

REGIONE
LOMBARDIA

PROVINCIA DI
MANTOVA

COMUNE DI
MANTOVA

**RIESAME CON VOLTURA DELL'AUTORIZZAZIONE
INTEGRATA AMBIENTALE
Stabilimento di Mantova**



**Allegato 3.6
Studio di Impatto Viabilistico**

Committente:



Sede legale:

Via Pesenti, 1
38060 Villa Lagarina (TN)
Tel. 0464 411511; Fax 0464 410400

Sede stabilimento:
Viale Poggio Reale, 9
46100 Mantova

Impianti di produzione energia:



Via Ettore Cristoni, 80
40033 Casalecchio di Reno (BO)
info@reia.it
Tel./Fax 051 0403270

Redattore:



c/o Parco Scientifico Tecnologico VEGA
ed. Auriga - Via delle Industrie, 9
30175 Marghera (VE)
www.eambiente.it; info@eambiente.it
Tel. 041 5093820; Fax 041 5093886

Permitting	Commissa: 16.04000		
------------	--------------------	--	--

00	16/05/2016	Revisione	All_3.6_SIV_rev00.docx	SP	ER	GC
Rev.	Data	Oggetto	File	Redatto	Verificato	Approvato

SOMMARIO

1. PREMESSA.....	4
2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE	5
3. ANALISI VIABILITÀ ATTUALE.....	7
3.1 ASSI VIARI.....	8
3.2 INTERSEZIONI.....	13
4. ANALISI DELLA DOMANDA DI TRAFFICO	17
4.1 RILEVAZIONI AUTOMATICHE	17
4.1.1 POSTAZIONE 1 – VIALE DI POGGIO REALE DIREZIONE MANTOVA	19
4.1.2 POSTAZIONE 2 – VIALE DI POGGIO REALE DIREZIONE PORTO MANTOVANO	20
4.2 RILEVAZIONI MANUALI	21
5. SCENARIO DI PROGETTO	25
6. STIMA DEI FLUSSI INDOTTI.....	28
7. VERIFICHE ANALITICHE – DEFINIZIONI E METODI	31
7.1 DEFINIZIONI.....	31
7.2 LIVELLI DI SERVIZIO DEGLI ASSI STRADALI.....	32
7.3 CRITERI DI VERIFICA DELLE ROTATORIE	33
7.3.1 ANALISI DELLA CAPACITÀ	33
7.3.2 I MODELLI PER LA VERIFICA DI CAPACITÀ DELLE INTERSEZIONI A ROTATORIA	38
7.4 LIVELLI DI SERVIZIO SECONDO HCM PER LE ROTATORIE.....	39
8. VERIFICHE ANALITICHE	40
8.1 VERIFICHE ASSI STRADALI	40
8.2 VERIFICA ROTATORIE	41
8.2.1 ROTATORIA TRA VIALE DI POGGIO REALE – VIALE FAVORITA	41
8.2.2 ROTATORIA TRA VIALE FAVORITA – VIA VERONA	45
8.3 RIEPILOGO LOS ROTATORIE.....	49
9. CONCLUSIONI.....	50



INDICE TABELLE

Tabella 4-1. Flussi veicolari rilevati nelle due postazioni d'analisi presso viale di Poggio Reale.....	18
Tabella 4-2. Flussi veicolari rilevati lungo viale di Poggio Reale (direzione Mantova)	19
Tabella 4-3. Flussi veicolari rilevati lungo viale di Poggio Reale (direzione Porto Mantovano)	20
Tabella 4-4. Matrice di origine e destinazione dei veicoli totali ed equivalenti rilevati presso la Rotatoria 1: via di Poggio Reale, viale Favorita, strada circonvallazione est.....	24
Tabella 4-5. Matrice di origine e destinazione dei veicoli totali ed equivalenti rilevati presso la Rotatoria 2: viale Favorita, via Verona, strada Cisa	24
Tabella 5-1. Stima del traffico mezzi pesanti (cconfigurazione autorizzata).....	26
Tabella 5-2. Stima del traffico mezzi pesanti (configurazione di progetto)	27
Tabella 6-1. Stima dei flussi indotti nella configurazione autorizzata e nella configurazione di progetto	28
Tabella 6-2. Matrici O/D dei flussi autorizzati e veicoli totali presso la Rotatoria 1.....	29
Tabella 6-3. Matrici O/D dei flussi autorizzati e veicoli totali presso la Rotatoria 2	29
Tabella 6-4. Matrici O/D dei flussi di progetto e veicoli totali presso la Rotatoria 1	30
Tabella 6-5. Matrici O/D dei flussi di progetto e veicoli totali presso la Rotatoria 2	30
Tabella 7-1. Portate di servizio per strade a carreggiate separate.....	33
Tabella 7-2. Portate di servizio per strade a carreggiata unica (ed una corsia per senso di marcia)	33
Tabella 7-3. Fattori di equivalenza HCM.....	36
Tabella 7-4. Matrice O/D percentuale.....	36
Tabella 7-5. Matrice O/D	37
Tabella 7-6. Flussi circolanti ed uscenti	37
Tabella 7-7. Livelli di servizio per le rotatorie secondo l'HCM	39
Tabella 8-1. Verifica della movimentazione dei mezzi pesanti sugli assi stradali limitrofi all'ambito della cartiera	40
Tabella 8-2. Matrici O/D dei flussi autorizzati e veicoli equivalenti presso la Rotatoria 1.....	41
Tabella 8-3. Tempi medi di attesa ai rami, ritardo intersezione e LOS nella configurazione autorizzata presso la Rotatoria 1.....	43
Tabella 8-4. Matrici O/D dei flussi di progetto e veicoli equivalenti presso la Rotatoria 1	44
Tabella 8-5. Tempi medi di attesa ai rami, ritardo intersezione e LOS nella configurazione di progetto presso la Rotatoria 1	45
Tabella 8-6. Matrici O/D dei flussi autorizzati e veicoli equivalenti presso la Rotatoria 2	46
Tabella 8-7. Tempi medi di attesa ai rami, ritardo intersezione e LOS nella configurazione autorizzata presso la Rotatoria 2	47
Tabella 8-8. Matrici O/D dei flussi di progetto e veicoli equivalenti presso la Rotatoria 2	48
Tabella 8-9. Tempi medi di attesa ai rami, ritardo intersezione e LOS nella configurazione di progetto presso la Rotatoria 2	49
Tabella 8-10. Riepilogo LOS nella configurazione autorizzata e di progetto presso le Rotatorie 1 e 2	49



INDICE FIGURE

Figura 2-1. Localizzazione Comune di Mantova	5
Figura 2-2. Inquadramento viabilistico dell'area.....	5
Figura 2-3. Particolare autostrada A22 – uscita Mantova nord	6
Figura 3-1. Assi stradali analizzati.....	7
Figura 3-2. Int. 1 – Viale della Favorita, viale di Poggio Reale, strada Circonvallazione Est	13
Figura 3-3. Int. 1 – Ingresso da Brescia – uscita in direzione A22.....	13
Figura 3-4. Int. 2 – Viale Favorita, via Verona, strada Cisa	14
Figura 3-5. Int. 2 – Panoramica rotatoria	14
Figura 3-6. Int. 2 – Particolari pista ciclabile da via Verona	15
Figura 3-7. Int. 2 – Particolari pista ciclabile da via don L. Sturzo.....	15
Figura 3-8. Int. 2 – Rami di ingresso e uscita lato Brescia.....	15
Figura 3-9. Int. 3 – Via Verona, viale di Poggio Reale.....	16
Figura 3-10. Int. 3 – Panoramica rotatoria.....	16
Figura 4-1. Localizzazione postazione di rilievo automatico	17
Figura 4-2. Localizzazione radar.....	18
Figura 4-3. Automezzi e mezzi pesanti transitanti lungo viale di Poggio Reale (direzione Mantova).....	19
Figura 4-4. Automezzi e mezzi pesanti transitanti lungo viale di Poggio Reale (direzione Porto Mantovano).....	20
Figura 4-5. Postazioni di rilievo manuale	21
Figura 4-6. Flussi veicolari rilevati nei pressi della Rotatoria 1: via di Poggio Reale, viale Favorita, strada circonvallazione est.....	22
Figura 4-7. Flussi veicolari rilevati nei pressi della Rotatoria 2: viale Favorita, via Verona, strada Cisa.....	23
Figura 6-1. Distribuzione dei flussi indotti	29
Figura 7-1. Relazione flusso circolante/capacità d'entrata	35
Figura 7-2. Parametri di traffico relativi ad un ramo	36
Figura 7-3. Assegnazione dei flussi secondo la matrice O/D.....	37
Figura 7-4. Distribuzione dei flussi di traffico nella rotatoria.....	38



1. PREMESSA

Lo stabilimento di produzione carta per quotidiani di Mantova, in Via Poggio Reale 9, è autorizzato con Autorizzazione Integrata Ambientale (AIA) rilasciata dalla Provincia di Mantova con DD n. PD/944 del 23.06.14 alla ditta Burgo Group SpA.

Per cause di mercato l'attività produttiva è stata sospesa nel febbraio 2013.

Il 10 luglio 2015, con atto registrato al n. 9628, la ditta Cartiere Villa Lagarina S.P.A. del Gruppo PROGEST ha acquisito lo stabilimento subentrando nella proprietà e assumendone pienamente la gestione.

In data 30.12.2015 (Prot. n. 61042/15 – 61049/15) la ditta ha presentato istanza di riesame con voltura dell'AIA, con successivi perfezionamenti in atti al prot. n. 2724 del 20/01/2016, prot. n. 2721 del 20/01/2016 e prot n. 6069 del 08/02/2016.

In data 25.03.2016 si è svolta presso gli uffici della Provincia di Mantova la 2a seduta della Conferenza dei Servizi (CdS) per l'iter di riesame con voltura.

In data 30.03.2016 la Provincia di Mantova ha inviato agli Enti e alla ditta il verbale e gli allegati relativi alla 2a seduta della CdS. Nel verbale si riportano le richieste di integrazioni da parte degli Enti competenti.

Tra le integrazioni richieste vi è quella del Comune di Porto Mantovano, relativo allo “Studio e approfondimento del percorso viabilistico dei mezzi pesanti che avranno come destinazione la cartiera in entrata e in uscita con particolare focus sul rondò in prossimità del Ponte sul diversivo [...]”.

Nel presente documento viene analizzato l'impatto del traffico veicolare pesante sul sistema viabilistico, derivante dalla configurazione di progetto. Tale impatto viene anche confrontato con quello presente durante la gestione Burgo. Naturalmente, come è sempre di prassi in questi casi si considera il caso di maggior impatto, ovvero quello corrispondente alla massima capacità produttiva autorizzata, in entrambe le configurazioni.

Lo studio di impatto viabilistico analizza in particolare gli aspetti inerenti a:

1. descrizione del contesto territoriale nella quale si inserisce l'intervento;
2. analisi della rete stradale di afferenza, e attuale assetto della viabilità in termini di flussi veicolari;
3. valutazione della variazione di indotto veicolare di mezzi pesanti in relazione allo stato autorizzato.



2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE

L'area oggetto di studio è localizzata nel comune di Mantova, capoluogo dell'omonima provincia in Lombardia, comune di circa 49.000 abitanti.



Figura 2-1. Localizzazione Comune di Mantova

L'impianto della cartiera di proprietà di Cartiere Villa Lagarina S.p.A. si colloca, come già detto, nel comune di Mantova, a nord del centro storico cittadino, in una porzione territoriale ricompresa tra la sinistra orografica del Fiume Mincio – Lago di Mezzo (a sud) e la Tangenziale Nord di Mantova (a nord).

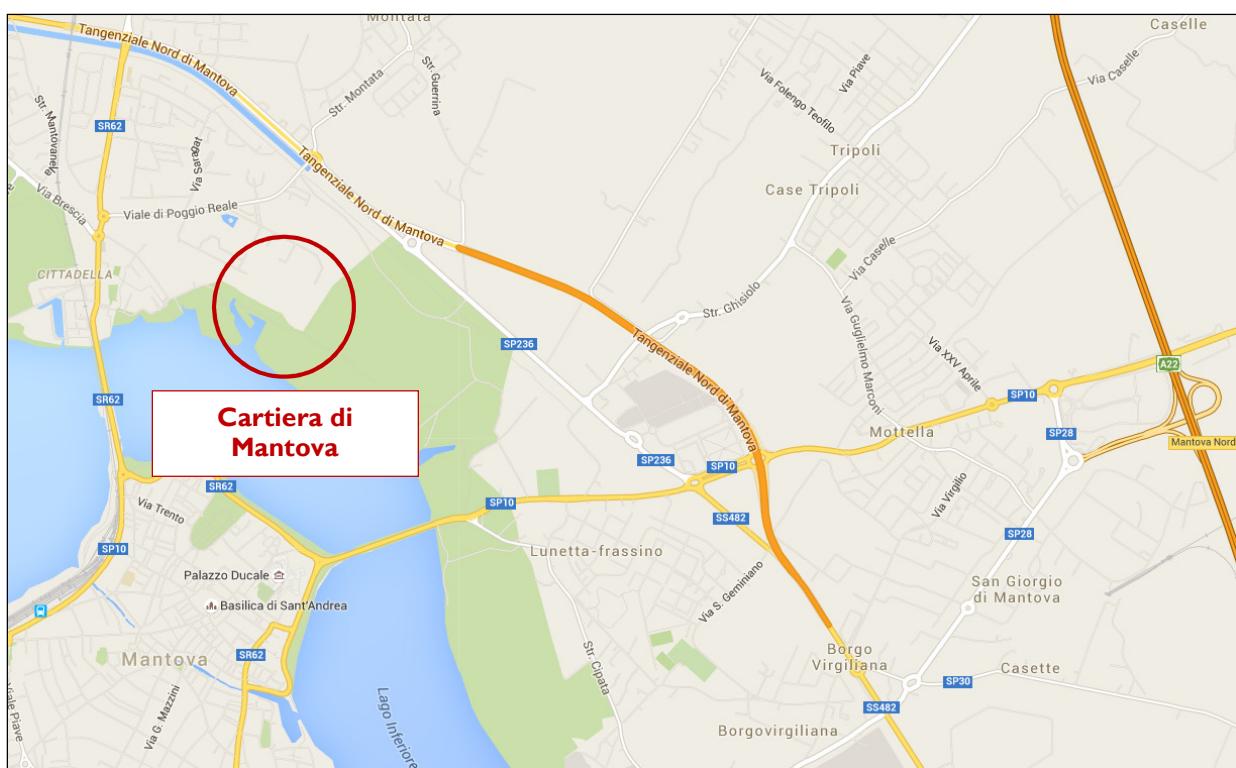


Figura 2-2. Inquadramento viabilistico dell'area

L'impianto ha il proprio accesso principale lungo Viale di Poggio Reale il quale, attraverso una rotatoria posta a circa 350 m di distanza in direzione nord-est, si collega alla Tangenziale Nord di Mantova.



