

CReIAMO PA - Attività A7.4 Affiancamenti on the job - Tema: MOBILITY MANAGEMENT Città metropolitana di Torino 17-20 settembre 2018

Modulo 2.1 – L'adozione di nuovi comportamenti e la relativa stima delle ricadute ambientali: indicazioni metodologiche e indicatori. Valutazione delle ricadute sociali ed economiche

Arch. Massimo Ciuffini



CReIAMO PA

Per un cambiamento sostenibile

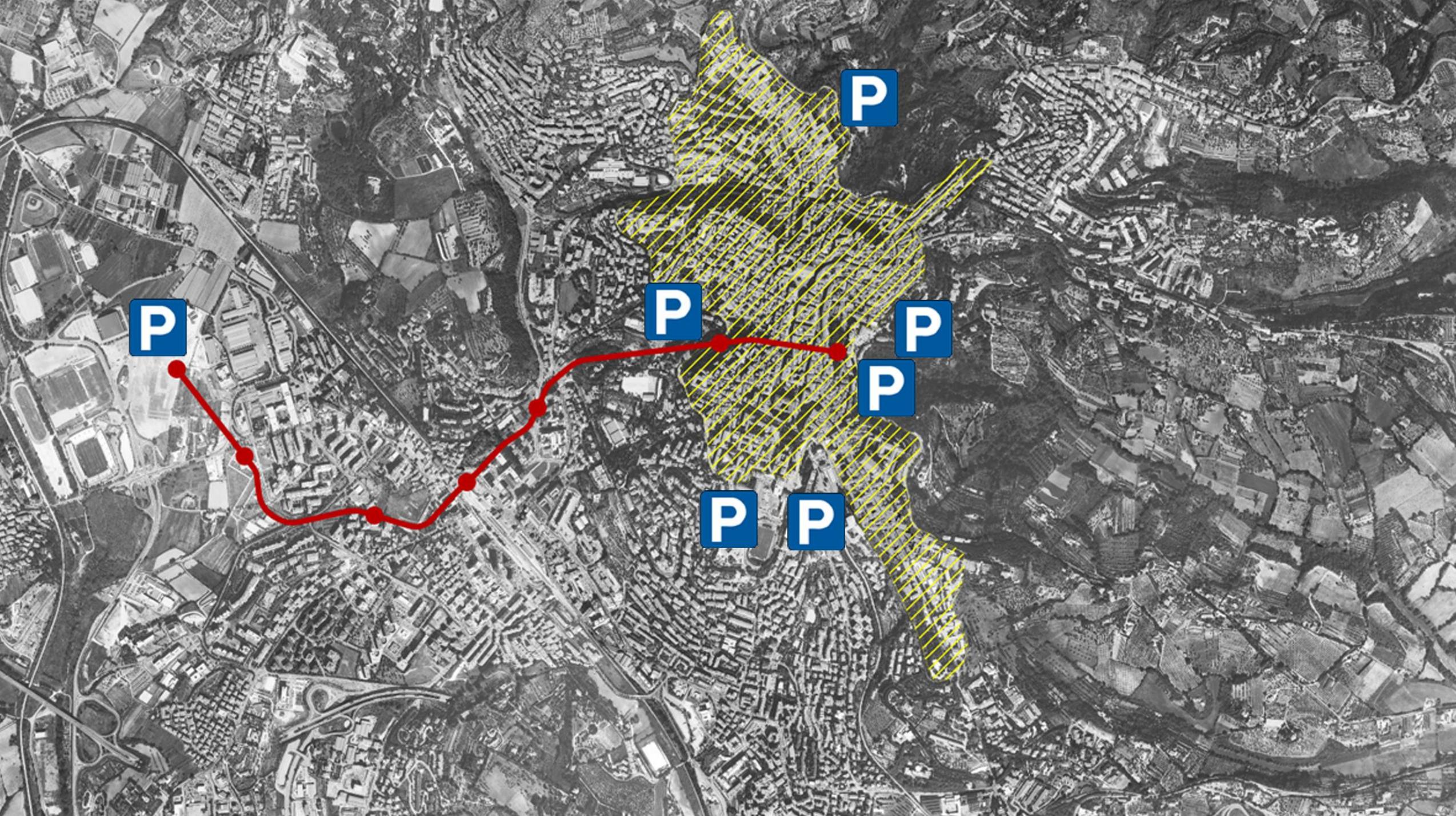


Agenda del 18 settembre

- Esempio 1 – Minimetrò di Perugia
- Altri esempi su Sharing mobility
- Ademe
- Proviamo a fare una valutazione insieme







P

P

P

P

P

P

P



CREIAMO PA



CREIAMO PA

Minimetrò di Perugia: Consumi energetici, emissioni atmosferiche ed effetti del Modal Shift



Indice

1	Introduzione	6
2	La metodologia EcoPassenger	8
2.1	Metodologia	8
2.1.1	<i>Impatto ambientale del trasporto di persone</i>	8
2.1.2	<i>I processi presi in considerazione per la fornitura di energia</i>	10
2.1.3	<i>Basi dei dati EcoPassenger</i>	12
3	Consumi energetici ed emissioni del Minimetrò di Perugia	14
3.1	Il consumo energetico per la trazione	14
3.2	Il Mix delle fonti di energia ed i fattori di emissione atmosferica	15
3.3	Emissioni annue	15
3.4	I passeggeri chilometro trasportati (anno 2009)	16
3.5	Consumi energetici di energia primaria (PEC) per passeggero chilometro	16
3.6	Emissioni atmosferiche per passeggero chilometro	17
3.7	Scenario "Improve"	18
3.7.1	<i>Miglioramento del load factor</i>	18
3.7.2	<i>Miglioramento del Mix energetico ed uso delle fonti energetiche rinnovabili</i>	21
4	Confronto tra le emissioni del Minimetrò di Perugia e l'auto	22
4.1	Emissioni dell'auto	22
4.1.1	<i>Metodologia</i>	22
4.2	Calcolo di consumi ed emissioni da A a B con Minimetrò ed auto	23
4.3	Prime conclusioni	26
4.4	...e un confronto con l'autobus?	26
5	Modal - shift	27
5.1	Metodologia per la stima del "modal-shift"	27
5.1.1	<i>Indagine su base campionaria</i>	27
5.2	Risultati dell'indagine e quantificazione dei passeggeri chilometro che hanno cambiato modalità	28
6	Effetti del Modal-Shift	30
6.1	Effetti del Modal-Shift sulle emissioni atmosferiche	30
6.2	Bilancio complessivo di emissioni di CO2 prima e dopo la realizzazione del Minimetrò	30
7	Minimetrò e sostenibilità: gli altri indicatori	34

Obiettivo dello studio

Analizzare la performance energetica e ambientale del sistema e gli effetti del modal shift

- la definizione dei consumi energetici totali e specifici (derivanti dalla conduzione di una specifica campagna di rilevazione sui consumi energetici del Minimetrò di Perugia)
- il calcolo dei fattori di emissione legati allo specifico mix energetico utilizzato da Minimetrò Spa;
- l'analisi comparata delle distanze chilometriche per le tratte di servizio tra Minimetrò ed automobile;
- la definizione del coefficiente di riempimento adottabile per auto e Minimetrò Spa;
- l'analisi comparata delle distanze chilometriche per le tratte di servizio tra Minimetrò ed automobile;
- la definizione del coefficiente di riempimento adottabile per auto e Minimetrò

Lo studio ha stimato la diversione modale indotta dal Minimetrò attraverso l'utilizzo di una specifica campagna di indagine effettuata nel corso del mese di maggio 2009 che integra le indagini già realizzate da Minimetrò per la misura della *customer satisfaction*.



