

REGIONE PIEMONTE

PROVINCIA DI ALESSANDRIA

Comune di CASALE MONFERRATO

LOCALIZZAZIONE COMMERCIALE "L2"
IN CASALE MONF. TO (AL), VIA ADAM (Area ex IBL)

PIANO ESECUTIVO CONVENZIONATO

Art. 43 L.R. 5 dicembre 1977 n. 56 e s.m.i.



PROPONENTE: **SPAZIO CASALE S.r.l. e AREA QUATTRO S.r.l.**

PROGETTISTI:

COORDINAMENTO - PROGETTAZIONE - URBANISTICA		PROGETTAZIONE - CONSULENZA COMMERCIALE	VERIFICA IDRAULICA - VIABILITA'
CIBIN STUDIO 07 GRUPPO DI PROGETTAZIONE	 GEOMETRA Marco CIBIN ARCHITETTO Alessandra TOPI - Via Bruna 17 - 15033 Casale Monf.to - tel/fax: 0142 455763 - info@progettaticbin.it	STUDIO Ing. Mauro BISOGGIO - Via Roma 197 - 15033 Casale Monf.to (AL) tel.: 0142 453331 - email: studio@studiobisoglio.it - Ing. Mauro BISOGGIO	 ethos engineering S.r.l. Engineering and Technology for development and Sustainability - Ing. Andrea PANIZZA - Ing. Fabrizio FOLTRAN
		INDAGINI GEOGNOSTICHE	INDAGINI AMBIENTALI
 GEOLOGIA CAVALLI - Via Raffaello 9 - 15048 Valenza (AL) tel/fax: 0131 952227 - email: andrea.cavalli@geologiacavalli.it - Dott. Andrea CAVALLI	 LIBRA RAVENNA - Viale Vincenzo Randi 90 - 48121 Ravenna (RA) tel.: 0544 1855100 - email: n.sampieri@libraravenna.it - Ing. Nicola SAMPIERI		

TAVOLA:
**RELAZIONE DI VERIFICA DI ESCLUSIONE DELLA
PROCEDURA DI VALUTAZIONE AMBIENTALE
STRATEGICA (V.A.S.)**

- AII.5: RELAZIONE IMPATTO VIABILISTICO -

SCALA:

TAV. n.:

ELABORATO:

1.2.5

DATA:
12/11/2019

COMMESSA:

REV.	DATA	DESCRIZIONE	DISEGNATORE	PROGETTISTA

INDICE

1. PREMESSA.....	3
2. QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO	5
3. STATO ATTUALE	6
4. DESCRIZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO.....	8
4.1 Generalità	8
4.2 Sezioni trasversali tipo	9
4.3 Rotatorie.....	10
4.3.1 Rotatoria di via Camurati – via Carrera	10
4.3.2 Rotatoria di via Caduti sul Lavoro.....	12
4.4 Verifiche rotatorie.....	13
4.5 Marciapiedi.....	14
4.6 Attraversamenti pedonali	14
4.7 Piazzole di fermata	15
4.8 Accessi carrai	15
5. OBIETTIVI DELLO STUDIO.....	15
6. METODI DI CALCOLO DEI LIVELLI DI SERVIZIO	17
6.1 Livelli di servizio su tratte stradali.....	17
6.1.1 Determinazione dei LOS su tratte a carreggiata unica.....	18
6.2 Livelli di servizio su intersezioni a raso libere	22
6.3 Metodo di calcolo per intersezioni a rotatoria.....	24
6.4 Metodo di calcolo per tratti di scambio.....	25
6.4.1 Equazioni predittive della velocità media dei flussi.	25
6.4.2 Determinazione del tipo di operazione	26
6.4.3 Verifica di compatibilità con il modello.....	26
6.4.4 Calcolo del livello di servizio.....	26
6.5 Metodo di distribuzione dei viaggi.....	27
7. DELIMITAZIONE DELL'AREA DI STUDIO.....	28

8. LA DOMANDA DI TRASPORTO ATTUALE.....	29
9. LIVELLI OPERATIVI DI SERVIZIO (L.O.S.) DELLA RETE ATTUALE	39
9.1 Sezione rettilinea S1.....	39
9.2 Sezione rettilinea S2.....	40
9.3 Sezione rettilinea S3.....	40
9.4 Sezione rettilinea S4.....	41
9.5 Rotatoria SP31-SP31bis.....	41
9.6 Rotatoria via Piacibello.....	42
9.7 Intersezione via Caduti sul Lavoro.....	43
9.8 Intersezione via Carrera.....	43
9.9 L.O.S. sezioni rettilinee.....	44
10. QUANTIFICAZIONE DELLA DOMANDA DI TRASPORTO INDOTTA.....	44
11. LIVELLI OPERATIVI DI SERVIZIO (L.O.S.) DELLA RETE DI PROGETTO	48
11.1 Sezione rettilinea S1.....	48
11.2 Sezione rettilinea S2.....	49
11.3 Sezione rettilinea S3.....	49
11.4 Sezione rettilinea S4.....	50
11.5 Rotatoria SP31-SP31bis.....	50
11.6 Rotatoria via Caduti sul Lavoro.....	51
11.7 Rotatoria via Piacibello.....	52
11.8 Rotatoria via Carrera.....	53
11.1 L.O.S. sezioni rettilinee.....	55
12. CONSIDERAZIONI FINALI	55

1. PREMESSA

La società SPAZIO CASALE s.r.l. è proprietaria di un'area a destinazione commerciale, localizzata in comune di Casale Monferrato, nel settore nord dell'abitato, nel quartiere di "Oltreponte", denominata "area ex IBL" (Figure 1 e 2).



Figura 1 – Individuazione area d'intervento (Fonte Google Earth)



Figura 2 – Individuazione area d'intervento, ingrandimento (Fonte Google Earth)

L'area è delimitata verso est dalla linea ferroviaria Casale-Torino e verso ovest dalla tratta urbana della S.P. 31 denominata via Adam. La proprietà intende sviluppare sull'area un nuovo insediamento commerciale, e, a tale scopo, intende presentare il progetto urbanistico per l'ottenimento dell'autorizzazione del PEC.

Sull'area suddetta il PRGC del Comune ha individuato una localizzazione urbano-periferica non addensata di tipo L.2 (Figura 3).

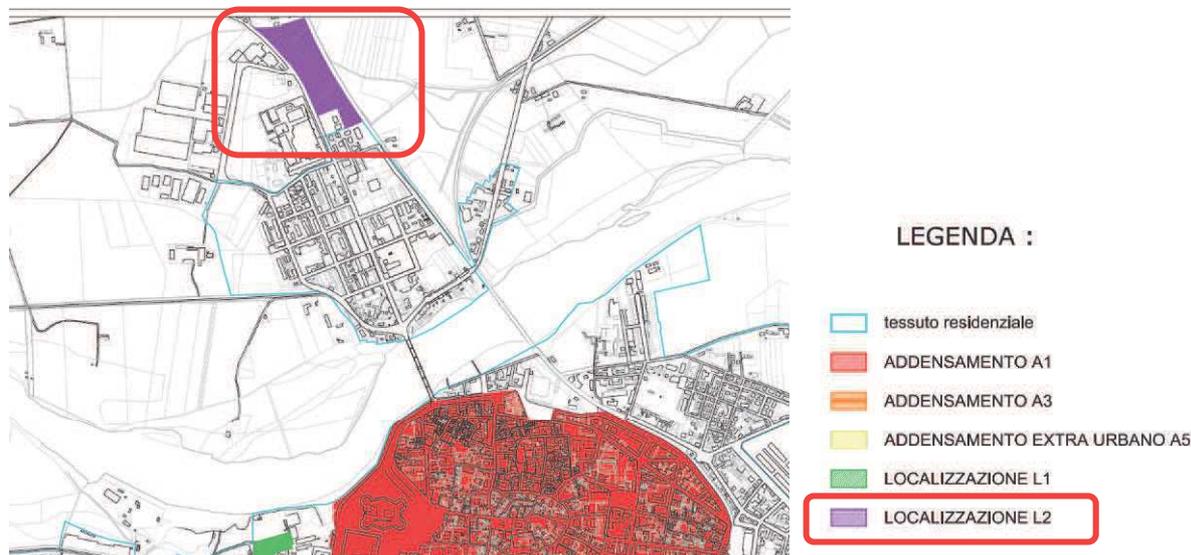


Figura 3 – PRGC, Variante n. 23, Stralcio Tav. 3g1 Addensamenti e localizzazioni - Concentrico

Pertanto, lo sviluppo urbanistico dell'area è regolamentato dall'art. 19 nelle NTA di PRGC, che individua l'area in questione come:

“Localizzazioni urbano-periferiche non addensate di tipo L.2:

(...)

b) corrispondente all'area occupata da impianti produttivi dismessi da più di cinque anni sita in via Adam della superficie territoriale complessiva di mq. 38.980.”

In merito alla dotazione infrastrutturale prevista dal PRGC, l'art. 19 recita quanto segue:

“In particolare, le esigenze infrastrutturali di ogni singola localizzazione, la cui realizzazione è a carico dei proponenti delle iniziative commerciali ed obbligatori ai fini del rilascio dei permessi di costruire sono:

(...)

b) via Adam: adeguamento del calibro stradale e organizzazione delle corsie di via Adam nel tratto compreso tra via Camurati e il confine del centro abitato costituito dal rondò di Casale Popolo. La fluidificazione della circolazione avviene separando la componente del traffico di scorrimento da quello diretto ai vari insediamenti. La soluzione comporta il potenziamento del calibro stradale organizzato in due corsie centrali destinate al traffico di scorrimento senza possibilità di svolta a destra, due corsie laterali destinate al traffico diretto ai vari insediamenti nelle quali è consentita la svolta a destra nonché marciapiedi posti ai lati delle corsie. Prevedere inoltre due nuove rotonde in prossimità delle intersezioni di via Adam con via Camurati e con via Caduti sul Lavoro e garantire l'accesso alle abitazioni esistenti in prossimità del rondò di Casale Popolo.

Ferma restando la necessità di realizzare le rotonde nelle intersezioni indicate, le soluzioni proposte hanno carattere di indirizzo del prodotto infrastrutturale che si vuole ottenere e pertanto possono subire variazioni, in sede di progettazione esecutiva senza che ciò costituisca variante del P.R.G.C. o degli S.U.E., per una migliore aderenza alle situazioni

effettivamente in atto, una più efficace rispondenza agli obiettivi progettuali o una più razionale fattibilità economica degli interventi.”

Pertanto, sulla base delle prescrizioni delle NTA di PRGC riguardanti l'area in oggetto, il progetto urbanistico di PEC deve allegare il progetto di adeguamento della viabilità esterna; in figura 4 è riportato stralcio della carta di PRGC Variante n. 22, Stralcio Tav. 3c5 Sviluppi relativi ai territori urbanizzati e urbanizzandi DR2, DI1, DI3, DI8, con indicazione dell'intervento di adeguamento dell'asse di via Adam.

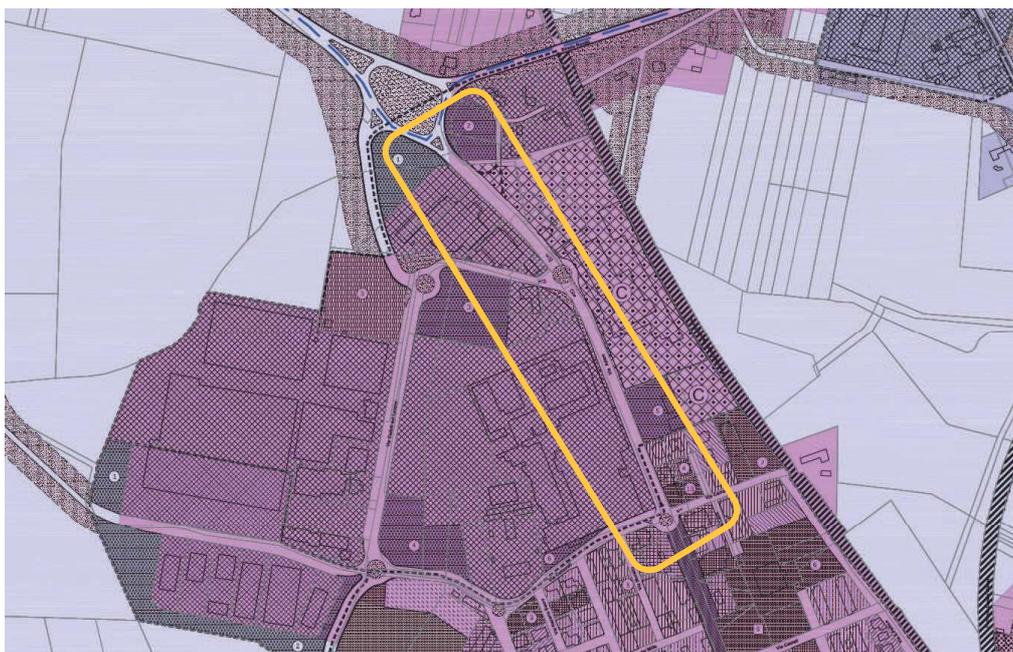


Figura 4 – PRGC, Variante n. 22, Stralcio Tav. 3c5 Sviluppi relativi ai territori urbanizzati e urbanizzandi DR2, DI1, DI3, DI8

La presente relazione rappresenta lo studio di impatto viabilistico dell'intervento di adeguamento della viabilità esterna al PEC di via Adam.

2. QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO

Lavori pubblici

- Decreto legislativo 18 aprile 2016, n. 50 - Attuazione delle direttive 2014/23/UE, 2014/24/UE e 2014/25/UE sull'aggiudicazione dei contratti di concessione, sugli appalti pubblici e sulle procedure d'appalto degli enti erogatori nei settori dell'acqua, dell'energia, dei trasporti e dei servizi postali, nonché per il riordino della disciplina vigente in materia di contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture;
- D.P.R. 05/10/2010 n. 207 - "Regolamento di esecuzione e attuazione del decreto legislativo 12/04/2006 n. 163".

Strade

- D.L. 30.4.92 n. 285 e s.m.i. - "Nuovo Codice della Strada";
- D.P.R. 16.12.92 n. 495 - "Regolamento di esecuzione e attuazione del Nuovo Codice della Strada";

- D.M. 5/11/2001, n. 6792 - “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade”;
- D.M. 19/04/2006 - “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali”;
- D.M. 21/06/2004 - “Istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali”;
- Circolare 25/08/2004 - “Direttiva sui criteri di progettazione, installazione, verifica e manutenzione dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali”;
- Circolare 15/11/2007 - “Scadenza della validità delle omologazioni delle barriere di sicurezza rilasciate ai sensi delle norme antecedenti il DM 21.06.2004”;
- Circolare 21/07/2010 - “Istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali”;
- D.M. 28/06/2011 - “Disposizioni sull'uso e l'installazione dei dispositivi di ritenuta stradale”.

Commercio Regione Piemonte

- Deliberazione del Consiglio Regionale 20 novembre 2012, n. 191 - 43016 Revisione degli indirizzi generali e dei criteri di programmazione urbanistica per l'insediamento del commercio al dettaglio in sede fissa. Ulteriori modifiche dell'allegato A alla deliberazione del Consiglio regionale 29 ottobre 1999, n. 563-13414 (Indirizzi generali e criteri di programmazione urbanistica per l'insediamento del commercio al dettaglio in sede fissa, in attuazione del decreto legislativo 31 marzo 1998, n. 114).

3. STATO ATTUALE

L'intervento di adeguamento viabilistico riguarda la tratta urbana di Via Adam delimitata a nord dalla rotatoria di svincolo con la S.P. 31 e la S.P. 31 bis ed a sud dalla intersezione con la via Camurati.

Si tratta di un'asse stradale di primaria importanza per la città di Casale Monferrato, rappresentando il principale e più diretto collegamento con le arterie extraurbane S.P. 31 bis, S.P. 31 e S.P. 596 dir e quindi per i flussi di traffico provenienti/diretti rispettivamente da/verso Ovest, Nord ed Est.

La tratta in questione ha uno sviluppo di circa 550 m, con una larghezza di carreggiata variabile nell'intervallo 10.00-10.70 m.

Percorrendo la strada dall'intersezione di via Camurati, e procedendo verso nord, si trovano le preesistenze seguenti:

- lungo il ciglio destro vi è un autolavaggio/distributore di carburante per autoveicoli e quindi un edificio residenziale con annessa area di parcheggio posta sul fronte strada; segue un'area in dismissione, e quindi l'area cosiddetta ex. IBL, oggetto del PEC in questione;
- lungo il ciglio sinistro si trova il confine dello stabilimento Cerutti caratterizzato da molteplici accessi carrai e da un marciapiede di sviluppo circa 80 m; superato l'ingresso principale dello stabilimento segue un'area di parcheggio a servizio dello stesso e quindi l'intersezione con la via Caduti sul Lavoro; più oltre, e fino alla fine dell'area indagata, il ciglio sinistro presenta una ampia banchina pavimentata, utilizzata quale area di parcheggio per i fondi a confine.

Si riporta a seguire una sintetica documentazione fotografica dell'area indagata.



Foto 1 – Intersezione via Camurati



Foto 2 – Tratto iniziale, in dx distributore carburante



Foto 3 – Ingresso esistente area ex IBL



Foto 4 – Intersezione via Caduti sul Lavoro



Foto 5 – Tratto a nord via Caduti sul Lavoro



Foto 6 – Sezione fine intervento

La strada presenta due serie di caditoie laterali, che conferiscono le acque di piattaforma in due condotte in c.a. di sezione variabile correnti lungo le banchine esistenti.
È presente un impianto di pubblica illuminazione con pali disposti sul solo ciglio destro ad interasse di circa 25 m.

Gli attraversamenti pedonali sono, all'attualità, previsti in corrispondenza dell'intersezione di via Camurati, dell'ingresso principale dello stabilimento Cerutti e infine presso la strada di accesso alle abitazioni adiacenti il rondò S.P. 31 – S.P. 31 bis.

Presso le strisce pedonali esistenti sono presenti, sui due lati contrapposti della strada, le paline di segnalazione delle fermate del trasporto collettivo.

I marciapiedi sono quasi totalmente assenti, se si esclude il breve tratto adiacente allo stabilimento Cerutti; in considerazione degli elevati flussi di traffico presenti, nel complesso, la fruibilità della strada da parte dell'utenza più debole, pedonale e ciclabile, appare piuttosto critica.

4. DESCRIZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO

4.1 Generalità

In ottemperanza alle prescrizioni di cui all'art. 19 delle NTA di PRGC il progetto di adeguamento della viabilità di via Adam prevede gli interventi seguenti:

- allargamento della sede stradale con sezione a quattro corsie (due per ciascun senso di marcia);
- previsione di marciapiedi su entrambi i cigli stradali;
- nuova rotatoria in corrispondenza della via Camurati e via Carrera;
- nuova rotatoria in corrispondenza della via Caduti sul Lavoro, con accesso alla viabilità interna del PEC;
- integrazione nel nuovo sistema viabilistico della strada di accesso alle case di abitazione poste nel settore della rotatoria S.P. 31 – S.P. 31 bis.

Lo sviluppo complessivo del tratto stradale oggetto di intervento è pari a 553 m circa. La sezione zero è posta alla distanza di 39.11 m dall'intersezione con via Camurati, mentre la sezione terminale è collocata in prossimità del manufatto di attraversamento del rio Castagna.

Nel dettaglio il progetto stradale è descritto nei termini che seguono:

- l'intersezione con via Camurati e via Carrera è risolta con una minirotatoria di diametro 22 m, collocata in posizione leggermente eccentrica in modo da realizzare il minimo impatto sulle strutture preesistenti, caratterizzate dalla proprietà Cerutti, il distributore di carburante/autolavaggio, due esercizi di ristorazione e somministrazione;
- all'uscita dalla minirotatoria la corsia di marcia destra mantiene la larghezza attuale per 75 m circa, fino alla sezione 14; dalla sezione 15 la carreggiata si allarga in destra accogliendo due corsie;
- la corsia sinistra attuale invece si allarga immediatamente accogliendo due corsie di marcia;
- la carreggiata completa a due corsie per senso di marcia mantiene la sezione di massima larghezza fino alla sezione di fine intervento;
- alla progressiva 363,86 m è collocata la rotatoria principale dell'intervento, avente diametro esterno 40 m, che realizza l'intersezione con la via Caduti sul Lavoro e, nel contempo, consente l'accesso alla viabilità interna dell'area commerciale.

4.2 Sezioni trasversali tipo

La sezione stradale tipica di riferimento della carreggiata stradale, ai sensi del D.M. 5 novembre 2001 - "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle Strade", è individuata nella sezione di categoria E - Strada urbana di quartiere, soluzione a 2+2 corsie di marcia, di cui 1+1 percorsa da autobus (Figura 5).