La viabilità principale presente nella zona è rappresentata da:

- **Autostrada A22** “Autostrada del Brennero” collega la Pianura Padana e l'autostrada A1 con l'Austria e la Germania. Ha un tracciato lungo 315 km da Modena al Brennero, che attraversa le Province di Mantova, Verona, Trento, Bolzano ed è costituita da 2 corsie per senso di marcia, oltre la corsia d'emergenza;



Figura 2-3. Particolare autostrada A22 – uscita Mantova nord

- **SP ex SS 10** “Padana Inferiore”, il cui tracciato è lungo 373,5 km ed ha origine a Torino e termina a Monselice (PD) dove si innesta con la statale 16 “Adriatica”, dopo aver attraversato da ovest ad est la parte meridionale (inferiore) della pianura padana da cui prende il nome.
- **SP 28** “Circonvallazione est di Mantova” strada di competenza della Provincia di Mantova che collega il capoluogo in prossimità della SS 62 a “Porta Cerese” con il casello dell'autostrada A22 di Mantova Nord.
- **SP ex SS 482** “Ostigliese” collega il comune di Mantova e San Giorgio con l'abitato di Ostiglia a sud-est della provincia. La strada ha una carreggiata unica ad una corsia per senso di marcia, in corrispondenza di Mantova si collega con la tangenziale Nord della città e a sua volta con la SP ex SS 236 “Goitese”, creando così un importante asse di collegamento.



3. ANALISI VIABILITÀ ATTUALE

Lo studio in oggetto si presenta come una serie di attività che prevedono:

1. schematizzazione della rete stradale, al fine di descrivere nel modo più completo possibile i flussi di traffico nell'intera area di studio;
2. analisi delle principali intersezioni nell'intorno dell'area in oggetto;
3. determinazione dei flussi di traffico veicolari allo stato di fatto.

La ricostruzione dello stato di fatto è il punto di partenza dell'intero studio, ed è finalizzato a conseguire una descrizione verosimile della realtà attuale ed evidenziarne in questo modo le carenze e i punti di forza. Di seguito si riportano delle schede inerenti la viabilità locale, e la descrizione delle principali intersezioni.

Si riporta la localizzazione degli assi stradali descritti:

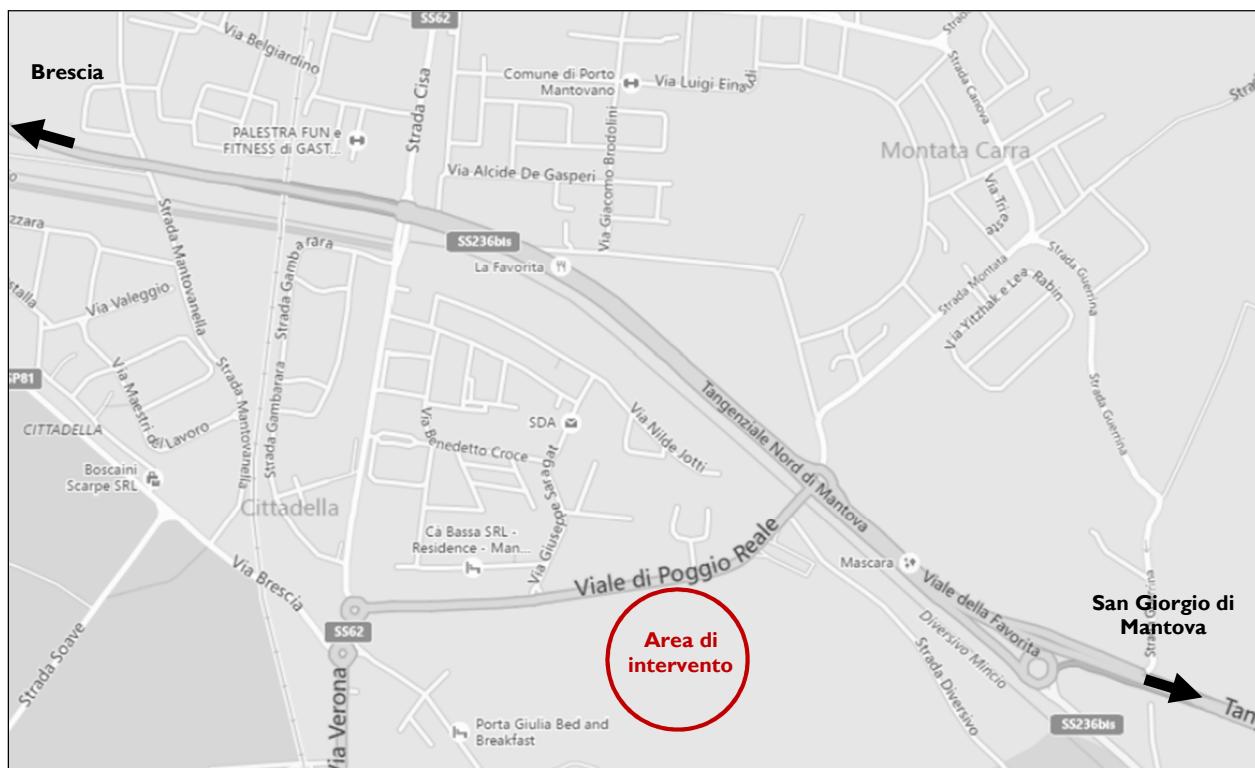
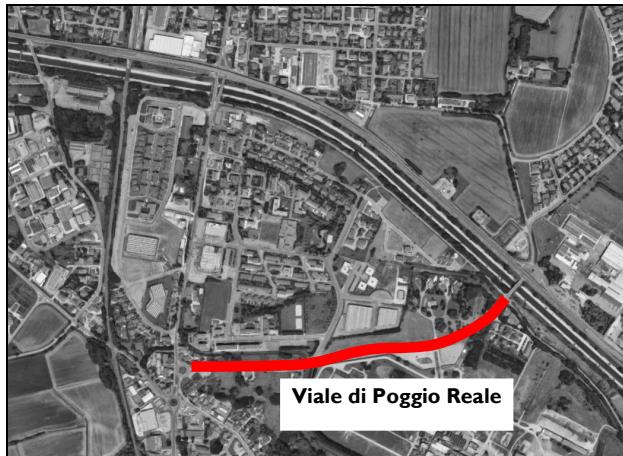


Figura 3-1. Assi stradali analizzati



3.1 ASSI VIARI

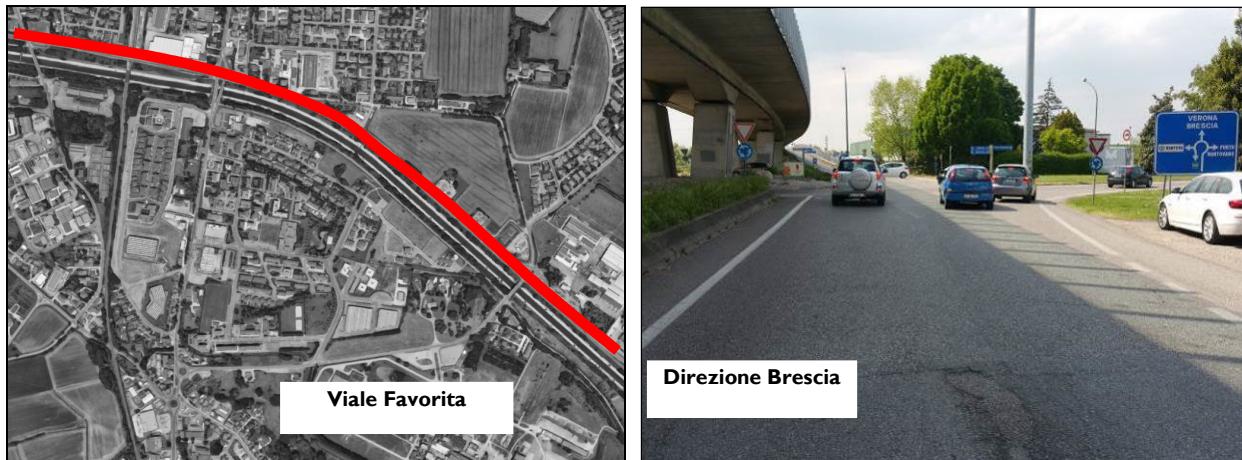
1 – Viale di Poggio Reale



Tipo di strada	Comunale
Classificazione	Locale
Senso di circolazione	Doppio senso
Marciapiedi	no
Illuminazione	no
Pista ciclabile	no
Presenza di sosta a margine	no
Stato della pavimentazione	Discreto



2 – Viale Favorita



Tipo di strada	Provinciale
Classificazione	Extraurbana secondaria
Senso di circolazione	Doppio senso
Marciapiedi	no
Illuminazione	no
Pista ciclabile	no
Presenza di sosta a margine	no
Stato della pavimentazione	Discreto



3 – Tangenziale Nord di Mantova



Tipo di strada	Provinciale
Classificazione	Extraurbana principale
Senso di circolazione	Doppio senso
Marciapiedi	no
Illuminazione	no
Pista ciclabile	no
Presenza di sosta a margine	no
Stato della pavimentazione	Buono



4 – Strada Cisa



Tipo di strada	Comunale
Classificazione	Locale
Senso di circolazione	Doppio senso
Marciapiedi	no
Illuminazione	sì
Pista ciclabile	no
Presenza di sosta a margine	no
Stato della pavimentazione	Buono



5 – Via Verona



Tipo di strada	Comunale
Classificazione	Urbana di quartiere
Senso di circolazione	Doppio senso
Marciapiedi	no
Illuminazione	sì
Pista ciclabile	sì
Presenza di sosta a margine	no
Stato della pavimentazione	Buono



3.2 INTERSEZIONI

Le principali intersezioni presenti nelle immediate vicinanze dell'area di studio sono gestite con rotatorie, regolamentate da opportuna segnaletica orizzontale e verticale.

Intersezione 1 – viale della Favorita, viale di Poggio Reale, strada Circonvallazione Est: è una rotatoria a quattro rami di ampio diametro, caratterizzata da ingressi ad una corsia ed isole spartitraffico rifinite a verde.



Figura 3-2. Int. 1 – Viale della Favorita, viale di Poggio Reale, strada Circonvallazione Est



Figura 3-3. Int. 1 – Ingresso da Brescia – uscita in direzione A22



Intersezione 2 – viale Favorita, via Verona, strada Cisa: anche in questo caso si ha una rotatoria a quattro rami, caratterizzata da ingressi ad una corsia ed isole spartitraffico rifinite a verde.

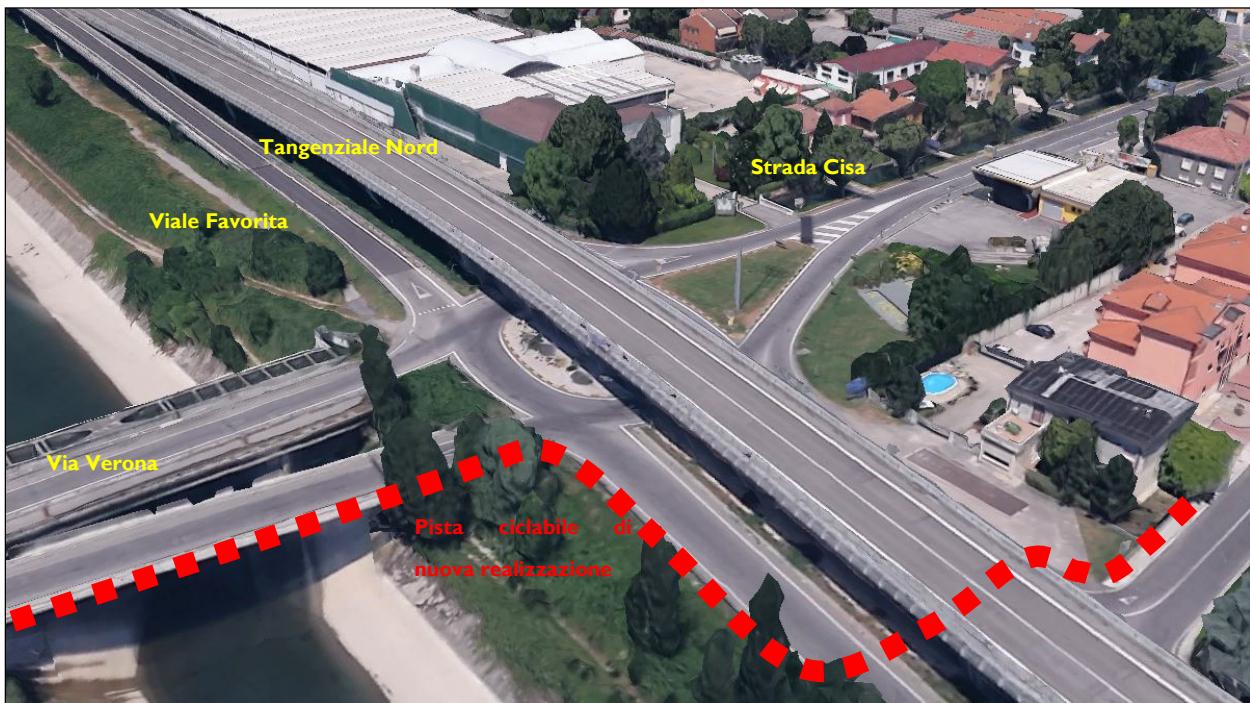


Figura 3-4. Int. 2 – Viale Favorita, via Verona, strada Cisa



Figura 3-5. Int. 2 – Panoramica rotatoria

Recentemente è stata realizzata una pista ciclabile in affiancamento alla ex SS 62 che collega l'abitato di Mantova con il quartiere di Colle Aperto e il Comune di Porto Mantovano, con attraversamento pedonale semaforizzato a chiamata lungo Viale della Favorita che consente l'attraversamento in estrema sicurezza da parte degli utenti.





