

Approfondimenti



9

PROGETTI E POLITICHE
PER LA MOBILITÀ URBANA
SOSTENIBILE

QUADERNI
DELL'OSSERVATORIO



fondazione
cariplo

PROGETTI E POLITICHE PER LA MOBILITÀ URBANA SOSTENIBILE

A cura di Polinomia Srl

Collana “Quaderni dell’Osservatorio” n. 9 Anno 2013

Questo quaderno è scaricabile dal sito
www.fondazionecriplo.it/osservatorio

Progetti e politiche per la mobilità urbana sostenibile - Rapporto finale - Ottobre 2012 is licensed under a
Creative Commons Attribution – Condividi allo stesso modo 3.0 Unported License.

doi: 10.4460/2013quaderno9





INDICE



INDICE

1. INTRODUZIONE	6
1.1 Oggetto e finalità dello studio	6
1.2 Metodologia adottata	7
1.3 Selezione dei casi-studio	12
1.4 Fasi di lavoro e struttura del rapporto	14
2. LA SITUAZIONE ATTUALE	14
2.1 Dati di inquadramento	14
2.2 Offerta di trasporto	18
2.3 Domanda di mobilità	25
2.4 Flussi di traffico	31
2.5 Consumi energetici ed emissioni di inquinanti atmosferici	41
3. STRUMENTI E AZIONI PER LA MOBILITÀ SOSTENIBILE	48
3.1 Generalità	48
3.2 Gli interventi di carattere tecnologico	51
3.3 Regolazione del traffico privato	52
3.4 Potenziamento e incentivazione della mobilità motorizzata collettiva	55
3.5 Protezione della mobilità non motorizzata	57
3.6 Azioni di governo della domanda	58
3.7 Riepilogo delle politiche e costruzione degli scenari	61
3.8 Stima dei costi di intervento	63
4. SOSTEGNO ALLA MOBILITÀ NON MOTORIZZATA	64
4.1 Strategie di intervento	64
4.2 Effetti sulla domanda di mobilità	68
4.3 Effetti sui flussi di traffico	69
4.4 Effetti sui consumi energetici e sulle emissioni atmosferiche	73
5. INCENTIVAZIONE DEL TRASPORTO PUBBLICO	76
5.1 Strategie di intervento	76
5.2 Effetti sulla domanda di mobilità	80
5.3 Effetti sui volumi di traffico	81
5.4 Effetti sui consumi energetici e sulle emissioni atmosferiche	85
6. OTTIMIZZAZIONE DEL TRAFFICO PRIVATO	88
6.1 Strategie di intervento	88
6.2 Effetti sulla domanda di mobilità	91
6.3 Effetti sui volumi di traffico	92
6.4 Effetti sui consumi energetici e sulle emissioni atmosferiche	96
7. POLITICHE INTEGRATE	98
7.1 Strategie di intervento	98
7.2 Effetti sulla domanda di mobilità	102
7.3 Effetti sui volumi di traffico	103
7.4 Effetti sui consumi energetici e sulle emissioni atmosferiche	107
8. CONCLUSIONI	110
8.1 Contesto e limiti dello studio	110
8.2 Efficacia ambientale delle politiche	111
8.3 Prospettive per la sperimentazione di politiche di mobilità sostenibile	113



1.1 Oggetto e finalità dello studio¹

Questo rapporto illustra i risultati finali dello studio di approfondimento e prefattibilità commissionato dalla Fondazione Cariplo a Polinomia con l'obiettivo di definire alcuni interventi sperimentali di promozione della mobilità urbana sostenibile in alcune città medio - grandi del territorio di riferimento della Fondazione.

Ciò corrisponde, per molti versi, alla ricerca di una più robusta integrazione degli interventi di promozione della mobilità urbana sostenibile all'interno del quadro programmatico complessivo di settore che contraddistingue ciascuna area urbana². Ciò richiede, in particolare, lo sviluppo di strumenti di analisi/valutazione che consentano di mettere in rapporto le caratteristiche funzionali del sistema di trasporto (domanda/offerta di mobilità) con i corrispondenti impatti ambientali, in modo da poter stabilire un nesso fra gli interventi attuati e i risultati conseguiti sul versante della protezione ambientale.

Per tale motivo, il presente studio assume come elemento qualificante di base un **approccio quantitativo**: l'obiettivo iniziale è quello di descrivere gli effetti di ogni intervento in rapporto al **bilancio energetico-ambientale della mobilità**, che caratterizza ciascuna area urbana. Tale base analitica consente quindi di procedere, in cooperazione con le Amministrazioni interessate, all'identificazione e/o alla costruzione degli **interventi più idonei ed efficaci** nell'ottica del miglioramento delle prestazioni ambientali dei sistemi di trasporto locali.

Il lavoro approfondisce quindi nello specifico gli effetti sulla domanda di mobilità, sui flussi di traffico e sull'ambiente derivanti dall'implementazione di alcune politiche e strumenti di mobilità sostenibile. Si tratta in particolare di:

- > sistemi di road pricing, e più in generale interventi di restrizione alla circolazione dei mezzi privati;
- > sistemi di incentivazione/capillarizzazione del trasporto pubblico delle persone;
- > sistemi di regolamentazione del trasporto e della distribuzione delle merci;
- > altri interventi sulla mobilità di specifica utilità per la situazione studiata.

¹ Questo documento è stato preparato da un gruppo di lavoro di Polinomia Srl, società di ingegneria dei trasporti e matematica applicata (vedi www.polinomia.it), costituito da: Andrea Debernardi (coordinatore), Stefano Battaiotto, Chiara Gruppo, Emanuele Ferrara e Davide Cassinadri.

Hanno inoltre attivamente collaborato con gli autori i referenti dei comuni oggetto degli approfondimenti territoriali:

Nadia Bresciani (Comune di Brescia), Pierantonio Lorini (Comune di Como), Franco Balbo (Comune di Lecco), Fabio Arvati (Comune di Mantova).

² Lo studio si pone in continuità con le precedenti iniziative intraprese dalla Fondazione, attraverso il progetto "Mobility Management del sistema universitario" (2005-2009) e il bando "Promuovere forme di mobilità sostenibile alternative all'auto privata" (2007-2010). Tali strumenti si sono concentrati sulla promozione della mobilità ciclistica, incentivando in particolare la nascita dei sistemi bike sharing a Milano e in parecchi altri Comuni lombardi.



In relazione a tali politiche, lo studio fornisce un quadro conoscitivo trasportistico-ambientale che consente di:

- > analizzare e sintetizzare la situazione della mobilità in 4 città selezionate come casi studio: Brescia, Como, Lecco e Mantova;
- > valutare l'idoneità di tali città alla sperimentazione di politiche/strumenti innovativi per la promozione della mobilità sostenibile che altrove (in Italia e all'estero) hanno mostrato di risolvere problemi analoghi.

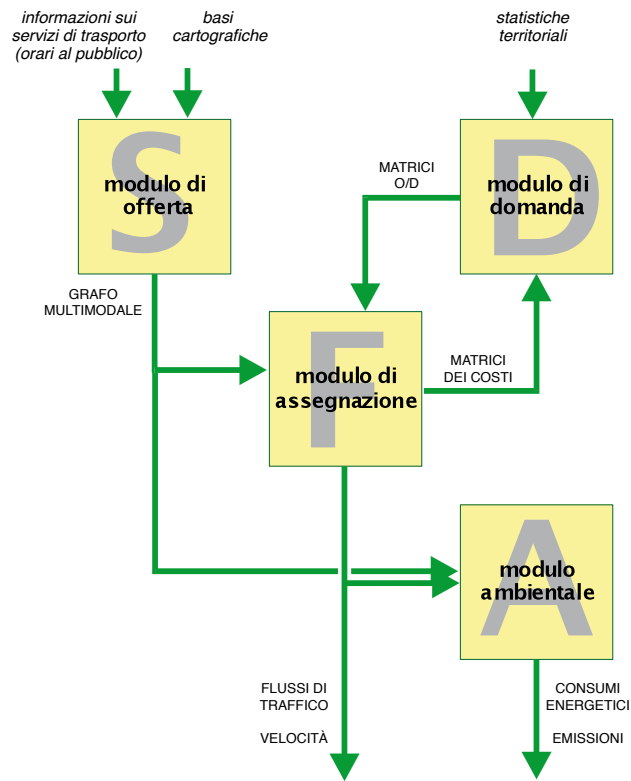
1.2 Metodologia adottata

Lo strumento di analisi quantitativa, sviluppato a supporto dello studio, rappresenta un affinamento della Rete Nazionale Trasporti e Ambiente, modello multimodale del sistema di trasporto nazionale, messo a punto da Polinomia srl con il contributo del WWF Italia.

Tale modello combina tra loro quattro moduli analitici così definiti (figura 1.1):

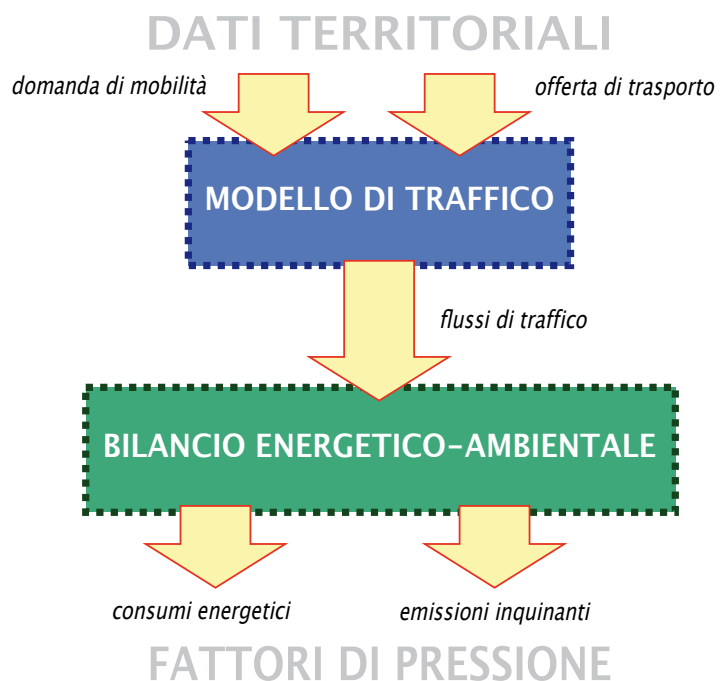
- S) **modulo di offerta**, che ricostruisce il quadro delle infrastrutture e dei servizi di trasporto esistenti (stradali e ferroviari) descrivendole attraverso un apposito grafo;
- D) **modulo di domanda**, che identifica il numero di spostamenti, effettuati per singolo motivo, fra tutte le località di possibile origine e destinazione (matrice O/D), interne o esterne all'area di studio;
- F) **modulo di assegnazione dei flussi**, che attribuisce la matrice O/D al grafo identificando, per ciascuno spostamento, la modalità e l'itinerario migliore dal punto di vista dell'utente, ottenendo così una stima analitica dei volumi di traffico gravanti sia sulla rete stradale (mobilità privata) sia su quella del trasporto pubblico;
- A) **modulo ambientale**, che, utilizzando appositi coefficienti unitari, consente di stimare i consumi energetici e le emissioni atmosferiche attribuibili a ciascun elemento del grafo, in funzione dei volumi di traffico che lo impegnano.

Figura 1.1 - Schema metodologico generale della Rete Nazionale Trasporti e Ambiente



La combinazione dei quattro moduli di calcolo consente di ricostruire un vero e proprio bilancio energetico-ambientale del sistema della mobilità locale, atto a stabilire relazioni funzionali complesse tra i singoli parametri descrittivi della domanda/offerta di mobilità e i corrispondenti impatti ambientali imputabili al settore (figura 1.2).

Figura 1.2 - Schema metodologico generale per lo sviluppo dei modelli di traffico



Un secondo tratto distintivo dell'approccio adottato consiste nell'estensione del quadro analitico dai singoli Comuni-polo al complesso delle loro aree urbane e, per alcuni versi, anche all'insieme dei corrispondenti territori provinciali.

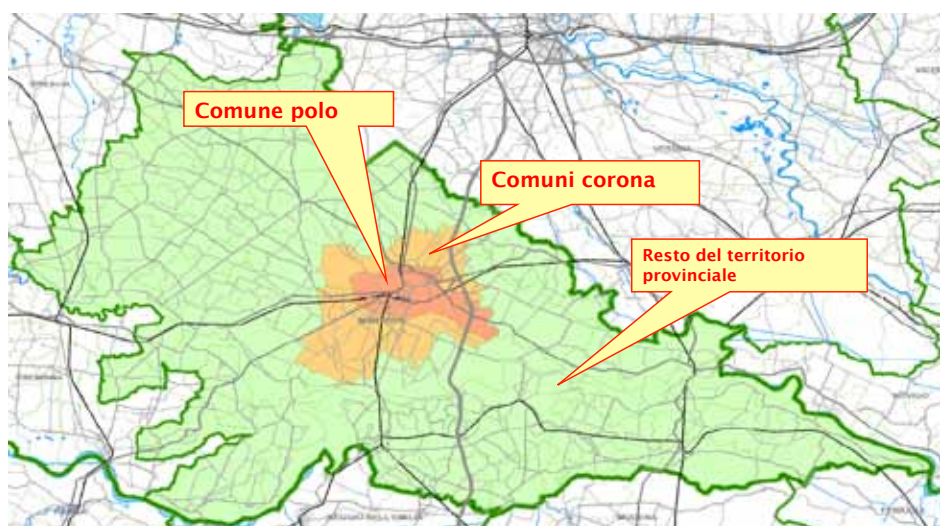
Tale estensione risponde:

1. alla necessità di garantire un solido legame tra i risultati ambientali del modello e le statistiche di vendita dei carburanti per autotrazione, correntemente disponibili al solo livello provinciale, che rappresentano un fondamentale parametro di validazione del modello stesso;
2. all'opportunità di collocare la ricostruzione del sistema di trasporto urbano all'interno delle più complessive dinamiche di area urbana, che tendono ormai a contraddistinguere anche le città lombarde di media dimensione.

In questo senso, lo studio distingue, per ciascun caso analizzato, tre ambiti di analisi concentrici (figura 1.3):

- > il **comune-polo**, suddiviso in zone di traffico, corrispondenti a singoli quartieri urbani;
- > i **comuni di corona**, che rappresentano l'ambito di più stretta integrazione funzionale con il sistema di trasporto urbano, analizzati a livello di dettaglio comunale, o in alcuni casi specifici (comuni di maggiore estensione), anche sub-comunale;
- > il **resto del territorio provinciale**, disaggregato su base comunale, e utilizzato unicamente come elemento di raccordo con le statistiche ambientali (validazione del modello).

Figura 1.3 - Ambiti territoriali concentrici di analisi



Nello specifico, il modulo di offerta utilizzato risulta in grado di supportare la descrizione di tutti gli spostamenti interzonalì, sia motorizzati che ciclopèdonali³, includendo una rappresentazione completa dei servizi ferroviari e delle reti di trasporto pubblico urbano facenti capo al comune polo e all'area urbana. La rete del trasporto su gomma extraurbano è invece rappresentata in modo schematico (modo di trasporto ausiliario del modello).

Per quanto concerne la domanda di mobilità passeggeri, si è fatto riferimento essenzialmente all'indagine O/D della Regione Lombardia (2002)⁴, i cui risultati sono stati aggiornati in base all'evoluzione demografica riscontrata nel periodo 2002-09. I dati sono riferiti a un tipico giorno feriale (scolastico).

L'assegnazione dei flussi di traffico è avvenuta, per quanto concerne la mobilità privata (sia motorizzata che ciclopèdonale), secondo un algoritmo iterativo di tipo deterministico, mentre i carichi del sistema di trasporto pubblico sono stati determinati a cammino minimo, tenendo conto dei tempi di accesso alla rete e di eventuale interscambio fra le linee, definiti in base alle frequenze medie giornaliere.

In sede di calibrazione del modello, i risultati ottenuti sono stati confrontati con i volumi di traffico (Traffico Giornaliero Medio) rilevati su un insieme di postazioni di controllo, collocate:

- > lungo la rete autostradale e in corrispondenza dei principali svincoli di accesso all'area urbana (rilevazioni dei concessionari autostradali);
- > lungo la rete stradale extraurbana (rilevazioni ANAS e provinciali);
- > sulla rete stradale urbana del comune-polo (rilevazioni comunali).

Per quanto concerne invece il trasporto pubblico, si è fatto riferimento alle statistiche dei passeggeri saliti/discesi nelle principali stazioni ferroviarie, oltre che sui dati relativi all'operatività delle reti urbane, messi a disposizione dalle Amministrazioni coinvolte nello studio.

Le statistiche relative alla funzionalità del sistema sono le seguenti:

- > passeggeri trasportati;
- > percorrenze complessive, espresse in passeggeri-km/giorno e in veicoli-km/giorno;
- > tempi di percorrenza totali, espressi in passeggeri-h/giorno e in veicoli-h/giorno;
- > velocità medie.

³ La mobilità ciclopèdonale viene assegnata di norma alla rete stradale, con specifici divieti inerenti alla rete primaria (autostrade e superstrade) e collegamenti dedicati, corrispondenti ai principali itinerari in sede propria e/o alle possibilità di transito in ambiti nei quali vigono specifiche limitazioni al traffico motorizzato privato (ZTL o simili).

⁴ Vedi: Regione Lombardia; *Indagine Origine-Destinazione 2002*, a cura di ACNielsen, Cap Gemini Ernst&Young, TRT Trasporti e Territorio, Milano, 2003.



Tali statistiche sono state quindi distinte per modo di trasporto, tipologia di rete (urbana, extraurbana e autostradale) e ambito territoriale di riferimento (comune-polo, corona urbana e resto del territorio provinciale).

La stima dei consumi energetici e delle emissioni atmosferiche del traffico stradale (auto, bus, autocarri) è avvenuta in base ai coefficienti unitari tratti dalla banca-dati europea COPERT/CORINAIR⁵, opportunamente modulati in funzione delle velocità medie di avanzamento simulate sulla rete. Per quanto concerne i servizi ferroviari, metropolitani e ferrottramviari, si è invece fatto riferimento a contributi scientifici specifici⁶.

I parametri considerati sono i seguenti:

- > consumi di carburanti per autotrazione (benzina, gasolio, GPL, gas naturale);
- > consumi di energia elettrica;
- > emissioni di anidride carbonica (CO₂);
- > emissioni di monossido di carbonio (CO);
- > emissioni di composti organici volatili (COV);
- > emissioni di ossidi di azoto (NO_x);
- > emissioni di particolato (PM).

I risultati ottenuti, riferiti al tipico giorno ferialo, vengono infine rapportati al totale annuo in base a un coefficiente moltiplicativo di 300 giorni/anno, in modo da consentire il confronto con le statistiche di vendita dei carburanti di scala provinciale, contenute nel *Bollettino Petrolifero*.

Il modello di traffico e il relativo bilancio energetico-ambientale, così calibrati, si prestano a simulare l'evoluzione del sistema in ragione dei diversi interventi possibili in termini di tecnologie di trazione, organizzazione dell'offerta di trasporto e governo della domanda di mobilità. In tal senso, essi rappresentano lo strumento-chiave per lo sviluppo e la valutazione degli scenari di intervento, principale oggetto del presente studio.

⁵ Vedi: Ntziachristos L., Samaras Z. [2000] *COPERT III Computer programme to calculate emissions from road transport. Methodology and emission factors (version 2.1)*; technical report n.49, European Environmental Agency, Copenhagen, November 2000. Gkatzoflias D., Kouridis C., Ntziachristos L., Samaras Z. [2007] *COPERT 4 Computer programme to calculate emissions from road transport*; user manual, European Environmental Agency, Copenhagen, December 2007.

⁶ In particolare: Lindgreen E., Sorenson S.C.; *Simulation of Energy Consumption and Emissions from Rail Traffic*; Emission Estimating Methodology for Rail Transport; department of Mechanical Engineering, Technical University of Denmark, Lyngby, February 2005.

1.3 Selezione dei casi-studio

La selezione dei quattro casi-studio qui presi in esame si è basata:

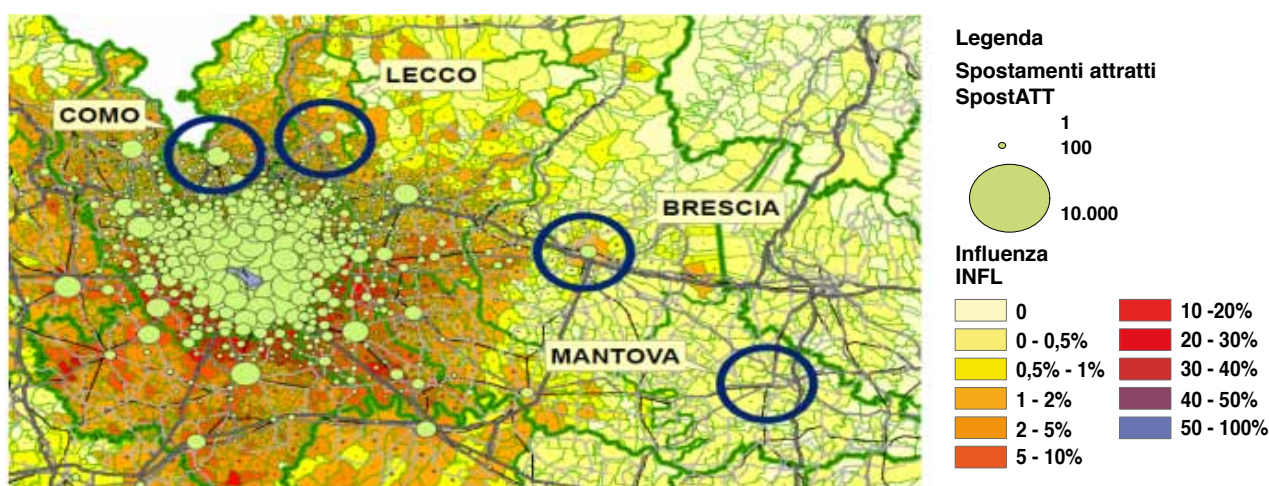
1. sulla necessità di coprire una gamma sufficientemente ampia di situazioni territoriali, in termini sia di dimensione che di collocazione dell'area urbana (distanza da Milano, inserimento nella fascia pedemontana interessata da fenomeni di diffusione urbanizzativa);
2. sull'opportunità di rapportarsi con realtà già oggetto di progetti in tema di mobilità sostenibile cofinanziati dalla Fondazione.

Ne è conseguita la scelta delle seguenti aree:

- > Como
- > Lecco
- > Brescia
- > Mantova

Nella cornice territoriale lombarda, tali aree si localizzano in situazioni diversamente connotate. Le città di Como, Lecco e Brescia si collocano all'interno della fascia pedemontana, interessata da un macroscopico processo di diffusione insediativa, che tende a rendere incerti i confini fra i rispettivi ambiti metropolitani e il contesto circostante, comunque caratterizzato in senso suburbano. Le prime due, inoltre, presentano forti legami funzionali con la città di Milano, mentre la terza, collocata nel quadrante orientale della Regione, tende ad assumere un profilo relativamente più autonomo, che la accomuna piuttosto all'area mantovana. Quest'ultima, d'altro canto, appartenendo alla fascia territoriale di Bassa pianura, tende a configurarsi come polo ordinatore di un'area urbana di dimensioni relativamente più contenute, i cui confini risultano più nettamente distinguibili rispetto a un contesto tutt'ora chiaramente connotato in senso rurale (figura 1.4).

Figura 1.4 - Collocazione delle quattro aree rispetto all'area di influenza di Milano



Le quattro aree selezionate si collocano in modo differenziato rispetto all'influenza territoriale esercitata dal capoluogo regionale, determinato come rapporto da esso attratti e il totale dei flussi generati da ciascuna circoscrizione comunale. In particolare, Como e Lecco risentono di tale influenza in modo diretto, generando forti flussi pendolari; mentre Brescia e Mantova sono collocate chiaramente al di fuori del contesto metropolitano.

Coerentemente con le indicazioni espresse nel precedente paragrafo, l'esame dei singoli casi non si è limitato ai territori comunali di ciascun capoluogo, ma ha tenuto conto delle corrispondenti dinamiche metropolitane a una scala sub-provinciale.

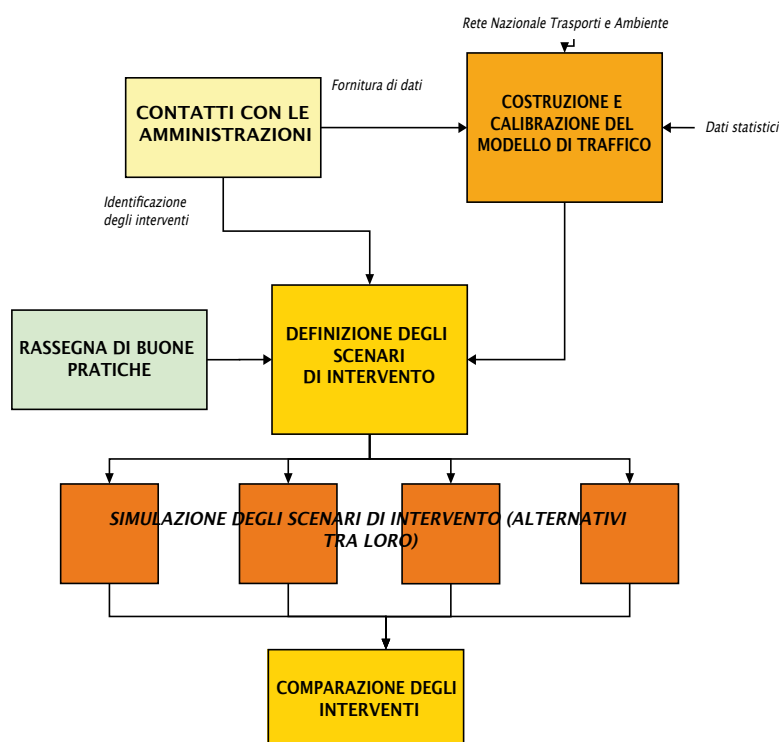
Gli esiti dello studio vengono di seguito sistematicamente esposti in forma comparativa, mentre il dettaglio dei risultati, riguardanti ciascuna singola area, è riportato nei quattro allegati al rapporto.

1.4 Fasi di lavoro e struttura del rapporto

Lo studio è stato sviluppato incrociando:

- > contatti operativi con le Amministrazioni comunali coinvolte, volti sia a raccogliere dati, informazioni e documentazione relativa ai singoli casi, sia a orientare e a validare, in accordo con la Fondazione Cariplo, lo sviluppo dello studio;
- > attività di sviluppo e impiego del modello di simulazione del traffico.

Figura 1.5 - Attività sviluppate nel quadro dello studio



Nel contempo, l'attività più gravosa, dal punto di vista dei tempi tecnici di redazione, è rappresentata dalla costruzione e dalla validazione dei quattro modelli di simulazione utilizzati per valutare gli effetti indicati.

Questo rapporto illustra i risultati complessivi dello studio, ottenuti con riferimento sia alla ricostruzione della situazione attuale (validazione del modello), sia alla stima delle variazioni conseguenti all'attuazione di specifici scenari di intervento.

In particolare, il capitolo 2 illustra la ricostruzione dello stato attuale, ovvero il risultato dell'attività di calibrazione del modello utilizzato. Il capitolo 3 contiene una breve rassegna di buone pratiche, che hanno orientato la costruzione degli scenari di intervento. I capitoli 4, 5, 6 e 7 illustrano i risultati di quattro scenari di intervento, ottenuti applicando ai diversi casi studio tre politiche-base, confrontabili fra loro, nonché una politica integrata, specificamente rivolta alle problematiche evidenziate in ciascuna situazione locale. L'orientamento primario resta comunque quello di mettere a confronto, sotto il profilo della loro efficacia, diverse politiche di intervento, tenendo conto delle possibili differenziazioni dei risultati in rapporto al particolare contesto nel quale sono applicate. L'ottavo e ultimo capitolo contiene alcune riflessioni di carattere riassuntivo.

2.1 Dati di inquadramento

La ricostruzione modellistica della funzionalità odierna dei sistemi di trasporto locali è avvenuta prendendo in esame i quattro comuni-polo, insieme alle corrispondenti corone urbane a essi strettamente integrate.

In altri termini, la simulazione di traffico relativa ai quattro casi-studio è stata sviluppata prendendo come punto di riferimento altrettante **aree urbane**, perimetrate d'intesa con i referenti tecnici delle singole Amministrazioni. Tali aree sono formate, nel caso di Como, da 22 comuni⁷, in quello di Lecco da 19 comuni⁸, in quello di Brescia da 16 comuni⁹ e in quello di Mantova da 5 comuni¹⁰.

Una rappresentazione cartografica sintetica delle quattro aree e della loro collocazione all'interno dei corrispondenti confini provinciali, è riportata nelle pagine che seguono (figure 2.1-2.2). Va sottolineato che le delimitazioni adottate non hanno alcuna pretesa di rappresentare un punto di riferimento statistico o istituzionale, ma assumono unicamente la funzione di inquadrare le dinamiche di traffico, riscontrate nelle diverse città, all'interno di dinamiche territoriali e metropolitane più estese.

7 Como, Albavilla, Blevio, Brunate, Bulgarograsso, Capiago Intimiano, Casnate con Bernate, Cassina Rizzardi, Cavallasca, Cernobbio, Fino Mornasco, Grandate, Limido Comasco, Luisago, Maslianico, Montano Lucino, Montorfano, San Fermo della Battaglia, Senna Comasco, Tavernerio, Torno, Villa Guardia.

8 Lecco, Abbazia Lariana, Annone di Brianza, Ballabio, Calolziocorte, Cesana Brianza, Civate, Ello, Galbiate, Garlate, Malgrate, Mandello del Lario, Morterone, Oggiono, Olginate, Pescate, Suello, Valmadrera, Vercurago.

9 Brescia, Borgosatollo, Botticino, Bovezzo, Castel Mella, Castenedolo, Cellatica, Collebeato, Concesio, Flero, Gussago, Nave, Poncarale, Rezzato, Roncadelle, San Zenone Naviglio.

10 Mantova, Curtatone, Porto Mantovano, San Giorgio di Mantova, Virgilio.



Le quattro aree urbane, così definite, presentano estensioni territoriali comparabili: la loro superficie varia infatti da un minimo di 149 kmq (Como) a un massimo di 297 kmq (Brescia), con valori intermedi a Lecco (218) e a Mantova (225).

Ben più differenziati appaiono i carichi insediativi, con una popolazione leggermente inferiore ai 100 mila abitanti nel caso di Mantova, e superiore ai 330 mila in quello di Brescia¹¹. Ne derivano valori di densità piuttosto differenziati, con massimi a Como (1.165 ab./kmq) e a Brescia (1.123) e minimi a Lecco (640) e Mantova (442).

Tabella 2.1. - Descrittori territoriali – Comuni polo e aree urbane

AREA URBANA

	CO	LC	BS	MN
Numero comuni	22	19	16	5
Numero zone	13	12	15	13
Superficie (kmq)	148,53	218,24	297,00	224,65
Abitanti (2009)	173.109	139.692	333.638	99.202
Densità (ab/kmq)	1.165	640	1.123	442

COMUNE POLO

	CO	LC	BS	MN
Numero zone	16	15	30	14
Superficie (kmq)	37,34	45,93	90,68	63,97
Abitanti	84.812	47.791	191.618	48.324
Densità (ab/kmq)	2.271	1.041	2.113	755

¹¹ Nello studio si è fatto riferimento ai dati ISTAT aggiornati al 31 dicembre 2009.

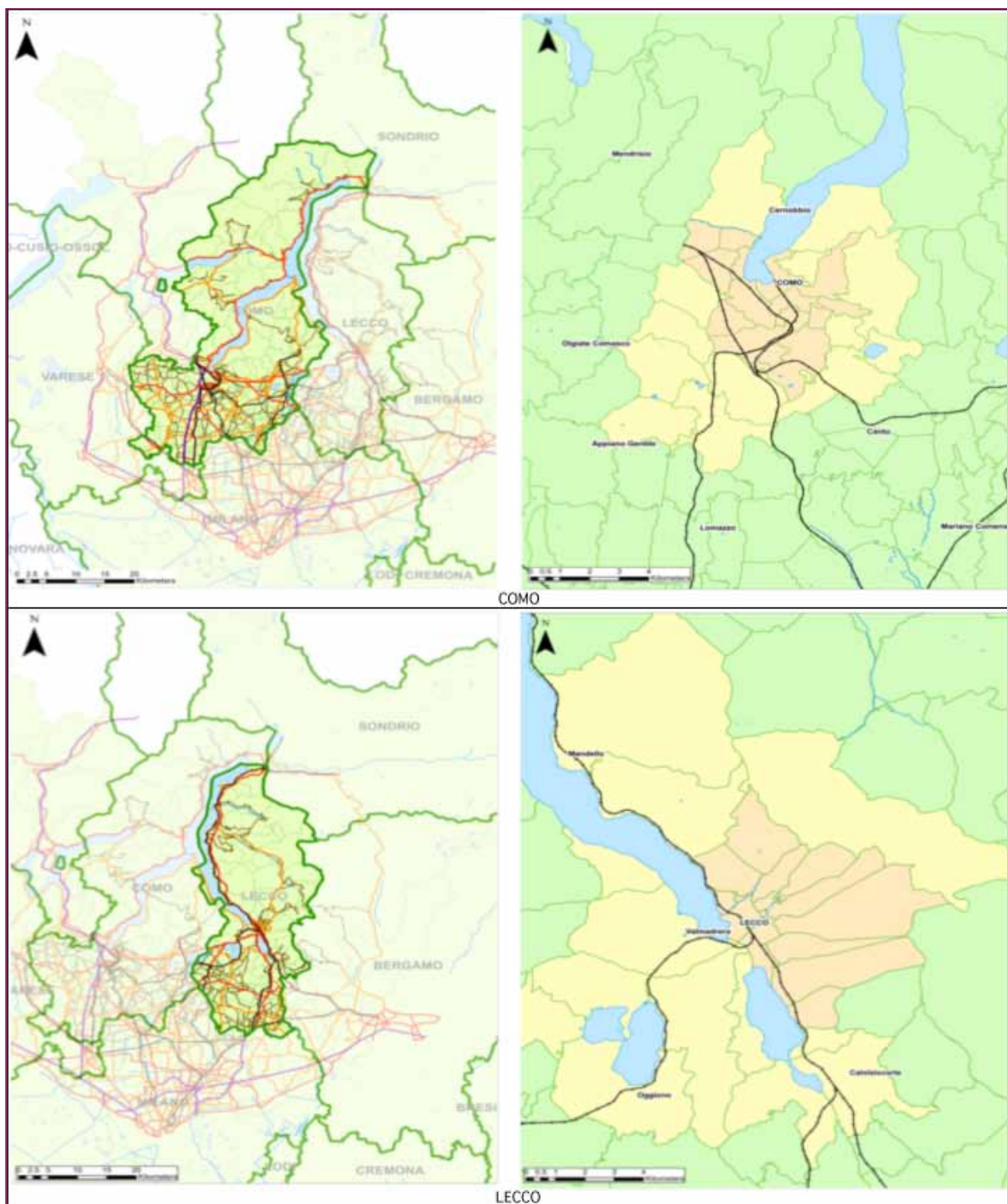
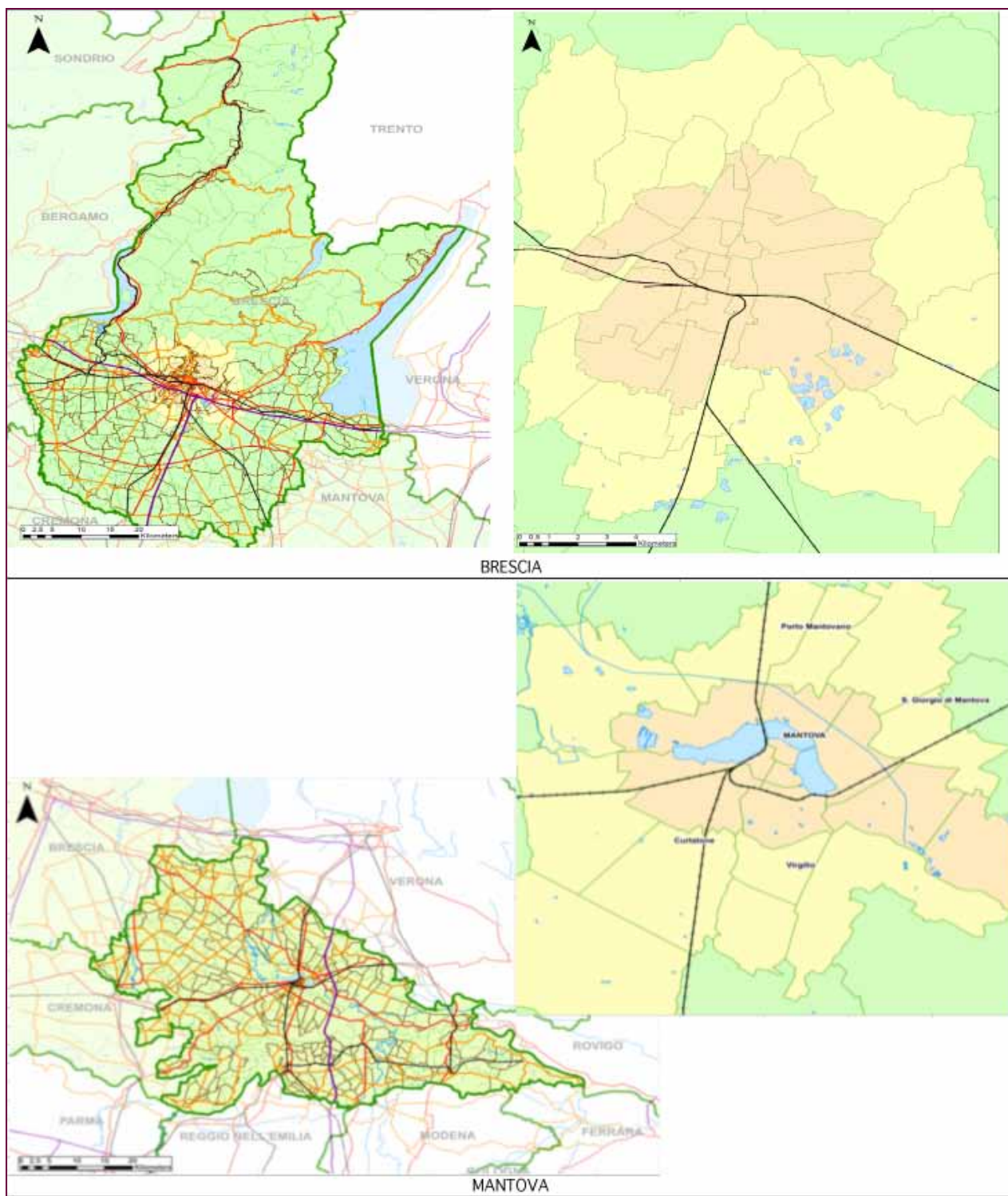
Figura 2.1 - Zonizzazione adottata - aree urbane di Como e Lecco

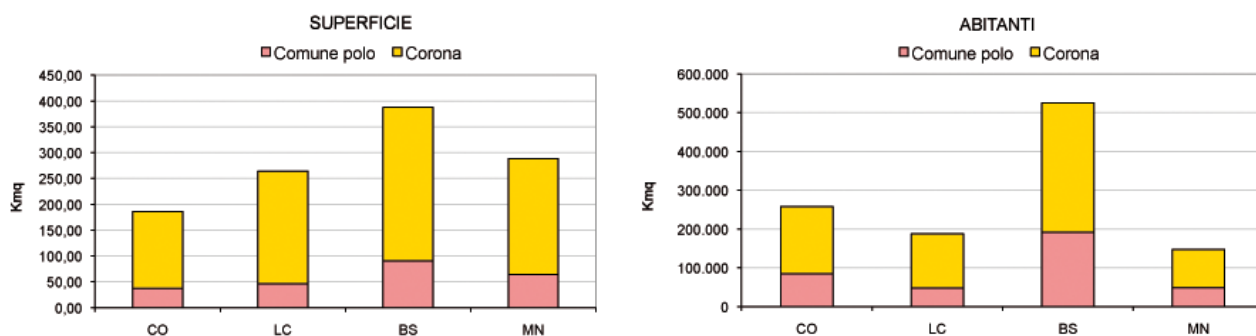
Figura 2.2 - Zonizzazione adottata - aree urbane di Brescia e Mantova



Ne derivano diverse proporzioni fra la dimensione demografica e territoriale del comune polo e quella dell'area urbana che possono essere così sintetizzate (figura 2.3):

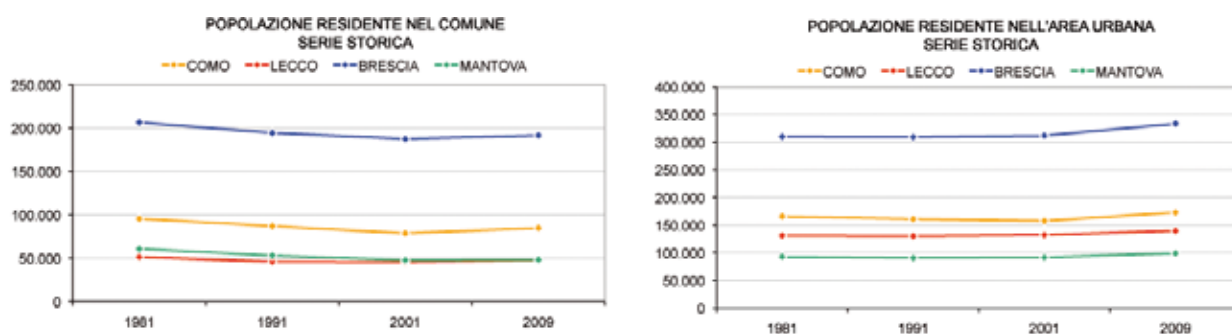
- > il comune di Como concentra il 49% della popolazione sul 25% della superficie totale;
- > il comune di Lecco concentra il 34% della popolazione sul 21% della superficie;
- > il comune di Brescia concentra il 57% della popolazione sul 31% della superficie;
- > il comune di Mantova concentra il 49% della popolazione sul 28% della superficie.