Ecopassenger: i principali impatti ambientali dei trasporti

- il **consumo di fonti energetiche**, rinnovabili e non;
- l'**inquinamento atmosferico** a causa delle emissioni che incidono su salute, piante, edifici, fonti idriche e clima;
- la trasformazione di paesaggi naturali o semi naturali in superfici prive di vegetazione (ad es. la massicciata delle convenzionali linee ferroviarie) o impermeabili all'acqua (strade e linee ferroviarie con binario fisso);
- la penetrazione di sostanze liquide e solide nel suolo e nelle risorse idriche;
- l'inquinamento acustico.

Ad ogni modo **soltanto per alcuni di questi impatti è possibile fare una comparazione tra modalità di trasporto su una base quantitativa**. E' per questo motivo che la selezione degli indicatori di performance ambientale sono limitati ad alcuni e più importanti parametri.



Ecopassenger: criteri per la selezione degli impatti considerati

- Rilevanza dell'impatto in generale
- Rilevanza dell'impatto riferito al trasporto passeggeri
- Disponibilità dei dati
- Possibilità di comparazione su base quantitativa

Di norma, per confrontare l'impatto ambientale di un mezzo di trasporto si usano le prime due categorie: "consumo energetico" e "inquinanti atmosferici". Per le restanti tre, "sfruttamento del terreno", "penetrazione di sostanze nell'ambiente" e "inquinamento acustico" non sono disponibili dati sufficientemente omogenei per poter operare un confronto tra diversi sistemi di trasporto.



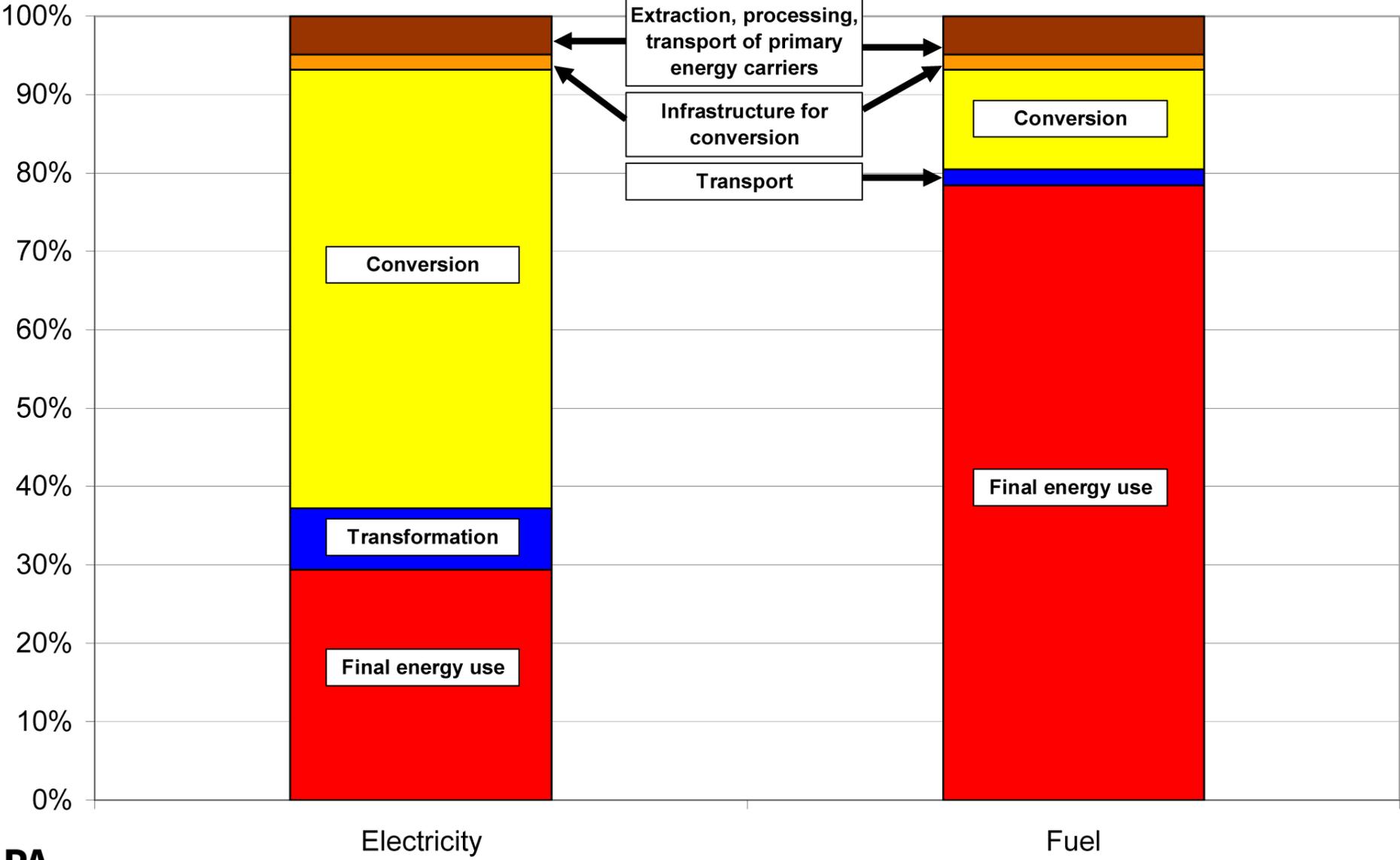
Ecopassenger: criteri per la selezione degli impatti considerati

I seguenti cinque indicatori descritti in dettaglio di seguito sono gli indici di performance ambientale maggiormente utilizzati:

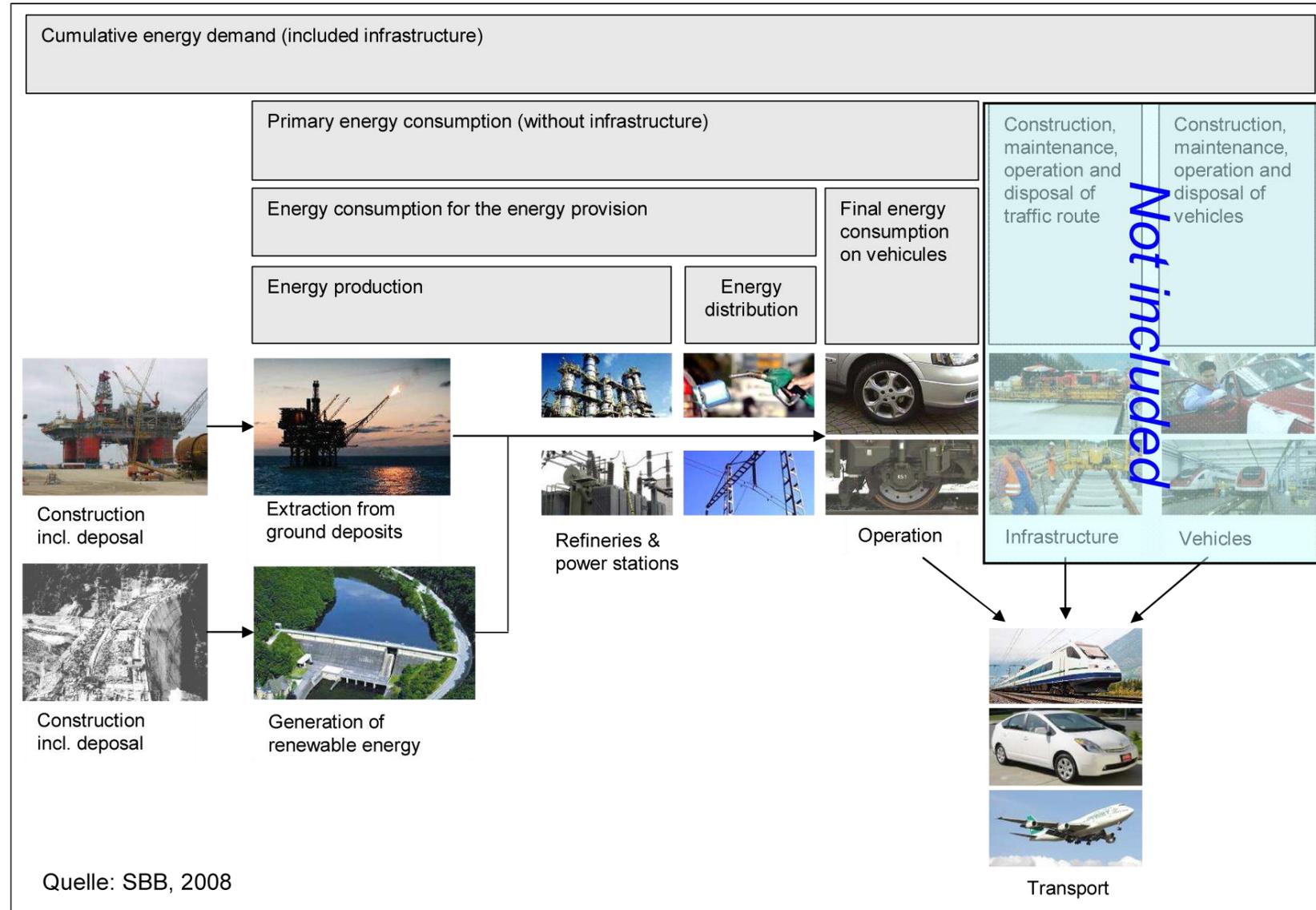
- consumo energetico energia primaria (PEC)
- anidride carbonica (CO₂)
- polveri fini (PM)
- ossidi di azoto (NO_x)
- idrocarburi non metanici (NMHC)



Ecopassenger: processi considerati



Ecopassenger: processi considerati



Ecopassenger: stima di emissioni e dei consumi auto

Per la stima del consumo energetico e le emissioni di un viaggio in auto EcoPassenger utilizza il software specializzato COPERT4.

Il modello COPERT (COmputer Programme to calculate Emissions from Road Transport) calcola le emissioni da sorgenti mobili per i paesi europei ed è il metodo indicato da ISPRA per la stima delle emissioni generate dal traffico.

<http://www.sinanet.isprambiente.it/it/sia-ispra/serie-storiche-emissioni/dati-trasporto-stradale-1990-2016/view>



Consumo di energia globale – esercizio 2009

DATA (AAAAMM)	CONSUMO TOTALE ENERGIA ATTIVA(KWh)	CONSUMO ENERGIA ATTIVA IN F1(KWh)	CONSUMO ENERGIA ATTIVA IN F2(KWh)	CONSUMO ENERGIA ATTIVA IN F3(KWh)
2009-01	407.284,00	169.707,00	118.364,00	119.213,00
2009-02	360.296,00	166.988,00	105.560,00	87.748,00
2009-03	403.488,00	181.784,00	111.098,00	110.606,00
2009-04	372.820,00	165.344,00	93.707,00	113.769,00
2009-05	378.414,00	153.309,00	110.262,00	114.843,00
2009-06	376.386,00	160.930,00	105.935,00	109.521,00
2009-07	400.082,00	172.639,00	112.903,00	114.540,00
2009-08	271.106,00	109.114,00	78.223,00	83.769,00
2009-09	367.141,00	168.428,00	104.599,00	94.114,00
2009-10	394.775,00	174.134,00	121.135,00	99.506,00
2009-11	387.015,00	169.996,00	106.783,00	110.236,00
2009-12	401.142,00	175.754,00	94.230,00	131.158,00
	4.519.949,00	1.968.127,00	1.262.799,00	1.289.023,00
	CONSUMO TOTALE ENERGIA REATTIVA(KWarh)	CONSUMO ENERGIA REATTIVA IN F1(KWarh)	CONSUMO ENERGIA REATTIVA IN F2(KWarh)	CONSUMO ENERGIA REATTIVA IN F3(KWarh)
2009	87.780,00	42.048,00	28.450,00	17.282,00
2009	CONSUMO TOTALE (KWh)			
	4.607.729,00			



Consumo di energia globale – esercizio 2009

Il mix energetico anno 2009:

- Combustibili solidi al 13,49%
- Gas naturale al 54,11%
- Prodotti petroliferi al 6,01%
- Rinnovabili al 18,74%
- Altre fonti non rinnovabili al 7,65%

Sulla base di questo mix energetico valutando i fattori di emissione che tengono conto dell'intera catena energetica ascrivibile a ciascuna tipologia di fonte di produzione dell'elettricità, per ogni kWh di elettricità consumata dal Minimetrorò, si considera:

- 515 g di CO₂
- 0,996 g di NO_x
- 0,200 g di NMVOC
- 0,091 g di PM



Passeggeri, pkm e Load factor – esercizio 2009

Minimetrò OD 2009							
	Pian di Massiano	Cortonese	Madonna Alta	Fontivegge	Case Bruciate	Cupa	Pincetto
Pian di Massiano	22.277	6.392	10.329	53.279	9.936	28.853	449.570
Cortonese	7.564	4.782	7.204	58.368	8.713	27.851	157.076
Madonna Alta	12.120	4.974	4.848	23.205	9.050	21.351	129.575
Fontivegge	51.933	35.291	18.963	11.072	17.713	67.068	340.109
Case Bruciate	13.658	10.420	10.442	19.256	3.391	12.600	114.226
Cupa	38.594	20.892	22.873	78.105	10.974	3.331	45.807
Pincetto	446.369	106.043	113.088	309.906	94.365	24.613	36.007
totali	3.134.426						

Incrociando questo dato con la matrice delle distanze tra le stazioni è possibile stabilire il numero di passeggeri km trasportati nel corso del 2009, pari a **6.617.221 pax*km** .

