l'attuale viabilità risulta già ottimale in quanto la capacità è superiore al traffico che vi transita nell'ora di punta e l'aggiunta del traffico indotto non modifica gli equilibri attuali: le analisi modellistiche, quindi, dimostrano che la rete viabilistica di afferenza è in grado di supportare adeguatamente il flusso di traffico futuro.



INDICE DELLE FIGURE

<i>Figura 1.1 – Ambito di localizzazione</i>	2
<i>Figura 2.1 – Inquadramento territoriale Comune di Valeggio sul Mincio</i>	4
<i>Figura 2.2 – Comuni limitrofi a Valeggio sul Mincio</i>	5
<i>Figura 3.1 – Assi viari principali</i>	6
<i>Figura 3.2 – SP28 - ortofoto</i>	7
<i>Figura 3.3 – SP28</i>	7
<i>Figura 3.4 – Via del Solco - ortofoto</i>	8
<i>Figura 3.5 – Via del Solco</i>	8
<i>Figura 3.6 – Via Croce - ortofoto</i>	9
<i>Figura 3.7 – Via Croce</i>	9
<i>Figura 3.8 – Intersezione attigua all'ambito di intervento</i>	10
<i>Figura 3.9 – Intersezione - ortofoto</i>	11
<i>Figura 3.10 – Intersezione</i>	11
<i>Figura 4.1 – Strumentazione radar utilizzata</i>	13
<i>Figura 4.2 – Angolo di installazione dei radar rispetto alla direzione di marcia</i>	13
<i>Figura 4.3 – Radar 1</i>	14
<i>Figura 4.4 – Radar 2</i>	14
<i>Figura 4.5 – Sezioni di rilievo tramite strumentazione radar</i>	14
<i>Figura 4.6 – Andamento volumi di traffico</i>	15
<i>Figura 4.7 – Individuazione ora di punta</i>	15
<i>Figura 5.1 – Intervento e accessibilità di progetto</i>	24
<i>Figura 5.2 – Indicazione strada di percorrenza dei mezzi</i>	26
<i>Figura 5.3 – Flussi di traffico attuali e futuri</i>	27
<i>Figura 6.1 – Gerarchia delle correnti di traffico</i>	30
<i>Figura 7.1 – Rete microsimulata 2D - Scenario 0</i>	34
<i>Figura 7.2 – Rete microsimulata 2D - Scenario 1</i>	35

Figura 7.3 – Nodi simulati..... 38

Figura 7.4 – Nodo 1 - Scenario 0 e 1 - 2D 38

Figura 7.5 – Nodo 1 - Scenario 0 e 1 - 3D 39

INDICE DELLE TABELLE

<i>Tabella 4.1 – Suddivisione classi veicolari</i>	<i>12</i>
<i>Tabella 4.2 – Specifica radar</i>	<i>13</i>
<i>Tabella 4.3 – Veicoli equivalenti giornalieri e nell'ora di punta</i>	<i>15</i>
<i>Tabella 6.1 – Portate di conflitto</i>	<i>30</i>
<i>Tabella 6.2 – Intervalli critici e di sequenza per ciascuna manovra</i>	<i>31</i>
<i>Tabella 6.3 – Criterio per individuazione del LOS per intersezioni a raso non semaforizzate.....</i>	<i>32</i>
<i>Tabella 6.4 – LOS tronchi stradali per strade a carreggiate separate.....</i>	<i>33</i>
<i>Tabella 6.5 – LOS tronchi stradali per strade a carreggiata unica con una corsia per senso di marcia</i>	<i>33</i>
<i>Tabella 7.1 – Valutazione di rete - Scenario 0</i>	<i>37</i>
<i>Tabella 7.2 – Valutazione di rete - Scenario 1</i>	<i>37</i>
<i>Tabella 7.3 – Indicatori prestazionali Nodo 1 - Scenario 0.....</i>	<i>39</i>
<i>Tabella 7.4 – Indicatori prestazionali Nodo 1 - Scenario 1.....</i>	<i>39</i>