



9

PROGETTI E POLITICHE  
PER LA MOBILITÀ URBANA  
SOSTENIBILE

IL CASO DELL'AREA  
URBANA DI COMO

QUADERNI  
DELL'OSSERVATORIO



fondazione  
**c a r i p l o**

## PROGETTI E POLITICHE PER LA MOBILITÀ URBANA SOSTENIBILE

### IL CASO DELL'AREA URBANA DI COMO

A cura di Polinomia Srl

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

Questo quaderno è scaricabile dal sito  
[www.fondazionecariplo.it/osservatorio](http://www.fondazionecariplo.it/osservatorio)

Progetti e politiche per la mobilità urbana sostenibile - Il caso dell'area urbana di Como - is licensed under a  
Creative Commons Attribution - Condividi allo stesso modo 3.0 Unported License.

doi: 10.4460/2013quaderno9/como





# INDICE



## INDICE

<b>1. PREMESSA</b>	<b>6</b>
1.1 Oggetto dello studio di caso	6
1.2 Metodologia adottata	6
1.3 Definizione dell'area di studio	11
1.4 Articolazione del rapporto	15
<b>2. RICOSTRUZIONE DELLO STATO ATTUALE</b>	<b>16</b>
2.1 Offerta di trasporto	16
2.2 Domanda di mobilità	18
2.3 Flussi di traffico	20
2.4 Bilancio energetico - ambientale	25
<b>3 COSTRUZIONE DEGLI SCENARI DI INTERVENTO</b>	<b>32</b>
3.1 Rassegna di interventi per la mobilità sostenibile	32
3.2 Documentazione consultata	33
3.3 Schema di riferimento per la costruzione degli scenari	34
<b>4. POLITICA DI SOSTEGNO ALLA MOBILITÀ NON MOTORIZZATA</b>	<b>36</b>
4.1 Descrizione	36
4.2 Variazioni di domanda	38
4.3 Effetti sui flussi di traffico	39
4.4 Impatti ambientali	41
<b>5. POLITICA DI INCENTIVAZIONE DEL TRASPORTO COLLETTIVO</b>	<b>44</b>
5.1 Descrizione	44
5.2 Variazioni di domanda	46
5.3 Effetti sui flussi di traffico	47
5.4 Impatti ambientali	49
<b>6. POLITICA DI OTTIMIZZAZIONE DELLA MOBILITÀ PRIVATA</b>	<b>52</b>
6.1 Descrizione	52
6.2 Variazioni di domanda	54
6.3 Effetti sui flussi di traffico	55
6.4 Impatti ambientali	57
<b>7. POLITICA INTEGRATA</b>	<b>60</b>
7.1 Descrizione	60
7.2 Variazioni di domanda	61
7.3 Effetti sui flussi di traffico	63
7.4 Impatti ambientali	65



### 1.1 Oggetto dello studio di caso<sup>1</sup>

Questo studio di caso illustra i risultati delle simulazioni di traffico, effettuate sugli scenari di sostenibilità definiti nella città e nell'area urbana di Como, anche a seguito delle indicazioni ottenute dalla relativa Amministrazione Comunale.

Più specificamente, l'allegato contiene gli elementi che seguono:

- > l'identificazione dell'**area urbana** di riferimento (Comune polo + comuni di corona) e della **zonizzazione interna al Comune polo** (quartieri urbani), assunta come riferimento per lo sviluppo del bilancio energetico-ambientale relativo al caso-studio in oggetto;
- > la **descrizione dello stato di fatto**, in ordine alla generazione/distribuzione della domanda di mobilità, alla sua ripartizione per macromodo di trasporto (non motorizzato, motorizzato individuale, motorizzato collettivo), ai carichi veicolari sulla rete, ai consumi energetici e alle emissioni di inquinanti atmosferici, **a livello sia di Comune-polo che di area urbana**, considerata nel suo complesso;
- > la raccolta di **documentazione programmatica/progettuale** relativa alle trasformazioni urbanistiche e infrastrutturali attese a scala urbana (PGT, PUM, PGU) e territoriale (PTCP), nonché agli interventi in corso sul sistema della mobilità che si rendono necessari per delineare gli **scenari programmatici** oggetto della valutazione;
- > la **simulazione degli effetti delle tre politiche-base**, definite d'intesa con la Fondazione Cariplo, basate rispettivamente sul sostegno alla mobilità non motorizzata, sull'incentivazione del trasporto pubblico e sull'ottimizzazione del traffico privato;
- > la simulazione degli effetti della politica "integrata", sviluppata con l'intento di identificare il mix di interventi più efficace in ciascuna delle quattro aree urbane oggetto dello studio.

### 1.2 Metodologia adottata

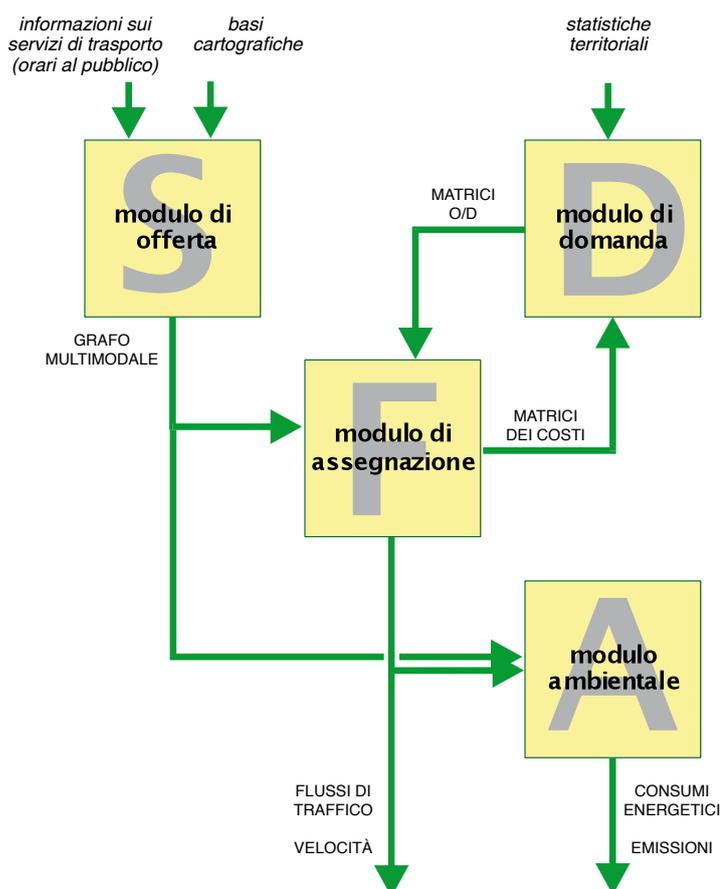
Lo strumento di analisi quantitativa, sviluppato a supporto dello studio, rappresenta un affinamento della Rete Nazionale Trasporti e Ambiente, modello multimodale del sistema di trasporto nazionale, messo a punto da Polinomia srl con il contributo del WWF Italia.

<sup>1</sup> 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](http://www.polinomia.it)), costituito da: Andrea Debernardi (coordinatore), Stefano Battaiotto, Chiara Gruppo, Emanuele Ferrara e Davide Cassinadri.  
Ha inoltre attivamente collaborato con gli autori il referente del comune oggetto degli approfondimenti territoriali, Pierantonio Lorini.

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

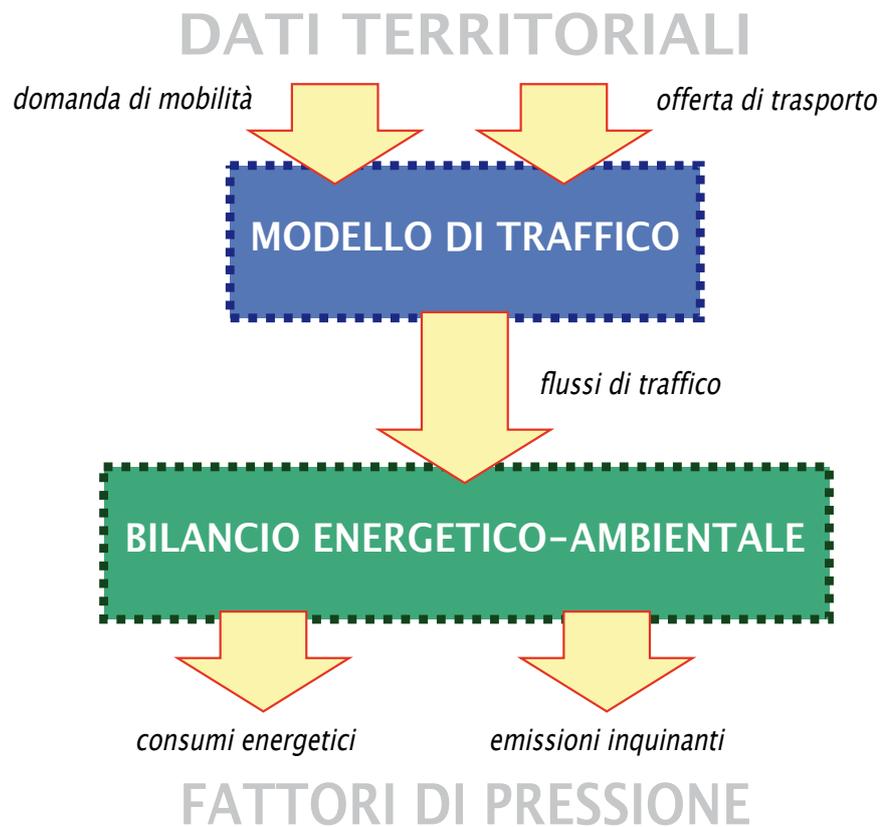
- S) **modulo di offerta**, che ricostruisce il quadro delle infrastrutture e dei servizi di trasporto esistenti (stradali e ferroviarie) descrivendole attraverso un apposito grafo;
- D) **modulo di domanda**, che identifica il numero di spostamenti, effettuati per singolo motivo, fra tutte le località di possibile origine e destinazione (matrice O/D), sia interne che 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), che 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 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:

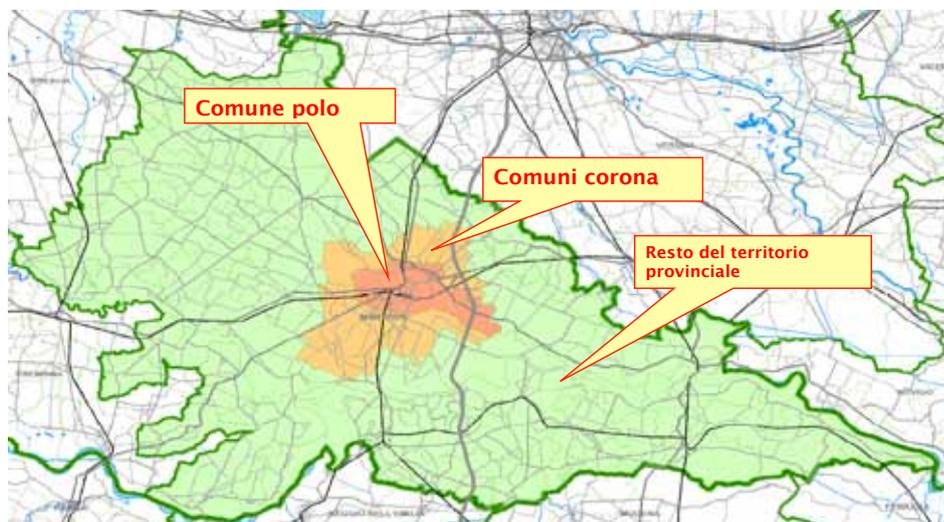
- > da un lato, alla necessità di garantire un solido legame tra i risultati ambientali del modello e le statistiche di vendita dei carburanti per autotrazione, correntemente disponibili al solo livello provinciale, che rappresentano un fondamentale parametro di validazione del modello stesso;
- > dall'altro, 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 interzonal, sia motorizzati che ciclopeditali<sup>2</sup>, 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)<sup>3</sup> 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 ciclopeditale), 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:

- <sup>2</sup> La mobilità ciclopeditale 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).
- <sup>3</sup> Vedi: Regione Lombardia; *Indagine Origine-Destinazione 2002*; a cura di ACNielsen, Cap Gemini Ernst&Young, TRT Trasporti e Territorio, Milano, 2003.

- > 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.

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/CORINAIR<sup>4</sup>, opportunamente modulati in funzione delle velocità medie di avanzamento simulate sulla rete. Per quanto concerne i servizi ferroviari, metropolitani e ferrotranviari, si è invece fatto riferimento a contributi scientifici specifici<sup>5</sup>.

I parametri considerati sono i seguenti:

- > consumi di carburanti per autotrazione (benzina, gasolio, GPL, gas naturale);
- > consumi di energia elettrica;
- > emissioni di anidride carbonica (CO<sub>2</sub>);
- > emissioni di monossido di carbonio (CO);
- > emissioni di composti organici volatili (COV);
- > emissioni di ossidi di azoto (NO<sub>x</sub>);
- > emissioni di particolato (PM).

<sup>4</sup> 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.

<sup>5</sup> 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.



I risultati ottenuti, riferiti al tipico giorno feriale, 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 dello studio.

### 1.3 Definizione dell'area di studio

L'area urbana di Como è stata delimitata sino a ricomprendere un totale di 21 Comuni (*tabella 1.1 e la figura 1.5*). Per quanto concerne invece il territorio comunale, la zonizzazione interna è riconducibile alla suddivisione amministrativa in 9 circoscrizioni, con ulteriori partizioni nelle zone centrali (città murata).

*Tabella 1.1 - Perimetrazione dell'area urbana*

Codice Istat		Comune	Sup. kmq	Popolazione residente				Dens. ab./kmq
1991	1996			1981	1991	2001	2009	
13075	13075	Como	37,34	95.571	87.059	78.680	84.812	2.271
13003	13003	Albavilla	10,55	5.075	5.517	5.938	6.207	588
13026	13026	Blevio	5,89	1.432	1.323	1.221	1.272	216
13032	13032	Brunate	1,96	1.734	1.761	1.730	1.769	903
13034	13034	Bulgarograsso	3,85	2.342	2.691	2.989	3.849	1.000
13043	13043	Capiago Intimiano	5,69	4.262	4.485	4.839	5.509	968
13053	13053	Casinate con Bernate	5,35	3.137	3.857	4.382	4.908	917
13055	13055	Cassina Rizzardi	3,45	1.803	2.095	2.379	3.167	918
13061	13061	Cavallasca	2,68	2.368	2.520	2.733	2.932	1.094
13065	13065	Cernobbio	11,72	7.728	7.233	6.662	7.132	609
13102	13102	Fino Mornasco	7,26	7.603	7.828	8.229	9.511	1.310
13110	13110	Grandate	2,75	2.778	2.917	2.901	2.914	1.060
13128	13128	Limido Comasco	4,48	1.811	2.045	2.265	3.598	803
13135	13135	Luisago	2,15	1.920	2.111	2.368	2.676	1.245
13144	13144	Maslianico	1,33	3.707	3.533	3.464	3.372	2.535
13154	13154	Montano Lucino	5,18	3.511	4.021	4.296	4.651	898
13157	13157	Montorfano	3,53	2.083	2.256	2.489	2.692	763
13206	13206	San Fermo della Battaglia	3,13	3.485	3.952	4.189	4.421	1.412
13212	13212	Senna Comasco	2,74	1.390	1.726	2.766	3.200	1.168
13222	13222	Tavernerio	11,97	5.032	5.049	5.357	5.727	478
13223	13223	Torno	7,79	1.091	1.158	1.222	1.209	155
13245	13245	Villa Guardia	7,74	5.964	5.952	6.487	7.581	979
		<b>TOTALE</b>	<b>148,53</b>	<b>159.863</b>	<b>161.089</b>	<b>157.586</b>	<b>173.109</b>	<b>1.165</b>

## COMUNE POLO

N.	Comune	Sup.	Popolazione residente				Dens.
		kmq	1981	1991	2001	2009	ab./kmq
1	Albate-Muggiò-Acquanera	4,97	8.288	7.715	7.838	7.949	1.599
2	Lora	1,59	3.160	3.121	2.954	2.799	1.760
3	Camerlata-Rebbio-Breccia-Prestino	8,24	19.462	18.710	17.595	18.447	2.239
4	Camnago Volta	1,55	1.065	936	1.155	1.442	930
5	Como Est-Como Nord	2,78	16.306	13.419	12.163	12.165	4.376
6	Como Borghi	2,01	15.555	13.498	12.955	13.197	6.566
7	Como Centro-Como Ovest	3,36	14.692	11.513	10.459	10.722	3.191
8	M.te Olimpino-P.te Chiasso-Sagnino-Tavernola	6,82	16.052	16.629	15.813	15.820	2.320
9	Garzola-Civiglio	3,62	1.451	1.457	1.505	1.544	427
	<b>TOTALE</b>	<b>34,94</b>	<b>96.031</b>	<b>86.998</b>	<b>82.437</b>	<b>84.085</b>	<b>2.407</b>

Nel complesso, dunque, l'area urbana di Como risulta suddivisa in 30 zone di traffico come indicato nella tabella seguente.