Soluzione a 2+2 corsie di marcia
di cui 1+1 percorsa da autobus

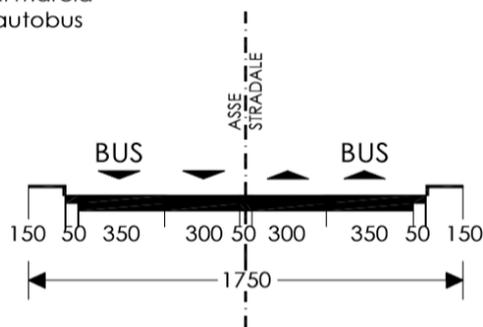


Figura 5 – D.M. 5 novembre 2001 – Sezione categoria E, strada urbana di quartiere, soluzione a 2+2 corsie

La suddetta sezione è stata poi rielaborata con gli aggiustamenti seguenti:

- la larghezza delle corsie è stata uniformata al valore medio di 3,25 m, ottenendo comunque una larghezza complessiva di sede viabile immutata, pari a 14,50 m;
- i marciapiedi rialzati di larghezza 1,50 sono stati sostituiti da piste ciclopedonali a raso ad uso promiscuo di larghezza 1,75 m, e sono stati resi fisicamente separati dal piano viabile mediante cordoli rialzati di larghezza 0,50 m.

Pertanto, la sezione tipo applicata al progetto in questione è quella riportata in figura 6.

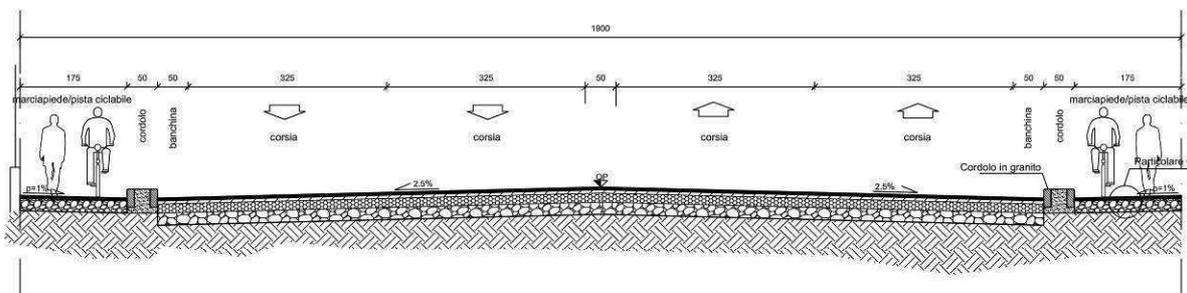


Figura 6 – Sezione stradale tipologica adottata in progetto

Si riportano a seguire gli elementi geometrici caratteristici della sezione tipica:

- dx: pista ciclopedonale in sede promiscua: larghezza 1,75 m;
- dx: cordolo di separazione: larghezza 0,50 m;
- dx: banchina: larghezza 0,50 m;
- dx: prima corsia di marcia: larghezza 3,25 m;
- dx: seconda corsia di marcia: larghezza 3,25 m;
- elemento spartitraffico centrale, a raso: larghezza 0,50 m;
- sx: seconda corsia di marcia: larghezza 3,25 m;
- sx: prima corsia di marcia: larghezza 3,25 m;
- sx: banchina: larghezza 0,50 m;
- sx: cordolo di separazione: larghezza 0,50 m;
- sx: pista ciclopedonale in sede promiscua: larghezza 1,75 m.

L'intervallo di velocità di progetto standard è 40-60 km/h. La velocità di progetto definita in progetto vale 60 km/h.

La sovrastruttura stradale di progetto deve tenere conto della circostanza per cui parte della sede stradale attuale risulta appoggiata sulla pavimentazione storica realizzata in calcestruzzo; mentre parte delle nuove opere sarà realizzata mediante allargamento della strada esistente su nuova sede.

Pertanto, la pavimentazione prevista in caso di sottofondo in calcestruzzo o comunque su sottofondo consolidato è realizzata, previa scarifica, con i livelli seguenti:

- strato di collegamento in conglomerato bituminoso (binder) di altezza 0,04-0,10 m;
- tappeto di usura tipo S.M.A. (Splitt-Mastix-Asphalt) di altezza 0,03 m.

Invece la pavimentazione prevista su nuova sede (in ragione degli allargamenti e dei nuovi anelli giratori) è prevista secondo gli strati seguenti:

- bonifica altezza 0,50 m;
- posa di tessuto non tessuto con funzione anticontaminante di grammatura 200 g/m²;
- rilevato con materiale proveniente da cava;
- sottofondazione in misto cementato di altezza 0,25 m;
- strato di base in conglomerato bituminoso (tout venant) di altezza 0,10 m;
- strato di collegamento in conglomerato bituminoso (binder) di altezza 0,04 m;
- tappeto di usura tipo S.M.A. (Splitt-Mastix-Asphalt) di altezza 0,03 m.

Per le sole piste ciclopedonali è prevista la stratigrafia seguente:

- rilevato con materiale proveniente da cava;
- sottofondazione in misto cementato di altezza 0,25 m;
- tappeto di usura pigmentato di altezza 0,02 m.

4.3 Rotatorie

Il progetto prevede la realizzazione di due nuove rotatorie:

- la nuova rotatoria di via Camurati – via Carrera;
- la nuova rotatoria di via Caduti sul Lavoro.

4.3.1 Rotatoria di via Camurati – via Carrera

La rotatoria, a quattro bracci, gestisce l'intersezione della via Adam con la via Camurati e la via Carrera (Figura 7).

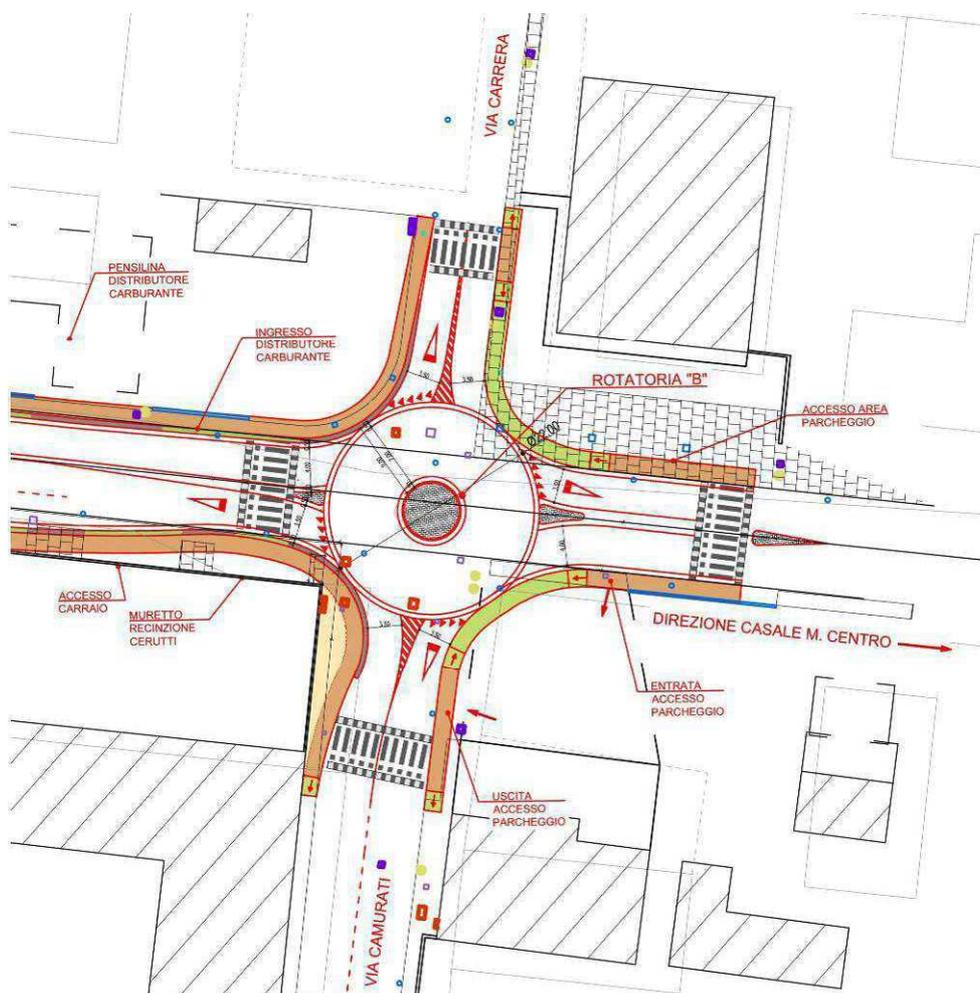


Figura 7 – Rotatoria via Adam-via Camurati-via Carrera

In questo caso la presenza di un tessuto urbano già densamente costruito, nonché l'esistenza di attività di ristorazione e somministrazione fortemente vincolate all'attuale assetto della viabilità e dei parcheggi, hanno indotto a prevedere una giratoria di ingombro minimo, con diametro esterno pari a 22 m. Per altro, le verifiche del livello di servizio della rotatoria, pur con tale valore ridotto del diametro esterno, sono risultate positive; per tale aspetto si rimanda alla relazione di impatto viabilistico allegata al progetto.

Le caratteristiche geometriche principali della giratoria sono pertanto:

- diametro esterno: 22,00 m;
- diametro dell'isola centrale: 6,00 m;
- banchina interna: 0,50 m;
- anello di rotazione: 7,00 m;
- banchina esterna: 0,50 m;
- corsie di ingresso asse principale: 3,50 m;
- corsie di uscita asse principale: 4,00 m.

Si riporta in figura 8 la tabella 6 del D.M. 19/04/2006, con riportate le verifiche di congruenza delle larghezze di corsia con il disposto normativo.

Elemento modulare	Diametro esterno della rotatoria (m)	Larghezza corsie (m)
Corsie nella corona rotatoria (*), per ingressi ad una corsia	≥ 40	6,00
	Compreso tra 25 e 40	7,00
	Compreso tra 14 e 25	7,00 - 8,00
Corsie nella corona rotatoria (*), per ingressi a più corsie	≥ 40	9,00
	< 40	8,50 - 9,00
Bracci di ingresso (**)		3,50 per una corsia
		6,00 per due corsie
Bracci di uscita (*)	< 25	4,00
	≥ 25	4,50

Figura 8 – Tabella 6 D.M. 19/04/2006

4.3.2 Rotatoria di via Caduti sul Lavoro

La rotatoria, a quattro bracci, gestisce l'intersezione della via Adam con la via Caduti sul Lavoro; prevede inoltre l'accesso alla nuova area commerciale (Figura 9).

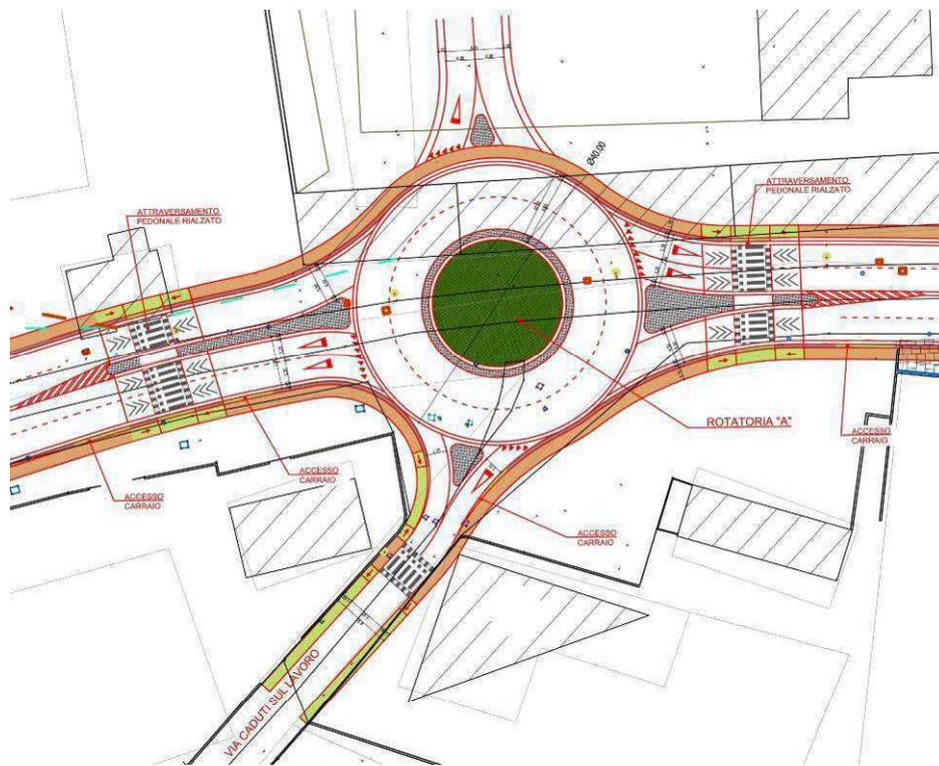


Figura 9 – Rotatoria via Adam-via Caduti sul Lavoro

In questo caso le caratteristiche geometriche principali della rotatoria sono:

- diametro esterno: 40,00 m;
- diametro dell'isola centrale: 19,00 m;
- banchina interna: 1,00 m;
- anello di rotazione: 9,00 m;
- banchina esterna: 0,50 m;
- corsie di ingresso asse principale: 3,25 m x 2;
- corsie di uscita asse principale: 4,50 m.

Si riporta in figura 10 la tabella 6 del D.M. 19/04/2006, con riportate le verifiche di

congruenza delle larghezze di corsia con il disposto normativo.

Elemento modulare	Diametro esterno della rotatoria (m)	Larghezza corsie (m)
Corsie nella corona rotatoria (*), per ingressi ad una corsia	≥ 40	6,00
	Compreso tra 25 e 40	7,00
	Compreso tra 14 e 25	7,00 - 8,00
Corsie nella corona rotatoria (*), per ingressi a più corsie	≥ 40	9,00
	< 40	8,50 - 9,00
Bracci di ingresso (**)		3,50 per una corsia
		6,00 per due corsie
Bracci di uscita (*)	< 25	4,00
	≥ 25	4,50

Figura 10 – Tabella 6 D.M. 19/04/2006

L'adeguamento di via Caduti sul Lavoro prevede la realizzazione di una carreggiata di larghezza 5,50 m, con due marciapiedi laterali di larghezza 1,50 m.

Il nuovo asse viabilistico di servizio all'area commerciale è previsto con carreggiata di larghezza complessiva 10 m così suddivisi:

- marciapiede destro: larghezza 1,00 m;
- corsia di marcia destra: larghezza 4,00 m;
- corsia di marcia sinistra: larghezza 4,00 m;
- marciapiede sinistro: larghezza 1,00 m.

4.4 Verifiche rotatorie

Le verifiche geometriche sulle rotatorie riguardano sia i calibri delle corsie (analizzate precedentemente), sia la verifica di deviazione e di visibilità.

La verifica di deviazione della rotatoria di via Caduti sul Lavoro non risulta soddisfatta. Tuttavia, va evidenziato che tale verifica trova il suo fondamento nell'assicurare che la velocità di percorrenza degli autoveicoli all'interno dell'anello giratorio risulti convenientemente ridotta, inferiore ai 50 km/h. Nel caso in studio la velocità degli autoveicoli in ingresso alla rotatoria è effettivamente ridotta in ragione della previsione degli attraversamenti pedonali rialzati previsti in corrispondenza dei bracci dell'asse principale.

Per quanto riguarda la verifica di visibilità si ricorda che il D.M. 19/04/2006 paragrafo 4.6. prevede quanto segue:

“Negli incroci a rotatoria, i conducenti che si approssimano alla rotatoria devono vedere i veicoli che percorrono l'anello centrale al fine di cedere ad essi la precedenza o eventualmente arrestarsi; sarà sufficiente una visione completamente libera sulla sinistra per un quarto della sviluppo dell'intero anello, secondo la costruzione geometrica riportata in Figura 12, posizionando l'osservatore a 15 metri dalla linea che delimita il bordo esterno dell'anello giratorio.”

In figura 11 è riportata la verifica di visibilità della rotatoria di via Caduti sul Lavoro.

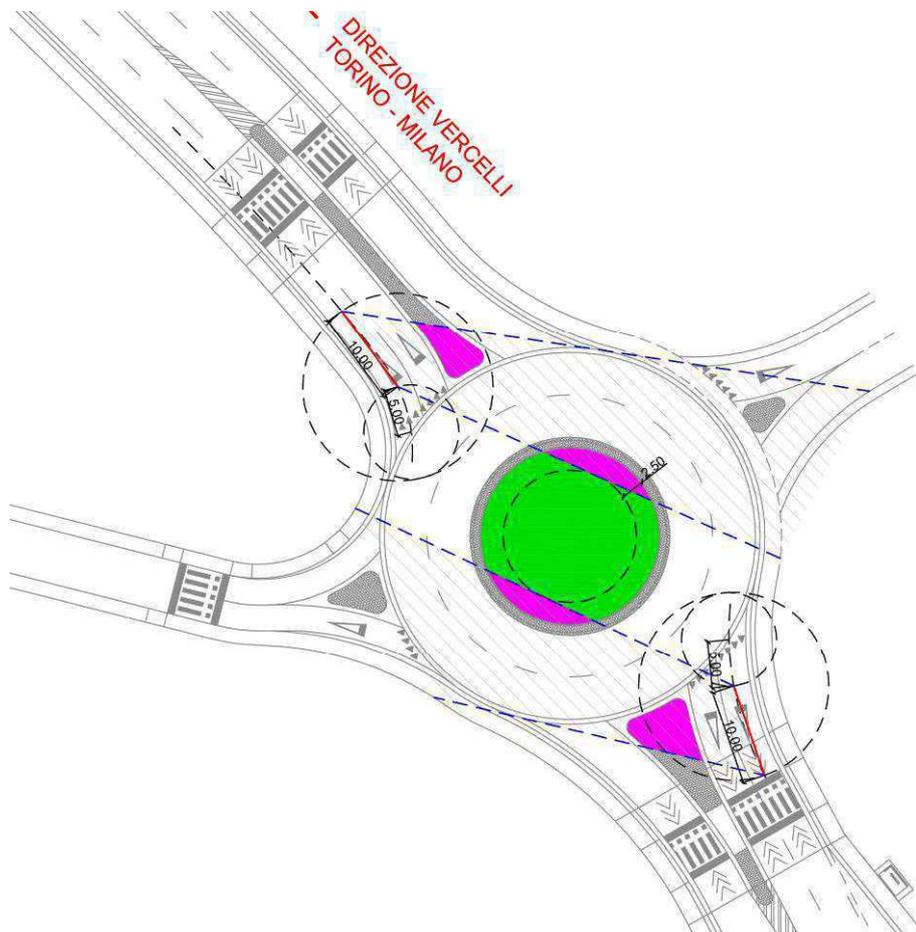


Figura 11 – Rotatoria via Caduti sul Lavoro, verifica di visibilità

Per quanto attiene la minirotonda di via Camurati-via Carrera si evidenzia che le verifiche di deviazione e visibilità non possono trovare applicazione in ragione del ridotto valore del diametro esterno e dell'isola centrale.

4.5 Marciapiedi

I marciapiedi, con utilizzo promiscuo pedonale e ciclabile, sono normalmente previsti a raso, di larghezza corrente 1,75 m. Un cordolo divisorio rialzato, di larghezza 0,50 m, realizza la separazione fisica del traffico autoveicolare dal traffico ciclopedonale.

Fa eccezione la sistemazione della viabilità ciclopedonale in corrispondenza della rotatoria di via Camurati - via Carrera, laddove sono presenti tratti di marciapiede rialzato rispetto alla sede stradale. Tale accorgimento consente di garantire la sicurezza di pedoni e ciclisti nei tratti dove non è stato possibile inserire il cordolo di separazione normalmente previsto.

4.6 Attraversamenti pedonali

Gli attraversamenti pedonali previsti in corrispondenza dei quattro bracci della rotatoria di via Camurati-via Carrera, nonché su via Caduti sul Lavoro sono del tipo consueto a raso.

Diversamente, lungo l'asse principale di via Adam, e in stretta relazione con la rotonda principale e con le piazzole di fermata del trasporto collettivo, si è manifestata la duplice esigenza di limitare la velocità del traffico veicolare e di incrementare le condizioni di sicurezza dei pedoni impegnati nell'attraversamento di una strada dotata di ben quattro corsie di marcia.

Pertanto, sulla via Adam, sono stati previsti tre attraversamenti pedonali rialzati, ai quali gli autoveicoli accedono attraverso opportune rampe in salita. Inoltre, in corrispondenza dei suddetti attraversamenti pedonali è prevista un'isola centrale salvagente, protetta da idonei cordoli spartitraffico, e funzionale a consentire l'attraversamento in sicurezza dei pedoni in due fasi.

4.7 Piazzole di fermata

Il progetto prevede l'inserimento di quattro piazzole di fermata dedicate al trasporto collettivo. Le suddette piazzole sono geometricamente individuate da un trapezio isoscele avente basi 36 m e 12 m e altezza 2,70 m.

Le piazzole sono state previste:

- sui due lati della strada in posizione prossima allo stabilimento Cerutti;
- sui due lati della strada a nord della rotonda di via Caduti sul Lavoro.

Le piazzole sono dotate di pensiline per l'accoglienza dell'utenza del traffico collettivo.

