



2C Sviluppo Immobiliare S.p.A
Via Niccolò Machiavelli, 9
20096 Pioltello (MI)

Piano Attuativo

Studio di traffico

Realizzazione di complesso produttivo ad uso Data Center
Cornaredo (MI)

Documento: 4306 ES A SI 08 Studio di traffico

Data

23/04/2026



L22 è una divisione di:

Lombardini22 SpA

Via Lombardini 22 - 20143 Milano, Italia **T** +39 02 365.962.00 **F** +39 02 832.013.97 **www.lombardini22.com**
Capitale Sociale: € 100.000 i.v. C.f./Piva: 05505600964 r.e.a. 1827099

Sistema di gestione qualità conforme alla UNI EN ISO 9001:2015 Certificato - Nr. 50 100 8319 da TÜV Italia



Alvea

Environment,
Your Next
Asset

Proposta di Piano Attuativo che prevede l'insediamento di un complesso produttivo ad uso Data center nell'area situata in Cornaredo (MI), via dello Sport n.80 (già via Roma n.80)

STUDIO DI TRAFFICO

Preparato per: L22

Data: 23/04/2026

STUDIO DEL TRAFFICO

Rev:	data	emissione	note
0	23/04/2026		

Redatto	Verificato	Approvato
V. Curti	L. Pessina	P. Mauri

Disclaimer

With this document, Alvea srl has fulfilled the commission entrusted to it by L22 with the required diligence. The calculations and results illustrated in this document have been obtained in compliance with current regulations and recognised rules in the sector of operation and are based on the state of knowledge at the time of writing the report.

In this regard, Alvea srl has prepared this documentation in accordance with the information and specifications provided by the Client, who therefore assumes all responsibility for the accuracy and correctness of the same.

To this end, Alvea srl considers that:

- the client, or third parties designated by them, have provided all the correct information and complete documents for the execution of the commission.
- this document will not be used in a partial manner.
- the processing and results contained in this document will not be used for any purpose other than that agreed upon or for any other purpose, nor will they be transposed to modified circumstances without being re-examined.
- in this document, the term "Client" refers to the company "L22" which has commissioned "Alvea" to draft this document.



Con il presente documento, Alvea srl ha eseguito l'incarico affidatole da L22 con la dovuta diligenza.

I calcoli e i risultati illustrati nel presente documento sono stati ottenuti nel rispetto delle normative vigenti e delle regole riconosciute nel settore di attività e si basano sullo stato delle conoscenze al momento della stesura del rapporto.

A tal proposito, Alvea srl ha redatto la presente documentazione in conformità alle informazioni e alle specifiche fornite dal Cliente, che pertanto si assume ogni responsabilità in merito all'accuratezza e alla correttezza della stessa.

A tal fine, Alvea srl considera che:

- il Cliente, o terzi da lui designati, abbiano fornito tutte le informazioni corrette e la documentazione completa per l'esecuzione dell'incarico.
- il presente documento non verrà utilizzato in modo parziale.
- le elaborazioni e i risultati contenuti nel presente documento non verranno utilizzati per scopi diversi da quelli concordati o per qualsiasi altro scopo, né verranno trasposti a circostanze modificate senza essere riesaminati.
- nel presente documento, il termine "Cliente" si riferisce alla società "L22" che ha incaricato "Alvea" di redigere il presente documento.

Sommario

1	PREMESSA	6
2	METODI	9
2.1	Livelli di servizio su intersezioni a raso libere	9
2.2	Tempi di ritardo e livelli di servizio per intersezioni a raso semaforizzate	11
2.3	Tempi di ritardo e livelli di servizio per intersezioni a rotatoria	12
2.4	Livelli di servizio su tratte stradali	13
3	DESCRIZIONE E DIMENSIONE DELL'INTERVENTO	20
3.1	Descrizione sintetica dell'intervento	20
3.2	Dimensione trasportistica dell'intervento	21
4	INQUADRAMENTO DEL SISTEMA VIARIO	23
5	QUADRO CONOSCITIVO: LA DOMANDA DI TRASOPRTO ATTUALE	26
6	LIVELLI OPERATIVI DI SERVIZIO RETE VIARIA ATTUALE	30
6.1	Rotatoria via Milano/via della Repubblica	30
6.2	Rotatoria via Milano/via San Siro	32
6.3	Rotatoria via della Repubblica/via Carlo Pisacane/via San Michele	34
6.4	Rotatoria via della Repubblica/via Giacomo Matteotti/via dello Sport	37
6.5	Sezioni rettilinee	39
7	DISTRIBUZIONE DELLA DOMANDA DI TRASPORTO INDOTTA	41
8	LIVELLI OPERATIVI DI SERVIZIO DELLA RETE VIARIA NELLO SCENARIO DI PROGETTO	43
8.1	Variazione dei rapporti V/C per intersezioni a rotatoria	43
8.2	Variazione dei rapporti V/C per Sezioni Rettilinee	45
8.3	Raffronto tra scenari	46
9	CONCLUSIONI	48

INDICE FIGURE

Figura 1: inquadramento area di intervento sul territorio comunale	6
Figura 2: localizzazione dell'area di intervento in relazione alla viabilità principale	7
Figura 3: Planivolumetrico della proposta di intervento.....	20
Figura 4: delimitazione del comparto viario - movimenti di svolta e sezioni rettilinee significative	23
Figura 5: movimenti di svolta rilevati – quadrante SP Ex SS11	24
Figura 6: movimenti di svolta rilevati – quadrante SP 130.....	25
Figura 7: sezioni di misura e relativa numerazione	26
Figura 8: flussi di traffico intervallo di picco – giorno feriale – 17.00-18.00	28
Figura 9: intersezione a rotatoria SP Ex SS11/SP 130 (fonte: GoogleMaps)	30
Figura 10: matrice O/D intersezione SP ExSS11/Sp 130 – Stato di fatto.....	31
Figura 11: intersezione a rotatoria SP Ex SS11/via San Siro (fonte: GoogleMaps).....	33
Figura 12: intersezione a rotatoria SP SP 130/via Carlo Pisacane/via San Michele (fonte: GoogleMaps).....	35
Figura 13: intersezione a rotatoria SP 130/via Giacomo Matteotti/via dello Sport (fonte: GoogleMaps)	37
Figura 14: Matrice O/D intersezione SP 130-via Matteotti-via dello Sport.....	37
Figura 15: sezione rettilinee verificate con HCM – Stato di fatto	39
Figura 16: distribuzione della domanda di trasporto indotta	42

INDICE TABELLE

Tabella 1: livelli di servizio su intersezioni a raso libere.....	10
Tabella 2: Livelli di Servizio su intersezioni semaforizzate	12
Tabella 3: Livelli di servizio nelle intersezioni a rotatoria in funzione delle code e delle attese.....	13
Tabella 4: fattore correttivo per larghezza corsia e banchina.....	15
Tabella 5: fattore correttivo per numero di accessi a raso	15
Tabella 6: fattore correttivo per pendenza media della strada	16
Tabella 7: fattore correttivo per parte di strada con divieto di sorpasso	17
Tabella 8: fattore correttivo per la parte in cui è impedito il sorpasso e per la distribuzione del traffico nelle due direzioni	18
Tabella 9: livelli di servizio per strade a carreggiata unica	18
Tabella 10: Livelli di Servizio su tratte stradali con carreggiata unica	19
Tabella 11: domanda di trasporto intervallo di punta della sera – giorno feriale medio	27
Tabella 12: rapporti flusso/capacità e riserve di capacità rotatoria SPEx SS 11/SP130 – Stato di Fatto	31
Tabella 13: CETUR nella formulazione elvetica con tempi di ritardo medio per veicolo – R1	32
Tabella 14: rapporti flusso/capacità e riserve di capacità rotatoria SPEx SS 11/via San Siro – Stato di Fatto	33
Tabella 15: CETUR nella formulazione elvetica con tempi di ritardo medio per veicolo - R2.....	34
Tabella 16: Matrice O/D intersezione via della Repubblica-via Carlo Pisacane-via San Michele.....	35
Tabella 17: rapporti flusso/capacità e riserve di capacità rotatoria SP/Pisacane/San Michele - Stato di Fatto	36
Tabella 18: CETUR nella formulazione elvetica con tempi di ritardo medio per veicolo – R3	36
Tabella 19: rapporti flusso/capacità e riserve di capacità rotatoria SP 130-via Matteotti-via dello Sport – Stato di Fatto.....	38

Tabella 20: CETUR nella formulazione elvetica con tempi di ritardo medio per veicolo – R4	38
Tabella 21: Saturazione % sezione 1 SP Ex SS 11 lato Est – Stato di fatto.....	40
Tabella 22: Saturazione % sezione 2 SP130 – Stato di fatto.....	40
Tabella 23: distribuzione della domanda di trasporto indotta.....	41
Tabella 24: rapporto flusso/capacità e saturazione intersezione SP 130/SP ex SS 11 – scenario di progetto	43
Tabella 25: rapporto flusso/capacità e saturazione intersezione SP ex SS11/via San Siro – scenario di progetto	44
Tabella 26: rapporto flusso/capacità e saturazione intersezione SP 130/via Pisacane – scenario di progetto	44
Tabella 27: rapporto flusso/capacità e saturazione intersezione SP 130/via Matteotti – scenario di progetto	45
Tabella 28: Saturazione % sezione 1 SP Ex SS 11 lato Est – Scenario di progetto	45
Tabella 29: Saturazione % sezione 2 SP130 – Scenario di progetto	46
Tabella 30: confronto degli indicatori di prestazione nello stato di fatto e nello scenario di progetto.....	46
Tabella 31: variazione degli indicatori di prestazione	47

1 PREMESSA

La presente relazione sviluppa lo Studio di Impatto da Traffico relativo all'intervento che porterà alla realizzazione di un edificio che ospiterà un nuovo Data Center all'interno dell'area di trasformazione sul territorio del Comune di Cornaredo (*Città Metropolitana di Milano*).

L'area oggetto di intervento è posta nella zona ovest del Comune di Cornaredo e si estende su una superficie di circa 65.000 mq; attualmente è occupata da edifici dismessi per una superficie coperta di circa 21.000 mq. L'area confina con il complesso degli impianti sportivi comunali "Pertini" a nord, attività produttive e commerciali a est, con il cimitero di San Pietro all'Olmo a sud, una residenza privata a sud-ovest e con il Parco Agricolo Sud di Milano a nord e ovest.

L'accessibilità all'area avviene tramite collegamento alla SP130 che si immette sulla SP 11 Padana Superiore e porta alla tangenziale di Milano e all'autostrada MI-TO.



Figura 1: inquadramento area di intervento sul territorio comunale

In particolare, il comparto viario di interesse è caratterizzato dagli assi viari della SP 130 e della SP exSS11, mentre la connessione dell'area di intervento alla viabilità principale avviene mediante la locale via dello Sport.



Figura 2: localizzazione dell'area di intervento in relazione alla viabilità principale

Obiettivo dello Studio di Impatto Viabilistico è la definizione dei Livelli Operativi di Servizio (LdS) della rete viaria e dei suoi singoli componenti che probabilmente verranno interessate dalla domanda di trasporto indotta dalla nuova localizzazione.

Per determinare la portata trasportistica dell'intervento (traffico indotto) si mettono a confronto i LdS della rete nello stato di fatto (T0) con quelli stimati per lo scenario di progetto (T1). Lo scenario di progetto sarà caratterizzato assumendo la domanda di trasporto indotto generata e dalle eventuali misure di mitigazione intraprese per mantenere accettabili LdS.