Tabella 1.2 - Zonizzazione dell'area urbana

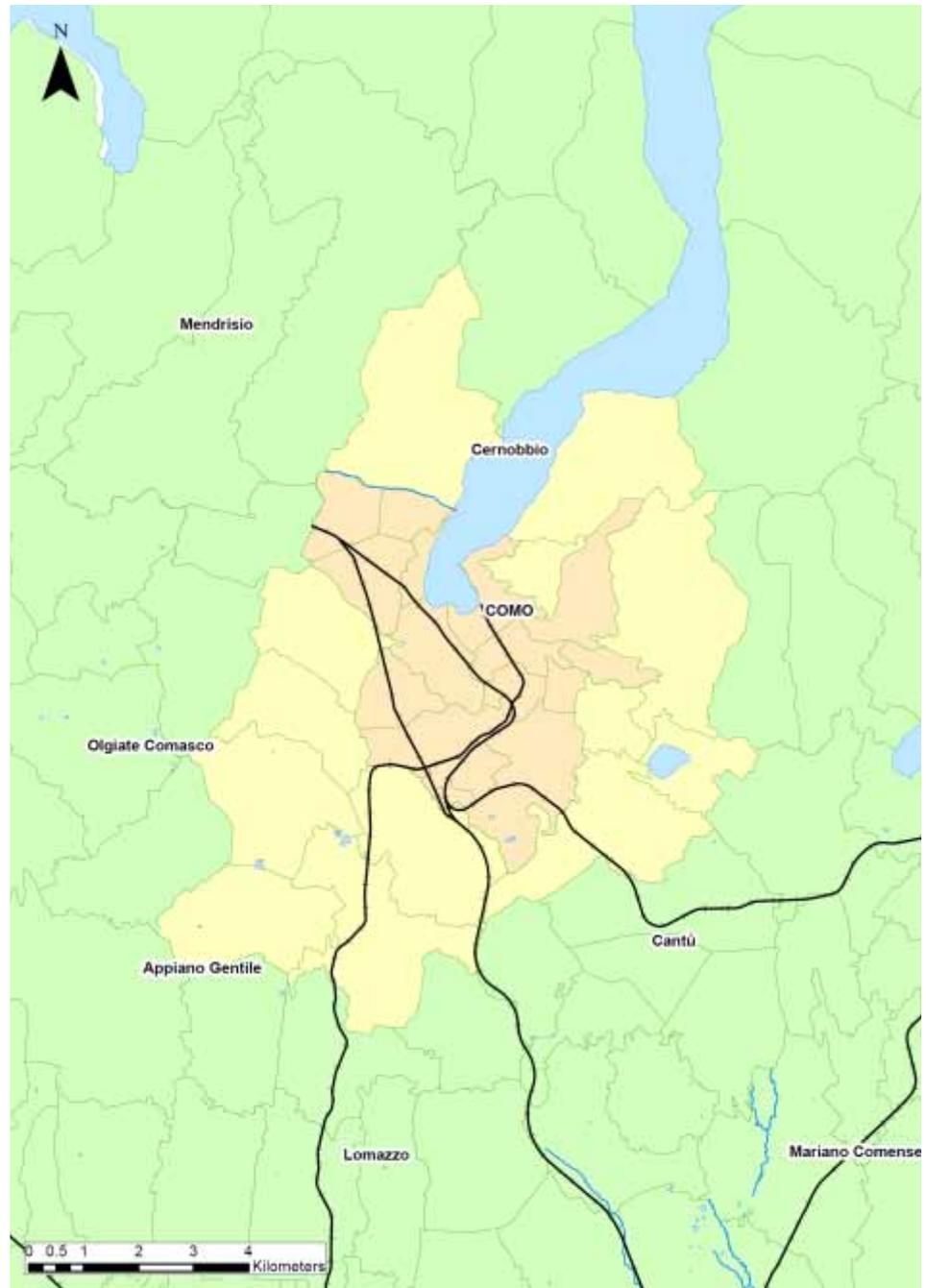
AREA URBANA DI COMO						
Componente	Comuni n.	Zone n.	Sup. kmq	Popolazione residente		incr.
				2001	2009	%
Polo urbano	1	17	37,34	78.680	84.812	+7,8%
Corona	21	13	111,19	78.906	88.297	+11,9%
<b>TOTALE</b>	<b>22</b>	<b>30</b>	<b>148,53</b>	<b>157.586</b>	<b>173.109</b>	<b>+9,9%</b>
% polo su totale	5%	57%	25%	50%	49%	



Figura 1.4 - Zonizzazione provinciale



Figura 1.5 - Zonizzazione comune polo e area urbana





## 1.4 Articolazione del rapporto

I contenuti dell'allegato verranno descritti secondo l'organizzazione logica che segue:

- > descrizione dello stato di fatto (capitolo 2);
- > documentazione consultata e sviluppo degli scenari di intervento (capitolo 3);
- > simulazione della politica di sostegno alla mobilità non motorizzata (capitolo 4);
- > simulazione della politica di incentivazione del trasporto collettivo (capitolo 5);
- > simulazione della politica di ottimizzazione del traffico privato (capitolo 6);
- > simulazione della politica "integrata" (capitolo 7).

## 2.1 Offerta di trasporto

La ricostruzione della funzionalità attuale del sistema di trasporto è stata ottenuta sviluppando un grafo stradale rappresentativo di tutte le categorie di strada (autostrade, strade principali<sup>6</sup>, strade secondarie, strade locali), nonché della rete del trasporto pubblico urbano<sup>7</sup> e di quella atta a supportare i movimenti ciclopdonali<sup>8</sup>.

Nel complesso, il modello descrive oltre 200 km di rete all'interno del Comune polo, e quasi 450 nell'insieme dell'area urbana (tabella 2.1). Tale estensione, corrispondente a circa 1/4 del totale provinciale, è costituita in prevalenza di strade locali, con una presenza tuttavia non trascurabile delle strade principali e secondarie. Più limitata risulta invece l'estensione della rete autostradale.

Tabella 2.1 - Rete stradale del comune polo e dell'area urbana

Classe/Rete	Area Urbana			Resto Provincia	Totale
	Comune Polo	Corona	Totale		
2 Rete autostradale	15,5	11,2	26,7	20,9	47,6
3 Rete primaria	56,7	39,7	96,4	272,8	369,2
4 Rete secondaria	37,5	54,1	91,7	496,8	588,5
5 Rete locale	92,8	134,7	227,5	807,6	1035,2
<b>TOTALE</b>	<b>202,6</b>	<b>239,7</b>	<b>442,3</b>	<b>1598,2</b>	<b>2040,5</b>

Nota: il valore si riferisce alla lunghezza totale per senso di marcia

Per quanto riguarda la rete del trasporto pubblico (tab.2.ii), le 11 linee urbane presentano un'estesa cumulata di quasi 260 km sulla quale sono modellizzate circa 800 corse/giorno, per un totale di quasi 8.500 veicoli-km/giorno.

I servizi ferroviari sono stati invece raggruppati in 9 linee, con un'estesa di 650 km e meno di 200 corse/giorno, per un'offerta complessiva di circa 23 mila treni-km/giorno.

- 6 Le strade principali collegano il Comune-polo ai capoluoghi provinciali contermini, quelle secondarie garantiscono invece le connessioni con i principali poli urbani interni al territorio provinciale.
- 7 La rete del trasporto pubblico urbano è stata descritta sovrapponendo ciascuna linea al grafo stradale, e descrivendola mediante i tempi di percorrenza e le frequenze desunte dall'orario al pubblico di un normale giorno feriale lavorativo/scolastico. Tale rete è integrata con i servizi ferroviari di ogni rango transitanti sulle ferrovie ricomprese nel territorio provinciale.
- 8 La rete dei percorsi ciclopdonali è stata descritta inserendo nel grafo stradale un parametro atto a rappresentare il livello di protezione esistente su ciascun arco stradale. Tale livello è massimo nel caso di percorsi dedicati a pedoni e ciclisti, separati dalla rete aperta alla circolazione veicolare, e minimo per la circolazione promiscua lungo le strade principali. Il medesimo parametro è stato impiegato per introdurre specifici divieti di circolazione di pedoni e ciclisti sulle autostrade e sulle superstrade.

Tabella 2.2 - Rete del trasporto pubblico

Linee	Num	Lungh. km	Corse n.	Offerta		Vel.comm. km/h
				vkm/g	vh/g	
Metropolitane	0	0	0	0,00	0,0	0,00
Tramviarie	0	0	0	0,00	0,0	0,00
Funicolari	1	2	110	107	8,9	12,00
Automobilistiche	10	256	665	8.316	360,4	23,08
Navigazione	0	0	0	0	0,0	0,00
<b>Totale urbano</b>	<b>11</b>	<b>258</b>	<b>775</b>	<b>8.423</b>	<b>369,3</b>	<b>22,81</b>
Ferrovie	9	650	184	6.156	154,9	39,74
<b>TOTALE</b>	<b>20</b>	<b>908</b>	<b>959</b>	<b>14.579</b>	<b>524,2</b>	<b>27,81</b>

Figura 2.1 - Grafo stradale - stato di fatto



## 2.2 Domanda di mobilità

La domanda di mobilità, che in un normale giorno feriale, interessa il comune-polo e l'area urbana, è stata desunta dall'indagine O/D della Regione Lombardia, opportunamente aggiornata sulla base dei dati anagrafici relativi all'anno 2009. L'analisi di questo dato è avvenuta facendo riferimento ai soli spostamenti di andata, in modo tale da poter distinguere i luoghi di generazione da quelli di attrazione della mobilità. Le successive assegnazioni hanno tenuto conto anche dei corrispondenti ritorni a casa. Come si osserva nella tabella 2.3, l'area urbana di Brescia è interessata da circa 360 mila spostamenti/giorno (sola andata) di cui 171 mila interni all'area urbana, 118 mila in entrata e 71 mila in uscita. Facendo riferimento al solo comune capoluogo, gli spostamenti interni sono 71 mila, quelli in entrata 155 mila e quelli in uscita 83 mila.

Tabella 2.3. - Matrici origine/destinazione – giorno feriale (spostamenti di sola andata)

Matrici OD veicoli leggeri (esclusi i ritorni a casa)					
	n° di veicoli				
	Comune	Corona	Resto Prov	Esterno	TOTALE
Comune	35.034	10.183	9.821	9.482	64.520
Corona	23.541	38.103	23.712	11.447	96.803
Resto Prov	36.194	27.599	320.268	106.390	490.452
Esterno	16.268	4.640	68.023	2.025.059	2.113.989
<b>TOTALE</b>	<b>111.037</b>	<b>80.525</b>	<b>421.824</b>	<b>2.152.377</b>	<b>2.765.763</b>

Matrici OD veicoli pesanti (esclusi i ritorni a casa)					
	n° di veicoli				
	Comune	Corona	Resto Prov	Esterno	TOTALE
Comune	0	83	112	221	417
Corona	165	629	542	571	1.907
Resto Prov	458	739	10.811	6.315	18.323
Esterno	346	222	4.071	129.692	134.332
<b>TOTALE</b>	<b>969</b>	<b>1.674</b>	<b>15.536</b>	<b>136.800</b>	<b>154.979</b>



Matrice OD passeggeri TPL (esclusi i ritorni a casa)					
	n° di passeggeri				
	Comune	Corona	Resto Prov	Esterno	TOTALE
Comune	11.198	476	535	3.421	15.630
Corona	6.936	1.535	1.086	2.565	12.122
Resto Prov	12.044	941	15.278	17.348	45.611
Esterno	2.777	261	3.676	241.135	247.850
<b>TOTALE</b>	<b>32.954</b>	<b>3.213</b>	<b>20.575</b>	<b>264.470</b>	<b>321.212</b>

	Quota modale				
	Comune	Area Urbana	Provincia	Esterno	TOTALE
Comune	16%	4%	5%	23%	14%
Area Urbana	19%	3%	4%	16%	9%
Provincia	21%	3%	4%	12%	7%
Esterno	12%	5%	4%	8%	8%
<b>TOTALE</b>	<b>17%</b>	<b>3%</b>	<b>4%</b>	<b>9%</b>	<b>8%</b>

Matrice OD spost. non motorizzati (esclusi i ritorni a casa)					
	n° di spostamenti				
	Comune	Corona	Resto Prov	Esterno	TOTALE
Comune	15.009	300	16	181	15.507
Corona	505	4.143	107	210	4.964
Resto Prov	1.618	283	36.434	1.471	39.806
Esterno	252	38	2.048	169.442	171.781
<b>TOTALE</b>	<b>17.383</b>	<b>4.764</b>	<b>38.605</b>	<b>171.306</b>	<b>232.058</b>

	Quota modale				
	Comune	Area Urbana	Provincia	Esterno	TOTALE
Comune	21%	2%	0%	1%	14%
Area Urbana	1%	8%	0%	1%	4%
Provincia	3%	1%	8%	1%	6%
Esterno	1%	1%	2%	6%	6%
<b>TOTALE</b>	<b>9%</b>	<b>5%</b>	<b>7%</b>	<b>6%</b>	<b>6%</b>

Matrice OD spost. non motorizzati (esclusi i ritorni a casa)					
	passeggeri/giorno				
	Comune	Corona	Resto Prov	Esterno	TOTALE
Comune	44.494	11.409	10.902	11.215	78.020
Corona	29.863	44.699	27.418	13.168	115.149
Resto Prov	44.087	31.764	380.721	123.251	579.822
Esterno	19.863	5.030	79.513	2.439.156	2.543.562
<b>TOTALE</b>	<b>138.307</b>	<b>92.901</b>	<b>498.554</b>	<b>2.586.790</b>	<b>3.316.553</b>

	Quota modale				
	Comune	Area Urbana	Provincia	Esterno	TOTALE
Comune	63%	94%	95%	76%	71%
Area Urbana	80%	89%	96%	83%	87%
Provincia	76%	96%	88%	87%	87%
Esterno	87%	94%	93%	86%	86%
<b>TOTALE</b>	<b>73%</b>	<b>92%</b>	<b>89%</b>	<b>86%</b>	<b>86%</b>

Matrice OD spost. non motorizzati (esclusi i ritorni a casa)					
	n° di passeggeri				
	Comune	Corona	Resto Prov	Esterno	TOTALE
Comune	70.701	12.185	11.453	14.818	109.156
Corona	37.303	50.377	28.611	15.944	132.235
Resto Prov	57.749	32.988	432.432	142.070	665.239
Esterno	22.892	5.329	85.237	2.849.734	2.963.192
<b>TOTALE</b>	<b>188.644</b>	<b>100.878</b>	<b>557.734</b>	<b>3.022.566</b>	<b>3.869.822</b>

### 2.3 Flussi di traffico

Il modello di simulazione del traffico si basa su assegnazioni separate per la domanda ciclopedonale, per quella motorizzata privata e per quella orientata sul trasporto pubblico.

Per quanto concerne il **traffico non motorizzato**<sup>9</sup>, il modello ha consentito di stimare un totale di circa 78 mila passeggeri-km a livello di Comune polo, che diventano quasi 120 mila considerando l'area urbana nel suo complesso (tabella 2.4).

Questa componente di traffico ha carattere eminentemente locale, e tende a concentrarsi soprattutto in Convalle e nei comparti sud-occidentali relativamente pianeggianti del territorio comunale (tabella 2.5).

Tabella 2.4. - Volumi di traffico – mobilità non motorizzata

#### COMUNE POLO

	Km	Vkm/giorno			Vh/giorno Totale	Velocità media Km/h
		Leggeri	Pesanti	Totale		
2 Rete autostradale	0	0	0	0	0	0
3 Rete primaria	54	31.476	0	31.476	3.165	10
4 Rete secondaria	36	15.534	0	15.534	1.393	11
5 Rete locale	93	30.552	0	30.552	2.578	12
<b>TOTALE</b>	<b>183</b>	<b>77.562</b>	<b>0</b>	<b>77.562</b>	<b>7.136</b>	<b>11</b>

#### AREA URBANA

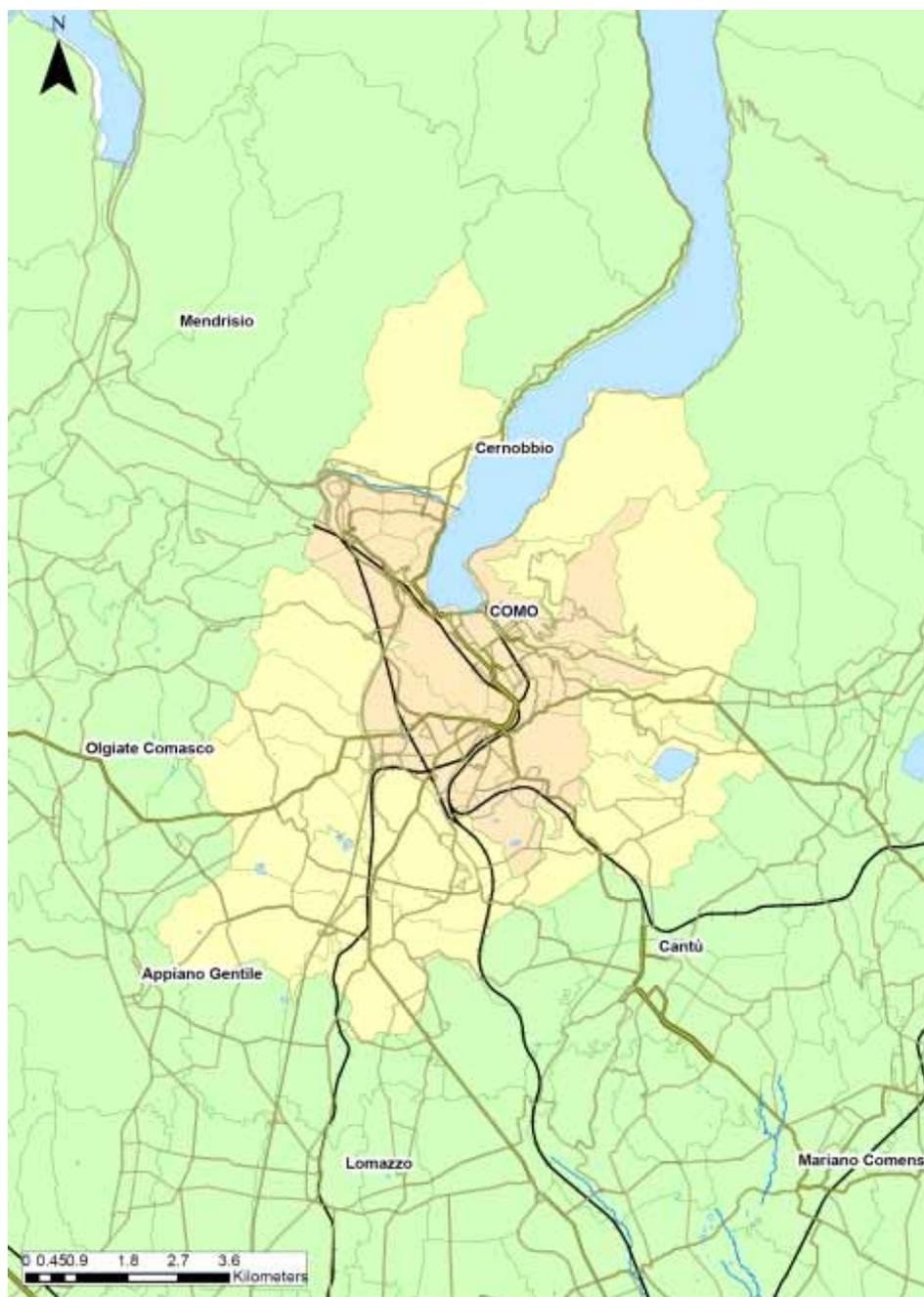
	Km	Vkm/giorno			Vh/giorno Totale	Velocità media Km/h
		Leggeri	Pesanti	Totale		
2 Rete autostradale	0	0	0	0	0	0
3 Rete primaria	92	36.140	0	36.140	3.684	10
4 Rete secondaria	92	26.588	0	26.588	2.369	11
5 Rete locale	228	55.299	0	55.299	4.725	12
<b>TOTALE</b>	<b>411</b>	<b>118.027</b>	<b>0</b>	<b>118.027</b>	<b>10.778</b>	<b>11</b>

#### PROVINCIA

	Km	Vkm/giorno			Vh/giorno Totale	Velocità media Km/h
		Leggeri	Pesanti	Totale		
2 Rete autostradale	0	0	0	0	0	0
3 Rete primaria	348	101.325	0	101.325	10.207	10
4 Rete secondaria	586	99.897	0	99.897	9.706	10
5 Rete locale	1.035	148.188	0	148.188	13.273	11
<b>TOTALE</b>	<b>1.969</b>	<b>349.410</b>	<b>0</b>	<b>349.410</b>	<b>33.185</b>	<b>11</b>

<sup>9</sup> Si ricorda che la banca-dati della Regione Lombardia include i soli spostamenti pedonali di durata non inferiore a 20 minuti. Tale componente pertanto esclude tutta la mobilità di vicinato.

