



ROMA

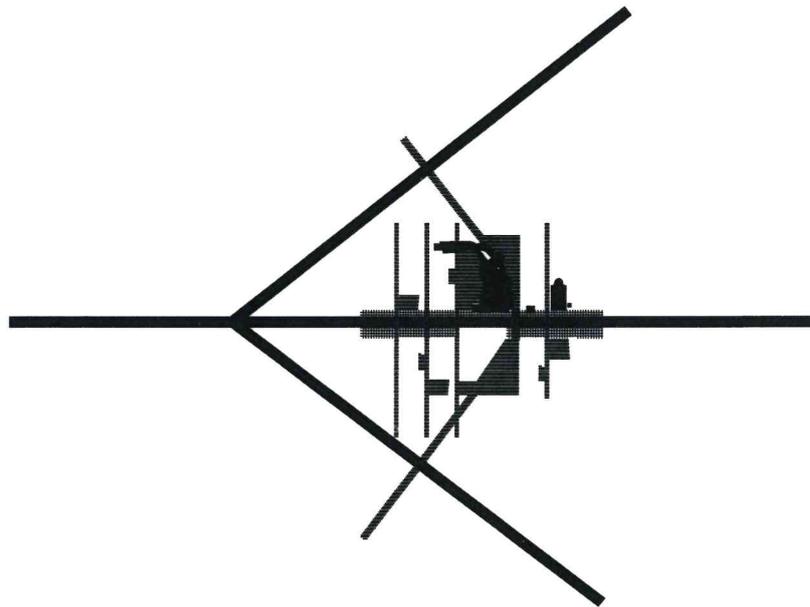
ASSESSORATO ALL'URBANISTICA
Dipartimento Programmazione e Attuazione Urbanistica
Direzione Trasformazione Urbana
U.O. Riqualificazione d'Ambito - Qualità



Programma Integrato di Intervento

di cui alla L.R.Lazio n.22/1997 in variante al PRG da approvarsi con le procedure della LR 36/1987 e s.m.i. denominato

"ex Stabilimento Militare Materiali Elettrici e di precisione sito in via Guido Reni"



proponente



CDP Investimenti SGR S.p.A

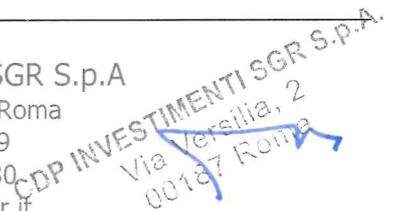
Via Versilia 2 00187 Roma

tel.: 0039-0642045499

fax.: 0039-0642045480

@: segreteria@cdpisgr.it

CDP INVESTIMENTI SGR SPA IN QUALITÀ DI GESTORE DEL FONDO "FONDO INVESTIMENTI PER LA VALORIZZAZIONE - COMPARTO EXTRA - FONDO COMUNE DI INVESTIMENTO IMMOBILIARE MULTI COMPARTO DI TIPO CHIUSO"



progettisti
architettura, paesaggio

STUDIO PAOLA VIGANÒ

Corso di Porta Ticinese 65,

20123 Milano, Italia

tel.: 0039-0289409358

fax.: 0039-028357691

@: studio@studiopaolavigano.eu

sostenibilità ambientale ed energetica, reti



D'APPOLONIA

Via San Nazaro 19,

16145 Genova, Italia

tel.: 0039-0103628148

fax.: 0039-0103621078

@: info@dappolonia.it

Andrea Feltoni



titolo

Progetto

Progetto Preliminare - Urbanizzazioni

Studio di Impatto sulla Mobilità

descrizione

Quinta Emissione

tavola

5.6

data

scala

fase

13/12/2017

Doc. No. 15-032-H8
Rev. 4 - DICEMBRE 2017



CDP Investimenti Sgr Roma, Italia

**Progetto Flaminio - Progettazione
del Quartiere della Città della
Scienza**

Studio della Mobilità e
del Traffico nel
quartiere Flaminio

CDP Investimenti Sgr Roma, Italia

**Progetto Flaminio - Progettazione
del Quartiere della Città della
Scienza**

**Studio della Mobilità e
del Traffico nel
quartiere Flaminio**

Rev.	Descrizione	Preparato da	Controllato da	Approvato da	Data
3	Quarta Emissione	APD	VIC	GBP	Novembre 2017
4	Quinta Emissione	ADP	VIC	GBP	Dicembre 2017

INDICE

	<u>Pagina</u>
LISTA DELLE TABELLE	II
LISTA DELLE FIGURE	II
1 INTRODUZIONE	1
2 INQUADRAMENTO TERRITORIALE	1
3 COSTRUZIONE DEL MODELLO MATEMATICO PER L'ANALISI DELLA VIABILITÀ	3
3.1 DEFINIZIONE AREA DI STUDIO	3
3.2 ZONIZZAZIONE ED ESTRAPOLAZIONE DELLE INFRASTRUTTURE RILEVANTI	5
3.3 COSTRUZIONE DEL MODELLO DI OFFERTA	8
3.4 STIMA DELLA DOMANDA DI MOBILITÀ	12
4 LA MOBILITÀ ATTUALE NELL'AREA DI STUDIO	16
4.1 LO STATO ATTUALE DELLA RETE STRADALE DI TRASPORTO PRIVATO	17
4.2 LO STATO ATTUALE DELLA RETE DI TRASPORTO PUBBLICO	18
5 SCENARIO PROGETTUALE	21
5.1 STIMA DEL TRAFFICO INDOTTO DALL'INTERVENTO URBANISTICO	21
5.2 ANALISI DELLA MOBILITÀ DELLA RETE DI TRASPORTO PRIVATO NELL'AREA DI STUDIO NELLO SCENARIO DI PROGETTO	22
5.3 ANALISI DELLA MOBILITÀ DELLA RETE DI TRASPORTO PUBBLICO NELL'AREA DI STUDIO NELLO SCENARIO DI PROGETTO	23
6 CONCLUSIONI	26
 RIFERIMENTI	
 APPENDICE A: CONTEGGI DI TRAFFICO	

LISTA DELLE TABELLE

<u>Tabella No.</u>	<u>Pagina</u>
Tabella 3.1 Coefficienti di omogeneizzazione proposti dal manuale HCM 2000	14
Tabella 4.1 Valori degli indicatori relativi alla simulazione dello scenario attuale	17
Tabella 5.1 Valore degli indici parametrici proposti dal Manuale ITE	21
Tabella 5.2 Traffico stimato per le diverse destinazioni d'uso previste	22
Tabella 5.3 Confronto tra i valori degli indicatori relativi alla simulazione dello scenario attuale e dello scenario di progetto	22

LISTA DELLE FIGURE

<u>Figura No.</u>	<u>Pagina</u>
Figura 2.1: Localizzazione del quartiere Flaminio a Roma	1
Figura 2.2: Localizzazione dell'ex "Stabilimento militare materiali elettronici e di precisione" sito in via Guido Reni	2
Figura 2.3: Progetto di riqualificazione dell'area	2
Figura 3.1: Definizione area di studio	4
Figura 3.2: Mappa relativa al carico insediativo del quartiere "Flaminio"	4
Figura 3.3: Zonizzazione dell'area di studio.	6
Figura 3.4: Grafo rappresentativo delle infrastrutture stradali del quartiere Flaminio	7
Figura 3.5: Rappresentazione archi reali (in grigio) e archi connettori (in rosso)	8
Figura 3.6: Modello di offerta della reta di trasporto privato e pubblico	11
Figura 3.7: Localizzazione delle sezioni di conteggio	14
Figura 4.1: Mappa di assegnazione della rete di trasporto stradale privato nella simulazione dello scenario attuale	18
Figura 4.2: Flussogramma relativo alla simulazione del TPL nello scenario di simulazione attuale	19
Figura 4.3: Grado di saturazione delle linee di TPL relativo alla simulazione dello stato attuale	19
Figura 5.1: Mappa di assegnazione della rete di trasporto stradale privato nella simulazione dello scenario di progetto	23
Figura 5.2 Flussogramma relativo alla simulazione del TPL nello scenario di simulazione attuale	24
Figura 5.3: Grado di saturazione delle linee di TPL relativo alla simulazione dello stato attuale	24

RAPPORTO

PROGETTO FLAMINIO - PROGETTAZIONE DEL QUARTIERE DELLA CITTÀ DELLA SCIENZA

STUDIO DELLA MOBILITÀ E DEL TRAFFICO NEL QUARTIERE FLAMINIO

1 INTRODUZIONE

La presente relazione tecnica specialistica ricostruisce il percorso seguito per lo studio della mobilità e del traffico dell'area del Flaminio ai fini della realizzazione del progetto di riqualificazione dell'ex caserma "Guido Reni" e la costruzione del quartiere della città della Scienza.

In particolare, si tratta di verificare la funzionalità futura della rete stradale nonché gli impatti generati sulla circolazione, in riferimento al traffico indotto dalla nuova realizzazione.

Nel corso di tale analisi, tutte le fasi relative alla costruzione del modello matematico, alla simulazione macroscopica della rete nonché all'elaborazione dei risultati, sono state eseguite mediante l'utilizzo del software Transcad (version 6.0)¹, un programma che integra pienamente il sistema di informazione georeferenziata (GIS) con applicazioni logistiche e la pianificazione di modelli di traffico.

La relazione è articolata nei seguenti capitoli:

1. Inquadramento territoriale dell'area destinata alla realizzazione del quartiere della città della Scienza;
2. Definizione di un modello matematico per l'analisi dello scenario di traffico attuale e futuro;
3. Stima della domanda di mobilità attuale;
4. Analisi dello scenario di traffico attuale;
5. Stima della domanda di mobilità futura e analisi dello scenario di traffico futuro;
6. Conclusioni.

¹ <http://www.caliper.com/tcovu.htm>

2 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

Il nuovo quartiere della Città della Scienza ricade su di un'area situata all'interno del quartiere Flaminio nell'area nord di Roma (Figura 2.1), nei pressi dell'ex "Stabilimento militare materiali elettronici e di precisione" sito in via Guido Reni (Figura 2.2).

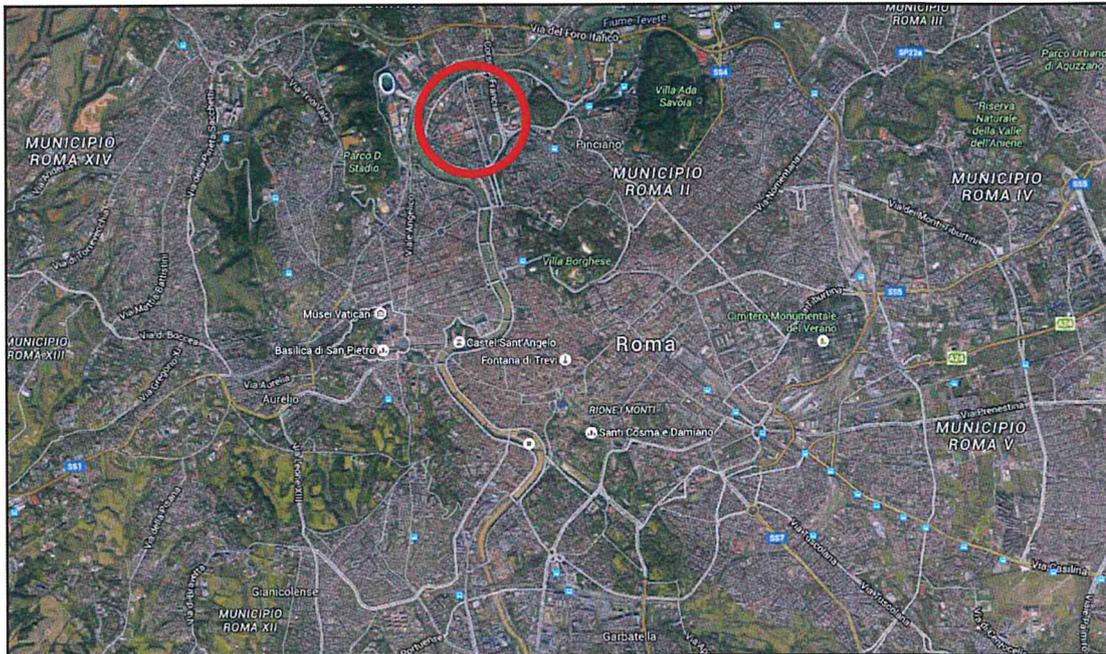


Figura 2.1: Localizzazione del quartiere Flaminio a Roma

Il progetto prevede la riqualificazione di tale caserma ai fini della costruzione della Città della Scienza oltre a diversi alloggi sociali, residenze private, spazi commerciali, strutture ricettive e attrezzature pubbliche per il quartiere.

