



9

PROGETTI E POLITICHE
PER LA MOBILITÀ URBANA
SOSTENIBILE

IL CASO DELL'AREA
URBANA DI MANTOVA

QUADERNI
DELL'OSSERVATORIO



fondazione
cariplo

PROGETTI E POLITICHE PER LA MOBILITÀ URBANA SOSTENIBILE

IL CASO DELL'AREA URBANA DI MANTOVA

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 - Il caso dell'area urbana di Mantova - is licensed under
a Creative Commons Attribuzione - Condividi allo stesso modo 3.0 Unported License.

doi: 10.4460/2013quaderno9/mantova





INDICE



INDICE

1. PREMESSA	6
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	14
2. RICOSTRUZIONE DELLO STATO ATTUALE	16
2.1 Offerta di trasporto	16
2.2 Domanda di mobilità	18
2.3 Flussi di traffico	20
2.4 Bilancio energetico - ambientale	25
3 COSTRUZIONE DEGLI SCENARI DI INTERVENTO	32
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
4. POLITICA DI SOSTEGNO ALLA MOBILITÀ NON MOTORIZZATA	36
4.1 Descrizione	36
4.2 Variazioni di domanda	38
4.3 Effetti sui flussi di traffico	39
4.4 Impatti ambientali	41
5. POLITICA DI INCENTIVAZIONE DEL TRASPORTO COLLETTIVO	44
5.1 Descrizione	44
5.2 Variazioni di domanda	46
5.3 Effetti sui flussi di traffico	47
5.4 Impatti ambientali	49
6. POLITICA DI OTTIMIZZAZIONE DELLA MOBILITÀ PRIVATA	52
6.1 Descrizione	52
6.2 Variazioni di domanda	54
6.3 Effetti sui flussi di traffico	55
6.4 Impatti ambientali	57
7. POLITICA INTEGRATA	60
7.1 Descrizione	60
7.2 Variazioni di domanda	62
7.3 Effetti sui flussi di traffico	63
7.4 Impatti ambientali	65



1.1 Oggetto dello studio di caso¹

Questo studio di caso illustra i risultati delle simulazioni di traffico, effettuate sugli scenari di sostenibilità definiti nella città e nell'area urbana di Mantova, 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

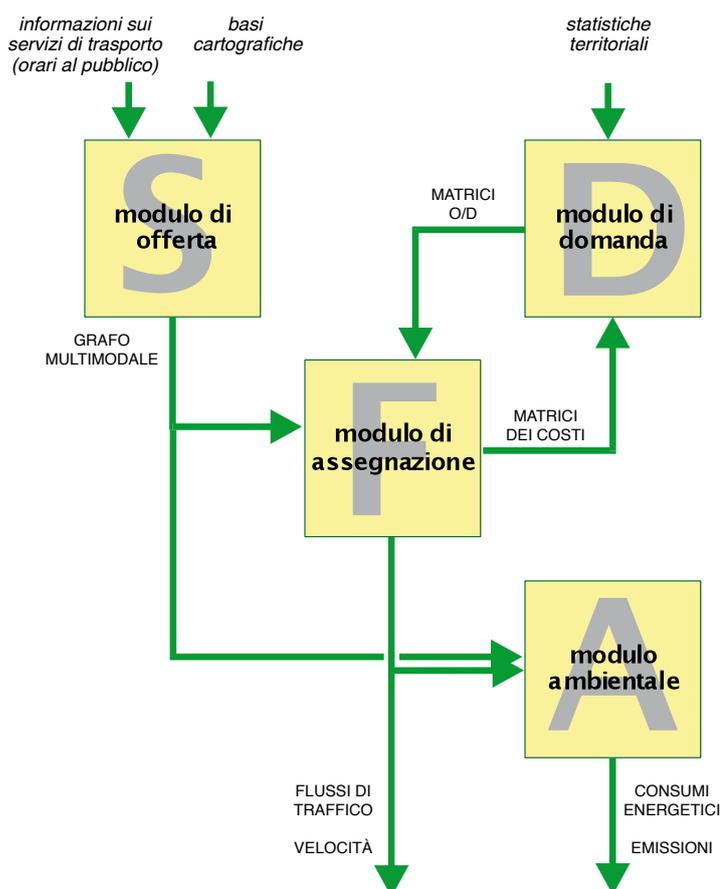
Lo strumento di analisi quantitativa, sviluppato a supporto dello studio, rappresenta un affinamento della Rete Nazionale Trasporti e Ambiente, modello multimodale del sistema di trasporto nazionale, messo a punto da Polinomia srl con il contributo del WWF Italia.

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.
Ha inoltre attivamente collaborato con gli autori il referente del comune oggetto degli approfondimenti territoriali, Fabio Arvati.

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

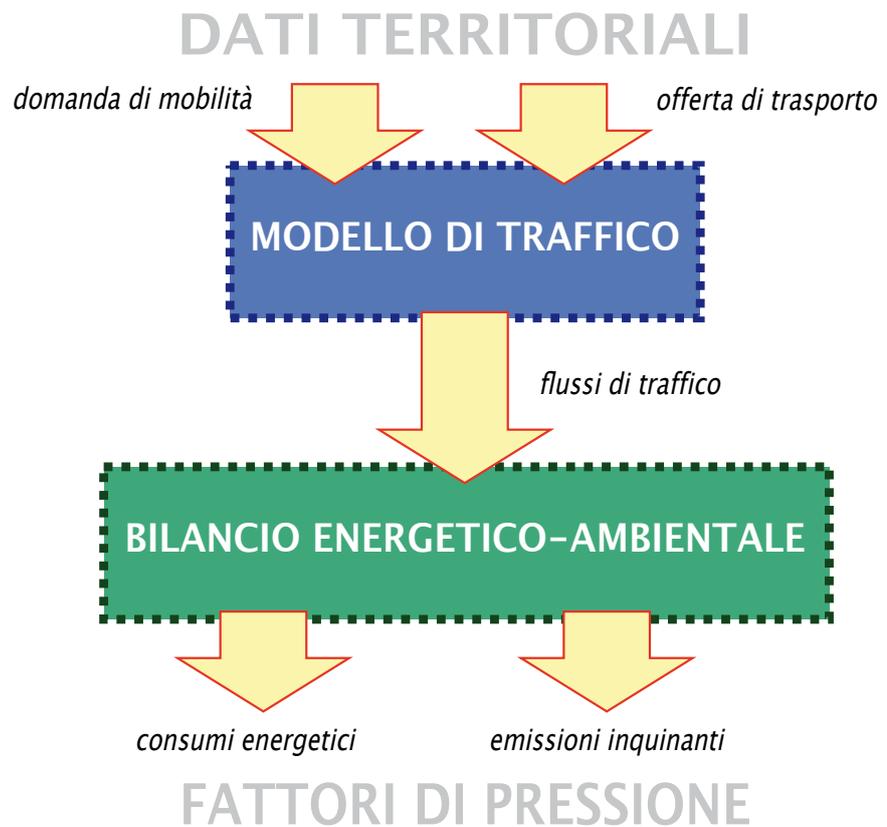
- S) **modulo di offerta**, che ricostruisce il quadro delle infrastrutture e dei servizi di trasporto esistenti (stradali e ferroviarie) descrivendole attraverso un apposito grafo;
- D) **modulo di domanda**, che identifica il numero di spostamenti, effettuati per singolo motivo, fra tutte le località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

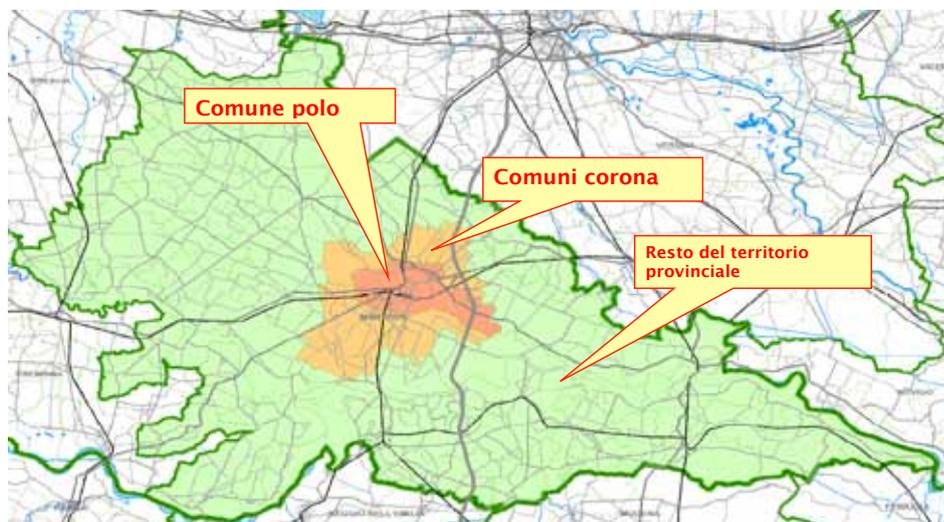
- > da un lato, alla necessità di garantire un solido legame tra i risultati ambientali del modello e le statistiche di vendita dei carburanti per autotrazione, correntemente disponibili al solo livello provinciale, che rappresentano un fondamentale parametro di validazione del modello stesso;
- > dall'altro, 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 interzonali, sia motorizzati che ciclopeditali², 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)³ 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:

- ² 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).
- ³ 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/CORINAIR⁴, 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 specifici⁵.

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).

⁴ 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.

⁵ 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

La città di Mantova è stata suddivisa in 14 zone, riconducibili ai 5 quartieri urbani. Tale zonizzazione appare coerente con quella utilizzata dall'indagine O/D della Regione Lombardia (2002). L'area urbana è stata invece perimetrata sino a comprendere i quattro Comuni della "Grande Mantova" (Curtatone, Porto Mantovano, San Giorgio di Mantova, Virgilio), a loro volta suddivisi in 13 zone di traffico.

Tabella 1.1 - Perimetrazione dell'area urbana

Codice Istat		Comune	Sup. kmq	Popolazione residente				Dens. ab./kmq
1991	1996			1981	1991	2001	2009	
20030	20030	Mantova	63,97	60.866	53.065	47.790	48.324	755
20021	20021	Curtatone	67,47	9.293	10.410	12.354	14.248	211
20045	20045	Porto Mantovano	37,44	9.829	12.204	13.878	15.947	426
20057	20057	San Giorgio di Mantova	24,50	5.175	5.704	7.542	9.383	383
20069	20069	Virgilio	31,27	7.574	9.307	10.023	11.300	361
		TOTALE	224,65	92.737	90.690	91.587	99.202	442

Nel complesso, dunque, l'area urbana di Mantova risulta suddivisa in 27 zone di traffico come indicato nella tabella seguente.

Tabella 1.2 - Zonizzazione dell'area urbana

AREA URBANA DI MANTOVA						
Componente	Comuni n.	Zone n.	Sup. kmq	Popolazione residente		incr.
				2001	2009	%
Polo urbano	1	4	63,97	47.790	48.324	+1,1%
Corona	4	4	160,68	43.797	50.878	+16,2%
TOTALE	5	8	224,65	91.587	99.202	+8,3%
% polo su totale	20%	50%	28%	52%	49%	

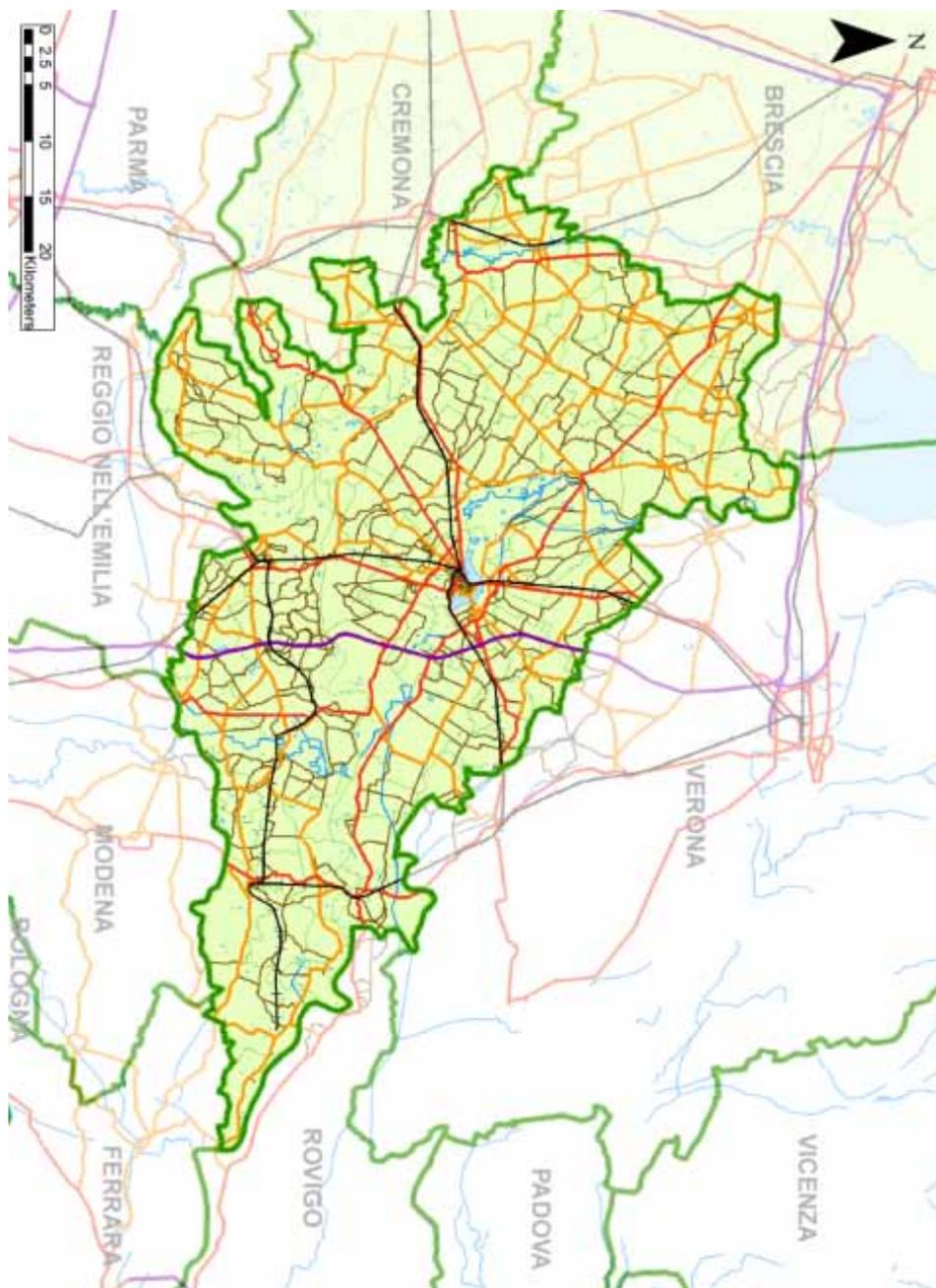
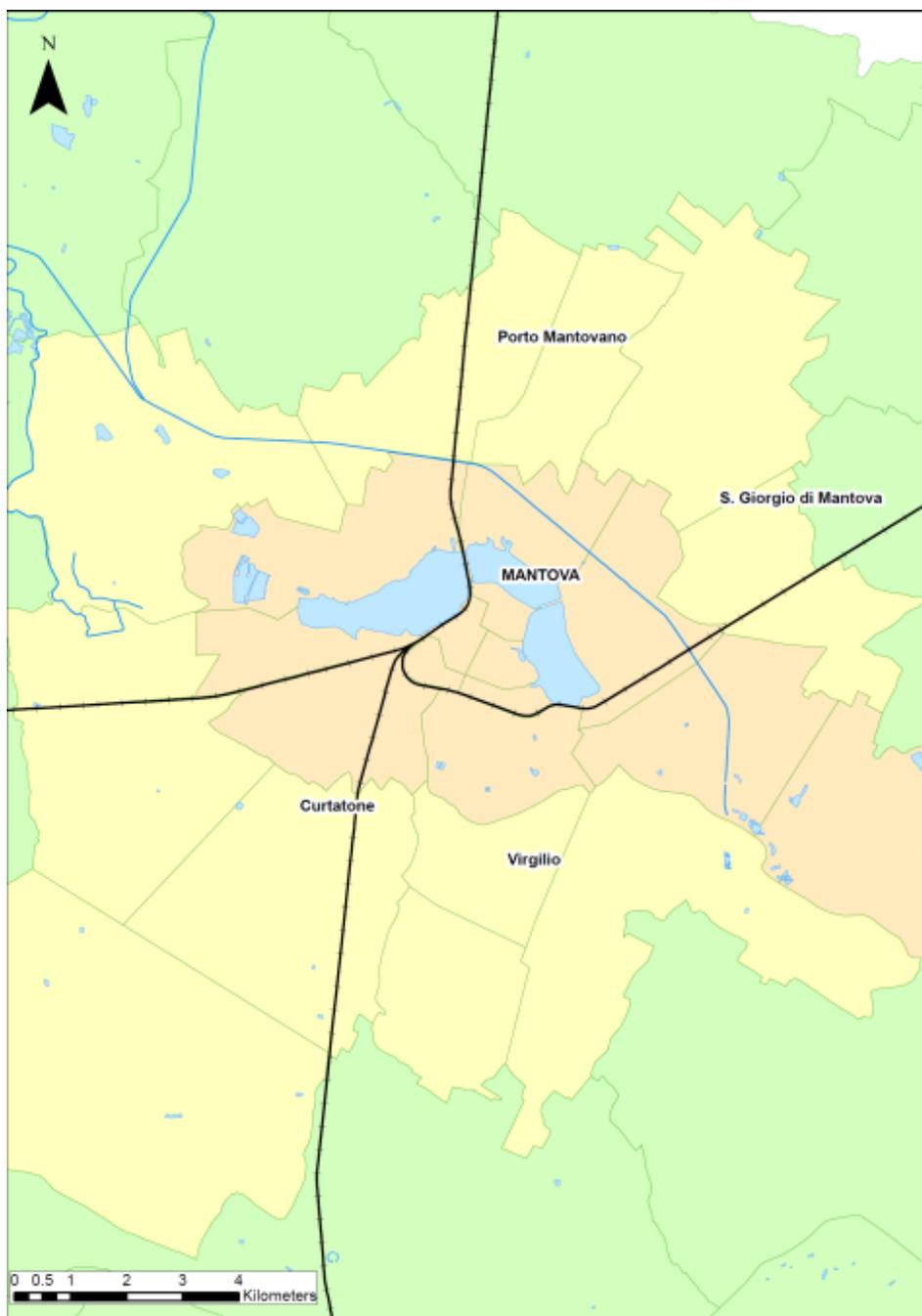
Figura 1.4 - Zonizzazione provinciale



