

SISTEMA STATISTICO INTEGRATO PER LA VALUTAZIONE DEGLI IMPATTI DELLA MOBILITA' IN AREA URBANA

C. Sessa, R. Esposito, R. Enei, A. Vendetti, ISIS

Abstract: Il “*Sistema Statistico Integrato per la Valutazione degli Impatti della Mobilità in Area Urbana*” è in corso di sviluppo nell’ambito del progetto di ricerca Europeo GRACE. Il sistema consente la rappresentazione delle statistiche relative alla mobilità passeggeri per un dato territorio – in particolare una area funzionale urbana – e periodo (e.g. un anno) di riferimento. Le statistiche riguardano in particolare i flussi di mobilità (numero di spostamenti), i relativi volumi di traffico misurati in passeggeri.km e veicoli.km, e gli impatti economici (costi del trasporto), sociali (tempi persi a causa della congestione, incidentalità) e ambientali (emissioni di CO₂ e inquinanti, rumore) del trasporto. Al momento il sistema è stato definito sul piano concettuale, e potrebbe essere implementato con dati reali per una qualunque area funzionale urbana o, più in generale, territorio di riferimento. Il suo scopo è consentire l’osservazione integrata dei dati della mobilità e dei relativi impatti economici, sociali ed ambientali, ma può essere impiegato anche per valutare i cambiamenti indotti da politiche della mobilità o in altri settori che abbiano un impatto sui livelli e le caratteristiche della mobilità. Un primo esempio concreto del sistema è in corso di implementazione per l’area provinciale di Roma, con l’obiettivo di dimostrarne la fattibilità pratica attraverso i) l’identificazione delle fonti e dei metodi utilizzati per calcolare le diverse tipologie di dati che compongono il sistema e ii) una prima raccolta ed elaborazione dei dati effettivamente disponibili ed accessibili. Il presente contributo descrive sinteticamente le caratteristiche del sistema, le prime elaborazione effettuate sulla mobilità pendolare nell’area provinciale di Roma, basate sulle informazioni del Censimento ISTAT 2001, e gli sviluppi futuri. Gli autori sono membri del team di ricerca GRACE.

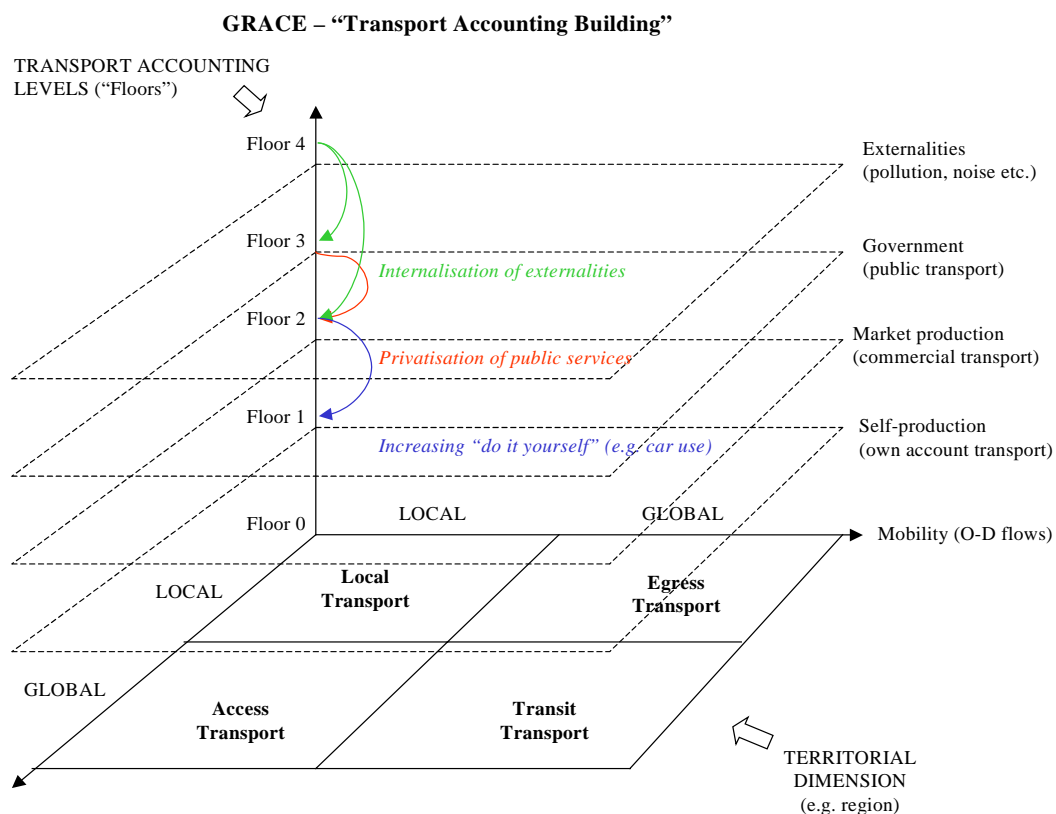
1. Introduzione

Il “Sistema Statistico Integrato per la Valutazione degli Impatti della Mobilità in Area Urbana” è in corso di sviluppo nell’ambito del progetto di ricerca Europeo GRACE.¹

Il sistema consente la rappresentazione delle statistiche relative alla mobilità passeggeri per un dato territorio – in particolare una area funzionale urbana – e periodo (e.g. un anno) di riferimento.