Il coefficiente di riempimento (**Load - Factor**) ovvero il rapporto tra il numero dei posti offerti per chilometro (seat*km) e quelli trasportati (pax*km) è $56.621.987/6.617.221$, pari al **12%** .

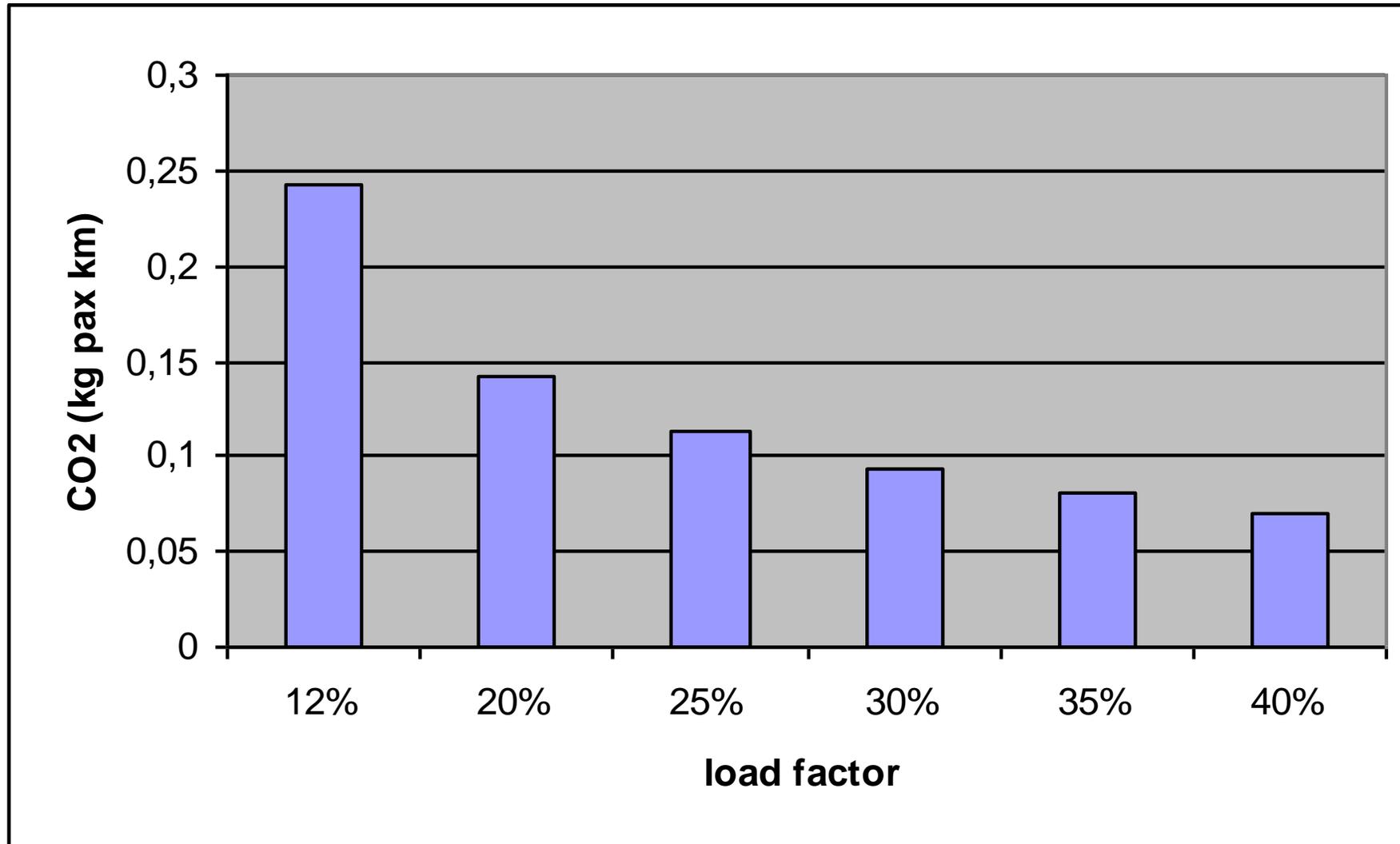


Consumi energetici ed emissioni specifiche

MINIMETRO'	
Fattori di emissione	per kWh
CO2 (kg)	0,515
NOx (g)	0,996
NMHC (g)	0,2
PM (g)	0,091
Consumi di energia (kWh/anno)	3.108.104
Consumo energia primaria (L benzina eq.)	823.116
Passeggeri*KM trasportati/anno	6.617.221
Energia primaria per pax km (L benzina eq. pax km)	0,1244
Emissioni in atmosfera	per pax*Km
CO2 (kg)	0,2419
NOx (g)	0,4678
NMHC (g)	0,0939
PM (g)	0,0427



Emissioni specifiche di CO2 per pKm riferite a diversi coefficienti di riempimento



Consumi energetici ed emissioni specifiche

AUTO	
Fatt. emissione (ciclo urbano)	per km
CO ₂ (kg)	0,198
NO _x (g)	0,9924
NMHC (g)	0,0924
PM (g)	0,066
Energia primaria per pax km (L benzina eq. pax km)	0,0883
n° passeggeri medi per veicolo	1,10
Emissioni in atmosfera	per pax*Km
CO ₂ (kg)	0,1800
NO _x (g)	0,9022
NMHC (g)	0,0840
PM (g)	0,0600



Emissioni specifiche di CO2 per pKm riferite a diversi coefficienti di riempimento