Figura 2.3 - Superficie territoriale e popolazione - comuni-polo e aree urbane



Le dinamiche demografiche delle quattro aree appaiono abbastanza omogenee fra loro, con una tendenza all'accelerazione della crescita del peso insediativo delle corone, cui si associa, nel corso dell'ultimo decennio, un rallentamento, se non una vera e propria inversione di tendenza, della riduzione dei residenti nei comuni polo (figura 2.4).

Figura 2.4 - Serie storica della popolazione residente - comuni-polo e nelle aree urbane



2.2 Offerta di trasporto

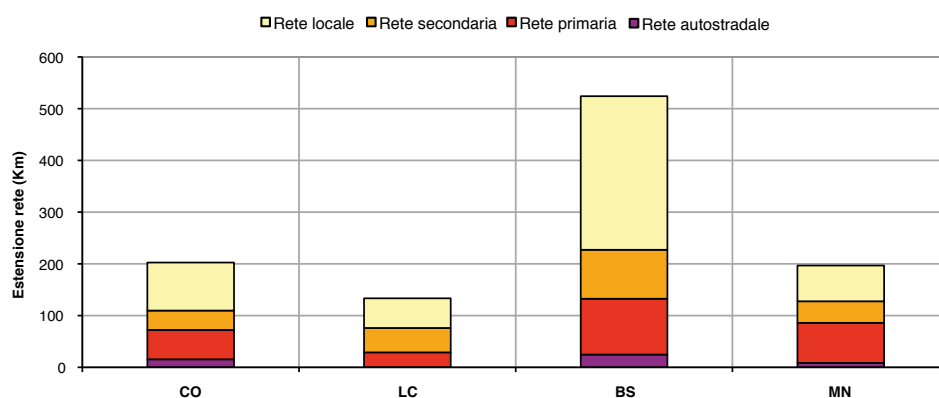
L'analisi dell'offerta di trasporto è stata sviluppata con riferimento sia al quadro infrastrutturale complessivo e alla configurazione della rete viaria, immediatamente utilizzabile dai mezzi di trasporto individuali (motorizzati e non), sia alla struttura della rete del trasporto pubblico urbano e in parte anche extraurbano (servizi ferroviari).



Per quanto concerne l'**estensione della rete stradale** interna ai comuni-polo (figura 2.5), si può evidenziare che essa appare massima a Brescia (oltre 500 km) e minima a Lecco (circa 130 km), con valori intermedi a Como (203 km) e a Mantova (197 km)¹².

La superiore estensione della rete bresciana si spiega in una certa misura con la maggiore incidenza assunta dalla rete locale – a sua volta riconducibile alla maggiore estensione del territorio urbano, innervato da assi stradali di carattere interzonale. L'incidenza di questa componente appare via via minore negli altri casi, siano a raggiungere il minimo di Lecco, dove i rilevanti vincoli orografici costringono a concentrare la maggior parte della capacità offerta al traffico privato sulla rete viaria primaria e secondaria, ovvero sugli assi di connessione tra il comune polo e le aree esterne.

Figura 2.5 - Estensione delle reti stradali – comuni polo



RETE STRADALE - COMUNE POLO					
Classe/Rete	Km				
	CO	LC	BS	MN	
2	Rete autostradale	15,5	0,0	24,7	8,6
3	Rete primaria	56,7	28,9	107,9	77,4
4	Rete secondaria	37,5	47,2	94,6	41,6
5	Rete locale	92,8	57,4	296,9	69,1
	TOTALE	202,6	133,4	524,1	196,8

Meno squilibrato appare invece il confronto tra le aree urbane (figura 2.6): se Brescia sfiora i 1.000 km di rete, le altre tre città si collocano tra i 440 e i 560 km, con un significativo recupero dell'area mantovana, caratterizzata da una corona di grandi dimensioni, innervata da maglie stradali relativamente fitte seppure, spesso, non direttamente correlate all'insediamento strettamente urbano.

¹² Valori riferiti alla lunghezza complessiva degli archi del grafo, non comparabili con l'estensione delle corrispondenti reti urbane, in quanto gran parte della viabilità locale di quartiere non è stata modellizzata. Il valore è tuttavia significativo rispetto alla struttura viaria effettivamente utilizzata dal traffico di attraversamento e distribuzione a livello urbano.

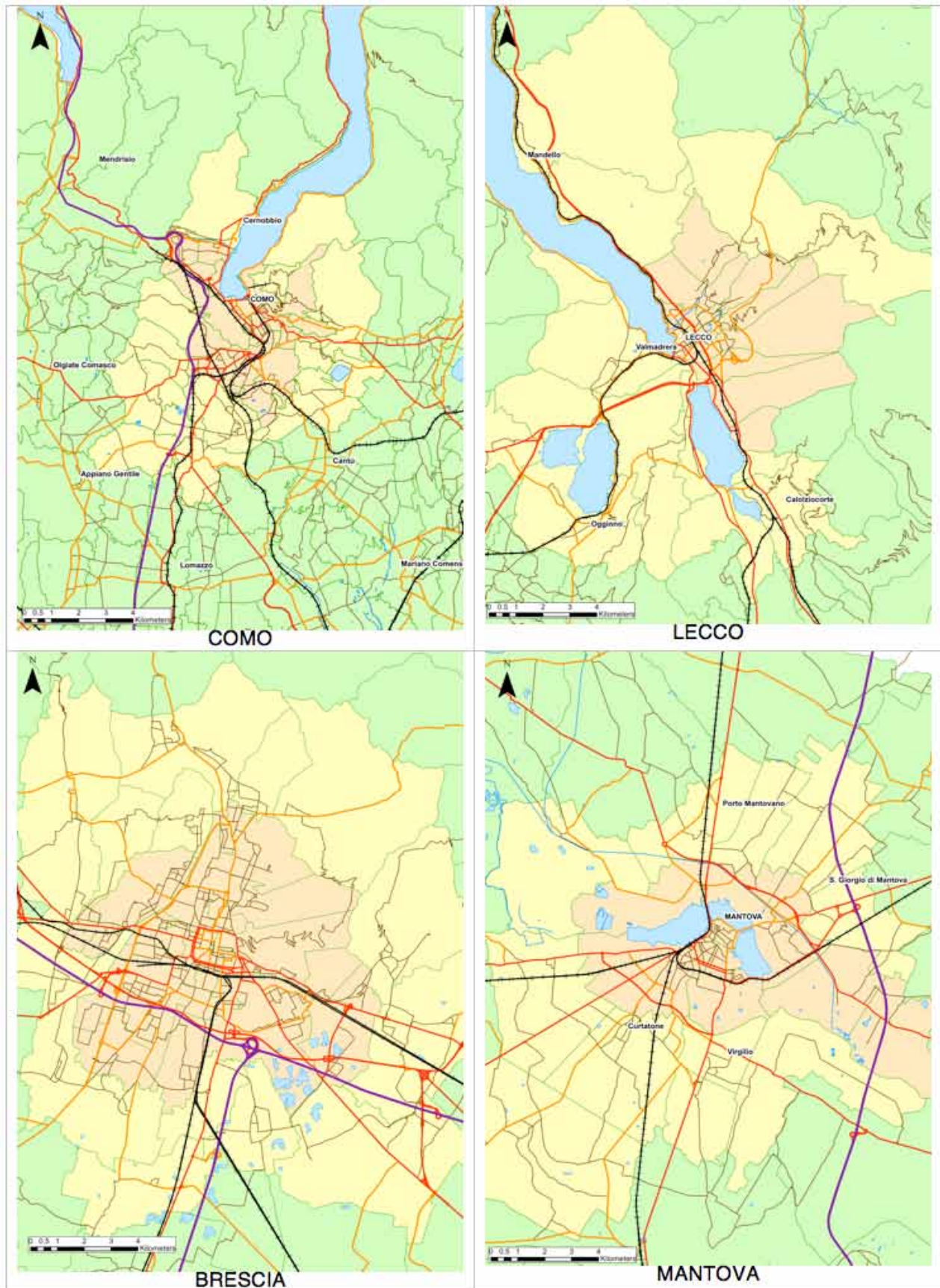
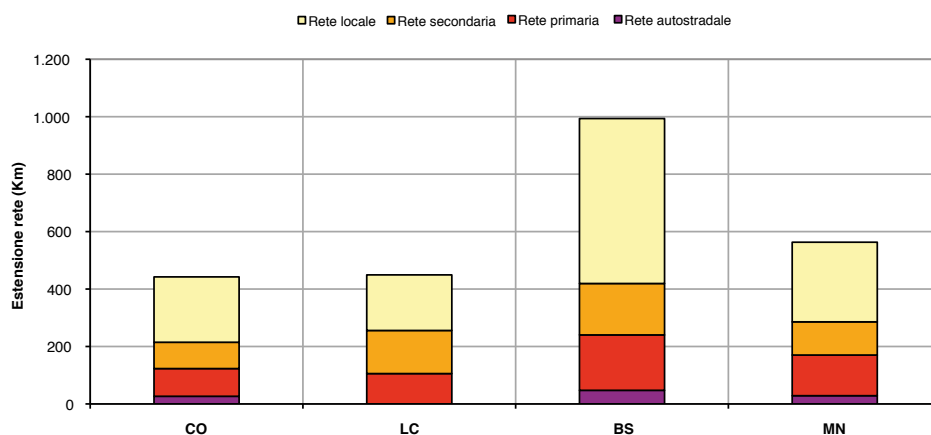
Figura 2.6 - Struttura della rete di trasporto stradale e ferroviaria



Figura 2.7 - Estensione delle reti stradali - aree urbane

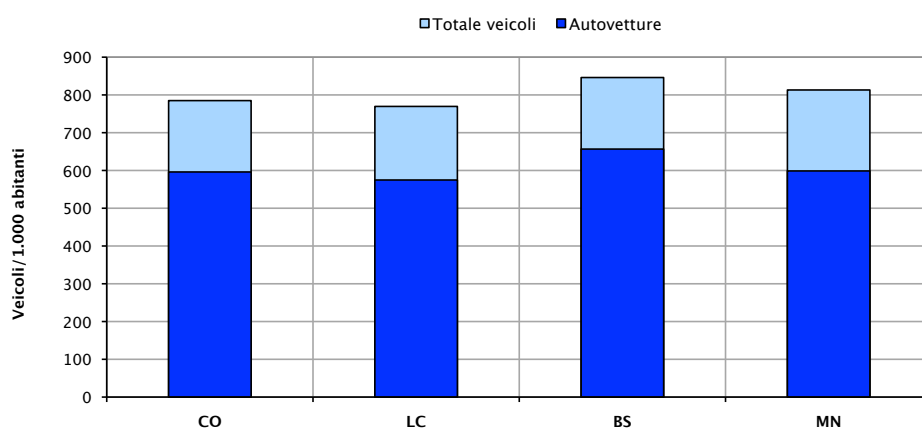


RETE STRADALE - TOTALE AREA URBANA					
Classe/Rete		km			
		CO	LC	BS	MN
2	Rete autostradale	26,7	0,0	47,4	28,7
3	Rete primaria	96,4	105,7	192,8	141,6
4	Rete secondaria	91,7	150,1	179,0	115,6
5	Rete locale	227,5	193,5	574,3	277,2
TOTALE		442,3	449,3	993,6	563,0

Un ulteriore indicatore dell'offerta di trasporto privato è rappresentato dai tassi di motorizzazione, ottenuti rapportando il numero dei veicoli immatricolati al peso insediativo di ciascuna area. Facendo riferimento ai soli comuni-polo (figura 2.8) tali tassi risultano massimi a Brescia (846 veicoli, di cui 657 autovetture, per 1.000 residenti)¹³; seguono Mantova (813 / 599), Como (785 / 595) e Lecco (770 / 575).

13 Dati ACI, 2009.

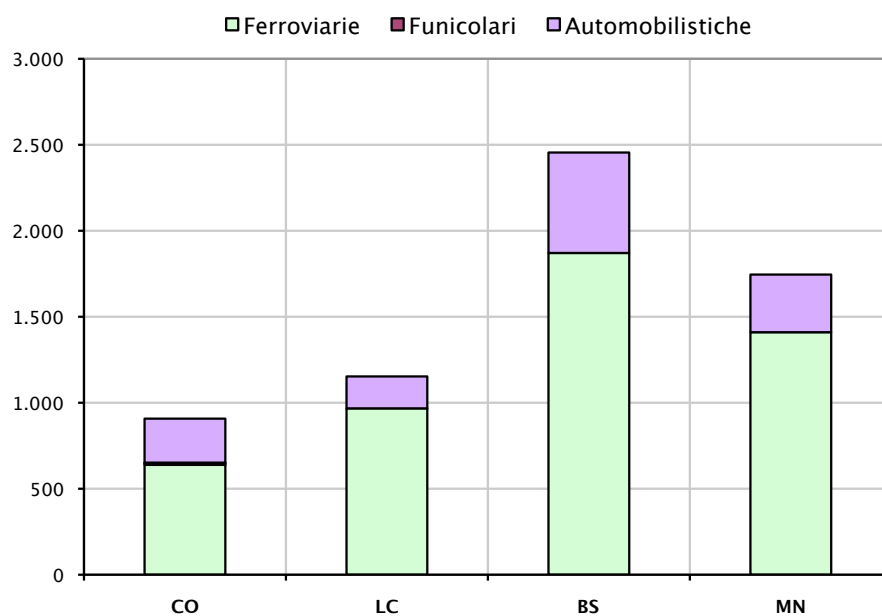
Figura 2.8 - Parco circolante e tassi di motorizzazione – comune polo



PARCO CIRCOLANTE - COMUNE POLO				
Tipologia	veicoli			
	CO	LC	BS	MN
Autovetture	50.550	27.469	125.824	28.934
TOT Autoveicoli	66.574	36.778	162.123	39.293

Per quanto concerne invece l'offerta di trasporto pubblico, un primo indicatore è rappresentato dall'estensione delle reti di trasporto simulate che, prescindendo dalle linee ferroviarie, appare massima nel caso di Brescia (584 km) e quindi via via decrescente in quelli di Mantova (395), Como (258 km) e Lecco (187 km).

Figura 2.9 - Estensione della rete di trasporto pubblico

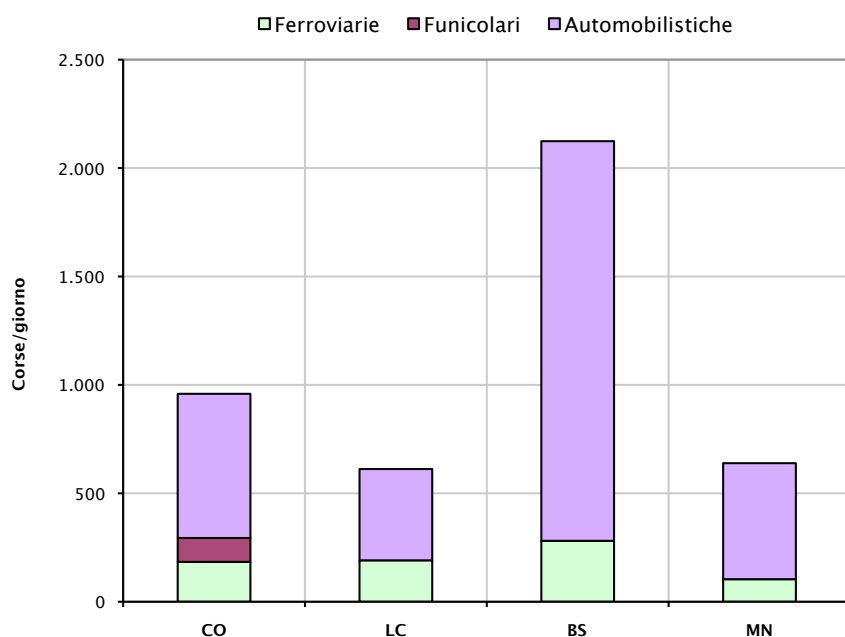




ESTENSIONE DELLA RETE				
Linee	km			
	CO	LC	BS	MN
Funicolari	2	0	0	0
Automobilistiche	256	186	584	335
Navigazione	0	0	0	0
Totale urbano	258	186	584	335
Ferrovie	650	967	1.871	1.410
TOTALE	908	1.153	2.455	1.745

Un altro indicatore importante è rappresentato dal numero totale di corse offerte al pubblico in un tipico giorno feriali che risulta pari a oltre 1.800 nel caso di Brescia, quasi 800 in quello di Como, collocandosi infine al di sotto di 600 in quelli di Lecco e Mantova.

Figura 2.10 - Corse offerte dai servizi di trasporto pubblico

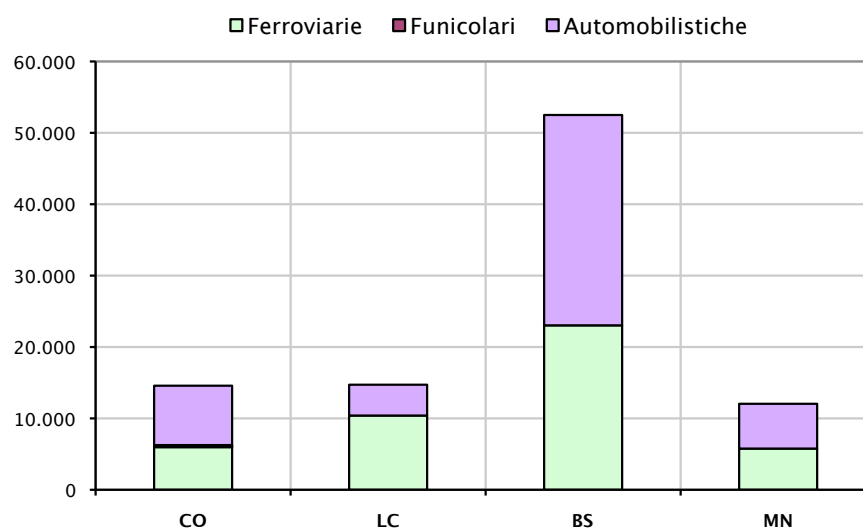


CORSE OFFERTE				
Linee	n°			
	CO	LC	BS	MN
Funicolari	110	0	0	0
Automobilistiche	665	421	1.843	535
Navigazione	0	0	0	0
Totale urbano	775	421	1.843	535
Ferrovie	184	191	281	104
TOTALE	959	612	2.124	639

Un parametro relativamente più preciso, in assenza di una stima dettagliata dei posti-km offerti, è rappresentato dalle percorrenze totali dei veicoli che effettuano servizio di trasporto pubblico.

Tale indicatore assume valori particolarmente elevati nel caso di Brescia, sia per il TPL urbano che per i servizi ferroviari, per scendere a valori nettamente inferiori negli altri tre. Per quanto concerne Lecco, le percorrenze ferroviarie superano quelle automobilistiche¹⁴.

Figura 2.11 - Veicoli-km offerti dai servizi di trasporto pubblico



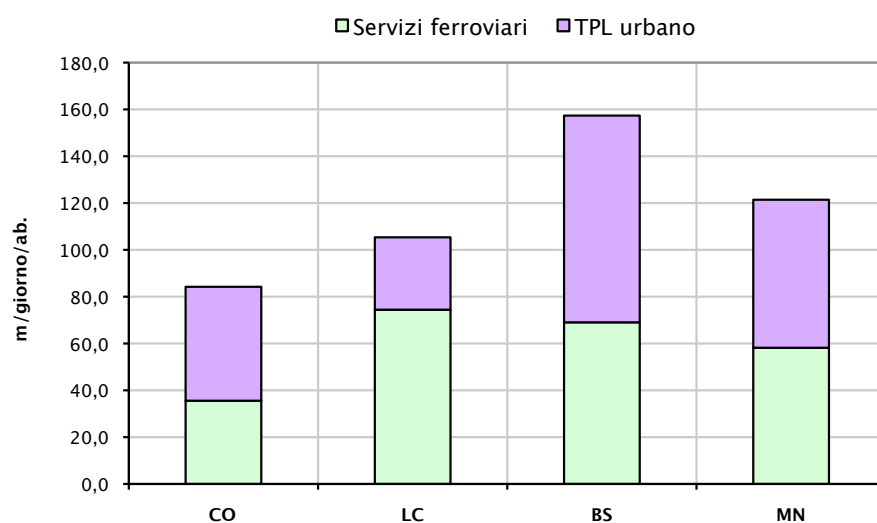
OFFERTA TOTALE				
Linee	vkm/giorno			
	CO	LC	BS	MN
Funicolari	107	0	0	0
Automobilistiche	8.316	4.318	29.466	6.272
Navigazione	0	0	0	0
Totale urbano	8.423	4.318	29.466	6.272
Ferroviarie	6.156	10.400	23.036	5.773
TOTALE	14.579	14.718	52.501	12.045

Rapportando le percorrenze complessive alla popolazione totale dell'area urbana (figura 2.12), si ottiene un indicatore relativamente preciso della "quantità" di servizio pubblico offerto, espresso in metri/giorno percorsi dai mezzi in servizio per ciascun residente: tale indicatore, riferito alle sole reti urbane, appare massimo a Brescia seguita da Mantova, Como e Lecco.

¹⁴ E' comunque importante sottolineare che, in ragione della loro funzione preponderante (spostamenti di scambio fra l'area urbana e l'esterno), le percorrenze ferroviarie ricomprese nelle statistiche sono relative all'intera area in esame e non solo all'area urbana.



Figura 2.12 - Servizi di trasporto pubblico offerti pro-capite



2.3 Domanda di mobilità

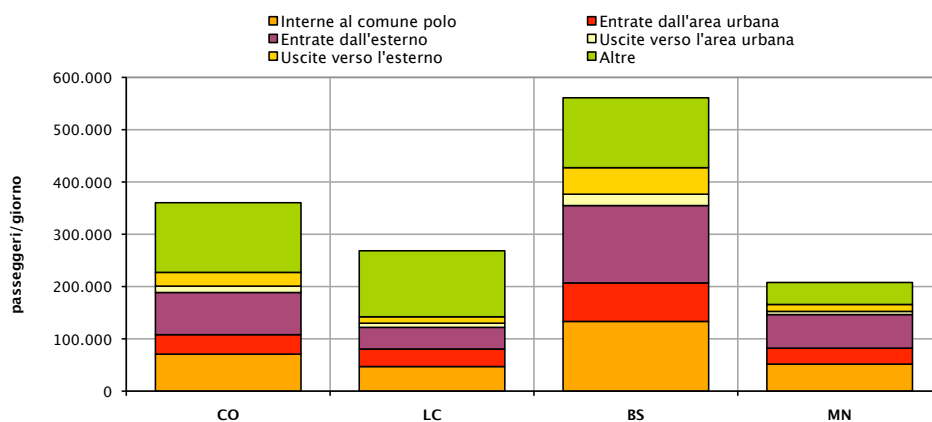
L'analisi della domanda di mobilità è stata effettuata essenzialmente sulla base dell'indagine O/D della Regione Lombardia (2002), opportunamente aggiornata all'orizzonte attuale (2009). Si è fatto riferimento ai valori totali, riferiti a un giorno feriale tipico.

Gli spostamenti dei passeggeri sono stati analizzati con riferimento sia ai motivi che ai modi di trasporto utilizzati. Essi sono stati inoltre esaminati per componenti, trattando separatamente gli spostamenti interni al Comune polo, gli scambi tra questo, la corona urbana e l'esterno e gli altri spostamenti specifici (spostamenti interni alla corona e scambi corona-esterno).

Analizzando i valori in modo comparato, si può osservare che il massimo numero di spostamenti (oltre 560 mila) si sviluppa nell'area bresciana, seguita da quella comasca (360 mila), da quella lecchese (270 mila) e da quella mantovana (207 mila).

La ripartizione per componente presenta da un caso all'altro alcune differenziazioni che, pur non raggiungendo proporzioni vistose, appaiono comunque significative: da un lato, è possibile osservare che la quota-parte di mobilità riferita agli spostamenti interni al comune-polo appare più elevata nelle due aree della Lombardia orientale (Mantova 24,8%, Brescia 23,8%) di quanto non risulti nelle altre due (Como 19,6%, Lecco 17,5%); dall'altro, si può rilevare che il rapporto tra spostamenti entranti e uscenti nel comune polo assume a Mantova un valore (4,94) assai superiore a quelli rilevati a Lecco (3,7), Brescia (3,1) e Como (3,1). Tali variazioni rispecchiano, per molti versi, il diverso rapporto esistente tra le polarità urbane e il territorio circostante: laddove Mantova assume ancora un profilo di "capoluogo" urbano di un territorio rurale, fortemente dipendente dall'unico polo primario e caratterizzato da deboli relazioni tangenziali, Como e Lecco tendono invece a caratterizzarsi come nodi di una rete multipolare collocata in un contesto di diffusione insediativa, capace di strutturare polarità secondarie capaci di influenzare le corone urbane e, per certi versi, gli stessi Comuni polo.

Figura 2.13 - Spostamenti totali per tipologia



SPOSTAMENTI TOTALI PER TIPOLOGIA				
Componenti	N° spostamenti			
	CO	LC	BS	MN
Interne al comune polo	70.701	46.995	133.312	51.679
Entrate dall'area urbana	37.303	33.604	73.634	30.569
Entrate dall'esterno	80.640	41.371	147.944	64.196
Uscite verso l'area urbana	12.185	7.962	21.697	6.018
Uscite verso l'esterno	26.271	12.278	50.767	13.269
Altre	133.248	126.222	133.672	42.076
TOTALE	360.348	268.432	561.026	207.807
<i>Interni sul totale</i>	<i>20%</i>	<i>18%</i>	<i>24%</i>	<i>25%</i>
<i>Entrate/uscite</i>	<i>3,07</i>	<i>3,70</i>	<i>3,06</i>	<i>4,91</i>

Fonte: Elaborazione Polinomia su dati Regione Lombardia.

La ripartizione modale degli spostamenti appare molto articolata, a seconda della componente di domanda presa in esame.

Facendo riferimento innanzi tutto alle **componenti interne al comune polo**, si può osservare che:

- > la quota parte della mobilità non motorizzata (spostamenti a piedi¹⁵ e in bicicletta) risulta massima a Mantova (36%), intermedia a Lecco (23%) e a Como (21%), minima a Brescia (15%);
- > la quota parte del trasporto pubblico è invece massima a Como (16%) e a Brescia (12%), intermedia a Lecco (12%) e minima a Mantova (6%);

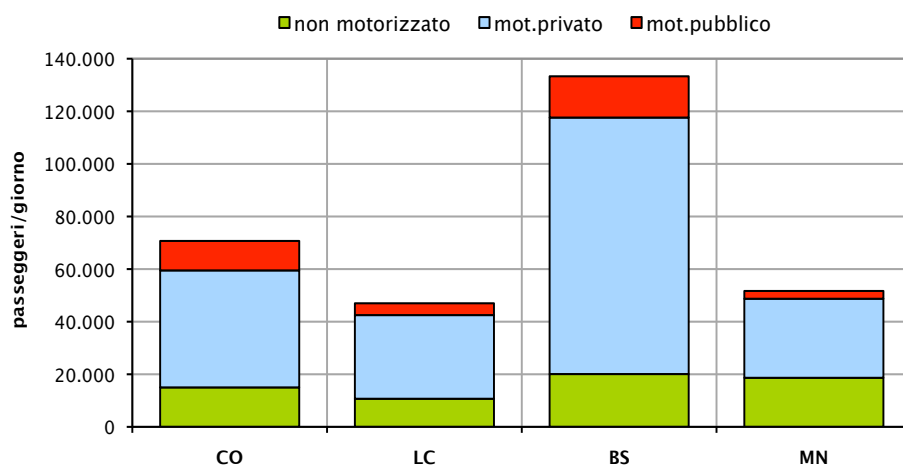
¹⁵ Si ricorda che l'indagine O/D della Regione Lombardia ha rilevato soltanto gli spostamenti a piedi di durata non inferiore ai 20 minuti. Questa circostanza conduce a sottostimare la domanda di mobilità complessivamente generata dalle quattro aree urbane, consente però di trattare l'intera quota di mobilità non motorizzata alla stregua di una alternativa modale contendibile dal trasporto pubblico e privato.



- > conseguentemente, la quota parte del trasporto privato risulta massima a Brescia (73%), intermedia a Lecco (68%) e a Como (63%), minima a Mantova (58%).

La diversa ripartizione fra modi di trasporto, osservata nelle quattro aree urbane rispecchia una pluralità di fattori che vanno dalla dimensione territoriale delle stesse aree, alla struttura della domanda, ai livelli e alla qualità di trasporto offerta, alle politiche applicate, sino alla maggiore o minore "tenuta" di modalità di locomozione tradizionali. L'esame della potenziale efficacia di diverse politiche di riequilibrio modale, in taluni casi già in atto nelle singole aree, costituisce una delle finalità principali dello studio.

Figura 2.14 - Spostamenti interni per modo di trasporto



SPOSTAMENTI INTERNI PER MODO DI TRASPORTO				
Componenti	N° spostamenti			
	CO	LC	BS	MN
non motorizzato	15.009	10.694	20.085	18.660
mot. privato	44.494	31.815	97.540	30.063
mot. pubblico	11.198	4.486	15.687	2.957
TOTALE	70.701	46.995	133.312	51.679

	CO	LC	BS	MN
non motorizzato	21%	23%	15%	36%
mot. privato	63%	68%	73%	58%
mot. pubblico	16%	10%	12%	6%
TOTALE	100%	100%	100%	100%

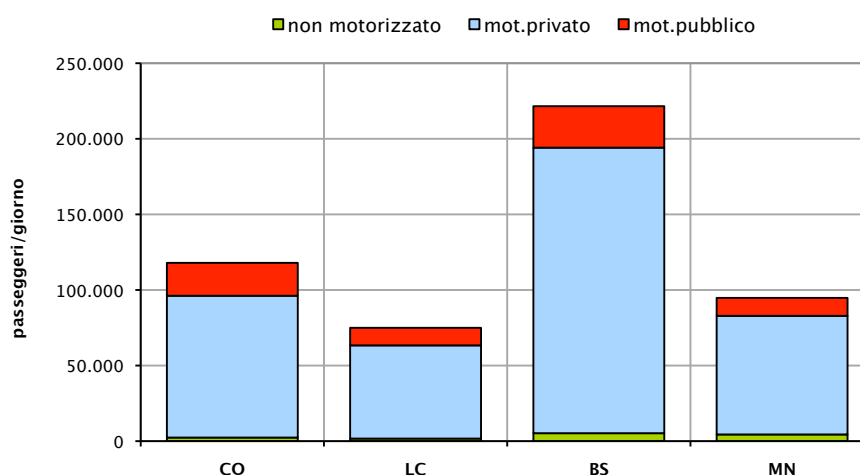
Fonte: Elaborazione Polinomia su dati Regione Lombardia.

Nel caso invece degli **spostamenti entranti nel comune polo**, si può evidenziare che:

- > la quota della mobilità non motorizzata scende a valori assai più contenuti, con un massimo del 5% a Mantova e un minimo del 2% a Como, Lecco, Brescia¹⁶;
- > la quota della mobilità motorizzata pubblica varia tra un massimo del 18% a Como e un minimo del 12% a Brescia;
- > conseguentemente, la quota della mobilità motorizzata privata risulta piuttosto omogenea, variando fra l'80 e l'85%.

L'incidenza della mobilità privata sul totale degli spostamenti di accesso sembra risentire, in particolare, del livello di concentrazione urbana dei principali attrattori che si correla alla maggiore o minore disponibilità di spazi di sosta al loro intorno. In altri termini, i livelli di utilizzo dei sistemi alternativi, e in particolare del trasporto pubblico, sembrano dipendere più dalla difficoltà a servirsi del mezzo privato che non dalla quantità e qualità del servizio offerto.

Figura 2.15 - Spostamenti in entrata per modo di trasporto



SPOSTAMENTI IN ENTRATA PER MODO DI TRASPORTO				
Componenti	N° spostamenti			
	CO	LC	BS	MN
non motorizzato	2.374	1.710	5.262	4.427
mot. privato	93.813	61.644	188.887	78.470
mot. pubblico	21.756	11.622	27.429	11.867
TOTALE	117.944	74.975	221.578	94.764

	CO	LC	BS	MN
non motorizzato	2%	2%	2%	5%
mot. privato	80%	82%	85%	83%
mot. pubblico	18%	16%	12%	13%
TOTALE	100%	100%	100%	100%

Fonte: Elaborazione Polinomia su dati Regione Lombardia.

¹⁶ Quest'ultimo valore può ritenersi in buona sostanza riconducibile a spostamenti di breve raggio, effettuati fra le zone conurbate e i quartieri urbani immediatamente circostanti. Nel solo caso mantovano, emerge la presenza di spostamenti ciclabili di accesso al centro cittadino originati dai comuni di corona.

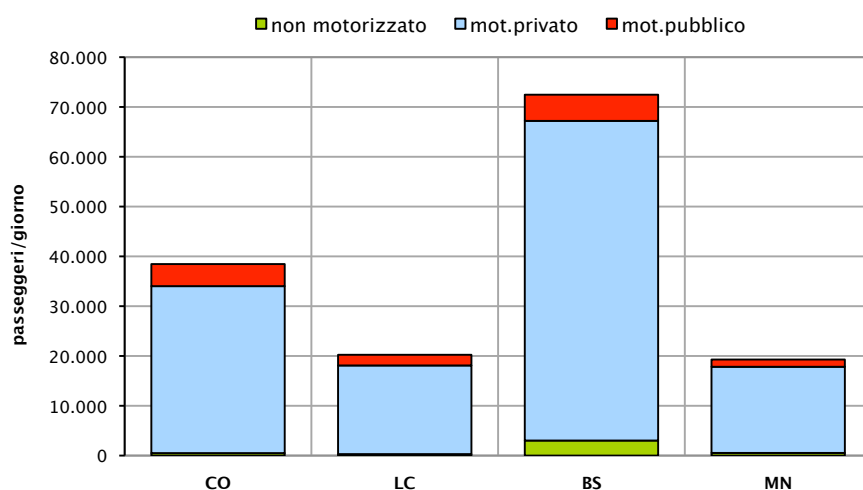


Per quanto concerne gli **spostamenti in uscita dal comune polo**, i dati disponibili evidenziano che:

- > la quota parte della mobilità non motorizzata varia da un massimo del 4% a Brescia a un minimo dell'1% a Como e Lecco;
- > la quota parte del trasporto pubblico appare sensibilmente più elevata a Como e Lecco (11÷12%) di quanto non si verifichi a Brescia e Mantova (7÷8%);
- > la quota del trasporto privato appare, anche in questo, caso piuttosto omogenea e caratterizzata da valori sempre maggiori (87÷90%) di quelli rilevati per gli spostamenti in entrata.

La maggiore incidenza del trasporto pubblico sugli spostamenti uscenti da Como e Lecco può essere spiegata in base alla più elevata componente di traffico pendolare generato in direzione di Milano. Tale circostanza conferma quanto sopra evidenziato circa l'influenza preponderante, sulla quota modale pubblica, dei vincoli all'uso dell'auto privata.

Figura 2.16 - Spostamenti in uscita per modo di trasporto



SPOSTAMENTI IN USCITA PER MODO DI TRASPORTO				
Componenti	N° spostamenti			
	CO	LC	BS	MN
non motorizzato	498	296	3.024	534
mot. privato	33.525	17.802	64.182	17.297
mot. pubblico	4.432	2.141	5.258	1.457
TOTALE	38.456	20.239	72.464	19.287

	CO	LC	BS	MN
non motorizzato	1%	1%	4%	3%
mot. privato	87%	88%	89%	90%
mot. pubblico	12%	11%	7%	8%
TOTALE	100%	100%	100%	100%

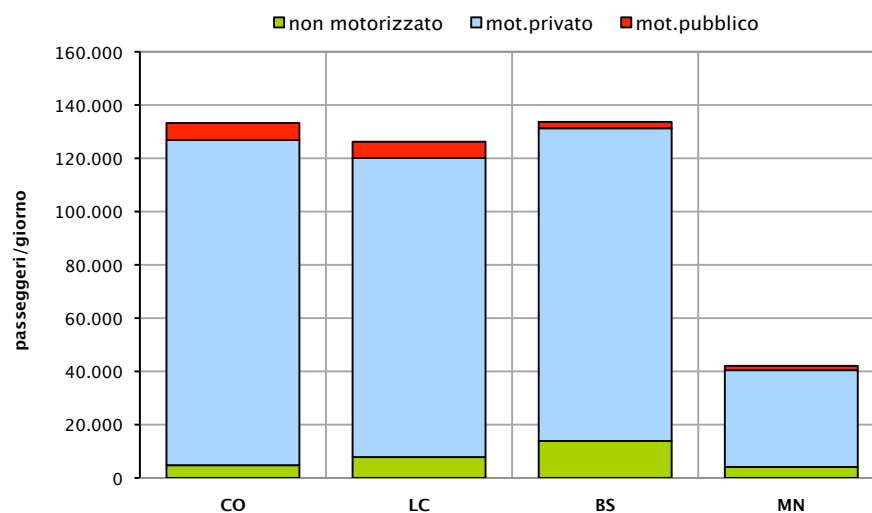
Fonte: Elaborazione Polinomia su dati Regione Lombardia.