Figura 2.2 - Flussi di traffico – mobilità non motorizzata



Per quanto concerne invece la **mobilità motorizzata individuale**, si stima che essa determini un volume di traffico pari a circa 1,8 milioni di veicoli-km/giorno a livello di Comune-polo e di quasi 3,5 a livello di area urbana (tabella 2.5).

Questo traffico tende a concentrarsi abbastanza sulla rete autostradale e sulle strade principali (in primo luogo la tangenziale) a fronte di un impegno della rete locale complessivamente di minore entità (figura 2.3).

Tabella 2.5. - Volumi di traffico – mobilità motorizzata individuale

## COMUNE POLO

Classe/Rete	Km	Vkm/giorno			Vh/giorno Totale	Velocità media Km/h
		Leggeri	Pesanti	Totale		
2 Rete autostradale	15	431.156	108.542	539.699	6.338	85
3 Rete primaria	57	694.674	35.994	730.668	25.480	29
4 Rete secondaria	38	243.195	14.629	257.824	6.436	40
5 Rete locale	93	298.595	6.523	305.118	11.538	26
<b>TOTALE</b>	<b>203</b>	<b>1.667.620</b>	<b>165.688</b>	<b>1.833.308</b>	<b>49.792</b>	<b>37</b>

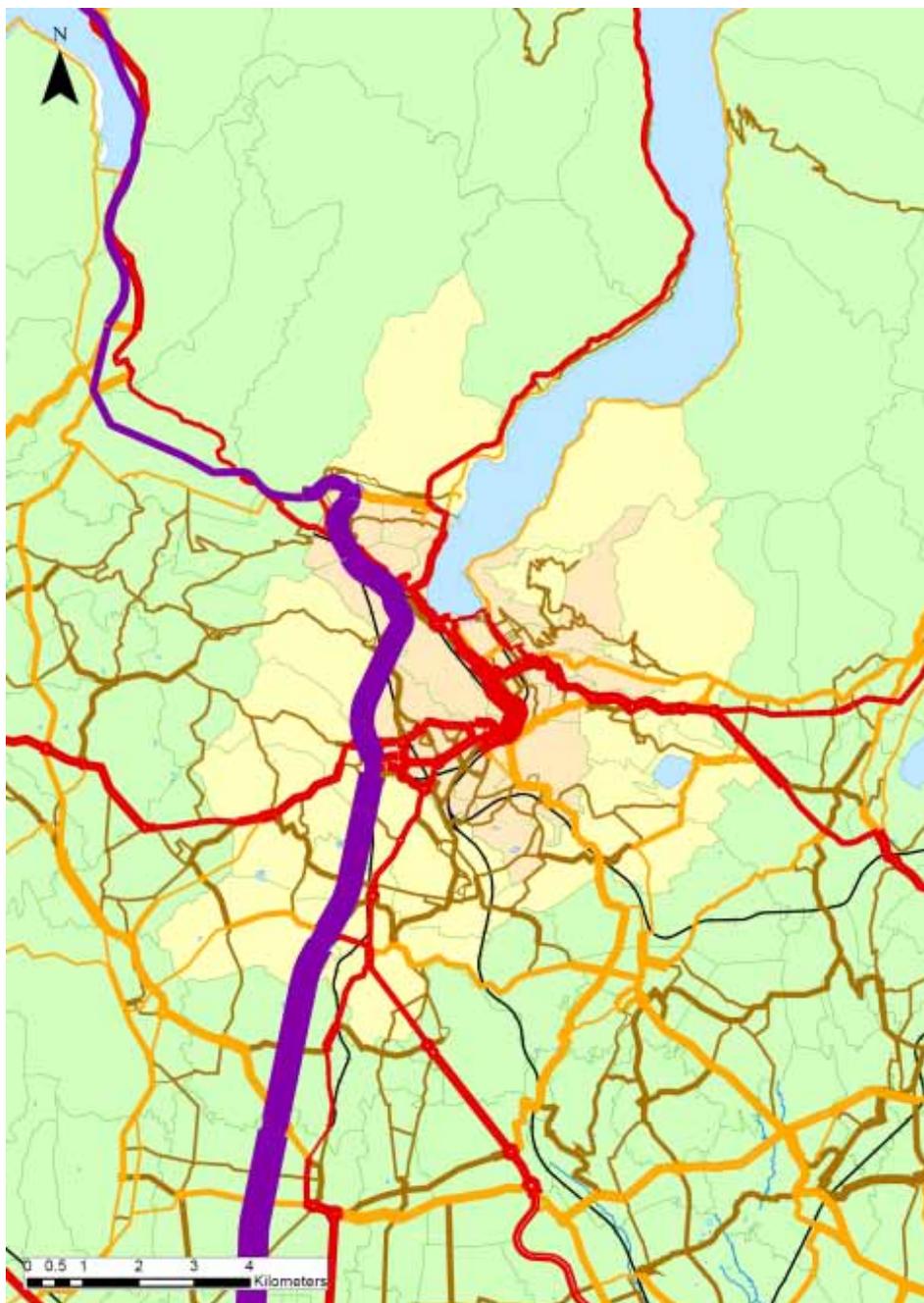
## AREA URBANA

Classe/Rete	Km	Vkm/giorno			Vh/giorno Totale	Velocità media Km/h
		Leggeri	Pesanti	Totale		
2 Rete autostradale	27	785.365	190.402	975.769	11.777	83
3 Rete primaria	96	1.064.971	69.853	1.134.824	37.410	30
4 Rete secondaria	92	535.046	29.608	564.654	14.887	38
5 Rete locale	228	750.931	28.496	779.426	25.526	31
<b>TOTALE</b>	<b>442</b>	<b>3.136.313</b>	<b>318.359</b>	<b>3.454.673</b>	<b>89.601</b>	<b>39</b>

## PROVINCIA

Classe/Rete	Km	Vkm/giorno			Vh/giorno Totale	Velocità media Km/h
		Leggeri	Pesanti	Totale		
2 Rete autostradale	48	1.555.742	362.928	1.918.671	23.667	81
3 Rete primaria	369	2.802.538	270.164	3.072.702	87.507	35
4 Rete secondaria	588	3.087.090	356.170	3.443.260	90.332	38
5 Rete locale	1.035	2.693.573	222.077	2.915.650	77.011	38
<b>TOTALE</b>	<b>2.040</b>	<b>10.138.943</b>	<b>1.211.338</b>	<b>11.350.284</b>	<b>278.516</b>	<b>41</b>

Figura 2.3 - Flussi di traffico – mobilità motorizzata individuale

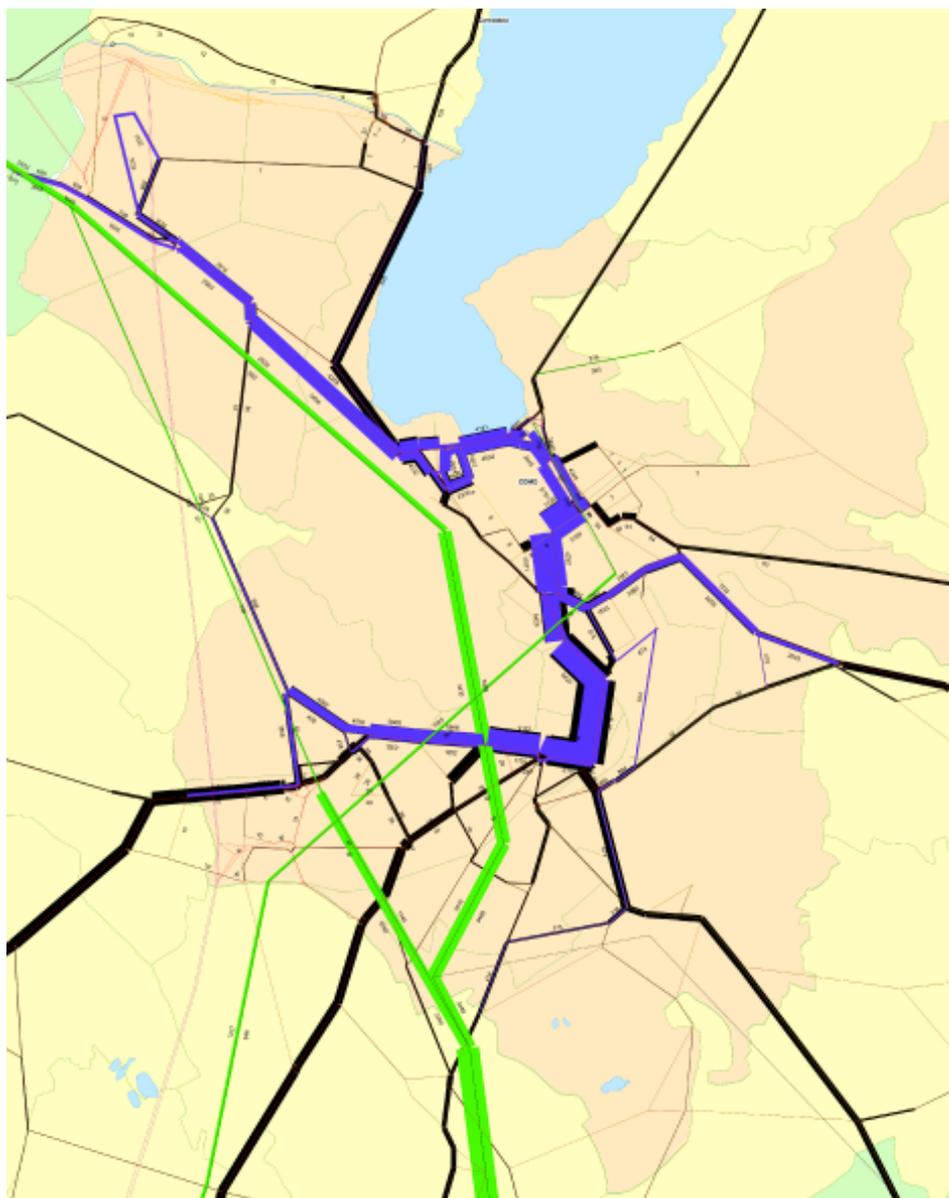


Da ultimo, si stima che il trasporto pubblico urbano supporti un volume di circa 230 mila passeggeri-km/giorno, con una netta prevalenza degli itinerari di accesso alla Convalle (tabella 2.6, figura 2.4).

Tabella 2.6. - Volumi di traffico – mobilità motorizzata collettiva

Linee	Pass	Pass*km	Dist media	Pass*ora	Vel. Media
Metropolitane	0	0	0,00	0	0,00
Tramviarie	0	0	0,00	0	0,00
Funicolari	629	610	0,97	51	11,98
Automobilistiche	<b>52.616</b>	<b>227.915</b>	<b>4,33</b>	<b>8.273</b>	<b>27,55</b>
Navigazione	0	0	0	0	0,00
<i>Totale urbano</i>	<i>53.245</i>	<i>228.525</i>	<i>5,30</i>	<i>8324,3</i>	<i>27,45</i>
Ferrovie	202.336	5.520.189	27,28	112.560	49,04
<b>TOTALE</b>	<b>255.581</b>	<b>5.748.714</b>	<b>22,49</b>	<b>120.885</b>	<b>47,56</b>

Figura 2.4. - Flussi di traffico – mobilità motorizzata collettiva





## 2.4 Bilancio energetico - ambientale

La stima dei consumi energetici e delle emissioni atmosferiche, associata ai volumi di traffico descritti nel precedente paragrafo, è avvenuta applicando loro opportuni coefficienti unitari, tratti dalla banca-dati europea COPERT/CORINAIR, opportunamente adattata al parco veicolare effettivamente circolante nell'area di studio.

A tale proposito, si è dapprima esaminato l'andamento storico dei livelli di motorizzazione nel comune polo e nel complesso del territorio provinciale (figura 2.5), procedendo quindi a identificare l'articolazione del parco veicolare per tipo di alimentazione (benzina, gasolio, GPL, metano), cilindrata/portata, anno di immatricolazione e classe di omologazione. In tal modo è stato possibile ricostruire le funzioni dei consumi e delle emissioni in funzione della velocità di avanzamento del flusso veicolare (figure 2.6 e 2.7).

Figura 2.5 - Parco veicolare circolante - Comune polo e totale provincia

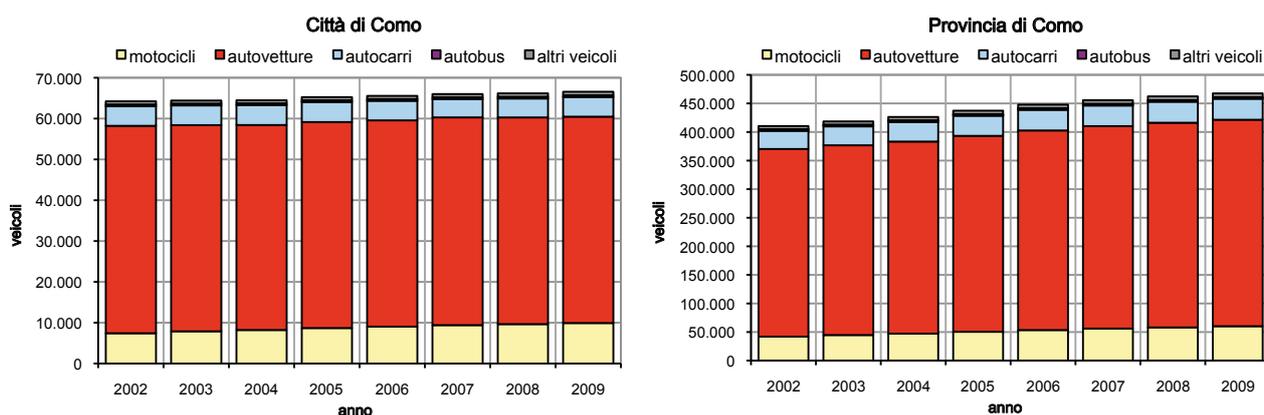


Figura 2.6 - Ricostruzione dei coefficienti unitari di consumo/emissione - veicoli leggeri

