



Regione Lombardia



Comune di Arese



Comune di Lainate

ABP S.r.l.

AGLAR S.p.A.

TEA S.p.A.

PARTICOM UNO S.p.A.

Valutazione Ambientale dell'Accordo di Programma per la riperimetrazione, riqualificazione e la reindustrializzazione dell'area ex Fiat Alfa – Romeo, di cui alla D.g.r. del 29 dicembre 2010, n. 9/1156

Il Responsabile del Settore
Pianificazione Urbanistica, Edilizia
Privata, Suap, Ecologia ed Ambiente
Ing. Giorgio Favarato



Allegato al Rapporto ambientale Studio del traffico Aprile 2012

La società consulente



ITER

Ingegneria del Territorio s.r.l.



Responsabile
Area Territorio e Sviluppo
(geom. Serio)

INDICE

1	INTRODUZIONE	5
1.1	Definizione dell'intervento	6
2	Scenario Stato di Fatto	8
2.1	I dati di riferimento.....	8
2.1.1	La zonizzazione territoriale	8
2.1.2	La rete di simulazione	9
2.1.3	Le principali banche dati di riferimento.....	11
2.2	La ricostruzione della domanda di mobilità	14
2.3	La validazione del modello di traffico nello Stato di Fatto	15
2.4	L'assegnazione della domanda di traffico	17
2.5	Flussi di traffico nello scenario Stato di Fatto.....	17
3	Stato programmatico	20
3.1	Interventi programmatici	20
3.2	Evoluzione della domanda di mobilità	21
3.3	Flussi di traffico nello scenario programmatico	25
4	Stato di Progetto	28
4.1	Infrastrutture progettuali previste	28
4.2	Stima dei flussi indotti dall'intervento	29
4.3	Stima del traffico deviato	38
4.4	Bacino d'utenza	40
4.5	Flussi di traffico nello scenario progettuale SDP	42
5	Confronto tra i risultati delle simulazioni.....	45
5.1	Confronto scenari stato programmatico e progettuale	46
6	VERIFICA FUNZIONALE delle principali intersezioni	49
6.1	Obiettivi della verifica funzionale.....	49
6.2	Intersezioni analizzate	49
6.3	Metodologia di analisi	52
6.4	I risultati delle verifiche funzionali	57
6.4.1	La rotatoria RO.01.....	57
6.4.2	La rotatoria RO.02.....	58
6.4.3	La rotatoria RO.03.....	59

Handwritten signatures and initials in blue ink, including a large 'L' and several sets of initials.

INDICE DELLE FIGURE

Figura 1 - Aerofoto con identificazione dell'area oggetto di studio.....	5
Figura 2 - Intervento in progetto.....	7
Figura 3 - Mappa della zonizzazione regionale.....	9
Figura 4 - Mappa del grafo di rete considerato.....	10
Figura 5 - Mappa delle sezioni di rilievo dei flussi stradali considerate.....	12
Figura 6 - Individuazione delle sezioni di rilievo dei flussi stradali considerate nell'area di studio.....	13
Figura 7 - Analisi assegnazione venerdì, mezzi leggeri per l'area di studio.....	16
Figura 8 - Analisi assegnazione venerdì, mezzi pesanti per l'area di studio.....	16
Figura 9 - Flussogramma dello scenario SDF dell'ora di punta serale del venerdì (veicoli equivalenti).....	18
Figura 10 - Flussogramma dello scenario SDF dell'ora di punta serale del sabato (veicoli equivalenti).....	19
Figura 11 - Interventi programmatici considerati in prossimità dell'area.....	21
Figura 12 - Ipotesi di incremento della popolazione Italiana (Fonte: ISTAT).....	22
Figura 13 - Andamento attuale e Ipotesi di evoluzione del parco autovetture in Italia.....	22
Figura 14 - Andamento attuale e Ipotesi di evoluzione del parco veicoli merci in Italia.....	23
Figura 15 - Ipotesi di incremento della mobilità delle persone al 2035.....	23
Figura 16 - Ipotesi di incremento della mobilità delle merci al 2035.....	24
Figura 17 - Flussogramma dello scenario SPR dell'ora di punta serale del venerdì (veicoli equivalenti).....	26
Figura 18 - Flussogramma dello scenario SPR dell'ora di punta serale del sabato (veicoli equivalenti).....	27
Figura 19 - Interventi di progetto SDP viabilità area ex Alfa.....	28
Figura 20 - Layout progettuale.....	29
Figura 21 - Distribuzione dei flussi indotti, SDP venerdì.....	41
Figura 22 - Distribuzione dei flussi indotti, SDP sabato.....	41
Figura 23 - Flussogramma dello scenario SDP dell'ora di punta serale del venerdì (veicoli equivalenti).....	43
Figura 24 - Flussogramma dello scenario SDP dell'ora di punta serale del sabato (veicoli equivalenti).....	44
Figura 25 - Rete simulata per lo scenario SDP.....	45
Figura 26 - Confronto scenario SPR e SDP venerdì.....	47
Figura 27 - Confronto SPR e SDP sabato.....	48
Figura 28 - Rotatorie analizzate per la verifica funzionale dell'accesso alla zona c1/b.....	49
Figura 29 - Rotatoria RO.01: accesso ovest.....	50
Figura 30 - Rotatoria RO.02: accesso centrale.....	51
Figura 31 - Rotatoria RO.03: accesso est.....	52
Figura 32 - I dati geometrici di una rotatoria.....	54

[Handwritten signatures and initials in blue ink, including a large signature and the letters 'bsp' and 'a' with a flourish.]

INDICE DELLE TABELLE

Tabella 1 - SLP esistente e SLP realizzabile	7
Tabella 2 - Definizione delle zone della matrice regionale.....	8
Tabella 3 - Suddivisione intracomunale delle principali città lombarde	9
Tabella 4 - Classificazione degli archi stradali del grafo	10
Tabella 5 - Risultati dell'Analisi di assegnazione	16
Tabella 6 - Quadro di riferimento programmatico: interventi stradali previsti.....	20
Tabella 7 - Tassi di crescita medi previsti per la mobilità delle persone e delle merci.....	24
Tabella 8 - Tassi di crescita previsti per la mobilità delle persone e delle merci nelle ore di punta della sera	24
Tabella 9 - Valore flussi indotti nell'ora di punta in ingresso e uscita	29
Tabella 10 - Flussi indotti suddivisi tra FOOD e NO FOOD.....	30
Tabella 11 - Flussi indotti suddivisi tra INGRESSO ed USCITA.....	30
Tabella 12 - Coefficienti regionali per le strutture di vendita.....	30
Tabella 13 - Flussi indotti dalla struttura commerciale venerdì	30
Tabella 14 - Flussi indotti dalla struttura commerciale sabato	31
Tabella 15 - Flussi indotti dalla struttura terziaria venerdì.....	31
Tabella 16 - Flussi indotti dalla struttura terziaria sabato	32
Tabella 17 - Flussi indotti dal comparto residenziale venerdì	32
Tabella 18 - Flussi indotti dal comparto residenziale sabato	33
Tabella 19 - Flussi indotti dal comparto direzionale venerdì.....	33
Tabella 20 - Flussi indotti dal comparto direzionale sabato	34
Tabella 21 - Flussi indotti dal comparto produttivo "Zona a", venerdì	35
Tabella 22 - Flussi indotti dal comparto produttivo "Zona b", venerdì	35
Tabella 23 - Flussi indotti dal comparto produttivo "Zona a" sabato.....	35
Tabella 24 - Flussi indotti dal comparto produttivo "Zona b", sabato	36
Tabella 25 - Flussi indotti dal comparto ludico - ricreativo venerdì	36
Tabella 26 - Flussi indotti dal comparto ludico - ricreativo sabato.....	37
Tabella 27 - Flussi indotti totali venerdì	37
Tabella 28 - Flussi indotti totali sabato.....	38
Tabella 29 - Matrice di nodo della rotatoria RO.01 (veicoli equivalenti): scenario progettuale del venerdì	50
Tabella 30 - Matrice di nodo della rotatoria RO.01 (veicoli equivalenti): scenario progettuale del sabato.....	51
Tabella 31 - Matrice di nodo della rotatoria RO.02 (veicoli equivalenti): scenario progettuale del venerdì	51
Tabella 32 - Matrice di nodo della rotatoria RO.02 (veicoli equivalenti): scenario progettuale del sabato.....	51
Tabella 33 - Matrice di nodo della rotatoria RO.03 (veicoli equivalenti): scenario progettuale del venerdì	52
Tabella 34 - Matrice di nodo della rotatoria RO.03 (veicoli equivalenti): scenario progettuale del sabato.....	52
Tabella 35 - Risultati relativi alla rotatoria RO.01 nello scenario del venerdì	57
Tabella 36 - Risultati relativi alla rotatoria RO.01 nello scenario del sabato.....	58
Tabella 37 - Risultati relativi alla rotatoria RO.02 nello scenario del venerdì	58

Tabella 38 - Risultati relativi alla rotatoria RO.02 nello scenario del sabato 58
Tabella 39 - Risultati relativi alla rotatoria RO.03 nello scenario del venerdì 59
Tabella 40 - Risultati relativi alla rotatoria RO.03 nello scenario del sabato 59

Handwritten notes and signatures in the bottom right corner, including a signature, the number '4', and other illegible markings.

1 INTRODUZIONE

Nella presente relazione è riportata l'analisi trasportistica svolta a supporto della realizzazione dell'Accordo di Programma (ADP) con funzioni produttive, commerciali, terziarie, ludiche e residenziali, tra i comuni di Arese, Lainate, Garbagnate e Rho, in provincia di Milano: in particolare l'area oggetto dell'ADP è situata nella zona Nord della città e si posiziona negli ex stabilimenti dell'Alfa Romeo lungo l'asse dell'Autostrada dei Laghi A8, come mostrato nella Figura 1.

L'analisi trasportistica svolta è mirata a quantificare l'impatto del traffico aggiuntivo indotto dalla realizzazione dell'ADP, al fine di verificare la capacità della rete di smaltire correttamente il surplus di domanda. Si consideri che l'ADP si situa in corrispondenza di un'area oggetto di importanti interventi infrastrutturali (ad es. realizzazione della Nuova Variante alla Varesina, realizzazione della 5° corsia dell'Autostrada A8, realizzazione della Tangenziale di Terrazzano, etc...), per cui, nell'ambito del presente studio, si fa riferimento ad uno scenario programmatico, che prevede la realizzazione di tali interventi infrastrutturali, che sarà confrontato con due scenari progettuali di sviluppo dell'ADP.

Per il raggiungimento di questo obiettivo sono state svolte le seguenti attività:

- ricostruzione dello scenario attuale;
- ricostruzione dello scenario programmatico;
- calcolo dei flussi indotti dall'ADP;
- ricostruzione dello scenario progettuale;
- confronto tra gli scenari attuali, programmatici e progettuali.

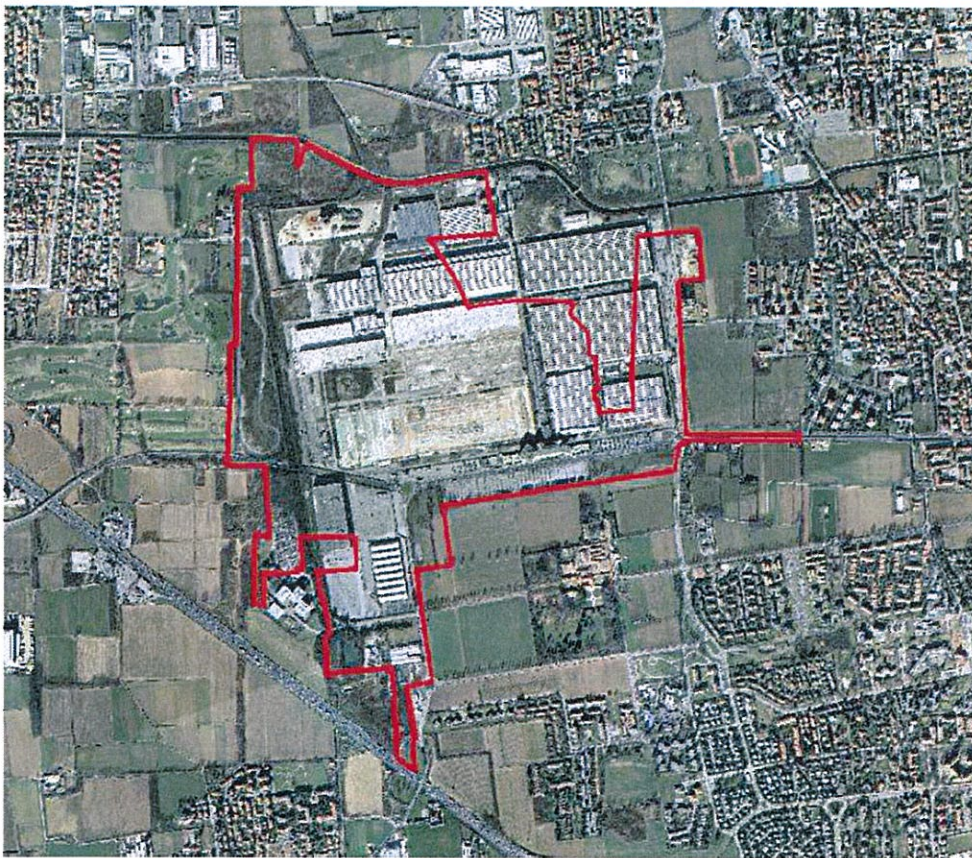


Figura 1 - Aerofoto con identificazione dell'area oggetto di studio

[Handwritten signatures and marks]

5

I principali obiettivi del presente studio di traffico possono essere così sintetizzati:

- determinare i volumi di traffico, in funzione della realizzazione degli interventi programmatici e progettuali previsti, al fine di poter valutare l'incidenza della realizzazione dell'ADP sullo stato del traffico nell'area di studio;
- valutare le variazioni di traffico tra gli scenari attuali, programmatici e progettuali, al fine di consentire un confronto tra tali scenari e una valutazione della capacità della rete, in particolar modo negli scenari progettuali, di smaltire la domanda di traffico complessiva.

Per raggiungere questi obiettivi è stato sviluppato un modello di simulazione dei flussi di traffico a scala regionale (con un maggior dettaglio di analisi sull'area di riferimento più specifica dell'intervento), attraverso il quale sono stati analizzati i carichi di traffico previsti sull'area di indagine, derivanti della realizzazione di ulteriori interventi programmatici sulla rete stradale di interesse regionale. Il modello di traffico, basato per la domanda sulla matrice O/D regionale e per l'offerta su un grafo viario derivato dalla cartografia Navteq, è stato calibrato e validato sulla base dei flussi di traffico attuali. Sono stati quindi considerati i seguenti scenari, elaborati modellisticamente per l'ora di punta della sera del venerdì e del sabato, che rappresenta la situazione di massimo carico per l'intervento in oggetto, vista la forte valenza commerciale:

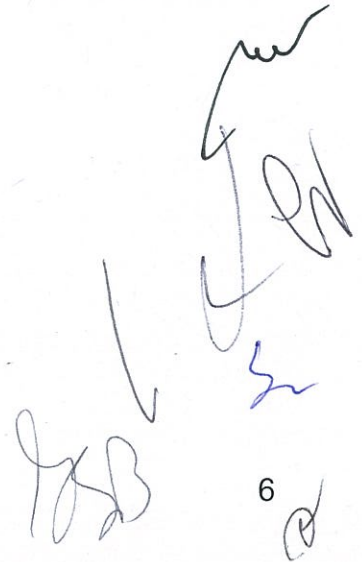
- **scenario attuale (Stato di Fatto o SDF):** è determinato dalla domanda di traffico ad oggi presente sulla rete di studio, così come rilevata da indagini e rilievi di traffico e ricostruita modellisticamente a scala regionale;
- **scenario programmatico (Stato Programmatico o SPR):** è determinato dalla domanda attesa, a fronte della realizzazione degli interventi stradali e infrastrutturali previsti dal Quadro di Riferimento Programmatico Lombardo, ad esclusione dell'intervento in oggetto (ADP di Arese);
- **scenario progettuale (Stato di Progetto o SDP):** è determinato dalla domanda attesa, a fronte della realizzazione degli interventi stradali e infrastrutturali in programma e dell'intervento in oggetto (ADP di Arese), considerato sia in termini di infrastrutture viarie previste che di traffico indotto.

1.1 Definizione dell'intervento

Come sopra anticipato, l'opera in progetto consiste nella realizzazione di una serie di interventi, nell'ambito dell'ADP di Arese, con funzioni produttive, commerciali, terziarie, ludiche e residenziali a Arese, in provincia di Milano.

Nello specifico l'intervento consiste nella realizzazione di una serie di strutture modificative dell'attuale assetto insediativo secondo le quantità riassunte nella tabella di seguito riportata.

Rispetto alla funzione commerciale si tratta di un intervento di realizzazione di un centro commerciale di 77.000 mq di SLP. La superficie di vendita risulta di 55.000 mq, di cui 5.800 di tipo FOOD e i restanti 49.200 di tipo NO FOOD.



6

Destinazioni funzionali	Area	Slp esistente (mq)	Slp realizzabile (mq)
Attività produttive (artigianali e industriali)	a	51'325	10'000
	b1/a	24'297	
	b1/b	143'756	30'079
	b2	116'000	
Residenziale	c1/a	0	68'565
Commercio al dettaglio	c1/b	0	77'000
Terziario di servizio e artigianato di servizio		0	15'000
Terziario – direzionale	c1/c	0	28'635
Ludico – ricreativo	c1/d	0	2'500
Didattica			
Espositiva			
TOTALE		335'378	231'779

Tabella 1 - SLP esistente e SLP realizzabile

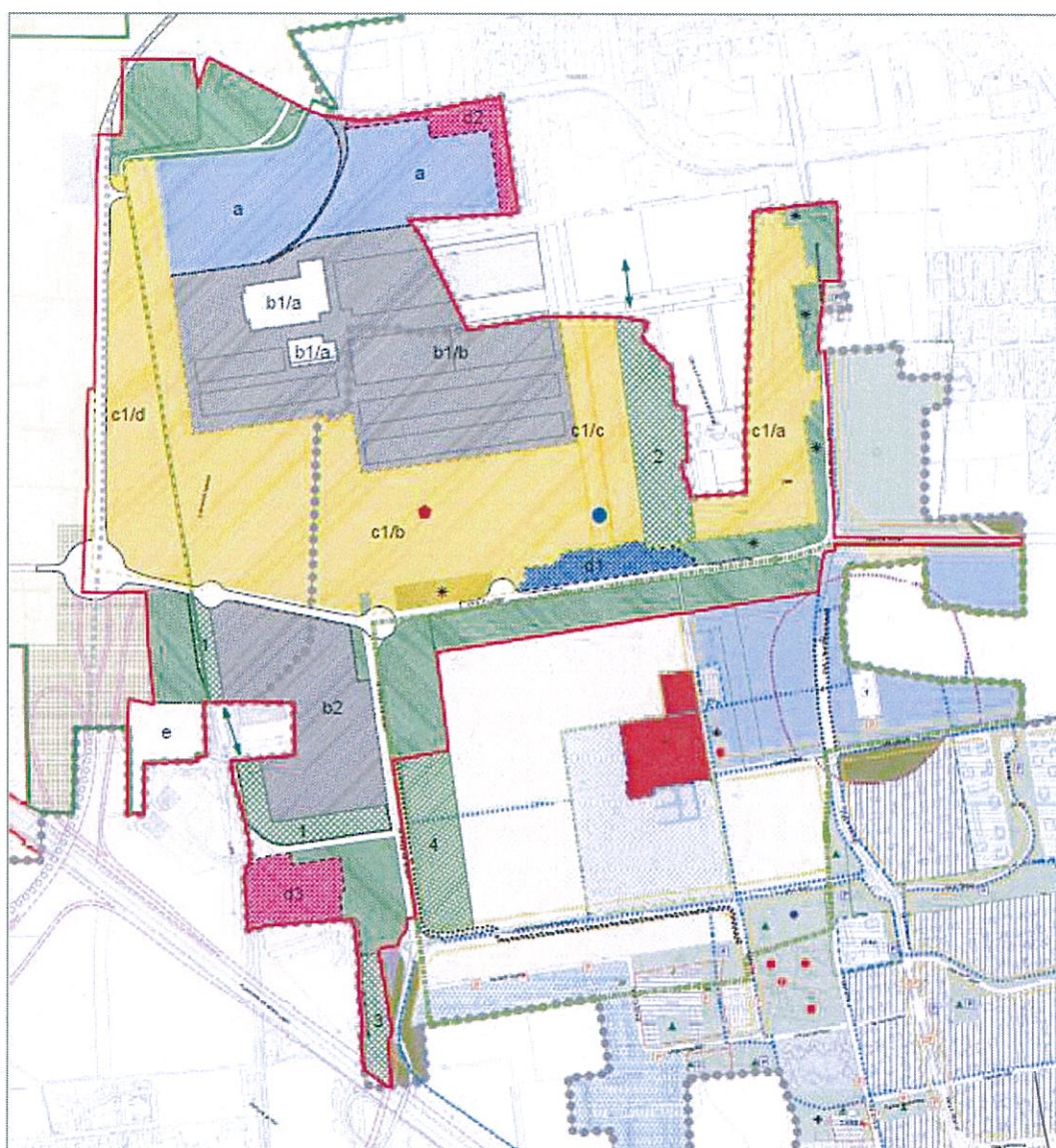


Figura 2 - Intervento in progetto

[Handwritten signature]
[Handwritten signature]
[Handwritten signature]
 7

2 SCENARIO STATO DI FATTO

Le valutazioni di carattere trasportistico sull'area oggetto di indagine sono state condotte utilizzando un modello di simulazione dei flussi di traffico. Tale modello costituisce uno strumento di supporto alle decisioni in materia di analisi e pianificazione dei trasporti e della mobilità, consentendo di fornire previsioni attendibili in merito alla redistribuzione dei flussi di traffico negli scenari analizzati del venerdì e del sabato sera.

2.1 I dati di riferimento

Le stime sulla redistribuzione della domanda, destinata ad impegnare l'area in esame, sono state ottenute mediante l'utilizzo di un modello di simulazione dei flussi di traffico implementato con il software **VISUM**, prodotto e commercializzato dalla società PTV. VISUM è uno strumento di modellazione del traffico riconosciuto dalla comunità scientifica come riferimento per tale tipo di simulazioni.

Il modello di simulazione dei flussi di traffico, riferito all'intero territorio regionale lombardo, è descritto in termini di offerta da un grafo stradale derivato dalla base dati Navteq, mentre in termini di domanda si fa riferimento alle matrici Origine/Destinazione (O/D) relative agli spostamenti compiuti, nell'ora di punta serale del venerdì e del sabato, da veicoli leggeri e pesanti.

2.1.1 La zonizzazione territoriale

La zonizzazione di riferimento utilizzata deriva da quella proposta dalla Regione Lombardia, che prevede oltre 1.500 zone distribuite come riportato nella successiva tabella.

DESCRIZIONE	ZONA	CASI
UNITA' COMUNALI	INTERNA	4
AGGREGAZIONI DI COMUNI	INTERNA	1.266
FRAZIONAMENTI (COMUNI ZONIZZATI)	INTERNA	108
AEROPORTI	INTERNA	79
PORTI NON IDENTIFICATI	INTERNA	4
PROVINCE DI REGIONI CONFINANTI	ESTERNA	30
REGIONI ITALIANE NON CONFINANTI	ESTERNA	16
CANTONI SVIZZERI	ESTERNA	7
ALTRE NAZIONI ESTERE	ESTERNA	17
NON INDICA	NON NOTA	2
TOTALE		1.533

Tabella 2 - Definizione delle zone della matrice regionale

Le zone interne coincidono con i comuni (1.266 casi) o loro aggregazioni (108 casi) tranne che per le principali città (quelle con più di 50.000 abitanti) che sono divise in sottozone, come di seguito descritto.

COMUNE	CASI	COMUNE	CASI	COMUNE	CASI
BERGAMO	7	LEGNANO	2	RHO	3
BRESCIA	9	LODI	2	SESTO S.GIOVANNI	2
BUSTO ARSIZIO	2	MANTOVA	5	VARESE	5
CINISELLO B.	2	MILANO	16	VIGEVANO	2
COMO	9	MONZA	5	TOTALE	33
CREMONA	5	PAVIA	2		

Tabella 3 - Suddivisione intracomunale delle principali città lombarde

La successiva Figura 3 visualizza la zonizzazione di traffico definita dalla Regione Lombardia per la disaggregazione della mobilità che caratterizza il territorio regionale e le aree esterne.