Lo studio di impatto si articolerà per fasi secondo il seguente schema:

- Definizione del peso trasportistico dell'intervento (dimensione della domanda di trasporto indotta generata);
- Delimitazione del comparto viario significativo all'interno del quale si potranno avere variazioni misurabili e significative delle variabili che determinano le prestazioni degli elementi di rete (LdS);

- Quantificazione della domanda di trasporto che attualmente impegna il comparto viario delimitato attraverso campagna di misura dei flussi di traffico durante gli intervalli di punta (giorni feriali);
- Calcolo dei Livelli Operativi di Servizio nello stato di fatto (T0);
- Distribuzione e assegnazione della domanda di trasporto indotta (creazione dello scenario T1);
- Calcolo dei Livelli Operativi di Servizio nello scenario di progetto (T1).

Le verifiche di impatto sono state condotte facendo riferimento:

- Ai modelli proposti nell'Highway Capacity Manual per sezioni stradali rettilinee e per intersezioni a raso libere;
- Ai modelli di calcolo delle riserve di capacità e dei tempi di ritardo su intersezioni a rotatoria SETRA-CETUR proposti, ad esempio, in Programme de calcul de capacite ses carrefour giratoires.
- Ai modelli di "ciclo ottimo" (HCM) e dei "tempi di ritardo" (Webster) su intersezioni semaforizzate proposti, ad esempio, da F.W. Webster in "Traffic Signals Settings".

2 METODI

L'analisi delle prestazioni delle diverse componenti del sistema viario viene sviluppata facendo riferimento a condizioni di flusso ininterrotto per tratte stradali e di Flusso interrotto per le intersezioni.

Nel caso di condizioni di flusso ininterrotto i modelli analitici utilizzati per le verifiche prestazionali sono contenuti:

- nell'Highway Capacity Manual (versioni 1985 e 2000) per la stima del Livello di Servizio (LdS) di assi stradali con condizioni di flusso ininterrotto.

mentre, 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, ad esempio da H.C.M.;
- Algoritmi e modelli dei tempi di ritardo su intersezioni semaforizzate proposto, ad esempio, 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 proposto, ad esempio, da D.S.T.R.-Setra-Certu in Programme de calcul de capacite ses carrefour giratoires.

2.1 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 tra un veicolo e il successivo della corrente principale durante il quale un veicolo della corrente secondaria può effettuare la svolta. L'intervallo critico 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 HCM 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:

TABLE 10-1. CRITICAL GAPS t_c AND FOLLOW-UP TIMES t_f FOR PASSENGER CARS AT TWSC INTERSECTIONS

VEHICLE MANEUVER	CRITICAL GAP t_c		FOLLOW-UP TIME t_f
	TWO-LANE MAJOR ROAD	FOUR-LANE MAJOR ROAD	
Left turn, major street	4.1	4.1	2.2
Right turn, minor street	6.2	6.9	3.3
Through traffic, minor street	6.5	6.5	4.0
Left turn, minor street	7.1	7.5	3.5

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 (c_m). 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 (c_{sh}) è dato dalla:

$$c_{sh} = (v_l + v_t + v_r) / (v_l/c_{ml} + v_t/c_{mt} + v_r/c_{mr})$$

dove:

- c_{sh}** = capacità
- v_l** = LT volume di traffico per svolta a sinistra su corsia condivisa
- v_t** = TH volume di traffico per attraversamenti strada secondaria
- v_r** = RT volume di traffico per svolta a destra dalla strada secondaria
- c_{ml}** = capacità della manovra di svolta a sinistra
- c_{mt}** = capacità della manovra di attraversamento
- c_{mr}** = 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 1: livelli di servizio su intersezioni a raso libere

2.2 Tempi di ritardo e livelli di servizio per intersezioni a raso semaforizzate

Il metodo adottato per la verifica dei livelli di servizio su intersezioni a raso semaforizzate ha comportato l'adozione di due modelli distinti:

- calcolo degli arrivi casuali ad accessi sottosaturi;
- calcolo della durata ottima del ciclo semaforico.

Il primo modello di calcolo è proposto da F.W. Webster in "**Traffic Signals Settings**", Road Research Technical Paper 39, HMSO, London. Webster propone una espressione semi-sperimentale per il ritardo subito dai veicoli nel passaggio attraverso un'intersezione semaforizzata in accessi sottosaturi. La formula proposta, verificata attraverso una lunga serie di osservazioni sul campo, si componeva di tre termini: i primi due di derivazione teorica, il terzo di derivazione puramente sperimentale e precisamente:

$$w = 0,45 [(c(1-m)^2/(1-Q/S)) + (Q/(mS(mS-Q))) - 0,65(c/Q^2)^{1/3}m^2 + 5y]$$

dove:

w = tempo di attesa

c = durata del ciclo (reale se esiste un semaforo o 60" se l'intersezione è libera)

Q = flusso veicolare dell'arco in esame

S = flusso di saturazione dell'arco in esame

y = percentuale di verde efficace sul ciclo nella fase in esame;

$m = g/c$ è il rapporto tra tempo di verde disponibile per l'arco in esame e la lunghezza del ciclo (reale se esiste un semaforo o porzione percentuale del ciclo ideale di 60" se l'intersezione è libera. La percentuale di tempo di verde da dedicare all'arco dipende dalla gerarchia dell'arco in esame)

Il secondo modello adottato e mirato al calcolo della durata ottima di ciclo e degli split di fase fornisce una durata che minimizza il ritardo di tutto il traffico in arrivo sull'intersezione. L'espressione utilizzata per il calcolo del ciclo ottimo è stata la seguente:

$$Co = (1,5 * L + 5) / (1 - Y)$$

dove:

Y = somma dei rapporti di flusso critici (Q/S) dell'intersezione;

L = perditempo totale per ciclo.

I tempi di verde efficace (split di fase) sono calcolati dopo aver determinato il tempo di verde totale disponibile e averlo ripartito proporzionalmente ai rapporti critici di flusso per fase, cioè:

$$gi = (Co - L) yi / Y$$

dove:

gi = tempo di verde efficace i -esima fase;

yi = rapporto di flusso critico (Qi/Si) dell' i -esima fase.

I livelli di servizio adottati sono stati:

	livello di servizio	Tempo di attesa per veicolo (secondi)
A	Avvicinamento con il verde	£ 10
B	Cicli molto brevi	10 , 20
C	Allungamento dei cicli e difficoltà di gestione del traffico	20 , 35
D	Inizio di congestione	35 , 55
E	Limite accettabile della congestione	55 , 80
F	Verso la saturazione	> 80

Tabella 2: Livelli di Servizio su intersezioni semaforizzate

2.3 Tempi di ritardo e livelli di servizio 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:

$$C_e = 150 - 8/9 * Q_g$$

Dove:

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

$Q_g = b * Q_c + a * Q_s$

Q_c = portata del flusso circolante nell'anello;

Q_s = portata del flusso in uscita;

b = coeff. relativo alla larghezza dell'anello;

a = coeff. del flusso in uscita.

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

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

Dove:

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

Q_e = flusso in ingresso;

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

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

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

Dove:

$$Q_g = b * Q_c + a * Q_s$$

Q_e = flusso in ingresso;

g = 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:

13

Livello di servizio			Tempo di ritardo
	Qualità della circolazione	Formazione di code in attesa	(secondi)
	Eccellente	Nessuna formazione di code	≤ 10
A			
B	Buona	Formazione casuale di accodamenti	10,1÷15,0
C	Soddisfacente	Presenza temporanea di file di attesa	15,1÷25,0
D	Sufficiente	Presenza stabile di file di attesa	25,1÷45,0
E	Insufficiente	Presenza stabile di file di attesa	>45,1 (+60,0)
F	Totalmente insufficiente	Presenza stabile di file di attesa non assorbita	>>45 (>60,0)

Tabella 3: Livelli di servizio nelle intersezioni a rotatoria in funzione delle code e delle attese

Per la valutazione quantitativa della rotatoria è stato utilizzato il software francese SETRA (Software di Bernard Guichet prodotto per i centri francesi CERTU - CETE de l'Ouest – SETRA) che stima le riserve di capacità e i tempi persi per intersezioni a rotatoria con precedenza al flusso circolante sull'anello. I dati essenziali dei risultati prestazionali che si ottengono dal software risultano i seguenti:

- **riserva di capacità:** rapporto tra la quantità di traffico prevista sul ramo e la capacità all'entrata del ramo stesso. Il rapporto è computato sia in valore assoluto (veicoli all'ora) sia in valore percentuale e fornisce la misura di quanti veicoli possono passare prima della formazione di attese in ingresso alla rotonda;
- **coda di attesa o lunghezza dell'accumulo:** rappresenta la quantità di veicoli in attesa di entrare nella rotonda ed è espressa come valore massimo stimato o come valore medio durante l'ora. Poiché l'arrivo dei veicoli è fortemente casuale, di fatto si potrebbero verificare attese maggiori di quelle calcolate;
- **attesa media:** espressa sia in secondi di attesa rispetto al singolo veicolo, sia nel complesso come valore medio, nell'arco di un'ora, del tempo perso da tutti i veicoli in attesa all'ingresso nella rotonda.

2.4 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.

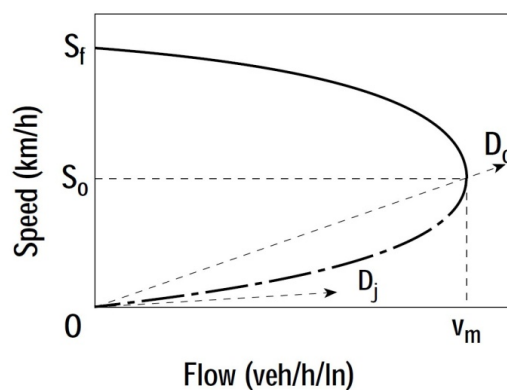
Per condizioni di sottosaturazione il deflusso in un punto non è condizionato dalle condizioni di monte o di valle (non si verifica la presenza di onde di shock).

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 sovrassaturazione 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.

14

La relazione Flusso/Velocità è del tipo:



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);
- Il LOS richiede l'applicazione di equazioni diverse dalle precedenti (flusso ininterrotto).

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 secondario).

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 4: 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 5: 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 6: fattore correttivo per pendenza media della strada

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

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

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 7: 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 8: 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:

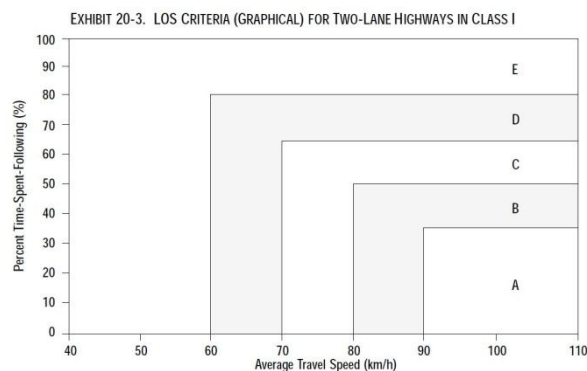


Tabella 9: livelli di servizio per strade a carreggiata unica

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:

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

Tabella 10: 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.