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 principali⁶, strade secondarie, strade locali), nonché della rete del trasporto pubblico urbano⁷ e di quella atta a supportare i movimenti ciclopdonali⁸.

Nel complesso, il modello descrive circa 200 km di rete all'interno del Comune polo e oltre 550 nell'insieme dell'area urbana (tabella 2.1). Tale estensione, corrispondente a circa 1/6 del totale provinciale, è costituita in prevalenza di strade locali, con una presenza non trascurabile delle strade ordinarie di rango superiore, cui si associa invece una presenza abbastanza marginale delle autostrade.

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	8,6	20,1	28,7	46,5	75,2
3 Rete primaria	77,4	64,2	141,6	421,1	562,6
4 Rete secondaria	41,6	73,9	115,6	1265,7	1381,3
5 Rete locale	69,1	208,1	277,2	1908,6	2185,8
TOTALE	196,8	366,3	563,0	3641,9	4204,9

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

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	0,00	0,00
Tramviarie	0	0	0	0	0,00	0,00
Funicolari	0	0	0	0	0,00	0,00
Automobilistiche	9	335	535	6.272	267,64	23,43
Navigazione	0	0	0	0	0,00	0,00
Totale urbano	9	335	535	6.272	268	23,43
Ferrovie	15	1.410	104	5.773	105,80	54,56
TOTALE	24	1.745	639	12.045	373	32,25

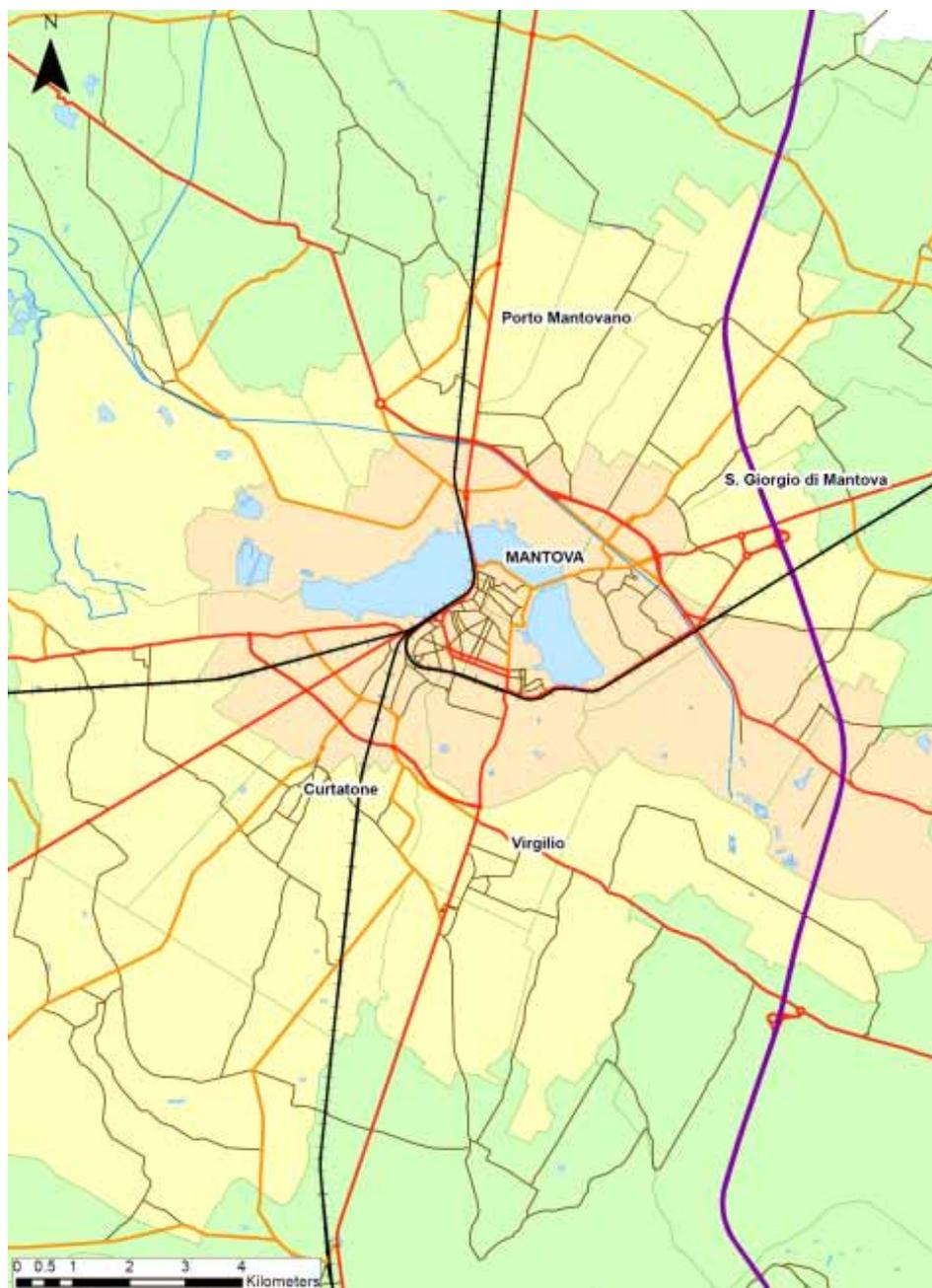
6 Le strade principali collegano il Comune-polo ai capoluoghi provinciali contermini, quelle secondarie garantiscono invece le connessioni con i principali poli urbani interni al territorio provinciale.

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 ferialo 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.



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 Mantova è interessata da circa 210 mila spostamenti/giorno (sola andata) di cui 108 mila interni all'area urbana, 73 mila in entrata e solo 27 mila in uscita. Facendo riferimento al solo comune capoluogo, gli spostamenti interni sono 52 mila, quelli in entrata 94 mila e quelli in uscita 19 mila.

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

Matrice OD veicoli leggeri (esclusi i ritorni a casa)					
	n° di veicoli				
	Comune	Corona	Resto Prov	Esterno	TOTALE
Comune	23.057	4.837	5.403	4.425	37.721
Corona	20.679	12.917	6.849	3.604	44.048
Resto Prov	33.876	6.322	184.926	50.561	275.685
Esterno	10.394	997	26.569	188.844	226.805
TOTALE	88.006	25.073	223.746	247.434	584.259

Matrice OD veicoli pesanti (esclusi i ritorni a casa)					
	n° di veicoli				
	Comune	Corona	Resto Prov	Esterno	TOTALE
Comune	49	12	262	185	508
Corona	58	28	408	182	677
Resto Prov	1.778	346	22.951	5.807	30.882
Esterno	443	53	2.679	22.458	25.632
TOTALE	2.329	438	26.300	28.631	57.698



Matrice OD passeggeri TPL (esclusi i ritorni a casa)					
	n° di passeggeri				
	Comune	Corona	Resto Prov	Esterno	TOTALE
Comune	2.957	157	236	1.064	4.414
Corona	3.238	515	278	750	4.781
Resto Prov	6.447	64	5.302	6.350	18.163
Esterno	2.183	12	1.569	47.669	51.433
TOTALE	14.824	748	7.384	55.834	78.791

	Quota modale				
	Comune	Area Urbana	Provincia	Esterno	TOTALE
Comune	6%	3%	3%	16%	6%
Area Urbana	11%	3%	3%	14%	7%
Provincia	13%	1%	2%	9%	5%
Esterno	15%	1%	5%	16%	15%
TOTALE	10%	2%	2%	15%	9%

Matrice OD spost. non motorizzati (esclusi i ritorni a casa)					
	n° di spostamenti				
	Comune	Corona	Resto Prov	Esterno	TOTALE
Comune	18.660	228	71	235	19.193
Corona	1.478	3.727	102	154	5.462
Resto Prov	2.824	118	45.524	1.138	49.604
Esterno	125	25	375	2.013	2.537
TOTALE	23.087	4.098	46.072	3.540	76.796

	Quota modale				
	Comune	Area Urbana	Provincia	Esterno	TOTALE
Comune	36%	4%	1%	4%	27%
Area Urbana	5%	18%	1%	3%	9%
Provincia	6%	2%	17%	2%	13%
Esterno	1%	2%	1%	1%	1%
TOTALE	16%	12%	15%	1%	9%

Matrice OD spost. non motorizzati (esclusi i ritorni a casa)					
	passeggeri/giorno				
	Comune	Corona	Resto Prov	Esterno	TOTALE
Comune	30.063	5.633	6.439	5.224	47.359
Corona	25.853	15.932	7.709	4.379	53.873
Resto Prov	40.265	7.055	215.897	59.993	323.210
Esterno	12.352	1.254	30.702	242.189	286.497
TOTALE	108.532	29.875	260.748	311.785	710.940

	Quota modale				
	Comune	Area Urbana	Provincia	Esterno	TOTALE
Comune	58%	94%	95%	80%	67%
Area Urbana	85%	79%	95%	83%	84%
Provincia	81%	97%	81%	89%	83%
Esterno	84%	97%	94%	83%	84%
TOTALE	74%	86%	83%	84%	82%

Matrice OD spost. non motorizzati (esclusi i ritorni a casa)					
	n° di passeggeri				
	Comune	Corona	Resto Prov	Esterno	TOTALE
Comune	51.679	6.018	6.746	6.523	70.967
Corona	30.569	20.174	8.090	5.283	64.116
Resto Prov	49.536	7.237	266.722	67.482	390.978
Esterno	14.660	1.291	32.645	291.871	340.467
TOTALE	146.444	34.721	314.204	371.159	866.527

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**⁹, il modello ha consentito di stimare un totale di circa 94 mila passeggeri-km a livello di Comune polo, che diventano oltre 150 mila considerando l'area urbana nel suo complesso (tabella 2.4).

Questa componente di traffico ha carattere eminentemente locale e tende a concentrarsi soprattutto sulle radiali di accesso al centro storico (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	56	41.699	0	41.699	3.907	11
4 Rete secondaria	42	16.853	0	16.853	1.445	12
5 Rete locale	69	35.257	0	35.257	3.099	11
TOTALE	166	93.809	0	93.809	8.452	11

AREA URBANA

	Km	Vkm/giorno			Vh/giorno Totale	Velocità media Km/h
		Leggeri	Pesanti	Totale		
2 Rete autostradale	20	0	0	0	0	0
3 Rete primaria	109	65.760	0	65.760	6.446	10
4 Rete secondaria	116	30.343	0	30.343	2.897	10
5 Rete locale	277	56.718	0	56.718	5.128	11
TOTALE	522	152.821	0	152.821	14.471	11

PROVINCIA

	Km	Vkm/giorno			Vh/giorno Totale	Velocità media Km/h
		Leggeri	Pesanti	Totale		
2 Rete autostradale	395	0	0	0	0	0
3 Rete primaria	504	108.272	0	108.272	11.109	10
4 Rete secondaria	1.374	120.601	0	120.601	12.483	10
5 Rete locale	2.184	182.369	0	182.369	16.419	11
TOTALE	4.457	411.241	0	411.241	40.011	10

⁹ 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 1,2 milioni di veicoli-km/giorno a livello di Comune-polo e di quasi 2,5 a livello di area urbana (tabella 2.5).

Questo traffico tende a concentrarsi in misura sensibile sulle principali direttrici di accesso urbane, quali i ponti sul Mincio o le direttrici meridionali provenienti da Cremona e Suzzara. La rete locale appare impegnata in modo intenso soltanto nei quartieri urbani meridionali, in corrispondenza dell'ospedale (fig.2.3.ii).

