

# Analisi dei flussi pendolari nell'area metropolitana Milanese con l'ausilio di software dedicato

**G. Boatti, E. Prevedello, P. Ripamonti**

*Politecnico di Milano - Dip. Scienze del Territorio*

## *Abstract*

*L'area milanese è caratterizzata da una fortissima concentrazione di flussi territoriali riguardanti spostamenti di persone. Il trasferimento verso l'uso del mezzo pubblico della maggiore quota possibile di tali spostamenti costituisce un obiettivo primario, per i vantaggi che può dare in termini di miglioramento della qualità ambientale (inquinamento atmosferico, inquinamento acustico, decongestionamento e vivibilità degli spazi urbani). Nell'ambito del lavoro per l'elaborazione dello schema del Piano Territoriale di Coordinamento della Provincia di Milano si è cercato di comprendere in maniera approfondita la struttura dei flussi pendolari. Si ritiene infatti che coloro che si spostano con cadenza quotidiana siano particolarmente propensi all'uso dei mezzi collettivi, e che l'organizzazione di una rete del trasporto pubblico in grado rispondere con efficienza alle loro esigenze possa portare risultati significativi.*

## **Ipotesi di partenza ed impostazione metodologica del lavoro**

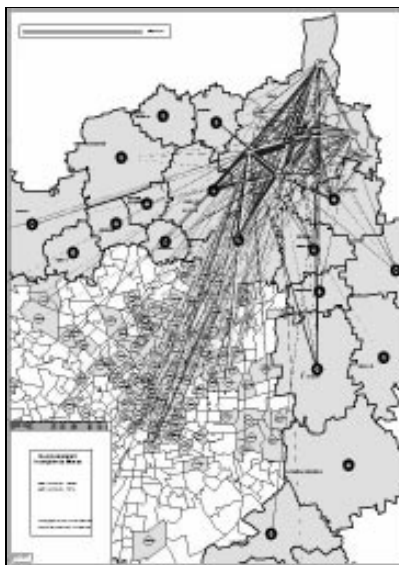
L'area milanese è caratterizzata da una fortissima concentrazione di flussi territoriali riguardanti spostamenti di persone. Il trasferimento verso l'uso del mezzo pubblico della maggiore quota possibile di tali spostamenti costituisce un obiettivo primario, per i vantaggi che può dare in termini di miglioramento della qualità ambientale (inquinamento atmosferico, inquinamento acustico, decongestionamento e vivibilità degli spazi urbani).

Nell'ambito del lavoro per l'elaborazione dello schema del Piano Territoriale di Coordinamento della Provincia di Milano si è cercato di comprendere in maniera approfondita la struttura dei flussi pendolari, in quanto si ritiene che coloro che si spostano con cadenza quotidiana, laddove la rete del trasporto pubblico presenti livelli accettabili di qualità ed efficienza, siano particolarmente propensi all'uso dei mezzi

collettivi. Ciò non significa che per quanto riguarda gli spostamenti con frequenza occasionale non si ritenga possibile l'adozione di azioni volte allo spostamento del taglio modale, al contrario, negli ambiti urbani più densi tale possibilità può e deve essere perseguita con decisione.

Il lavoro è stato pertanto impostato su un'analisi precisa e dettagliata dei flussi pendolari, al fine di ottenere una buona comprensione delle caratteristiche della domanda di trasporto, e di poter mettere in evidenza con sufficiente precisione le distorsioni rispetto all'offerta. In seguito alla valutazione di tali

distorsioni si stanno facendo emergere le prime linee di azione per un riassetto razionale della rete del trasporto pubblico provinciale.