BREVE PIAN DI MASSIANO PINCETTO		LUNGO PIAN DI MASSIANO PINCETTO	
salita		salita	
pian di massiano		pian di massiano	
cortonese		cortonese	
mentana		mentana	
mario angeloni		mario angeloni	
piaggia colombata		xx settembre	
galleria		tre archi	
parcheggio mercato coperto		parcheggio mercato coperto	
<i>totale salita (m)</i>	4624	<i>totale salita (m)</i>	6026
<i>pendenza media</i>	3,76%	<i>pendenza media</i>	2,89%
<i>tempo di percorrenza (min) lunedì 17 maggio 2010 (8,0-8.45)</i>	11,03	<i>tempo di percorrenza (min) lunedì 17 maggio 2010 (8,0-8.45)</i>	11,49
<i>tempo di percorrenza (min) martedì 18 maggio 2010 (8.00 -8.45)</i>	15,42	<i>tempo di percorrenza (min) martedì 18 maggio 2010 (8.00 -8.45)</i>	12,05
<i>tempo di percorrenza (min) domenica 23 maggio 2010 (8,0-8.45)</i>	10,50	<i>tempo di percorrenza (min) domenica 23 maggio 2010 (8,0-8.45)</i>	11,2
discesa		discesa	
parcheggio MC		parcheggio MC	
galleria		galleria	
san prospero		f lorenzo	
capitini		xx settembre	
cortonese		via capitini	
pian di massiano		pian di massiano	
<i>totale discesa (m)</i>	3928	<i>totale discesa (metri)</i>	6592
<i>pendenza media</i>	4,43%	<i>pendenza media</i>	2,64%
TOTALE salita + discesa (m)	8.552	TOTALE salita + discesa (m)	12.618
media (m)	4.276	media (m)	6.309



Emissioni specifiche di CO2 per pKm riferite a diversi coefficienti di riempimento

MINIMETRO'		AUTO	
Fattori di emissione	per kWh	Fatt. emissione (ciclo urbano)	per km
CO2 (kg)	0,515	CO2 (kg)	0,198
NOx (g)	0,996	NOx (g)	0,9924
NMHC (g)	0,2	NMHC (g)	0,0924
PM (g)	0,091	PM (g)	0,066
Consumi di energia (kWh/anno)	3.108.104		
Consumo energia primaria (L petrolio eq.)	823.116		
Passeggeri*KM trasportati/anno	6.617.221		
Energia primaria per pax km (L petrolio eq. pax km)	0,1244	Energia primaria per pax km (lt petrolio eq. pax km)	0,0883
n° passeggeri medi per veicolo	6,00	n° passeggeri medi per veicolo	1,10
Emissioni in atmosfera	per pax*Km	Emissioni in atmosfera	per pax*Km
CO2 (kg)	0,2419	CO2 (kg)	0,1800
NOx (g)	0,4678	NOx (g)	0,9022
NMHC (g)	0,0939	NMHC (g)	0,0840
PM (g)	0,0427	PM (g)	0,0600

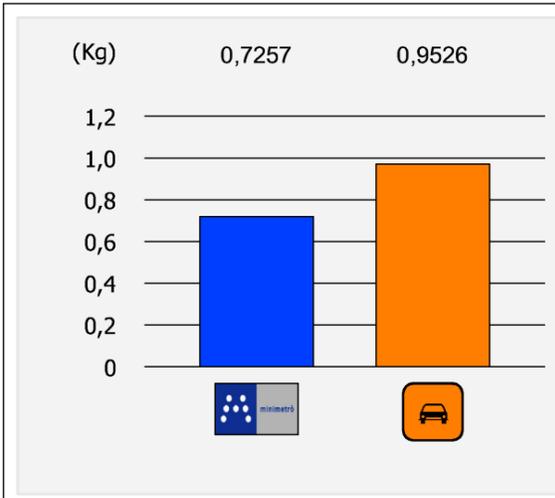
Pian di Massiano - Pincetto		Pian di Massiano - Pincetto	
<i>distanza tra A e B (Km)</i>	3	<i>distanza tra A e B (Km)</i>	5,2920
Consumo energetico (lt benzina eq.)	0,3732	Consumo energetico (lt benzina eq.)	0,4672
Emissioni in atmosfera		Emissioni in atmosfera	
CO2 (kg)	0,7257	CO2 (kg)	0,9526
NOx (g)	1,4035	NOx (g)	4,7743
NMHC (g)	0,2818	NMHC (g)	0,4445
PM (g)	0,1282	PM (g)	0,3175



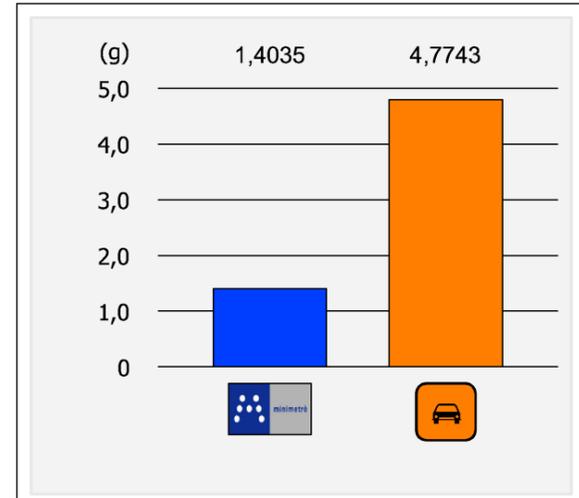
Confronto emissioni tra minimetrò e auto da Pian di Massiano a Pincetto



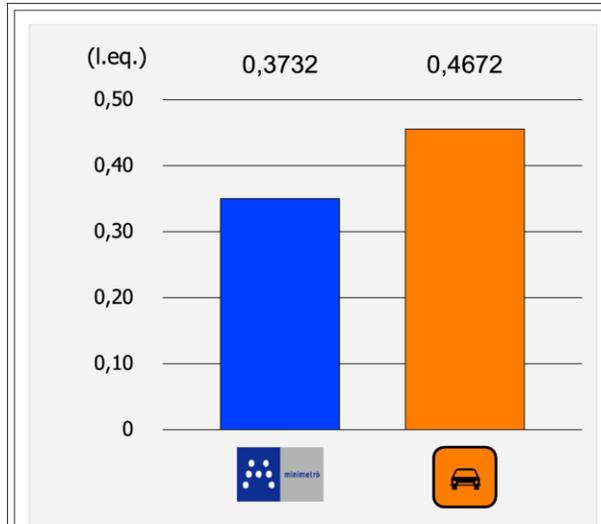
CREIAMO PA



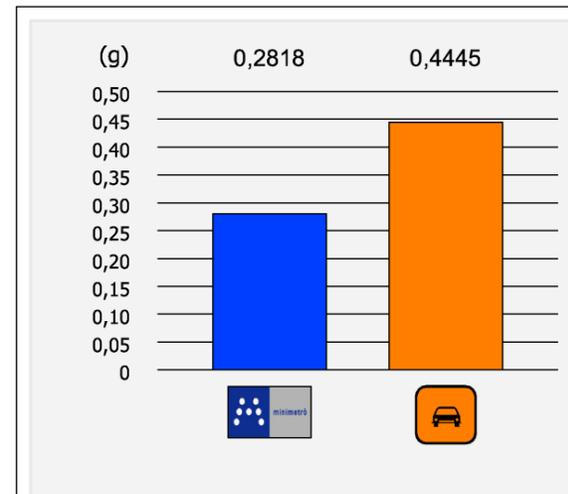
Emissioni di CO2
da Pian di Massiano a Pincetto