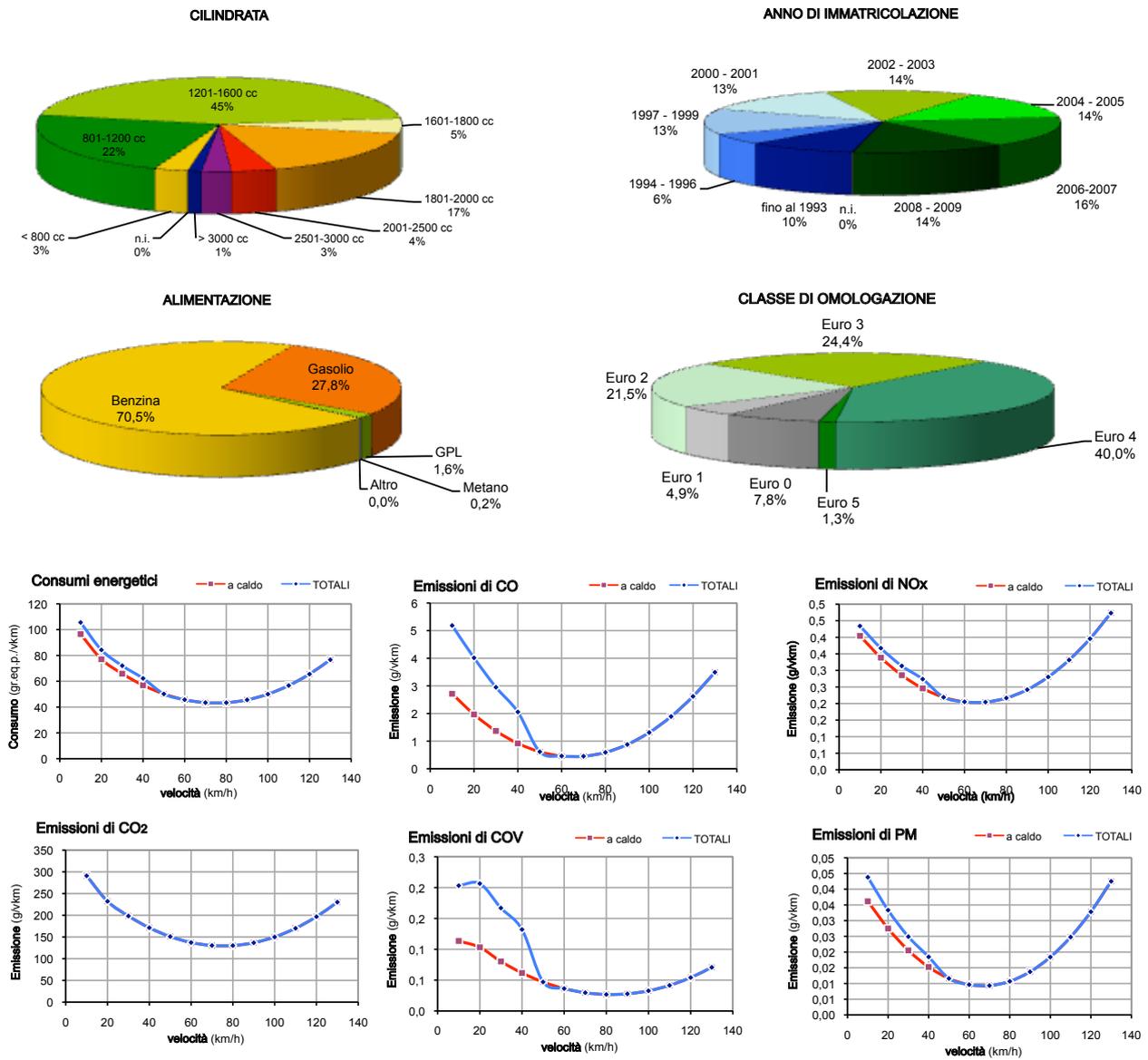
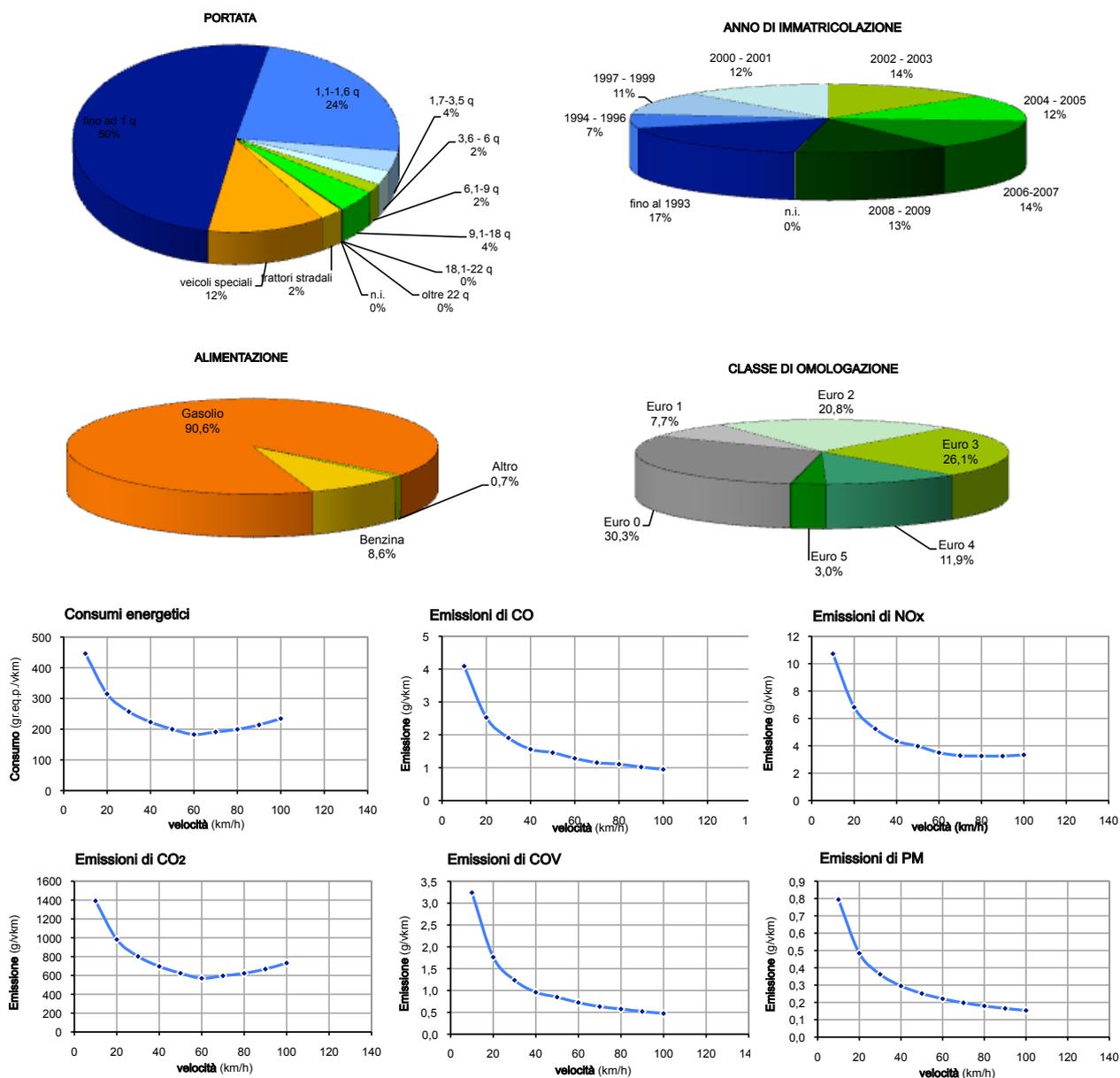




Figura 2.7 - Ricostruzione dei coefficienti unitari di consumo/emissione - veicoli pesanti



Allo scopo di validare il modello anche sotto il profilo energetico/ambientale, il risultato ottenuto è stato confrontato con le statistiche di vendita dei carburanti per autotrazione, desunte dal Bollettino Petroliero. Considerata la struttura del dato disponibile, tale confronto è stato effettuato alla scala provinciale (figura 2.8).

Figura 2.8 - Vendita di carburanti per autotrazione - totale provincia

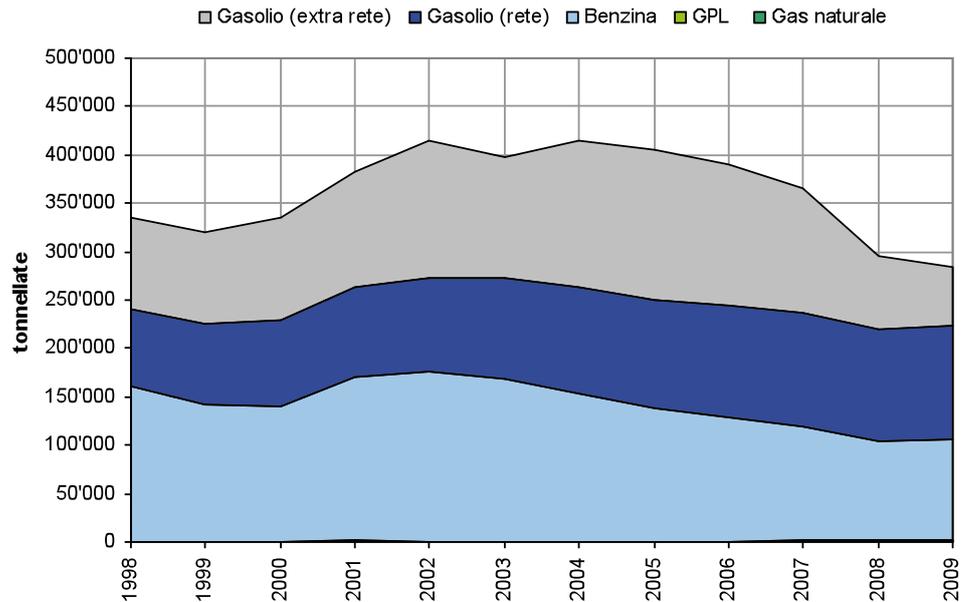


Figura 2.9 - Vendita di benzina per autotrazione - totale provincia

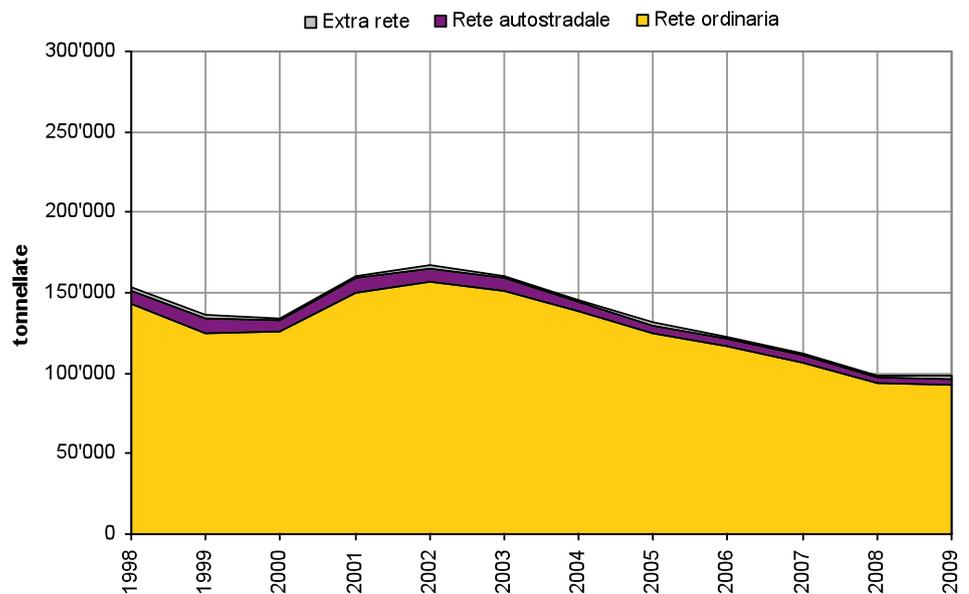


Tabella 2.7 - Vendita di benzina per autotrazione – totale provincia

BENZINA AUTOTRAZIONE							
Categoria	t						
	1998	2000	2005	2006	2007	2008	2009
Rete ordinaria	142.623	125.623	124.452	116.708	106.296	94.034	92.598
Rete autostradale	9.004	7.510	5.177	4.693	4.403	3.845	4.086
Extra rete	1.525	779	1.841	911	943	568	1.919
<b>Totale</b>	<b>153.152</b>	<b>133.912</b>	<b>131.470</b>	<b>122.312</b>	<b>111.642</b>	<b>98.447</b>	<b>98.603</b>
000 tep	160,8	140,6	138,0	128,4	117,2	103,4	103,5

Figura 2.10 - Vendita di gasolio per autotrazione – totale provincia

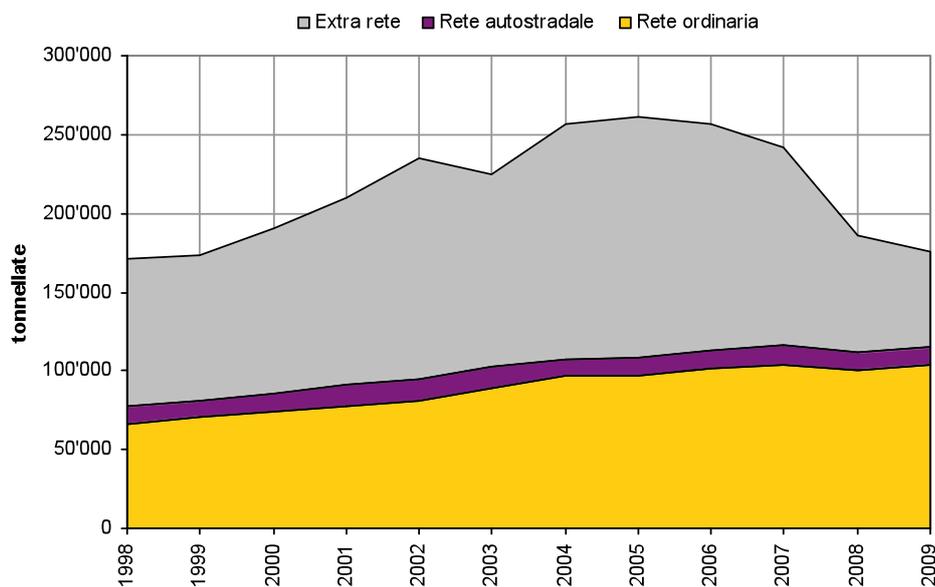


Tabella 2.8 - Vendita di gasolio per autotrazione – totale provincia

GASOLIO AUTOTRAZIONE							
Categoria	t						
	1998	2000	2005	2006	2007	2008	2009
Rete ordinaria	65.860	74.547	97.057	101.342	103.752	100.751	103.698
Rete autostradale	11.751	11.464	11.366	11.370	12.383	11.406	11.968
Extra rete	93.690	104.150	152.727	143.956	125.645	73.961	60.473
<b>Totale</b>	<b>171.301</b>	<b>190.161</b>	<b>261.150</b>	<b>256.668</b>	<b>241.780</b>	<b>186.118</b>	<b>176.139</b>
000 tep	179,9	199,7	274,2	269,5	253,9	195,4	184,9

Nel complesso, si stima che in un normale giorno ferialo il sistema di trasporto dell'area urbana di Como presenti un consumo energetico di circa 350 tep, di cui 185 (53%) afferenti al solo comune polo. Ciò corrisponde all'emissione di circa 1.000 t/giorno di CO<sub>2</sub>, di cui poco meno di 550 afferenti al capoluogo (tabella 2.9).

*Tabella 2.9 - Stima dei consumi energetici e delle emissioni atmosferiche – comune polo e area urbana*

Modello di traffico Como STATISTICHE STATO DI FATTO						
Categoria	Emissioni					
	Consumi tep/giorno	CO <sub>2</sub> t/giorno	CO kg/giorno	COV kg/giorno	NOX kg/giorno	PM kg/giorno
COMUNE POLO						
Rete autostradale	48,4	148,1	529,0	80,0	521,8	27,6
Rete primaria	75,5	217,4	2.109,0	172,0	548,4	39,1
Rete secondaria	25,6	73,4	648,6	57,5	186,9	12,6
Rete locale	36,1	101,2	1.274,4	82,1	208,2	16,4
<b>TOTALE</b>	<b>185,5</b>	<b>540,1</b>	<b>4.561,0</b>	<b>391,5</b>	<b>1.465,3</b>	<b>95,8</b>
AREA URBANA						
Rete autostradale	87,6	267,7	1.023,6	146,4	934,7	49,9
Rete primaria	121,0	349,4	3.253,9	289,1	945,3	66,7
Rete secondaria	58,3	168,1	1.456,5	126,2	416,7	28,3
Rete locale	85,7	244,2	2.573,3	191,6	560,1	40,9
<b>TOTALE</b>	<b>352,6</b>	<b>1.029,4</b>	<b>8.307,3</b>	<b>753,3</b>	<b>2.856,7</b>	<b>185,8</b>
<i>Trasporto pubblico</i>	2,8	8,8	22,7	61,2	15,8	4,3
<b>TOTALE</b>	<b>355,4</b>	<b>1.038,2</b>	<b>8.330,0</b>	<b>814,5</b>	<b>2.872,5</b>	<b>190,2</b>
<i>% comune-polo</i>	53%	52%	55%	52%	51%	52%



### 3.1 Rassegna di interventi per la mobilità sostenibile

Gli scenari di intervento sono stati definiti incrociando le informazioni raccolte su due distinti livelli:

- > una rassegna delle buone pratiche in tema di mobilità sostenibile;
- > la verifica delle misure già attuate o programmate nell'area di studio.

Per quanto concerne la rassegna delle buone pratiche, le numerose misure potenzialmente adottabili per costruire politiche di sostenibilità sono state raccolte nelle cinque grandi categorie che seguono.

#### INTERVENTI DI CARATTERE TECNOLOGICO

*Questa categoria raggruppa tutti gli interventi di modifica o adeguamento delle tecnologie di trazione, finalizzate a ridurre l'impatto ambientale (consumi energetici, emissioni di inquinanti atmosferici, 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...).*

#### REGOLAZIONE DEL TRAFFICO PRIVATO

*Questi interventi includono le normali politiche di controllo della circolazione a scala urbana (modifica/potenziamento della rete stradale, limitazioni all'uso dell'auto, moderazione del traffico, tariffazione della sosta e degli accessi urbani, ecc...) ma anche le misure volte a innovare le modalità d'uso dei mezzi privati (car sharing, car pooling).*

#### POTENZIAMENTO E INCENTIVAZIONE DEL TRASPORTO PUBBLICO

*Questo gruppo di interventi include tutte le misure volte a potenziare il sistema di trasporto pubblico (sviluppo delle reti, nuovi sistemi in sede propria, parcheggi scambiatori) o a favorirne l'utilizzo da parte della cittadinanza (integrazione tariffaria, informazione).*

#### PROTEZIONE DELLA MOBILITA' NON MOTORIZZATA

*Questo gruppo di interventi include tutte le misure volte a proteggere e incentivare la mobilità pedonale (aree pedonali, pedibus...) e ciclabile (sviluppo delle reti ciclabili, servizi di bike sharing).*

#### GOVERNO DELLA DOMANDA DI MOBILITA'

*Questo gruppo di interventi include tutte le misure volte a limitare o a riorientare la domanda di mobilità, in forme più sostenibili rispetto alle modalità attuali: rimodulazione dei tempi e degli orari delle città, mobility management, pianificazione urbanistica e localizzazione di grandi attrattori di traffico, telelavoro e teleservizi, schemi di tariffazione degli accessi associati alla distribuzione di "crediti della mobilità", ecc...*



### 3.2 Documentazione consultata

Nel corso dello studio, si è proceduto a raccogliere la documentazione programmatica relativa alle misure di governo del sistema di trasporto, finalizzate in ciascuna area alla definizione delle politiche per la mobilità urbana sostenibile.

L'elenco della documentazione consultata è indicato nella tabella 3.1.

In fase di impostazione dello studio, si è provveduto a verificare la disponibilità pregressa (nell'archivio Polinomia o sul web) della documentazione programmatica di base, costituita dallo strumento urbanistico comunale vigente (PRG o PGT), dal Piano Urbano della Mobilità (PUM) e dal Piano Generale del Traffico Urbano (PGTU), nonché dal Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (PTCP).

*Tabella 3.1 - Documentazione programmatica consultata per la costruzione degli scenari di intervento*

Documento	Aggiornamento	Disponibilità			Fonti
		Da reperire	Da verificare	Già a disposizione	
PGT	In fase di redazione		X		
PGTU	1996			X	Polinomia
PUT			X		
PUM	2003		X		
PTCP	2006			X	Provincia
Programma Triennale dei Servizi di Trasporto Pubblico	2006-2008			X	web
Piano Particolareggiato TPL	2003			X	Polinomia
Studio di fattibilità della metrotramvia	2004			X	Polinomia
Progetto bike sharing	finanziato			X	Polinomia
Piano della ciclabilità			X		
Pedibus				X	web
Piano Urbano dei Parcheggi	in fase di redazione		X		

### 3.3 Schema di riferimento per la costruzione degli scenari

La costruzione degli scenari di intervento è avvenuta tenendo conto delle numerose interrelazioni sistemiche esistenti fra i diversi settori di intervento, schematizzate nella figura 3.1.

*Figura 3.1 - Schema di riferimento per lo sviluppo di politiche di trasporto sostenibile a scala urbana*



La necessità di ottenere risultati fra loro comparabili, in ordine alla valutazione delle possibili misure, hanno indotto in una prima fase a identificare **tre politiche-base**, basata ciascuna sulla massimizzazione dell'efficacia di un gruppo di interventi di regolazione dell'offerta.