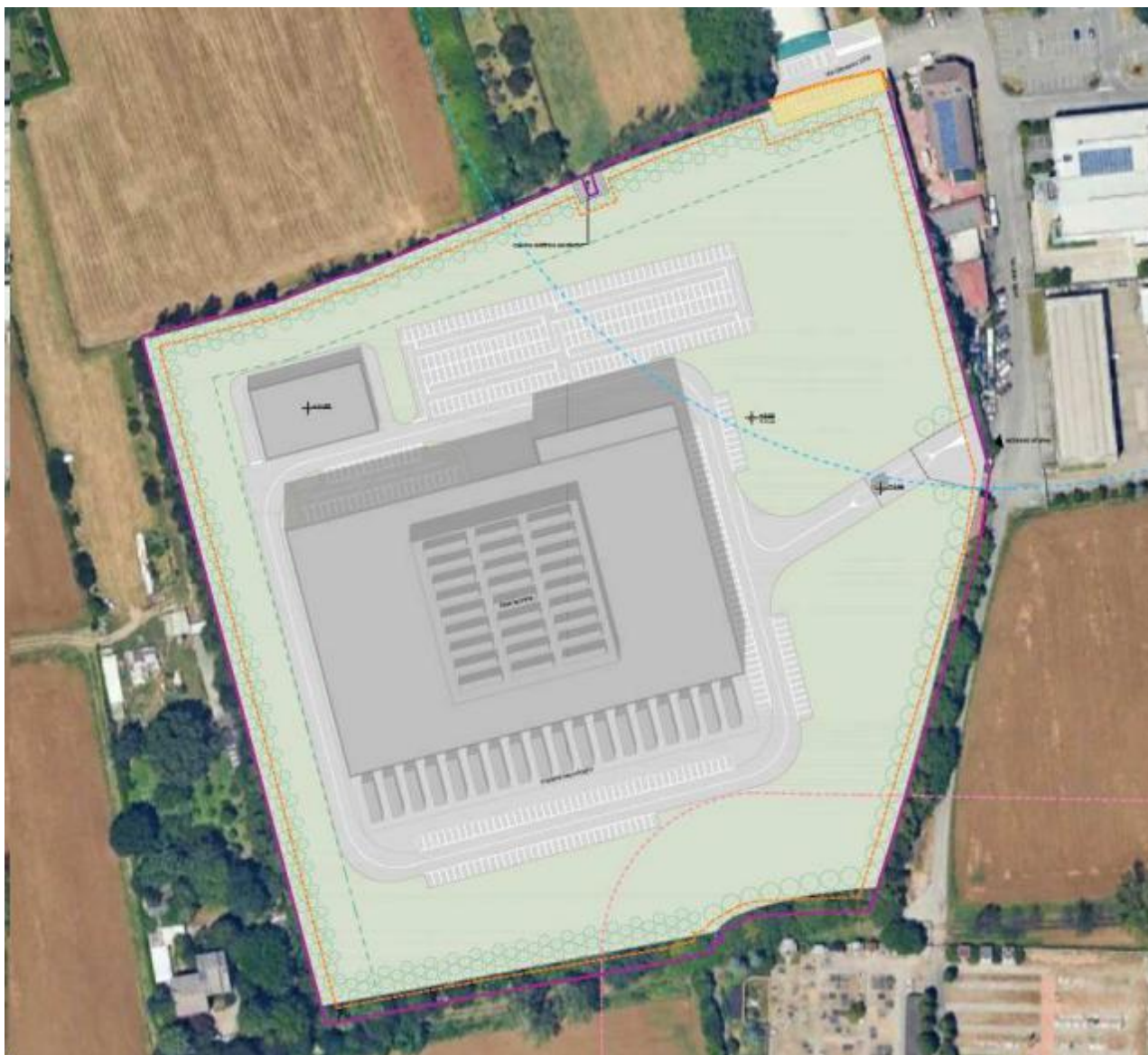
Per HCM 2000 viene suggerito di:

- Valutare il Livello di Servizio in funzione del solo parametro PTSF.

3 DESCRIZIONE E DIMENSIONE DELL'INTERVENTO

3.1 Descrizione sintetica dell'intervento

L'intervento in oggetto è costituito da un edificio produttivo su due piani a destinazione Data Center, con altezza di 16 metri ed uno sviluppo a pianta rettangolare con lati di circa 140 x 88 metri.



20

Figura 3: Planivolumetrico della proposta di intervento

In adiacenza all'edificio sul fronte nord è annesso un blocco per la parte uffici a pianta rettangolare di circa m 50 x 8,5; nell'area verrà realizzata anche una cabina elettrica di trasformazione.

I fronti nord e ovest affacceranno sui campi del Parco Agricolo Sud mentre il fronte est su via dello Sport e su altri edifici produttivi. Il fronte sud sarà rivolto in parte verso il cimitero di San Pietro all'Orto ed in parte su

campi agricoli. L'ingresso è stato mantenuto su via dello Sport. All'interno dell'area si sviluppa una circolazione attorno all'edificio che permette un'ampia e facile fruibilità. I parcheggi privati sono stati collocati all'interno dell'area di proprietà, prevalentemente in un'area posta a nord, una zona a parcheggio prossima all'ingresso e altra lungo la viabilità interna nella zona sud. Lungo il perimetro della proprietà è prevista la realizzazione di una fascia verde di diversa profondità con la presenza di filari alberati.

Si prevede un inserimento paesaggistico dell'immobile con il mantenimento di una rilevante area verde in continuità e ad integrazione di quella esistente. L'obiettivo è quello di creare una connessione tra il paesaggio urbano e industriale delle aree limitrofe con quello agricolo posto ad ovest e a nord, non solo con la realizzazione della fascia verde di mitigazione con una larghezza pari a 20 metri ma anche attraverso il masterplan del progetto stesso, integrando in esso opere a verde volte a ricucire il rapporto tra costruito e paesaggio agricolo.

3.2 Dimensione trasportistica dell'intervento

Il profilo trasportistico dell'intervento è dato:

1. dalla domanda di trasporto indotta prevista, cioè dal numero di viaggi/ora aggiuntivi che impegneranno la rete viaria;
2. dalle modalità di raccordo dell'area con la viabilità ordinaria.

Per quanto attiene la domanda di trasporto indotta (punto 1), la stima delle movimentazioni potenzialmente generate attratte dal nuovo insediamento è stata effettuata sulla base di stima delle movimentazioni di insediamenti con caratteristiche simili a quello oggetto del presente studio che, nel caso in esame, risulta assimilabile principalmente alla destinazione uffici con limitata presenza di persone rispetto alle SUL. Altre presenze giornaliere, riferibili ad esempio a forniture, manutenzioni, ecc ..., si prevedono in numero di limitato a poche unità.

I criteri utilizzati per la definizione/quantificazione della domanda di trasporto indotta sono stati:

- A. definizione della SUL relativi all'area destinata a uffici;
- B. definizione della SUL per addetto;
- C. definizione del coefficiente di riempimento veicolare.

In prima stesura del Piano Attuativo e dello studio di traffico a supporto è stata considerata una SUL destinata a Uffici pari a 859,60 mq che, utilizzando un parametro di 25 mq/addetto, postulato dal confronto con edifici simili, generava 34,38 addetti.

In fase di affinamento delle scelte progettuali, la SUL si è ridotta attestandosi a 777,6 mq, corrispondenti a 31 addetti. Tale modifica risulta migliorativa, in quanto comporta una riduzione del numero di addetti previsti. Tuttavia, considerato che il progetto sarà ulteriormente affinato e di conseguenza il dato verrà definito con maggiore dettaglio in sede di redazione del PdC, è stato adottato un criterio cautelativo, assumendo nel presente studio il numero di addetti derivante dalla prima ipotesi progettuale.

Considerando dunque la SUL della prima ipotesi progettuale sopra citata avremo 34 addetti a cui dovremo aggiungere:

- ingressi/uscite squadra di manutenzione;
- ingressi/uscite mezzi logistici di approvvigionamento;
- eventuali visitatori.

Pertanto, assumendo l'ipotesi che:

- tutti i movimenti si concentrino nell'intervallo di punta;
- un coefficiente di riempimento veicolare pari a 1.00;
- ogni addetto si reca al lavoro con il proprio mezzo privato.

22

Avremo quindi:

- 34 veicoli/ora in ingresso dovuti al movimento degli addetti;
- 34 veicoli/ora in uscita;
- 2 mezzi pesanti di approvvigionamento in ingresso/uscita (pari a 6 VEQ);
- 2 veicoli/ora dovuti alle squadre di manutenzione;
- 4 veicoli/ora dovuti a eventuali visitatori.

Per un totale di **46 veicoli/ora** in ingresso e altrettanti in uscita. Chiaramente uno scenario fortemente cautelativo.

L'accessibilità all'area (punto 2) viene assicurata attraverso il varco posizionato lungo Strada dello Sport e l'asse della SP130 che vincolerà i percorsi di accesso e di uscita.

rilevamento dei volumi di traffico attuali. Nelle immagini successive i singoli movimenti rilevati con la specifica numerazione.

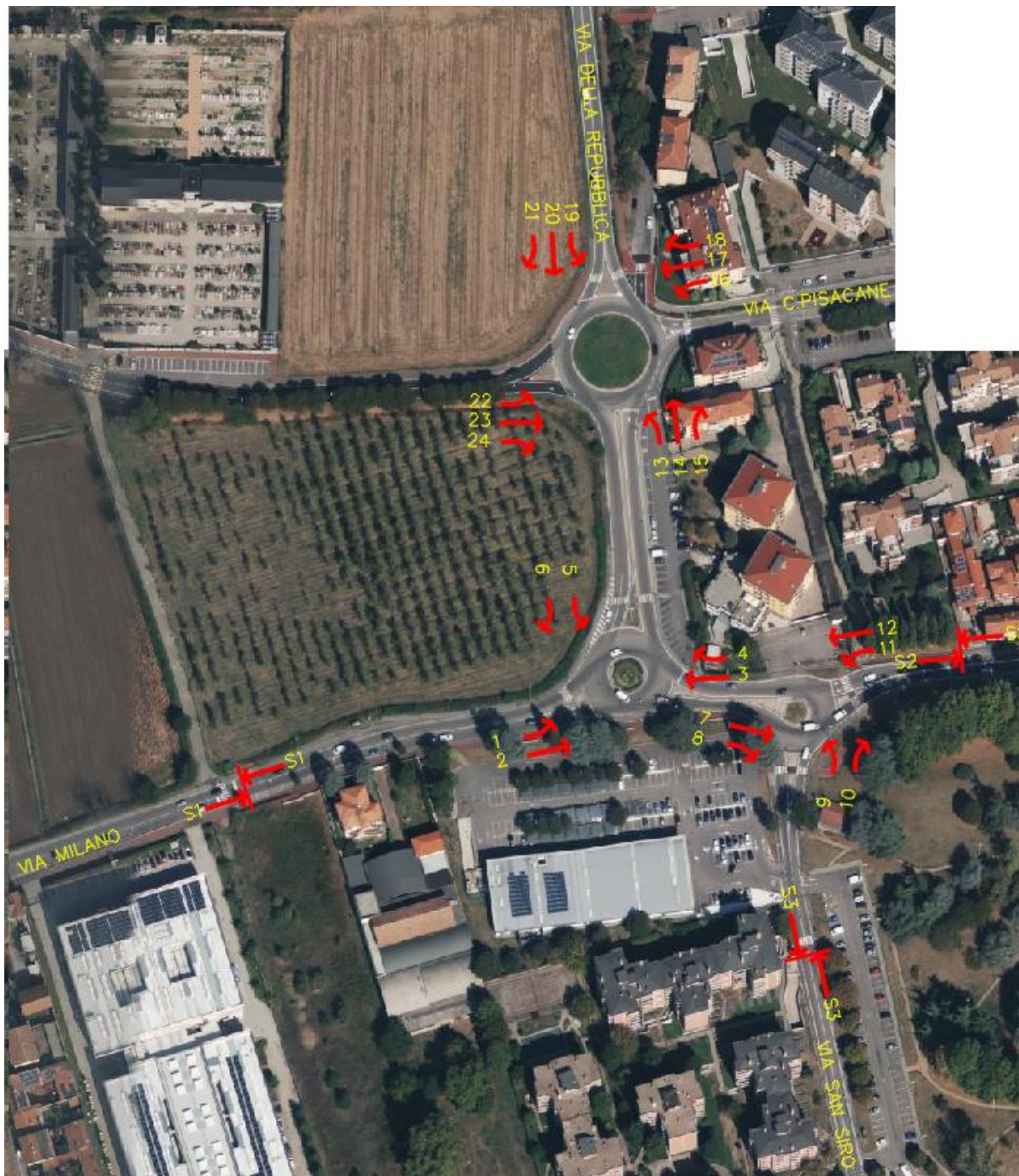


Figura 5: movimenti di svolta rilevati – quadrante SP Ex SS11



Figura 6: movimenti di svolta rilevati – quadrante SP 130

5 QUADRO CONOSCITIVO: LA DOMANDA DI TRASOPRTO ATTUALE

La domanda di trasporto attuale che impegna il comparto viario oggetto dello studio è stata rilevata attraverso specifica campagna di misura cha ha interessato sia i tratti rettilinei, sia i singoli movimenti di svolta. Le sezioni di misura considerate sono state:



Figura 7: sezioni di misura e relativa numerazione

La campagna è stata condotta durante i giorni feriali compresi tra il 30/03/2026 e il 03/04/2026 Interessando l'intervallo di punta del mattino (7.00-9.00) e della sera (17.00-19.00).