4.8 Accessi carrai

Il rilievo topografico realizzato sulla situazione attuale ha consentito di individuare la totalità degli accessi carrai esistenti. Nella generalità dei casi gli accessi carrai attuali sono stati mantenuti; rappresenta un'eccezione l'accesso carraio dello stabilimento Cerutti, posto in prossimità della minirotonda di via Camurati-via Carrera, che, in causa dell'interferenza con la nuova giratoria, deve essere chiuso.

L'interferenza degli accessi con la presenza delle piste ciclopedonali di progetto è stata gestita prevedendo, localmente, la discesa a raso dei cordoli di separazione/protezione.

5. OBIETTIVI DELLO STUDIO

La verifica di impatto sulla viabilità è condotta sulla base dell'allegato B della DCR 191-43016/2012 che all'art. 26 dispone che la domanda di autorizzazione commerciale debba essere accompagnata da idoneo studio di impatto sulla viabilità dell'area, sulla parte della rete che possa risentire in misura significativa dell'incremento del traffico indotto dall'attività commerciale e che tenga conto anche delle opere infrastrutturali previste nel progetto unitario di coordinamento approvato dal comune.

Lo studio deve comprendere la verifica funzionale dei nodi e degli assi stradali, in modo che sia garantita un'idonea organizzazione delle intersezioni viarie e degli svincoli di immissione sulla rete stradale interessata, in funzione della classe di appartenenza dei singoli tronchi, della capacità degli stessi e dei livelli di servizio previsti dai comuni e dalle province per le strade di rispettiva competenza.

Il traffico indotto di vetture private deve essere calcolato assumendo convenzionalmente un flusso viario, in ora di punta, pari al valore ottenuto applicando i parametri della tabella che segue, dove C è il fabbisogno dei posti a parcheggio complessivo ed F è il flusso viario da

considerare sia in entrata sia in uscita:

C	F
Fino a 1.000 posti auto	$F = 1 \times C$
Più di 1.000 posti auto	$F = 1000 + 0,65 (C - 1.000)$

Il traffico ordinario deve essere assunto quale il maggiore valore tra il massimo calcolato su base oraria stimato tra le ore 17 e le ore 19 del venerdì e del sabato ed il maggior valore rilevato nell'arco di 2 settimane consecutive, con esclusione dei mesi di agosto e dicembre.

I livelli di servizio sono così definiti:

- a) LIVELLO A: gli utenti non subiscono interferenze alla propria marcia, hanno elevate possibilità di scelta delle velocità desiderate (flusso libero); il confort per l'utente è elevato;
- b) LIVELLO B: la densità del traffico è più alta del livello A e gli utenti subiscono lievi condizionamenti alla libertà di manovra e al mantenimento delle velocità desiderate; il confort per l'utente è discreto;
- c) LIVELLO C: le libertà di manovra dei singoli veicoli sono significativamente influenzate dalle mutue interferenze che limitano la scelta della velocità e le manovre all'interno della corrente veicolare; il confort per l'utente è medio;
- d) LIVELLO D: è caratterizzato da alte densità di traffico ma ancora da stabilità di deflusso; la velocità e la libertà di manovra sono condizionate in modo sensibile; ulteriori incrementi di domanda possono creare limitati problemi di regolarità di marcia; il confort per l'utente è medio-basso;
- e) LIVELLO E: rappresenta condizioni di deflusso veicolare che hanno come limite inferiore il valore della capacità della strada; le velocità medie dei veicoli sono modeste (circa la metà di quelle del livello A) e pressoché uniformi; vi è ridotta possibilità di manovra entro la corrente; incrementi di domanda o disturbi alla circolazione sono riassorbiti con difficoltà dalla corrente di traffico; il confort per l'utente è basso;
- f) LIVELLO F: tale condizione si verifica allorché la domanda di traffico supera la capacità di smaltimento della sezione stradale utile, per cui si hanno condizioni di flusso forzato con code di lunghezza crescente, velocità di deflusso molto basse, possibili arresti del moto; il flusso veicolare è critico.

Nel caso di localizzazione di tipo L2 il livello di servizio F non può essere accettato, mentre il livello di servizio E può considerarsi tollerabile solo se riferito al traffico di punta eccezionale e quando sia dimostrata un'ampia capacità residua. Gli altri livelli di servizio si considerano compatibili con il buon funzionamento del sistema della viabilità.

Il presente studio di impatto viabilistico si articola per fasi partendo dall'analisi dello stato di fatto (domanda di trasporto attuale) a cui viene sovrapposto l'incremento di traffico dovuto alle nuove attività (domanda di trasporto indotta) con l'obiettivo di creare uno scenario di traffico "probabile" (domanda di trasporto futura).

Lo scenario di progetto rappresenta la base quantitativa per la verifica di compatibilità definita attraverso l'impiego dei modelli matematici indirizzati all'analisi di reti viarie e consolidati in letteratura.

Più in dettaglio le analisi sono suddivise in:

- analisi dello stato di fatto con l'individuazione degli archi e dei nodi critici;
- quantificazione della domanda di trasporto indotta;

- inserimento delle nuove opere viarie necessarie a garantire la compatibilità viabilistica dell'intervento;
- verifica delle riserve di capacità dei diversi elementi di rete mediante il calcolo dei Livelli Operativi di Servizio (L.O.S.) dei singoli elementi della rete stradale (nodi e archi) secondo le indicazioni di H.C.M. e D.S.T.R. SETRA-CERTU.

La quantificazione della domanda di trasporto che impegna attualmente l'area di studio è stata condotta mediante una campagna di misura effettuata durante il mese di aprile 2018.

6. METODI DI CALCOLO DEI LIVELLI DI SERVIZIO

Trattando elementi di reti stradali i metodi utilizzati si occupano di verifiche quantitative per archi stradali (tratti rettilinei) e nodi (intersezioni).

L'analisi delle prestazioni delle diverse componenti del sistema viario viene sviluppata facendo riferimento a condizioni di:

- flusso ininterrotto (tratte stradali);
- flusso interrotto (intersezioni).

Nel caso di condizioni di flusso ininterrotto i modelli analitici utilizzati per la stima del Livello di Servizio (LdS) sono contenuti nell'Highway Capacity Manual (versioni 1985 e 2000).

Per le intersezioni (flusso interrotto), si fa riferimento a specifici modelli analitici presenti in letteratura quali:

- algoritmi e modelli di stima dei Livelli di Servizio su intersezioni a raso libere proposti da H.C.M. 1985 e 2000;
- algoritmi e modelli dei tempi di ritardo su intersezioni semaforizzate proposti da F.W. Webster in "Traffic Signals Settings";
- algoritmi e modelli di calcolo delle riserve di capacità e dei tempi di ritardo su intersezioni a rotatoria proposti da D.S.T.R.-Setra-Certu in Programme de Calcul de Capacite des Carrefour Giratoires.

6.1 Livelli di servizio su tratte stradali

La metodologia indicata da HCM per la determinazione dei Livelli di Servizio su tratte stradali si suddivide in:

- metodi per la determinazione dei LOS su tratte a carreggiata separata (Multilane Highway);
- metodi per la determinazione dei LOS su tratte a carreggiata unica (Two-lane Highway).

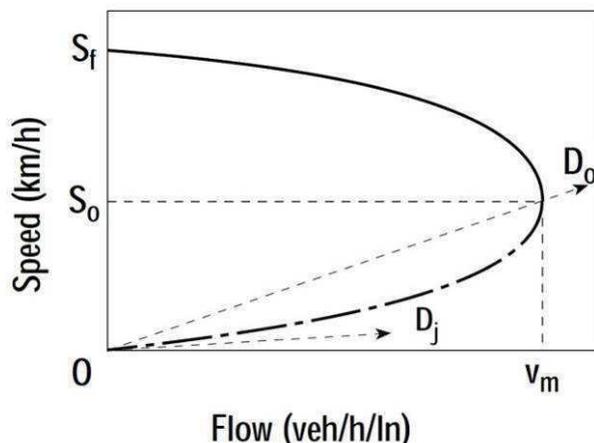
Nella metodologia le caratteristiche del deflusso dei veicoli sono analizzate in condizioni di:

- sottosaturazione;
- scarico di coda;
- sovrasaturazione.

Per condizioni di sottosaturazione il deflusso in un punto non è condizionato dalle condizioni di monte o di valle (non si verifica la presenza di onde di shock). Per condizioni di scarico di coda il deflusso è condizionato dal verificarsi di colli di bottiglia con aumento repentino della portata e della velocità. Per condizioni di sovrasaturazione il deflusso a monte di un collo di bottiglia o di una interruzione è influenzato dalla perturbazione e l'onda di shock si propaga

risalendo la corrente.

La relazione Flusso/Velocità è del tipo:



6.1.1 Determinazione dei LOS su tratte a carreggiata unica

Per tratte a carreggiata unica valgono le seguenti regole:

- strade a carreggiata unica e doppio senso di marcia;
- le condizioni di deflusso in una direzione sono influenzate dal flusso in entrambe le direzioni e dalle caratteristiche del tracciato (condizioni di flusso interrotto).

I fattori che influenzano il LOS sono:

- possibilità di superare veicoli più lenti;
- entità del flusso;
- velocità del flusso;
- % di tempo trascorsa in attesa di effettuare un sorpasso (PTSF);
- tipologia di strada (strade principali e strade secondarie).

Il meccanismo di sorpasso dipende da:

- entità e tipologia flusso opposto;
- possibilità di sorpasso (linea mediana continua);
- velocità del veicolo da superare;
- caratteristiche del tracciato.

Calcolo di FFS (Free Flow Speed):

$$FFS = BFFS - f_{LS} - f_A$$

dove:

$BFFS$ = FFS di base (km/h);

f_{LS} = fattore correttivo per larghezza corsia e banchina;

f_A = fattore correttivo per presenza di accessi a raso.

EXHIBIT 20-5. ADJUSTMENT (f_{LS}) FOR LANE WIDTH AND SHOULDER WIDTH

Lane Width (m)	Reduction in FFS (km/h)			
	Shoulder Width (m)			
	$\geq 0.0 < 0.6$	$\geq 0.6 < 1.2$	$\geq 1.2 < 1.8$	≥ 1.8
2.7 < 3.0	10.3	7.7	5.6	3.5
$\geq 3.0 < 3.3$	8.5	5.9	3.8	1.7
$\geq 3.3 < 3.6$	7.5	4.9	2.8	0.7
≥ 3.6	6.8	4.2	2.1	0.0

Tabella 1: fattore correttivo per larghezza corsia e banchina

EXHIBIT 20-6. ADJUSTMENT (f_A) FOR ACCESS-POINT DENSITY

Access Points per km	Reduction in FFS (km/h)
0	0.0
6	4.0
12	8.0
18	12.0
≥ 24	16.0

Tabella 2: fattore correttivo per numero di accessi a raso

Determinazione tasso di flusso V_p :

$$V_p = \frac{V}{PHF * f_{HV} * f_G}$$

dove:

V = flusso orario (veic/h);

PHF = fattore ora di punta;

f_{HV} = fattore correttivo per veicoli pesanti;

f_G = fattore correttivo per pendenza media della strada.

Il fattore f_G è determinabile con le seguenti tabelle:

EXHIBIT 20-7. GRADE ADJUSTMENT FACTOR (f_G) TO DETERMINE SPEEDS ON TWO-WAY AND DIRECTIONAL SEGMENTS

Range of Two-Way Flow Rates (pc/h)	Range of Directional Flow Rates (pc/h)	Type of Terrain	
		Level	Rolling
0-600	0-300	1.00	0.71
> 600-1200	> 300-600	1.00	0.93
> 1200	> 600	1.00	0.99

EXHIBIT 20-8. GRADE ADJUSTMENT FACTOR (f_G) TO DETERMINE PERCENT TIME-SPENT-FOLLOWING ON TWO-WAY AND DIRECTIONAL SEGMENTS

Range of Two-Way Flow Rates (pc/h)	Range of Directional Flow Rates (pc/h)	Type of Terrain	
		Level	Rolling
0-600	0-300	1.00	0.77
> 600-1200	> 300-600	1.00	0.94
> 1200	> 600	1.00	1.00

Tabella 3: fattore correttivo per pendenza media della strada

Il fattore correttivo f_{HV} è determinabile con la relazione:

$$f_{HV} = \frac{1}{1 + P_T(E_T - 1) + P_R(E_R - 1)}$$

dove:

E_T, E_R = fattori di equivalenza;
 P_T, P_R = frazione di veicoli pesanti;

Determinazione della velocità media di deflusso ATS:

$$ATS = FFS - 0.0125V_p - f_{np}$$

dove:

ATS = velocità media di deflusso per entrambe le direzioni
 V_p = tasso di flusso;
 FFS = velocità di flusso libero;
 f_{np} = frazione di strada in cui è impedito il sorpasso;

Il coefficiente f_{np} è ricavabile dalla seguente tabella:

EXHIBIT 20-11. ADJUSTMENT (f_{np}) FOR EFFECT OF NO-PASSING ZONES ON AVERAGE TRAVEL SPEED ON TWO-WAY SEGMENTS

Two-Way Demand Flow Rate, v_p (pc/h)	Reduction in Average Travel Speed (km/h)					
	No-Passing Zones (%)					
	0	20	40	60	80	100
0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
200	0.0	1.0	2.3	3.8	4.2	5.6
400	0.0	2.7	4.3	5.7	6.3	7.3
600	0.0	2.5	3.8	4.9	5.5	6.2
800	0.0	2.2	3.1	3.9	4.3	4.9
1000	0.0	1.8	2.5	3.2	3.6	4.2
1200	0.0	1.3	2.0	2.6	3.0	3.4
1400	0.0	0.9	1.4	1.9	2.3	2.7
1600	0.0	0.9	1.3	1.7	2.1	2.4
1800	0.0	0.8	1.1	1.6	1.8	2.1
2000	0.0	0.8	1.0	1.4	1.6	1.8
2200	0.0	0.8	1.0	1.4	1.5	1.7
2400	0.0	0.8	1.0	1.3	1.5	1.7
2600	0.0	0.8	1.0	1.3	1.4	1.6
2800	0.0	0.8	1.0	1.2	1.3	1.4
3000	0.0	0.8	0.9	1.1	1.1	1.3
3200	0.0	0.8	0.9	1.0	1.0	1.1

Tabella 4: fattore correttivo per parte di strada con divieto di sorpasso

Determinazione del tempo speso accodati a veicoli più lenti (PTSF):

$$PTSF = BPTSF + f_{d/np}$$

dove:

PTSF = percent-time-spent following

BPTSF = valore di base di *PTSF*;

$f_{d/np}$ = fattore correttivo per la frazione di strada in cui è impedito il sorpasso e per la distribuzione del traffico nelle due direzioni;

Il valore di *BPTSF* si ricava utilizzando:

$$BPTSF = 100(1 - e^{-0.000879V_p})$$

Il fattore $f_{d/np}$ si ricava dalla seguente tabella:

EXHIBIT 20-12. ADJUSTMENT ($f_{d/np}$) FOR COMBINED EFFECT OF DIRECTIONAL DISTRIBUTION OF TRAFFIC AND PERCENTAGE OF NO-PASSING ZONES ON PERCENT TIME-SPENT-FOLLOWING ON TWO-WAY SEGMENTS

Two-Way Flow Rate, v_p (pc/h)	Increase in Percent Time-Spent-Following (%)					
	No-Passing Zones (%)					
	0	20	40	60	80	100
Directional Split = 50/50						
≤ 200	0.0	10.1	17.2	20.2	21.0	21.8
400	0.0	12.4	19.0	22.7	23.8	24.8
600	0.0	11.2	16.0	18.7	19.7	20.5
800	0.0	9.0	12.3	14.1	14.5	15.4
1400	0.0	3.6	5.5	6.7	7.3	7.9
2000	0.0	1.8	2.9	3.7	4.1	4.4
2600	0.0	1.1	1.6	2.0	2.3	2.4
≥ 3200	0.0	0.7	0.9	1.1	1.2	1.4
Directional Split = 60/40						
≤ 200	1.6	11.8	17.2	22.5	23.1	23.7
400	0.5	11.7	16.2	20.7	21.5	22.2
600	0.0	11.5	15.2	18.9	19.8	20.7
800	0.0	7.6	10.3	13.0	13.7	14.4
1400	0.0	3.7	5.4	7.1	7.6	8.1
2000	0.0	2.3	3.4	3.6	4.0	4.3
≥ 2600	0.0	0.9	1.4	1.9	2.1	2.2
Directional Split = 70/30						
≤ 200	2.8	13.4	19.1	24.8	25.2	25.5
400	1.1	12.5	17.3	22.0	22.6	23.2
600	0.0	11.6	15.4	19.1	20.0	20.9
800	0.0	7.7	10.5	13.3	14.0	14.6
1400	0.0	3.8	5.6	7.4	7.9	8.3
≥ 2000	0.0	1.4	4.9	3.5	3.9	4.2
Directional Split = 80/20						
≤ 200	5.1	17.5	24.3	31.0	31.3	31.6
400	2.5	15.8	21.5	27.1	27.6	28.0
600	0.0	14.0	18.6	23.2	23.9	24.5
800	0.0	9.3	12.7	16.0	16.5	17.0
1400	0.0	4.6	6.7	8.7	9.1	9.5
≥ 2000	0.0	2.4	3.4	4.5	4.7	4.9
Directional Split = 90/10						
≤ 200	5.6	21.6	29.4	37.2	37.4	37.6
400	2.4	19.0	25.6	32.2	32.5	32.8
600	0.0	16.3	21.8	27.2	27.6	28.0
800	0.0	10.9	14.8	18.6	19.0	19.4
≥ 1400	0.0	5.5	7.8	10.0	10.4	10.7

Tabella 5: fattore correttivo per la parte in cui è impedito il sorpasso e per la distribuzione del traffico nelle due direzioni

Con a disposizione i valori della velocità media di deflusso (ATS) e la percentuale di tempo

spesa accodati (PTSF) si determina il livello di servizio del tratto di strada considerato:

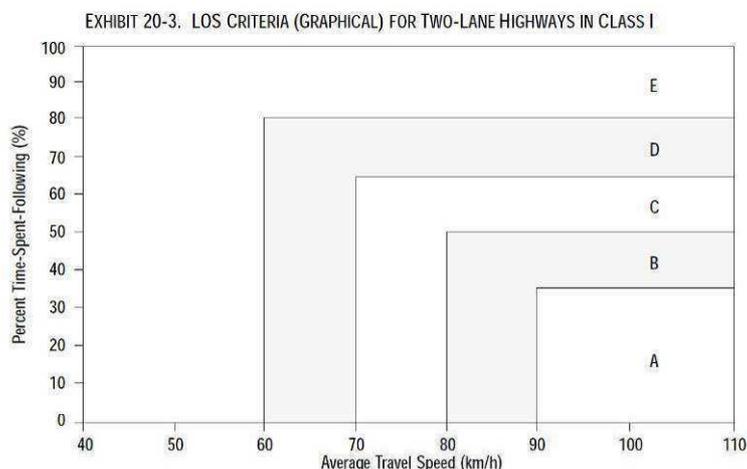


Tabella 6: livelli di servizio per strade a carreggiata unica

Riassumendo, per tratte a carreggiata unica i Livelli di Servizio possono venire stimati in funzione dei due diversi metodi di calcolo proposti da HCM 1985 e HCM 2000 e precisamente:

LOS	HCM 1985		HCM 2000	
	FLUSSO/CAP.	FLUSSO (Veic./H)	PTSF (%)	FLUSSO (Veic./H)
A	0,18	≅ 575	40	≅ 700
B	0,32	≅ 1042	60	≅ 700
C	0,52	≅ 1650	77	≅ 700
D	0,77	≅ 2450	88	≅ 700
E	>0,77	-----	>88	≅ 700

Tabella 7: livelli di servizio su tratte stradali con carreggiata unica

In Europa e in Italia, nel caso di tratte a carreggiata unica viene proposta, da più parti, l'adozione di alcuni adattamenti della modellistica statunitense. Gli adattamenti sono suggeriti per meglio considerare lo specifico parco veicolare e le specifiche caratteristiche personali europee.

Ad esempio, dalla Regione Lombardia, viene suggerito per HCM 1985 di:

- utilizzare un valore di capacità pari a 3200 veicoli/ora e non 2800 veicoli/ora;
- utilizzare rapporti flussi/capacità aumentati del 20% rispetto a quelli dell'HCM per determinare il passaggio tra Livelli di Servizio.

Per HCM 2000 viene suggerito di valutare il Livello di Servizio in funzione del solo parametro PTSF.

6.2 Livelli di servizio su intersezioni a raso libere

Il metodo adottato per la verifica dei livelli di servizio su intersezioni a raso libere mette in relazione le geometrie dell'intersezione con le manovre conflittuali e l'intervallo critico.

Quest'ultimo è funzione del tipo di disciplina della circolazione adottata e delle velocità di attraversamento dell'intersezione da parte dei veicoli.