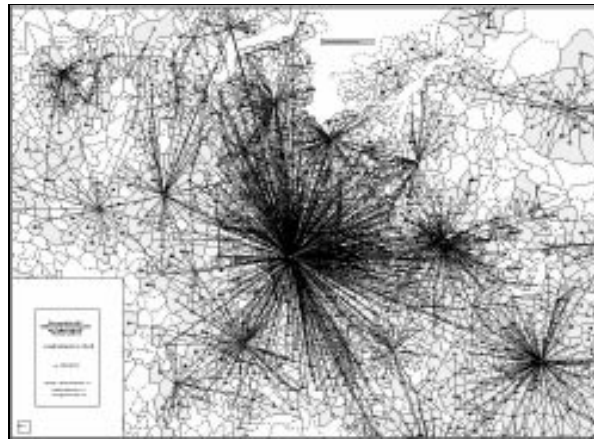


Di seguito viene descritta la prima fase del lavoro, relativa appunto all'analisi dei movimenti pendolari, che è stata condotta con l'ausilio del software implementato nel sistema informativo SISTER Sviluppato in collaborazione dal Politecnico di Milano e dal CILEA.

### **Movimenti pendolari su base comunale**

Una prima fase dell'analisi della domanda di trasporto è stata condotta sulla base delle matrici O/D intercomunali ricavate dai censimenti della popolazione del 1981 e del 1991. La base dati, messa a disposizione dall'ISTAT, è stata sottoposta ad alcuni controlli per verificare la qualità delle informazioni contenute.

Da tali controlli sono emerse discrepanze diffuse tra la matrice relativa al 1991 e le pubblicazioni ISTAT: il personale dell'istituto nazionale di statistica da noi interpellato ha confermato che i dati a noi forniti contengono informazioni più esatte rispetto a quelli pubblicati, in quanto, successivamente alla pubblicazione, sono stati sottoposti ad ulteriori verifiche e correzioni. Per quanto riguarda invece i dati riguardanti in modo puntuale le uscite dal comune di Bresso (1991) è emerso che le informazioni presenti negli archivi ISTAT contengono gravi imprecisioni, causate probabilmente da errori nella codifica dei fogli di censimento. Pertanto, nella nostra base dati, i movimenti in uscita da Bresso del 1991 sono stati forzatamente resi uguali a quelli del 1981. Sono stati rappresentati i flussi pendolari al 1991 con diverse aggregazioni dei dati elementari relativi al mezzo di trasporto ed alla condizione professionale. Sono inoltre state prodotte delle carte relative alle differenze dei flussi tra il 1981 ed il 1991, anche in questo caso con diverse aggregazioni dei dati elementari, finalizzate alla comprensione delle dinamiche di trasformazione della struttura degli spostamenti con cadenza quotidiana. Sinteticamente, le più interessanti informazioni ricavate dall'analisi sono le seguenti:



- Rappresentando tutti i flussi della “area vasta” appare chiaro come l’attrattività del comune di Milano sia molto superiore a quella degli altri capoluoghi. Tale attrattività si estende ben oltre ai confini provinciali, ed influenza i sistemi urbani circostanti. Nel decennio tra il 1981 ed il 1991 il sistema di Brescia tende a diventare maggiormente autonomo.
- L’area milanese è l’unica nella quale oltre alla polarità principale appaiono alcune polarità secondarie di un certo rilievo, in particolare nella fascia settentrionale della provincia. Tali polarità secondarie non sono troppo diverse, per intensità dei flussi, da quelle dei capoluoghi delle altre provincie.
- I flussi centrifughi, e quelli esterni al comune di Milano attratti dai poli metropolitani secondari, sono comunque molto meno intensi rispetto a quelli diretti verso il capoluogo.
- I flussi di entità maggiore sono quelli tra Milano ed i comuni di prima (e in qualche caso seconda) cintura, in particolare nel quadrante nordorientale; appunto in queste relazioni si nota una forte propensione all’uso dei mezzi privati.
- Più in generale le relazioni centrifughe e quelle esterne al comune di Milano vedono una prevalenza del mezzo privato, mentre le relazioni centripete di lunga distanza vedono la prevalenza del mezzo pubblico.
- Tra il 1981 ed il 1991 si ha un aumento generale dei movimenti, con l’eccezione degli spostamenti diretti verso comuni caratterizzati da fenomeni di deindustrializzazione (Arese, Sesto S.G., Cinisello Balsamo, etc.).
- Tale dinamica complessiva può essere scomposta nelle seguenti:
  - un notevole aumento degli spostamenti su ferro, limitatamente ai flussi diretti verso Milano;
  - una forte diminuzione degli spostamenti su autobus, con delle sporadiche eccezioni di

lieve entità, la più notevole delle quali è rappresentata dal flusso che da Segrate si dirige a Pioltello, spiegabile con l'entrata in funzione di un plesso scolastico;

- un forte aumento generalizzato degli spostamenti su automobile, meno intenso nelle relazioni per le quali si sono avuti i maggiori incrementi su ferro.