Attraverso i rilievi sono stati quantificati sia i singoli movimenti di svolta, sia le direttrici identificando la componente pesante del traffico. L'intervallo orario con la domanda di trasporto più elevata è stato registrato tra le ore 17.00 e le ore 18.00 con 5.870 veicoli/ora e il 2,70% di traffico pesante lungo le direttrici principali. L'intervallo orario successivo (18.00-19.00) è caratterizzato da una domanda di trasporti di 4.995 veicoli/ora con il 2,25% di traffico pesante. Durante gli intervalli di punta del mattino non si assiste all'inversione della matrice O/D e il peso delle direttrici di traffico rimane invariato.

		17.00-18.00			18.00-19.00		
Sezione	Leggeri	Pesanti	% Pesanti	Leggeri	Pesanti	% Pesanti	
1	250	9	3,50	188	7	2,63	
2	470	13	2,70	353	10	2,03	
3	336	0	0,00	370	0	0,00	
4	275	0	0,00	206	0	0,00	
5	150	4	2,66	128	3	2,26	
6	290	6	2,07	247	5	1,76	
7	640	0	0,00	544	0	0,00	
8	80	0	0,00	68	0	0,00	
9	120	0	0,00	102	0	0,00	
10	80	0	0,00	68	0	0,00	
11	25	0	0,00	21	0	0,00	
12	516	13	2,50	568	14	2,75	
13	45	0	0,00	34	0	0,00	
14	375	9	2,33	281	7	1,75	
15	105	0	0,00	79	0	0,00	
16	120	0	0,00	102	0	0,00	
17	40	0	0,00	30	0	0,00	
18	150	0	0,00	113	0	0,00	
19	60	0	0,00	45	0	0,00	
20	260	10	3,84	221	8	3,27	
21	110	0	0,00	83	0	0,00	
22	60	0	0,00	45	0	0,00	
23	50	0	0,00	43	0	0,00	
24	60	0	0,00	51	0	0,00	
25	12	0	0,00	13	0	0,00	
26	508	9	1,72	381	7	1,29	
27	65	0	0,00	72	0	0,00	
28	35	0	0,00	30	0	0,00	
29	15	0	0,00	17	0	0,00	
30	50	0	0,00	38	0	0,00	
31	60	0	0,00	66	0	0,00	
32	333	10	3,00	283	8	2,55	
33	26	0	0,00	29	0	0,00	
34	24	0	0,00	18	0	0,00	
35	10	0	0,00	11	0	0,00	
36	62	0	0,00	53	0	0,00	
S1	1346	15	1,10	1144	13	0,93	
S2	1011	19	1,85	758	14	1,39	

Tabella 11: domanda di trasporto intervallo di punta della sera – giorno feriale medio



Figura 8: flussi di traffico intervallo di picco – giorno feriale – 17.00-18.00

Dalla lettura di valori emerge:

- Il ruolo di direttrice principale della SP exSS11 (Dir. Est-Ovest) con una domanda compresa tra gli 600 e i 700 veicoli/ora per direzione;
- Il ruolo altrettanto importante della direttrice Nord-Sud lungo la SP 130 con una domanda di trasporto compresa tra i 400 e i 450 veicoli/ora per senso di marcia;
- Le locali via Carlo Pisacane e via San Michele appaiono caratterizzate da flussi orari compresi tra i 200 e i 300 veicoli/ora per senso di marcia che ne evidenziano il ruolo di alternativa di percorso all'interno del comparto viario;
- Il ruolo secondario assunto dalle locali via dello Sport e via Giacomo Matteotti con una domanda di trasporto compresa tra i 100 e i 150 veicoli/ora.

6 LIVELLI OPERATIVI DI SERVIZIO RETE VIARIA ATTUALE

Le verifiche dei Livelli Operativi di Servizio (LdS) per lo stato di fatto sono state condotte per:

1. Rotatoria via Milano/via della Repubblica
2. Rotatoria via Milano/via San Siro
3. Rotatoria via della Repubblica/via Carlo Pisacane/via San Michele
4. Rotatoria via della Repubblica/via Giacomo Matteotti/via dello Sport
5. Sezione rettilinea via Milano
6. Sezione rettilinea via della Repubblica

30

6.1 Rotatoria via Milano/via della Repubblica

L'intersezione è disciplinata mediante rotatoria convenzionale di 14.00 m di diametro dell'isola centrale e 10.00 m di anello di rotazione (utile=9.00). Rami di ingresso a corsia singola per la SP Ex.SS11 e corsia doppia per la SP 130. La rotatoria appartiene all'intersezione complessa SP ex SS11-SP 130-via San Siro.

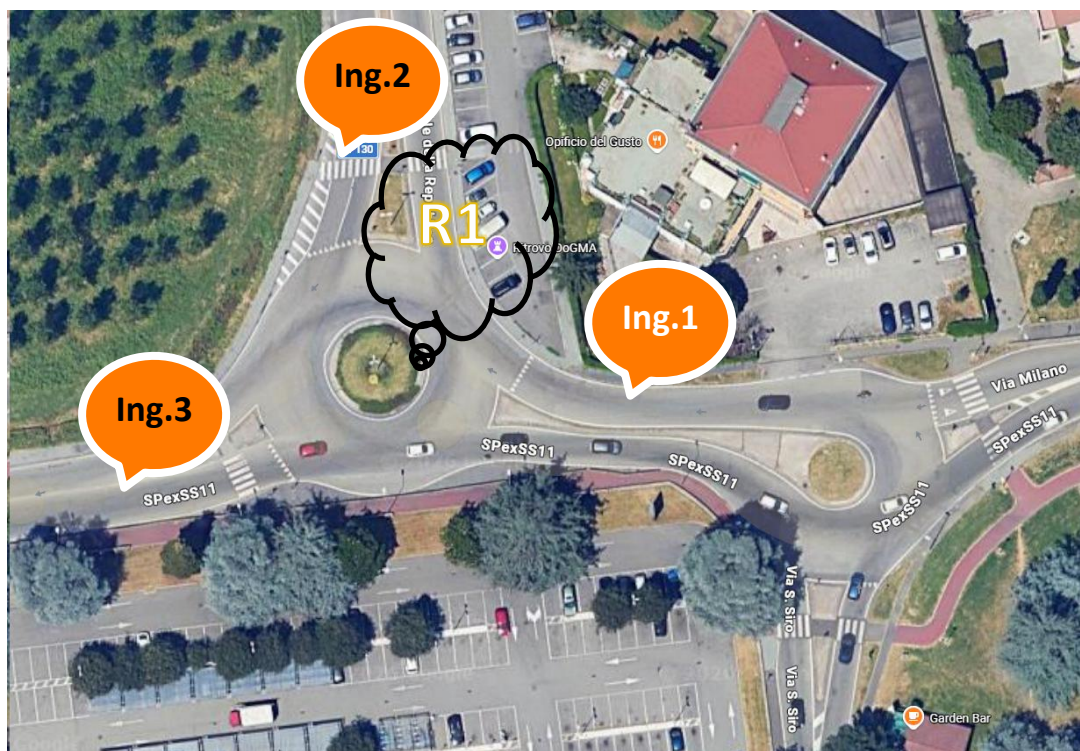


Figura 9: intersezione a rotatoria SP Ex SS11/SP 130 (fonte: GoogleMaps)

La matrice O/D utilizzata durante la fase di verifica quantitativa è stata la seguente:

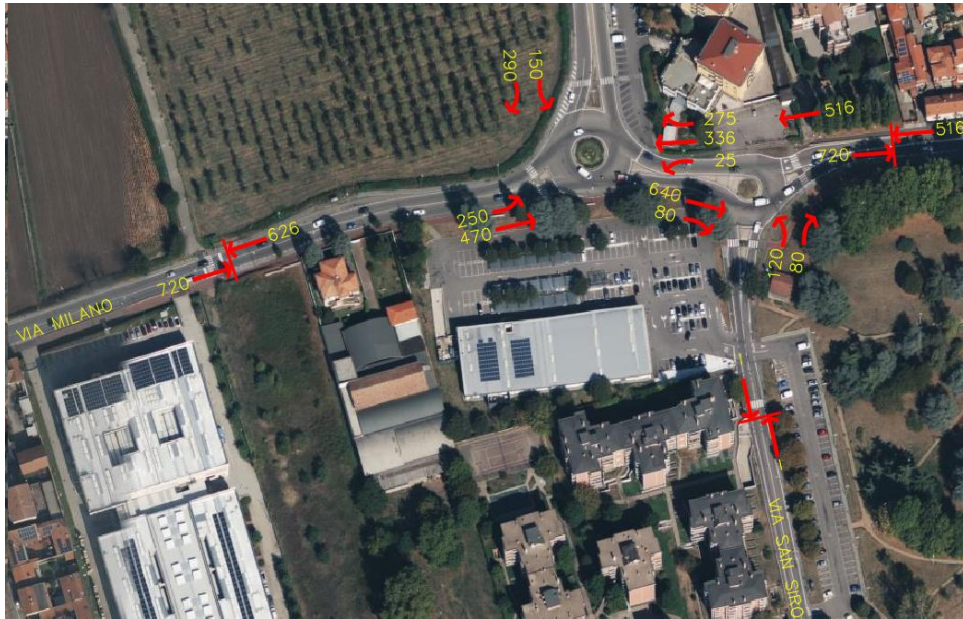


Figura 10: matrice O/D intersezione SP ExSS11/Sp 130 – Stato di fatto

31

Applicando il modello CETUR, nella formulazione riportata nell'Allegato 2 della Normativa Regione Lombardia DGR VIII, alla geometria della rotatoria (isola centrale $R = 15.00$ m, anello = 9.00 m, L. utile= 8.00 m), otteniamo i seguenti risultati:

Modello: CETUR

$$C = \gamma (1500 - 0,83Q_d)$$

$$0,83 = 5/6$$

$$Q_d = \alpha Q_c - 0,2Q_u$$

formulazione come riportata nell'allegato 2 normativa regione Lombardia DGR VIII-3219
AMBITO URBANO

flusso gênant
traffico di disturbo

Braccio	Nomi	n° corsie
1	SP EXSS11 OVEST	1
2	SP 130	2
3	SP SXSS11 EST	1
4		1
5		1

Raggio interno	15
Sormontabile	0
Larghezza anello	9
Larghezza utilizzata	8
Raggio esterno	23