Tabella 2.5. - Volumi di traffico – mobilità motorizzata individuale

COMUNE POLO

	Km	Vkm/giorno			Vh/giorno Totale	Velocità media Km/h
		Leggeri	Pesanti	Totale		
Rete autostradale	9	132.547	42.548	175.095	1.535	114
Rete primaria	77	575.961	77.403	653.364	13.089	50
Rete secondaria	42	220.793	24.180	244.973	4.084	60
Rete locale	69	159.451	9.666	169.117	3.543	48
TOTALE	197	1.088.751	153.797	1.242.549	22.251	56

AREA URBANA

	Km	Vkm/giorno			Vh/giorno Totale	Velocità media Km/h
		Leggeri	Pesanti	Totale		
Rete autostradale	29	449.584	132.222	581.806	5.099	114
Rete primaria	142	986.638	146.209	1.132.847	21.682	52
Rete secondaria	116	370.941	45.006	415.947	6.323	66
Rete locale	277	291.273	20.747	312.019	5.778	54
TOTALE	563	2.098.435	344.184	2.442.620	38.881	63

PROVINCIA

	Km	Vkm/giorno			Vh/giorno Totale	Velocità media Km/h
		Leggeri	Pesanti	Totale		
Rete autostradale	75	1.197.211	357.451	1.554.663	13.637	114
Rete primaria	563	2.712.993	696.582	3.409.576	54.047	63
Rete secondaria	1.381	2.781.427	775.868	3.557.295	50.103	71
Rete locale	2.186	1.130.178	186.031	1.316.210	23.559	56
TOTALE	4.205	7.821.810	2.015.933	9.837.744	141.346	70

Figura 2.3 - Volumi di traffico - mobilità motorizzata individuale

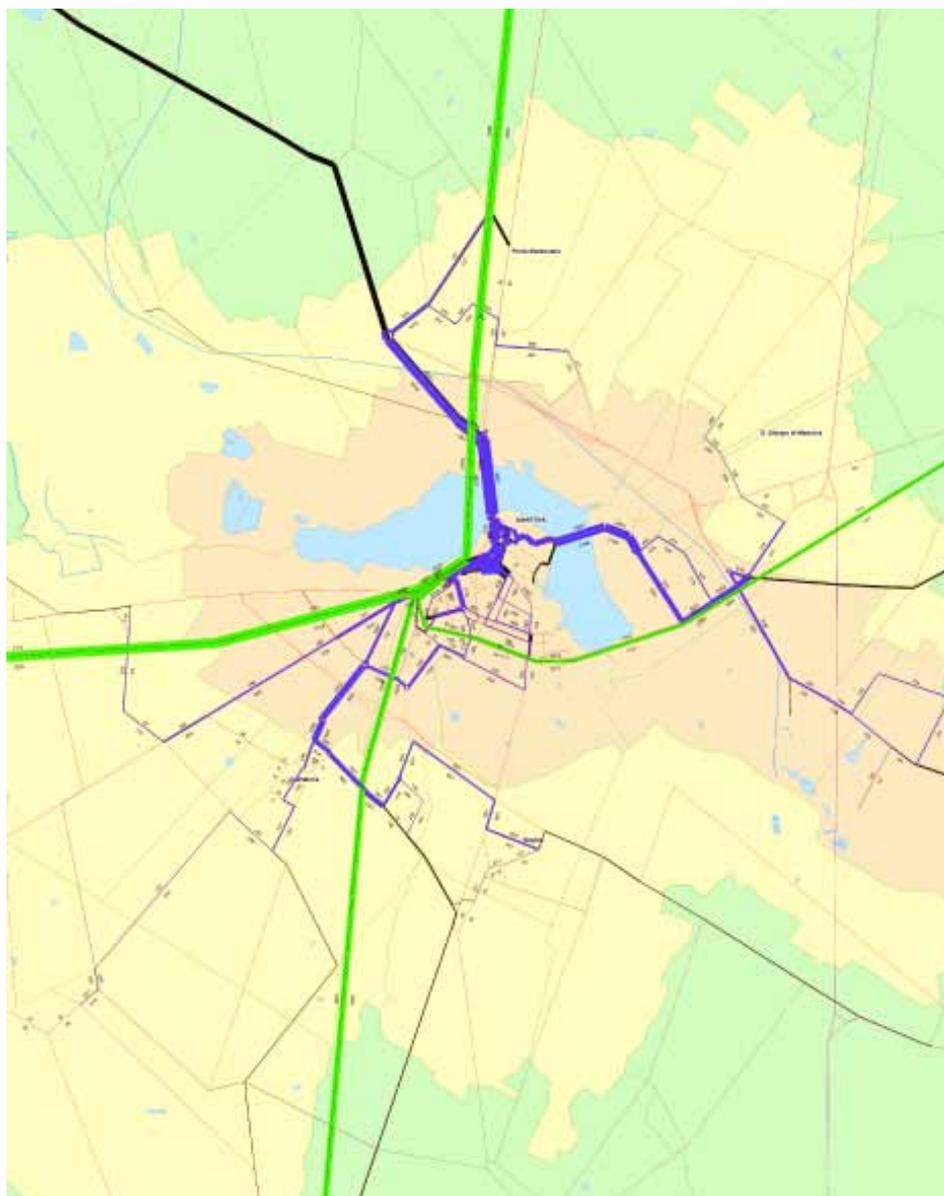


Da ultimo, si stima che il trasporto pubblico urbano supporti un volume di circa 130 mila passeggeri-km/giorno, con una certa prevalenza degli scambi con i Comuni di corona, rispetto alla mobilità interna al capoluogo (tabella 2.6 e figura 2.4).

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	0	0	0,00	0	0,00
Automobilistiche	35.371	131.963	3,73	5.140	25,67
Navigazione	0	0	0	0	0,00
<i>Totale urbano</i>	<i>35.371</i>	<i>131.963</i>	<i>3,73</i>	<i>5140</i>	<i>25,67</i>
Ferroviarie	104.283	4.919.694	47,18	72.923	67,46
TOTALE	139.654	5.051.657	36,17	78.063	64,71

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

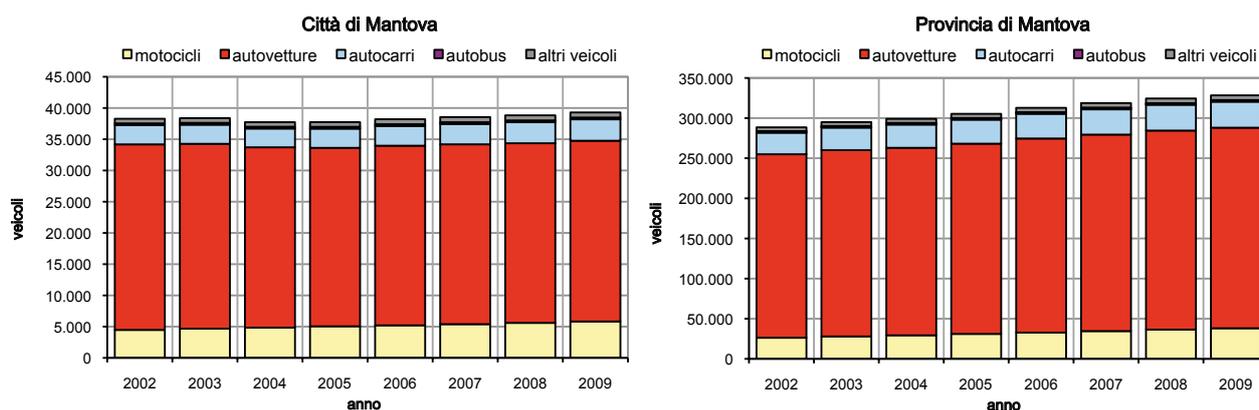


Figura 2.6 - Ricostruzione dei coefficienti unitari di consumo/emissione - veicoli leggeri

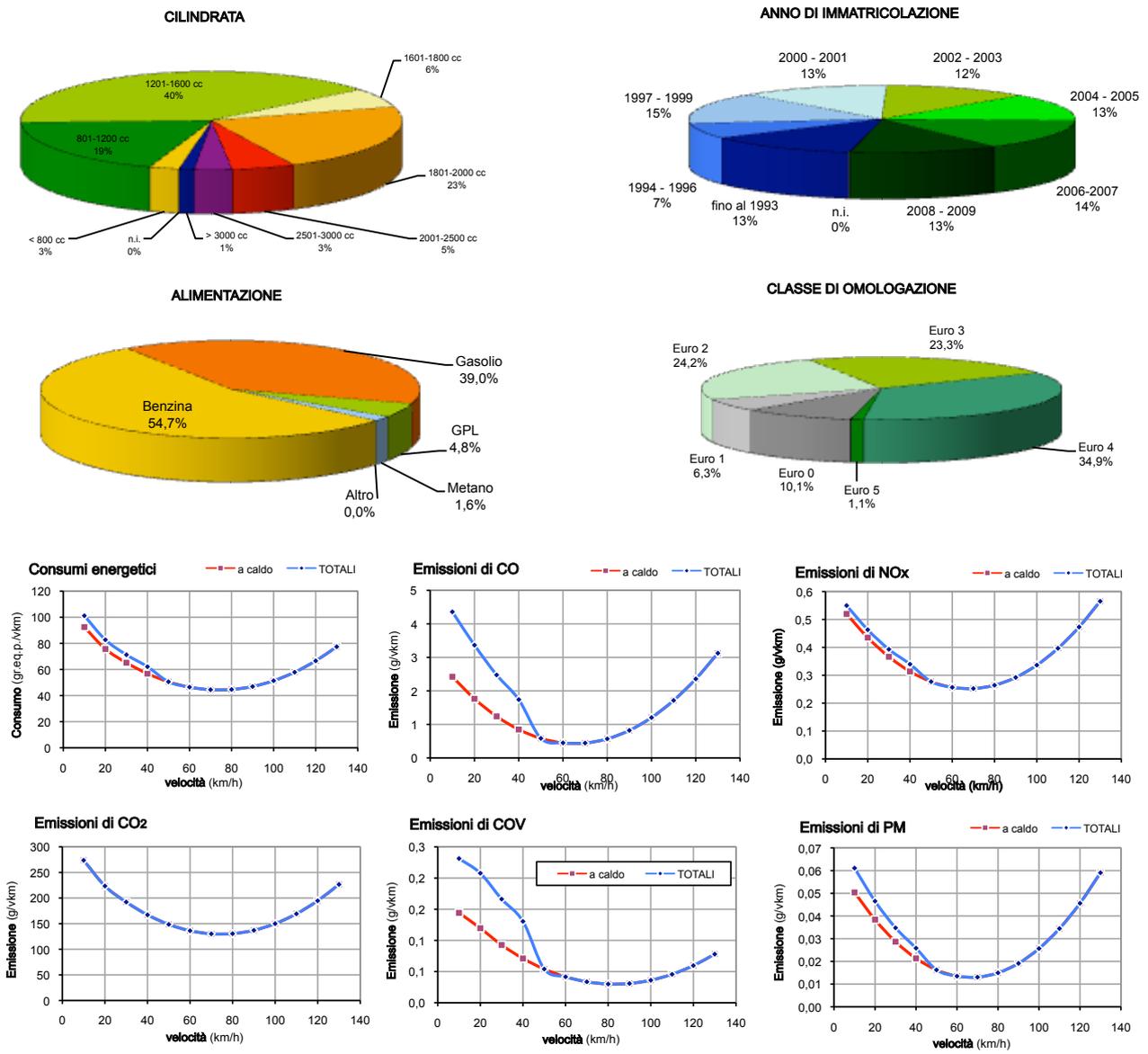
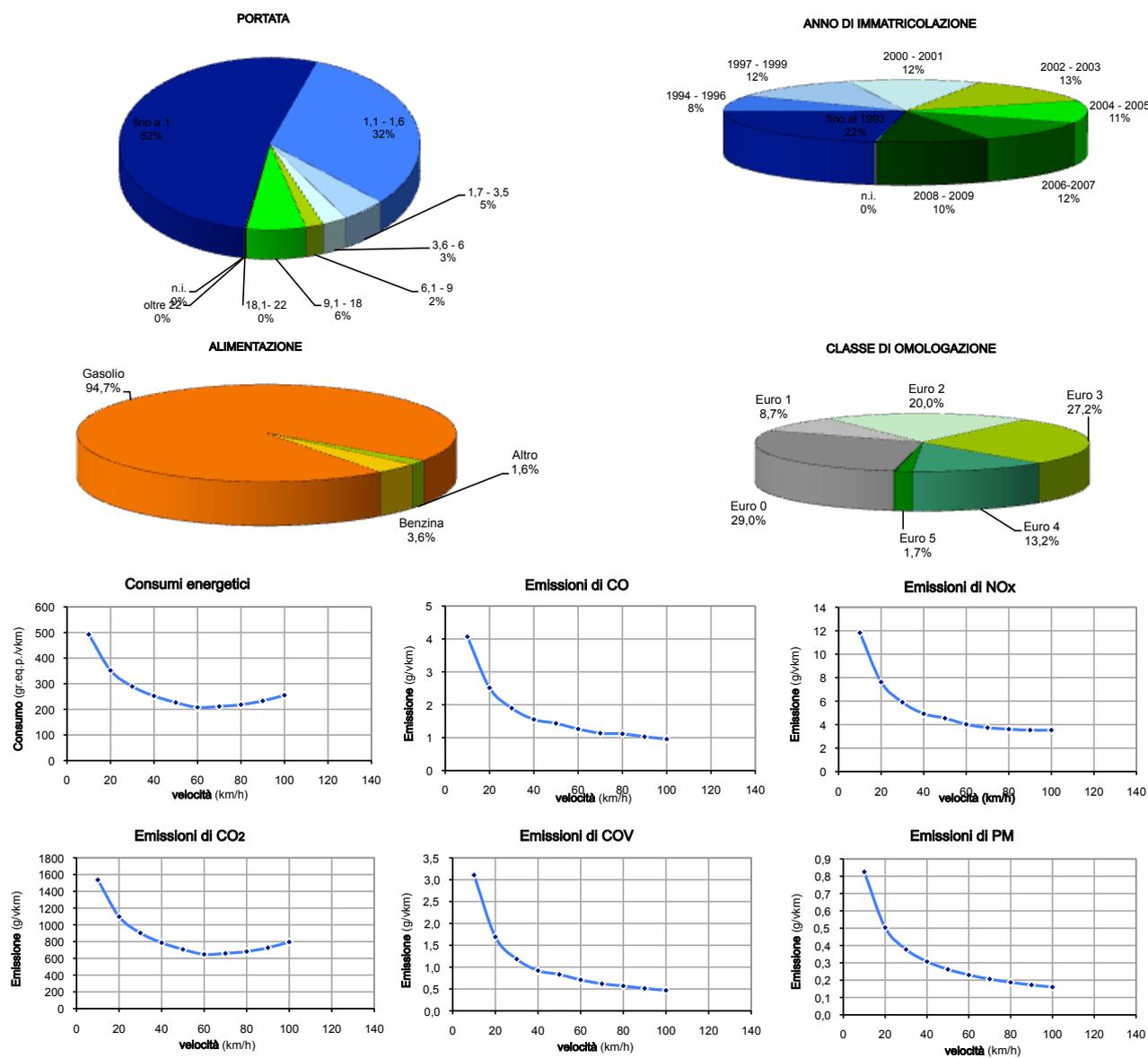




Figura 2.7 - Ricostruzione dei coefficienti unitari di consumo/emissione - veicoli pesanti