L'ingresso all'area avverrà attraverso 4 accessi, 3 dei quali localizzati in via Guido Reni ed il rimanente con sbocco su Viale della Vignola (Figura 2.2 e Figura 2.3).

A seguito delle nuove funzioni e attività che verranno a realizzarsi a completamento del progetto, è ovviamente necessario stimare i flussi di traffico attratto e generato nonché gli impatti sulla viabilità del quartiere che ne conseguono.



Figura 2.2: Localizzazione dell'ex "Stabilimento militare materiali elettronici e di precisione" sito in via Guido Reni

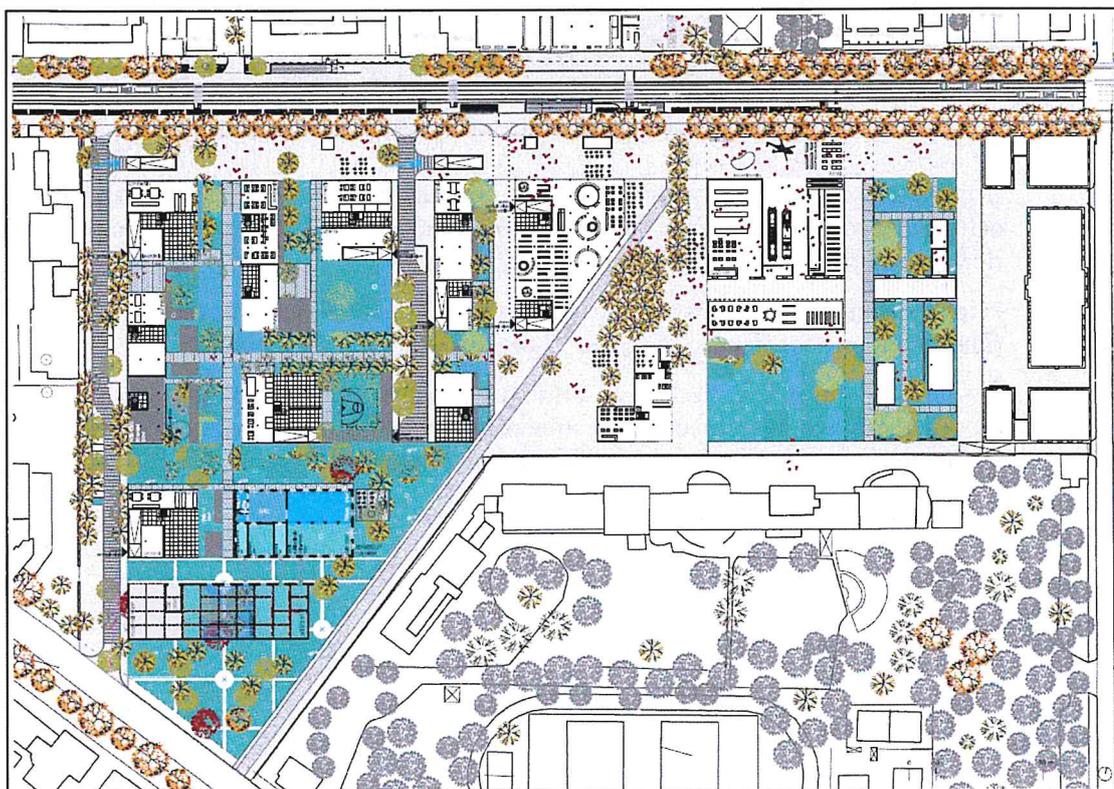


Figura 2.3: Progetto di riqualificazione dell'area

3 COSTRUZIONE DEL MODELLO MATEMATICO PER L'ANALISI DELLA VIABILITÀ

L'analisi di un sistema di trasporto richiede l'implementazione di un modello matematico di simulazione, il quale rappresenta un elemento indispensabile per la stima delle condizioni di circolazione attuali e future.

In particolare, la costruzione di un modello di simulazione richiede l'implementazione delle seguenti fasi (Cascetta, 2009):

1. Individuazione dell'area di studio;
2. Suddivisione in zone dell'area di studio (procedure di zonizzazione) ed estrapolazione delle infrastrutture rilevanti;
3. Costruzione del modello di offerta;
4. Stima della domanda di trasporto tramite l'uso delle indagini e/o dei modelli di domanda;
5. Simulazione dell'interazione domanda/offerta (procedura di assegnazione).

I risultati relativi a ciascuna fase sono riportati in dettaglio nei paragrafi seguenti.

3.1 DEFINIZIONE AREA DI STUDIO

La prima fase necessaria alla stima delle condizioni di circolazione attuali e future nei pressi del nuovo insediamento commerciale è costituita dalla definizione dell'area di studio, vale a dire la zona all'interno della quale si ritiene si esauriscono la maggior parte degli effetti degli interventi progettati. Il confine dell'area di studio è detto cordone, tutto ciò che si trova al di fuori del cordone è detto ambiente esterno.

Nel caso specifico, in Figura 3.1 è riportato l'inquadramento territoriale di dettaglio dell'area di studio. Come è possibile notare, l'area interessa quasi interamente il quartiere Flaminio ed è compresa nell'ansa del Tevere definita a nord da Piazzale di Ponte Milvio, ad ovest dalle pendici di Monte Mario, ad est da villa Glori e dalle pendici dei Monti Parioli e di villa Borghese, a sud da Piazzale Flaminio.

L'estensione dell'area di studio è strettamente legata agli effetti prodotti dall'intervento progettato. Nel caso studio analizzato, è possibile ritenere che gli impatti sulla mobilità rimangano circoscritti alle immediate vicinanze dell'area (i.e. futuro quartiere della Scienza) e non si estendano all'intero territorio della capitale.

Ad ogni modo, dell'ambiente esterno saranno considerate solo le interconnessioni con il sistema di progetto (vedi paragrafo 3.2).

All'interno dell'area di studio individuata si registrano circa 71.000 residenti e poco meno di 104.000 addetti². Le zone di massima concentrazione di popolazione e addetti sono quelle che gravitano sugli assi Flaminia, via Pinturicchio ed il Lungotevere.

² Fonte www.istat.it



Figura 3.1: Definizione area di studio

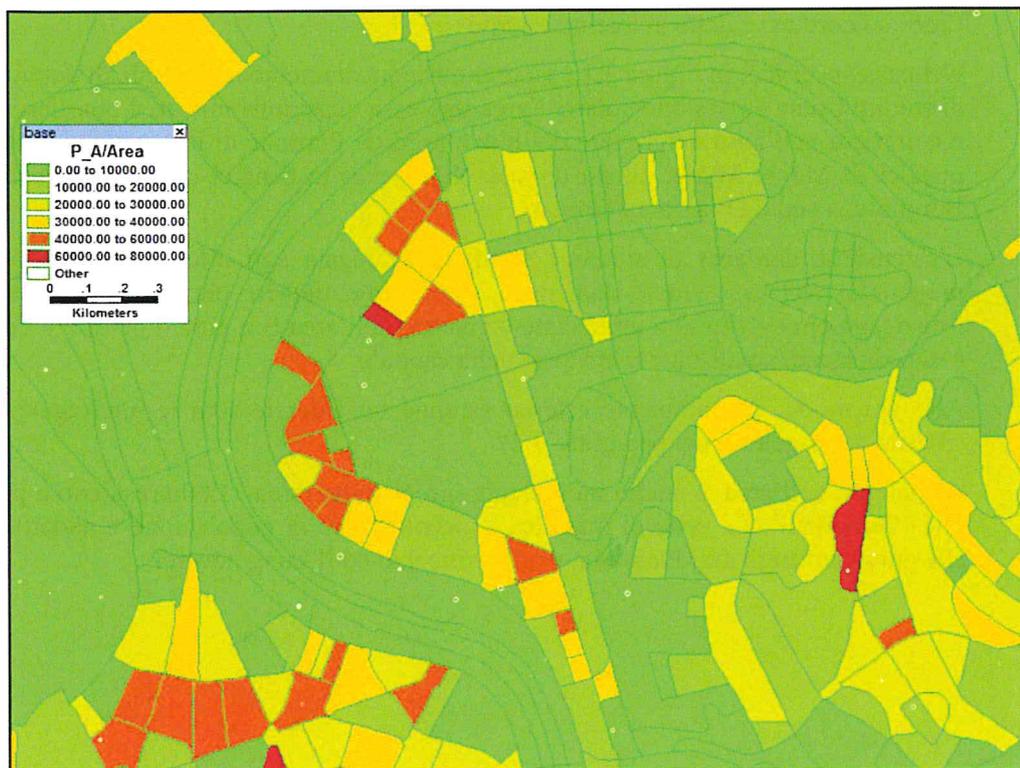


Figura 3.2: Mappa relativa al carico insediativo del quartiere "Flaminio"

In Figura 3.2 è rappresentata la densità del carico insediativo totale nelle zone di interesse, ovvero la somma del numero totale di addetti e di residenti in rapporto all'estensione della zona. Analizzando la scala dei colori si ha una indicazione del carico insediativo totale attuale.

3.2 ZONIZZAZIONE ED ESTRAPOLAZIONE DELLE INFRASTRUTTURE RILEVANTI

Uno spostamento che interessa l'area di studio può avere, in generale, un qualunque punto di origine ed un qualunque punto di destinazione. I possibili punti di origine e destinazione sono, pertanto, teoricamente infiniti. Ovviamente, per poter descrivere il fenomeno della mobilità attraverso un modello matematico quantitativo, è necessario (per esigenze di carattere pratico/modellistico) ricondurre ad un numero finito le origini e le destinazioni degli spostamenti. Ciò si ottiene attraverso la procedura di *zonizzazione*.

La zonizzazione consiste nel discretizzare l'area di studio in zone di traffico (di numero finito), in modo che sia possibile stimare il numero di spostamenti che si hanno tra le varie zone di origine generica "o" e di destinazione generica "d". Tale informazione è organizzata in matrici origine/destinazione (di seguito matrici OD).

Dal punto di vista del modello topologico, ad ogni zona si associa un punto (detto nodo centroide) in cui si ipotizza siano concentrate le origini e le destinazioni di tutti gli spostamenti. In questo modo si commette una approssimazione, che sarà tanto più piccola quanto maggiore è il numero delle zone. Il centroide è poi connesso al grafo che rappresenta la rete stradale mediante un arco fittizio, detto connettore. Gli archi connettori descrivono pertanto gli spostamenti che avvengono per raggiungere la rete di base, a partire dal nodo centroide.

Per quanto riguarda gli spostamenti generati/attratti all'esterno dell'area di studio, si utilizza una schematizzazione simile, basata sulla definizione di ulteriori nodi, detti centroidi esterni, posti in corrispondenza dei punti in cui il cordone "taglia" le principali infrastrutture di trasporto per l'ingresso e l'uscita dall'area di studio. Allo stesso modo i centroidi esterni vengono connessi al grafo rappresentante la rete stradale mediante connettori.

Al fine di poter utilizzare i dati socioeconomici per la successiva stima della domanda di mobilità, ciascuna zona viene ottenuta aggregando le particelle di rilevamento del censimento ISTAT. Queste ultime vanno delimitate in modo che, da un lato risultino omogenee al loro interno rispetto al tipo di mobilità in esame, dall'altro che gli spostamenti interzonali nella rete che si va a definire prevalgano decisamente su quelli intrazonali. Le zone sono individuate adoperando dati ed informazioni censuarie quali ad esempio:

- la destinazione d'uso,
- la popolazione,
- le attività presenti;
- le condizioni socio-economiche.

In sintesi quindi, la costruzione di un modello i cui parametri siano il più possibile rappresentativi della mobilità reale richiede, nella definizione della zonizzazione, il rispetto dei seguenti criteri:

- Omogeneità territoriale, in base alla quale si cerca di aggregare le particelle ISTAT che abbiano valori degli indici di popolazione, addetti nel settore servizi e attività totali il più simili possibili in modo da riprodurre in maniera congruente la mobilità di zona;
- Omogeneità fisica, secondo cui elementi divisori quali fiumi, ferrovie o strade a traffico vietato, devono costituire i confini di zona;
- Omogeneità trasportistica, secondo cui bisogna unire le particelle che utilizzano le stesse infrastrutture in maniera tale da simulare un comportamento di scelta analogo del modo e del percorso;
- Omogeneità topologica in base alla quale la forma delle zone deve essere il più possibile tendente ad un cerchio o ad un quadrato evitando le forme oblunghe.

In Figura 3.3 è raffigurato il risultato della procedura di zonizzazione applicata all'area di studio precedentemente individuata. In particolare, in verde sono rappresentati i centroidi interni all'area (20 centroidi interni) mentre con il colore blu sono individuati i centroidi esterni (5 centroidi esterni), ognuno dei quali necessario alla “cattura” della domanda di trasporto (privata/pubblica) proveniente dalle zone limitrofe.