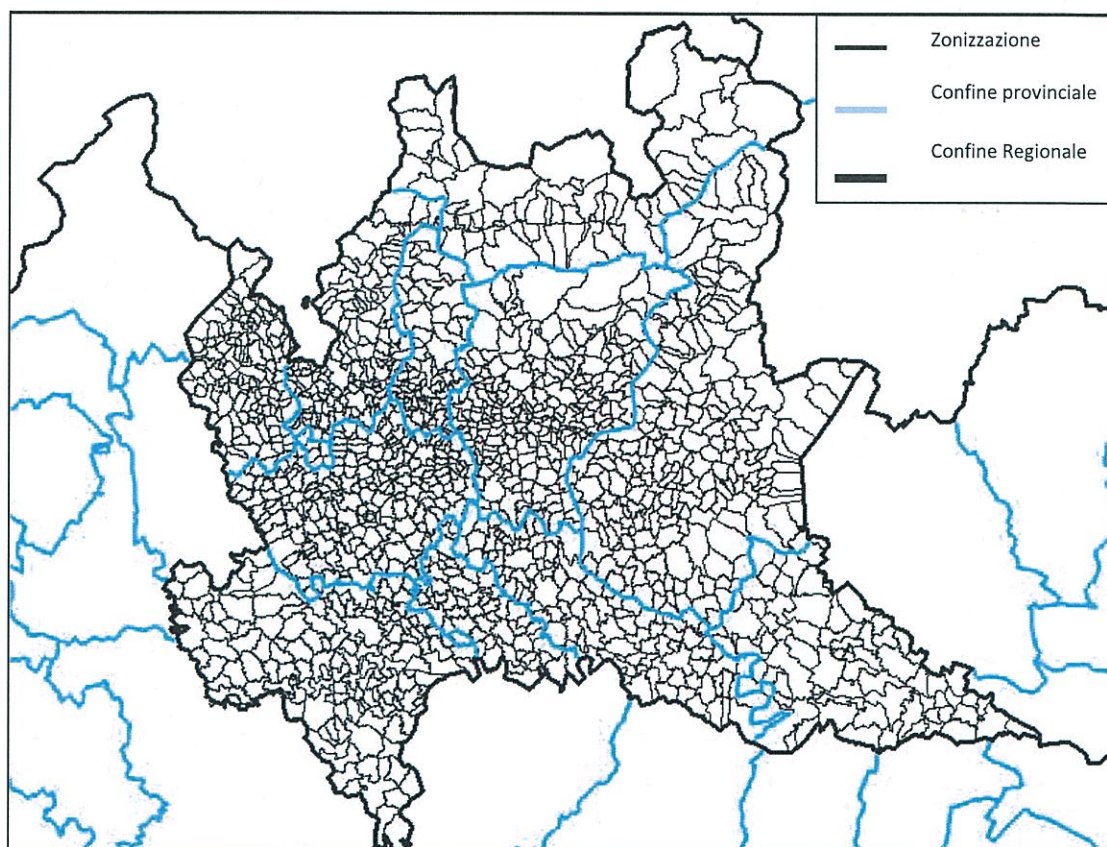


Figura 3 - Mappa della zonizzazione regionale

2.1.2 La rete di simulazione

Lo strumento di analisi utilizzato per la modellizzazione del sistema di offerta si basa su un grafo di rete stradale complessivamente costituito da:

- oltre 18.000 nodi (con associata la tipologia dello svincolo che essi rappresentano);
- circa 50.000 archi orientati (con associate informazioni quali, ad esempio, la lunghezza, la capacità di deflusso orario in termini di veicoli equivalenti, la velocità di progetto, le funzioni di costo, il nome della strada, etc.);
- oltre 140.000 manovre di svolta (con associato il perditempo agli incroci).

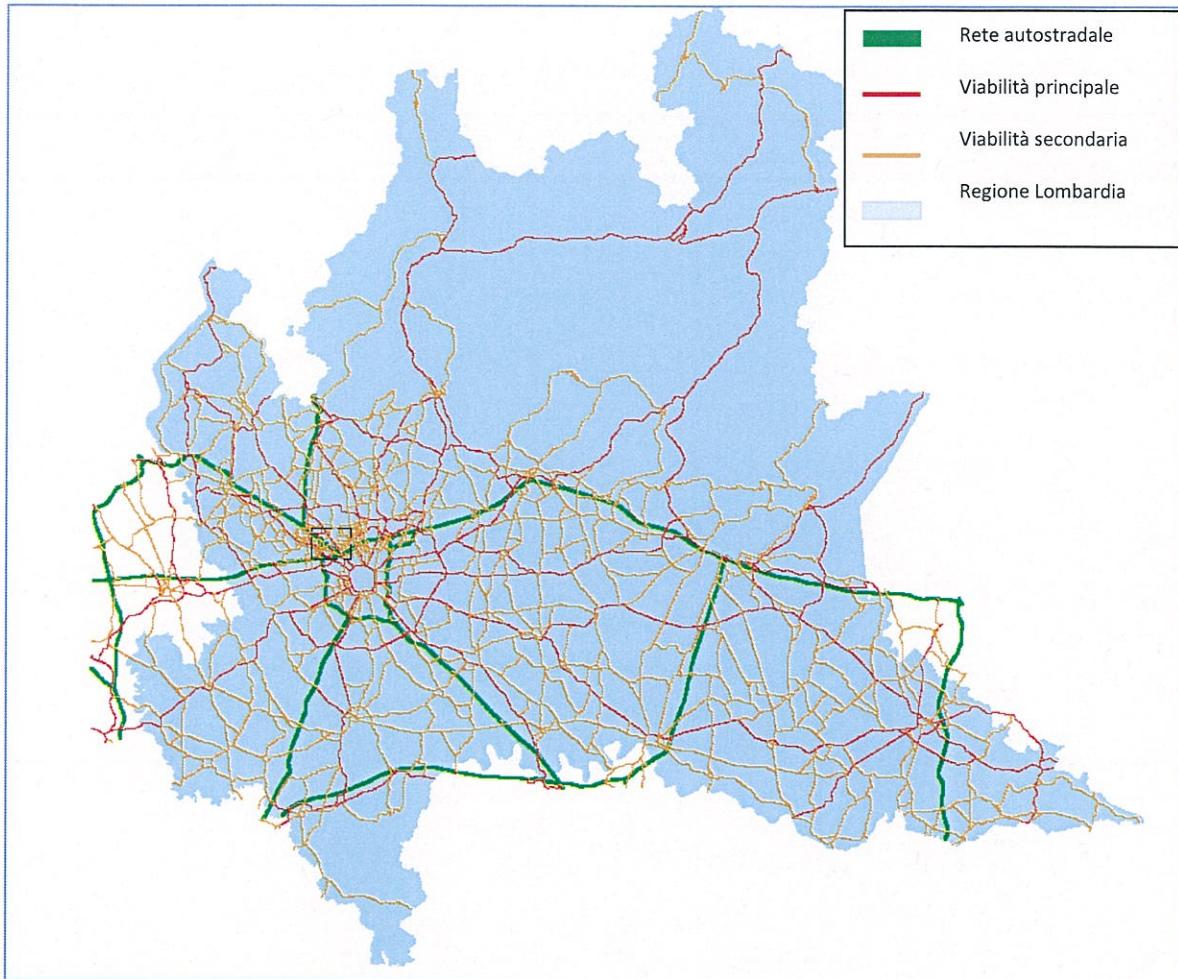


Figura 4 - Mappa del grafo di rete considerato

Per quanto concerne la caratterizzazione del grafo si è proceduto all'organizzazione della rete in 4 classi principali di strade (come evidenziato nella Tabella 4) ciascuna delle quali suddivisa, a sua volta, in varie sottoclassi in ragione dei valori di capacità, della forma funzionale della curva di deflusso e della velocità di percorrenza ad arco scarico.

Categoria	Denominazione
1	Autostrade
2	Viabilità principale
3	Viabilità secondaria
4	Viabilità di interesse locale

Tabella 4 - Classificazione degli archi stradali del grafo

Per una corretta valutazione dei percorsi, si sono inserite nel grafo di offerta anche le informazioni sull'extra costo di percorrenza dovuto alla presenza di pedaggi, in particolare sulla rete autostradale. Tale valore viene considerato in fase di assegnazione dalle procedure di ricerca del cammino di minimo costo generalizzato tra ciascuna coppia di origine e destinazione della matrice O/D, quale penalizzazione per l'utenza nell'utilizzo dell'arco stradale a pedaggio.

La penalizzazione dovuta alla presenza della tariffa, espressa in €, è stata quindi trasformata in extra tempo di viaggio, utilizzando il concetto di Valore del Tempo (VOT), ovvero il valore in € che un utente è disposto a pagare per risparmiare un'ora di viaggio. I valori sono stati scelti come parametri indicativi, anche perché non vi è condivisione nell'ambiente scientifico sulla corretta quantificazione degli stessi: tale situazione dipende, tra gli altri fattori, dalla specificità territoriale del contesto geografico in esame, dalla dipendenza dai motivi di viaggio, dalle caratteristiche socio-economiche del viaggiatore e dalla frequenza dello spostamento, dal tasso di occupazione del veicolo. E' utile anche segnalare come spesso il VOT venga determinato sulla base di indagini di *stated preferences* (preferenze dichiarate): questo approccio può determinare una sottostima del valore del tempo, in quanto in generale si dichiara una disponibilità a pagare inferiore a quella reale (infatti non sempre si riesce a monetizzare correttamente gli effetti indotti dalle scelte alternative). Uno schema alternativo è quello di effettuare indagini di *revealed preferences* (preferenze rilevate), che consentono l'osservazione di comportamenti effettivi di mobilità: tali tipi di indagine però, possono essere fatti solo a posteriori per gli interventi progettuali, o comunque occorre verificare l'applicabilità dei risultati ottenuti su casi già indagati alla situazione in esame.

In particolare, nell'ambito del presente studio, sono stati introdotti i seguenti parametri per il VOT: 15 € per i veicoli leggeri, 40 € per i veicoli pesanti. E' anche per queste ragioni che si è scelto di utilizzare, tra i vari metodi di assegnazione proposti dal software VISUM, il modello di **assegnazione stocastico**, che considera un certo livello di soggettività da parte dell'utente nel valutare i costi generalizzati dei percorsi. In particolare si ha un elemento stocastico nella valutazione sia del costo temporale associato a ciascun arco stradale sia dell'extra costo dovuto al pedaggio, trasformato in termini di tempo mediante il VOT.

Si tenga conto comunque che la taratura del modello ha preso a riferimento il valore del tempo sopra descritto, adattando a questo il processo di calibrazione. In questo senso risulta meno critica la scelta dei valori numerici del VOT per i mezzi leggeri e pesanti. L'inserimento della tariffa è stato applicato sia alle tratte autostradali gestite *in chiuso* (nelle quali il costo del pedaggio è funzione dei caselli di ingresso e di uscita) sia alle tratte con gestione *in aperto* (nelle quali il costo del pedaggio è funzione del solo casello di ingresso).

Per quanto riguarda le tariffe considerate si è fatto riferimento ai dati ufficiali: i criteri per il calcolo dei pedaggi per la rete autostradale italiana sono stabiliti dalla specifica normativa di settore, recepita nelle Convenzioni in essere fra le società concessionarie e l'Ente concedente ANAS. Per quanto riguarda, infine, gli interventi di progetto, cioè le infrastrutture a pedaggio che fanno parte sia del Quadro di Riferimento Programmatico sia Progettuale, si sono considerati i costi al km già proposti per il sistema autostradale attuale.

2.1.3 Le principali banche dati di riferimento

Per la ricostruzione della domanda attuale di spostamento delle persone si è fatto riferimento all'indagine O/D della regione Lombardia, già citata in termini di zonizzazione adottata. Tale banca dati, predisposta dalla Regione nel 2002 sulla base di due principali indagini, quella alle famiglie residenti (tramite interviste telefoniche di tipo CATI, ovvero Computed Aided Telephone Interview) e quella cordonale ai non residenti in ingresso in Regione, ha fornito la matrice Origine/Destinazione di riferimento per la mobilità delle persone. Tale matrice è stata elaborata in base alle zone di traffico, al mezzo utilizzato ed agli orari degli spostamenti, per ricavarne le matrici dei mezzi leggeri relative agli orari di punta: tale matrice è stata utilizzata nel modello VISUM come stima iniziale del processo di correzione e calibrazione modellistica, di seguito illustrato.

Per la ricostruzione della domanda di mobilità delle merci, non considerata dall'indagine regionale, si è dovuto necessariamente procedere in modo diverso. In questo caso sono state considerate le informazioni raccolte da ISTAT sul traffico merci su strada che, opportunamente rielaborate, hanno fornito una stima iniziale dei flussi dei veicoli merci. Ancora, relativamente alla matrice dell'ora di punta, si è proceduto alla calibrazione sulla base dei conteggi di traffico nello scenario attuale.

Sintetizzando le considerazioni effettuate, le banche dati sulla distribuzione dei flussi veicolari e la mobilità espressa dal territorio lombardo, sono le seguenti:

- matrice O/D regionale degli spostamenti delle persone (2002);
- dati ISTAT sulla mobilità delle merci (2005);
- volumi orari di traffico autostradale per barriera e casello omogenei su tutta la rete regionale, rilevati nel 2002 e aggiornati al 2009;
- volumi orari di traffico monitorati mediante il progetto di rilevazione del traffico su tutta la rete ordinaria regionale, rilevati dal 2001 al 2010;
- volumi di traffico orario rilevati nell'ambito di precedenti studi, relativi alla rete autostradale e di adduzione RHO-MONZA (2009);
- rilievi di traffico effettuati nell'area di studio.

Nella Figura 5 è riportata la localizzazione delle sezioni di misura del traffico utilizzate per la calibrazione del presente modello di simulazione. Complessivamente le informazioni raccolte hanno reso disponibile una banca dati totale di **705 sezioni di monitoraggio** della distribuzione attuale dei flussi veicolari sulla rete stradale dell'intero territorio lombardo. Mentre nella Figura 6 si evidenziano nel dettaglio le sezioni di rilievo dei flussi stradali per l'area oggetto di studio.

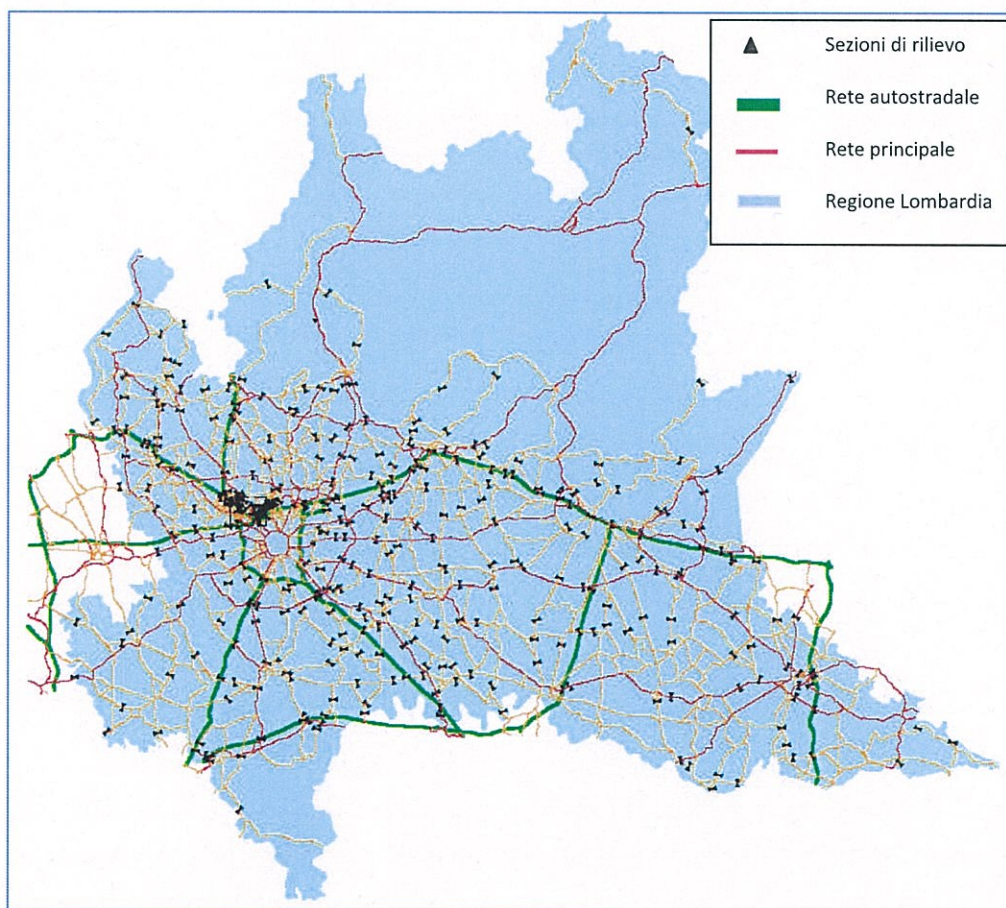


Figura 5 - Mappa delle sezioni di rilievo dei flussi stradali considerate

[Handwritten signatures and marks]

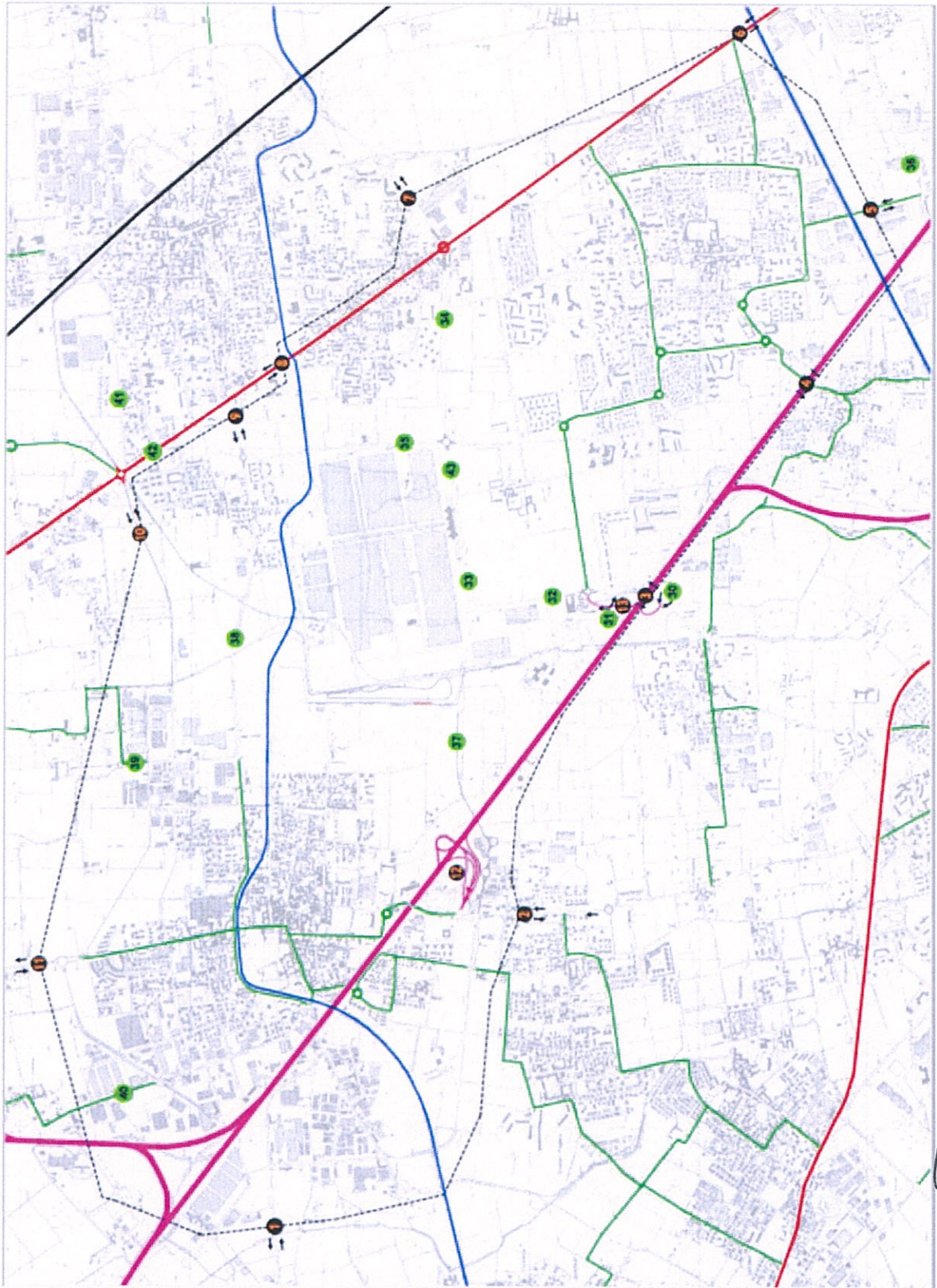


Figura 6 – Individuazione delle sezioni di rilievo dei flussi stradali considerate nell'area di studio

M
 HB
 13
 S
 A

2.2 La ricostruzione della domanda di mobilità

In merito alla domanda di spostamento passeggeri che il territorio lombardo esprime attualmente, la banca dati utilizzata come riferimento è costituita dalla matrice O/D predisposta dalla Regione Lombardia nel 2002. L'indagine regionale ha riguardato un campione particolarmente esteso arrivando infatti, a contattare oltre 750.000 residenti o domiciliati mediante intervista telefonica CATI, con un tasso di campionamento superiore all'8%. Alla rilevazione telefonica si sono aggiunte le indagini al cordone, che hanno riguardato circa 50.000 utenti in ingresso nel territorio regionale con le diverse modalità di trasporto.

L'indagine ha restituito complessivamente una popolazione giornaliera mobile pari a circa 5.700.000 individui, ognuno dei quali compie mediamente 2,65 spostamenti al giorno. Sul territorio regionale, giornalmente hanno luogo più di 15 milioni di spostamenti secondo le diverse modalità, per ciascuno dei quali si impiega mediamente un tempo di circa 27 minuti (quindi 1 ora e 12 minuti al giorno in mobilità per ogni individuo mobile).

Ai fini del presente lavoro, si è analizzato il modo con cui si è ricavata la matrice O/D regionale, mediante interviste ad un campione di circa l'8% della popolazione. E' facile constatare come, mediamente, ogni spostamento abbia un coefficiente di espansione prossimo a 12 (dato dal rapporto tra 1 e 0,08, ovvero tra l'universo di riferimento ed il campione indagato), per cui si assiste ad una polarizzazione delle celle della matrice rispetto a tale valore (o ai suoi multipli). Conseguentemente, accade frequentemente che celle che andrebbero valorizzate con valori inferiori a 12 rimangono vuote (sottocampionamento), mentre in altri casi, meno numerosi, celle con un solo spostamento in campione sono state espanso a circa 12 spostamenti portando ad un possibile sovra campionamento: in generale se ne ottiene una matrice O/D molto più sparsa (ovvero con molte più celle nulle) della matrice O/D reale.

Per ovviare a tale problema (che ha ripercussioni importanti anche in fase di correzione e calibrazione delle matrici a partire dai dati di traffico), si è sviluppato un metodo di **smoothing** delle matrici derivate da indagini campionarie, che sostanzialmente tende a ridistribuire più omogeneamente gli spostamenti tra le diverse celle, preservando comunque i totali di riga e di colonna (ovvero mantenendo inalterati il numero di partenze ed arrivi in ciascuna zona, per ciascuno dei motivi e mezzi analizzati). In sintesi, tale metodo tende a ridistribuire gli spostamenti tra due zone considerando anche le alternative fornite dalle zone limitrofe, per non distorcere la struttura della matrice.

Tale processo ha consentito di ottenere le matrici degli spostamenti delle persone con uguale numero di spostamenti, ma con diversa ripartizione tra le celle e soprattutto con un maggior numero di celle valorizzate. Nel caso delle merci, la matrice iniziale è stata ipotizzata nella sua struttura a partire dalle indagini ISTAT sulle merci (in mancanza di informazioni più precise, analoghe all'indagine O/D regionale sulle persone), affidando alla fase di smoothing prima e di correzione e calibrazione poi, il compito di rendere tale dato più coerente possibile con la matrice O/D reale.