Sono state così definite:

- > una **politica di sostegno alla mobilità non motorizzata**, basata sull'assegnazione di priorità alle misure di protezione dei flussi pedonali e ciclabili, ottenuta anche con interventi di limitazione sostanziale della circolazione veicolare in determinati settori urbani (zone a traffico limitato o moderato, riduzione di capacità stradale conseguente all'estensione della rete ciclabile sulle direttrici viarie primarie, ecc...);



- > una **politica di incentivazione del trasporto pubblico**, basata sullo sviluppo delle reti di trasporto con realizzazione, in alcuni casi, di nuovi sistemi in sede propria e, in generale, l'incremento delle frequenze sulle reti urbane e sui servizi ferroviari suburbani di adduzione (anche in questo caso si sono previste specifiche limitazioni al traffico privato, in particolare mediante l'estensione e il rafforzamento delle zone a traffico limitato centrali);
- > una **politica di ottimizzazione del traffico privato**, basata sul miglioramento delle condizioni di circolazione (fluidificazione e potenziamento dei nodi critici) cui si associano interventi finalizzati a sostenere modalità innovative di uso dell'auto (*car sharing* e in parte *car pooling*).

Tali interventi sono stati definiti in maniera volutamente schematica ed "estrema", al fine di garantirne, da un lato, la comparabilità fra i quattro casi-studio e, dall'altro, la significatività in ordine alla definizione del potenziale massimo ascrivibile a ciascun gruppo di interventi.

Date queste premesse, è chiaro che nessuna politica-base risulta direttamente applicabile in nessuna area urbana presa in esame. Un passo in questa direzione è stato fatto, sulla base dei risultati ottenuti per le politiche-base, sviluppando per ciascuna città studiata un quarto **scenario "integrato"** ottenuto definendo il mix di misure che appaiono più promettenti nel caso specifico. Questo passaggio ha reso più verosimili, ma anche meno comparabili tra loro, i risultati ottenuti in ciascun caso-studio.

#### 4.1 Descrizione

Questa politica si basa sulla **protezione e sull'incentivazione della mobilità non motorizzata** attraverso strumenti quali:

- > istituzione/sviluppo del *pedibus*;
- > potenziamento **rete ciclopedonale** (collegamenti tra la Convalle, i quartieri e i Comuni di corona);
- > ampliamento del servizio di *bike sharing* (intero comune polo);
- > estensione della **sosta a pagamento**;
- > interventi di **moderazione del traffico** diffusi a tutta la rete locale;

La strategia adottata mira a **ridurre l'utilizzo del mezzo privato** per limitare l'impatto della mobilità motorizzata individuale.

L'efficacia per unità di traffico trasferita è in genere **elevata**, ma l'entità del **trasferimento può essere limitata** da diversi fattori relativi alla struttura della domanda da servire (es. lunghezza degli spostamenti da effettuare).

Figura 4.1 - Schema di riferimento – politica di sostegno alla mobilità non motorizzata





Per tale politica è stata definita una stima di costo basata su valori parametrici omogenei per i quattro casi-studio. I valori ottenuti, da considerarsi di larghissima massima, includono i costi di investimento e quelli di manutenzione/gestione rapportati a un periodo quindicennale e sono illustrati nella tabella seguente. Nel complesso, i costi preventivati per l'attuazione dello schema risultano inferiori ai proventi attesi dalla tariffazione della sosta.

*Tabella 4.1 - Stima parametrica dei costi di intervento della politica di sostegno alla mobilità non motorizzata*

Intervento		invest.	gestione	TOTALE*
		000 €	000 €/anno	000 €
PED	Pedibus	0	443	6.648
BSH	Bike sharing	-2.268	-324	-7.128
PCI	Estensione rete percorsi ciclabili	-7.000	-70	-8.050
PKC	Parcheggi per bici	-170	-9	-303
	<b>Totale non motorizzata</b>	<b>-9.438</b>	<b>40</b>	<b>-8.832</b>
SUB	Riorganizzazione servizi ferroviari suburbani		0	0
STZ	Nuove stazioni/fermate ferroviarie	0	0	0
BSU	Incrementi percorrenze bus urbani		0	0
BSE	Incrementi percorrenze bus extraurbani		0	0
MET	Sostituzione bus con mezzi a metano	0	0	0
TSP	Nuove linee di trasporto pubblico in sede propria	0	0	0
TXC	Istituzione di servizi di taxi collettivo		0	0
	<b>Totale motorizzata pubblica</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
ZTL	Modifiche perimetro ZTL	0	0	0
PKP	Estensione della sosta a pagamento	0	4.816	72.237
PKA	Incremento dell'offerta di sosta	0	0	0
MDT	Interventi di moderazione del traffico	-18.400	-184	-21.160
STR	Potenziamenti della rete stradale	0	0	0
CSH	Car sharing	0	0	0
CPO	Car pooling	0	0	0
	<b>Totale morizzata privata</b>	<b>-18.400</b>	<b>4.632</b>	<b>51.077</b>
	<b>TOTALE COSTI</b>	<b>-27.838</b>	<b>4.672</b>	<b>42.245</b>

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

#### 4.2 Variazioni della domanda

In termini di **ripartizione modale dei flussi**, questa politica tende a determinare un incremento piuttosto consistente della quota afferente alla mobilità ciclope-donale. A livello di comune polo, tale aumento è ottenuto in piccola parte anche a spese del trasporto pubblico.

Tabella 4.2 - Matrici O/D per modo di trasporto

Matrice OD passeggeri TPL (esclusi i ritorni a casa)					
	n° di passeggeri				
	Comune	Area Urbana	Provincia	Esterno	TOTALE
Comune	11.645	588	678	4.281	17.193
Area Urbana	5.775	1.668	1.108	2.841	11.392
Provincia	11.087	958	15.261	17.889	45.196
Esterno	2.605	291	3.954	303.474	310.324
<b>TOTALE</b>	<b>31.112</b>	<b>3.506</b>	<b>21.002</b>	<b>328.485</b>	<b>384.105</b>

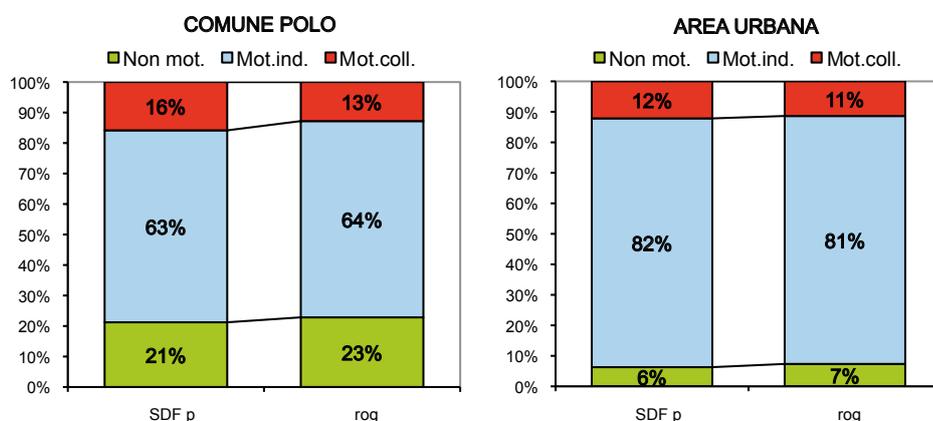
Matrice OD spost. non motorizzati (esclusi i ritorni a casa)					
	n° di spostamenti				
	Comune	Area Urbana	Provincia	Esterno	TOTALE
Comune	13.339	355	19	231	13.943
Area Urbana	394	5.011	114	220	5.739
Provincia	1.414	297	37.574	1.605	40.889
Esterno	264	60	2.361	276.090	278.775
<b>TOTALE</b>	<b>15.411</b>	<b>5.722</b>	<b>40.067</b>	<b>278.146</b>	<b>339.345</b>

Matrice OD veicoli leggeri (esclusi i ritorni a casa)					
	passeggeri/giorno				
	Comune	Area Urbana	Provincia	Esterno	TOTALE
Comune	45.493	10.658	9.984	10.459	76.594
Area Urbana	30.682	43.910	27.149	12.889	114.630
Provincia	45.188	31.469	377.155	122.532	576.344
Esterno	20.151	4.912	78.396	2.278.559	2.382.018
<b>TOTALE</b>	<b>141.513</b>	<b>90.950</b>	<b>492.684</b>	<b>2.424.439</b>	<b>3.149.586</b>

Matrice OD TOTALE (esclusi i ritorni a casa)					
	n° di passeggeri				
	Comune	Area Urbana	Provincia	Esterno	TOTALE
Comune	70.476	11.601	10.681	14.971	107.730
Area Urbana	36.850	50.589	28.372	15.950	131.760
Provincia	57.689	32.724	429.989	142.026	662.428
Esterno	23.020	5.263	84.711	2.858.123	2.971.117
<b>TOTALE</b>	<b>188.035</b>	<b>100.178</b>	<b>553.753</b>	<b>3.031.070</b>	<b>3.873.035</b>



Figura 4.2 - Variazione delle quote modali – comune polo e area urbana



### 4.3 Effetti sui flussi di traffico

Questo scenario determina un limitato incremento dei volumi di traffico non motorizzato (+6%) e una riduzione di quello motorizzato, sia privato (-3%) che pubblico (-1%).

Il traffico privato subisce tuttavia un effetto di congestionamento che conduce a un netto incremento dei tempi di viaggio (+11%).

Tabella 4.3 - Variazione dei flussi di traffico – comune polo e area urbana

#### COMUNE POLO

	pkm/giorno		ph/giorno		km/h		variaz.%	
	SDF	prog	SDF	prog	SDF	prog	Pkm	Ph
Non mot.	77.562	80.978	7.136	6.298	10,9	12,9	4%	-12%
Mot.ind.	1.999.719	1.924.316	59.708	67.569	33,5	28,5	-4%	13%
Mot.coll	228.525	226.780	8.324	8.260	27,5	27,5	-1%	-1%
<b>TOTALE</b>	<b>2.305.806</b>	<b>2.232.074</b>	<b>75.169</b>	<b>82.128</b>	<b>30,7</b>	<b>27,2</b>	<b>-3%</b>	<b>9%</b>

#### AREA URBANA

	pkm/giorno		ph/giorno		km/h		variaz.%	
	SDF	prog	SDF	prog	SDF	prog	Pkm	Ph
Non mot.	118.027	125.034	10.778	9.919	11,0	12,6	6%	-8%
Mot.ind.	3.760.896	3.633.196	107.444	118.968	35,0	30,5	-3%	11%
Mot.coll	228.525	226.780	8.324	8.260	27,5	27,5	-1%	-1%
<b>TOTALE</b>	<b>4.107.448</b>	<b>3.985.010</b>	<b>126.546</b>	<b>137.147</b>	<b>32,5</b>	<b>29,1</b>	<b>-3%</b>	<b>8%</b>

Figura 4.3 - Variazione dei flussi di traffico – comune polo e area urbana

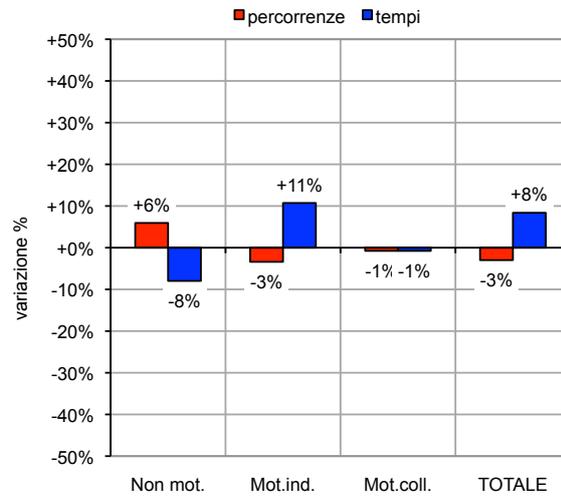
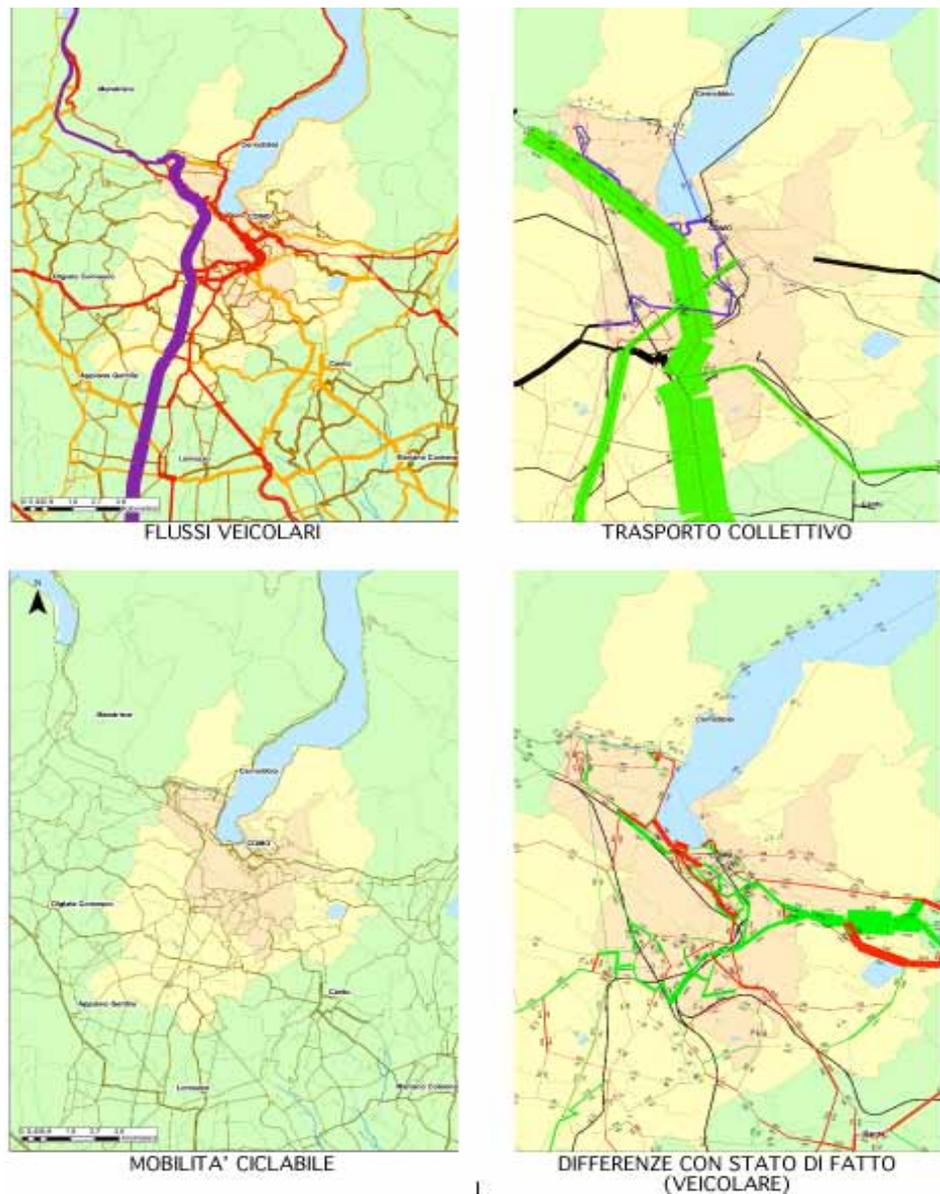


Figura 4.4 - Quadro complessivo degli effetti – comune polo e area urbana



#### 4.4 Impatti ambientali

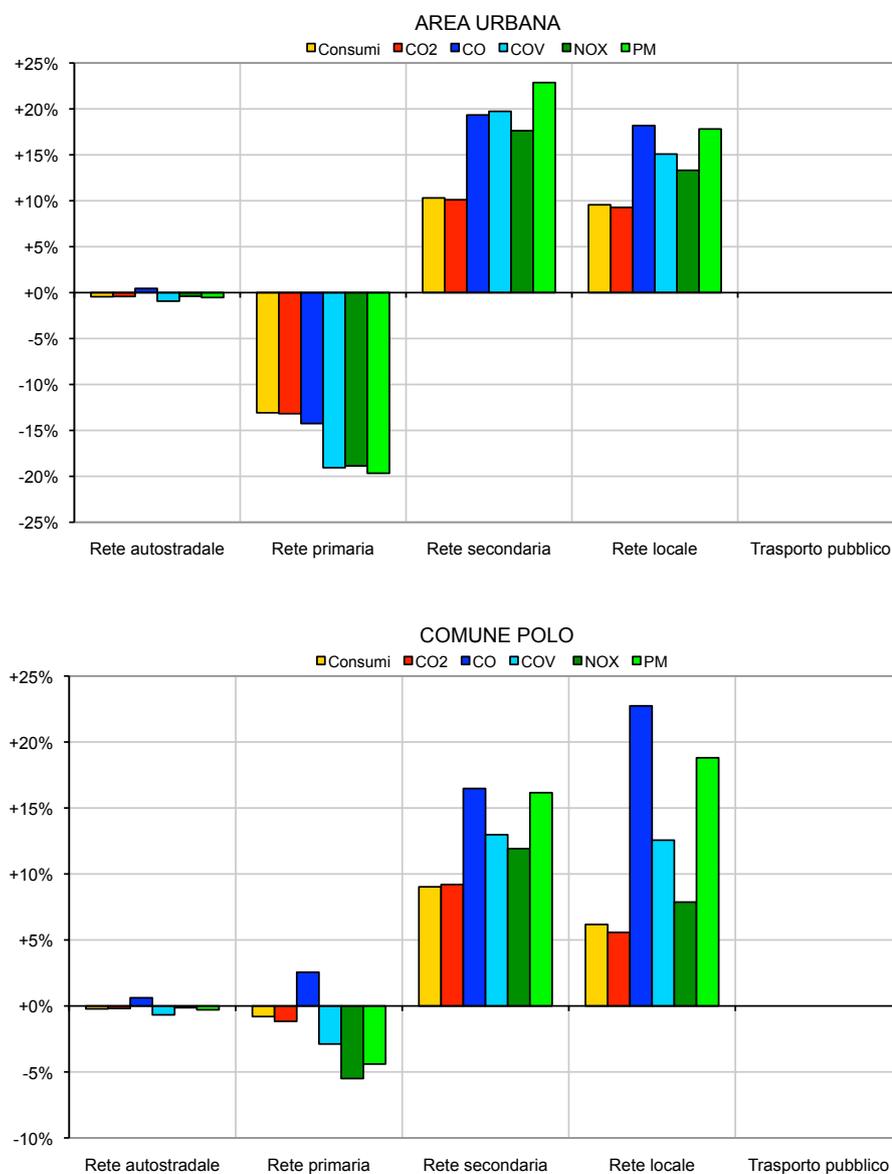
A seguito di tutti questi effetti, l'impatto ambientale si riduce in misura marginale: a livello di area urbana i consumi energetici e le emissioni di CO<sub>2</sub> diminuiscono soltanto dell'1%.