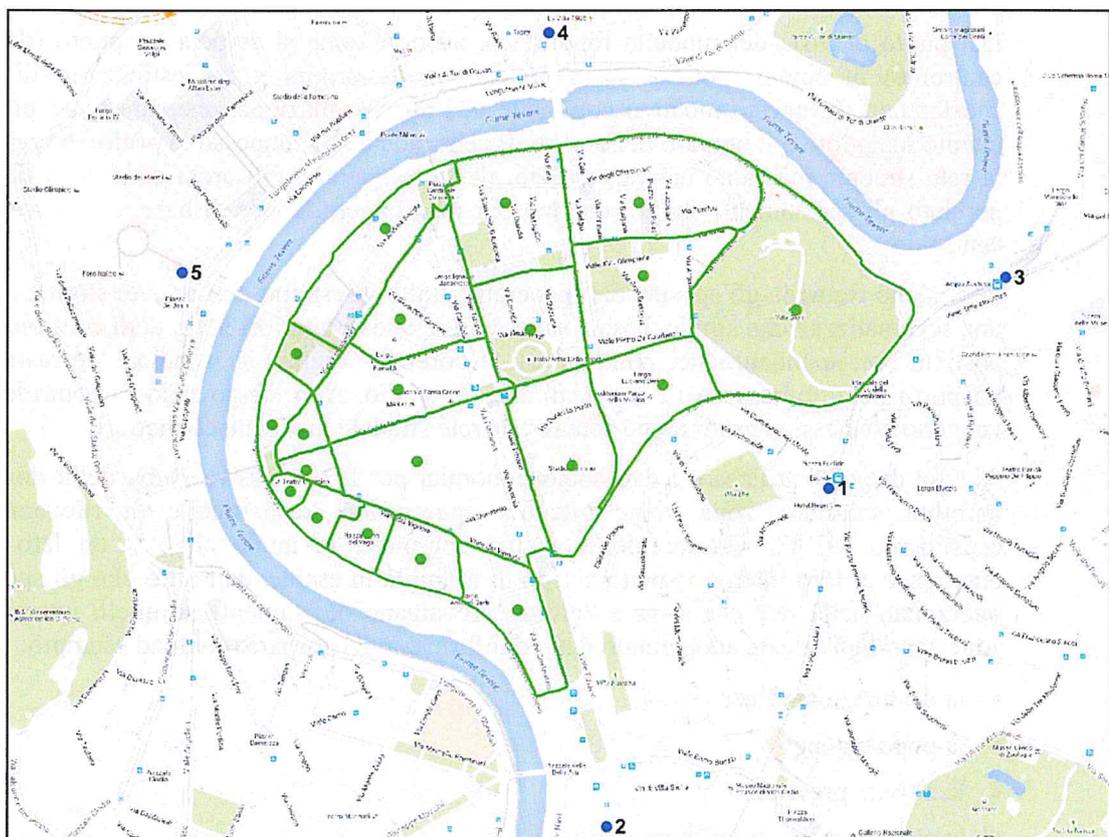


Figura 3.3: Zonizzazione dell'area di studio.

Terminata la fase di zonizzazione, è necessario procedere successivamente con la individuazione della rete di trasporto caratteristica dell'area in esame nota come attività di estrapolazione delle infrastrutture significative per le finalità dell'analisi.

Vale la pena sottolineare che, tale procedura deve essere concorde alla zonizzazione dell'area di studio. In effetti poiché i flussi sugli elementi della rete che risultano da spostamenti intrazonali non sono simulati, una zonizzazione più fitta con una rete di base rada comporterà una sovrastima dei flussi di traffico nella zona. Al contrario, una rete di base molto dettagliata con una zonizzazione meno spinta potrebbe causare una sottostima dei flussi di traffico.

Nel caso studio analizzato, ai fini della simulazione della mobilità all'interno del quartiere Flaminio, è stato necessario mantenere un livello di dettaglio elevato e pertanto, sono state considerate la quasi totalità delle infrastrutture stradali contenute all'interno dell'area di studio utilizzando, come precedentemente illustrato una zonizzazione estremamente fitta.

Ciò ha permesso di ottenere il modello topologico raffigurato in Figura 3.4.

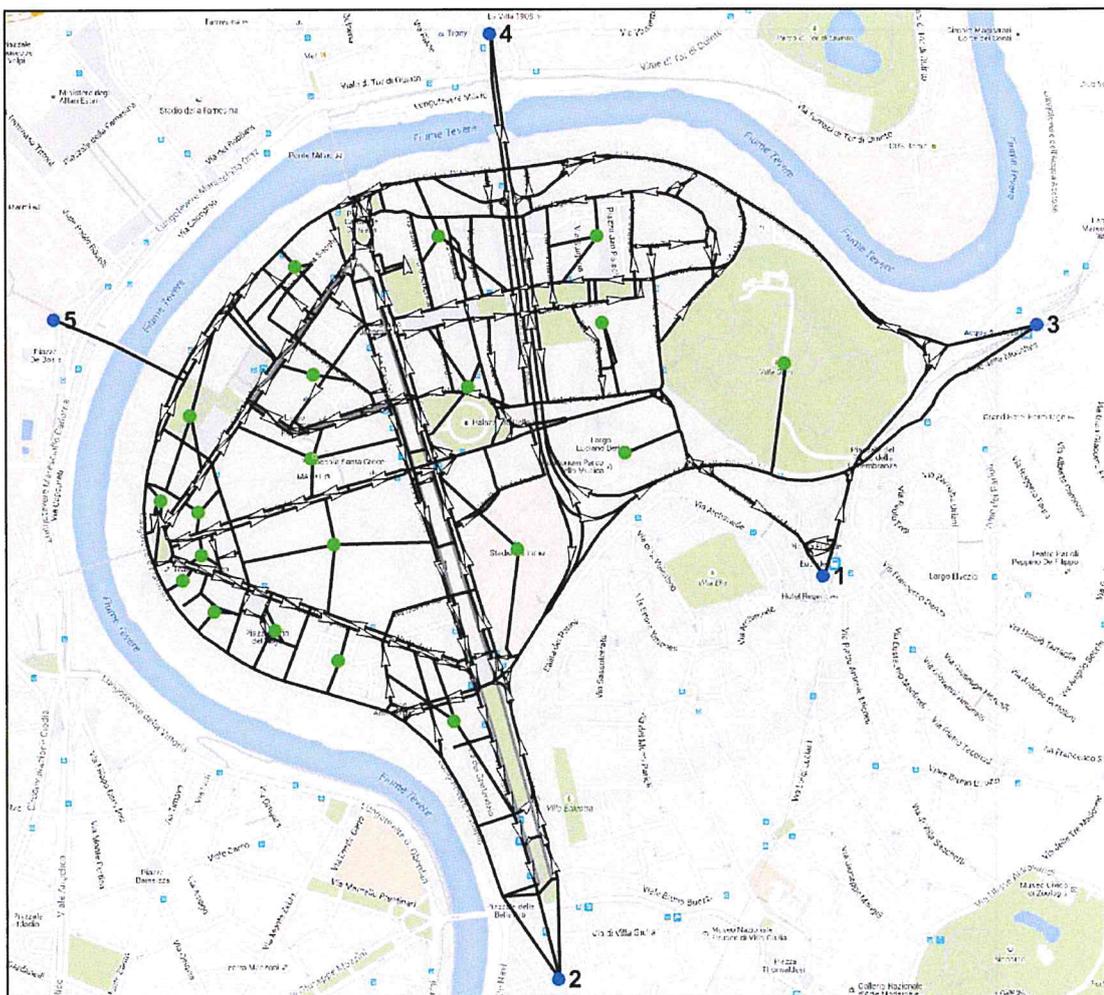


Figura 3.4: Grafo rappresentativo delle infrastrutture stradali del quartiere Flaminio

3.3 COSTRUZIONE DEL MODELLO DI OFFERTA

Come precedentemente illustrato, il modello topologico di offerta di trasporto è costituito dal grafo, rappresentativo delle infrastrutture e dei servizi di trasporto nell'area di studio. Esso è un'entità matematica costituita da due insiemi, quello degli archi e quello dei vertici o nodi. I primi descrivono fasi omogenee dello spostamento; ciò significa che le caratteristiche fisiche e funzionali dell'arco considerato (ad esempio la velocità media) rimangono inalterate durante lo sviluppo dell'arco stesso. Da questa descrizione appare evidente che non esistono solo archi di percorrenza dell'infrastruttura, bensì anche archi di attesa e di manovra. Questi ultimi vengono utilizzati qualora si voglia descrivere in maniera "esplosa" un'intersezione. Il livello di dettaglio in questo caso è notevole e solitamente una rappresentazione tale è giustificata solo in alcuni tipi di analisi (ad esempio studio di un'intersezione).

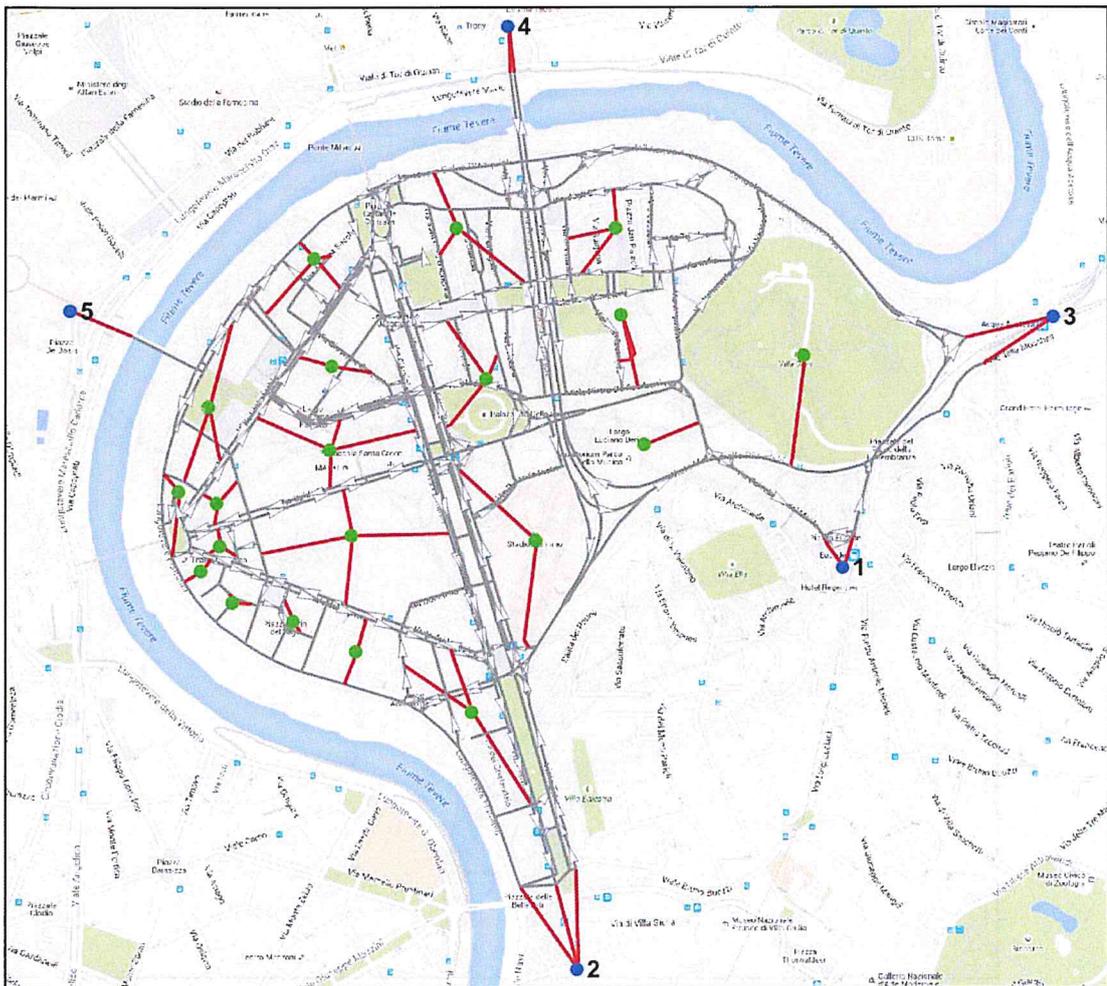


Figura 3.5: Rappresentazione archi reali (in grigio) e archi connettori (in rosso)

I vertici o nodi invece sono punti di coordinate spaziale e/o temporali in cui vengono separate le diverse fasi del viaggio. Oltre ai già citati centroidi interni ed esterni, all'interno di un grafo si riconoscono:

- Nodi reali: generalmente rappresentano intersezioni o punti di confluenza della rete;
- Nodi fittizi: descrivono i punti in cui avvengono gli scambi tra i centroidi interni e la rete reale.