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

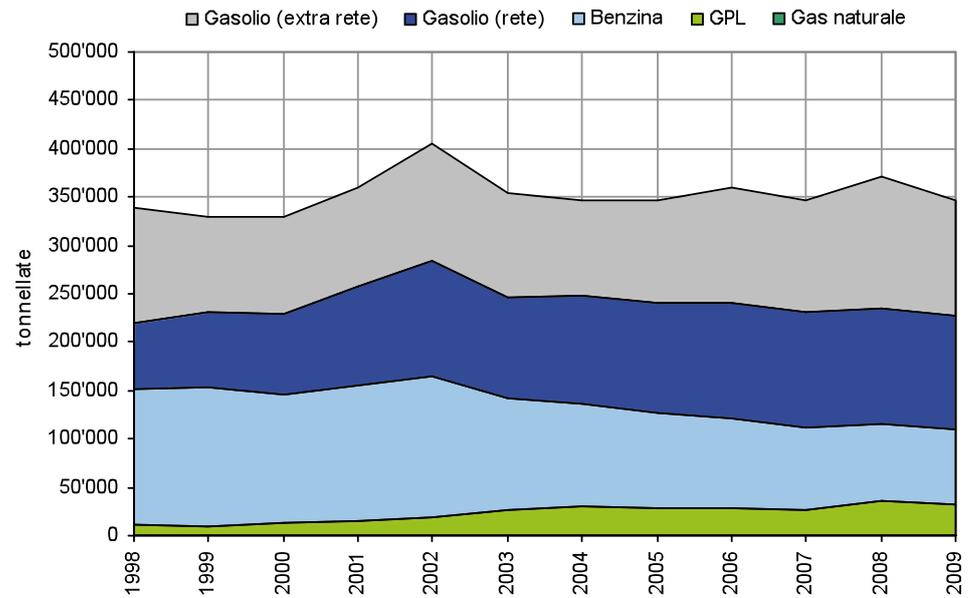


Figura 2.9 - Vendita di benzina per autotrazione – totale provincia

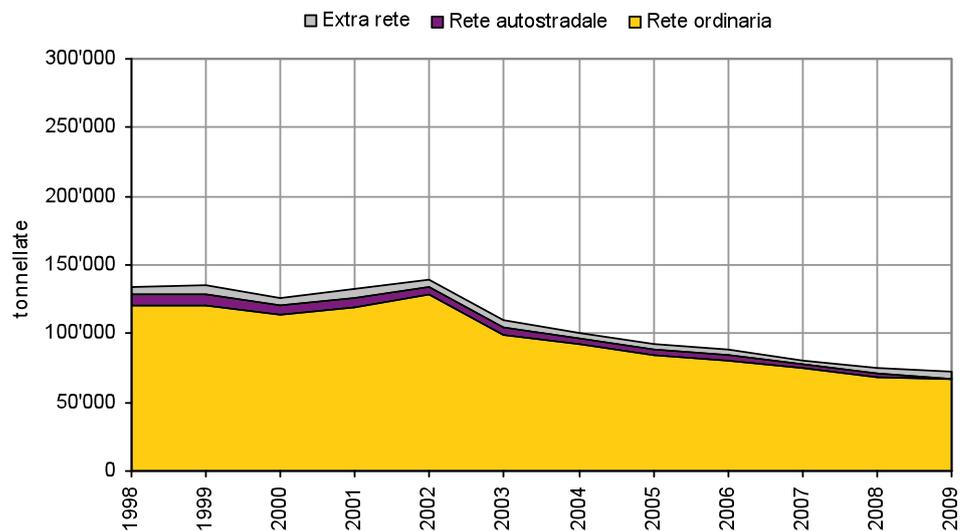


Tabella 2.7 - Vendita di benzina per autotrazione – totale provincia

BENZINA AUTOTRAZIONE							
Categoria	t						
	1998	2000	2005	2006	2007	2008	2009
Rete ordinaria	120.909	113.814	84.597	80.595	75.147	68.843	66.384
Rete autostradale	7.439	6.792	3.467	3.120	2.564	2.381	937
Extra rete	5.219	5.948	4.567	4.656	3.120	4.308	5.242
Totale	133.567	126.554	92.631	88.371	80.831	75.532	72.563
000 tep	140,2	132,9	97,3	92,8	84,9	79,3	76,2

Figura 2.10 - Vendita di benzina per autotrazione – totale provincia

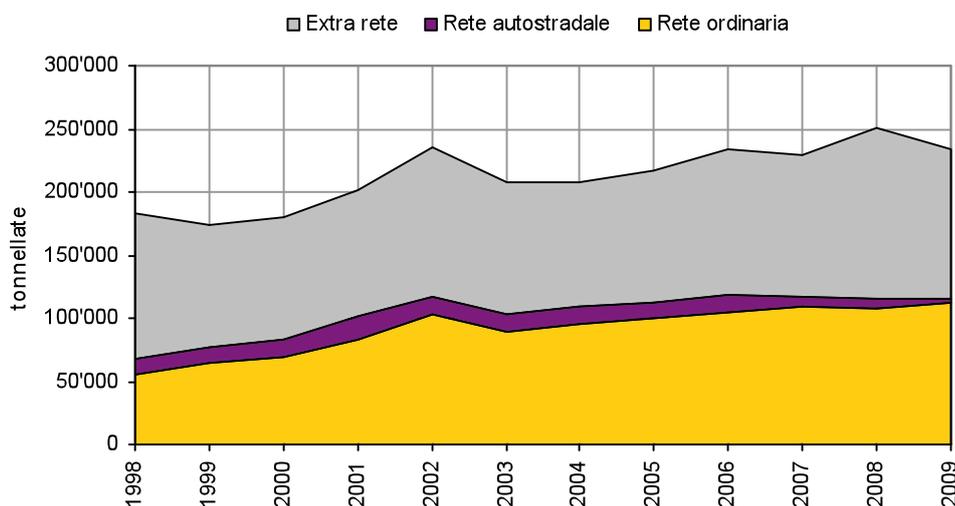


Tabella 2.8 - Vendita di gasolio per autotrazione – totale provincia

GASOLIO AUTOTRAZIONE							
Categoria	t						
	1998	2000	2005	2006	2007	2008	2009
Rete ordinaria	55.543	68.954	99.621	105.274	109.557	107.862	111.966
Rete autostradale	11.508	13.425	12.661	12.578	7.911	7.887	3.604
Extra rete	116.167	97.424	104.429	116.555	112.125	135.121	117.648
Totale	183.218	179.803	216.711	234.407	229.593	250.870	233.218
000 tep	192,4	188,8	227,5	246,1	241,1	263,4	244,9

Nel complesso, si stima che in un normale giorno feriale il sistema di trasporto dell'area urbana di Mantova presenti un consumo energetico di circa 240 tep, di cui 121 (51%) afferenti al solo comune polo. Ciò corrisponde all'emissione di circa 700 t/giorno di CO₂, di cui poco meno di 360 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 Mantova STATISTICHE STATO DI FATTO						
Categoria	Consumi tep/giorno	Emissioni				
		CO ₂ t/giorno	CO kg/giorno	COV kg/giorno	NOX kg/giorno	PM kg/giorno
COMUNE POLO						
Rete autostradale	19,7	60,0	315,3	27,9	215,1	12,5
Rete primaria	64,6	190,5	967,7	130,8	661,8	40,4
Rete secondaria	21,3	63,1	244,5	37,5	210,6	12,2
Rete locale	15,0	43,6	236,9	26,9	125,8	7,9
TOTALE	120,6	357,2	1.764,5	223,1	1.213,4	72,9
AREA URBANA						
Rete autostradale	63,8	193,4	1.058,9	88,8	685,2	40,3
Rete primaria	112,7	333,2	1.559,8	229,1	1.189,3	71,5
Rete secondaria	35,8	106,7	386,3	59,7	360,7	20,4
Rete locale	26,2	77,2	341,0	43,8	229,1	13,6
TOTALE	238,5	710,5	3.345,9	421,4	2.464,2	145,7
<i>Trasporto pubblico</i>	1,8	5,7	14,5	39,2	10,2	2,8
TOTALE	240,3	716,1	3.360,4	460,6	2.474,4	148,5
<i>% comune-polo</i>	51%	50%	53%	53%	49%	50%



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

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

Documento	Aggiornamento	Disponibilita'			Fonti
		Da reperire	Da verificare	Gia' a disposizione	
PGT	In fase di redazione		X		
PGTU			X		
PUT	In fase di redazione		X		DGC n. 110 del 26/06/2007 adozione piano
Piano Urbano Mobilità			X		
Variante PTCP	2010			X	web
Studio sistema infrastrutturale della viabilità	1997			X	Archivio Polinomia
Programma triennale dei servizi di trasporto pubblico	2008-2010			X	web
Progetto bike sharing				X	web
Pedibus				X	web
Piano provinciale dei percorsi e delle piste ciclopedonali	2006			X	web
Piano della sosta			X		
Progetto car sharing			X		
Studio per il sistema della tangenziale di Mantova	1986			X	Archivio Polinomia

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 traffi-



co 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 e "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.



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 grandissima 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	255	3.830
BSH	Bike sharing	-1.402	-200	-4.406
PCI	Estensione rete percorsi ciclabili	-11.200	-112	-12.880
PKC	Parcheggi per bici	-177	0	-177
	Totale non motorizzata	-12.778	-57	-13.632
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
	Totale motorizzata pubblica	0	0	0
ZTL	Modifiche perimetro ZTL	-70	-4	-123
PKP	Estensione della sosta a pagamento	0	3.945	59.175
PKA	Incremento dell'offerta di sosta	0	0	0
MDT	Interventi di moderazione del traffico	-14.800	-148	-17.020
STR	Potenziamenti della rete stradale	0	0	0
CSH	Car sharing	0	0	0
CPO	Car pooling	0	0	0
	Totale morizzata privata	-14.870	3.793	42.032
	TOTALE COSTI	-27.648	3.737	28.400

* 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 relativamente limitato della quota afferente alla mobilità ciclo-pedonale. A livello di comune polo, l'aumento è ottenuto in parte a spese del trasporto pubblico.

Tabella 4.2 - Matrici O/D per modo di trasporto

Matrici OD passeggeri TPL (esclusi i ritorni a casa)					
	n° di passeggeri				
	Comune	Area Urbana	Provincia	Esterno	TOTALE
Comune	3.433	168	260	1.120	4.981
Area Urbana	3.266	504	275	731	4.775
Provincia	6.628	62	5.301	6.332	18.322
Esterno	2.353	11	1.562	47.641	51.568
TOTALE	15.680	744	7.398	55.824	79.647

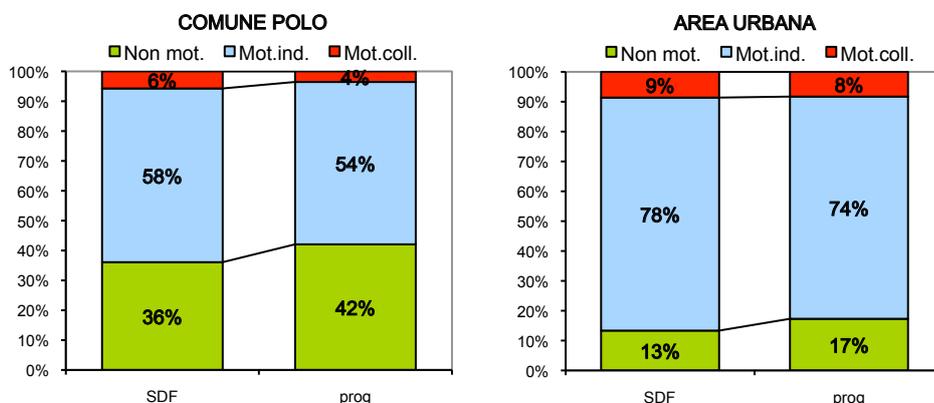
Matrici OD spost. non motorizzati (esclusi i ritorni a casa)					
	n° di spostamenti				
	Comune	Area Urbana	Provincia	Esterno	TOTALE
Comune	19.010	278	82	394	19.764
Area Urbana	2.011	3.800	111	181	6.104
Provincia	3.791	128	45.561	1.161	50.641
Esterno	199	43	381	2.023	2.646
TOTALE	25.010	4.249	46.136	3.759	79.155

Matrici OD veicoli leggeri (esclusi i ritorni a casa)					
	passeggeri/giorno				
	Comune	Area Urbana	Provincia	Esterno	TOTALE
Comune	28.102	5.507	6.309	5.021	44.939
Area Urbana	24.168	15.445	7.684	4.340	51.637
Provincia	37.795	7.026	215.827	59.973	320.620
Esterno	11.981	1.255	30.710	242.210	286.156
TOTALE	102.045	29.233	260.530	311.544	703.352

Matrici OD TOTALE (esclusi i ritorni a casa)					
	n° di passeggeri				
	Comune	Area Urbana	Provincia	Esterno	TOTALE
Comune	50.545	5.952	6.652	6.535	69.684
Area Urbana	29.444	19.749	8.071	5.252	62.517
Provincia	48.214	7.216	266.688	67.466	389.584
Esterno	14.532	1.309	32.653	291.874	340.369
TOTALE	142.735	34.227	314.064	371.128	862.154



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



4.3 Effetti sui flussi di traffico

Questo scenario determina un netto incremento dei volumi di traffico non motorizzato (+22%) e una riduzione di quello motorizzato, sia privato (-4%) che pubblico (-30%).

Il traffico privato subisce tuttavia un effetto di congestionamento, che conduce a un incremento dei tempi di percorrenza (+7%).