Le statistiche esaminate comprendono i flussi di mobilità (numero di spostamenti), i relativi volumi di traffico misurati in passeggeri.km e veicoli.km, e gli impatti economici (costi del trasporto), sociali (tempi persi a causa della congestione, incidentalità) e ambientali (emissioni di CO₂ e inquinanti, rumore) del trasporto.

I dati del sistema sono organizzati secondo lo schema tridimensionale illustrato in figura:



¹ GRACE - Generalisation of Research on Accounts and Cost Estimation – è un progetto di ricerca finanziato dalla Commissione Europea e coordinato dall’Università di Leeds, con lo scopo di studiare e raffinare gli strumenti per la valutazione degli impatti esterni del trasporto e l’analisi delle politiche tariffarie di internalizzazione dei costi esterni. L’ISIS vi partecipa con il compito, fra gli altri, di sviluppare un prototipo di sistema di contabilità urbana della mobilità e dei suoi impatti. Gli autori sono membri del team di ricerca GRACE.

Lo schema è denominato “Transport Accounting Building” perché richiama la struttura di un edificio a più piani, in cui ad ogni piano sono immagazzinati dati relativi alla mobilità di diversa natura, e come vedremo collegati da formule di calcolo che consentono di determinare gli impatti della mobilità registrati “ai piani superiori” in base ai flussi di mobilità osservati “al pian terreno”.

Prima di continuare con la descrizione del sistema, è importante chiarire che:

- al momento il sistema è stato definito sul piano concettuale, ed è in quanto tale applicabile ad una qualunque area funzionale urbana o, più in generale, territorio di riferimento;
- il sistema è stato concepito per consentire una osservazione integrata dei dati della mobilità e dei relativi impatti economici, sociali ed ambientali, ma può essere impiegato anche per valutare i cambiamenti indotti da politiche della mobilità o in altri settori che abbiano un impatto sui livelli e le caratteristiche della mobilità;
- un primo prototipo del sistema è in corso di implementazione a scopo dimostrativo per l’area provinciale di Roma. Scopo del prototipo è dimostrare la fattibilità pratica del sistema attraverso i) l’identificazione puntuale delle fonti e dei metodi utilizzati per calcolare le diverse tipologie di dati che compongono il sistema e ii) una prima raccolta ed elaborazione dei dati effettivamente disponibili ed accessibili.

2. Caratteristiche del sistema

Per descrivere il sistema continuiamo a seguire la metafora dell’edificio a più piani.

Al “pian terreno” (piano 0) vengono registrati i **flussi di mobilità origine-destinazione** con riferimento al territorio in esame.

Volendo analizzare la mobilità urbana, il territorio di riferimento potrebbe essere meglio delimitato definendo i confini dell’*area funzionale urbana*. Questi sono identificabili in base ai dati del pendolarismo rilevati in occasione del 14° Censimento generale della popolazione. L’ISTAT diffonde infatti le informazioni sui Sistemi Locali del Lavoro individuati in base ai dati relativi agli spostamenti quotidiani per motivi di lavoro, e vengono inoltre analizzati i Sistemi Locali dei Grandi Comuni, includendo Roma, Milano, Napoli, Torino, Palermo, Genova, Bologna, Firenze, Bari, Catania, Venezia, Verona, Messina (ISTAT 2005).

La mappa dei Sistemi Locali del Lavoro dei Grandi Comuni individuati dall’ISTAT è riprodotta qui di seguito:



I flussi di mobilità origine-destinazione vengono suddivisi in quattro categorie logiche:

- **Flussi locali**, con origine e destinazione all'interno dell'area funzionale urbana, costituiti principalmente da flussi pendolari casa-lavoro o casa-studio, ma in misura crescente dovuti anche ad altre attività non sistematiche.
- **Flussi in uscita**, con origine nell'area funzionale urbana e destinazione altrove nel "resto del mondo", costituiti in minima parte da flussi pendolari, e in misura nettamente maggiore da viaggi che generalmente durano più giorni, per motivi di lavoro, turismo etc.

- **Flussi in entrata**, con origine nel resto del mondo e destinazione nell'area funzionale urbana, anch'essi costituiti in misura minore da flussi pendolari e in quantità preponderante da viaggi di lavoro, turismo, etc.
- **Flussi in transito**, con origine e destinazione al di fuori dell'area funzionale urbana, che rappresentano il traffico in transito a porti, aeroporti, stazioni ferroviarie con altre destinazioni e il traffico di attraversamento sui tratti autostradali che attraversano l'area funzionale urbana.

Per ognuna delle menzionate categorie, l'ambizione del sistema è determinare:

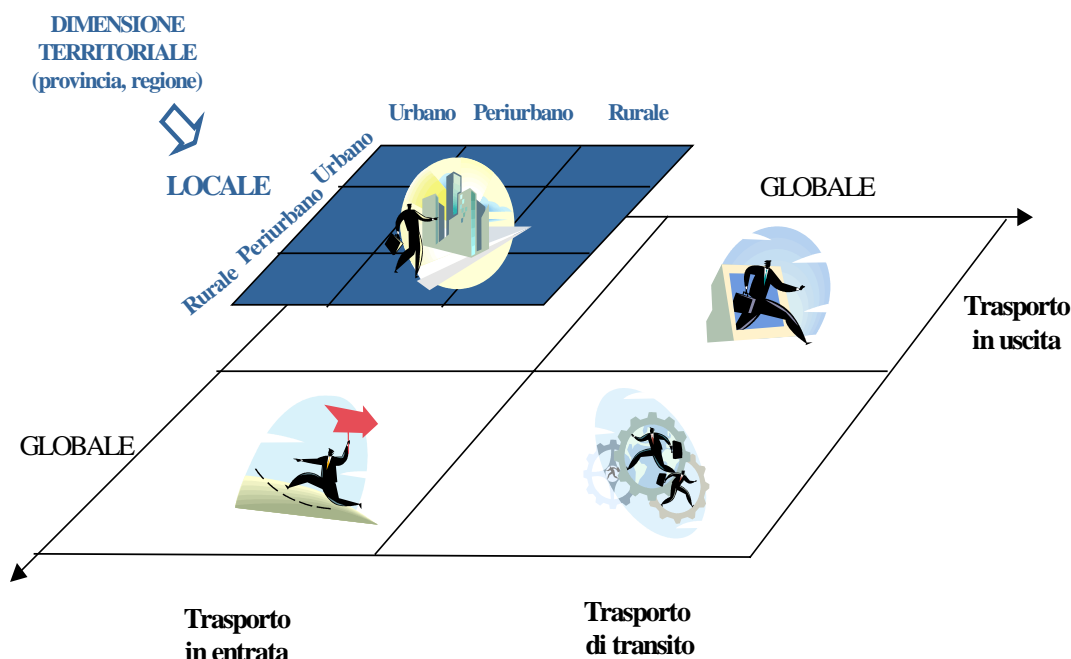
- il **flusso totale degli spostamenti** nel corso dell'anno, per differenti modi di trasporto: a piedi o in bicicletta, con automobile privata, moto, mezzo pubblico (bus, tram, metro), treno, aereo, nave;
- il **volume totale dei passeggeri.km** nel corso dell'anno, derivato moltiplicando il flusso totale degli spostamenti per una stima della distanza media dei percorsi, separatamente per i vari modi di trasporto;
- il **volume totale dei veicoli.km** nel corso dell'anno, derivato dividendo il volume totale dei passeggeri.km per i coefficienti di occupazione media dei veicoli, separatamente per i vari modi di trasporto.

Un'altra caratteristica del sistema è l'aggregazione dei flussi di mobilità origine-destinazione, che in genere sono riferiti alla suddivisione del territorio in comuni², secondo le seguenti tre categorie territoriali:

- **comuni urbani**, costituiti da comuni centrali di Sistemi Locali del Lavoro con più di 15.000 abitanti;
- **comuni periurbani**, costituiti da tutti gli altri comuni appartenenti a Sistemi Locali del Lavoro con più di 15.000 abitanti;
- **comuni rurali**, costituiti da tutti i comuni appartenenti a Sistemi Locali del Lavoro con meno di 15.000 abitanti.

In tal modo il sistema, come visualizzato nella figura seguente, consente di rappresentare separatamente la mobilità che si svolge all'interno delle aree urbane o tra poli urbani, la mobilità di scambio tra comuni urbani e periurbani, quella tra comuni urbani e rurali, e la mobilità periferica che si svolge tra comuni periurbani, e la mobilità residua che si svolge interamente in aree rurali, o con scambi marginali tra comuni periurbani e rurali.

² Così è almeno nel caso dei dati del Censimento ISTAT relativi ai movimenti pendolari, per i quali si conoscono i comuni di origine e destinazione dello spostamento. Naturalmente la zonizzazione della mobilità O-D adottata per le indagini e le analisi con modelli di trasporto all'interno dei grandi comuni è necessariamente più dettagliata, con la distinzione della città in diversi quartieri.



La distinzione delle varie tipologie di traffico è rilevante soprattutto per via della diversa densità della popolazione che vive nelle diverse aree e si sposta.

Il ventaglio dei modi di trasporto disponibili per gli utenti si amplia infatti con il crescere della densità: esiste in genere una gamma completa di opzioni di trasporto collettivo nel caso dei collegamenti urbani ad alta densità di popolazione, nonché la possibilità di un più intenso ricorso agli spostamenti a piedi o in bicicletta, mentre il ricorso a modi alternativi all'automobile privata si riduce drasticamente nei collegamenti periferici che coinvolgono comuni periurbani o rurali a più bassa densità di popolazione. Ed è noto che gli impatti economici, sociali e ambientali variano notevolmente a seconda del modo di trasporto utilizzato.

Naturalmente la distinzione urbano/periurbano/rurale è maggiormente rilevante per i flussi di mobilità all'interno del territorio in esame, mentre lo è meno nel caso degli spostamenti di lungo raggio in entrata o in uscita. Tuttavia, può essere interessante rilevare come si distribuisce il traffico di accesso e di egresso verso/da i comuni urbani, perirurbani e rurali dell'area, e conoscere quanto di questo traffico si concentra nei poli urbani (come dovrebbe essere) oppure è diffuso nel territorio.

E' importante comunque notare che le tre categorie territoriali non costituiscono necessariamente degli aggregati spaziali omogenei, costituiti cioè da comuni geograficamente contigui, poiché la categoria dei comuni urbani comprende i poli territoriali della regione in esame che rispecchiano la gerarchia urbana dominante, e non sono solitamente geograficamente contigui. Tuttavia, il trasporto tra poli urbani – benché dal punto di vista geografico sia chiaramente un trasporto interurbano di media distanza – viene assimilato in una lettura statistica sintetica quale quella che qui si considera al trasporto urbano vero e proprio (quello cioè all'interno dei poli urbani)

perché ha in comune la caratteristica di collegare luoghi ad alta densità di popolazione, elemento fondamentale dal punto di vista della pianificazione dei trasporti.