In maniera analoga gli archi possono essere classificati come archi reali o archi fittizi a seconda che rappresentino elementi fisici della rete (ad esempio un ramo stradale o una manovra di svolta) oppure elementi virtuali quali gli archi connettori che rappresentano il collegamento tra i nodi centroide e la rete reale.

In Figura 2.8, i rami stradali precedentemente elencati sono raffigurati secondo la rappresentazione topologica descritta. In particolare, gli archi in rosso rappresentano gli archi connettori mentre in grigio sono evidenziati gli archi reali.

Al fine della costruzione del modello di offerta è necessario a questo punto trasformare il semplice grafo ottenuto in una rete, all'interno della quale ad ogni singolo arco è associato un costo generalizzato. Quest'ultimo rappresenta la difficoltà o impedenza (espressa ad esempio come tempo di attesa o tempo di percorrenza) che un generico utente incontra nell'effettuare una determinata fase dello spostamento. E' da rilevare che le funzioni di costo utilizzate in ambito urbano devono essere di tipo congestionato ossia devono variare il loro valore in funzione del numero di utenti che contemporaneamente decide di utilizzare quell'elemento della rete. In tale circostanza dunque il tempo di percorrenza su di un ramo stradale dipende dal numero di utenti che contemporaneamente decide di utilizzare il ramo (maggiore è il flusso, tanto maggiore saranno i tempi di percorrenza).

Per la costruzione del modello di offerta della rete stradale oggetto di studio è stata eseguita un'opportuna campagna di indagine che ha permesso di associare a ciascun arco le seguenti informazioni:

- Lunghezza dell'arco (in km), reale per gli archi di corsa, pari al raggio medio di zona per gli archi connettori;
- Larghezza dell'arco (in metri) per senso di marcia, considerando la cosiddetta "larghezza utile", vale a dire la larghezza geometrica della corsia depurata da eventuali ostacoli che limitino la circolazione dei veicoli (e.g. la sosta). Per gli archi connettori, che si considerano non congestionati, la larghezza è imposta molto grande (infinita);
- Tempo di ciclo semaforico e relativo tempo di verde, reale per le intersezioni semaforizzate e fittizio per le altre, per simulare il disturbo tra i diversi flussi di manovra che hanno punti di conflitto;
- Rapporto di verde efficace μ calcolato come rapporto tra il tempo di verde efficace e la durata del ciclo per le intersezioni semaforizzate. Per le intersezioni non semaforizzate esso è opportunamente calibrato in funzione del tempo medio di attesa dei veicoli;
- Velocità a flusso nullo posta per semplicità pari alla velocità massima consentita su ciascun ramo stradale;
- Tempo di percorrenza a flusso nullo calcolato nell'ipotesi di deflusso stabile in funzione della lunghezza dell'arco L_i e della velocità a flusso nullo V_i come:

$$t_i' = L_i / V_i \quad 1$$

- Flusso di saturazione dell'arco in veicoli/ora (F_s), calcolato per gli archi reali in funzione della larghezza utile della strada (L_u) con il metodo "inglese" (Montella, 1996) come:

$$F_s = 525 \cdot Lu \quad 2$$

- Capacità effettiva in veicoli/ora, differenziata per senso di marcia e calcolata come:

$$Cap = F_s \cdot \mu \quad 3$$

Un ruolo fondamentale nella stima dei valori di congestione di ciascun ramo stradale è rappresentato dal rapporto di verde μ il quale, tiene conto della riduzione di capacità del ramo dovuta all'intersezione. Maggiore è il tempo di arresto nei pressi dell'intersezione, minore sarà il corrispondente valore di verde efficace μ e maggiore sarà la riduzione di capacità dell'arco, con un conseguente aumento della probabilità di congestione e formazione di code.

Ai fini di un'esauritiva analisi della mobilità all'interno del quartiere Flaminio, oltre alla simulazione del sistema di trasporto stradale privato, è necessario simulare anche il sistema di trasporto pubblico.

A differenza del trasporto privato, il grafo di un trasporto pubblico deve permettere la rappresentazione delle diverse fasi dello spostamento. Ciò implica la necessità di introdurre un maggior numero di nodi ed archi al fine di rappresentare anche gli spostamenti pedonali.

Pertanto è possibile definire i seguenti elementi:

- Nodi
 - Nodi centroidi (Origine/Destinazione degli spostamenti)
 - Nodi Pedonali (Appartenenti alla Rete pedonale)
 - Nodi di Fermata o Nodi di diversione ;
 - Nodi di Linea;
- Archi:
 - Archi pedonali (Connettono mutualmente nodi centroidi, nodi pedonali e nodi di fermata) ;
 - Archi di salita il cui tempo di attesa è funzione della frequenza delle linee di trasporto pubblico;
 - Archi di discesa;
 - Archi di linea il cui tempo di percorrenza è funzione del livello di congestione su ciascun arco attraversato ad eccezione delle corsie riservate (e.g. linee tramviaria) per le quali è stata considerata una velocità commerciale di 15 km/h.

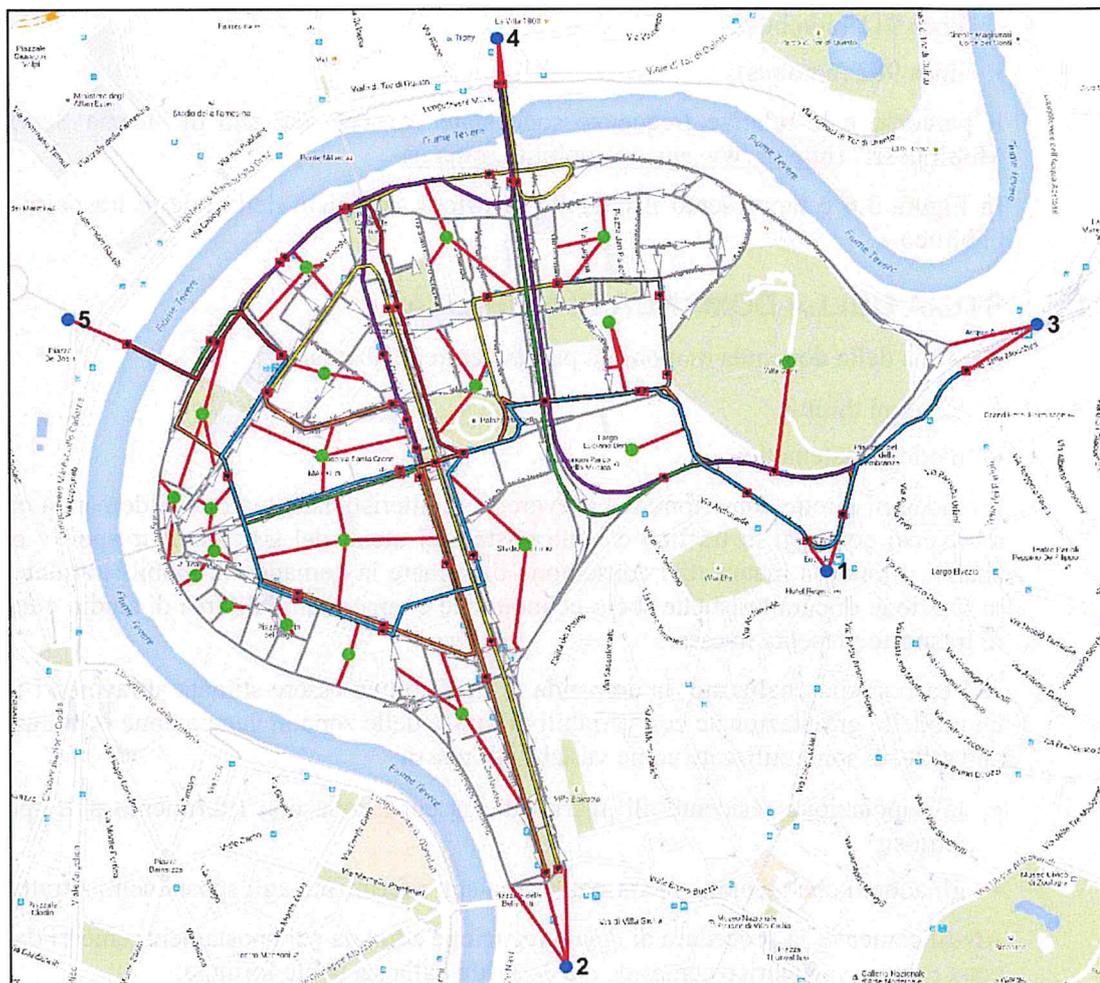


Figura 3.6: Modello di offerta della rete di trasporto privato e pubblico

Nel caso studio affrontato è stata utilizzata come base la rete di trasporto privato, aggiungendo alla stessa tutte le linee che interessano totalmente o marginalmente il quartiere Flaminio, vale a dire:

- linea 2 (tram)
- linea 53 (autobus);
- linea 168 (autobus);
- linea 200 (autobus);
- linea 201 (autobus);
- linea 223 (autobus);
- linea 226 (autobus);
- linea 280 (autobus);
- linea 446 (autobus);
- linea 910 (autobus);

- linea 911 (autobus);
- linea 982 (autobus).

Il percorso e le relative frequenze sono state scaricate dal sito di “Roma Servizi per la Mobilità srl” (<http://www.agenziamobilita.roma.it>).

In Figura 3.6 è rappresentato il modello di offerta completo della rete di trasporto privato e pubblico.

3.4 STIMA DELLA DOMANDA DI MOBILITÀ

La stima della domanda di mobilità può avvenire mediante:

- indagini dirette;
- modelli matematici.

Le indagini dirette consistono nel rilevare le caratteristiche attuali della domanda di mobilità attraverso conteggi di traffico e/o interviste agli utenti del sistema di trasporto, oggetto di analisi. I modelli matematici consentono di stimare la domanda di mobilità attuale e futura, in funzione di caratteristiche socio-economiche e territoriali dell’area di studio e del sistema di trasporto presente in essa.

Nel caso studio analizzato, la domanda di traffico può essere stimata attraverso l’utilizzo di un modello gravitazionale con variabili di massa delle zone in generazione ed attrazione. Nel dettaglio, si sono utilizzate come variabili di massa:

- la popolazione residente all’interno di ciascuna zona con riferimento agli spostamenti emessi;
- gli addetti che lavorano in ciascuna zona con riferimento agli spostamenti attratti.

Analiticamente, la procedura di disaggregazione adottata per spostamenti emessi da ciascuna zona o verso il generico centroide c è descritta dalla seguente formula:

$$d_{o,c} = \frac{Pop_o}{\sum_{o' \in Area_o} Pop_{o'}} \cdot d_{o,Area} \quad 4$$

dove d_{area} è la domanda totale (somma di tutta la popolazione residente) e Pop_o è la popolazione residente nella zona di origine o .

Per quanto riguarda invece gli spostamenti attratti da ciascuna destinazione d provenienti dal generico centroide c , la formula utilizzata è:

$$d_{c,d} = \frac{Add_d}{\sum_{d' \in Area_d} Add_{d'}} \cdot d_{c,Area_d} \quad 5$$

dove $d_{c,Area}$ è il vettore di domanda attratta totale (somma di tutti gli addetti di zona), e Add_d il numero di addetti della zona di destinazione d .

Utilizzando la stessa procedura, è possibile ottenere una stima degli utenti che utilizzano il trasporto pubblico considerando una ripartizione modale che all’interno della capitale si attesta attorno al 30% (i.e. privato 70%, pubblico 30%, vedi Cascetta, 2015).

Una volta ottenute le matrici relative alla modalità di trasporto privato e pubblico, si è proceduto all'effettuazione di opportune campagne di rilevamento (i.e. indagini), per ottenere dei valori di flusso su alcune sezioni stradali e su alcune linee di trasporto pubblico e migliorare la stima delle matrici iniziali.

I metodi di stima delle matrici OD che utilizzano i conteggi di traffico negli ultimi anni hanno ricevuto una notevole attenzione sia dal punto di vista teorico che applicativo, considerando il costo e la complessità delle indagini campionarie sulla domanda nonché le inevitabili imprecisioni connesse alla stima sia diretta che da modello della matrice OD. Inoltre, i conteggi di traffico costituiscono una fonte di informazione sulla domanda trasporto economica e facilmente reperibile, anche in modo automatico.

Gli obiettivi principali della campagna di rilievo riguardano la quantificazione dei flussi nelle ore di maggiore criticità. Pertanto sono stati misurati:

- i flussi veicolari che impegnano alcune sezioni dell'area di studio nelle ore di punta serali;
- la composizione di tali flussi veicolari;
- il numero di passeggeri su alcune linee di trasporto.