Da ultimo, l'analisi degli **altri spostamenti specifici**, con origine o destinazione nell'area urbana¹⁷, evidenzia che:

- > la quota parte della mobilità non motorizzata assume valori massimi (10%) a Brescia e Mantova, minimi (4%) a Como;
- > la quota parte del trasporto pubblico risulta ovunque molto ridotta, con massimi del 5% a Como e Lecco e minimi del 2% a Brescia;
- > conseguentemente, la quota di spostamenti imputabile alla mobilità motorizzata privata è sempre compresa tra l'86 e il 92%.

Nel complesso, è possibile anche osservare come la domanda totale associata a questa tipologia di spostamenti assuma intensità elevate a Como, Lecco e Brescia – realtà urbane inserite all'interno della fascia di diffusione urbanizzativa del Pedemonte lombardo – e decisamente più ridotte a Mantova – nella quale i Comuni di corona tendono a connotarsi secondo un più tradizionale profilo di gravitazione urbana sul comune capoluogo.

Figura 2.17 - Altri spostamenti specifici per modo di trasporto



ALTRI SPOSTAMENTI SPECIFICI PER MODO DI TRASPORTO				
Componenti	N° spostamenti			
	CO	LC	BS	MN
non motorizzato	4.781	7.827	13.868	4.126
mot.privato	122.079	112.282	117.412	36.330
mot.pubblico	6.388	6.112	2.392	1.619
TOTALE	133.248	126.222	133.672	42.076

	CO	LC	BS	MN
non motorizzato	4%	6%	10%	10%
mot.privato	92%	89%	88%	86%
mot.pubblico	5%	5%	2%	4%
TOTALE	100%	100%	100%	100%

Fonte: Elaborazione Polinomia su dati Regione Lombardia.

¹⁷ Tale componente raggruppa gli spostamenti interni ai comuni di corona, quelli generati dall'esterno e diretti in corona, nonché quelli generati dalla corona e diretti verso l'esterno.

2.4 Flussi di traffico

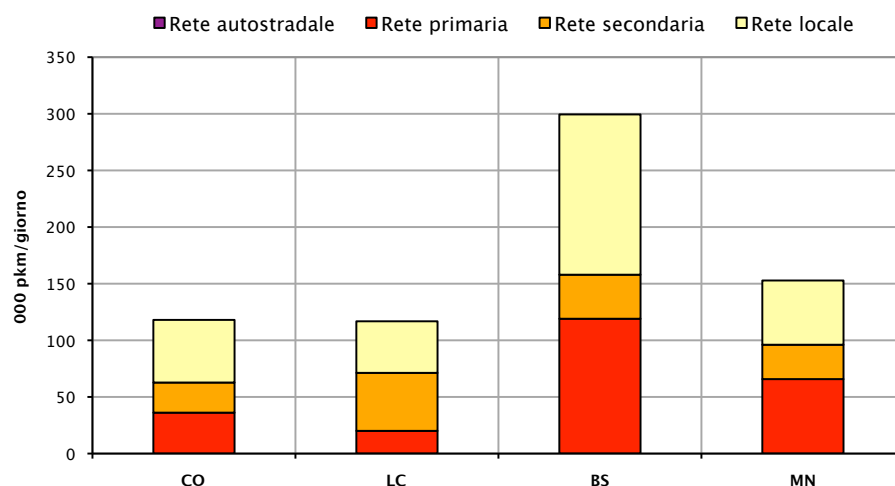
Le analisi condotte sulla struttura della domanda e dell'offerta di trasporto consentono di ricostruire, con sufficiente approssimazione, i flussi di traffico gravanti sulla rete di trasporto delle quattro aree urbane. Tale ricostruzione può riguardare sia il traffico privato che il trasporto pubblico e la mobilità ciclopedonale.

Mobilità non motorizzata

I flussi di traffico non motorizzati sono stati oggetto di una assegnazione, di carattere del tutto indicativo¹⁸, basata sull'unico dato di riferimento attualmente disponibile per le quattro aree urbane, costituito dall'indagine O/D della Regione Lombardia. I risultati così ottenuti non possono evidentemente risentire delle politiche di supporto alla ciclopedonalità sviluppate in anni recenti e si prefiggono unicamente lo scopo di fornire una quantificazione di massima dei livelli di utilizzo dei modi non motorizzati nelle singole aree urbane.

Nel loro complesso, le assegnazioni evidenziano una certa tendenza del traffico a concentrarsi sulle direttrici radiali ai centri storici (figura 2.19), con entità significativamente differenti nelle quattro aree urbane. I volumi stimati a livello di area urbana (figura 2.18) risultano massimi nel caso di Brescia (299 mila km/giorno) e di Mantova (153 mila), minimi in quelli di Como (118 mila) e Lecco (117 mila).

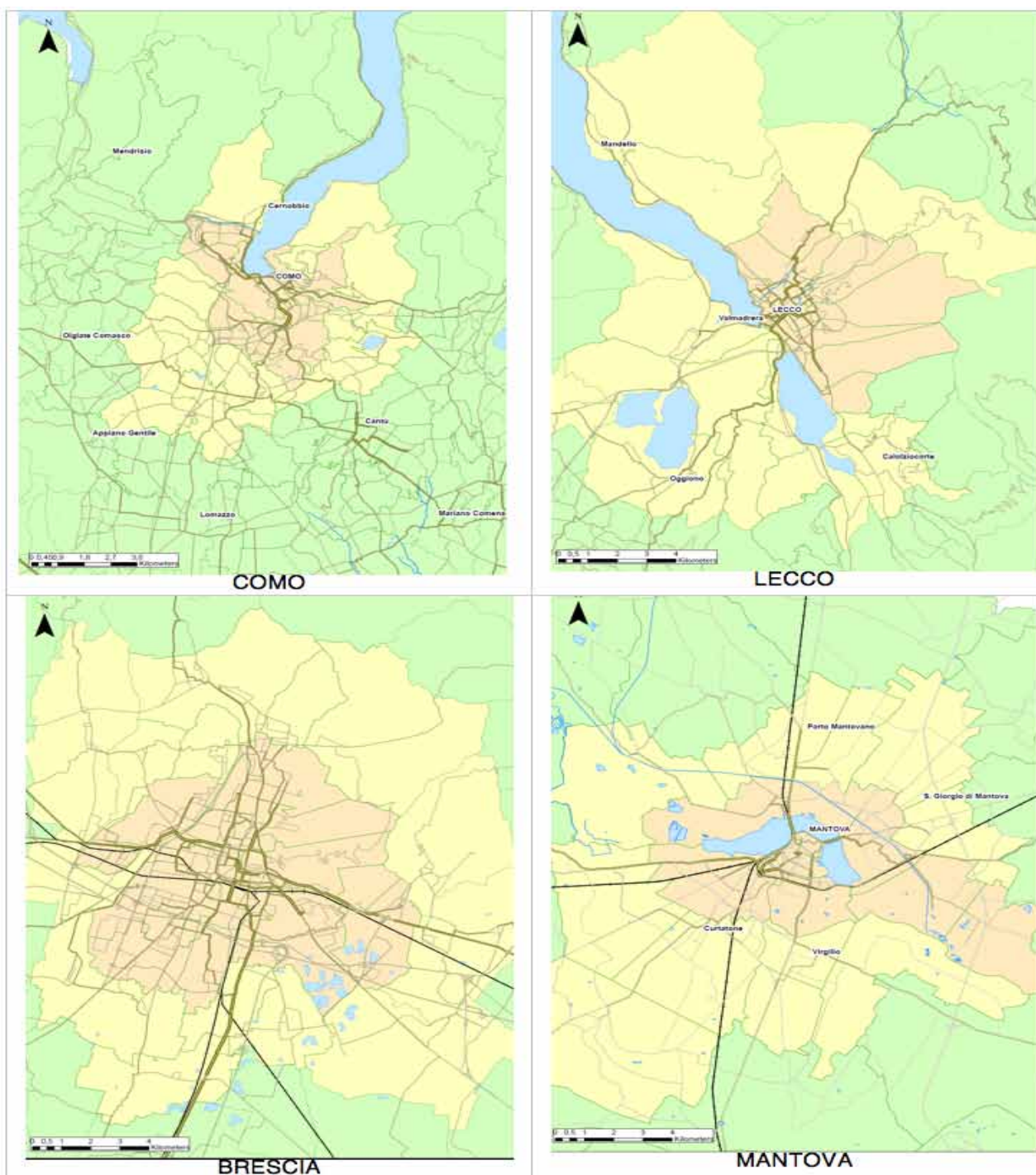
Figura 2.18 - Mobilità non motorizzata – stima volumi di traffico a livello di area urbana



¹⁸ In particolare, gli spostamenti non motorizzati sono stati assegnati, secondo il criterio del cammino minimo, ad una rete formata a partire dalla rete stradale, escludendo la viabilità riservata ai mezzi a motore (autostrade e superstrade) ed introducendo le infrastrutture dedicate alla mobilità ciclopedonale (principali itinerari ciclabili, aree pedonali), nonché svincolando tali componenti di traffico dalla regolazione applicata ai veicoli a motore (Zone a Traffico Limitato, sosta a pagamento, ecc...). Data la zonizzazione non molto capillare utilizzata, il risultato non può ritenersi indicativo sino al punto di stimare i carichi ciclopedonali su singoli assi viari, esso tuttavia assume significatività per la stima delle percorrenze chilometriche complessive attribuibili a questa componente di mobilità.

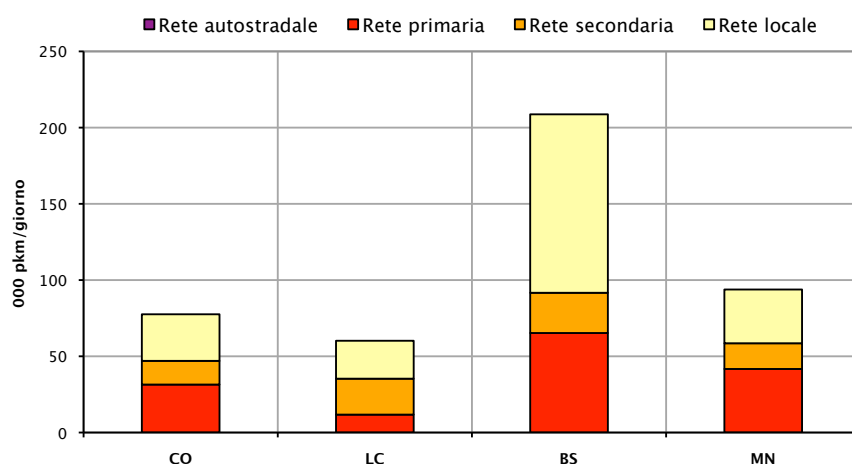
VOLUMI DI TRAFFICO (CICLOPEDONALE)- TOTALE AREA URBANA					
Classe/Rete		000 pkm/giorno			
		CO	LC	BS	MN
3	Rete primaria	36,1	20,1	119,0	65,8
4	Rete secondaria	26,6	51,2	38,9	30,3
5	Rete locale	55,3	45,5	141,5	56,7
TOTALE		118,0	116,8	299,4	152,8

Figura 2.19 - Flussi di traffico non motorizzato



Facendo riferimento ai comuni-polo, si può osservare ancora la netta prevalenza di Brescia (209 mila km/giorno) e Mantova (94 mila) su Como (78 mila) e soprattutto su Lecco (60 mila), unico caso caratterizzato da un valore paragonabile a quello della corona urbana.

Figura 2.20 - Mobilità non motorizzata – stima volumi di traffico a livello di comune polo



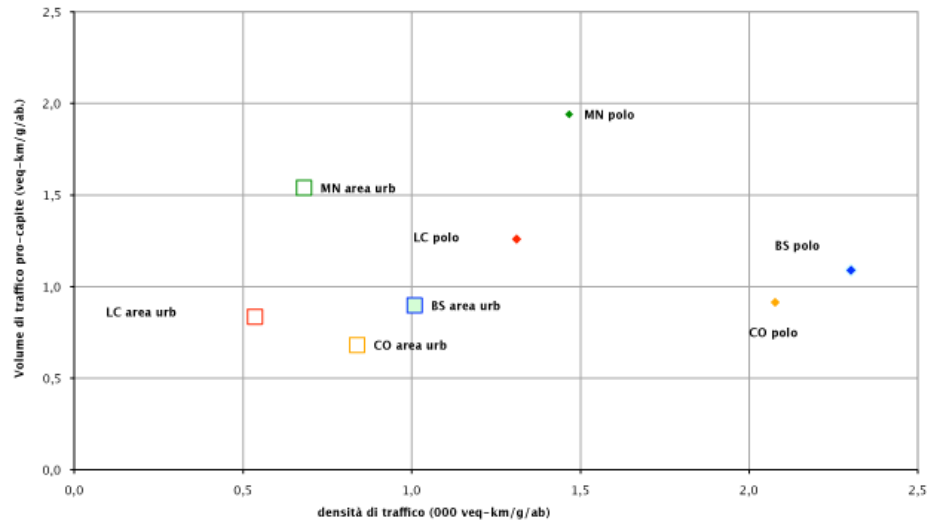
VOLUMI DI TRAFFICO (CICLOPEDONALE) - COMUNE POLO					
Classe/Rete		000 pkm/giorno			
		CO	LC	BS	MN
3	Rete primaria	31,5	11,8	65,3	41,7
4	Rete secondaria	15,5	23,6	26,4	16,9
5	Rete locale	30,6	24,9	117,1	35,3
TOTALE		77,6	60,2	208,7	93,8
% su area urbana		66%	52%	70%	61%

I volumi di traffico stimati possono essere confrontati con i descrittori delle singole aree, in termini di superficie territoriale e di popolazione, ottenendo i due parametri che seguono:

- > la **densità di traffico**, espressa in *passengeri-km/giorno/kmq* di superficie, che esprime il livello medio di concentrazione territoriale del traffico privato nelle diverse aree;
- > il **volume di traffico pro-capite**, espresso in *passengeri-km/giorno/abitante*, che esprime il chilometraggio medio percorso dai veicoli per ciascun residente nell'area.

Quest'ultimo indicatore evidenzia la netta prevalenza di Mantova (circa 2 km/giorno/abitante nel comune polo e 1,5 nell'area urbana) su tutti gli altri casi. In termini di densità di traffico ciclopedonale, tuttavia, i valori massimi vengono raggiunti a Brescia e Como città.

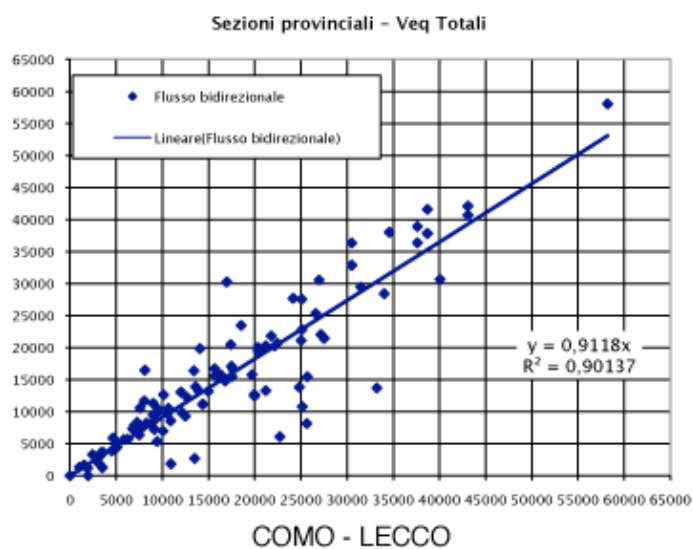
Figura 2.21 - Mobilità non motorizzata - densità e volume di traffico pro-capite



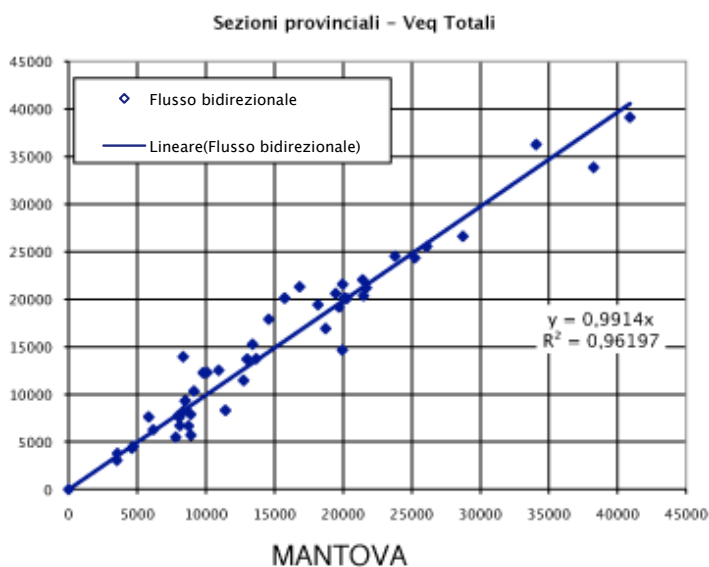
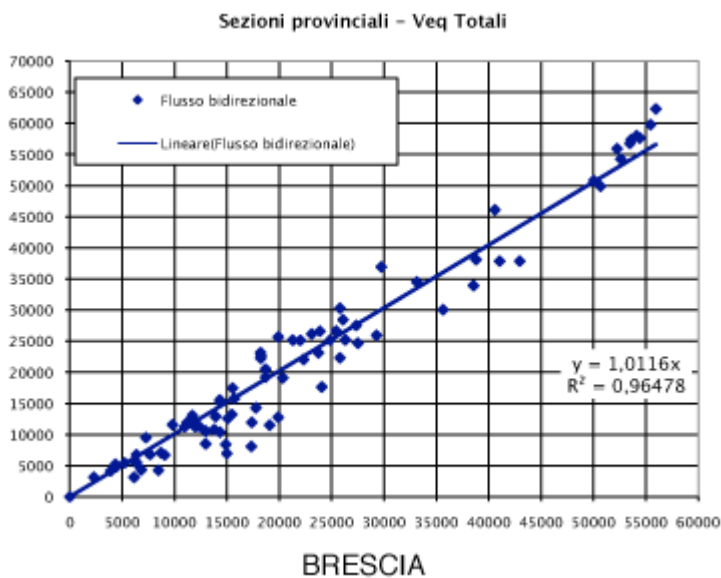
Mobilità motorizzata privata

Più precise, seppur comunque orientate essenzialmente alla ricostruzione contabile dei volumi di traffico gravanti sulla rete, appaiono le simulazioni dei **flussi motorizzati privati**, che sono state oggetto di una specifica calibrazione, condotta rispetto ai Traffici Giornalieri Medi (TGM) feriali rilevati in una pluralità di postazioni di volta in volta ritenute significative (tratte e svincoli autostradali, principali direttrici di penetrazione urbana, rete di distribuzione interna al tessuto edificato).

Figura 2.22 - Traffico privato - grafici di calibrazione dei modelli di simulazione

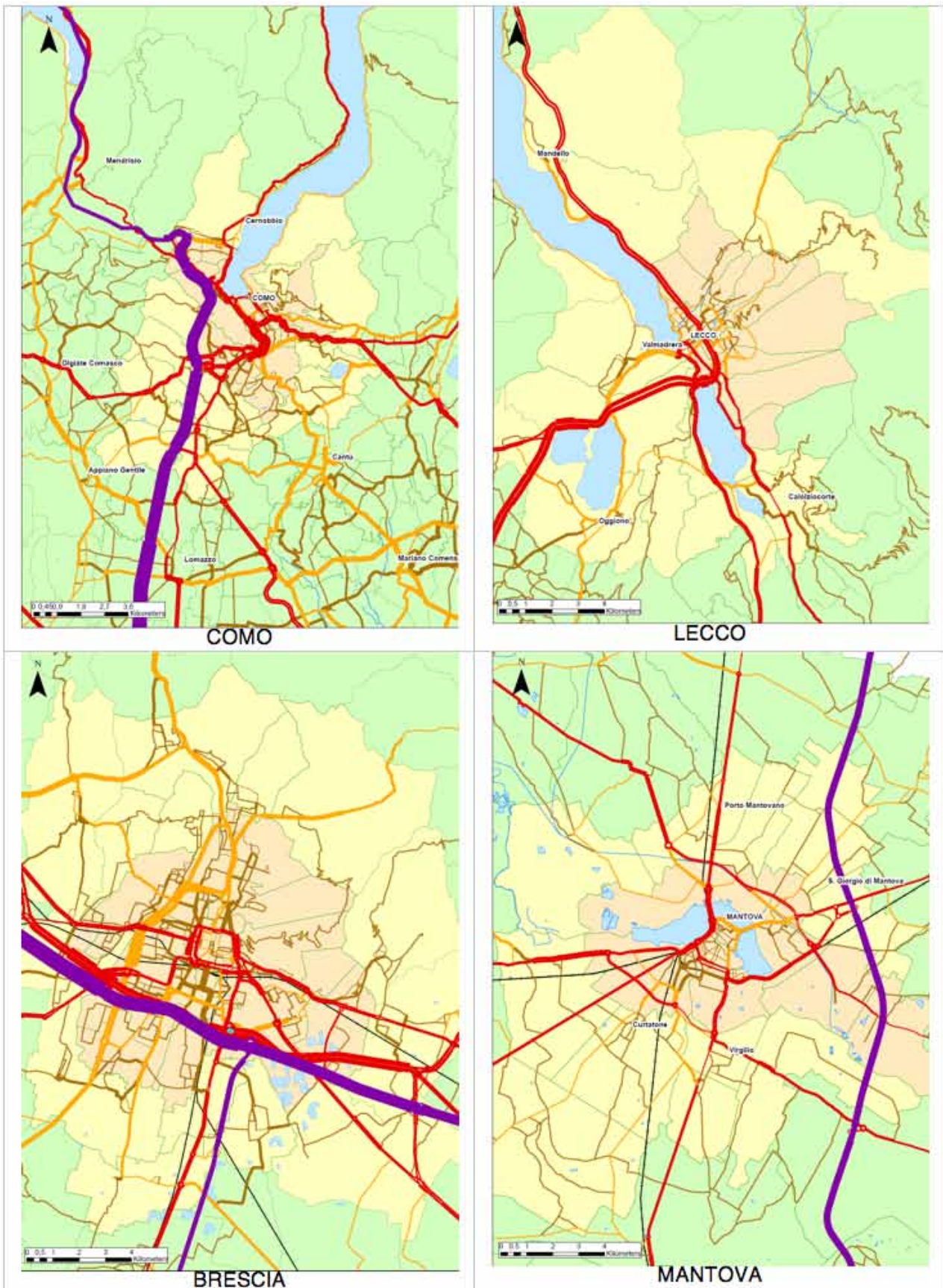


I grafici di calibrazione evidenziano il livello di correlazione tra i flussi di traffico simulati sulla rete, e quelli su di essa rilevati. Questi ultimi derivano dalla raccolta delle statistiche di traffico disponibili (TGM feriali) sulla rete autostradale, sulla rete stradale extraurbana e su quella urbana. Nel caso di Como e Lecco, la vicinanza tra le due aree urbane ha consigliato di sviluppare un unico modello di traffico, esteso all'intera area lariana, e soggetto a un unico procedimento di calibrazione.



I risultati ottenuti, rappresentativi della situazione generale del traffico a livello di area urbana, sono evidenziati nella pagina seguente. Come si osserva, quasi ovunque il traffico tende a concentrarsi, seppur con diversa intensità, lungo la rete autostradale e gli assi stradali primari, talora integrati da assi di distribuzione interna che svolgono funzioni di supporto agli scambi con O/D nelle corone urbane.

Figura 2.23 - Flussi di traffico motorizzato - PRIVATO

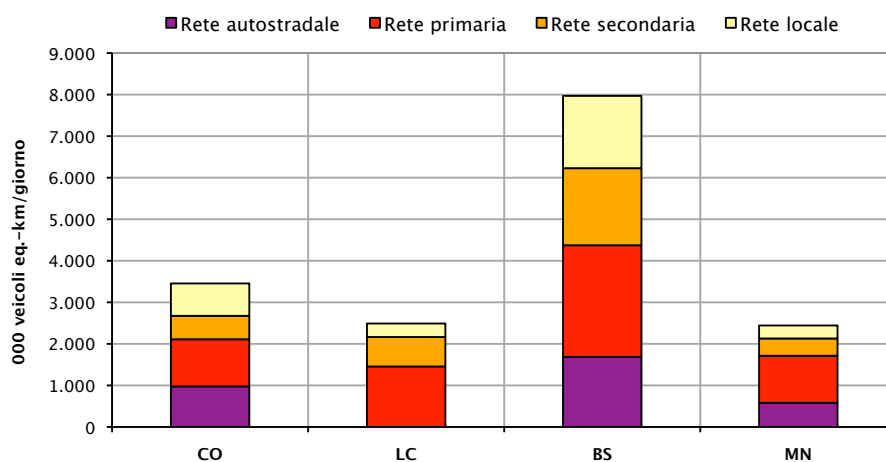




In termini quantitativi, l'area urbana che si caratterizza per il maggior volume di traffico è quella di Brescia (7,9 milioni di veicoli eq-km/giorno), seguita da Como (3,5 milioni), Lecco (2,5 milioni) e Mantova (2,4 milioni) (figura 2.24).

Nel caso comasco, e in parte in quello bresciano, si osserva una incidenza abbastanza elevata del traffico autostradale che rappresenta, rispettivamente, il 28% e il 21% del totale stimato a livello di area urbana. A Mantova e Lecco, invece, il traffico tende a gravare soprattutto sulla rete stradale primaria, la cui quota assomma, rispettivamente, al 46% e al 58% del totale. Nel caso di Lecco, tale componente è comprensiva del sotto-attraffersamento superstradale dell'area urbana.

Figura 2.24 - Volumi di traffico privato – totali aree urbane

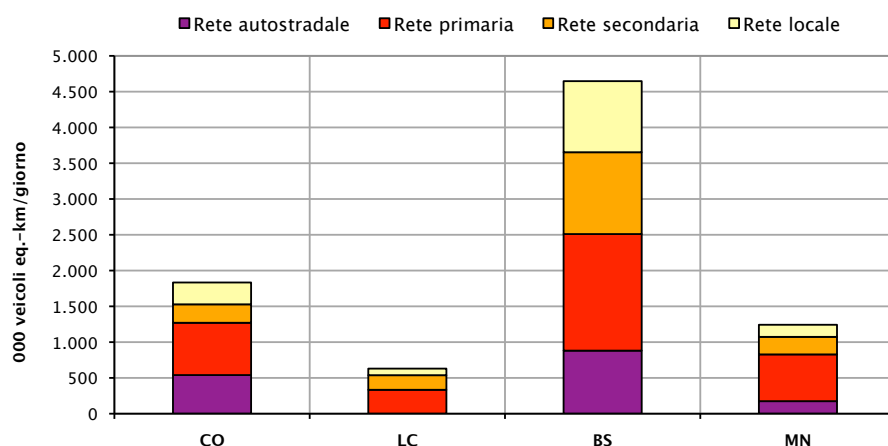


VOLUMI DI TRAFFICO - TOTALE AREA URBANA					
Classe/Rete	000 veq-km/giorno				
	CO	LC	BS	MN	
2	Rete autostradale	975,8	0,0	1.685,8	581,8
3	Rete primaria	1.134,8	1.455,9	2.688,2	1.132,8
4	Rete secondaria	564,7	709,4	1.854,5	415,9
5	Rete locale	779,4	325,0	1.740,8	312,0
	TOTALE	3.454,7	2.490,2	7.969,3	2.442,6

Facendo invece riferimento ai soli comuni-polo (figura 2.25), si registrano circa 4,6 milioni di veicoli eq-km/giorno a Brescia, 1,8 milioni a Como, 1,2 milioni a Mantova e 0,6 milioni a Lecco.

L'incidenza del comune-polo sul totale dell'area urbana, attestata quasi ovunque tra il 50 e il 60%, sale nel caso di Lecco al 74%, rispecchiando la differente collocazione della grande viabilità di aggiramento, che in questo caso risulta secante, e non tangente, al polo stesso.

Figura 2.25 - Volumi di traffico privato – comuni polo



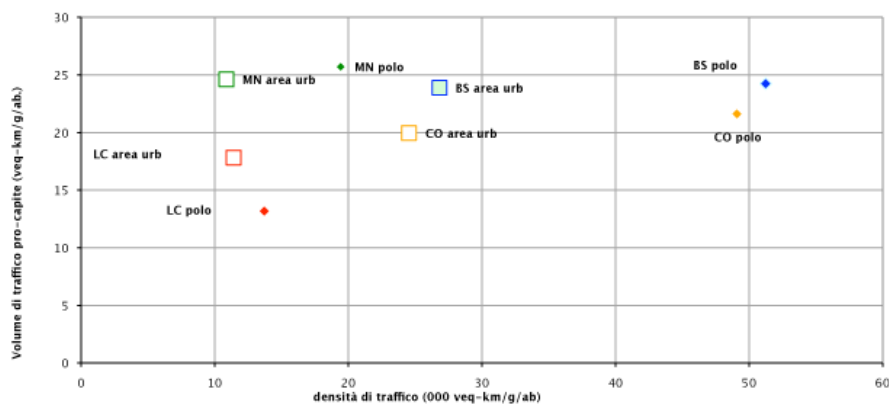
VOLUMI DI TRAFFICO - COMUNE POLO				
Classe/Rete	000 veq-km/giorno			
	CO	LC	BS	MN
2 Rete autostradale	539,7	0,0	881,2	175,1
3 Rete primaria	730,7	333,8	1.628,8	653,4
4 Rete secondaria	257,8	204,2	1.143,4	245,0
5 Rete locale	305,1	92,0	993,3	169,1
TOTALE	1.833,3	630,0	4.646,7	1.242,5
% su area urbana	53%	25%	58%	51%

Come già visto per la mobilità ciclopedonale, i volumi di traffico stimati possono essere confrontati con i descrittori delle singole aree, in termini di superficie territoriale e di popolazione, utilizzando le densità di traffico, espresse in v_{eq} -km/giorno/kmq di superficie, e i volumi di traffico pro-capite, espressi in v_{eq} -km/giorno/abitante.

La densità di traffico (figura 2.26) varia in misura considerevole nelle diverse aree considerate, assumendo valori massimi a Brescia e Como città, e valori minimi nelle corone urbane di Mantova e Lecco, caratterizzate da importanti estensioni non urbanizzate (territorio agricolo e laghi nel primo caso, rilievi montuosi e ancora laghi nel secondo).

Per contro, il volume di traffico pro-capite tende a allinearsi su valori ovunque simili, con l'unica eccezione della città di Lecco, caratterizzata da livelli quasi doppi rispetto alle altre aree. Questa circostanza appare legata alla prevalenza del traffico di breve e medio raggio, che tende a stabilire una stretta relazione funzionale tra densità di traffico e densità insediativa, con conseguente tendenza all'omogeneizzazione dei chilometraggi per abitante residente. Nel caso lechese, tale tendenziale omogeneizzazione viene superata dalla presenza della superstrada SS36, che tende a convogliare entro l'area urbana una componente di traffico di attraversamento di entità inusuale per altre città italiane.

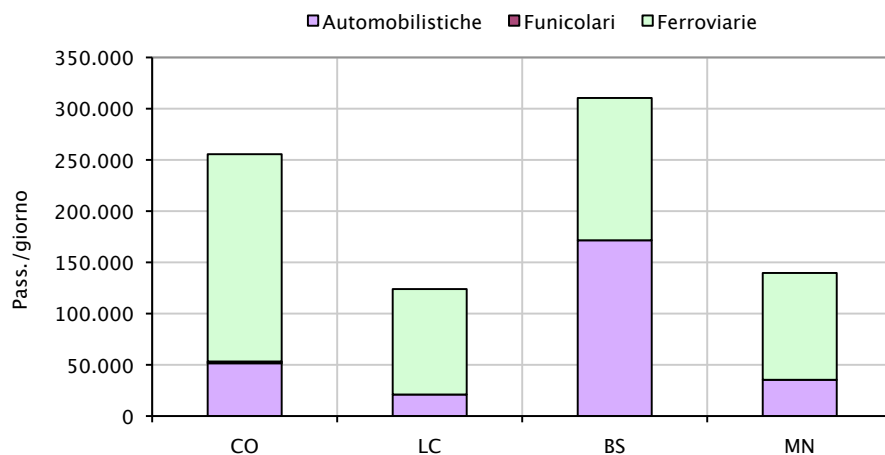
Figura 2.26 - Densità di traffico e volumi di traffico pro-capite



Mobilità motorizzata pubblica

Considerando da ultimo i flussi di traffico motorizzato afferenti al sistema di trasporto pubblico, si può osservare (figura 2.27) come il numero di passeggeri trasportato dal servizio urbano risulti massimo a Brescia e minimo a Lecco, con valori intermedi a Mantova e a Como. Nel solo caso di Lecco, il trasporto ferroviario attrae un'utenza più numerosa di quanto non avvenga per il servizio automobilistico urbano.

Figura 2.27 - Flussi di traffico motorizzato - trasporto pubblico



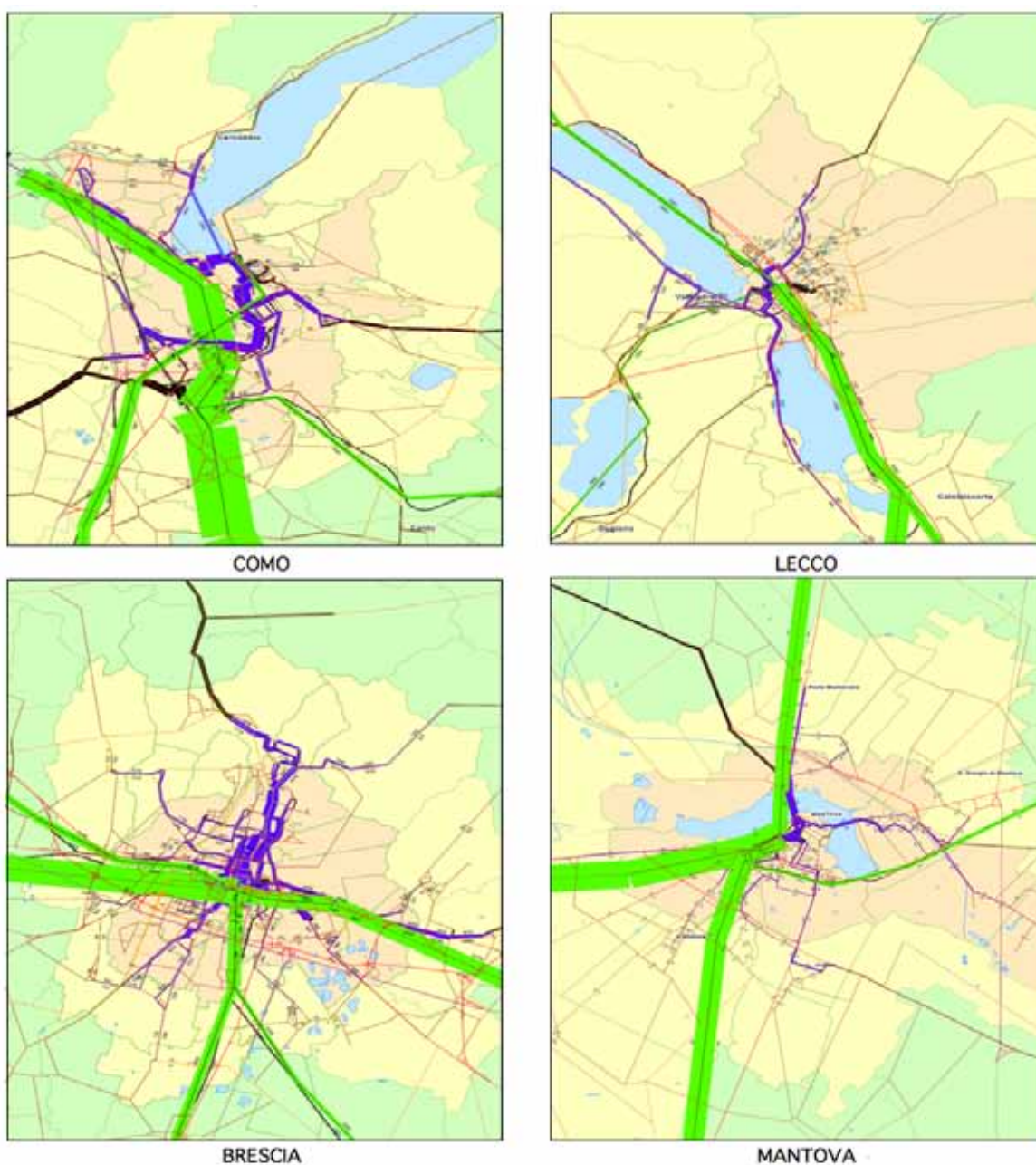
PASSEGGERI TRASPORTATI				
Linee	Passeggeri/giorno			
	CO	LC	BS	MN
Metropolitane	0	0	0	0
Tramviarie	0	0	0	0
Funicolari	629	0	0	0
Automobilistiche	52.616	21.023	171.554	35.371
Navigazione	0	0	0	0
Totale urbano	53.245	21.023	171.554	35.371
Ferroviarie	202.336	102.919	138.904	104.283
TOTALE	255.581	123.942	310.458	139.654
Mln pax/anno	14,5	5,8	47,2	9,7

In termini di passeggeri-km trasportati dal servizio urbano, i valori più elevati si riscontrano a Brescia e a Como, quelli minori a Lecco e Mantova (*tabella 2.2*).