Come accennato in precedenza, i flussi di mobilità rappresentati al “pian terreno” dell’edificio servono per calcolare, insieme ad altri parametri esterni al sistema, i dati di impatto rappresentati nei “piani superiori” dell’edificio. In sintesi:

- al *primo piano* si trovano i dati relativi al **costo del trasporto in conto proprio** (autoproduzione) effettuato principalmente dalle famiglie con mezzi propri (automobili, motorini, bicicletta) e distinti in costi di acquisto dei veicoli e costi di utilizzo (benzina, pezzi di ricambio, etc.).³ In pratica occorre stimare il costo dei viaggi effettuati con automezzi privati sia all’interno dell’area che in ingresso, in uscita o in transito sulle autostrade.
- al *secondo piano* si trovano i dati relativi al **costo del trasporto commerciale**, che comprende tutti i servizi di trasporto passeggeri, e cioè sia il trasporto pubblico urbano (se operato da società private), i taxi etc. a livello locale che il costo dei viaggi in uscita, in entrata o in transito effettuati a mezzo autobus, treno, aereo o nave.
- Al *terzo piano* si trovano i dati relativi alle **funzioni della pubblica amministrazione nel settore dei trasporti**. Le funzioni principali della pubblica amministrazione sono la “produzione del servizio di trasporto pubblico” (nel caso in cui questo non sia stato privatizzato, altrimenti i relativi costi fanno parte dei dati rilevati al secondo piano), la “funzione fiscale” che si espleta con l’imposizione di tasse e la distribuzione di sussidi, e infine la “funzione amministrativa di regolazione dei trasporti”, che include numerose attività di regolamentazione svolte dal governo nazionale, regionale o locale. In pratica occorre stimare il costo degli eventuali servizi di trasporto pubblico urbano se operati direttamente in economia dalla pubblica amministrazione (una eventualità sempre più rara), l’importo delle tasse e dei sussidi collegati ai flussi di mobilità (e.g. tasse sui veicoli, sulla benzina, sussidi al trasporto pubblico urbano etc.) e la quota delle spese della pubblica amministrazione per le attività di regolamentazione dei trasporti che varia in relazione ai flussi di mobilità⁴. Una quarta categoria di spese pubbliche da considerare dovrebbe includere i costi fissi delle infrastrutture pubbliche di trasporto come le strade, i ponti, i porti, gli aeroporti e le reti ferroviarie, nella misura in cui queste infrastrutture sono di proprietà pubblica e non affidate in concessione a privati (nel qual caso dovrebbero essere considerati tra gli elementi di formazione del costo dei servizi di trasporto commerciale, collocati al secondo piano dell’edificio). Tuttavia, l’analisi dei costi fissi di infrastruttura e il calcolo dei costi totali di utilizzo da imputare per veicolo.km è un problema complesso, e non

³ Qualora si intenda estendere il sistema statistico anche ai flussi di trasporto merci, in tale categoria andrebbe inclusa anche la stima del costo del trasporto in conto proprio effettuato dalle aziende con propri automezzi, che si può determinare in base alle spese aziendali per acquisto o affitto dei veicoli, benzina etc.

⁴ Ad esempio il costo degli interventi dei vigili urbani per la regolazione del traffico, la rilevazione degli incidenti, etc..

esistono ancora parametri sufficientemente robusti che consentano di effettuare un calcolo affidabile di tali costi su base sintetica, a partire dai dati sui volumi totali di traffico in veicoli.km.⁵

- Al *quarto piano* si trovano i dati relativi alle **esternalità del trasporto**, che comprendono sia le conseguenze della congestione in termini di allungamento indesiderato dei tempi di viaggio che gli impatti negativi sull'ambiente naturale e sulla salute umana. E' importante notare che gli impatti esterni vengono calcolati con formule sintetiche in cui i flussi di mobilità determinati per lo specifico territorio di riferimento – e distinti in interni, in entrata, in uscita, in transito e per tipologia di traffico urbana, periurbana, rurale etc. – sono moltiplicati per parametri di impatto standard – ad esempio fattori di emissione per tipo di veicolo e costi unitari per inquinante emesso – ricavati dalla letteratura o dai risultati di ricerche e casi di studio effettuati in Europa e altrove.

3. Primi dati elaborati per l'area provinciale di Roma

Ad una prima considerazione il lavoro necessario per implementare il Sistema Statistico Integrato per la Valutazione degli Impatti della Mobilità in Area Urbana può sembrare troppo ambizioso ed impraticabile.

Tuttavia, l'implementazione del sistema appare maggiormente fattibile qualora si pensi che:

- la disponibilità di dati integrati per l'intero territorio e relativi ai diversi tipi di mobilità urbana ed interurbana può essere di grande aiuto per l'attuazione e il monitoraggio di politiche integrate di mobilità e sviluppo territoriale, ed essere di forte stimolo per il coordinamento delle azioni dei diversi attori decisionali coinvolti nel sistema mobilità – il governo nazionale, regionale e locale, gli operatori delle infrastrutture e dei servizi di trasporto, etc.;
- qualora si manifesti una precisa volontà politica di integrare le politiche per una maggiore efficacia dell'azione di governo, la realizzazione del Sistema Statistico Integrato può rappresentare un progetto concreto di integrazione, richiedendo ai vari attori che detengono le diverse tipologie di dati sulla mobilità – ad esempio il traffico autostradale, aeroportuale, marittimo, ferroviario, le rilevazioni dei movimenti pendolari, le presenze turistiche, etc. – di integrare i dati a loro disponibili in chiave spesso molto analitica (per le loro esigenze gestionali), fornendo le informazioni sintetiche necessarie al sistema statistico;
- infine, l'implementazione del sistema può essere effettuata gradualmente e per un tempo prolungato, sfruttando la modularità della sua struttura logica per “riempire”