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.	93.809	110.197	8.452	8.763	11,1	12,6	17%	4%
Mot.ind.	1.324.818	1.257.143	27.075	30.897	48,9	40,7	-5%	14%
Mot.coll.	131.963	91.971	5.140	3.793	25,7	24,2	-30%	-26%
TOTALE	1.550.590	1.459.311	40.667	43.452	38,1	33,6	-6%	7%

AREA URBANA

	pkm/giorno		ph/giorno		km/h		variaz.%	
	SDF	prog	SDF	prog	SDF	prog	Pkm	Ph
Non mot.	152.821	185.978	14.471	15.828	10,6	11,8	22%	9%
Mot.ind.	2.553.424	2.463.966	47.311	50.477	54,0	48,8	-4%	7%
Mot.coll.	131.963	91.971	5.140	3.793	25,7	24,2	-30%	-26%
TOTALE	2.838.208	2.741.914	66.922	70.098	42,4	39,1	-3%	5%

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

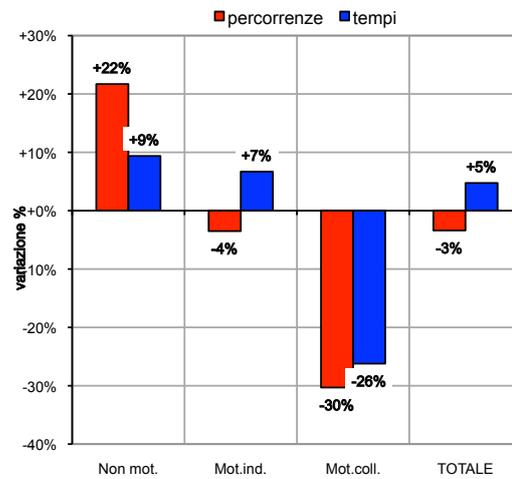
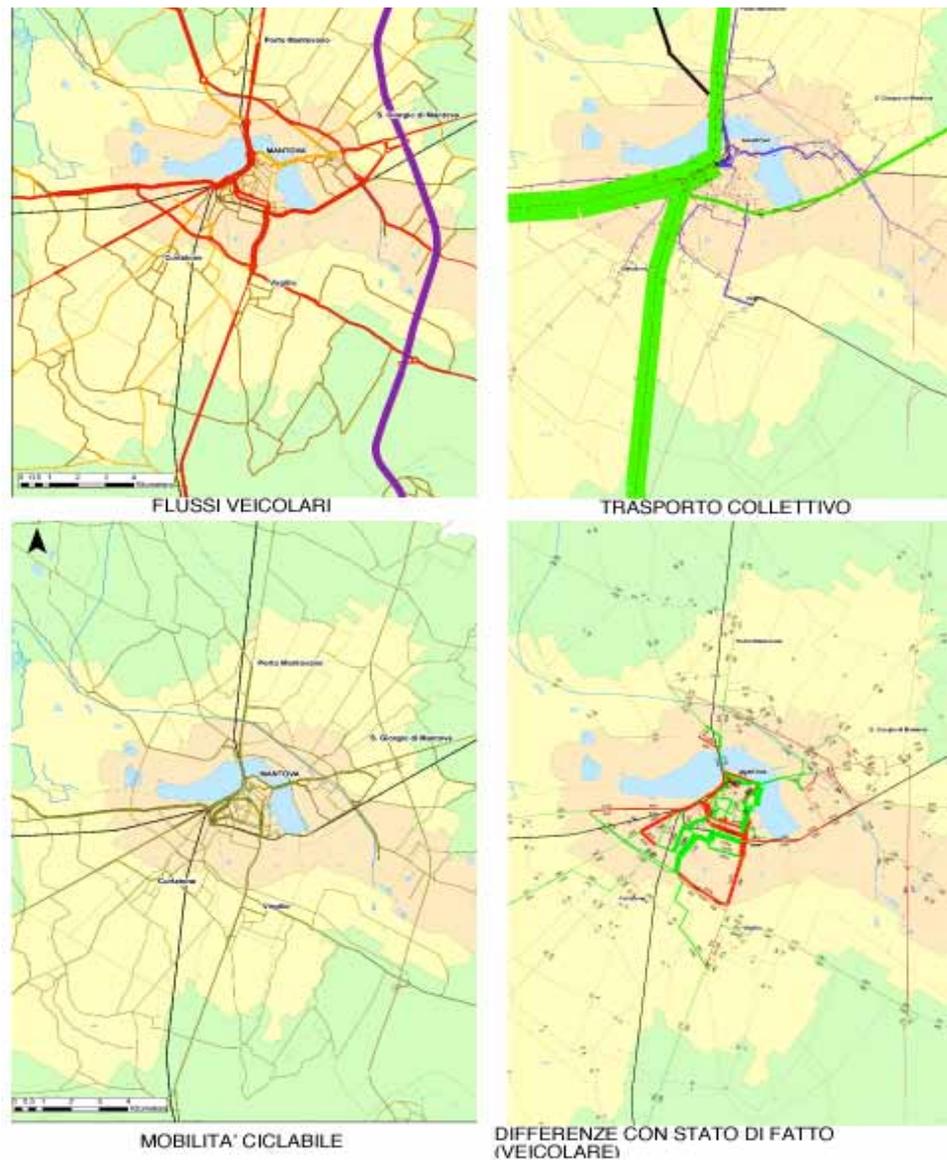


Figura 4.4 - Quadro complessivo degli effetti – comune polo e area urbana





4.4 Impatti ambientali

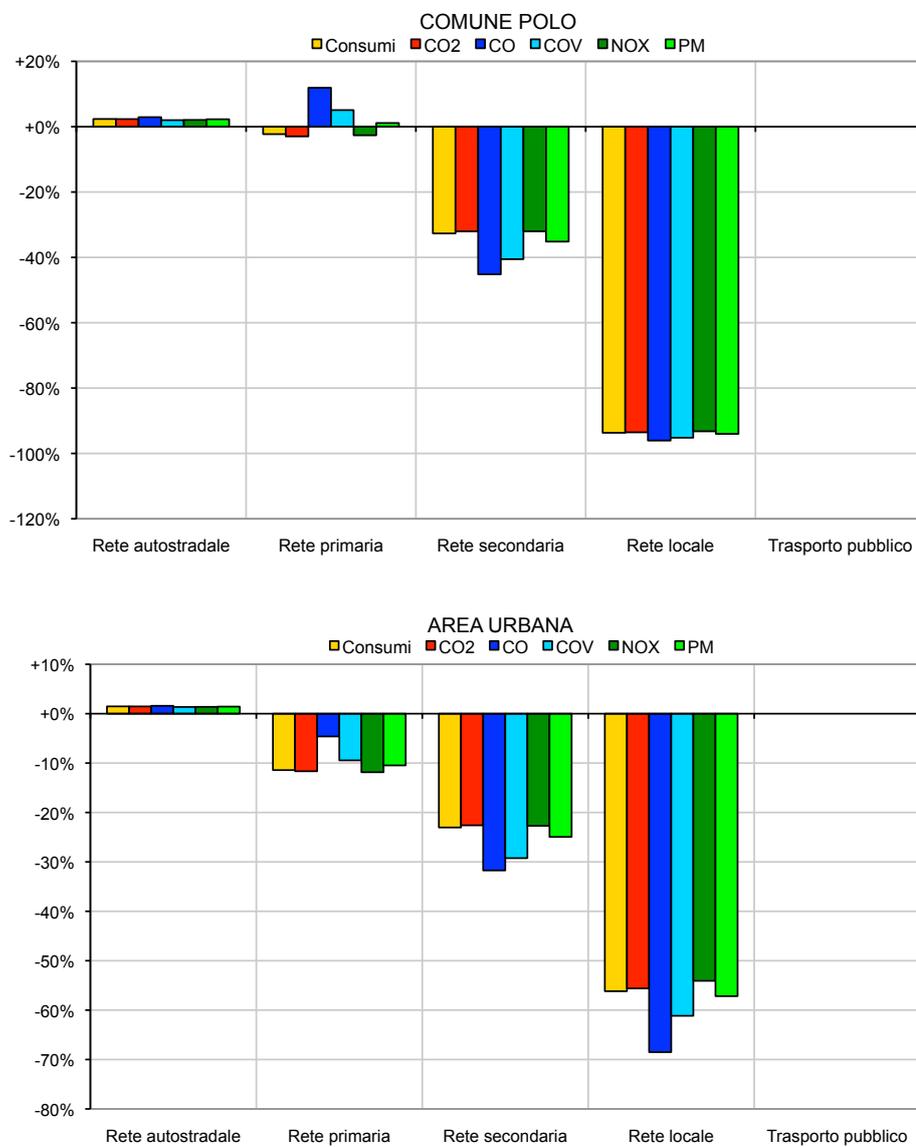
A seguito di tutti questi effetti, l'impatto ambientale si riduce in misura abbastanza significativa: a livello di area urbana i consumi energetici e le emissioni di CO₂ si riducono di circa il 14%.

Le riduzioni si concentrano sulla rete viaria secondaria e locale, mentre su quella primaria si possono osservare effetti in controtendenza, dovuti alla maggiore concentrazione del traffico motorizzato, con conseguenti effetti di congestione.

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

Modello di traffico Mantova STATISTICHE SOSTEGNO ALLA MOBILITA' NON MOTORIZZATA						
Categoria	Consumi tep/giorno	Emissioni				
		CO ₂ t/giorno	CO kg/giorno	COV kg/giorno	NOX kg/giorno	PM kg/giorno
COMUNE POLO						
Rete autostradale	20,2	61,3	324,5	28,5	219,5	12,7
Rete primaria	63,2	184,9	1.083,0	137,4	644,4	40,9
Rete secondaria	14,3	42,9	134,0	22,3	143,2	7,9
Rete locale	0,9	2,8	9,3	1,3	8,5	0,5
TOTALE	98,6	291,9	1.550,8	189,5	1.015,6	62,0
AREA URBANA						
Rete autostradale	64,7	196,2	1.075,7	90,0	694,6	40,8
Rete primaria	99,8	294,4	1.487,9	207,5	1.048,3	64,0
Rete secondaria	27,6	82,6	263,7	42,2	278,8	15,3
Rete locale	11,5	34,3	107,4	17,0	105,2	5,8
TOTALE	203,6	607,4	2.934,7	356,7	2.127,0	125,9
Trasporto pubblico	1,8	5,7	14,5	39,2	10,2	2,8
TOTALE	205,4	613,1	2.949,3	395,9	2.137,1	128,7
% comune-polo	48%	48%	53%	53%	48%	49%

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





5.1 Descrizione

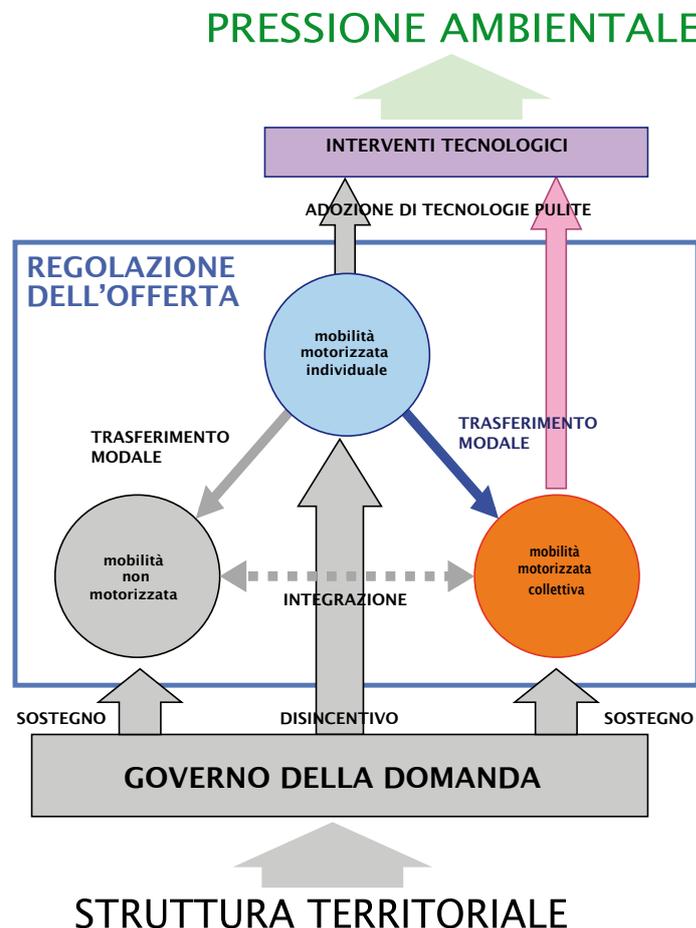
Questa politica mira a **incrementare i livelli di utilizzo del sistema di trasporto pubblico** attraverso strumenti quali:

- > potenziamento della rete bus mediante intensificazione delle corse su 3 linee di forza diametrali;
- > istituzione nei servizi di corona di servizi non convenzionali (bus a chiamata/taxi collettivo...);
- > **ampliamento della ZTL** con arretramento dei parcheggi di corona.

La strategia adottata mira anche in questo caso a **ridurre l'utilizzo del mezzo privato**, limitando in questo modo l'impatto della mobilità motorizzata individuale. In secondo luogo, si mira a adottare tecnologie meno inquinanti per la mobilità motorizzata collettiva.

L'efficacia per unità di traffico trasferita è normalmente **elevata**, ma tende in genere a decrescere mano a mano che l'offerta di trasporto pubblico si estende a componenti di domanda meno massificate. L'entità del trasferimento è **solitamente maggiore sui corridoi di traffico principali**.

Figura 5.1 - Schema di riferimento – politica di incentivazione del trasporto collettivo





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 grandissima 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 piuttosto ingenti, soprattutto a causa dei rilevanti oneri di gestione necessari a garantire l'intensificazione dei servizi ferroviari.

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

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
	Totale non motorizzata	0	0	0
SUB	Riorganizzazione servizi ferroviari suburbani		-9.047	-135.698
STZ	Nuove stazioni/fermate ferroviarie	0	0	0
BSU	Incrementi percorrenze bus urbani		-3.935	-59.026
BSE	Incrementi percorrenze bus extraurbani		0	0
MET	Sostituzione bus con mezzi a metano	-2.917	0	-2.917
TSP	Nuove linee di trasporto pubblico in sede propria	0	0	0
TXC	Istituzione di servizi di taxi collettivo		-1.971	-29.570
	Totale motorizzata pubblica	-2.917	-14.953	-227.209
ZTL	Modifiche perimetro ZTL	-70	-4	-123
PKP	Estensione della sosta a pagamento	0	3.322	49.831
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
	Totale morizzata privata	-70	3.319	49.709
	TOTALE COSTI	-2.987	-11.634	-177.501

* 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 non determinano effetti molto significativi, evidenziando una notevole rigidità 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	3.021	167	348	1.851	5.389
Area Urbana	3.606	542	381	1.241	5.769
Provincia	8.440	113	5.342	10.029	23.924
Esterno	3.724	22	2.799	77.322	83.868
TOTALE	18.791	845	8.870	90.444	118.949

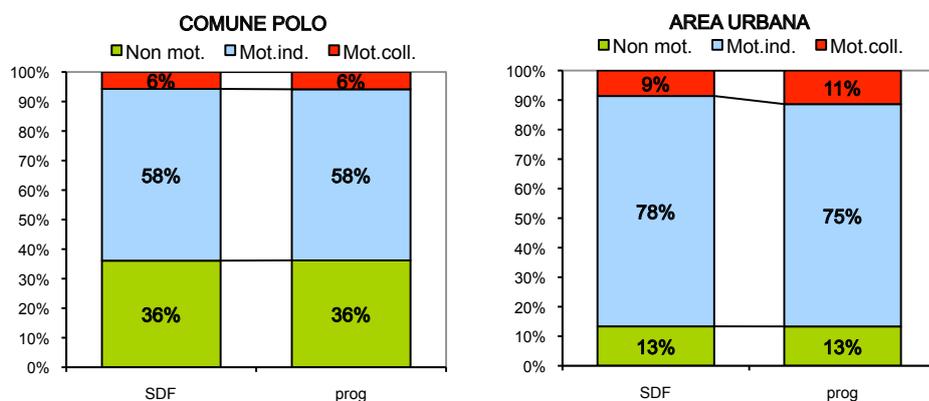
Matrice OD spost. non motorizzati (esclusi i ritorni a casa)					
	n° di spostamenti				
	Comune	Area Urbana	Provincia	Esterno	TOTALE
Comune	18.684	227	62	212	19.185
Area Urbana	1.496	3.714	102	154	5.465
Provincia	2.638	106	45.469	1.013	49.226
Esterno	87	19	338	1.957	2.400
TOTALE	22.905	4.065	45.971	3.336	76.277

Matrice OD veicoli leggeri (esclusi i ritorni a casa)					
	passeggeri/giorno				
	Comune	Area Urbana	Provincia	Esterno	TOTALE
Comune	29.921	5.579	5.905	4.301	45.706
Area Urbana	25.404	15.919	7.638	3.866	52.827
Provincia	38.452	6.952	215.853	56.466	317.723
Esterno	10.393	1.102	28.103	200.608	240.206
TOTALE	104.171	29.550	257.500	265.242	656.462

Matrice OD TOTALE(esclusi i ritorni a casa)					
	n° di passeggeri				
	Comune	Area Urbana	Provincia	Esterno	TOTALE
Comune	51.626	5.973	6.316	6.364	70.280
Area Urbana	30.506	20.174	8.120	5.261	64.061
Provincia	49.530	7.170	266.664	67.509	390.873
Esterno	14.204	1.142	31.240	279.887	326.474
TOTALE	145.867	34.460	312.340	359.021	851.688