Il rilevamento dei flussi di traffico è stato effettuato nei giorni 30 novembre 2015 e 3 dicembre 2015 nella fascia oraria compresa tra le ore 17 e le ore 19 utilizzando opportune tecniche di campionamento descritte nel dettaglio nel seguito.

La scelta dell'orario di rilevamento non è casuale in quanto tale periodo della giornata è quello all'interno del quale si registra statisticamente la maggiore affluenza verso gli esercizi commerciali e contemporaneamente la maggiore concentrazione di spostamenti per il motivo casa-lavoro (e.g. rientro dagli uffici).

Le attività di indagine sono state effettuate in corrispondenza di cinque sezioni (Figura 3.7):

- via Flaminia e viale Tiziano;
- via Guido Reni (entrambi i versi di marcia);
- via Lungotevere Flaminio (entrambi i versi di marcia)
- viale dei Parioli (entrambi i versi di marcia);
- Corso di Francia (entrambi i versi di marcia).

I conteggi sono stati effettuati su intervalli temporali continui di 15 minuti per un periodo di osservazione di un'ora. Le categorie di flusso rilevato sono le automobili (Auto), le moto ed i motorini (Moto), i veicoli commerciali (nel seguito Light Commercial Vehicle-LCV) con un peso per asse inferiore alle 3,5 tonnellate e gli autobus.

I veicoli conteggiati sono stati successivamente omogeneizzati in unità di veicoli equivalenti utilizzando le indicazioni riportate nel manuale HCM 2000 (HCM 2000). In particolare, i coefficienti moltiplicativi per le tre categorie rilevate sono riportati nella Tabella 3.1. I valori ottenuti saranno utilizzati nelle verifiche funzionali successive.

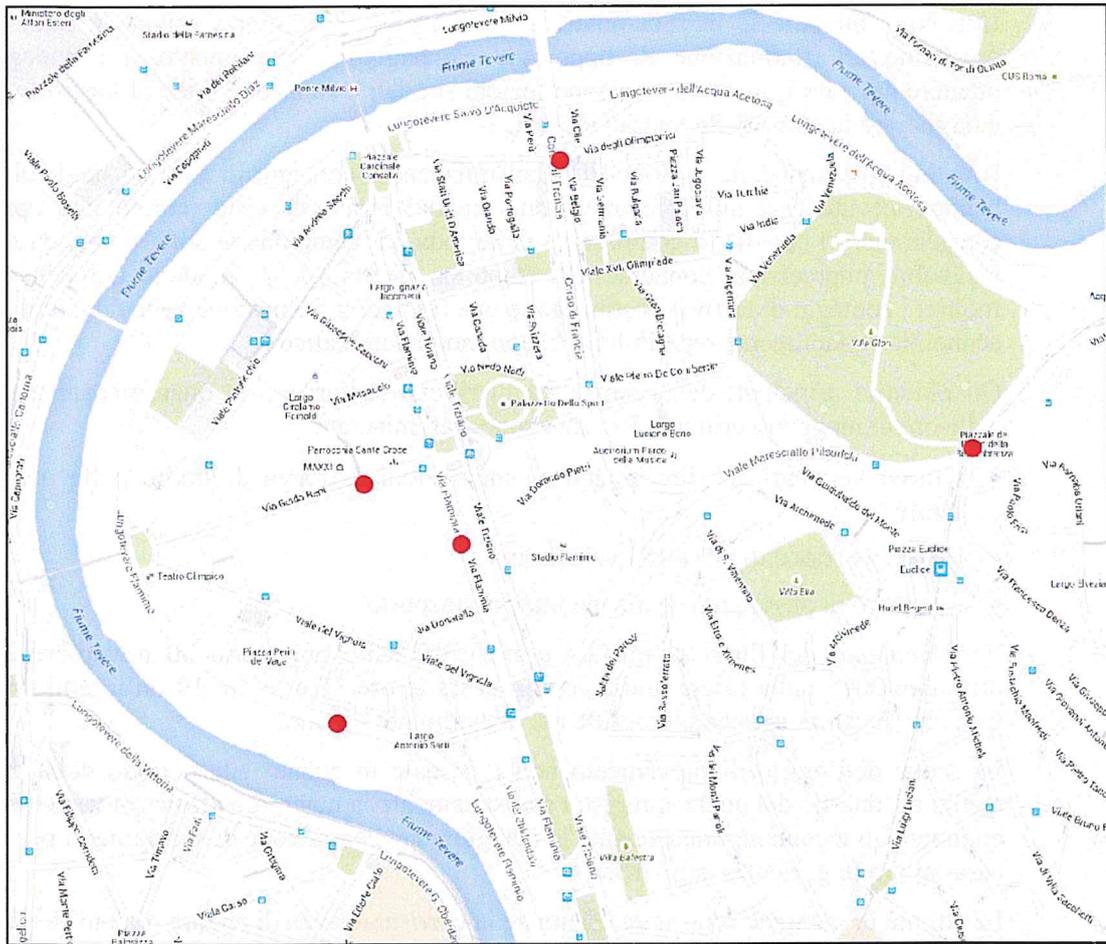


Figura 3.7: Localizzazione delle sezioni di conteggio

Tabella 3.1 Coefficienti di omogeneizzazione proposti dal manuale HCM 2000

	Auto	Moto	LCV	Bus
coefficiente di omogeneizzazione	1.00	0.33	1,5	2.00

I risultati dei conteggi sono riportati in Appendice A.

Per quanto riguarda il trasporto pubblico, la campagna di rilevamento ha permesso di rilevare che l'attuale offerta di trasporto riesce a soddisfare pienamente la domanda di mobilità. I coefficienti di riempimento degli autobus risultano infatti essere nella maggior parte dei casi bassi. La linea 2 del tram è interessata da un flusso di entità maggiore proveniente in larga parte dall'esterno dell'area di studio (i.e. da piazza del Popolo dove è presente un importante interscambio con la linea A della metropolitana) ma la frequenza nell'ora di punta riesce a garantire una capacità sufficiente.

Tra le procedure per la stima della matrice OD tramite conteggi di traffico presenti in Transad si è scelto di utilizzare il metodo proposto da Nielsen (Nielsen, 1993). Tale metodo ha il vantaggio di trattare i conteggi come variabili stocastiche e di lavorare con ogni metodo di assegnazione di traffico (Equilibrium, Stochastic User Equilibrium, System Optimization Assignment, Capacity Restraint, Incremental Assignment, All-or-Nothing Assignment). Nel

caso specifico, il metodo di assegnazione scelto è lo stochastic User Equilibrium. Ciò ha permesso di assumere che la percezione dei costi da parte degli utenti in un dato percorso, non è identica e che i viaggi tra ogni coppia OD sono divisi tra i percorsi, con il percorso più economico che attira la maggior parte dei viaggi. In generale, tale tipo di assegnazione produce dei risultati più realistici rispetto ad altre metodologie deterministiche.

Il metodo di Nielsen è un processo iterativo (o bi-level) che va in avanti e indietro tra uno stadio di assegnazione di traffico e uno stadio della matrice stimata. La procedura richiede una stima iniziale della matrice OD: questa può essere di default, ovvero precedentemente stimata sulla base di misurazioni, o sinteticamente generata, ad esempio con modelli di distribuzione di viaggio.

Il successo di questo metodo è basato sull'uso di un realistico modello di assegnazione del traffico. TransCAD compie questo tipo di iterazione: i totali delle righe e delle colonne della matrice OD dell'iterazione corrente vengono divisi per i totali delle righe e colonne della matrice della precedente iterazione; questo rapporto è poi moltiplicato per gli spostamenti della matrice della precedente iterazione per estrarre i valori relativi a la successiva matrice OD da stimare.

Sulla base di tale metodo, le matrici del trasporto privato e pubblico sono state calibrate e assegnate alle rete, come descritto in dettaglio nei capitoli seguenti.

4 LA MOBILITÀ ATTUALE NELL'AREA DI STUDIO

L'assegnazione della matrici OD stimate alla rete permette di valutare i flussi di veicoli e di utenti all'interno dell'area di studio.

Tali assegnazioni restituiscono come output i flussi sugli archi della rete in veicoli equivalenti/ora (trasporto privato) o flussi/ora (trasporto pubblico), i tempi di percorrenza a carico e il grado di congestione di ciascun arco. In forma grafica, è possibile produrre per ogni assegnazione un tematismo della rete rappresentativo sia dell'intensità dei flussi di traffico, proporzionale allo spessore dell'arco, sia del valore del suo grado di congestione, rappresentato mediante successive gradazioni di colore dal verde al rosso, in base al quale:

- il verde chiaro è indicativo di una condizione di sottosaturazione con condizioni di congestione trascurabile o nulla (rapporto flusso/capacità compreso tra 0 e 0,25). In sostanza, tutti i veicoli riescono a mantenere la velocità desiderata e non emergono interazioni tra gli stessi;
- il verde scuro è indicativo di una condizione di sottosaturazione con condizioni di congestione bassa (rapporto flusso/capacità compreso tra 0,25 e 0,5). In questo caso, ci sono lievi interazioni tra veicoli ma in generale si può ritenere il flusso non interrotto;
- il giallo è indicativo di una condizione di sottosaturazione ma con condizioni di congestione media (rapporto flusso/capacità compreso tra 0,5 e 0,75). L'interazione tra veicoli non è trascurabile ed è possibile la formazione di brevi code;
- l'arancione è indicativo di una condizione di saturazione limite con condizioni di congestione moderata (rapporto flusso/capacità compreso tra 0,75 e 0,1). Il flusso veicolare risulta spesso interrotto a causa della non trascurabile interazione tra veicoli;
- il rosso è indicativo di una condizione di sovrasaturazione in base al quale il livello di congestione estremamente elevato forza i veicoli a restare fermi in coda generando fenomeni di stop&go.

A partire dai flussi di arco e dalle velocità a carico ottenute dalla procedura di assegnazione, è possibile caratterizzare il funzionamento della rete, in termini di criticità locali e globali, con riferimento alle prestazioni trasportistiche.

In particolare, nel presente studio, sono stati calcolati per l'analisi delle condizioni di circolazione del trasporto privato i seguenti indicatori:

- i veicoli chilometro, quantificati come somma complessiva dei chilometri percorsi dai veicoli in movimento sulla rete:

$$Veic \cdot km = \sum_{l \in I_{Archi\ Reali}} L_l \cdot f_l \quad 6$$

- il tempo totale, cioè il tempo complessivamente speso dai veicoli per compiere il tragitto dal punto di origine al punto di destinazione:

$$\bar{T} = \frac{\sum_{od} T_{od} \cdot d_{od}}{\sum_{od} d_{od}} \quad 7$$

- la velocità media di percorrenza sulla rete, media delle velocità reali calcolate su ciascun arco della rete nelle condizioni di traffico simulate:

$$\bar{V} = \frac{\sum_{l \in \text{Iarchireali}} V_l \cdot f_l}{\sum_{l \in \text{Iarchireali}} f_l} \quad 8$$

- il livello di criticità media, calcolato come media pesata sui flussi del grado di saturazione di ciascun arco:

$$\overline{VOC} = \frac{\sum_{l \in \text{Iarchireali}} VOC_l \cdot f_l}{\sum_{l \in \text{Iarchireali}} f_l} \quad 9$$

Per l'analisi della rete di trasporto pubblico, si è scelto di concentrare l'attenzione sul grado di saturazione delle diverse linee di TPL che interessano l'area di studio, in modo da valutare eventuali necessità di incrementare o migliorare l'attuale offerta di trasporto a seguito dell'apertura della nuova Città della Scienza.

4.1 LO STATO ATTUALE DELLA RETE STRADALE DI TRASPORTO PRIVATO

I risultati della procedura di assegnazione sono rappresentati in Figura 4.1. I valori degli indicatori sono invece riassunti in Tabella 4.1.