A valle della fase di smoothing, si è proceduto quindi ad attuare la **correzione** e **calibrazione** delle matrici dell'ora di punta, sia per i mezzi leggeri che per quelli pesanti. Tale fase consiste in un processo iterativo di assegnazione delle matrici, di successivo confronto con i dati rilevati nelle sezioni di misura e di modifica dei valori delle celle della matrice al fine di avvicinare i flussi stimati a quelli osservati. Questo processo presuppone una maggiore affidabilità nei rilievi dei flussi stradali rispetto alla stima della matrice O/D, pur non risolvendo completamente i problemi connessi a tale approccio. In particolare, si segnala da una parte una serie di problematiche sulle misure dei flussi, legate prevalentemente all'esistenza di fluttuazioni su base oraria e giornaliera anche consistenti e all'errore di rilievo riferibile al tipo di strumento di misura adottato, e dall'altra alla difficoltà di conciliare un dato di matrice (dove ogni spostamento è caratterizzato da un orario di inizio e fine spostamento) ad un orario di transito in sezione, che si riferisce ad un istante (peraltro non precisato) dello spostamento descritto in matrice, con evidenti difficoltà nella definizione rigorosa della matrice oraria esattamente conciliabile con i flussi rilevati in un determinato lasso temporale.

Al di là di queste considerazioni, si è ritenuto opportuno procedere nel modo classico: il processo di correzione e calibrazione è iterativo perché in genere i metodi di correzione ipotizzano una dipendenza lineare tra i valori delle celle della matrice e i valori dei flussi di traffico, mentre nella realtà i modelli di assegnazione (al di là del metodo adottato) sono fortemente non lineari. L'iterazione del processo di calibrazione e correzione consente di avvicinare progressivamente i dati osservati ed i dati simulati di flusso, operando via via in situazioni in cui l'approssimazione lineare della dipendenza dei flussi dalle celle della matrice risulta più vicina alla realtà.

Anche per questa fase si è sviluppato un metodo ad hoc, derivato da un **modello di sintesi** di tipo **entropico** delle matrici O/D, dovuto a Willumsen. La teoria matematica insita nei modelli di traffico dimostra l'esistenza in generale di un numero illimitato di matrici O/D in grado di soddisfare i vincoli di coerenza con i flussi assegnati. L'idea di fondo proposta dai modelli entropici è quella di generare, tra tutte le matrici O/D possibili, quella che, soddisfacendo i vincoli sulle sezioni misurate (o minimizzandone la distanza), nello stesso tempo massimizza l'entropia, e quindi la dispersione, degli spostamenti. Nella funzione obiettivo di tale modello di sintesi è possibile considerare anche la minimizzazione della distanza dalla matrice O/D iniziale, scegliendo di fatto quale peso dare ai dati rilevati nelle sezioni di misura e quale peso dare ai dati ricavati dalle indagini O/D. Nella fattispecie, si è scelto di dare maggior peso ai flussi rispetto alle matrici O/D, enfatizzando tra i dati di sezione quelli che si trovavano nelle immediate vicinanze dell'intervento, al fine di una migliore ricostruzione locale dei dati di traffico.

2.3 La validazione del modello di traffico nello Stato di Fatto

L'assegnazione della matrice ottenuta dal procedimento di stima ha restituito la distribuzione attuale del traffico veicolare sulla rete stradale ed autostradale dell'intera Regione Lombardia, nell'ora di punta della sera. L'attendibilità dei risultati conseguiti in termini di verosimiglianza tra distribuzione simulata e distribuzione reale dei flussi sulla rete di trasporto è stata verificata mediante la *validazione* dello scenario attuale, già analizzato in precedenti studi.

Il metodo di verifica applicato è quello denominato dell' R^2 . Questa funzione statistica misura la correlazione esistente tra variabile indipendente (i flussi osservati) e variabile dipendente (i flussi stimati), attraverso la costruzione di un modello di regressione lineare: ha un valore compreso nell'intervallo 0-1, ove 1 indica perfetta correlazione e 0 indica totale indipendenza tra le due variabili. Nell'utilizzare tale parametro statistico, occorre fare attenzione anche al valore di pendenza della retta di regressione, dove 1 indica l'assenza di distorsioni del bias (ovvero del valor medio delle due serie di dati: flussi osservati e flussi stimati) e all'intercetta con l'asse delle y. L'effettiva coincidenza dei dati osservati e misurati si ottiene soltanto laddove R^2 e la pendenza assumono valore uguale a 1 e l'intercetta vale 0.

Convenzionalmente si tende a considerare come attendibili le risultanze dell'assegnazione di un modello di simulazione di traffico in grado di restituire una correlazione non inferiore a 0,80, mentre i valori di pendenza della retta di regressione dovrebbero essere compresi tra 0,9 e 1,1 (consentendo quindi oscillazioni in media di più o meno il 10% rispetto al valore misurato) e l'intercetta deve avere un valore inferiore al 5-10% del valor medio dei dati osservati. Tale soglia nominale viene, inoltre, valutata anche in ragione della numerosità dei punti di confronto, dal momento che più è esteso l'insieme dei punti di monitoraggio dei flussi, maggiore è la possibilità che possano rilevarsi distorsioni, magari di natura locale, rispetto alla tendenza generale del campione di analisi. Per quanto concerne il modello di traffico messo a punto, il confronto tra volumi di traffico simulati e volumi rilevati in campo è stato effettuato con riferimento a tutte le sezioni di confronto dell'intera banca dati.

Sotto il profilo delle risultanze, il test dell' R^2 evidenzia l'elevata attendibilità dei risultati derivanti dalle assegnazioni del modello implementato; nella Tabella 5 sono riportati i valori del test dell' R^2 , della pendenza (M) e dell'intercetta (Q) per le simulazioni condotte rispetto allo scenario attuale per l'ora di punta della sera del venerdì e

del sabato, separatamente per i veicoli leggeri e pesanti e relativamente sia all'intero grafo regionale che con riferimento all'area di studio. Si osservi come in tutti i casi si ottengono valori di R^2 significativamente superiori a 0.9.

A titolo illustrativo si vedano la Figura 7 e la Figura 8 relative ai risultati dell'analisi di assegnazione dello scenario SDF del venerdì.

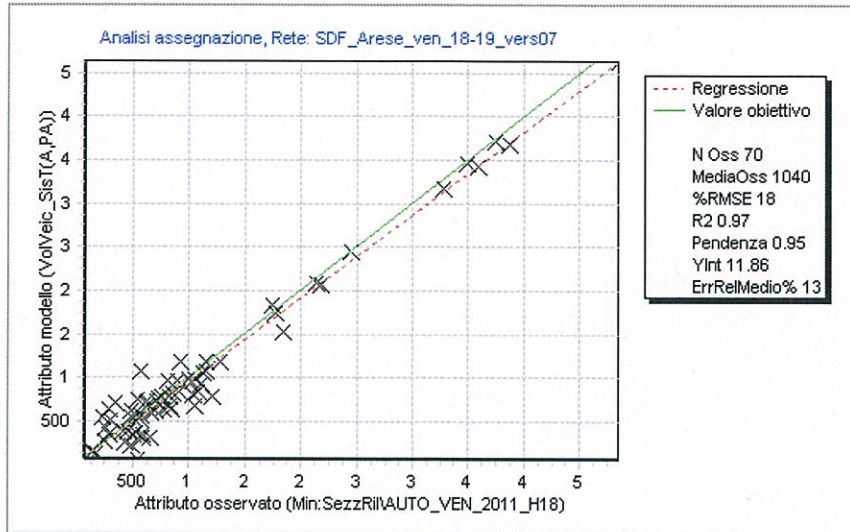


Figura 7 - Analisi assegnazione venerdì, mezzi leggeri per l'area di studio

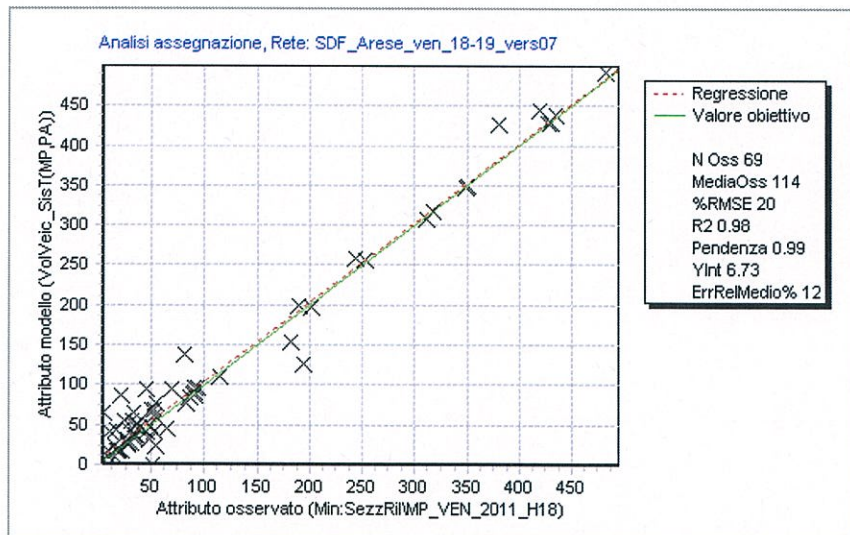


Figura 8 - Analisi assegnazione venerdì, mezzi pesanti per l'area di studio

GIORNO	AREA	MEZZO	R ²	M	Q
venerdì	estesa	leggeri	0,93	0,94	12,59
venerdì	estesa	pesanti	0,98	1,00	-0,39
venerdì	studio	leggeri	0,97	0,95	11,86
venerdì	studio	pesanti	0,98	0,99	6,73
sabato	estesa	leggeri	0,92	0,99	-12,43
sabato	estesa	pesanti	0,99	0,99	-0,49
sabato	studio	leggeri	0,98	1,01	-41,71
sabato	studio	pesanti	0,96	0,98	-1,60

Tabella 5 – Risultati dell'Analisi di assegnazione

2.4 L'assegnazione della domanda di traffico

La matrice O/D ottenuta dal processo di correzione e calibrazione dello scenario SDF è stata quindi assegnata alla rete prevista per lo scenario SDF, in modo da ricostruire la situazione attuale di traffico nelle due ore di punta serali del venerdì e del sabato.

2.5 Flussi di traffico nello scenario Stato di Fatto

Il diagramma di carico, che costituisce uno dei risultati principali delle simulazioni effettuate, riporta l'entità del traffico su ciascun arco stradale ed autostradale della rete di trasporto complessiva, mediante una visualizzazione basata principalmente sullo spessore delle bande che descrivono i flussi (flussogrammi): lo spessore di tali bande risulta proporzionale all'entità del flusso presente sull'arco considerando per i veicoli leggeri e pesanti il relativo coefficiente di equivalenza (in particolare, per i veicoli pesanti si considera un coefficiente di equivalenza pari a 1,5). Inoltre, oltre allo spessore, viene riportato il valore in veicoli equivalenti del flusso in transito su ciascun arco nell'ora di simulazione.

Qui di seguito sono riportati i diagrammi di carico dello scenario SDF in termini di veicoli equivalenti, relativi all'ora di punta della sera del venerdì e del sabato per l'area di studio.

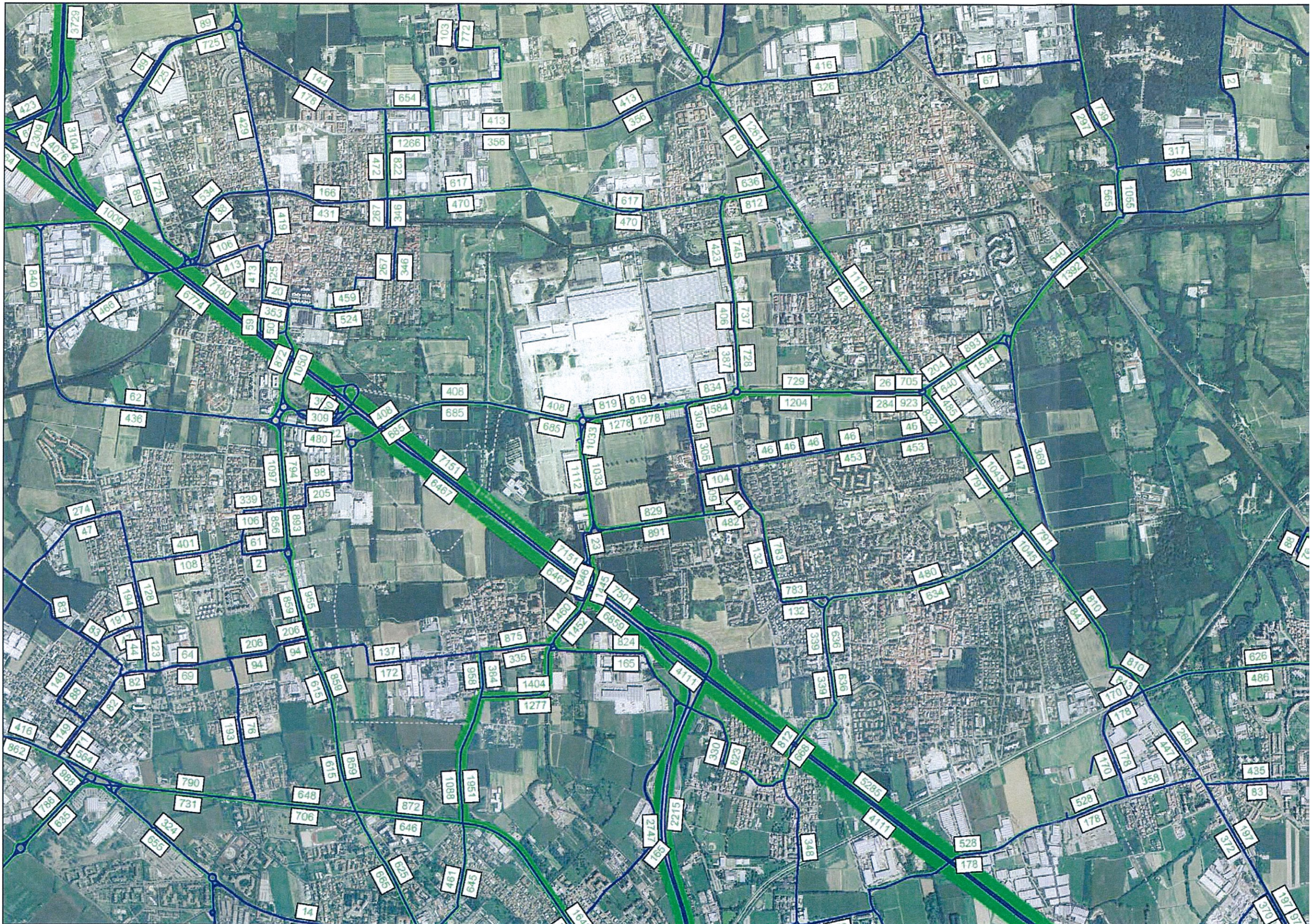


Figura 9 - Flussogramma dello scenario SDF dell'ora di punta serale del venerdì (veicoli equivalenti)

[Handwritten signatures and initials in blue ink]

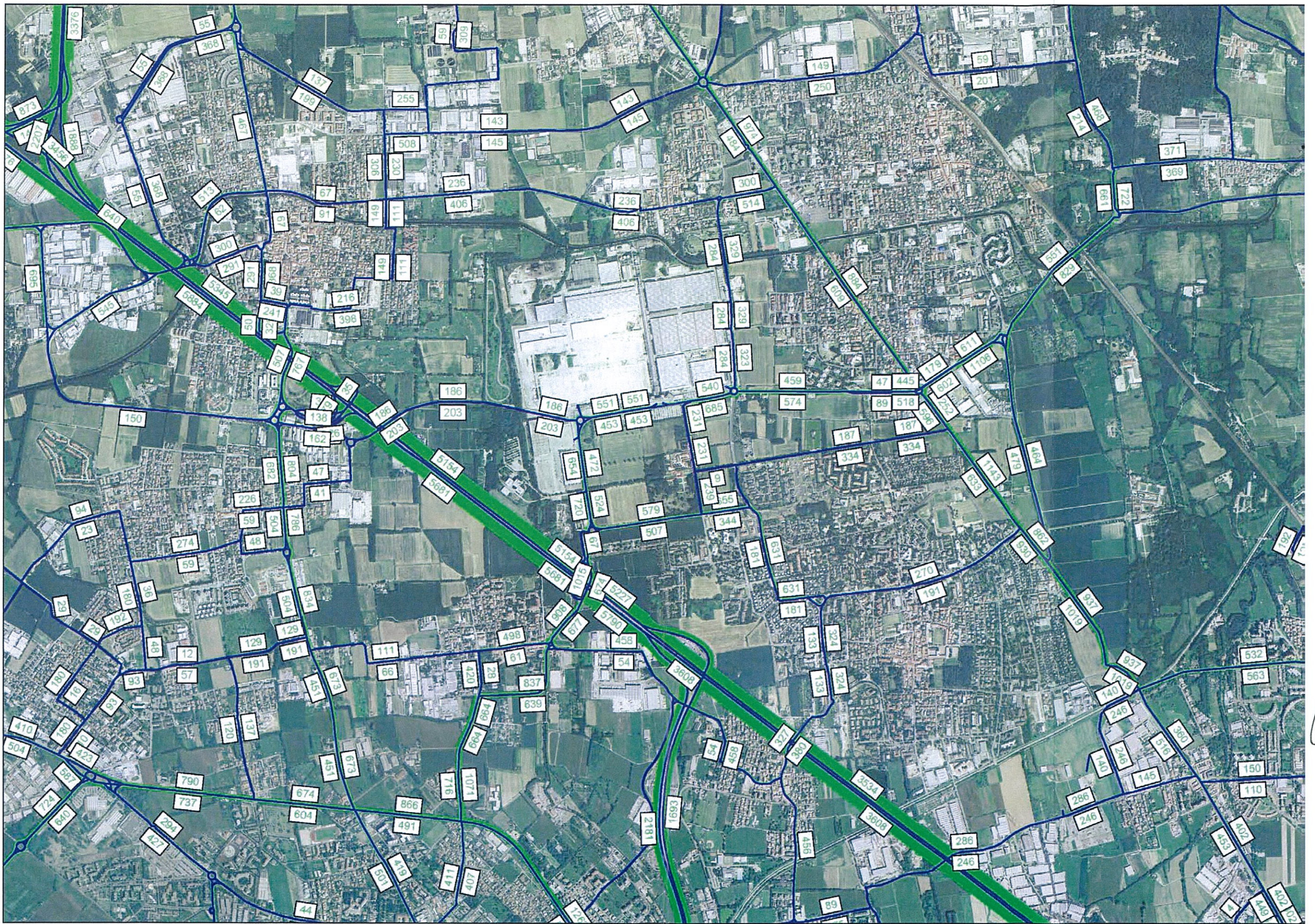


Figura 10 - Flussogramma dello scenario SDF dell'ora di punta serale del sabato (veicoli equivalenti)

[Handwritten signature]
[Handwritten signature]
[Handwritten signature]

3 STATO PROGRAMMATICO

Per tenere correttamente in conto le significative modifiche apportate alla rete di riferimento in funzione di una serie di interventi a carattere programmatico, si è analizzato uno scenario stato programmatico (SPR), sempre per le ore di punta serali del venerdì e del sabato sera. Tale scenario rappresenta il naturale confronto per gli scenari progettuali, in quanto rappresenta l'assetto futuro in assenza dell'intervento in studio. Qui di seguito vengono illustrate le diverse assunzioni utilizzate per la ricostruzione dello scenario SPR.

3.1 Interventi programmatici

Le valutazioni di carattere trasportistico sull'area oggetto di studio, sono state condotte utilizzando un modello di simulazione dei flussi di traffico. Tale modello costituisce uno strumento di supporto alle decisioni in materia di analisi e pianificazione dei trasporti e della mobilità, consentendo di fornire previsioni attendibili in merito alla redistribuzione dei flussi di traffico nei diversi scenari analizzati.

Rispetto al Quadro di Riferimento Programmatico, gli interventi considerati per il potenziamento della rete di trasporto stradale ed autostradale di interesse regionale sono quelli riportati nella Tabella 6.

QUADRO DI RIFERIMENTO PROGRAMMATICO
TEM, Tangenziale Est Esterna di Milano
BREBEMI
SS415 Paullese
SP103 Cassanese (MI)
SP14 Rivoltana (MI)
Riqualifica della SP40 Binasco - Melegnano (MI)
Potenziamento A4 Torino - Milano
Collegamento Boffalora - Malpensa
Potenziamento della SP114 Baggio - Castelletto (MI)
Viabilità polo fieristico Rho Fiera Milano
Rifunzionalizzazione della SS341
Variante alla SS33 del Sempione
Variante alla SPexSS233 Varesina (MI)
Variante alle SP172 ed alla SPexSS11 Padana Superiore, nuova viabilità al servizio della Cascina Merlata e Strada interquartiere Nord Milano
Sistema Viabilistico Pedemontano Lombardo
Terza corsia di percorrenza sull'Autostrada A9 Milano - Lainate - Como - Chiasso nella tratta compresa tra Lainate e Como sud
Potenziamento a tre corsie per senso di marcia della SS35
Quarta corsia dinamica sull'autostrada A4 Torino - Venezia nel tratto compreso tra lo svincolo di Viale Certosa e lo svincolo di Sesto San Giovanni
Potenziamento SS36 nei comuni di Monza e Cinisello Balsamo
Ampliamento alla quinta corsia dell'autostrada A8 Milano - Laghi
Tangenzialina sud di Novate
Tangenziale di Terrazzano
Opere connesse alla Città della Salute e della Ricerca

Tabella 6 - Quadro di riferimento programmatico: interventi stradali previsti

Oltre ai suddetti interventi programmatici a scala regionale, sono state considerate tutte le trasformazioni territoriali previste e in corso nell'area di studio come evidenziato nella Figura 11.

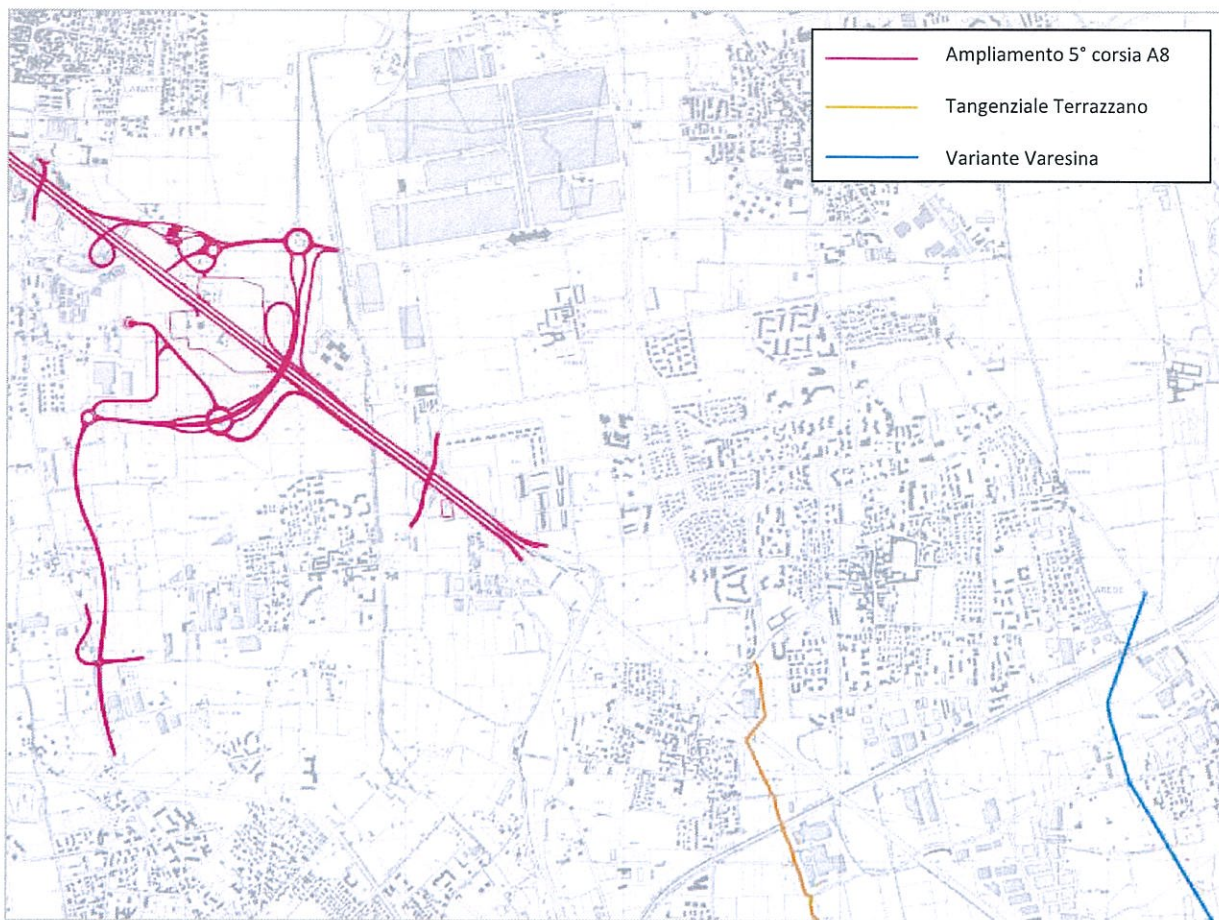


Figura 11 - Interventi programmatici considerati in prossimità dell'area

3.2 Evoluzione della domanda di mobilità

Nell'ambito dello studio di traffico si è prestata particolare attenzione al tema dell'evoluzione della domanda di mobilità di interesse per l'intervento in progetto, valutandola a scala regionale. Le variabili che possono spiegare la domanda di mobilità su strada, sono essenzialmente due:

- il numero potenziale e le caratteristiche dei viaggiatori (la popolazione residente);
- il numero e la tipologia di mezzi di trasporto (il parco circolante).