Matrice O/D

	Braccio	DESTINAZIONE					Tot origine
		1	2	3	4	5	
ORIGINE	1	25	275	336	0	0	636
	2	150	0	290	0	0	440
	3	470	250	0	0	0	720
	4	0	0	0	0	0	0
	5	0	0	0	0	0	0
Tot destinazione		645	525	626	0	0	1796

Flussi

Braccio	Circolant e Qc	Usciente Qs
1	250	645
2	361	525
3	175	626
4	895	0
5	895	0

Calcolo delle capacità delle entrate

Braccio	C	Qc	Qs	Qe	Qd	α	γ	$\delta (F/C)$	RC %
SP EXSS11 OVEST	1226	250	645	636	329	0,80	1,00	0,52	48%
SP 130	1758	361	525	440	394	0,80	1,50	0,25	75%
SP SXSS11 EST	1279	175	626	720	265	0,80	1,00	0,56	44%

Tabella 12: rapporti flusso/capacità e riserve di capacità rotatoria SPEx SS 11/SP130 – Stato di Fatto

In sintesi:

- Ramo 1: SP Ex SS11 – lato Ovest Saturazione: 0.52; Riserva capacità: 48%; LdS C
- Ramo 2: SP 130 Saturazione: 0.26; Riserva capacità: 74%; LdS B
- Ramo 3: SP Ex SS11 – lato Est Saturazione: 0.57; Riserva capacità: 43%; LdS D

Utilizzando CETR nella formulazione elvetica per la stima dei tempi di ritardo abbiamo:

CALCOLO DELLE CAPACITA' DI UNA ROTONDA CON 3 RAMI															Modello: Guide Suisse des Giratoires										
Definizione dei dati di partenza. (Compilare le parti in azzurro)															Ora di punta 17.00-18.00 dati 04/2025										
Identificazione dei rami					Definizione capacità teorica per corsia																				
	Nome via	alfa		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)																			
SP 11 Est	SP 28 SUD	0,40	15																						
SP 130	VIA TREBBIA	0,40	16																						
SP 11 Ovest	SP 28 NORD	0,40	13																						
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	0,60	0,55	0,50	0,48	0,42	0,39	0,34	0,30	0,26	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										coefficiente di ripartizione flusso entrante															
beta	0.9 - 1.0	1 corsia anello			gamma			1.0	1 corsia di entrata			$C_e = C_T - 8/9 * (Q_{C*} + \alpha \cdot Q_s)$													
	0.6 - 0.8	2 corsie anello						0.6 - 0.7	2 corsie di entrata																
	0.5 - 0.6	3 corsie anello						0.5	3 corsie di entrata																
Dati di traffico										Calcolo del flusso presente sull'anello (Qc) semplificato										$TCU_e = \frac{\gamma \cdot Q_e}{C_e}$					
	SP 28 SUD	VIA TRE	SP 28 N	Ingressi (Qe)													$TCU_c = \frac{\gamma \cdot Q_e + 8/9 \cdot Q_s}{1500}$								
	SP 28 SUD	25	275	337	637	ramo 1			250	250															
	VIA TREBBIA	150	0	290	440	ramo 2			362	337															
	SP 28 NORD	470	250	0	720	ramo 3			175	175															
	uscite (Qs)	645	525	627	1797																				
Calcolo della capacità e del ritardo medio (con CETUR)																									
ramo	n. ingressi	corsia anello	Ingressi (Qe)	Uscite (Qs)	flusso anello (Qc)	alfa	beta	gamma	fl. ingombrante (Qg)	Cap. Ingresso (Ce)	Cap. totale	% ingresso (Tcue)	% anello (Tcuc)	ritardo (sec)	Ce Ambito urbano (formula CH1)	Ce Ambito urbano (formula CH2)									
SP 28 SUD	1	1	637	645	250	0,40	1,00	1,00	508,0	1048	1048	60,8	72,6	6,1	1113	1213									
VIA TREBBIA	1	1	440	525	362	0,40	1,00	1,00	547,0	1014	1014	43,4	61,7	4,7	1029	1106									
SP 28 NORD	1	1	720	627	175	0,40	1,00	1,00	425,8	1122	1122	64,2	73,2	5,9	1169	1284									

Tabella 13: CETUR nella formulazione elvetica con tempi di ritardo medio per veicolo – R1

Utilizzando la formulazione elvetica per la stima dei tempi di ritardo abbiamo:

- Ramo 1: SP Ex SS11 – lato Ovest Tempo ritardo: 6 sec.
- Ramo 2: SP 130 Tempo ritardo: 5 sec.
- Ramo 3: SP Ex SS11 – lato Est Tempo ritardo: 6 sec.

Tempi medi di ritardo per veicolo di ritardo compresi tra i 5 sec e i 6 sec.

6.2 Rotatoria via Milano/via San Siro

La rotatoria posta tra la SP ex SS11 e via San Siro completa l'intersezione complessa indicata in precedenza. Il semianello di rotazione, con evitamento della manovra di svolta a sinistra tra la strada provinciale e la locale via San Siro, introduce l'allungamento del percorso di immissione in direzione Sud per i veicoli provenienti da

Ovest. L'intersezione presenta un diametro di 10.00 m per l'isola centrale, anello di rotazione di 10.00 m e di larghezza (utile 9.00 m).

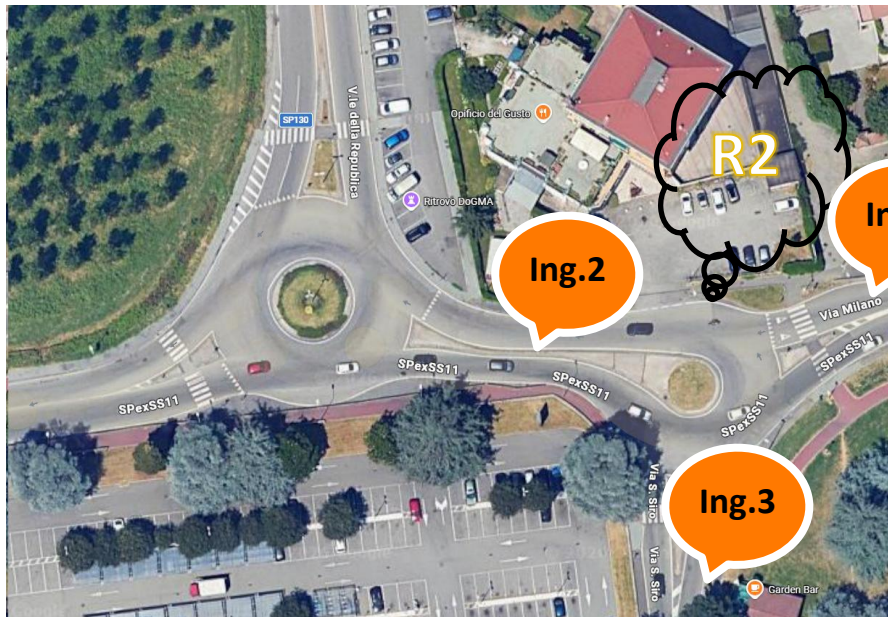


Figura 11: intersezione a rotatoria SP Ex SS11/via San Siro (fonte: GoogleMaps)

La matrice O/D utilizzata è indicata in figura n.10. Applicando il modello CETUR, nella formulazione riportata nell'Allegato 2 della Normativa Regione Lombardia DGR VIII, alla geometria della rotatoria (isola centrale R = 5.00 m, anello = 9.00 m), otteniamo i seguenti risultati:

Modello: CETUR

formulazione come riportata nell'allegato 2 normativa regione Lombardia DGR VIII-3219
AMBITO URBANO

$$C = \gamma (1500 - 0,83Q_d)$$

$$0,83 = 5/6$$

$$Q_d = \alpha Q_c - 0,2Q_u$$

flusso genant
traffico di disturbo

Braccio	Nomi	n° corsie
1	VIA MILANO OVEST	2
2	VIA MILANO EST	1
3	VIA SAN SIRO	1
4	+	1
5		1

Raggio interno
Sormontabile
Larghezza anello
Larghezza utilizzata
Raggio esterno

5
0
9
8
13

Matrice O/D

ORIGINE	Braccio	DESTINAZIONE					Tot origine
		1	2	3	4	5	
	1	0	516	0	0	0	516
	2	640	0	80	0	0	720
	3	80	120	0	0	0	200
	4	0	0	0	0	0	0
	5	0	0	0	0	0	0
Tot destinazione		720	636	80	0	0	1436

Flussi

Braccio	Circolant e Qc	Uscite Qs
1	120	720
2	0	636
3	640	80
4	840	0
5	840	0

Calcolo delle capacità delle entrate

Braccio	C	Qc	Qs	Qe	Qd	α	γ	$\delta(F/C)$	RC %
VIA MILANO OVEST	1935	120	720	516	252	0,90	1,50	0,27	73%
VIA MILANO EST	1394	0	636	720	127	0,90	1,00	0,52	48%
VIA SAN SIRO	1007	640	80	200	592	0,90	1,00	0,20	80%

Tabella 14: rapporti flusso/capacità e riserve di capacità rotatoria SPEx SS 11/via San Siro – Stato di Fatto

In sintesi:

- Ramo 1: SP Ex SS11 – lato Ovest Saturazione: 0,27; Riserva capacità: 73%; LdS B
- Ramo 2: SP Ex SS11 – lato Est Saturazione: 0,52; Riserva capacità: 48%; LdS C
- Ramo 3: via San Siro Saturazione: 0,20; Riserva capacità: 80%; LdS B

Utilizzando la formulazione elvetica per la stima dei tempi di ritardo abbiamo:

CALCOLO DELLE CAPACITA' DI UNA ROTONDA CON 3 RAMI															Modello: Guide Suisse des Giratoires									
Definizione dei dati di partenza. (Compilare le parti in azzurro)															Ora di punta 17.00-18.00 dati 04/2025									
Identificazione dei rami															Definizione capacità teorica per corsia									
		Nome via	alfa	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)														
SP 11 Est		SP11 OVEST	0,40	15																				
SP 130		SP11 EST	0,40	16																				
SP 11 Ovest		SAN SIRO	0,40	13																				
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	0,60	0,55	0,50	0,48	0,42	0,39	0,34	0,30	0,26	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					coefficiente di ripartizione flusso entrante																			
beta		0.9 - 1.0		1 corsia anello		gamma		1,0		1 corsia di entrata		$C_e = C_T - 8/9 * (Q_{C*} + \alpha \cdot Q_S)$												
		0.6 - 0.8		2 corsie anello				0.6 - 0.7		2 corsie di entrata														
		0.5 - 0.6		3 corsie anello				0,5		3 corsie di entrata														
Dati di traffico					Calcolo del flusso presente sull'anello (Qc)																			
SP11 OVEST SP11 EST SAN SIRO ingressi (Qe)					semplicato																			
SP11 OVEST	0	516	0	516	ramo 1		120	120																
SP11 EST	640	0	80	720	ramo 2		0	0																
SAN SIRO	80	120	0	200	ramo 3		640	640																
uscite (Qs)					720	636	80	1436																
Calcolo della capacità e del ritardo medio (con CETUR)																								

Tabella 15: CETUR nella formulazione elvetica con tempi di ritardo medio per veicolo - R2

Per ciascuno dei rami:

- Ramo 1: SP Ex SS11 – lato Ovest Tempo ritardo: 2 sec.;
- Ramo 2: SP Ex SS11 – Lato Est Tempo ritardo: 4 sec.;
- Ramo 3: via San Siro Tempo ritardo: 5 sec.;

Tempi medi di ritardo per veicolo compresi tra i 2 sec e i 6 sec.

