

# Premessa

*Negli ultimi decenni si è assistito ad un notevole incremento della mobilità delle persone e delle merci, incremento che avrebbe dovuto essere accompagnato da una politica strutturale di maggiore incentivo verso l'impiego di carburanti a più basso impatto ambientale e di più facile penetrazione sul mercato. Ciò avrebbe avuto positive conseguenze sull'inquinamento atmosferico, per lo più in ambito urbano.*

*In questo scenario al GPL non sono state pienamente riconosciute le grandi potenzialità che pure meriterebbe, quale risorsa importante nel quadro di politiche di sostegno all'ambiente e ad un trasporto ecocompatibile.*

*Grande centralità, quindi, andrebbe assegnata, a livello nazionale alle più differenti forme di incentivazione per il "passaggio al GPL" degli autoveicoli e delle flotte esistenti. A livello locale i piani di risanamento ambientale, che la normativa vigente impone alle Regioni, possono prevedere ulteriori meccanismi di promozione e di incentivazione del GPL. Sempre a livello locale anche i mobility manager possono (in ogni parte del territorio nazionale grazie alla rete di distribuzione più ampia e capillare d'Europa) prevedere meccanismi di promozione ed incentivazione del GPL nell'ambito dei Piani di Spostamento Casa-Lavoro.*

*E' ciò che emerge dal presente studio, che ha l'obiettivo di stimare le potenzialità di mercato e i benefici ambientali ed economici del GPL come carburante per autotrazione e offrirli alle opportune valutazioni.*

*Sulla base di motivazioni ecologiche, economiche e normative, vengono ipotizzate formule di incentivazione ai privati per incoraggiare l'acquisto o la conversione delle automobili a GPL, nel quadro di un'adeguata politica fiscale che riconosca al GPL la sua funzione ecologica e quindi non lo penalizzi rispetto ad altri carburanti.*

*Lo studio valuta inoltre i risultati dei benefici ottenibili dall'applicazione di misure di restrizione alla circolazione in ambito urbano, per dimostrare quanto a livello locale i benefici ambientali siano sensibilmente maggiori rispetto a quelli stimabili complessivamente nello scenario nazionale.*

*Viene infine dimostrato che la politica di sostegno al GPL si autosostiene con la riduzione dei costi della collettività relativi all'impatto ambientale e sanitario dell'inquinamento dell'aria.*

*I dati e le considerazioni sono offerti all'opinione pubblica ma soprattutto alle Istituzioni competenti, nazionali e locali, in modo che possano tenerne conto nel non facile compito di costruire politiche ambientali compatibili con le moderne esigenze di mobilità e circolazione nei centri urbani.*

Lorenzo Bertuccio  
(Direttore Scientifico Euromobility)

# INDICE

<b>1</b>	<b>Introduzione</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>Finalità dello studio</b>	<b>7</b>
<b>3</b>	<b>Struttura e specifiche tecniche del progetto</b>	<b>9</b>
<b>4</b>	<b>Definizione azioni di promozione del GPL per autotrazione</b>	<b>11</b>
4.1	Misure fiscali e finanziarie	11
4.2	Misure regolamentari	13
4.3	Altre Misure	15
<b>5</b>	<b>Stima degli sviluppi del mercato conseguenti alle azioni definite</b>	<b>17</b>
5.1	La convenienza dell'utente	17
5.2	Il parco circolante e le percentuali di rinnovo stimate	22
<b>6</b>	<b>Stima del contributo ambientale alla qualità dell'aria</b>	<b>27</b>
6.1	Caso nazionale	28
6.2	Caso urbano	33
<b>7</b>	<b>Stima dei vantaggi economici</b>	<b>37</b>
<b>8</b>	<b>Conclusioni</b>	<b>39</b>
	<b>Appendice A</b>	<b>I</b>
	<b>Appendice B</b>	<b>V</b>
	<b>Bibliografia</b>	

*Supervisione*  
Ivo Allegrini

*Coordinamento scientifico*  
Lorenzo Bertuccio

*Gruppo di lavoro*  
Antonio Parenti  
Anna Maria Atzori  
Giuseppe Giannone

# 1 Introduzione

Il traffico veicolare privato è ormai ampiamente riconosciuto come la causa principale dell'inquinamento urbano e come il settore che percentualmente consuma più energia.

Negli ultimi decenni si è assistito non solo ad un notevole incremento della mobilità delle persone e delle merci, ma anche ad un'insufficiente diversificazione dei carburanti utilizzati per l'autotrazione, soprattutto verso quelli a più basso impatto e di più facile penetrazione sul mercato. Tutto ciò anche alla luce del fatto che i propulsori ed i carburanti utilizzati hanno contribuito in misura rilevante ad abbassare i livelli di inquinamento riscontrati nella maggior parte delle aree urbane.

Soprattutto nelle aree urbane a maggior rischio atmosferico, per le quali i Sindaci sono obbligati e saranno obbligati ancora per molti anni ad adottare misure permanenti o temporanee di limitazione e/o restrizione alla circolazione veicolare per ottemperare alle sempre più stringenti normative di settore per il contenimento delle emissioni inquinanti, è necessario fare ricorso a carburanti a più basso impatto. Infatti il recepimento della Direttiva 96/62 sulla qualità dell'aria impone la redazione di piani di risanamento che siano in grado di ridurre l'inquinamento atmosferico al di sotto degli standard previsti.

Nelle aree urbane e metropolitane si sviluppa circa il 70% degli spostamenti di tutto il territorio nazionale: tale situazione rappresenta una vera e propria emergenza nazionale, sia per i fenomeni di congestione, sia di inquinamento atmosferico ed acustico.

La difficoltà del settore trasporti a raggiungere gli standards di Kyoto ed i sempre più elevati livelli di emissioni di CO<sub>2</sub>, presentano l'evidente necessità della valutazione dei costi esterni del trasporto e di quanto di questi sia già stato internalizzato.

L'incentivazione al riequilibrio modale, con particolare riferimento all'ambito urbano, in favore del trasporto collettivo e la promozione del trasporto delle merci in ambito urbano, attraverso interventi per la razionalizzazione delle catene logistiche e dei processi distributivi, utilizzando tecnologie energeticamente più efficienti, quali GPL, metano e idrogeno, rappresentano gli strumenti per il raggiungimento di un'efficienza energetica e ambientale del parco circolante secondo criteri di sostenibilità ambientale.

A breve termine grandi potenzialità sono offerte dal GPL, capace di assurgere a carburante di riferimento per la conversione degli autoveicoli e delle flotte esistenti. Grande centralità, quindi, andrebbe assegnata, a livello nazionale alle più differenti forme di incentivazione per il "passaggio al GPL". A livello locale e nell'ambito dei piani di risanamento ambientale che la normativa vigente impone alle Regioni possono trovarsi ulteriori meccanismi di promozione e di incentivazione del GPL.



## 2 Finalità dello studio

Lo studio ha una duplice finalità: stimare la potenzialità di mercato e i benefici ambientali ed economici del GPL come carburante per autotrazione e fornire alle istituzioni competenti, nazionali e locali, uno strumento concreto ed affidabile per progettare una politica ambientale a favore del GPL. Le motivazioni che incoraggiano un incremento nell'utilizzo del GPL sono:

**Motivazione ecologica:** l'aspetto ambientale è il vero stimolo che sta spingendo Governi, case costruttrici di automobili e distributori di gas a incentivare la diffusione di veicoli alimentati a GPL e metano. Infatti l'impegno statale è indispensabile per indirizzare i consumi verso carburanti a minor impatto.

In molti Paesi si vanno diffondendo aree che vengono considerate "protette" in termini ecologici, in cui si impongono limiti alla circolazione di alcune tipologie veicolari. I veicoli alimentati a metano o a GPL sono in genere esentati da tali limitazioni e si consente loro di circolare anche quando le centraline di monitoraggio delle sostanze inquinanti nell'aria segnalano il superamento dei limiti massimi di concentrazione consentiti imposti dalle norme, facendo scattare limitazioni alla circolazione degli altri veicoli a motore (in particolare le auto non catalizzate).

In Italia diverse Amministrazioni Comunali, talvolta costrette ad adottare provvedimenti di limitazione del traffico, hanno esentato i veicoli alimentati a GPL e metano, consentendo la loro libera circolazione con indubbi vantaggi per i loro proprietari.

**Motivazione economica:** l'interesse e l'impegno del governo non sono però sufficienti per fare decollare il mercato del GPL a livelli di impatto critico sulla relazione tra traffico ed inquinamento.

Il comparto automobilistico è un settore strettamente legato all'andamento economico generale del Paese: forme particolari di incentivazione, sia a livello tattico, sia a livello strategico, devono essere mirate con programmi specifici, sia alla distribuzione, sia al consumatore finale.

Per fare decollare il mercato è necessario anche il contributo delle case automobilistiche che dovrebbero ampliare la gamma dei prodotti proposti al consumatore, ma anche della rete di distribuzione che si dovrebbe estendere a livelli tali da rendere l'uso dell'auto a GPL paragonabile per praticità a quella delle auto alimentate a gasolio o a benzina.

Un piano ben strutturato e con differenti forme di incentivi risulta pertanto fondamentale per incrementare gli acquisti e per creare reali opportunità per le Case Automobilistiche.

**Motivazione normativa:** in tema di imposte sui carburanti si sta diffondendo un orientamento favorevole ad agevolare i prodotti le cui emissioni nocive sono minori. In questo senso si è espressa anche la CEE, che con la Direttiva 92/82 del 19/10/92 ha stabilito le accise minime per i carburanti in misura da tassare più fortemente la benzina e con intensità via via decrescente i carburanti intrinsecamente meno inquinanti<sup>1</sup>. Progressivamente anche il nostro Paese dovrà adeguarsi, in tema fiscale, alle indicazioni della UE.

Nell'ambito del progetto è stata operata una scelta delle azioni di promozione, tra quelle possibili, stimandone l'impatto sullo sviluppo di mercato e sui benefici ambientali ed economici.

Le conclusioni, oltre che fatte oggetto e contenuto di specifici momenti divulgativi, vogliono costituire proposte operative di intervento per la promozione e una maggiore diffusione del GPL come carburante per l'autotrazione.

1. Fonte GPL Auto



### 3 Struttura e specifiche tecniche del progetto

Le attività dello studio sono suddivise nelle fasi descritte di seguito e rappresentate schematicamente nella Figura 1.

**Figura1: STRUTTURA DELLO "STUDIO DI SETTORE GPL"**





## 4 Definizione azioni di promozione del GPL per autotrazione

### 4.1 Misure fiscali e finanziarie

#### • L'analisi

L'Italia rappresenta il primo mercato europeo per l'autotrazione a GPL con oltre 1.394.700 veicoli privati circolanti, 1.414.000 tonnellate di consumi per autotrazione e circa 2.100 distributori stradali<sup>2</sup>, ma è anche uno dei paesi dove il GPL subisce la tassazione più pesante pari a 156,52 euro/1000 litri. Ciò costituisce uno degli ostacoli maggiori all'incremento del mercato delle conversioni a GPL.

#### Le accise

La politica fiscale adottata da diversi Paesi europei nei confronti dei carburanti premia, invece, il GPL con livelli di tassazione nettamente inferiori a quelli italiani come riportato nella seguente Tabella 1:

**Tabella 1: Valore dell'accisa del GPL in alcune nazioni europee**

Accisa GPL (euro/1000 litri)	
Belgio	0
Francia	59.91
Italia	156.52
Olanda	64.07
UK	70.00

Fonte: AEGPL

Sempre in tema di imposte sui carburanti, in tutto il mondo si sta diffondendo un orientamento favorevole ad agevolare i prodotti le cui emissioni nocive sono minori. In questo senso si è espressa anche la CEE, che con la Direttiva 92/82 già dal 1992 stabilì le accise minime per i carburanti, tassando più fortemente la benzina con piombo e con intensità via via decrescenti i carburanti intrinsecamente meno inquinanti.

2. dati aggiornati al dicembre 2001, fonte Assogasliquidi e Consorzio Ecogas



La Commissione Europea ha, inoltre, recentemente proposto, quale nuova strategia per l'ulteriore riduzione delle emissioni di anidride carbonica delle autovetture in vista del raggiungimento degli obiettivi di Kyoto, l'istituzione di un bollo annuale di circolazione calcolato in base alle emissioni di CO<sub>2</sub>.

Tale iniziativa, basata sugli studi dalla stessa condotti sull'efficacia ambientale del nuovo sistema di tassazione, è stata ufficializzata con una comunicazione rivolta agli Stati membri e sarà presentata al Consiglio UE in veste di vera e propria iniziativa legislativa.