Ovviamente questi due fattori vanno declinati in modo diverso per quanto riguarda la mobilità delle persone e quella delle merci.

Rispetto alle previsioni di incremento della popolazione, ISTAT produce una stima fino al 2050 dell'evoluzione del numero di abitanti in Italia, prospettando 3 scenari, riportati nella Figura 12. Ai fini del presente studio è stata considerata l'ipotesi centrale.

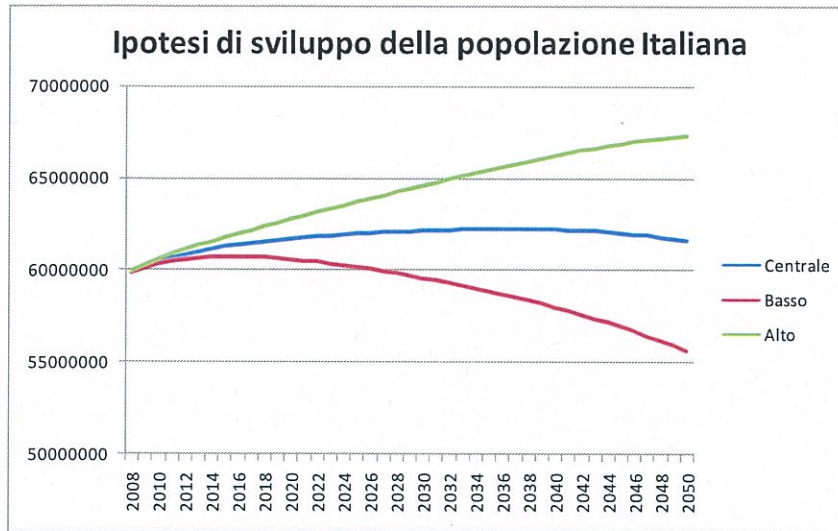


Figura 12 - Ipotesi di incremento della popolazione Italiana (Fonte: ISTAT)

Rispetto al numero di autovetture in Italia, si è esaminato il dato del parco circolante fornito da ACI, dal 1978 ad oggi, e se ne è fatta una previsione di crescita utilizzando una proiezione basata sulla curva ad S logistica, proposta da Pearl e Reed: tali tipi di curve descrivono la crescita di alcuni tipi di popolazioni, che presentano inizialmente incrementi quasi esponenziali; successivamente rallentano, diventando quasi lineari, per raggiungere un andamento asintotico dove non c'è sostanzialmente più crescita. Nella Figura 13 è riportata l'evoluzione del parco autovetture dal 1978 al 2035, che porta a prevedere una situazione prossima all'asintoto nel 2035 (salvo ulteriori incrementi di popolazione).

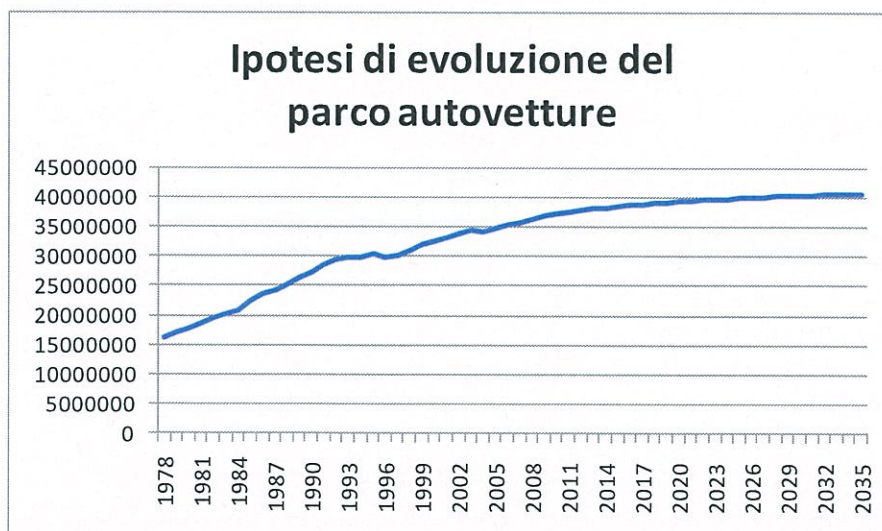


Figura 13 - Andamento attuale e Ipotesi di evoluzione del parco autovetture in Italia

Un po' diversa la situazione per quanto concerne il parco circolante di veicoli merci, dove la proiezione basata sulla curva ad S logistica mostra nel 2035 un andamento non ancora così vicino all'asintoto, come mostrato nella Figura 14.

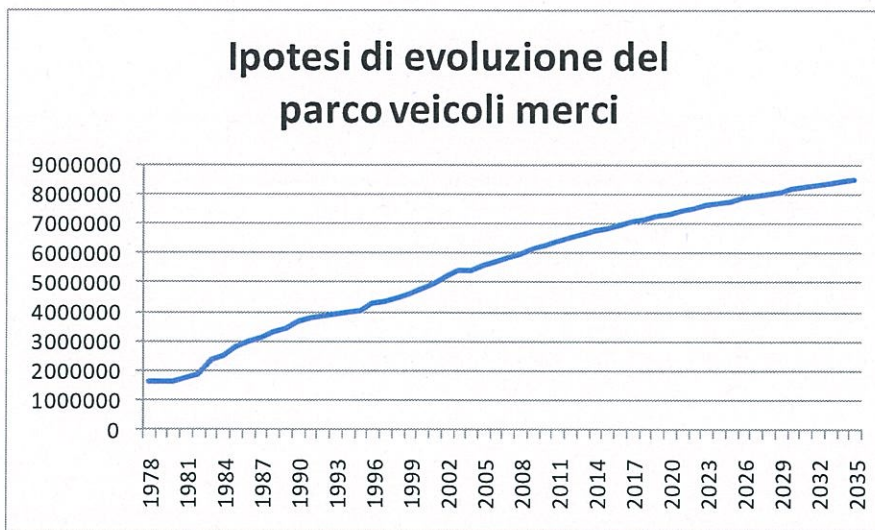


Figura 14 - Andamento attuale e Ipotesi di evoluzione del parco veicoli merci in Italia

Sulla base dei valori di andamento della popolazione e del parco circolante, sono stati costruiti due modelli, uno per i mezzi leggeri e uno per i pesanti, che stimano la mobilità delle persone e delle merci rilevata in Italia dal 2000 al 2008. Tale mobilità viene rilevata ufficialmente da due fonti:

- il Conto Nazionale dei Trasporti (CNT): pubblicazione a cadenza circa annuale del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, la cui ultima edizione fa riferimento al 2006-2007. Tale documento stima la mobilità complessiva in Italia, in termini di passeggeri-km per quanto concerne le persone, e in termini di tonnellate-km per quanto riguarda le merci;
- l'osservatorio AudiMob di ISFORT sulla mobilità delle persone, che dal 2000 continuativamente svolge indagini su un campione di circa 15.000 individui all'anno rilevandone i comportamenti di mobilità. Le informazioni raccolte sono state ufficialmente riconosciute anche all'interno del CNT, che ne pubblica una sintesi al suo interno.

I risultati del modello di stima della mobilità delle persone dal 2008 al 2035 sono riportati nella Figura 15.

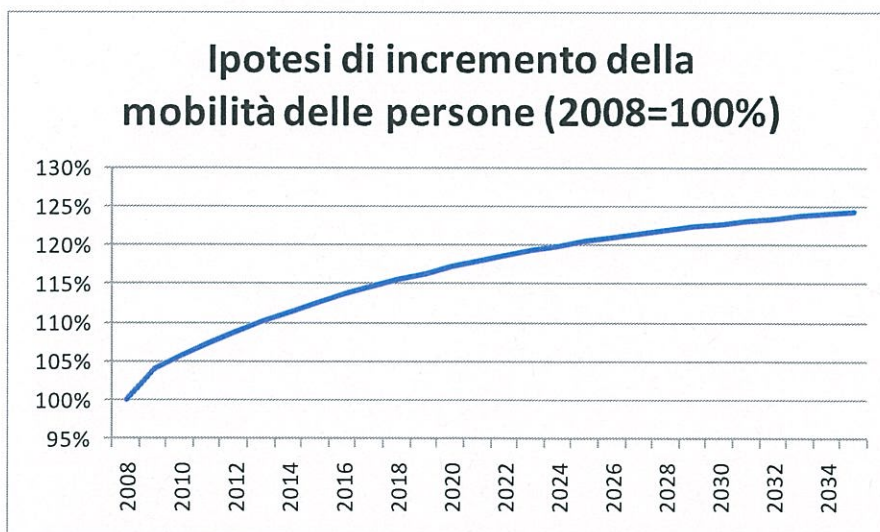


Figura 15 - Ipotesi di incremento della mobilità delle persone al 2035

Handwritten notes and signatures:
 - A large checkmark-like signature at the top right.
 - A signature below it, possibly "ASB".
 - Another signature below that, possibly "M".
 - A signature at the bottom right, possibly "S".
 - A checkmark-like mark at the bottom right.

I risultati del modello di stima della mobilità delle merci dal 2008 al 2035 sono riportati nella Figura 16.

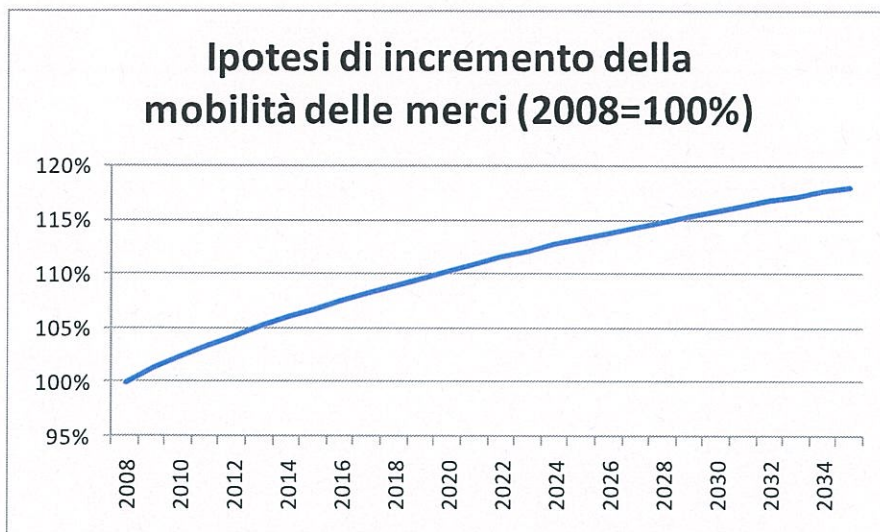


Figura 16 - Ipotesi di incremento della mobilità delle merci al 2035

Ai fini dello studio di traffico, le scelte fatte portano agli incrementi complessivi della mobilità delle persone e delle merci riportati nella Tabella 7.

Orizzonte temporale	Mobilità leggeri	Mobilità pesanti
Breve periodo (2015)	11.3%	6.0%
Medio periodo (2025)	19.8%	12.8%
Lungo periodo (2035)	24.0%	17.6%

Tabella 7 - Tassi di crescita medi previsti per la mobilità delle persone e delle merci

Alcune recenti indagini (tra le quali l'osservatorio AudiMob) fanno ipotizzare una tendenziale diversa distribuzione giornaliera degli spostamenti, con una punta mattutina ritardata e con valori di picco meno accentuati. Nell'ambito territoriale dell'intervento in progetto, caratterizzato da livelli di congestione particolarmente elevati, si è fatta un'ulteriore ipotesi, che tiene conto della minor possibilità di incrementare la mobilità nelle ore di punta della mattina e della sera. Sostanzialmente, rispetto all'incremento medio giornaliero riportato nella precedente tabella, si è assunto un incremento relativo all'ora di punta della mattina in ragione del 50% e nell'ora di punta della sera in ragione del 75%. In definitiva, gli incrementi applicati alle ore di punta della sera nello scenario programmatico, vengono riportati nella Tabella 8.

Orizzonte temporale	Mobilità leggeri	Mobilità pesanti
Fascia oraria	Sera	Sera
Incremento	8,5%	4,5%

Tabella 8 - Tassi di crescita previsti per la mobilità delle persone e delle merci nelle ore di punta della sera

3.3 Flussi di traffico nello scenario programmatico

Il diagramma di carico, che costituisce uno dei risultati principali delle simulazioni effettuate, riporta l'entità del traffico su ciascun arco stradale ed autostradale della rete di trasporto complessiva, mediante una visualizzazione basata principalmente sullo spessore delle bande che descrivono i flussi (flussogrammi): lo spessore di tali bande risulta proporzionale all'entità del flusso presente sull'arco considerando per i veicoli leggeri e pesanti il relativo coefficiente di equivalenza (in particolare, per i veicoli pesanti si considera un coefficiente di equivalenza pari a 1,5). Inoltre, oltre allo spessore, viene riportato il valore in veicoli equivalenti del flusso in transito su ciascun arco nell'ora di simulazione.

Qui di seguito sono riportati i diagrammi di carico dello scenario SPR in termini di veicoli equivalenti, relativi all'ora di punta della sera del venerdì e del sabato per l'area di studio.



Handwritten signatures and initials in the bottom right corner of the page, including a large signature at the top, several smaller initials, and a signature at the bottom right.

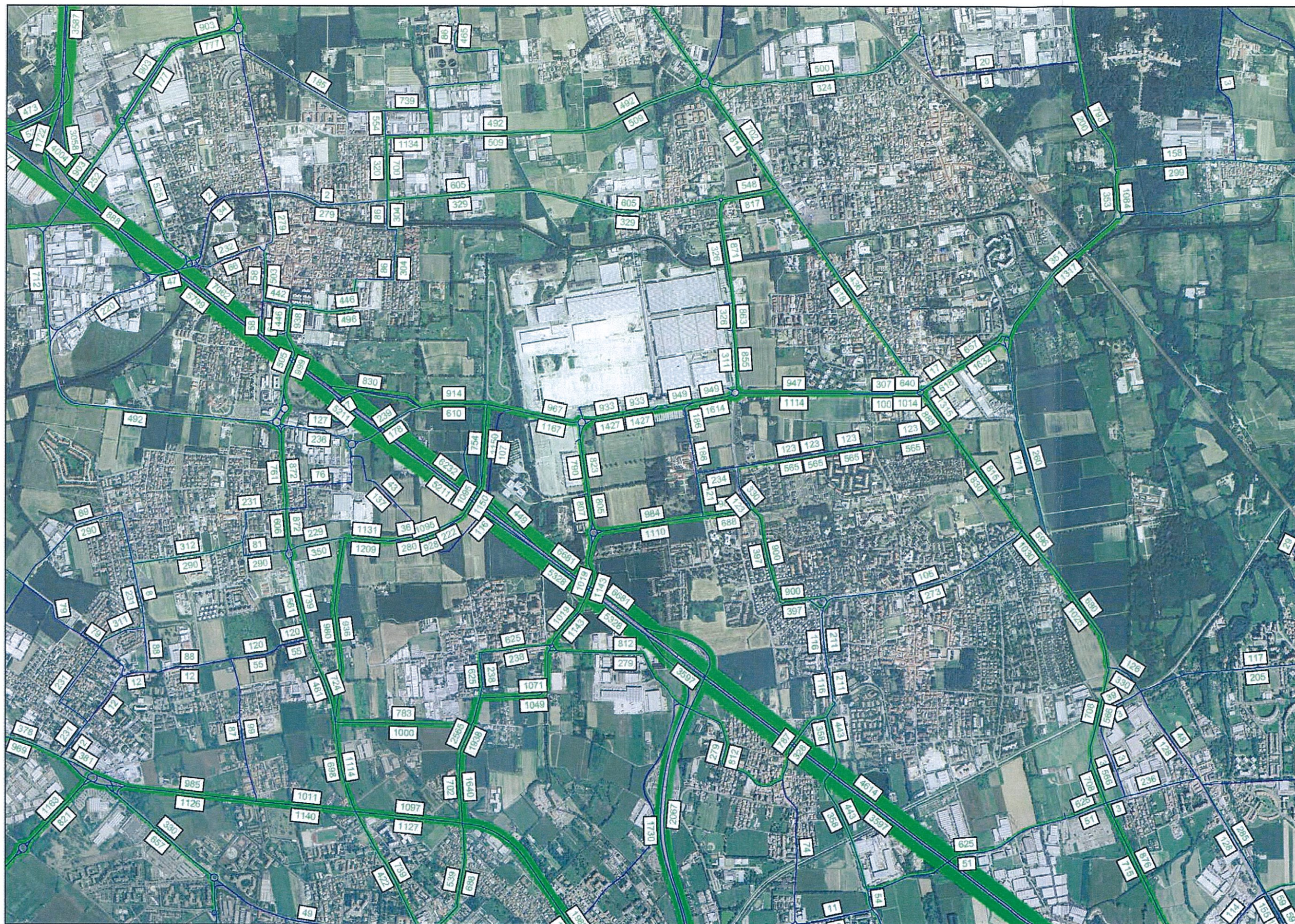


Figura 17 - Flussogramma dello scenario SPR dell'ora di punta serale del venerdì (veicoli equivalenti)

[Handwritten signature and initials]

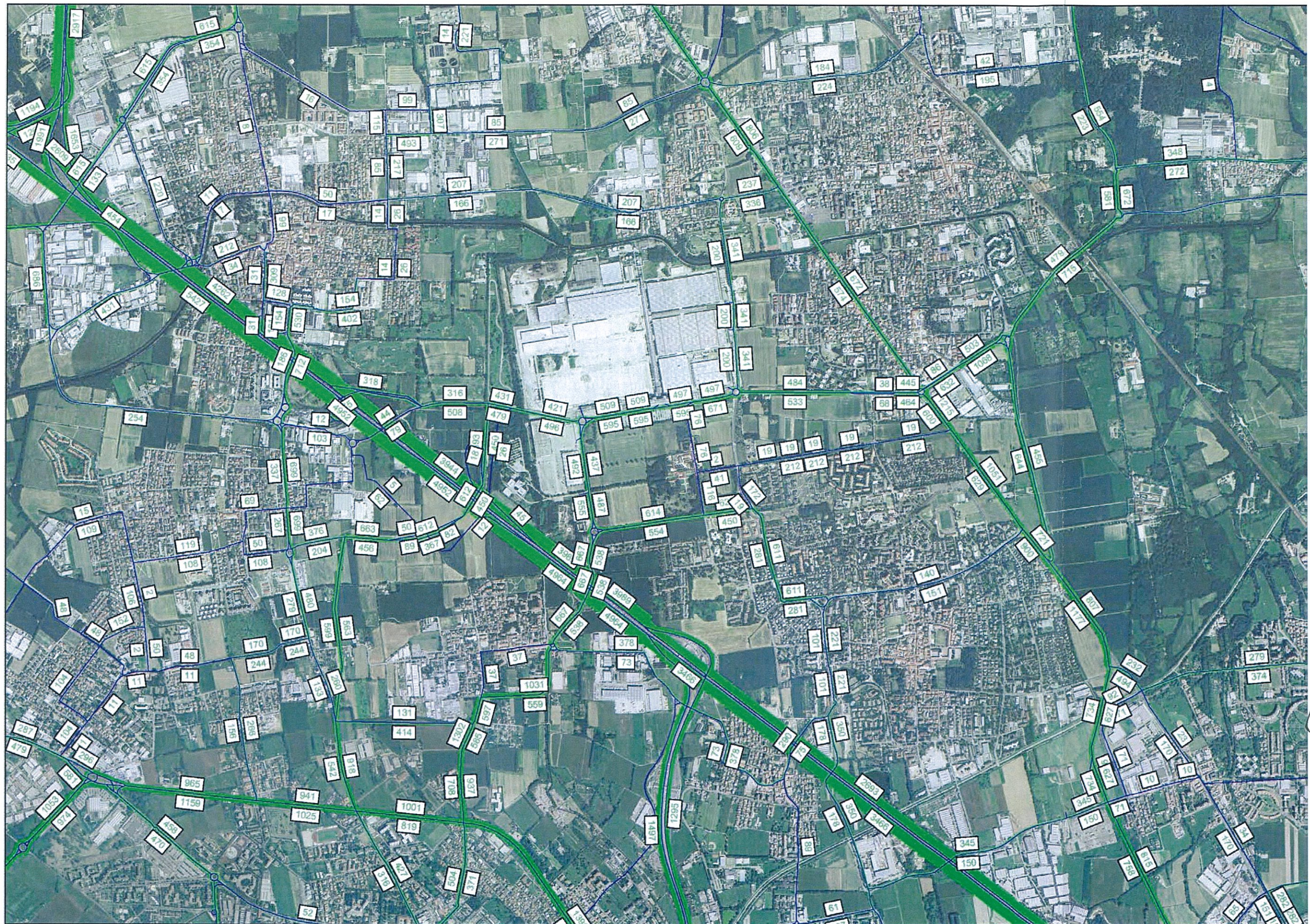


Figura 18 - Flussogramma dello scenario SPR dell'ora di punta serale del sabato (veicoli equivalenti)

Handwritten notes and signatures:
 A large handwritten mark resembling a stylized 'M' or 'W' is at the top.
 Below it, there are several lines of cursive handwriting, including what appears to be a signature.
 At the bottom right, there is a small handwritten mark that looks like 'R' or 'B'.

4 STATO DI PROGETTO

In questo capitolo viene analizzato lo scenario Stato di Progetto (SDP) relativo agli interventi previsti nell'ambito dell'ADP relativo alla riqualificazione dell'area ex Alfa e delle nuove infrastrutture previste al 2015. Quindi, oltre agli interventi programmatici già descritti nel precedente capitolo, vengono considerati gli interventi infrastrutturali e insediativi collegati all'ADP, tenendo in conto anche i flussi aggiuntivi indotti dal progetto.

Per coerenza con gli scenari SDF e SPR, anche per gli scenari SDP viene analizzata la fascia serale del venerdì e del sabato.

4.1 Infrastrutture progettuali previste

Nell'ambito dell'ADP di Arese, oltre a diverse strutture insediative, sono previsti alcuni interventi anche sulle infrastrutture viarie, sia per potenziare l'accessibilità dell'area sia per consentire l'ingresso e l'uscita dai diversi comparti.

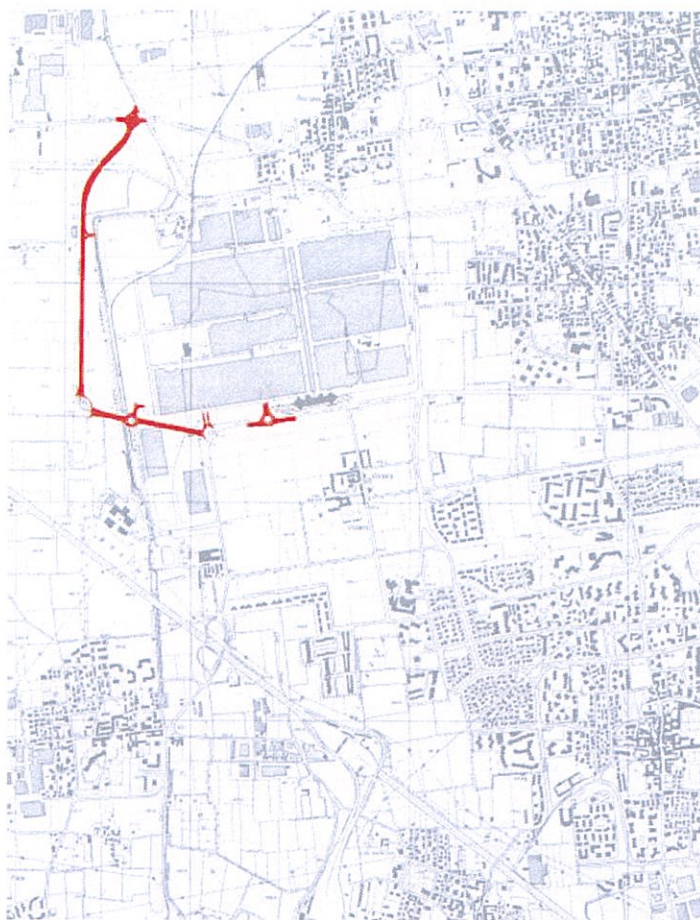


Figura 19 - Interventi di progetto SDP viabilità area ex Alfa

[Handwritten signatures and marks]

4.2 Stima dei flussi indotti dall'intervento

In merito ai flussi di traffico indotti dai nuovi insediamenti sono state considerate le superfici e destinazioni funzionali indicate in Tabella 1 del paragrafo 1.1.

