

## L'impronta ecologica del traffico individuale motorizzato nel Cantone Ticino

### Documento di lavoro

#### Introduzione

La sostenibilità della mobilità è uno dei cardini della sostenibilità dello sviluppo territoriale. In questo capitolo ci si occuperà della costruzione di un indicatore di misura della mobilità individuale, sulla base del metodo dell'impronta ecologica. Per calcolare l'impronta ecologica della mobilità individuale in Ticino abbiamo suddiviso la tematica in tre distinte categorie o componenti:

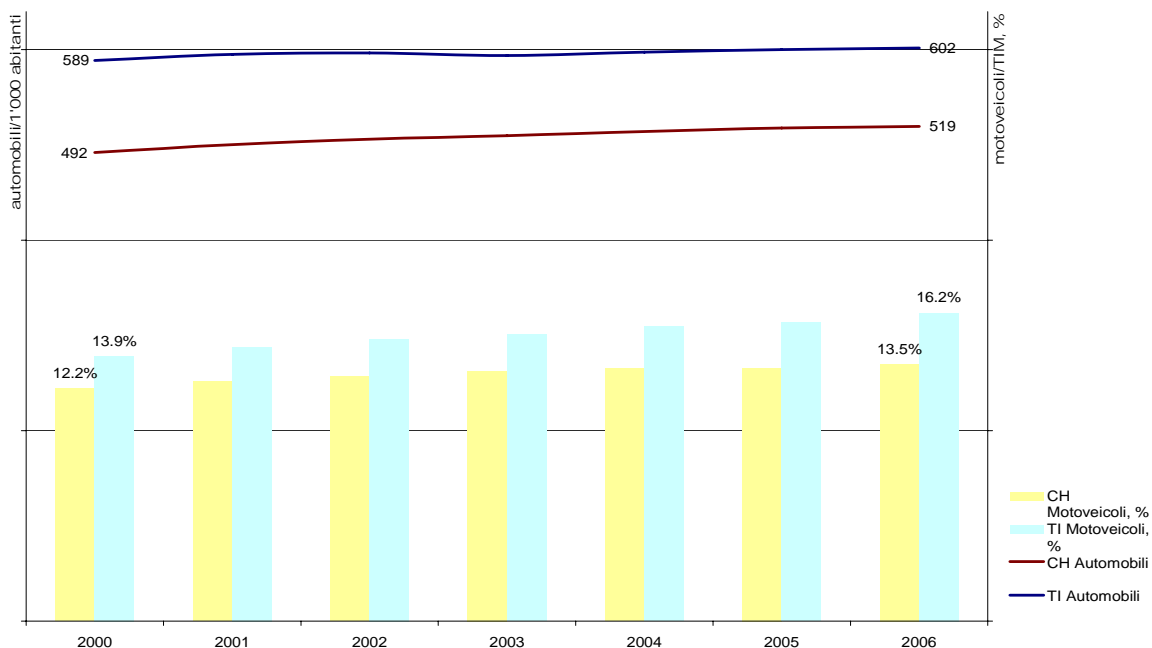
- *l'impronta ecologica del rifornimento (consumo di carburante);*
- *l'impronta ecologica della costruzione, manutenzione e smaltimento dei veicoli;*
- *l'impronta ecologica delle infrastrutture di circolazione (strade e parcheggi).*

#### L'impronta ecologica legata al rifornimento di carburante

Tre dati sono necessari per stimare l'impronta ecologica del rifornimento: il numero di veicoli in circolazione, i chilometri percorsi in media per autoveicolo e il genere di carburante utilizzato.

In Ticino si registra un tasso di motorizzazione più alto rispetto al resto della Svizzera. Infatti, in Ticino ci sono 602 automobili ogni 1'000 abitanti, contro le 519 nel resto del paese. Se si considera l'evoluzione nel tempo di questo dato e del numero di motoveicoli si evince:

1. un tasso di crescita più lento significa probabilmente che in Ticino si è ormai raggiunto il limite massimo di motorizzazione;
2. ipotesi confermata dall'aumento dei motocicli in circolazione.



**Grafico 1** Automobili ogni 1'000 abitanti in Ticino e in Svizzera, dal 2000 al 2006

L'altro dato necessario per calcolare l'impronta ecologica della mobilità sono i km percorsi in media dai veicoli. Dall'inchiesta periodica, svolta nel 2002 dall'ufficio federale dello svi-

luppo territoriale, risulta che in Ticino i km medi annuali effettuati sono pari a 13'612 km/veicolo, mentre in Svizzera la media è di 13'125 km/veicolo.