### **Movimenti pendolari su base infracomunale**

L'esame delle elaborazioni prodotte su base comunale ha evidenziato l'opportunità di effettuare rappresentazioni di linee di desiderio su una base territoriale suddivisa in modo più fine ed omogeneo: si è pensato di evidenziare in tal modo le differenze nel taglio modale, e di poterle mettere in relazione a caratteristiche proprie delle singole areole (tipo di tessuto urbanistico, presenza e caratteristiche di linee di trasporto, distanza da stazioni ferroviarie, etc.), così da poter identificare, nei vari contesti territoriali, i diversi tipi di intervento sulla rete del trasporto pubblico che possono consentire un miglioramento del taglio modale.

Questa parte del lavoro non è ancora in fase di svolgimento, tuttavia ha consentito di ottenere una prima serie di indicazioni di un certo interesse.

Per la rappresentazione dei flussi è stato utilizzato il software descritto nel paragrafo precedente, opportunamente modificato.

I dati rappresentati sono quelli della matrice O/D relativa al censimento 1991, basata su dati ISTAT rielaborati dall'ATM. Tale matrice riguarda i seguenti 39 comuni dell'area milanese:

*Arese, Assago, Bareggio, Basiglio, Bollate, Bresso, Brugherio, Buccinasco, Cernusco sul Naviglio, Cesano Boscone, Cinisello Balsamo, Cologno Monzese, Cormano, Cornaredo, Corsico, Cusago, Cusano Milanino, Gaggiano, Locate di Triulzi, Milano, Monza, Muggiò, Nova Milanese, Novate Milanese, Opera, Paderno Dugnano, Pero, Peschiera Borromeo, Pieve Emanuele, Pioltello, Rho, Rozzano, San Donato Milanese, San Giuliano Milanese, Segrate, Sesto San Giovanni, Settimo Milanese, Trezzano sul Naviglio, Vimodrone.*

Le unità territoriali elementari considerate sono 582, di cui 381 nel comune di Milano. Tali unità elementari (BVR = Bacini di Verifica della Rete secondo la denominazione ATM) sono state

ottenute dall'accorpamento di sezioni censuarie, ed hanno una popolazione residente media di circa 4200 abitanti.

La matrice messa a disposizione dall'ATM presenta le origini codificate per BVR in tutti i 39 comuni, mentre le destinazioni sono codificate per BVR solo per gli spostamenti interni ai singoli comuni, oppure per quelli diretti verso il comune di Milano.

Tale matrice presenta delle discrepanze, in alcuni casi di entità non trascurabile, rispetto alla matrice su base comunale utilizzata per le analisi descritte nel paragrafo precedente, in particolare:

- i flussi interni ai singoli comuni (con tutti i mezzi) risultano inferiori del 22,37%;

- i flussi relativi agli spostamenti con automobile come passeggero, risultano inferiori del 18,36%, del 17,88% e del 64,58%, rispettivamente per i movimenti in entrata dai singoli comuni, per quelli in uscita, e per quelli interni;

- i flussi relativi agli spostamenti interni con autobus risultano inferiori del 10,09%;

- i flussi relativi agli spostamenti che non dichiarano nessun mezzo, risultano inferiori del 50,25%, del 46,07% e del 47,40%, rispettivamente per i movimenti in entrata dai singoli comuni, per quelli in uscita, e per quelli interni.

Per quanto riguarda gli spostamenti di coloro che nel foglio di censimento non hanno dichiarato alcun mezzo, la discrepanza si spiega con il fatto che l'ATM ha compiuto una riassegnazione sui vari mezzi di trasporto in base ad opportune procedure statistiche.