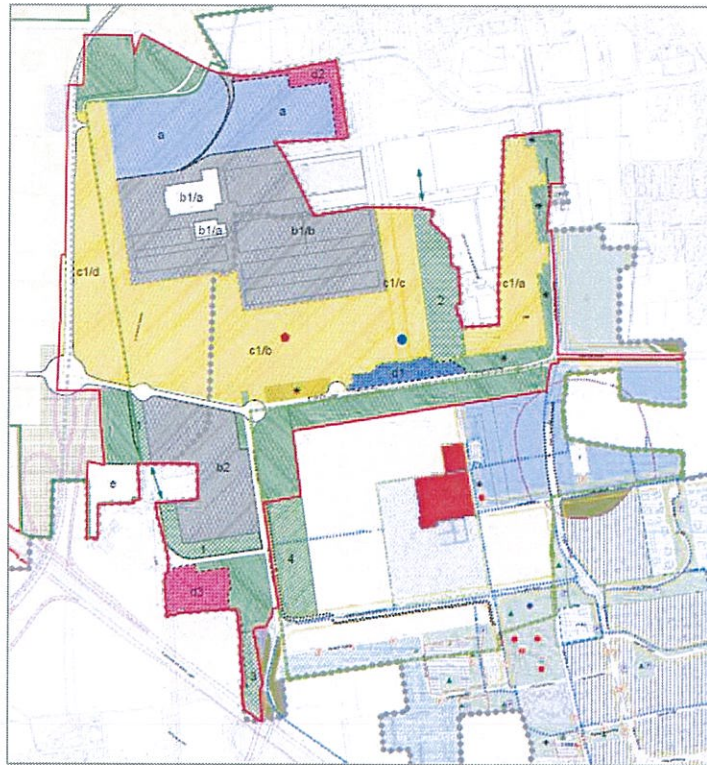


Figura 20 – Layout progettuale

Per la destinazione d'uso commerciale in funzione della quota di Superficie di Vendita (SdV) prevista è stata calcolata l'affluenza dei clienti. Tali valori sono stati determinati applicando alle SdV (FOOD e NO FOOD) i coefficienti indicati dalla Regione Lombardia di seguito riportati, distinti nelle giornate di venerdì e sabato: in particolare sono riportati i coefficienti da applicare per i punti di vendita situati in aree critiche. Il valore del flusso veicolare così determinato rappresenta il numero di veicoli di clienti del centro commerciale indotto nell'ora di punta in ingresso e in uscita.¹

SUPERFICIE DI VENDITA ALIMENTARE (MQ)	Veicoli ogni mq di vendita alimentare	
	Venerdì	Sabato
0 - 3.000	0.25	0.30
3.000-6.000	0.12	0.17
> 6.000	0.04	0.05

SUPERFICIE DI VENDITA NON ALIMENTARE (MQ)	Veicoli ogni mq di vendita NON alimentare	
	Venerdì	Sabato
0 - 5.000	0.10	0.18
5.000-12.000	0.08	0.14
> 12.000	0.05	0.06

Tabella 9 - Valore flussi indotti nell'ora di punta in ingresso e uscita

¹ DCR 2 ottobre 2006, n. 215, *Programma Triennale per lo sviluppo del settore commerciale 2006/2008 e relative modalità applicative*

In particolare l'edificio "commerciale" in progetto è localizzato tra i comuni dell'area critica e l'indotto di traffico determinato con i coefficienti, stabiliti dal DCR 2 ottobre 2006, n 215 "Programma Triennale per lo sviluppo del settore commerciale 2006/2008 e relative modalità applicative" e successive modifiche, è stato aumentato del 10% in ragione del fatto che l'intervento rientra nelle tipologia distributiva di centro commerciale. Nelle tabelle seguenti sono riportati i valori di traffico indotto dall'intervento commerciale, incrementati del 10% e suddivisi il 60 % in ingresso e il 40% in uscita.

SUPERFICI (mq)		FLUSSI INDOTTI	
		Venerdì	Sabato
FOOD	5800	1195	1514
NO FOOD	49200	3212	4523
TOTALE	55000	4407	6037

Tabella 10 - Flussi indotti suddivisi tra FOOD e NO FOOD

		FLUSSI INDOTTI	
		Venerdì	Sabato
Quota parte aggiuntiva di traffico		4407	6037
Ingresso	60%	2644	3622
Uscita	40%	1763	2415

Tabella 11 - Flussi indotti suddivisi tra INGRESSO ed USCITA

Il numero degli addetti stimato per il nuovo punto vendita deriva dai parametri di riferimento indicati dall'allegato 1 al DDG 7 febbraio 2008 n°970, della "Direzione Generale Commercio, Fiere e Mercati della Regione Lombardia", e successive modifiche. In particolare, per l'ADP di Arese sono stati utilizzati i coefficienti regionali per le grandi strutture di vendita.

TIPOLOGIA	FOOD	NO FOOD
	addetti/mq SIp	addetti/mq SIp
Vicinato	0,02879	0,01706
Medie strutture	0,02562	0,00824
Grandi strutture	0,04875	0,01264

Tabella 12 - Coefficienti regionali per le strutture di vendita

Ad ogni addetto è stato attribuito un veicolo ed è stato ipotizzato un orario di apertura degli esercizi commerciali di tipo continuato. Partendo da questo dato e sulla base di rilevazioni svolte in centri commerciali di dimensioni analoghe presenti in Regione Lombardia in merito alla distribuzione percentuale oraria dell'affluenza alle strutture commerciali nelle diverse giornate settimanali, è stato possibile calcolare i flussi orari dei veicoli clienti per le ore di esercizio per l'intera giornata di venerdì e del sabato. Nelle fasce orarie individuate sono stati opportunamente ripartiti i flussi veicolari di addetti e clienti.

Commerciale - zona c1/b					Orario			
Stima dei flussi generati attratti			IN				OUT	
			addetti	clienti	addetti	clienti		
Slp =	77'000.00	m ²	127	0	0	0	0:00	7:00
Slp food	8120.00	m ²	253	0	0	0	7:00	8:00
Slp no food	68880.00	m ²	380	0	0	0	8:00	9:00
coef regionali food	0.04875	addetti/ mq slp	127	1202	0	801	9:00	10:00
coef regionali no food	0.01264	addetti/ mq slp	0	1803	0	1602	10:00	11:00
addetti	1266		0	1402	0	1135	11:00	12:00
Veicoli per addetto =	1.00	veic./add.	0	1202	0	1068	12:00	13:00
Veicoli addetti=	1266	veic.	127	1002	127	801	13:00	14:00
Superficie di vendita =	55000	m ²	127	1002	127	868	14:00	15:00
Superficie di vendita food =	5800		127	1202	127	935	15:00	16:00
Superficie di vendita no food =	49200		0	1402	253	1202	16:00	17:00
veicoli totali	4407		0	2644	253	1763	17:00	18:00
veicoli ingresso	2644		0	1669	253	2644	18:00	19:00
veicoli uscita	1763		0	0	127	1709	19:00	0:00
			1266	14528	1266	14528	Totale	

Tabella 13 - Flussi indotti dalla struttura commerciale venerdì

Commerciale - zona c1/b					Orario		
Stima dei flussi generati attratti		IN		OUT			
		addetti	clienti	addetti	clienti		
Slp =	77'000.00 m ²	127	0	0	0	0:00	7:00
Slp food	8120.00 m ²	253	0	0	0	7:00	8:00
Slp no food	68880.00 m ²	380	0	0	0	8:00	9:00
coef regionali food	0.04875 addetti/mq slp	127	1646	0	1098	9:00	10:00
coef regionali no food	0.01264 addetti/mq slp	0	2470	0	2195	10:00	11:00
addetti	1266	0	1921	0	1555	11:00	12:00
Veicoli per addetto =	1.00 veic./add.	0	1646	0	1463	12:00	13:00
Veicoli addetti=	1266 veic.	127	1372	127	1098	13:00	14:00
Superficie di vendita =	55000 m ²	127	1372	127	1189	14:00	15:00
Superficie di vendita food =	5800	127	1646	0	1281	15:00	16:00
Superficie di vendita no food =	49200	0	1921	253	1646	16:00	17:00
veicoli totali	6037	0	3622	380	2415	17:00	18:00
veicoli ingresso	3622	0	2744	253	3622	18:00	19:00
veicoli uscita	2415	0	0	127	2799	19:00	0:00
		1266	20360	1266	20360	Totale	

Tabella 14 - Flussi indotti dalla struttura commerciale sabato

Per quanto concerne il **terziario e artigianato di servizio** (zona c1/b) sono stati desunti i flussi in ingresso e uscita, suddivisi tra addetti e clienti, considerando le analogie con il caso di strutture commerciali. Tale scelta è da considerarsi cautelativa rispetto ad una valenza prevalentemente terziaria, sia perché il traffico indotto totale risulta più consistente, sia per la distribuzione oraria dei flussi, che hanno un picco nell'ora di punta serale del venerdì e del sabato, che in generale, vista la presenza del centro commerciale, risulta la fascia oraria di massimo carico per il traffico indotto dall'ADP di Arese.

Le assunzioni fatte e i risultati ottenuti sono riportati nella Tabella 15 e Tabella 16.

Terziario e artigianato di servizio - ZONA c1/b					Orario		
Stima dei flussi generati attratti		IN		OUT			
		addetti	clienti	addetti	clienti		
Slp =	15000.00 m ²	25	0	0	0	0:00	7:00
Slp per addetto =	60.00 m ² /add.	50	0	0	0	7:00	8:00
Addetti =	250 add.	75	0	0	0	8:00	9:00
Veicoli per addetto =	1 veic./add.	25	129	0	86	9:00	10:00
Veicoli =	250 veic.	0	193	0	172	10:00	11:00
Clienti giorno per Slp =	0.17 clien./Slp*gg	0	150	5	122	11:00	12:00
Clienti giorno =	2595 clien./gg	0	129	12	114	12:00	13:00
Veicoli per cliente =	0.6 veic./clien.	25	107	25	86	13:00	14:00
Veicoli clienti giorno=	1557 veic./gg	25	107	25	93	14:00	15:00
		25	129	25	100	15:00	16:00
		0	150	29	129	16:00	17:00
		0	284	29	189	17:00	18:00
		0	179	50	283	18:00	19:00
		0	0	50	183	19:00	0:00
		250	1557	250	1557	Totale	

Tabella 15 - Flussi indotti dalla struttura terziaria venerdì

Terziario e artigianato di servizio - ZONA c1/b					Orario		
Stima dei flussi generati attratti		IN		OUT			
		addetti	clienti	addetti	clienti		
Slp =	15000.00 m ²	25	0	0	0	0:00	7:00
Slp per addetto =	60.00 m ² /add.	50	0	0	0	7:00	8:00
Addetti =	250 add.	75	0	0	0	8:00	9:00
Veicoli per addetto =	1 veic./add.	25	146	0	98	9:00	10:00
Veicoli =	250 veic.	0	219	0	195	10:00	11:00
Clienti giorno per Slp =	0.20 clien./Slp*gg	0	171	0	138	11:00	12:00
Clienti giorno =	2948 clien./gg	0	146	12	130	12:00	13:00
Veicoli per cliente =	0.6 veic./clien.	25	122	18	98	13:00	14:00
Veicoli clienti giorno =	1769 veic./gg	25	122	25	106	14:00	15:00
		25	146	25	114	15:00	16:00
		0	171	28	146	16:00	17:00
		0	323	42	215	17:00	18:00
		0	203	50	322	18:00	19:00
		0	0	50	207	19:00	0:00
		250	1769	250	1769	Totale	

Tabella 16 - Flussi indotti dalla struttura terziaria sabato

Per quanto concerne il **residenziale** (zona c1/a) è prevista la realizzazione di circa 762 appartamenti di 90 mq. È stato stimato che il numero medio di abitanti per appartamento sia pari a 3 e che il 70% dei residenti utilizzi la macchina in media una volta nella giornata. Il venerdì è stato ipotizzato un orario di uscita dei residenti compreso tra le ore 7.00 e 9.00 e di rientro tra le ore 17.00 e 19.00; il sabato invece le uscite e i rientri sono stati distribuiti su quasi tutta la giornata.

Residenziale - Zona c1/a				Orario	
Stima dei flussi generati attratti		IN	OUT		
		Slp =	68565.00 m ²	0	160
Appartamento tipo =	90.00 m ² /app.	0	800	7:00	8:00
Appartamenti =	762 app.	0	640	8:00	9:00
Abitanti per appartamento =	3 ab.	0	0	9:00	10:00
Abitanti =	2286 ab.	0	0	10:00	11:00
Veicoli per abitante =	0.70 veic./ab.	0	0	11:00	12:00
Veicoli totali =	1600 veic.	0	0	12:00	13:00
		0	0	13:00	14:00
		0	0	14:00	15:00
		0	0	15:00	16:00
		320	0	16:00	17:00
		480	0	17:00	18:00
		800	0	18:00	19:00
		0	0	19:00	0:00
		1600	1600	Totale	

Tabella 17 - Flussi indotti dal comparto residenziale venerdì

Residenziale - Zona c1/a				Orario	
Stima dei flussi generati attratti		IN	OUT		
Slp =	68565.00 m ²	0	0	0:00	7:00
Appartamento tipo =	90.00 m ² /app.	0	80	7:00	8:00
Appartamenti =	762 app.	0	80	8:00	9:00
Abitanti per appartamento =	3 ab.	80	160	9:00	10:00
Abitanti =	2286 ab.	80	160	10:00	11:00
Veicoli per abitante =	0.70 veic./ab.	160	160	11:00	12:00
Veicoli totali =	1600 veic.	160	80	12:00	13:00
		160	80	13:00	14:00
		160	240	14:00	15:00
		240	160	15:00	16:00
		240	240	16:00	17:00
		160	80	17:00	18:00
		80	80	18:00	19:00
		80	0	19:00	0:00
		1600	1600	Totale	

Tabella 18 - Flussi indotti dal comparto residenziale sabato

In merito alla quota parte di superficie adibita a **direzionale**, è stata ipotizzata una superficie per addetto pari a 23,00 mq. Per il personale, è stato stimato un orario di ingresso compreso tra le ore 7.00 e le 10.00, e di uscita compreso tra le ore 17.00 e 20.00. Si è poi stimata un'affluenza oraria pari a 0,30 clienti per addetto, relativamente alle ore di esercizio delle attività individuate (9.00–13.00, 14.00–18.00). È stato altresì attribuito un veicolo ad ogni addetto e ad ogni cliente. Il sabato, si è però ipotizzata un'affluenza degli addetti pari al 5% e trascurabile per i clienti. Nelle fasce orarie individuate sono stati opportunamente ripartiti i flussi veicolari di addetti e clienti.

Direzionale - ZONA c1/c				Orario			
Stima dei flussi generati attratti		IN		OUT			
		addetti	clienti	addetti	clienti		
Slp =	28635.00 m ²	0	0	0	0	0:00	7:00
Slp per addetto =	23.00 m ² /add.	374	0	0	0	7:00	8:00
Addetti =	1245 add.	747	0	0	0	8:00	9:00
Veicoli per addetto =	1 veic./add.	125	47	0	0	9:00	10:00
Veicoli =	1245 veic.	0	47	0	47	10:00	11:00
Clienti giorno per addetto =	0.30 clien./add.*gg	0	47	0	47	11:00	12:00
Clienti giorno =	374 clien./gg	0	49	0	47	12:00	13:00
Veicoli per cliente =	1 veic./clien.	0	0	0	47	13:00	14:00
Veicoli clienti giorno =	374 veic./gg	0	47	0	0	14:00	15:00
		0	47	0	47	15:00	16:00
		0	47	0	47	16:00	17:00
		0	47	374	47	17:00	18:00
		0	0	747	47	18:00	19:00
		0	0	125	0	19:00	0:00
		1245	375	1245	374	Totale	

Tabella 19 - Flussi indotti dal comparto direzionale venerdì

Direzionale - ZONA c1/c					Orario		
Stima dei flussi generati attratti		IN		OUT			
		addetti	clienti	addetti	clienti		
Slp =	28635.00 m ²	0	0	0	0	0:00	7:00
Slp per addetto =	23.00 m ² /add.	19	0	0	0	7:00	8:00
Addetti =	1245 add.	37	0	0	0	8:00	9:00
Veicoli per addetto =	1 veic./add.	6	0	0	0	9:00	10:00
Veicoli =	1245 veic.	0	0	0	0	10:00	11:00
Clients ora per addetto =	0.30 clien./add.*h	0	0	0	0	11:00	12:00
Clients orari =	374 clien./h	0	0	0	0	12:00	13:00
Veicoli per cliente =	1 veic./clien.	0	0	0	0	13:00	14:00
Veicoli clienti orari =	374 veic./h	0	0	0	0	14:00	15:00
affluenza sabato	5%	0	0	0	0	15:00	16:00
Veicoli addetti =	62 veic.	0	0	0	0	16:00	17:00
Veicoli clienti =	0	0	0	19	0	17:00	18:00
		0	0	37	0	18:00	19:00
		0	0	6	0	19:00	0:00
		62	0	62	0	Totale	

Tabella 20 - Flussi indotti dal comparto direzionale sabato

Per quanto concerne il **produttivo** è prevista la realizzazione di diversi edifici per una SLP complessiva di 10000 mq. È stata ipotizzata una superficie per addetto pari a 100 mq, valore medio definito in ragione delle diverse destinazioni insediative possibili (magazzino, industria artigianale, stabilimento, ecc.). Il personale è stato distribuito su 2-3 turni giornalieri e ad ogni addetto è stato attribuito un veicolo; in queste fasce orarie è stato opportunamente ripartito il flusso veicolare.

Inoltre sono stati stimati i veicoli pesanti generati e attratti dalle strutture produttive considerando un veicolo pesante ogni 1200 mq di SLP, parametro utilizzato per studi analoghi. Tali mezzi sono stati distribuiti omogeneamente nelle fasce orarie di possibile apertura delle attività. La valutazione del parametro utilizzato è stata effettuata come segue:

- da fonte ISTAT, Trasporto Merci su Strada, relativamente alla Regione Lombardia per l'anno 2009, le merci movimentate assommano a circa 280 milioni di tonnellate (considerando sia il trasporto in conto proprio che in conto terzi);
- da fonte Regione Lombardia, nell'ambito dello studio di "Valutazione di massima dell'impatto generato dal Progetto di legge regionale per il rilancio edilizio (giugno 2009)", si evince una stima, su base regionale, della superficie produttiva esistente, pari a oltre 190 milioni di metri quadrati.

Da tali dati è possibile ricavare una stima di massima del numero di veicoli commerciali giornalieri in ingresso e in uscita dalle aree produttive. Nel caso specifico, assumendo un carico medio di 7,5 tonnellate per mezzo e un numero di giorni lavorativi annui pari a 250, si ottiene un valore di superficie produttiva pari a circa 1200 mq per ogni veicolo commerciale, che è quindi stata assunta a base dei calcoli di indotto degli interventi produttivi.

Attività produttive - ZONA a					Orario		
Stima dei flussi generati attratti		IN		OUT			
		addetti	MP	addetti			MP
Slp =	10000.00 m ²	28	1	29	0	0:00	7:00
Slp per addetto =	100.00 m ² /add.	5	1	0	1	7:00	8:00
Addetti =	100 add.	10	1	0	1	8:00	9:00
Veicoli per addetto =	1 veic./add.	0	1	0	1	9:00	10:00
Veicoli =	100 veic.	0	0	0	1	10:00	11:00
stima veicoli pesanti	1200 mq/veicolo pesante	0	0	0	0	11:00	12:00
veicoli	8 veicoli pesanti giorno	0	0	0	0	12:00	13:00
		28	0	0	0	13:00	14:00
		0	0	28	0	14:00	15:00
		0	1	0	0	15:00	16:00
		0	1	5	1	16:00	17:00
		0	1	10	1	17:00	18:00
		0	1	0	1	18:00	19:00
		29	1	28	2	19:00	0:00
		100	8	100	8	Totale	

Tabella 21 - Flussi indotti dal comparto produttivo "Zona a", venerdì

Attività produttive - ZONA b					Orario		
Stima dei flussi generati attratti		IN		OUT			
		addetti	MP	addetti			MP
Slp =	195'518.00 m ²	137	16	142	0	0:00	7:00
Addetti =	489 add.	24	16	0	16	7:00	8:00
Veicoli per addetto =	1 veic./add.	49	16	0	16	8:00	9:00
Veicoli addetti =	489 veic.	0	16	0	16	9:00	10:00
stima flussi mezzi pesanti	1200.00 mq/mezzo pesante	0	8	0	16	10:00	11:00
Mezzi pesanti =	163 veicoli/giorno	0	8	0	8	11:00	12:00
		0	0	0	8	12:00	13:00
		137	0	0	0	13:00	14:00
		0	0	137	0	14:00	15:00
		0	16	0	0	15:00	16:00
		0	16	24	16	16:00	17:00
		0	16	49	16	17:00	18:00
		0	16	0	16	18:00	19:00
		142	16	137	33	19:00	0:00
		489	163	489	163	Totale	

Tabella 22 - Flussi indotti dal comparto produttivo "Zona b", venerdì

Attività produttive - ZONA a					Orario		
Stima dei flussi generati attratti		IN		OUT			
		addetti	MP	addetti			MP
Slp =	10000.00 m ²	3	0	3	0	0:00	7:00
Slp per addetto =	100.00 m ² /add.	1	0	0	0	7:00	8:00
Addetti =	100 add.	1	1	0	0	8:00	9:00
Veicoli per addetto =	1 veic./add.	0	0	0	1	9:00	10:00
Veicoli =	100 veic.	0	0	0	0	10:00	11:00
stima veicoli pesanti	1200 mq/veicolo pesante	0	0	0	0	11:00	12:00
veicoli	8 veicoli pesanti giorno	0	0	0	0	12:00	13:00
affluenza sabato	10%	3	0	0	0	13:00	14:00
Veicoli addetti =	10 veic.	0	0	3	0	14:00	15:00
Mezzi pesanti =	1 veicoli/giorno	0	0	0	0	15:00	16:00
		0	0	1	0	16:00	17:00
		0	0	1	0	17:00	18:00
		0	0	0	0	18:00	19:00
		3	0	3	0	19:00	0:00
		10	1	10	1	Totale	

Tabella 23 - Flussi indotti dal comparto produttivo "Zona a" sabato

Attività produttive - ZONA b					Orario		
Stima dei flussi generati attratti		IN		OUT			
		addetti	MP	addetti	MP		
Slp = 195'518.00 m ²		14	2	14	0	0:00	7:00
Addetti = 489 add.		2	2	0	2	7:00	8:00
Veicoli per addetto = 1 veic./add.		5	2	0	2	8:00	9:00
Veicoli addetti = 489 veic.		0	2	0	2	9:00	10:00
stima flussi mezzi pesanti 1200.00 mq/mezzo pesante		0	1	0	2	10:00	11:00
Mezzi pesanti = 163 veicoli/giorno		0	1	0	1	11:00	12:00
affluenza sabato 10%		0	0	0	1	12:00	13:00
Veicoli addetti = 49 veic.		14	0	0	0	13:00	14:00
Mezzi pesanti = 16 veicoli/giorno		0	0	14	0	14:00	15:00
		0	2	0	0	15:00	16:00
		0	2	2	2	16:00	17:00
		0	2	5	2	17:00	18:00
		0	2	0	2	18:00	19:00
		14	2	14	3	19:00	0:00
		49	16	49	16	Totale	

Tabella 24 - Flussi indotti dal comparto produttivo "Zona b", sabato

Per quanto concerne la funzione ludico-ricreativa, che prevede una SLP complessiva di 2500 mq, sono state formulate alcune ipotesi in merito al numero di addetti e di visitatori, come meglio riportato nella Tabella 25 e Tabella 26. Si tratta comunque di valori di traffico indotto significativamente inferiori rispetto alle altre principali funzioni d'uso, anche in ragione delle diverse SLP coinvolte.