Figura 3-6. Int. 2 – Particolari pista ciclabile da via Verona



Figura 3-7. Int. 2 – Particolari pista ciclabile da via don L. Sturzo



Figura 3-8. Int. 2 – Rami di ingresso e uscita lato Brescia

Intersezione 3 – via Verona, viale del Poggio Reale: rotatoria a 3 rami di circa 45 m di diametro e anello di circa 9,00 m, caratterizzata da ingressi ad una corsia ed isole spartitraffico rifinite a verde. Permette di smaltire il traffico in ingresso ed in uscita dalla città.





Figura 3-9. Int. 3 – Via Verona, viale di Poggio Reale



Figura 3-10. Int. 3 – Panoramica rotatoria



4. ANALISI DELLA DOMANDA DI TRAFFICO

Per un quadro completo ed esauriente della mobilità, ed al fine di definire in modo attendibile il livello di servizio della viabilità allo stato attuale, sono stati individuati i rilievi di traffico dell'area limitrofa al lotto in esame. A tale scopo ci si è avvalsi di due diverse tipologie di indagini:

1. rilevazioni automatiche, eseguite mediante degli apparecchi elettronici posizionati sugli archi principali della rete;
2. rilevazioni manuali, basate sulla rilevazione diretta eseguita da un operatore umano, il quale non solo ha la capacità di rilevare il veicolo e riconoscerne il tipo, ma anche quella di valutare le manovre dei veicoli ed il comportamento del guidatore.

4.1 RILEVAZIONI AUTOMATICHE

Al fine di monitorare in modo continuativo l'entità dei flussi veicolari nell'area limitrofa al lotto di interesse sono state effettuate delle rilevazioni con apparecchiature conta traffico elettroniche.

La rilevazione è stata effettuata nelle giornate di:

- mercoledì 27.04.2016;
- giovedì 28.04.2016;

in particolare è stato preso in esame l'asse stradale di viale Poggio Reale:

- postazione 1 – viale di Poggio Reale – direzione Mantova;
- postazione 2 – viale di Poggio Reale – direzione Porto Mantovano.

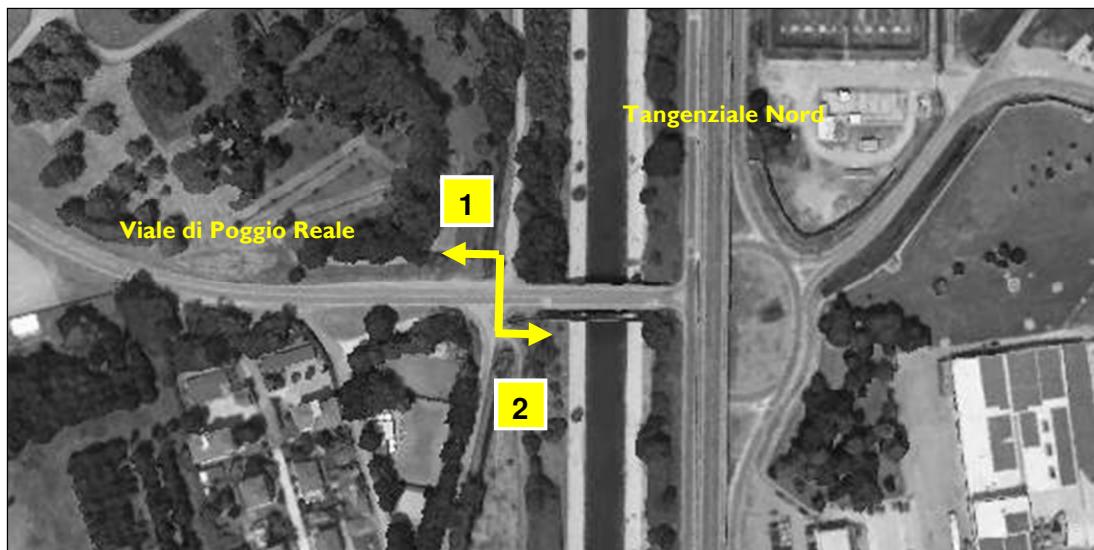


Figura 4-1. Localizzazione postazione di rilievo automatico

L'apparecchiatura conta-traffico installata è stata posizionata esternamente alla sede stradale, su palo della segnaletica verticale, senza arrecare nessun disturbo al normale deflusso veicolare. Si riporta la documentazione fotografica del radar installato con la relativa localizzazione:



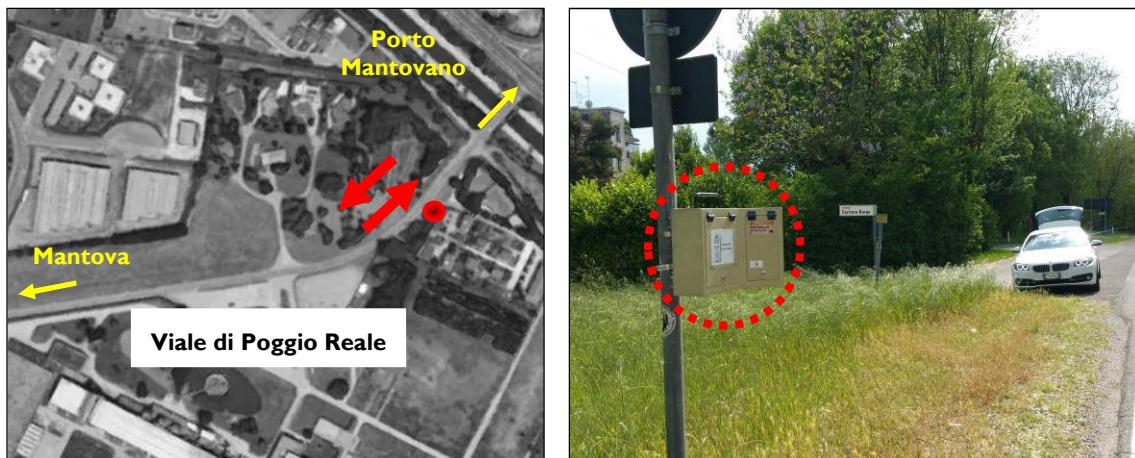


Figura 4-2. Localizzazione radar

Si riporta una tabella riepilogativa delle due postazioni, e a seguire l'andamento e i dati completi nelle 24 ore:

Tabella 4-1. Flussi veicolari rilevati nelle due postazioni d'analisi presso viale di Poggio Reale

orario	POSTAZIONE 1		POSTAZIONE 2	TOTALE BIDIREZIONALE
	veic _{eq} /ora	veic _{eq} /ora	veic _{eq} /ora	veic _{eq} /ora
17,00 - 18,00	273		313	586
18,00 - 19,00	328		368	696
20,00 - 21,00	321		362	683
21,00 - 22,00	249		356	605

Dall'analisi dei risultati ottenuti è possibile dedurre che l'ora di punta si riscontra nell'intervallo orario 18:00 – 19:00.



4.1.1 POSTAZIONE 1 – VIALE DI POGGIO REALE DIREZIONE MANTOVA

Tabella 4-2. Flussi veicolari rilevati lungo viale di Poggio Reale (direzione Mantova)

	TOTALE GIORNALIERO				27/04/2016 mer				28/04/2016 gio			
	LEGGERI	PESANTI	TOTALI	TOT.equ	LEGGERI	PESANTI	TOTALI	TOT.equ	LEGGERI	PESANTI	TOTALI	TOT.equ
00.00	106	0	106	106	0	0	0	0	106	0	106	106
01.00	87	0	87	87	0	0	0	0	87	0	87	87
02.00	52	0	52	52	0	0	0	0	52	0	52	52
03.00	14	0	14	14	0	0	0	0	14	0	14	14
04.00	8	1	9	10	0	0	0	0	8	1	9	10
05.00	22	0	22	22	0	0	0	0	22	0	22	22
06.00	53	2	55	57	0	0	0	0	53	2	55	57
07.00	124	5	129	134	0	0	0	0	124	5	129	134
08.00	295	6	301	307	0	0	0	0	295	6	301	307
09.00	284	2	286	288	0	0	0	0	284	2	286	288
10.00	235	8	243	251	0	0	0	0	235	8	243	251
11.00	240	3	243	246	0	0	0	0	240	3	243	246
12.00	217	1	218	219	0	0	0	0	217	1	218	219
13.00	247	1	248	249	0	0	0	0	247	1	248	249
14.00	216	5	221	226	0	0	0	0	216	5	221	226
15.00	245	4	249	253	0	0	0	0	245	4	249	253
16.00	265	4	269	273	265	4	269	273	0	0	0	0
17.00	265	4	269	273	265	4	269	273	0	0	0	0
18.00	328	0	328	328	328	0	328	328	0	0	0	0
19.00	319	1	320	321	319	1	320	321	0	0	0	0
20.00	245	2	247	249	245	2	247	249	0	0	0	0
21.00	161	3	164	167	161	3	164	167	0	0	0	0
22.00	104	0	104	104	104	0	104	104	0	0	0	0
23.00	99	0	99	99	99	0	99	99	0	0	0	0
00 - 24	4.231	52	4.283	4.335	1.786	14	1.800	1.814	2.445	38	2.483	2.521
07-20	3.280	44	3.324	3.368	1.177	9	1.186	1.195	2.103	35	2.138	2.173

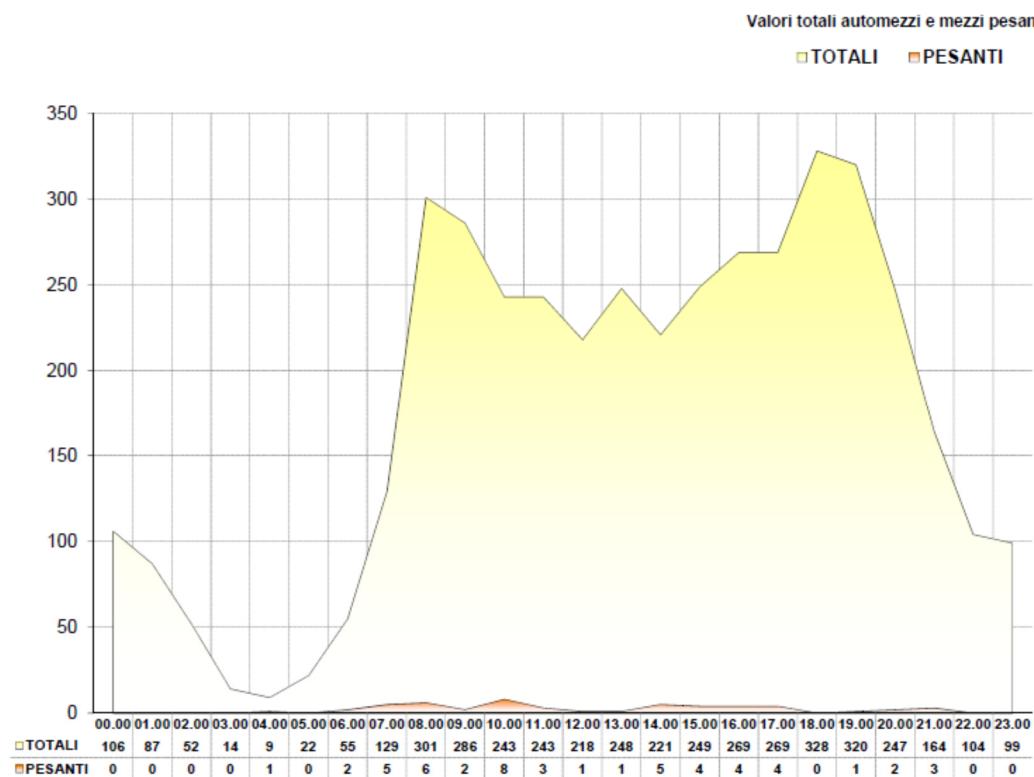


Figura 4-3. Automezzi e mezzi pesanti transitanti lungo viale di Poggio Reale (direzione Mantova)



4.1.2 POSTAZIONE 2 – VIALE DI POGGIO REALE DIREZIONE PORTO MANTOVANO

Tabella 4-3. Flussi veicolari rilevati lungo viale di Poggio Reale (direzione Porto Mantovano)

	TOTALE GIORNALIERO				27/04/2016 mer				28/04/2016 gio			
	LEGGERI	PESANTI	TOTALI	TOT.equ	LEGGERI	PESANTI	TOTALI	TOT.equ	LEGGERI	PESANTI	TOTALI	TOT.equ
00.00	114	0	114	114	0	0	0	0	114	0	114	114
01.00	71	0	71	71	0	0	0	0	71	0	71	71
02.00	24	0	24	24	0	0	0	0	24	0	24	24
03.00	16	2	18	20	0	0	0	0	16	2	18	20
04.00	8	0	8	8	0	0	0	0	8	0	8	8
05.00	11	1	12	13	0	0	0	0	11	1	12	13
06.00	52	4	56	60	0	0	0	0	52	4	56	60
07.00	96	9	105	114	0	0	0	0	96	9	105	114
08.00	197	6	203	209	0	0	0	0	197	6	203	209
09.00	215	4	219	223	0	0	0	0	215	4	219	223
10.00	253	7	260	267	0	0	0	0	253	7	260	267
11.00	272	5	277	282	0	0	0	0	272	5	277	282
12.00	284	5	289	294	0	0	0	0	284	5	289	294
13.00	302	3	305	308	0	0	0	0	302	3	305	308
14.00	290	6	296	302	0	0	0	0	290	6	296	302
15.00	229	6	235	241	0	0	0	0	229	6	235	241
16.00	244	3	247	250	244	3	247	250	0	0	0	0
17.00	297	8	305	313	297	8	305	313	0	0	0	0
18.00	354	7	361	368	354	7	361	368	0	0	0	0
19.00	352	5	357	362	352	5	357	362	0	0	0	0
20.00	350	3	353	356	350	3	353	356	0	0	0	0
21.00	222	4	226	230	222	4	226	230	0	0	0	0
22.00	142	0	142	142	142	0	142	142	0	0	0	0
23.00	160	0	160	160	160	0	160	160	0	0	0	0
00 - 24	4.555	88	4.643	4.731	2.121	30	2.151	2.181	2.434	58	2.492	2.550
07-20	3.385	74	3.459	3.533	1.247	23	1.270	1.293	2.138	51	2.189	2.240