Secondo gli studi condotti da Caserini e Salvetti [2] per un'auto che consuma circa 1 l di benzina per 13 km, si può stimare che l'emissione di CO<sub>2</sub> è di 2.36 kg/l ovvero 182 g di CO<sub>2</sub> per km. La superficie di foresta per assorbire questa anidride carbonica, considerando un tasso di diminuzione di CO<sub>2</sub> di 0.52 kg/mq/anno (ogni kg di CO<sub>2</sub> è assorbito in un anno da 1.92 mq di foresta), è stimata a 0.41 mq/km, che rappresenta l'impronta ecologica legata al rifornimento. Con questi dati si può fare una prima stima dell'impronta ecologica del traffico individuale motorizzato in Svizzera e nel Ticino.

**Tabella I** *Impronta ecologica del rifornimento, in Svizzera e in Ticino nel 2006*

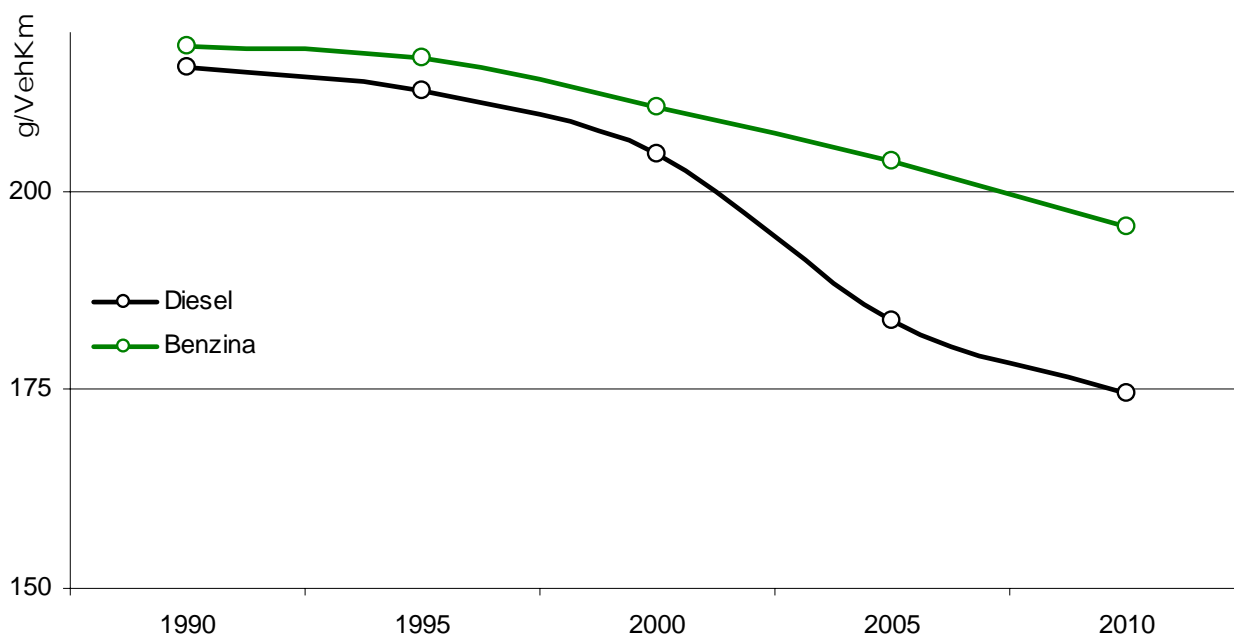
2006	km percorsi	Veicoli	km Totali	Mq x km	gha	gha/ab.
TI	13'612	195'471	2'660'751'252		109'091	0,33
				0,41		
CH	13'469	3'899'917	52'527'982'073		2'153'647	0,29

Si rende attenti che questi valori sono una prima valutazione dell'impronta ecologica della mobilità individuale. Si può riconoscere subito che è una stima per difetto perché è provato che i trasporti sono la fonte di un terzo della domanda di energia totale<sup>1</sup> quindi, logicamente, i trasporti generano circa un terzo dell'impronta ecologica dell'energia. Mentre da questo calcolo l'impronta ecologica della mobilità motorizzata individuale risulta pari al 19% dell'impronta ecologica dell'energia in Ticino (17% in Svizzera). L'errore è dovuto a diverse approssimazioni:

- la superficie di foresta per assorbire il CO<sub>2</sub> prodotto è una stima;
- il calcolo non considera le emissioni degli altri tipi di trasporto (traffico pesante, trasporti pubblici, motoveicoli,...).
- le emissioni di CO<sub>2</sub> variano a differenza della categoria del veicolo e vanno da un minimo di 0,182 kg (cat. Euro 4) a un massimo di 0,974 (cat. Euro 1);

Un primo accorgimento è stato quello di distinguere tra automobili diesel e automobili a Benzina. Inoltre si è presa in considerazione l'età dell'autoveicolo perché i nuovi veicoli consumano meno carburante al km rispetto modelli più vecchi. Infatti, le innovazioni tecnologiche hanno permesso di ottenere ottimi risultati, tra il 2000 e il 2005 si sono ridotte del 10% per i motori diesel e del 3% per quelli a Benzina (cfr. Grafico 2).

<sup>1</sup> Fonte: UST, Neuchâtel : *Consommation d'énergie - Chiffres clés*, cf. <http://www.bfs.admin.ch/>



**Grafico 2** Emissioni per veicolo al km, per genere di carburante

Questo tipo di sviluppo tecnologico farebbe presagire un abbassamento dell'impatto sull'ambiente della mobilità individuale. Per verificarlo abbiamo calcolato l'impronta ecologica per il 2006 e il 2000.

Utilizzando nuovamente i dati forniti dall'inchiesta condotta dall'ARE nel 2002<sup>2</sup> si conoscono il numero e i km percorsi per tipo di veicolo (tipo di motore e anni d'immatricolazione). Visto che per il 2006 non conosciamo ancora questi dati abbiamo mantenuto costanti i km e la distribuzione del numero di veicoli per categoria (vedi Allegato 1). Il risultato è abbastanza sorprendente perché sia in Ticino che in Svizzera nonostante la citata innovazione tecnologica l'impronta ecologica aumenta.

**Tabella II** Impronta ecologica del rifornimento in Svizzera e in Ticino, nel 2000 e nel 2006 (metodo affinato)

	2000 <i>gha/abitante</i>	2006 <i>gha/abitante</i>	Variazione %	IE della mobilità sull'Impronta ecologica dell'energia %
Ticino	0,328	0,329	0,3%	20,2%
Svizzera	0,273	0,281	2,8%	17,3%

La Tabella II mostra come non sia stato sufficiente il miglioramento tecnologico per ridurre l'impatto della mobilità sull'ambiente.

Per questo motivo si continueranno a monitorare nel tempo i seguenti valori:

<sup>2</sup> "Distances parcourues par les véhicules suisses : résultats de l'enquête périodique sur les prestations kilométriques (PEFA) 2000", Office fédéral du développement territorial (ARE), Berne, 2002

- numero di veicoli in circolazione
  - per classe di motorizzazione
  - per classe d'età (anno d'immatricolazione)
- numero di motoveicoli in circolazione
- km percorsi.

### L'impronta ecologica della costruzione, manutenzione e smaltimento dei veicoli

Per completare il modello dell'impronta ecologica si deve considerare che gli autoveicoli non consumano solo energia per circolare, ma ne consumano una certa quantità lungo tutto il loro ciclo di vita: costruzione, manutenzione e smaltimento.

Non disponendo di dati certi abbiamo stimato questo consumo a 0,25 mq/km. Aggiungendo questo valore al modello di calcolo dell'impronta ecologica si sono ottenuti i seguenti risultati<sup>3</sup>.

**Tabella III** Impronta ecologica "totale" degli autoveicoli, in Svizzera e in Ticino nel 2000 e 2006

	2000	2006	Variazione	IE della mobilità sull'Impronta ecologica dell'energia
	gha/abitante	gha/abitante	%	%
Ticino	0,529	0,533	0,8%	32,7%
Svizzera	0,439	0,456	3,7%	28,0%

Il peso dell'impronta ecologica della mobilità sull'impronta ecologica dell'energia si avvicina a 33%, pari al valore medio della domanda di energia dei trasporti in Svizzera. Tuttavia il modello di calcolo non è ancora completo, in quanto dobbiamo ancora aggiungere l'impronta legata alle superfici del traffico stradale.