⁵ In altri termini, si possono effettuare solo calcoli analitici, basati su dati disponibili caso per caso e non generalizzabili.

di dati i piani in cui le conoscenze sono inizialmente più scarse e le esigenze informative per la predisposizione delle politiche più pressanti, come è ad esempio il caso per le esternalità del trasporto. Una volta costruito il “pian terreno” dell’edificio con l’analisi dei volumi di mobilità, i diversi piani superiori possono essere infatti “prefabbricati” a partire da tali dati, in base a formule che calcolano gli impatti totali (costi, esternalità etc.) in forma approssimata, come prodotto di un parametro di costo medio o emissione per veicolo.km per il volume totale di veicoli.km rilevati e immagazzinati al pian terreno. In altri termini, si può costruire direttamente, ad esempio, il quarto piano relativo alle esternalità senza dover passare per la raccolta e analisi di tutti gli altri dati relativi ai piani intermedi – costi, tasse, sussidi etc. - che è lunga e laboriosa, e può essere più facilmente attuata gradualmente.

Per dimostrare tutto questo si è deciso di cominciare a costruire un Sistema Statistico Integrato prototipo per l’area provinciale di Roma, di cui qui di seguito daremo una breve panoramica.

La dimensione territoriale è stata appunto identificata con l’intera provincia di Roma. All’interno della provincia, l’ISTAT ha rilevato sulla base dei dati dei movimenti pendolari del Censimento 2001 la presenza di 5 Sistemi Locali del Lavoro, di cui quattro “urbani”, con poli centrali Roma, Civitavecchia, Velletri e Palestrina, e uno “rurale”. I comuni della provincia di Roma sono perciò strati aggregati nelle seguenti categorie:

- 4 comuni urbani con popolazione residente totale pari alla data del Censimento a 2.657.000 abitanti.
- 95 comuni periurbani appartenenti ai quattro sistemi locali urbani, con una popolazione residente totale pari a 870.000 abitanti.
- 13 comuni rurali appartenenti al sistema locale classificato “rurale” perché il suo comune centrale – Fiano Romano – ha meno di 15.000 abitanti (in tutto questi comuni ospitano 42.000 residenti).

Per determinare i flussi di mobilità della popolazione nell’area così individuata sono stati utilizzati i dati relativi agli spostamenti pendolari rilevati dall’ISTAT con il Censimento 2001. Caratteristiche, vantaggi e limiti di questi dati sono elencati nello schema qui di seguito:

Caratteristiche dei dati: <ul style="list-style-type: none"> • Spostamenti effettuati nel giorno centrale della settimana (Mercoledì) • Vengono rilevati il comune di origine e destinazione dello spostamento • Gli spostamenti si riferiscono a motivi di lavoro e studio (spostamenti pendolari) • Viene rilevato il mezzo di trasporto utilizzato per lo spostamento, con dieci diverse modalità: 1) treno, 2) tram, 3) metropolitana, 4) autobus urbano, 5) autobus extra-urbano, 6) bus aziendale o scolastico, 7) auto privata (conducente), 8) auto privata (passeggero), 9) motocicletta, 10) bicicletta o a piedi • Viene rilevato l'orario di uscita: 1) prima delle 7.15, 2) dalle 7.15 alle 8.14, 3) dalle 8.15 alle 9.14, 4) dopo le 9.15 • Viene rilevato il tempo impiegato per lo spostamento: 1) fino a 15 minuti; 2) da 16 a 30 minuti; 3) da 31 a 60 minuti; 4) oltre 60 minuti 	
Vantaggi: E' una fonte statistica ufficiale, con dati disponibili per tutto il territorio nazionale che possono perciò essere utilizzati anche per analisi comparative tra diverse aree metropolitane. La metodologia per la determinazione dei sistemi locali è confrontabile con analoghe metodi usati in altri paesi Europei, ed è quindi applicabile per confronti a scala internazionale.	Limiti: Non copre gli spostamenti quotidiani per motivi diversi da lavoro e studio (shopping, divertimento etc.), che sono più irregolari e devono essere rilevati perciò con altre indagini di uso del tempo che adottino una diversa scala temporale (ad esempio le attività svolte nel corso di una intera settimana). Tali spostamenti sono comunque in aumento, e non dovrebbero perciò essere ignorati in una analisi esaustiva della mobilità

I dati sono forniti dall'ISTAT per tutti i comuni italiani, ma per l'analisi del fenomeno nell'area provinciale romana ci si è limitati a considerare i soli spostamenti pendolari nel Lazio (quelli provenienti da altre regioni, e in particolare da Abruzzo e Campania, sono presenti ma tutto sommato trascurabili).