Dati i volumi di traffico, espressi in veicoli equivalenti, per ogni manovra (vl) la procedura H.C.M. di calcolo delle capacità delle singole manovre e dei relativi LOS si sviluppa in passi successivi:

- in base all'ipotesi che gli intervalli liberi sul flusso principale siano utilizzati in ordine:
 1. per le svolte a destra della strada secondaria (RT);
 2. per le svolte a sinistra dalla strada principale (LTM);
 3. per gli attraversamenti della strada secondaria (TH);
 4. per le svolte a sinistra dalla secondaria (LTm).
- si determinano, in funzione della geometria dell'intersezione, i volumi di traffico conflittuali per ogni manovra di svolta;
- si stabilisce il valore dell'intervallo critico per ciascuna manovra in funzione delle caratteristiche dell'intersezione facendo riferimento alla tabella seguente:

Intervalli Critici [s]								
Velocità media strada principale	50 km/h				90 km/h			
Numero totale di corsie sulla principale	2		4		2		4	
Regolamentazione	Stop	Prec.	Stop	Prec.	Stop	Prec.	Stop	Prec.
RT	5,5	5,0	5,5	5,0	6,5	5,5	6,5	5,5
LTM	5,0		5,5		5,5		6,0	
TH	6,0	5,5	6,5	6,0	7,5	6,5	8,0	7,0
LTm	6,5	6,0	7,0	6,5	8,0	7,0	8,5	7,5

A cui si applicano alcune correzioni per meglio determinare la geometria dell'intersezione:

Correzioni per particolarità dell'intersezione [s]	
Per RT	
Raggio di curvatura > 15m	-0,5
Angolo fra le strade < 60°	-0,5
Presenza di corsia di accelerazione	-1,0
Per tutte le manovre	
Zona con popolazione > 250000 ab.	-0,5
Ridotta distanza di visibilità	1,0

In funzione del volume conflittuale e dell'intervallo critico (espresso in sec.) si ricava dall'abaco il valore della capacità potenziale per ogni singola manovra.

Per tenere conto dell'interazione delle varie svolte si introduce un fattore di impedenza, determinabile in funzione del rapporto tra flusso della *i*-esima manovra e la sua capacità potenziale, ottenendo la capacità della singola manovra (*cm*). Il valore di capacità ottenuto è valido se la manovra è canalizzata in una apposita corsia.

Nel caso in cui più manovre impegnano la medesima corsia il valore della capacità effettiva (*csh*) è dato dalla:

$$csh = (vl + vt + vr) / (vl/cml + vt/cmt + vr/cmr)$$

dove:

- csh* = capacità
- vl* = LT volume di traffico per svolta a sinistra su corsia condivisa
- vt* = TH volume di traffico per attraversamenti strada secondaria

vr = RT volume di traffico per svolta a destra dalla strada secondaria
 cml = capacità della manovra di svolta a sinistra
 cmt = capacità della manovra di attraversamento
 cmr = capacità della manovra di svolta a destra

Dalla capacità si deduce la saturazione e i tempi di ritardo per veicolo che sono riportati nella tabella seguente:

Livello di servizio	Tempo di attesa per veicolo (secondi)
A	< 10
B	10 - 15
C	15 - 25
D	25 - 35
E	35 - 50
F	> 50

Tabella 8: livelli di servizio su intersezioni a raso libere

6.3 Metodo di calcolo per intersezioni a rotatoria

Il metodo adottato per la verifica dei livelli di servizio su intersezioni a raso disciplinate attraverso rotatoria è derivato, per il calcolo dei perditempo e degli accumuli veicolari, dal modello quantitativo elaborato in Svizzera (VSS 3/89) e in Francia (CERTU/SETRA).

Successivamente i valori ottenuti sono rapportati ai perditempo indicati da H.C.M. 2000 per i livelli di servizio.

Il modello quantitativo pone in relazione i flussi in ingresso e in uscita con i flussi circolanti nell'anello e le geometrie di progetto della rotatoria. La formula generale per il calcolo della capacità di una entrata è data dalla:

$$C_e = 1500 - 8/9 Q_g$$

dove:

C_e = capacità dell'ingresso (veicoli/ora);

$Q_g = \beta * Q_c + \alpha * Q_s$

Q_c = portata del flusso circolante nell'anello;

Q_s = portata del flusso in uscita;

β = coeff. relativo alla larghezza dell'anello;

α = coeff. del flusso in uscita.

La stima dei tassi di capacità di un ingresso è data dalla:

$$T_{cue} = (\gamma Q_e / C_e) * 100$$

dove:

C_e = capacità dell'ingresso (veicoli/ora);

Q_e = flusso in ingresso;

γ = coeff. relativo al numero di corsie in ingresso.

Mentre per il tasso di capacità dell'anello abbiamo la:

$$T_{cuc} = ((\gamma Q_e + 8/9 * Q_g) / 1500) * 100$$

dove:

$$Qg = \beta \cdot Qc + \alpha \cdot Qs$$

Qe = flusso in ingresso;

γ = coeff. relativo al numero di corsie in ingresso.

I livelli di servizio adottati sono stati riferiti alla norma Svizzera VSS N° 640-024 come descritto nella tabella successiva:

LOS	Qualità della circolazione	Formazione di code di attesa	Tempo di ritardo (sec.)
A	Eccellente	Nessun veicolo in coda	<10
B	Buona	Qualche veicolo in coda	<15
C	Soddisfacente	Presenza temporanea di file di attesa	<25
D	Sufficiente	Presenza stabile di file di attesa	<45
E	Insufficiente	Presenza stabile di file di attesa	>45
F	Totalmente insufficiente	Presenza stabile di file di attesa Non assorbita	>>45

Tabella 9: livelli di servizio su intersezioni a rotatoria

6.4 Metodo di calcolo per tratti di scambio

Il calcolo del livello di servizio passa attraverso 4 distinte fasi:

1. equazioni predittive della velocità media dei flussi di scambio (S_w) e non di scambio (S_{nw});
2. equazioni che descrivono la proporzione di corsie disponibile per i flussi di scambio e non di scambio, in base alle quali si definisce se lo scambio è di tipo limitato o libero;
3. verifica che i parametri geometrici e di flusso siano compatibili con i limiti del modello;
4. definizione del livello di servizio attraverso il calcolo della velocità media ponderata dell'area.

6.4.1 Equazioni predittive della velocità media dei flussi.

Le equazioni sono specifiche in funzione del tipo di area (A, B, C) e in funzione della modalità in cui avviene lo scambio (limitato, libero).

Le informazioni necessarie per queste equazioni sono descrittive della geometria dell'area:

- lunghezza dell'area di scambio;
- numero di corsie;

e delle condizioni di traffico:

- velocità di flusso libero;
- flusso totale;
- rapporto tra il flusso di scambio e il flusso totale.

In genere si nota che:

- al crescere della lunghezza dell'area di scambio, aumenta la velocità media e

- diminuisce l'intensità degli scambi;
- all'aumentare della percentuale dei flussi di scambio sul totale, diminuisce la velocità media a causa dell'aumentare delle turbolenze;
 - all'aumentare del flusso medio per corsia, diminuisce la velocità media, a causa dell'aumento della densità del flusso;
 - come anticipato nella descrizione dei parametri fondamentali, in caso di operazioni costrette, si rileva una maggiore differenza tra velocità di scambio e non di scambio;
 - le aree di tipo B sono più efficienti nel gestire elevati flussi di scambio, si rilevano, infatti, velocità più alte rispetto alle aree di tipo A e C;
 - la velocità di scambio nelle aree di tipo A è più sensibile all'aumentare della percentuale di flusso di scambio rispetto alle aree di tipo B. Si deduce quindi che le aree di tipo A gestiscono meglio configurazioni con basso volume di flussi scambiati;
 - le velocità di scambio nelle aree di tipo A sono più sensibili all'aumentare della lunghezza di scambio, mentre le aree di tipo B e C risentono meno di questo parametro in quanto almeno un flusso di scambio avviene senza cambio di corsia.

6.4.2 Determinazione del tipo di operazione

- Per definire se l'operazione di scambio è di tipo limitato o libero si confrontano due variabili:
- N_w : numero di corsie che devono essere usate dai flussi di scambio per poter raggiungere la configurazione bilanciata o non costretta;
- $N_w(\max)$: numero di corsie che possono essere usate dai flussi di scambio nella configurazione in esame.

Nel caso in cui $N_w \leq N_w(\max)$ l'operazione di scambio è di tipo libero, viceversa ci si trova nel caso di operazione limitata.

In genere si osserva che il valore di $N_w(\max)$ è più restrittivo per le aree di tipo A, in quanto i veicoli scambiati devono occupare esclusivamente le corsie confinanti la linea di scambio per effettuare la manovra.

6.4.3 Verifica di compatibilità con il modello

Affinché il modello matematico rispecchi il comportamento reale dell'area di scambio vengono definiti i valori limite di riferimento che i seguenti parametri devono rispettare:

1. flusso di scambio massimo;
2. flusso massimo per corsia;
3. percentuale massima del flusso di scambio rispetto al flusso totale;
4. rapporto massimo tra il minore dei due flussi di scambio e il flusso di scambio totale;
5. lunghezza massima dell'area di scambio.

6.4.4 Calcolo del livello di servizio

Una volta definite le velocità di scambio e non di scambio, definito se le operazioni sono di tipo costretto o non costretto e verificato il rispetto dei limiti del modello, si calcola la velocità media di tutti i flussi veicolari e di conseguenza la densità media (D) definita come il rapporto tra il flusso medio per corsia e la velocità media.

In funzione della densità media e del tipo di strada si definisce il livello di servizio in base alla tabella sottostante (si fa presente che i valori di densità indicati sono espressi in veicoli/miglio/corsia).

Tabella 4-6	Densità massima (veq/miglio/corsia)	
	Autostrade	Altre strade
	0	0
A	10	12
B	20	24
C	28	32
D	35	36
E	43	40
F	>43	>40

Tabella 10: tabella per la determinazione del livello di servizio dell'area di scambio (traduzione della tabella 4-6 dell'HCM '97)

6.5 Metodo di distribuzione dei viaggi

Il modello generale di distribuzione dei viaggi è derivato dal principio di gravitazione universale newtoniano dove la forza attrattiva tra due corpi è correlata direttamente al peso delle loro masse ed è inversamente proporzionale alla loro distanza.

Similmente, nel modello gravitazionale di distribuzione dei viaggi gli spostamenti tra due zone dipendono direttamente dalle attività e dai pesi localizzati (demografia, servizi, attività produttive) e sono correlate in modo inversamente proporzionale a una funzione di deterrenza (distanza, tempo).

Il modello gravitazione di distribuzione dei viaggi utilizzato appare nella seguente formula (espresso, ad esempio, in C. J. Khisty, "Transportation Engineering an Introduction", Prentice hall, N.Y., 1985):

$$T_{ij} = (P_i A_j F(t)_{ij} K_{ij}) / (\sum A_j F(t)_{ij})$$

dove

T_{ij} = numero dei viaggi prodotti in zona i e attratti in zona j

P_i = numero dei viaggi in uscita dalla zona i

A_j = numero dei viaggi attratti dalla zona j

$F(t)_{ij}$ = fattore di frizione nello scambio tra i e j (curva di impedenza)

K_{ij} = parametro di normalizzazione dipendente dalla caratteristica dell'area

i = numero zone origine

j = numero zone destinazione

Dalla formulazione precedente si evince che la probabilità di avere un viaggio tra una origine (i) e una destinazione (j) dipende direttamente dal peso delle attività localizzate in ciascuna zona e dalla funzione di impedenza che esprime la difficoltà dello spostamento tra i e j all'aumentare della distanza o del tempo di trasporto.

Il membro posto al denominatore esprime, infine, la concorrenza che tutte le zone dell'area di studio effettuano sullo spostamento ij .

Quest'ultima annotazione permette di considerare il peso relativo di strutture simili nella distribuzione finale dei viaggi.

La definizione di $F(t)_{ij}$ è stata oggetto di una procedura di calibrazione del modello che è stato fatto "girare" su tre valori differenti della funzione di impedenza e precisamente:

- $F(t)_{ij} = t^{**}-1$;
- $F(t)_{ij} = t^{**}-2$;
- $F(t)_{ij} = e^{**}-t$.

Le funzioni esprimono diverse pendenze delle curve di deterrenza enfatizzando o diminuendo il ruolo della distanza o del tempo di viaggio nella creazione degli spostamenti tra origine e destinazione (logicamente l'esponenziale negativo conferisce alla distanza o al tempo di percorrenza un peso maggiore rispetto alle altre funzioni e tende a diminuire l'attrattività delle funzioni localizzate riducendone l'area di influenza).

Operativamente, per l'implementazione del modello gravitazionale è stato necessario definire:

- posizione e peso di ciascuno dei nodi di origine;
- posizione e peso di ciascuno dei nodi di destinazione;
- matrice dei costi unitari per ogni coppia di spostamenti O_i/D_j .

Il modello utilizzato è "vincolato alle destinazioni", cioè i clienti devono necessariamente raggiungere uno dei luoghi candidati alla "offerta" del servizio richiesto.

7. DELIMITAZIONE DELL'AREA DI STUDIO

L'asse viario principale oggetto di indagine è rappresentato dalla via Adam (Figura 12).



Figura 12 – Individuazione area di studio (Fonte Google Earth)

L'area di studio è delimitata a Nord dalla ampia rotatoria di collegamento con la S.P. 31 e la

S.P. 31bis. Verso sud l'area è delimitata, in sponda destra fiume Po, dalla intersezione della direttrice principale con i viali lungo Po Antonio Gramsci e San Michele Morozzo. Due intersezioni significative sono rappresentate dalla rotatoria di via Piacibello (evidenziata in colore azzurro) e dal collegamento con la Strada Vecchia Vercelli (evidenziata in colore giallo).

8. LA DOMANDA DI TRASPORTO ATTUALE

La campagna di misura dei flussi veicolari è stata condotta durante le giornate di venerdì 13/04/2018, sabato 14/04/2018, venerdì 20/04/2018 e sabato 21/04/2018. L'intervallo di rilevamento è stato compreso tra le ore 17.00 e le ore 19.00.

I dati di traffico sono stati rilevati mediante impiego di squadre di rilevatori dotati di conta colpi manuali allo scopo di suddividere i flussi transitanti sui singoli movimenti di svolta.

I valori sono stati suddivisi in intervalli di 15' (individuazione del PHF) e classificati in leggeri e pesanti.

Nelle tabelle successive sono riportati i valori dei flussi di traffico rilevati sulle singole sezioni e sui singoli movimenti di svolta.

In particolare, per il caso della rotatoria di svincolo della S.P. 31 e della S.P. 31 bis, i flussi rilevati sono indicati con le etichette riportate in figura.

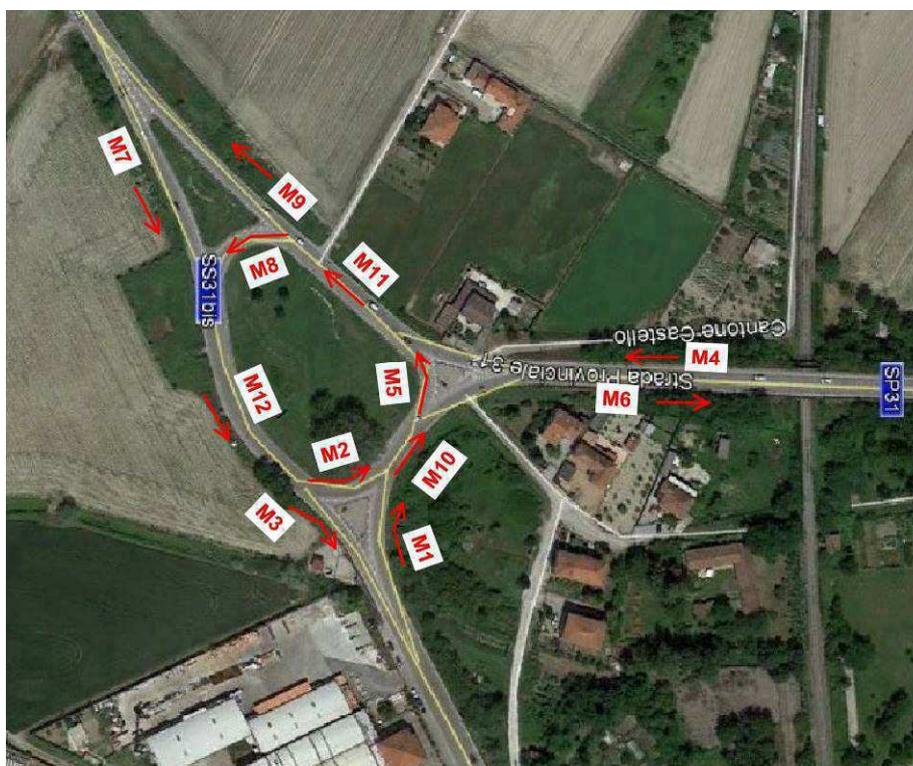


Figura 13 – Rotatoria S.P. 31 – S.P. 31 bis, flussi rilevati

Rotatoria S.P. 31 - S.P. 31bis																
Data		13/04/2018														
Intervallo	M1				M2				M3				M4			
	Leggeri		Pesanti		Leggeri		Pesanti		Leggeri		Pesanti		Leggeri		Pesanti	
	Passaggi	Progr.	Passaggi	Progr.	Passaggi	Progr.	Passaggi	Progr.	Passaggi	Progr.	Passaggi	Progr.	Passaggi	Progr.	Passaggi	Progr.
17.00-17.15	196	196	1	1	49	49	7	7	198	198	0	0	149	149	0	0
17.15-17.30	215	411	5	6	33	82	6	13	141	339	1	1	123	272	4	4
17.30-17.45	192	603	4	10	24	106	5	18	200	539	3	4	162	434	6	10
17.45-18.00	164	767	1	11	36	142	2	20	174	713	2	6	122	556	5	15
18.00-18.15	186	953	1	12	30	172	4	24	156	869	0	6	114	670	3	18
18.15-18.30	205	1158	0	12	25	197	3	27	138	1007	0	6	134	804	3	21
18.30-18.45	202	1360	0	12	21	218	2	29	155	1162	1	7	121	925	6	27
18.45-19.00	166	1526	0	12	15	233	1	30	124	1286	0	7	80	1005	5	32

Intervallo	M5				M6				M7				M8			
	Leggeri		Pesanti		Leggeri		Pesanti		Leggeri		Pesanti		Leggeri		Pesanti	
	Passaggi	Progr.														
17.00-17.15	123	123	0	0	119	119	6	6	189	189	4	4	114	114	0	0
17.15-17.30	145	268	0	0	153	272	5	11	106	295	8	12	82	196	0	0
17.30-17.45	105	373	0	0	112	384	5	16	111	406	5	17	116	312	1	1
17.45-18.00	102	475	0	0	94	478	1	17	121	527	2	19	97	409	1	2
18.00-18.15	130	605	1	1	101	579	3	20	119	646	3	22	84	493	0	2
18.15-18.30	119	724	0	1	108	687	3	23	99	745	4	26	82	575	0	2
18.30-18.45	117	841	0	1	108	795	2	25	102	847	2	28	78	653	0	2
18.45-19.00	114	955	0	1	68	863	2	27	92	939	2	30	58	711	0	2

Intervallo	M9				M10				M11				M12			
	Leggeri		Pesanti		Leggeri		Pesanti		Leggeri		Pesanti		Leggeri		Pesanti	
	Passaggi	Progr.														
17.00-17.15	178	178	4	4	257	257	9	9	0	0	0	0	172	172	6	6
17.15-17.30	146	324	3	7	219	476	3	12	250	250	8	8	172	172	6	6
17.30-17.45	138	462	6	13	205	681	6	18	271	521	9	17	220	392	9	15
17.45-18.00	129	591	5	18	195	876	1	19	259	780	4	21	197	589	4	19
18.00-18.15	148	739	3	21	244	1120	3	22	243	1023	3	24	204	793	4	23
18.15-18.30	163	902	3	24	221	1341	4	26	224	1247	6	30	154	947	7	30
18.30-18.45	145	1047	6	30	251	1592	2	28	219	1466	6	36	198	1145	2	32
18.45-19.00	138	1185	4	34	211	1803	2	30	198	1664	5	41	160	1305	3	35

Rotatoria S.P. 31 - S.P. 31bis																
Data		14/04/2018														
Intervallo	M1				M2				M3				M4			
	Leggeri		Pesanti		Leggeri		Pesanti		Leggeri		Pesanti		Leggeri		Pesanti	
	Passaggi	Progr.	Passaggi	Progr.	Passaggi	Progr.	Passaggi	Progr.	Passaggi	Progr.	Passaggi	Progr.	Passaggi	Progr.	Passaggi	Progr.
17.00-17.15	153	153	0	0	25	25	0	0	158	158	0	0	107	107	0	0
17.15-17.30	158	311	0	0	18	43	0	0	162	320	0	0	110	217	0	0
17.30-17.45	135	446	0	0	20	63	0	0	158	478	0	0	127	344	0	0
17.45-18.00	148	594	0	0	27	90	0	0	150	628	0	0	104	448	0	0
18.00-18.15	167	761	0	0	11	101	0	0	135	763	0	0	98	546	0	0
18.15-18.30	159	920	0	0	18	119	0	0	163	926	0	0	109	655	1	1
18.30-18.45	180	1100	0	0	19	138	0	0	114	1040	0	0	90	745	0	1
18.45-19.00	143	1243	0	0	15	153	0	0	149	1189	0	0	116	861	0	1

