

***Valutazione dei benefici ambientali derivanti da un possibile provvedimento
Ministeriale a sostegno delle trasformazioni a gas dei veicoli a benzina***

Si riporta di seguito la valutazione tecnica dei benefici ambientali prodotti da un certo numero di trasformazioni a gas di veicoli a benzina immatricolati negli anni tra il 1988 ed il 1995, trasformazioni derivanti da un possibile rifinanziamento dei decreti di incentivazione già emanati dal Ministero dell'Ambiente.

Lo studio quantifica i vantaggi ambientali dell'intervento suddetto relativamente alla riduzione di emissioni di gas serra e degli inquinanti locali più preoccupanti per lo stato dell'aria dei nostri centri urbani: benzene e particolato.

La relazione tecnica è stata realizzata dall'Ing. Lorenzo Bertuccio, direttore scientifico di Euromobility, con il parere tecnico-scientifico del Dr. Ivo Allegrini, Direttore del CNR - IIA, sulla base delle ipotesi di trasformazione elaborate da Assogasliquidi e Consorzio Ecogas.

Benefici ambientali dei veicoli alimentati a GPL

In questo studio vengono messi in evidenza i benefici ambientali ottenibili dalla trasformazione di autoveicoli alimentati a benzina, appartenenti alle normative ECE 15-04 (veicoli pre EURO) ed EURO I, in autoveicoli alimentati a GPL di uguale tecnologia.

Vengono in questa sede prese in considerazione le emissioni dei seguenti inquinanti:

- Benzene
- Anidride carbonica (CO₂)
- PM10 che rappresenta una frazione dei particolati sospesi totali con diametro equivalente minore di 10 micron.

Di seguito vengono riportati alcuni grafici che evidenziano le differenze emissive per le varie classi veicolari ed inquinanti considerati. I fattori di emissione considerati sono derivati dal database di emissioni (funzioni della velocità media di transito) COPERT III¹.

1. Emissioni di CO₂

Emissioni a caldo di CO₂ per gli autoveicoli ECE 15-04 a benzina e PRE-EURO a GPL.

Queste curve vengono ottenute dal consumo di combustibile e dai coefficienti moltiplicativi che legano il consumo alla emissione di CO₂, propri di ogni combustibile. **In questo caso la considerazione dei veicoli a motore freddo non cambia gli andamenti delle curve in quanto i coefficienti correttivi sono i medesimi per le due classi veicolari considerate.**