Tabella 4.1 Valori degli indicatori relativi alla simulazione dello scenario attuale

Veicoli chilometro [V*Km]	Tempo totale [min]	Velocità media [km/h]	Criticità media
41174,56	3,08	36,27	0,59

Come è possibile notare, la maggior parte delle strade all'interno dell'area di studio ha una capacità notevolmente superiore ai valori di flusso assegnati. La quasi totalità della rete è interessata da livelli di sottosaturazione medio-bassi (i.e. criticità media=0,59), che rendono la circolazione abbastanza scorrevole. La velocità media risulta essere prossima ai 40 km/h ed i tempi medi totali impiegati dagli utenti per spostarsi all'interno dell'area di studio sono di poco superiori ai 3 minuti. Le uniche sezioni stradali interessate da una congestione maggiore sono quelle in prossimità di intersezioni semaforizzate dove il flusso non è trascurabile. Ciò avviene in particolare lungo il Lungotevere Flaminio nella zona nei pressi del ponte Duca D'Aosta. Le strade limitrofe all'ex Caserma Guido Reni dove sorgerà la Città della Scienza (i.e. Via Guido Reni e Viale della Vignola) risultano essere interessate da un flusso di scarsa entità con fenomeni di congestione praticamente assenti. Allo stesso modo,

via Flaminia e viale Tiziano presentano condizioni di sottosaturazione anche se in alcuni tratti stradali (soprattutto in prossimità delle intersezioni) la riduzione di capacità dovuta alla presenza del semaforo e l'interazione tra i diversi flussi veicolari generano fenomeni di congestione medio-alta.

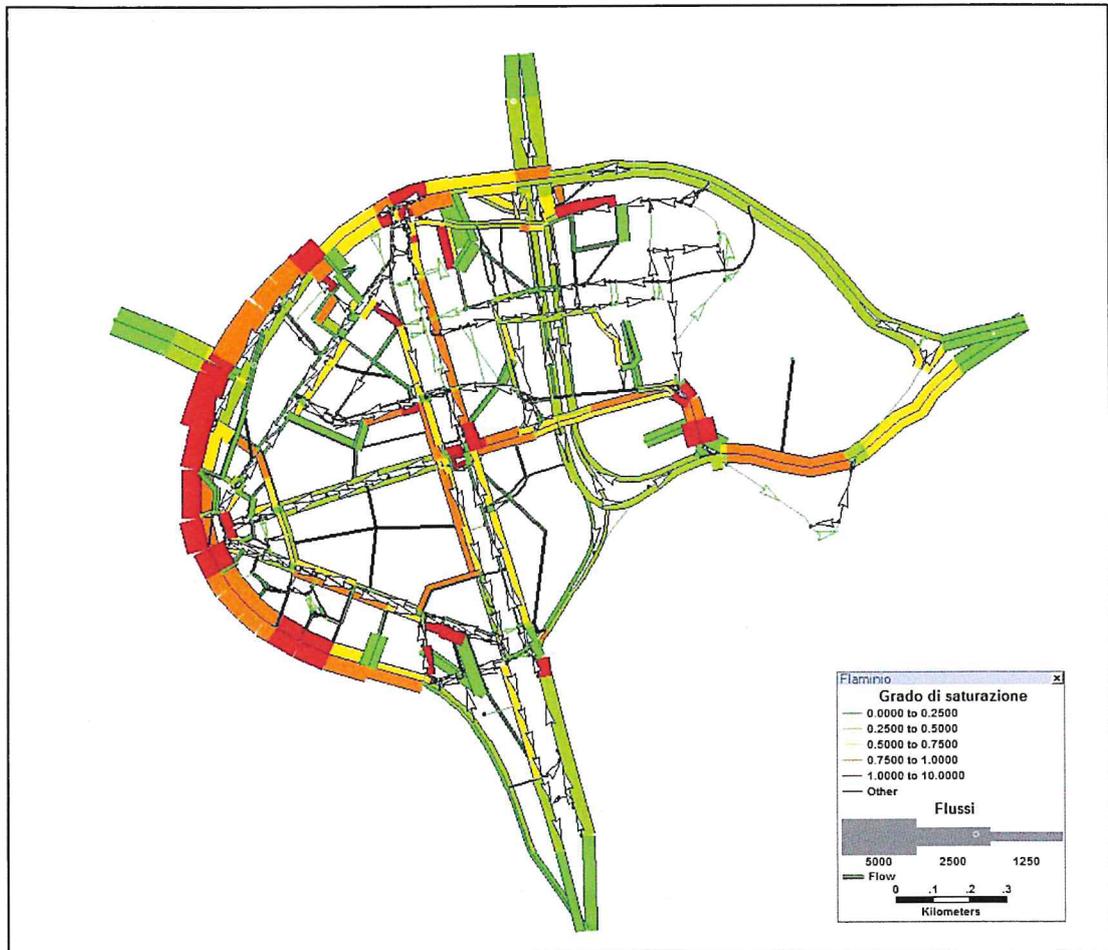


Figura 4.1: Mappa di assegnazione della rete di trasporto stradale privato nella simulazione dello scenario attuale

4.2 LO STATO ATTUALE DELLA RETE DI TRASPORTO PUBBLICO

Dal momento che nel quartiere Flaminio, la rete di trasporto pubblico non viaggia esclusivamente su corsie riservate, i tempi di percorrenza e il grado di congestione della rete di trasporto privato sono fondamentali per eseguire una corretta assegnazione del TPL.

Come era possibile prevedere, i risultati dell'assegnazione mostrano che le maggiori entità di flusso si registrano lungo l'asse di via Flaminia verso piazzale Mancini, termine di corsa di tutte le linee di TPL che interessano l'area di studio (Figura 4.2).

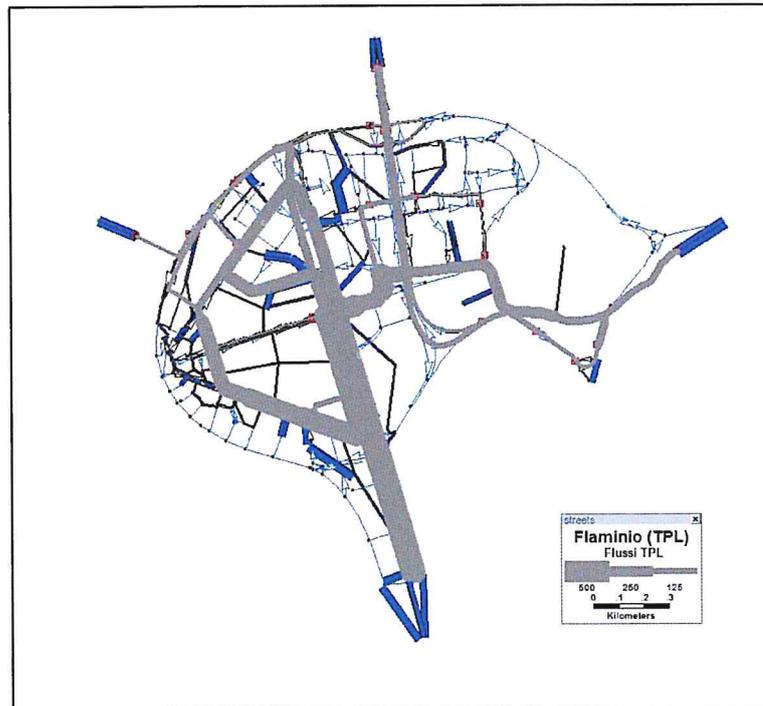


Figura 4.2: Flussogramma relativo alla simulazione del TPL nello scenario di simulazione attuale

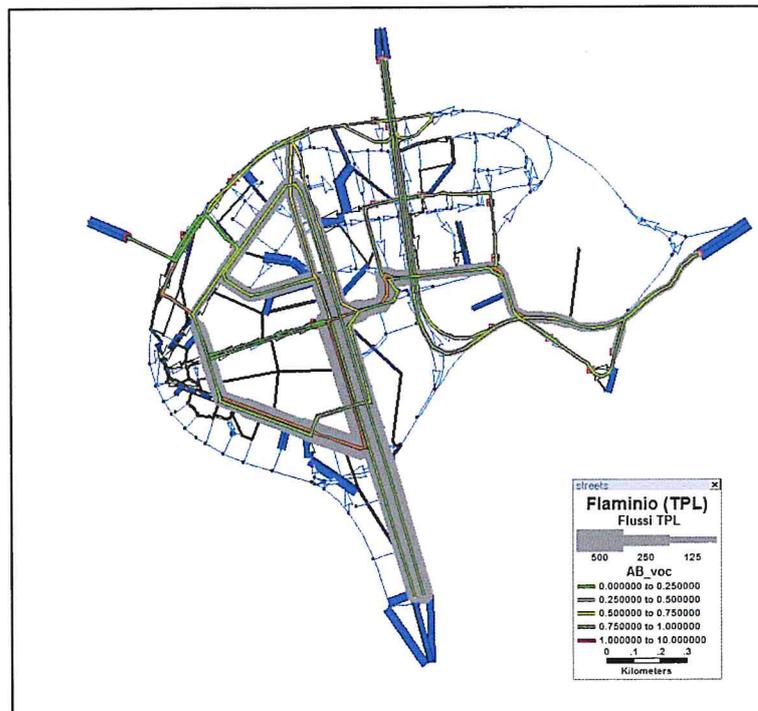


Figura 4.3: Grado di saturazione delle linee di TPL relativo alla simulazione dello stato attuale

La linea 2 del tram risulta essere molto attrattiva. Ciò è dovuto sia alla maggiore capacità del tram rispetto alle linee di autobus sia al fatto che tale metodologia di trasporto viaggia prevalentemente in corsia riservata e riesce a mantenere velocità commerciali più alte.

In generale, i risultati dell'assegnazione confermano quanto riscontrato durante la campagna di indagine, vale a dire che l'offerta di TPL riesce a soddisfare l'attuale domanda (Figura 4.3). Il grado di saturazione medio registrato è 0,25.

5 SCENARIO PROGETTUALE

5.1 STIMA DEL TRAFFICO INDOTTO DALL'INTERVENTO URBANISTICO

Nel Manuale “Trip Generation” pubblicato dall’Institute of Transportation Engineers (ITE, 2008), si ritrova una procedura di stima preliminare del traffico generato in presenza di differenti condizioni di destinazione ed uso del suolo che è molto diffusa sia negli Stati Uniti che in altri Paesi.

Questa procedura standard si basa su funzioni di generazioni e/o indici per categoria di destinazione ed uso del suolo parametrizzati su grandezze caratteristiche, come superficie di vendita, numero di addetti, e così via.

Le variabili indipendenti delle funzioni generative, ovvero questi indici parametrici, sono rapportate alle stesse grandezze nelle dimensioni del particolare caso in studio e consentono di arrivare ad una stima dei valori di traffico relativi al caso stesso. La determinazione delle funzioni di generazione e degli indici parametrici per categoria è basata sull’analisi statistica di strutture analoghe.

La stima del traffico generato dalla particolare infrastruttura è quindi ottenuta moltiplicando il valore tipico di uso del suolo preso a riferimento (es., i metri quadrati di superficie coperta destinata all’attività) per l’indice di generazione del corrispondente intervallo riportato dal Manuale ITE, ovvero sostituendo il particolare parametro nella rispettiva equazione della curva di regressione dell’indice di generazione stesso.

Nella Tabella 5.1 che segue, che è riferita alla situazione presa a riferimento per il caso del progetto della Città della Scienza nel quartiere Flaminio di Roma si hanno le equivalenze tra le attività insediate e categorie ITE per le quali, rispettivamente, nel Manuale si trovano i valori degli indici parametrici del traffico generato in rapporto a 1.000 metri quadri di superficie lorda affittabile (o 1000 sqf GLA) relativamente a diversi periodi temporali di interesse.

Tabella 5.1 Valore degli indici parametrici proposti dal Manuale ITE

Tipologia	Unità di misura	Valore	Unità di misura ITE	Valore
Alloggi	mq	35007	Unità abitative	220
Attività commerciale	mq	5000	KSF ²	5
Attività ricettiva	mq	5000	N. Stanze	133
Museo	mq	27000	KSF ²	29

Nella Tabella 5.2 vengono riportati i valori utilizzati per la stima del traffico.

Per le diverse tipologie di attività si sono quindi effettuati i relativi calcoli per differenti periodi temporali di interesse e con la rispettiva distribuzione tra traffico entrante ed uscente, ancora fornita dal Manuale ITE.

Le stime col Metodo ITE portano ad un volume di traffico complessivamente generato dalle attività insediate nell’area del Flaminio di **317** veicoli/ora per il periodo dell’ora di punta del pomeriggio (ora compresa tra le 17:00 e le 19:00) del giorno ferialo,

Tabella 5.2 Traffico stimato per le diverse destinazioni d'uso previste

	Traffico medio ora di punta del mattino	Traffico medio ora di punta pomeriggio	Traffico entrante medio mattino	Traffico uscente medio mattino	Traffico entrante medio pomeriggio	Traffico uscente medio pomeriggio
Alloggi	112	139	22	89	90	49
Struttura ricettiva	89	93	52	38	46	48
Museo della Scienza	8	5	7	1	1	4
Attività commerciali	25	81	16	10	39	42
	233	317	96	137	175	142

Per l'ora di punta del pomeriggio feriale e sempre in complesso per le attività insediate di commercio e residenza, dal Metodo ITE si può desumere che una aliquota del 55% sia in entrata mentre il restante 45% è in uscita dall'area di intervento, ovvero: **175** veicoli/ora entranti e **142** veicoli/ora uscenti.