Intervallo	M5				M6				M7				M8			
	Leggeri		Pesanti		Leggeri		Pesanti		Leggeri		Pesanti		Leggeri		Pesanti	
	Passaggi	Progr.														
17.00-17.15	80	80	0	0	101	101	0	0	121	121	0	0	72	72	0	0
17.15-17.30	86	166	0	0	87	188	0	0	115	236	0	0	98	170	0	0
17.30-17.45	81	247	0	0	78	266	0	0	151	387	0	0	123	293	0	0
17.45-18.00	84	331	0	0	91	357	0	0	57	444	0	0	42	335	0	0
18.00-18.15	89	420	0	0	88	445	0	0	86	530	0	0	70	405	0	0
18.15-18.30	101	521	0	0	75	520	0	0	108	638	0	0	85	490	0	0
18.30-18.45	102	623	0	0	89	609	0	0	74	712	0	0	63	553	0	0
18.45-19.00	89	712	0	0	72	681	0	0	98	810	0	0	70	623	0	0

Intervallo	M9				M10				M11				M12			
	Leggeri		Pesanti		Leggeri		Pesanti		Leggeri		Pesanti		Leggeri		Pesanti	
	Passaggi	Progr.														
17.00-17.15	95	95	0	0	185	185	0	0	184	184	0	0	0	0	0	0
17.15-17.30	131	226	0	0	170	355	0	0	198	382	0	0	209	209	0	0
17.30-17.45	151	377	0	0	145	500	0	0	184	566	0	0	178	387	0	0
17.45-18.00	60	437	0	0	174	674	0	0	180	746	0	0	195	582	0	0
18.00-18.15	108	545	0	0	179	853	0	0	170	916	0	0	158	740	0	0
18.15-18.30	112	657	0	0	177	1030	0	0	187	1103	0	0	192	932	0	0
18.30-18.45	120	777	0	0	208	1238	0	0	188	1291	0	0	145	1077	0	0
18.45-19.00	114	891	0	0	180	1418	0	0	184	1475	0	0	166	1243	0	0

Rotatoria S.P. 31 - S.P. 31bis																
Data		20/04/2018														
Intervallo	M1				M2				M3				M4			
	Leggeri		Pesanti		Leggeri		Pesanti		Leggeri		Pesanti		Leggeri		Pesanti	
	Passaggi	Progr.	Passaggi	Progr.	Passaggi	Progr.	Passaggi	Progr.	Passaggi	Progr.	Passaggi	Progr.	Passaggi	Progr.	Passaggi	Progr.
17.00-17.15	158	158	0	0	35	35	1	1	137	137	1	1	125	125	5	5
17.15-17.30	238	396	0	0	53	88	4	5	162	299	0	1	142	267	6	11
17.30-17.45	189	585	1	1	32	120	1	6	190	489	0	1	161	428	2	13
17.45-18.00	210	795	0	1	32	152	3	9	156	645	0	1	132	560	4	17
18.00-18.15	220	1015	1	2	33	185	0	9	164	809	0	1	148	708	2	19
18.15-18.30	207	1222	0	2	35	220	5	14	149	958	0	1	112	820	3	22
18.30-18.45	203	1425	0	2	34	254	4	18	161	1119	1	2	129	949	4	26
18.45-19.00	195	1620	0	2	36	290	3	21	175	1294	2	4	133	1082	6	32

Intervallo	M5				M6				M7				M8			
	Leggeri		Pesanti		Leggeri		Pesanti		Leggeri		Pesanti		Leggeri		Pesanti	
	Passaggi	Progr.														
17.00-17.15	107	107	0	0	97	97	1	1	109	109	3	3	81	81	0	0
17.15-17.30	140	247	1	1	159	256	3	4	140	249	3	6	93	174	1	1
17.30-17.45	115	362	1	2	101	357	1	5	131	380	2	8	101	275	0	1
17.45-18.00	108	470	0	2	138	495	3	8	106	486	3	11	94	369	0	1
18.00-18.15	135	605	1	3	109	604	0	8	103	589	0	11	98	467	0	1
18.15-18.30	97	702	0	3	132	736	5	13	116	705	5	16	73	540	0	1
18.30-18.45	127	829	0	3	98	834	4	17	109	814	5	21	85	625	1	2
18.45-19.00	112	941	0	3	121	955	3	20	122	936	4	25	94	719	1	3

Intervallo	M9				M10				M11				M12			
	Leggeri		Pesanti		Leggeri		Pesanti		Leggeri		Pesanti		Leggeri		Pesanti	
	Passaggi	Progr.														
17.00-17.15	130	130	4	4	177	177	1	1	192	192	5	5	176	176	2	2
17.15-17.30	188	318	6	10	305	482	4	5	242	434	7	12	225	401	4	6
17.30-17.45	157	475	4	14	212	694	2	7	247	681	3	15	224	625	1	7
17.45-18.00	139	614	4	18	254	948	3	10	208	889	4	19	190	815	3	10
18.00-18.15	197	811	4	22	250	1198	1	11	261	1150	4	23	182	997	1	11
18.15-18.30	126	937	4	26	237	1435	5	16	176	1326	3	26	168	1165	5	16
18.30-18.45	171	1108	3	29	254	1689	4	20	240	1566	3	29	202	1367	5	21
18.45-19.00	157	1265	5	34	199	1888	4	24	181	1747	6	35	190	1557	5	26

Rotatoria S.P. 31 - S.P. 31bis																
Data		21/04/2018														
Intervallo	M1				M2				M3				M4			
	Leggeri		Pesanti		Leggeri		Pesanti		Leggeri		Pesanti		Leggeri		Pesanti	
	Passaggi	Progr.	Passaggi	Progr.	Passaggi	Progr.	Passaggi	Progr.	Passaggi	Progr.	Passaggi	Progr.	Passaggi	Progr.	Passaggi	Progr.
17.00-17.15	131	131	0	0	31	31	0	0	167	167	0	0	129	129	0	0
17.15-17.30	156	287	0	0	25	56	0	0	117	284	0	0	91	220	0	0
17.30-17.45	160	447	0	0	22	78	0	0	160	444	0	0	126	346	0	0
17.45-18.00	147	594	0	0	27	105	0	0	166	610	0	0	123	469	1	1
18.00-18.15	150	744	0	0	20	125	0	0	152	762	0	0	100	569	0	1
18.15-18.30	178	922	0	0	13	138	0	0	155	917	0	0	118	687	0	1
18.30-18.45	152	1074	0	0	19	157	0	0	143	1060	0	0	100	787	1	2
18.45-19.00	139	1213	0	0	23	180	0	0	139	1199	0	0	106	893	0	2

Intervallo	M5				M6				M7				M8			
	Leggeri		Pesanti		Leggeri		Pesanti		Leggeri		Pesanti		Leggeri		Pesanti	
	Passaggi	Progr.														
17.00-17.15	67	67	0	0	87	87	0	0	112	112	0	0	94	94	0	0
17.15-17.30	79	146	0	0	97	184	0	0	96	208	0	0	66	160	0	0
17.30-17.45	97	243	0	0	95	279	1	1	96	304	0	0	90	250	0	0
17.45-18.00	82	325	0	0	94	373	0	1	106	410	0	0	89	339	1	1
18.00-18.15	88	413	0	0	72	445	0	1	96	506	0	0	73	412	0	1
18.15-18.30	86	499	0	0	101	546	0	1	94	600	0	0	80	492	0	1
18.30-18.45	91	590	0	0	75	621	0	1	88	688	0	0	78	570	0	1
18.45-19.00	94	684	0	0	70	691	0	1	95	783	0	0	74	644	0	1

Intervallo	M9				M10				M11				M12			
	Leggeri		Pesanti		Leggeri		Pesanti		Leggeri		Pesanti		Leggeri		Pesanti	
	Passaggi	Progr.														
17.00-17.15	105	105	0	0	179	179	0	0	206	206	0	0	216	216	0	0
17.15-17.30	109	214	0	0	200	379	0	0	175	381	0	0	167	383	0	0
17.30-17.45	130	344	0	0	204	583	1	1	206	587	0	0	197	580	0	0
17.45-18.00	112	456	0	0	175	758	0	1	177	764	1	1	205	785	1	1
18.00-18.15	114	570	0	0	174	932	0	1	185	949	0	1	163	948	0	1
18.15-18.30	122	692	0	0	208	1140	0	1	195	1144	0	1	184	1132	0	1
18.30-18.45	115	807	1	1	186	1326	0	1	197	1341	1	2	165	1297	0	1
18.45-19.00	121	928	0	1	177	1503	0	1	194	1535	0	2	179	1476	0	1

Intersezione S.P. 31 - Via Caduti sul Lavoro													
Identificazione delle manovre													
Origine		Destinazione											
SP31 Nord		V. Caduti		SP31 Sud									
SP31 Nord		M1		M2									
V. Caduti Lavoro													
SP31 Sud		M3											
Data 13/04/2018													
Intervallo		M1				M2				M3			
		Leggeri		Pesanti		Leggeri		Pesanti		Leggeri		Pesanti	
Passaggi	Progr.	Passaggi	Progr.	Passaggi	Progr.	Passaggi	Progr.	Passaggi	Progr.	Passaggi	Progr.	Passaggi	Progr.
17.00-17.15	2	2	0	0	0	0	0	0	0	3	3	0	0
17.15-17.30	1	3	0	0	0	0	0	0	0	3	6	0	0
17.30-17.45	0	3	0	0	0	0	0	0	0	1	7	0	0
17.45-18.00	1	4	0	0	0	0	0	0	0	3	10	0	0
18.00-18.15	0	4	0	0	1	1	0	0	0	5	15	0	0
18.15-18.30	1	5	0	0	1	2	0	0	0	2	17	0	0
18.30-18.45	0	5	0	0	2	4	0	0	0	2	19	0	0
18.45-19.00	1	6	0	0	1	5	0	0	0	0	19	0	0
Data 14/04/2018													
Intervallo		M1				M2				M3			
		Leggeri		Pesanti		Leggeri		Pesanti		Leggeri		Pesanti	
Passaggi	Progr.	Passaggi	Progr.	Passaggi	Progr.	Passaggi	Progr.	Passaggi	Progr.	Passaggi	Progr.	Passaggi	Progr.
17.00-17.15	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17.15-17.30	0	1	0	0	2	2	0	0	0	2	2	0	0
17.30-17.45	0	1	0	0	0	2	0	0	0	0	2	0	0
17.45-18.00	2	3	0	0	1	3	0	0	0	1	3	0	0
18.00-18.15	1	4	0	0	0	3	0	0	0	0	3	0	0
18.15-18.30	0	4	0	0	0	3	0	0	0	0	3	0	0
18.30-18.45	6	10	0	0	0	3	0	0	0	2	5	0	0
18.45-19.00	1	11	0	0	0	3	0	0	0	2	7	0	0
Data 20/04/2018													
Intervallo		M1				M2				M3			
		Leggeri		Pesanti		Leggeri		Pesanti		Leggeri		Pesanti	
Passaggi	Progr.	Passaggi	Progr.	Passaggi	Progr.	Passaggi	Progr.	Passaggi	Progr.	Passaggi	Progr.	Passaggi	Progr.
17.00-17.15	1	1	0	0	0	0	0	0	0	7	7	0	0
17.15-17.30	0	1	0	0	0	0	0	0	0	3	10	0	0
17.30-17.45	1	2	0	0	1	1	0	0	0	0	10	0	0
17.45-18.00	0	2	0	0	1	2	0	0	0	5	15	0	0
18.00-18.15	0	2	0	0	0	2	0	0	0	3	18	0	0
18.15-18.30	2	4	0	0	0	2	0	0	0	2	20	0	0
18.30-18.45	4	8	0	0	0	2	0	0	0	2	22	0	0
18.45-19.00	0	8	0	0	0	2	0	0	0	1	23	0	0
Data 21/04/2018													
Intervallo		M1				M2				M3			
		Leggeri		Pesanti		Leggeri		Pesanti		Leggeri		Pesanti	
Passaggi	Progr.	Passaggi	Progr.	Passaggi	Progr.	Passaggi	Progr.	Passaggi	Progr.	Passaggi	Progr.	Passaggi	Progr.
17.00-17.15	3	3	0	0	0	0	0	0	0	3	3	0	0
17.15-17.30	0	3	0	0	0	0	0	0	0	2	5	0	0
17.30-17.45	1	4	0	0	0	0	0	0	0	4	9	0	0
17.45-18.00	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0
18.00-18.15	0	4	0	0	1	1	0	0	0	0	9	0	0
18.15-18.30	1	5	0	0	1	2	0	0	0	5	14	0	0
18.30-18.45	0	5	0	0	0	2	0	0	0	2	16	0	0
18.45-19.00	0	5	0	0	1	3	0	0	0	2	18	0	0

Intersezione S.P. 31 - Via Camurati/Carrera																
Identificazione delle manovre																
		Destinazione														
Origine	SP31 Nord	V. Camurati	SP31 Sud	Via Carrera												
SP31 Nord				M1												
Via Camurati	M2															
SP31 Sud		M3														
Via Carrera			M4													
Data	13/04/2018															
Intervallo	M1				M2				M3				M4			
	Leggeri		Pesanti		Leggeri		Pesanti		Leggeri		Pesanti		Leggeri		Pesanti	
	Passaggi	Progr.	Passaggi	Progr.	Passaggi	Progr.	Passaggi	Progr.	Passaggi	Progr.	Passaggi	Progr.	Passaggi	Progr.	Passaggi	Progr.
17.00-17.15	11	11	1	1	9	9	0	0	7	7	0	0	10	10	0	0
17.15-17.30	12	23	0	1	8	17	0	0	14	21	0	0	8	18	0	0
17.30-17.45	16	39	0	1	8	25	0	0	7	28	0	0	12	30	0	0
17.45-18.00	11	50	0	1	2	27	0	0	13	41	0	0	13	43	0	0
18.00-18.15	8	58	0	1	4	31	0	0	16	57	0	0	10	53	0	0
18.15-18.30	6	64	0	1	2	33	0	0	17	74	0	0	9	62	0	0
18.30-18.45	3	67	0	1	3	36	0	0	10	84	0	0	7	69	0	0
18.45-19.00	7	74	0	1	14	50	0	0	17	101	0	0	9	78	0	0
Data	14/04/2018															
Intervallo	M1				M2				M3				M4			
	Leggeri		Pesanti		Leggeri		Pesanti		Leggeri		Pesanti		Leggeri		Pesanti	
	Passaggi	Progr.	Passaggi	Progr.	Passaggi	Progr.	Passaggi	Progr.	Passaggi	Progr.	Passaggi	Progr.	Passaggi	Progr.	Passaggi	Progr.
17.00-17.15	6	6	0	0	8	8	0	0	7	7	0	0	6	6	0	0
17.15-17.30	5	11	0	0	5	13	0	0	11	18	0	0	5	11	0	0
17.30-17.45	6	17	0	0	3	16	0	0	9	27	0	0	7	18	0	0
17.45-18.00	10	27	0	0	8	24	0	0	20	47	0	0	8	26	0	0
18.00-18.15	7	34	0	0	6	30	0	0	19	66	0	0	13	39	0	0
18.15-18.30	10	44	0	0	4	34	0	0	19	85	0	0	6	45	0	0
18.30-18.45	5	49	0	0	11	45	0	0	15	100	0	0	10	55	0	0
18.45-19.00	11	60	0	0	7	52	0	0	16	116	0	0	14	69	0	0
Data	20/04/2018															
Intervallo	M1				M2				M3				M4			
	Leggeri		Pesanti		Leggeri		Pesanti		Leggeri		Pesanti		Leggeri		Pesanti	
	Passaggi	Progr.	Passaggi	Progr.	Passaggi	Progr.	Passaggi	Progr.	Passaggi	Progr.	Passaggi	Progr.	Passaggi	Progr.	Passaggi	Progr.
17.00-17.15	13	13	0	0	9	9	0	0	16	16	0	0	12	12	0	0
17.15-17.30	6	19	0	0	9	18	0	0	12	28	0	0	6	18	0	0
17.30-17.45	9	28	0	0	9	27	0	0	7	35	0	0	6	24	0	0
17.45-18.00	3	31	0	0	8	35	0	0	19	54	0	0	5	29	0	0
18.00-18.15	10	41	0	0	6	41	0	0	10	64	0	0	18	47	0	0
18.15-18.30	13	54	0	0	10	51	0	0	14	78	0	0	4	51	0	0
18.30-18.45	4	58	0	0	12	63	0	0	15	93	0	0	4	55	0	0
18.45-19.00	14	72	0	0	5	68	0	0	15	108	0	0	7	62	0	0
Data	21/04/2018															
Intervallo	M1				M2				M3				M4			
	Leggeri		Pesanti		Leggeri		Pesanti		Leggeri		Pesanti		Leggeri		Pesanti	
	Passaggi	Progr.	Passaggi	Progr.	Passaggi	Progr.	Passaggi	Progr.	Passaggi	Progr.	Passaggi	Progr.	Passaggi	Progr.	Passaggi	Progr.
17.00-17.15	3	3	0	0	6	6	0	0	7	7	0	0	9	9	0	0
17.15-17.30	4	7	0	0	7	13	0	0	13	20	0	0	6	15	0	0
17.30-17.45	8	15	0	0	3	16	0	0	14	34	0	0	5	20	0	0
17.45-18.00	9	24	0	0	7	23	0	0	7	41	0	0	6	26	0	0
18.00-18.15	10	34	0	0	4	27	0	0	7	48	0	0	9	35	0	0
18.15-18.30	7	41	0	0	6	33	0	0	9	57	0	0	10	45	0	0
18.30-18.45	7	48	0	0	4	37	0	0	7	64	0	0	6	51	0	0
18.45-19.00	8	56	0	0	8	45	0	0	12	76	0	0	6	57	0	0

Rotatoria S.P. 31 - via Piacibello				
Data	13/04/2018			
Identificazione delle manovre				
	Destinazione			
Origine	SP31 Nord	V. Piacibello	SP31 Sud	Via Cablati
SP31 Nord	M1	M2	M3	
Via Piacibello	M4	M5	M6	
SP31 Sud	M7	M8	M9	
Via Cablati	M10	M11	M12	

Intervallo	M1				M2				M3				M4			
	Leggeri		Pesanti		Leggeri		Pesanti		Leggeri		Pesanti		Leggeri		Pesanti	
	Passaggi	Progr.														
17.00-17.15	12	12	0	0	170	170	1	1	194	194	0	0	15	15	0	0
17.15-17.30	23	35	0	0	145	315	2	3	24	218	0	0	14	29	0	0
17.30-17.45	39	74	0	0	132	447	2	5	33	251	0	0	19	48	0	0
17.45-18.00	53	127	0	0	202	649	6	11	43	294	0	0	16	64	0	0
18.00-18.15	67	194	0	0	158	807	0	11	49	343	0	0	19	83	0	0
18.15-18.30	82	276	0	0	130	937	4	15	53	396	0	0	15	98	0	0
18.30-18.45	87	363	0	0	149	1096	2	17	58	454	0	0	17	115	0	0
18.45-19.00	106	469	0	0	137	1223	1	18	66	520	0	0	9	124	0	0

Intervallo	M5				M6				M7				M8			
	Leggeri		Pesanti		Leggeri		Pesanti		Leggeri		Pesanti		Leggeri		Pesanti	
	Passaggi	Progr.														
17.00-17.15	15	15	0	0	4	4	0	0	164	164	3	3	20	20	0	0
17.15-17.30	11	26	0	0	1	5	0	0	183	347	3	6	25	45	0	0
17.30-17.45	9	35	0	0	2	7	0	0	192	539	3	9	18	63	0	0
17.45-18.00	10	45	0	0	4	11	0	0	155	604	0	9	13	76	0	0
18.00-18.15	8	53	0	0	5	16	0	0	189	883	2	11	25	101	0	0
18.15-18.30	8	61	0	0	2	18	0	0	199	1082	1	12	24	125	0	0
18.30-18.45	6	67	0	0	3	21	0	0	185	1267	0	12	20	145	0	0
18.45-19.00	11	78	0	0	3	24	0	0	180	1447	0	12	21	166	0	0

Intervallo	M9				M10				M11				M12			
	Leggeri		Pesanti		Leggeri		Pesanti		Leggeri		Pesanti		Leggeri		Pesanti	
	Passaggi	Progr.														
17.00-17.15	6	6	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	9	9	0	0
17.15-17.30	4	10	0	0	8	9	0	0	1	1	0	0	6	15	0	0
17.30-17.45	4	14	0	0	8	17	0	0	0	1	0	0	5	20	0	0
17.45-18.00	4	18	0	0	4	21	0	0	1	2	0	0	10	30	0	0
18.00-18.15	7	25	0	0	4	25	0	0	4	6	0	0	4	34	0	0
18.15-18.30	5	30	0	0	4	29	0	0	1	7	0	0	7	41	0	0
18.30-18.45	3	33	0	0	5	34	0	0	2	9	0	0	12	53	0	0
18.45-19.00	4	37	0	0	4	38	0	0	1	10	0	0	2	55	0	0

Rotatoria S.P. 31 - via Piacibello				
Data	14/04/2018			
Identificazione delle manovre				
	Destinazione			
Origine	SP31 Nord	V. Piacibello	SP31 Sud	Via Cablati
SP31 Nord	M1	M2	M3	
Via Piacibello	M4	M5	M6	
SP31 Sud	M7	M8	M9	
Via Cablati	M10	M11	M12	