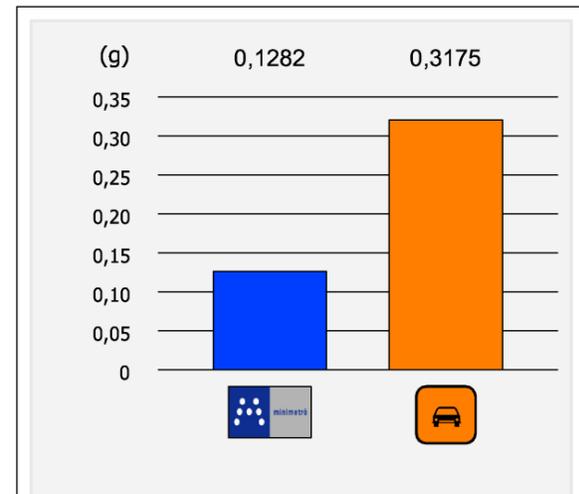
Emissioni di NOx
da Pian di Massiano a Pincetto



Consumi in litri di benzina equivalente
da Pian di Massiano a Pincetto



Emissioni di NMHC
da Pian di Massiano a Pincetto



Emissioni di PM
da Pian di Massiano a Pincetto

stazione: (codice) ____	Rilevatore: ____
Ora del contatto: ____/____	Giorno: ____
Accetta/Rifiuta A / R	

A) E' residente nel Comune di Perugia o vi si trova comunque stabilmente 3 o 4 giorni la settimana?

1. Sì 2. No

B) Lei possiede un'automobile o ne ha comunque la piena disponibilità (per es. ha la patente e nella sua famiglia c'è un'auto a disposizione che lei può usare) ?

1. Sì 2. No

C) Da dove viene? (luogo in cui è incominciato lo spostamento che in questo momento sta effettuando con il minimetrò)?

Luogo: _____ indirizzo: _____
[farsi specificare il "luogo" (centro, università, lavoro, da un amico, ecc.) e l'indirizzo]

D) Quale mezzo ha utilizzato per raggiungere la stazione del minimetrò in cui è salito? (risposta singola)

1. a piedi 5. automobile come passeggero
 2. autobus urbano 6. moto o ciclomotore
 3. autobus extraurbano 7. treno
 4. automobile come conducente 8. Altro

E) Dove è diretto adesso ?

Luogo: _____ indirizzo: _____
[farsi specificare il "luogo" (centro, università, lavoro, da un amico, ecc.) e l'indirizzo]

F) Come raggiungerà la Sua destinazione finale?

1. a piedi 5. automobile come passeggero
 2. autobus urbano 6. moto o ciclomotore
 3. autobus extraurbano 7. treno
 4. automobile come conducente 8. Altro

G) Per quale motivo sta effettuando questo spostamento? (risposta singola)

1. per andare al lavoro 5. per fare diverse commissioni
 2. per andare a scuola 6. tempo libero – visite
 3. per andare all'università 7. turismo
 4. per fare spese 8. Altro

H) Quante volte in una settimana compie uno spostamento come quello che sta effettuando in questo momento?

1. Tutti i giorni 4. 1-2 volte alla settimana
 2. Tutti i giorni feriali 5. Meno di una volta alla settimana
 3. 3-4 volte alla settimana

I) Precedentemente alla realizzazione del minimetrò che Lei ricordi faceva già questo spostamento?

1. Sì 2. No

L) Se sì, con quale mezzo lo effettuava precedentemente? (risposta singola)

1. a piedi 4. ciclomotore moto
 2. autobus urbano 5. altro
 3. auto

M) Se non esistesse il minimetrò effettuerebbe comunque lo spostamento che sta effettuando oggi?

1. Sì 2. No

N) Se non esistesse il minimetrò con quale mezzo pensa che compierebbe lo spostamento che sta effettuando ora? (risposta singola)

1. a piedi 4. ciclomotore moto
 2. autobus urbano 5. altro
 3. auto

O) Lei riterrebbe utile ampliare la rete del minimetrò con altre linee rispetto a quella esistente?

1. Sì 2. No

P) Caratteristiche dell'intervistato:

Sesso	M F	Età apparente	____
Condizione/Posizione Professionale:			
<input type="checkbox"/> 1. Imprenditore/libero professionista			<input type="checkbox"/> 6. Disoccupato/Inoccupato
<input type="checkbox"/> 2. Dirigente/Quadro			<input type="checkbox"/> 7. Pensionato/a
<input type="checkbox"/> 3. Impiegato			<input type="checkbox"/> 8. Casalinga
<input type="checkbox"/> 4. Operaio			<input type="checkbox"/> 9. Studente
<input type="checkbox"/> 5. Altro lavoratore			<input type="checkbox"/> 10. Altro

Codice imputatore: |____|

Il questionario che Le sottoponiamo è anonimo e le risposte verranno elaborate nella più completa garanzia di riservatezza in ottemperanza a quanto previsto dal Decreto Legislativo 196/2003 Testo Unico Privacy (Codice Privacy)



CREIAMO PA

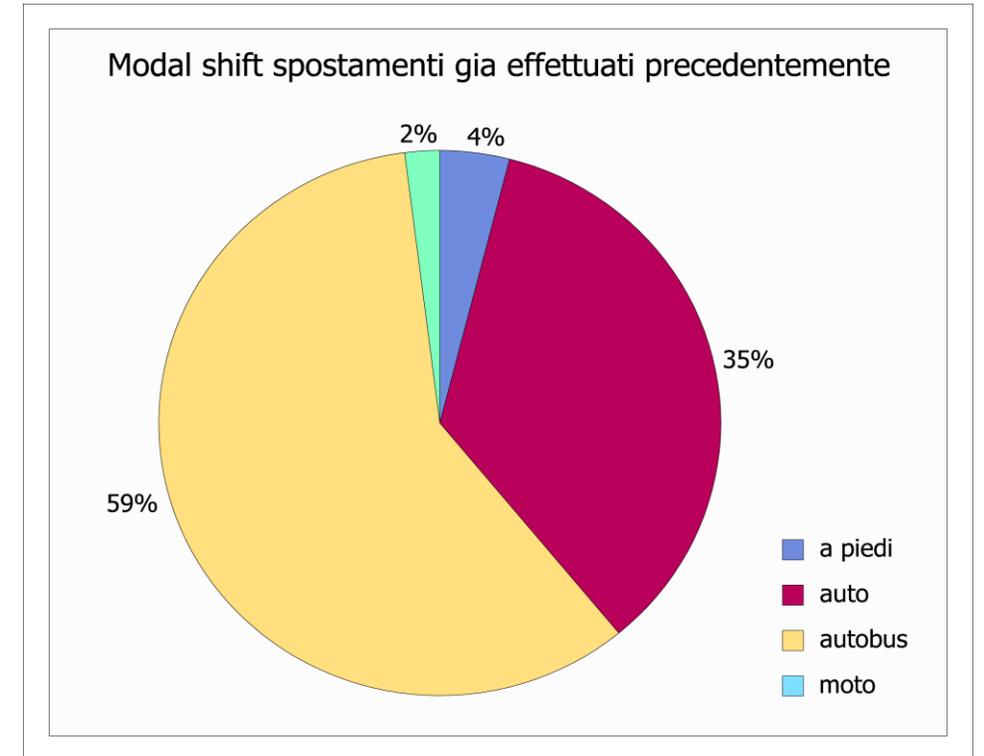
Modal shift: confronto uso modalità ante e post operam