Tabella 2.2 - Flussi di traffico motorizzato – trasporto pubblico

TRASPORTO URBANO				
	CO	LC	BS	MN
Passeggeri	53.245	21.023	171.554	35.371
Passeggeri*km	228.525	140.907	605.268	131.963
Percorrenza media (km)	4,29	6,70	3,53	3,73
Passeggeri*ora	8.324	4.720	31.118	5.140
Velocità media (km/h)	27,45	29,85	19,45	25,67

Figura 2.28 - Flussi di traffico motorizzato – trasporto pubblico

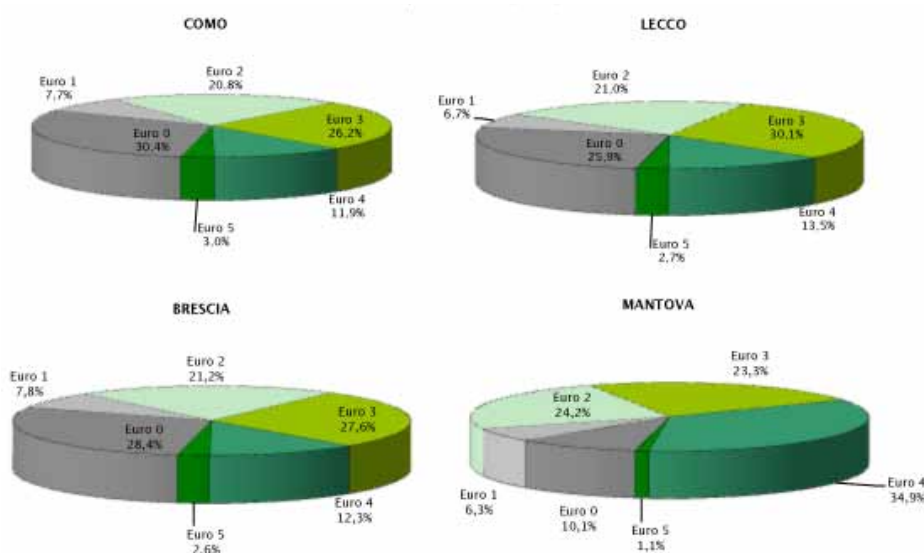


2.5 Consumi energetici ed emissioni di inquinanti atmosferici

La stima dei flussi di traffico che gravano sulla rete stradale urbana e suburbana costituisce la base di riferimento per la determinazione dei consumi energetici e delle emissioni di inquinanti atmosferici associati alla funzionalità del sistema di trasporto locale in un giorno ferialo tipico.

Tale operazione avviene attribuendo, a ciascun arco del grafo, una serie di coefficienti unitari di consumo/emissione, specificamente definiti per ciascuna categoria di traffico (veicoli leggeri e pesanti) alla velocità simulata. Questi coefficienti vengono determinati, a partire dalla banca dati europea COPERT/CORINAIR, tenendo conto della composizione dei parchi veicolari circolanti per alimentazione (benzina, diesel, GPL, gas naturale), cilindrata/portata¹⁹, anno di immatricolazione e classe di omologazione (euro I, II, III...) (figura 2.29).

Figura 2.29 - Composizione del parco autovetture circolante per classe di omologazione



Fonte: ACI, 2009.

Per quanto riguarda invece i consumi energetici e le emissioni inquinanti imputabili al sistema di trasporto pubblico, si è proceduto applicando ai corrispondenti volumi di traffico opportuni coefficienti riferiti alla marcia in ciclo urbano di autobus da 8 o 12 m, alimentati a gasolio, con microemulsione acqua-gasolio (in uso a Lecco), ovvero a gas naturale (in uso a Brescia)²⁰.

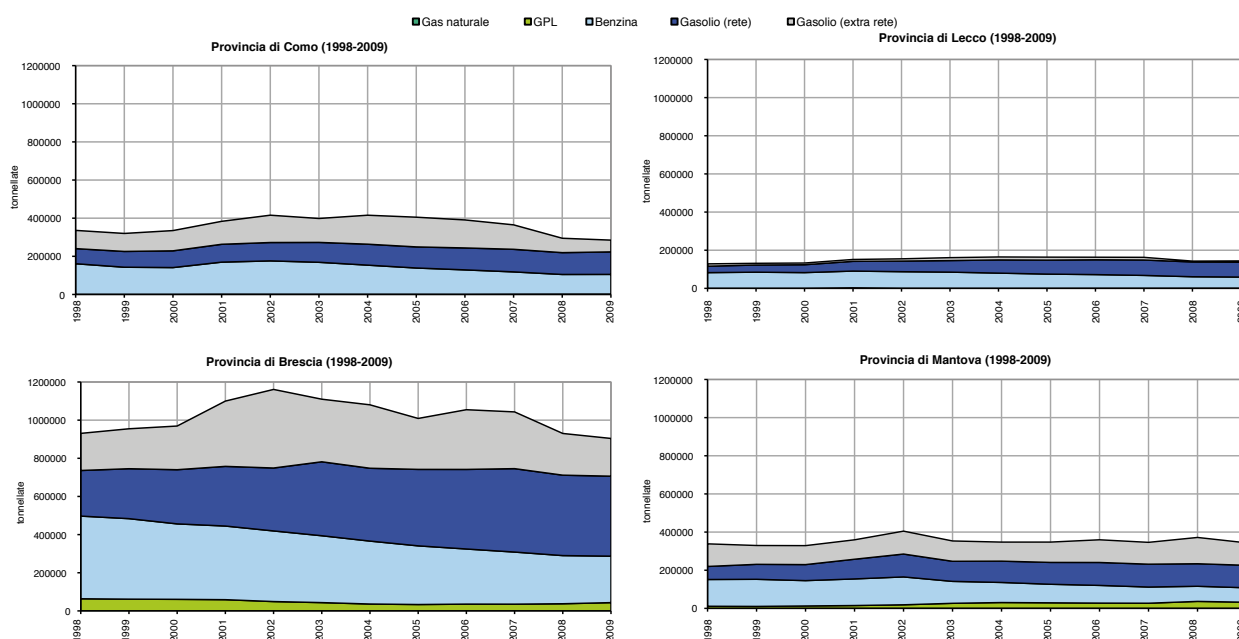
Per ulteriori indicazioni circa la ripartizione del parco veicolare e il calcolo dei coefficienti unitari, si rimanda agli allegati specifici per ogni caso-studio.

¹⁹ In particolare, la cilindrata è utilizzata come descrittore della dimensione delle autovetture, la portata come descrittore della dimensione dei veicoli commerciali.

²⁰ Per quanto concerne invece i consumi energetici del trasporto ferroviario, che verranno presentati nel rapporto finale, essi verranno calcolati secondo la metodologia ARTEMIS proposta da: Lindgreen E., Sorenson S.C.; *Simulation of Energy Consumption and Emissions from Rail Traffic*; Emission Estimating Methodology for Rail Transport; department of Mechanical Engineering, Technical University of Denmark, Lyngby, February 2005.

La stima dei consumi energetici da traffico così ottenuta è stata quindi messa a confronto con le statistiche di vendita dei prodotti petroliferi che rappresentano, in questo caso, il principale elemento di validazione della correttezza delle simulazioni (figura 2.30). Poiché il dato è correntemente disponibile (e ragionevolmente significativo²¹) soltanto a livello provinciale, tale confronto è stato effettuato per l'insieme delle aree urbane e delle zone esterne, di volta in volta studiate.

Figura 2.30 - Vendite di carburanti per autotrazione (1998-2009)



Fonte: Bollettino Petroliero

Facendo riferimento in particolare alle vendite di benzina, che rappresentano la componente statistica più affidabile in sede di validazione del modello²², è possibile rilevare, nei casi delle Province di Brescia e di Mantova, una buona corrispondenza con il dato simulato. Per converso, nei casi di Como e di Lecco il modello tende a simulare consumi di benzina sostanzialmente più elevati di quelli desumibili dalle statistiche di vendita. La stima appare tuttavia accettabile alla luce della vicinanza di queste realtà territoriali al confine elvetico, con conseguente storno oltreconfine di una parte degli approvvigionamenti di carburante per autotrazione²³.

- ²¹ Infatti, le statistiche talora disponibili ad una scala più disaggregata (comunale) riguardano esclusivamente le vendite di carburante, senza riferimento al loro luogo di effettivo consumo che, nel caso dei trasporti, risulta tipicamente dislocato di qualche chilometro, rendendo poco significativo ogni confronto fortemente localizzato. In linea di principio, si può ritenere che la comparazione cominci a risultare significativa per bacini territoriali le cui dimensioni siano comparabili con le distanze medie percorse dai veicoli in ciascuno spostamento, che attualmente si aggirano intorno ai 20÷25 km..
- ²² Si può infatti osservare che le statistiche relative alle vendite di gasolio sono largamente influenzate dalla componente "extra-rete", spesso caratterizzata da rilevanti oscillazioni o, comunque, da incertezze sostanziali circa il luogo di consumo effettivo.
- ²³ Una stima di massima dell'entità di questo storno può essere ottenuta calcolando la quantità di benzina venduta per ogni autovettura a benzina immatricolata nel territorio provinciale. Tale quantità nel caso di Como risulta pari a 387 kg/anno e in quello di Lecco a 422 kg/anno, contro una media delle province lombarde non frontaliere di 532 kg/anno (+37% rispetto al valore comasco e +21% rispetto a quello lecchese).



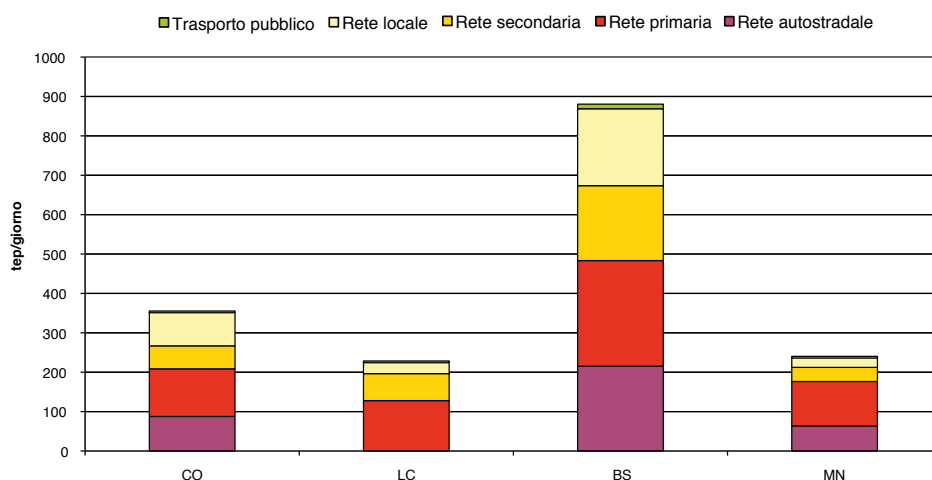
Tabella 2.3 - Consumi di benzina – confronto tra valori simulati e rilevati (2009)

CONSUMI DI BENZINA - INTERO TERRITORIO PROVINCIALE				
tep/anno				
	CO	LC	BS	MN
Valore simulato	137.257	66.565	228.896	72.369
Valore rilevato	98.603	55.819	231.980	72.563
Differenza %	+39,2%	+19,3%	-1,3%	-0,3%

Per quanto concerne invece i **consumi energetici**, stimati a livello di area urbana, si può osservare (figura 2.31) che essi raggiungono un massimo di 869 tep/giorno a Brescia e un minimo di 227 tep/giorno a Lecco, con valori intermedi a Como e Mantova. L'incidenza sul totale stimato a livello provinciale raggiunge il 40% a Lecco, il 33% a Como, il 25% a Brescia e il 24% a Mantova.

A livello invece di comune polo, i consumi stimati risultano pari a 507 tep/anno per Brescia, 186 tep/anno per Como, 121 tep/anno per Mantova e 61 tep/anno per Lecco, con un'incidenza sull'area urbana dell'ordine del 50% in tutti i casi, tranne l'ultimo, in cui risulta nettamente inferiore.

Figura 2.31 - Stima dei consumi energetici di traffico – comuni polo e corone



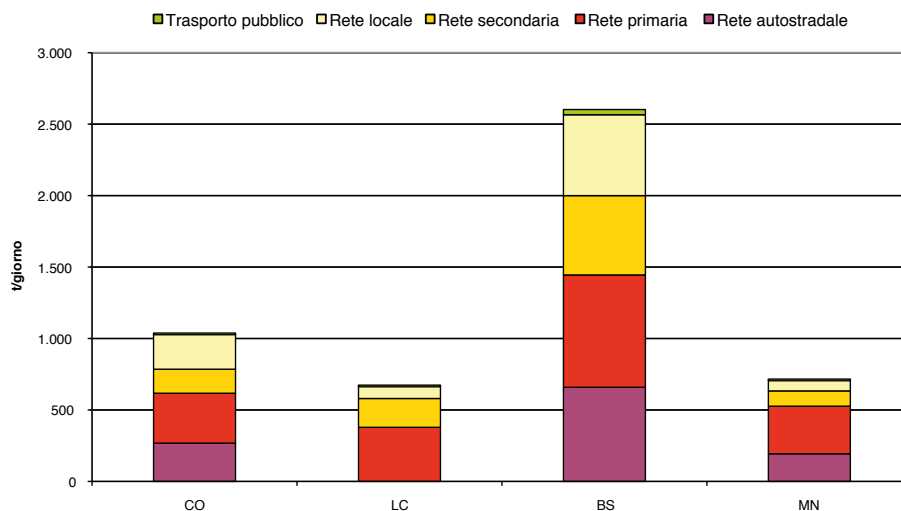
CONSUMI ENERGETICI				
Categoria	tep/giorno			
	CO	LC	BS	MN
COMUNE POLO	CO	LC	BS	MN
Rete autostradale	48,4	0,0	116,2	19,7
Rete primaria	75,5	32,0	168,0	64,6
Rete secondaria	25,6	19,8	109,8	21,3
Rete locale	36,1	8,7	113,1	15,0
TOTALE	185,5	60,5	507,1	120,6
AREA URBANA	CO	LC	BS	MN
Rete autostradale	87,6	0,0	215,1	63,8
Rete primaria	121,0	127,9	268,3	112,7
Rete secondaria	58,3	68,5	190,1	35,8
Rete locale	85,7	30,7	195,2	26,2
TOTALE	352,6	227,1	868,8	238,5
Trasporto pubblico	2,8	1,4	11,8	1,8
TOTALE	355,4	228,5	880,5	240,3
% comune-polo	52%	26%	58%	50%

Sostanzialmente analoghe risultano le emissioni di anidride carbonica (CO₂) che si caratterizzano per valori massimi a Brescia, minimi a Lecco e intermedi a Como e Mantova.

Può essere interessante osservare che, all'interno dei poli urbani, le emissioni di CO₂ si associano soprattutto alla circolazione sulla rete stradale primaria. Ciò è vero in particolare a Lecco, dove tale rete svolge anche il ruolo di asse primario di attraversamento urbano; ma anche a Como, Brescia e Mantova le emissioni degli assi urbani principali superano quelle imputabili alle tratte autostradali ricomprese all'interno dei confini comunali.

La situazione cambia nelle corone urbane, per le quali si osserva una maggiore incidenza delle emissioni imputate alla rete autostradale, così come alla rete stradale secondaria, che assicura in molti casi i collegamenti delle sub-polarità urbane fra loro e con il capoluogo.

Figura 2.32 - Stima delle emissioni di anidride carbonica – comuni polo e corone

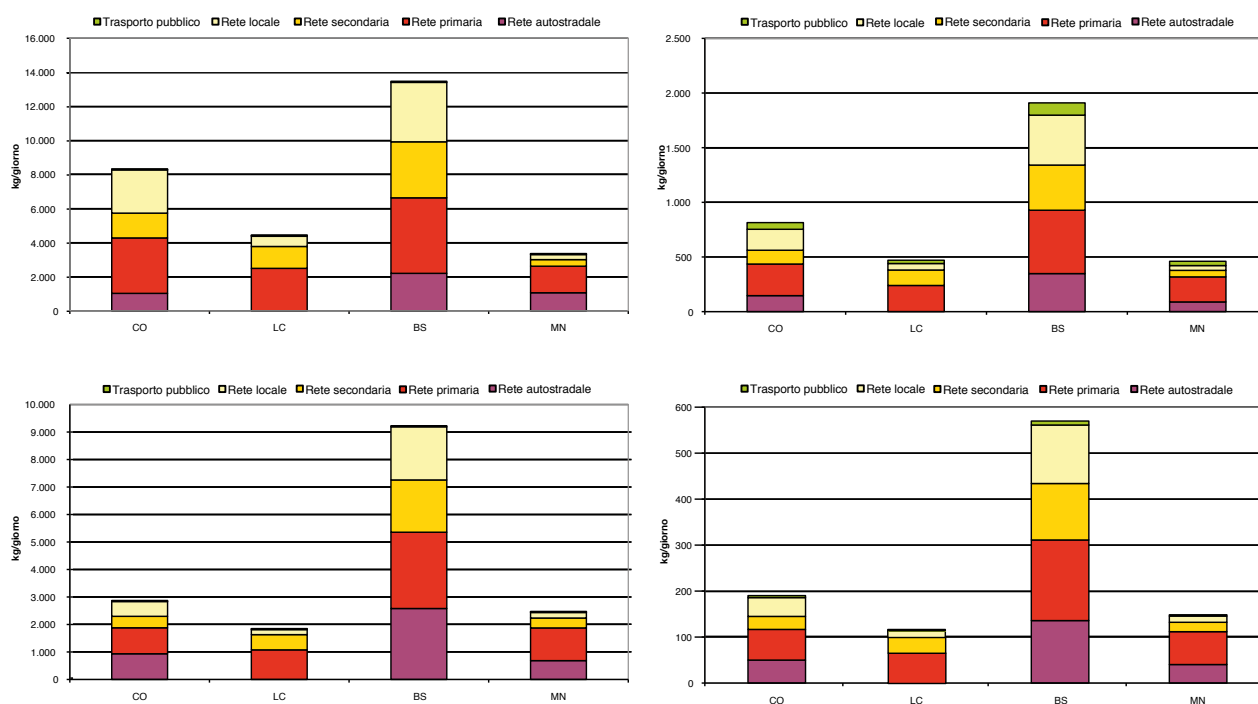




EMISSIONI DI ANIDRIDE CARBONICA				
Categoria	tep/giorno			
	CO	LC	BS	MN
COMUNE POLO	CO	LC	BS	MN
Rete autostradale	148,1	0,0	356,2	60,0
Rete primaria	217,4	93,1	487,4	190,5
Rete secondaria	73,4	57,6	320,3	63,1
Rete locale	101,2	25,1	322,3	43,6
TOTALE	540,1	175,8	1.486,2	357,2
AREA URBANA	CO	LC	BS	MN
Rete autostradale	267,7	0,0	658,6	193,4
Rete primaria	349,4	378,7	786,2	333,2
Rete secondaria	168,1	201,6	555,0	106,7
Rete locale	244,2	89,3	565,8	77,2
TOTALE	1.029,4	669,5	2.565,6	710,5
Trasporto pubblico	8,8	4,3	36,7	5,7
TOTALE	1.038,2	673,8	2.602,3	716,1
% comune-polo	52%	26%	57%	50%

Il modello consente anche di stimare le emissioni inquinanti di altre sostanze, quali in particolare il monossido di carbonio (CO), i composti organici volatili (COV), gli ossidi di azoto (NOx) e il particolato (PM). I corrispondenti risultati sono evidenziati nella figura 2.33.

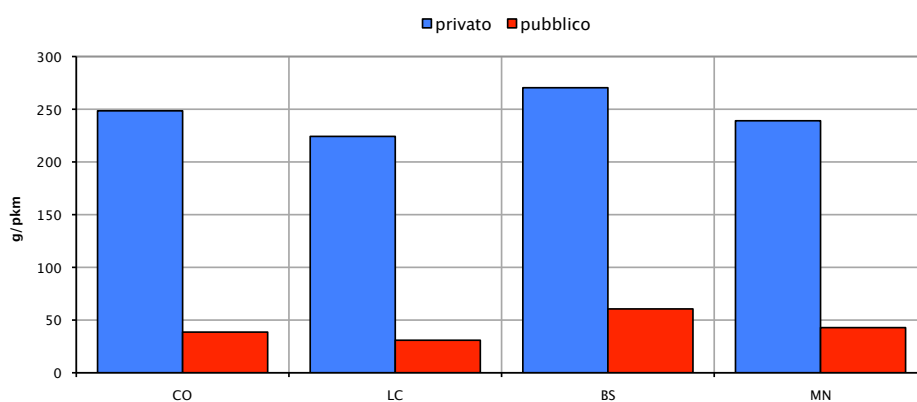
Figura 2.33 - Stima delle emissioni di altri inquinanti atmosferici – comuni polo e corone



Un altro risultato interessante deriva dal confronto fra le emissioni medie unitarie di CO₂, espresse in grammi per passeggero-km, del trasporto privato e di quello pubblico in ciascuna delle quattro aree urbane (figura 2.34).

La variabilità dei valori tra le singole aree urbane è spiegata da una molteplicità di fattori che includono la diversa composizione del parco veicolare, le diverse condizioni di circolazione, nonché i diversi coefficienti di occupazione dei veicoli, pubblici e privati. In ogni caso, peraltro, il sistema di trasporto pubblico consegue risultati decisamente migliori dell'auto privata.

Figura 2.34 - Confronto fra le emissioni unitarie di anidride carbonica del trasporto privato e di quello pubblico



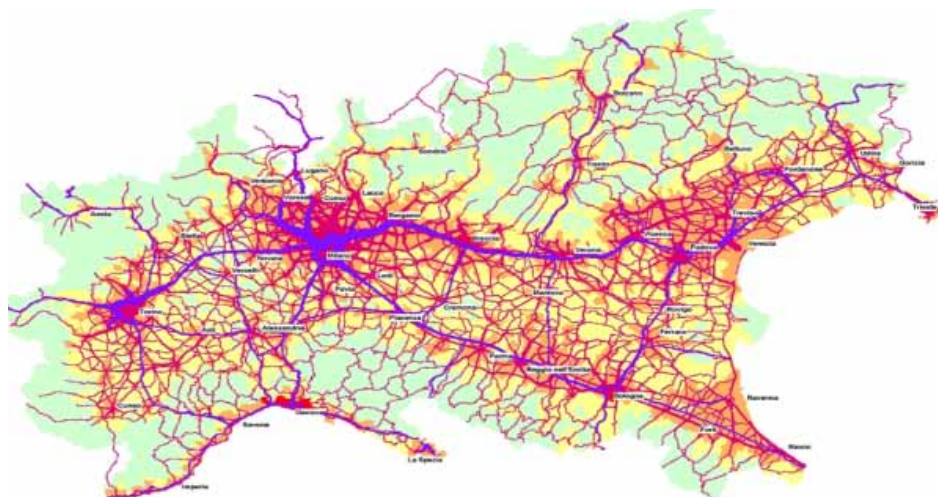


3.1 Generalità

Il sistema di trasporto rappresenta oggi, nelle sue differenti articolazioni tecniche e territoriali, uno dei principali fattori di pressione ambientale. L'enorme incremento della domanda di mobilità verificatosi negli ultimi decenni – a sua volta legato all'aumento del reddito pro-capite, all'estesa disponibilità di mezzi di trasporto individuali e alla complessiva modificazione degli stili di vita – si è infatti accompagnato a un sostanziale incremento degli impieghi energetici e, per alcuni versi, anche delle emissioni di inquinanti generate dai mezzi di trasporto (segnatamente dai veicoli stradali e dagli aerei di linea).

Questi fatti hanno a loro volta modificato profondamente i profili di accessibilità a scala metropolitana e regionale, determinando la generazione di nuova domanda di mobilità, secondo un processo cumulativo che tende in molti casi a compensare i pur importanti avanzamenti fatti registrare nell'adozione di tecnologie di trazione via via meno inquinanti²⁴ (figura 3.1).

Figura 3.1 - Flussi di traffico stradale nel Nord Italia



Il flussogramma, che rappresenta un output del modello multimodale di scala vasta sviluppato da Polinomia, evidenzia con chiarezza il sensibile addensamento dei flussi di traffico intorno ai principali poli metropolitani e, a scala minore, delle aree urbane intermedie. Esso evidenzia inoltre una chiara correlazione tra densità di traffico e ambiti di diffusione insediativa (in giallo), collocati lungo le fasce pedemontane alpina e appenninica.

Nelle regioni europee a economia avanzata, gli evidenti nessi che legano le prestazioni ambientali dei sistemi di mobilità alle dinamiche di diffusione urbana e di rilocalizzazione di grandi attrattori di traffico (centri direzionali e commerciali) impediscono ormai di immaginare un efficace approccio al problema, confinato alla sola scala tradizionalmente ritenuta "urbana". D'altro canto, la rilevante prevalenza delle esigenze di mobilità su spostamenti di breve e medio

²⁴ A tale proposito, cfr. per esempio European Commission – Joint Research Centre, European Environment Agency; *Urban sprawl in Europe: the ignored challenge*; EEA Report n.10/2006.



raggio non consente di affrontare efficacemente il problema della sostenibilità dei trasporti sulla sola base dei grandi corridoi di trasporto nazionali e continentali.

A fronte di queste evidenze, appare oggi chiaro che ogni azione effettivamente in grado di aumentare la sostenibilità del sistema di trasporto non può che derivare dalla combinazione di:

- > politiche di bacino, sviluppate su scala metropolitana, regionale e in taluni casi anche interregionale;
- > sistemi di governo locale della mobilità, capaci di attuare coerentemente gli indirizzi generali a scala delle singole aree urbane, comunque oltrepassanti i ristretti ambiti comunali.

Il tema della sostenibilità del sistema di trasporto è trattato ormai da una vastissima bibliografia e da un'ampia gamma di documenti programmatici, stilati a livello europeo, nazionale e regionale²⁵.

Senza voler sviluppare in questa sede una rassegna completa delle numerosissime azioni di volta in volta proposte al fine di limitare la pressione ambientale esercitata dal sistema di trasporto a scala urbana e regionale, è possibile proporre una schematica classificazione alla quale fare riferimento nel seguito dello studio, con il duplice obiettivo di riordinare il quadro relativo ai singoli casi-studio e di proporre una logica interpretativa delle relazioni che legano il tema della sostenibilità ambientale a quello della mobilità.

A tale proposito, si potranno distinguere gli interventi che seguono:

- 1) introduzione di **tecnologie di trazione "pulite" (T)**, capaci di ridurre la pressione ambientale esercitata dal sistema, senza modificarne l'organizzazione interna e la funzionalità complessiva;
- 2) modificazioni apportate all'**offerta di trasporto (S)**, finalizzate a garantirne un migliore equilibrio fra i livelli di funzionalità garantiti all'utenza e i corrispondenti effetti esterni; a loro volta, tali politiche possono mirare:
 - > ad una migliore regolazione della **mobilità motorizzata privata**, ovvero
 - > alla deviazione di quote-parte di domanda sul **sistema di trasporto pubblico** o, infine,
 - > all'incentivazione della **mobilità non motorizzata** (spostamenti a piedi e in bicicletta).
- 3) interventi volti a ridurre o rimodulare la **domanda di mobilità (D)**, in modo da garantire il soddisfacimento delle sottostanti esigenze funzionali secondo modalità che generino minore traffico.

²⁵ Cfr. ad esempio: Commissione Europea; *Libro bianco: la politica europea dei trasporti fino al 2010: il momento delle scelte*, 2001, Commissione delle Comunità Europee, *Mantenere l'Europa in movimento: una mobilità sostenibile per il nostro continente*, giugno 2006; Commissione delle Comunità Europee; *Libro verde: verso una nuova cultura della mobilità urbana*, Bruxelles, settembre 2007; European Environment Agency, *Climate for a Transport Change*, 2008 European Environment Agency; *Ensuring Quality of Life in European Cities and Towns*, 2009; CittàItalia, *La mobilità urbana sostenibile in Italia e in Europa*, novembre 2010; Euro-mobility, *La mobilità sostenibile in 50 città*, dicembre 2010.

E' chiaro che lo sviluppo di politiche integrate, volte a garantire la sostenibilità del sistema, richiede l'adozione congiunta di azioni appartenenti a categorie diverse. Si tratta in particolare di utilizzare i singoli interventi come "leve strategiche" per modificare l'assetto del sistema e contenerne la pressione ambientale.

Pertanto, oltre ai singoli campi di intervento, occorre esaminare anche le reciproche relazioni secondo schemi logici simili a quello riportato nella figura 3.2. Nei prossimi paragrafi, senza alcuna pretesa di completezza, verrà illustrata una rassegna degli interventi più frequentemente adottati per ciascun gruppo funzionale. Tale rassegna servirà in particolare come quadro di riferimento per l'esame delle azioni adottate dalle quattro città studiate, risultanti dalla raccolta della documentazione programmatica sviluppata nel corso dello studio²⁶.

L'ultimo paragrafo è dedicato invece a un riepilogo finale, finalizzato alla successiva costruzione degli scenari di intervento, da sottoporre a valutazione mediante il modello di simulazione di traffico.

Figura 3.2 - Schema di riferimento per politiche di trasporto sostenibile basate sulla gestione dell'offerta



Queste politiche si basano in genere sulla ricerca di un minore utilizzo dei mezzi motorizzati individuali, con trasferimento di quote di domanda verso i mezzi non motorizzati e il sistema di trasporto collettivo. Specifici interventi mirano a integrare la mobilità motorizzata collettiva con gli spostamenti non motorizzati.

²⁶ I riferimenti specifici alla documentazione raccolta sono illustrati negli studi di caso pubblicati a parte.

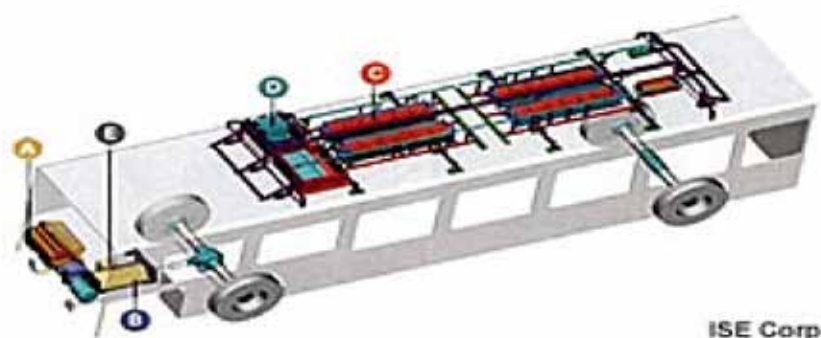
3.2 Gli interventi di carattere tecnologico

Questa categoria raggruppa tutti gli interventi di modifica o adeguamento delle tecnologie di trazione finalizzati a ridurre l'impatto ambientale (consumi energetici, emissioni di inquinanti atmosferiche, generazione di rumore) attraverso il miglioramento della loro efficienza, l'introduzione di carburanti alternativi, l'installazione di dispositivi di abbattimento e/o lo sviluppo di nuovi propulsori (veicoli ibridi, elettrici, alimentati da *fuel cells*, ecc...). Si tratta di interventi che non modificano la configurazione e la funzionalità del sistema e che, proprio per questo motivo, hanno trovato larga attuazione a livello globale, determinando importanti miglioramenti sul versante della riduzione delle emissioni di alcuni inquinanti a scala urbana. Nello stesso tempo, i miglioramenti tecnologici rappresentano tipiche misure "end-of-pipe" che non investono l'intera gamma delle esternalità prodotte dal traffico, determinando così effetti parziali. Pur necessari, essi possono risultare insufficienti a compensare le tendenze esistenti sul versante della crescita dei flussi di traffico e/o della domanda di mobilità.

Facendo riferimento allo schema della figura 3.2, gli interventi tecnologici possono essere ripartiti in due grandi gruppi:

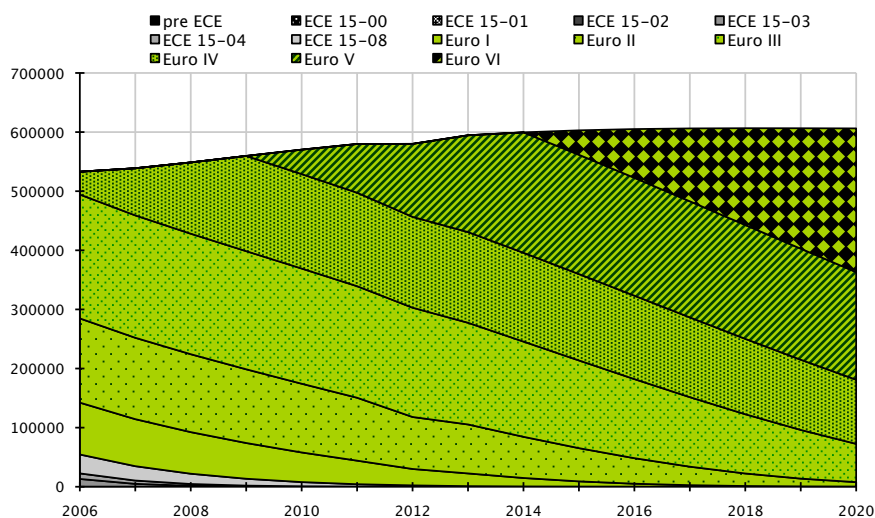
- > interventi relativi al **parco veicolare privato**, che per loro natura possono essere definiti solo alla scala nazionale o sovranazionale attraverso la definizione di standard di omologazione via via più restrittivi, con conseguente, graduale, ricambio del parco. A scala locale tali interventi restano circoscritti a iniziative di promozione importanti sul piano della comunicazione pubblica, ma marginali su quello della diretta efficacia: appartengono a questa categoria, ad esempio, l'acquisto di auto elettriche o ibride a servizio della Polizia Locale o di altre strutture pubbliche (come previsto ad esempio nel caso di Mantova).
- > innovazioni condotte sul **parco veicolare adibito al trasporto pubblico**, ad esempio attraverso l'acquisto di mezzi ibridi o alimentati a metano (caso di Brescia), ovvero l'adozione di combustibili alternativi (caso di Lecco).

Figura 3.3 - Schema funzionale di un autobus ibrido



L'introduzione di nuove tecnologie di trazione - in particolare dei veicoli ibridi che risulteranno ampiamente disponibili sul normale mercato nel corso dei prossimi dieci anni - è destinata a determinare un sensibile incremento dell'efficienza energetica e delle prestazioni ambientali degli autoveicoli.

Figura 3.4 - Andamento atteso del parco veicolare della Provincia di Bergamo (2006-2020)



L'efficacia degli interventi tecnologici è solitamente legata ai tempi di ricambio del parco veicolare circolante. Tali tempi possono essere stimati mediante modelli demografici che consentono di stimare i coefficienti di emissione media dei parchi veicolari in orizzonti temporali futuri.

3.3 Regolazione del traffico privato

Considerata la netta prevalenza del traffico privato sull'insieme degli spostamenti urbani, la sua regolazione rappresenta oggi - ed è destinata a rappresentare ancora in futuro - un elemento imprescindibile per ogni corretta politica di sostenibilità. Gli interventi devono puntare a un utilizzo più ragionevole dell'auto, mirando innanzi tutto a garantire un'organizzazione della rete stradale idonea rispetto alla domanda servita e tale da limitare i fenomeni più negativi dal punto di vista ambientale (in particolare i picchi di congestione). D'altro canto, essi devono porre attenzione a non rendere ancor più attrattivo l'impiego dell'auto privata, disincentivandone anzi l'utilizzo per quelle componenti di domanda rispetto alle quali esistono alternative modali efficienti.

Le misure di regolazione del traffico privato potenzialmente efficaci nel modificare la pressione ambientale del sistema sono numerose. Piuttosto schematicamente, è possibile identificare le seguenti:

- > interventi di **modifica/potenziamento della rete stradale**, volti a migliorarne le condizioni d'uso anche dal punto di vista ambientale - per esempio eliminando fenomeni di congestione e/o deviando il traffico al di fuori di contesti particolarmente sensibili, come nel caso della realizzazione di by-pass urbani (tangenziale Ovest a Mantova, Sistema Viabilistico Pedemontano a Como);
- > interventi di **limitazione nell'uso della rete stradale**, quali ad esempio l'istituzione di aree pedonalizzate o di Zone a Traffico Limitato (presenti a Como, Brescia e Mantova);
- > interventi di moderazione del traffico, finalizzati a garantire una migliore coesistenza tra i diversi utenti della strada (politica presente soprattutto a Como e a Brescia);

- > misure di **tariffazione della sosta** (*park pricing*), volte a disincentivare l'utilizzo dell'auto per accedere a determinati comparti urbani (politica presente a Como, Lecco, Brescia e Mantova);
- > misure di **tariffazione degli accessi urbani** (*road pricing*), finalizzate a garantire un utilizzo più efficiente della capacità stradale, per loro natura spesso associate a politiche più complessive di controllo della domanda di mobilità (politica ipotizzata a Como).

Figura 3.5 - Regolazione della sosta



Una rigorosa regolazione della sosta in ambito urbano è alla base della maggior parte dei sistemi di gestione del traffico, volti a un miglior controllo dell'uso dell'auto.

Figura 3.6 - Intervento di moderazione del traffico



Le misure di moderazione del traffico, in corso di graduale diffusione anche in Italia, consentono di ristabilire un corretto equilibrio tra le esigenze dei diversi utenti della strada, contribuendo anche al miglioramento degli spazi pubblici urbani.

Tutti questi interventi, potenzialmente molto efficaci, possono però in molti casi risultare anche controproducenti (aggiramenti urbani che attraggono flussi di traffico da altre direttrici o ne generano di nuovi, zone a traffico limitato che accentuano la congestione sulla rete immediatamente circostante, ecc...) e devono pertanto essere attentamente calibrati in rapporto alle effettive condizioni di traffico esistenti nelle singole aree urbane.

Fra gli interventi finalizzati a un utilizzo più ragionevole dei mezzi di trasporto privato si possono richiamare anche:

- > l'istituzione di **servizi di car sharing**, che modifichino la struttura dei costi di possesso e di utilizzo dei veicoli privati (*servizio presente a Como*);
- > lo sviluppo di **sistemi di car pooling**, che contribuiscano a incrementare il coefficiente medio di occupazione dei veicoli circolanti.

Figura 3.7 - Servizi di car sharing



I servizi di car sharing, modificando la struttura dei costi legati al possesso e all'uso dell'auto, possono contribuire alla riduzione degli impatti ambientali della mobilità privata.

Figura 3.8 - Servizi di car pooling



I servizi di car pooling, incrementando i coefficienti di utilizzo degli autoveicoli circolanti, determinano una riduzione dei consumi e delle emissioni pro-capite.



Per quanto concerne il trasporto merci, gli **schemi di logistica urbana (city logistics)** possono migliorare le prestazioni ambientali della distribuzione commerciale favorendo l'utilizzo di mezzi "puliti" e/o caratterizzati da coefficienti di carico più elevati di quelli normalmente riscontrati all'interno dei centri urbani.

3.4 Potenziamento e incentivazione della mobilità motorizzata collettiva

Il secondo gruppo di interventi relativi alla regolazione dell'offerta di trasporto riguarda le reti di trasporto pubblico urbano ed extraurbano. Infatti, le azioni di disincentivo all'impiego dell'auto privata in area urbana possono non risultare pienamente efficaci in assenza di servizi alternativi, capaci di rispondere efficacemente alle esigenze di mobilità dei cittadini. Per tale motivo, le politiche di gestione e sviluppo del trasporto collettivo rappresentano quasi sempre, nelle città medie, un elemento cardine delle politiche per la mobilità sostenibile.

Fra gli interventi relativi al trasporto pubblico più frequentemente adottati si possono citare i seguenti:

- > lo sviluppo delle **reti automobilistiche**, anche mediante il graduale innalzamento dei livelli di protezione offerti alle linee di forza (corsie preferenziali, asservimento semaforico, ecc...);
- > la realizzazione di **nuovi sistemi di trasporto collettivo in sede propria** (come la metro-politana in costruzione a Brescia e la metrotramvia ipotizzata a Como);
- > lo sviluppo di **servizi ferroviari suburbani** (come nel caso di Como, interessato dalle linee S11 italiana e S10 svizzera);
- > lo sviluppo di **sistemi di trasporto non convenzionali** (quali bus a chiamata o taxi collettivi);
- > la realizzazione di **parcheggi scambiatori**, tesi a favorire l'integrazione con il trasporto privato;
- > l'**integrazione tariffaria** tra le diverse reti;
- > il miglioramento dell'**informazione al pubblico**, anche attraverso tecniche di infomobilità.