5.2 ANALISI DELLA MOBILITÀ DELLA RETE DI TRASPORTO PRIVATO NELL'AREA DI STUDIO NELLO SCENARIO DI PROGETTO

Il traffico stimato mediante l'utilizzo della procedura proposta dal manuale ITE deve essere ripartito tra le diverse zone origine e destinazione appartenenti all'area di studio. A tale scopo, si è scelto di ripartire tale flusso in maniera proporzionale al traffico attratto/emesso da ciascuna zona. Ciò ha permesso di ottenere una nuova matrice OD che è stata nuovamente assegnata in Transcad.

I risultati sono raffigurati in Figura 5.1, mentre i valori degli indicatori sono riassunti nella Tabella 5.3.

In sostanza, la riqualificazione dell'area non genera un evidente incremento del traffico all'interno dell'area di studio. I veicoli chilometro ovviamente aumentano, ma la distribuzione del flusso sulla rete all'equilibrio fornisce valori di tempi di percorrenza e del livello di saturazione pressoché identici.

Lungo via Guido Reni e viale della Vignola, nei pressi degli accessi al futuro quartiere, la simulazione macroscopica restituisce un aumento del numero di veicoli transitanti. Ad ogni modo, entrambe le strade possiedono una capacità residua tale da accogliere flussi maggiori senza una conseguente formazione di code.

Tabella 5.3 Confronto tra i valori degli indicatori relativi alla simulazione dello scenario attuale e dello scenario di progetto

	Scenario attuale	Scenario di progetto	Variazione %
Veicoli chilometro [V*Km]	41174,56	41675,89	+1,21%
Tempo totale [min]	3,08	3,08	0,00%
Velocità media [km/h]	36,27	36,26	-0.01%
Criticità media	0,59	0,59	0.00%

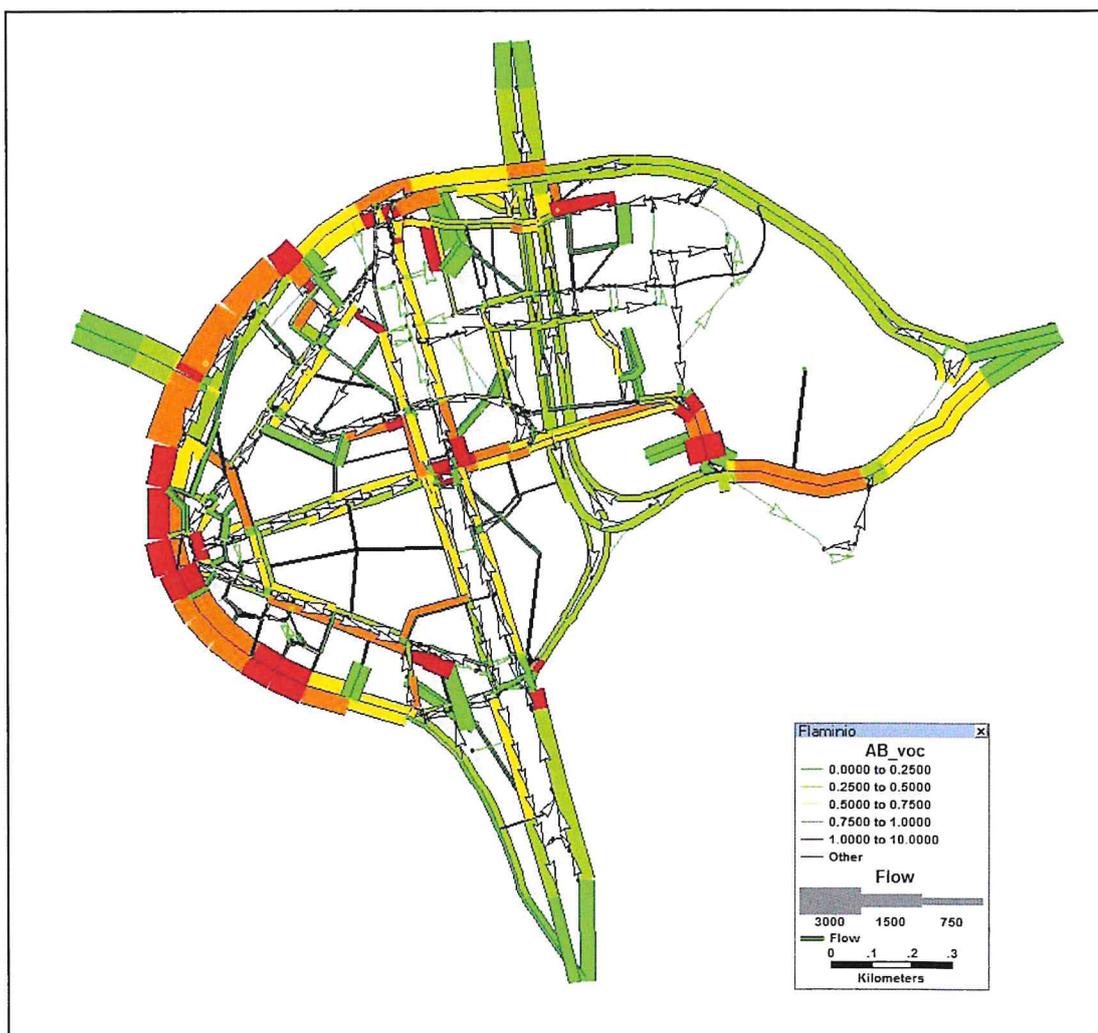


Figura 5.1: Mappa di assegnazione della rete di trasporto stradale privato nella simulazione dello scenario di progetto

5.3 ANALISI DELLA MOBILITÀ DELLA RETE DI TRASPORTO PUBBLICO NELL'AREA DI STUDIO NELLO SCENARIO DI PROGETTO

Nel caso dell'analisi del trasporto pubblico, la stima del possibile aumento della domanda di trasporto in seguito alla riqualificazione dell'ex caserma "Guido Reni" è molto più complessa.

La mobilità degli utenti di TPL è in generale influenzata da molteplici fattori (variazione dell'offerta, incremento della qualità, politiche *push* and *pull* a favore del trasporto pubblico) e richiederebbe un'analisi molto più approfondita non limitata soltanto all'area del quartiere Flamini, bensì all'intero territorio della capitale.

Ad ogni modo, a vantaggio di sicurezza, per lo scenario di progetto è stato considerato un incremento del flusso totale (emesso/attratto) del 10% in modo da tener in considerazione anche una possibile ripartizione modale alla quale la città di Roma inevitabilmente andrà incontro nei prossimi anni in seguito alle misure che il comune sta adottando per sfavorire l'utilizzo dell'auto e al completamento della Linea C.

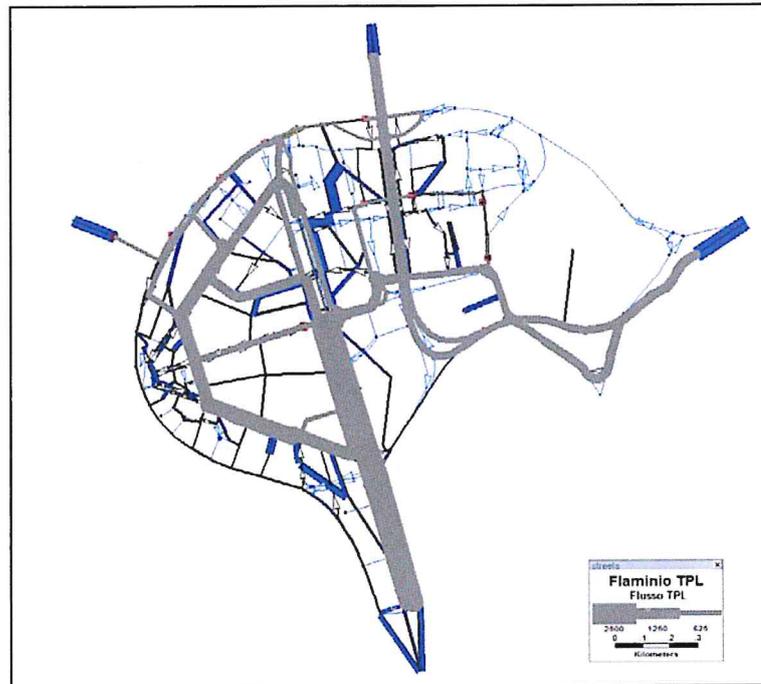


Figura 5.2 Flussogramma relativo alla simulazione del TPL nello scenario di simulazione attuale

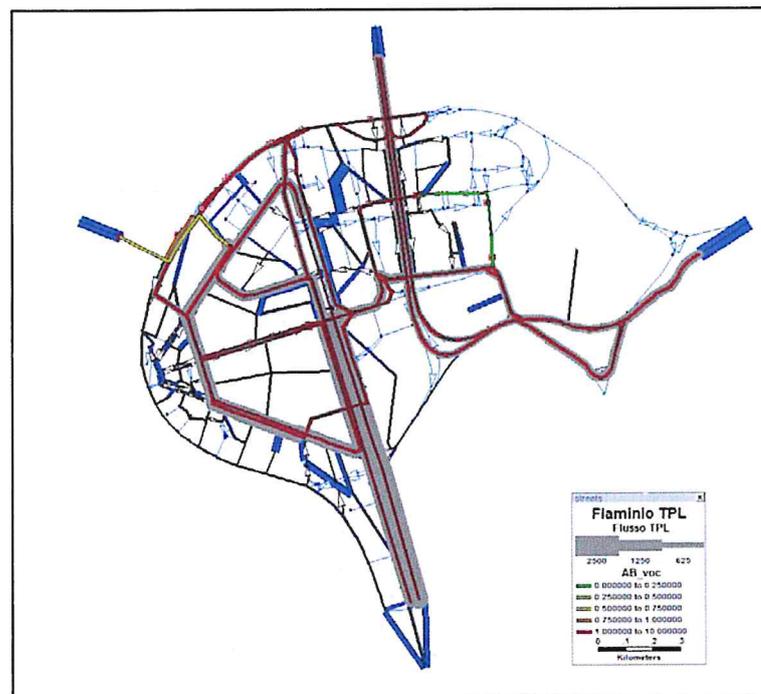


Figura 5.3: Grado di saturazione delle linee di TPL relativo alla simulazione dello stato attuale

La nuova matrice così ottenuta è stata quindi nuovamente assegnata in Transcad. I risultati sono rappresentati in Figura 5.2 e Figura 5.3.

Come è possibile vedere, nello scenario di progetto, l'attuale offerta di trasporto pubblico risulta insufficiente al soddisfacimento della domanda di trasporto. Il grado medio di saturazione delle linee è infatti notevolmente superiore all'unità (i.e. **1,73**). Ciò significa che gli utenti in molti casi non riescono a salire sulla prima corsa utile a causa del sovraffollamento e sono costretti ad attendere le corse successive, con un incremento di disutilità notevole.

In questo caso pertanto, si ritiene possa essere necessaria una riorganizzazione delle linee di autobus in modo da adattare l'offerta al futuro incremento di domanda.

6 CONCLUSIONI

L'obiettivo dello studio di impatto trasportistico, una volta valutata la domanda di trasporto e le condizioni di circolazione attuali, ha riguardato la quantificazione del traffico potenziale indotto dal nuovo quartiere della Città della Scienza e la stima della qualità della viabilità in tale contesto (sia del trasporto privato che pubblico).

In particolare, la stima del traffico veicolare generato dalle nuove attività di commercio, residenza, ricettiva e museale previste dal progetto è stata condotta con la metodologia del Manuale ITE (ITE, 2008) e poi simulata con il software Transcad. Queste stime di traffico sono comunque da considerare in eccesso a seguito del non aver detratto, per maggior cautela, la componente del traffico di fermata di passaggio, o pass-by-trips, di solito stimabile tra il 15 ed 25%. I valori di traffico indotto così stimati con riferimento all'ora di punta pomeridiana del giorno feriale medio sono stati distribuiti ed aggiunti ai dati di traffico attuali.

Dalle analisi effettuate emerge che, pur nell'ora di punta più gravosa e nell'ipotesi di massimo carico, le arterie stradali all'interno dell'area di studio sono dotate di una notevole capacità residua che permette di accogliere l'incremento di traffico senza generare problemi di congestione. Le analisi delle prestazioni hanno inoltre evidenziato la sussistenza di condizioni di traffico generalmente ottime per tutte le strade. Lievi fenomeni di coda si registrano in prossimità di intersezioni semaforizzate (soprattutto lungo il Lungotevere nei pressi del ponte Duca D'Aosta), anche se tali fenomeni sono da ritenere localizzati dal momento che non si propagano alle zone limitrofe. Si è inoltre verificato, attraverso il corrispondente grado di saturazione, che l'incremento di traffico sulle principali strade afferenti, ossia Via Guido Reni e viale della Vignola, produce sempre condizioni di circolazione accettabili.