In controtendenza rispetto a tali indicazioni, sul fronte nazionale il D.L. 30/09/2000 n° 268, visti i generalizzati aumenti di prezzo dei carburanti, per ragioni inflattive ha sospeso per l'anno 2000 l'applicazione di quanto previsto dall'art.8 "Tassazione sulle emissioni di anidride carbonica e misure comprensive" della Legge Finanziaria n° 448 del 23/12/1998.

Tale provvedimento prevedeva, in diversi passi, una riduzione dell'accisa gravante sul GPL di circa 120 lire a litro e per gli altri carburanti, mediamente, un aumento di circa 150 lire al litro.

Oggi, per allineare la tassazione italiana a quella prevista dalla Direttiva 92/82/CE pari a 55 euro/1000 litri, sarebbe necessario ridurre l'accisa di 100 euro/1000 litri.

### **Gli incentivi**

Sul versante degli incentivi, le forme messe in atto fino ad ora in Italia, hanno presentato un andamento stop-and-go. Ciò ha creato lunghi momenti di fermo e di incertezza, quando invece sarebbe auspicabile una politica credibile e duratura capace di creare fiducia negli operatori del settore e negli utenti.

### **• Le proposte**

#### **Gli incentivi**

Si propone, nel presente studio l'adozione di piani di incentivazione costanti e a lungo termine, viste le circa 30.000 prenotazioni (aggiornamento al 30/05/2002) pervenute alle officine autorizzate per la conversione a GPL di auto non catalitiche immatricolate tra il 1988 e il 1992.

I piani di incentivazione alla conversione proposti riguardano tutte le auto, anche catalitiche, quindi senza distinzione d'anno d'immatricolazione, includendo altresì i soggetti diversi dalle persone fisiche, cioè tutti i soggetti che trasformino a GPL la propria autovettura.

3. Per approfondimenti sugli incentivi alla conversione relativa all'aggiornamento a maggio 2002 delle prenotazioni per l'erogazione degli incentivi per i veicoli immatricolati negli anni 1998-1992 si rimanda all'appendice.

### Le proposte si sostanziano nel:

- riconoscere il contributo statale alle persone fisiche e a tutte le imprese o esercenti arti e professioni che svolgono la propria attività nei comuni classificati ad alto rischio d'inquinamento, i quali trasformino a GPL il proprio automezzo, appartenente alle categorie ECE 15-04, EURO I e EURO II; l'ammontare del contributo è pari a euro 309,87 per la categoria ECE 15-04 e di euro 600,00 per le categorie EURO I e EURO II;
- riconoscere un credito d'imposta esteso alle persone fisiche e a tutte le imprese o esercenti arti e professioni, i quali rottamino il vecchio automezzo, ne acquistino uno nuovo alimentato a GPL o ne acquistino uno nuovo alimentato a benzina e lo trasformino a GPL entro un anno dall'acquisto; il credito d'imposta è riconosciuto anche, qualora si porti a rottamazione un veicolo convenzionale e si acquisti un veicolo usato EURO I o EURO II che si trasformi a GPL. L'ammontare del credito sarà pari a: € 1.500,00 per acquisto e trasformazione, € 2.000,00 per l'acquisto di un nuovo veicolo a GPL, € 500,00 per l'acquisto e la trasformazione dell'usato;
- consentire la cumulabilità del credito d'imposta suddetto con gli incentivi previsti dal D.L. n° 138 del 08/07/2002, che prevede l'esenzione dall'imposta provinciale di trascrizione e del bollo per tre anni dell'immatricolazione (si potrebbe prevedere la non cumulabilità di questa agevolazione con il contributo statale e lo sconto).

Ulteriori misure fiscali e finanziarie a sostegno del GPL per autotrazione possono sostanzarsi nell'esenzione o riduzione delle tariffe di parcheggio o di road-use e l'introduzione di crediti di imposta per gli investimenti in ricerca e sviluppo.

### Le accise

Come ricordato, per allineare la tassazione italiana a quella prevista dalla Direttiva 92/82/CE sarebbe necessario ridurre l'accisa di 100 euro/1000 litri. Ciò in un quadro complessivo di rimodulazione delle accise, tale da determinare un incremento del differenziale tra l'accisa per il GPL e quelle per benzina e gasolio.

## 4.2 Misure regolamentari

### • L'analisi

Le politiche di gestione della domanda adottate da alcune Amministrazioni Comunali hanno prodotto un incremento notevole delle conversioni a GPL.

Esempio ne è la città di Roma, la cui Amministrazione (D.G. del 15/12/2001) ha previsto la chiusura di un'area di circa 17 kmq, denominata anello ferroviario, ai veicoli più inquinanti, secondo la seguente tempistica:

- a partire dal 1 gennaio 2002: divieto di circolazione per gli autoveicoli diesel immatricolati ai sensi di direttive precedenti alla 91/441 CE;
- a partire dal 1 luglio 2002: divieto di circolazione per gli autoveicoli a benzina immatricolati ai sensi di direttive precedenti alla 91/441 CE;
- deroga dai suddetti divieti per i veicoli di proprietà dei residenti nell'area interna all'anello ferroviario e per i veicoli addetti al trasporto di merci ed esecuzione di lavori fino al 31 dicembre 2002.

Tale politica è risultata vincente, in quanto nella sola Regione Lazio, si sono registrate oltre 16.000 prenotazioni su circa 30.000 totali a livello nazionale (oltre il 56%), di cui gran parte sono riferibili alla città di Roma.

Nonostante il successo, nel mese di dicembre 2002 si è avuto un ulteriore rinvio all'entrata in vigore del divieto per i veicoli di proprietà dei residenti nell'area interna all'anello ferroviario e per i veicoli addetti al trasporto di merci ed esecuzione di lavori (fino al 31 marzo 2003) e, a partire dal 1 gennaio 2003, il divieto di interdizione all'anello ferroviario è in vigore ad esclusione del sabato e della domenica e dei festivi infrasettimanali. Tale ripensamento, sebbene parziale, della recente politica adottata dall'Amministrazione Comunale potrebbe dar inizio ad un trend negativo proprio nella città di Roma.

Sarebbe quindi auspicabile che le Amministrazioni Comunali adottino politiche coerenti e durature, capaci di creare fiducia negli utenti, affinché si concretizzino incrementi delle conversioni a GPL. Interventi e indicazioni del Governo e dei Ministeri competenti possono generare meccanismi virtuosi anche a livello locale.

## • Le proposte

Nel seguito saranno riportati i risultati dei benefici ottenibili dall'applicazione di misure di restrizione alla circolazione in ambito urbano, paragonabili alle misure adottate nel Comune di Roma. E ciò allo scopo di dimostrare quanto a livello locale i benefici ambientali siano sensibilmente maggiori rispetto a quelli stimabili complessivamente nello scenario nazionale.

### 4.3 Altre Misure

Tra le altre azioni di possibile attuazione si citano:

- accordi volontari per la ricerca e lo sviluppo tecnologico;
- finanziamenti diretti per ricerca e sviluppo;
- azioni di promozione e di immagine ambientale.

Queste ultime sono di grande potenzialità se, ovviamente associate alle misure elencate in precedenza.



## 5 Stima degli sviluppi del mercato conseguenti alle azioni definite

La stima degli sviluppi del mercato conseguenti alle azioni definite è stata effettuata a partire dall'analisi di "convenienza dell'utente", passando attraverso lo studio del parco circolante attuale e coinvolto dalle azioni definite al paragrafo 4.

### 5.1 La convenienza dell'utente

Come accennato poc'anzi le ipotesi di riconversione di quota parte del parco sono congruenti con il modello di comportamento dell'utente, cioè con le convenienze "percepite" dallo stesso.

Queste ultime sono valutate a partire dal costo di esercizio (CEK)<sup>4</sup>, valido sia per i gestori di flotta, sia per il semplice automobilista che voglia tracciare un bilancio preventivo delle spese da affrontare per il proprio veicolo. Di seguito si riporta l'algoritmo esemplificativo del costo di esercizio:

$$CEK = A_1 + A_2 + A_3 + A_4 + A_5 \quad (1)$$

dove:  $(A_1 + A_2 + A_3)$  rappresenta i costi d'uso,

con:  $A_1 = (A + B)/\text{km}$ : è il costo dell'assicurazione

$A_2 = (L \times C)$ : è il costo del carburante

$A_3 = (M_{\text{ord}} + M_{\text{str}})$ : è il costo di manutenzione

e  $(A_4 + A_5)$  rappresenta i costi del possesso,

con:  $A_4 = (P - V_{\text{res}})/\text{km}$ : è il costo di ammortamento

$A_5 = ((1 + I)^{T-1} \times I \times P)/\text{Km}$ : rappresenta i costi finanziari.

4. Fonte Quattroruote

Per le analisi oggetto dello studio, finalizzate al confronto tra differenti opzioni (gasolio, benzina o GPL), tra i costi d'uso si può considerare soltanto il secondo addendo  $A_2$ , definito come costo del carburante ( $A_1$  e  $A_3$  infatti si annullano nel confronto), mentre, tra i costi del possesso, l'addendo  $A_5$ , definito costo finanziario, è trascurabile e poco percepito dall'utente.

Negli addendi non analizzati in dettaglio si esplicitano i seguenti fattori:

- A è il costo relativo all'assicurazione RC (responsabilità civile)
- B è il costo relativo all'assicurazione per "furto e incendio"
- $M_{ord}$  è il costo della manutenzione ordinaria
- $M_{str}$  è il costo della manutenzione straordinaria
- I è il tasso di interesse annuo
- T è l'intervallo di tempo

Quindi il CEK è semplificato come segue:

$$CEK = (L \times C) + (P - V_{res.})/km \quad (2)$$

dove: L: è il prezzo del carburante in euro al litro

C: è il consumo in litri al km

P: è il costo della vettura al tempo zero

$V_{res.}$ : il valore residuo della vettura al termine del possesso

Di seguito si riportano i risultati del modello applicato, a titolo esemplificativo, su tre tipologie di interventi:

- incentivo di 309,87 euro per la trasformazione di un autoveicolo ECE 15-04;
- incentivo di 600,00 euro per la trasformazione di un autoveicolo EURO I;
- credito d'imposta di 1.500,00 euro per rottamazione autoveicolo e acquisto nuovo da trasformare a GPL.

I risultati sono riportati in tabelle ed il calcolo è effettuato allo status quo (colonna "senza") e allo scenario di progetto (colonna "incentivi + accisa"). Per tutte e tre le simulazioni si è ipotizzata una riduzione dell'accisa sul GPL pari a 0.10 €/litro.

Dalle simulazioni si evince come la politica di sostegno al GPL come carburante per autotrazione aumenti considerevolmente la convenienza dell'utente e consenta pertanto di ottenere elevate percentuali di trasformazione/sostituzione (si veda il paragrafo 5.2).

In tutte le simulazioni sono stati utilizzati i dati di consumo ricavati da COPERT III alle velocità medie ipotizzate negli scenari.

Nella Tabella 2 si evince come lo scenario caratterizzato dalla concessione di incentivi alla trasformazione aumenti di circa il 75% la convenienza del "passaggio a GPL" rispetto ad uno scenario senza interventi. Si è ipotizzata la trasformazione di un veicolo "senza mercato" con prezzo iniziale e valore residuo entrambi nulli e una percorrenza prevista dopo la trasformazione pari a 50.000 km.

**Tabella 2: Trasformazione ECE 15 - 04**

	incentivi + accisa		senza	
	benzina	GPL	benzina	GPL
prezzo (euro)	0	291	0	600
consumo medio litri/km	0.074	0.084	0.074	0.084
prezzi carburanti alla pompa (euro/litro)	1.0419	0.44468	1.0419	0.54468
percorrenza totale (km)	50,000	50,000	50,000	50,000
valore residuo (euro)	0	0	0	0
costo variabile medio (euro/km)	0.077	0.037	0.077	0.046
costo fisso medio (euro/km)	0.000	0.006	0.000	0.012
costo totale medio (euro/km)	0.077	0.043	0.077	0.058
risparmio medio utilizzando il GPL (euro)	1696.37		967.37	
risparmio netto per km (euro)	<b>0.0339</b>		<b>0.0193</b>	

Il prezzo iniziale del veicolo a GPL è posto pari al costo della trasformazione (600,00 €) diminuito dell'incentivo proposto (309,87 €).

Considerando, invece, la trasformazione di un veicolo EURO I (con prezzo iniziale e valore residuo entrambi nulli) che percorra dopo la trasformazione 70.000 km, si ottiene che lo scenario caratterizzato dalla rimodulazione delle accise e la concessione di incentivi alla trasformazione (600,00 €) porti a triplicare la convenienza del "passaggio" a GPL rispetto allo scenario senza interventi. Il prezzo iniziale del veicolo a GPL è posto pari al costo della trasformazione (1.600,00 €) diminuito dell'incentivo proposto (600.00 €).