### Evoluzione della superficie del traffico stradale

Con superficie del traffico si intende la superficie occupata da strade (nazionali, cantonali e comunali) più le superfici adibite a parcheggio. L'ultimo dato disponibile è quello del periodo 1992/1997 fornito dalla statistica delle superfici<sup>4</sup> (cfr. Tabella I).

<sup>3</sup> Questa stima risulta da una valutazione ancora sommaria dei ricambi regolari necessari al funzionamento del veicolo (olio, gomme, freni, motore, ecc.) e del suo smaltimento alla fine del ciclo di vita, ma sottostima il peso della costruzione, che avviene all'esterno del territorio cantonale.

<sup>4</sup> Fonte: Statistique de la superficie standard – Données cantonales selon 72 catégories de base, Office fédéral de la statistique OFS

**Tabella IV** Superficie del traffico stradale in ha, per categoria, in Svizzera e in Ticino

	Dati assoluti, ha					Crescita media annua		
	Anno del rilevamento	Strade nazionali, Autostrade	Strade cantonali e comunali	Parcheeggi	Totale	Strade nazionali, Autostrade	Strade cantonali e comunali	Parcheeggi
Svizzera	1992/97	5'815	69'124	4'358	79'297	2.4%	0.6%	2.7%
	1979/85	4'391	64'091	3'165	71'647			
Ticino	1993/97	561	2'782	275	3'618	3.6%	0.6%	3.4%
	1980/85	365	2'577	185	3'127			

Per completare il dato dell'impronta ecologica della mobilità individuale è opportuno calcolare in valori relativi lo spazio occupato dalle infrastrutture stradali.

**Tabella V** Superficie del traffico stradale in m<sup>2</sup>/abitante, per categoria, in Svizzera e in Ticino  
Dati in valori relativi, m<sup>2</sup>/abitante

	Anno del rilevamento	Strade nazionali, Autostrade	Strade cantonali e comunali	Parcheeggi	Totale
Svizzera	1992/97	8.2	97.9	6.2	112.3
	1979/85	6.8	98.8	4.9	110.5
Ticino	1993/97	18.4	91.2	9.0	118.5
	1980/85	13.1	92.8	6.7	112.6

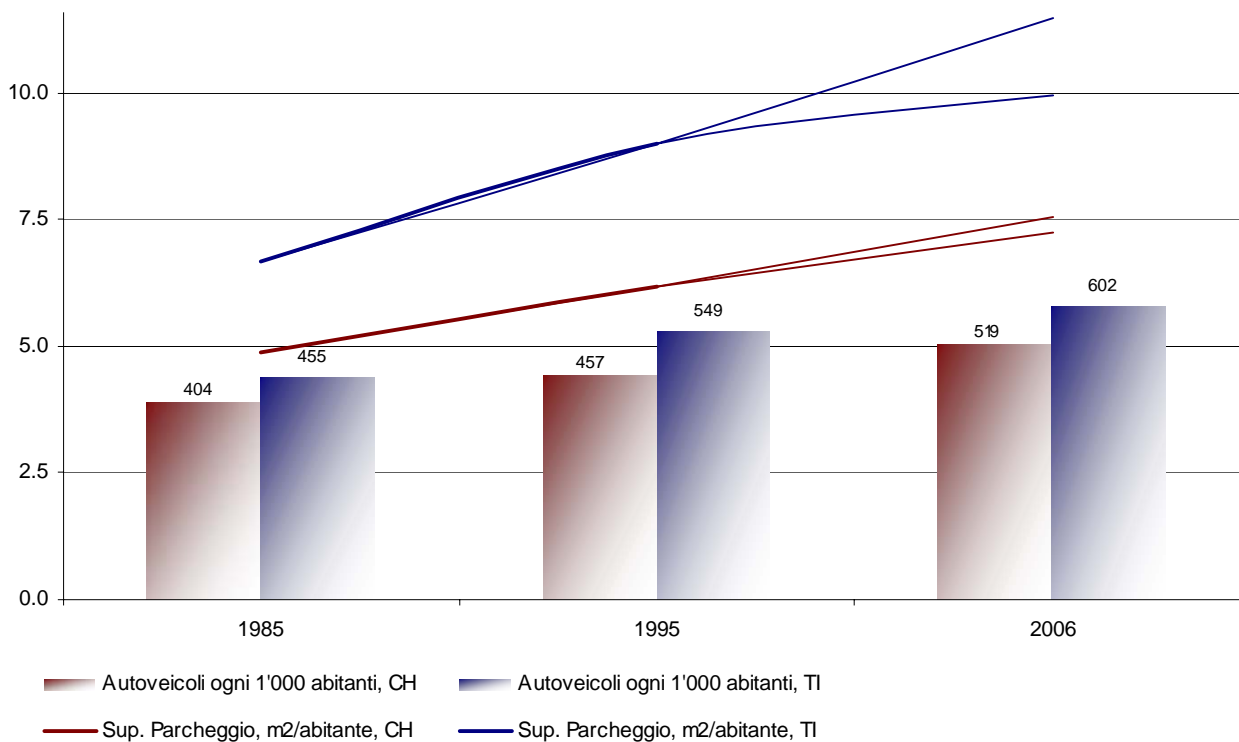
La statistica delle superfici é aggiornata ogni dieci anni per questo motivo si è cercato un metodo di calcolo che permette di stimare annualmente la superficie del traffico stradale.