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



5.3 Effetti sui flussi di traffico

Questo scenario determina un aumento delle percorrenze sul mezzo pubblico (+6%) e una diminuzione sia di quelle su mezzo privato (-9%) che di quelle ciclo-pedonali (-4%). Nel complesso, i tempi di percorrenza si riducono del 5% 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.	93.809	91.072	8.452	8.156	11,1	11,2	-3%	-3%
Mot.ind.	1.324.818	1.223.926	27.075	25.493	48,9	48,0	-8%	-6%
Mot.coll.	131.963	139.945	5.140	5.840	25,7	24,0	6%	14%
TOTALE	1.550.590	1.454.943	40.667	39.489	38,1	36,8	-6%	-3%

AREA URBANA

	pkm/giorno		ph/giorno		km/h		variaz.%	
	SDF	prog	SDF	prog	SDF	prog	Pkm	Ph
Non mot.	152.821	146.429	14.471	13.799	10,6	10,6	-4%	-5%
Mot.ind.	2.553.424	2.322.915	47.311	43.965	54,0	52,8	-9%	-7%
Mot.coll.	131.963	139.945	5.140	5.840	25,7	24,0	6%	14%
TOTALE	2.838.208	2.609.290	66.922	63.604	42,4	41,0	-8%	-5%

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

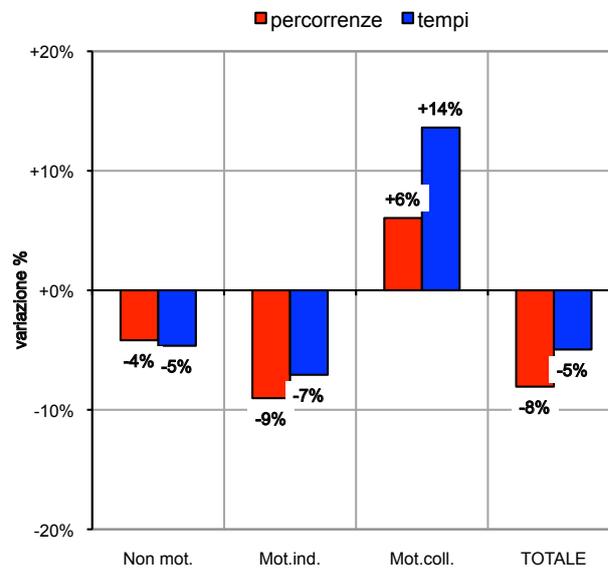
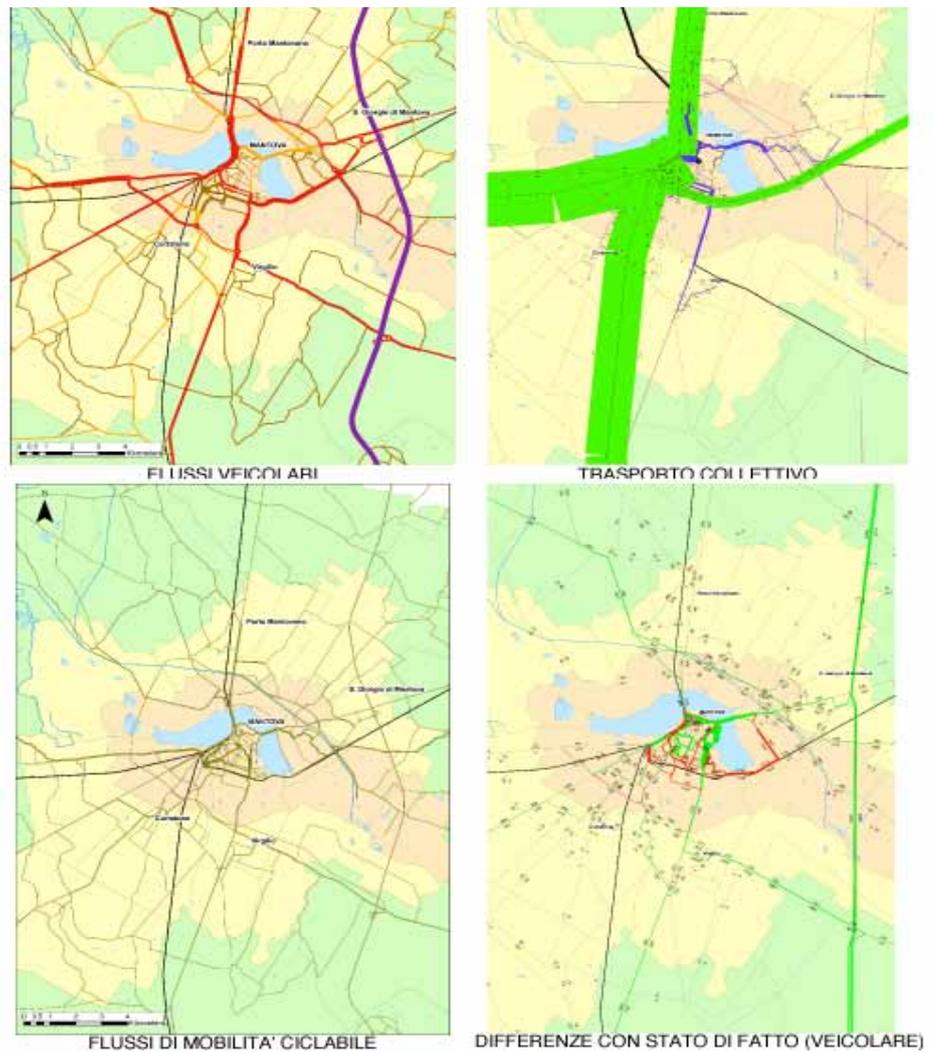


Figura 5.4 - Quadro complessivo degli effetti – comune polo e area urbana



5.4 Impatti ambientali

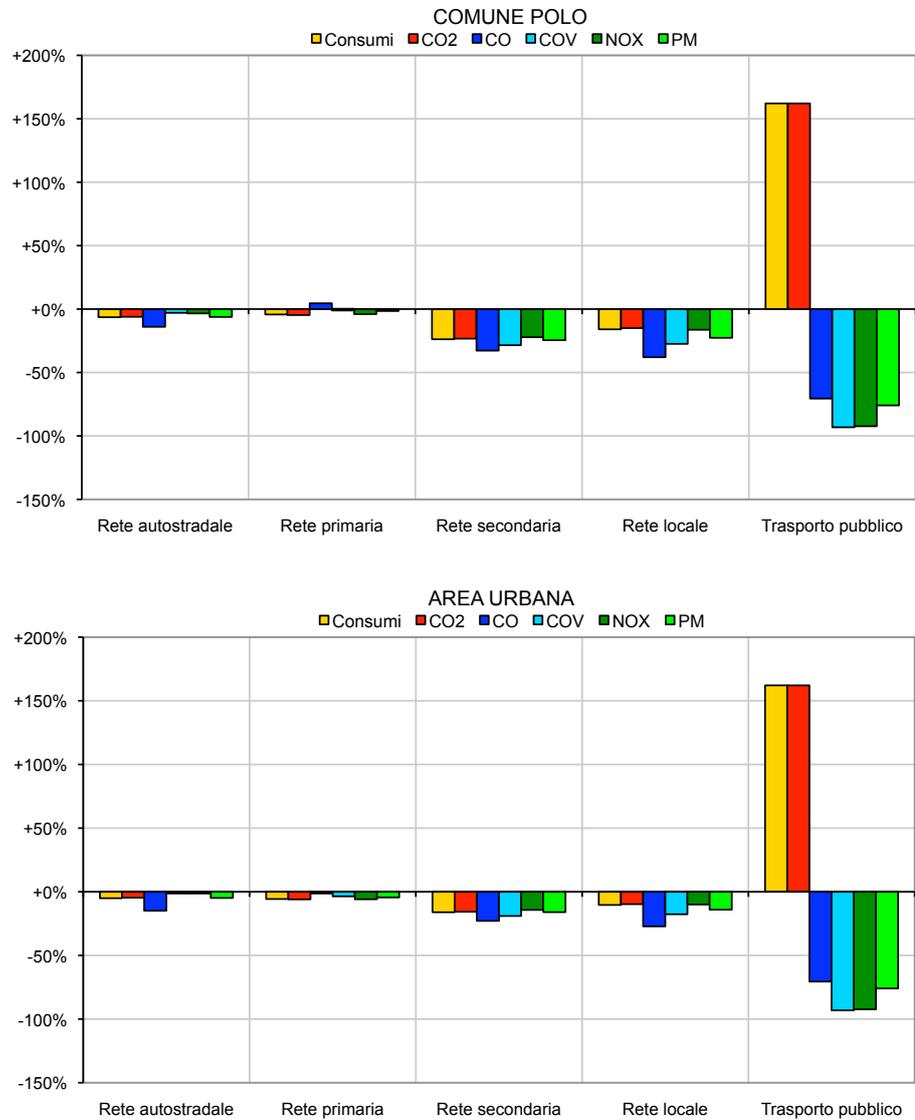
Nel loro insieme, gli effetti descritti tendono a generare benefici ambientali più limitati di quelli generati dalle politiche di sostegno alla mobilità non motorizzata: i consumi e le emissioni di CO₂ si riducono infatti del 6% circa.

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 Mantova STATISTICHE SOSTEGNO ALLA MOBILITA' NON MOTORIZZATA						
Categoria	Consumi tep/giorno	Emissioni				
		CO ₂ t/giorno	CO kg/giorno	COV kg/giorno	NOX kg/giorno	PM kg/giorno
COMUNE POLO						
Rete autostradale	18,5	56,3	271,2	27,1	207,7	11,7
Rete primaria	61,9	181,5	1.011,9	131,1	635,6	39,8
Rete secondaria	16,2	48,4	164,4	26,8	163,9	9,2
Rete locale	12,6	37,1	147,0	19,5	105,3	6,1
TOTALE	109,2	323,3	1.594,4	204,5	1.112,4	66,8
AREA URBANA						
Rete autostradale	60,6	184,4	901,0	88,3	677,7	38,3
Rete primaria	106,2	313,3	1.559,2	220,9	1.119,5	68,3
Rete secondaria	30,0	90,0	297,9	48,3	309,2	17,1
Rete locale	23,5	69,6	248,3	36,0	206,2	11,6
TOTALE	220,4	657,3	3.006,4	393,6	2.312,6	135,4
Trasporto pubblico	4,7	14,8	4,3	2,7	0,8	0,7
TOTALE	225,1	672,1	3.010,6	396,3	2.313,3	136,0
% comune-polo	50%	49%	53%	52%	48%	49%

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





6.1 Descrizione

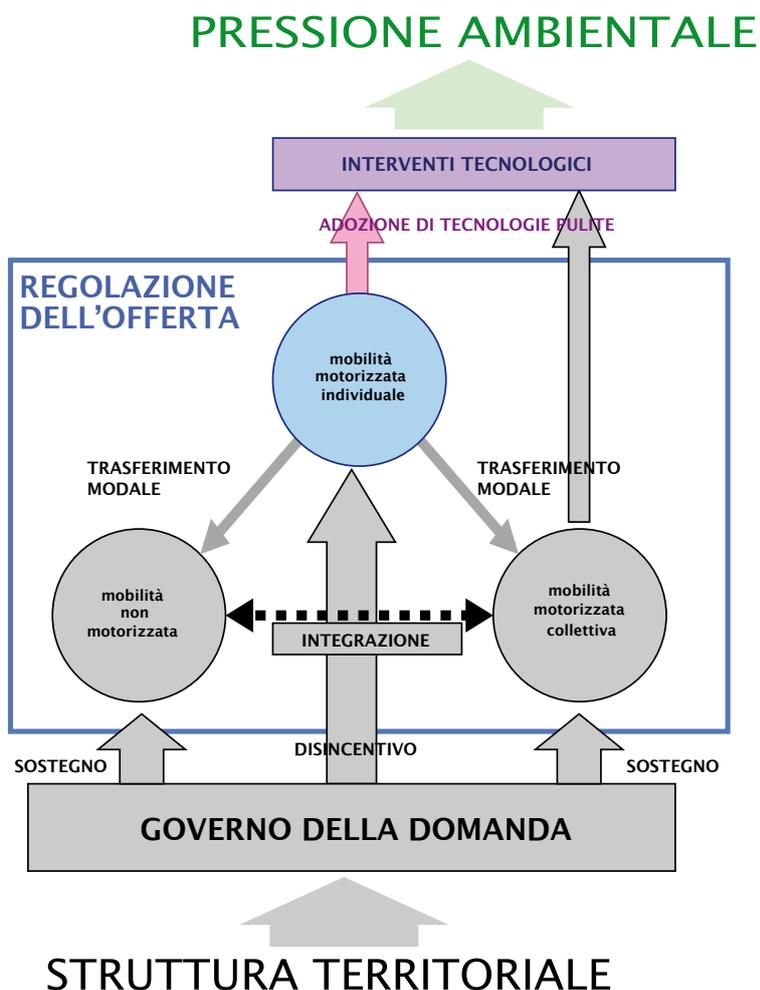
Questa politica mira a **ottimizzare la funzionalità del trasporto motorizzato individuale**, in particolare limitando i fenomeni di congestione, attraverso la realizzazione:

- > della tangenziale ovest;
- > del ponte di Fiera Catena.

Essa include tuttavia anche interventi di carattere più innovativo, quale in particolare l'istituzione di servizi 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 parametrici omogenei per i quattro casi-studio. I valori ottenuti, da considerarsi di grandissima 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 stimati per i potenziamenti della rete stradale risultano dello stesso ordine di grandezza dei proventi derivanti dalla tariffazione della sosta nelle zone centrali.

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

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
	Totale non motorizzata	0	0	0
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
	Totale motorizzata pubblica	0	0	0
ZTL	Modifiche perimetro ZTL	0	0	0
PKP	Estensione della sosta a pagamento	0	4.360	65.403
PKA	Incremento dell'offerta di sosta	0	0	0
MDT	Interventi di moderazione del traffico	0	0	0
STR	Potenziamenti della rete stradale	-49.500	-720	-60.300
CSH	Car sharing	-22.350	1.639	2.235
CPO	Car pooling	0	0	0
	Totale morizzata privata	-71.850	5.279	7.338
	TOTALE COSTI	-71.850	5.279	7.338

* 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 unicamente a determinare una certa erosione della quota detenuta dal trasporto pubblico all'interno del Comune polo.

Tale effetto si deve in particolare all'istituzione del **car sharing**.