6.3 Rotatoria via della Repubblica/via Carlo Pisacane/via San Michele

L'intersezione è disciplinata mediante rotatoria convenzionale di 30.00 m di diametro dell'isola centrale e 8.00 m di anello di rotazione (utile=8.00). Rami di ingresso e di uscita a corsia singola.



Figura 12: intersezione a rotatoria SP SP 130/via Carlo Pisacane/via San Michele (fonte: GoogleMaps)

35

La matrice O/D utilizzata nelle fasi di verifica quantitativa per lo stato di fatto è stata:

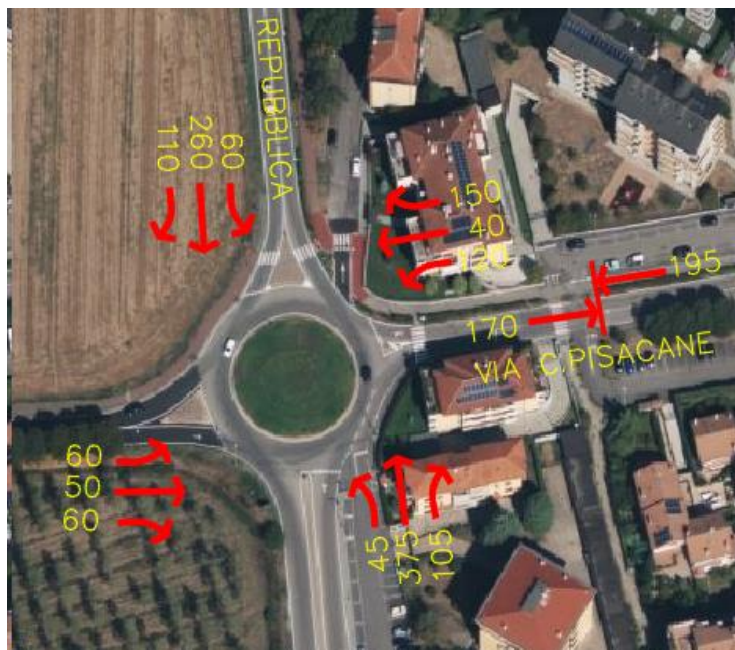


Tabella 16: Matrice O/D intersezione via della Repubblica-via Carlo Pisacane-via San Michele

Applicando il modello CETUR, nella formulazione riportata nell'Allegato 2 della Normativa Regione Lombardia DGR VIII, alla geometria della rotatoria (isola centrale $R = 15.00$ m, anello = 8.00 m), otteniamo i seguenti risultati:

Modello: CETUR

$$C = \gamma (1500 - 0,83Q_d)$$

$$0,83 = 5/6$$

$$Q_d = \alpha Q_c - 0,2Q_u$$

formulazione come riportata nell'allegato 2 normativa regione Lombardia DGR VIII-3219
AMBITO URBANOflusso gênant
traffico di disturbo

Braccio	Nomi	n° corsie
1	VIA PISACANE	1
2	SP 130 NORD	1
3	VIA SAN MICHELE	1
4	SP 130 SUD	1
5		1

Raggio interno 15
Sormontabile 0
Larghezza anello 8
Larghezza utilizzata 8
Raggio esterno 23

Matrice O/D

		DESTINAZIONE					Tot origine
		1	2	3	4	5	
ORIGINE	1	0	150	40	121	0	311
	2	60	0	110	260	0	430
	3	50	60	0	60	0	170
	4	105	375	45	0	0	525
	5	0	0	0	0	0	0
Tot destinazione		215	585	195	441	0	1436

Flussi	Braccio	Circolant e Qc	Uscite Qs
	1	480	215
	2	206	585
	3	441	195
	4	170	441
	5	695	0

Calcolo delle capacità delle entrate

Braccio	C	Qc	Qs	Qe	Qd	α	γ	$\delta(F/C)$	RC %
VIA PISACANE	1144	480	215	311	427	0,80	1,00	0,27	73%
SP 130 NORD	1265	206	585	430	282	0,80	1,00	0,34	66%
VIA SAN MICHELE	1174	441	195	170	392	0,80	1,00	0,14	86%
SP 130 SUD	1313	170	441	525	224	0,80	1,00	0,40	60%

Tabella 17: rapporti flusso/capacità e riserve di capacità rotatoria SP/Pisacane/San Michele - Stato di Fatto

In sintesi:

- Ramo 1: SP via Carlo Pisacane Saturazione: 0,27; Riserva capacità: 73%; LdS B
- Ramo 2: SP 130 – lato Nord Saturazione: 0,34; Riserva capacità: 66%; LdS C
- Ramo 3: via San Michele Saturazione: 0,14; Riserva capacità: 86%; LdS A
- Ramo 4: SP 130 lato Sud Saturazione: 0,40; Riserva capacità: 60%; LdS C

Utilizzando la formulazione elvetica per la stima dei tempi di ritardo abbiamo:

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 (Ce)	Cap. totale	% ingresso (T _{cue})	% anello (T _{cuc})	ritardo (sec)					
PISACANE	1	1	311	170	480	0,400	1,00	1,00	548,0	1012,9	1012,9	30,7	32,5	4,2					
SP 130 NORD	1	1	430	585	206	0,350	1,00	1,00	410,8	1134,9	1134,9	37,9	24,4	3,4					
SAN MICHELE	1	1	170	195	441	0,400	1,00	1,00	519,0	1038,7	1038,7	16,4	30,8	3,3					
SP 130 SUD	1	1	480	441	170	0,350	1,00	1,00	324,4	1211,7	1211,7	39,6	19,3	3,2					

Tabella 18: CETUR nella formulazione elvetica con tempi di ritardo medio per veicolo – R3

Su ciascuno di rami di ingresso:

- Ramo 1: SP via Carlo Pisacane Tempo di ritardo: 4 sec;
- Ramo 2: SP 130 – lato Nord Tempo di ritardo: 4 sec;

- Ramo 3: via San Michele Tempo di ritardo: 3 sec;
- Ramo 4: SP 130 – lato Sud Tempo di ritardo: 3 sec.

Tempi di ritardo stimati compresi tra i 3 sec e i 4 sec.

6.4 Rotatoria via della Repubblica/via Giacomo Matteotti/via dello Sport

L'intersezione è disciplinata mediante rotatoria convenzionale di 15.00 m di diametro dell'isola centrale e 8.50 m di anello di rotazione (utile=8.00). Rami di ingresso e di uscita a corsia singola.

37

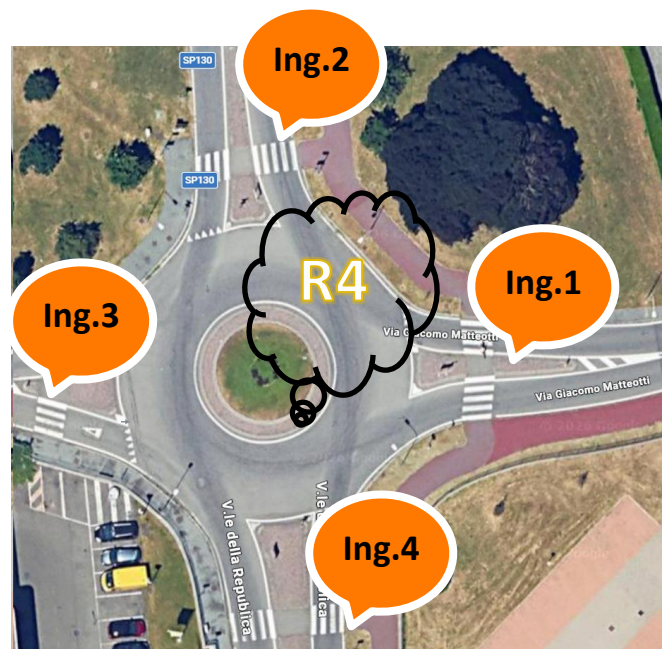


Figura 13: intersezione a rotatoria SP 130/via Giacomo Matteotti/via dello Sport (fonte: GoogleMaps)

La matrice O/D utilizzata è stata:

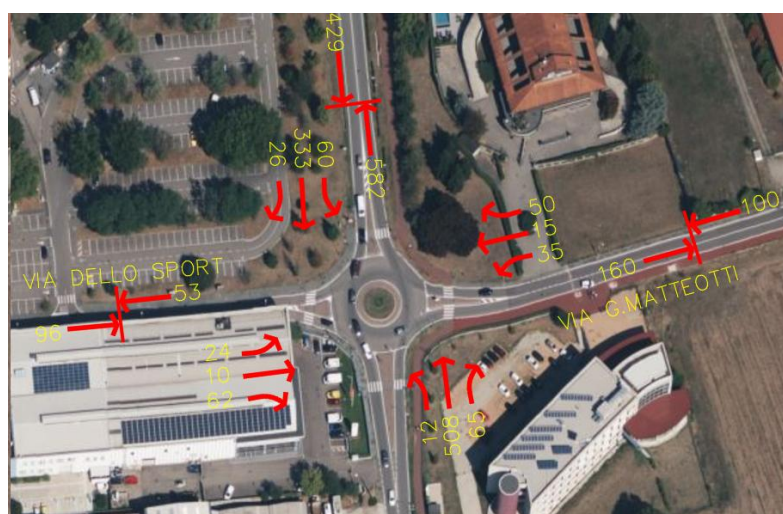


Figura 14: Matrice O/D intersezione SP 130-via Matteotti-via dello Sport

Applicando il modello CETUR, nella formulazione riportata nell'Allegato 2 della Normativa Regione Lombardia DGR VIII, alla geometria della rotatoria (isola centrale R = 7.50 m, anello = 8.00 m), otteniamo i seguenti risultati:

Modello: CETUR

formulazione come riportata nell'allegato 2 normativa regione Lombardia DGR VIII-3219
AMBITO URBANO

$$C = \gamma (1500 - 0,83Q_d)$$

$$0,83 = 5/6$$

$$Q_d = \alpha Q_c - 0,2Q_u$$

flusso gênant
traffico di disturbo

Braccio	Nomi	n° corsie
1	VIA MATTEOTTI	1
2	SP 130 NORD	1
3	VIA DELLO SPORT	1
4	SP 130 SUD	1
5		1

Raggio interno 7,5
Sormontabile 0
Larghezza anello 8,5
Larghezza utilizzata 8,5
Raggio esterno 16

Matrice O/D

	Braccio	DESTINAZIONE					Tot origine
		1	2	3	4	5	
ORIGINE	1	0	50	15	35	0	100
	2	60	0	26	333	0	419
	3	10	24	0	62	0	96
	4	65	508	62	0	0	635
	5	0	0	0	0	0	0
Tot destinazione		135	582	103	430	0	1250

Braccio	Circolant e Qc	Uscite Qs
1	594	135
2	112	582
3	428	103
4	94	430
5	729	0

Calcolo delle capacità delle entrate

Braccio	C	Qc	Qs	Qe	Qd	α	γ	$\delta (F/C)$	RC %
VIA MATTEOTTI	1032	594	135	100	562	0,90	1,00	0,10	90%
SP 130 NORD	1319	112	582	419	217	0,90	1,00	0,32	68%
VIA DELLO SPORT	1162	428	103	96	406	0,90	1,00	0,08	92%
SP 130 SUD	1358	94	430	635	171	0,90	1,00	0,47	53%

Tabella 19: rapporti flusso/capacità e riserve di capacità rotatoria SP 130-via Matteotti-via dello Sport – Stato di Fatto

In sintesi:

- Ramo 1: via Giacomo Matteotti Saturazione: 0,10; Riserva capacità: 90%; LdS A
- Ramo 2: SP 130 – lato Nord Saturazione: 0,32; Riserva capacità: 68%; LdS B
- Ramo 3: via dello Sport Saturazione: 0,08; Riserva capacità: 92%; LdS A
- Ramo 4: SP 130 lato Sud Saturazione: 0,47; Riserva capacità: 53%; LdS C

Utilizzando la formulazione elvetica per la stima dei tempi di ritardo abbiamo:

ramo	corsie ingresso	corsie anello	Ingressi (Qe)	Uscite (Qs)	flusso anello (Qc)	alfa	beta	gamma	fl. ingombrante (Qg)	Cap. Ingresso (Ce)	Cap. totale	% ingresso (T _{cue})	% anello (T _{cuc})	ritardo (sec)
MATTEOTTI	1	1	100	135	544	0,400	1,00	1,00	598,0	968,4	968,4	10,3	35,5	3,6
SP 130 NORD	1	1	419	582	62	0,350	1,00	1,00	265,7	1263,8	1263,8	33,2	15,8	2,5
DELLO SPOR	1	1	96	53	428	0,400	1,00	1,00	449,2	1100,7	1100,7	8,7	26,7	2,8
SP 130 SUD	1	1	585	430	94	0,350	1,00	1,00	244,5	1282,7	1282,7	45,6	14,6	3,1

Tabella 20: CETUR nella formulazione elvetica con tempi di ritardo medio per veicolo – R4

In sintesi:

- Ramo 1: via Giacomo Matteotti Tempo di ritardo: 4 sec;
- Ramo 2: SP 130 – lato Nord Tempo di ritardo: 3 sec;

- Ramo 3: via dello Sport Tempo di ritardo: 3 sec;
- Ramo 4: SP 130 – lato Sud Tempo di ritardo: 3 sec.