Le riduzioni si concentrano sulla rete viaria primaria, mentre su quella secondaria e locale si possono osservare effetti in controtendenza.

Tabella 4.4 - Consumi energetici e delle emissioni inquinanti – comune polo e area urbana

Modello di traffico Como STATISTICHE SOSTEGNO ALLA MOBILITA' NON MOTORIZZATA						
Categoria	Emissioni					
	Consumi tep/giorno	CO <sub>2</sub> t/giorno	CO kg/giorno	COV kg/giorno	NOX kg/giorno	PM kg/giorno
COMUNE POLO						
Rete autostradale	48,3	147,8	532,3	79,4	521,3	27,6
Rete primaria	74,9	214,8	2.162,9	167,0	518,2	37,4
Rete secondaria	27,9	80,2	755,4	64,9	209,2	14,7
Rete locale	38,3	106,8	1.564,2	92,4	224,5	19,5
<b>TOTALE</b>	<b>189,3</b>	<b>549,6</b>	<b>5.014,8</b>	<b>403,7</b>	<b>1.473,3</b>	<b>99,1</b>
AREA URBANA						
Rete autostradale	87,2	266,5	1.028,3	145,0	931,0	49,7
Rete primaria	105,1	303,4	2.790,1	234,0	766,9	53,6
Rete secondaria	64,3	185,1	1.738,2	151,1	490,1	34,8
Rete locale	93,9	266,9	3.041,3	220,5	634,6	48,2
<b>TOTALE</b>	<b>350,6</b>	<b>1.021,9</b>	<b>8.597,9</b>	<b>750,6</b>	<b>2.822,6</b>	<b>186,2</b>
Trasporto pubblico	2,8	8,8	22,7	61,2	15,8	4,3
<b>TOTALE</b>	<b>353,4</b>	<b>1.030,7</b>	<b>8.620,5</b>	<b>811,8</b>	<b>2.838,5</b>	<b>190,6</b>
% comune-polo	54%	54%	58%	54%	52%	53%

Figura 4.5 - Variazione dei consumi energetici e delle emissioni inquinanti – comune polo e area urbana









Anche per questa politica è stata definita una stima di costo, basata su valori parametrici omogenei per i quattro casi-studio. I valori ottenuti, da considerarsi di larghissima massima, includono i costi di investimento e quelli di manutenzione/gestione rapportati a un periodo quindicennale e sono illustrati nella tabella seguente. Nel complesso, i costi preventivati sono considerevoli, soprattutto in ragione degli elevati investimenti richiesti dalla realizzazione della metrotramvia.

*Tabella 5.1 - Stima parametrica dei costi di intervento della politica di incentivazione del trasporto*

Intervento		invest.	gestione	TOTALE*
		000 €	000 €/anno	000 €
PED	Pedibus	0	0	0
BSH	Bike sharing	0	0	0
PCI	Estensione rete percorsi ciclabili	0	0	0
PKC	Parcheeggi per bici	0	0	0
	<b>Totale non motorizzata</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
SUB	Riorganizzazione servizi ferroviari suburbani		-4.310	-64.656
STZ	Nuove stazioni/fermate ferroviarie	0	0	0
BSU	Incrementi percorrenze bus urbani		-9.588	-143.813
BSE	Incrementi percorrenze bus extraurbani		0	0
MET	Sostituzione bus con mezzi a metano	-5.148	0	-5.148
TSP	Nuove linee di trasporto pubblico in sede propria	-240.000	-1.823	-267.349
TXC	Istituzione di servizi di taxi collettivo		-3.000	-45.000
	<b>Totale motorizzata pubblica</b>	<b>-245.148</b>	<b>-18.721</b>	<b>-525.966</b>
ZTL	Modifiche perimetro ZTL	0	0	0
PKP	Estensione della sosta a pagamento	0	4.055	60.831
PKA	Incremento dell'offerta di sosta	0	0	0
MDT	Interventi di moderazione del traffico	0	0	0
STR	Potenziamenti della rete stradale	0	0	0
CSH	Car sharing	0	0	0
CPO	Car pooling	0	0	0
	<b>Totale morizzata privata</b>	<b>0</b>	<b>4.055</b>	<b>60.831</b>
	<b>TOTALE COSTI</b>	<b>-245.148</b>	<b>-14.666</b>	<b>-465.135</b>

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

## 5.2 Variazioni della domanda

In termini di ripartizione modale, le politiche di sostegno al TPL determinano effetti abbastanza significativi, evidenziando una certa elasticità della domanda automobilistica.

Tabella 5.2 - Matrici O/D per modo di trasporto

Matrice OD passeggeri TPL (esclusi i ritorni a casa)					
	n° di passeggeri				
	Comune	Area Urbana	Provincia	Esterno	TOTALE
Comune	13.832	573	680	3.707	18.792
Area Urbana	11.731	1.728	1.372	3.191	18.023
Provincia	21.500	1.256	24.509	21.954	69.219
Esterno	4.024	328	5.278	367.351	376.981
<b>TOTALE</b>	<b>51.087</b>	<b>3.885</b>	<b>31.840</b>	<b>396.203</b>	<b>483.015</b>

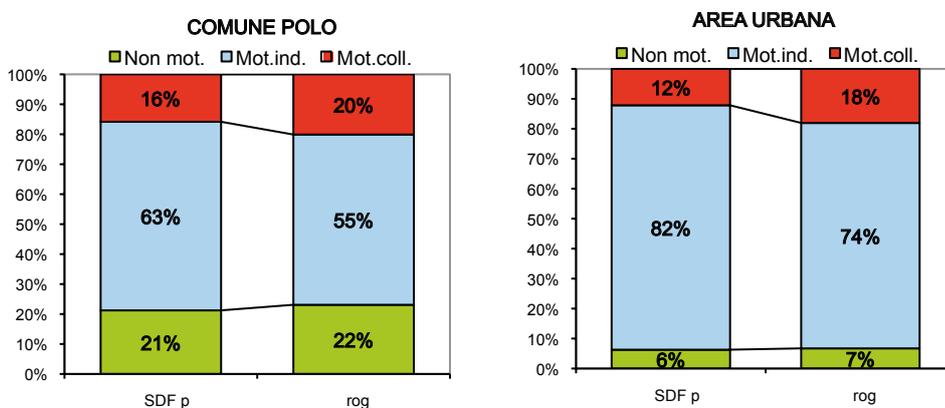
Matrice OD spost. non motorizzati (esclusi i ritorni a casa)					
	n° di spostamenti				
	Comune	Area Urbana	Provincia	Esterno	TOTALE
Comune	15.894	277	16	175	16.363
Area Urbana	737	3.983	103	175	4.999
Provincia	1.706	282	35.511	1.373	38.872
Esterno	459	34	2.063	254.227	256.783
<b>TOTALE</b>	<b>18.797</b>	<b>4.575</b>	<b>37.694</b>	<b>255.951</b>	<b>317.016</b>

Matrice OD veicoli leggeri (esclusi i ritorni a casa)					
	passeggeri/giorno				
	Comune	Area Urbana	Provincia	Esterno	TOTALE
Comune	39.106	10.879	9.991	10.983	70.959
Area Urbana	24.373	44.560	27.122	12.634	108.689
Provincia	33.494	31.331	371.819	118.959	555.602
Esterno	17.237	4.801	75.054	2.186.680	2.283.771
<b>TOTALE</b>	<b>114.209</b>	<b>91.571</b>	<b>483.985</b>	<b>2.329.255</b>	<b>3.019.021</b>

Matrice OD TOTALE(esclusi i ritorni a casa)					
	n° di passeggeri				
	Comune	Area Urbana	Provincia	Esterno	TOTALE
Comune	68.832	11.729	10.687	14.865	106.114
Area Urbana	36.842	50.271	28.598	16.000	131.711
Provincia	56.700	32.869	431.839	142.286	663.693
Esterno	21.719	5.162	82.395	2.808.257	2.917.534
<b>TOTALE</b>	<b>184.094</b>	<b>100.031</b>	<b>553.519</b>	<b>2.981.408</b>	<b>3.819.052</b>



Figura 5.2 - Variazione delle quote modali – comune polo e area urbana



### 5.3 Effetti sui flussi di traffico

Questo scenario determina un forte aumento delle percorrenze sul mezzo pubblico (+43%) e una diminuzione di quelle su mezzo privato (-9%). Nel complesso, i tempi di percorrenza si riducono del 10% circa.

Tabella 5.3 - Variazione dei flussi di traffico – comune polo e area urbana

#### COMUNE POLO

	pkm/giorno		ph/giorno		km/h		variaz.%	
	SDF	prog	SDF	prog	SDF	prog	Pkm	Ph
Non mot.	77.562	85.936	7.136	7.923	10,9	10,8	11%	11%
Mot.ind.	1.999.719	1.867.310	59.708	51.681	33,5	36,1	-7%	-13%
Mot.coll.	228.525	327.537	8.324	11.931	27,5	27,5	43%	43%
<b>TOTALE</b>	<b>2.305.806</b>	<b>2.280.783</b>	<b>75.169</b>	<b>71.534</b>	<b>30,7</b>	<b>31,9</b>	<b>-1%</b>	<b>-5%</b>

#### AREA URBANA

	pkm/giorno		ph/giorno		km/h		variaz.%	
	SDF	prog	SDF	prog	SDF	prog	Pkm	Ph
Non mot.	118.027	127.004	10.778	11.629	11,0	10,9	8%	8%
Mot.ind.	3.760.896	3.539.421	107.444	95.513	35,0	37,1	-6%	-11%
Mot.coll.	228.525	327.537	8.324	11.931	27,5	27,5	43%	43%
<b>TOTALE</b>	<b>4.107.447</b>	<b>3.993.962</b>	<b>126.547</b>	<b>119.073</b>	<b>32,5</b>	<b>33,5</b>	<b>-3%</b>	<b>-6%</b>

Figura 5.3 - Variazione dei flussi di traffico – comune polo e area urbana

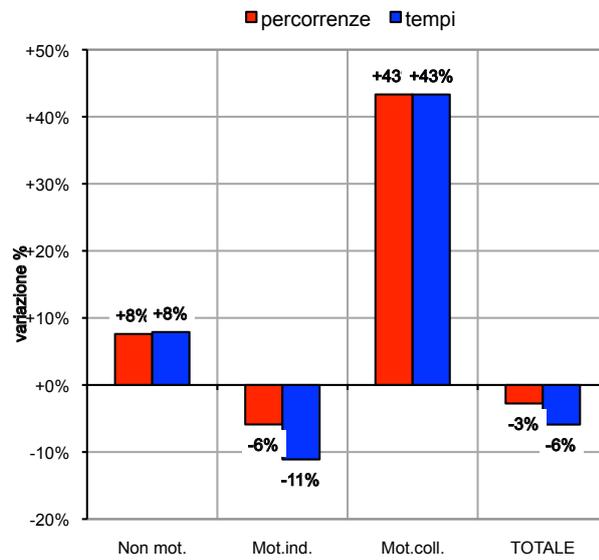
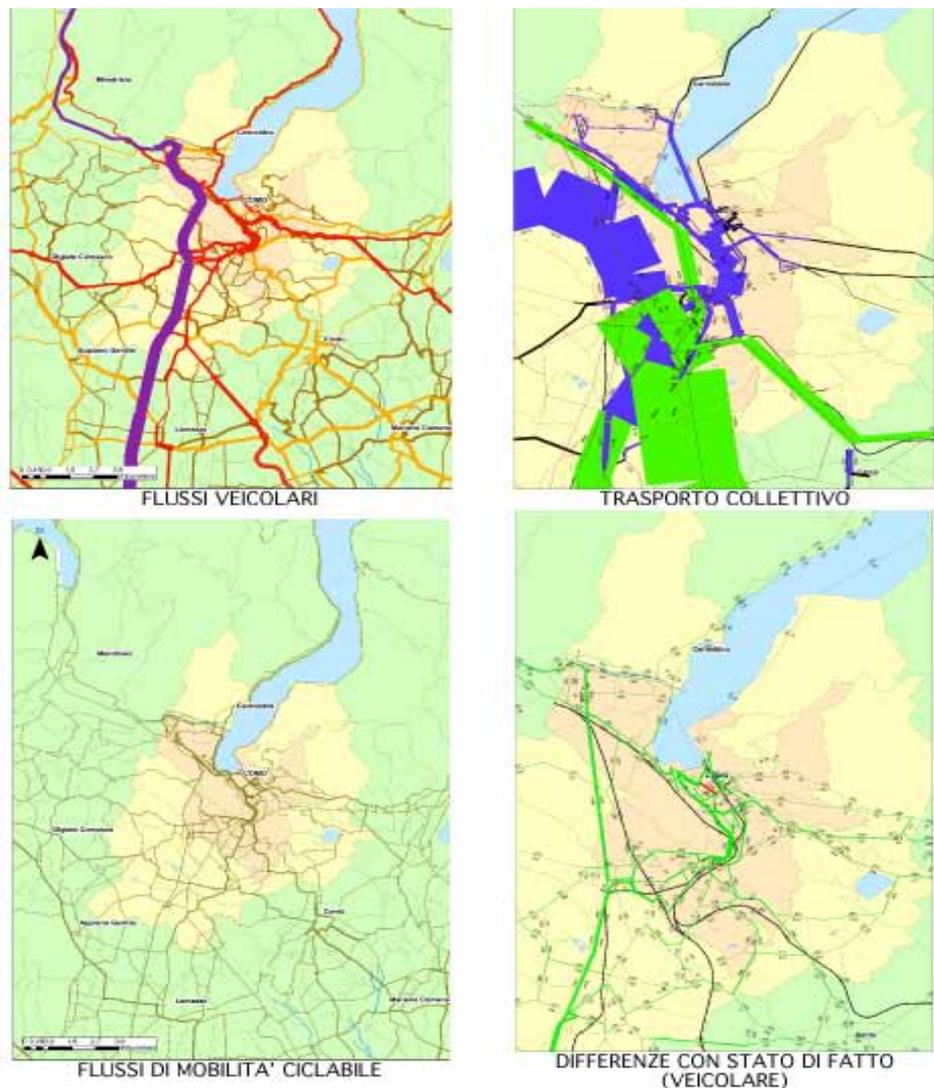


Figura 5.4 - Quadro complessivo degli effetti – comune polo e area urbana





## 5.4 Impatti ambientali

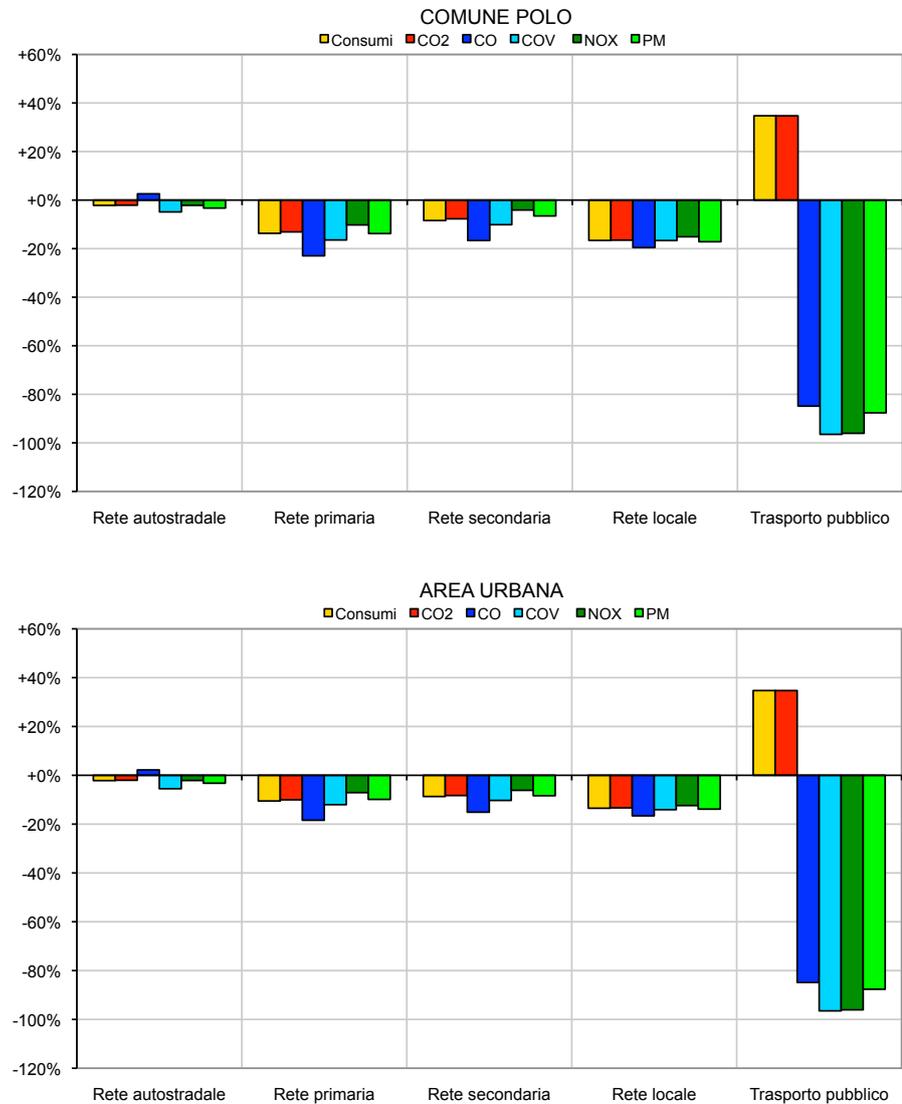
Nel loro insieme, gli effetti descritti tendono a generare benefici ambientali sensibilmente maggiori di quelli generati dalle politiche di sostegno alla mobilità non motorizzata: i consumi e le emissioni di CO<sub>2</sub> si riducono infatti all'incirca dell'8%.

Gli effetti rilevati sul trasporto pubblico sono da mettere in relazione all'ipotizzato utilizzo di un parco totalmente alimentato a metano.