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	3.452	168	251	1.108	4.979
Area Urbana	3.295	513	271	736	4.816
Provincia	6.584	62	5.301	6.347	18.294
Esterno	2.200	12	1.567	47.673	51.452
TOTALE	15.531	755	7.391	55.864	79.541

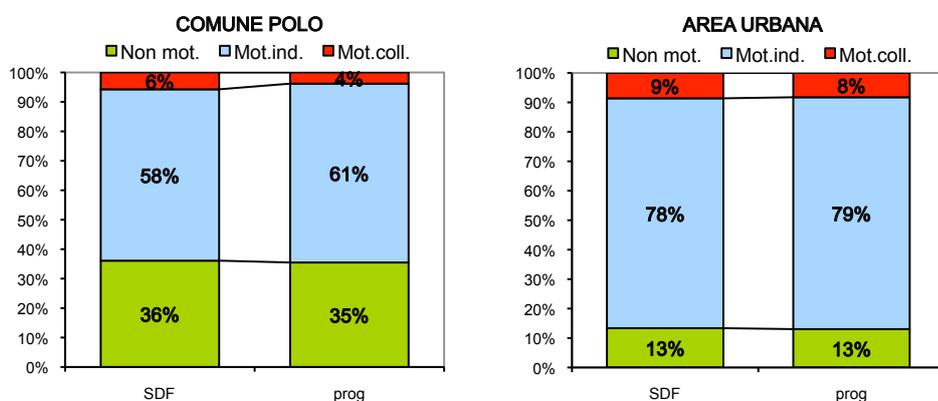
Matrice OD spost. non motorizzati (esclusi i ritorni a casa)					
	n° di spostamenti				
	Comune	Area Urbana	Provincia	Esterno	TOTALE
Comune	18.332	217	66	225	18.839
Area Urbana	1.400	3.721	101	152	5.374
Provincia	2.632	115	45.499	1.138	49.383
Esterno	115	25	374	2.012	2.527
TOTALE	22.479	4.077	46.040	3.527	76.123

Matrice OD veicoli leggeri (esclusi i ritorni a casa)					
	passeggeri/giorno				
	Comune	Area Urbana	Provincia	Esterno	TOTALE
Comune	29.880	5.583	6.369	5.180	47.013
Area Urbana	25.964	15.944	7.717	4.397	54.022
Provincia	40.533	7.063	215.905	59.998	323.499
Esterno	12.349	1.259	30.705	242.184	286.497
TOTALE	108.726	29.849	260.696	311.759	711.030

Matrice OD TOTALE (esclusi i ritorni a casa)					
	n° di passeggeri				
	Comune	Area Urbana	Provincia	Esterno	TOTALE
Comune	51.664	5.968	6.686	6.513	70.831
Area Urbana	30.660	20.178	8.089	5.286	64.212
Provincia	49.749	7.240	266.704	67.483	391.176
Esterno	14.664	1.295	32.647	291.870	340.476
TOTALE	146.736	34.681	314.126	371.151	866.694



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



6.3 Effetti sui flussi di traffico

Lo scenario si caratterizza per una riduzione generalizzata delle percorrenze dovuta in parte a trasferimento modale, in parte a rettificazione degli itinerari.

Nel complesso, si osserva una riduzione dei tempi di percorrenza dell'ordine del 9%.

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.	93.809	89.721	8.452	8.087	11,1	11,1	-4%	-4%
Mot.ind.	1.324.818	1.246.540	27.075	24.327	48,9	51,2	-6%	-10%
Mot.coll.	131.963	99.387	5.140	3.774	25,7	26,3	-25%	-27%
TOTALE	1.550.590	1.435.648	40.667	36.188	38,1	39,7	-7%	-11%

AREA URBANA

	pkm/giorno		ph/giorno		km/h		variaz.%	
	SDF	prog	SDF	prog	SDF	prog	Pkm	Ph
Non mot.	152.821	146.623	14.471	13.886	10,6	10,6	-4%	-4%
Mot.ind.	2.553.424	2.425.388	47.311	43.288	54,0	56,0	-5%	-9%
Mot.coll.	131.963	99.387	5.140	3.774	25,7	26,3	-25%	-27%
TOTALE	2.838.208	2.671.398	66.922	60.949	42,4	43,8	-6%	-9%

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

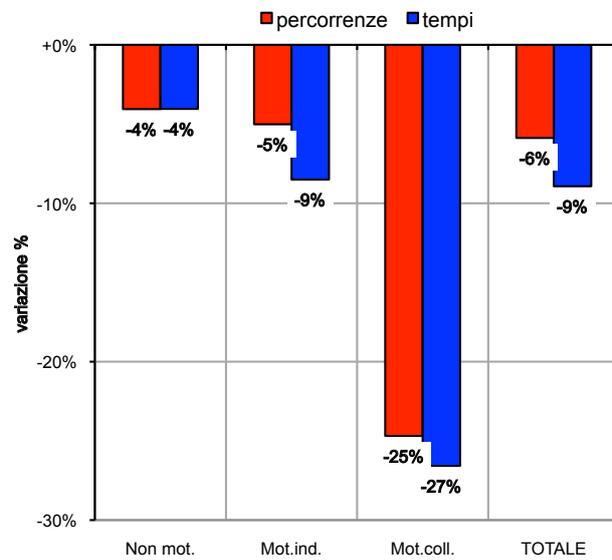
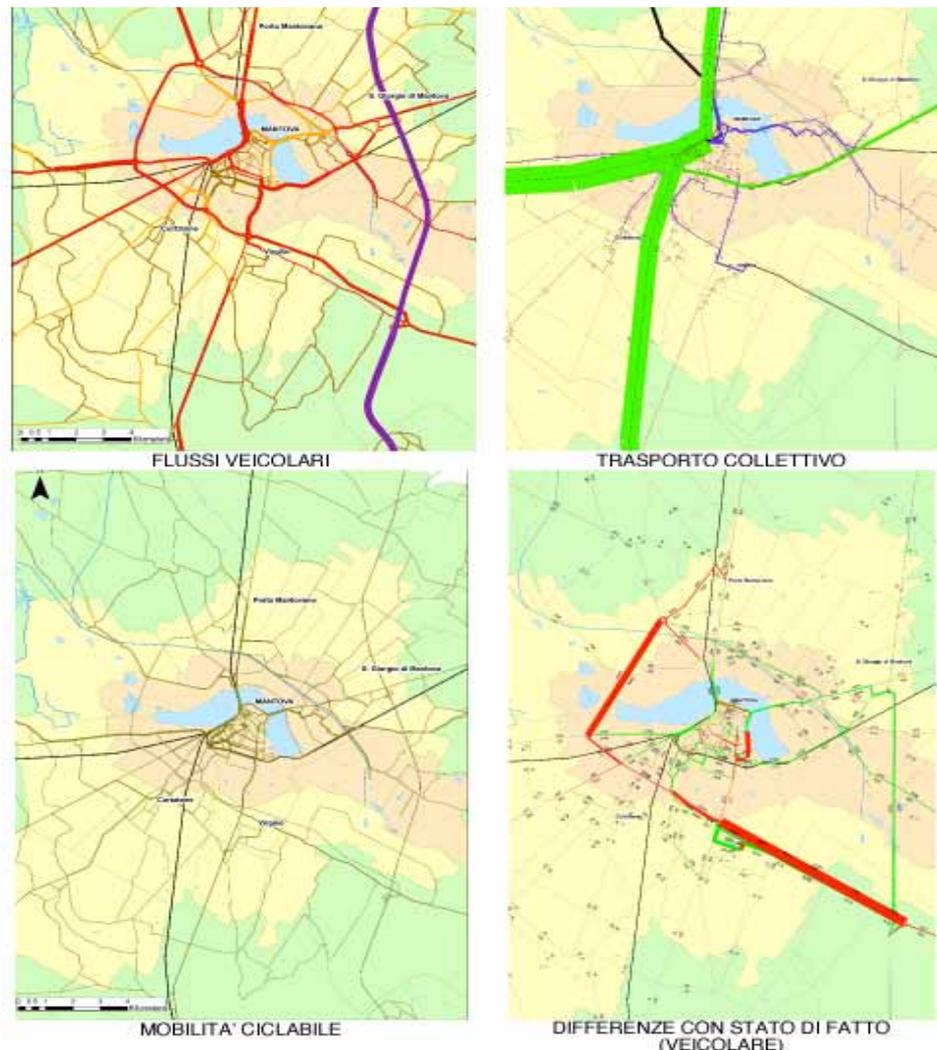


Figura 6.4 - Quadro complessivo degli effetti – comune polo e area urbana



6.4 Impatti ambientali

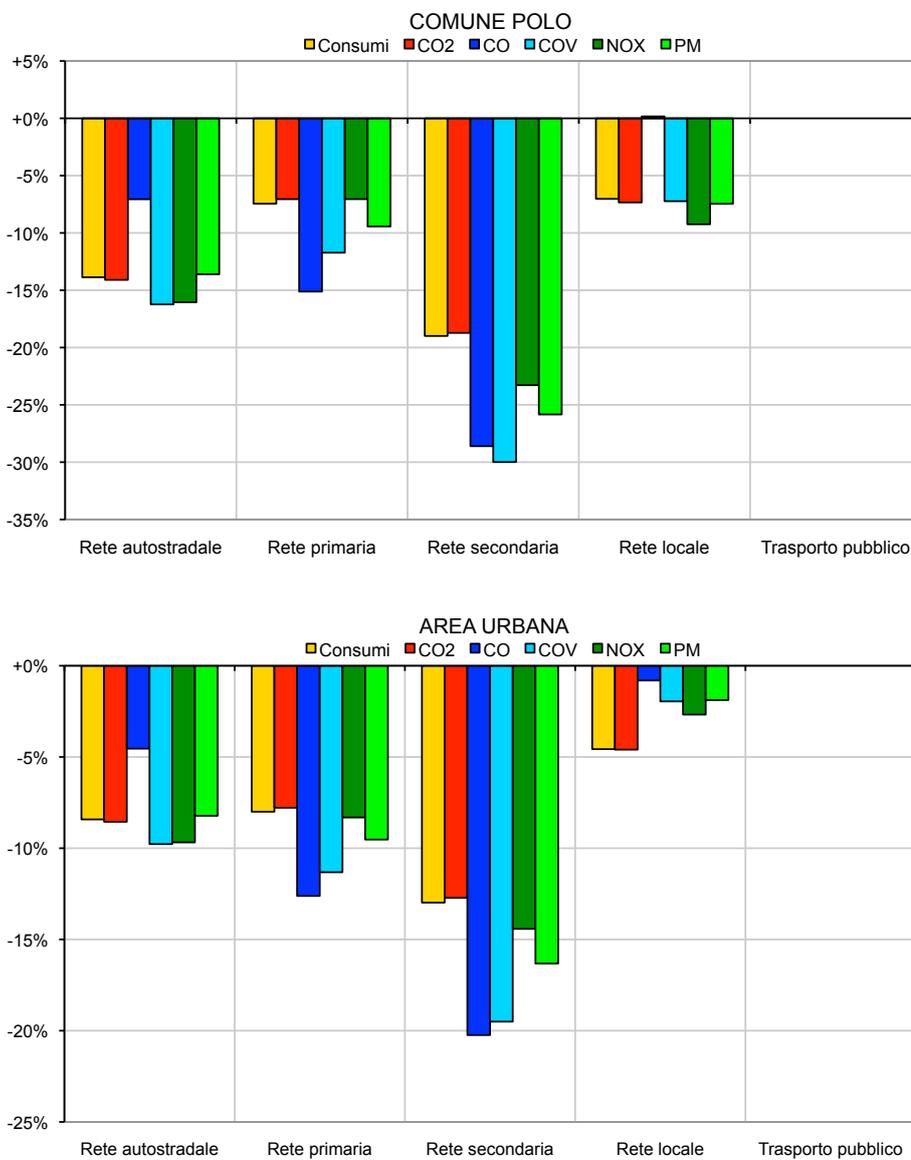
Nel loro insieme, gli effetti descritti tendono a generare benefici ambientali dello stesso ordine di grandezza del sostegno al trasporto pubblico: i consumi e le emissioni di CO₂ si riducono infatti dell'8% circa.

A scala urbana, le riduzioni maggiori si registrano sulla rete secondaria, mentre a livello di area urbana esse interessano anche la rete principale.

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

Modello di traffico Mantova STATISTICHE OTTIMIZZAZIONE DEL TRAFFICO PRIVATO						
Categoria	Consumi tep/giorno	Emissioni				
		CO ₂ t/giorno	CO kg/giorno	COV kg/giorno	NOX kg/giorno	PM kg/giorno
COMUNE POLO						
Rete autostradale	17,0	51,5	293,1	23,4	180,5	10,8
Rete primaria	59,8	177,1	821,4	115,4	615,2	36,6
Rete secondaria	17,2	51,3	174,6	26,3	161,6	9,0
Rete locale	13,9	40,4	237,3	25,0	114,2	7,3
TOTALE	108,0	320,3	1.526,4	190,1	1.071,5	63,7
AREA URBANA						
Rete autostradale	58,4	176,9	1.010,8	80,1	618,9	36,9
Rete primaria	103,6	307,3	1.363,0	203,2	1.090,4	64,7
Rete secondaria	31,2	93,2	308,1	48,0	308,6	17,1
Rete locale	25,0	73,6	338,2	42,9	223,0	13,3
TOTALE	218,2	650,9	3.020,1	374,3	2.240,8	132,0
Trasporto pubblico	1,8	5,7	14,5	39,2	10,2	2,8
TOTALE	220,1	656,5	3.034,6	413,5	2.251,0	134,8
% comune-polo	49%	49%	51%	51%	48%	48%

Figura 6.5 - Consumi energetici e delle emissioni inquinanti - comune polo e area urbana





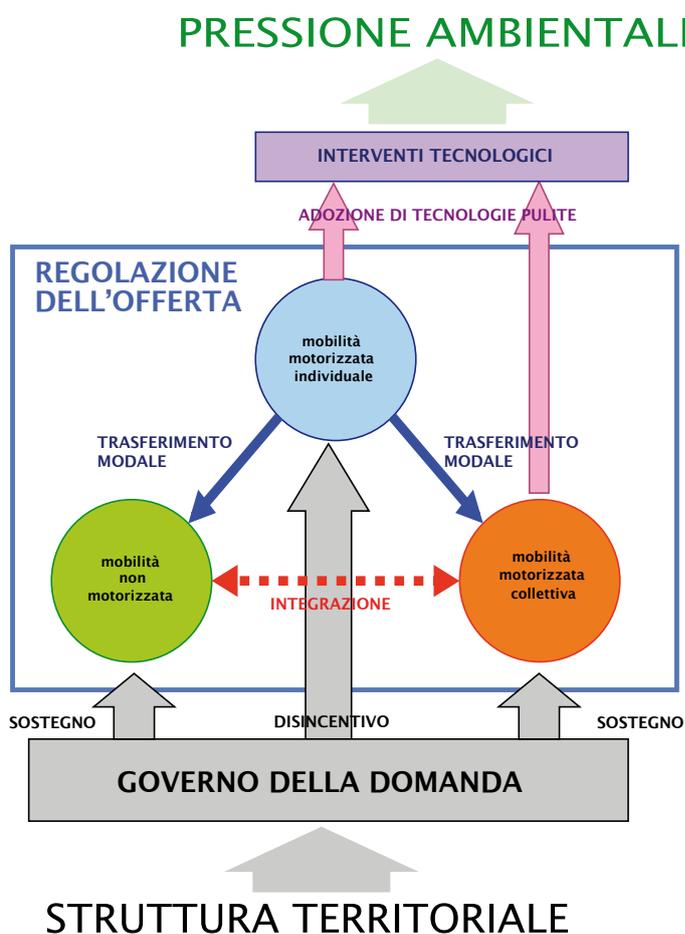
7.1 Descrizione

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

Nel caso di Mantova, la politica si caratterizza essenzialmente per una combinazione delle misure di sostegno alla mobilità non motorizzata, e di quelle di incentivazione del trasporto pubblico. In particolare, lo scenario include:

- > l'istituzione del *pedibus*;
- > il potenziamento della **rete ciclopedonale** (completamento dei collegamenti con i comuni di corona);
- > lo sviluppo del servizio di *bike sharing* (intero comune polo);
- > la realizzazione di interventi di **moderazione del traffico**;
- > il potenziamento della **rete bus urbana**;
- > l'istituzione di servizi di **taxi collettivo** nei Comuni di corona.