**Tabella 3: Trasformazione Euro 1**

	incentivi + accisa		senza	
	benzina	GPL	benzina	GPL
prezzo (euro)	0	1,000	0	1,600
consumo medio litri/km	0.074	0.084	0.074	0.084
prezzi carburanti alla pompa (euro/litro)	1.0419	0.44468	1.0419	0.54468
percorrenza totale (km)	70,000	70,000	70,000	70,000
valore residuo (euro)	0	0	0	0
costo variabile medio (euro/km)	0.077	0.037	0.077	0.046
costo fisso medio (euro/km)	0.000	0.014	0.000	0.023
costo totale medio (euro/km)	0.077	0.052	0.077	0.069
risparmio medio utilizzando il GPL (euro)	1782.32		594.32	
risparmio netto per km (euro)	<b>0.0255</b>		<b>0.0085</b>	

Infine, dalla Tabella 4 si evince che lo scenario senza interventi favorisce il veicolo a gasolio, mentre nello scenario di progetto (caratterizzato dalla concessione di un credito d'imposta di 1.500 €) il veicolo a GPL porti ad un risparmio sia nei confronti del gasolio, sia nei confronti della benzina. Si è ipotizzato in questa simulazione che il veicolo acquistato percorra 100.000 km (in un tempo di circa 5 anni, da qui il valore residuo stimato). Il prezzo iniziale del veicolo a GPL è posto pari al costo del veicolo a benzina (posto pari a 12.000,00 euro) incrementato del costo della trasformazione (1.600,00 €) e diminuito dell'incentivo proposto (1.500.00 €).

**Tabella 4: Rottamazione autoveicolo, acquisto nuovo da trasformare a GPL**

	incentivi + accisa			senza		
	gasolio	benzina	GPL	gasolio	benzina	GPL
prezzo (euro)	14.000	12.000	12.100	14.000	12.000	13.600
consumo medio litri/km	0,059	0,074	0,084	0,059	0,074	0,084
prezzi carburanti alla pompa (euro/litro)	0,85715	1,0419	0,44468	0,85715	1,0419	0,54468
percorrenza totale (km)	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000
valore residuo (euro)	5500	4500	4500	5500	4500	4500
costo variabile medio (euro/km)	0,051	0,077	0,037	0,051	0,077	0,046
costo fisso medio (euro/km)	0,085	0,075	0,076	0,085	0,075	0,091
costo totale medio (euro/km)	0,136	0,152	0,113	0,136	0,152	0,137
risparmio medio utilizzando il GPL (euro)	2221,87	3874,75		-118,13	1534,75	
risparmio netto per km (euro)	<b>0,0222</b>	<b>0,0367</b>		<b>-0,0012</b>	<b>0,0153</b>	

Le simulazioni, così come effettuate, dimostrano un incremento del vantaggio "economico" dell'utente per il GPL rispetto a gasolio e benzina conseguente alle politiche fiscali e finanziarie. Maggiori vantaggi per il "passaggio" a GPL potrebbero sostanzarsi con interventi di rimodulazione delle accise tali da determinare un incremento del differenziale tra l'accisa per il GPL e quelle per benzina e gasolio. Ciò indurrebbe una variazione del "prezzo dei carburanti alla pompa", con conseguente aumento della differenza tra il costo variabile medio per il GPL e il costo variabile medio per benzina e gasolio, tale da determinare un aumento del risparmio netto per l'utente del GPL.

Inoltre, le politiche di regolamentazione possono determinare condizioni che favoriscano la "opportunità" di un carburante rispetto ad un altro.

Se ne può tenere conto definendo il costo totale  $C_{tot}$  come funzione del CEK e di un "costo opportunità"  $C_{op}$ , funzione degli interventi di restrizione e/o limitazione alla circolazione:

$$C_{tot} = f(CEK, C_{op})$$



Maggiore è l'estensione dell'area coinvolta dall'intervento e più restrittive sono gli interventi di restrizione e/o limitazione, più elevato è il numero di utenti a percepire la convenienza: in ambito urbano e metropolitano, cioè, le politiche di regolamentazione possono assegnare al Cop valori differenti per i differenti carburanti, determinando per il Ctot un valore inferiore per il GPL rispetto al gasolio e alla benzina, aumentando così la convenienza del GPL.

Si osservi, a tal proposito, la Tabella 5 relativa all'aggiornamento al 30 maggio 2002 delle prenotazioni per l'erogazione degli incentivi per i veicoli immatricolati negli anni 1998-1992:

**Tabella 5: Prenotazioni per gli incentivi per i veicoli immatricolati negli anni 1998-1992**

Incentivi per i veicoli immatricolati negli anni 1988-92				
	n° prenotazioni	% prenotazioni	Autovetture	prenotazioni/ autovetture
Campania	5.999	20,55%	3.064.500	0,196%
Puglia	570	1,95%	1.973.769	0,029%
Sicilia	2.735	9,37%	2.726.597	0,100%
<b>SUD</b>	<b>9.304</b>	<b>31,87%</b>	<b>7.764.866</b>	<b>0,120%</b>
Abruzzo	21	0,07%	725.133	0,003%
Lazio	16.630	56,96%	3.459.811	0,481%
Toscana	238	0,82%	2.165.667	0,011%
Umbria	296	1,01%	537.877	0,055%
<b>CENTRO</b>	<b>17.185</b>	<b>58,86%</b>	<b>6.888.495</b>	<b>0,249%</b>
Emilia Romagna	873	2,99%	2.477.155	0,035%
Liguria	330	1,13%	824.943	0,040%
Lombardia	132	0,45%	5.377.877	0,002%
Piemonte	827	2,83%	2.670.910	0,031%
Veneto	545	1,87%	2.648.490	0,021%
<b>NORD</b>	<b>2.707</b>	<b>9,27%</b>	<b>13.999.375</b>	<b>0,019%</b>
<b>TOTALE</b>	<b>29.196</b>	<b>100,00%</b>	<b>28.652.736</b>	<b>0,39%</b>

Fonte Assogasliquidi (aggiornamento al 30.05.2002)

Nonostante le inefficienze del mercato distributivo che si ripercuotono inevitabilmente sulla scelta della tipologia di autovettura da acquistare, la politica degli incentivi è stata apprezzata di più al Centro e al Sud, che non al Nord.

Il dato del Centro è attribuibile in gran parte alla Regione Lazio, che conta oltre 16.000 prenotazioni su quasi 30.000 totali (oltre il 56%), gran parte riferibili alla città di Roma.

Circostanza che dimostra la maggiore efficacia delle politiche di regolamentazione (valori piccoli di Cop per il GPL) rispetto a quelle fiscali/finanziarie: la politica di gestione della domanda adottata dall'Amministrazione Comunale (D.G. del 15/12/2001) ha, infatti, determinato la chiusura di un'area di circa 17 kmq, denominata anello ferroviario, ai veicoli più inquinanti.

## 5.2 Il parco circolante e le percentuali di rinnovo stimate

Gli incrementi di mercato sono valutati in termini di possibili conversioni o di rinnovo di quote differenti del parco circolante in funzione delle differenti strategie di intervento ipotizzate:

- conversione di quote parti dei veicoli circolanti a più alto impatto ambientale;
- sostituzione di quote parti dei veicoli circolanti con veicoli nuovi alimentati a GPL o bifuel (GPL e benzina).

**Tabella 5: Prenotazioni per gli incentivi per i veicoli immatricolati negli anni 1998-1992**

<i>Consistenza del parco veicolare autoveicoli secondo l'anzianità (anno 2000)</i>			
anni	benzina	gasolio	totale
1	1.409.053	792.458	2.201.511
2	1.659.438	865.305	2.524.743
3	1.685.705	721.869	2.407.574
4	1.858.130	558.977	2.417.107
5	1.975.513	425.492	2.401.005
6	1.412.571	274.774	1.687.345
7	1.487.417	156.354	1.643.771
8	1.440.929	125.737	1.566.666
9	1.431.675	113.391	1.545.066
10	1.968.080	143.852	2.111.932
11	1.756.556	84.384	1.840.940
12	1.630.459	95.123	1.725.582
13	1.411.434	146.077	1.557.511
14	1.068.493	178.851	1.247.344
15	777.410	182.643	960.053
16	600.593	149.633	750.226
17	472.290	131.131	603.421
18	366.983	111.953	478.936
19	318.686	69.218	387.904
20	272.982	67.095	340.077
oltre 20	2.682.253	147.585	2.829.838
TOTALE	27.686.660	5.541.902	33.228.562

Fonte Assogasliquidi (aggiornamento al 30.05.2002)

**Figura 2:** Consistenza del parco veicolare autovetture secondo l'anzianità  
 Potenziali autovetture da convertire a GPL



**Tabella 7:** Consistenza del parco veicolare autovetture. Analisi per fasce di anzianità

Consistenza del parco veicolare autovetture secondo l'anzianità (anno 2000)			
anni	benzina	gasolio	totale
> 10 anni	11.358.149	1.363.693	12.721.842
da 7 a 10 anni	4.840.684	382.980	5.223.664
da 3 a 7 anni	6.733.631	1.415.597	8.149.228
da 0 a 3 anni	4.754.196	2.379.632	7.133.828
<b>TOTALE</b>	<b>27.686.660</b>	<b>5.541.902</b>	<b>33.228.562</b>

Fonte: A.C.I. - Statistiche automobilistiche

Le analisi sul parco circolante sono state condotte analizzando la consistenza del parco autoveicolare secondo l'anzianità (Figura 2 e la Tabella 7), suddividendo il parco in quattro fasce:

- autovetture con anzianità superiore ai 10 anni;
- autovetture con anzianità compresa tra 7 e 10 anni;
- autovetture con anzianità compresa tra 3 e 7 anni;
- autovetture con anzianità inferiore ai 3 anni;

e formulando, quindi, le ipotesi di riconversione a GPL nel prossimo triennio (secondo quanto ampiamente descritto al paragrafo 6).

Da quanto emerso ai paragrafi precedenti, la sinergia tra le politiche fiscali e finanziarie con quelle di tipo regolamentare (restrizione e limitazione della circolazione in ambito urbano) è in grado di favorire elevate percentuali di trasformazione/sostituzione verso il GPL. La sola politica di regolamentazione accoppiata all'erogazione di incentivi può portare benefici dell'ordine del 0.8% (vedi caso urbano al Par. 6.2) anche solo limitandosi alla classe ECE 15-04. Coinvolgendo altre categorie veicolari e, soprattutto, rimodulando le accise sui carburanti (si vedano il capitolo 7) possono decisamente attendersi percentuali di trasformazione/sostituzione decisamente più elevate e stimate in questo studio pari a 1,38%.

La tipologia di interventi hanno portato alle seguenti ipotesi di coinvolgimento delle differenti categorie:

- per le autovetture con anzianità superiore ai 10 anni, si ipotizza un tasso di riconversione pari al 2,5%;
- per le autovetture con anzianità compresa tra 7 e 10 anni, si ipotizza un tasso di riconversione pari al 2%;
- per le autovetture con anzianità compresa tra 3 e 7 anni, si ipotizza un tasso di riconversione pari all'1%;
- per le autovetture con anzianità inferiore ai 3 anni non si ipotizza nessun un tasso di riconversione.

Tali ipotesi risultano congruenti con l'osservazione delle tendenze del mercato che indicano un tasso di conversione al GPL più veloce per le autovetture più vecchie, anche perché spesso risultano "obbligate" dalle politiche di regolamentazione adottate a livello locale.

La seguente Tabella 8 riporta le potenziali autovetture da convertire a GPL nel prossimo triennio (anni 2003-2005).

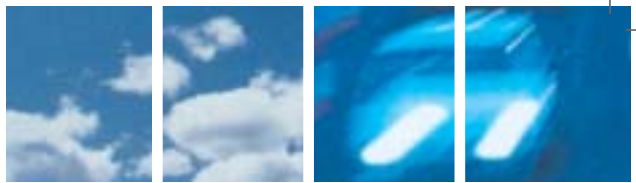
**Tabella 8: Potenziali autovetture da convertire a GPL nel triennio 2003-2005**

<b>Potenziali autovetture da convertire a GPL nel triennio 2003-2005</b>			
<b>Anzianità</b>	<b>benzina</b>	<b>gasolio</b>	<b>totale</b>
> 10 anni	283.954	34.092	381.655
da 7 a 10 anni	96.814	7.660	104.473
da 3 a 7 anni	67.336	14.156	81.492
<b>TOTALE</b>	<b>448.104</b>	<b>55.908</b>	<b>504.012</b>

A tali veicoli si aggiunge nello scenario dello studio la trasformazione di una quota significativa dei Light Duty Vehicles, pari a 63.609 veicoli appartenenti alla classe convenzionale a benzina (la quota sostituita rappresenta il 30% dei veicoli commerciali a benzina convenzionali).