Attività ricreativa - Zona c1/d					Orario		
Stima dei flussi generati attratti		IN		OUT			
		addetti	visitatori	addetti	visitatori		
Slp = 2'500.00 m ²		0	0	0	0	0:00	7:00
SLP adibito ad addetti 50%		13	0	0	0	7:00	8:00
Slp per addetto = 30.00 m ² /add.		25	0	0	0	8:00	9:00
Addetti = 42 add.		4	4	0	0	9:00	10:00
Veicoli per addetto = 1.00 veic./add.		0	4	0	4	10:00	11:00
Veicoli addetti = 42 veic.		0	4	0	4	11:00	12:00
Slp Parcheggio 2500.00 m ²		0	4	0	4	12:00	13:00
50% addetti 1250.00 m ²		0	0	0	4	13:00	14:00
50% visitatori 1250.00 m ²		0	4	0	0	14:00	15:00
indice 30.00 mq/parcheggio		0	4	0	4	15:00	16:00
parcheggio addetti 42 n°		0	4	0	4	16:00	17:00
parcheggio visitatori 42 n°		0	4	13	4	17:00	18:00
occupazione parcheggio 80% %		0	0	25	4	18:00	19:00
Veicoli visitatori = 33		0	0	4	0	19:00	0:00
		42	33	42	33	Totale	

Tabella 25 - Flussi indotti dal comparto ludico - ricreativo venerdì

Attività ricreativa - Zona c1/d					Orario			
Stima dei flussi generati attratti		IN		OUT				
		addetti	visitatori	addetti	visitatori			
SLP =	2'500.00 m ²	Distribuzione oraria dei flussi veicolari generati/attratti, stimata relativamente alle dinamiche di esercizio delle destinazioni d'uso individuate	0	0	0	0	0:00	7:00
SLP adibito ad addetti	50%		13	0	0	0	7:00	8:00
SLP per addetto =	30.00 m ² /add.		25	0	0	0	8:00	9:00
Addetti =	42 add.		4	5	0	0	9:00	10:00
Veicoli per addetto =	1.00 veic./add.		0	5	0	5	10:00	11:00
Veicoli addetti =	42 veic.		0	5	0	5	11:00	12:00
SLP Parcheggio	2500.00 m ²		0	5	0	5	12:00	13:00
50% addetti	1250.00 m ²		0	0	0	5	13:00	14:00
50% visitatori	1250.00 m ²		0	5	0	0	14:00	15:00
indice	30.00 mq/parccheggio		0	5	0	5	15:00	16:00
parccheggio addetti	42 n°		0	5	0	5	16:00	17:00
parccheggio visitatori	42 n°		0	5	13	5	17:00	18:00
occupazione parcheggio	100% %		0	0	25	5	18:00	19:00
Veicoli visitatori =	42		0	0	4	0	19:00	0:00
			42	42	42	42	Totale	

Tabella 26 - Flussi indotti dal comparto ludico - ricreativo sabato

Alla fine dei diversi prospetti che hanno consentito di individuare i flussi di traffico indotti dall'ADP di Arese, separatamente per le diverse funzioni e per i diversi ambiti coinvolti, viene riportata una tabella riassuntiva, Tabella 27 e Tabella 28, che per le due fasce orarie di interesse (il venerdì e il sabato sera), riporta i flussi complessivi in ingresso e in uscita. In sintesi, per l'ora di punta del **venerdì** (17.00 – 18.00) sono previsti 3476 veicoli in ingresso e 2747 veicoli in uscita, mentre per l'ora di punta del **sabato** sera (17.00 – 18.00) sono previsti 4112 veicoli in ingresso e 3176 veicoli in uscita. Si tratta sicuramente di un intervento di grande rilevanza, in grado di generare e attrarre un elevato numero di veicoli.

TOTALE					
Stima dei flussi generati attratti		IN	OUT	Orario	
Totale SLP <u>382'218.00</u>	Distribuzione oraria dei flussi veicolari generati/attratti, stimata relativamente alle dinamiche di esercizio delle destinazioni d'uso individuate	334	331	0:00	7:00
		736	817	7:00	8:00
		1303	657	8:00	9:00
		1679	904	9:00	10:00
		2055	1842	10:00	11:00
		1612	1321	11:00	12:00
		1384	1254	12:00	13:00
		1425	1090	13:00	14:00
		1311	1277	14:00	15:00
		1550	1237	15:00	16:00
		1940	1711	16:00	17:00
		3476	2747	17:00	18:00
		2665	4070	18:00	19:00
		188	2397	19:00	0:00
		21657	Totale		

Tabella 27 - Flussi indotti totali venerdì

TOTALE					
Stima dei flussi generati attratti		IN	OUT	Orario	
Totale SLP <u>382'218.00</u>	Distribuzione oraria dei flussi veicolari generati/attratti, stimata relativamente alle dinamiche di esercizio delle destinazioni d'uso individuate	170	17	0:00	7:00
		339	82	7:00	8:00
		526	82	8:00	9:00
		2041	1358	9:00	10:00
		2775	2557	10:00	11:00
		2258	1859	11:00	12:00
		1958	1691	12:00	13:00
		1822	1425	13:00	14:00
		1811	1703	14:00	15:00
		2191	1585	15:00	16:00
		2339	2323	16:00	17:00
		4112	3176	17:00	18:00
		3029	4397	18:00	19:00
		99	3213	19:00	0:00
		25468	Totale		

Tabella 28 - Flussi indotti totali sabato

4.3 Stima del traffico deviato

Alla luce di quanto descritto prima, si è valutato opportuno introdurre un nuovo approccio che consenta di superare la soggettività insita nella definizione della quota già circolante del traffico indotto. Infatti, in alcuni studi si ipotizza che tale quota sia nulla, a titolo cautelativo, ma a nostro avviso tale assunzione rischia in alcuni casi di essere non realistica, portando ad un sovradimensionamento della viabilità di accesso al centro commerciale con costi associati che potrebbero meglio essere destinati ad altre opere finanziabili con gli oneri di urbanizzazione.

Prima di presentare tale nuova metodologia, occorre innanzitutto condividere una serie di definizioni qui di seguito riportate: si definisce **traffico indotto** il traffico che sarà originato o destinato presso la nuova struttura insediativa. La stima del traffico indotto è in generale correlabile alla capacità della nuova struttura di generare o attrarre traffico. Destinazioni d'uso diverse influenzano tale capacità di generazione ed attrazione.

Rispetto al traffico indotto, possono esistere due possibili disaggregazioni:

- si definisce **traffico circolante** la quota parte di traffico indotto che, nell'ambito del comportamento attuale di mobilità, si trova già a transitare in prossimità della nuova struttura e, nell'ambito del comportamento futuro di mobilità, effettuerà una tappa della sua catena di spostamenti presso la struttura stessa;
- si definisce **traffico aggiuntivo** la quota parte di traffico indotto che, nell'ambito del comportamento attuale di mobilità, o non si muove o comunque non transita in prossimità della nuova struttura insediativa mentre, nell'ambito del comportamento futuro di mobilità, effettuerà uno spostamento presso la struttura stessa.

Volendo, il traffico aggiuntivo può essere a sua volta suddiviso in:

- **traffico addizionale**, riferito a coloro che attualmente non effettuano alcuno spostamento e che nel futuro si sposteranno verso la nuova struttura;
- **traffico deviato**, riferito a coloro che attualmente effettuano spostamenti che comunque non transitano in prossimità della struttura insediativa e che nel futuro modificheranno il loro percorso per raggiungere la nuova struttura.

Per le suddette disaggregazioni del traffico indotto, risulta determinante il concetto di prossimità, che è giocoforza un concetto soggettivo. Nell'accezione proposta, si è scelto di considerare "di prossimità" uno spostamento che transita nella rete di studio della nuova struttura insediativa, demandando di fatto alla definizione della rete di studio la caratteristica di prossimità. Si tenga presente che in generale tali tipi di strutture insediative sono studiate mediante modelli di micro-simulazione relativamente alla rete di adduzione alla struttura stessa, focalizzando quindi in modo abbastanza dettagliato l'ambito di riferimento territoriale.

Avendo quindi chiare le suddette definizioni, risulta ovvio come, ai fini di una valutazione dei flussi di traffico negli scenari futuri, nota la mobilità attuale, risulti decisivo, rispetto al traffico indotto, discriminare la quota circolante da quella aggiuntiva (mentre risulta meno importante ai fini della valutazione del nuovo insediamento distinguere tra il traffico addizionale e quello deviato). Infatti, la stima della capacità di generare e attrarre traffico di un nuovo insediamento risulta essere una caratteristica che attiene prevalentemente alle caratteristiche funzionali dell'insediamento stesso (prescindendo quindi da una sua collocazione geografica e di mercato), e spesso risulta un parametro di input nella simulazione degli scenari futuri.

La quota di traffico circolante verrà analizzata scomponendo uno spostamento attualmente in transito con due spostamenti concatenati, che effettuano una tappa presso il nuovo insediamento: potrebbero cambiare in tal senso gli orari di inizio e fine spostamento, e, nel periodo di analisi, potrebbe avvenire anche uno solo dei due spostamenti concatenati. Un esempio può aiutare a capire questo concetto: si immagini di analizzare l'ora di punta serale e di seguire uno spostamento circolante che attualmente in tale lasso di tempo si trova a passare in prossimità della nuova struttura. Negli scenari futuri, lo stesso spostamento effettuerebbe tappa nella nuova struttura, ma immaginandone un tempo di permanenza non trascurabile, non è detto che ad esempio lo spostamento in partenza dalla nuova struttura avvenga sempre nello stesso periodo: in questo caso, relativamente al periodo analizzato si sostituirebbe uno spostamento in transito con uno attratto.

La quota di traffico aggiuntivo andrà viceversa sommata agli spostamenti attuali, sia per quanto riguarda i movimenti generati che per quanto riguarda quelli attratti. In questo caso nello scenario futuro si ha un carico aggiuntivo sulla rete, che sicuramente non si aveva nello scenario attuale. Ai fini della valutazione dei flussi di traffico nello scenario futuro, risulta determinante definire la quota di traffico circolante sul totale del traffico indotto, in modo da quantificare l'effettivo incremento di traffico. In alcuni studi, si considera tale quota pari a 0%, immaginando di avere solo traffico aggiuntivo. Se da un lato tale scelta può essere vista come cautelativa, a garanzia di evitare un sottodimensionamento della viabilità a servizio della struttura, dall'altro può essere anche poco realistico, soprattutto in presenza di grandi strutture in grado di generare ed attrarre un elevato numero di spostamenti: la realizzazione di infrastrutture viarie sovradimensionate può portare ad un maggior utilizzo di spazi e risorse che potrebbero essere diversamente impiegati, con effetti migliorativi generalizzati.

L'idea di quantificare la quota di spostamenti esistenti nel modo più realistico possibile rappresenta quindi un passaggio metodologico che potrebbe fornire un miglioramento dell'intero iter di stima del traffico negli scenari futuri, anche se l'innovazione dell'approccio e la mancanza di studi specifici rende non semplice la stima in tal senso di un dato riconosciuto e condiviso. Ciò non di meno, in questa sede si vuole comunque proporre un metodo che consenta di fare tale tipo di valutazione, nello specifico facendo riferimento alle seguenti assunzioni:

- si valuta la sola mobilità in auto;
- si considera come nuova struttura un centro commerciale.

Si supponga di dover insediare un centro commerciale con capacità, nel periodo di punta, di attrarre 1.500 veicoli e di generarne 1.000, per un totale di 2.500 spostamenti. Sulla rete di studio, sempre nel periodo di riferimento e nello scenario attuale, si svolgono 5.000 spostamenti. Dall'indagine 2002 della Regione Lombardia si osserva come, a livello medio giornaliero, per chi guida l'auto, gli spostamenti concatenati rappresentano circa il 20% della mobilità complessiva in auto. Per spostamenti concatenati si intendono quelle sequenze di spostamenti che, iniziando da casa, toccano due o più tappe intermedie prima di tornare a casa: si tratta quindi di individui che programmano la loro mobilità per svolgere due o più finalità ogni volta che si allontanano da casa.

Per tenere conto della distribuzione oraria degli spostamenti in funzione del motivo, è possibile ragionare in questo modo. Partendo dal 20% di spostamenti concatenati a livello giornaliero, nell'ora di punta serale, sempre dall'indagine regionale, si osserva come la quota di spostamenti per acquisti e svago rispetto al totale degli spostamenti per motivi diversi da casa (gli spostamenti per casa peraltro rappresentano circa l'85% del totale della mobilità nella fascia oraria considerata) sia pari al 45%. Possiamo quindi ipotizzare che, del 20% di spostamenti concatenati, il 45% effettui una tappa per acquisti e svago, per un totale del 9% della mobilità complessiva in auto.

Si arriva quindi a quantificare, rispetto ad un traffico indotto in 2.500 spostamenti, un traffico circolante di 900 veicoli (ottenuto come 9% della mobilità attuale di 5.000 spostamenti, quindi pari a 450 veicoli in ingresso, e di conseguenza pari a 450 in uscita, che potrebbero non essere gli stessi veicoli) e quindi un traffico aggiuntivo di 1.600 veicoli. Quindi, in questo esempio, la quota di traffico circolante è pari a circa il 35%, mentre quello aggiuntivo è pari a circa il 65%.

Applicando tale metodologia al centro commerciale di Arese, con le nuove superfici di vendita previste, la mobilità complessiva di prossimità nell'ora di punta serale del venerdì è pari a 5812 spostamenti veicolari, per cui il traffico circolante in ingresso o in uscita è pari a 1032 veicoli, che rispetto ad un traffico indotto di 4407 spostamenti è pari al 23%. Viceversa, nel caso dell'ora di punta serale del sabato, la mobilità complessiva di prossimità è pari a 3536 spostamenti veicolari, per cui il traffico circolante in ingresso o in uscita è pari a 630 veicoli, che rispetto ad un traffico indotto di 6037 spostamenti è pari al 10%.

4.4 Bacino d'utenza

Una volta definito il volume dei veicoli indotti dall'ADP di Arese, si è provveduto a individuare le zone di provenienza di tale traffico aggiuntivo, prendendo a riferimento il bacino di utenza definito dalla Regione Lombardia. Per ricavare le quote di provenienza del traffico aggiuntivo per le varie direttrici, si è adottato un approccio che utilizza un modello di tipo gravitazionale: tale metodologia si basa sull'ipotesi che ogni zona abbia una generazione di clienti dell'ADP che dipenda direttamente dalla popolazione residente e che dipenda inversamente dai tempi di percorrenza utili per raggiungere l'area di studio.

Di seguito la formula utilizzata per il calcolo dell'attrattività (A) di ciascuna zona (i):

$$A_i = (Pop/T^2)_i / \left(\sum_{i=1}^n (Pop/T^2)_i \right)$$

A seguito della definizione delle quote di distribuzione e dall'applicazione del modello, è possibile definire le percentuali sulle direttrici di provenienza.

Per quanto concerne lo scenario SDP le provenienze sono così distribuite:

- il 45% dei flussi indotti proviene da sud nello scenario del venerdì ed il 46% nello scenario del sabato;
- il 15% dei flussi indotti proviene da nord nello scenario del venerdì ed il 10% nello scenario del sabato;
- il 16% dei flussi indotti proviene da est nello scenario del venerdì ed il 18% nello scenario del sabato;
- il 24% dei flussi indotti proviene da ovest nello scenario del venerdì ed il 26% nello scenario del sabato.

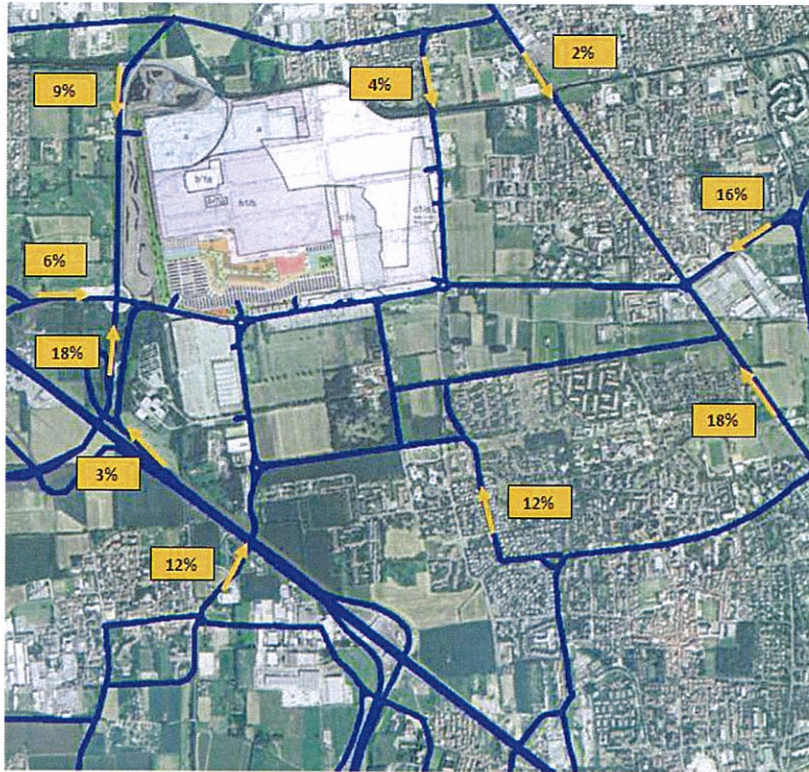


Figura 21 - Distribuzione dei flussi indotti, SDP venerdì

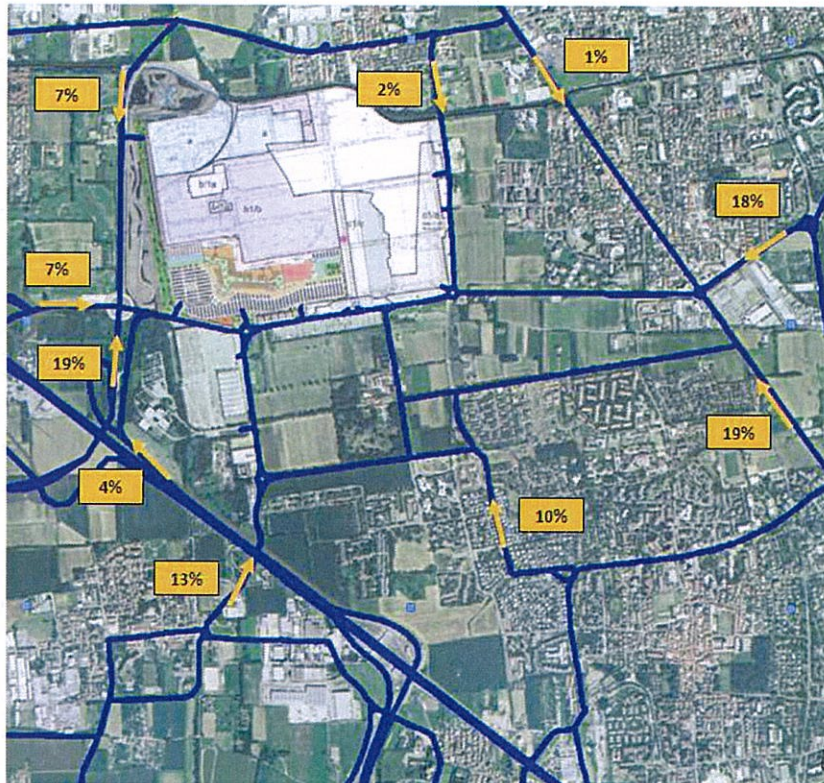


Figura 22 - Distribuzione dei flussi indotti, SDP sabato

[Handwritten signatures and marks]

4.5 Flussi di traffico nello scenario progettuale SDP

Il diagramma di carico, che costituisce uno dei risultati principali delle simulazioni effettuate, riporta l'entità del traffico su ciascun arco stradale ed autostradale della rete di trasporto complessiva, mediante una visualizzazione basata principalmente sullo spessore delle bande che descrivono i flussi (flussogrammi): lo spessore di tali bande risulta proporzionale all'entità del flusso presente sull'arco considerando per i veicoli leggeri e pesanti il relativo coefficiente di equivalenza (in particolare, per i veicoli pesanti si considera un coefficiente di equivalenza pari a 1,5). Inoltre, oltre allo spessore, viene riportato il valore in veicoli equivalenti del flusso in transito su ciascun arco nell'ora di simulazione.

Qui di seguito sono riportati i diagrammi di carico dello scenario SDP in termini di veicoli equivalenti, relativi all'ora di punta della sera del venerdì e del sabato per l'area di studio.



Handwritten signatures and marks at the bottom right of the page, including a large signature, a blue mark, and the number 42.

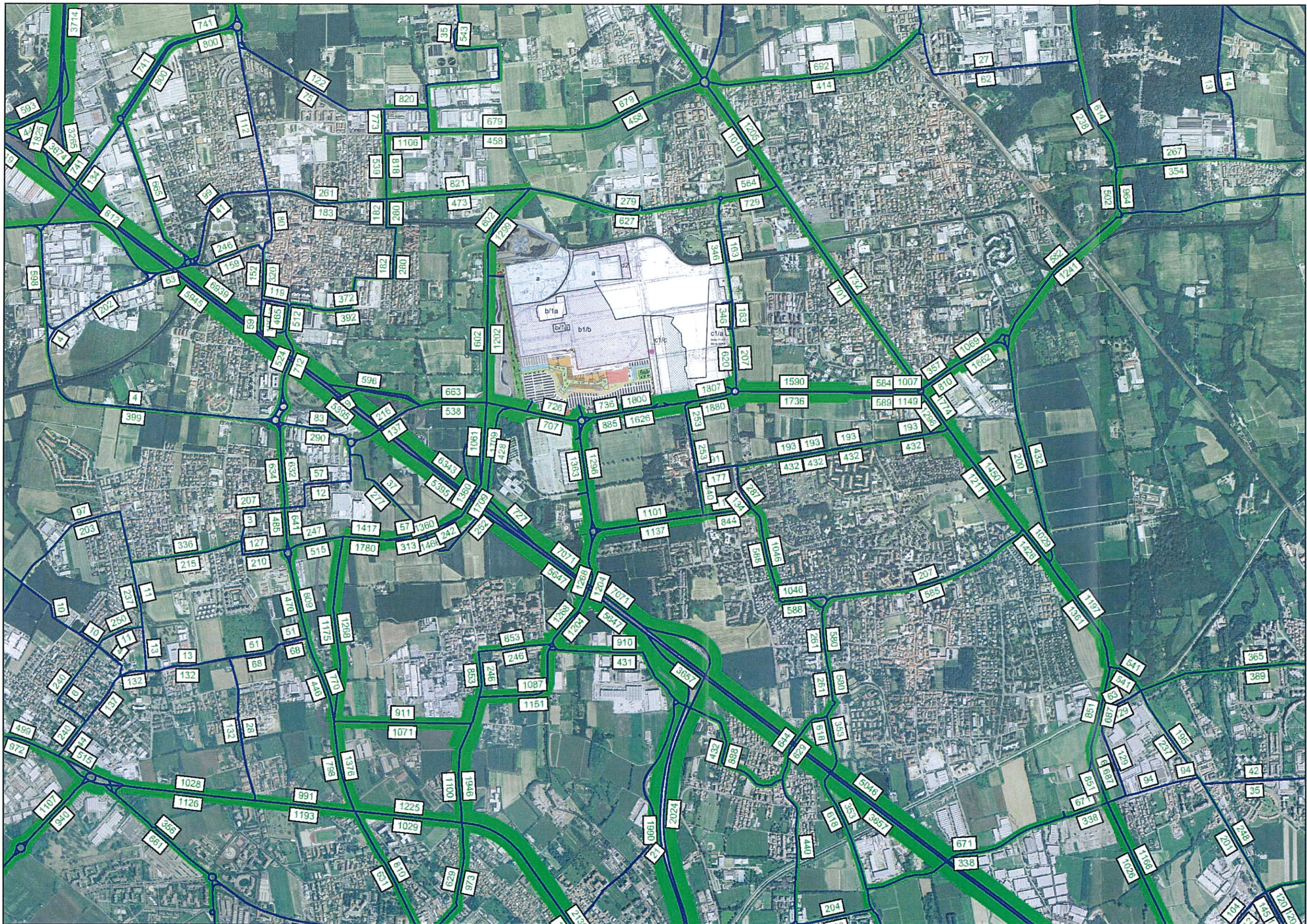


Figura 23 - Flussogramma dello scenario SDP dell'ora di punta serale del venerdì (veicoli equivalenti)

A handwritten signature and initials in blue ink, located on the right side of the page. The signature appears to be 'L. Rossi' and the initials are 'LR'.