Annualmente l'ufficio federale delle strade pubblica la lunghezza complessiva dell'infrastruttura stradale svizzera, il dato è disponibile per categoria (strada nazionale, cantonale e comunale). Quindi con l'ausilio del calcolo matriciale è possibile stimare i dati della superficie stradale (senza le superfici di parcheggio) per il 2000 e il 2006 in Svizzera.

**Tabella VI** Valori di stima per la superficie stradale, in Svizzera e in Ticino nel 2000 e 2006

	Strade nazionali	Strade cantonali	Strade comunali	Strade nazionali	Strade cantonali e comunali	Superficie stradale	<b>Ticino</b>	
	Km	Km	Km	ha	ha	ha	Sup.stradale	sup. stradale cantonale/sup. stradale nazionale
							ha	%
1985	1'384	18'407	51'197	4'391	64'091	68'482	2'942	4.30%
1997	1'613	18'276	51'197	5'815	69'124	74'939	3'343	4.46%
2000	1'638	18'097	51'397		stima	75'659	3'406	4.50%
2006	1'758	18'117	51'446		stima	79'100	3'626	4.58%

Per calcolare i valori cantonali si è fatta l'ipotesi che la parte della superficie stradale cantonale cresce secondo una curva logaritmica rispetto al valore nazionale. Ipotesi utilizzata nuovamente per valutare le superfici di parcheggio. Inserendo i dati disponibili si sono ottenuti i risultati seguenti.



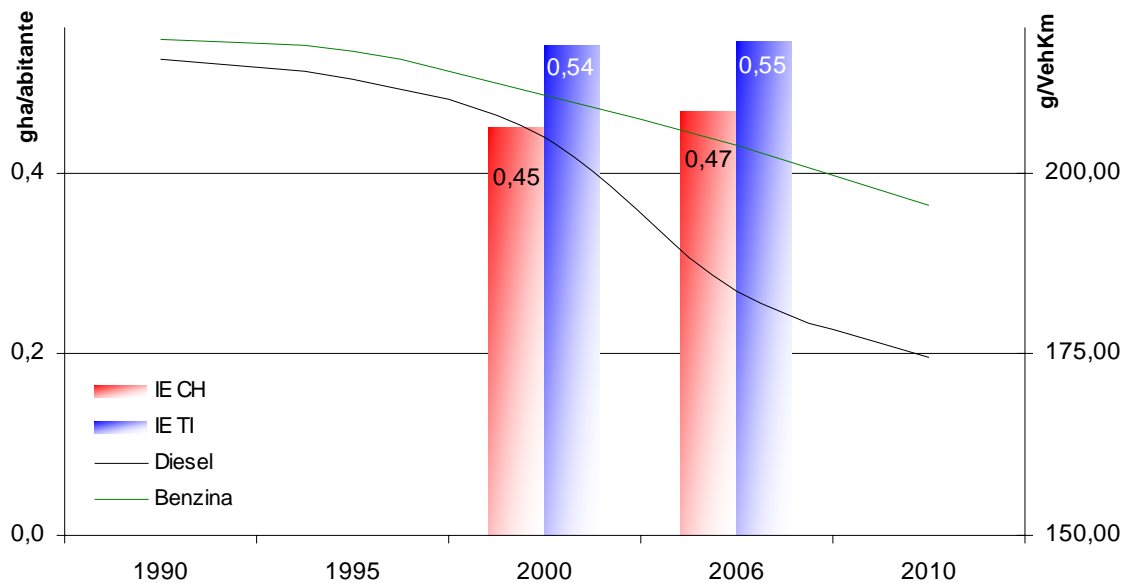
**Grafico 3** Superfici di parcheggio, m2/abitante, in Svizzera e in Ticino