Tempi di ritardo stimati compresi tra i 3 sec e i 4 sec.

6.5 Sezioni rettilinee

Per le sezioni rettilinee significative, distribuite lungo gli assi delle due strade provinciali, sono state eseguite verifiche di capacità utilizzando il modello HCM per tratte stradali a carreggiata unica.

Le applicazioni hanno riguardato la Sezione n.1 (SP Ex SS 11 lato Est) e Sezione 2 (SP a30) poiché rappresentavano la condizione di maggior cautela data la lunghezza della livelletta.

39



Figura 15: sezione rettilinee verificate con HCM – Stato di fatto

Applicando HCM alle due sezioni otteniamo:

SEZ.1 SP Ex SS11	Flussi rilevati			
Direzione	L	P	B	TOT
Est	626	9		635
Ovest	720	10	0	730
Media	1346	19	0	1365
Banchina	1,25	4		
Corsia	>3,50	1		
LOS atteso	E	2		
Velocità strada	48	6		
Pendenza	0	1		
Lunghzza livelletta Km	0,8	2		
Direzione in salita	Media	3		
v/c	0,421724		L.O.S.	C

Tabella 21: Saturazione % sezione 1 SP Ex SS 11 lato Est – Stato di fatto

SEZ.2 SP 130	Flussi rilevati			
Direzione	L	P	B	TOT
Sud	429	6		435
Nord	585	10	0	595
Media	1014	16	0	1030
Banchina	1,25	4		
Corsia	>3,50	1		
LOS atteso	E	2		
Velocità strada	48	6		
Pendenza	0	1		
Lunghzza livelletta Km	0,8	2		
Direzione in salita	Media	3		
v/c	0,328888		L.O.S.	C

Tabella 22: Saturazione % sezione 2 SP130 – Stato di fatto

Nello stato di fatto, applicando il modello HCM otteniamo:

- Per la sezione 1 un grado di saturazione del 42% corrispondente a un LsD di classe C;
- Per la sezione 2 un grado di saturazione del 33% corrispondente a un LdS di classe C.

7 DISTRIBUZIONE DELLA DOMANDA DI TRASPORTO INDOTTA

Nel Capitolo n. 3 è stata ricostruita e stimata la domanda di trasporto indotta dovuta al nuovo insediamento. Per l'intervallo di punta sono stati assegnati, in via cautelativa, 94 viaggi/ora suddivisi in 46 movimenti in ingresso e altrettanti in uscita.

In questo capitolo viene trattata la distribuzione di questi viaggi. Ovvero si tratterà di rispondere ai seguenti quesiti:

- Da dove provengono i veicoli in ingresso all'area e quale percorso sceglieranno?
- Dove sono diretti i veicoli in uscita dall'area e quale percorso sceglieranno?

L'ipotesi adottata è che la probabilità di avere uno spostamento tra una origine (i) e una destinazione (j) è direttamente proporzionale dal peso delle singole direttrici e inversamente proporzionale da un fattore di impedenza (nel nostro caso la classe della strada e il rapporto con la distribuzione degli arrivi).

La distribuzione ottenuta, utilizzando una ipotesi cautelativa che privilegi la viabilità primaria, è stata la seguente:

Domanda di trasporto indotta									
Ingressi:	46								
Uscite:	46								
		Ingressi				Uscite			
ID	Diretrice	Veicoli/ora	Peso %	Imp.	Indotto	Veicoli/ora	Peso %	Imp.	Indotto
1	SP EXSS11 EST	720	43,24	1	20	626	31,33	0,9	13
2	SP EXSS11 OVEST	516	30,99	1	14	790	39,54	1,1	20
3	SP 130 NORD	429	25,77	1	12	582	29,13	1	13
		1665	100,00		46	1998	100,00		46

Tabella 23: distribuzione della domanda di trasporto indotta

Nella figura seguente pesi e percorsi stimati per gli arrivi e le partenze indotte.



Figura 16: distribuzione della domanda di trasporto indotta

8 LIVELLI OPERATIVI DI SERVIZIO DELLA RETE VIARIA NELLO SCENARIO DI PROGETTO

La verifica del comportamento della rete e della compatibilità dell'intervento ripercorre i calcoli condotti per le analisi relative allo stato di fatto sommando alla domanda di trasporto rilevata la predizione di incremento. Le verifiche dei Livelli Operativi di Servizio (LdS) come per il caso precedente sono state condotte per:

1. Rotatoria via Milano/via della Repubblica
2. Rotatoria via Milano/via San Siro
3. Rotatoria via della Repubblica/via Carlo Pisacane/via San Michele
4. Rotatoria via della Repubblica/via Giacomo Matteotti/via dello Sport
5. Sezione rettilinea via Milano
6. Sezione rettilinea via della Repubblica

43

8.1 Variazione dei rapporti V/C per intersezioni a rotatoria

Eseguendo un nuovo *runtime* con i modelli predittivi usati per la verifica dello stato di fatto e la nuova domanda di trasporto ottenuta aggiungendo l'indotto generato abbiamo la seguente condizione:

Modello: CETUR

formulazione come riportata nell'allegato 2 normativa regione Lombardia DGR VIII-3219
AMBITO URBANO

$$C = \gamma (1500 - 0,83Q_d)$$

$$0,83 = 5/6$$

$$Q_d = \alpha Q_c - 0,2Q_u$$

flusso gênant
traffico di disturbo

Braccio	Nomi	n° corsie
1	SP EXSS11 OVEST	1
2	SP 130	2
3	SP SXSS11 EST	1
4		
5		

Raggio interno	15
Sormontabile	0
Larghezza anello	9
Larghezza utilizzata	8
Raggio esterno	23

Matrice O/D

	Braccio	DESTINAZIONE					Tot origine
		1	2	3	4	5	
ORIGINE	1	25	289	336	0	0	650
	2	170	0	303	0	0	473
	3	470	250	0	0	0	720
	4	0	0	0	0	0	0
	5	0	0	0	0	0	0
Tot destinazione		665	539	639	0	0	1843

Braccio	Circolant e Qc	Uscite Qs
1	250	665
2	361	539
3	195	639
4	915	0
5	915	0

Calcolo delle capacità delle entrate

Braccio	C	Qc	Qs	Qe	Qd	α	γ	$\delta(F/C)$	RC %
SP EXSS11 OVEST	1223	250	665	650	333	0,80	1,00	0,53	47%
SP 130	1754	361	539	473	397	0,80	1,50	0,27	73%
SP SXSS11 EST	1264	195	639	720	284	0,80	1,00	0,57	43%

Tabella 24: rapporto flusso/capacità e saturazione intersezione SP 130/SP ex SS 11 – scenario di progetto

Modello: CETUR

$$C = \gamma (1500 - 0,83Q_d)$$

$$0,83 = 5/6$$

$$Q_d = \alpha Q_c - 0,2Q_u$$

formulazione come riportata nell'allegato 2 normativa regione Lombardia DGR VIII-3219
AMBITO URBANOflusso gênant
traffico di disturbo

Braccio	Nomi	n° corsie
1	VIA MILANO OVEST	2
2	VIA MILANO EST	1
3	VIA SAN SIRO	1
4	+	1
5		1

Raggio interno	5
Sormontabile	0
Larghezza anello	9
Larghezza utilizzata	8
Raggio esterno	13

Matrice O/D

	Braccio	DESTINAZIONE					Tot origine
		1	2	3	4	5	
ORIGINE	1	0	530	0	0	0	530
	2	640	0	80	0	0	720
	3	80	120	0	0	0	200
	4	0	0	0	0	0	0
	5	0	0	0	0	0	0
Tot destinazione		720	650	80	0	0	1450

Braccio	Circolant e Qc	Uscente Qs
1	120	720
2	0	650
3	640	80
4	840	0
5	840	0

Calcolo delle capacità delle entrate

Braccio	C	Qc	Qs	Qe	Qd	α	γ	$\delta(F/C)$	RC %
VIA MILANO OVEST	1935	120	720	530	252	0,90	1,50	0,27	73%
VIA MILANO EST	1392	0	650	720	130	0,90	1,00	0,52	48%
VIA SAN SIRO	1007	640	80	200	592	0,90	1,00	0,20	80%

Tabella 25: rapporto flusso/capacità e saturazione intersezione SP ex SS11/via San Siro – scenario di progetto

Modello: CETUR

$$C = \gamma (1500 - 0,83Q_d)$$

$$0,83 = 5/6$$

$$Q_d = \alpha Q_c - 0,2Q_u$$

formulazione come riportata nell'allegato 2 normativa regione Lombardia DGR VIII-3219
AMBITO URBANOflusso gênant
traffico di disturbo

Braccio	Nomi	n° corsie
1	VIA PISACANE	1
2	SP 130 NORD	1
3	VIA SAN MICHELE	1
4	SP 130 SUD	1
5		1

Raggio interno	15
Sormontabile	0
Larghezza anello	8
Larghezza utilizzata	8
Raggio esterno	23

Matrice O/D

	Braccio	DESTINAZIONE					Tot origine
		1	2	3	4	5	
ORIGINE	1	0	150	40	121	0	311
	2	60	0	110	293	0	463
	3	50	60	0	60	0	170
	4	105	409	45	0	0	559
	5	0	0	0	0	0	0
Tot destinazione		215	619	195	474	0	1503

Braccio	Circolant e Qc	Uscente Qs
1	514	215
2	206	619
3	474	195
4	170	474
5	729	0

Calcolo delle capacità delle entrate

Braccio	C	Qc	Qs	Qe	Qd	α	γ	$\delta(F/C)$	RC %
VIA PISACANE	1122	514	215	311	454	0,80	1,00	0,28	72%
SP 130 NORD	1260	206	619	463	289	0,80	1,00	0,37	63%
VIA SAN MICHELE	1152	474	195	170	418	0,80	1,00	0,15	85%
SP 130 SUD	1308	170	474	559	231	0,80	1,00	0,43	57%

Tabella 26: rapporto flusso/capacità e saturazione intersezione SP 130/via Pisacane – scenario di progetto