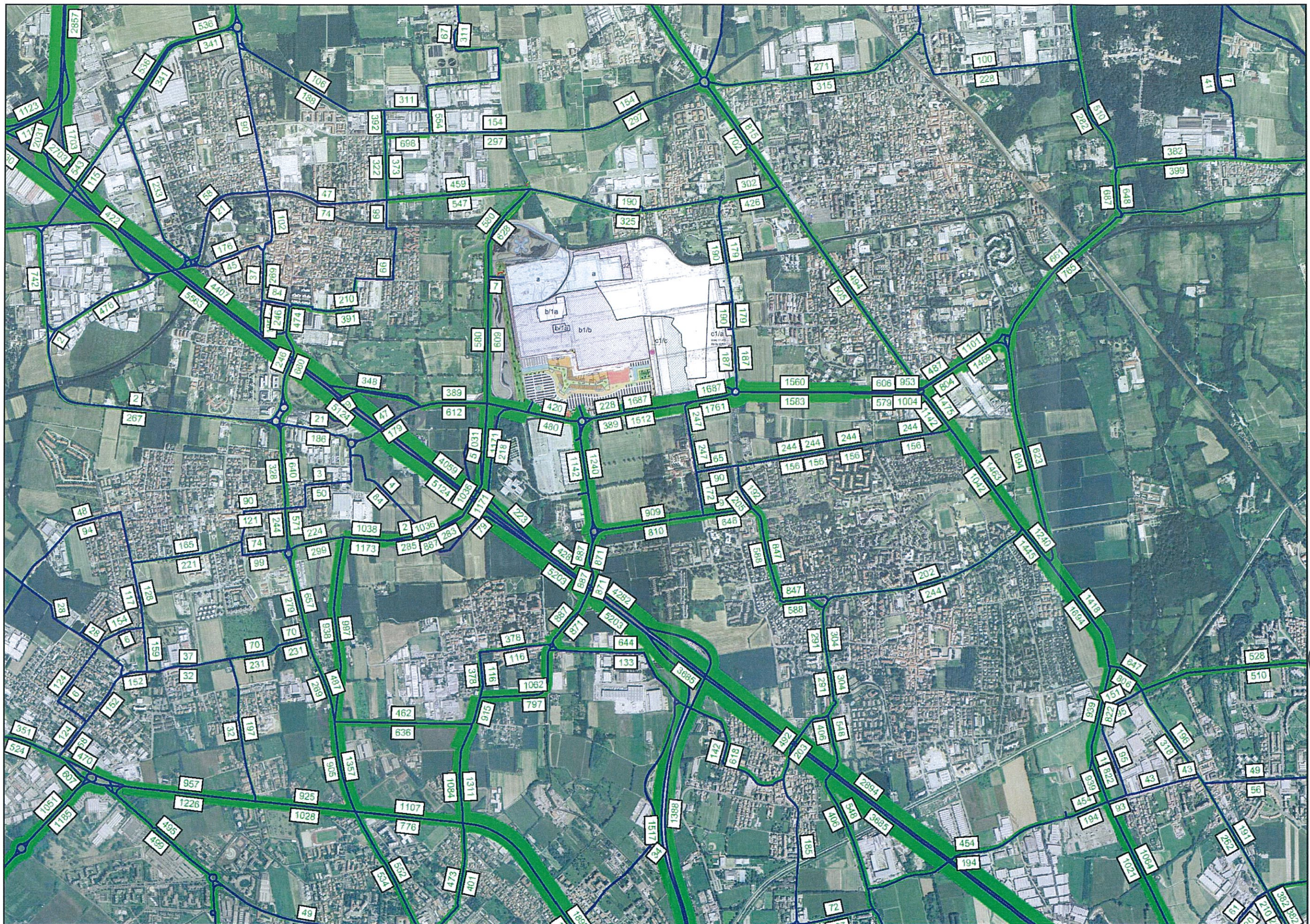


Figura 24 - Flussogramma dello scenario SDP dell'ora di punta serale del sabato (veicoli equivalenti)

Handwritten notes and signatures in blue ink:
 A small signature at the top right.
 A larger signature below it.
 The number '44' written at the bottom right.

5 CONFRONTO TRA I RISULTATI DELLE SIMULAZIONI

Nel presente capitolo vengono riportati i confronti tra i diversi diagrammi di carico ottenuti per gli scenari SDF, SPR e SDP presentati nei capitoli precedenti. Il confronto permette di individuare facilmente le tratte stradali sulle quali si registrano incrementi di traffico da quelle su cui viceversa si registrano dei cali, in modo da ottenere anche visivamente un quadro delle modifiche indotte nei diversi scenari programmatici e progettuali. I risultati del modello di assegnazione di tutti gli scenari discussi fanno riferimento alla rete schematizzata nelle figure qui di seguito riportate.

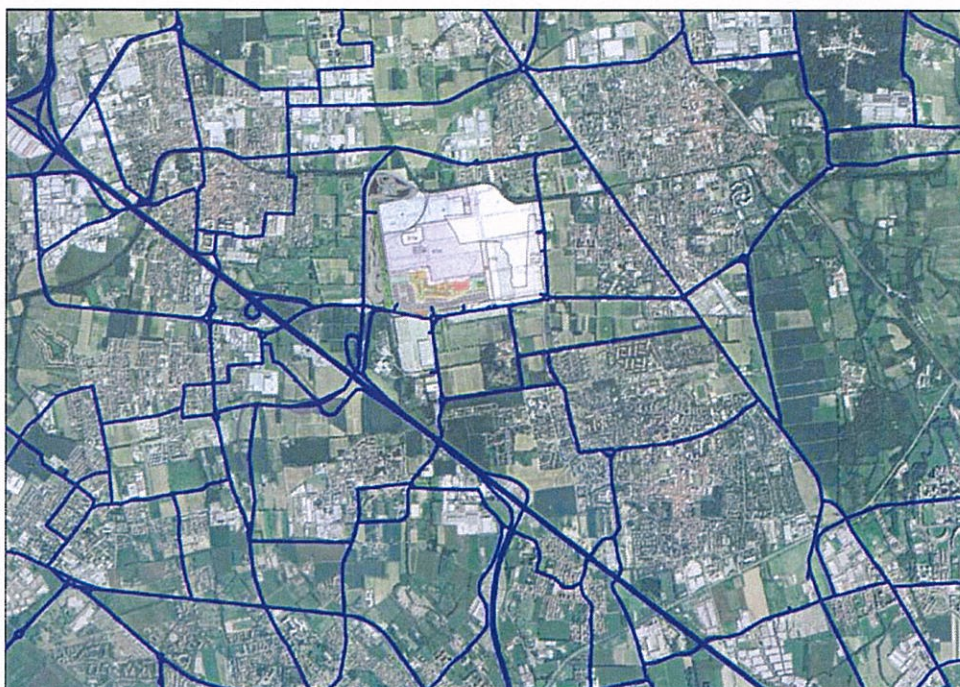


Figura 25 - Rete simulata per lo scenario SDP

Come già ricordato il diagramma di carico, che costituisce uno dei risultati principali delle simulazioni effettuate, riporta l'entità del traffico su ciascun arco stradale ed autostradale della rete di trasporto complessiva, mediante una visualizzazione basata principalmente sullo spessore e sul colore delle bande che descrivono i flussi (flussogrammi): lo spessore di tali bande risulta proporzionale all'entità del flusso presente sull'arco considerando per i veicoli leggeri e pesanti il relativo coefficiente di equivalenza.

Nel caso del diagramma differenza, lo spessore di tali bande è proporzionale alle differenze di flusso tra i due scenari a confronto, mentre la scelta cromatica è ridotta a 2 colori, per distinguere facilmente gli incrementi dai decrementi. In particolare viene proposto il confronto tra i diversi scenari, utilizzando una tecnica di visualizzazione che prevede:

- l'utilizzo di barre di colore **rosso** ----- per le situazioni in cui si riscontra nello scenario di interesse un incremento di traffico rispetto alla situazione dello scenario di riferimento;
- l'utilizzo di barre di colore **verde** ----- per le situazioni in cui si riscontra nello scenario di interesse una diminuzione di traffico rispetto alla situazione dello scenario di riferimento.

5.1 Confronto scenari stato programmatico e progettuale

Il confronto riportato in questo paragrafo riguarda gli scenari progettuali SDP, del venerdì e del sabato sera, con i rispettivi scenari programmatici.

Tali flussogrammi mostrano un incremento dei flussi sulla viabilità di accesso all'area di studio (SP119 e Viale Alfa Romeo), nonché della viabilità limitrofa come sulla SPexSS233 Varesina esistente e su alcune opere previste nello scenario programmatico, ciò dovuto alla presenza di flussi indotti dalle opere in progetto.

È possibile inoltre notare una redistribuzione dei flussi già circolanti, dovuta al carico aggiuntivo dei flussi indotti dalla realizzazione del layout progettuale, che porta ad una ridefinizione dei percorsi scelti anche per il traffico già esistente, con situazioni anche di riduzione dei carichi in alcune zone limitrofe all'area di studio.

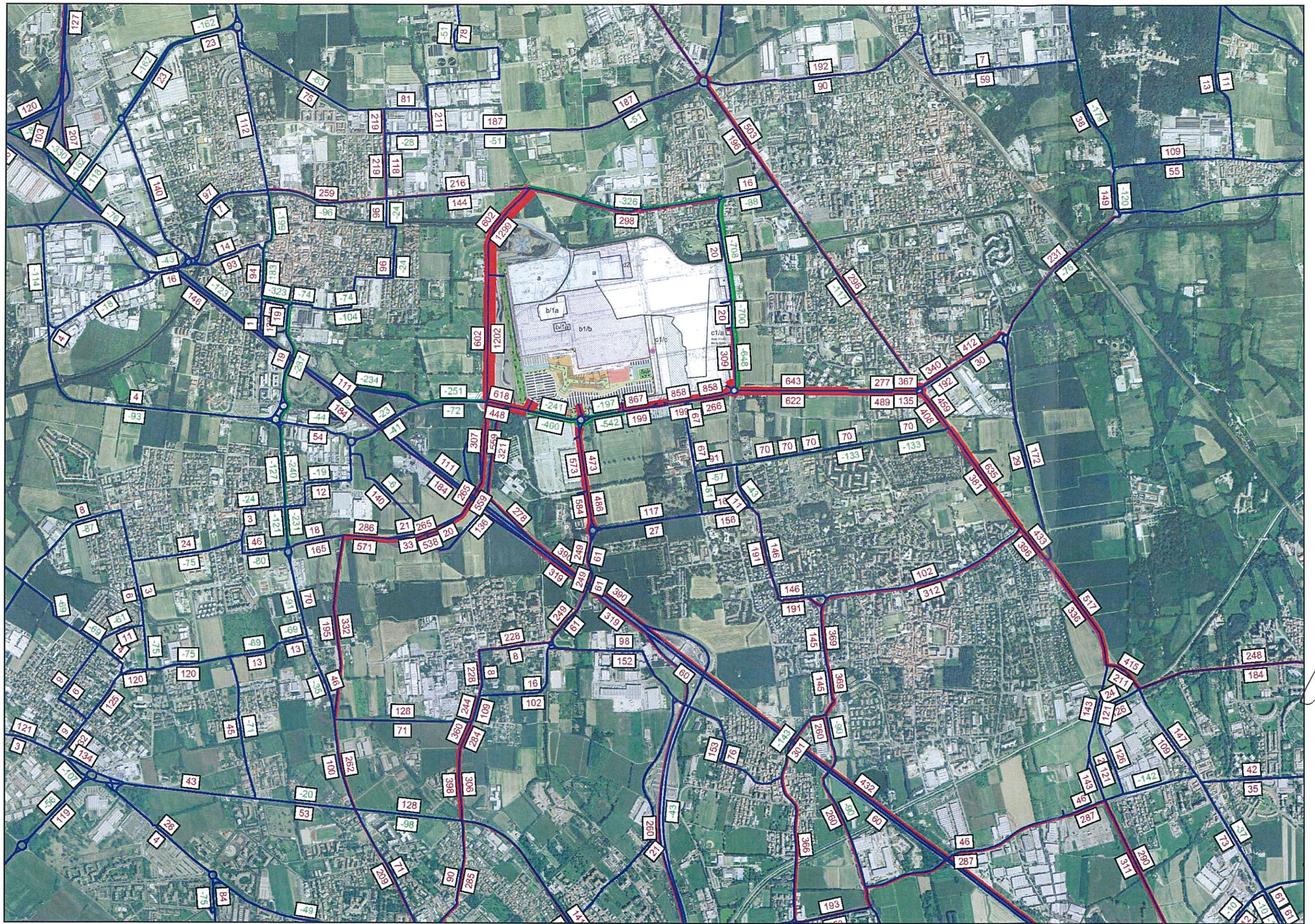


Figura 26 - Confronto scenario SPR e SDP venerdì

Handwritten notes and signatures:
 A large, stylized signature or mark at the top right.
 A smaller signature below it.
 The letter 'A' at the bottom right.

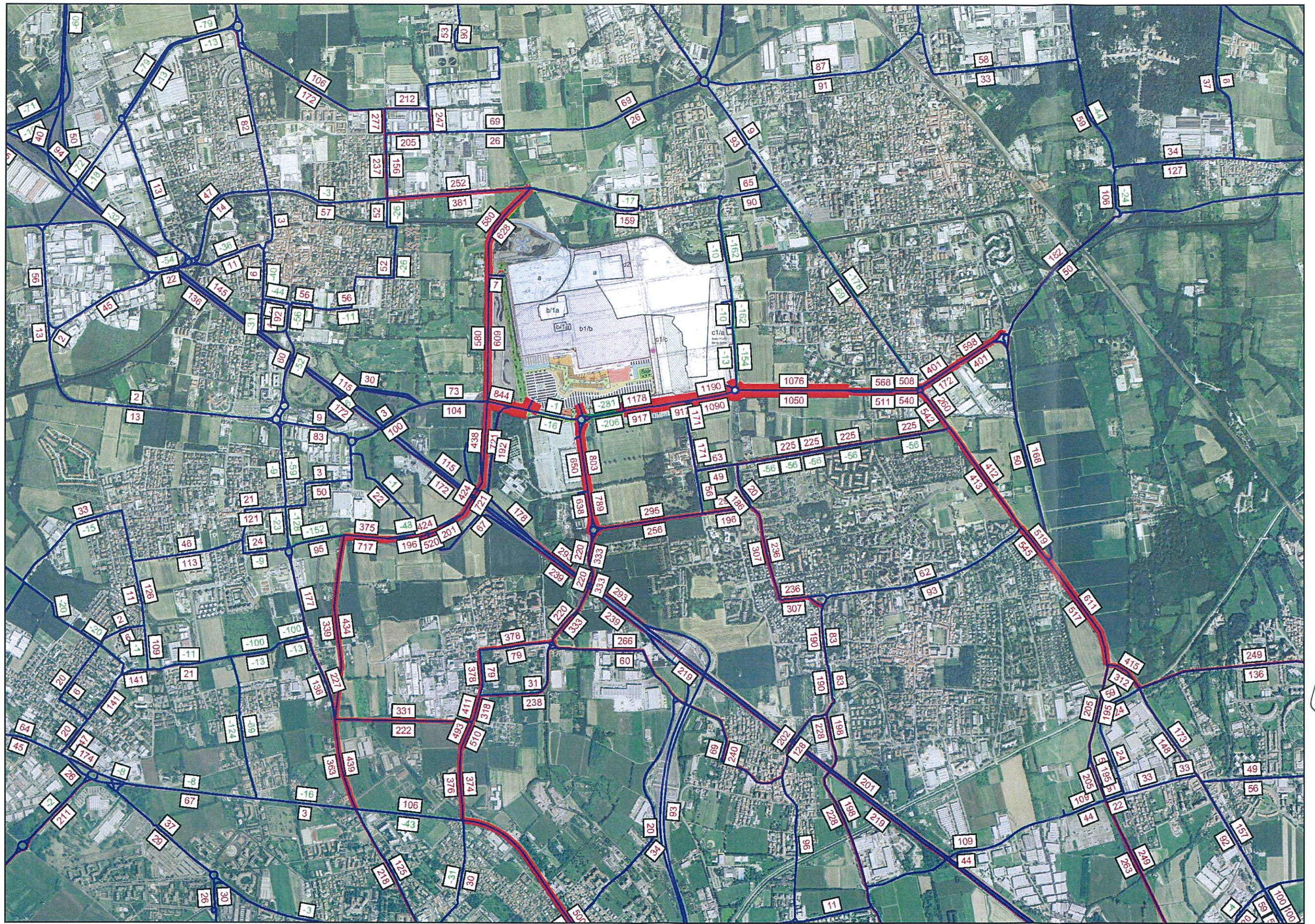


Figura 27 - Confronto SPR e SDP sabato

Man
su
SPR
SDP

6 VERIFICA FUNZIONALE DELLE PRINCIPALI INTERSEZIONI

6.1 Obiettivi della verifica funzionale

La verifica della capacità della rete di smaltire il traffico previsto nello scenario progettuale si concentra sulla verifica funzionale dei punti di accesso al comparto commerciale (zona c1/b: commercio al dettaglio, terziario e artigianato di servizio) che, costituiscono le intersezioni maggiormente impegnate dal traffico indotto dall'intervento in esame. In particolare, tali obiettivi sono:

- verificare che le intersezioni considerate siano in grado di smaltire i flussi di traffico previsti nelle condizioni di massimo carico (scenario progettuale del venerdì e del sabato, per l'ora di punta della sera);
- per tali intersezioni, calcolare la capacità residua al fine di valutare se siano in grado di smaltire l'eventuale ulteriore incremento di traffico;
- determinare alcuni indicatori di performances delle intersezioni, quali i tempi medi di attesa e la lunghezza delle code, al fine di valutare l'efficienza e l'efficacia dell'infrastruttura viaria.

6.2 Intersezioni analizzate

L'intervento in progetto prevede che l'accesso all'area di studio sia garantito da tre rotonde sulla SP119, due delle quali in progetto (RO.01 e RO.03). Nella Figura 28 è possibile verificare come gli accessi alla zona c1/b siano possibili esclusivamente dalla SP119 e da Viale Alfa Romeo.

E' però interessante notare come la collocazione delle 3 rotonde consenta concettualmente di separare i futuri clienti della struttura di vendita, sulla base di 3 direttrici: nord-ovest, nord-est e sud. In tal modo vengono minimizzati i percorsi e le relative interferenze per raggiungere il centro commerciale.

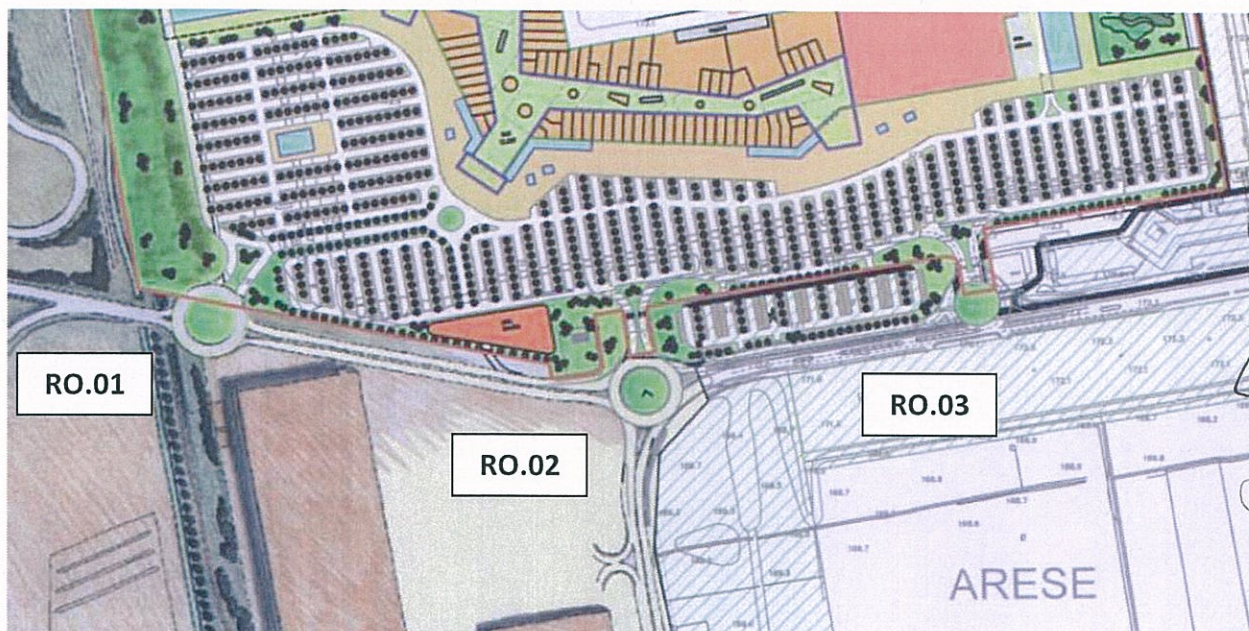


Figura 28 - Rotatorie analizzate per la verifica funzionale dell'accesso alla zona c1/b

Seguendo la nomenclatura riportata nella Figura 28, le 3 rotatorie oggetto della verifica funzionale sono le seguenti:

- Rotatoria RO.01: accesso da ovest. Si tratta di una rotatoria a 3 braccia, che consente di accedere al comparto commerciale dalla SP109 ovest e dalla A8;
- Rotatoria RO.02: accesso da sud. Si tratta di una rotatoria esistente a 4 braccia che consente di accedere al comparto commerciale dalla SP109 e da Viale Alfa Romeo;
- Rotatoria RO.03: accesso da est. Si tratta di una rotatoria a 3 braccia, che consente di accedere al comparto commerciale dalla SP109 est.

Nelle successive figure e tabelle sono riportati gli schemi geometrici di ciascuna delle suddette rotatorie con le relative matrici di nodo, corrispondenti allo scenario progettuale del venerdì e del sabato (ODP della sera).

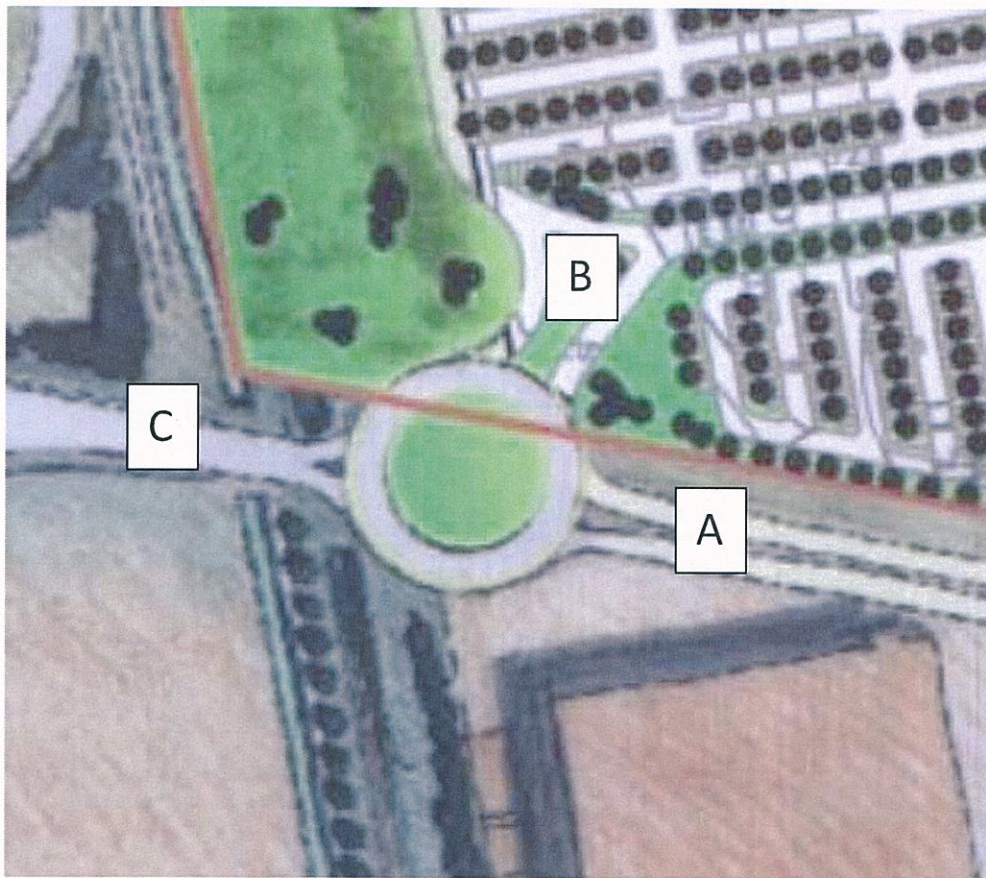


Figura 29 - Rotatoria RO.01: accesso ovest

	A	B	C	Totale
A	0	0	727	727
B	122	0	654	777
C	585	1149	0	1734
Totale	708	1149	1382	3239

Tabella 29 - Matrice di nodo della rotatoria RO.01 (veicoli equivalenti): scenario progettuale del venerdì

Handwritten signature and initials in blue ink.