Per quanto riguarda l'analisi della mobilità di trasporto pubblico, è stato valutato un aumento futuro della domanda pari al 10% del livello attuale. Tale ipotesi conservativa è volta a verificare le attuali prestazioni del sistema in seguito ad un possibile incremento della domanda futura. I risultati delle simulazioni mostrano che, in tale contesto, potrebbe essere necessaria una riorganizzazione dell'offerta di TPL che serve il quartiere Flaminio in modo da garantire una maggiore capacità oraria e andare incontro alle future esigenze di mobilità.

In conclusione, il traffico indotto dalle nuove attività del progetto non risulta praticamente in grado di poter modificare in modo sostanziale le attuali condizioni operative della viabilità afferente e di perimetro.

APD/VIC/GBP:dpl

RIFERIMENTI

Cascetta E. (2009) Transportation System Analysis: Models and Applications. Springer, New York

Cascetta, E. (2015) Gli Spread del trasporto pubblico locale. Roma Centro Congressi Cavour, 30 aprile 2015.

HCM2000 Highway Capacity Manual 2000. Transportation Research Board

ITE, Institute of Transportation Engineers (2008) Trip Generation, 8th edition, ITE, Washington

Montella, B. (1996) Pianificazione e controllo del traffico urbano: modelli e metodi.

Nielsen, O. A. (1993). A new method for estimating trip matrices from counts. Institute of Roads, Traffic and Town Planning, The Technical University of Denmark.

APPENDICE A
CONTEGGI DI TRAFFICO

APPENDICE A CONTEGGI DI TRAFFICO

**Tabella 1: Valore dei flussi conteggiati il giorno 30 novembre 2015
nel quarto d'ora 18:00/18:15**

via Flaminia					viale Tiziano				
	Auto	Moto	LCV	Bus		Auto	Moto	LCV	Bus
veicoli	193	75	7	3	veicoli	202	51	18	1
via Guido Reni (verso via Flaminia)					via Guido Reni (verso Piazza Gentile de Fabriano)				
	Auto	Moto	LCV	Bus		Auto	Moto	LCV	Bus
veicoli	154	75	9	3	veicoli	177	71	7	2
Lungotevere Flaminio (verso ponte Duca D'Aosta)					Lungotevere Flaminio (verso Piazzale Belle Arti)				
	Auto	Moto	LCV	Bus		Auto	Moto	LCV	Bus
veicoli	193	80	14	0	veicoli	204	52	13	0
viale dei Parioli (verso via merasciallo Pilsudski)					viale dei Parioli (verso viale della Moschea)				
	Auto	Moto	LCV	Bus		Auto	Moto	LCV	Bus
veicoli	268	76	20	2	veicoli	207	50	8	1
Corso di Francia (verso via Flaminio)					Corso di Francia (verso ponte Flaminio)				
	Auto	Moto	LCV	Bus		Auto	Moto	LCV	Bus
veicoli	465	58	9	1	veicoli	211	58	20	2

**Tabella 2: Valore dei flussi conteggiati il giorno 30 novembre 2015
nel quarto d'ora 18:15/18:30**

via Flaminia					viale Tiziano				
	Auto	Moto	LCV	Bus		Auto	Moto	LCV	Bus
veicoli	210	80	9	3	veicoli	209	64	20	1
via Guido Reni (verso via Flaminia)					via Guido Reni (verso Piazza Gentile de Fabriano)				
	Auto	Moto	LCV	Bus		Auto	Moto	LCV	Bus
veicoli	168	57	17	3	veicoli	176	62	14	2
Lungotevere Flaminio (verso ponte Duca D'Aosta)					Lungotevere Flaminio (verso Piazzale Belle Arti)				
	Auto	Moto	LCV	Bus		Auto	Moto	LCV	Bus
veicoli	290	77	9	0	veicoli	211	79	18	0
viale dei Parioli (verso via merasciallo Pilsudski)					viale dei Parioli (verso viale della Moschea)				
	Auto	Moto	LCV	Bus		Auto	Moto	LCV	Bus
veicoli	290	55	7	1	veicoli	191	62	10	1
Corso di Francia (verso via Flaminio)					Corso di Francia (verso ponte Flaminio)				
	Auto	Moto	LCV	Bus		Auto	Moto	LCV	Bus
veicoli	485	50	8	1	veicoli	220	49	10	2

**Tabella 3: Valore dei flussi conteggiati il giorno 30 novembre 2015
nel quarto d'ora 18:30/18:45**

via Flaminia					viale Tiziano				
	Auto	Moto	LCV	Bus		Auto	Moto	LCV	Bus
veicoli	195	57	18	3	veicoli	200	70	9	2
via Guido Reni (verso via Flaminia)					via Guido Reni (verso Piazza Gentile de Fabriano)				
	Auto	Moto	LCV	Bus		Auto	Moto	LCV	Bus
veicoli	153	63	12	2	veicoli	161	59	10	1
Lungotevere Flaminio (verso ponte Duca D'Aosta)					Lungotevere Flaminio (verso Piazzale Belle Arti)				
	Auto	Moto	LCV	Bus		Auto	Moto	LCV	Bus
veicoli	214	56	12	0	veicoli	210	55	15	0
viale dei Parioli (verso via merasciallo Pilsudski)					viale dei Parioli (verso viale della Moschea)				
	Auto	Moto	LCV	Bus		Auto	Moto	LCV	Bus
veicoli	254	66	7	2	veicoli	200	64	16	1
Corso di Francia (verso via Flaminio)					Corso di Francia (verso ponte Flaminio)				
	Auto	Moto	LCV	Bus		Auto	Moto	LCV	Bus
veicoli	467	79	13	2	veicoli	209	79	12	2

**Tabella 4: Valore dei flussi conteggiati il giorno 30 novembre 2015
nel quarto d'ora 18:45/19:00**

via Flaminia					viale Tiziano				
	Auto	Moto	LCV	Bus		Auto	Moto	LCV	Bus
veicoli	209	56	13	2	veicoli	214	73	12	1
via Guido Reni (verso via Flaminia)					via Guido Reni (verso Piazza Gentile de Fabriano)				
	Auto	Moto	LCV	Bus		Auto	Moto	LCV	Bus
veicoli	172	46	8	1	veicoli	179	46	18	3
Lungotevere Flaminio (verso ponte Duca D'Aosta)					Lungotevere Flaminio (verso Piazzale Belle Arti)				
	Auto	Moto	LCV	Bus		Auto	Moto	LCV	Bus
veicoli	222	56	16	0	veicoli	208	66	17	0
viale dei Parioli (verso via merasciallo Pilsudski)					viale dei Parioli (verso viale della Moschea)				
	Auto	Moto	LCV	Bus		Auto	Moto	LCV	Bus
veicoli	290	70	11	2	veicoli	197	46	14	1
Corso di Francia (verso via Flaminio)					Corso di Francia (verso ponte Flaminio)				
	Auto	Moto	LCV	Bus		Auto	Moto	LCV	Bus
veicoli	428	62	17	2	veicoli	200	47	8	3

**Tabella 5: Valore dei flussi conteggiati il giorno 3 dicembre 2015
nel quarto d'ora 18:00/18:15**

via Flaminia					viale Tiziano				
	Auto	Moto	LCV	Bus		Auto	Moto	LCV	Bus
veicoli	196	79	19	1	veicoli	216	76	8	2
via Guido Reni (verso via Flaminia)					via Guido Reni (verso Piazza Gentile de Fabriano)				
	Auto	Moto	LCV	Bus		Auto	Moto	LCV	Bus
veicoli	168	50	5	2	veicoli	155	74	15	1
Lungotevere Flaminio (verso ponte Duca D'Aosta)					Lungotevere Flaminio (verso Piazzale Belle Arti)				
	Auto	Moto	LCV	Bus		Auto	Moto	LCV	Bus
veicoli	263	51	13	0	veicoli	211	55	15	0
viale dei Parioli (verso via merasciallo Pilsudski)					viale dei Parioli (verso viale della Moschea)				
	Auto	Moto	LCV	Bus		Auto	Moto	LCV	Bus
veicoli	292	77	9	1	veicoli	200	56	9	3
Corso di Francia (verso via Flaminio)					Corso di Francia (verso ponte Flaminio)				
	Auto	Moto	LCV	Bus		Auto	Moto	LCV	Bus
veicoli	433	53	9	1	veicoli	193	79	7	3

**Tabella 6: Valore dei flussi conteggiati il giorno 3 dicembre 2015
nel quarto d'ora 18:15/18:30**

via Flaminia					viale Tiziano				
	Auto	Moto	LCV	Bus		Auto	Moto	LCV	Bus
veicoli	210	49	8	2	veicoli	215	50	8	2
via Guido Reni (verso via Flaminia)					via Guido Reni (verso Piazza Gentile de Fabriano)				
	Auto	Moto	LCV	Bus		Auto	Moto	LCV	Bus
veicoli	163	59	8	1	veicoli	167	52	14	1
Lungotevere Flaminio (verso ponte Duca D'Aosta)					Lungotevere Flaminio (verso Piazzale Belle Arti)				
	Auto	Moto	LCV	Bus		Auto	Moto	LCV	Bus
veicoli	244	67	6	0	veicoli	192	77	14	0
viale dei Parioli (verso via merasciallo Pilsudski)					viale dei Parioli (verso viale della Moschea)				
	Auto	Moto	LCV	Bus		Auto	Moto	LCV	Bus
veicoli	260	74	14	3	veicoli	218	65	15	1
Corso di Francia (verso via Flaminio)					Corso di Francia (verso ponte Flaminio)				
	Auto	Moto	LCV	Bus		Auto	Moto	LCV	Bus
veicoli	500	77	15	3	veicoli	211	75	17	2

**Tabella 7: Valore dei flussi conteggiati il giorno 3 dicembre 2015
nel quarto d'ora 18:30/18:45**

via Flaminia					viale Tiziano				
	Auto	Moto	LCV	Bus		Auto	Moto	LCV	Bus
veicoli	205	51	17	1	veicoli	201	45	17	2
via Guido Reni (verso via Flaminia)					via Guido Reni (verso Piazza Gentile de Fabriano)				
	Auto	Moto	LCV	Bus		Auto	Moto	LCV	Bus
veicoli	170	50	10	2	veicoli	169	58	18	2
Lungotevere Flaminio (verso ponte Duca D'Aosta)					Lungotevere Flaminio (verso Piazzale Belle Arti)				
	Auto	Moto	LCV	Bus		Auto	Moto	LCV	Bus
veicoli	243	52	9	0	veicoli	196	65	5	0
viale dei Parioli (verso via merasciallo Pilsudski)					viale dei Parioli (verso viale della Moschea)				
	Auto	Moto	LCV	Bus		Auto	Moto	LCV	Bus
veicoli	214	59	13	2	veicoli	214	54	5	3
Corso di Francia (verso via Flaminio)					Corso di Francia (verso ponte Flaminio)				
	Auto	Moto	LCV	Bus		Auto	Moto	LCV	Bus
veicoli	412	79	20	1	veicoli	219	48	14	2

**Tabella 8: Valore dei flussi conteggiati il giorno 3 dicembre 2015
nel quarto d'ora 18:45/19:00**

via Flaminia					viale Tiziano				
	Auto	Moto	LCV	Bus		Auto	Moto	LCV	Bus
veicoli	216	80	19	1	veicoli	194	75	18	2
via Guido Reni (verso via Flaminia)					via Guido Reni (verso Piazza Gentile de Fabriano)				
	Auto	Moto	LCV	Bus		Auto	Moto	LCV	Bus
veicoli	169	71	8	1	veicoli	169	46	19	1
Lungotevere Flaminio (verso ponte Duca D'Aosta)					Lungotevere Flaminio (verso Piazzale Belle Arti)				
	Auto	Moto	LCV	Bus		Auto	Moto	LCV	Bus
veicoli	221	47	14	0	veicoli	217	55	7	0
viale dei Parioli (verso via merasciallo Pilsudski)					viale dei Parioli (verso viale della Moschea)				
	Auto	Moto	LCV	Bus		Auto	Moto	LCV	Bus
veicoli	265	45	10	2	veicoli	218	61	18	3
Corso di Francia (verso via Flaminio)					Corso di Francia (verso ponte Flaminio)				
	Auto	Moto	LCV	Bus		Auto	Moto	LCV	Bus
Veicoli	438	60	16	3	veicoli	200	63	14	2