Intervallo	M1				M2				M3				M4			
	Leggeri		Pesanti		Leggeri		Pesanti		Leggeri		Pesanti		Leggeri		Pesanti	
	Passaggi	Progr.														
17.00-17.15	7	7	0	0	143	143	1	1	2	2	0	0	13	13	0	0
17.15-17.30	11	18	0	0	149	292	0	1	0	2	0	0	10	23	0	0
17.30-17.45	14	32	0	0	145	437	0	1	4	6	0	0	14	37	0	0
17.45-18.00	13	45	0	0	123	560	1	2	8	14	0	0	15	52	0	0
18.00-18.15	4	49	0	0	136	696	1	3	4	18	0	0	10	62	0	0
18.15-18.30	16	65	0	0	141	837	3	6	4	22	0	0	15	77	0	0
18.30-18.45	10	75	0	0	127	964	0	6	14	36	0	0	12	89	0	0
18.45-19.00	6	81	0	0	117	1081	0	6	10	46	0	0	14	103	0	0

Intervallo	M5				M6				M7				M8			
	Leggeri		Pesanti		Leggeri		Pesanti		Leggeri		Pesanti		Leggeri		Pesanti	
	Passaggi	Progr.														
17.00-17.15	6	6	0	0	2	2	0	0	157	157	2	2	14	14	0	0
17.15-17.30	7	13	0	0	4	6	0	0	169	326	1	3	13	27	0	0
17.30-17.45	11	24	0	0	2	8	0	0	135	461	2	5	20	47	0	0
17.45-18.00	7	31	0	0	0	8	0	0	146	607	0	5	12	59	0	0
18.00-18.15	7	38	0	0	3	11	0	0	175	782	1	6	26	85	0	0
18.15-18.30	9	47	0	0	3	14	0	0	139	921	1	7	18	103	0	0
18.30-18.45	4	51	0	0	4	18	0	0	163	1084	0	7	20	123	0	0
18.45-19.00	10	61	0	0	5	23	0	0	123	1207	1	8	16	139	0	0

Intervallo	M9				M10				M11				M12			
	Leggeri		Pesanti		Leggeri		Pesanti		Leggeri		Pesanti		Leggeri		Pesanti	
	Passaggi	Progr.														
17.00-17.15	3	3	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	5	5	0	0
17.15-17.30	4	7	0	0	2	3	0	0	1	2	0	0	7	12	0	0
17.30-17.45	3	10	0	0	10	13	0	0	5	7	0	0	7	19	0	0
17.45-18.00	2	12	0	0	6	19	0	0	3	10	0	0	7	26	0	0
18.00-18.15	2	14	0	0	5	24	0	0	1	11	0	0	10	36	0	0
18.15-18.30	4	18	0	0	5	29	0	0	8	19	0	0	4	40	0	0
18.30-18.45	6	24	0	0	3	32	0	0	1	20	0	0	11	51	0	0
18.45-19.00	9	33	0	0	4	36	0	0	7	27	0	0	4	55	0	0

Rotatoria S.P. 31 - via Piacibello

Data: 20/04/2018

Identificazione delle manovre

Origine	Destinazione			
	SP31 Nord	V. Piacibello	SP31 Sud	Via Cablati
SP31 Nord	M1	M2	M3	
Via Piacibello	M4	M5	M6	
SP31 Sud	M7	M8	M9	
Via Cablati	M10	M11	M12	

Intervallo	M1				M2				M3				M4			
	Leggeri		Pesanti		Leggeri		Pesanti		Leggeri		Pesanti		Leggeri		Pesanti	
	Passaggi	Progr.														
17.00-17.15	9	9	0	0	96	96	1	1	7	7	0	0	20	20	0	0
17.15-17.30	10	19	0	0	125	221	1	2	5	12	0	0	20	40	0	0
17.30-17.45	8	27	0	0	162	383	2	4	7	19	0	0	20	60	0	0
17.45-18.00	16	43	0	0	184	567	0	4	12	31	0	0	24	84	0	0
18.00-18.15	10	53	0	0	164	731	2	6	8	39	0	0	14	98	0	0
18.15-18.30	3	56	0	0	135	866	2	8	6	45	0	0	14	112	0	0
18.30-18.45	5	61	0	0	112	978	3	11	6	51	0	0	17	129	0	0
18.45-19.00	15	76	0	0	125	1103	2	13	1	52	0	0	17	146	0	0

Intervallo	M5				M6				M7				M8			
	Leggeri		Pesanti		Leggeri		Pesanti		Leggeri		Pesanti		Leggeri		Pesanti	
	Passaggi	Progr.														
17.00-17.15	11	11	0	0	6	6	0	0	144	144	1	1	14	14	1	1
17.15-17.30	3	14	0	0	1	7	0	0	177	321	2	3	24	38	0	1
17.30-17.45	11	25	0	0	0	7	0	0	178	499	3	6	27	65	0	1
17.45-18.00	10	35	0	0	5	12	0	0	207	706	0	6	14	79	0	1
18.00-18.15	7	42	0	0	2	14	0	0	206	912	2	8	24	103	0	1
18.15-18.30	9	51	0	0	2	16	0	0	203	1115	0	8	20	123	0	1
18.30-18.45	4	55	0	0	1	17	0	0	192	1307	0	8	24	147	0	1
18.45-19.00	6	61	0	0	6	23	0	0	166	1473	0	8	23	170	0	1

Intervallo	M9				M10				M11				M12			
	Leggeri		Pesanti		Leggeri		Pesanti		Leggeri		Pesanti		Leggeri		Pesanti	
	Passaggi	Progr.														
17.00-17.15	6	6	0	0	6	6	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0
17.15-17.30	4	10	0	0	1	7	0	0	1	1	0	0	2	4	0	0
17.30-17.45	3	13	0	0	3	10	0	0	2	3	0	0	13	17	0	0
17.45-18.00	4	17	0	0	8	18	0	0	5	8	0	0	2	19	0	0
18.00-18.15	5	22	0	0	5	23	0	0	3	11	0	0	10	29	0	0
18.15-18.30	6	28	0	0	2	25	0	0	1	12	0	0	4	33	0	0
18.30-18.45	4	32	0	0	8	33	0	0	1	13	0	0	3	36	0	0
18.45-19.00	8	40	0	0	4	37	0	0	1	14	0	0	4	40	0	0

Rotatoria S.P. 31 - via Piacibello

Data: 21/04/2018

Identificazione delle manovre

Origine	Destinazione			
	SP31 Nord	V. Piacibello	SP31 Sud	Via Cablati
SP31 Nord	M1	M2	M3	
Via Piacibello	M4	M5	M6	
SP31 Sud	M7	M8	M9	
Via Cablati	M10	M11	M12	

Intervallo	M1				M2				M3				M4			
	Leggeri		Pesanti		Leggeri		Pesanti		Leggeri		Pesanti		Leggeri		Pesanti	
	Passaggi	Progr.														
17.00-17.15	8	8	0	0	157	157	0	0	4	4	0	0	6	6	0	0
17.15-17.30	13	21	0	0	98	255	1	1	2	6	0	0	23	29	0	0
17.30-17.45	12	33	0	0	128	383	0	1	3	9	0	0	14	43	0	0
17.45-18.00	12	45	0	0	138	521	2	3	2	11	0	0	8	51	0	0
18.00-18.15	11	56	0	0	94	615	0	3	5	16	0	0	14	65	0	0
18.15-18.30	4	60	0	0	114	729	2	5	5	21	0	0	11	76	0	0
18.30-18.45	16	76	0	0	128	857	1	6	3	24	0	0	9	85	0	0
18.45-19.00	0	76	0	0	114	971	0	6	0	24	0	0	7	92	0	0

Intervallo	M5				M6				M7				M8			
	Leggeri		Pesanti		Leggeri		Pesanti		Leggeri		Pesanti		Leggeri		Pesanti	
	Passaggi	Progr.														
17.00-17.15	9	9	0	0	3	3	0	0	140	140	1	1	19	19	0	0
17.15-17.30	10	19	0	0	2	5	0	0	143	283	1	2	14	33	0	0
17.30-17.45	11	30	0	0	1	6	0	0	152	435	2	4	15	48	0	0
17.45-18.00	16	46	0	0	0	6	0	0	156	591	0	4	20	68	0	0
18.00-18.15	13	59	0	0	2	8	0	0	144	735	0	4	17	85	0	0
18.15-18.30	4	63	0	0	1	9	0	0	165	900	0	4	15	100	0	0
18.30-18.45	8	71	0	0	2	11	0	0	146	1046	0	4	22	122	0	0
18.45-19.00	16	87	0	0	3	14	0	0	128	1174	0	4	24	146	0	0

Intervallo	M9				M10				M11				M12			
	Leggeri		Pesanti		Leggeri		Pesanti		Leggeri		Pesanti		Leggeri		Pesanti	
	Passaggi	Progr.														
17.00-17.15	3	3	0	0	3	3	0	0	1	1	0	0	3	3	0	0
17.15-17.30	3	6	0	0	2	5	0	0	0	1	0	0	7	10	0	0
17.30-17.45	3	9	0	0	5	10	0	0	0	1	0	0	2	12	0	0
17.45-18.00	5	14	0	0	3	13	0	0	4	5	0	0	9	21	0	0
18.00-18.15	3	17	0	0	5	18	0	0	2	7	0	0	10	31	0	0
18.15-18.30	5	22	0	0	1	19	0	0	0	7	0	0	8	39	0	0
18.30-18.45	6	28	0	0	6	25	0	0	3	10	0	0	5	44	0	0
18.45-19.00	2	30	0	0	11	36	0	0	11	21	0	0	9	53	0	0

I dati di traffico rilevati sulla rotatoria S.P. 31 – S.P. 31 bis, convertiti in numero di veicoli equivalenti, sono stati accorpati nelle fasce orarie 17.00-18.00 e 18.00-19.00

Data	Ora	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	Serie
13-apr	17.00-18.00	789	182	725	586	475	512	565	413	627	914	822	627	1
20-apr	17.00-18.00	797	170	647	594	474	511	508	371	650	968	927	835	2
13-apr	18.00-19.00	761	111	575	483	482	405	434	302	626	949	924	748	3
20-apr	18.00-19.00	827	162	655	552	473	484	478	354	683	968	890	774	4
14-apr	17.00-18.00	594	90	628	448	331	357	444	335	437	674	746	582	5
21-apr	17.00-18.00	594	105	610	471	325	375	410	341	456	760	766	787	6
14-apr	18.00-19.00	649	63	561	415	381	324	366	288	454	744	729	661	7
21-apr	18.00-19.00	619	75	589	426	359	318	373	305	474	745	773	691	8

Tabella 11: Rotatoria S.P. 31 – 31bis, flussi rilevati accorpati in fasce orarie (veq)

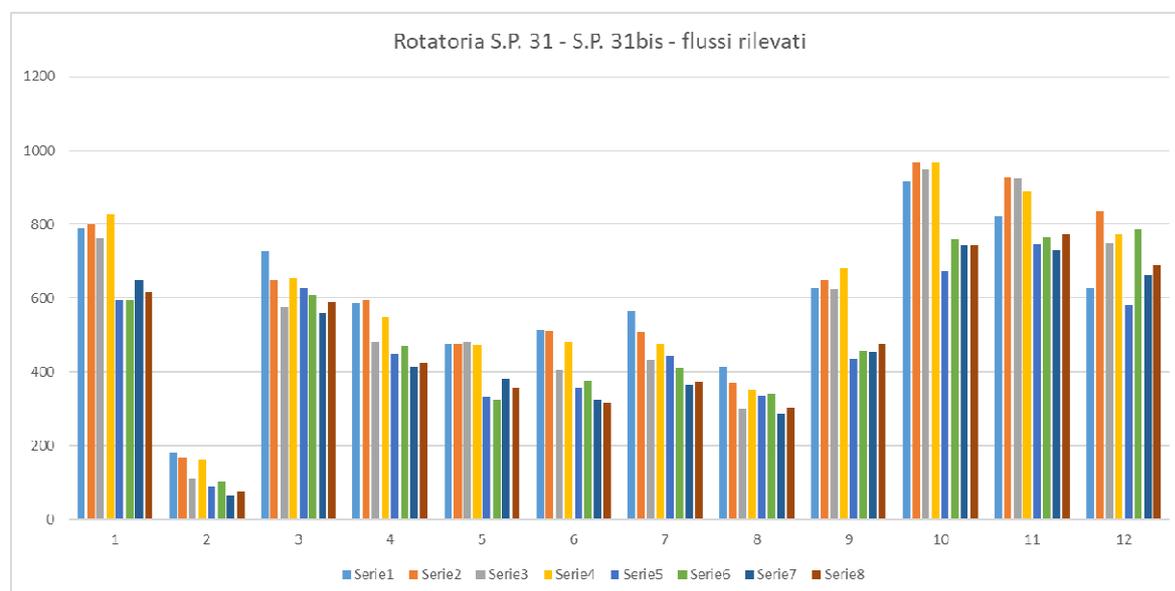


Figura 14 – Rotatoria S.P. 31 – S.P. 31 bis, flussi rilevati accorpati in fasce orarie (veq)

La domanda di trasporto attuale utilizzata durante le verifiche è quella compresa nell'intervallo tra le ore 17.00 e le ore 18.00 della giornata di venerdì.

Si riportano i flussogrammi corrispondenti allo scenario di stato attuale.



Figura 16 – Scenario di stato attuale, settore Sud - flussogrammi

9. LIVELLI OPERATIVI DI SERVIZIO (L.O.S.) DELLA RETE ATTUALE

Il primo passo della verifica quantitativa della compatibilità dell'intervento è rappresentato dal calcolo dei Livelli Operativi di Servizio (L.O.S.) degli attuali elementi critici di rete. La domanda di trasporto attuale utilizzata durante le verifiche è quella compresa nell'intervallo tra le ore 17.00 e le ore 18.00 della giornata di venerdì.

Le verifiche dei L.O.S. sono state effettuate nei seguenti archi e nodi critici:

- sezione rettilinea S1: S.P. 31;
- sezione rettilinea S2: S.P. 31 bis;
- sezione rettilinea S3: via Adam tronco via Caduti sul Lavoro – rotatoria S.P. 31-S.P. 31bis;
- sezione rettilinea S4: via Adam tronco via Camurati – via Caduti sul Lavoro;
- rotatoria SP31-SP31bis;
- rotatoria via Piacibello;
- intersezione via Caduti sul Lavoro;
- intersezione via Carrera.

9.1 Sezione rettilinea S1

Trattasi della sezione della S.P. 31 a nord della rotatoria di svincolo con la S.P. 31 bis.

LOCALITA'	Flussi rilevati			
	L	P	B	TOT
Esterna	570			570
Centro	500	0	0	500
Media	1070	0	0	1070

% distr flussi 0,5327103

fd 0,98037

fw 0,97

fg 1

fhw 1,00

flusso max 2800

Banchina 1,25 ▼ 4

Corsia >3,50 ▼ 1

LOS atteso E ▼ 2

Velocità strada 48 ▼ 6

Pendenza 0 ▼ 1

Lunghzza livelletta Km 0,4 ▼ 1

Direzione in salita Media ▼ 3

E0 1,3

E 1,3

ehv 1,83

lp 0

Pp 1,00

Pt 0,000

Phv 0,000

Pt/hv 0,000

v/c 0,401221

$$\underline{L.O.S. = C}$$

9.2 Sezione rettilinea S2

Trattasi della sezione della S.P. 31 bis a ovest della rotatoria di svincolo con la S.P. 31.

LOCALITA'	Flussi rilevati			
	L	P	B	TOT
Direzione				
Esterna	650			650
Centro	520	0	0	520
Media	1170	0	0	1170

% distr flussi	0,555556
fd	0,96667
fw	0,97
fg	1
fhv	1,00

flusso max 2800

Banchina 1,25 ▼ 4

Corsia >3,50 ▼ 1

LOS atteso E ▼ 2

Velocità strada 48 ▼ 6

Pendenza 0 ▼ 1

Lunghzza livelletta Km 0,4 ▼ 1

Direzione in salita Media ▼ 3

E0 1,3

E 1,3

ehv 1,83

lp 0

Pp 1,00

Pt 0,000

Phv 0,000

Pt/hv 0,000

v/c 0,44494

L.O.S. = C

9.3 Sezione rettilinea S3

Trattasi della sezione di via Adam, posta sul tronco via Caduti sul Lavoro – rotatoria S.P. 31- S.P. 31bis.

LOCALITA'	Flussi rilevati			
	L	P	B	TOT
Direzione				
Esterna	850			850
Centro	650	0	0	650
Media	1500	0	0	1500

% distr flussi	0,566667
fd	0,96000
fw	0,97
fg	1
fhv	1,00

flusso max 2800

Banchina 1,25 ▼ 4

Corsia >3,50 ▼ 1

LOS atteso E ▼ 2

Velocità strada 48 ▼ 6

Pendenza 0 ▼ 1

Lunghzza livelletta Km 0,4 ▼ 1

Direzione in salita Media ▼ 3

E0 1,3

E 1,3

ehv 1,83

lp 0

Pp 1,00

Pt 0,000

Phv 0,000

Pt/hv 0,000

v/c 0,574397

L.O.S. = D

9.4 Sezione rettilinea S4

Trattasi della sezione di via Adam, posta sul tronco via Camurati – via Caduti sul Lavoro.

LOCALITA'	Flussi rilevati			
	L	P	B	TOT
Esterna	865			865
Centro	652	0	0	652
Media	1517	0	0	1517

% distr flussi	0,5702044
fd	0,95788
fw	0,97
fg	1
fhv	1,00

flusso max	2800	
Banchina	1,25	4
Corsia	>3,50	1
LOS atteso	E	2
Velocità strada	48	6
Pendenza	0	1
Lunghzza livelletta Km	0,4	1
Direzione in salita	Media	3

E0	1,3
E	1,3
ehv	1,83
lp	0
Pp	1,00
Pt	0,000
Phv	0,000
Pt/hv	0,000

v/c 0,582194

L.O.S. = D

9.5 Rotatoria SP31-SP31bis

CALCOLO DELLE CAPACITA' DI UNA ROTONDA CON 3 RAMI

Modello: Guide Suisse des Giratoires

Definizione dei dati di partenza. (Compilare le parti in azzurro)

Identificazione dei rami

Definizione capacità teorica per corsia

Orario di punta pomeridiana
dati 2018

Ramo 1	Nome via	alfa	Capacità (vph)	1500	con: 1500 vph (caso generale)
Ramo 2	SP 31 BIS	0,04	15	1300 vph (formula CH1 per domande di trasporto basse)	
Ramo 3	Str. AL	0,04	16	1450 vph (formula CH1 per domande di trasporto alte)	

Distanza B	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	> 21
flusso debole vel. elevata	0,80	0,75	0,69	0,63	0,59	0,53	0,48	0,42	0,38	0,31	0,27	0,21	0,16	0,16
flusso medio vel. media	0,80	0,55	0,50	0,48	0,42	0,39	0,34	0,30	0,26	0,21	0,16	0,13	0,10	0,10
flusso elevato vel. bassa	0,40	0,35	0,31	0,29	0,26	0,22	0,18	0,15	0,11	0,08	0,04	0,04	0,04	0,04

con b = distanza tra i punti di conflitto delle traiettorie in uscita ed in entrata

coefficiente di riduzione flusso circolante

beta	0,9 - 1,0	1 corsia anello
	0,6 - 0,8	2 corsie anello
	0,5 - 0,6	3 corsie anello

coefficiente di ripartizione flusso entrante

gamma	1,0	1 corsia di entrata
	0,6 - 0,7	2 corsie di entrata
	0,5	3 corsie di entrata

$$C_e = C_r - 8/9 * (Q_{c1} + \alpha \cdot Q_{c2})$$

$$TCU_e = \frac{\gamma \cdot Q_e}{C_e}$$

Dati di traffico

	SP 31	SP 31 BI	Str. AL	ingressi (Qe)
SP 31	0	200	370	570
SP 31 BIS	290	0	280	570
Str. AL	450	400	0	850
uscite (Qs)	740	600	650	1990

Calcolo del flusso presente sull'anello (Qc) semplificato

ramo 1	400	400
ramo 2	370	370
ramo 3	290	290

$$TCU_c = \frac{\gamma \cdot Q_e + 8/9 \cdot Q_e}{1500}$$

Calcolo della capacità e del ritardo medio (con CETUR)

ramo	n. ingressi	corsie anello	ingressi (Qe)	uscite (Qs)	flusso anello (Qc)	alfa	beta (non usato)	gamma	fi. ingombrante (Qg)	Cap. Ingresso (Ce)	Cap. totale	% ingressi (Tcue)	% anello (Tcuc)	ritardo (sec)	Ce Ambito urbano (formula CH1)	Ce Ambito urbano (formula CH2)
SP 31	1	1	570	740	400	0,04	1,00	1,00	429,6	1118	1118	51,0	63,5	5,1	1000	1070
SP 31 BIS	1	1	570	600	370	0,04	1,00	1,00	394,0	1150	1150	49,6	61,3	4,7	1023	1099
Str. AL	1	1	850	650	290	0,04	1,00	1,00	316,0	1219	1219	69,7	75,4	7,0	1083	1175

Note:

Tcue = tasso di capacità dell'entrata

Tcuc = tasso di capacità nei punti di conflitto

Per tutti i rami di scambio risulta L.O.S. = A.