Globalmente, quindi, il numero di trasformazioni a GPL previste nel triennio 2003-2005 ammonterebbe a 567.621 unità.

Si specifica che le 567.621 unità, pari a 189.207 unità all'anno, si aggiungono, nello scenario ipotizzato, alle unità ogni anno mediamente interessate dalla trasformazione.



## 6 Stima del contributo ambientale alla qualità dell'aria

La comparazione tra gli scenari ottenuti dalle ipotesi di cui al paragrafo 5 e gli scenari tendenziali ha fornito la base di calcolo per la stima del contributo ambientale alla qualità dell'aria derivante dall'adozione delle misure di sostegno a favore del GPL.

I parametri di input per la valutazione d'impatto relativamente alle classi di veicoli individuate sono:

- quantità di veicoli circolanti che sostituiscono i vecchi veicoli;
- caratteristiche per tipologia di combustibili;
- caratteristiche per tipologia di inquinante;
- età parco circolante;
- frequenza di manutenzione del veicolo;
- caratteristiche per normativa europea di riferimento rispetto al contenimento delle emissioni inquinanti.

Sono considerati i seguenti inquinanti:

- particolato sospeso totale (PTS);
- frazione inalabile sottile delle polveri (PM10);
- inquinanti convenzionali (CO, NO<sub>x</sub>);
- composti organici volatili (COV);
- benzene.

Le stime per gli scenari individuati comprendono anche valutazioni sui consumi energetici e dei combustibili utilizzati, nonché sulle emissioni di CO<sub>2</sub>, inquinante direttamente proporzionale ai consumi di combustibile.

La stima degli impatti ambientali della sostituzione di una data percentuale di veicoli circolanti, sia privati sia pubblici, è stata condotta nel seguente modo:

1. **stima ex ante dell'impatto ambientale:** l'analisi è stata condotta sia a livello complessivo della flotta circolante in Italia, sia in modo disaggregato considerando le classi veicolari che maggiormente contribuiscono alle emissioni inquinanti ed al consumo di combustibile;

2. **stima degli impatti determinati dai trend di crescita della flotta nel medio termine (2005-2010)**; l'analisi di sensibilità è stata condotta (allo status quo e agli scenari di crescita definiti), sulla base degli impatti stimati della flotta circolante presente e futura, in relazione alla sostituzione di differenti quote di veicoli alimentati a GPL secondo le varie ipotesi di incentivazione (ogni ipotesi di incentivazione dei veicoli alimentati a GPL ha coinvolto quote differenti di veicoli).

Le stime ambientali sono condotte a livello nazionale in prima istanza, e quindi anche relativamente a particolari aree strategiche di intervento su cui sono state focalizzate le analisi di impatto.

## 6.1 Caso nazionale

Sono stati considerati 2 casi base relativi a diverse condizioni di temperatura dei motori della flotta:

- caso 'hot', in cui tutti i veicoli sono stati considerati con motore a regime;
- caso 'real', ovvero con un'adeguata percentuale di veicoli ancora freddi (si è ipotizzato un 25% di veicoli freddi nello scenario nazionale).

Il confronto mette in evidenza la rilevanza delle emissioni a freddo, soprattutto per CO, COV, PTS, PM10, benzene.

Va rilevato come l'ipotesi di una percentuale di veicoli freddi del 25% (ovvero di circa il 25% di chilometri percorsi con motori non ancora a regime) risulti congrua come media tra la percentuale di veicoli freddi in ambito urbano (50%) e quella in ambito extraurbano (inferiore al 5%). Le distanze da percorrere per raggiungere le condizioni hot sono stimate attorno ai 3-5 Km.

La rilevanza delle emissioni aggiuntive a freddo è peraltro destinata ad aumentare con la progressiva evoluzione della flotta: infatti le vetture catalitiche hanno un rapporto di emissione freddo/caldo molto superiore a quello delle autovetture convenzionali. Ad esempio nel caso del CO e dei COV tale rapporto è rispettivamente prossimo a 10 ed a 13 a minime temperature ambiente.

**Tabella 9: Scenario di riferimento al 2003 (emissioni espresse in Kg/Km)**

SCENARIO DI RIFERIMENTO AL 2003	CO	NOx	COV	PTS	Benzene	PM10	CO2
Riferimento - solo hot	3838,14	752,25	794,26	55,35	19,26	47,75	123767,38
Riferimento - hot & cold	4723,60	753,88	846,42	59,48	21,68	48,41	131152,70
<b>VARIAZIONI (%) per effetto cold</b>	<b>23,07</b>	<b>0,22</b>	<b>6,57</b>	<b>7,45</b>	<b>12,60</b>	<b>1,39</b>	<b>5,97</b>
auto - solo hot	2389,27	623,01	390,58	28,29	17,64	25,36	97774,44
LDV - solo hot	85,36	28,75	12,23	6,64	0,37	7,13	8111,02
BUS - solo hot	8,41	15,96	1,74	0,70	0,02	0,64	1661,62
auto h & c	3259,04	624,07	440,83	31,66	20,01	25,36	104237,30
LDV h & c	98,42	28,92	13,43	7,10	0,42	7,56	8515,86
BUS h & c	8,98	16,07	1,83	0,75	0,02	0,68	1733,04



La Tabella 9 contiene i risultati relativi al caso di riferimento considerato come base. A partire da questi dati si calcolano le variazioni percentuali delle emissioni inquinanti funzioni del tasso di sostituzione dei veicoli operato nello scenario proposto. I dati sono espressi in Kg/Km e non tengono conto dei veicoli\*km totali della rete nazionale.

Nella Tabella 9 vengono riportati i risultati relativi al parco veicolare totale e al contributo delle macro classi veicolari auto, LDV e bus; ciò permetterà di mettere in evidenza sia variazioni sulle emissioni della intera flotta, sia variazioni relative ad una singola macro categoria.

Per le classi veicolari 'bus', 'LDV' e 'autoveicoli' sono state ipotizzate sostituzioni dei veicoli più 'vecchi' con veicoli standard di 'ultima generazione' alimentati a GPL. L'ipotesi di sostituzione dei veicoli più vecchi appare ragionevole e tale da massimizzare l'entità del beneficio ambientale.

Le analisi sono state condotte con le ipotesi di sostituzione di autoveicoli ECE 15-03, ECE 15-04 ed EURO I alimentati a benzina, autoveicoli diesel convenzionali ed EURO I, LDV a benzina convenzionali con autoveicoli GPL convenzionali, GPL EURO I e GPL EURO III.

Qualora i veicoli da sostituire fossero tutti appartenenti alla stessa categoria di emissione, differenti quote di sostituzioni darebbero come impatto riduzioni di emissione esattamente proporzionali alle percentuali sostituite. Poiché invece in generale tali sostituzioni coinvolgono un numero diverso di categorie (es. una sostituzione di LDV coinvolge solo veicoli convenzionali appartenenti ad una sola classe, mentre una sostituzione di autoveicoli elimina veicoli appartenenti a 2 o 3 fasce di cilindrata) l'effetto sulle emissioni non sarà in generale esattamente lineare.

Per quanto riguarda gli autoveicoli occorre distinguere tra veicoli diesel e veicoli a benzina.

Per i primi la fascia 'vecchia' è rappresentata dai veicoli 'convenzionali', mentre la fascia nuova comprende veicoli EURO I, EURO II ed EURO III.

Per i secondi si ha, in teoria, una maggior segmentazione in fasce vecchie (ECE 15-04, ECE 15-03) anche se la maggior parte dei veicoli circolanti attualmente appartiene alle normative EURO I, EURO II ed EURO III. Le vetture alimentate a benzina non catalitiche sono un quarto del totale, i tre quarti essendo catalitici.

Nel caso dei veicoli commerciali la stima di composizione media nazionale fornita da ANPA per l'anno 1998 indica una preponderanza dei veicoli diesel (1.960.000, contro i 360.000 a benzina). In entrambi i casi le fasce normative prevalenti sono quelle 'convenzionali', seguite dalle EURO I e dalle EURO II. La simulazione delle sostituzioni implica in questo caso la sostituzione di soli veicoli 'convenzionali'. La rilevanza ambientale degli LDV è dell'ordine del 10% per il PST e PM10, e del 2% circa per il benzene. La sostituzione con veicoli a GPL lascia prevedere impatti di tale entità e la riduzione delle emissioni di tali inquinanti cruciali. Tale segmento di flotta sembra quindi offrire dei rilevanti margini di miglioramento ambientale.



Lo scenario di studio (al 2005) è stato analizzato a fronte di un'ipotesi di numerosità di veicoli costante:

- si assume in 3 anni (2003-2005) un numero di trasformazioni pari a 567.621 tra benzina e gasolio (come ipotizzato al par. 5.2), in aggiunta al normale trend di trasformazione a GPL. Tali trasformazioni (che raddoppierebbero il normale trend di trasformazione), indotte dalle varie strategie di incentivazione, porterebbero ad una percentuale di trasformazione pari a 1,38% (0,46% per tre anni). Si giungerebbe, così, nel 2005 ad una percentuale di veicoli alimentati a GPL pari al 4,6% circa rispetto al parco totale italiano.

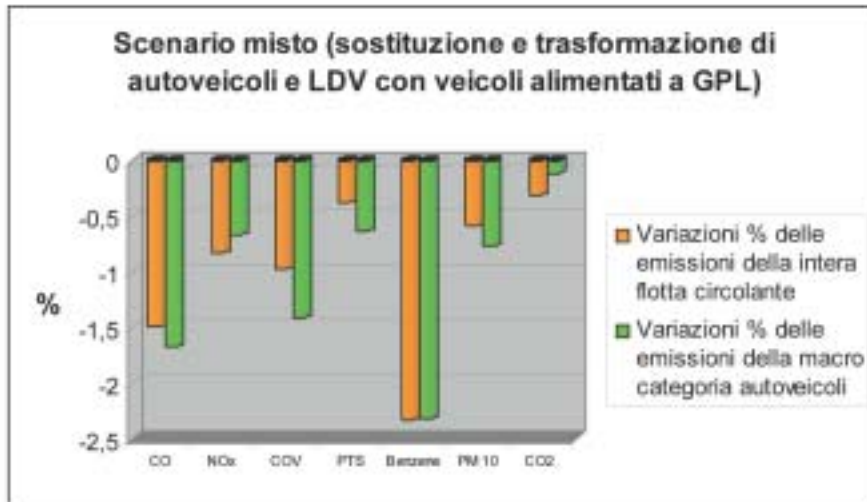
La Tabella 10 riporta i risultati dello scenario dello studio, che vede il coinvolgimento di una percentuale pari a 1,38% del parco, tra veicoli ECE 15-03, ECE 15-04, EURO I, LDV e Diesel. Questo scenario ipotizza una sinergia di incentivi atti alla trasformazione di impianti di alimentazione (per autoveicoli a benzina ed LDV a benzina) e alla sostituzione di veicoli (veicoli diesel con veicoli GPL).