Gli scenari ipotizzati svelano che in Ticino la superficie consacrata a infrastrutture legate al traffico si situa intorno ai 120 m<sup>2</sup>/abitante (circa 4'000 ha). Dato che rimane superiore rispetto al valore medio nazionale di 110 m<sup>2</sup> (circa 85'0000 ha). Secondo questi dati e le stime effettuate, sia a livello cantonale che nazionale le superfici per abitante di queste infrastrutture continuano a crescere moderatamente nel tempo.

### Impronta ecologica totale del traffico motorizzato individuale (TIM)

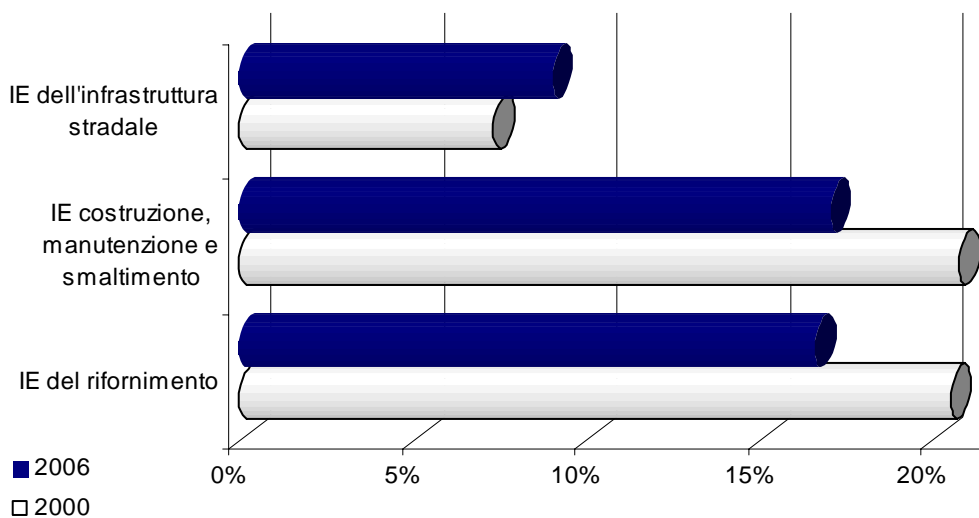
In conclusione si possono sommare i dati ottenuti calcolando l'impronta ecologica degli autoveicoli e i dati della superficie stradale. Risulta così che in Ticino la mobilità motorizzata

individuale richiedeva nel 2006 5'450 m<sup>2</sup> per abitante, valore superiore di 775 m<sup>2</sup> (+16.6%) rispetto al valore medio nazionale.



**Grafico 4** *Impronta ecologica totale della mobilità motorizzata individuale in Svizzera e in Ticino*

L'impronta ecologica della mobilità individuale è superiore in Ticino in tutte e tre le componenti. Unico dato positivo è che tra il 2000 e il 2006 questa differenza è diminuita per ciò che riguarda l'impronta ecologica degli autoveicoli, mentre se si considerano i valori occasionati dall'infrastruttura stradale il divario continua a aumentare (cfr. Grafico 4).



**Grafico 5** *Confronto tra Svizzera e Ticino (scarto in %), per le componenti dell'impronta ecologica del TIM, nel 2000 e 2006*

## Allegato 1. Stima dei Km percorsi dai veicoli in circolazione in Ticino e in Svizzera.

### Ticino

Fonte: Distances parcourues par les véhicules suisses, Résultats de l'enquête périodique sur les prestations kilométriques (PEFA) 2000, ARE, 2002