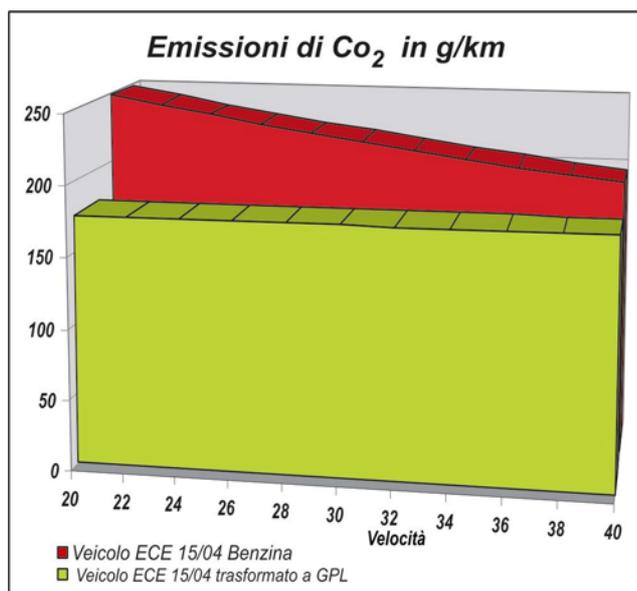


Fig. 1

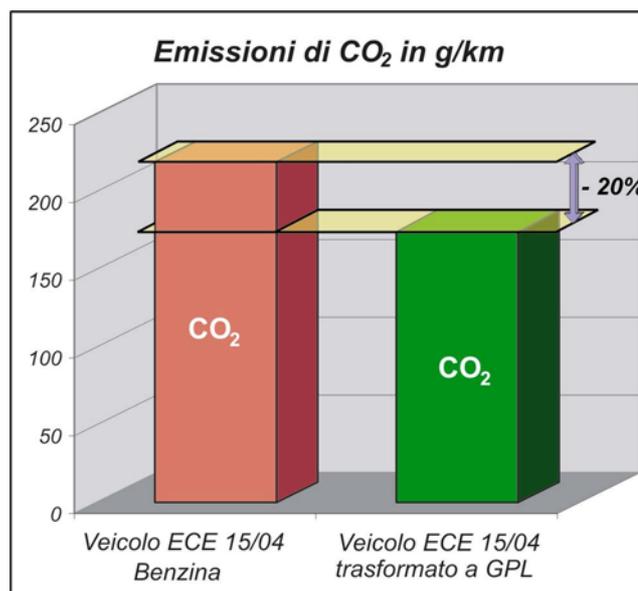


Fig. 2

Dalla figura 1 si evince che alla velocità media urbana di circa 30 km/h il veicolo ECE 15/04 trasformato a GPL emette circa il 20% in meno rispetto al veicolo originale ECE 15/04 a benzina – figura 2.

¹ Computer Programme to calculate Emissions from Road Transport. Methodology and Emission Factors. (Version 2.1). European Environment Agency. October 2000

Emissioni a caldo di CO₂ per gli autoveicoli EURO I a benzina ed EURO I a GPL..

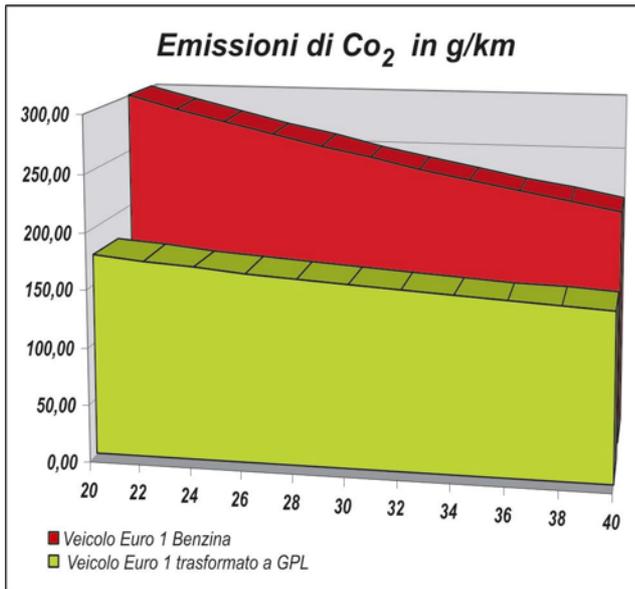


Fig. 3

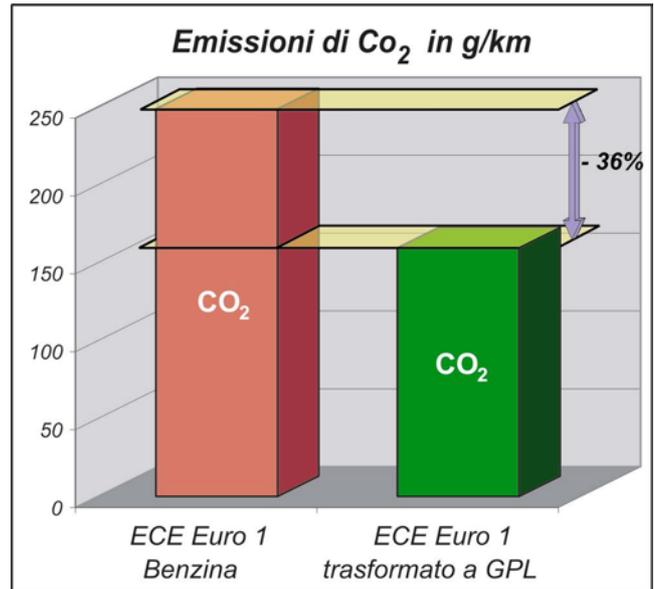


Fig. 4

Dalla figura 3 si evince che alla velocità media urbana di circa 30 km/h il veicolo GPL EURO I emette circa il 36% in meno rispetto al veicolo appartenente alla normativa EURO I alimentato a benzina - figura 4

Emissioni di CO₂ per 70.000 autoveicoli a benzina e per 70.000 autoveicoli trasformati a GPL.