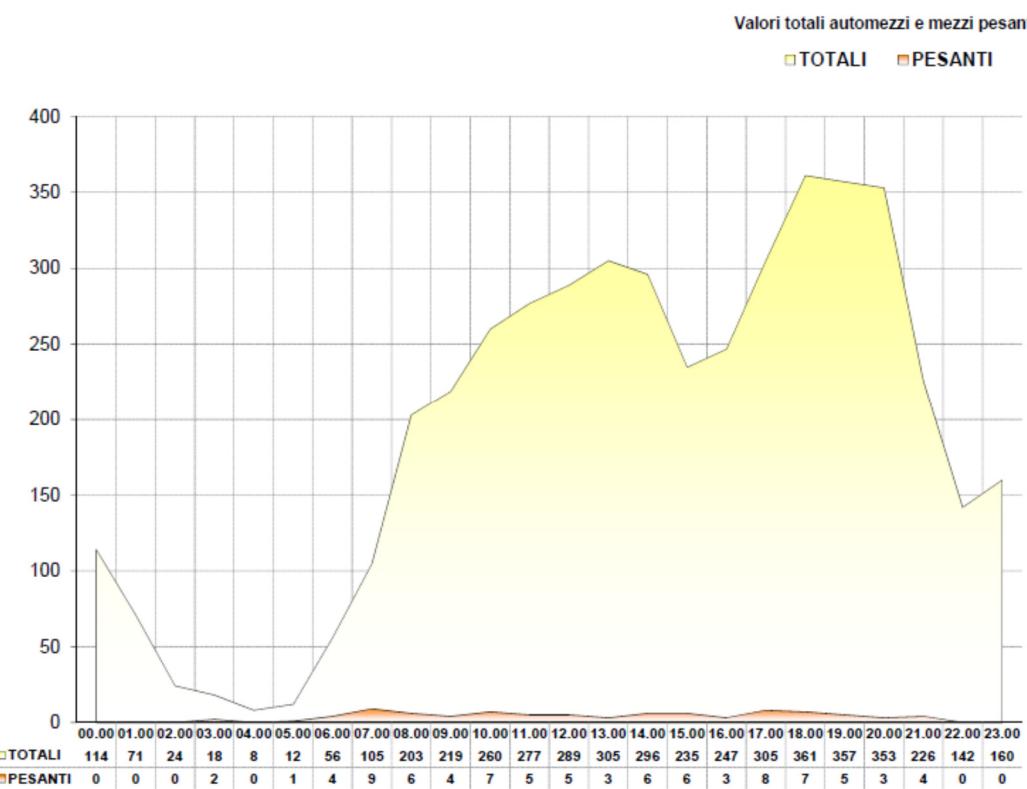


Figura 4-4. Automezzi e mezzi pesanti transitanti lungo viale di Poggio Reale (direzione Porto Mantovano)



4.2 RILEVAZIONI MANUALI

La campagna di rilevazione manuale è stata svolta in corrispondenza delle principali intersezioni adiacenti all'area in esame. Tale indagine è stata effettuata nelle giornate di martedì 03.05.2016, per la fascia oraria dalle 18:00 alle 19:00.

Le intersezioni prese in esame sono state:

1. rotatoria tra viale di Poggio Reale, viale Favorita, strada circonvallazione est;
2. rotatoria tra viale Favorita, via Verona, Strada Cisa.

Di seguito vengono localizzate le intersezioni esaminate:

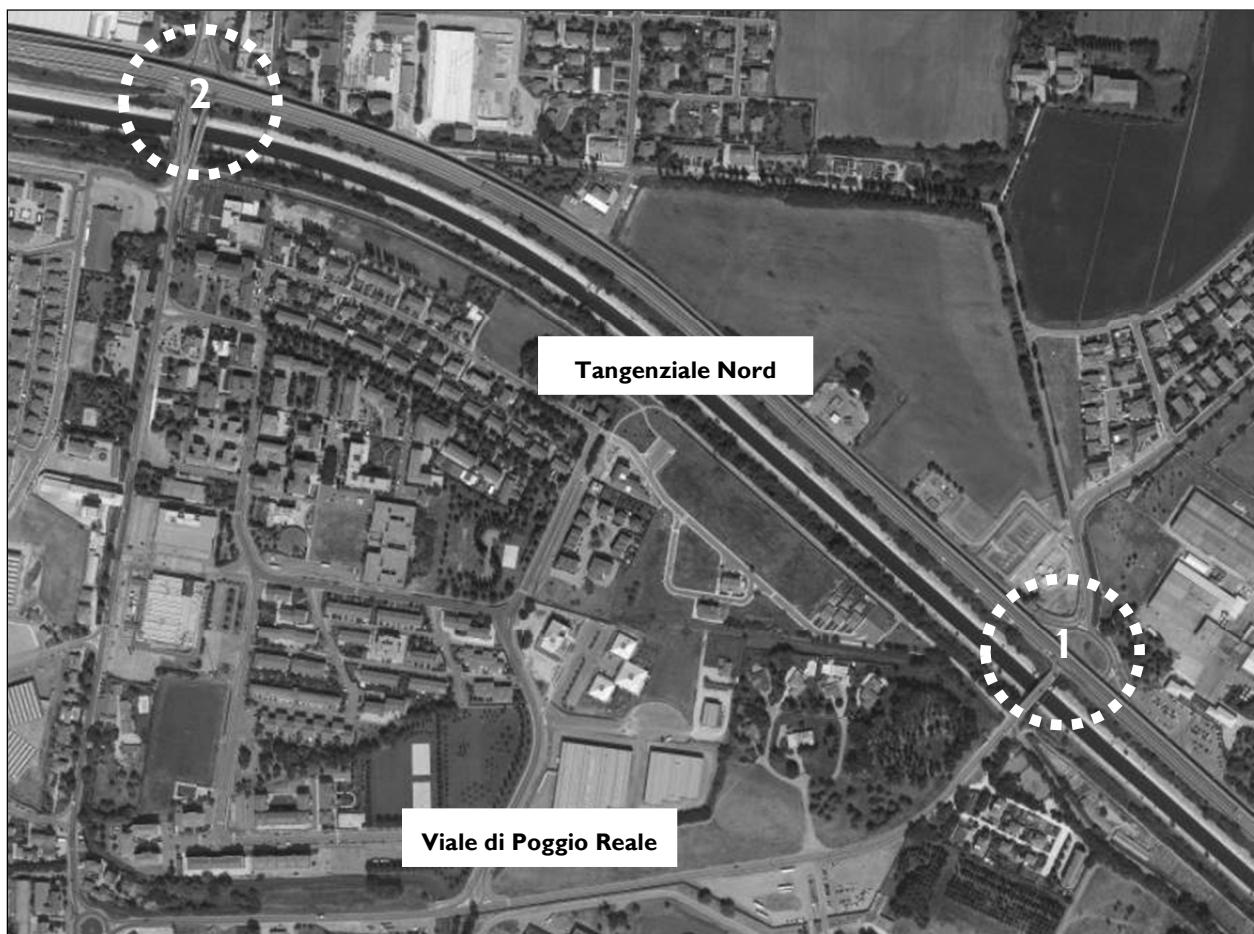
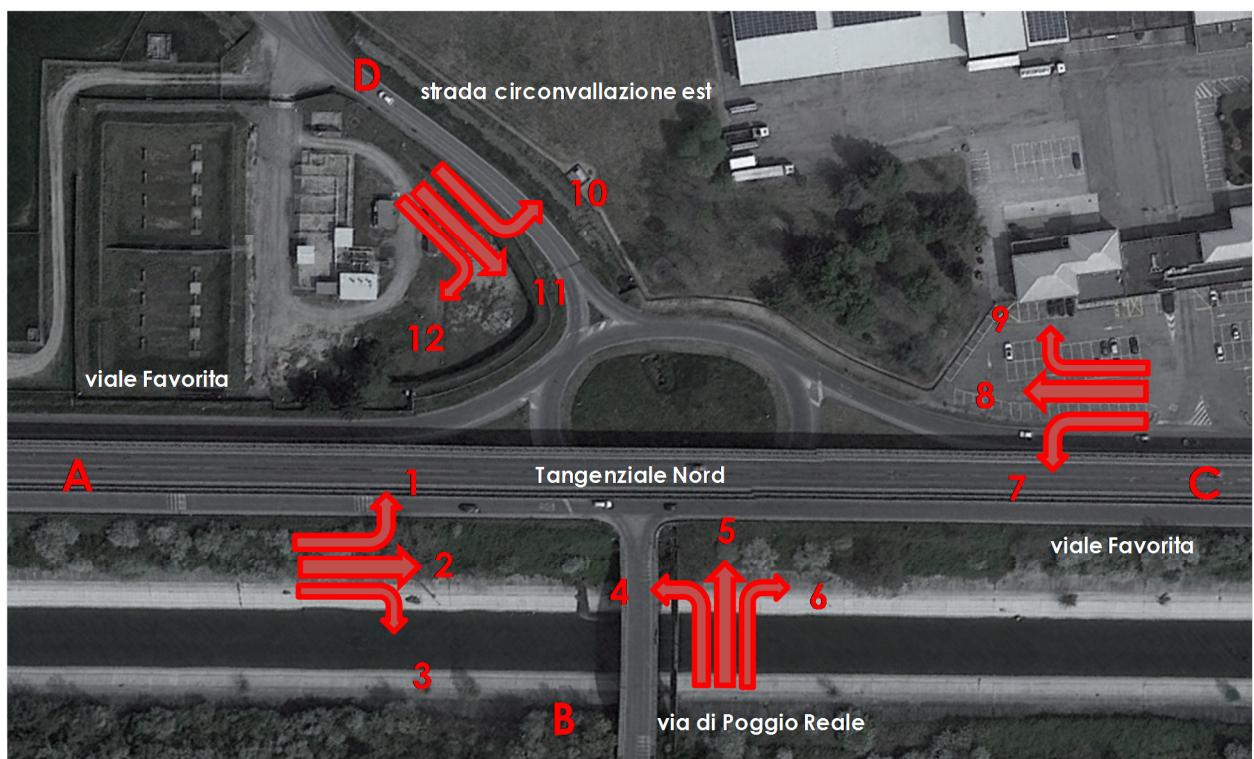


Figura 4-5. Postazioni di rilievo manuale

Nelle pagine seguenti si riportano in maniera schematica e sotto forma di matrice Origine/Destinazione i risultati dei rilievi eseguiti sulle intersezioni per la giornata di martedì 03.05.2016 dalle 18:00 alle 19:00.



ROTATORIA 1: Via di Poggio Reale, viale Favorita, strada circonvallazione est



Martedì 03.05.2016

18.00 - 19.00

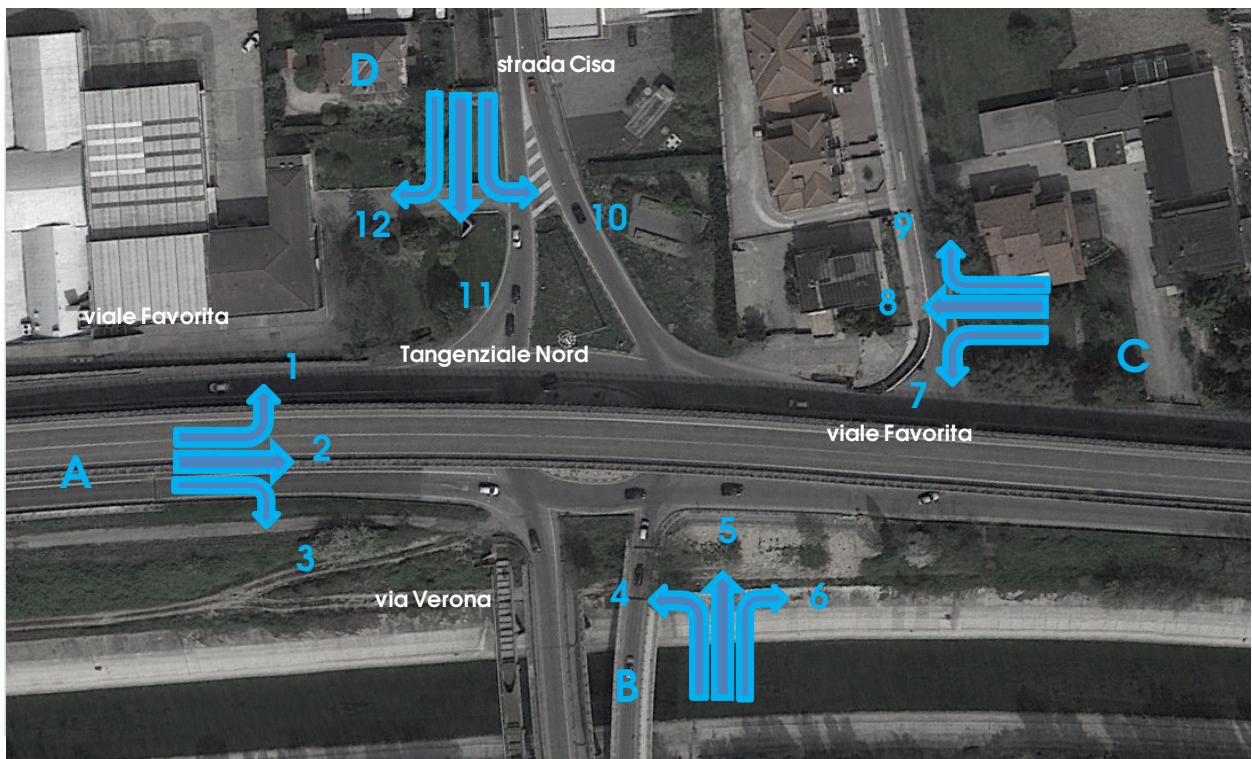
18.00 - 19.00	MAN.1		MAN.2		MAN. 3		MAN.4		MAN.5		MAN. 6	
	L.	P.	L.	P.	L.	P.	L.	P.	L.	P.	L.	P.
18.00 - 18.15	3	0	41	2	2	0	1	0	12	0	48	3
18.15 - 18.30	9	0	79	1	5	0	3	0	19	0	61	1
18.30 - 18.45	10	0	98	2	6	0	2	0	20	0	74	2
18.45 - 19.00	9	0	93	0	4	0	1	0	22	0	81	0
tot x classi veic	31	0	311	5	17	0	7	0	73	0	264	6
veic tot	31		316		17		7		73		270	
veic eq	31		321		17		7		73		276	
18.00 - 19.00	MAN.7		MAN.8		MAN. 9		MAN.10		MAN.11		MAN. 12	
	L.	P.	L.	P.	L.	P.	L.	P.	L.	P.	L.	P.
18.00 - 18.15	34	0	188	1	52	0	35	0	37	0	7	0
18.15 - 18.30	40	0	192	0	56	0	36	0	38	1	4	0
18.30 - 18.45	39	0	200	0	60	0	34	0	42	0	6	0
18.45 - 19.00	35	0	209	1	56	0	37	0	39	1	4	0
tot x classi veic	148	0	789	2	224	0	142	0	156	2	21	0
veic tot	148		791		224		142		158		21	
veic eq	148		793		224		142		160		21	