Modello: CETUR

formulazione come riportata nell'allegato 2 normativa regione Lombardia DGR VIII-3219
 AMBITO URBANO

$$C = \gamma (1500 - 0,83Q_d)$$

$$0,83 = 5/6$$

$$Q_d = \alpha Q_c - 0,2Q_u$$

flusso gênant
 traffico di disturbo

Braccio	Nomi	n° corsie
1	VIA MATTEOTTI	1
2	SP 130 NORD	1
3	VIA DELLO SPORT	1
4	SP 130 SUD	1
5		1

Raggio interno	7,5
Sormontabile	0
Larghezza anello	8,5
Larghezza utilizzata	8,5
Raggio esterno	16

Matrice O/D

		DESTINAZIONE					Tot origine
		1	2	3	4	5	
ORIGINE	1	0	50	15	35	0	100
	2	60	0	38	333	0	431
	3	10	37	0	95	0	142
	4	65	508	96	0	0	669
	5	0	0	0	0	0	0
Tot destinazione		135	595	149	463	0	1342

Braccio	Circolante e Qc	Usciente Qs
1	641	135
2	146	595
3	428	149
4	107	463
5	776	0

Calcolo delle capacità delle entrate

Braccio	C	Qc	Qs	Qe	Qd	α	γ	$\delta(F/C)$	RC %
VIA MATTEOTTI	997	641	135	100	604	0,90	1,00	0,10	90%
SP 130 NORD	1291	146	595	431	250	0,90	1,00	0,33	67%
VIA DELLO SPORT	1154	428	149	142	415	0,90	1,00	0,12	88%
SP 130 SUD	1343	107	463	669	189	0,90	1,00	0,50	50%

Tabella 27: rapporto flusso/capacità e saturazione intersezione SP 130/via Matteotti – scenario di progetto

8.2 Variazione dei rapporti V/C per Sezioni Rettilinee

Allo stesso modo si è proceduto per la verifica delle sezioni rettilinee associando la domanda di trasporto indotta allo scenario di progetto. Applicando HCM alle due sezioni otteniamo:

SEZ.1 SP Ex SS11	Flussi rilevati			
Direzione	L	P	B	TOT
Est	627	9		636
Ovest	740	10	0	750
Media	1367	19	0	1386
Banchina	1,25		4	
Corsia	>3,50		1	
LOS atteso	E		2	
Velocità strada	48		6	
Pendenza	0		1	
Lunghzza livelletta Km	0,8		2	
Direzione in salita	Media		3	
v/c	0,429522		L.O.S.	C

Tabella 28: Saturazione % sezione 1 SP Ex SS 11 lato Est – Scenario di progetto

SEZ.2 SP 130	Flussi rilevati			
Direzione	L	P	B	TOT
Sud	441	6		447
Nord	598	10	0	608
Media	1039	16	0	1055
Banchina	1,25	4		
Corsia	> 3,50	1		
LOS atteso	E	2		
Velocità strada	48	6		
Pendenza	0	1		
Lunghzza livelletta Km	0,8	2		
Direzione in salita	Media	3		
v/c	0,336096		L.O.S.	C

Tabella 29: Saturazione % sezione 2 SP130 – Scenario di progetto

8.3 Raffronto tra scenari

Nella tabella seguente vengono messi a confronto i due scenari di traffico relativi allo stato di fatto e di progetto.

SEZIONE	MOVIMENTO	DESCRIZIONE	V/C	STATO DI FATTO			V/C	SCENARIO DI PROGETTO		
				RISERVA CAP. (%)	T. RITARDO (sec.)	LdS		RISERVA CAP. (%)	T. RITARDO (sec.)	LdS
SP11/SP130	RAMO 1	INGRESSO LATO OVEST (VIA MILANO)	0,52	48,00	6,00	C	0,53	47,00	7,00	D
	RAMO 2	INGRESSO NORD (VIA REPUBBLICA)	0,25	75,00	5,00	B	0,27	73,00	8,00	B
	RAMO 3	INGRESSO LATO EST (VIA MILANO)	0,56	44,00	6,00	D	0,57	43,00	7,00	D
SP11/SAN SIRO	RAMO 1	INGRESSO LATO OVEST (VIA MILANO)	0,27	73,00	2,00	B	0,27	73,00	2,00	B
	RAMO 2	INGRESSO LATO EST (VIA MILANO)	0,52	48,00	4,00	C	0,52	48,00	4,00	C
	RAMO 3	INGRESSO LATO SUD (VI SAN SIRO)	0,20	80,00	5,00	B	0,20	80,00	5,00	B
SP130/PISACANE	RAMO 1	INGRESSO VIA PISACANE	0,27	73,00	4,00	B	0,28	72,00	6,00	B
	RAMO 2	INGRESSO SP 130 NORD	0,34	66,00	4,00	C	0,37	63,00	8,00	C
	RAMO 3	INGRESSO VIA SAN MICHELE	0,14	86,00	3,00	A	0,15	85,00	4,00	A
	RAMO 4	INGRESSO SP 130 SUD	0,40	60,00	3,00	C	0,43	57,00	6,00	C
SP130/MATTEOTTI	RAMO 1	INGRESSO LTO VIA MATTEOTTI	0,10	90,00	4,00	A	0,10	90,00	4,00	A
	RAMO 2	INGRESSO SP 130 NORD	0,32	68,00	3,00	B	0,33	67,00	4,00	C
	RAMO 3	INGRESSO VIA DELLO SPORT	0,08	92,00	3,00	A	0,12	88,00	5,00	A
	RAMO 4	INGRESSO SP 130 SUD	0,47	53,00	3,00	C	0,50	50,00	5,00	C
SEZ. RETTILINEE	S 1	SP EX SS11	0,42	58,00	0,00	C	0,49	51,00	0,00	C
	S 2	SP 130	0,33	67,00	0,00	C	0,34	66,00	0,00	C
VALORI MEDI MEGLI INDICI:			0,32	67,56			0,34	65,81		

Tabella 30: confronto degli indicatori di prestazione nello stato di fatto e nello scenario di progetto

Riassumendo i valori degli indicatori di prestazione scelti è possibile osservare:

- Nello stato di fatto il rapporto volume/capacità è dello 0,32 che diviene lo 0,34 nello scenario di progetto;

- Allo stesso modo le riserve di capacità della rete, stimate nel 67,56% per lo stato di fatto, risultano del 65,81% nello scenario di progetto;
- I tempi persi per veicolo passano da 3,9" per lo stato di fatto ai 5,4" nello stato di progetto con un incremento di 1,4";
- I Livelli Operativi di Servizio (LdS) rimangono sostanzialmente stabili.

Nella tabella successiva vengono evidenziate le variazioni degli indicatori di prestazione.

				VARIAZIONI	
SEZIONE	MOVIMENTO	DESCRIZIONE	V/C	RISERVA CAP. (%)	T. RITARDO (sec)
SP11/SP130	RAMO 1	INGRESSO LATO OVEST (VIA MILANO)	-0,01	-1,00	1,00
	RAMO 2	INGRESSO NORD (VIA REPUBBLICA)	-0,02	-2,00	3,00
	RAMO 3	INGRESSO LATO EST (VIA MILANO)	-0,01	-1,00	1,00
SP11/SAN SIRO	RAMO 1	INGRESSO LATO OVEST (VIA MILANO)	0,00	0,00	0,00
	RAMO 2	INGRESSO LATO EST (VIA MILANO)	0,00	0,00	0,00
	RAMO 3	INGRESSO LATO SUD (VI SAN SIRO)	0,00	0,00	0,00
SP130/PISACANE	RAMO 1	INGRESSO VIA PISACANE	-0,01	-1,00	2,00
	RAMO 2	INGRESSO SP 130 NORD	-0,03	-3,00	4,00
	RAMO 3	INGRESSO VIA SAN MICHELE	-0,01	-1,00	1,00
	RAMO 4	INGRESSO SP 130 SUD	-0,03	-3,00	3,00
SP130/MATTEOTTI	RAMO 1	INGRESSO LTO VIA MATTEOTTI	0,00	0,00	0,00
	RAMO 2	INGRESSO SP 130 NORD	-0,01	-1,00	1,00
	RAMO 3	INGRESSO VIA DELLO SPORT	-0,04	-4,00	2,00
	RAMO 4	INGRESSO SP 130 SUD	-0,03	-3,00	2,00
SEZ. RETTILINEE	S 1	SP EX SS11	-0,07	-7,00	0,00
	S 2	SP 130	-0,01	-1,00	0,00
			-0,02	-1,75	1,43

Tabella 31: variazione degli indicatori di prestazione

Il ridotto peso della domanda di trasporto indotta e l'armatura della rete permettono di mantenere una considerevole riserva di capacità della rete analizzata (nell'intorno del 65%) e ridotti tempi persi per veicolo (inferiori ai 10"). Prestazioni confermate dai LdS che si attestano su classi B/C e che vengono sostanzialmente confermati anche nello scenario di progetto.

9 CONCLUSIONI

Lo Studio di Impatto da traffico ha sviluppato le analisi relative agli effetti sul sistema viario derivanti dalla localizzazione e realizzazione di un edificio che ospiterà un nuovo Data Center all'interno dell'area di trasformazione sul territorio del Comune di Cornaredo (*Città Metropolitana di Milano*).

L'area oggetto di intervento è posta nella zona ovest del Comune di Cornaredo e si estende su una superficie di circa 65.000 mq; attualmente è occupata da edifici dismessi per una superficie coperta di circa 21.000 mq. L'accessibilità all'area avverrà tramite collegamento alla SP130 che si immette sulla SP 11 Padana Superiore e porta alla tangenziale di Milano e all'autostrada MI-TO.

48

Obiettivo dello Studio di Impatto Viabilistico era la definizione dei Livelli Operativi di Servizio (LdS) della rete viaria nello Stato di Fatto e nello Scenario di Progetto per verificarne la compatibilità.

La trattazione del tema è stata sviluppata per fasi e precisamente:

- Definizione del peso trasportistico dell'intervento (dimensione della domanda di trasporto indotta generata);
- Delimitazione del comparto viario significativo all'interno del quale si potranno avere variazioni misurabili e significative delle variabili che determinano le prestazioni degli elementi di rete (LdS);
- Quantificazione della domanda di trasporto che attualmente impegna il comparto viario delimitato attraverso campagna di misura dei flussi di traffico durante gli intervalli di punta (giorni feriali);
- Calcolo dei Livelli Operativi di Servizio nello stato di fatto (T0);
- Distribuzione e assegnazione della domanda di trasporto indotta (creazione dello scenario T1);
- Calcolo dei Livelli Operativi di Servizio nello scenario di progetto (T1).

Il "peso trasportistico" dell'intervento adottato, definito in funzione di situazioni analoghe e comparabili, è stato quantificato in 92 viaggi/ora suddivisi equamente in movimenti in ingresso e in uscita.

In termini cautelativi l'intero pacchetto di movimenti è stato assegnato all'intervallo di punta scelto (17.00-18.00).

Nei passi successivi dello studio sono stati messi a confronto i valori degli indici di saturazione della rete viaria nello stato di fatto (domanda di trasporto attuale) e nello scenario di progetto (domanda di trasporto prevista) per valutare l'impatto dell'intervento.

I diversi *run time* dei modelli eseguiti per valutare i due diversi scenari di traffico sono stati riassunti nella **tabella 30 "confronto degli indicatori di prestazione nello stato di fatto e nello scenario di progetto"** dove emergeva la sostanziale invarianza tra i due scenari a dimostrare che la variazione della domanda di trasporto generata non appare sufficiente a modificare il comportamento della rete o a creare condizioni di stress del sistema.