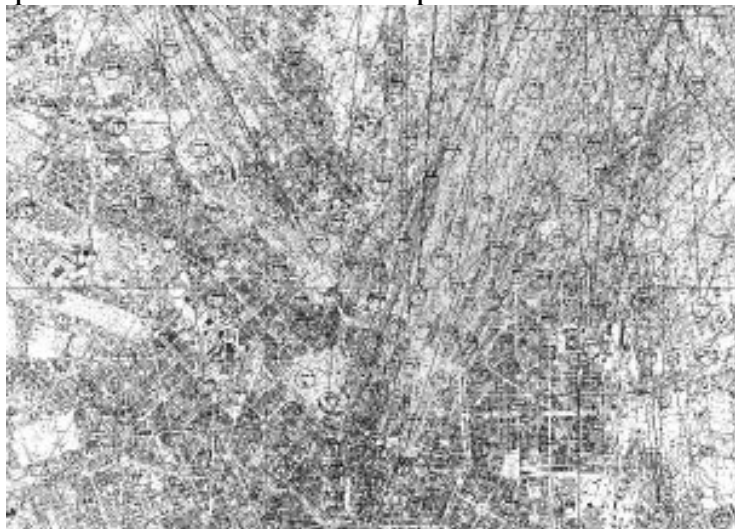
Per quanto riguarda le altre discrepanze, la causa va probabilmente ricercata nel fatto che le elaborazioni ATM sono state compiute su di una delle prime versioni della matrici del pendolarismo 1991 messe a disposizione dall'ISTAT, contenente ancora dati provvisori.

Dall'esame delle rappresentazioni delle linee di desiderio si può inoltre verificare come i flussi diretti da Pioltello a Milano risultino abnormemente concentrati in tre areole centrali del comune di Milano, mentre verosimilmente si tratta di flussi molto più diffusi.

Anche nella matrice suddivisa per BVR gli spostamenti in uscita dal comune di Bresso sono errati.

Sinteticamente, le più interessanti informazioni ricavate dall'analisi sono le seguenti:

- Nella rappresentazione dei flussi relativi all'intero core metropolitano (area dei 39 comuni), ponendo una soglia di 50 unità per i flussi minimi si nota come gli spostamenti interni a Milano, così come quelli con origine esterna e diretti verso il capoluogo, vedono una prevalenza assoluta del mezzo di trasporto pubblico. Tale risultato, che contrasta con la conoscenza dei dati complessivi riguardanti il taglio modale, si spiega con il fatto che i flussi su mezzo privato sono molto più piccoli e numerosi di quelli su mezzo pubblico. In altre parole i movimenti pendolari che utilizzano il trasporto pubblico tendono a concentrarsi nelle destinazioni servite dalle principali linee di forza, mentre i movimenti su mezzo privato tendono ad essere molto diffusi sul territorio. Alcune rappresentazioni mostrano come questi ultimi risultino numericamente prevalenti quando la soglia di rappresentazione viene posta a valori inferiori alle 10 unità.
- Il dato relativo ai flussi intercomunali diretti in comuni esterni al capoluogo vede la destinazione aggregata per comune anziché per BVR. Ciò conduce a rappresentazioni in un certo modo distorte, con flussi medi di entità nettamente maggiore. Tuttavia è possibile stimare come nel settore nordorientale del core metropolitano si abbiano spostamenti di entità paragonabile a quelli che interessano il comune di Milano. Inoltre il taglio modale per gli spostamenti esterni è decisamente spostato verso il privato.
- In tutte le rappresentazioni risulta che sebbene la zona di maggiore attrazione di flussi risulti essere la porzione centrale di Milano (costituita dalle 10 BVR della Cerchia dei Navigli), la singola BVR che presenta il massimo numero di flussi in destinazione è sicuramente quella corrispondente a Città Studi.