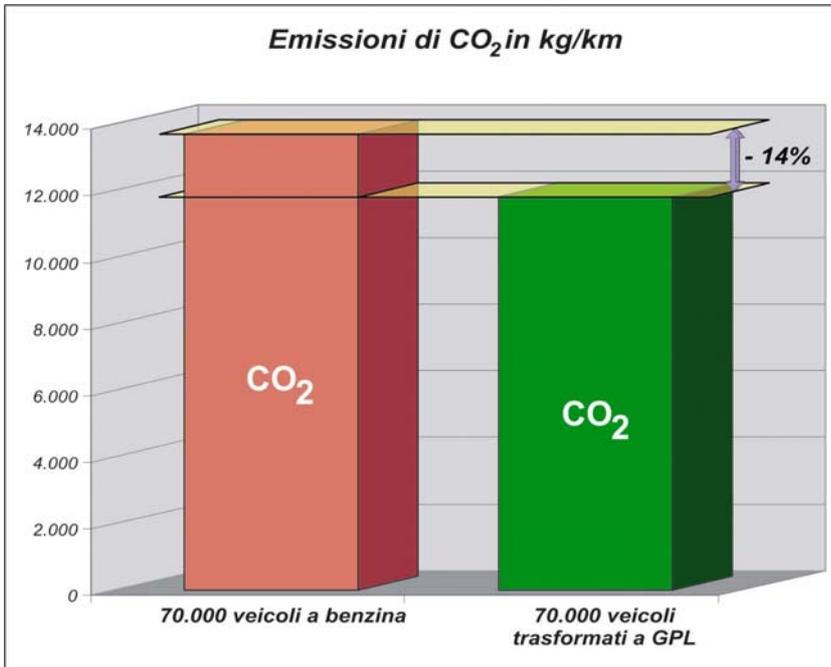


Fig. 4

Ipotizzando la trasformazione di circa 70.000 veicoli per anno di cui:

42.000 appartenenti alla classe ECE 15-04 con LPG convenzionale. La trasformazione coinvolge su 42.000 veicoli in totale le microclassi ECE 15-04 distribuite secondo le seguenti percentuali:

- 80% veicoli ECE 15-04 <1,4L
- 15% veicoli ECE 15-04 tra 1,4L e 2,0L
- 5% veicoli ECE 15-04 maggiori di 2,0L

28.000 appartenenti alla classe EURO I con LPG EURO I.

La trasformazione coinvolge su 28.000 veicoli in totale le seguenti microclassi veicolari distribuite secondo le percentuali:

- 80% veicoli EURO I <1,4L
- 15% veicoli EURO I tra 1,4L e 2,0L
- 5% veicoli EURO I maggiori di 2,0L

La figura 4 riporta le emissioni di CO₂ prodotte dal totale dei veicoli interessati dalla trasformazione ipotizzata. L'abbattimento delle emissioni di CO₂ dovuto alla trasformazione di 70.000 veicoli a benzina con l'equivalente numero di veicoli a GPL è di circa il 14%

2. Emissioni di Benzene

Il Benzene (C_6H_6) fa parte dei composti organici volatili (COV).

Per il calcolo del benzene si utilizzano le funzioni di emissione COPERT III relative ai composti organici volatili. A partire da queste funzioni si ricava l'emissione di benzene facendo uso delle percentuali di presenza dello stesso nei differenti combustibili².