**Tabella 10:** Scenario di studio (2005): Sostituzione e trasformazione di veicoli ECE 15-03, 15-04, EURO I, LDV, diesel convenzionale ed EURO I con LPG convenzionale, EURO I ed EURO III (sost 1,38%, emissioni espresse in Kg/Km)

SCENARIO MEDIO TERMINE (2005)	CO	NOx	COV	PT5	Benzene	PM10	CO2
Emissioni da flotta circolante totale	4652,99	747,59	838,18	59,25	21,18	48,13	130741,48
Variazione % rispetto Riferimento	<b>-1,49</b>	<b>-0,83</b>	<b>-0,97</b>	<b>-0,38</b>	<b>-2,32</b>	<b>-0,58</b>	<b>-0,31</b>
Emissioni della macro categoria autoveicoli	3204,69	619,91	434,60	31,46	19,55	25,17	104122,64
Variazione % rispetto soli autoveicoli	<b>-1,67</b>	<b>-0,67</b>	<b>-1,41</b>	<b>-0,64</b>	<b>-2,31</b>	<b>-0,76</b>	<b>-0,11</b>
Variazione % sui soli trasformati	<b>-82,87</b>	<b>-46,9</b>	<b>-70,41</b>	<b>-39,53</b>	<b>-99,00</b>	<b>-66,09</b>	<b>-21,50</b>

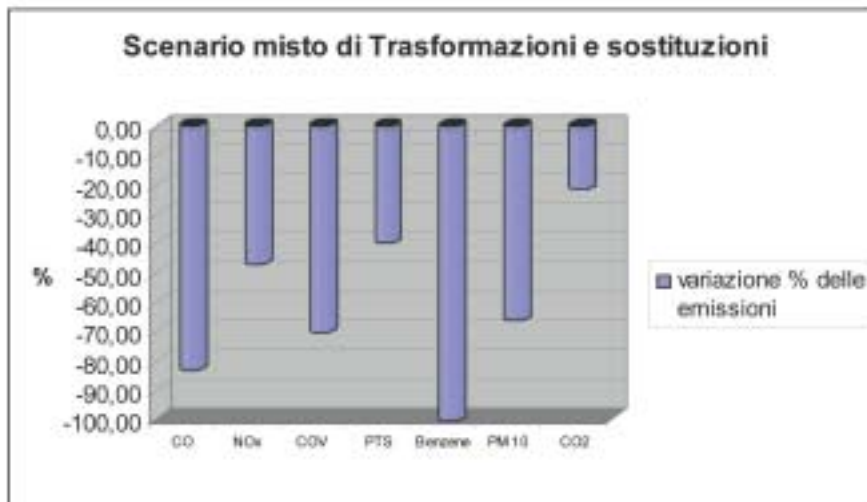
La figura seguente mette in evidenza le diminuzioni percentuali, in termini di emissioni inquinanti, ottenute considerando le trasformazioni e sostituzioni rispetto al totale del parco veicolare italiano ed al totale degli autoveicoli presenti nel parco.

**Figura 3:** Variazioni % delle emissioni inquinanti



La figura seguente mette in evidenza le diminuzioni percentuali, in termini di emissioni inquinanti, ottenute considerando le trasformazioni e sostituzioni rispetto al totale dei soli veicoli trasformati (567.621, prima e dopo). In questo caso si prendono in considerazione solamente le emissioni dei veicoli interessati dalle trasformazioni e sostituzioni senza considerare il contributo del parco veicolare totale circolante.

**Figura 4:** ScENARIO MISTO: Trasformazione e Sostituzione di autoveicoli appartenenti alle classi ECE 15-03, ECE 15-04, EURO I a benzina, diesel convenzionali ed EURO I, LDV a benzina con GPL convenzionali, EURO I ed EURO III (trasformazione di 567.621 veicoli in totale)



Per lo scenario è stata ipotizzata una trasformazione delle seguenti percentuali di veicoli:

- ECE 15-03, pari allo 0,24% (99.384 veicoli) della flotta veicolare complessiva, sostituiti con EURO III a GPL (trasformazione);
- ECE 15-04, pari allo 0,45% (184.570 veicoli) della flotta veicolare complessiva, sostituiti per l'80% con GPL convenzionali (trasformazione), 20% con EURO III a GPL (sostituzione);
- EURO I, pari allo 0,40% (164.150 veicoli) della flotta veicolare complessiva, sostituiti con EURO I a GPL (trasformazione);
- autoveicoli diesel convenzionali, pari allo 0,10% (41.752 veicoli), sostituiti con EURO III a GPL (sostituzione);
- autoveicoli diesel EURO I, pari allo 0,03% (14.156 veicoli), sostituiti con EURO III a GPL (sostituzione);
- LDV a benzina, pari allo 0,15% (63.609 veicoli), sostituiti per l'80% con EURO III a GPL (sostituzione), 20% con GPL convenzionali (trasformazione).

Dei veicoli ECE 15-03, ECE 15-04 ed EURO I l'80% sono di cilindrata minore di 1.4, il 15% compresa tra 1.4 E 2.0 ed il restante 5% maggiore di 2.0. Dei veicoli diesel il 60% sono di cilindrata minore di 2.0 ed il 40% maggiore di 2.0.

A conclusione dello scenario nazionale è stato effettuato un calcolo teorico immaginando la trasformazione/sostituzione di tutte le autovetture a benzina e gasolio: il parco autovetture è dunque completamente a GPL. Lo scenario vuole rappresentare i vantaggi ambientali ottenibili utilizzando veicoli alimentati a GPL piuttosto che veicoli alimentati con combustibili tradizionali.

**Tabella 11: Sostituzione totale auto Benzina e Gasolio con LPG E2 (solo hot)**

SCENARIO: tutte le autovetture sono a GPL	CO	Nox	COV	PT5	Benzina	PM10
VARIAZIONE % RISPETTO RIFERIMENTO	-52,80	-69,55	-47,75	-7,08	-92,27	-29,17
VARIAZIONE % autoveicoli	-76,53	-84,02	-91,68	-13,30	-100,00	-55,69

La Tabella precedente mostra le elevate riduzioni percentuali, rispetto al totale emissivo del parco circolante, ottenibili con la presenza di soli veicoli GPL nel parco autovetture.

### Lo scenario nazionale del trasporto pubblico

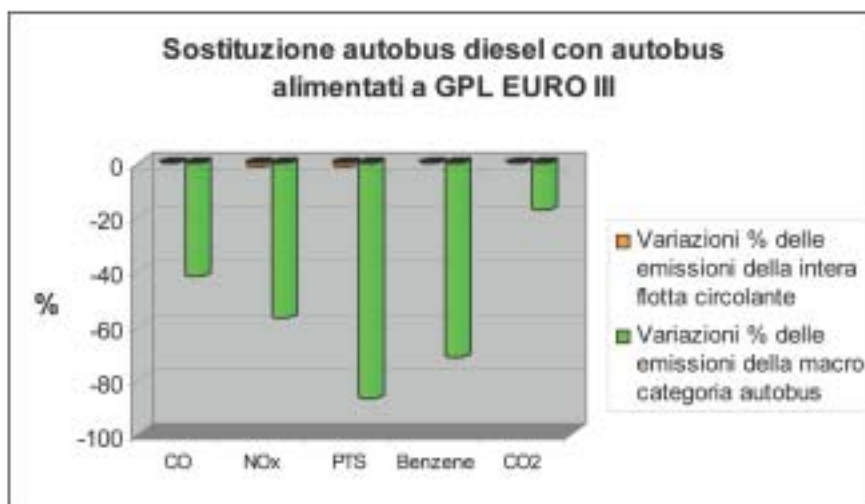
La Tabella seguente riporta i risultati ottenuti sotto l'ipotesi di sostituzione di una quota significativa di BUS di tipo convenzionale diesel ed EURO I diesel con BUS EURO III alimentati a GPL. La percentuale di 0,17 considerata per la sostituzione equivale al totale dei bus convenzionali ed EURO I presenti nella flotta veicolare nazionale (circa 60.000 veicoli).

Le variazioni percentuali sono rilevanti per tutti gli inquinanti più monitorati e portano a considerare con attenzione anche le strategie di incentivazione per la sostituzione di questa tipologia veicolare soprattutto in ambito urbano come verrà messo in evidenza successivamente quando verranno eseguite analisi relative ad una città campione.

**Tabella 12:** Scenario medio termine (2005): sostituzione autoBus convenzionali & EURO I con autobus LPG EURO III (sost 0.17%, emissioni espresse in Kg/Km)

SCENARIO MEDIO TERMINE (2005)	CO	NOx	PTS	Benzene	CO2
Emissioni della flotta circolante totale	4719,86	744,732	58,83	21,672	130856,52
Variazione % rispetto al caso di riferimento	-0,08	-1,21	-1,09	-0,06	-0,23
Emissioni della macro categoria autobus	5,238	6,922	0,1004	0,0052	1436,86
VARSIAZIONE % autobus	-41,66	-56,92	-86,58	-71,11	-17,09

**Figura 5:** Variazioni % delle emissioni inquinanti



## 6.2 Caso urbano

Lo scenario urbano vuole evidenziare il potenziale di miglioramento della qualità dell'aria nei grandi centri urbani, con effetti decisamente maggiori rispetto al caso nazionale in ragione di una più elevata percentuale di veicoli "a freddo".

Si è scelto come scenario urbano quello rappresentato dalla città di Roma. Lo scenario romano consentiva di stimare, infatti, il contributo ottenuto dalla trasformazione dei 16.600 veicoli immatricolati negli anni 1988-92 che hanno fatto ricorso agli incentivi alla trasformazione a GPL (vedi Appendice B).

Lo scenario di riferimento è stato costruito sulla base dei dati ricavati dal "Rapporto Annuale sulla qualità dell'aria - Anno 2001", fonte ATAC S.p.A., sulle percorrenze complessive stimate per le autovetture private per la distribuzione delle merci e calcolate sulla base dei programmi di esercizio del trasporto urbano. I dati sono riportati di seguito:

- auto-km giorno = 60.591.347 (87.51%)
- km-giorno totali veicoli merci = 8.300.000 (11.98%)
- autobus-km giorno = 350.700 (0.51%)

Pertanto i potenziali emissivi dello scenario di riferimento non tengono in considerazione il trasporto pesante, quello passeggeri su gomma extraurbano e le percorrenze delle due ruote. I contributi percentuali sono quindi inferiori alle percentuali precedenti riportate tra parentesi. Le emissioni sono espresse in Kg/giorno sulla intera rete stradale della città.

**Tabella 13:** Scenario urbano di riferimento (emissioni espresse in Kg/giorno)

SCENARIO URBANO RIFERIMENTO	CO	NOx	COV	PTS	Benzene	PM10	CO2
Emissioni della flotta circolante totale (escluso mezzo categoria due ruote)	1212784,8	62136,0	98196,0	6638,4	4334,4	4891,2	19.254.065
Emissioni da autovetture	1178937,6	49576,8	92173,6	4466,4	4216,8	2750,4	15.936.305
Emissioni da LDV	30573,6	6724,8	5001,6	1862,4	108,0	1845,6	2.063.418
Emissioni da autobus	3273,6	5834,4	820,8	308,6	9,6	295,2	454.342

Lo scenario di studio vuole rappresentare l'effetto combinato di politiche di regolamentazione e politiche fiscali e finanziarie. Un intervento di rinnovo del parco pari al 2.5% produce riduzioni più che proporzionali per il benzene e meno che proporzionali per il PM10.

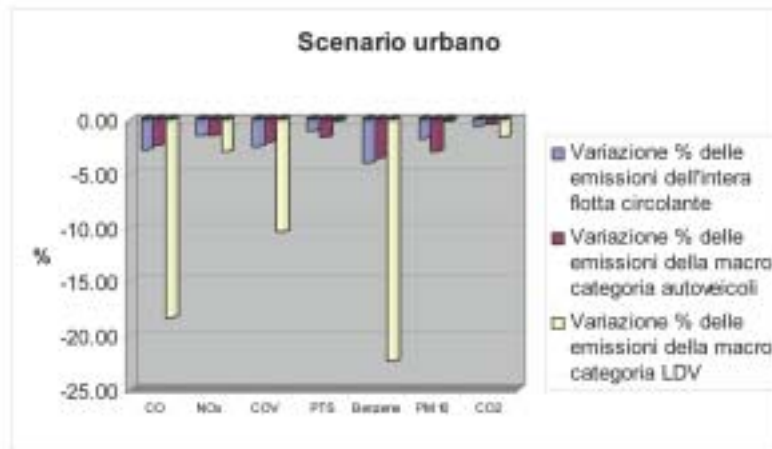
L'ipotesi di trasformazione e sostituzione coinvolge:

- autoveicoli ECE 15-03 a benzina sostituiti con EURO III a GPL (trasformazione);
- autoveicoli ECE 15-04 a benzina sostituiti per l'80% con GPL convenzionali (trasformazione), 20% con EURO III a GPL (sostituzione);
- autoveicoli EURO I a benzina sostituiti con EURO I a GPL (trasformazione);
- autoveicoli diesel sostituiti con EURO III a GPL (sostituzione);
- veicoli commerciali leggeri (LDV) a benzina convenzionali sostituiti per l'80% con EURO III a GPL (sostituzione), 20% con GPL convenzionali (trasformazione).