Sono state quindi effettuate le rappresentazioni dei dati relativi agli spostamenti originati dai maggiori comuni, per dimensione demografica, del core metropolitano. L'elenco delle rappresentazioni sinora ottenute viene riportato in appendice. Di seguito vengono sinteticamente riportate le informazioni più interessanti ricavate da tali rappresentazioni, facendo in particolare riferimento a quelle di alcuni comuni che sono stati assunti come casi emblematici per le condizioni territoriali-transportistiche:

- In generale, con la soglia minima di rappresentazione dei flussi pari a 5 unità utilizzata per le tavole riguardanti le origini dei singoli comuni, si nota come ancora tendano ad essere sottorappresentati i flussi privati, che sappiamo essere di notevole entità. Ciò significa che l'entità complessiva degli spostamenti su mezzo privato al di sotto delle 5 unità rappresenta una quota notevole del totale.
- Le principali destinazioni dei flussi generati dai singoli comuni sono destinati verso la Cerchia dei Navigli, verso Città Studi, e verso le BVR localizzate lungo la direttrice che collega il comune origine con il centro di Milano.
- Gli spostamenti con origine nel comune di Monza presentano una struttura simile a quelli dei principali comuni localizzati a nord-est, con forti relazioni sia verso Milano, che verso i comuni esterni. Le destinazioni in Milano sono concentrate lungo le principali direttrici di penetrazione, ma Monza, a differenza di altri comuni limitrofi, presenta una notevole quota di movimenti su mezzo privato anche verso tali destinazioni. La quota di privato non è omogenea tra le varie BVR di origine, le notevoli differenze possono quindi essere spiegate con una mancanza di "effetto rete"

in Monza, così che chi non risiede in prossimità di una stazione ferroviaria, o comunque di una linea di trasporto forte, tende a muoversi in automobile. Tale spiegazione trova conferma nel fatto che anche i flussi interni al comune, di notevole entità, utilizzano in grande prevalenza il mezzo privato.

Le principali relazioni esterne sono verso Sesto, Cinisello, Brugherio, Muggiò e Segrate.

- Gli spostamenti con origine nel comune di *Rho* presentano come in genere tutti i comuni del nord forti relazioni con i comuni limitrofi (Pero, Arese, Bollate, Settimo, Cornaredo), tuttavia in questo caso le relazioni infracomunali sono trascurabili. Una peculiarità di *Rho* è la forte concentrazione dei flussi verso le BVR centrali di Milano, e verso Città Studi.
- *Segrate* presenta destinazioni verso Cernusco, Vimodrone, Peschiera e Pioltello; è da notare il forte utilizzo del mezzo pubblico verso Pioltello, mentre verso Milano si ha una elevatissima quota di utenti del trasporto privato, anche verso le BVR più attrattive. In questo caso è possibile ipotizzare che ciò che manca sia appunto la presenza di una linea di trasporto di massa di elevata attrattività al servizio del territorio comunale.
- *Bollate*: le relazioni tra le BVR servite dall'asse ferroviario e il comune di Milano presentano una prevalenza nell'utilizzo del mezzo pubblico. Dalle altre BVR gli spostamenti avvengono esclusivamente con mezzo privato. Si nota infine una relazione quantitativamente rilevante tra Bollate e la BVR di Milano limitrofa al comune di Bollate in cui è possibile ipotizzare la presenza di attività produttive. Le maggiori relazioni con altri comuni riguardano Arese, Rho, Paderno Dugnano, Novate.
- *Brugherio*: le relazioni con Milano presentano una prevalenza nell'uso del mezzo pubblico ad eccezione della destinazione Città Studi verso la quale un terzo degli spostamenti avviene con mezzo privato. Da notare tra le relazioni intercomunali il valore della relazione con Monza che si attesta intorno a 1.300 spostamenti, di cui la metà avviene con mezzo pubblico. Importante anche la relazione con Cologno Monzese che vede però ridursi la quota di uso del mezzo

pubblico. Altre relazioni intercomunali, di minore entità, avvengono con i comuni di Sesto S.Giovanni, Cinisello, Cernusco, Segrate.