9.6 Rotatoria via Piacibello

CALCOLO DELLE CAPACITA' DI UNA ROTONDA CON 4 RAMI

Modello: Guide Suisse de Giratoire

Definizione dei dati di partenza

Identificazione dei rami

Ramo	Nome via	Coeff. Alfa
Ramo 1	Alessandria Sud	0,30
Ramo 2	Cabiati	0,40
Ramo 3	Alessandria Nord	0,30
Ramo 4	Piacibello	0,40

con: Dist. B	flusso debole vel. elevata	flusso medio vel. media	flusso elevato vel. bassa
9	0,80	0,60	0,40
10	0,75	0,55	0,35
11	0,69	0,50	0,31
12	0,63	0,48	0,29
13	0,59	0,42	0,26
14	0,53	0,39	0,22
15	0,48	0,34	0,18
16	0,42	0,30	0,15
17	0,38	0,26	0,11
18	0,31	0,21	0,08
19	0,27	0,18	0,04
20	0,21	0,13	0,04
21	0,16	0,10	0,04
> 21	0,16	0,10	0,04

Definizione capacità teorica per corsia

Capacità (vph): 1500

con: 1500 vph (caso generale)
1300 vph (formula CH1 per domande di trasporto basse)
1450 vph (formula CH1 per domande di trasporto alte)

Dati di traffico

	ramo 1	ramo 2	ramo 3	ramo 4	ingressi (Qe)
ramo 1	0	85	750	20	855
ramo 2	17	0	20	7	44
ramo 3	565	26	0	38	629
ramo 4	30	12	55	0	97
uscite (Qs)	612	123	825	65	1625

Calcolo del flusso presente sull'anello (Qc)

ramo 1	93
ramo 2	825
ramo 3	44
ramo 4	608

Calcolo della capacità

Ricorda:

Beta:	0.9 - 1.0	1 corsia anello
	0.6 - 0.8	2 corsie anello
	0.5 - 0.6	3 corsie anello
gamma	1.0	1 corsia di entrata
	0.6 - 0.7	2 corsie di entrata
	0,5	3 corsie di entrata

ramo	corsie ingresso	corsie anello	Ingressi (Qe)	Uscite (Qs)	flusso anello (Qc)	alfa	beta	gamma	f. ingombrante (Qg)	Cap. Ingresso (Ce)	Cap. totale	% ingresso (Cue)	% anello (Tcu)	ritardo (sec)
Alessandria S	1	1	855	612	93	0,300	1,00	1,00	276,6	1254,1	1254,1	68,2	16,5	5,5
Cabiati	1	1	44	123	825	0,400	1,00	1,00	874,2	722,9	722,9	6,1	51,9	5,4
Alessandria N	2	1	629	825	44	0,300	1,00	0,65	291,5	1240,9	1737,2	23,5	17,3	1,9
Piacibello	2	1	97	65	608	0,400	1,00	0,65	634,0	936,4	1311,0	4,8	37,6	2,6

Per tutti i rami di ingresso risulta L.O.S. = A.

9.7 Intersezione via Caduti sul Lavoro

Calcolo capacità intersezione a T

In giallo i campi da compilare

Calcolo intervalli critici			
Movimento	4	9	7
tempo base	4,1	6,2	7,1
tcHV	1	1	1
pHV	0	0	0
pendenza	0	0,1	0,2
pendenza (i.e. 0,02)			
lTm	0	0	0,7
t more step	0	0	1
Tempo critico	4,1	6,2	5,4

Nomi vie			
Princ. A	Str. Alessandria Sud		
Princ. B	Str. Alessandria Nord		
Sec. C	Caduti sul Lavoro		
Direzioni	dir	dx	sn
			Ped

Intervalli Critici [s]			
	tc	tf	
N° tot di corsie sulla principale	2	4	
LTM (4)	4,1	4,1	2,20
RT (9)	6,2	6,9	3,30
TH (1)	6,5	6,5	4,00
LTM (7)	7,1	7,5	3,50
N° tot di corsie sulla principale	2 selezionare		
Periodo di riferimento	1 selezionare		

Valori di riferimento HCM			
4,1	4,1	2,2	0%
6,2	6,9	3,3	0%
6,5	6,5	4,0	0%
7,1	7,5	3,5	0%
correzione tempo critico 0			

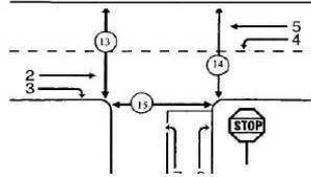
Calcolo intervalli deflusso			
Movimento	4	9	7
tempo base	2,2	3,3	3,5
tfHV	0,9	0,9	0,9
pHV	0	0	0
T follow up	2,2	3,3	3,5

Level	Ritardo
A	0 10
B	10 15
C	15 25
D	25 35
E	35 50
F	50

Dati di flusso										Flussi conflittuali			Impedenze			Capacità				di saturazione		di servizio		
Movimento	V	legg.	pes.	% pes	TOTALE	k.eq.	VEQ.	ΣVc	Tc	Tf	cp	Pp	Pa	P'	P''	f	cm	v/c	d	LOS				
Str. Alessandria Sud dir	V2	640		0	640	2	640																	
Str. Alessandria Sud dx	V3	10		0	10	2	10																	
Str. Alessandria Nord dir	V5	842		0	842	2	842																	
Caduti sul Lavoro dx	V9	2		0	2	2	2	5	640	0	0	0	0	0	0	0	476	1,00	1,00	476	0,00	13	B	
Str. Alessandria Nord sn	V4	23		0	23	2	23	10	640	0	0	0	0	0	0	0	946	1,00	0,98	946	0,02	9	A	
Caduti sul Lavoro sn	V7	8		0	8	2	8	640	5	46	842	0	0	0	0	0	198	1,00	0,98	198	0,04	24	C	
Ped Str. Alessandria Sud	V13						1,00																	
Ped Str. Alessandria Nord	V14						1,00																	
Ped Caduti sul Lavoro	V15						1,00																	
N-corsie sulla principale	1																							

Capacità corsie condivise			
sn+dx	csh	v/c	LOS
7-9	221	0,05	22 C

flusso di saturazione S5 1000
Corcia per la svolta a sinistra sulla principale: svolta4 si 0,976 0,846



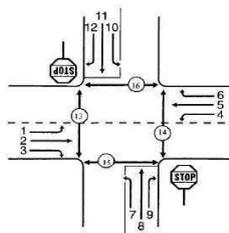
Come si evince dal tabulato di verifica il LOS risulta variabile da A a C.

9.8 Intersezione via Carrera

Capacità intersezione Strada Alessandria - via Carrera

In giallo i campi da compilare

Calcolo intervalli critici									
Movimento	1	4	9	12	8	11	7	10	
tempo base	4,1	4,1	6,2	6,2	5,5	5,5	5,1	5,1	
tcHV	1	1	1	1	1	1	1	1	
pHV	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
pendenza	0	0	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	
pendenza (decimale, i.e. 0,02)									
lTm	0	0	0	0	0	0	0	0	
t more step	0	0	0	0	0	0	0	0	
Tempo critico	4,1	4,1	6,2	6,2	5,5	5,5	5,1	5,1	
Calcolo intervalli deflusso									
Movimento	1	4	9	12	8	11	7	10	
tempo base	2,2	2,2	3,3	3,3	4,0	4,0	3,5	3,5	
tfHV	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	
pHV	0	0	0	0	0	0	0	0	
T follow up	2,2	2,2	3,3	3,3	4	4	3,5	3,5	



Intervalli Critici [s]			
	tc	tf	
N° tot di corsie sulla principale	2	4	
LTM (1; 4)	4,1	4,1	2,2
RT (9; 12)	6,2	6,9	3,3
TH (8; 11)	6,5	6,5	4,0
LTM (7; 10)	7,1	7,5	3,5
N° tot di corsie sulla principale	2 selezionare		
Periodo di riferimento	1 selezionare		

Dati di flusso										Flussi conflittuali			Impedenze			Capacità				di saturazione		di servizio	
Movimento	V	legg.	pes.	% pes	TOTALE	k.eq.	VEQ.	ΣVc	Tc	Tf	cp	Pp	Pa	P'	P''	f	cm	v/c	d	LOS			
Princ. A dir	V2	605		0,00	605	2	605																
Princ. A dx	V3	13		0,00	13	2	13																
Princ. B dir	V5	802		0,00	802	2	802																
Princ. B dx	V6	12		0,00	12	2	12																
Sec. C dx	V9	10		0,00	10	2	10	612	6,5	605	0	0	0	0	0	0	497	1,00	0,98	497	0,02	12	B
Sec. D dx	V12	10		0,00	10	2	10	808	6	802	0	0	0	0	0	0	384	1,00	0,97	384	0,03	15	B
Princ. A sn	V1	34		0,00	34	2	34	814	802	12	0	0	0	0	0	0	822	1,00	0,89	822	0,04	10	A
Princ. B sn	V4	31		0,00	31	2	31	618	13	605	0	0	0	0	0	0	972	1,00	0,97	972	0,03	9	A
Sec. C dir	V8	5		0,00	5	2	5	1558	6,5	605	60	12	802	62	0	0	0,86	151	0,03	30	D		
Sec. D dir	V11	7		0,00	7	2	7	1558	6	802	62	13	605	68	0	0	0,86	151	0,05	30	D		
Sec. C sn	V7	54		0,00	54	2	54	1558	6,5	605	68	6	802	62	5	3,5	0,84	184	0,29	33	D		
Sec. D sn	V10	36		0,00	36	2	36	1557	6	802	62	6,5	605	68	5	2,5	0,85	188	0,19	29	D		

Come si evince dal tabulato di verifica il L.O.S. risulta variabile da A a D.

9.9 L.O.S. sezioni rettilinee

Si riassumono in figura i valori calcolati dei L.O.S. nelle sezioni rettilinee.

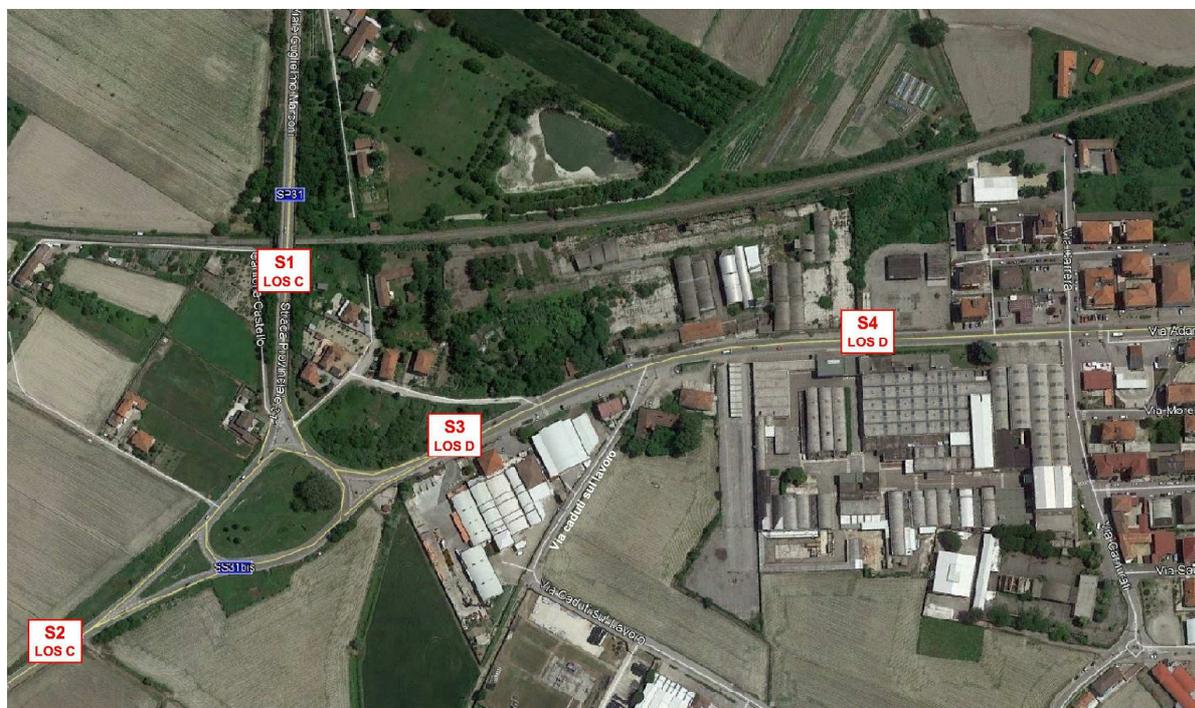


Figura 17 – Scenario di stato attuale, L.O.S. sezioni rettilinee

10. QUANTIFICAZIONE DELLA DOMANDA DI TRASPORTO INDOTTA

La domanda di trasporto indotta dal nuovo insediamento commerciale è determinata sulla base dell'art. 26 dell'allegato B della DCR 191-43016/2012: indicando con F è il flusso viario da considerare sia in entrata sia in uscita e con C è il fabbisogno dei posti a parcheggio complessivo risulta la tabella di calcolo seguente:

C	F
Fino a 1.000 posti auto	$F = 1 \times C$
Più di 1.000 posti auto	$F = 1000 + 0,65 (C - 1.000)$

Nel caso in studio il numero di posti auto complessivi ammonta a 375, a cui corrisponde pertanto un traffico orario indotto in ingresso ed uscita di 375 veicoli/ora.

La distribuzione della domanda è effettuata utilizzando un metodo gravitazionale vincolato alla destinazione (la nuova area) in cui vengono bilanciati i pesi delle singole sezioni di ingresso/uscita (nodi al cordone) con la funzione di impedenza rappresentata dalla distanza dalla struttura stessa; risulta la tabella seguente:

Tot. Flussi in	2887						
Tot. Flussi out	3030						
Indotto	Ingressi	Uscite					
Centro Commerciale	375	375					
	375	375					
Direttrice	Ingressi	%	Centro Comm	Uscite	%	Centro Comm.	
SP 31 LATO TORTONA	520	18.01	68	650	21.45	80	
SP 31 LATO A26	570	19.74	74	500	16.50	62	
SP 31 STRADA ALESSANDRIA	970	33.60	126	1140	37.62	141	
SAN MICHELE MOROZZO	450	15.59	58	370	12.21	46	
STRADA VECCHIA VERCELLI	250	8.66	32	305	10.07	38	
PIACIBELLO	127	4.40	16	65	2.15	8	
TOTALI	2887	100.00	375	3030	100.00	375	

Tabella 12: Determinazione della distribuzione della domanda di traffico indotta

Si riportano i flussogrammi relativi allo stato di progetto.

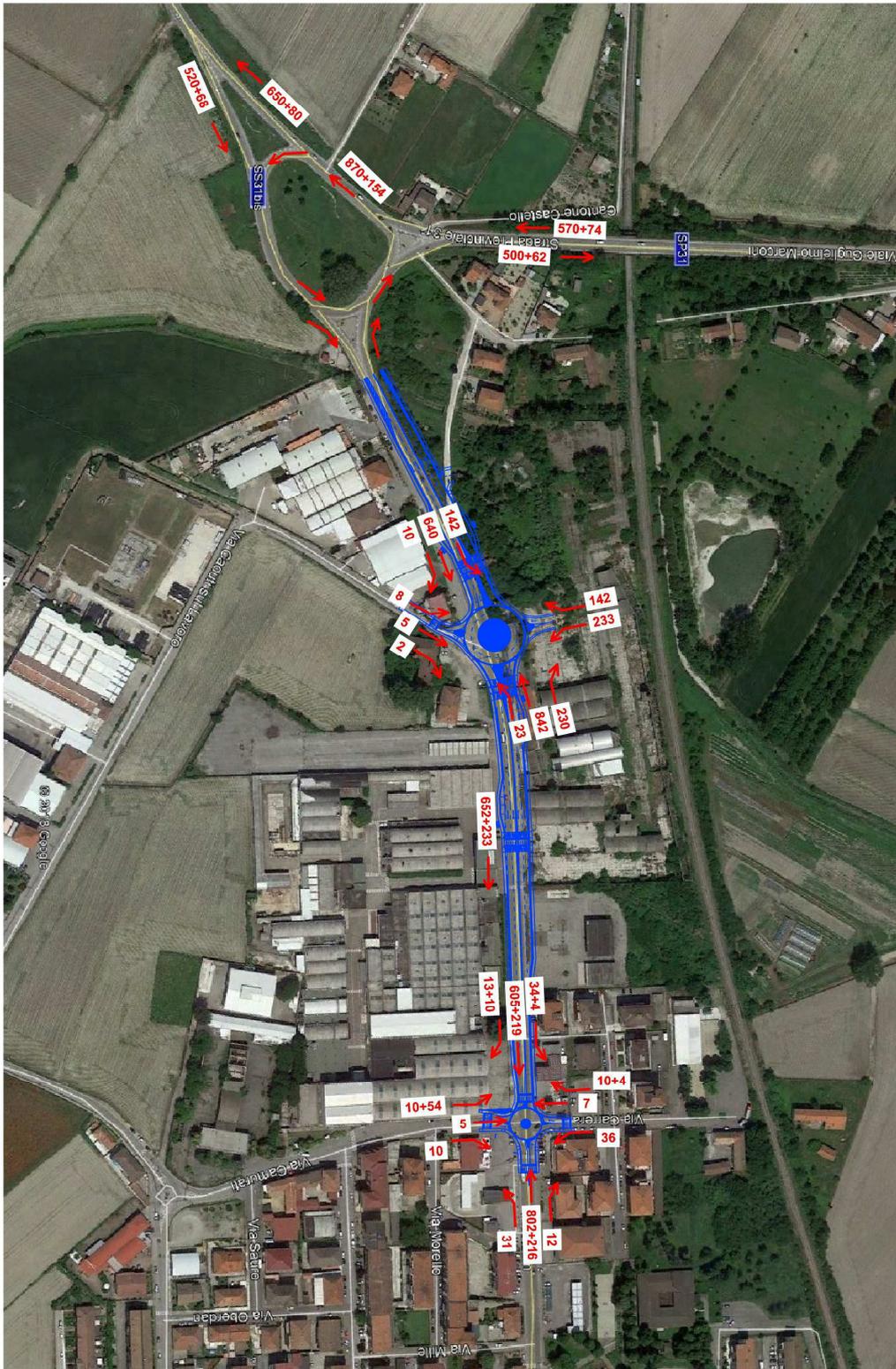


Figura 18 – Scenario di stato di progetto, settore Nord - flussogrammi



Figura 19 – Scenario di stato di progetto, settore Sud - flussogrammi

11. LIVELLI OPERATIVI DI SERVIZIO (L.O.S.) DELLA RETE DI PROGETTO

Lo scenario di stato di progetto prevede l'inserimento delle nuove opere di adeguamento della viabilità di via Adam specificate negli interventi seguenti:

- allargamento della sede stradale con sezione a quattro corsie (due per ciascun senso di marcia);
- previsione di marciapiedi su entrambi i cigli stradali;
- nuova rotatoria in corrispondenza di via Camurati e via Carrera;
- nuova rotatoria in corrispondenza di via Caduti sul Lavoro, con accesso alla viabilità interna del PEC;
- integrazione nel nuovo sistema viabilistico della strada di accesso alle case di abitazione poste nel settore della rotatoria S.P. 31 – S.P. 31 bis.

I flussi di traffico considerati sono quelli definiti dai flussogrammi di figure 18 e 19, ottenuti per sommatoria dei flussi di traffico di stato attuale con i flussi di traffico indotti.

Il nuovo calcolo dei Livelli Operativi di Servizio (L.O.S.) ha coinvolto pertanto i seguenti archi e nodi critici:

- sezione rettilinea S1: S.P. 31;
- sezione rettilinea S2: S.P. 31 bis;
- sezione rettilinea S3: via Adam tronco via Caduti sul Lavoro – rotatoria S.P. 31-S.P. 31bis;
- sezione rettilinea S4: via Adam tronco via Camurati – via Caduti sul Lavoro;
- rotatoria SP31-SP31bis;
- rotatoria via Caduti sul Lavoro;
- rotatoria via Piacibello;
- rotatoria via Carrera.

11.1 Sezione rettilinea S1

Trattasi della sezione della S.P. 31 a nord della rotatoria di svincolo con la S.P. 31 bis.

LOCALITA'	Flussi rilevati			
	L	P	B	TOT
Esterna	644			644
Centro	562	0	0	562
Media	1206	0	0	1206

% distr flussi	0,5339967
fd	0,97960
fw	0,97
fg	1
fhv	1,00

flusso max: 2800

Banchina	1,25	4
Corsia	>3,50	1
LOS atteso	E	2
Velocità strada	48	6
Pendenza	0	1
Lunghzza livelletta Km	0,4	1
Direzione in salita	Media	3

E0	1,3
E	1,3
ehv	1,83
lp	0
Pp	1,00

Pt	0,000
Phv	0,000
Pt/hv	0,000

v/c: 0,462574

L.O.S. = C

11.2 Sezione rettilinea S2

Trattasi della sezione della S.P. 31 bis a ovest della rotatoria di svincolo con la S.P. 31.