L. veicoli leggeri P. veicoli commerciali pesanti

Figura 4-6. Flussi veicolari rilevati nei pressi della Rotatoria 1: via di Poggio Reale, viale Favorita, strada circonvallazione est



ROTATORIA 2: Viale Favorita, via Verona, strada Cisa



Martedì 03.05.2016 18.00 - 19.00

18.00 - 19.00	MAN.1		MAN.2		MAN. 3		MAN.4		MAN.5		MAN. 6	
	L.	P.										
18.00 - 18.15	21	0	45	0	28	0	17	0	66	1	29	1
18.15 - 18.30	24	0	43	0	31	0	16	0	76	0	36	0
18.30 - 18.45	25	0	51	1	28	0	17	0	66	1	36	1
18.45 - 19.00	23	0	48	0	30	0	15	0	52	0	28	0
tot x classi veic	93	0	187	1	117	0	65	0	260	2	129	2
veic tot	93		188		117		65		262		131	
veic eq	93		189		117		65		264		133	
18.00 - 19.00	MAN.7		MAN.8		MAN. 9		MAN.10		MAN.11		MAN. 12	
	L.	P.										
18.00 - 18.15	21	0	67	1	98	0	38	0	132	0	9	0
18.15 - 18.30	28	0	73	0	105	0	42	0	135	0	12	0
18.30 - 18.45	27	0	79	2	101	0	49	0	131	0	12	0
18.45 - 19.00	31	0	75	0	109	0	46	0	140	0	10	0
tot x classi veic	107	0	294	3	413	0	175	0	538	0	43	0
veic tot	107		297		413		175		538		43	
veic eq	107		300		413		175		538		43	

L. veicoli leggeri P. veicoli commerciali pesanti

Figura 4-7. Flussi veicolari rilevati nei pressi della Rotatoria 2: viale Favorita, via Verona, strada Cisa



Si riportano i risultati sotto forma di matrici, in termini di veicoli totali e veicoli equivalenti, in cui i coefficienti di omogeneizzazione utilizzati sono stati:

$c = 1,0 \rightarrow$ per i veicoli leggeri;

$c = 2,0 \rightarrow$ per i veicoli commerciali pesanti.

Tabella 4-4. Matrice di origine e destinazione dei veicoli totali ed equivalenti rilevati presso la Rotatoria 1: via di Poggio Reale, viale Favorita, strada circonvallazione est

ROTATORIA 1: Via di Poggio Reale, viale Favorita, strada circonvallazione est											
INTERSEZIONE 1 - VEICOLI TOTALI						INTERSEZIONE 1 - VEICOLI EQUIVALENTI					
Martedì 03.05.2016 18.00 - 19.00						Martedì 03.05.2016 18.00 - 19.00					
O/D	A	B	C	D	totali	O/D					
A	0	17	316	31	364	A	0	17	321	31	369
B	7	0	270	73	350	B	7	0	276	73	356
C	791	148	0	224	1.163	C	793	148	0	224	1.165
D	21	158	142	0	321	D	21	160	142	0	323
totali	819	323	728	328	2.198	totali	821	325	739	328	2.213

Tabella 4-5. Matrice di origine e destinazione dei veicoli totali ed equivalenti rilevati presso la Rotatoria 2: viale Favorita, via Verona, strada Cisa

ROTATORIA 2: Viale Favorita, via Verona, strada Cisa											
INTERSEZIONE 1 - VEICOLI TOTALI						INTERSEZIONE 2 - VEICOLI EQUIVALENTI					
Martedì 03.05.2016 17.00 - 18.00						Martedì 03.05.2016 17.00 - 18.00					
O/D	A	B	C	D	totali	O/D					
A	0	117	188	93	398	A	0	117	189	93	399
B	65	0	131	262	458	B	65	0	133	264	462
C	297	107	0	413	817	C	300	107	0	413	820
D	43	538	175	0	756	D	43	538	175	0	756
totali	405	762	494	768	2.429	totali	408	762	497	770	2.437



5. SCENARIO DI PROGETTO

La configurazione di progetto prevede un'ottimizzazione dell'organizzazione logistica per la ricezione delle materie prime, degli additivi ecc. e per la spedizione del prodotto finito, in ottica di risparmio economico e riduzione dell'impatto ambientale.

Sono stati confrontati gli scenari di traffico dei mezzi pesanti (cfr. Tabella 5-1 e Tabella 5-2) relativi allo stato autorizzato e allo stato di progetto, alla massima capacità produttiva, tenendo conto anche dell'organizzazione logistica dei mezzi che trasportavano e che trasporteranno la carta da macero in ingresso e i prodotti finiti in uscita, di cui alle note della tabella.

La logistica precedente prevedeva che il 50% dei camion in ingresso con la carta da macero uscissero ricaricati con il prodotto finito; l'ottimizzazione dei processi organizzerà i viaggi in modo che il 75% dei camion in ingresso " pieni" escano non vuoti ma carichi di prodotto finito. Ciò si riflette in una riduzione generale dei transiti (intesi come flussi in ingresso e uscita) in quanto per questi viaggi le percentuali indicate di camion percorreranno solo una volta le strade di accesso.

Le valutazioni relative al traffico di mezzi pesanti mettono in evidenza che i transiti complessivi saranno circa 20 in meno al giorno, pari a una riduzione del 9% rispetto alla cartiera attiva nella configurazione autorizzata.



Tabella 5-1. Stima del traffico mezzi pesanti (configurazione autorizzata)

Ingressi	Effettivi	cons. spec. mp per produzione carta + pasta	Consumo mp alla capacità produttiva	Capacità trasporto camion	n. camion / a	Giorni di trasporto	Camion / g	Transiti / g	Note
	t/a	kg mp / t prod.	t/a	t	n				
Carta da macero		1.200,0	486.780	25	19.471	280	69,5	104,3	Il 50% dei camion in ingresso con la carta da macero uscivano con il prodotto finito
Additivi per produzione	11.842	42	17.129	25	685	280	2,4	5	
Carta da raccolta differenziata			60.000	25	2.400	280	8,6	17,1	
Altri additivi per trattamento acque	1.687	6,0	2.440	25	98	280	0,3	1	
Tot. Ingressi			566.349		22.654		80,9	127,0	

Uscite	Effettivi	cons. spec. mp per produzione carta + pasta	Consumo mp alla capacità produttiva	Capacità trasporto camion	n. camion / a	Giorni di trasporto	Camion / g	Transiti / g	Note
	t/a	kg mp / t prod.	t/a	t	n				
Carta per giornali e pasta per carta			405.650	25	16.226	280	58,0	86,9	Il 50% dei camion in ingresso con la carta da macero escono poi con il prodotto finito
Ceneri leggere	18.785	67,0	27.172	25	1.087	280	3,9	7,8	
Altri rifiuti prodotti			10.195	25	408	280	1,5	2,9	
Tot. Uscite			443.017		17.721		63,3	97,6	
Tot. Traffico							144,2	224,6	

Tabella 5-2. Stima del traffico mezzi pesanti (configurazione di progetto)

Ingressi	Effettivi	cons. spec. mp per produzione carta + pasta	Consumo mp alla capacità produttiva	Capacità trasporto camion	n. camion / a	Giorni di trasporto	Camion / g	Transiti / g	Note
	t/a	kg mp / t prod.	t/a	t	n				
carta macero		1.250,0	507.063	25	20.283	280	72,4	90,5	Il 75% dei camion in ingresso con la carta da macero usciranno poi con il prodotto finito
Carta da raccolta differenziata			60.000	25	2.400	280	8,6	17,1	come stato autorizzato
Additivi per produzione		10,5	4.276	25	171	280	0,6	1,2	
Altri additivi per trattamento acque			2.440	25	98	280	0,3	0,7	come stato autorizzato
amido		50,0	20.283	25	811	280	2,9	5,8	
Scarti di produzione per recupero energetico			40.000	25	1.600	280	5,7	11,4	Si stimano ingressi pari al 50% della quantità massima autorizzata
Tot. Ingressi		634.061		25.362			90,6	126,8	
Uscite	Effettivi	cons. spec. mp per produzione carta + pasta	Consumo mp alla capacità produttiva	Capacità trasporto camion	n. camion / a	Giorni di trasporto	Camion / g	Transiti / g	Note
	t/a	kg mp / t prod.	t/a	t	n				
Carta per ondulatori			405.650	25	16.226	280	58,0	72,4	Il 75% dei camion in ingresso con la carta da macero usciranno poi con il prodotto finito
Ceneri leggere			7.350	25	294	280	1,1	2,1	Stima produzione ceneri da progetto nuova centrale termoelettrica
Altri rifiuti prodotti			10.195	25	408	280	1,5	2,9	come stato autorizzato
Tot. Uscite		423.195		16.928			60,5	77,5	
Tot. Traffico							151,0	204,3	
Differenze tra Stato Autorizzato e Prog.							6,8	-20,4	

6. STIMA DEI FLUSSI INDOTTI

Da un punto di vista viabilistico la configurazione autorizzata della cartiera generava una movimentazione giornaliera di:

- 127 transiti in ingresso;
- 98 transiti in uscita.

L’orario di carico/scarico previsto sarà dal lunedì al venerdì dalle 6:00 alle 21:00; distribuendo uniformemente gli spostamenti dei mezzi pesanti nelle 15 ore di lavoro si avranno 9 ingressi e 7 uscite nell’ora di punta (18:00÷19:00). Tenendo conto del coefficiente di omogeneizzazione dei mezzi pesanti (pari a 2,0) il numero di indotti relativo al carico/scarico verrà ad essere pari a 18 veic eq/h in ingresso e 14 veic eq/h in uscita.

Analogamente per la configurazione di progetto la movimentazione giornaliera prevista è di :

- 127 transiti in ingresso;
- 78 transiti in uscita.

Anche in questo caso vengono uniformemente ripartiti nelle 15 ore lavorative pervenendo a: 9 ingressi e 5 uscite che in termini di veicoli equivalenti corrispondono a 18 veic eq/h in ingresso e 10 veic eq/h in uscita.

Tabella 6-1. Stima dei flussi indotti nella configurazione autorizzata e nella configurazione di progetto

	CONFIGURAZIONE AUTORIZZATA (veic/h)	CONFIGURAZIONE DI PROGETTO (veic/h)
INGRESSO	9	9
USCITA	7	5
TOTALI	16	14

Sulla base dei principali clienti e fornitori potenziali della cartiera e data la vicinanza della stessa all’Autostrada A22 è verosimile considerare che i camion utilizzeranno principalmente la direttrice A22 – SP 28 – Tangenziale Nord.

Il traffico indotto viene quindi ripartito secondo le seguenti direzioni:

- 90% direzione A22;
- 10% direzione Brescia (SR 62).

I valori dei flussi indotti sono molto modesti, specie nella rotatoria tra viale Favorita e via Verona interessata da 2 veic /h.

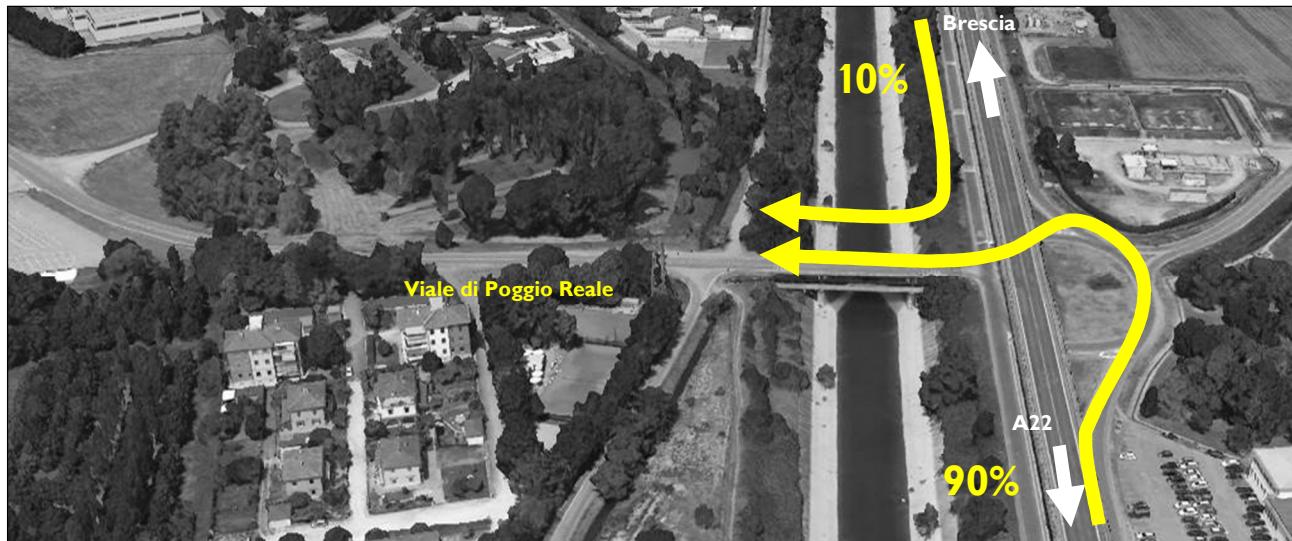


Figura 6-1. Distribuzione dei flussi indotti

Si riportano le matrici O/D dei flussi indotti nei due scenari analizzati:

Tabella 6-2. Matrici O/D dei flussi autorizzati e veicoli totali presso la Rotatoria 1

Rotatoria viale di Poggio Reale - Viale Favorita FLUSSI AUTORIZZATI - VEIC. TOTALI					
O/D	A	B	C	D	totali
A	0	1	0	0	1
B	1	0	6	0	7
C	0	8	0	0	8
D	0	0	0	0	0
totali	1	9	6	0	16

Tabella 6-3. Matrici O/D dei flussi autorizzati e veicoli totali presso la Rotatoria 2

Rotatoria viale Favorita - via Verona FLUSSI AUTORIZZATI - VEIC. TOTALI					
O/D	A	B	C	D	totali
A	0	0	1	0	1
B	0	0	0	0	0
C	1	0	0	0	1
D	0	0	0	0	0
totali	1	0	1	0	2

Tabella 6-4. Matrici O/D dei flussi di progetto e veicoli totali presso la Rotatoria 1

Rotatoria viale di Poggio Reale - Viale Favorita					
FLUSSI DI PROGETTO - VEIC. TOTALI					
O/D	A	B	C	D	totali
A	0	1	0	0	1
B	1	0	4	0	5
C	0	8	0	0	8
D	0	0	0	0	0
totali	1	9	4	0	14

Tabella 6-5. Matrici O/D dei flussi di progetto e veicoli totali presso la Rotatoria 2

Rotatoria viale Favorita - via Verona					
FLUSSI DI PROGETTO - VEIC. TOTALI					
O/D	A	B	C	D	totali
A	0	0	1	0	1
B	0	0	0	0	0
C	1	0	0	0	1
D	0	0	0	0	0
totali	1	0	1	0	2

7. VERIFICHE ANALITICHE – DEFINIZIONI E METODI

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

7.1 DEFINIZIONI

L’entità del traffico può calcolarsi attraverso differenti parametri. L’analisi e le considerazioni sui flussi indotti dall’insediamento necessitano, perciò, di riferimenti teorici che vengono forniti e chiariti di seguito.