Figura 7.1 - Schema di riferimento – politica integrata





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 grandissima massima, includono i costi di investimento e quelli di manutenzione/gestione rapportati a un periodo quindicennale e sono illustrati nella tabella seguente. Nel complesso, il quadro economico quindicennale risulta abbastanza equilibrato.

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

Intervento		invest.	gestione	TOTALE*
		000 €	000 €/anno	000 €
PED	Pedibus	0	255	3.830
BSH	Bike sharing	-489	-70	-1.537
PCI	Estensione rete percorsi ciclabili	0	0	0
PKC	Parcheeggi per bici	0	0	0
	Totale non motorizzata	-489	185	2.292
SUB	Riorganizzazione servizi ferroviari suburbani		0	0
STZ	Nuove stazioni/fermate ferroviarie	0	0	0
BSU	Incrementi percorrenze bus urbani		-1.920	-28.800
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		-2.055	-30.825
	Totale motorizzata pubblica	0	-3.975	-59.625
ZTL	Modifiche perimetro ZTL	-70	-4	-123
PKP	Estensione della sosta a pagamento	0	4.360	65.403
PKA	Incremento dell'offerta di sosta	0	0	0
MDT	Interventi di moderazione del traffico	-14.800	-148	-17.020
STR	Potenziamenti della rete stradale	0	0	0
CSH	Car sharing	-16.770	1.230	1.677
CPO	Car pooling	0	0	0
	Totale morizzata privata	-31.640	5.439	49.938
	TOTALE COSTI	-32.129	1.649	-7.395

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

7.2 Variazioni della domanda

In termini di ripartizione modale, lo scenario comporta un leggero incremento della quota non motorizzata, cui si associa una piccola erosione dell'incidenza del trasporto pubblico.

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	3.452	168	251	1.108	4.979
Area Urbana	3.295	513	271	736	4.816
Provincia	6.584	62	5.301	6.347	18.294
Esterno	2.200	12	1.567	47.673	51.452
TOTALE	15.531	755	7.391	55.864	79.541

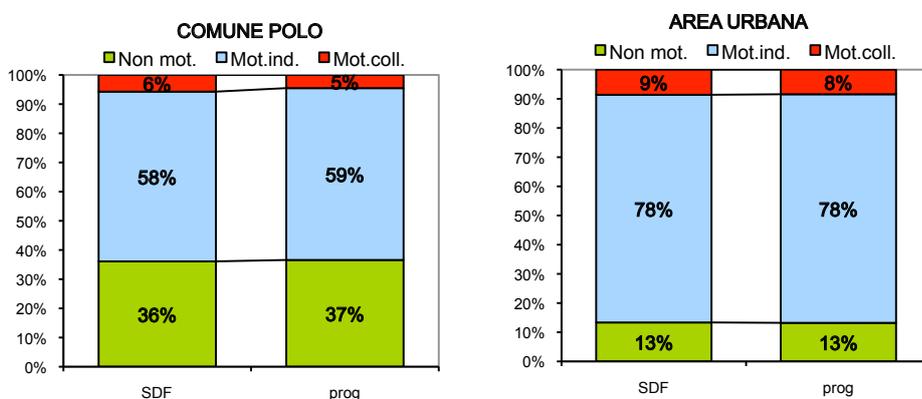
Matrice OD spost. non motorizzati (esclusi i ritorni a casa)					
	n° di spostamenti				
	Comune	Area Urbana	Provincia	Esterno	TOTALE
Comune	18.332	217	66	225	18.839
Area Urbana	1.400	3.721	101	152	5.374
Provincia	2.632	115	45.499	1.138	49.383
Esterno	115	25	374	2.012	2.527
TOTALE	22.479	4.077	46.040	3.527	76.123

Matrice OD veicoli leggeri (esclusi i ritorni a casa)					
	passeggeri/giorno				
	Comune	Area Urbana	Provincia	Esterno	TOTALE
Comune	29.880	5.583	6.369	5.180	47.013
Area Urbana	25.964	15.944	7.717	4.397	54.022
Provincia	40.533	7.063	215.905	59.998	323.499
Esterno	12.349	1.259	30.705	242.184	286.497
TOTALE	108.726	29.849	260.696	311.759	711.030

Matrice OD TOTALE(esclusi i ritorni a casa)					
	n° di passeggeri				
	Comune	Area Urbana	Provincia	Esterno	TOTALE
Comune	51.664	5.968	6.686	6.513	70.831
Area Urbana	30.660	20.178	8.089	5.286	64.212
Provincia	49.749	7.240	266.704	67.483	391.176
Esterno	14.664	1.295	32.647	291.870	340.476
TOTALE	146.736	34.681	314.126	371.151	866.694



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



7.3 Effetti sui flussi di traffico

Nel complesso, la mobilità ciclopedonale subisce un sensibile incremento (+24%), cui si associa una più modesta crescita del trasporto pubblico (+6%) e un decremento del trasporto motorizzato individuale (-12%).

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.	93.809	117.389	8.452	9.185	11,1	12,8	25%	9%
Mot.ind.	1.324.818	1.162.437	27.075	28.458	48,9	40,8	-12%	5%
Mot.coll.	131.963	139.945	5.140	5.840	25,7	24,0	6%	14%
TOTALE	1.550.590	1.419.771	40.667	43.483	38,1	32,7	-8%	7%

AREA URBANA

	pkm/giorno		ph/giorno		km/h		variaz.%	
	SDF	prog	SDF	prog	SDF	prog	Pkm	Ph
Non mot.	152.821	188.808	14.471	15.838	10,6	11,9	24%	9%
Mot.ind.	2.553.424	2.245.544	47.311	46.341	54,0	48,5	-12%	-2%
Mot.coll.	131.963	139.945	5.140	5.840	25,7	24,0	6%	14%
TOTALE	2.838.208	2.574.297	66.922	68.020	42,4	37,8	-9%	2%

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

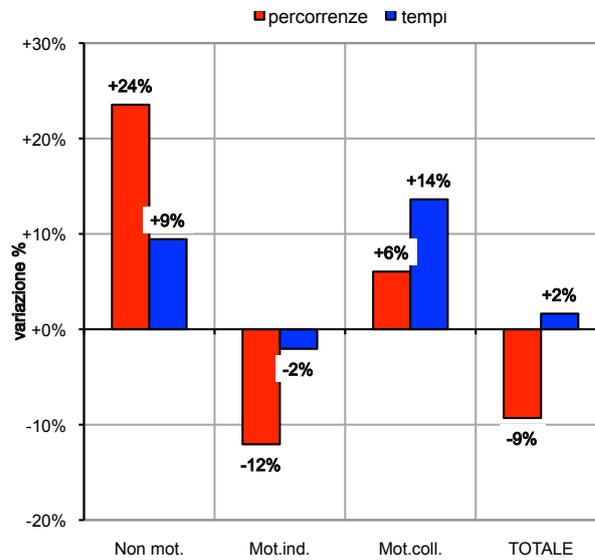
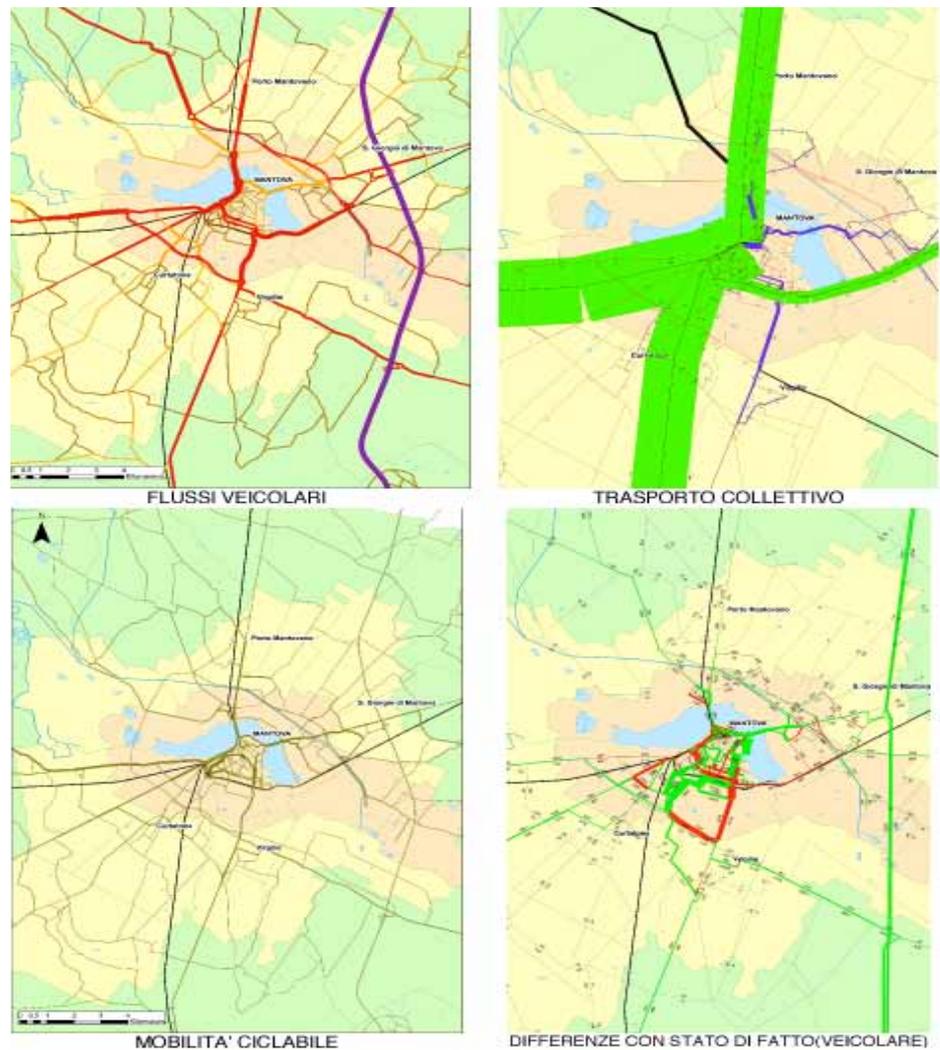


Figura 7.4 - Quadro complessivo degli effetti – comune polo e area urbana



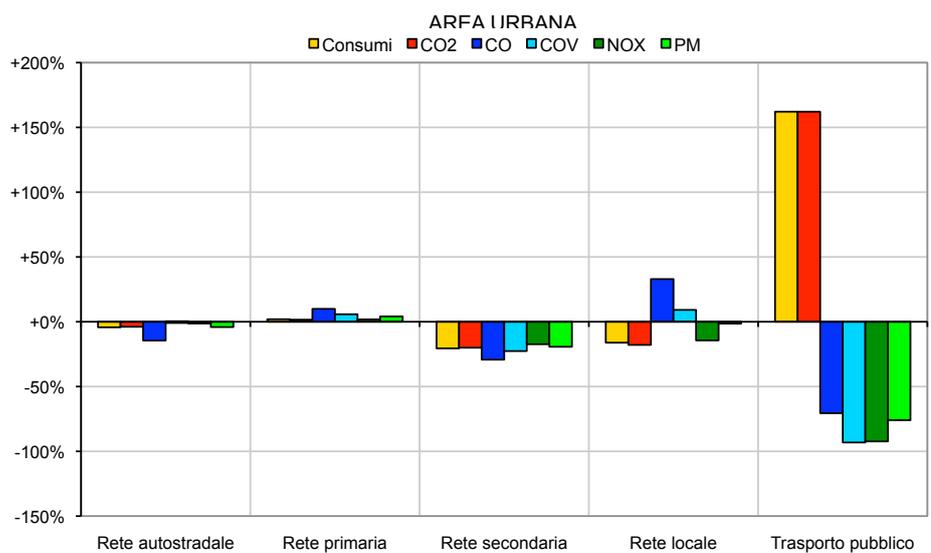
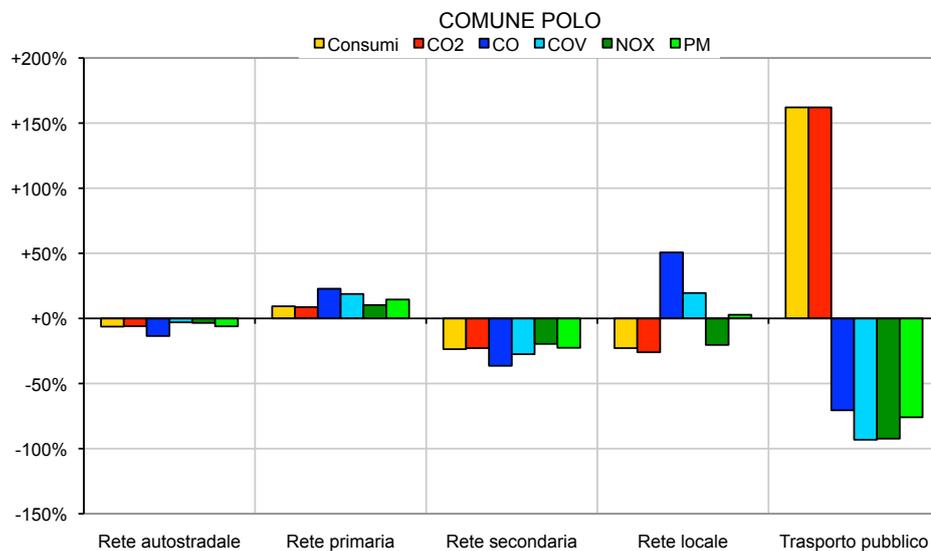
7.4 Impatti ambientali

In termini di impatto ambientale, lo scenario comporta una riduzione dei consumi energetici e delle emissioni di CO₂ dell'ordine del 4% circa. Le riduzioni si concentrano soprattutto sulla rete stradale secondaria e locale.

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

Modello di traffico Lecco STATISTICHE POLITICA INTEGRATA						
Categoria	Consumi tep/giorno	Emissioni				
		CO ₂ t/giorno	CO kg/giorno	COV kg/giorno	NOX kg/giorno	PM kg/giorno
COMUNE POLO						
Rete autostradale	18,5	56,4	272,8	27,1	207,6	11,7
Rete primaria	70,7	207,1	1.188,5	155,3	729,8	46,3
Rete secondaria	16,2	48,7	155,5	27,2	169,4	9,4
Rete locale	11,6	32,3	357,0	32,2	100,2	8,1
TOTALE	117,0	344,4	1.973,8	241,8	1.207,1	75,5
AREA URBANA						
Rete autostradale	61,1	185,9	905,2	89,2	684,0	38,6
Rete primaria	114,8	338,5	1.714,9	242,4	1.211,0	74,4
Rete secondaria	28,4	85,4	273,3	46,2	298,2	16,5
Rete locale	22,0	63,4	453,4	47,8	196,1	13,4
TOTALE	226,3	673,2	3.346,8	425,5	2.389,2	142,8
Trasporto pubblico	4,7	14,8	4,3	2,7	0,8	0,7
TOTALE	231,1	688,0	3.351,1	428,2	2.390,0	143,5
% comune-polo	52%	51%	59%	57%	51%	53%

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 Mantova - is licensed under a Creative Commons Attribution – Condividi allo stesso modo 3.0 Unported License.

doi: 10.4460/2013quaderno9/mantova



fondazione
c a r i p l o