**Tabella 14:** Scenario urbano di studio: trasformazione e sostituzione di differenti classi veicolari con veicoli GPL (Totale trasformazioni + sostituzioni = 2,5%, (emissioni espresse in Kg/giorno)

SCENARIO STUDIATO	URBANO DI	CO	NOx	COV	PTS	Benzina	PM10	CO2
Emissioni della intera flotta circolante		1,179,252.8	61,267.2	95,752.8	6,968.8	4,164.0	4,804.8	19,145,404.8
Variazioni % rispetto riferimento		-2,78	-2,40	-2,40	-1,25	-3,93	-1,77	-0,58
Emissioni da macro categoria autoveicoli		1,151,427.1	48,843.1	90,446.8	4,366.8	4,076.4	2,671.2	15,674,687.2
Variazioni % auto		-2,33	-1,98	-2,28	-1,35	-3,37	-2,88	-0,28
Variazioni % auto trasformata		-71,25	-47,26	-61,33	-65,45	-100,00	-75,56	-19,09
Emissioni da macro categoria LDV		24,825.4	6,525.6	4,485.6	1,060.8	84.0	1,133.2	2,816,373.6
Variazioni % LDV		-18,27	-2,96	-10,32	-6,33	-27,22	-8,13	-1,84
Variazioni % LDV trasformata		-91,48	-81,71	-91,33	-25,28	-100,00	-98,67	-98,93

**Figura 6:** Variazioni % delle emissioni inquinanti

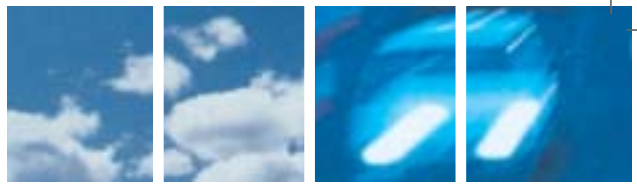


**Figura 7: Variazioni % dei soli veicoli trasformati**

Lo scenario mette in evidenza come una strategia di sostituzione che coinvolga anche veicoli diesel e soprattutto LDV porti a miglioramenti ancora maggiori. L'aspetto interessante è rappresentato dalla consistente diminuzione di emissioni inquinanti se si considera la sostituzione di veicoli commerciali a benzina di tipo convenzionale (pre EURO I).

Gli inquinanti maggiormente interessati dalla sostituzione di LDV a benzina sono il CO, i COV ed il benzene per cui si evince che la sostituzione con LDV porta benefici maggiori rispetto alla sostituzione di autovetture.





## 7 Stima dei vantaggi economici

In tale fase si dimostra che la politica finanziaria (incentivi e crediti d'imposta) di sostegno al GPL per autotrazione si autosostiene con la riduzione dei costi, sostenuti dalla collettività, relativi all'impatto ambientale e sanitario dell'inquinamento dell'aria.

Maggiori vantaggi per il "passaggio" a GPL potrebbero sostanzarsi con interventi di rimodulazione delle accise tali da determinare un incremento del differenziale tra l'accisa per il GPL e quelle per benzina e gasolio. Ciò indurrebbe una variazione del "prezzo dei carburanti alla pompa", con conseguente aumento della differenza tra il costo variabile medio per il GPL e il costo variabile medio per benzina e gasolio, tale da determinare un aumento del risparmio netto per l'utente del GPL (si veda il paragrafo 5.1).

Si ricorda che in tal senso si è espressa anche la CEE, che con la Direttiva 92/82 del 19/10/92 ha sposato un orientamento favorevole ad agevolare i prodotti le cui emissioni nocive sono minori, stabilendo le accise minime per i carburanti in misura da tassare più fortemente la benzina e il gasolio e con intensità via via decrescente i carburanti intrinsecamente meno inquinanti.

### 7.1 I sostegni finanziari al GPL e i benefici ambientali

Come specificato in precedenza, lo "ScENARIO dello studio" prevede l'introduzione di 189.207 veicoli a GPL ogni anno per tre anni (per complessivi 567.621 veicoli), ipotizzando una trasformazione/sostituzione che coinvolge le seguenti categorie di veicoli:

- ECE 15-03, pari a 99.384 veicoli (sostituzione);
- ECE 15-04, pari a 184.570 veicoli (80% trasformazione, 20% sostituzione);
- EURO I ed EURO II, pari a 164.150 veicoli (sostituzione);
- autoveicoli diesel convenzionali, pari a 41.752 veicoli (sostituzione);
- autoveicoli diesel EURO I, pari a 14.156 veicoli (sostituzione);
- LDV a benzina, pari a 63.609 veicoli.

Si ipotizza che tutti i veicoli coinvolti accedano, a seconda dei casi, all'incentivo, pari a:

- 309,87 euro per la categoria ECE 15-04;
- 600,00 euro per la categoria EURO I ed EURO II;



o al credito di imposta, pari a

- 1.500,00 euro per acquisto e trasformazione;
- 2.000,00 euro per l'acquisto di un nuovo veicolo a GPL;
- 500,00 euro per l'acquisto e la trasformazione dell'usato.

Sotto le ipotesi suddette i costi attribuibili all'incentivo alla trasformazione di veicoli da alimentare a GPL risultano, complessivamente, pari a circa 43.235.000 euro, mentre quelli attesi del credito di imposta sono pari a circa 115.117.000 euro, per un totale complessivo di 158.352.000 euro.

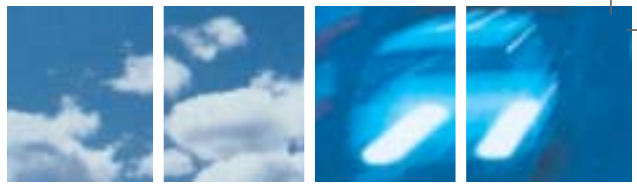
Si ricorda che il modello di calcolo è stato utilizzato prevedendo che il 30% dei veicoli coinvolti godano dei benefici finanziari (incentivo o credito d'imposta). Gli ultimi anni, invece, dimostrano che i veicoli che hanno goduto degli incentivi sono stati circa il 15% dei nuovi impianti. Il calcolo, quindi, è stato effettuato sotto ipotesi conservative, raddoppiando, cioè, la "percentuale storica" dei veicoli incentivati rispetto ai trasformati complessivi.

Infine, il modello non tiene conto del contributo positivo, tutt'altro che trascurabile, delle imposte dirette e dell'IVA dovute per l'installazione degli impianti e/o per la vendita del veicolo (stimabili in qualche centinaia di milioni di euro). Tali addendi, quindi, sono da soli in grado di bilanciare la spesa complessiva, stimata in 158.352.000 euro.

Per quanto concerne i benefici ambientali, questi sono valutabili in termini di risparmio economico dovuto alla diminuzione delle malattie provocate dall'esposizione agli agenti inquinanti prodotti dal traffico veicolare. I modelli utilizzati in questa fase sono implementati sulla base di dati disponibili in letteratura e validati a livello internazionale. Le ipotesi sono così riassumibili:

- l'inquinamento atmosferico è valutato pari a circa 1,7% del PIL;
- la percentuale di riduzione delle emissioni inquinanti è dell'ordine del 2% per lo scenario di studio.

Sotto tali ipotesi il risparmio è valutabile in circa 400 milioni di euro. Tale importo costituirebbe un risparmio netto per le casse dello Stato.



## 8 Conclusioni (di Ivo Allegrini\*)

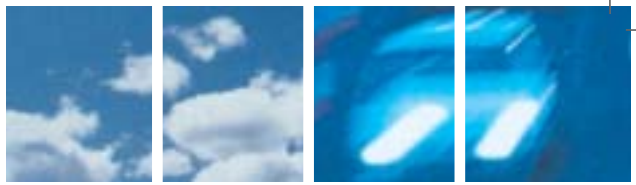
Il GPL può svolgere un ruolo fondamentale nella riduzione dei livelli di inquinamento atmosferico, in particolare nei grandi centri urbani. Come noto, entro il 2010 i livelli posti come limiti agli inquinanti dovranno essere rispettati in tutto il territorio dell'Unione Europea, pena la messa in stato di infrazione con conseguenze economiche, sociali e politiche molto rilevanti. D'altra parte, la situazione economica complessiva del Paese e dei grandi agglomerati urbani non consente una rapida e radicale soluzione del problema. Questa può essere trovata solo attraverso l'adozione di provvedimenti che singolarmente potrebbero non essere risolutivi, ma che complessivamente potrebbero portare a notevoli riduzioni dei livelli di inquinamento.

Inoltre, i problemi relativi alla presenza di composti organici volatili e di ossidi di azoto sono alla base di notevoli presenze di fenomeni di inquinamento fotochimico che portano alla formazione di altri inquinanti secondari, incluso il particolato. Ancora, la presenza di quantità di Benzene incompatibili con la tutela della salute dei cittadini costituisce un'altro problema per la possibilità di sviluppare gravi malattie, per cui un'ipotesi di contenimento complessivo di queste specie è alla base di qualsiasi piano efficace di risanamento.

L'utilizzazione del GPL costituisce uno di questi strumenti che si pone in grado di agire in modo significativo su quasi tutti gli inquinanti di interesse ambientale come dimostra l'analisi riportata nel capitolo precedente. Tale analisi mostra chiaramente come l'adozione di una politica di contenimento dell'inquinamento attraverso un più largo impiego del GPL porti a notevoli vantaggi, che aumentano in misura consistente se vengono presi in esame anche altri aspetti del problema non direttamente considerati in questo studio. A questo proposito, è sufficiente ricordare il grande impatto dell'inquinamento sui beni culturali ed architettonici i quali sono alla base dell'economia e dello sviluppo sociale di moltissime aree urbane.

Tutti gli indicatori ambientali ed economici sono quindi in favore di una più diffusa utilizzazione del GPL che, opportunamente incentivata attraverso le leve normative, tecniche e fiscali, non mancherà di far sentire i suoi benefici.

\* Direttore Istituto sull'Inquinamento Atmosferico del CNR



## Appendice A: Le funzioni di emissione

### Allegato 1. Funzioni di emissione delle categorie veicolari selezionate negli scenari di calcolo

Le seguenti figure riportano le correlazioni di emissione ricavate da COPERT III. 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 completezza di trattazione vengono riportate anche le funzioni di correzione per veicoli "a freddo":

ECE 15-04 benzina:

$$\begin{aligned} \text{CO:} & \quad 3.7 - 0.09 \cdot T_a \\ \text{NO}_x: & \quad 1.14 - 0.006 \cdot T_a \\ \text{COV:} & \quad 2.8 - 0.06 \cdot T_a \end{aligned}$$

Autoveicoli LPG:

$$\begin{aligned} \text{CO:} & \quad 3.66 - 0.09 \cdot T_a \\ \text{NO}_x: & \quad 0.98 - 0.006 \cdot T_a \\ \text{COV:} & \quad 2.24 - 0.06 \cdot T_a \end{aligned}$$

Euro I benzina:

$$\begin{aligned} \text{CO:} & \quad 0.299 \cdot v_{\text{med}} - 0.286 \cdot T_a - 0.58 \\ \text{NO}_x: & \quad 0.0484 \cdot v_{\text{med}} - 0.0228 \cdot T_a + 0.685 \\ \text{COV:} & \quad 0.282 \cdot v_{\text{med}} - 0.338 \cdot T_a + 4.098 \end{aligned}$$

A titolo di esempio si riporta il valore ottenuto relativamente ai VOC per le 3 categorie di cui sopra, con l'ipotesi di velocità media pari a 30 Km/h e  $T_a = 10^\circ\text{C}$ .

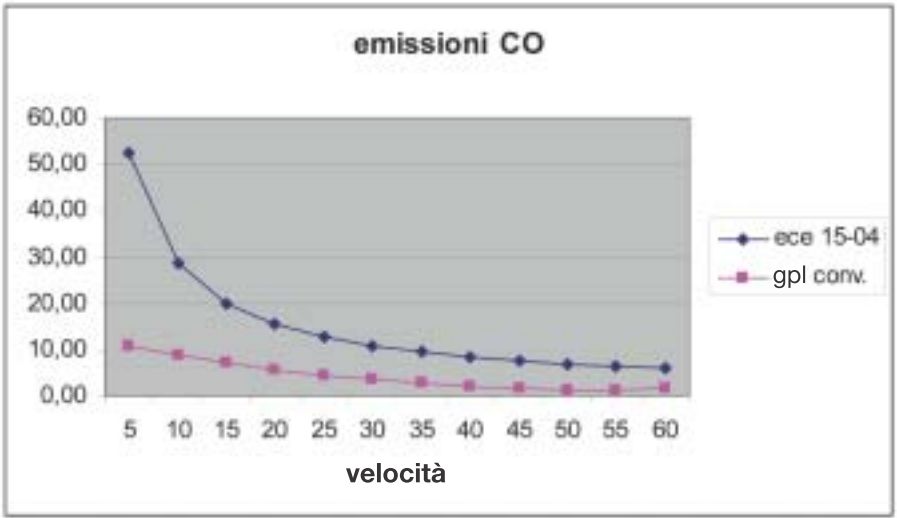
Correzione freddo per ECE 15-04 a benzina: 2.2

Correzione freddo per Autoveicoli GPL: 1.64

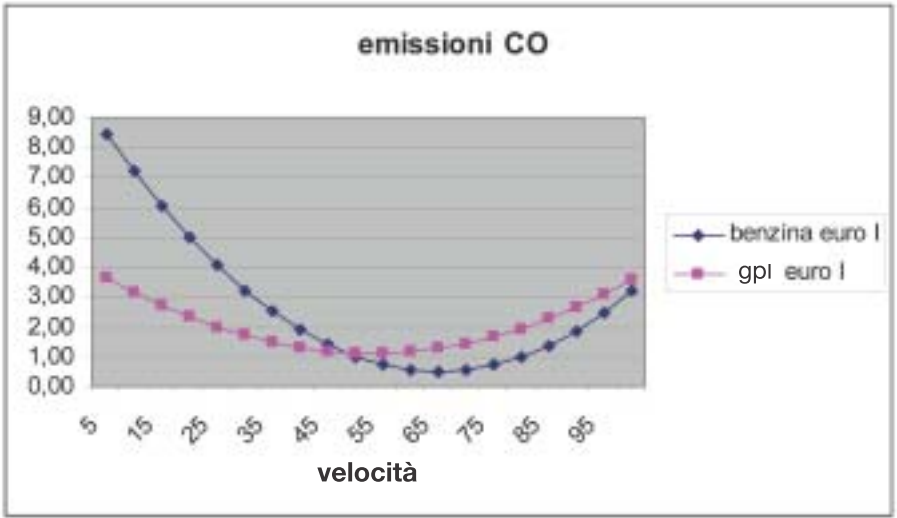
Correzione freddo per Euro I benzina: 9.178

Si ricorda che i suddetti valori sono fattori moltiplicativi delle emissioni inquinanti "a caldo". I valori mettono in evidenza come per i veicoli Euro I a benzina il fattore sia prossimo a 10, decisamente più elevato rispetto a quello dei veicoli GPL, pari a 1.64.