- *Cernusco Sul Naviglio*: le relazioni con Milano avvengono con il mezzo pubblico (presenza della linea 2 della metropolitana), ma una quota rilevante di tale modalità di spostamento è presente anche nella relazione con Cologno Monzese. Le principali relazioni intercomunali, rilevanti in termini quantitativi, avvengono con Cologno Monzese, Vimodrone, Segrate, Pioltello.
- *Cinisello Balsamo*: presenta una concentrazione di spostamenti con il mezzo pubblico verso le aree del centro di Milano e verso Città Studi, ma, a differenza del confinante comune di Sesto S.Giovanni, nella medesima direzione si nota anche una rilevante quota di uso del mezzo privato. Le relazioni con gli altri comuni avvengono con il mezzo privato, ad eccezione di una minima quota di pubblico verso Monza e Sesto S.Giovanni e verso Arese in cui il pubblico predomina. Le principali relazioni avvengono con Sesto S.Giovanni, Monza e Cusano Milanino.
- *Cologno Monzese*: anche in questo caso la presenza della metropolitana coincide con una prevalenza nell'uso del mezzo pubblico con direzione l'area centrale di Milano. Una minima quota di pubblico si nota anche nelle relazioni con Sesto S.Giovanni, mentre nelle altre relazioni intercomunali si ha l'uso esclusivo del mezzo privato. Le principali relazioni intercomunali coinvolgono i comuni di Monza, Cinisello, Sesto, Brugherio, Vimodrone, Cernusco, Pioltello, Segrate e presentano uguale peso dal punto di vista quantitativo.
- *Corsico*: Le relazioni tra il comune di Corsico e Milano avvengono con uso prevalente del mezzo pubblico verso le BVR centrali e verso Città Studi. L'uso del mezzo privato prevale nelle relazioni con le BVR localizzate in direzione nord-ovest e sud-est. Le relazioni con gli altri comuni avvengono totalmente con l'uso del mezzo privato, ad eccezione della relazione con Arese che avviene totalmente con il mezzo pubblico, ma è trascurabile in termini quantitativi. I flussi più consistenti coinvolgono i comuni di Buccinasco, Trezzano e Assago. Nelle relazioni infracomunali è da notare la

presenza di collegamenti con il trasporto pubblico tra il centro storico a sud del Naviglio e l'area a nord-ovest, attestante lungo la Nuova Vigevanese (residenziale e commerciale), al confine con il comune di Cesano Boscone.

- *Paderno Dugnano*: nelle relazioni con Milano è possibile notare che le quote di uso dei mezzi pubblico e privato tendono ad essere pari. In particolare l'uso del mezzo pubblico prevale nelle relazioni tra le BVR servite dall'asse ferroviario verso le areole centrali. Le relazioni con i comuni limitrofi vedono l'utilizzo esclusivo del mezzo privato così come le relazioni infracomunali che sono pressoché trascurabili. Le principali relazioni intercomunali avvengono con i comuni di Cusano, Cormano, Cinisello Balsamo e, in misura minore, con Bresso.
- *Rozzano*: le relazioni con Milano avvengono in ugual misura con il mezzo pubblico e con quello privato: anche con quest'ultimo mezzo si hanno spostamenti rilevanti con destinazione le aree centrali di Milano. Le più importanti relazioni intercomunali avvengono con Assago e Pieve Emanuele, con l'utilizzo del mezzo privato: nel secondo caso registra anche una piccola quota di uso del mezzo pubblico.
- *San Donato*: le relazioni con Milano avvengono prevalentemente con l'uso del mezzo pubblico, anche se vi è un'evidente quota di privato diffusa (il flusso maggiore riguarda Città Studi), anche da BVR che presentano la maggiore vicinanza alla linea 3 della metropolitana.
- *San Giuliano*: le relazioni di San Giuliano con Milano presentano un prevalenza nell'utilizzo del mezzo pubblico verso le aree centrali; intenso è invece l'uso del mezzo privato nelle relazioni con le BVR localizzate nell'area sud-est del comune di Milano. Praticamente trascurabili sono le relazioni infracomunali, mentre si hanno relazioni diffuse con i comuni della fascia sud-est che caratterizzate dall'uso del mezzo privato (Peschiera e Segrate), mentre prevale l'uso del mezzo pubblico dal centro di San Giuliano verso San Donato.
- *Sesto S.Giovanni*: le relazioni tra Sesto S.Giovanni e Milano avvengono con l'uso prevalente del mezzo pubblico. Le relazioni intercomunali vedono invece l'uso prevalente del mezzo privato, ad esclusione delle relazioni con i comuni di Monza e

Cinisello che avvengono per più di due terzi con il pubblico. Le principali relazioni intercomunali oltre ai già citati comuni di Monza e Cinisello, avvengono anche con Cologno Monzese e Segrate.