Figura 3.9 - Rete del trasporto pubblico di Berna



L'esistenza di una efficace e affidabile rete di trasporto pubblico rappresenta una condizione essenziale per lo sviluppo di ogni politica di sostenibilità a scala urbana.

Figura 3.10 - Tram nel centro storico - Friburgo



Nelle città di medie dimensioni, il tram rappresenta una soluzione efficace, realizzabile a costi sostenibili mantenendo la compatibilità con i centri storici.

3.5 Protezione della mobilità non motorizzata

Il terzo e ultimo gruppo di interventi riguarda la protezione e l'incentivazione della mobilità ciclopedonale. A lungo marginalizzata dalle politiche di trasporto urbane, questa componente di mobilità deve considerarsi pienamente strategica per rispondere in modo sostenibile a una domanda di mobilità capillare che si sviluppa spesso su brevi e brevissime distanze.

Il traffico non motorizzato ha rappresentato in questi ultimi anni il terreno principale dello sviluppo di schemi di mobilità sostenibile, attraverso azioni quali:

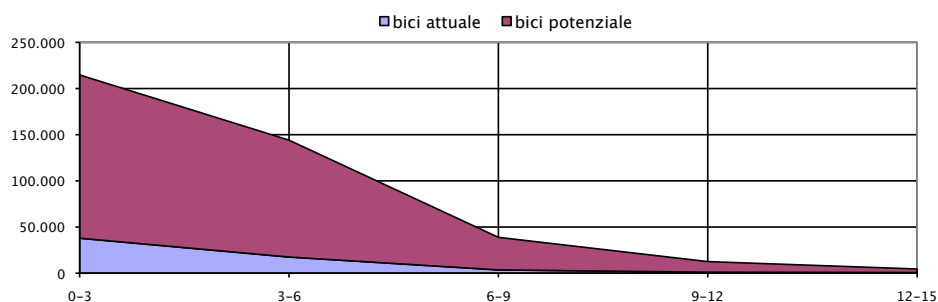
- > l'istituzione di **servizi pedibus** (attivi a Lecco, Brescia e Mantova e sperimentati a Como);
- > l'estensione delle reti di **percorsi ciclabili e ciclopedonali**;
- > lo sviluppo di **strutture a supporto della sosta delle biciclette**, anche in integrazione con le fermate del trasporto pubblico (velostazioni);
- > l'introduzione di servizi di **bike sharing** (attivi a Brescia, Como e Mantova e previsti a Lecco).

Figura 3.11 - Pista ciclabile a Szombathely (Ungheria)



La protezione e l'incentivazione della mobilità pedonale e ciclabile richiede la predisposizione di reti continue e sicure – non necessariamente formate da percorsi separati dalla rete stradale. Lo sviluppo di tali reti rappresenta ormai una pratica consolidata nella maggior parte delle città, non soltanto del Centro-Nord Europa ma anche del Sud e dell'Est.

Figura 3.12 - Domanda di mobilità ciclistica attuale e potenziale in Provincia di Milano.



La bicicletta può rappresentare una valida alternativa all'auto privata sulle brevi distanze, che rappresentano la maggior parte della mobilità urbana. Il trasferimento dei flussi così ottenuti si caratterizza per forti potenziali unitari di riduzione di molti indicatori di pressione (consumi energetici, emissioni di inquinanti atmosferici, rumore, occupazione di spazi pubblici urbani, incidentalità). Nel territorio della Provincia di Milano la riduzione di traffico potenziale può essere stimata in circa 2 milioni di veicoli-km/giorno.

3.6 Azioni di governo della domanda

I dibattiti in corso a livello europeo tendono oggi a evidenziare i limiti incontrati dalle politiche di gestione dell'offerta di trasporto urbano a fronte di una domanda di mobilità crescente e sempre più articolata nello spazio e nel tempo. In tale contesto, il problema diventa quello di definire opportuni strumenti per il governo della domanda stessa, a partire da una corretta programmazione territoriale, per giungere alle esperienze di tariffazione dell'uso urbano dell'auto.

Le politiche che possono influenzare i processi di generazione della domanda di mobilità coprono in effetti un arco molto ampio e articolato. Schematizzando alquanto, è possibile indicare i raggruppamenti che seguono:

- > una **pianificazione urbanistica** attenta al tema della sostenibilità ambientale, che miri ad esempio a forme urbane più compatte e/o a una attenta valutazione degli effetti della localizzazione / rilocalizzazione di grandi attrattori di traffico in termini di mobilità generata e attratta;
- > lo **sviluppo della telematica**, ad esempio a supporto delle attività lavorative (telelavoro);
- > la **rimodulazione dei tempi e degli orari della città**;
- > la gestione della domanda attraverso le tecniche del **mobility management**;
- > l'**internalizzazione delle esternalità del traffico** (congestione, inquinamento) attraverso sistemi di road pricing che possono evolvere verso sistemi di gestione della domanda, basati sull'erogazione di **crediti di mobilità**, liberamente scambiabili tra i soggetti detentori.

In particolare, si può rilevare che le esperienze di road pricing, avviate da diverse metropoli europee e dalla stessa Milano, rappresentano altrettanti tentativi di introdurre corretti segnali di prezzo per l'uso del mezzo privato all'interno degli spazi urbani più sensibili. I primi risultati ottenuti rendono peraltro chiaro

che, se non vogliono ridursi a puri strumenti “di cassa” caratterizzati da ricadute sociali importanti, le politiche di tariffazione urbana debbono a loro volta inserirsi all’interno di sistemi di mobilità integrati, capaci di offrire valide alternative all’utilizzo del mezzo privato.

In tal senso, è oggi chiaro che le opzioni tariffarie risultano tanto più efficaci laddove riescano a inserirsi in un quadro di politiche integrate di mobilità: infatti, gli effetti di riequilibrio modale possono essere pienamente ottenuti soltanto in presenza di un’adeguata organizzazione del trasporto pubblico e della mobilità non motorizzata; quest’ultima può del resto essere sostenuta attraverso parte delle risorse economiche ottenute mediante il *pricing* dei flussi automobilistici, con conseguente attenuazione dell’impatto sociale generato da questo genere di misure²⁷.

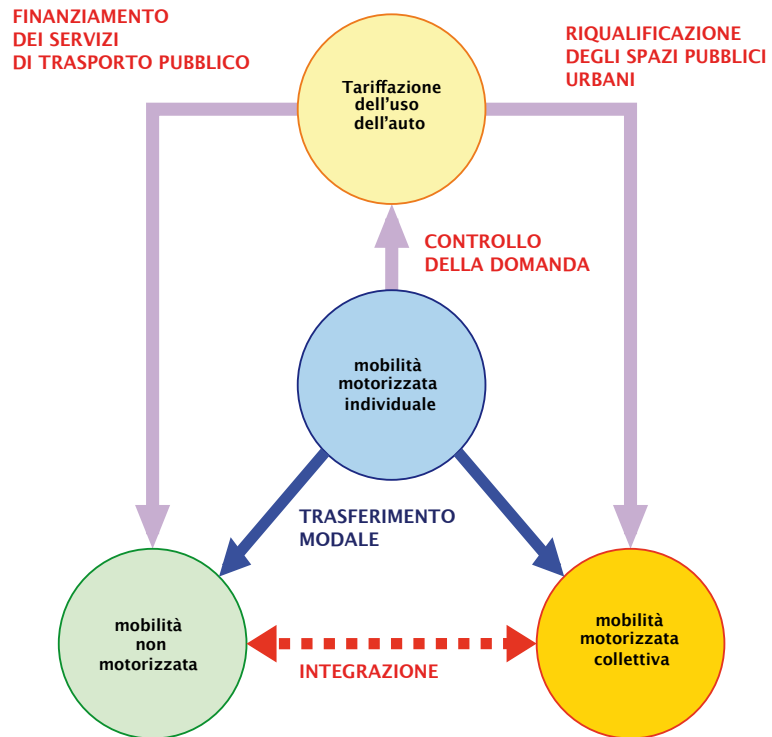
Figura 3.13 - Varco di accesso alla zona “congestion charge” di Londra



La diffusione della tariffazione dell’uso urbano dell’auto definisce prospettive ampie, e tuttora non completamente esplorate per il governo della domanda di mobilità.

²⁷ A questo proposito, si rimanda all’accurata analisi di tipo microeconomico proposta da P. Ferrari; *Modifiche nella ripartizione della domanda di trasporto fra i diversi gruppi sociali prodotte dal road pricing*, *T&T Trasporti e Territorio*, n.2/2007; pp.73-81.

Figura 3.14 - Schema per la costruzione di un sistema integrato di gestione della mobilità urbana



L'efficacia delle politiche tariffarie risulta tanto maggiore quanto più esse si inseriscono all'interno di politiche integrate, atte a garantire lo sviluppo di tutte le componenti del sistema. La sperimentazione dei crediti della mobilità tende ad accentuare il carattere unitario del sistema e a garantire una corretta ripartizione dei flussi finanziari.

In tal senso, prospettive incoraggianti sembrano provenire dalle nuove tecnologie di tracciamento elettronico dei flussi che consentono oggi, a prezzi estremamente contenuti, di affinare le logiche tariffarie in base a una pluralità di parametri differenti, prestandosi anche a impieghi molto promettenti sotto il profilo della sostenibilità sociale. È il caso, ad esempio, dei sistemi di accesso basati su "crediti di mobilità", nei quali la distribuzione ai residenti di diritti di circolazione liberamente commerciabili può introdurre un efficace sistema di trasferimento monetario a favore dei cittadini "virtuosi" nell'utilizzo degli spazi urbani garantendo, fra l'altro, le necessarie condizioni di equilibrio economico ai sistemi di trasporto pubblico.

Figura 3.15 - Sistemi RFID per il tracking veicolare



Le nuove tecnologie RFID (antenne radio passive installate sui veicoli) stanno provocando un sostanziale abbattimento dei costi di installazione e gestione dei sistemi di tracciamento veicolare a scala urbana. Essi consentono la gestione diretta e automatica delle transazioni monetarie, con possibilità di sviluppare schemi tariffari articolati anche in un contesto di integrazione fra più modi di trasporto (ad es. mediante tariffe integrate sosta/trasporto pubblico).

3.7 Riepilogo delle politiche e costruzione degli scenari

Gli interventi brevemente illustrati nei precedenti paragrafi rappresentano altrettanti strumenti della “cassetta degli attrezzi” per la costruzione di efficaci politiche di sostenibilità del sistema di trasporto a scala urbana. Nessuno di essi può risultare risolutivo singolarmente ma ciascuno può costituire un tassello importante per il raggiungimento dell’obiettivo finale.

In altri termini, è necessario ricomporre opportuni mix di interventi, di diversa natura, all’interno di scenari di intervento integrati che, soli, possono garantire il concreto conseguimento degli obiettivi iniziali.

Un’ovvia conseguenza è che, di fatto, le politiche per la mobilità sostenibile non possono mai venire disgiunte dalle politiche per la mobilità *tout-court*; ovvero che, per risultare pienamente credibili, gli obiettivi di sostenibilità ambientale devono venire completamente integrati all’interno della programmazione di settore.

Nella figura 3.16 sono sinteticamente indicate le misure attuate, in corso di implementazione, programmate o ipotizzate in ciascuna delle aree urbane, così come risultanti dalla rassegna della documentazione fornita dalle quattro amministrazioni coinvolte.

Tale rassegna costituisce la base di riferimento per la costruzione degli scenari di progetto che sono stati valutati per mezzo del modello di simulazione illustrato nel precedente capitolo 2.

A tale proposito, si è proceduto a sviluppare **tre politiche-base**, volutamente schematiche, definite massimizzando il ricorso a una categoria di interventi, anche attraverso la predisposizione di misure di disincentivazione dei modi di trasporto concorrenti:

- > un primo scenario, finalizzato a **supportare la mobilità non motorizzata**, è illustrato nel capitolo 4;
- > un secondo scenario, orientato piuttosto a **incentivare l'utilizzo del sistema di trasporto pubblico**, è illustrato nel capitolo 5;
- > un terzo scenario, volto a **ottimizzare (in termini ambientali) la funzionalità del traffico privato**, è illustrato nel capitolo 6.

Tali scenari sono stati definiti secondo criteri omogenei nelle quattro aree urbane, in modo tale da determinare risultati in qualche misura comparabili fra loro.

I risultati ottenuti con riferimento alle tre politiche-base hanno poi orientato la definizione di quattro **politiche integrate**, specifiche per ciascuna area urbana, che si propongono di identificare il mix di interventi più efficace in ciascun caso studio. Tali politiche sono illustrate nel capitolo 7.

Figura 3.16 - Rassegna degli interventi adottati o programmati nelle quattro aree urbane

Tipo Politica		CO	LC	BS	MN	
Tecnologie	Auto elettrica			O	o	
	Bus a metano			O		
	Bus ibrido			O		
	Carburanti alternativi		O			
Gestione mobilità privata	potenziamento rete stradale	O	=	=	O	
	regulation enforcement			O		
	Limitazioni del traffico (ZTL)	O	V	O	O	
	Park pricing	O	O	O	O	
	road pricing	o	=	V	=	
	city logistic					
	Moderazione del Traffico					
	Car sharing	O	?			
Car pooling						
Sostegno TP	Servizi ferroviari suburbani	O				
	Metropolitane	=	=	o	=	
	Tramvia	o	=	=	=	
	Parcheggi scambiatori	O	=	O	=	
	Sviluppo rete bus	=	?	=	?	
	Corsie preferenziali	O?		O?		
	Asservimento semaforico	x				
	Politiche tariffarie (Integrazione, VT)					
Infomobilità*						
Ciclopedonalità	Pedibus	O	O	x	O	
	Reti ciclabili	o?	=	o?	o	
	Sosta					
	Velostazioni					
	Bike sharing	o	O	O	O	
Greenways						
Governo Domanda di Mobilità	Planificazione urbana					
	Telelavoro					
	Mobility manager	O	O	O	O	
	Valutazioni di Impatto					
Internalizzazione costi						

O Attivato
o Programmato
x Sperimentato e dismesso
? da verificare
v proposto
= non presente/non fattibile



3.8 Stima dei costi di intervento

Lo sviluppo degli scenari di intervento è stato accompagnato da una stima dei corrispondenti costi, comprensiva degli oneri richiesti sia per gli investimenti, sia per la manutenzione e gestione del sistema, riferiti a un periodo di 15 anni.

In considerazione delle caratteristiche dello studio la stima, da ritenersi di larghissima massima, è stata condotta unicamente sulla base di valori parametrici assai aggregati, introducendo ipotesi necessariamente schematiche circa le modalità di gestione dei diversi sistemi e servizi esaminati.

La stima investe i costi in modo aggregato, senza stabilire criteri di ripartizione tra le amministrazioni pubbliche e gli eventuali soggetti privati coinvolti nella loro realizzazione e gestione. Per i servizi tariffati (trasporto pubblico, autostrade, car sharing) i costi di gestione sono determinati al netto degli introiti prevedibili sulla base delle stime di traffico effettuate.

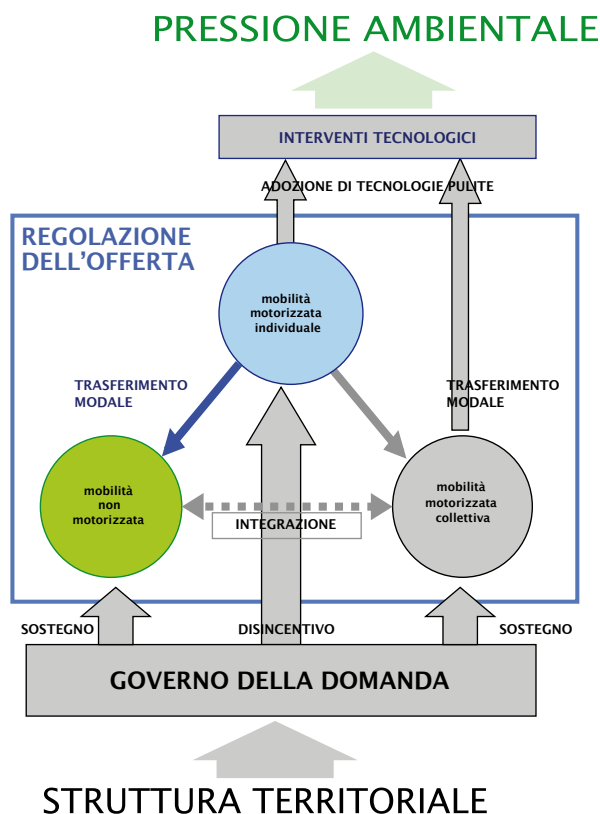
I valori indicati sono determinati in modo cumulativo su un periodo di 15 anni e non sono stati attualizzati.

Nel complesso, i valori indicati possono essere ritenuti rappresentativi soltanto degli ordini di grandezza in gioco e dei meccanismi economici indotti dai differenti schemi in termini di costi e ricavi imputabili all'insieme dei soggetti coinvolti nel sistema.

4.1 Strategie di intervento

La politica di sostegno alla mobilità non motorizzata assume come leva d'azione primaria il trasferimento di domanda dall'autovettura privata alla circolazione ciclopedonale (figura 4.1).

Figura 4.1 - Schema di riferimento per le politiche di sostegno alla mobilità non motorizzata



Tale strategia comporta un elevato potenziale di risparmio energetico e di riduzione delle emissioni per unità di traffico trasferita (l'impatto corrispondente viene virtualmente azzerato); la sua efficacia complessiva resta però legata alle concrete possibilità di trasferimento modale che variano evidentemente in base alla lunghezza e ai motivi degli spostamenti.

In linea di principio, queste politiche comportano l'attuazione congiunta di interventi di protezione e incentivazione degli spostamenti ciclopedonali e di misure volte a disincentivare l'utilizzo dell'auto e/o a renderlo compatibile con le esigenze degli utenti deboli della strada.

Gli interventi di protezione e sostegno presi in esame dallo studio sono:

- > l'istituzione/estensione dei servizi pedibus;
- > l'ampliamento delle reti ciclopedonali (con particolare riferimento alle principali radiali di penetrazione urbana), corredato anche da un rafforzamento della sosta a servizio dei ciclisti;
- > l'istituzione/estensione di servizi di *bike sharing*.

Per quanto riguarda invece le misure di disincentivo all'uso dell'auto, esse includono:

- > L'estensione delle Zone a Traffico Limitato esistenti nei centri storici;
- > l'innalzamento delle tariffe di sosta e/o l'estensione dell'area soggetta a tariffazione;
- > interventi di moderazione del traffico diffusi lungo tutta la rete locale.

Una descrizione più dettagliata degli interventi simulati in ciascuno dei quattro casi-studio è riportata nella tabella 4.1.

Tabella 4.1 - Politica di sostegno della mobilità non motorizzata - principali interventi previsti

Interventi	Area urbana COMO	Area urbana LECCO	Area urbana BRESCIA	Area urbana MANTOVA
Pedibus Incentivazione dell'accessibilità pedonale alle scuole	50% dell'utenza scolastica	50% dell'utenza scolastica	50% dell'utenza scolastica	50% dell'utenza scolastica
Rete ciclabili Estensione delle reti ciclabili e/o ciclopedonali a scala urbana. Predisposizione di parcheggi per biciclette	Itinerari completi sulle radiali NW, SW e NE (con riduzioni locali di capacità stradale)	Itinerari completi sulle radiali N, W, SW e SE (con riduzioni locali di capacità stradale)	Protezione anello dei viali; itinerari completi sulle radiali N, W, SW, S, SE ed E. (con riduzioni locali di capacità stradale)	Continuità N-S presso la stazione ferroviaria; itinerari completi lungo le radiali N, NE, S e SW. (con riduzioni locali di capacità stradale)
Bike sharing Istituzione del servizio o sua estensione all'intero territorio del Comune polo	Istituzione del servizio sull'intero territorio comunale.	Istituzione del servizio sull'intero territorio comunale.	Ampliamento del servizio all'intero territorio comunale.	Istituzione del servizio sull'intero territorio comunale
Zone a Traffico Limitato Istituzione o estensione della ZTL centrale	Invariata	Istituzione /ampliamento all'intera zona centrale	Ampliamento all'anello dei viali (esclusi)	Ampliamento verso Sud (intero centro storico); chiusura dell'itinerario di Porto Catena
Moderazione del Traffico Realizzazione di interventi volti a limitare le velocità veicolari su tutte le strade locali	Estesi a tutte le strade urbane locali interne al Comune polo	Estesi a tutte le strade urbane locali interne al Comune polo	Estesi a tutte le strade urbane locali interne al Comune polo	Estesi a tutte le strade urbane locali interne al Comune polo
Sosta a pagamento Estensione delle zone tariffate e/o adeguamento delle tariffe	Invariata	Estensione all'intera zona centrale	Estensione oltre l'anello dei viali	Estensione all'intera zona centrale

I costi di investimento, stimati su una base parametrica di larghissima massima per l'implementazione di questa politica, variano da un minimo di 26 a un massimo di 76 milioni di euro. In termini di bilancio complessivo, importi di questo genere possono essere coperti dagli introiti derivanti dalla tariffazione della sosta, con saldi netti calcolati su un periodo di 15 anni, ovunque positivi (*tabella 4.2*).


Tabella 4.2 - Ordine di grandezza dei costi di intervento

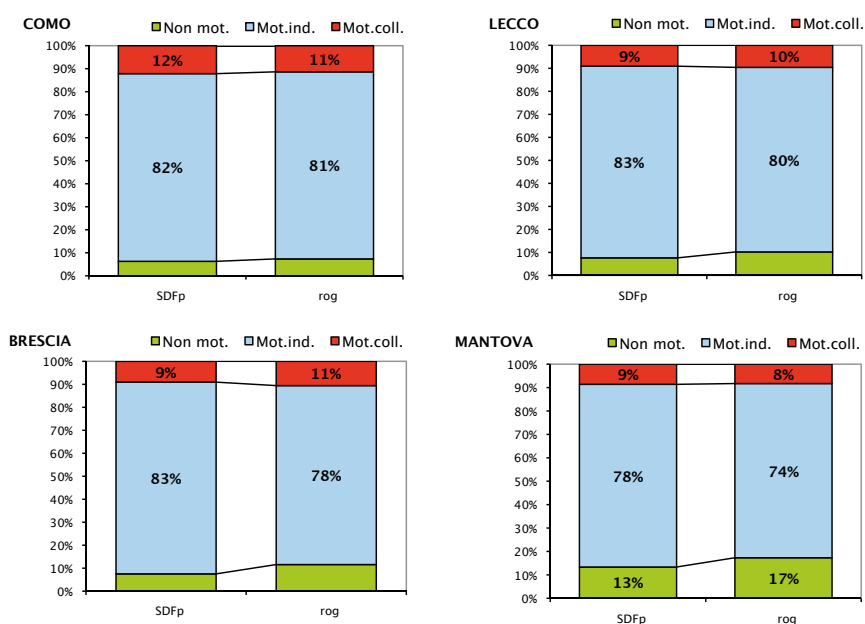
Intervento	Stima parametrica dei costi di intervento POLITICA DI SOSTEGNO ALLA MOBILITA' NON MOTORIZZATA											
	COMO			LECCO			BRESCIA			MANTOVA		
	invest.	gestione	TOTALE*	invest.	gestione	TOTALE*	invest.	gestione	TOTALE*	invest.	gestione	TOTALE*
	000 €	000 €/anno	000 €	000 €	000 €/anno	000 €	000 €	000 €/anno	000 €	000 €	000 €/anno	000 €
PED	0	443	6.648	0	302	4.525	0	932	13.973	0	255	3.830
BSH	-2.268	-324	-7.128	-1.606	-229	-5.046	-4.136	-591	-12.999	-1.402	-200	-4.406
PCI	-7.000	-70	-8.050	-14.000	-140	-16.100	-12.600	-126	-14.490	-11.200	-112	-12.880
PKC	-170	-9	-303	-167	0	-167	-591	0	-591	-177	0	-177
Totale non motorizzata	-9.438	40	-8.832	-15.773	-68	-16.789	-17.327	215	-14.107	-12.778	-57	-13.632
SUB	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
STZ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BSU	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BSE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MET	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TSP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TXC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Totale motorizzata pubblica	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ZTL	0	0	0	-60	-3	-105	-240	-12	-420	-70	-4	-123
PKP	0	4.816	72.237	0	5.413	81.201	0	7.645	114.672	0	3.945	59.175
PKA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MDT	-18.400	-184	-21.160	-10.400	-104	-11.960	-59.000	-590	-67.850	-14.800	-148	-17.020
STR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CSH	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CPO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Totale morizzata privata	-18.400	4.632	51.077	-10.460	5.306	69.136	-59.240	7.043	46.402	-14.870	3.793	42.032
TOTALE COSTI	-27.838	4.672	42.245	-26.233	5.239	52.348	-76.567	7.257	32.294	-27.648	3.737	28.400

* I costi totali sono calcolati facendo riferimento ad un periodo di 15 anni

4.2 Effetti sulla domanda di mobilità

A livello di area urbana, le politiche di sostegno della mobilità non motorizzata sono in grado di produrre soltanto una piccola contrazione della quota modale relativa al traffico privato. In alcuni casi (Como, Mantova), l'incremento del traffico ciclopedonale tende a drenare domanda anche dal trasporto pubblico, mentre in altri (Lecco, Brescia) tra le due componenti emerge una certa sinergia, riconducibile essenzialmente ai disincentivi all'uso dell'auto per l'accesso alle zone centrali (figura 4.2).

Figura 4.2 - Effetti sulla ripartizione modale - aree urbane

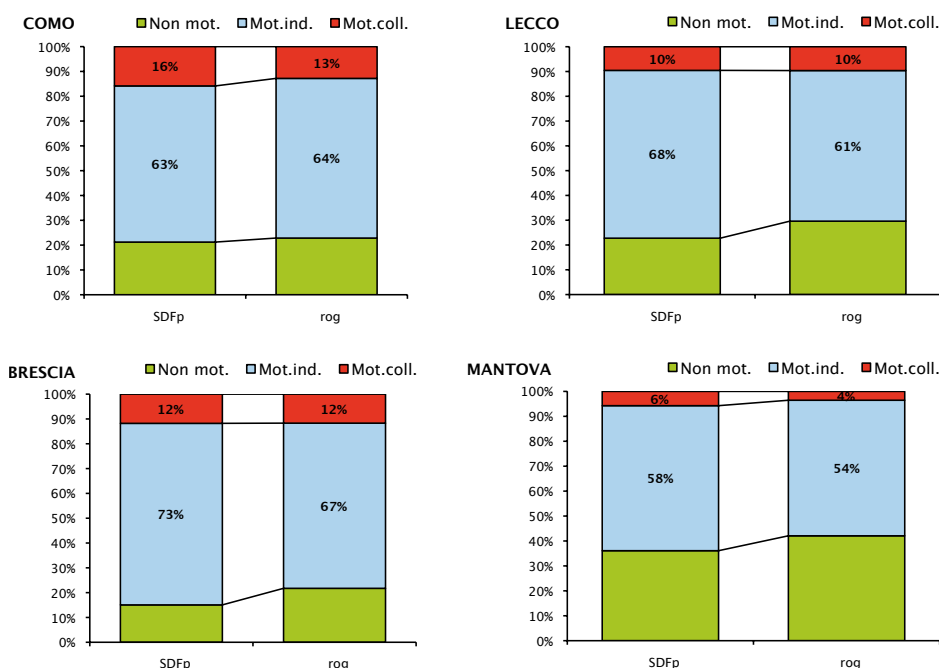


Riepilogo ripartizione modale - aree urbane								
Modo	COMO		LECCO		BRESCIA		MANTOVA	
	SDF	prog	SDF	prog	SDF	prog	SDF	prog
Non mot.	22.662	26.469	20.527	27.445	42.239	64.995	27.747	35.965
Mot.ind.	293.912	292.944	223.543	215.282	468.021	436.771	162.159	154.633
Mot.coll.	43.774	40.935	24.361	25.705	50.766	59.259	17.900	17.209
TOTALE	360.348	360.348	268.432	268.432	561.026	561.026	207.807	207.807
Non mot.	6,3%	7,3%	7,6%	10,2%	7,5%	11,6%	13,4%	17,3%
Mot.ind.	81,6%	81,3%	83,3%	80,2%	83,4%	77,9%	78,0%	74,4%
Mot.coll.	12,1%	11,4%	9,1%	9,6%	9,0%	10,6%	8,6%	8,3%
TOTALE	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Più significativi appaiono i risultati a livello di Comune polo, con quote che, nel caso di Mantova, riescono a superare anche il 40% degli spostamenti interni ai confini comunali.



Figura 4.3 - Effetti sulla ripartizione modale – comuni polo



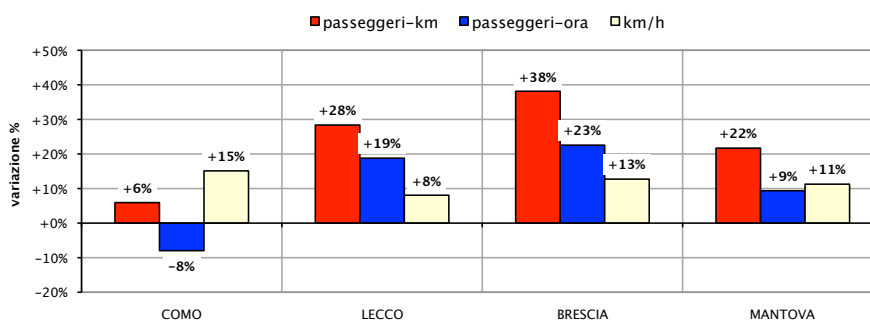
Riepilogo ripartizione modale - comuni polo								
Modo	COMO		LECCO		BRESCIA		MANTOVA	
	SDF	prog	SDF	prog	SDF	prog	SDF	prog
Non mot.	15.009	16.155	10.694	13.921	20.085	28.985	18.660	21.746
Mot.ind.	44.494	45.493	31.815	28.554	97.540	88.747	30.063	28.102
Mot.coll.	11.198	9.053	4.486	4.520	15.687	15.580	2.957	1.831
TOTALE	70.701	70.701	46.995	46.995	133.312	133.312	51.679	51.679
Non mot.	21,2%	22,8%	22,8%	29,6%	15,1%	21,7%	36,1%	42,1%
Mot.ind.	62,9%	64,3%	67,7%	60,8%	73,2%	66,6%	58,2%	54,4%
Mot.coll.	15,8%	12,8%	9,5%	9,6%	11,8%	11,7%	5,7%	3,5%
TOTALE	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

4.3 Effetti sui flussi di traffico

Mobilità non motorizzata

Il trasferimento di domanda si traduce ovunque in un incremento del traffico non motorizzato che appare particolarmente sensibile a Brescia e in parte anche a Lecco, meno significativo a Como. In tutti i casi, i volumi di traffico subiscono variazioni proporzionalmente maggiori dei tempi di percorrenza, con conseguente incremento delle velocità medie degli spostamenti (figura 4.4).

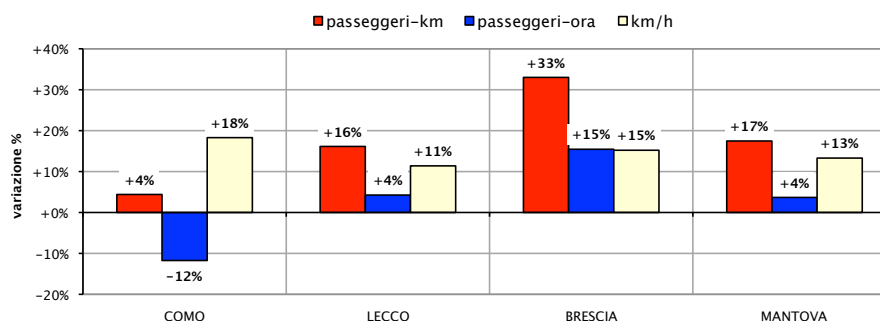
Figura 4.4 - Variazione dei flussi di traffico non motorizzato – aree urbane



Variazione dei flussi di traffico non motorizzato - aree urbane								
Parametro	Como		Lecco		Brescia		Mantova	
	SDF	prog	SDF	prog	SDF	prog	SDF	prog
passengeri-km	118.027	125.034	116.793	149.935	299.444	413.685	152.821	185.978
passengeri-ora	10.778	9.919	10.378	12.328	27.286	33.440	14.471	15.828
km/h	11,0	12,6	11,3	12,2	11,0	12,4	10,6	11,8

Sostanzialmente analoga appare la situazione a livello di Comuni-polo (figura 4.5).

Figura 4.5 - Variazione dei flussi di traffico non motorizzato – comuni polo



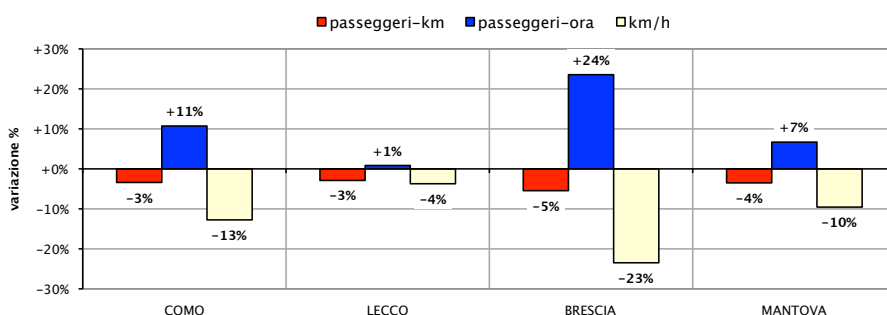
Variazione dei flussi di traffico non motorizzato – comuni polo								
Parametro	Como		Lecco		Brescia		Mantova	
	SDF	prog	SDF	prog	SDF	prog	SDF	prog
passengeri-km	77.562	80.978	60.197	69.913	208.716	277.623	93.809	110.197
passengeri-ora	7.136	6.298	5.375	5.604	17.973	20.750	8.452	8.763
km/h	10,9	12,9	11,2	12,5	11,6	13,4	11,1	12,6

Mobilità motorizzata privata

L'implementazione delle misure descritte determina in tutti i casi una riduzione dei volumi di traffico privato, la cui entità a livello di area urbana risulta dell'ordine del -3 / -5%. Tale riduzione si accompagna tuttavia a un sensibile incremento dei tempi di percorrenza, con conseguente diminuzione delle velocità medie di avanzamento più sensibili nei casi di Como e Brescia (figura 4.6).



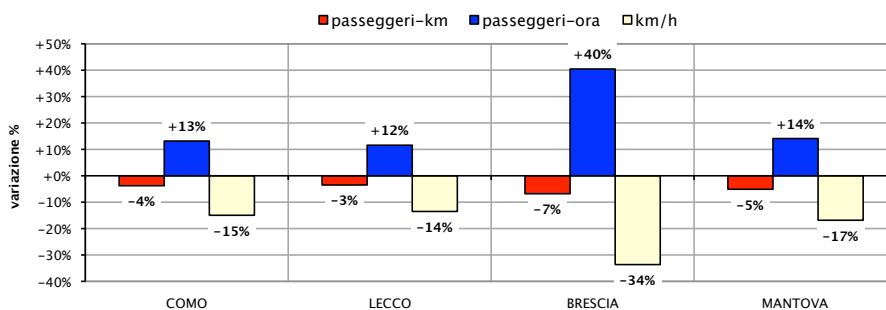
Figura 4.6 - Variazione dei flussi di traffico motorizzato privato - aree urbane



Variazione dei flussi di traffico motorizzato privato - totale aree urbane								
Parametro	Como		Lecco		Brescia		Mantova	
	SDF	prog	SDF	prog	SDF	prog	SDF	prog
passeggeri-km	3.760.896	3.633.196	2.752.283	2.672.652	7.959.306	7.525.713	2.553.424	2.463.966
passeggeri-ora	107.444	118.968	59.846	60.355	187.147	231.237	47.311	50.477
km/h	35,0	30,5	46,0	44,3	42,5	32,5	54,0	48,8

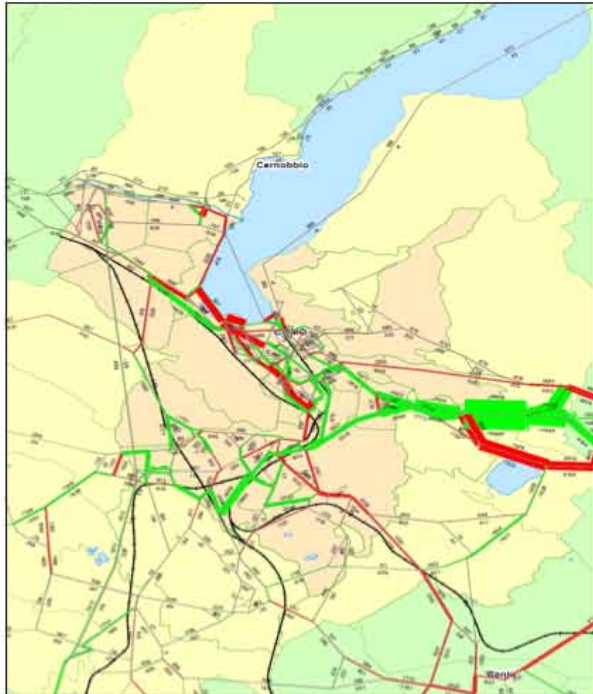
Questo effetto si amplifica in corrispondenza dei Comuni polo, dove le riduzioni di traffico raggiungono il -3 / -7%.