Gli spostamenti pendolari sono stati quindi distinti in:

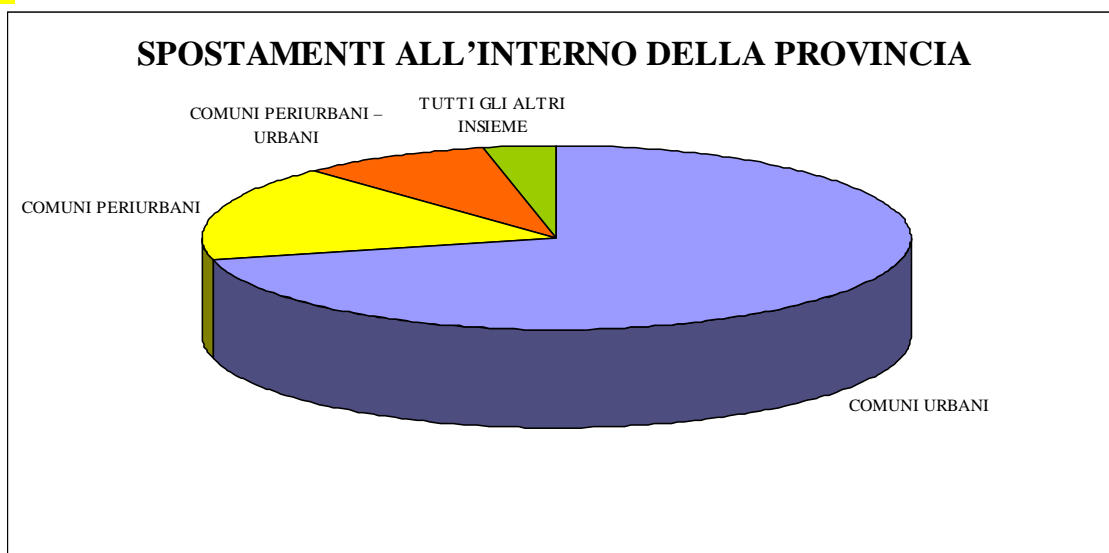
- spostamenti pendolari all'interno della Provincia di Roma
- spostamenti pendolari con origine nella Provincia di Roma e destinazione nelle altre province del Lazio
- spostamenti pendolari con origine nelle altre province del Lazio e destinazione nella provincia di Roma

e ulteriormente suddivisi per le tre categorie territoriali di comuni urbani, periurbani e rurali. Sono quindi state elaborate tabelle con gli spostamenti in valore assoluto e con le percentuali sul totale generale degli spostamenti, rispettivamente con riferimento agli spostamenti interni alla provincia, quelli in uscita e quelli in entrata.⁶

Come era lecito attendersi, la quota maggiore di **spostamenti** avviene nei e tra i comuni urbani all'interno della provincia, con 1.218.374 spostamenti giornalieri su un totale di 1.722.074 (71%). E' però significativa anche la quota degli spostamenti "tangenziali"

⁶ I dati analitici sono disponibili su richiesta.

nei e tra i comuni periurbani, con 293.634 spostamenti che rappresentano un buon 17% del totale, e testimoniano di una urbanizzazione diffusa in cui non solo i luoghi di residenza, ma anche i luoghi di lavoro e studio sono decentrati. Le più tradizionali relazioni centro-periferia, che danno luogo agli spostamenti dai comuni periurbani ai relativi poli urbani di attrazione sono tutto sommato meno importanti, con una quota pari al 9% del totale.



Gli spostamenti pendolari in uscita dalla Provincia verso altri comuni del Lazio sono esigui – solo 13.900 – mentre quelli in entrata, considerata la forza attrattiva del polo romano, sono in numero più consistente, 62.725.

A partire dal numero di spostamenti, è stato elaborata una stima del volume complessivo di **passeggeri.km** prodotto dai movimenti pendolari giornalieri. Per calcolare tale quantità il numero di spostamenti è stato moltiplicato per una stima della distanza media percorsa.

La distanza media percorsa è stata a sua volta calcolata tenendo conto delle diverse velocità medie per diversi modi di trasporto e contesti urbano/extra-urbano, riportate nella seguente tabella

Modo di trasporto	Urbano (km/h)	Extra-urbano (km/h)
Treno		37
Tram, metro	30	
Autobus	14	41
Auto privata	13	45
Motociclo	25	45
Bicicletta o a piedi	8	

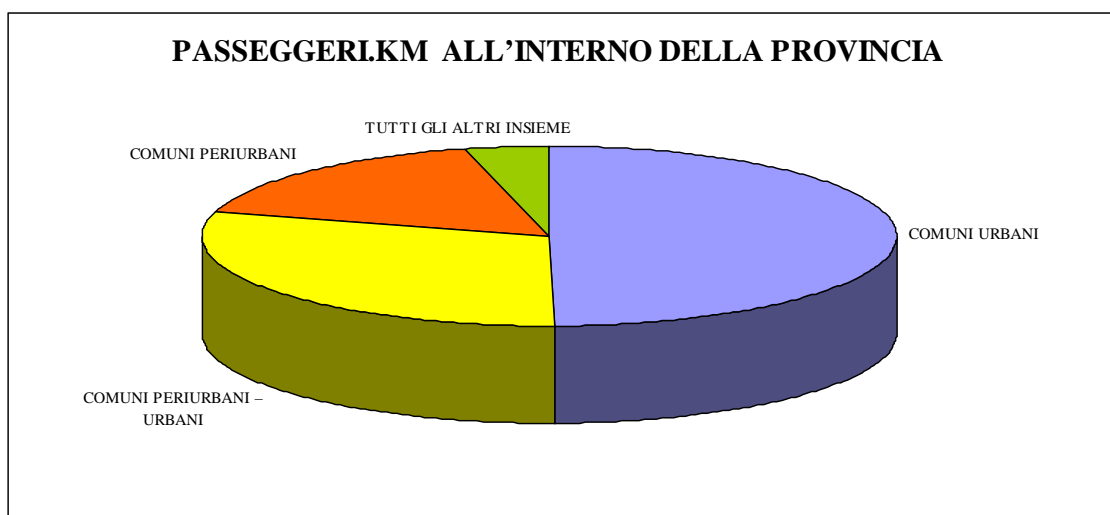
Fonte: nostre elaborazioni su dati da varie fonti (ATAC, studi di settore)