	Meno di 4 anni	4-6 anni	6-8 anni	8-10 anni	10-12 anni	12-16 anni	16 anni e oltre	Totale	
Benzina									
km	1'017	415	311	314	205	180	49	2'493	<i>Ipotesi</i>
<i>Benzina, km, %</i>	41%	17%	12%	13%	8%	7%	2%	100%	
Veicoli	63'926	26'170	24'107	23'650	19'191	18'442	9'749	185'236	94.8%
<i>Benzina, veicoli, %</i>	35%	14%	13%	13%	10%	10%	5%	100%	<i>cst</i>
VehKm	15'914	15'873	12'921	13'293	10'695	9'739	5'037	83'472	<i>cst</i>
Diesel									
km	104	16	11	9	5	20	4	168	
<i>Diesel, km, %</i>	62%	10%	7%	5%	3%	12%	2%	100%	
	9.2%	3.8%	3.6%	2.7%	2.1%	10.0%	6.7%	6.3%	
Veicoli	5'584	886	639	459	684	1'625	358	10'235	5.2%
<i>Diesel, veicoli, %</i>	55%	9%	6%	4%	7%	16%	3%	100%	<i>cst</i>
	8.0%	3.3%	2.6%	1.9%	3.4%	8.1%	3.5%	5.2%	
VehKm	18'548	18'523	17'953	18'692	6'583	12'343	9'880	16'427	<i>cst</i>

## Svizzera

Fonte: *Distances parcourues par les véhicules suisses, Résultats de l'enquête périodique sur les prestations kilométriques (PEFA) 2000, ARE, 2002*

	Meno di 4 anni	4-6 anni	6-8 anni	8-10 anni	10-12 anni	12-16 anni	16 anni e oltre	Totale	
Benzina									
km	17'861	7'994	6'786	6'468	5'143	4'409	1'033	49'694	
<i>Benzina, km, %</i>	36%	16%	14%	13%	10%	9%	2%	100%	
Veicoli	1'168'251	522'970	479'315	496'267	439'182	442'810	195'125	3'743'920	96.0%
<i>Benzina, veicoli, %</i>	31%	14%	13%	13%	12%	12%	5%	100%	cst
VehKm	15'289	15'286	14'158	13'034	11'710	9'958	5'293	13'273	cst
	Meno di 4 anni	4-6 anni	6-8 anni	8-10 anni	10-12 anni	12-16 anni	16 anni e oltre	Totale	
Diesel									
km	1'561	415	283	164	139	236	35	2'833	
<i>Diesel, km, %</i>	55%	15%	10%	6%	5%	8%	1%	100%	
	8.0%	4.9%	4.0%	2.5%	2.6%	5.1%	3.3%	5.4%	
Veicoli	77'494	20'661	15'408	9'964	10'034	18'613	3'824	155'997	4.0%
<i>Diesel, veicoli, %</i>	50%	13%	10%	6%	6%	12%	2%	100%	cst
	6.2%	3.8%	3.1%	2.0%	2.2%	4.0%	1.9%	4.0%	
VehKm	20'142	20'100	18'374	16'473	13'832	12'665	9'219	18'162	cst

## Riferimenti

- [1] "*Distances parcourues par les véhicules suisses : résultats de l'enquête périodique sur les prestations kilométriques (PEFA) 2000*", Office fédéral du développement territorial (ARE), Berne, 2002
- [2] CASERINI S., SALVETTI R. (2003) *L'impronta ecologica come strumento della Valutazione Ambientale Strategica*, Atti del 58° Corso di aggiornamento in Ingegneria Sanitaria-Ambientale: "Valutazione di impatto ambientale: metodi, indici ed esempi", Politecnico di Milano, 26-30 maggio 2003. Edito a cura del DIAR del Politecnico di Milano.

Riferimenti generali per il metodo dell'impronta ecologica:

WACKERNAGEL M. e REES W.E. (2000) *L'impronta ecologica. Come ridurre l'impatto dell'uomo sulla terra*, Edizioni Ambiente, Milano.

UST (2006) *L'impronta ecologica della Svizzera*, Ufficio federale di statistica, Berna.

<http://www.footprintnetwork.org/>

Si ringrazia l'Istituto per la sostenibilità ambientale (ISAAC) della SUPSI.

Si ringrazia Raffaele Domeniconi, Responsabile del progetto Vel2 a Mendrisio, per le osservazioni e i commenti critici durante la fase di costruzione del modello.

© Osservatorio dello sviluppo territoriale  
i.CUP/ Accademia di architettura  
Versione 3.0  
Mendrisio, giugno 2008

Direzione di progetto: Gian Paolo Torricelli, responsabile OST-TI  
Elaborazione e redazione: Eric Stephani

Per informazioni: [gianpaolo.torricelli@arch.unisi.ch](mailto:gianpaolo.torricelli@arch.unisi.ch)