Figura 4.7 - Variazione dei flussi di traffico motorizzato privato - comuni polo

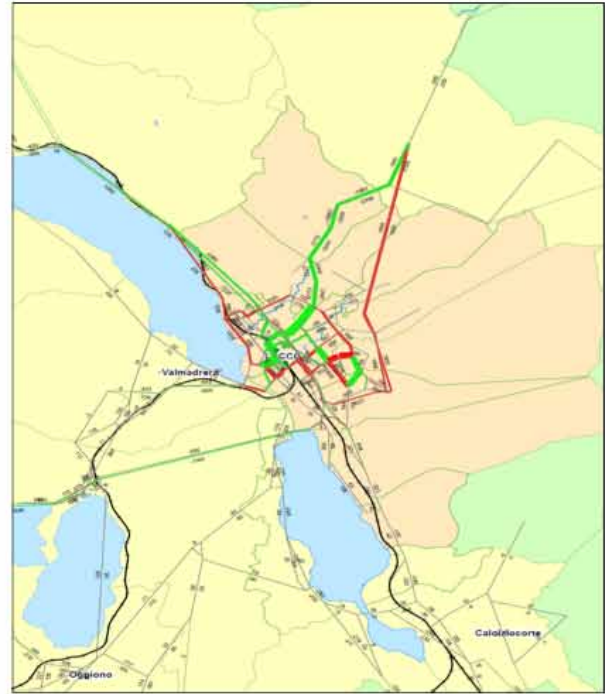


Variazione dei flussi di traffico non motorizzato - comuni polo								
Parametro	Como		Lecco		Brescia		Mantova	
	SDF	prog	SDF	prog	SDF	prog	SDF	prog
passeggeri-km	1.999.719	1.924.316	711.078	686.193	4.733.343	4.411.540	1.324.818	1.257.143
passeggeri-ora	59.708	67.569	17.687	19.735	118.875	166.967	27.075	30.897
km/h	33,5	28,5	40,2	34,8	39,8	26,4	48,9	40,7

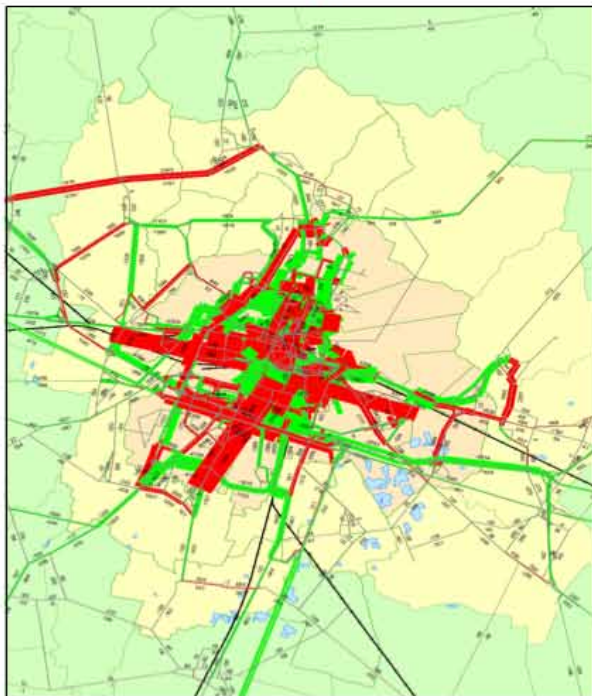
Figura 4.8 - Variazione dei flussi di traffico motorizzati privati (verde = diminuzione; rosso = aumento)



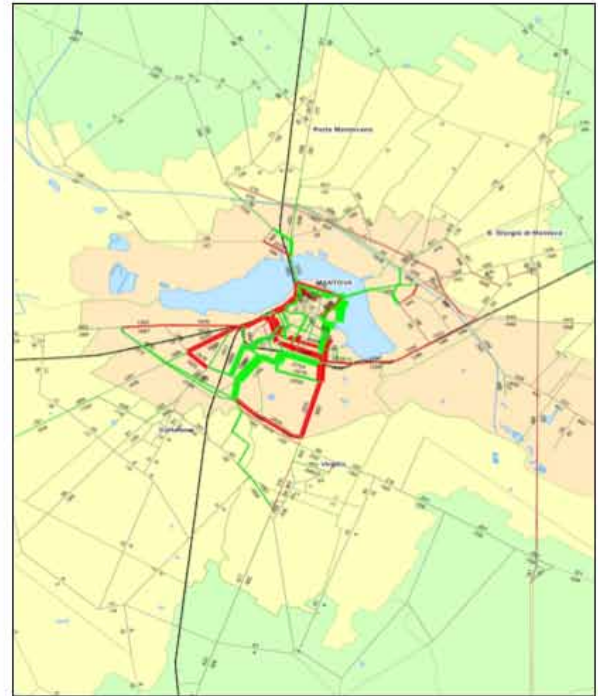
COMO



LECCO



BRESCIA



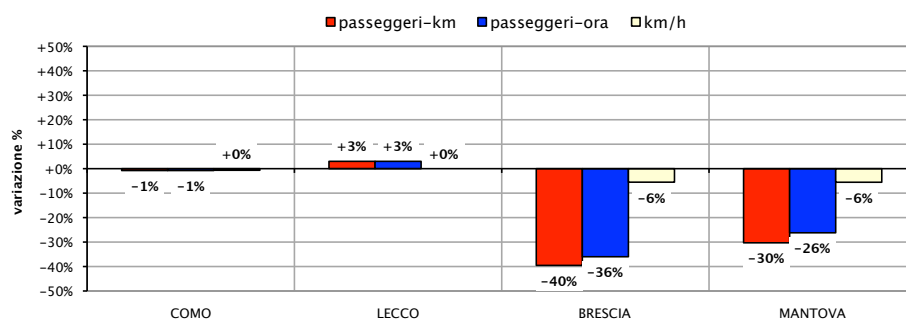
MANTOVA

Mobilità motorizzata pubblica

Da ultimo, il volume di traffico complessivamente servito dal trasporto pubblico a livello di intera area urbana resta sostanzialmente costante a Como e Lecco, mentre presenta vistose riduzioni a Brescia e Mantova (figura 4.9).



Figura 4.9 - Variazione dei flussi di traffico motorizzato pubblico - aree urbane

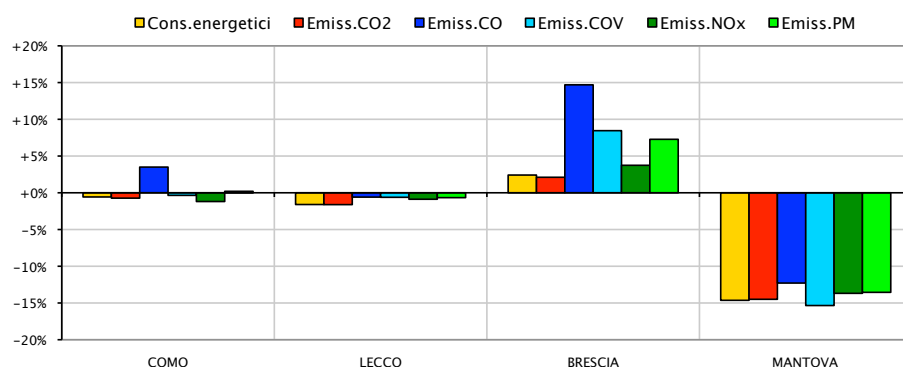


Variazione dei flussi di traffico motorizzato pubblico - aree urbane								
Parametro	Como		Lecco		Brescia		Mantova	
	SDF	prog	SDF	prog	SDF	prog	SDF	prog
passeggeri-km	228.525	226.780	140.907	145.134	605.268	365.989	131.963	91.971
passeggeri-ora	8.324	8.260	4.720	4.862	31.118	19.915	5.140	3.793
km/h	27,5	27,5	29,9	29,9	19,5	18,4	25,7	24,2

4.4 Effetti sui consumi energetici e sulle emissioni atmosferiche

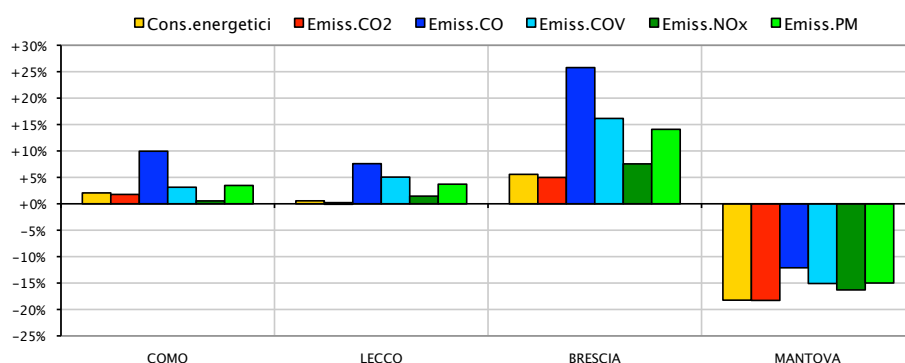
In termini di impatto ambientale, la politica di sostegno alla mobilità non motorizzata può dar luogo a risultati molto diversi a seconda della città presa in esame (figure 4.10 4.11). A Como l'efficacia risulta modesta, essenzialmente a causa della forte rigidità della domanda automobilistica (a sua volta correlata a fattori locali, quali ad esempio le condizioni orografiche del sito urbano). Anche a Lecco i risultati sono limitati, in quanto il trasferimento modale ottenuto nel comune-polo incide su una piccola quota di spostamenti di area urbana. A Brescia, il trasferimento di domanda è maggiore, ma l'estensione della Zona a Traffico Limitato sino all'anello dei viali determina un peggioramento delle condizioni di circolazione automobilistica, tale da controbilanciare i benefici generati dall'incremento del traffico ciclopedonale. A Mantova, infine, tale politica consente di ottenere discrete riduzioni dei consumi energetici e delle emissioni di CO₂, la cui entità rispecchia anche le elevate quote modali di partenza.

Figura 4.10 - Impatto ambientale - aree urbane



Impatto ambientale - aree urbane									
Parametro		Como		Lecco		Brescia		Mantova	
		SDF	prog	SDF	prog	SDF	prog	SDF	prog
Cons.energetici	tep/giorno	352,6	350,6	227,1	223,4	868,8	889,7	238,5	203,6
Emiss.CO ₂	t/giorno	1.029,4	1.021,9	669,5	658,7	2.565,6	2.619,7	710,5	607,4
Emiss.CO	kg/giorno	8.307,3	8.597,9	4.432,5	4.406,3	13.429,7	15.402,5	3.345,9	2.934,7
Emiss.COV	kg/giorno	753,3	750,6	440,2	437,5	1.797,6	1.949,6	421,4	356,7
Emiss.NOx	kg/giorno	2.856,7	2.822,6	1.842,4	1.826,2	9.200,0	9.544,1	2.464,2	2.127,0
Emiss.PM	kg/giorno	185,8	186,2	114,9	114,2	561,2	602,0	145,7	125,9

Figura 4.11 - Impatto ambientale - comuni polo



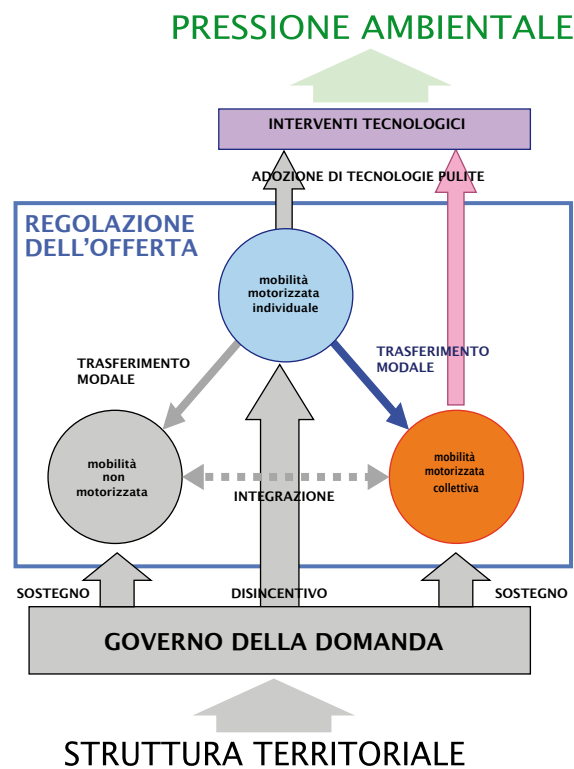
Impatto ambientale - comuni polo									
Parametro		Como		Lecco		Brescia		Mantova	
		SDF	prog	SDF	prog	SDF	prog	SDF	prog
Cons.energetici	tep/giorno	185,5	189,3	60,5	60,9	507,1	535,3	120,6	98,6
Emiss.CO ₂	t/giorno	540,1	549,6	175,8	176,2	1.486,2	1.560,3	357,2	291,9
Emiss.CO	kg/giorno	4.561,0	5.014,8	1.406,5	1.513,4	8.510,1	10.703,7	1.764,5	1.550,8
Emiss.COV	kg/giorno	391,5	403,7	121,8	128,0	1.067,5	1.240,0	223,1	189,5
Emiss.NOx	kg/giorno	1.465,3	1.473,3	437,9	444,2	5.157,3	5.546,8	1.213,4	1.015,6
Emiss.PM	kg/giorno	95,8	99,1	28,6	29,7	321,1	366,3	72,9	62,0



5.1 Strategie di intervento

Le politiche di incentivazione del trasporto pubblico (o comunque collettivo) fanno leva, come le precedenti, soprattutto sul trasferimento di quote di domanda dalla mobilità motorizzata privata (figura 5.1). Il meccanismo attivato è però in questo caso un po' più complesso, in quanto i mezzi di trasporto pubblico rappresentano a loro volta delle sorgenti d'impatto. Il potenziale complessivo dipende dunque sia dall'entità del trasferimento, sia dall'ampiezza del differenziale, dipendente a sua volta dallo stato tecnologico e dalle condizioni d'uso del sistema di trasporto pubblico.

Figura 5.1 - Schema di riferimento per le politiche di incentivazione del trasporto pubblico



Nel complesso, l'implementazione di tali politiche richiede misure di tre tipi: a) potenziamento dell'offerta di trasporto pubblico, b) adozione di tecnologie di trazione "pulite" e c) disincentivazione del traffico privato.

Per quanto riguarda il primo gruppo, gli interventi presi in esame includono:

- > il potenziamento dei servizi ferroviari suburbani;
- > la realizzazione di nuovi sistemi di trasporto pubblico in sede propria;
- > il potenziamento delle reti bus esistenti;
- > l'istituzione di servizi innovativi (taxi collettivo).

Gli interventi tecnologici consistono invece, laddove non vi sia sostituzione di autolinee con sistemi a trazione elettrica, nella graduale sostituzione del parco mezzi con autobus a metano.

Da ultimo, gli interventi di disincentivazione della mobilità motorizzata individuale corrispondono a quelli già considerati nello scenario di sostegno alla mobilità non motorizzata.

Tabella 5.1 - Politica di incentivazione del trasporto pubblico - principali interventi previsti

Interventi	Area urbana COMO	Area urbana LECCO	Area urbana BRESCIA	Area urbana MANTOVA
Servizi ferroviari suburbani Istituzione di servizi ferroviari più frequenti e capillari a servizio dell'area urbana	Schema attestamenti incrociati dei servizi suburbani Milano-Chiasso e Bellinzona-Albate	Frequenza 30' verso Mandello, Molteno e Calolziocorte	Frequenza 30' su tutte le direttrici di accesso	Frequenza 30' verso Cremona, Verona e Modena.
Sistemi in sede propria Realizzazione di nuovi sistemi di trasporto collettivo in sede propria	Metrotramvia con rami diretti a Cantù, Lomazzo e Olgiate	=	Metropolitana (MetroBS) con schema a Y	=
TPL extraurbano Istituzione di nuove linee e/o potenziamento dei servizi extraurbani esistenti	=	Bus espressi con istradamento in superstrada da Erba, Olginate e Valsassina	=	=
TPL urbano Istituzione di nuove linee e/o potenziamento dei servizi extraurbani esistenti	Riorganizzazione del servizio (in funzione della metrotramvia)	Riorganizzazione del servizio con riduzione delle linee e incremento delle frequenze	Riorganizzazione del servizio (in funzione della metropolitana).	Riorganizzazione del servizio con incremento delle frequenze su 3 linee forza diametrali
Taxi collettivo Istituzione di servizi innovativi per la distribuzione in zone periferiche	Diffuso in tutti i comuni di corona (modo ausiliario).	Diffuso in tutti i comuni di corona (modo ausiliario).	Diffuso in tutti i comuni di corona (modo ausiliario).	Diffuso in tutti i comuni di corona (modo ausiliario).
Bus a metano Sostituzione di bus a gasolio con bus a metano	100% del parco	100% del parco	100% del parco	100% del parco
Zone a Traffico Limitato Istituzione o estensione della ZTL centrale	Invariata	Istituzione /ampliamento all'intera zona centrale	Ampliamento all'anello dei viali (esclusi)	Ampliamento verso Sud (intero centro storico); chiusura dell'itinerario di Porto Catena
Moderazione del Traffico Realizzazione di interventi volti a limitare le velocità veicolari su tutte le strade locali	Estesi a tutte le strade urbane locali interne al Comune polo	Estesi a tutte le strade urbane locali interne al Comune polo	Estesi a tutte le strade urbane locali interne al Comune polo	Estesi a tutte le strade urbane locali interne al Comune polo
Sosta a pagamento Estensione delle zone tariffate e/o adeguamento delle tariffe	Invariata	Estensione all'intera zona centrale	Estensione oltre l'anello dei viali	Estensione all'intera zona centrale

I costi di intervento richiesti da queste politiche sono decisamente consistenti, superando 1,3 miliardi di euro a Brescia e 450 milioni di euro a Como. Tali importi rispecchiano non solo gli elevati costi di investimento richiesti dai nuovi sistemi di trasporto pubblico in sede propria, ma anche i deficit di gestione connessi con il potenziamento dei servizi di TPL urbano e di quelli ferroviari suburbani (tabella 5.2).


Tabella 5.2 - Ordine di grandezza dei costi di intervento

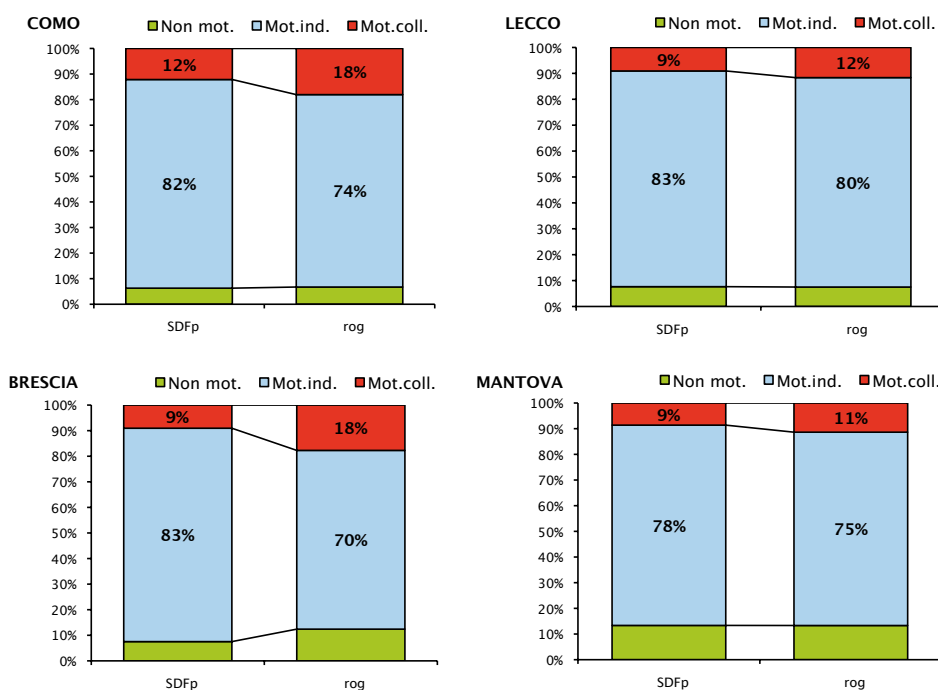
Intervento	Stima parametrica dei costi di intervento POLITICA DI SOSTEGNO ALLA MOBILITA' NON MOTORIZZATA											
	COMO			LECCO			BRESCIA			MANTOVA		
	invest. 000 €	gestione 000 €/anno	TOTALE* 000 €	invest. 000 €	gestione 000 €/anno	TOTALE* 000 €	invest. 000 €	gestione 000 €/anno	TOTALE* 000 €	invest. 000 €	gestione 000 €/anno	TOTALE* 000 €
PED Pedibus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BSH Bike sharing	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PCI Estensione rete percorsi ciclabili	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PKC Parcheggi per bici	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Totale non motorizzata	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SUB Riorganizzazione servizi ferroviari suburbani	0	-4.310	-64.656	0	-6.538	-98.069	0	-18.412	-276.183	0	-9.047	-135.698
STZ Nuove stazioni/fermate ferroviarie	0	0	0	-5.000	-100	-6.500	0	0	0	0	0	0
BSU Incrementi percorrenze bus urbani	0	-9.588	-143.813	0	-4.792	-71.873	0	0	0	0	-3.935	-59.026
BSE Incrementi percorrenze bus extraurbani	0	0	0	0	-5.390	-80.857	0	0	0	0	0	0
MET Sostituzione bus con mezzi a metano	-5.148	0	-5.148	-4.724	0	-4.724	-8.287	0	-8.287	-2.917	0	-2.917
TSP Nuove linee di trasporto pubblico in sede propria	-240.000	-1.823	-267.349	0	0	-972.000	-4.054	-1.032.805	0	0	0	0
TXC Istituzione di servizi di taxi collettivo	0	-3.000	-45.000	0	-2.100	-31.500	0	-6.111	-91.668	0	-1.971	-29.570
Totale motorizzata pubblica	-245.148	-18.721	-525.966	-9.724	-18.920	-293.523	-980.287	-28.577	-1.408.943	-2.917	-14.953	-227.209
ZTL Modifiche perimetro ZTL	0	0	0	-60	-3	-105	-240	-12	-420	-70	-4	-123
PKP Estensione della sosta a pagamento	0	4.055	60.831	0	4.559	68.380	0	6.438	96.566	0	3.322	49.831
PKA Incremento dell'offerta di sosta	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MDT Interventi di moderazione del traffico	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
STR Potenziameti della rete stradale	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CSH Car sharing	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CPO Car pooling	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Totale morizzata privata	0	4.055	60.831	-60	4.556	68.275	-240	6.426	96.146	-70	3.319	49.709
TOTALE COSTI	-245.148	-14.666	-465.135	-9.784	-14.364	-225.248	-980.527	-22.151	-1.312.798	-2.987	-11.634	-177.501

* I costi totali sono calcolati facendo riferimento ad un periodo di 15 anni

5.2 Effetti sulla domanda di mobilità

Secondo le simulazioni effettuate, gli interventi di incentivazione del trasporto pubblico sono in grado di produrre modifiche della ripartizione modale dei flussi piuttosto rilevanti nelle aree urbane di Como e Brescia, di entità relativamente minore in quelle di Lecco e Mantova (figura 5.2).

Figura 5.2 - Effetti sulla ripartizione modale - aree urbane

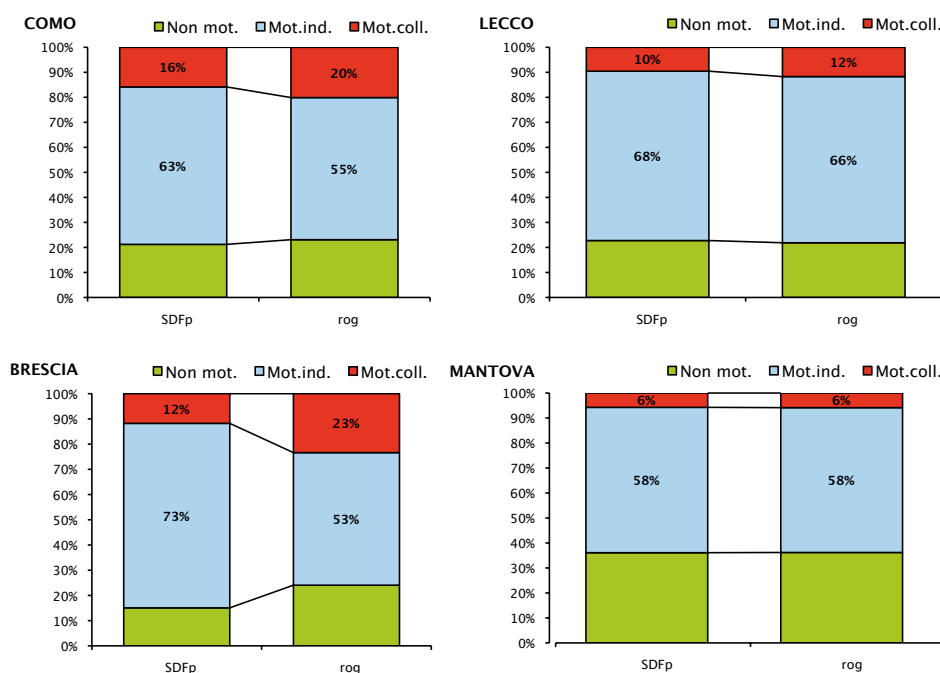


Riepilogo ripartizione modale - aree urbane								
Modo	COMO		LECCO		BRESCIA		MANTOVA	
	SDF	prog	SDF	prog	SDF	prog	SDF	prog
Non mot.	22.662	23.842	20.527	19.996	42.239	69.581	27.747	27.499
Mot.ind.	293.912	266.510	223.543	215.406	468.021	392.052	162.159	155.432
Mot.coll.	43.774	63.923	24.361	31.008	50.766	99.393	17.900	23.457
TOTALE	360.348	360.348	268.432	268.432	561.026	561.026	207.807	207.807
Non mot.	6,3%	6,6%	7,6%	7,4%	7,5%	12,4%	13,4%	13,2%
Mot.ind.	81,6%	74,0%	83,3%	80,2%	83,4%	69,9%	78,0%	74,8%
Mot.coll.	12,1%	17,7%	9,1%	11,6%	9,0%	17,7%	8,6%	11,3%
TOTALE	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

A scala urbana, l'effetto risulta amplificato nel caso di Brescia e attenuato in quello di Mantova, dove evidentemente i potenziamenti della rete urbana risultano attrattivi soltanto nei confronti dei comuni di corona (figura 5.3). Come già nello scenario precedente, si osserva che in alcuni casi la disincentivazione del traffico privato tende a generare anche un incremento della mobilità ciclopedonale.



Figura 5.3 - Effetti sulla ripartizione modale – comuni polo



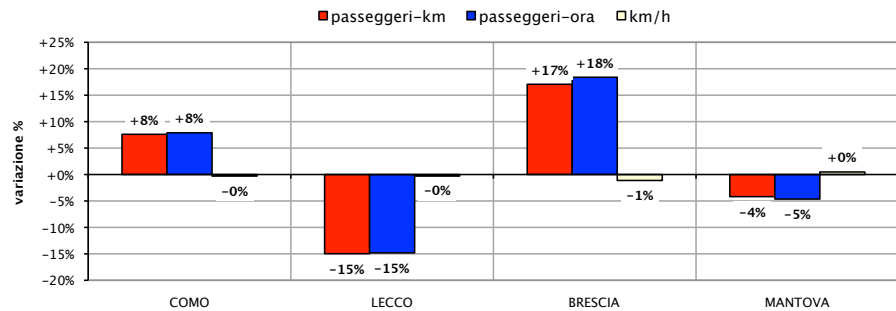
Riepilogo ripartizione modale - comuni polo								
Modo	COMO		LECCO		BRESCIA		MANTOVA	
	SDF	prog	SDF	prog	SDF	prog	SDF	prog
Non mot.	15.009	15.894	10.694	10.249	20.085	32.070	18.660	18.684
Mot.ind.	44.494	39.106	31.815	31.127	97.540	70.079	30.063	29.921
Mot.coll.	11.198	13.832	4.486	5.486	15.687	31.164	2.957	3.021
TOTALE	70.701	70.701	46.995	46.995	133.312	133.312	51.679	51.679
Non mot.	21,2%	22,5%	22,8%	21,8%	15,1%	24,1%	36,1%	36,2%
Mot.ind.	62,9%	55,3%	67,7%	66,2%	73,2%	52,6%	58,2%	57,9%
Mot.coll.	15,8%	19,6%	9,5%	11,7%	11,8%	23,4%	5,7%	5,8%
TOTALE	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

5.3 Effetti sui volumi di traffico

Mobilità non motorizzata

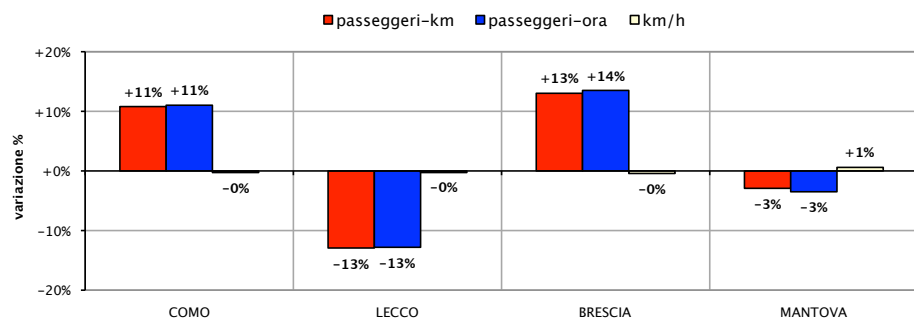
Le variazioni dei flussi di traffico non motorizzato appaiono contrastanti a seconda dei casi presi in esame: se a Como e Brescia gli schemi simulati tendono a favorire anche la mobilità ciclopedonale, a Lecco e Mantova il potenziamento del sistema di trasporto pubblico tende a drenare quote di domanda anche da tale componente (figure 5.4 e 5.5).

Figura 5.4 - Variazione dei flussi di traffico non motorizzato - aree urbane



Variazione dei flussi di traffico non motorizzato - aree urbane								
Parametro	Como		Lecco		Brescia		Mantova	
	SDF	prog	SDF	prog	SDF	prog	SDF	prog
passengeri-km	118.027	127.004	116.793	99.314	299.444	350.533	152.821	146.429
passengeri-ora	10.778	11.629	10.378	8.841	27.286	32.304	14.471	13.799
km/h	11,0	10,9	11,3	11,2	11,0	10,9	10,6	10,6

Figura 5.5 - Variazione dei flussi di traffico non motorizzato - comuni polo



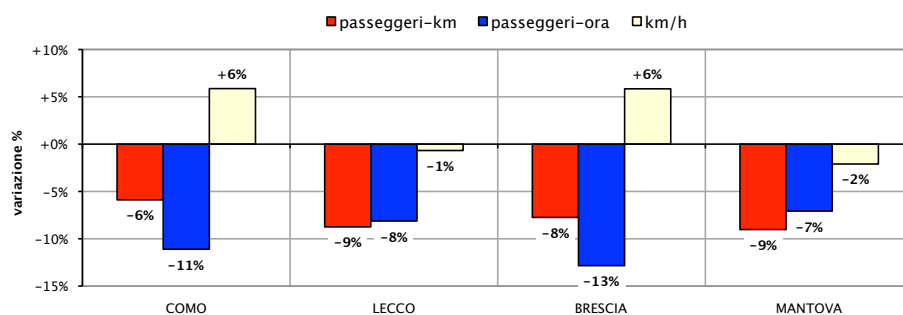
Variazione dei flussi di traffico non motorizzato - comuni polo								
Parametro	Como		Lecco		Brescia		Mantova	
	SDF	prog	SDF	prog	SDF	prog	SDF	prog
passengeri-km	77.562	85.936	60.197	52.416	208.716	235.904	93.809	91.072
passengeri-ora	7.136	7.923	5.375	4.686	17.973	20.401	8.452	8.156
km/h	10,9	10,8	11,2	11,2	11,6	11,6	11,1	11,2

Mobilità motorizzata privata

Sempre decrescenti risultano invece i volumi di traffico privato che, nei casi di Como e Brescia, tendono a subire una certa riduzione delle velocità medie (figure 5.6 e 5.7).

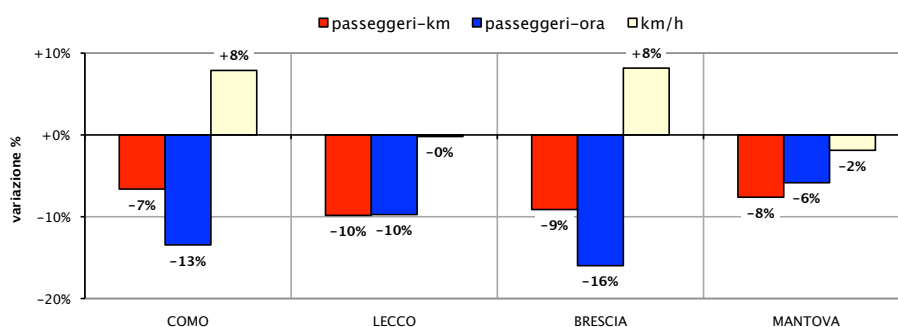


Figura 5.6 - Variazione dei flussi di traffico motorizzato privato - aree urbane



Parametro	Como		Lecco		Brescia		Mantova	
	SDF	prog	SDF	prog	SDF	prog	SDF	prog
passeggeri-km	3.760.896	3.539.421	2.752.283	2.511.557	7.959.306	7.342.723	2.553.424	2.322.915
passeggeri-ora	107.444	95.513	59.846	54.983	187.147	163.118	47.311	43.965
km/h	35,0	37,1	46,0	45,7	42,5	45,0	54,0	52,8

Figura 5.7 - Variazione dei flussi di traffico motorizzato privato - comuni polo



Parametro	Como		Lecco		Brescia		Mantova	
	SDF	prog	SDF	prog	SDF	prog	SDF	prog
passeggeri-km	1.999.719	1.867.310	711.078	641.144	4.733.343	4.301.612	1.324.818	1.223.926
passeggeri-ora	59.708	51.681	17.687	15.965	118.875	99.874	27.075	25.493
km/h	33,5	36,1	40,2	40,2	39,8	43,1	48,9	48,0

Figura 5.8 - Variazione dei flussi di traffico motorizzati privati (verde = diminuzione; rosso = aumento)



COMO



LECCO



BRESCIA



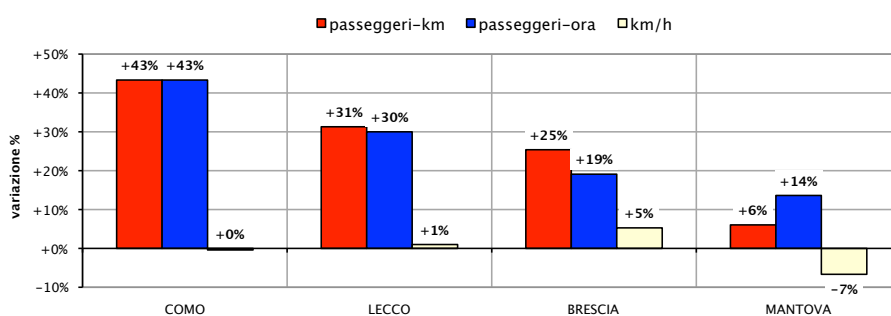
MANTOVA



Mobilità motorizzata pubblica

Per quanto concerne infine i volumi di traffico afferenti al sistema di trasporto pubblico, essi tendono a crescere ovunque, con un massimo superiore al +40% a Como, un minimo inferiore al +10% a Mantova e valori intermedi a Lecco e Brescia (figura 5.9).

Figura 5.9 - Variazione dei flussi di traffico motorizzato pubblico - aree urbane



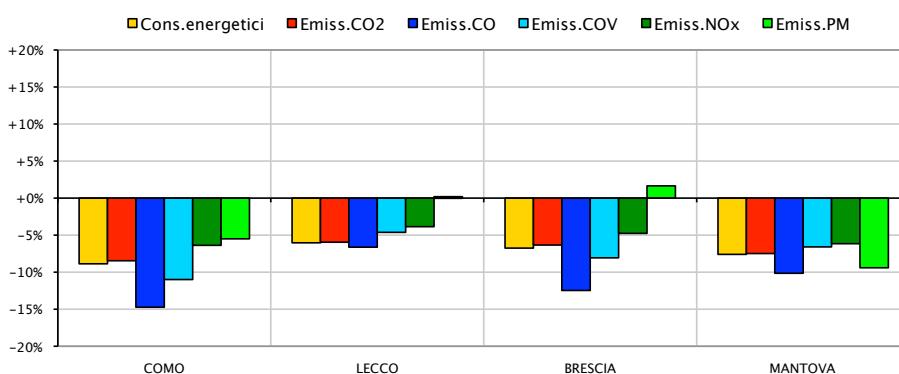
Variazione dei flussi di traffico motorizzato pubblico - aree urbane								
Parametro	Como		Lecco		Brescia		Mantova	
	SDF	prog	SDF	prog	SDF	prog	SDF	prog
passengeri-km	228.525	327.537	140.907	185.011	605.268	758.951	131.963	139.945
passengeri-ora	8.324	11.931	4.720	6.136	31.118	37.061	5.140	5.840
km/h	27,5	27,5	29,9	30,2	19,5	20,5	25,7	24,0

5.4 Effetti sui consumi energetici e sulle emissioni atmosferiche

Le politiche di incentivazione del trasporto pubblico tendono ovunque a generare sensibili risparmi energetici, approssimativamente valutabili tra un minimo del 7 e un massimo dell'11% a livello sia di area urbana, che di soli comuni-polo (figure 5.10 e 5.11).

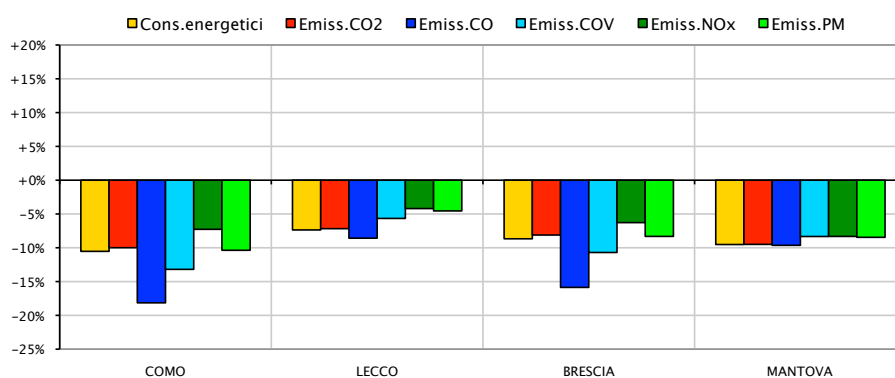
A Como e Brescia, la riduzione dei consumi energetici si associa a un più che proporzionale decremento delle emissioni di inquinanti atmosferici, che può essere ricondotta a un complessivo miglioramento delle condizioni di circolazione sulla rete stradale urbana e suburbana.