I principali indici ai quali si farà riferimento sono i seguenti:

- *Volume di traffico orario o flusso orario Q (veic/h)*: rappresenta il numero di veicoli che transitano, in un’ora, attraverso una data sezione stradale;
- *Flusso di servizio Q_s (veic/h per corsia)*: secondo l’H.C.M. (Highway Capacity Manual, 1985) è definito dal massimo valore del flusso orario dei veicoli che attraversano, su una corsia, una sezione stradale sotto prefissate condizioni dell’arteria e di traffico;
- *Traffico medio giornaliero annuo T_{mg}* : è il rapporto fra il numero di veicoli che transitano in una data sezione (in genere, riferito ai due sensi di marcia) e 365 giorni. Tale dato si riporta ad un intervallo di tempo molto ampio e non tiene conto delle oscillazioni del traffico, nei vari periodi dell’anno, per cui è più significativo il valore del *traffico medio giornaliero T_{mg}* definito come rapporto tra il numero di veicoli che, in dato numero di giorni opportunamente scelti nell’arco dell’anno, transitano attraverso la data sezione ed il numero di giorni in cui si è eseguito il rilevamento;
- *Densità di traffico D*: è il numero di veicoli che, per corsia, si trovano nello stesso istante in un definito tronco stradale; la densità misura il numero di veicoli per miglio o per chilometro e per corsia;
- *Densità critica*: è la densità di circolazione allorquando la *portata* raggiunge la *capacità possibile* di una strada (vedi definizioni successive);
- *Portata (volume di circolazione o di flusso)*: numero di veicoli che transitano per una sezione della strada (o corsia, in un senso od in entrambi i sensi) nell’unità di tempo; equivale al prodotto della densità per la velocità media di deflusso. La portata rappresenta una situazione di fatto, che tende ad uguagliare la domanda di movimento dei veicoli, la quale a sua volta tende ad uguagliare quello che è possibile definire il desiderio di mobilità dell’utenza;
- *Capacità*: si conviene definire capacità, o più specificatamente, *capacità possibile* di una strada, il massimo numero di veicoli che vi possono transitare in condizioni prevalenti di strada e di traffico. La capacità rappresenta la risposta dell’infrastruttura alla domanda prevalente di movimento; sarà soddisfacente dal punto di vista tecnico quando si mantiene superiore alla portata, dal punto di vista tecnico ed economico insieme quando uguaglia la portata;

Livello di servizio (LOS): si definisce come la misura della prestazione della strada nello smaltire il traffico; si tratta, perciò, di un indice più significativo della semplice conoscenza del flusso massimo o capacità. I livelli di servizio, indicati con le lettere da A ad F, dovrebbero coprire tutto il campo delle condizioni di circolazione; il livello A rappresenta le condizioni operative migliori e quello F le peggiori. Il livello di servizio è una misura qualitativa dell’effetto di un certo numero di 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. Da rilevare che la progettazione stradale avviene facendo riferimento ai livelli servizio B e C, e non al livello A che comporterebbe “diseconomicità” della struttura, essendo sfruttata pienamente per pochi periodi nella sua vita utile.

7.2 LIVELLI DI SERVIZIO DEGLI ASSI STRADALI

Si riportano di seguito i principi generali della procedura di calcolo della capacità dei Livelli di Servizio (LOS).

I modelli HCM 1985 e 2000 nascono da rilievi e considerazioni tecniche inerenti prevalentemente la circolazione veicolare negli Stati Uniti. Questo dato di partenza implica che, come indicato negli stessi manuali HCM, è necessario adattare le modalità di analisi di questi modelli al caso italiano, attraverso le specifiche fornite dalla normativa italiana.

In relazione alle specifiche condizioni della rete stradale del nord Italia, delle peculiarità dell’utenza veicolare (caratteristiche personali e del parco veicolare), nonché del carico veicolare che tipicamente interessa le infrastrutture presenti nel territorio esaminato si propone:

1. per le strade a carreggiate separate: di recepire in toto le metodologie dell’HCM 1985;
2. per le infrastrutture a carreggiata unica: di applicare i seguenti adattamenti:
 - HCM 1985:
 1. utilizzare un valore della Capacità pari a 3.200 veicoli/ora (anziché 2.800 veicoli/ora)
 2. utilizzare come parametro di riferimento per il passaggio da un LOS al successivo dei rapporti Flussi / Capacità del 20% superiori rispetto a quelli indicati nella metodologia statunitense;
 - HCM 2000:
 1. valutare il LOS sempre in funzione del solo parametro PTSF con valori di riferimento per il passaggio da un LdS al successivo pari al: 40% (tra LdS A e LdS B), 60% (tra LdS B e LdS C), 77% (tra LdS C e LdS D), 88% (tra LdS D e LdS E).

In ragione di quanto sopra indicato, si determinano in corrispondenza di condizioni di deflusso ideali, le seguenti portate di servizio:

Tabella 7-1. Portate di servizio per strade a carreggiate separate

LOS	HCM 1985	
	Flusso / Capacità	Flusso (veicoli/ora) per corsia
A	0,35	~ 700
B	0,54	~ 1.100
C	0,77	~ 1.550
D	0,93	~ 1.850
E	> 0,93	FLUSSI PER CORSIA DI MARCIA

Tabella 7-2. Portate di servizio per strade a carreggiata unica (ed una corsia per senso di marcia)

LOS	HCM 1985		HCM 2000	
	Flusso / Capacità	Flusso (veicoli/ora)	PTSF (%)	Flusso (veicoli/ora)
A	0,18	~ 575	40	~ 575
B	0,32	~ 1.042	60	~ 1.042
C	0,52	~ 1.650	77	~ 1.650
D	0,77	~ 2.450	88	~ 2.450
E	> 0,77	FLUSSI BIDIREZIONALI	> 88	FLUSSI BIDIREZIONALI

7.3 CRITERI DI VERIFICA DELLE ROTATORIE

La capacità delle rotatorie a smaltire i flussi di traffico previsti sono state negli anni definite in funzione delle regole di precedenza e dell’evoluzione delle configurazione geometriche anche basate su indagini e misure sperimentali.

Sono oggi disponibili nella letteratura specializzata varie formulazioni di capacità elaborate soprattutto in Francia, Germania, Svizzera e Inghilterra. Tutte le formule elaborate tengono sostanzialmente conto di alcuni indicatori fondamentali esprimono la capacità in funzione dei parametri geometrici e di traffico.

7.3.1 ANALISI DELLA CAPACITÀ

Nell’analisi del funzionamento delle infrastrutture stradali per capacità si intende generalmente come la massima portata che ha buona probabilità di non essere superata nelle prevalenti condizioni di esercizio. Questo concetto si “particolarizza” nelle intersezioni a rotatoria e porta alla introduzioni di tre grandezze, a seconda che si consideri l’entrata di un singolo ramo o la rotatoria nel suo insieme:

- **capacità d’entrata** di un singolo ramo

- **capacità semplice** di una rotatoria
- **capacità complessiva o totale** di una rotatoria

La valutazione della capacità delle entrate richiede una stima dei flussi di traffico di ogni ramo d'ingresso e la loro variazione temporale. In una rotatoria, in un dato periodo, c'è la possibilità che la capacità di una o più entrate sia superata (grado di saturazione $c > 1$) con conseguenti code durante i periodi di punta e decadimento della qualità della circolazione.

Capacità d'entrata di un singolo ramo di una rotatoria

Si definisce *Ce* capacità potenziale d'entrata di un ramo di una rotatoria il massimo valore del flusso d'entrata che determina la presenza permanente di veicoli in attesa di immettersi:

$$Ce = \max Qe \quad (\text{v/h})$$

Nelle ordinarie operazioni di analisi di capacità sono considerati periodi di conteggio dei flussi di traffico dell'ordine di 15 minuti, il calcolo può essere eseguito su base oraria. Il valore del flusso massimo d'entrata è funzione del flusso circolante Qc che percorre l'anello e quindi della distribuzione dei flussi in entrata nei rami della rotatoria (cfr. Figura 7-1).

$$Ce = f(Qc) \quad (\text{v/h})$$

In riferimento ad alcune formulazioni lineari per la valutazione della capacità d'entrata è prevista l'influenza del valore del flusso uscente Qu nel medesimo ramo, attraverso la definizione di flusso di disturbo Qd alla capacità d'entrata:

$$Qd = f(Qc, Qu) \quad (\text{v/h})$$

$$Ce = f(Qd) \quad (\text{v/h})$$

Non è possibile quindi calcolare la capacità di un ramo se non è nota l'intera matrice O/D della rotatoria, dato che Qc si ricava da essa. Si definisce grado di saturazione d'entrata il rapporto tra il flusso entrante e la relativa capacità d'entrata.

Dall'analisi dell'andamento dei tempi di attesa in funzione del grado di saturazione, è possibile stabilire un valore, pari a circa 0,85, oltre il quale si registra un netto decadimento della qualità di circolazione ed un corrispettivo aumento esponenziale dei tempi di attesa. Stabilito quindi che il grado di saturazione di una corsia d'ingresso per un funzionamento soddisfacente durante il periodo di analisi non deve essere maggiore di 0,8, si definisce la capacità effettiva d'entrata:

$$Ce = 0,8 Ce \quad (\text{v/h})$$

Un ulteriore parametro utile alla comprensione del fenomeno di saturazione è la riserva di capacità d'entrata, definita come la differenza tra la capacità d'entrata di un ramo e il relativo flusso entrante:

$$Ce = Ce - Qe \quad (\text{v/h})$$

Esprimendo l'andamento dei tempi di attesa in funzione di quest'ultimo parametro si ricava che ad una riserva di capacità di circa 150 (v/h) corrisponde il limite di qualità della prestazione (limite LdS C-D). Fatte queste considerazioni, è possibile dare una analoga definizione di capacità pratica d'entrata:

$$DCe = Ce - 150 \quad (\text{v/h})$$

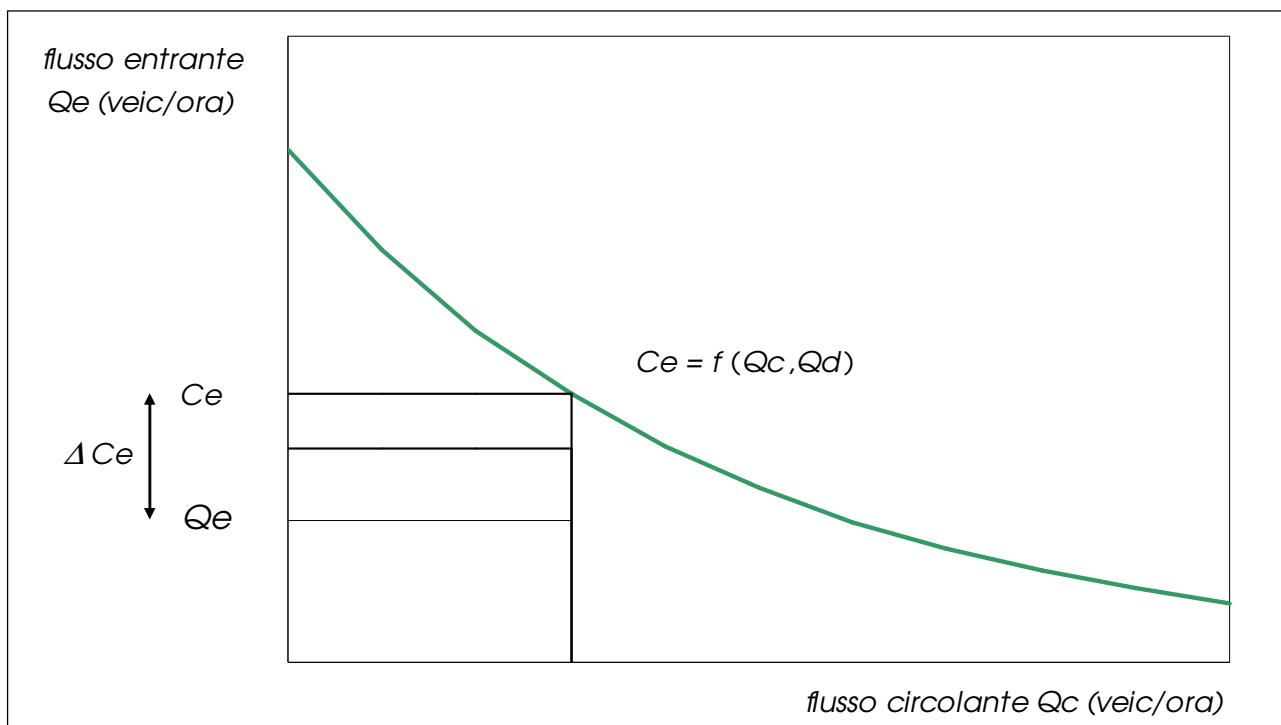


Figura 7-1. Relazione flusso circolante/capacità d'entrata

Capacità semplice

La capacità semplice $C_{e,S}$ di una rotatoria è la somma dei flussi di traffico entranti da ogni ramo allorché una delle entrate risulta in condizioni di saturazione.