Si è poi preso in considerazione per ciascun spostamento il tempo impiegato, attribuendo una durata media pari al valore centrale dell'intervallo, come segue:

Intervallo di tempo	Durata media (minuti)
fino a 15 minuti	7,5
da 16 a 30 minuti	22,5
da 31 a 60 minuti	45
oltre 60 minuti	75

Il procedimento è ovviamente approssimativo, ma consente di calcolare l'ordine di grandezza dei passeggeri-km che si producono in un giorno feriale medio nell'area provinciale romana, in base alla situazione rilevata dal Censimento 2001. Il calcolo è effettuato moltiplicando ogni spostamento per la sua durata media e per la sua velocità oraria media – che varia in funzione del mezzo di trasporto utilizzato come sopra evidenziato – ottenendo così il totale dei km percorsi per tutti gli spostamenti.

Dai primi calcoli, risulta evidente che nell'ambito della Provincia di Roma gli spostamenti nei e tra comuni urbani sono in media più brevi: la quota dei passeggeri.km dei comuni urbani rappresenta infatti solo circa il 48% del totale generale, mentre la quota degli spostamenti era del 71%. La quota dei passeggeri.km prodotti dagli spostamenti tangenziali nei e tra i comuni periurbani è vicina a quella osservata per il numero di spostamenti (16% anziché 17%), mentre gli spostamenti dai comuni periurbani verso i poli urbani si dimostrano essere quelli mediamente più lunghi, con una quota del 28,5 % dei passeggeri.km contro il 9% osservato prima in relazione al numero di spostamenti.

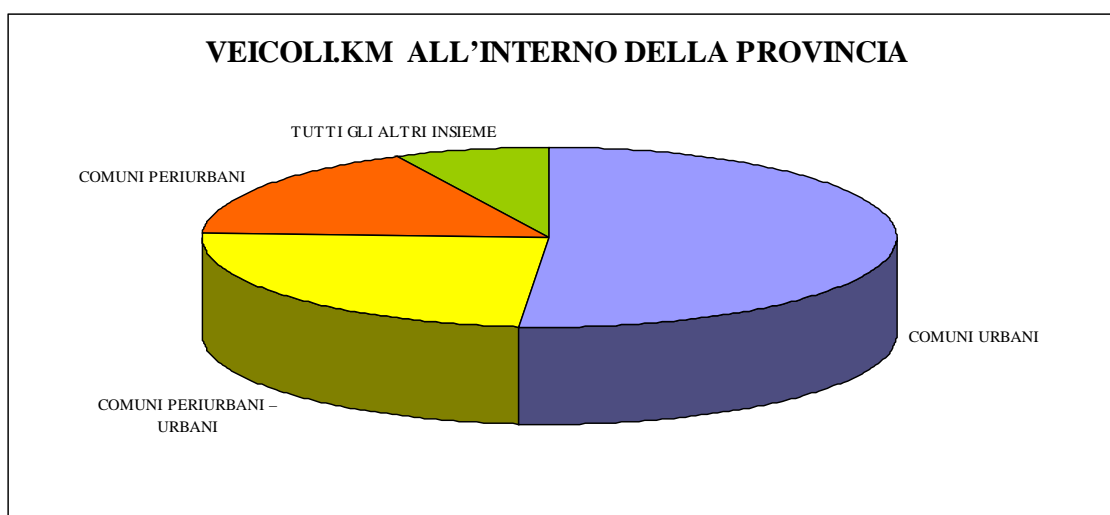


A partire dal volume di passeggeri.km, è stata poi elaborata una stima del volume complessivo di **veicoli.km** prodotti dai movimenti pendolari giornalieri. Per calcolare tale quantità il volume dei passeggeri.km con ciascun mezzo di trasporto è stato diviso per delle stime dei coefficienti di occupazione medi dei veicoli, riportate nella tabella seguente:

Mezzo di trasporto	Coefficiente medio di occupazione (Nr. Medio passeggeri)
Treno	390
Tram, metro	267
Autobus urbano	20
Autobus extraurbano	25
Auto privata in ambiente urbano	1,29
Auto privata in ambiente extra-urbano	1,7
Motocicletta	1
Bicicletta o a piedi	1

Fonte: nostre elaborazioni su dati da varie fonti (“ Osservatorio mobilità” e i siti delle aziende ATAC, Trenitalia, Met.Ro.)

I risultati relativi al volume complessivo di veicoli.km prodotti dal pendolarismo giornaliero all'interno della Provincia di Roma sono presentati nel grafico seguente:



I risultati sono simili a quelli già osservati per i volumi di passeggeri.km, anche se si assiste ad un leggero aumento della quota di veicoli.km prodotti per spostamenti nei e tra i comuni urbani – con il 51,3% anziché il 47,8% rilevato per i passeggeri.km – compensato da una diminuzione nella quota dei veicoli.km prodotti per gli spostamenti dai comuni periurbani ai comuni urbani. Questo sembra essere un indizio che esistono forti margini di miglioramento nei coefficienti di occupazione dei veicoli in area urbana, che potrebbero ridurne la quota sul totale così come sembra in parte già essere avvenuto per gli spostamenti con i comuni suburbani.

4. Sviluppi futuri

L'analisi degli spostamenti pendolari costituisce solo un primo passo, e non esaurisce lo scrutinio dei dati statistici necessari per fornire un quadro completo anche solo del “pian terreno” del sistema statistico integrato, che, rammentiamo, dovrebbe contenere tutti i

flussi di mobilità prodotti nel territorio metropolitano, non solo gli spostamenti giornalieri per motivi di lavoro e studio.