Handwritten checkmark and the number 50.

	A	B	C	Totale
A	0	137	283	420
B	179	0	969	1147
C	303	1502	0	1805
Totale	482	1639	1252	3373

Tabella 30 - Matrice di nodo della rotatoria RO.01 (veicoli equivalenti): scenario progettuale del sabato

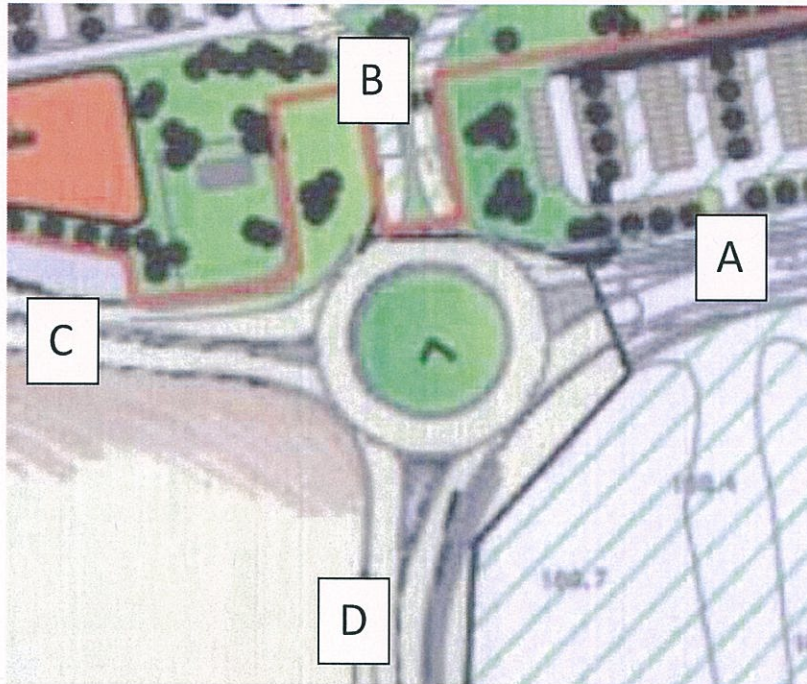


Figura 30 - Rotatoria RO.02: accesso centrale

	A	B	C	D	Totale
A	0	0	365	372	737
B	0	0	67	486	554
C	437	0	0	270	708
D	448	554	295	0	1297
Totale	886	554	727	1129	3296

Tabella 31 - Matrice di nodo della rotatoria RO.02 (veicoli equivalenti): scenario progettuale del venerdì

	A	B	C	D	Totale
A	0	0	126	103	229
B	0	0	0	669	669
C	180	0	0	301	482
D	209	733	295	0	1237
Totale	390	733	420	1073	2616

Tabella 32 - Matrice di nodo della rotatoria RO.02 (veicoli equivalenti): scenario progettuale del sabato

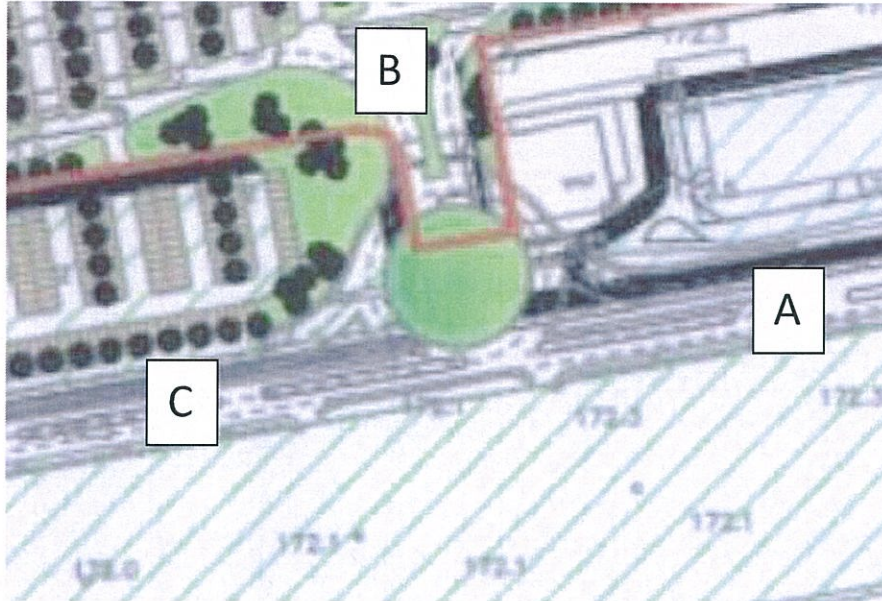


Figura 31 - Rotatoria RO.03: accesso est

	A	B	C	Totale
A	0	1064	737	1801
B	903	0	0	903
C	724	161	0	886
Totale	1627	1225	737	3590

Tabella 33 - Matrice di nodo della rotatoria RO.03 (veicoli equivalenti): scenario progettuale del venerdì

	A	B	C	Totale
A	0	1459	229	1689
B	1237	0	0	1237
C	276	114	0	390
Totale	1513	1573	229	3315

Tabella 34 - Matrice di nodo della rotatoria RO.03 (veicoli equivalenti): scenario progettuale del sabato

6.3 Metodologia di analisi

Come anticipato nel paragrafo 6.2, la verifica funzionale delle intersezioni previste per l'ADP di Arese e per la relativa rete di adduzione, può essere concentrata sulle 3 rotatorie di accesso al comparto commerciale. Fatta questa premessa, si è deciso di svolgere l'analisi con il software trasportistico **GIRABASE** basato su studi svolti sulle rotatorie, in Francia dalla fine degli anni Settanta, e successivamente sviluppato come software certificato da parte del Centre d'Etudes sur les Réseaux, les Transports, l'Urbanisme et les constructions publiques (**CERTU**) e del Service d'Etudes Techniques des Routes et Autoroutes (**SETRA**), due importanti enti che si occupano di pianificazione e progettazione delle infrastrutture di trasporto.

GIRABASE consente di testare progetti di rotatorie in termini di capacità e di adattarne le caratteristiche geometriche sulla base delle previsioni di traffico. Le rotatorie considerate prevedono che il flusso sull'anello abbia precedenza sui flussi in ingresso in rotatoria. L'obiettivo prioritario di GIRABASE è quello di verificare e diagnosticare, per ciascuna rotatoria, la capacità di smaltire il traffico previsto e l'eventuale presenza di capacità residua.

GIRABASE considera una rotatoria come una serie di incroci a T (la disposizione dei rami influenza i calcoli); per ogni ramo, il traffico massimo in entrata (Capacità) dipende dal traffico generato a destra dell'ingresso, secondo una curva esponenziale decrescente di tipo Sieglöch. Il traffico generato a destra del ramo è a sua volta funzione del traffico che circola sull'anello a destra del ramo e del traffico uscente nel ramo stesso.

La formula che ne deriva è la seguente:

$$C = \frac{e^{-qg\left(tg - \frac{tf}{2}\right)}}{tf}$$

C = capacità, espresso in *veicoli al secondo*

tg = intervallo critico, espresso in *secondi*

tf = intervallo complementare, espresso in *secondi*

Questo modello di calcolo dei veicoli che entrano in rotatoria, si basa sulle seguenti assunzioni:

- nessun veicolo di una corrente secondaria si inserisce in una corrente principale in un tempo inferiore all'intervallo critico **tg**;
- ogni veicolo di una corrente secondaria si inserisce in una corrente principale in un tempo compreso tra **tg** e **tg+tf**;
- N veicoli di una corrente secondaria si inseriscono in una corrente principale in un tempo compreso tra **tg+tf_(N-1)** e **tg+tf_N**.

A partire dalle caratteristiche geometriche della rotatoria e dalla matrice completa della rotatoria (veicoli per ciascuna coppia di rami), GIRABASE calcola per ciascun ramo in ingresso:

- la riserva di capacità in percentuale e in veicoli/ora;
- i tempi medi e totali di attesa;
- la lunghezza media e massima della coda di veicoli.

Per utilizzare GIRABASE servono una serie di informazioni per ciascuna rotatoria in esame. In particolare vengono forniti i seguenti dati, classificati come qui di seguito riportato.

Dati preliminari = vengono forniti una descrizione della rotatoria e dei diversi rami in ingresso e uscita, nonché un ambito di localizzazione, tra i seguenti valori:

- extraurbano;
- periurbano;
- urbano.

Tale ambito influenza i valori degli intervalli critici **tg** e **tf**.

Dati geometrici = per ciascun ramo della rotatoria occorre fornire:

- numero di direttrici;
- angoli di confluenza;
- raggio interno (R);
- larghezza della banda interna sormontabile (Bf);
- larghezza dell'anello centrale (LA);
- larghezza delle corsie di entrata (LE) e uscita (LS);
- dimensione delle isole spartitraffico (LI);
- pendenza in casi superiori al 3%;
- presenza di svolta a destra continua.

In Figura 32 sono riportate alcune delle grandezze geometriche richieste.

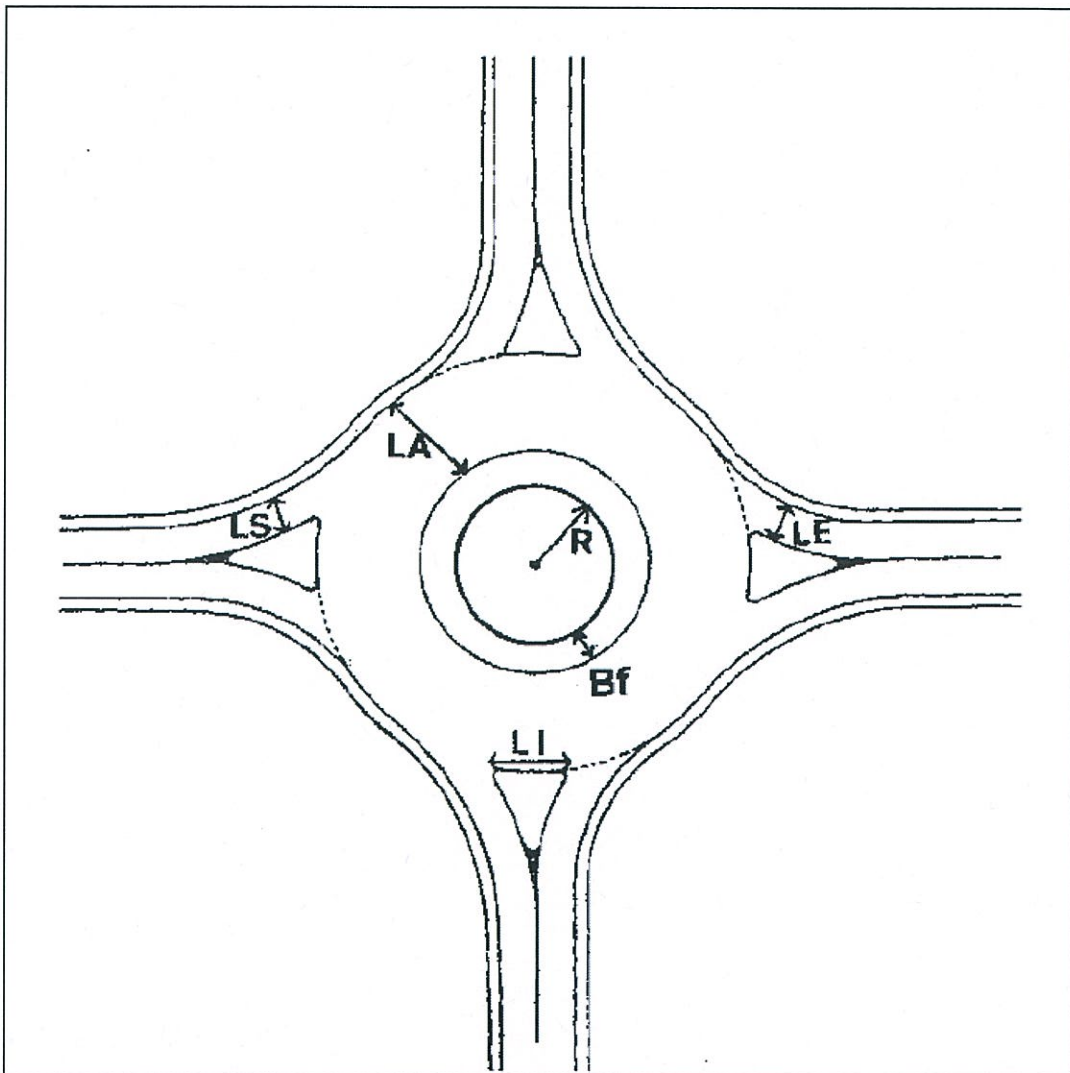


Figura 32 - I dati geometrici di una rotatoria

Dati di traffico = viene fornita la matrice del nodo, indicando il numero di veicoli entranti da ciascun ramo, disaggregati in funzione del ramo di uscita. Per gestire le diverse categorie di veicoli, GIRABASE suggerisce questi coefficienti di equivalenza:

- autovetture, pari a 1;
- veicoli commerciali pesanti, pari a 2;
- due ruote (ciclomotori e moto) pari a 0,5.

In questo caso si è comunque scelto di utilizzare i dati ed i coefficienti di equivalenza inseriti nello studio di traffico, con i leggeri pari a 1 e i pesanti pari a 1,5.

In funzione dei suddetti dati, GIRABASE calcola la capacità di un ramo in ingresso, considerando il disturbo provocato da coloro che escono nello stesso ramo (in quanto il conducente non sempre arriva a determinare se i veicoli sull'anello intendono lasciare la rotatoria), dagli attraversamenti pedonali e soprattutto dai veicoli che circolano nell'anello davanti al loro ingresso, cui devono dare la precedenza. Oltre alla riserva di capacità, vengono calcolati i tempi di attesa e le lunghezze delle code.

GIRABASE suggerisce anche come interpretare i dati forniti dal modello. Innanzitutto, valutando la riserva di capacità di ciascun ramo, espressa in percentuale, si considera che:

- se la riserva di capacità è superiore all'80% per tutti i rami in ingresso, la rotatoria non è giustificata;
- se tutti i rami hanno una riserva di capacità superiore al 50%, la dimensione dell'anello della rotatoria può essere ridotto;
- se la riserva di capacità per un ramo è superiore al 50%, è possibile ipotizzare un sovradimensionamento dello stesso;
- se la riserva di capacità per un ramo è compresa tra il 5% ed il 25%, è prevedibile la formazione di code, più o meno lunghe. In questo caso è importante verificare se tali code possano propagarsi ad intersezioni vicine (inferiori ai 100 m), rendendo critica anche l'uscita da tali intersezioni;
- se la riserva di capacità per un ramo è inferiore al 5% o addirittura negativa, è presumibile la formazione di code importanti, di saturazione e di progressivo blocco della rotatoria, e di conseguenza è richiesta una riprogettazione della rotatoria.

Tra gli interventi suggeriti vi sono:

- allargamento del ramo di ingresso, ad esempio mediante la realizzazione di doppi attestamenti;
- allargamento dell'isola spartitraffico, che quanto meno riduce la perturbazione dei veicoli che escono nello stesso ramo in analisi;
- allargamento della larghezza dell'anello, che consente un più facile inserimento in rotatoria.

Per quanto riguarda i tempi di attesa, questi indicano se la durata della fermata degli automobilisti rimane accettabile, e, come somma, forniscono il tempo speso dalla collettività a causa della rotatoria, consentendone anche una valutazione economica.

Infine, per quanto riguarda la lunghezza delle code, l'informazione è importante soprattutto al fine di verificare l'eventuale influenza che una coda su una rotatoria può avere su ulteriori intersezioni a monte della stessa. In questo caso, l'ambito di localizzazione può consentire di migliorare l'interpretazione dei risultati, secondo quanto di seguito riportato:

- in ambito urbano è più tollerabile al formazione di code, soprattutto nelle ore di picco, e non sempre è possibile aumentare la capacità della rotatoria;
- in ambito perturbano, la formazione di code con una certa regolarità risulta meno accettabile che in ambito urbano;

- in ambito extraurbano, la formazione di code, anche se occasionale, può costituire un pericolo per i veicoli in avvicinamento ed è quindi ancora meno accettabile.



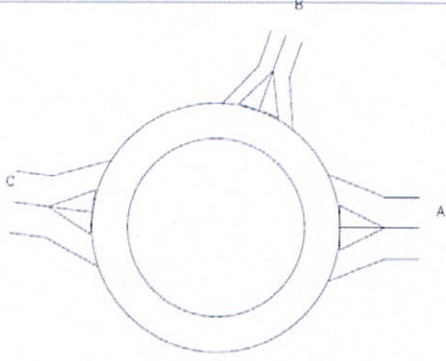



6.4 I risultati delle verifiche funzionali

In questo capitolo vengono riportati i risultati delle rotatorie precedentemente descritte. In particolare vengono illustrati i dati geometrici necessari per la verifica funzionale ed i risultati di tale verifica riferiti a ciascun ramo in termini di:

- riserva di capacità in veicoli/ora (Réserve de Capacité en uvp/h);
- riserva di capacità percentuale (capacità - veicoli entranti)/capacità (Réserve de Capacité en %);
- lunghezza media di stoccaggio veicoli (Longueur de Stockage moyenne);
- lunghezza massima di stoccaggio veicoli, imputati nel modello (Longueur de Stockage maximale);
- tempi medi di attesa (Temps d'Attente moyen);
- tempi totali di attesa (Temps d'Attente total).

6.4.1 La rotatoria RO.01

Nom du Carrefour : Rotatoria CC ovest venerdì							
Localisation : Urbain							
Environnement : Urbain							
Date : 4/10/2012							
Anneau							
Rayon de l'îlot infranchissable : 20.00 m							
Largeur de l'anneau franchissable : 8.00 m							
Rayon extérieur du giratoire : 28.00 m							
Branches							
Nom	Angle (degrés)	Rampe > 3%	Tourne à droite	Largeurs (en m)			Sortie
				Entrée à 4 m	à 15 m	Îlot	
A	0			7.00		10.00	7.00
B	70			3.50		9.50	4.00
C	173			7.00		10.00	7.00

	Réserve de Capacité		Longueur de Stockage		Temps d'Attente	
	en uvp/h	en %	moyenne	maximale	moyen	total
A	289	28%	1vh	6vh	7s	1.5h
B	165	18%	3vh	11vh	13s	2.9h
C	1256	42%	0vh	2vh	0s	0.0h

Tabella 35 - Risultati relativi alla rotatoria RO.01 nello scenario del venerdì

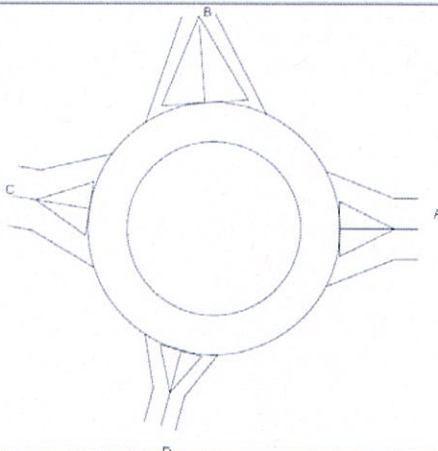
Handwritten signatures and initials in blue ink, including a large signature on the left and several smaller ones on the right, some appearing to be 'HB'.

	Réserve de Capacité		Longueur de Stockage		Temps d'Attente	
	en uvp/h	en %	moyenne	maximale	moyen	total
A	312	43%	1vh	5vh	8s	0.9h
B	317	22%	2vh	7vh	5s	1.6h
C	1021	36%	0vh	2vh	0s	0.1h

Tabella 36 - Risultati relativi alla rotatoria RO.01 nello scenario del sabato

Tale rotatoria presenta una buona riserva di capacità sulla viabilità principale (minimo 28% sul ramo A nello scenario del venerdì); discrete riserve di capacità sul ramo di accesso dal comparto commerciale (minimo 18% sul ramo B nello scenario del venerdì) e ridotti valori di lunghezza delle code e dei tempi di attesa come mostrato nella Tabella 35 e nella Tabella 36.

6.4.2 La rotatoria RO.02

Nom du Carrefour : Rotatoria CC centrale venerdì							
Localisation : Urbain							
Environnement : Urbain							
Variante :							
Date : 4/10/2012							
Anneau							
Rayon de l'îlot infranchissable :		20.00 m					
Largeur de l'axe franchissable :		9.00 m					
Rayon extérieur du giratoire :		29.00 m					
Branches							
Nom	Angle (degrés)	Rampe > 3%	Tourne à droite	Largeurs (en m)			Sortie
				Entrée à 4 m	Îlot à 15 m		
A	0			7.00	12.50	7.00	
B	94			4.00	20.00	4.00	
C	171			7.00	12.50	7.00	
D	255			3.50	10.00	4.00	

	Réserve de Capacité		Longueur de Stockage		Temps d'Attente	
	en uvp/h	en %	moyenne	maximale	moyen	total
A	1048	59%	0vh	3vh	1s	0.2h
B	392	41%	1vh	4vh	5s	0.8h
C	965	58%	0vh	3vh	1s	0.2h
D	29	2%	28vh	86vh	78s	28.0h

Tabella 37 - Risultati relativi alla rotatoria RO.02 nello scenario del venerdì

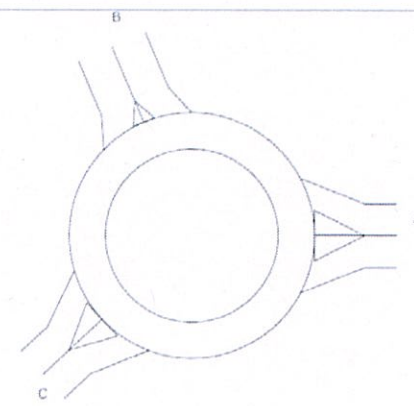
	Réserve de Capacité		Longueur de Stockage		Temps d'Attente	
	en uvp/h	en %	moyenne	maximale	moyen	total
A	1326	85%	0vh	2vh	1s	0.1h
B	757	53%	0vh	3vh	2s	0.4h
C	1335	74%	0vh	2vh	1s	0.1h
D	442	26%	1vh	5vh	3s	1.1h

Tabella 38 - Risultati relativi alla rotatoria RO.02 nello scenario del sabato

Tale rotatoria presenta complessivamente delle buone riserve di capacità. Nello scenario del venerdì ha una contenuta riserva di capacità sul ramo di accesso da Viale Alfa Romeo (ramo D), tuttavia nel complesso, in entrambi gli scenari analizzati, i valori di lunghezza delle code e dei tempi di attesa sono da considerarsi accettabili, come mostrato nella Tabella 37 e nella Tabella 38.

6.4.3 La rotatoria RO.03

Nom du Carrefour :	Rotatoria CC est						
Localisation :	Urbain						
Environnement :							
Variante :							
Date :	3/28/2012						
Anneau							
Rayon de l'îlot infranchissable :	19.00 m						
Largeur de l'anneau franchissable :	8.00 m						
Rayon extérieur du giratoire :	27.00 m						
Branches							
Nom	Angle (degrés)	Rampe > 3%	Tourne à droite	Largeurs (en m)			
				Entrée à 4 m	à 15 m	Îlot	Sortie
A	0			7.00		11.00	7.00
B	113			8.00		5.00	8.00
C	223			7.00		10.00	7.00



	Réserve de Capacité		Longueur de Stockage		Temps d'Attente	
	en uvp/h	en %	moyenne	maximale	moyen	total
A	1089	38%	0vh	2vh	0s	0.1h
B	596	40%	1vh	4vh	2s	0.6h
C	575	39%	1vh	4vh	3s	0.6h

Tabella 39 - Risultati relativi alla rotatoria RO.03 nello scenario del venerdì

	Réserve de Capacité		Longueur de Stockage		Temps d'Attente	
	en uvp/h	en %	moyenne	maximale	moyen	total
A	1340	44%	0vh	2vh	0s	0.0h
B	1332	52%	0vh	2vh	0s	0.0h
C	752	66%	0vh	3vh	2s	0.3h

Tabella 40 - Risultati relativi alla rotatoria RO.03 nello scenario del sabato

Tale rotatoria presenta riserve di capacità significative (minimo 38% sul ramo A nello scenario del venerdì) e ridotti valori di lunghezza delle code e dei tempi di attesa, come mostrato nella Tabella 39 e nella Tabella 40.