Figura 5.10 - Impatto ambientale - aree urbane



Impatto ambientale - aree urbane									
Parametro		Como		Lecco		Brescia		Mantova	
		SDF	prog	SDF	prog	SDF	prog	SDF	prog
Cons.energetici	tep/giorno	352,6	321,3	227,1	213,4	868,8	810,1	238,5	220,4
Emiss.CO ₂	t/giorno	1.029,4	942,3	669,5	629,6	2.565,6	2.403,0	710,5	657,3
Emiss.CO	kg/giorno	8.307,3	7.083,5	4.432,5	4.138,8	13.429,7	11.755,2	3.345,9	3.006,4
Emiss.COV	kg/giorno	753,3	670,5	440,2	419,8	1.797,6	1.652,7	421,4	393,6
Emiss.NOx	kg/giorno	2.856,7	2.674,5	1.842,4	1.771,3	9.200,0	8.761,9	2.464,2	2.312,6
Emiss.PM	kg/giorno	185,8	169,6	114,9	110,1	561,2	526,1	145,7	135,4

Figura 5.11 - Impatto ambientale - comuni polo



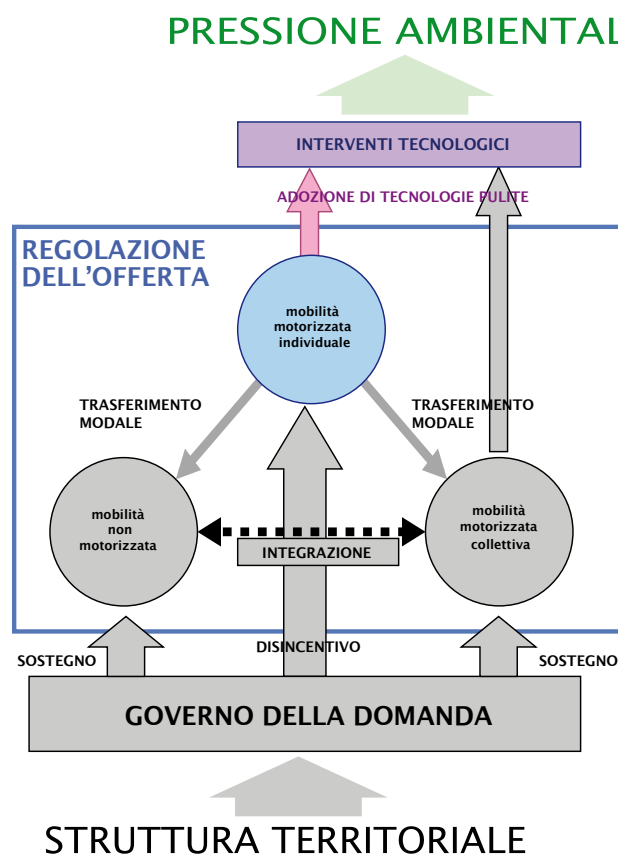
Impatto ambientale - comuni polo									
Parametro		Como		Lecco		Brescia		Mantova	
		SDF	prog	SDF	prog	SDF	prog	SDF	prog
Cons.energetici	tep/giorno	185,5	166,0	60,5	56,1	507,1	463,1	120,6	109,2
Emiss.CO ₂	t/giorno	540,1	486,1	175,8	163,2	1.486,2	1.365,6	357,2	323,3
Emiss.CO	kg/giorno	4.561,0	3.733,3	1.406,5	1.285,9	8.510,1	7.160,2	1.764,5	1.594,4
Emiss.COV	kg/giorno	391,5	339,8	121,8	114,9	1.067,5	953,3	223,1	204,5
Emiss.NOx	kg/giorno	1.465,3	1.358,7	437,9	419,5	5.157,3	4.833,5	1.213,4	1.112,4
Emiss.PM	kg/giorno	95,8	85,9	28,6	27,3	321,1	294,4	72,9	66,8



6.1 Strategie di intervento

La politica di ottimizzazione del traffico privato differisce in modo sostanziale dalle precedenti perché non mira tanto a ridurre la quota di mobilità motorizzata individuale, ma piuttosto a garantirne la funzionalità in condizioni di minor impatto sull'ambiente (figura 6.1). La riduzione della pressione ambientale esercitata dal sistema è, in questo caso, concentrata sul decremento dei parametri unitari d'impatto associati alla marcia veicolare (ottenuti ad esempio riducendo la congestione stradale).

Figura 6.1 - Schema di riferimento per le politiche di ottimizzazione del traffico privato



Tale politica si basa su modalità tradizionali di intervento, quali in particolare:

- > La realizzazione di nuovi assi viari e/o il potenziamento di nodi stradali esistenti;
- > L'adeguamento dell'offerta di sosta (a pagamento).

Essa include tuttavia anche misure di carattere innovativo, quale in particolare l'istituzione di servizi di car sharing, estesi agli interi comuni polo.

Il quadro dettagliato degli interventi simulati è illustrato nella tabella 6.1.

Tabella 6.1 - Politica di ottimizzazione del traffico privato - principali interventi previsti

Interventi	Area urbana COMO	Area urbana LECCO	Area urbana BRESCIA	Area urbana MANTOVA
Potenziamenti rete stradale Realizzazione di nuovi assi stradali	Tangenziale E-W Variante Borgo Vico	Variante Calolziocorte 3° corsia ponte SS36	Orbitale esterno	Tangenziale Ovest Allacciamento con casello MN Sud Nuovo ponte di Fiera Catena Eliminazione PL via Parma/via Brennero
Zone a Traffico Limitato Istituzione o estensione della ZTL centrale	Invariata	Invariata	Ridotta (riapertura asse N-S)	Ridotta
Sosta a pagamento Estensione delle zone tariffate e/o adeguamento delle tariffe	Offerta + 25% (a tariffa invariata)	Offerta + 25% (a tariffa invariata)	Offerta + 25% (a tariffa invariata)	Offerta + 25% (a tariffa invariata)
Car sharing Istituzione del servizio di car sharing a livello di comune polo	Esteso all'intero territorio comunale	Esteso all'intero territorio comunale	Esteso all'intero territorio comunale	Esteso all'intero territorio comunale

I costi di intervento variano considerevolmente soprattutto a ragione dell'impegno per le opere stradali incluse in ciascun caso-studio.

A Como e Brescia gli impegnativi progetti di ampliamento della rete autostradale si collocano al di sotto delle soglie di autofinanziamento determinate sulla base delle tariffe chilometriche attualmente applicate sulla rete autostradale. Nel caso bresciano ciò si verifica essenzialmente a causa dell'attrattività relativamente modesta della nuova infrastruttura esterna (<25.000 veicoli/giorno a domanda attuale), mentre in quello comasco i maggiori carichi veicolari non riescono a compensare i sovracosti dovuti allo scavo (ed alla gestione/manutenzione) dei lunghi tunnel necessari a sottopassare la collina che cinge la città²⁸.

Meno rilevanti appaiono invece i costi di investimento stimati per i potenziamenti delle reti ordinarie previsti all'interno delle corone urbane di Lecco e Mantova. I corrispondenti importi risultano in questo caso paragonabili ai valori cumulati degli introiti del sistema della sosta, proiettati su un periodo quindicennale, con saldi finali vicini allo zero.

²⁸ Tali considerazioni, sviluppate senza tener conto della possibile crescita futura del traffico e per un intervallo limitato a soli 15 anni, non sono sufficienti a sviluppare una analisi di fattibilità economica delle due opere in esame. Esse valgono dunque al solo fine di rendere confrontabili le corrispondenti logiche di intervento con quelle proprie degli altri scenari.

Tabella 6.2 - Ordine di grandezza dei costi di intervento

Intervento	Stima parametrica dei costi di intervento POLITICA DI SOSTEGNO ALLA MOBILITA' NON MOTORIZZATA														
	COMO				LECCO				BRESCIA				MANTOVA		
	invest.	gestione	TOTALE*	invest.	gestione	TOTALE*	invest.	gestione	TOTALE*	invest.	gestione	TOTALE*	invest.	gestione	TOTALE*
	000 €	000 €/anno	000 €	000 €	000€/anno	000€	000 €	000 €/anno	000 €	000 €	000 €/anno	000 €	000 €	000 €/anno	000 €
PED	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BSH	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PCI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PKC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Totale non motorizzata	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SUB	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
STZ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BSU	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BSE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MET	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TSP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TXC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Totale motorizzata pubblica	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ZTL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PKP	0	5.323	79.841	0	5.983	89.749	0	8.449	126.742	0	4.360	65.403	0	0	0
PKA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MDT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
STR	-672.000	-3.420	-723.300	-53.250	-1.185	-71.025	-684.500	-131	-686.469	-49.500	-720	-60.300	-44.000	1.639	2.235
CSH	-44.000	3.227	4.400	-27.525	2.019	2.753	-81.890	6.005	8.189	-22.350	1.639	2.235	0	0	0
CPO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Totale morizzata privata	-716.000	5.129	-639.059	-80.775	6.817	21.477	-766.390	14.323	-551.538	-71.850	5.279	7.338	-716.000	5.279	7.338
TOTALE COSTI	-716.000	5.129	-639.059	-80.775	6.817	21.477	-766.390	14.323	-551.538	-71.850	5.279	7.338	-716.000	5.279	7.338

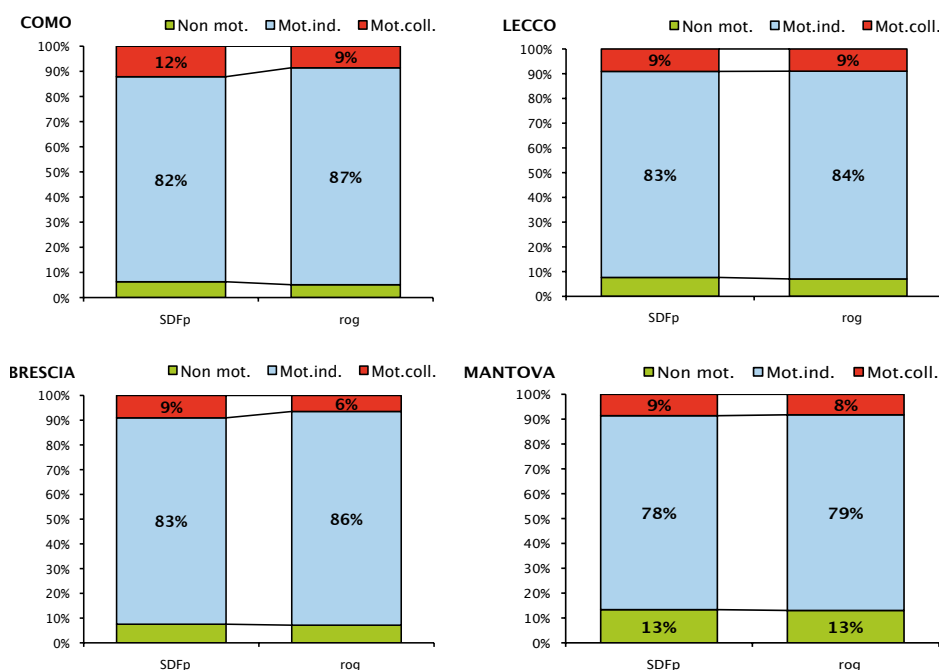
* I costi totali sono calcolati facendo riferimento ad un periodo di 15 anni



6.2 Effetti sulla domanda di mobilità

Questa politica comporta un leggero incremento delle quote modali del trasporto motorizzato privato, che si lega soprattutto all'innalzamento dell'accessibilità automobilistica alle zone centrali, derivante dall'incremento dell'offerta di sosta, nonché (laddove presente) nella rimodulazione dei confini delle ZTL (figura 6.2).

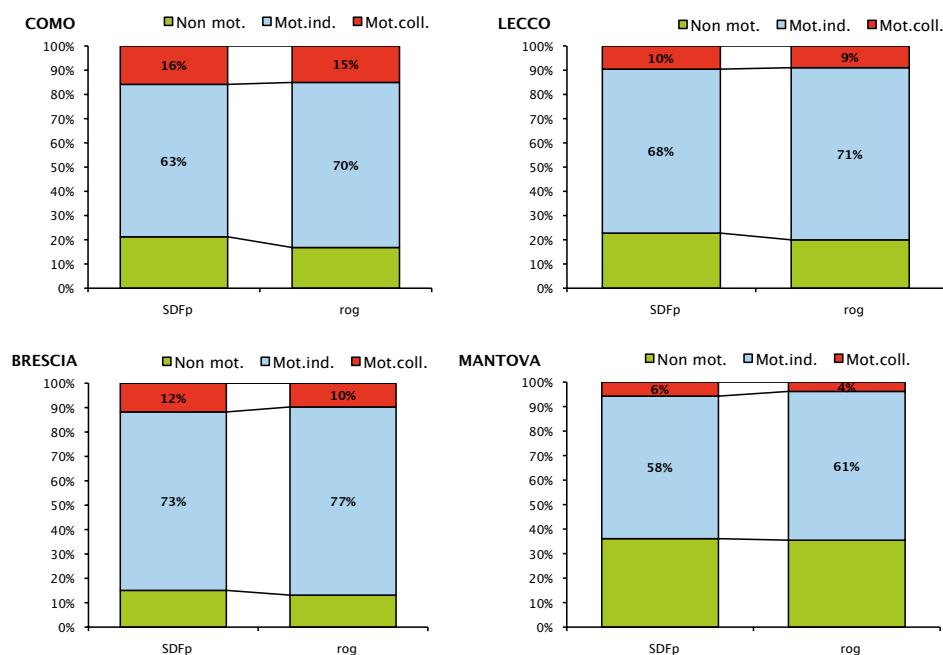
Figura 6.2 - Effetti sulla ripartizione modale - aree urbane



Riepilogo ripartizione modale - aree urbane								
Modo	COMO		LECCO		BRESCIA		MANTOVA	
	SDF	prog	SDF	prog	SDF	prog	SDF	prog
Non mot.	22.662	18.551	20.527	18.908	42.239	40.039	27.747	27.100
Mot.ind.	293.912	313.588	223.543	225.720	468.021	484.629	162.159	163.728
Mot.coll.	43.774	31.210	24.361	24.137	50.766	36.358	17.900	17.162
TOTALE	360.348	360.348	268.432	268.432	561.026	561.026	207.807	207.807
Non mot.	6,3%	5,1%	7,6%	7,0%	7,5%	7,1%	13,4%	13,0%
Mot.ind.	81,6%	87,0%	83,3%	84,1%	83,4%	86,4%	78,0%	78,8%
Mot.coll.	12,1%	8,7%	9,1%	9,0%	9,0%	6,5%	8,6%	8,3%
TOTALE	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Il medesimo effetto si manifesta anche a livello di comuni-polo (figura 6.3).

Figura 6.3 - Effetti sulla ripartizione modale – comuni polo



Riepilogo ripartizione modale - comuni polo								
Modo	COMO		LECCO		BRESCIA		MANTOVA	
	SDF	prog	SDF	prog	SDF	prog	SDF	prog
Non mot.	15.009	12.183	10.694	9.421	20.085	17.496	18.660	18.332
Mot.ind.	44.494	49.421	31.815	33.551	97.540	102.844	30.063	31.371
Mot.coll.	11.198	10.908	4.486	4.228	15.687	12.972	2.957	1.961
TOTALE	70.701	70.701	46.995	46.995	133.312	133.312	51.679	51.679
Non mot.	21,2%	17,2%	22,8%	20,0%	15,1%	13,1%	36,1%	35,5%
Mot.ind.	62,9%	69,9%	67,7%	71,4%	73,2%	77,1%	58,2%	60,7%
Mot.coll.	15,8%	15,4%	9,5%	9,0%	11,8%	9,7%	5,7%	3,8%
TOTALE	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

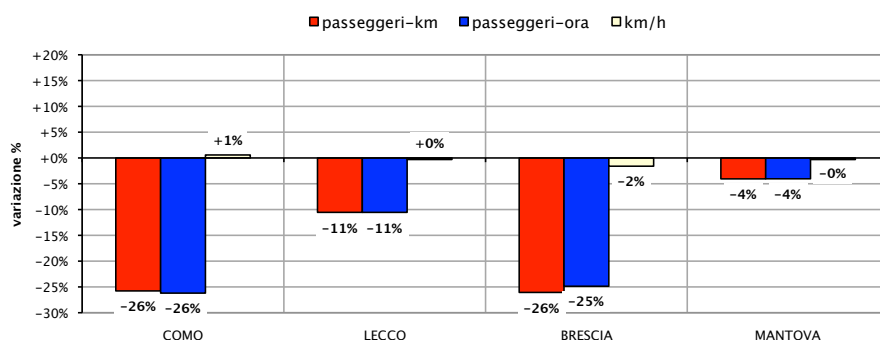
6.3 Effetti sui volumi di traffico

Mobilità non motorizzata

Nel complesso, gli scenari esaminati si caratterizzano per una riduzione dei volumi di traffico motorizzato, più sensibile a Como e Brescia, relativamente più contenuta a Lecco e a Mantova (figura 6.4).

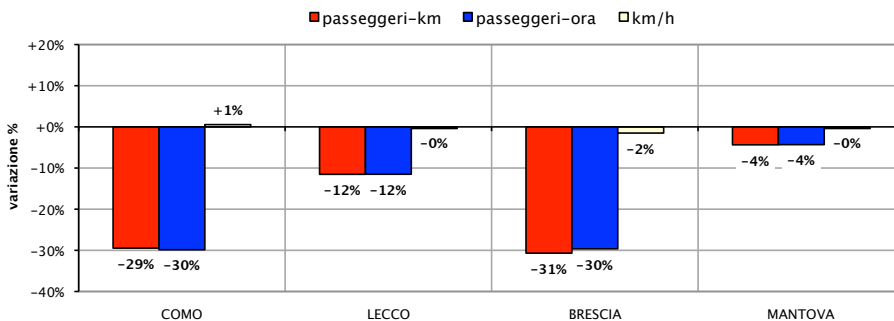


Figura 6.4 - Variazione dei flussi non motorizzati – aree urbane



Variazione dei flussi di traffico non motorizzato - aree urbane								
Parametro	Como		Lecco		Brescia		Mantova	
	SDF	prog	SDF	prog	SDF	prog	SDF	prog
passeggeri-km	118.027	87.607	116.793	104.476	299.444	221.391	152.821	146.623
passeggeri-ora	10.778	7.954	10.378	9.283	27.286	20.501	14.471	13.886
km/h	11,0	11,0	11,3	11,3	11,0	10,8	10,6	10,6

Figura 6.5 - Variazione dei flussi non motorizzati – comuni polo



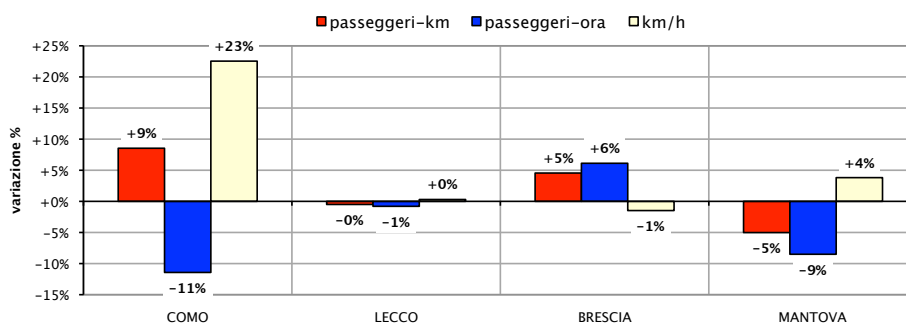
Variazione dei flussi di traffico non motorizzato - comuni polo								
Parametro	Como		Lecco		Brescia		Mantova	
	SDF	prog	SDF	prog	SDF	prog	SDF	prog
passeggeri-km	77.562	54.708	60.197	53.256	208.716	144.674	93.809	89.721
passeggeri-ora	7.136	5.006	5.375	4.756	17.973	12.648	8.452	8.087
km/h	10,9	10,9	11,2	11,2	11,6	11,4	11,1	11,1

Mobilità motorizzata privata

Le variazioni del traffico privato dipendono strettamente dalle condizioni di inserimento locale dei nuovi tracciati stradali: a Como e Mantova, la realizzazione delle tangenziali determina una rettificazione di itinerari che genera una riduzione delle percorrenze che si accompagna a un più che proporzionale decremento dei tempi di viaggio (effetto di fluidificazione).

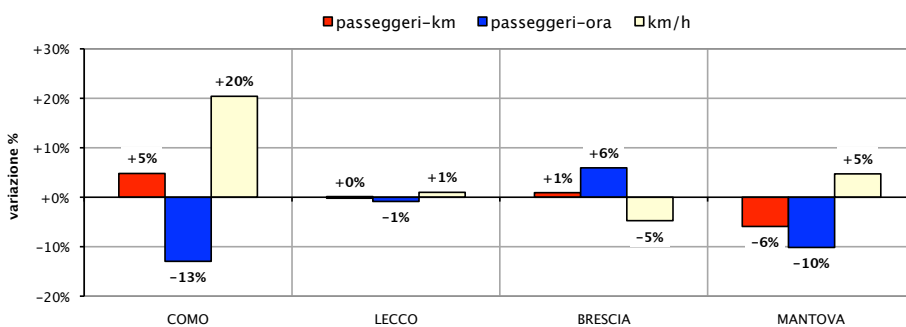
Nel caso di Brescia, le nuove infrastrutture tendono soltanto a deviare i flussi da un comparto all'altro dell'area urbana, con un piccolo incremento in valore assoluto. Da ultimo, a Lecco gli interventi simulati hanno un impatto piuttosto marginale.

Figura 6.6 - Variazione dei flussi motorizzati privati - aree urbane



Variazione dei flussi di traffico motorizzato privato - aree urbane								
Parametro	Como		Lecco		Brescia		Mantova	
	SDF	prog	SDF	prog	SDF	prog	SDF	prog
passeggeri-km	3.760.896	4.081.978	2.752.283	2.738.524	7.959.306	8.321.542	2.553.424	2.425.388
passeggeri-ora	107.444	95.167	59.846	59.369	187.147	198.603	47.311	43.288
km/h	35,0	42,9	46,0	46,1	42,5	41,9	54,0	56,0

Figura 6.7 - Variazione dei flussi motorizzati privati - comuni polo



Variazione dei flussi di traffico motorizzato privato - comuni polo								
Parametro	Como		Lecco		Brescia		Mantova	
	SDF	prog	SDF	prog	SDF	prog	SDF	prog
passeggeri-km	1.999.719	2.095.796	711.078	712.005	4.733.343	4.777.068	1.324.818	1.246.540
passeggeri-ora	59.708	51.971	17.687	17.536	118.875	125.939	27.075	24.327
km/h	33,5	40,3	40,2	40,6	39,8	37,9	48,9	51,2



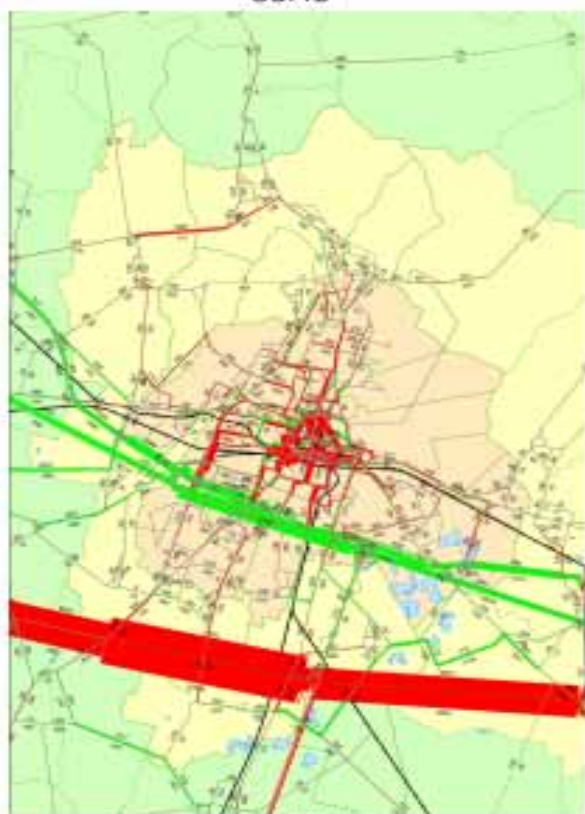
Figura 6.8 - Variazione dei flussi di traffico motorizzati privati (verde = diminuzione; rosso = aumento)



COMO



LECCO



BRESCIA

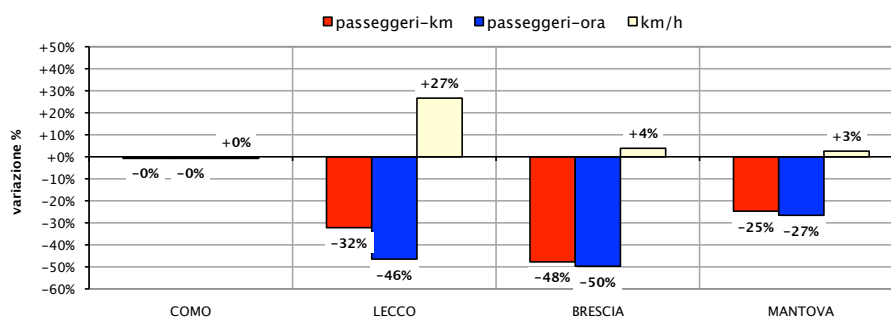


MANTOVA

Mobilità motorizzata pubblica

Da ultimo, il volume di traffico servito dal sistema di trasporto pubblico subisce ovunque, tranne che a Como, vistose diminuzioni (figura 6.9).

Figura 6.9 - Variazione dei flussi motorizzati pubblici - aree urbane



Variazione dei flussi di traffico motorizzato pubblico - aree urbane								
Parametro	Como		Lecco		Brescia		Mantova	
	SDF	prog	SDF	prog	SDF	prog	SDF	prog
passengeri-km	228.525	227.754	140.907	95.542	605.268	316.369	131.963	99.387
passengeri-ora	8.324	8.296	4.720	2.527	31.118	15.660	5.140	3.774
km/h	27,5	27,5	29,9	37,8	19,5	20,2	25,7	26,3

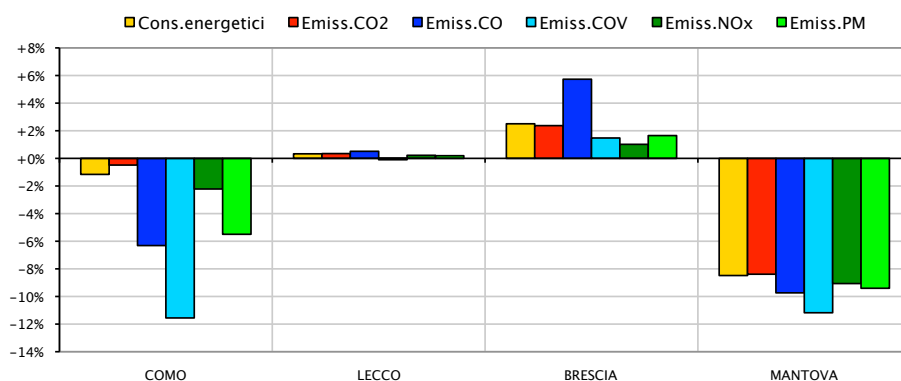
6.4 Effetti sui consumi energetici e sulle emissioni atmosferiche

In termini di consumi energetici e emissioni inquinanti, le politiche di ottimizzazione del traffico stradale presentano risultati ben differenziati (figure 6.10 e 6.11):

- > a Mantova, la realizzazione della tangenziale Ovest consente una riduzione dei consumi energetici e delle emissioni di CO₂ dell'ordine dell'8-9% a livello di area urbana (e di oltre il 10% a livello di comune polo);
- > a Como, l'effetto su tali indicatori è assai ridotto, mentre si riscontrano significative diminuzioni delle emissioni di CO, COV, PM;
- > a Brescia, si assiste a un leggero peggioramento a livello di area urbana;
- > a Lecco, le variazioni sono marginali.

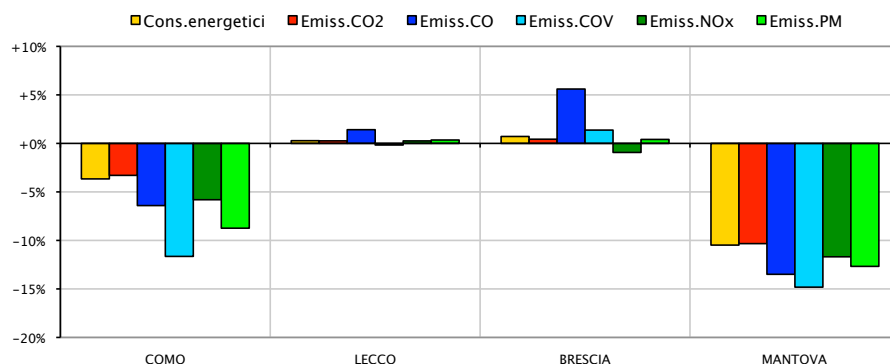


Figura 6.10 - Impatto ambientale - aree urbane



Impatto ambientale - aree urbane									
Parametro		Como		Lecco		Brescia		Mantova	
		SDF	prog	SDF	prog	SDF	prog	SDF	prog
Cons.energetici	tep/giorno	352,6	348,5	227,1	227,8	868,8	890,5	238,5	218,2
Emiss.CO ₂	t/giorno	1.029,4	1.024,4	669,5	671,8	2.565,6	2.626,4	710,5	650,9
Emiss.CO	kg/giorno	8.307,3	7.782,8	4.432,5	4.455,2	13.429,7	14.199,4	3.345,9	3.020,1
Emiss.COV	kg/giorno	753,3	666,3	440,2	440,3	1.797,6	1.824,2	421,4	374,3
Emiss.NOx	kg/giorno	2.856,7	2.793,3	1.842,4	1.846,5	9.200,0	9.293,5	2.464,2	2.240,8
Emiss.PM	kg/giorno	185,8	175,6	114,9	115,1	561,2	570,4	145,7	132,0

Figura 6.11 - Impatto ambientale - comuni polo

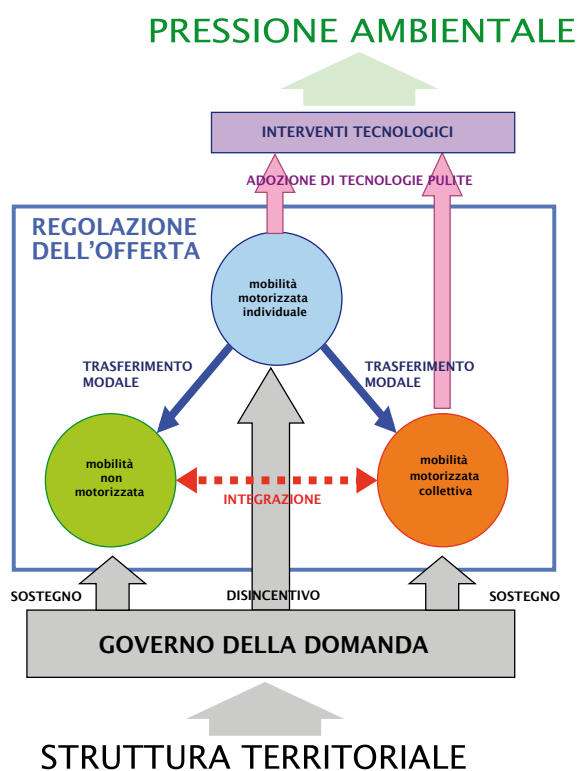


Impatto ambientale - comuni polo									
Parametro		Como		Lecco		Brescia		Mantova	
		SDF	prog	SDF	prog	SDF	prog	SDF	prog
Cons.energetici	tep/giorno	185,5	178,7	60,5	60,7	507,1	510,7	120,6	108,0
Emiss.CO ₂	t/giorno	540,1	522,3	175,8	176,2	1.486,2	1.492,6	357,2	320,3
Emiss.CO	kg/giorno	4.561,0	4.268,6	1.406,5	1.426,4	8.510,1	8.986,9	1.764,5	1.526,4
Emiss.COV	kg/giorno	391,5	345,9	121,8	121,8	1.067,5	1.082,2	223,1	190,1
Emiss.NOx	kg/giorno	1.465,3	1.380,2	437,9	439,0	5.157,3	5.109,2	1.213,4	1.071,5
Emiss.PM	kg/giorno	95,8	87,4	28,6	28,7	321,1	322,4	72,9	63,7

7.1 Strategie di intervento

Il quarto e ultimo gruppo di scenari presi in esame dallo studio rispecchia il tentativo di identificare, per ciascuna area urbana, una politica "integrata" capace di massimizzare i benefici ambientali attraverso il più opportuno mix di interventi. Le politiche qui presentate, ottenute combinando gli interventi secondo le indicazioni delle Amministrazioni, rappresentano solo il primo passo di un processo da condursi per successivi affinamenti. Esse hanno il pregio di risultare più specificamente applicabili ai singoli casi, a prezzo però della reciproca comparabilità.

Figura 7.1 - Schema di riferimento per le politiche di ottimizzazione del traffico privato



Una descrizione dettagliata degli interventi presi in considerazione è indicata nella tabella 7.1. In estrema sintesi, gli scenari sono stati costruiti secondo i criteri seguenti:

- > nel caso di **Como**, il confronto con l'Amministrazione Comunale ha condotto a definire uno scenario basato su un più rigoroso controllo degli accessi veicolari al centro (estensione della tariffazione della sosta all'intera convalle), comunque ottenuto senza ricorrere al road pricing e accompagnato da importanti potenziamenti infrastrutturali (Tangenziale, tunnel di Borgo Vico) e dalla predisposizione di uno schema park&ride con sensibile intensificazione delle frequenze di transito dei bus sulle direttrici di accesso NW, SW e SE (non si prevede invece la realizzazione della metrotranvia);



- > nel caso di **Lecco**, si è provveduto a definire uno scenario in cui i previsti potenziamenti del sistema stradale si accompagnano a: i) un più attento controllo degli accessi centrali (ZTL e sosta a pagamento); ii) alla predisposizione di modalità innovative di spostamento verso la città (bus extraurbani espressi, car pooling); iii) a un insieme integrato di interventi a supporto della mobilità non motorizzata (pedibus, estensione della rete ciclopedonale, bike sharing);
- > nel caso di **Brescia**, l'orientamento espresso dall'Amministrazione ha condotto a sviluppare uno scenario che combina i potenziamenti della rete del trasporto pubblico (in particolare la metropolitana) con l'adeguamento del sistema stradale a supporto della mobilità motorizzata privata (realizzazione dell'orbitale esterno, incremento dell'offerta di sosta – a pagamento – nelle aree subcentrali, car sharing);
- > infine, nel caso di **Mantova**, si è proceduto a sviluppare uno scenario che prevede l'implementazione congiunta degli schemi di supporto alla mobilità ciclopedonale (estensione rete ciclabili, bike sharing) e dei potenziamenti della rete di trasporto pubblico urbano/suburbano, a sostanziale costanza della rete stradale.

In termini economici (tabella 7.2), tali scenari differiscono considerevolmente fra loro:

- > nel caso di **Brescia**, la realizzazione congiunta della metropolitana e dell'orbitale autostradale determina un costo di investimento non lontano dai 2 miliardi di euro, nemmeno lontanamente bilanciato dai previsti incrementi degli introiti tariffari della sosta nelle zone centrale e subcentrali;
- > nel caso di **Como**, il notevole costo della Tangenziale si accompagna a un sensibile incremento dei sussidi relativi al servizio bus urbano, solo in parte compensati dai maggiori introiti della sosta nelle zone centrali²⁹; il costo totale dello schema è dell'ordine del miliardo di euro;
- > nel caso di **Lecco**, il costo di investimento risulta assai inferiore (< 100 milioni di euro), ma comunque non compensato dai limitati introiti previsti in relazione all'estensione della sosta a pagamento nelle zone centrali, con un saldo negativo dell'ordine di 50 milioni di euro su 15 anni;
- > infine, nel caso di **Mantova**, i costi di investimento sono piuttosto limitati (circa 30 milioni di euro) e si accompagnano a un avanzo di gestione della sosta in area centrale, tale da ricondurre il costo quindicennale su valori piuttosto contenuti (< 10 milioni di euro).

²⁹ A tale proposito, è opportuno evidenziare che lo scenario ha ipotizzato uno schema park&ride con sosta libera nei parcheggi di interscambio periferici, senza introdurre alcuna forma di pedaggiamento degli accessi alla convalle.