Capacità totale

La capacità totale $C_{e,T}$ di una rotatoria è la somma dei flussi di traffico entranti da ogni ramo, allorché tutte le entrate risultano in condizioni di saturazione. La capacità complessiva rappresenta una misura sintetica dell'attitudine limite della rotatoria a smaltire il traffico quando ad ognuno dei bracci sono presenti code. La capacità delle rotatorie a smaltire i flussi di traffico previsti sono state negli anni definite in funzione delle regole di precedenza e dell'evoluzione delle configurazione geometriche anche basate su indagini e misure sperimentali.

Flussi di traffico entrante, circolante, uscente

Dato un ramo di una rotatoria si possono definire i seguenti flussi di traffico:

Q_e = flusso entrante, numero di veicoli che transitano nella sezione d'entrata;

Q_c = flusso circolante, numero di veicoli che transitano nella sezione dell'anello a sinistra dell'entrata;

Q_u = flusso uscente, numero di veicoli che transitano nella sezione di uscita

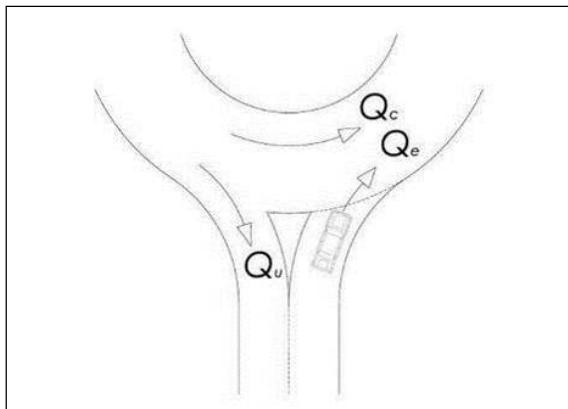


Figura 7-2. Parametri di traffico relativi ad un ramo

I flussi veicolari sono espressi in veicoli per ora (v/h). Quando è richiesto dal metodo specifico, i flussi dei veicoli diversi dalle autovetture vengono omogeneizzate in veicoli equivalenti per ora (v.eq/h). I coefficienti di equivalenza f_e sono riportati nella figura che segue:

Tabella 7-3. Fattori di equivalenza HCM

tipo di veicolo	f_e
autovettura	1.0
comm. leggeri	1.5
pesanti	2.0
motociclo	0.5
ciclo	0.5

Matrice Origine – Destinazione

Si consideri una rotonda a 4 rami affluenti ($i = 1, 2, 3, 4$), si assegna il vettore delle portate in entrata $\mathbf{Q} = [Q_{e,i}]$ e la matrice delle percentuali di traffico tra i rami $[\rho_{i,j}]$ per ($i, j = 1, 2, 3, 4$), il cui generico elemento (i, j) fornisce la frazione del flusso entrante da i che esce in j .

Tabella 7-4. Matrice O/D percentuale

Matrice O/D (%)	1	2	3	4	Tot E
1	ρ_{11}	ρ_{12}	ρ_{13}	ρ_{14}	1
2	ρ_{21}	ρ_{22}	ρ_{23}	ρ_{24}	1
3	ρ_{31}	ρ_{32}	ρ_{33}	ρ_{34}	1
4	ρ_{41}	ρ_{42}	ρ_{43}	ρ_{44}	1
Tot U	1	1	1	1	

Il vettore dei flussi entranti è:

$$\mathbf{Q} = [Q_{e,i}] = [Q_{e,1}, Q_{e,2}, Q_{e,3}, Q_{e,4}]$$

Noti $Q = [Q_{e,i}]$ e $[Q_{i,j}]$ si ricava la matrice di distribuzione O/D M, il cui generico elemento (i,j) rappresenta il flusso in ingresso dal braccio i che esce al braccio j.

Tabella 7-5. Matrice O/D

Matrice O/D	1	2	3	4	Tot E
1	Q_{11}	Q_{12}	Q_{13}	Q_{14}	$Q_{e,1}$
2	Q_{21}	Q_{22}	Q_{23}	Q_{24}	$Q_{e,2}$
3	Q_{31}	Q_{32}	Q_{33}	Q_{34}	$Q_{e,3}$
4	Q_{41}	Q_{42}	Q_{43}	Q_{44}	$Q_{e,4}$
Tot U	$Q_{u,1}$	$Q_{u,2}$	$Q_{u,3}$	$Q_{u,4}$	

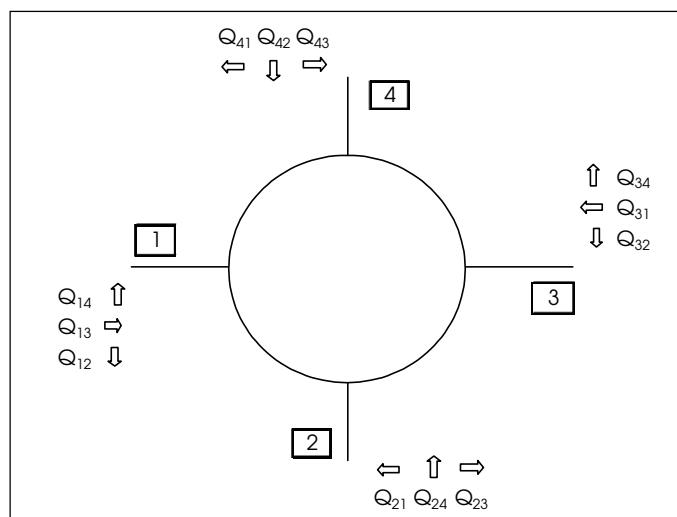


Figura 7-3. Assegnazione dei flussi secondo la matrice O/D

In virtù della conservazione dei flussi all'anello, si ricavano i flussi circolanti in prossimità delle entrate di ciascun ramo iesimo $Q_{c,i}$ e i flussi uscenti da ciascun ramo iesimo $Q_{u,i}$,

Tabella 7-6. Flussi circolanti ed uscenti

	Flussi circolanti	Flussi uscenti
Ramo 1	$Q_{c1} = Q_{42} + Q_{43} + Q_{32}$	$Q_{u1} = Q_{21} + Q_{31} + Q_{41}$
Ramo 2	$Q_{c2} = Q_{13} + Q_{14} + Q_{43}$	$Q_{u2} = Q_{12} + Q_{32} + Q_{42}$
Ramo 3	$Q_{c3} = Q_{24} + Q_{21} + Q_{14}$	$Q_{u3} = Q_{13} + Q_{23} + Q_{43}$
Ramo 4	$Q_{c4} = Q_{31} + Q_{32} + Q_{21}$	$Q_{u4} = Q_{14} + Q_{24} + Q_{34}$

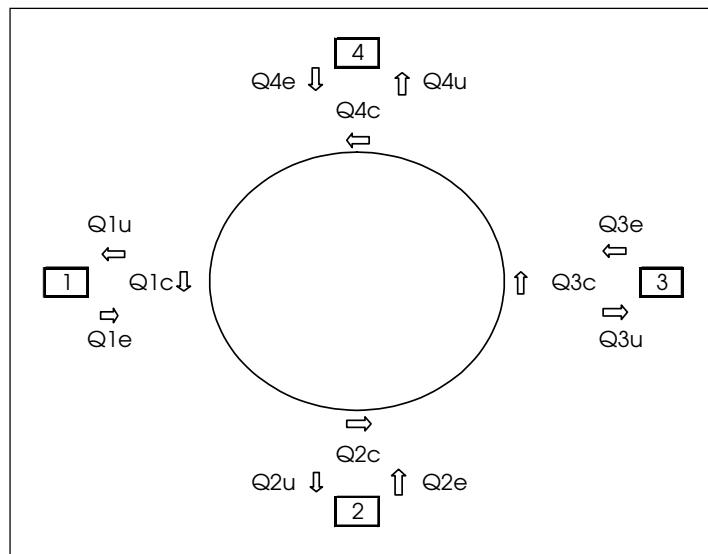


Figura 7-4. Distribuzione dei flussi di traffico nella rotatoria

7.3.2 I MODELLI PER LA VERIFICA DI CAPACITÀ DELLE INTERSEZIONI A ROTATORIA

Il modello di calcolo della capacità teorica di una rotatoria a tre/quattro rami è il risultato di un approfondimento condotto sulle formulazioni di alcuni studi di ricerca francesi, svizzeri e tedeschi, che hanno compiuto accurate analisi nella determinazione della capacità di smaltimento dei flussi veicolari delle rotatorie.

L'attuale metodo francese di stima della capacità di una entrata in rotatoria (SETRA) ha alla base le indagini effettuate a partire dalla seconda metà degli anni ottanta dai Cete di Nantes, di Metz e di Rouenne.

L'altro metodo di calcolo della capacità è riferito al metodo CETUR (sperimentato anch'esso in Francia).

È da questi metodi che si sviluppa il modello informatico utilizzato per le verifiche della rotatoria in oggetto. Partendo dalle dimensioni fisiche dell'intersezione (anello, raggio interno, larghezza corsie di ingresso, larghezza isole spartitraffico, lunghezze di conflitto...), è possibile calcolare la capacità totale di ciascun ramo di ingresso in rotatoria.

E' necessario disporre prima di una matrice origine destinazione per poter calcolare il numero di veicoli uscenti da ogni ramo (Q_u), quelli circolanti nell'anello (Q_c) e quindi adeguatamente dimensionare gli accessi attraverso il valore della capacità in entrata Q_e . Tale valore, rapportato al valore effettivo di flusso entrante rilevato o indotto, fornisce il rapporto capacità/flussi, spesso indispensabile per poter cogliere le riserve di capacità di una intersezione.

Si riportano di seguito le specifiche equazioni di calcolo per il metodo utilizzato.

A) METODO SETRA

- 1) il traffico uscente equivalente

$$Q'_u = Q_u * (15 - SEP) / 15 \text{ [uvp/h] per } SEP < 15 \text{ m}$$

$$Q'_u = 0 \text{ [uvp/h] per } SEP \geq 15 \text{ m}$$

- 2) il traffico complessivo di disturbo

$$Qd = (Qc + 2/3 * Qu') * (1 - 0,085 * (ANN - 8)) \quad [\text{uvp/h}]$$

3) La capacità di traffico del ramo è:

$$C = (1.330 - 0,7 * Qd) * (1 + 0,1 * (\text{ENT} - 3,5)) \quad [\text{uvp/h}]$$

dove:

Qu è il traffico uscente dal ramo [uvp/h]

Qc è il traffico circolante davanti al ramo [uvp/h]

SEP è la larghezza dell'isola spartitraffico tra la corsia di ingresso e quella di uscita del ramo [m]

ENT è la larghezza della corsia di entrata del ramo da valutarsi dietro il veicolo fermo alla linea del "dare precedenza" [m]

ANN è la larghezza dell'anello della rotatoria [m]

B) METODO CETUR

1) Determinati per ciascun ramo della rotatoria il traffico complessivo di disturbo

$$Qd = b * Qc + 0,2 * Qu \quad \text{uvp/h}$$

2) La capacità di traffico del ramo è:

$$C = g * (1.500 - 0,83 * Qd)$$

dove:

Qu è il traffico uscente dal ramo [uvp/h]

Qc è il traffico circolante davanti al ramo [uvp/h]

ANN è la larghezza dell'anello della rotatoria [m]

"g" vale 1,0 per entrata ad una sola corsia; 1,5 per entrate a due o più corsie

b=1 per ANN<8 m; 0,7 per ANN >=8 m ed R>=20 m; 0,9 per ANN >=8 m ed R<20 m

7.4 LIVELLI DI SERVIZIO SECONDO HCM PER LE ROTATORIE

I risultati ottenuti dalle verifiche coi metodi sperimentali sopra riportati vanno comparati con i livelli di servizio delle intersezioni a rotatoria forniti dall'HCM. Essi sono esposti nella tabella riportata di seguito (fonte: Highway Capacity Manual – 2000)

Tabella 7-7. Livelli di servizio per le rotatorie secondo l'HCM

Livello di servizio	Descrizione	Intervallo dei tempi di ritardo (in secondi)
A	Flusso libero	≤ 10
B	Flusso stabile	$> 10 \leq 15$
C	Flusso stabile	$> 15 \leq 25$
D	Tendenza al flusso instabile	$> 25 \leq 35$
E	Flusso instabile	$> 35 \leq 50$
F	Flusso forzato	> 50

8. VERIFICHE ANALITICHE

Di seguito si riportano le verifiche analitiche degli assi stradali limitrofi al lotto in esame e delle principali intersezioni a rotatoria. Gli scenari che verranno analizzati sono:

1. configurazione autorizzata;
2. configurazione di progetto.

Tali scenari sono stati ottenuti sommando i flussi indotti ai flussi attuali rilevati.

8.1 VERIFICHE ASSI STRADALI

Si riportano di seguito i risultati delle verifiche effettuate sugli assi stradali limitrofi al lotto in esame:

Tabella 8-1. Verifica della movimentazione dei mezzi pesanti sugli assi stradali limitrofi all’ambito della cartiera

strada	n° corsie per senso di marcia	direzione	Flussi attuali		Configurazione autorizzata		Configurazione di progetto	
			veic/ora	LOS	veic/ora	LOS	veic/ora	LOS
Viale di Poggio Reale	1		681	B	713	B	709	B
Viale Favorita lato A22	1	Brescia	1.165	C	1.181	C	1.181	C
Viale Favorita lato Brescia	1	A22	739	B	751	B	747	B
		Brescia	820	B	822	B	822	B
		A22	497	A	499	A	499	A

Dalla tabella sopra riportata si evince che la movimentazione dei mezzi pesanti prevista non incide sui livelli prestazionali delle attuali infrastrutture. I livelli di servizio si mantengono pressoché immutati.

Come evidenziato nella disamina dei flussi che attualmente interessano le aste stradali in esame, la variazione di flusso derivante dalla configurazione di progetto non comporta variazione nel livello di servizio, essendo minima l’incidenza oraria dei mezzi pesanti generati e attratti nell’ora di punta, rispetto al flusso veicolare rilevato. Tale situazione risulta ancora più evidente e favorevole considerato che nella configurazione di progetto i mezzi pesanti globalmente movimentati dallo stabilimento saranno inferiori a quelli della configurazione autorizzata.

Come verificato nei paragrafi successivi tale evenienza trova riscontro nelle verifiche di capacità relative alle intersezioni, per cui non si rileva alterazione delle modalità attuali di smaltimento dei flussi.