Tabella 5.4 - Consumi energetici e delle emissioni inquinanti – comune polo e area urbana

Modello di traffico Como STATISTICHE SOSTEGNO ALLA MOBILITA' NON MOTORIZZATA						
Categoria	Emissioni					PM kg/giorno
	Consumi tep/giorno	CO <sub>2</sub> t/giorno	CO kg/giorno	COV kg/giorno	NOX kg/giorno	
COMUNE POLO						
Rete autostradale	47,3	145,0	542,6	76,1	510,5	26,7
Rete primaria	65,2	188,9	1.624,8	143,7	492,3	33,7
Rete secondaria	23,4	67,8	540,6	51,6	179,3	11,8
Rete locale	30,1	84,5	1.025,3	68,4	176,7	13,6
<b>TOTALE</b>	<b>166,0</b>	<b>486,1</b>	<b>3.733,3</b>	<b>339,8</b>	<b>1.358,7</b>	<b>85,9</b>
AREA URBANA						
Rete autostradale	85,7	262,2	1.046,2	138,3	914,8	48,3
Rete primaria	108,2	314,3	2.654,8	254,3	878,1	60,1
Rete secondaria	53,2	154,2	1.236,4	113,2	391,0	25,9
Rete locale	74,1	211,7	2.146,1	164,6	490,6	35,2
<b>TOTALE</b>	<b>321,3</b>	<b>942,3</b>	<b>7.083,5</b>	<b>670,5</b>	<b>2.674,5</b>	<b>169,6</b>
Trasporto pubblico	3,8	11,9	3,4	2,1	0,6	0,5
<b>TOTALE</b>	<b>325,1</b>	<b>954,2</b>	<b>7.087,0</b>	<b>672,6</b>	<b>2.675,2</b>	<b>170,1</b>
% comune-polo	52%	52%	53%	51%	51%	51%

Figura 5.5 - Variazione dei consumi energetici e delle emissioni inquinanti – comune polo e area urbana





### 6.1 Descrizione

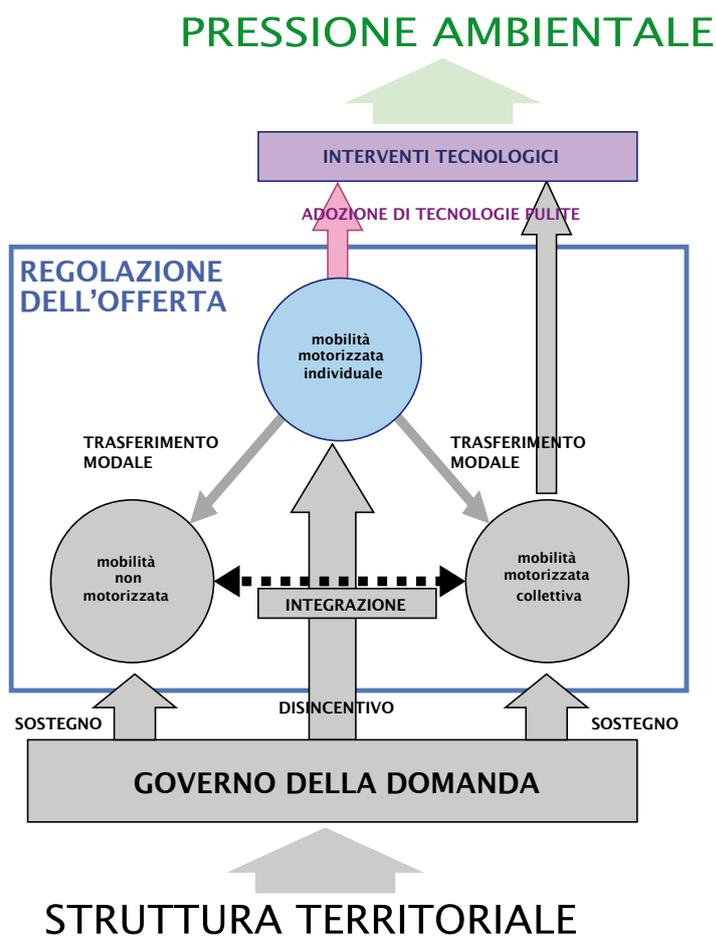
Questa politica mira a **ottimizzare la funzionalità del trasporto motorizzato individuale**, in particolare limitando i fenomeni di congestione, attraverso la realizzazione:

- > della tangenziale Sud (Tavernerio-Villa Guardia);
- > della galleria di Borgo Vico.

Essa include tuttavia anche interventi di carattere più innovativo, quale in particolare l'istituzione di un servizio di **car sharing** esteso all'intero comune polo.

A differenza delle precedenti, questa strategia non mira a **ridurre l'utilizzo del mezzo privato**, ma soltanto a renderne più intelligente l'utilizzo. L'**efficacia per unità di traffico interessata dagli interventi** è in genere relativamente ridotta, ma va rilevato che l'entità complessiva del traffico risulta normalmente elevata.

Figura 6.1 - Schema di riferimento – politica di ottimizzazione del traffico privato



Anche per questa politica è stata definita una stima di costo, basata su valori parametri omogenei per i quattro casi-studio. I valori ottenuti, da considerarsi di larghissima massima, includono i costi di investimento e quelli di manutenzi-

one/gestione rapportati a un periodo quindicennale e sono illustrati nella tabella seguente. Nel complesso, i costi preventivati sono considerevoli, soprattutto in ragione degli elevati investimenti richiesti dalla realizzazione delle lunghe gallerie della tangenziale, soltanto in parte compensate dalla tariffa applicata per 15 anni di esercizio.

*Tabella 6.1 - Stima parametrica dei costi di intervento della politica di ottimizzazione del traffico privato*

Stima parametrica dei costi di intervento POLITICA DI INCENTIVAZIONE DEL TRASPORTO PUBBLICO città: Como				
Intervento		invest.	gestione	TOTALE*
		000 €	000 €/anno	000 €
PED	Pedibus	0	0	0
BSH	Bike sharing	0	0	0
PCI	Estensione rete percorsi ciclabili	0	0	0
PKC	Parcheggi per bici	0	0	0
	<b>Totale non motorizzata</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
SUB	Riorganizzazione servizi ferroviari suburbani		0	0
STZ	Nuove stazioni/fermate ferroviarie	0	0	0
BSU	Incrementi percorrenze bus urbani		0	0
BSE	Incrementi percorrenze bus extraurbani		0	0
MET	Sostituzione bus con mezzi a metano	0	0	0
TSP	Nuove linee di trasporto pubblico in sede propria	0	0	0
TXC	Istituzione di servizi di taxi collettivo		0	0
	<b>Totale motorizzata pubblica</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
ZTL	Modifiche perimetro ZTL	0	0	0
PKP	Estensione della sosta a pagamento	0	5.323	79.841
PKA	Incremento dell'offerta di sosta	0	0	0
MDT	Interventi di moderazione del traffico	0	0	0
STR	Potenziamenti della rete stradale	-672.000	-3.420	-723.300
CSH	Car sharing	-44.000	3.227	4.400
CPO	Car pooling	0	0	0
	<b>Totale morizzata privata</b>	<b>-716.000</b>	<b>5.129</b>	<b>-639.059</b>
	<b>TOTALE COSTI</b>	<b>-716.000</b>	<b>5.129</b>	<b>-639.059</b>

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

## 6.2 Variazioni della domanda

In termini di ripartizione modale dei flussi, la strategia tende a determinare una certa erosione della quote detenute dai modi concorrenti, sia a nel comune polo che a scala di area urbana.

Tabella 6.2 - Matrici O/D per modo di trasporto

Matrice OD passeggeri TPL (esclusi i ritorni a casa)					
	n° di passeggeri				
	Comune	Area Urbana	Provincia	Esterno	TOTALE
Comune	10.908	497	561	3.843	15.809
Area Urbana	5.269	1.535	1.087	2.709	10.600
Provincia	9.993	935	15.227	17.700	43.856
Esterno	2.398	276	3.712	269.176	275.562
<b>TOTALE</b>	<b>28.568</b>	<b>3.243</b>	<b>20.587</b>	<b>293.429</b>	<b>345.827</b>

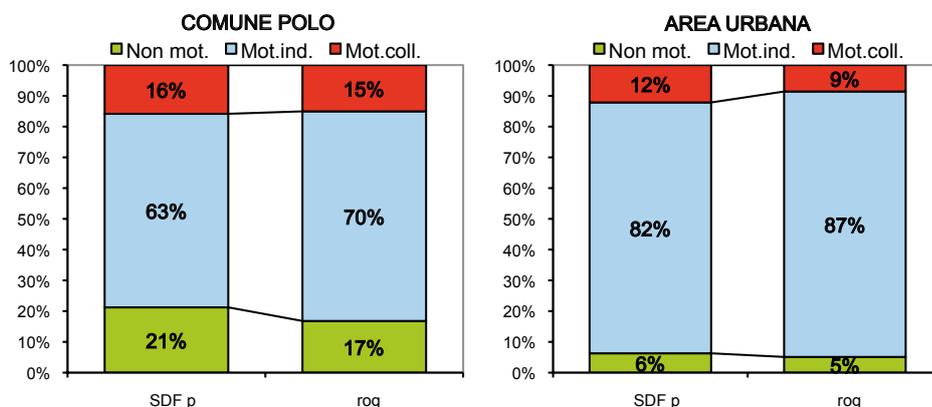
Matrice OD spost. non motorizzati (esclusi i ritorni a casa)					
	n° di spostamenti				
	Comune	Area Urbana	Provincia	Esterno	TOTALE
Comune	12.183	261	17	166	12.626
Area Urbana	279	3.911	103	205	4.497
Provincia	952	285	35.764	1.457	38.458
Esterno	154	37	2.060	197.245	199.496
<b>TOTALE</b>	<b>13.568</b>	<b>4.494</b>	<b>37.944</b>	<b>199.073</b>	<b>255.078</b>

Matrice OD veicoli leggeri (esclusi i ritorni a casa)					
	passeggeri/giorno				
	Comune	Area Urbana	Provincia	Esterno	TOTALE
Comune	49.421	11.320	10.742	10.885	82.368
Area Urbana	32.092	44.721	27.422	13.041	117.277
Provincia	47.670	31.769	381.121	122.954	583.515
Esterno	20.724	4.978	79.401	2.378.343	2.483.446
<b>TOTALE</b>	<b>149.907</b>	<b>92.788</b>	<b>498.686</b>	<b>2.525.224</b>	<b>3.266.605</b>

Matrice OD TOTALE(esclusi i ritorni a casa)					
	n° di passeggeri				
	Comune	Area Urbana	Provincia	Esterno	TOTALE
Comune	72.512	12.078	11.320	14.894	110.804
Area Urbana	37.640	50.166	28.612	15.955	132.374
Provincia	58.615	32.989	432.112	142.111	665.828
Esterno	23.275	5.292	85.173	2.844.765	2.958.504
<b>TOTALE</b>	<b>192.042</b>	<b>100.525</b>	<b>557.217</b>	<b>3.017.725</b>	<b>3.867.510</b>



Figura 6.2 - Variazione delle quote modali – comune polo e area urbana



### 6.3 Effetti sui flussi di traffico

Lo scenario si caratterizza per un leggero incremento della mobilità motorizzata individuale, che beneficia anche di una consistente riduzione dei tempi di viaggio, e per una forte riduzione della mobilità non motorizzata.

Tabella 6.3 - Variazione dei flussi di traffico – comune polo e area urbana

#### COMUNE POLO

	pkm/giorno		ph/giorno		km/h		variaz.%	
	SDF	prog	SDF	prog	SDF	prog	Pkm	Ph
Non mot.	77.562	54.708	7.136	5.006	10,9	10,9	-29%	-30%
Mot.ind.	1.999.719	2.095.796	59.708	51.971	33,5	40,3	5%	-13%
Mot.coll	228.525	227.754	8.324	8.296	27,5	27,5	0%	0%
<b>TOTALE</b>	<b>2.305.806</b>	<b>2.378.258</b>	<b>75.169</b>	<b>65.272</b>	<b>30,7</b>	<b>36,4</b>	<b>3%</b>	<b>-13%</b>

#### AREA URBANA

	pkm/giorno		ph/giorno		km/h		variaz.%	
	SDF	prog	SDF	prog	SDF	prog	Pkm	Ph
Non mot.	118.027	87.607	10.778	7.954	11,0	11,0	-26%	-26%
Mot.ind.	3.760.896	4.081.978	107.444	95.167	35,0	42,9	9%	-11%
Mot.coll	228.525	227.754	8.324	8.296	27,5	27,5	0%	0%
<b>TOTALE</b>	<b>4.107.447</b>	<b>4.397.339</b>	<b>126.547</b>	<b>111.417</b>	<b>32,5</b>	<b>39,5</b>	<b>7%</b>	<b>-12%</b>

Figura 6.3 - Variazione dei flussi di traffico – comune polo e area urbana

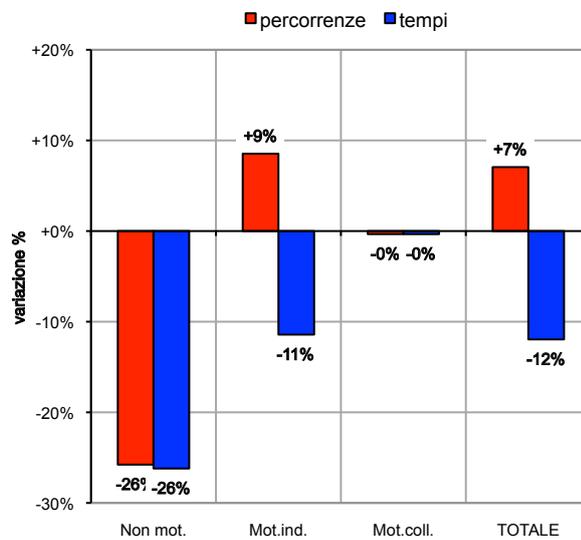
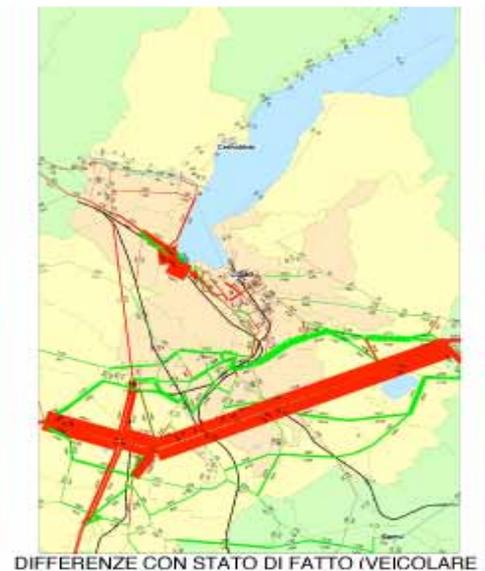


Figura 6.4 - Variazione dei flussi di traffico – comune polo e area urbana





## 6.4 Impatti ambientali

Nel loro insieme, gli effetti descritti tendono a generare benefici ambientali piuttosto modesti, in quanto i miglioramenti sulla rete ordinaria vengono comunque controbilanciati dall'aumento dell'impatto dovuto alla rete autostradale.

A livello di area urbana, i consumi e le emissioni di CO<sub>2</sub> si mantengono stabili, mentre nel comune polo si riducono del 2% circa.

Tabella 6.4 - Consumi energetici e delle emissioni inquinanti – comune polo e area urbana

Modello di traffico Como STATISTICHE OTTIMIZZAZIONE DEL TRAFFICO PRIVATO						
Categoria	Emissioni					
	Consumi tep/giorno	CO <sub>2</sub> t/giorno	CO kg/giorno	COV kg/giorno	NOX kg/giorno	PM kg/giorno
COMUNE POLO						
Rete autostradale	59,2	181,1	845,2	86,5	603,3	32,3
Rete primaria	68,2	195,5	1.901,5	147,8	459,3	32,4
Rete secondaria	20,6	59,6	463,6	41,1	141,6	9,2
Rete locale	30,7	86,0	1.058,3	70,5	175,8	13,5
<b>TOTALE</b>	<b>178,7</b>	<b>522,2</b>	<b>4.268,6</b>	<b>345,9</b>	<b>1.380,1</b>	<b>87,4</b>
AREA URBANA						
Rete autostradale	123,4	376,6	1.898,4	176,7	1.220,9	67,1
Rete primaria	106,2	306,0	2.782,2	237,0	771,7	53,4
Rete secondaria	48,0	139,4	1.049,9	95,2	335,4	21,8
Rete locale	70,9	202,4	2.052,3	157,4	465,3	33,3
<b>TOTALE</b>	<b>348,5</b>	<b>1.024,4</b>	<b>7.782,8</b>	<b>666,3</b>	<b>2.793,3</b>	<b>175,6</b>
Trasporto pubblico	2,8	8,8	22,7	61,2	15,8	4,3
<b>TOTALE</b>	<b>351,3</b>	<b>1.033,2</b>	<b>7.805,5</b>	<b>727,4</b>	<b>2.809,1</b>	<b>179,9</b>
% comune-polo	51%	51%	55%	52%	49%	50%





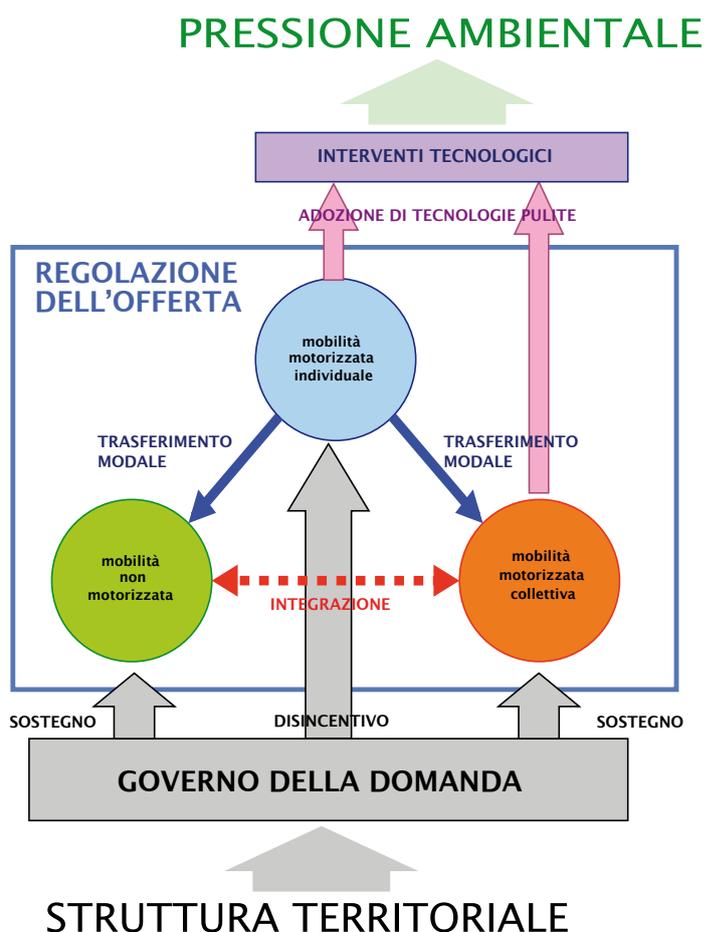
### 7.1 Descrizione

Questa politica si propone di combinare fra loro le azioni a più elevato potenziale, evidenziate dalle simulazioni delle tre politiche-base.