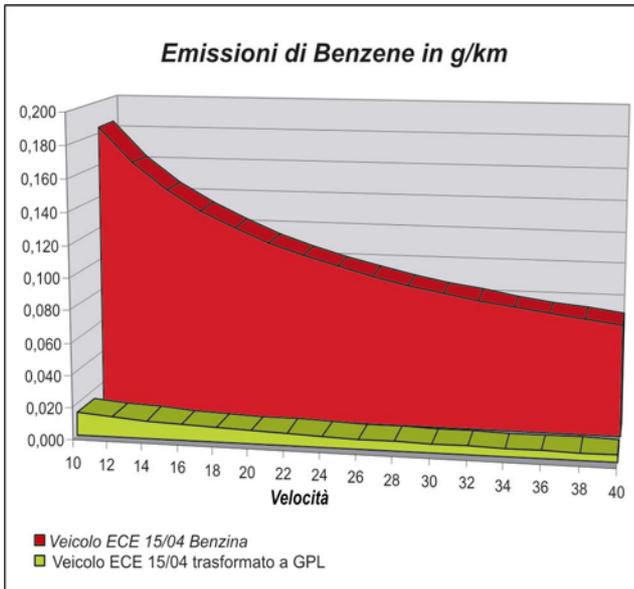


Fig. 5

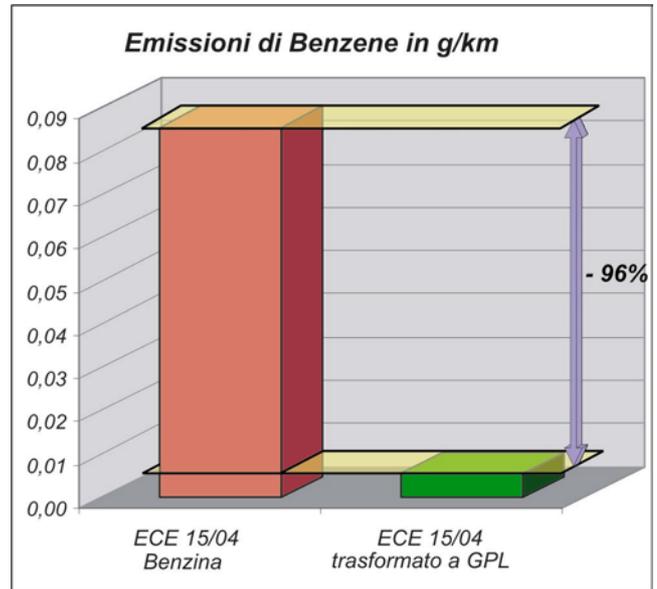


Fig. 6

Dalla figura 5 si può notare come la trasformazione di un veicolo ECE 15-04 con tecnologia GPL porti al quasi totale abbattimento delle emissioni di benzene, in particolare nella figura 6 è riportata la diminuzione alla velocità urbana ipotizzata di 30 Km/h.

Emissioni a caldo di BENZENE per gli autoveicoli EURO I a benzina e GPL EURO I

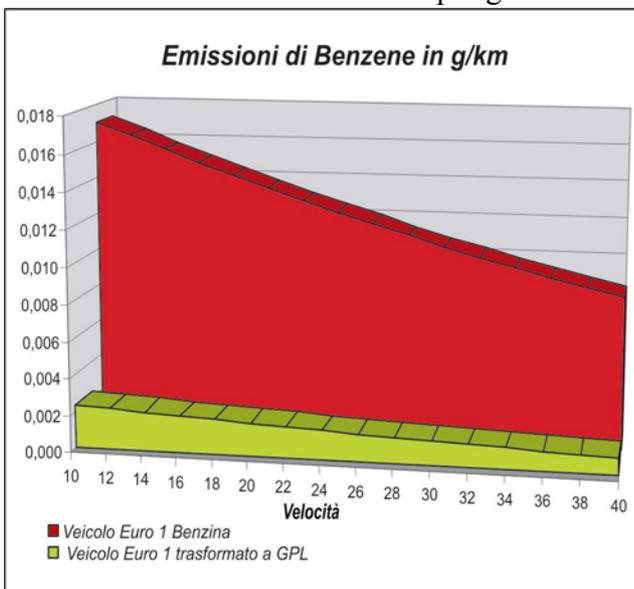


Fig. 7

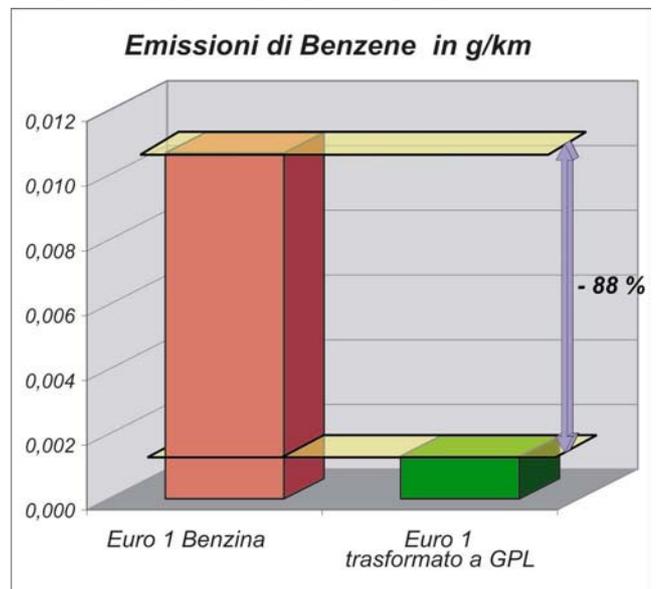


Fig. 8

Considerando i dati presenti nella figura 7 otteniamo, alla velocità urbana ipotizzata di 30 Km/h, un abbattimento delle emissioni di benzene, per la trasformazione di un veicolo a benzina EURO I con stessa tecnologia a GPL, di circa l'88% - figura 8

² CONCAWE: report n. 96/51: The influence of gasoline benzene and aromatics content on benzene exhaust emissions from non catalyst and catalyst equipped cars. A study of european data.