Tabella 7.1 - Politica integrata - principali interventi previsti

Interventi	Area urbana COMO	Area urbana LECCO	Area urbana BRESCIA	Area urbana MANTOVA
Pedibus Incentivazione dell'accessibilità pedonale alle scuole	50% dell'utenza scolastica	50% dell'utenza scolastica	50% dell'utenza scolastica	50% dell'utenza scolastica
Rete ciclabili Estensione delle reti ciclabili e/o ciclopedonali a scala urbana. Predisposizione di parcheggi per biciclette	Itinerari completi sulle radiali NW, SW e NE (con riduzioni locali di capacità stradale)	Itinerari completi sulle radiali N, W, SW e SE (con riduzioni locali di capacità stradale)	Protezione anello dei viali; itinerari completi sulle radiali N, W, SW, S, SE ed E. (con riduzioni locali di capacità stradale)	Continuità N-S presso la stazione ferroviaria; itinerari completi lungo le radiali N, NE, S e SW. (con riduzioni locali di capacità stradale)
Bike sharing Istituzione del servizio o sua estensione all'intero territorio del Comune polo	Istituzione del servizio sull'intero territorio comunale	Istituzione del servizio sull'intero territorio comunale	Ampliamento del servizio all'intero territorio comunale	Istituzione del servizio sull'intero territorio comunale
Servizi ferroviari suburbani Istituzione di servizi ferroviari più frequenti e capillari a servizio dell'area urbana	Schema attestamenti incrociati dei servizi suburbani Milano-Chiasso e Bellinzona-Albate	Frequenza 30' verso Mandello, Molteno e Calolziocorte	Frequenza 30' su tutte le direttrici di accesso.	Frequenza 30' verso Cremona, Verona e Modena
Sistemi in sede propria Realizzazione di nuovi sistemi di trasporto collettivo in sede propria	Metrotramvia con rami diretti a Cantù, Lomazzo e Olgiate	=	Metropolitana (MetroBS) con schema a Y	=
TPL extraurbano Istituzione di nuove linee e/o potenziamento dei servizi extraurbani esistenti	=	Bus espressi con istradamento in superstrada da Erba, Olginate e Valsassina	=	=
TPL urbano Istituzione di nuove linee e/o potenziamento dei servizi extraurbani esistenti	Riorganizzazione del servizio (in funzione dello schema di park&ride esterno)	=	Riorganizzazione del servizio (in funzione della metropolitana)	=
Taxi collettivo Istituzione di servizi innovativi per la distribuzione in zone periferiche	Diffuso in tutti i comuni di corona (modo ausiliario)	Diffuso in tutti i comuni di corona (modo ausiliario)	Diffuso in tutti i comuni di corona (modo ausiliario)	Diffuso in tutti i comuni di corona (modo ausiliario)
Bus a metano Sostituzione di bus a gasolio con bus a metano.	100% del parco	100% del parco	100% del parco	100% del parco
Zone a Traffico Limitato Istituzione o estensione della ZTL centrale	Invariata	Istituzione /ampliamento all'intera zona centrale	Ridotta (riapertura dell'asse Nord-Sud per il solo accesso alle aree di sosta)	Invariata
Moderazione del Traffico Realizzazione di interventi volti a limitare le velocità veicolari su tutte le strade locali	Estesi a tutte le strade urbane locali interne al Comune polo	Estesi a tutte le strade urbane locali interne al Comune polo	Estesi a tutte le strade urbane locali interne al Comune polo	Estesi a tutte le strade urbane locali interne al Comune polo
Sosta a pagamento Estensione delle zone tariffate e/o adeguamento delle tariffe	Estensione all'intera convalle con incremento tariffario (+50%)	Aumento dell'offerta (+25%)	Aumento dell'offerta (+25%) e adeguamento tariffario	Invariata
Potenziamenti rete stradale Realizzazione di nuovi assi stradali.	Tangenziale E-W Variante Borgo Vico	Variante Calolziocorte 3° corsia ponte SS36	Orbitale esterno	=
Car sharing Istituzione del servizio di car sharing a livello di comune polo	Esteso all'intero territorio comunale	Esteso all'intero territorio comunale	Esteso all'intero territorio comunale	Esteso all'intero territorio comunale
Car pooling Incentivazione del car pooling attraverso tariffe sosta	=	=	Con accessi diretti da SS36 a parcheggi centrali	=


Tabella 7.2 - Ordine di grandezza dei costi di intervento

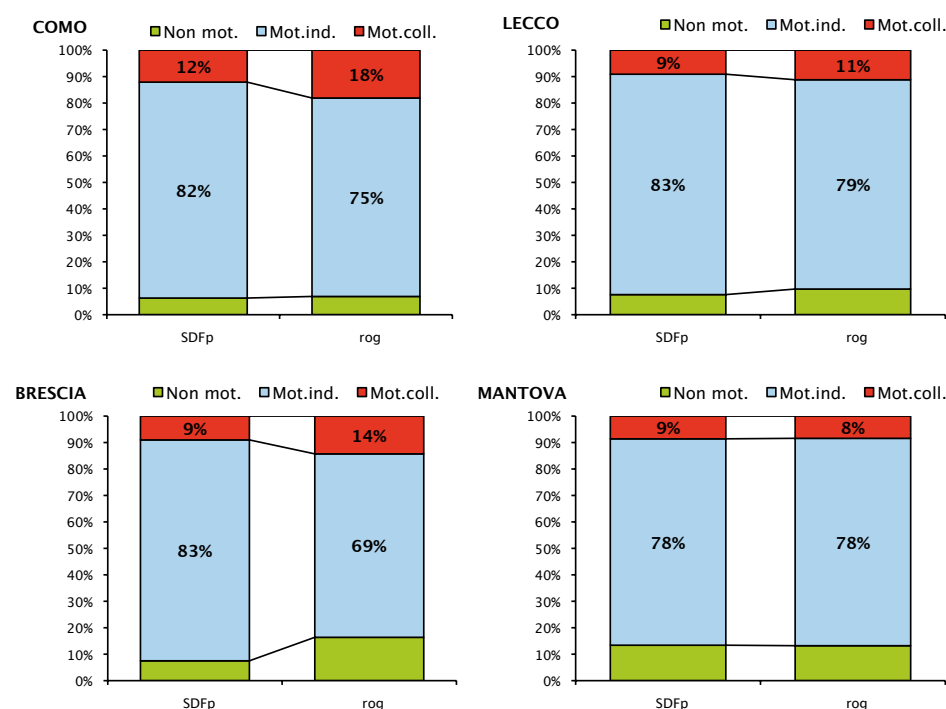
Intervento	Stima parametrica dei costi di intervento POLITICA DI SOSTEGNO ALLA MOBILITA' NON MOTORIZZATA											
	COMO			LECCO			BRESCIA			MANTOVA		
	invest.	gestione	TOTALE*	invest.	gestione	TOTALE*	invest.	gestione	TOTALE*	invest.	gestione	TOTALE*
	000 €	000 €/anno	000 €	000 €	000 €/anno	000 €	000 €	000 €/anno	000 €	000 €	000 €/anno	000 €
PED	0	443	6.648	0	302	4.525	0	932	13.973	0	255	3.830
BSH	-928	-133	-2.918	-721	-103	-2.265	-1.343	-192	-4.221	-489	-70	-1.537
PCI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PKC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Totale non motorizzata	-928	311	3.731	-721	199	2.260	-1.343	740	9.751	-489	185	2.292
SUB	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
STZ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BSU	0	-9.588	-143.813	0	0	0	0	0	0	0	-1.920	-28.800
BSE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MET	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TSP	0	0	0	0	0	0	-972.000	-5.366	-1.052.487	0	0	0
TXC	0	-2.400	-36.000	0	-1.500	-22.500	0	-1.247	-18.707	0	-2.055	-30.825
Totale motorizzata pubblica	0	-11.988	-179.813	0	-1.500	-22.500	-972.000	-6.613	-1.071.194	0	-3.975	-59.625
ZTL	0	0	0	-60	-3	-105	0	0	0	-70	-4	-123
PKP	-75	6.387	95.734	0	5.983	89.749	-119	10.139	151.971	0	4.360	65.403
PKA	-7.510	-225	-10.890	0	0	0	-11.922	-358	-17.286	0	0	0
MDT	-18.400	-184	-21.160	-10.400	-104	-11.960	-59.000	-590	-67.850	-14.800	-148	-17.020
STR	-672.000	-3.420	-723.300	-53.250	-1.185	-71.025	-684.500	-131	-686.469	0	0	0
CSH	-31.830	2.334	3.183	-24.705	1.812	2.471	-46.050	3.377	4.605	-16.770	1.230	1.677
CPO	0	0	0	-50	-5	-125	0	0	0	0	0	0
Totale motorizzata privata	-729.815	-12.209	-882.387	-88.465	2.091	-33.388	-801.591	153	-755.083	-31.640	5.439	49.938
TOTALE COSTI	-730.743	-23.885	-1.058.469	-89.186	789	-53.628	-1.774.934	-5.720	-1.816.525	-32.129	1.649	-7.395

* I costi totali sono calcolati facendo riferimento ad un periodo di 15 anni

7.2 Effetti sulla domanda di mobilità

Le politiche prese in esame comportano in tutti i casi, tranne che a Mantova, un certo incremento della quota modale del trasporto pubblico³⁰ (figure 7.2 e 7.3). A conferma della prevalenza dei fattori di *push* su quelli di *pull*³¹, l'incremento di utenti generato a Como dalla restrizione degli accessi (senza metrotramvia) è superiore a quello generato a Brescia dalla metropolitana (senza ampliamento della ZTL).

Figura 7.2 - Effetti sulla ripartizione modale - aree urbane



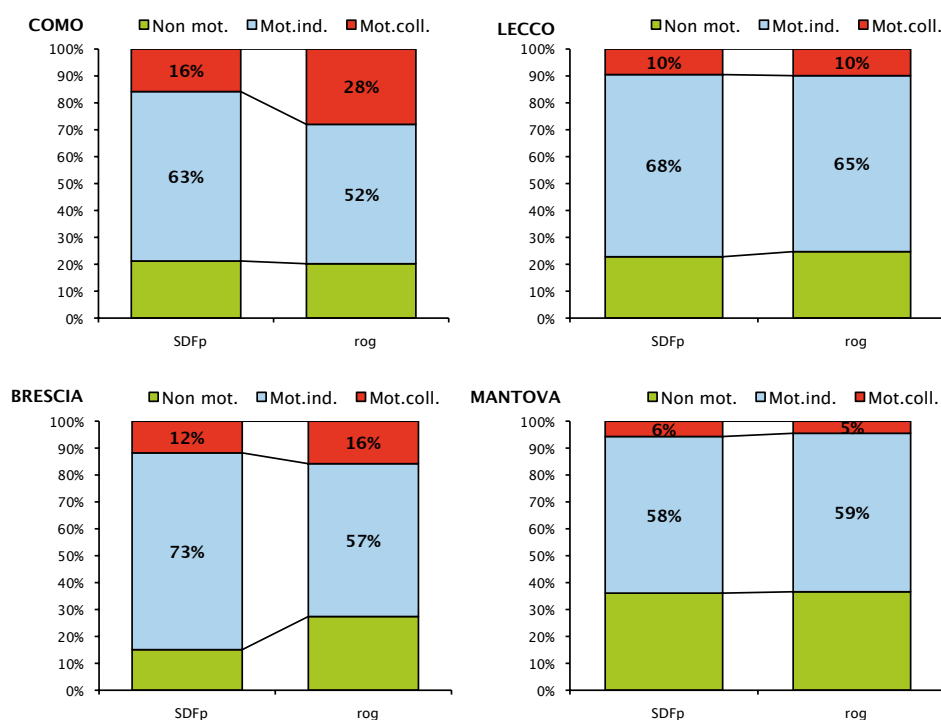
Riepilogo ripartizione modale - aree urbane								
Modo	COMO		LECCO		BRESCIA		MANTOVA	
	SDF	prog	SDF	prog	SDF	prog	SDF	prog
Non mot.	22.662	24.731	20.527	25.965	42.239	91.863	27.747	27.475
Mot.ind.	293.912	270.304	223.543	212.293	468.021	389.147	162.159	162.797
Mot.coll.	43.774	65.314	24.361	30.174	50.766	80.015	17.900	17.535
TOTALE	360.348	360.348	268.432	268.432	561.026	561.026	207.807	207.807
Non mot.	6,3%	6,9%	7,6%	9,7%	7,5%	16,4%	13,4%	13,2%
Mot.ind.	81,6%	75,0%	83,3%	79,1%	83,4%	69,4%	78,0%	78,3%
Mot.coll.	12,1%	18,1%	9,1%	11,2%	9,0%	14,3%	8,6%	8,4%
TOTALE	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

³⁰ Nel caso di Como, la quota del trasporto pubblico comprende anche gli spostamenti park&ride.

³¹ Cioè della maggior efficacia generalmente riscontrata, in termini di riequilibrio modale, dalle misure di limitazione del trasporto privato, rispetto a quelle di promozione del trasporto pubblico.



Figura 7.3 - Effetti sulla ripartizione modale - comuni polo



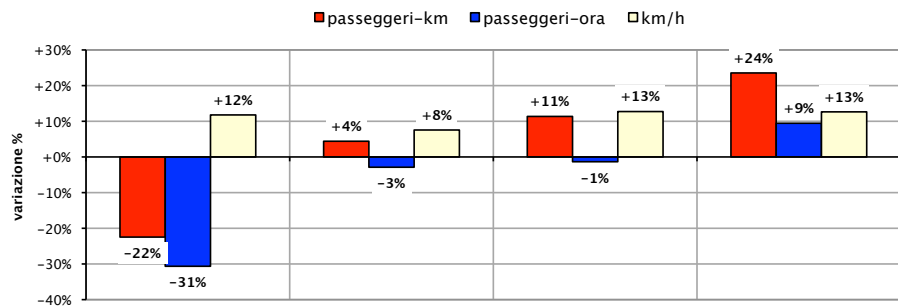
Riepilogo ripartizione modale - comuni polo								
Modo	COMO		LECCO		BRESCIA		MANTOVA	
	SDF	prog	SDF	prog	SDF	prog	SDF	prog
Non mot.	15.009	14.268	10.694	11.609	20.085	36.543	18.660	18.906
Mot.ind.	44.494	36.620	31.815	30.753	97.540	75.727	30.063	30.439
Mot.coll.	11.198	19.812	4.486	4.632	15.687	21.042	2.957	2.334
TOTALE	70.701	70.701	46.995	46.995	133.312	133.312	51.679	51.679
Non mot.	21,2%	20,2%	22,8%	24,7%	15,1%	27,4%	36,1%	36,6%
Mot.ind.	62,9%	51,8%	67,7%	65,4%	73,2%	56,8%	58,2%	58,9%
Mot.coll.	15,8%	28,0%	9,5%	9,9%	11,8%	15,8%	5,7%	4,5%
TOTALE	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

7.3 Effetti sui volumi di traffico

Il traffico non motorizzato (figure 7.4 e 7.5) si caratterizza a Lecco e Brescia per modesti incrementi, che diventano più importanti nel caso di Mantova. A Como, esso risente invece in misura assai sensibile della concorrenza del trasporto pubblico potenziato³².

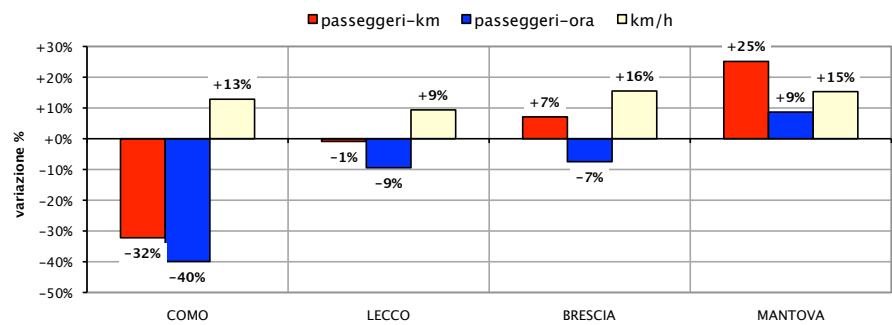
³² Il risultato ottenuto amplifica in modo probabilmente eccessivo l'elasticità incrociata bici/bus, anche a causa del mancato inserimento, nel modello di ripartizione modale, di quote captive della mobilità non motorizzata.

Figura 7.4 - Variazione dei flussi non motorizzati - aree urbane



Variazione dei flussi di traffico non motorizzato - aree urbane								
Parametro	Como		Lecco		Brescia		Mantova	
	SDF	prog	SDF	prog	SDF	prog	SDF	prog
passeggeri-km	118.027	91.511	116.793	121.939	299.444	333.465	152.821	188.808
passeggeri-ora	10.778	7.475	10.378	10.079	27.286	26.920	14.471	15.838
km/h	11,0	12,2	11,3	12,1	11,0	12,4	10,6	11,9

Figura 7.5 - Variazione dei flussi non motorizzati - comuni polo

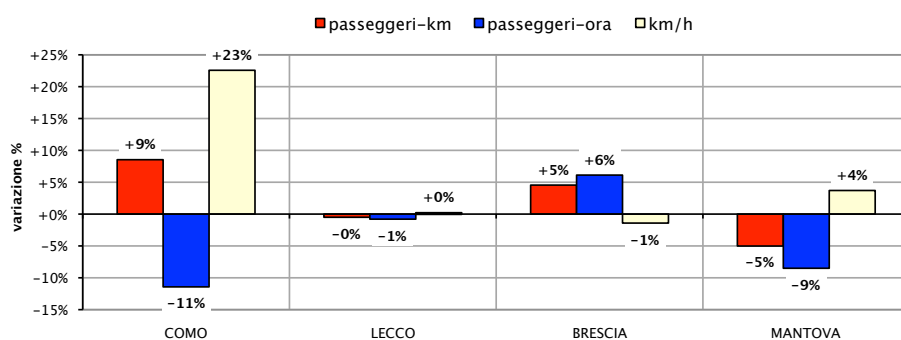


Variazione dei flussi di traffico non motorizzato - comuni polo								
Parametro	Como		Lecco		Brescia		Mantova	
	SDF	prog	SDF	prog	SDF	prog	SDF	prog
passeggeri-km	77.562	52.579	60.197	59.668	208.716	223.549	93.809	117.389
passeggeri-ora	7.136	4.287	5.375	4.868	17.973	16.630	8.452	9.185
km/h	10,9	12,3	11,2	12,3	11,6	13,4	11,1	12,8



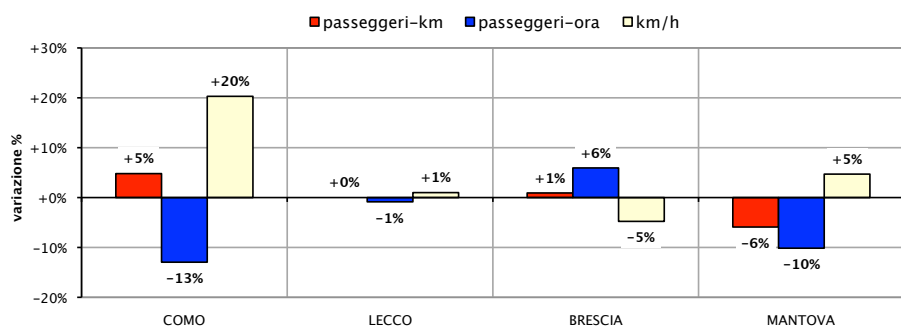
Il traffico motorizzato privato (figure 7.6 e 7.7) risulta invece di norma decrescente, seppure per motivazioni diverse. A Como la riduzione si deve soprattutto all'effetto di rettificazione e fluidificazione indotto dalla tangenziale, che determina un forte incremento delle velocità medie simulate sulla rete. A Lecco e Mantova esso rispecchia invece la deviazione su altri modi, conseguente all'introduzione di disincentivi che tendono a penalizzare gli automobilisti sul versante dei tempi di viaggio.

Figura 7.6 - Variazione dei flussi motorizzati privati - aree urbane



Variazione dei flussi di traffico motorizzato privato - aree urbane								
Parametro	Como		Lecco		Brescia		Mantova	
	SDF	prog	SDF	prog	SDF	prog	SDF	prog
passeggeri-km	3.760.896	4.081.978	2.752.283	2.738.524	7.959.306	8.321.542	2.553.424	2.425.388
passeggeri-ora	107.444	95.167	59.846	59.369	187.147	198.603	47.311	43.288
km/h	35,0	42,9	46,0	46,1	42,5	41,9	54,0	56,0

Figura 7.7 - Variazione dei flussi motorizzati privati - comuni polo



Variazione dei flussi di traffico motorizzato privato - comuni polo								
Parametro	Como		Lecco		Brescia		Mantova	
	SDF	prog	SDF	prog	SDF	prog	SDF	prog
passeggeri-km	1.999.719	2.095.796	711.078	712.005	4.733.343	4.777.068	1.324.818	1.246.540
passeggeri-ora	59.708	51.971	17.687	17.536	118.875	125.939	27.075	24.327
km/h	33,5	40,3	40,2	40,6	39,8	37,9	48,9	51,2

Figura 7.8 - Variazione dei flussi di traffico motorizzati privati (verde = diminuzione; rosso = aumento)



COMO



LECCO



BRESCIA

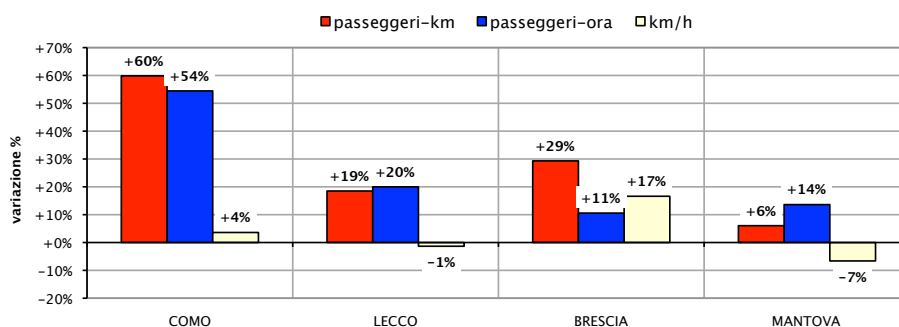


MANTOVA



Da ultimo, il traffico motorizzato pubblico (figura 7.9) si caratterizza per sostanziali incrementi di domanda a Como e Brescia e per un certo recupero anche a Lecco.

Figura 7.9 - Variazione dei flussi motorizzati pubblici - aree urbane



Variazione dei flussi di traffico motorizzato pubblico - aree urbane								
Parametro	Como		Lecco		Brescia		Mantova	
	SDF	prog	SDF	prog	SDF	prog	SDF	prog
passengeri-km	228.525	365.306	140.907	166.975	605.268	782.705	131.963	139.945
passengeri-ora	8.324	12.856	4.720	5.664	31.118	34.408	5.140	5.840
km/h	27,5	28,4	29,9	29,5	19,5	22,7	25,7	24,0

7.4 Effetti sui consumi energetici e sulle emissioni atmosferiche

In termini di consumi energetici e di emissioni atmosferiche (figure 7.10 e 7.11) gli scenari esaminati si caratterizzano per risultati fortemente differenziati.

A **Como**, l'attuazione dello schema integrato comporta una leggera diminuzione dei consumi energetici e delle emissioni di CO₂, che diventa più sensibile nel caso di altri inquinanti atmosferici. I risultati migliori sono ottenuti all'interno del comune polo, che beneficia della deviazione dei traffici di attraversamento su itinerari esterni (Tangenziale), con parziale (ma non totale) trasferimento di impatto verso i Comuni di corona.

A **Lecco**, l'implementazione dello schema determina una riduzione abbastanza omogenea di tutti gli indicatori esaminati, più forte nel comune polo, relativamente attenuata nei Comuni di corona.

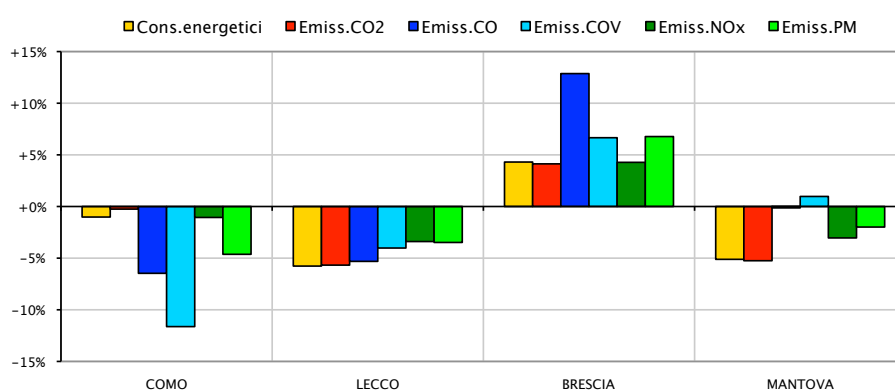
A **Brescia**, lo schema proposto tende a generare un incremento di consumi energetici e di emissioni inquinanti, legato a una serie di fenomeni concomitanti, che includono:

- > l'eccesso di fluidificazione del traffico stradale lungo l'autostrada A4 e il nuovo orbitale (al di sopra degli 80-90 km/h, i coefficienti unitari di consumo/emissione sono crescenti con la velocità);

- > l'attrazione di nuovo traffico stradale verso il centro storico, in funzione dell'adeguamento dell'offerta di sosta, e il conseguente
- > indebolimento del sistema di trasporto pubblico, con riduzione dei carichi di passeggeri serviti sia dalla metropolitana che dalla residua rete bus urbana.

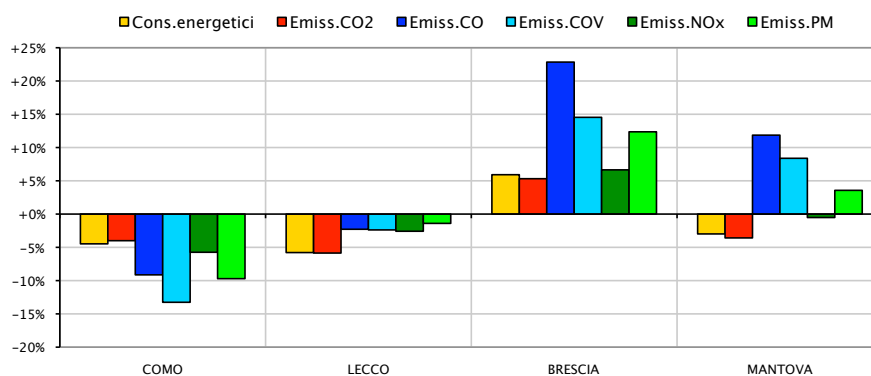
Infine, a **Mantova** lo schema proposto tende a generare modeste riduzioni di consumi energetici e di emissioni di anidride carbonica, che si associano però a un incremento delle emissioni di altri inquinanti atmosferici, generato dall'inasprimento delle condizioni di congestione intorno al centro storico.

Figura 7.10 - Impatto ambientale - aree urbane



Impatto ambientale - aree urbane									
Parametro		Como		Lecco		Brescia		Mantova	
		SDF	prog	SDF	prog	SDF	prog	SDF	prog
Cons.energetici	tep/giorno	352,6	349,0	227,1	214,0	868,8	906,2	238,5	226,3
Emiss.CO ₂	t/giorno	1.029,4	1.026,8	669,5	631,5	2.565,6	2.671,5	710,5	673,2
Emiss.CO	kg/giorno	8.307,3	7.769,9	4.432,5	4.197,0	13.429,7	15.157,8	3.345,9	3.346,8
Emiss.COV	kg/giorno	753,3	665,7	440,2	422,5	1.797,6	1.917,3	421,4	425,5
Emiss.NOx	kg/giorno	2.856,7	2.826,4	1.842,4	1.779,9	9.200,0	9.593,3	2.464,2	2.389,2
Emiss.PM	kg/giorno	185,8	177,2	114,9	110,9	561,2	599,2	145,7	142,8

Figura 7.11 - Impatto ambientale - comuni polo





Impatto ambientale - comuni polo									
Parametro		Como		Lecco		Brescia		Mantova	
		SDF	prog	SDF	prog	SDF	prog	SDF	prog
Cons.energetici	tep/giorno	185,5	177,2	60,5	57,0	507,1	537,1	120,6	117,0
Emiss.CO ₂	t/giorno	540,1	518,5	175,8	165,5	1.486,2	1.565,2	357,2	344,4
Emiss.CO	kg/giorno	4.561,0	4.144,4	1.406,5	1.374,4	8.510,1	10.453,9	1.764,5	1.973,8
Emiss.COV	kg/giorno	391,5	339,6	121,8	118,9	1.067,5	1.222,7	223,1	241,8
Emiss.NOx	kg/giorno	1.465,3	1.381,2	437,9	426,6	5.157,3	5.500,0	1.213,4	1.207,1
Emiss.PM	kg/giorno	95,8	86,5	28,6	28,2	321,1	360,8	72,9	75,5

8.1 Contesto e limiti dello studio

Questo studio, sviluppato al fine di delineare l'efficacia di diverse possibili politiche di mobilità sostenibile in quattro città lombarde offre molte opportunità di riflessione che vanno però effettuate tenendo conto di alcuni limiti di carattere metodologico e operativo insiti negli strumenti di analisi utilizzati.

La limitazione principale dello studio rimanda al suo carattere eminentemente locale, mirato cioè a singole aree urbane e agli interventi che a tale scala possono essere definiti e implementati. In tal senso, esso lascia sullo sfondo tutte le problematiche connesse:

- > da un lato, all'evoluzione delle tecnologie di trazione (auto ibride o elettriche), verosimilmente destinata nei prossimi 10÷15 anni a determinare una trasformazione graduale, ma sostanziale, dei coefficienti unitari di consumo/emissione associati alla circolazione dei mezzi motorizzati (individuali e collettivi);
- > dall'altro, allo sviluppo della domanda di mobilità, che in uno scenario di carattere tendenziale dovrebbe caratterizzarsi per ulteriori incrementi degli spostamenti di scala metropolitana e regionale, tali da compensare in tutto o in parte i benefici derivanti dall'evoluzione tecnologica.

In tal senso, è opportuno segnalare che gli indicatori ambientali assunti dallo studio includono esclusivamente i consumi energetici e le emissioni inquinanti dirette, connesse cioè all'impiego degli utilizzatori finali (motori termici) entro i confini dell'area di studio, trascurando gli impatti indiretti, connessi in particolare alla fase di precombustione dei carburanti, nonché a quella di produzione dell'energia elettrica utilizzata dai sistemi di trasporto pubblico in sede propria, previsti a Como e Brescia.

Tali indicatori escludono altresì numerose altre categorie di impatti locali, quali il rumore, la sottrazione di suolo per la realizzazione di nuove infrastrutture, le interferenze con le reti ecologiche, ecc...

Gli scenari studiati non possono quindi in alcun modo essere considerati come valutazioni comparate di possibili opzioni di intervento da attuarsi in ciascuna area urbana. Tale risultato esula dagli obiettivi dello studio, che riguardano piuttosto la comparazione di politiche di mobilità urbana sostenibile, strutturate in termini generali e verificate in una pluralità di contesti locali fra loro differenziati per dimensioni e struttura territoriale.

Date queste premesse, lo studio ha inteso soprattutto sviluppare scenari schematici ma confrontabili fra loro in modo da evidenziarne limiti e potenzialità. E' chiaro, peraltro, che le singole simulazioni effettuate si riferiscono soltanto ad alcune fra le numerose combinazioni di intervento possibili e che, dunque, i risultati ottenuti non forniscono indicazioni definitive circa le strategie di intervento più efficienti o efficaci in ciascun caso. In altri termini, l'esatta "dosatura" degli interventi all'interno di politiche integrate, che riescano a tenere conto dei vincoli e a valorizzare le opportunità esistenti nelle diverse situazioni locali, sfugge ai confini dell'analisi sin qui condotta. I risultati ottenuti dalla compara-

zione debbono dunque essere letti in termini relativi, più che altro come esempi di una logica di sviluppo e valutazione delle politiche, passibile di ulteriori affinamenti, anche di carattere sostanziale.

8.2 Efficacia ambientale delle politiche

Nonostante le numerose e rilevanti limitazioni indicate nel precedente paragrafo, lo studio condotto sulla base di una metodologia quantitativa articolata ha consentito di identificare elementi di interesse per la stima del potenziale di risparmio energetico e di limitazione delle emissioni inquinanti di una vasta gamma di politiche della mobilità. Inoltre, la comparazione tra i quattro casi-studio, effettuata secondo metodologie omogenee, permette di affinare la lettura in funzione delle peculiarità locali delle singole aree urbane.

Procedendo ancora una volta in modo piuttosto schematico, è possibile sviluppare alcune riflessioni relative al potenziale delle politiche-base riferito ai contesti delle città medie lombarde.

Considerando dapprima le **politiche di sostegno della mobilità non motorizzata**, si può osservare che esse consentono di perseguire, a costi sostenibili, risultati piuttosto localizzati (spesso nei centri cittadini) la cui incidenza sul bilancio energetico-ambientale del sistema di trasporto dell'area urbana risulta di norma abbastanza modesta.

In questo senso, tali politiche sembrano risultare di norma piuttosto *efficienti* (buon rapporto costi/benefici) ma non troppo *efficaci* rispetto al problema inteso nella sua globalità. Ciò in quanto la struttura della domanda di mobilità, modellata sull'ampia disponibilità di mezzi motorizzati, tende a confinare l'efficacia di queste politiche a nicchie relativamente circoscritte: pur piuttosto numerosi, gli spostamenti ciclopedonali si sviluppano sempre su distanze brevi, o al massimo medio-brevi, riuscendo a rappresentare in ogni caso una quota abbastanza secondaria della domanda totale di mobilità, espressa in passeggeri-km a livello di area urbana.

D'altro canto, le simulazioni effettuate hanno evidenziato che, soprattutto nei contesti già caratterizzati da un'elevata incidenza della ciclopedonalità, possibili forzature sul versante delle limitazioni alla mobilità motorizzata individuale, ottenute ad esempio attraverso sensibili restrizioni all'accesso veicolare al centro, tendono a generare trasferimenti modali modesti, cui possono associarsi incrementi dei livelli di congestione veicolare che finiscono per risultare contro-producenti non soltanto sotto il profilo della funzionalità del sistema, ma anche sotto quello strettamente ambientale (incremento dei consumi energetici e delle emissioni atmosferiche).

Assai più efficaci risultano di norma le **politiche di incentivazione all'utilizzo del sistema di trasporto pubblico**: i corrispondenti scenari sono infatti quelli che si caratterizzano per le massime riduzioni degli indicatori di pressione ambientale. I costi, tuttavia, sono molto elevati, con sensibile diminuzione dell'efficienza delle singole misure.

La questione della sostenibilità finisce per incrociare qui il tipico circolo vizioso che lega, in modo particolare nelle città italiane:

- > la scarsa qualità dei servizi di trasporto erogati (non solo in termini di orari e velocità, ma anche di leggibilità e integrazione delle reti, comfort dei mezzi, ecc...);
- > l'inadeguatezza delle strutture tariffarie, largamente insufficienti a sostenere i costi del servizio e anche poco adeguate alle esigenze di fidelizzazione della clientela in un'ottica di concorrenza al modo motorizzato privato;
- > la bassa produttività delle aziende, che finiscono spesso per assumere logiche imprenditoriali strettamente legate a un livello di sussidio elevato.

In tal senso, la ricerca di una maggiore sostenibilità ambientale non dovrebbe prescindere da alcune riflessioni relative alla necessità di ottenere una maggiore sostenibilità economica dei servizi, da ricercarsi in primo luogo ristabilendo corrette logiche imprenditoriali e condizioni di contendibilità dei singoli segmenti d'offerta (logica di concorrenza "per il mercato").

Qualche elemento di interesse viene offerto, nei quattro casi-studio, dalla forte attrattività riscontrata dai servizi di capillarizzazione dell'offerta nelle corone urbane che, almeno in linea di principio, si prestano a strutture produttive più leggere ed efficienti di quelle che continuano a caratterizzare le aziende del TPL urbano tradizionale.

Infine, le **politiche di ottimizzazione del traffico privato** hanno presentato risultati abbastanza alterni, il che rispecchia la loro caratteristica di armi potenti – in quanto aggrediscono in modo diretto la quota più consistente della domanda di mobilità – ma a doppio taglio, in quanto possono produrre effetti sia positivi che negativi dal punto di vista ambientale.

Ne consegue l'importanza, in questo settore, non solo degli interventi "in positivo", ma anche di quelli "in negativo", volti a ridefinire i costi d'utilizzo dell'auto disincentivandone l'utilizzo su specifici segmenti di domanda.

A questo proposito, occorre tenere presente che la realizzazione di nuova offerta stradale, anche quando genera benefici ambientali di breve termine (ad esempio riducendo i livelli di congestione di nodi critici, o rettificando gli itinerari veicolari), tende comunque a rimodulare i costi di trasporto secondo modalità tali da generare, a medio-lungo termine, nuova domanda di mobilità su spostamenti dispersi e relativamente lunghi, strettamente legata all'uso dell'auto. Quest'ultimo effetto non è stato preso in esame dalle simulazioni effettuate che operano a domanda di mobilità complessiva costante.

Il tentativo di definire delle **politiche integrate**, che sappiano amplificare i benefici e ridimensionare i costi delle singole logiche di intervento, ha restituito risultati ampiamente differenziati, che rispecchiano la difficoltà di definire i corretti "dosaggi" in rapporto agli obiettivi di sostenibilità.



In alcuni casi, la giustapposizione di interventi finalizzati, da un lato, a potenziare il sistema di trasporto pubblico e, dall'altro, a sostenere comunque la domanda di trasporto privato, ha condotto a definire degli scenari *de luxe*, nei quali i costi di intervento si sommano, mentre i benefici ambientali tendono a ridimensionarsi in ragione della contraddittorietà dei segnali di costo lanciati agli automobilisti: è quanto si è verificato nello scenario bresciano, laddove l'incremento dell'offerta di sosta in centro tende a indebolire il potenziale beneficio associato alla realizzazione della metropolitana.

Relativamente più equilibrato – ma ancora insufficiente a garantire un equilibrio sia ambientale che economico – appare lo schema proposto per l'area urbana di Como che si caratterizza comunque per una più chiara e incisiva (seppur complessa dal punto di vista economico e sociale) logica di limitazione della domanda automobilistica in accesso al centro urbano. In questo caso, la problematica-chiave diventa quella di garantire livelli di efficienza del sistema di trasporto pubblico tali da non far gravare costi sociali aggiuntivi sull'utenza.

I casi di Lecco e Mantova evidenziano invece la difficoltà a superare soglie significative di riduzione dei fattori di pressione, facendo leva quasi unicamente sulla rimodulazione dell'offerta di trasporto a scala locale. In alcuni casi, gli interventi, anche combinati tra loro, si riducono a poco più che palliativi, senza riuscire a incidere sull'assetto generale della mobilità a scala urbana.

Resta evidente la necessità di sviluppare schemi internamente coerenti (sempre difficili da definire a priori) che sappiano, da un lato, garantire una migliore integrazione e complementarità fra trasporto pubblico e mobilità non motorizzata e, dall'altro, introducano strumenti anche economici per il governo della domanda di mobilità a scala urbana e regionale: primo fra tutti il road pricing. In tal senso, le simulazioni effettuate possono rappresentare una buona base per la definizione di ulteriori, più avanzati, schemi di intervento.

8.3 Prospettive per la sperimentazione di politiche di mobilità sostenibile

Lo scopo primario dello studio è quello di investigare il potenziale di un ampio spettro di misure di mobilità sostenibile al fine di orientare le logiche di supporto della Fondazione nei suoi rapporti con le Amministrazioni locali.

In questo senso, gli scenari presi in esame consentono di enucleare un insieme di campi d'azione innovativi, e potenzialmente promettenti, per la ridefinizione di logiche di governo della mobilità a scala urbana maggiormente orientate a obiettivi di sostenibilità ambientale.

A questo proposito, occorre sottolineare l'importanza di un approccio sistemico, che riesca a superare la possibile occasionalità degli interventi, per giungere a una piena integrazione delle singole esperienze-pilota nel quadro del sistema di trasporto locale. Ciò richiede, evidentemente, una particolare attenzione per le misure capaci di autoalimentarsi economicamente dopo le fasi di avvio.

Per quanto concerne innanzi tutto gli *interventi di supporto alla mobilità non motorizzata*, essi possono mantenere una certa importanza, soprattutto nelle aree urbane di medio-piccola dimensione, dove assorbono una quota maggiore della domanda di mobilità complessiva. In aree urbane di dimensioni medio-grandi, sperimentazioni specifiche possono essere avviate relativamente all'integrazione fra tali interventi e l'utilizzo del trasporto pubblico, ad esempio attraverso:

- > schemi misti pedibus/bici a scuola e trasporto pubblico (come evidenziato dal caso lecchese);
- > integrazione funzionale e tariffaria tra bike sharing e utilizzo dei sistemi di trasporto pubblico (ad esempio in connessione con i servizi ferroviari suburbani).

Il forte potenziale attribuibile, nelle aree urbane, ai sistemi di trasporto pubblico rappresenta una ragione forte per orientare l'attenzione verso questi sistemi. Considerate le problematiche del settore, le misure da sperimentare dovrebbero mirare anche, se non soprattutto, a garantire una maggiore sostenibilità economica dei singoli servizi, avviando in ciò alle carenze imprenditoriali oggi esistenti.

Il tema dei servizi capillari presenta sicuri spunti di interesse in questo senso, soprattutto se declinato in forme produttive leggere (microimprese artigiane) e/o in relazione a modalità innovative di organizzazione della clientela (associazioni di utenti).

Vale poi la pena di sviluppare le *misure a supporto delle modalità innovative di possesso/uso dell'auto*, ad esempio mediante una più stretta integrazione fra servizi di car sharing, sistemi di trasporto pubblico e offerta residenziale ("quartieri senz'auto"), oppure attraverso la sperimentazione di sistemi di car pooling, attuabili con risorse organizzative limitate, senza costi per l'amministrazione pubblica.

Lo studio effettuato non ha focalizzato l'attenzione sul tema della logistica urbana, che pure potrebbe rappresentare un terreno di approfondimento interessante, anche in relazione al tema già citato del sostegno a nuove logiche imprenditoriali.

Da ultimo, è opportuno sottolineare l'importanza crescente delle *misure di governo della mobilità* a scala urbana, volte in primo luogo a diminuire il livello di dipendenza dal mezzo motorizzato privato che contraddistingue le città lombarde. In tal senso, campi di potenziale interesse per lo sviluppo di esperienze pilota a scala urbana/suburbana possono essere:

- > l'implementazione di schemi di road pricing, eventualmente associate alla distribuzione di crediti della mobilità liberamente commerciabili tra gli automobilisti e gli utenti del trasporto pubblico;
- > lo sviluppo di una pianificazione dei tempi e degli orari maggiormente integrata con le logiche di strutturazione dell'offerta del trasporto pubblico (orari ferroviari, dei bus extraurbani, ecc...);



- > il sostegno a pratiche di mobility management d'area, volte in particolare a rispondere alle necessità di spostamento dei cittadini che lavorano presso grandi attrattori di traffico suburbani (zone industriali-artigianali, centri direzionali, centri commerciali) difficilmente servibili dal trasporto pubblico tradizionalmente strutturato.

Come si osserva, ciascun singolo campo di interesse tende a presentare punti di contatto con quasi tutti gli altri, a conferma dell'importanza di un approccio sistemico al tema della mobilità urbana sostenibile. Gli sviluppi contenuti in questo studio possono in tal senso costituire un utile punto di partenza per la definizione di schemi di intervento più sofisticati e articolati, relativi a specifiche aree.



Progetti e politiche per la mobilità urbana sostenibile - Rapporto finale - Ottobre 2012 is licensed under a Creative Commons
Attribuzione – Condividi allo stesso modo 3.0 Unported License.

doi: 10.4460/2013quaderno9



fondazione
cariplo