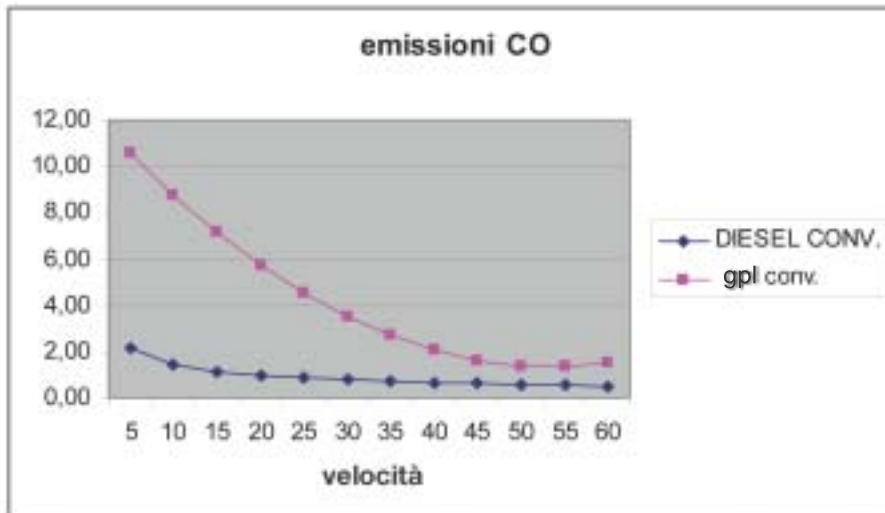
**Figura A1:** valori di emissione di CO per veicoli ECE 15-04 benzina ed GPL convenzionale



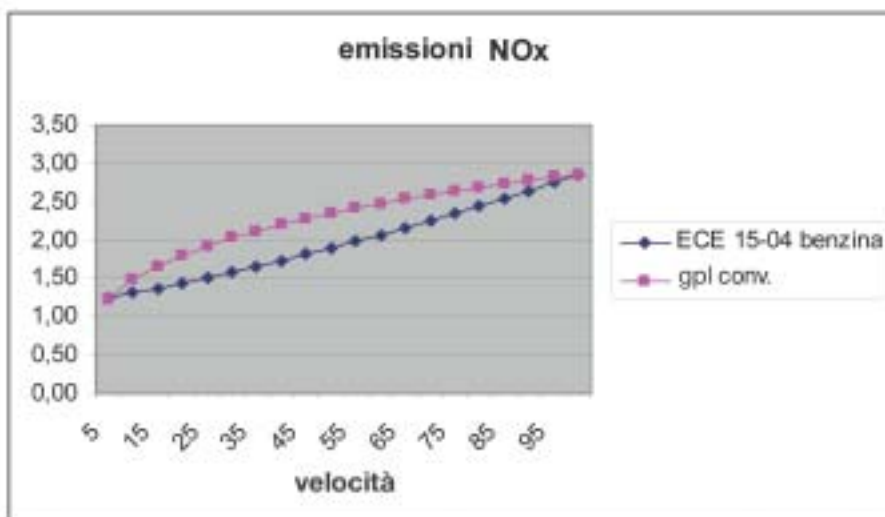
**Figura A2:** valori di emissione di CO per veicoli EURO I benzina ed GPL EURO I



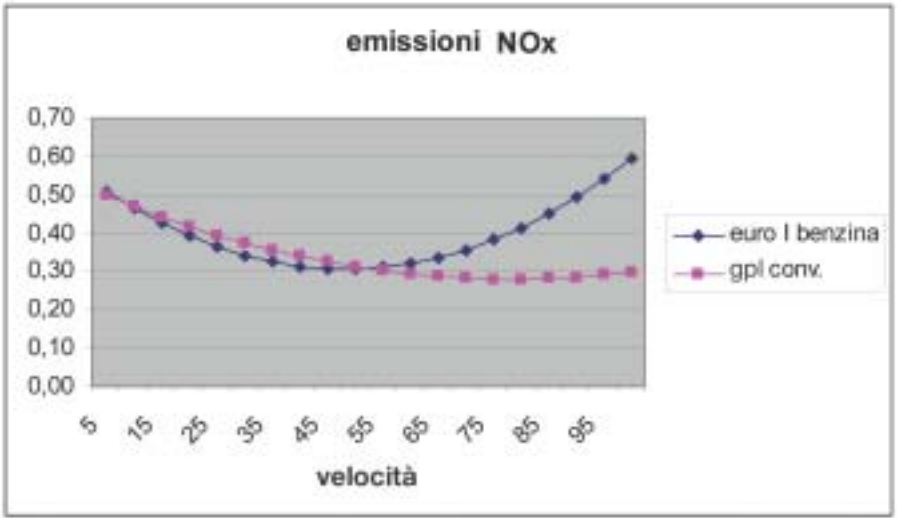
**Figura A3:** valori di emissione di CO per veicoli diesel convenzionali ed GPL convenzionali



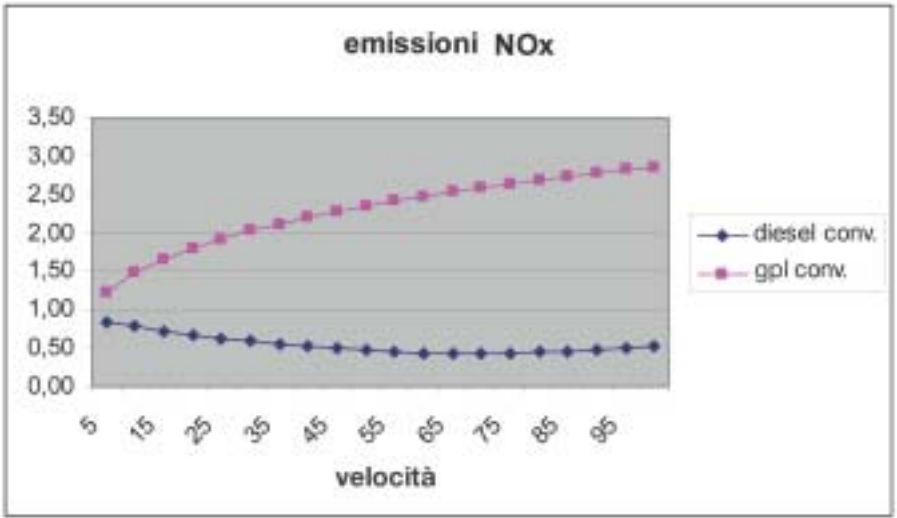
**Figura A4:** valori di emissione di NOx per veicoli ECE 15-04 benzina ed GPL convenzionali

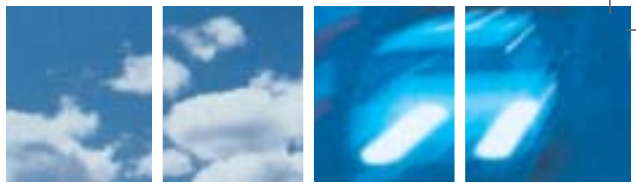


**Figura A5:** valori di emissione di NOx per veicoli EURO I benzina ed GPL EURO I



**Figura A6:** valori di emissione di NOx per veicoli diesel convenzionali ed GPL convenzionali





## Appendice B: Analisi di sensitività del modello

### Caso Nazionale

Le simulazioni effettuate per lo scenario nazionale vogliono evidenziare il contributo teorico, ottenibile sostituendo la medesima percentuale di autoveicoli ipotizzata per lo scenario di studio, attribuendo di volta in volta tale percentuale ad una singola categoria veicolare.

Per ogni simulazione si riporta la tabella riassuntiva delle emissioni (degli inquinanti maggiormente interessati dal tipo di veicoli coinvolti) e delle riduzioni percentuali, nonché una figura che mette in evidenza le diminuzioni percentuali, in termini di emissioni inquinanti, ottenute considerando le trasformazioni e sostituzioni rispetto al totale del parco veicolare italiano ed al totale degli autoveicoli presenti nel parco. Per i casi di maggiore interesse viene riportata anche una figura che mette, invece, in evidenza le diminuzioni percentuali, in termini di emissioni inquinanti, ottenute considerando le trasformazioni e sostituzioni rispetto al totale dei soli veicoli trasformati.

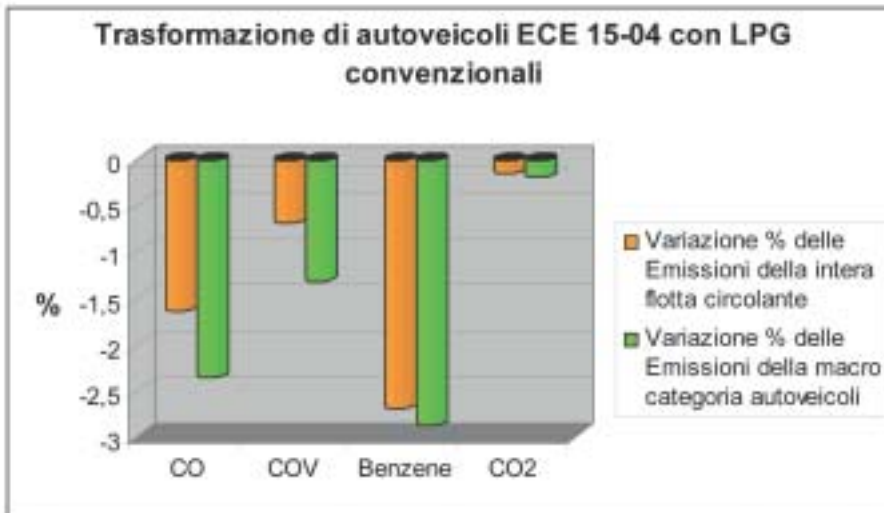
### ECE 15-04

Le prime tre simulazioni mostrano i risultati ottenuti secondo l'ipotesi di trasformazione di veicoli appartenenti esclusivamente alla categoria ECE 15-04 a benzina con:

- autoveicoli GPL convenzionali (sola trasformazione a GPL);
- autoveicoli GPL EURO II (acquisto usato e sua trasformazione a GPL);
- autoveicoli GPL EURO III (acquisto nuovo e sua trasformazione a GPL).