Tali correlazioni si riferiscono a veicoli con motore a temperatura operativa ottimale. Esse non tengono conto del funzionamento a freddo e dei coefficienti correttivi per l'età e la manutenzione dei veicoli

Per la corretta valutazione delle emissioni di benzene da veicoli alimentati a benzina appartenenti alla normativa EURO I è necessario prendere in considerazione l'effetto del "freddo" che, per questa categoria veicolare, incide fino ad oltre dieci volte sulle emissioni a caldo.

Di seguito vengono riportate le funzioni correttive per il "freddo" per le categorie veicolari considerate in questo studio. Le funzioni vengono fornite dal software COPERT III.

<i>ECE 15-04 benzina:</i>	<i>VOC:</i>	$2.8 - 0.06 * T_a$
<i>Autoveicoli LPG:</i>	<i>VOC:</i>	$2.24 - 0.06 * T_a$
<i>Euro I benzina (1,4L < CC. < 2,0L):</i>	<i>VOC:</i>	$0.282 * v_{med} - 0.338 * T_a + 4.098$

Si ricorda che i suddetti valori sono fattori moltiplicativi delle emissioni inquinanti "a caldo".

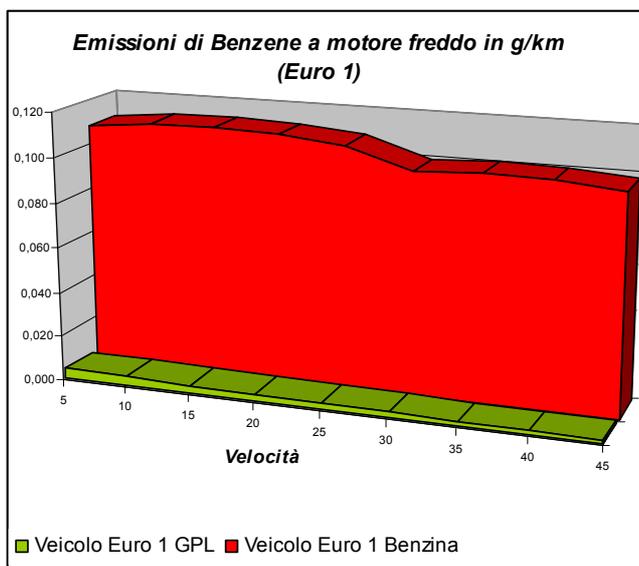


Fig. 5a

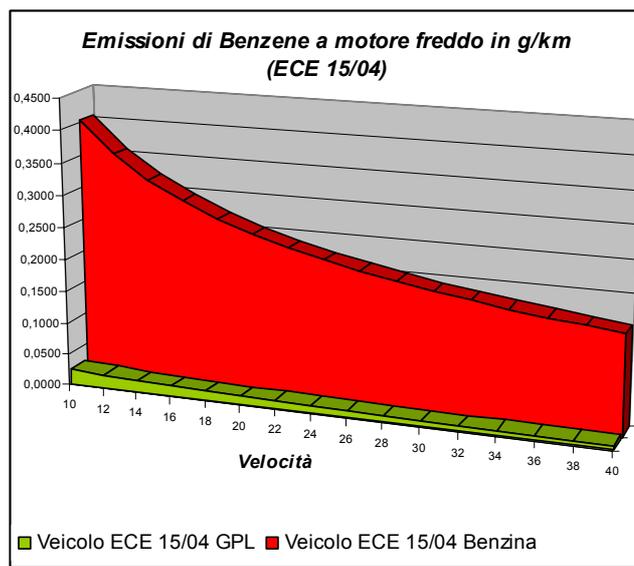
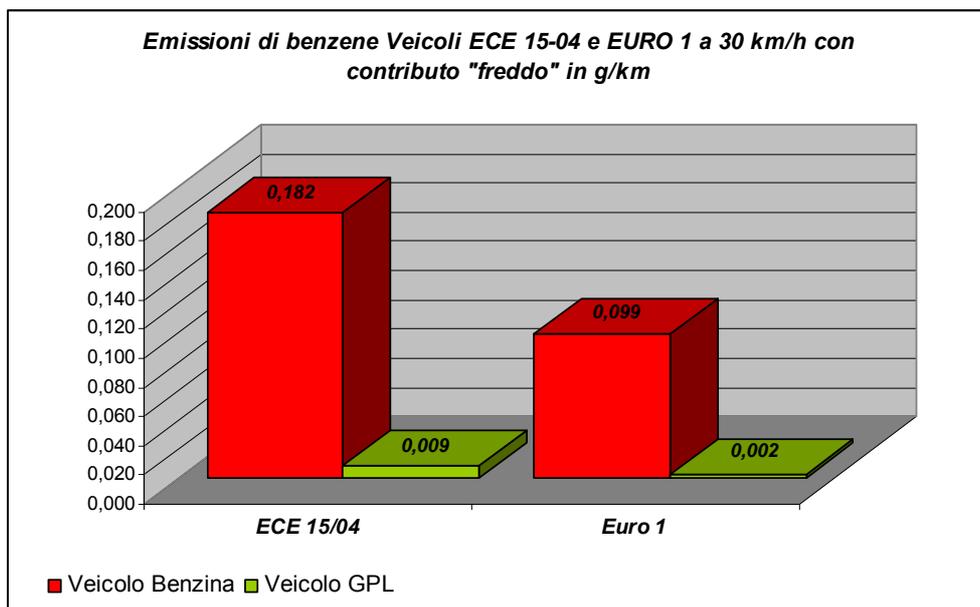


Fig. 6a

Nelle figure 5a e 6a sono calcolate le emissioni di benzene con il contributo "freddo" di un veicolo ECE 15-04 e di un veicolo Euro 1 trasformati con tecnologia GPL

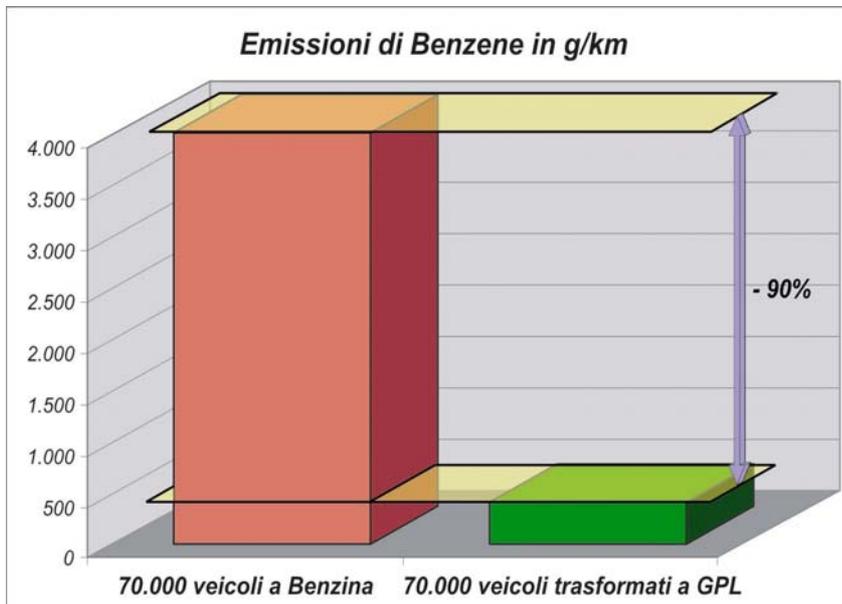
La temperatura di riferimento per il calcolo del contributo a freddo è di 10 C°



Nel grafico accanto si può notare, come alla velocità urbana ipotizzata di 30 km/h, le emissioni di benzene con il contributo "freddo", di veicoli con diversa tecnologia (ECE 15/04 e Euro 1), si avvicinano nei loro valori assoluti.

Emissioni di Benzene per 70.000 autoveicoli a benzina e per 70.000 autoveicoli trasformati a GPL.

Ipotizzando la sostituzione di 70.000 veicoli come ipotizzato nella seguente didascalia e otteniamo il grafico successivo che ci fornisce il valore di benzene emesso in g/km dal totale dei veicoli interessati dalla trasformazione.