LOCALITA'	Flussi rilevati			
Direzione	L	P	B	TOT
Esterna	730			730
Centro	588	0	C	588
Media	1318	0	C	1318

% distr flussi	0,5530685
fd	0,96768
fw	0,97
fg	1
fhv	1,00

flusso max	2800
Banchina	1,25 ▼ 4
Corsia	>3,50 ▼ 1
LOS atteso	E ▼ 2
Velocità strada	48 ▼ 6
Pendenza	0 ▼ 1
Lunghzza livelletta Km	0,4 ▼ 1
Direzione in salita	Media ▼ 3

E0	1,3
E	1,3
ehv	1,83
Ip	0
Pp	1,00
Pt	0,000
Phv	0,000
Pt/hv	0,000

v/c 0,500699

L.O.S. = C

11.3 Sezione rettilinea S3

Trattasi della sezione di via Adam, posta sul tronco via Caduti sul Lavoro – rotatoria S.P. 31-S.P. 31bis.

LOCALITA'	Flussi rilevati			
Direzione	L	P	B	TOT
Esterna	1050			1050
Centro	870	0	0	870
Media	1920	0	0	1920

% distr flussi	0,546875
fd	0,97188
fw	0,97
fg	1
fhv	1,00

flusso max	2800
Banchina	1,25 ▼ 4
Corsia	>3,50 ▼ 1
LOS atteso	E ▼ 2
Velocità strada	48 ▼ 6
Pendenza	0 ▼ 1
Lunghzza livelletta Km	0,4 ▼ 1
Direzione in salita	Media ▼ 3

E0	1,3
E	1,3
ehv	1,83
Ip	0
Pp	1,00
Pt	0,000
Phv	0,000
Pt/hv	0,000

v/c 0,726245

L.O.S. = D

11.4 Sezione rettilinea S4

Trattasi della sezione di via Adam, posta sul tronco via Camurati – via Caduti sul Lavoro.

LOCALITA'	Flussi rilevati			
	L	P	B	TOT
Esterna	1070			1070
Centro	870	0	0	870
Media	1940	0	0	1940

% distr flussi	0,5515464
fd	0,96907
fw	0,97
fg	1
fhv	1,00

flusso max 2800

Banchina	1,25	▼	4
Corsia	>3,50	▼	1
LOS atteso	E	▼	2
Velocità strada	48	▼	6
Pendenza	0	▼	1
Lunghzza livelletta Km	0,4	▼	1
Direzione in salita	Media	▼	3

E0	1,3
E	1,3
ehv	1,83
lp	0
Pp	1,00
Pt	0,000
Phv	0,000
Pt/hv	0,000

v/c: 0.735932

L.O.S. = D

11.5 Rotatoria SP31-SP31bis

CALCOLO DELLE CAPACITA' DI UNA ROTONDA CON 3 RAMI

Modello: Guide Suisse des Giratoires

Definizione dei dati di partenza. (Completare le parti in azzurro)

Identificazione dei rami

Definizione capacità teorica per corsia

Orario di punta pomeridiana dati 2018

Ramo	Nome via	alfa	Capacità (vph)
Ramo 1	SP 31	0,04	15
Ramo 2	SP 31 BIS	0,04	16
Ramo 3	Str. AL	0,04	13

con: 1500 vph (caso generale)
1300 vph (formula CH1 per domande di trasporto basse)
1450 vph (formula CH1 per domande di trasporto alte)

Distanza B	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	> 21
flusso debole vel. elevata	0,80	0,75	0,69	0,63	0,59	0,53	0,48	0,42	0,38	0,31	0,27	0,21	0,15	0,16
flusso medio vel. media	0,80	0,55	0,50	0,48	0,42	0,39	0,34	0,30	0,28	0,21	0,18	0,13	0,10	0,10
flusso elevato vel. bassa	0,40	0,35	0,31	0,29	0,26	0,22	0,18	0,15	0,11	0,08	0,04	0,04	0,04	0,04

con b = distanza tra i punti di conflitto delle traiettorie in uscita ed in entrata

coefficiente di riduzione flusso circolante

beta	0,9 - 1,0	1 corsia anello
	0,6 - 0,8	2 corsie anello
	0,5 - 0,6	3 corsie anello

coefficiente di ripartizione flusso entrante

gamma	1,0	1 corsia di entrata
	0,6 - 0,7	2 corsie di entrata
	0,5	3 corsie di entrata

$$C_e = C_T - 8/9 * (Q_{e1} + \alpha_i Q_s)$$

$$TCU_e = \frac{\gamma \cdot Q_e}{C_e}$$

Dati di traffico

	SP 31	SP 31 BI	Str. AL	ingressi (Qe)
SP 31	0	200	444	644
SP 31 BIS	290	0	348	638
Str. AL	512	480	0	992
uscite (Qs)	802	680	792	2274

Calcolo del flusso presente sull'anello (Qc)

ramo	1	2	3
ramo 1	480	480	480
ramo 2	444	444	444
ramo 3	290	290	290

$$TCU_c = \frac{\gamma \cdot Q_c + 8/9 \cdot Q_s}{1500}$$

Calcolo della capacità e del ritardo medio (con CETUR)

ramo	n. ingressi	corsie anello	ingressi (Qe)	uscite (Qs)	flusso anello (Qc)	alfa	beta (non usato)	gamma	fl. ingombrante (Qg)	Cap. ingresso (Ce)	Cap. totale	% ingresso (Tcue)	% anello (Touc)	ritardo (sec)	Ce Ambito urbano (formula CH1)	Ce Ambito urbano (formula CH2)
SP 31	1	1	644	802	480	0,04	1,00	1,00	512,1	1045	1045	61,6	73,3	7,4	940	994
SP 31 BIS	1	1	638	680	444	0,04	1,00	1,00	471,2	1081	1081	59,0	70,5	8,5	967	1028
Str. AL	1	1	992	792	290	0,04	1,00	1,00	321,7	1214	1214	81,7	85,2	11,6	1083	1175

Note:

Tcue = tasso di capacità dell'entrata
Touc = tasso di capacità nei punti di conflitto

Il L.O.S. è determinato nell'intervallo A/B.

11.6 Rotatoria via Caduti sul Lavoro

Trattasi della nuova rotatoria prevista quale accesso alla nuova area commerciale. La rotatoria si colloca in corrispondenza della intersezione esistente di via Caduti sul Lavoro.

CALCOLO DELLE CAPACITA' DI UNA ROTONDA CON 4 RAMI

Modello: Guide Suisse de Giratoire

Definizione dei dati di partenza

Identificazione dei rami

Ramo	Nome via	Coeff. Alfa
Ramo 1	Alessandria Sud	0,30
Ramo 2	Area Comm.	0,40
Ramo 3	Alessandria Nord	0,30
Ramo 4	Caduti sul Lavoro	0,40

con: Dist. B	flusso debole vel. elevata	flusso medio vel. media	flusso elevato vel. bassa
9	0,80	0,60	0,40
10	0,75	0,55	0,35
11	0,69	0,50	0,31
12	0,63	0,48	0,29
13	0,59	0,42	0,26
14	0,53	0,39	0,22
15	0,48	0,34	0,18
16	0,42	0,30	0,15
17	0,38	0,26	0,11
18	0,31	0,21	0,08
19	0,27	0,18	0,04
20	0,21	0,13	0,04
21	0,16	0,10	0,04
> 21	0,16	0,10	0,04

Definizione capacità teorica per corsia

Capacità (vph) **1500** con: 1500 vph (caso generale)
1300 vph (formula CH1 per domande di trasporto basse)
1450 vph (formula CH1 per domande di trasporto alte)

Dati di traffico

	ramo 1	ramo 2	ramo 3	ramo 4	ingressi (Qe)
ramo 1	0	230	642	23	1095
ramo 2	233	0	142	1	376
ramo 3	640	142	0	10	792
ramo 4	2	6	8	0	16
uscite (Qs)	875	378	992	34	2279

Calcolo del flusso presente sull'anello (Qc)

ramo 1	156
ramo 2	873
ramo 3	257
ramo 4	1015

Calcolo della capacità

Ricorda:

Beta:	0,9 - 1,0	1 corsia anello
	0,6 - 0,8	2 corsie anello
gamma	0,5 - 0,6	3 corsie anello
	1,0	1 corsia di entrata
	0,6 - 0,7	2 corsie di entrata
	0,5	3 corsie di entrata

ramo	corsie ingresso	corsie anello	ingressi (Qe)	uscite (Qs)	flusso anello (Qc)	alfa	beta	gamma	impingranze (Qip)	cap. ingresso (Ca)	cap. totale	% ingresso (Tcaie)	% anello (Tcaic)	ritardo (sec)
Alessandria Sud	2	1	1095	875	156	0,300	1,00	0,65	410,5	1128,0	1579,2	45,1	24,8	4,8
Area Comm.	1	1	376	378	873	0,400	1,00	1,00	1024,2	589,6	589,6	63,8	80,8	17,5
Alessandria Nord	2	1	792	992	257	0,300	1,00	0,65	554,6	1007,0	1409,8	36,5	32,9	4,1
Caduti sul Lavoro	1	1	16	34	1015	0,400	1,00	1,00	1028,6	585,7	585,7	2,7	61,0	7,1



Il L.O.S. degli assi di viabilità esterna è A; il L.O.S. del ramo di uscita dall'area commerciale risulta pari a C e pertanto accettabile.

11.7 Rotatoria via Piacibello

CALCOLO DELLE CAPACITA' DI UNA ROTONDA CON 4 RAMI															
Modello: Guide Suisse de Giratoire															
Definizione dei dati di partenza															
Identificazione dei rami															
	Nome via	Coef. Alfa	con:	Dist. B	flusso debole vel. elevata	flusso medio vel. media	flusso elevato vel. bassa								
Ramo 1	Alessandria Sud	0,04		9	0,80	0,60	0,40								
Ramo 2	Cabiati	0,04		10	0,75	0,55	0,35								
Ramo 3	Alessandria Nord	0,04		11	0,69	0,50	0,31								
Ramo 4	Piacibello	0,04		12	0,63	0,48	0,29								
				13	0,59	0,42	0,26								
				14	0,53	0,39	0,22								
				15	0,48	0,34	0,18								
				16	0,42	0,30	0,15								
				17	0,38	0,26	0,11								
				18	0,31	0,21	0,08								
				19	0,27	0,18	0,04								
				20	0,21	0,13	0,04								
				21	0,16	0,10	0,04								
				> 21	0,16	0,10	0,04								
Definizione capacità teorica per corsia															
Capacità (vph)	1500	con: 1500 vph (caso generale) 1300 vph (formula CH1 per domande di trasporto basse) 1450 vph (formula CH1 per domande di trasporto alte)													
Dati di traffico															
	ramo 1	ramo 2	ramo 3	ramo 4	ingressi (Qe)										
ramo 1	0	85	966	20	1071										
ramo 2	17	0	20	7	44										
ramo 3	576	26	0	44	646										
ramo 4	30	12	91	0	133										
uscite (Qs)	623	123	1077	71	1894										
Calcolo del flusso presente sull'anello (Qc)															
ramo 1	129														
ramo 2	1077														
ramo 3	44														
ramo 4	619														
Calcolo della capacità															
					Ricorda:	Beta:	0.9 - 1.0	1 corsia anello							
							0.6 - 0.8	2 corsie anello							
							0.5 - 0.6	3 corsie anello							
						gamma	1.0	1 corsia di entrata							
							0.6 - 0.7	2 corsie di entrata							
							0.5	3 corsie di entrata							
	ramo	corsie ingresso	corsie anello	Ingressi (Qe)	Uscite (Qs)	flusso anello (Qc)	alfa	beta	gamma	fl. ingombante (Qg)	Cap. Ingresso (Ce)	Cap. totale	% ingresso (Tcuc)	% anello (Tcuc)	ritardo (sec)
	Alessandria Sud	1	1	1071	623	129	0,040	1,00	1,00	153,9	1363,2	1363,2	78,6	9,2	7,7
	Cabiati	1	1	44	123	1077	0,040	1,00	1,00	1081,9	538,3	538,3	8,2	64,2	8,4
	Alessandria Nord	1	1	646	1077	44	0,040	1,00	1,00	87,1	1422,6	1422,6	45,4	5,2	2,7
	Piacibello	1	1	133	71	619	0,040	1,00	1,00	621,8	947,3	947,3	14,0	36,9	4,0

Tasso di utilizzo ingressi

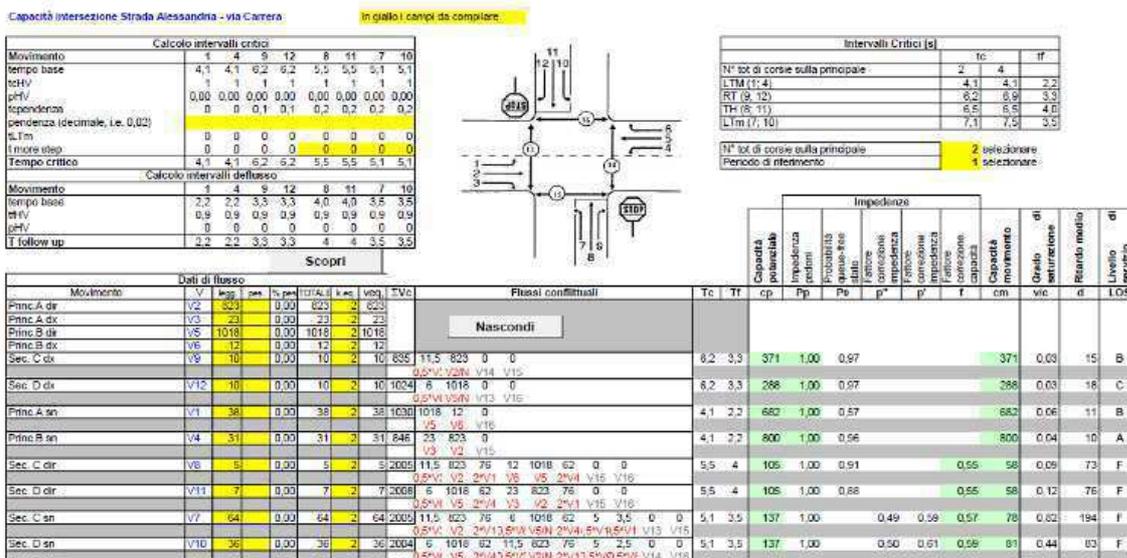
Tasso di utilizzo anello

Il L.O.S. è costantemente pari ad A.

11.8 Rotatoria via Carrera

È opportuno premettere che già nello scenario di stato attuale l'intersezione di via Carrera presenta, su alcune manovre, dei L.O.S. pari a D.

Una prima analisi della intersezione è stata effettuata nell'ipotesi di mantenere la configurazione geometrica attuale, considerando gli incrementi di traffico indotti dalla nuova area commerciale. Il tabulato di seguito riportato indica per più manovre di svolta un L.O.S. pari ad F e pertanto inaccettabile.



Essendo stata quindi determinata la necessità funzionale di inserire una nuova rotatoria in corrispondenza dell'intersezione (come già previsto nell'ambito delle opere di adeguamento viabilistico) è stata condotta la verifica di capacità della rotatoria, della quale si riportano i relativi tabulati.

Carrera

Modello: Guide Suisse de Giratoire

Definizione dei dati di partenza

Identificazione dei rami

Ramo	Nome via	Coeff. Alfa
Ramo 1	Alessandria Sud	0,30
Ramo 2	Carrera	0,40
Ramo 3	Alessandria Nord	0,30
Ramo 4	Camurati	0,40

con: Dist. B	flusso debole vel. elevata	flusso medio vel. media	flusso elevato vel. bassa
9	0,80	0,60	0,40
10	0,75	0,55	0,35
11	0,69	0,50	0,31
12	0,63	0,48	0,29
13	0,59	0,42	0,26
14	0,53	0,39	0,22
15	0,48	0,34	0,18
16	0,42	0,30	0,15
17	0,38	0,26	0,11
18	0,31	0,21	0,08
19	0,27	0,18	0,04
20	0,21	0,13	0,04
21	0,16	0,10	0,04
> 21	0,16	0,10	0,04

Definizione capacità teorica per corsia

Capacità (vph) **1500** con: 1500 vph (caso generale)
1300 vph (formula CH1 per domande di trasporto basse)
1450 vph (formula CH1 per domande di trasporto alte)

Dati di traffico

	Alessandria Sud	Carrera	Alessandria Nord	Camurati	ingressi (Qe)
Alessandria Sud	0	12	1018	31	1061
Carrera	36	0	14	7	57
Alessandria Nord	824	38	0	23	885
Camurati	10	5	64	0	79
uscite (Qs)	870	55	1096	61	2082

Calcolo del flusso presente sull'anello (Qc)

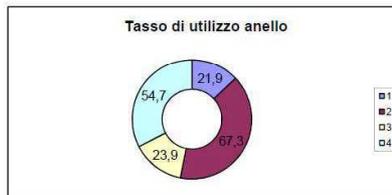
ramo 1	107
ramo 2	1113
ramo 3	74
ramo 4	898

Calcolo della capacità

Ricorda:

Beta:	0,9 - 1,0	1 corsia anello
	0,6 - 0,8	2 corsie anello
	0,5 - 0,6	3 corsie anello
gamma	1,0	1 corsia di entrata
	0,6 - 0,7	2 corsie di entrata
	0,5	3 corsie di entrata

ramo	corsie ingresso	corsie anello	ingressi (Qe)	uscite (Qs)	flusso anello (Qc)	alfa	beta	gamma	fl. ingombriante (Qg)	Cap. ingresso (Ca)	Cap. totale	% ingresso (Tcue)	% anello (Tcauc)	ritardo (sec)
Alessandria Sud	1	1	1061	870	107	0,300	1,00	1,00	368,0	1172,9	1172,9	90,5	21,9	19,8
Carrera	1	1	57	55	1113	0,400	1,00	1,00	1135,0	491,1	491,1	11,6	67,3	9,7
Alessandria Nord	1	1	885	1096	74	0,300	1,00	1,00	402,8	1142,0	1142,0	77,5	23,9	8,4
Camurati	1	1	79	61	898	0,400	1,00	1,00	922,4	680,1	680,1	11,6	54,7	6,3



Il L.O.S. della nuova rotonda risulta compreso nell'intervallo A-C, e pertanto accettabile.

Arco/nodo	Direzione	stato di fatto			stato di progetto		
		v/c	ritardo	LOS	v/c	ritardo	LOS
Sezione rettilinea S1		0.40		C	0.45		C
Sezione rettilinea S2		0.44		C	0.50		C
Sezione rettilinea S3		0.57		D	0.73		D
Sezione rettilinea S4		0.58		D	0.74		D
Rotatoria SP31-SP31bis	SP31		5.10	A		7.40	A
	SP31bis		4.70	A		6.50	A
	Strada AL		7.00	A		11.60	B
Rotatoria Piacibello	AL Sud		5.50	A		7.70	A
	Cabiati		5.40	A		8.40	A
	AL Nord		1.90	A		2.70	A
	Piacibello		2.60	A		4.00	A
Rotatoria Caduti sul Lavoro	AL Sud					4.80	A
	Area Commerciale					17.50	C
	AL Nord					4.10	A
	Caduti					7.10	A
Rotatoria Carrea	AL Sud					19.80	C
	Carrera					9.70	A
	AL Nord					8.40	A
	Camurati					6.30	A

Tabella 13: Confronto tra L.O.S. Ante Operam e Post Operam

Dalla lettura dei singoli valori espressi in tabella si può osservare quanto segue:

- i livelli di servizio delle direttrici principali (S.P. 31, S.P. 31 bis e Via Adam) rimangono immutati nella verifica post intervento; il L.O.S. più gravoso, pari a D, registrato lungo la via Adam, è da considerarsi accettabile;
- il rondò di collegamento delle S.P. 31, S.P. 31bis e Via Adam mantiene costantemente un L.O.S. pari ad A in entrambi gli scenari; il solo ramo in ingresso di via Adam presenta L.O.S. pari a B nella situazione post operam;
- la rotatoria di via Piacibello mantiene costantemente L.O.S. pari ad A in entrambi gli scenari studiati;
- la nuova rotatoria di accesso all'area commerciale, posta in corrispondenza dell'attuale intersezione di via Caduti sul Lavoro, presenta un L.O.S. pari ad A sui rami di viabilità esterna e pari a C sul ramo interno all'area commerciale;
- le verifiche di capacità dell'attuale intersezione di via Carrea con i flussi di traffico post operam hanno dimostrato la necessità di una nuova giratoria; il L.O.S. calcolato risulta pari ad A per tutte le manovre, con la sola eccezione del ramo Alessandria Sud che presenta un L.O.S. pari a C.

In conclusione, l'analisi modellistica degli interventi di progetto previsti ha evidenziato come le opere viabilistiche in previsione siano in grado di assorbire gli incrementi di traffico generati dalla nuova localizzazione nel pieno rispetto dei requisiti di funzionalità previsti dalla norma regionale vigente.