8.2 VERIFICA ROTATORIE

Di seguito si riportano le verifiche delle intersezioni a rotatoria in termini di veicoli equivalenti.

8.2.1 ROTATORIA TRA VIALE DI POGGIO REALE – VIALE FAVORITA CONFIGURAZIONE AUTORIZZATA



Ramo A: viale Favorita – lato Brescia;

Ramo B: viale di Poggio Reale;

Ramo C: viale Favorita – lato A22;

Ramo D: strada Circonvallazione Est

Tabella 8-2. Matrici O/D dei flussi autorizzati e veicoli equivalenti presso la Rotatoria 1

Rotatoria viale di Poggio Reale - Viale Favorita FLUSSI AUTORIZZATI - VEIC. EQUIVALENTI					
O/D	A	B	C	D	totali
A	0	19	321	31	371
B	9	0	288	73	370
C	793	164	0	224	1.181
D	21	160	142	0	323
totali	823	343	751	328	2.245

TRAFFICO CIRCOLANTE

Traffico circolante davanti ai rami da A a D (Qc)

Ramo A: 466 Ramo B: 494 Ramo C: 113 Ramo D: 966

Traffico uscente dai rami da A a D (Qu)

Ramo A: 823 Ramo B: 343 Ramo C: 751 Ramo D: 328

Traffico entrante ai rami da A a D (Qe)

Ramo A: 371 Ramo B: 370 Ramo C: 1181 Ramo D: 323

CAPACITÀ DI TRAFFICO IN INGRESSO AI VARI RAMI

METODO - SETRA

Capacità dei rami (C): [uvp/h]

Ramo A: 1185 Ramo B: 935 Ramo C: 1547 Ramo D: 554

Riserva di traffico ai rami (R): [valori assoluti uvp/h]

Ramo A: 814 Ramo B: 565 Ramo C: 366 Ramo D: 231

Riserva di traffico ai rami (R): [valori percentuali (R/C) %]

Ramo A: 69 Ramo B: 60 Ramo C: 24 Ramo D: 42

Capacità totale della rotonda (Ct), con il Metodo - SETRA: 4221 uvp/h

METODO - CETUR

Capacità dei rami (C): [uvp/h]

Ramo A: 975 Ramo B: 1031 Ramo C: 1281 Ramo D: 640

Riserva di traffico ai rami (R): [valori assoluti uvp/h]

Ramo A: 604 Ramo B: 661 Ramo C: 100 Ramo D: 317

Riserva di traffico ai rami (R): [valori percentuali (R/C) %]

Ramo A: 62 Ramo B: 64 Ramo C: 8 Ramo D: 50

Capacità totale della rotonda (Ct), con il Metodo - CETUR: 3926 uvp/h

Tempi medi di attesa ai rami:

Ramo A: 5 s Ramo B: 5 s Ramo C: 25 s Ramo D: 13 s

Tabella 8-3. Tempi medi di attesa ai rami, ritardo intersezione e LOS nella configurazione autorizzata presso la Rotatoria 1

RAMO	RITARDO (SEC)	LOS PARZIALE	RITARDO INTERSEZIONE	LOS INTERSEZIONE
A	5	A	17	C
B	5	A		
C	25	C		
D	13	B		

CONFIGURAZIONE DI PROGETTO



Ramo A: viale Favorita – lato Brescia;

Ramo B: viale di Poggio Reale;

Ramo C: viale Favorita – lato A22;

Ramo D: strada Circonvallazione Est

Tabella 8-4. Matrici O/D dei flussi di progetto e veicoli equivalenti presso la Rotatoria 1

Rotatoria viale di Poggio Reale - Viale Favorita					
FLUSSI DI PROGETTO - VEIC. EQUIVALENTI					
O/D	A	B	C	D	totali
A	0	19	321	31	371
B	9	0	284	73	366
C	793	164	0	224	1.181
D	21	160	142	0	323
totali	823	343	747	328	2.241

TRAFFICO CIRCOLANTE

Traffico circolante davanti ai rami da A a D (Qc)

Ramo A: 466 Ramo B: 494 Ramo C: 113 Ramo D: 966

Traffico uscente dai rami da A a D (Qu)

Ramo A: 823 Ramo B: 343 Ramo C: 747 Ramo D: 328

Traffico entrante ai rami da A a D (Qe)

Ramo A: 371 Ramo B: 366 Ramo C: 1181 Ramo D: 323

CAPACITÀ DI TRAFFICO IN INGRESSO AI VARI RAMI

METODO - SETRA

Capacità dei rami (C): [uvp/h]

Ramo A: 1185 Ramo B: 935 Ramo C: 1547 Ramo D: 554

Riserva di traffico ai rami (R): [valori assoluti uvp/h]

Ramo A: 814 Ramo B: 569 Ramo C: 366 Ramo D: 231

Riserva di traffico ai rami (R): [valori percentuali (R/C) %]

Ramo A: 69 Ramo B: 61 Ramo C: 24 Ramo D: 42

Capacità totale della rotonda (Ct), con il Metodo - SETRA: 4221 uvp/h

METODO - CETUR

Capacità dei rami (C): [uvp/h]

Ramo A: 975 Ramo B: 1031 Ramo C: 1281 Ramo D: 640

Riserva di traffico ai rami (R): [valori assoluti uvp/h]

Ramo A: 604 Ramo B: 665 Ramo C: 100 Ramo D: 317

Riserva di traffico ai rami (R): [valori percentuali (R/C) %]

Ramo A: 62 Ramo B: 65 Ramo C: 8 Ramo D: 50

Capacità totale della rotonda (Ct), con il Metodo - CETUR: 3926 uvph

Tempi medi di attesa ai rami:

Ramo A: 5 s Ramo B: 5 s Ramo C: 25 s Ramo D: 13 s

Tabella 8-5. Tempi medi di attesa ai rami, ritardo intersezione e LOS nella configurazione di progetto presso la Rotatoria 1

RAMO	RITARDO (SEC)	LOS PARZIALE	RITARDO INTERSEZIONE	LOS INTERSEZIONE
A	5	A	17	C
B	5	A		
C	25	C		
D	13	B		

8.2.2 ROTATORIA TRA VIALE FAVORITA – VIA VERONA

Nell’intersezione tra viale Favorita e via Verona gli indotti dei due scenari analizzati sono uguali e di entità così modeste (4 veic eq/h) da non apportare nessuna modifica degna di nota. Per completezza di analisi viene comunque riportata la verifica dell’intersezione.

CONFIGURAZIONE AUTORIZZATA



Ramo A: viale Favorita – lato Brescia;

Ramo B: via Verona;

Ramo C: viale Favorita – lato A22;

Ramo D: strada Cisa.

Tabella 8-6. Matrici O/D dei flussi autorizzati e veicoli equivalenti presso la Rotatoria 2

Rotatoria viale Favorita - via Verona FLUSSI AUTORIZZATI - VEIC. EQUIVALENTI					
O/D	A	B	C	D	totali
A	0	117	191	93	401
B	65	0	133	264	462
C	302	107	0	413	822
D	43	538	175	0	756
totali	410	762	499	770	2.441

TRAFFICO CIRCOLANTE

Traffico circolante davanti ai rami da A a D (Qc)

Ramo A: 820 Ramo B: 459 Ramo C: 422 Ramo D: 474

Traffico uscente dai rami da A a D (Qu)

Ramo A: 410 Ramo B: 762 Ramo C: 499 Ramo D: 770

Traffico entrante ai rami da A a D (Qe)

Ramo A: 401 Ramo B: 462 Ramo C: 822 Ramo D: 756

CAPACITÀ DI TRAFFICO IN INGRESSO AI VARI RAMI

METODO - SETRA

Capacità dei rami (C): [uvp/h]

Ramo A: 936 Ramo B: 1129 Ramo C: 1588 Ramo D: 1552

Riserva di traffico ai rami (R): [valori assoluti uvp/h]

Ramo A: 535 Ramo B: 667 Ramo C: 766 Ramo D: 796

Riserva di traffico ai rami (R): [valori percentuali (R/C) %]

Ramo A: 57 Ramo B: 59 Ramo C: 48 Ramo D: 51

Capacità totale della rotonda (Ct), con il Metodo - SETRA: 5205 uvp/h

METODO - CETUR

Capacità dei rami (C): [uvp/h]

Ramo A: 748 Ramo B: 991 Ramo C: 1065 Ramo D: 977

Riserva di traffico ai rami (R): [valori assoluti uvp/h]

Ramo A: 347 Ramo B: 529 Ramo C: 243 Ramo D: 221

Riserva di traffico ai rami (R): [valori percentuali (R/C) %]

Ramo A: 46 Ramo B: 53 Ramo C: 23 Ramo D: 23

Capacità totale della rotonda (Ct), con il Metodo 5 - CETUR: 3780 uvp/h

Tempi medi di attesa ai rami:

Ramo A: 11 s Ramo B: 6 s Ramo C: 13 s Ramo D: 15 s

Tabella 8-7. Tempi medi di attesa ai rami, ritardo intersezione e LOS nella configurazione autorizzata presso la Rotatoria 2

RAMO	RITARDO (SEC)	LOS PARZIALE	RITARDO INTERSEZIONE	LOS INTERSEZIONE
A	11	B	12	B
B	6	A		
C	13	B		
D	15	B		

CONFIGURAZIONE DI PROGETTO



Ramo A: viale Favorita – lato Brescia;

Ramo B: via Verona;

Ramo C: viale Favorita – lato A22;

Ramo D: strada Cisa.

Tabella 8-8. Matrici O/D dei flussi di progetto e veicoli equivalenti presso la Rotatoria 2

Rotatoria viale Favorita - via Verona					
FLUSSI DI PROGETTO - VEIC. EQUIVALENTI					
O/D	A	B	C	D	totali
A	0	117	191	93	401
B	65	0	133	264	462
C	302	107	0	413	822
D	43	538	175	0	756
totali	410	762	499	770	2.441

TRAFFICO CIRCOLANTE

Traffico circolante davanti ai rami da A a D (Qc)

Ramo A: 820 Ramo B: 459 Ramo C: 422 Ramo D: 474

Traffico uscente dai rami da A a D (Qu)

Ramo A: 410 Ramo B: 762 Ramo C: 499 Ramo D: 770

Traffico entrante ai rami da A a D (Qe)

Ramo A: 401 Ramo B: 462 Ramo C: 822 Ramo D: 756

CAPACITÀ DI TRAFFICO IN INGRESSO AI VARI RAMI

METODO - SETRA

Capacità dei rami (C): [uvp/h]

Ramo A: 936 Ramo B: 1129 Ramo C: 1588 Ramo D: 1552

Riserva di traffico ai rami (R): [valori assoluti uvp/h]

Ramo A: 535 Ramo B: 667 Ramo C: 766 Ramo D: 796

Riserva di traffico ai rami (R): [valori percentuali (R/C) %]

Ramo A: 57 Ramo B: 59 Ramo C: 48 Ramo D: 51

Capacità totale della rotonda (Ct), con il Metodo - SETRA: 5205 uvp/h

METODO - CETUR

Capacità dei rami (C): [uvp/h]

Ramo A: 748 Ramo B: 991 Ramo C: 1065 Ramo D: 977

Riserva di traffico ai rami (R): [valori assoluti uvp/h]

Ramo A: 347 Ramo B: 529 Ramo C: 243 Ramo D: 221

Riserva di traffico ai rami (R): [valori percentuali (R/C) %]

Ramo A: 46 Ramo B: 53 Ramo C: 23 Ramo D: 23

Capacità totale della rotonda (Ct), con il Metodo 5 - CETUR: 3780 uvph

Tempi medi di attesa ai rami:

Ramo A: 11 s Ramo B: 6 s Ramo C: 13 s Ramo D: 15 s

Tabella 8-9. Tempi medi di attesa ai rami, ritardo intersezione e LOS nella configurazione di progetto presso la Rotatoria 2

RAMO	RITARDO (SEC)	LOS PARZIALE	RITARDO INTERSEZIONE	LOS INTERSEZIONE
A	11	B	12	B
B	6	A		
C	13	B		
D	15	B		

8.3 RIEPILOGO LOS ROTATORIE

Tabella 8-10. Riepilogo LOS nella configurazione autorizzata e di progetto presso le Rotatorie 1 e 2

	LOS CONFIGURAZIONE AUTORIZZATA	LOS CONFIGURAZIONE DI PROGETTO
ROTATORIA 1	C	C
ROTATORIA 2	B	B

Come già evidenziato nelle verifiche dei LOS per gli assi stradali, si riscontra l’invariabilità del livello prestazionale.

Dall’analisi del numero di veicoli previsti nella condizione di progetto, è possibile verificare che nella situazione più svantaggiosa solo 1 veicolo pesante nell’ora di punta andrà ad incidere sul nodo posto ad ovest con una semplice manovra di attraversamento del nodo (senza svolte), senza influenzare quindi in alcun modo il livello prestazionale dell’intersezione stressa.

Nella rotatoria in corrispondenza di Via Poggio Reale, interessata da tutti i flussi diretti o provenienti dalla Cartiera, le attuali logiche di funzionamento del nodo stesso con le relative manovre, consentiranno ai mezzi pesanti di percorrere l’intersezione senza generare criticità o ritardi nei confronti dei rimanenti veicoli, in ragione dell’esiguo numero.

Le valutazioni di cui sopra sono avvalorate dalla condizione che le verifiche eseguite fanno riferimento all’interazione dei mezzi in corrispondenza dell’ora di punta, pertanto a favore di sicurezza.

9. CONCLUSIONI

Per quanto sopra esposto e quanto evidenziato nelle verifiche analitiche è possibile affermare che il numero di mezzi pesanti, sia autorizzati che di progetto, saranno caratterizzati da **valori di flusso compatibili con l'area in esame, anche in condizioni di maggiore carico della rete (ora di punta).**

Come richiesto, l’analisi ha verificato in particolar modo le dinamiche di flusso interessanti la zona del ponte sul Canale Diversivo, riscontrando dalla modellazione che **non vi saranno peggioramenti nel LOS dell’intersezione, date le attuali condizioni di circolazione caratteristiche del nodo, per cui non si verificano condizioni di saturazione in alcun ramo.**

Anche il livello di flusso di traffico attualmente rilevato lungo viale di Poggio Reale risulta compatibile (in termini di flusso e capacità) sia con la configurazione autorizzata che di progetto.