Nel caso di Como, la politica si caratterizza essenzialmente per le misure seguenti:

- > estensione della sosta a pagamento all'intera convalle;
- > sviluppo di servizi ferroviari suburbani;
- > predisposizione di un sistema di parcheggi di interscambio lungo le direttrici di accesso NW, SW e SE;
- > intensificazione dei servizi di bus urbano su tali direttrici;
- > potenziamento della rete ciclopedonale.

Figura 7.1 - Schema di riferimento – politica integrata



Anche per questa politica è stata definita una stima di costo, basata su valori parametri omogenei per i quattro casi-studio. I valori ottenuti, da considerarsi di larghissima massima, includono i costi di investimento e quelli di manutenzione/gestione rapportati a un periodo quindicennale e sono illustrati nella tabella seguente. Nel complesso, i costi preventivati sono molto elevati in quanto



agli investimenti per la realizzazione della tangenziale si sommano gli oneri di gestione derivanti dall'intensificazione dei servizi di trasporto pubblico urbano.

Tabella 7.1 - Stima parametrica dei costi di intervento della politica integrata

Intervento		invest.	gestione	TOTALE*
		000 €	000 €/anno	000 €
PED	Pedibus	0	443	6.648
BSH	Bike sharing	-928	-133	-2.918
PCI	Estensione rete percorsi ciclabili	0	0	0
PKC	Parcheggi per bici	0	0	0
	<b>Totale non motorizzata</b>	<b>-928</b>	<b>311</b>	<b>3.731</b>
SUB	Riorganizzazione servizi ferroviari suburbani		0	0
STZ	Nuove stazioni/fermate ferroviarie	0	0	0
BSU	Incrementi percorrenze bus urbani		-9.588	-143.813
BSE	Incrementi percorrenze bus extraurbani		0	0
MET	Sostituzione bus con mezzi a metano	0	0	0
TSP	Nuove linee di trasporto pubblico in sede propria	0	0	0
TXC	Istituzione di servizi di taxi collettivo		-2.400	-36.000
	<b>Totale motorizzata pubblica</b>	<b>0</b>	<b>-11.988</b>	<b>-179.813</b>
ZTL	Modifiche perimetro ZTL	0	0	0
PKP	Estensione della sosta a pagamento	-75	6.387	95.734
PKA	Incremento dell'offerta di sosta	-7.510	-225	-10.890
MDT	Interventi di moderazione del traffico	-18.400	-184	-21.160
STR	Potenziamenti della rete stradale	-672.000	-3.420	-723.300
CSH	Car sharing	-31.830	2.334	3.183
CPO	Car pooling	0	0	0
	<b>Totale morizzata privata</b>	<b>-729.815</b>	<b>4.892</b>	<b>-656.433</b>
	<b>TOTALE COSTI</b>	<b>-730.743</b>	<b>-6.785</b>	<b>-832.515</b>

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

## 7.2 Variazioni della domanda

Nel complesso, lo scenario si caratterizza per un sensibile incremento della quota modale del trasporto pubblico (incluso *park&ride*) a fronte di una situazione sostanzialmente stabile per ciò che concerne la ciclopeditività.

Tabella 7.2 - Matrici O/D per modo di trasporto

Matrice OD passeggeri TPL (esclusi i ritorni a casa)					
	n° di passeggeri				
	Comune	Area Urbana	Provincia	Esterno	TOTALE
Comune	9.735	605	585	3.451	14.376
Area Urbana	6.246	1.865	1.135	3.189	12.435
Provincia	12.562	1.108	24.163	20.666	58.500
Esterno	2.227	329	4.914	255.459	262.929
<b>TOTALE</b>	<b>30.770</b>	<b>3.907</b>	<b>30.798</b>	<b>282.765</b>	<b>348.239</b>

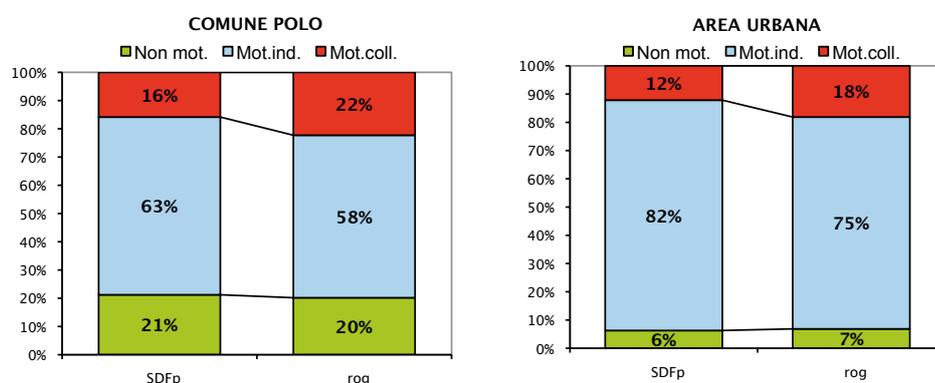
Matrice OD spost. non motorizzati (esclusi i ritorni a casa)					
	n° di spostamenti				
	Comune	Area Urbana	Provincia	Esterno	TOTALE
Comune	11.816	260	16	190	12.282
Area Urbana	310	4.445	102	175	5.033
Provincia	961	294	34.993	1.414	37.662
Esterno	108	49	1.937	136.761	138.855
<b>TOTALE</b>	<b>13.195</b>	<b>5.048</b>	<b>37.049</b>	<b>138.540</b>	<b>193.832</b>

Matrice OD veicoli leggeri (esclusi i ritorni a casa)					
	passeggeri/giorno				
	Comune	Area Urbana	Provincia	Esterno	TOTALE
Comune	47.759	10.474	10.400	10.982	79.615
Area Urbana	29.943	43.806	27.135	12.636	113.520
Provincia	43.684	31.267	369.588	120.048	564.587
Esterno	20.771	4.785	76.169	2.431.086	2.532.811
<b>TOTALE</b>	<b>142.156</b>	<b>90.333</b>	<b>483.292</b>	<b>2.574.752</b>	<b>3.290.533</b>

Matrice OD TOTALE(esclusi i ritorni a casa)					
	n° di passeggeri				
	Comune	Area Urbana	Provincia	Esterno	TOTALE
Comune	69.309	11.339	11.001	14.623	106.273
Area Urbana	36.498	50.116	28.372	16.000	130.987
Provincia	57.207	32.669	428.744	142.128	660.748
Esterno	23.106	5.164	83.021	2.823.305	2.934.596
<b>TOTALE</b>	<b>186.120</b>	<b>99.288</b>	<b>551.138</b>	<b>2.996.057</b>	<b>3.832.604</b>



Figura 7.2 - Variazione delle quote modali – comune polo e area urbana



### 7.3 Effetti sui flussi di traffico

Ne consegue un rilevante incremento dei volumi di traffico motorizzati pubblici, ma anche un sensibile effetto di fluidificazione del traffico privato.

Tabella 7.3 - Variazione dei flussi di traffico – comune polo e area urbana

#### COMUNE POLO

	pkm/giorno		ph/giorno		km/h		variaz.%	
	SDF	prog	SDF	prog	SDF	prog	Pkm	Ph
Non mot.	77.562	52.579	7.136	4.287	10,9	12,3	-32%	-40%
Mot.ind.	1.999.719	1.913.168	59.708	43.659	33,5	43,8	-4%	-27%
Mot.coll.	228.525	365.306	8.324	12.856	27,5	28,4	60%	54%
<b>TOTALE</b>	<b>2.305.806</b>	<b>2.331.053</b>	<b>75.169</b>	<b>60.802</b>	<b>30,7</b>	<b>38,3</b>	<b>1%</b>	<b>-19%</b>

#### AREA URBANA

	pkm/giorno		ph/giorno		km/h		variaz.%	
	SDF	prog	SDF	prog	SDF	prog	Pkm	Ph
Non mot.	118.027	91.511	10.778	7.475	11,0	12,2	-22%	-31%
Mot.ind.	3.760.896	3.867.777	107.444	88.043	35,0	43,9	3%	-18%
Mot.coll.	228.525	365.306	8.324	12.856	27,5	28,4	60%	54%
<b>TOTALE</b>	<b>4.107.447</b>	<b>4.324.594</b>	<b>126.547</b>	<b>108.374</b>	<b>32,5</b>	<b>39,9</b>	<b>5%</b>	<b>-14%</b>

Figura 7.3 - Variazione dei flussi di traffico – comune polo e area urbana

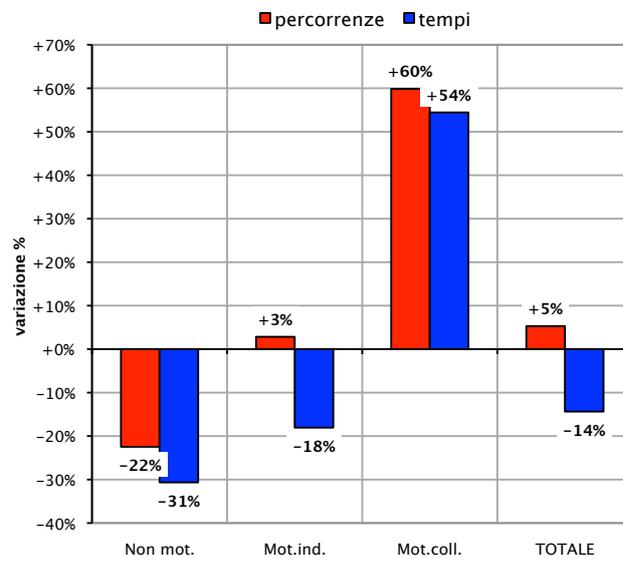
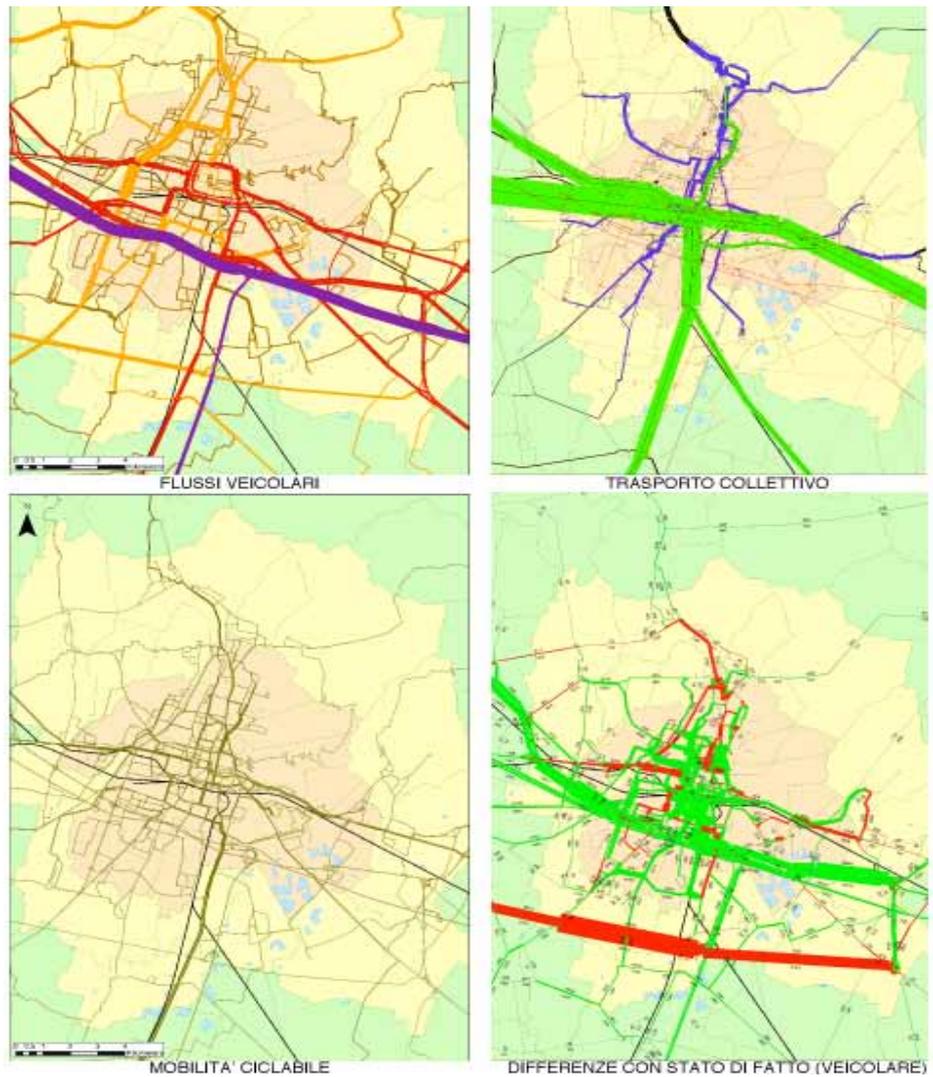


Figura 7.4 - Quadro complessivo degli effetti – comune polo e area urbana





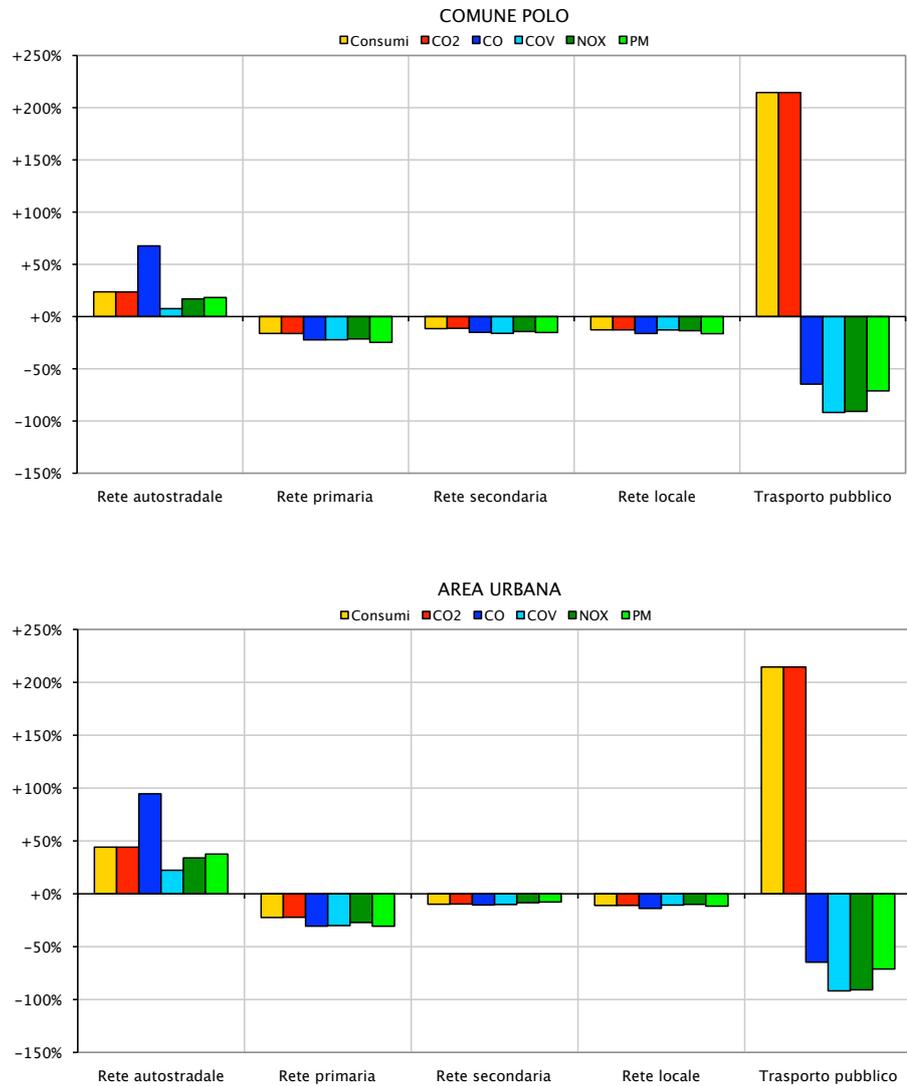
## 7.4 Impatti ambientali

Nel complesso, i consumi e le emissioni di CO<sub>2</sub> rimangono stabili, in quanto l'efficienza energetica marginale dei servizi di bus urbano tende a eguagliare quella dei flussi veicolari privati cessanti.

Tabella 7.4 - Consumi energetici e delle emissioni inquinanti – comune polo e area urbana

Modello di traffico Como STATISTICHE POLITICA INTEGRATA						
Categoria	Emissioni					
	Consumi tep/giorno	CO <sub>2</sub> t/giorno	CO kg/giorno	COV kg/giorno	NOX kg/giorno	PM kg/giorno
COMUNE POLO						
Rete autostradale	59,8	183,0	886,9	86,0	610,2	32,7
Rete primaria	63,3	182,1	1.638,9	133,8	431,0	29,4
Rete secondaria	22,6	65,2	550,7	48,2	160,1	10,7
Rete locale	31,5	88,3	1.067,9	71,6	180,0	13,7
<b>TOTALE</b>	<b>177,2</b>	<b>518,5</b>	<b>4.144,4</b>	<b>339,6</b>	<b>1.381,2</b>	<b>86,5</b>
AREA URBANA						
Rete autostradale	126,3	385,8	1.991,7	179,0	1.251,9	68,7
Rete primaria	93,9	271,8	2.258,1	202,2	688,7	46,3
Rete secondaria	52,5	151,9	1.302,3	113,4	381,6	26,1
Rete locale	76,2	217,4	2.217,7	171,1	504,2	36,1
<b>TOTALE</b>	<b>349,0</b>	<b>1.026,8</b>	<b>7.769,9</b>	<b>665,7</b>	<b>2.826,4</b>	<b>177,2</b>
Trasporto pubblico	8,9	27,7	8,0	5,0	1,5	1,3
<b>TOTALE</b>	<b>357,9</b>	<b>1.054,6</b>	<b>7.777,9</b>	<b>670,7</b>	<b>2.827,8</b>	<b>178,5</b>
% comune-polo	51%	50%	53%	51%	49%	49%

Figura 7.5 - Consumi energetici e delle emissioni inquinanti – comune polo e area urbana





Progetti e politiche per la mobilità urbana sostenibile - Il caso dell'area urbana di Como - is licensed under a Creative Commons Attribution – Condividi allo stesso modo 3.0 Unported License.

doi: 10.4460/2013quaderno9/como



fondazione  
c a r i p l o