- 23 % l'auto
- 41 % l'autobus
- 1% la moto o il motorino
- 3% andava a piedi

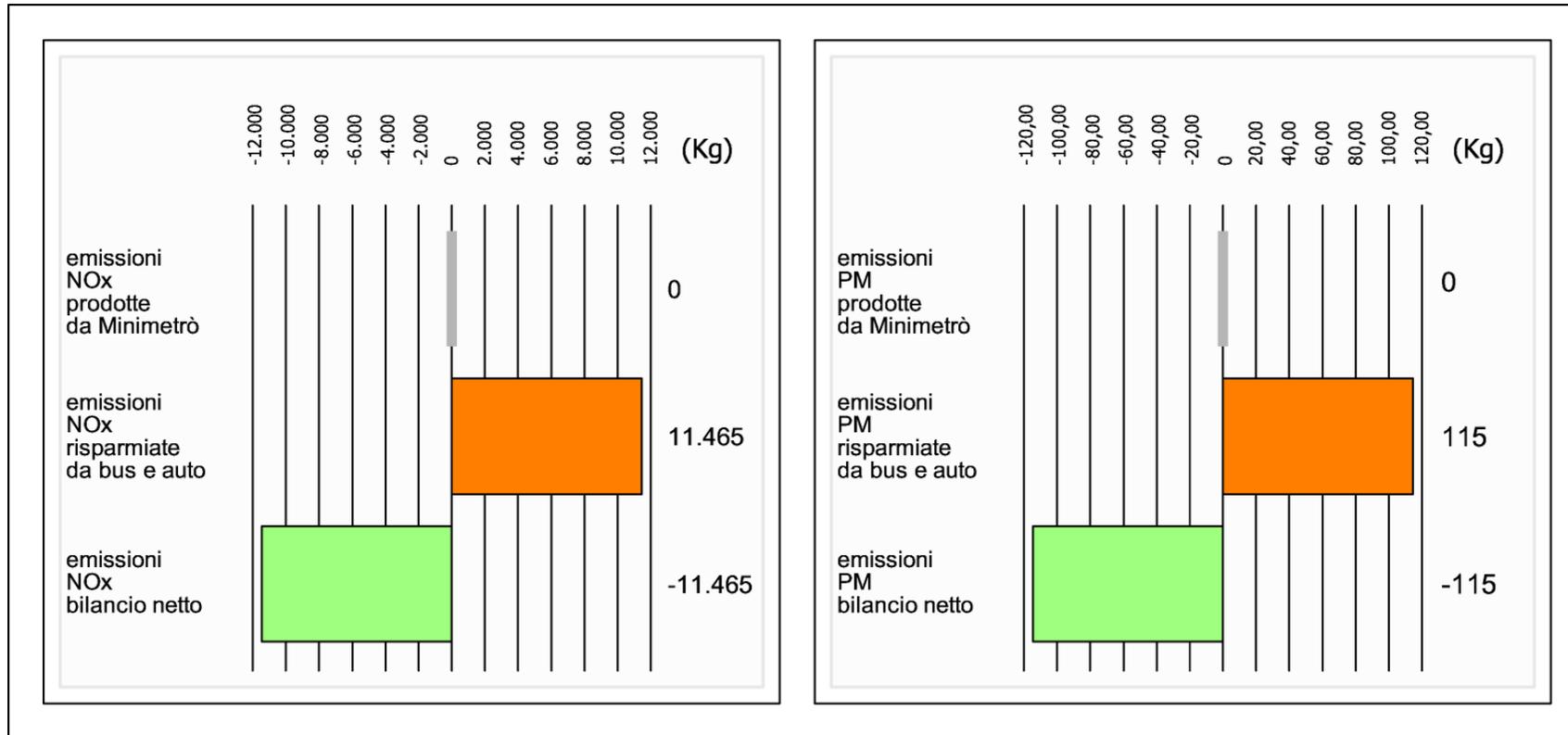
mentre il **32% non effettuava** (o non si ricorda...) lo spostamento attualmente compiuto in Minimetrò.

Riportando le percentuali rilevate nell'indagine al numero complessivo degli spostamenti e dei passeggeri km del Minimetrò (anno 2009) così come calcolati in precedenza si stima che:

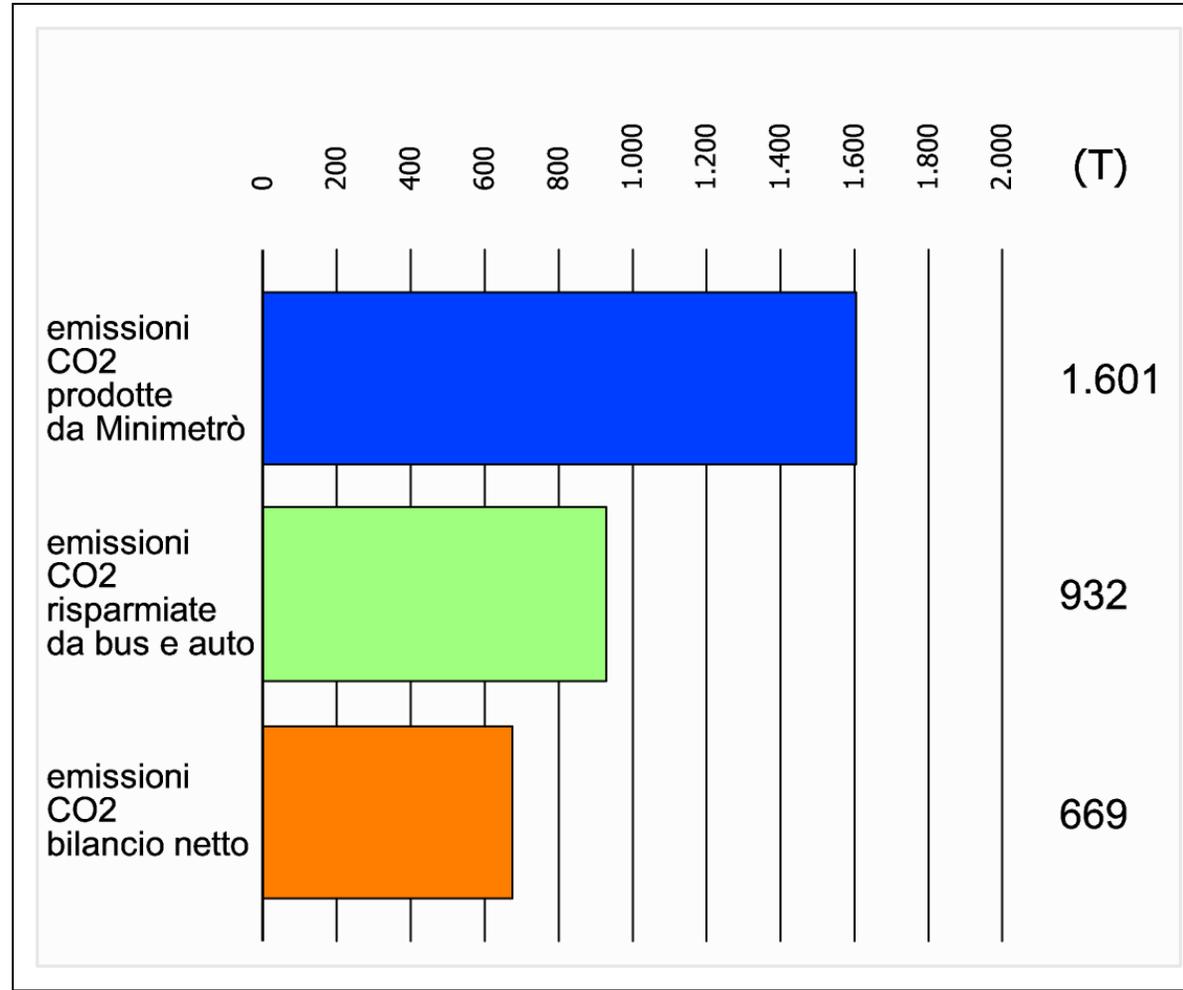
- 747.244 degli spostamenti effettuati in un anno in Minimetrò venivano precedentemente effettuati con l'auto;
- 1.577.539 passeggeri chilometro effettuati in un anno in Minimetrò venivano precedentemente effettuati con l'autobus.
- Si assume che gli spostamenti identificati dalle origini e destinazioni attuali siano omogeneamente rappresentate nel campione.
- A causa della differenza tra percorsi stradali e Minimetrò il numero dei passeggeri km effettuato in automobile è di 2.947.963.



Riduzione delle emissioni annue di Pm e NOx



Bilancio delle emissioni di CO2



Conclusioni

- Obiettivo: valutazione degli effetti del modal shift
- Indicatori: quelli che sono misurabili e che sono funzionali alla comparazione tra modalità
- Perimetro: emissioni dirette, indirette, energia primaria, LCA
- condizioni di confronto coerenti
- Formazione dei dati: da letteratura e con analisi ad hoc (se necessario)
- Determinazione degli impatti specifici per ciascuna modalità: valutazione dinamica (non presa in considerazione)
- Analisi della domanda su base campionaria (confronto longitudinale) ed espansione all'universo
- Domanda indotta
- Calcolo degli impatti su base temporale da definire (giorno, mese, anno) e bilancio netto





Massimo Ciuffini

Blog

[Home](#) [Autoritratto](#) [Tecnica](#) [Prodotti](#) [Contatti](#)

Learning from Perugia

A Perugia in questi giorni si parla di nuovo di mobilità. Un po' perché c'è la European mobility week, un po' perché, forse, si è nel vivo della redazione del nuovo Piano urbano della mobilità sostenibile.

Pubblico una serie di contributi su questo tema dai quali emerge con chiarezza la mia assoluta sfiducia nei confronti dei provvedimenti che prenderà l'Amministrazione e il gruppo di tecnici che sta redigendo il PUMS (che per altro è lo stesso che aveva redatto il precedente PUM nel 2008 e su cui pubblicherò uil prossimo post). Il primo contributo è la sintesi di un mio intervento a Berlino nel 2014 presso il Wüstenrot Stiftung et Deutsch-Französisches Institut poi pubblicato nel 2015 nel bollettino dell'istituto con il titolo *Apprendre de Pérouse* in un volume dal titolo *Stratégies pour un développement urbain durable en France et en Allemagne*, a cura di Wüstenrot Stiftung et Deutsch-Französisches Institut.

Per chi conosce il francese questo era l'introduzione al mio intervento a Berlino:

Lorsque Learning from Las Vegas (R. Venturi, D. Scott Brown, S. Izenour) a été publié en 1972, la publication a provoqué un scandale : que peut-on jamais apprendre de Las Vegas, la capitale du vice, aussi connue comme « Sin City » ? Cette étude est paradigmatique parce que les auteurs ont eu le courage de regarder à l'échelle urbaine les contradictions du capitalisme triomphant, en jetant la lumière sur les transformations les plus éclatantes des villes occidentales contemporaines, même des vieilles villes européennes : l'étalement urbain, l'utilisation de la voiture de masse, le junkspace, le fast food, le centre commercial etc. L'étude de la ville et de ses transformations, comme l'échange d'expériences entre les techniciens et les administrateurs, ne peut être limitée à une collection édifiante de réussites. Elles sont très utiles à des fins didactiques et de « motivation », mais ont souvent la tendance à limiter la perspective et à adoucir la réalité. Lorsque le champ d'observation ou bien d'intervention est la ville, l'évaluation ne peut être par définition que temporaire, multiple et controversée.

La mia non è sfiducia nelle persone ma nelle idee e nei metodi che vanno oltre la singola maggioranza e la singola consiliatura, come cerco di spiegare nel testo sotto. Non mi sembra di aver percepito in questi ultimi anni nessun momento di riflessione critica su una stagione del nostro recente passato che per anni invece è stata un fiore all'occhiello della nostra città, quasi a costituire un modello. Nel 2013 ricorrevano trenta anni dall'inaugurazione delle Scale mobili della Rocca Paolina e nessuno si è preso la briga né di organizzare una piccola celebrazione né di fare il punto della situazione.

Ecco quello che ho fatto io. Secondo me, è ancora attuale.

[Continue reading →](#)



Leave a comment

📅 15/09/2017 👤 Massimo Ciuffini 💬 No Comments