Gli sviluppi futuri del prototipo di sistema per l'area provinciale romana – nell'ambito del progetto Europeo GRACE – dovrebbero perciò prevedere:

1. il completamento delle informazioni relative ai flussi di mobilità da inserire al “piano zero” del sistema, o almeno l'individuazione precisa delle fonti qualora i dati non fossero immediatamente accessibili;
2. la definizione puntuale della metodologia per il calcolo delle esternalità del trasporto (quarto piano) e l'effettuazione di alcuni calcoli dimostrativi degli impatti ambientali del trasporto nell'area provinciale romana, a partire dai dati di flussi di mobilità elaborati e utilizzando parametri standard per la stima dei costi esterni.

Per quanto concerne il primo punto, i dati ISTAT relativi ai movimenti pendolari dovrebbero essere integrati con le seguenti ulteriori informazioni:

- stime dei flussi non sistematici di spostamenti per motivi diversi da lavoro e studio. Sono dati difficili da reperire, perché non esiste una rilevazione periodica sistematica. In genere l'informazione si può ottenere solo con l'effettuazione di indagini sulla mobilità ad hoc, che coprano intervalli di tempo sufficientemente lunghi – ad esempio una settimana – in modo da rilevare la mobilità non solo nei giorni feriali, ma anche festivi.
- Dati sui flussi di passeggeri negli aeroporti di Roma, distinguendo i passeggeri in arrivo/partenza da quelli in transito per altre destinazioni
- Dati sui flussi passeggeri nei principali porti della Provincia di Roma: Fiumicino, Civitavecchia, Anzio-Nettuno
- Stima dei flussi di traffico sui tronchi autostradali che servono o attraversano la Provincia di Roma, distinguendo i flussi di transito da quelli diretti a (o provenienti da) Roma e provincia, con la distinzione tra mezzi pesanti e leggeri.
- Dati sul traffico passeggeri di TRENITALIA, distinguendo tra passeggeri in arrivo/partenza nelle stazioni di Roma e provincia e passeggeri in transito per altre destinazioni
- Volume dei passeggeri serviti dalle aziende di trasporto pubblico locale urbano (TRAMBUS) ed extra-urbano (COTRAL)

Tutti questi dati esistono ma non sono in genere facilmente accessibili, se non in una forma sintetica che non consente di quantificare la mobilità generata e attratta per le differenti categorie territoriali dei comuni urbani, periurbani e rurali. Ciò non esclude tuttavia che si possa instaurare una collaborazione che consenta di accedere ai dati al

livello di dettaglio necessario per l'elaborazione del quadro statistico integrato dei flussi di mobilità.

Tale elaborazione dovrebbe prevedere la determinazione dei **volumi totali annui della mobilità** e la loro **ripartizione per aggregati territoriali di origine e destinazione dei flussi** all'interno dell'area provinciale, oppure in entrata e in uscita – distinguendo appunto gli arrivi e partenze verso/da comuni urbani, periurbani e rurali con procedure di stima perlopiù basate sul numero di generatori (e.g. popolazione residente) e attrattori (e.g. occupazione) presenti nei diversi aggregati. Dai volumi totali annui di mobilità dovrebbe essere ricavata anche la **mobilità in transito**, che attraversa la provincia di Roma usando le infrastrutture di trasporto autostradale, aeroportuale, ferroviario.⁷

Una volta determinati i volumi totali di mobilità e la loro ripartizione territoriale, il secondo sviluppo menzionato sopra prevede il calcolo delle esternalità del trasporto sulla base di formule sintetiche i cui elementi sono delineati qui di seguito:

- *Congestione*: ore perse per congestione x Valore orario del tempo
- *Incidenti*: tassi medi di incidentalità per passeggero.km x costo medio degli incidenti x volume di passeggeri.km
- *Inquinamento*: Fattori di emissione per veicolo.km x costo medio per unità di inquinante emesso x volume di veicoli.km
- *Rumore*: Popolazione esposta nei pressi delle infrastrutture di trasporto (percentuale sul totale della popolazione urbana, periurbana e rurale).

I parametri unitari sopra citati – ad esempio i costi medi degli incidenti, il valore del tempo, i fattori di emissioni specifici per tipo di veicolo e tipo di inquinante atmosferico – sono ricavabili dalla letteratura internazionale in materia di esternalità dei trasporti, e in particolare dalle fonti citate nelle referenze.

5. Riferimenti bibliografici

ISTAT, *I Sistemi Locali del Lavoro*, Censimento 2001 – Dati definitivi, 21 Luglio 2005

HEATCO Project , Developing **H**armonised **E**uropean **A**pproaches for **T**ransport **C**osting and Project Assessment - Deliverable 5, Proposal for Harmonised Guidelines.

RECORDIT **RE**al **CO**st **R**eduction of **D**oor-to-door **I**ntermodal **T**ransport Deliverable 2 , Methodology for analysis of mechanisms of cost and prices formation at corridor level - Deliverable 4 , External calculation for selected corridors.

GRACE Project **G**eneralisation of **R**esearch on **A**ccounts and **C**ost **E**stimation Deliverable 1 , Information requirements for monitoring implementation of marginal social cost pricing.

⁷ Il traffico passeggeri di transito nei porti, se si escludono gli imbarchi per la Sardegna a Civitavecchia, dovrebbe essere nel complesso trascurabile.