Ipotizzando la trasformazione di circa 70.000 veicoli per anno di cui:

- 42.000 appartenenti alla classe ECE 15-04 con LPG convenzionale. La trasformazione coinvolge su 42.000 veicoli in totale le microclassi ECE 15-04 distribuite secondo le seguenti percentuali:
 - 80% veicoli ECE 15-04 <1,4L
 - 15% veicoli ECE 15-04 tra 1,4L e 2,0L
 - 5% veicoli ECE 15-04 maggiori di 2,0L
- 28.000 appartenenti alla classe EURO I con LPG EURO I. La trasformazione coinvolge su 28.000 veicoli in totale le seguenti microclassi veicolari distribuite secondo le percentuali:
 - 80% veicoli EURO I <1,4L
 - 15% veicoli EURO I tra 1,4L e 2,0L
 - 5% veicoli EURO I maggiori di 2,0L

Fig. 8a
 La figura 8a riporta le emissioni di benzene prodotte dal totale dei veicoli interessati dalla trasformazione ipotizzata. L'abbattimento delle emissioni di benzene dovuto alla trasformazione di 70.000 veicoli a benzina con l'equivalente numero di veicoli a GPL è di circa il 90%

Emissioni di Benzene a freddo per autoveicoli a benzina ed autoveicoli a GPL

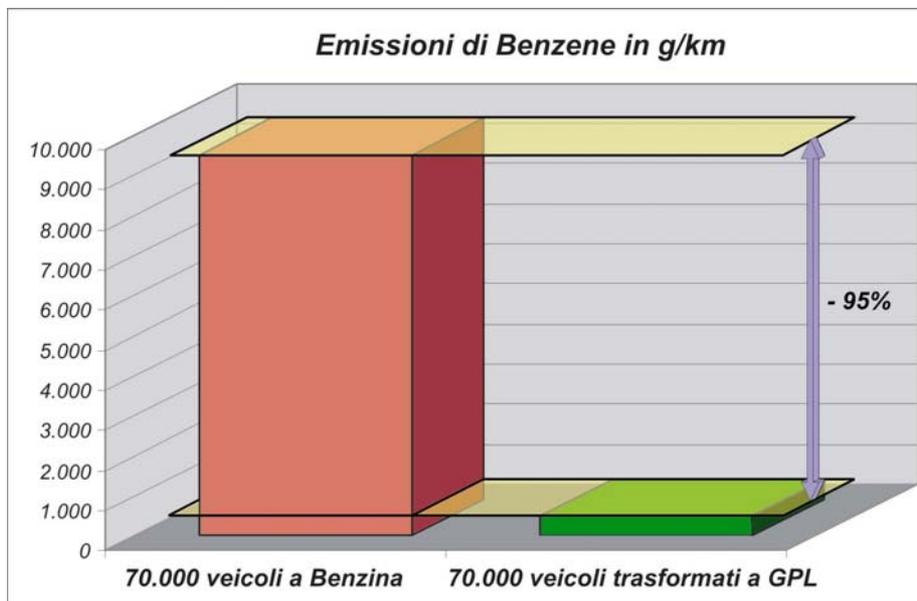


Fig. 9
 La figura 9 mostra le emissioni di benzene ottenute considerando il 75% di veicoli con motore freddo (ipotesi realistica in ambito urbano). In questo caso la trasformazione produce un abbattimento delle emissioni di benzene di circa il 95%.
 I coefficienti correttivi per "veicoli freddi" sono ricavati dal database COPERT III e dalla metodologia MEET³.

³ Methodologies for Estimating Air Pollutant Emissions from Transport Average Hot Emission Factors for Passenger Cars and Light Duty Trucks Task 1.2/ Deliverable 7

La seguente tabella fornisce informazioni sulla densità e percentuale di benzene e di aromatici non benzenici contenuti nelle benzine in termini di massa su massa:

Si può notare che i valori minimi di benzene e non benzenici riportati nella tabella (valori in rosso), sia per benzine utilizzate da veicoli catalitici che per quelle relative ai veicoli non catalitici, sono ampiamente al di sotto dei limiti consentiti dalle nuove normative sulle composizioni delle benzine attualmente in commercio.

Tabella 1.3: densità e percentuali di presenza nelle benzine di benzene e aromatici

Tipologia veicolare		Densità (g/ml)	BZ (% m/m)	NBA (%m/m)	Totale aromatici
catalitica	Min	0.7023	0.32	17.72	21.22
	Max	0.7730	4.49	53.76	54.80
	Average	0.7484	1.88	38.44	40.32
Non catalitica	Min	0.7023	0.32	17.72	21.22
	Max	0.7730	4.49	51.38	54.30
	Average	0.7484	2.23	36.99	39.22

Le emissioni di benzene allo scarico sono funzione lineare del benzene e degli aromatici non benzenici contenuti nel carburante:

emissione di benzene allo scarico = funzione lineare (%BZ +%NBA/n)
con $9 < n < 16$

3. Emissioni di Particolato.

La valutazione delle emissioni di particolati totali e particolati fini (PM10) viene condotta in modo differente in quanto i database di emissioni menzionati precedentemente non forniscono correlazioni di emissione per veicoli non diesel. In questo caso si utilizzano dati forniti dal database RAINS⁴ della IIASA, che fornisce coefficienti di emissione costanti non dipendenti dalla velocità media di transito, e dai risultati del Progetto AUTOOIL II⁵.

Le emissioni di particolati fini sono dovute a due fattori differenti: emissione diretta allo scarico ed emissione indiretta dovuta all'interazione del veicoli con il manto stradale ed al logoramento di freni e pneumatici.

L'emissione indiretta è la stessa indipendentemente dal tipo di combustibile utilizzato dal veicolo, mentre l'emissione diretta dipende dalla tecnologia veicolare utilizzata.

Nel caso di veicoli a benzina vengono emessi in media (per veicolo) circa 0,01-0,02 g/km di PM10 (a secondo della appartenenza della tipologia veicolare alle normative europee sul contenimento delle emissioni inquinanti) mentre i veicoli alimentati a GPL emettono in media circa 0,005-0,008 g/km di PM10.

Considerando i valori di trasformazione come in precedenza otteniamo il seguente grafico:

Emissioni di PM10 per autoveicoli a benzina ed autoveicoli a GPL.

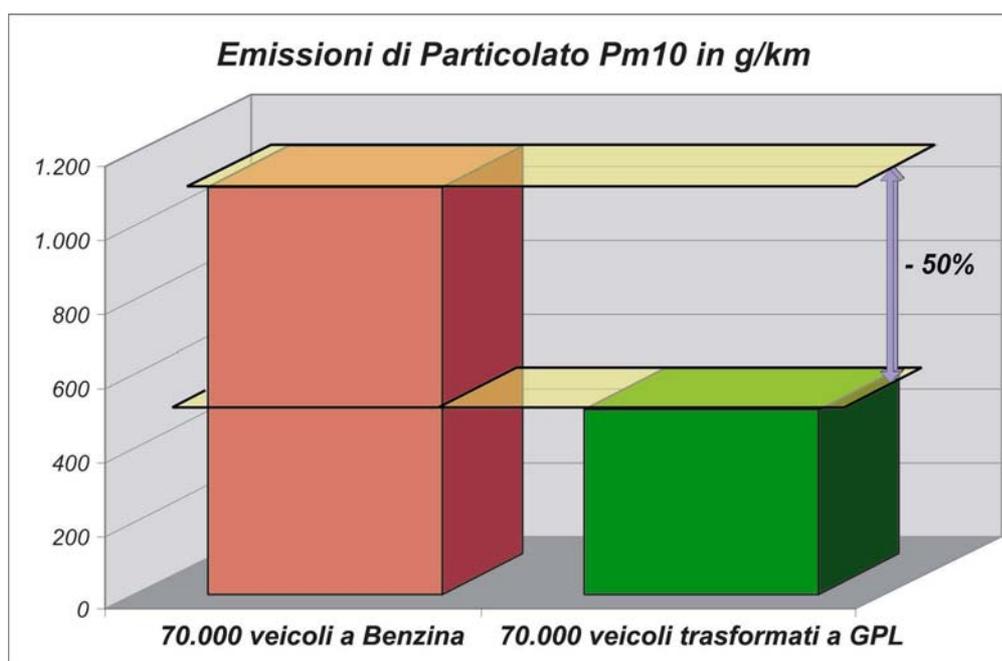


Fig. 10

Dalla figura 10 si osserva un possibile abbattimento delle emissioni di PM10, a fronte della trasformazione di 70.000 veicoli con alimentazione a GPL, di oltre il 50%.

⁴ Fonte in rete: <http://www.iiasa.ac.at/rains/PM/docs/documentation.html>

⁵ The AOPII Emissions Base Case. SENCO Sustainable Environment Consultants Ltd. June 1999