**Tabella 1:** Trasformazione autoveicoli ECE 15-04 a benzina in GPL convenzionali (percentuale di veicoli trasformati = 1.38%, emissioni espresse in Kg/Km)

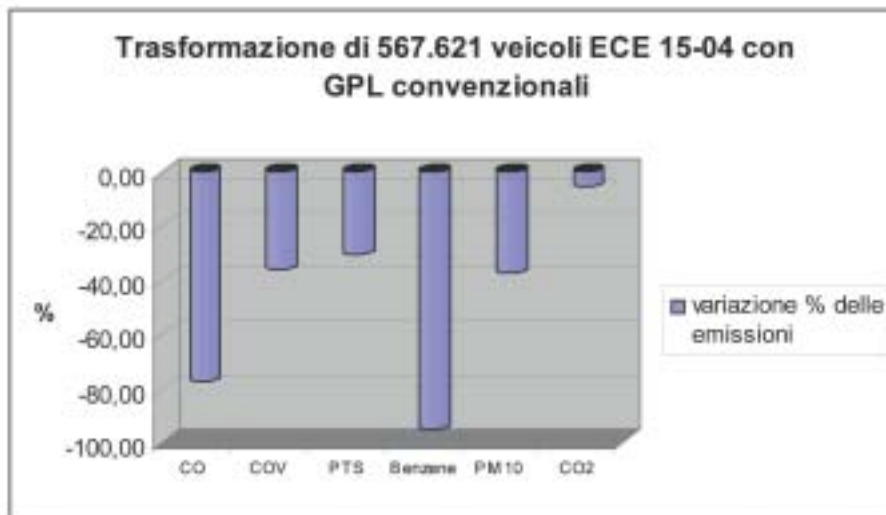
SCENARIO MEDIO TERMINE (2005)	CO	COV	Benzene	CO2
Emissioni della flotta circolante totale	4646,80	840,63	21,10	130964,08
Variazione % rispetto Riferimento	-1,63	-0,68	-2,89	-0,14
Emissioni della macro categoria autoveicoli	3182,24	435,04	19,43	108848,68
Variazione % rispetto soli autoveicoli	-2,36	-1,31	-2,87	-0,18
Variazione % sui soli trasformati	-17,87	-35,56	-94,87	-5,22

**Figura 1:** Variazioni % delle emissioni inquinanti

La figura seguente mette, invece, in evidenza le diminuzioni percentuali, in termini di emissioni inquinanti, ottenute considerando le trasformazioni e sostituzioni rispetto al totale dei soli veicoli trasformati. In questo caso si prendono in considerazione solamente le emissioni dei veicoli interessati dalle trasformazioni e sostituzioni senza considerare il contributo del parco veicolare totale circolante. La variazione più significativa riguarda il benzene che viene praticamente eliminato. In ogni caso otteniamo diminuzioni consistenti per tutti gli inquinanti considerati con punte maggiori se si considera la trasformazione di veicoli più vecchi (ECE 15-04).



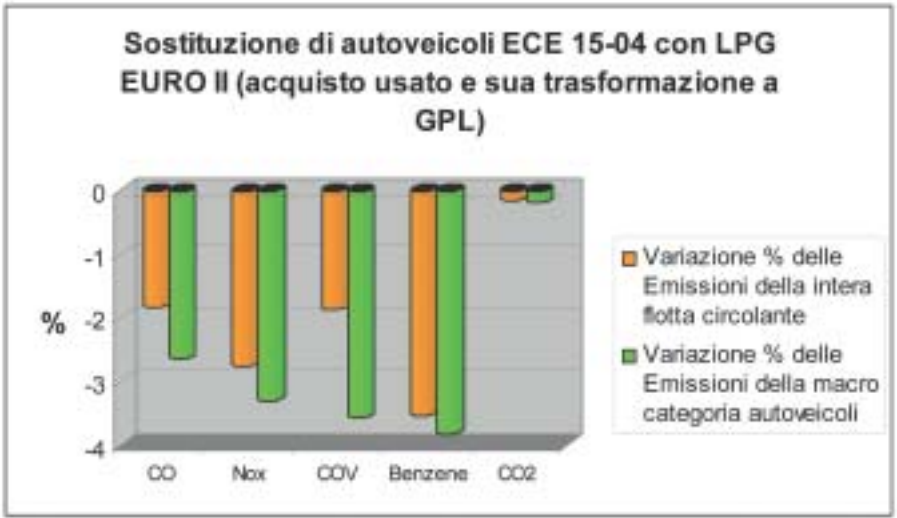
**Figura 1a:** Trasformazione di autoveicoli a benzina ECE 15-04 con autoveicoli GPL convenzionali (trasformazione di 567.621 veicoli in totale)



**Tabella 2:** Scenario medio termine (2005): Sostituzione ECE 15-04 con GPL EURO II (acquisto usato e sua trasformazione a GPL, sost 1.38%, emissioni espresse in Kg/Km)

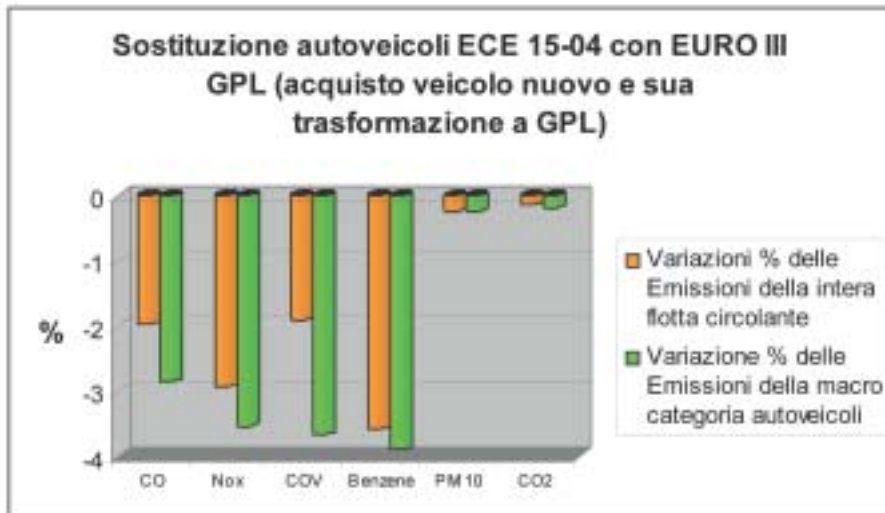
SCENARIO MEDIO TERMINE (2005)	CO	Nox	COV	Benzene	CO2
Emissioni della flotta circolante totale	4637,37	733,17	830,64	20,92	130964,00
VARIAZIONE % RISPETTO RIFERIMENTO	-1,83	-2,75	-1,87	-3,53	-0,14
Emissioni della macro categoria autoveicoli	3173,11	603,39	425,13	19,24	104048,68
VARIAZIONE % autoveicoli	-2,64	-3,31	-3,56	-5,83	-0,18

**Figura 2: Variazioni % delle emissioni inquinanti**



**Tabella 3: Scenario medio termine (2005): Sostituzione ECE 15-04 con GPL EUROIII (acquisto veicolo nuovo e sua trasformazione a GPL, sost 1.38%, emissioni espresse in Kg/Km)**

SCENARIO TERMINE (2005)	MEDIO	CO	Nox	COV	Benzene	PM10	CO2
Emissioni della flotta circolante totale		4631,04	731,85	830,35	20,91	48,30	130964,08
		<b>-1,96</b>	<b>-2,92</b>	<b>-1,90</b>	<b>-3,56</b>	<b>-0,24</b>	<b>-0,14</b>
Emissioni della macro categoria autoveicoli		3166,48	602,05	424,76	19,23	25,30	104048,68
		<b>-2,84</b>	<b>-3,53</b>	<b>-3,65</b>	<b>-3,87</b>	<b>-0,23</b>	<b>-0,18</b>

**Figura 3:** Variazioni % delle emissioni inquinanti

I risultati (scenario di trasformazione di soli autoveicoli ECE 15-04, quindi autoveicoli appartenenti alla fascia 1988-1992) mostrano come in generale qualsiasi intervento che porti all'introduzione di veicoli GPL produca un beneficio ambientale. Questo beneficio si ottiene per tutti gli inquinanti ma è interessante notare come il benzene si riduca in maniera più che proporzionale rispetto alla percentuale di veicoli trasformati. Il beneficio in generale aumenta (questo vale per tutti gli inquinanti) maggiormente adottando azioni di promozione che portino alla sostituzione di veicoli vecchi con veicoli di nuova tecnologia. Questi veicoli supportano impianti a GPL tecnologicamente avanzati e maggiormente efficienti.

## EURO I

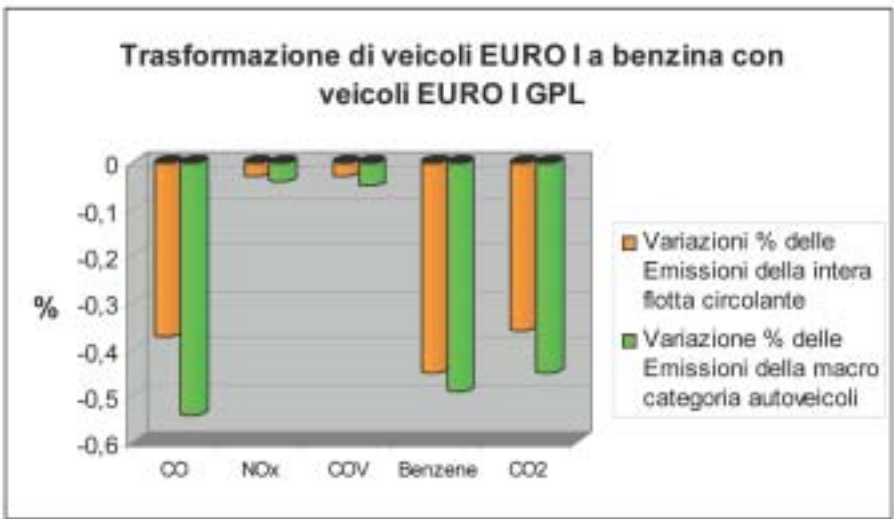
Le due tabelle seguenti (ed i relativi grafici) mostrano i risultati ottenuti secondo l'ipotesi di trasformazione di veicoli appartenenti esclusivamente alla categoria EURO I a benzina con:

- autoveicoli GPL EURO I (sola trasformazione a GPL);
- autoveicoli GPL EURO III (acquisto nuovo e sua trasformazione a GPL).

**Tabella 4: Scenario medio termine (2005): trasformazione Autoveicoli EURO I con GPL EURO I (trasf. 1.38%, emissioni espresse in Kg/Km)**

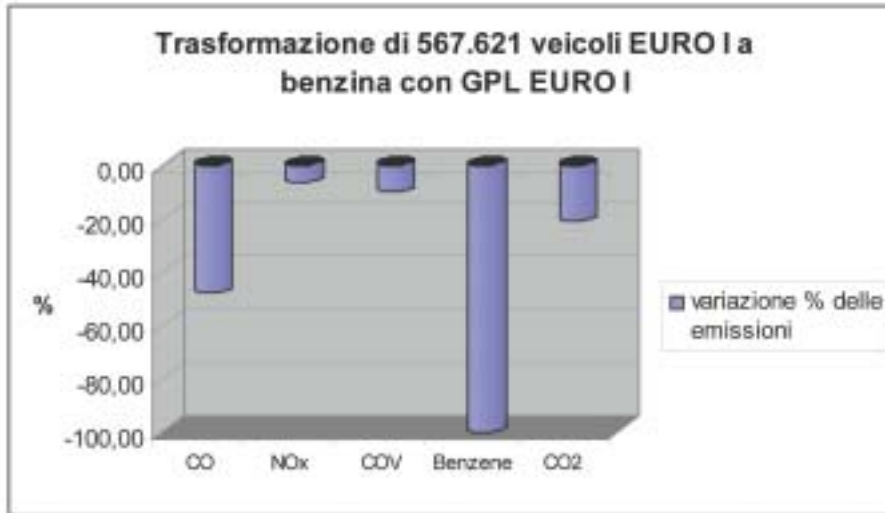
SCENARIO MEDIO TERMINE (2005)	CO	NOx	COV	Benzene	CO2
Emissioni della flotta circolante totale	4706,10	753,64	846,21	21,59	130685,36
VARIAZIONE RISPETTO RIFERIMENTO %	-6,37	-0,03	-0,03	-0,45	-0,36
Emissioni della macro categoria autoveicoli	3241,34	625,84	440,61	19,91	103760,96
VARIAZIONE autoveicoli %	-6,54	-0,04	-0,05	-0,49	-0,45
Variazione % sui soli trasformati	-47,63	-6,66	-9,96	-100,00	-21,11

**Figura 4: Variazioni % delle emissioni inquinanti**



La figura seguente mette, invece, in evidenza le diminuzioni percentuali, in termini di emissioni inquinanti, ottenute considerando le trasformazioni e sostituzioni rispetto al totale dei soli veicoli trasformati. In questo caso si prendono in considerazione solamente le emissioni dei veicoli interessati dalle trasformazioni e sostituzioni senza considerare il contributo del parco veicolare totale circolante. La variazione più significativa riguarda il benzene che viene praticamente eliminato. In ogni caso otteniamo diminuzioni consistenti per tutti gli inquinanti considerati con punte maggiori se si considera la trasformazione di veicoli più vecchi (ECE 15-04).

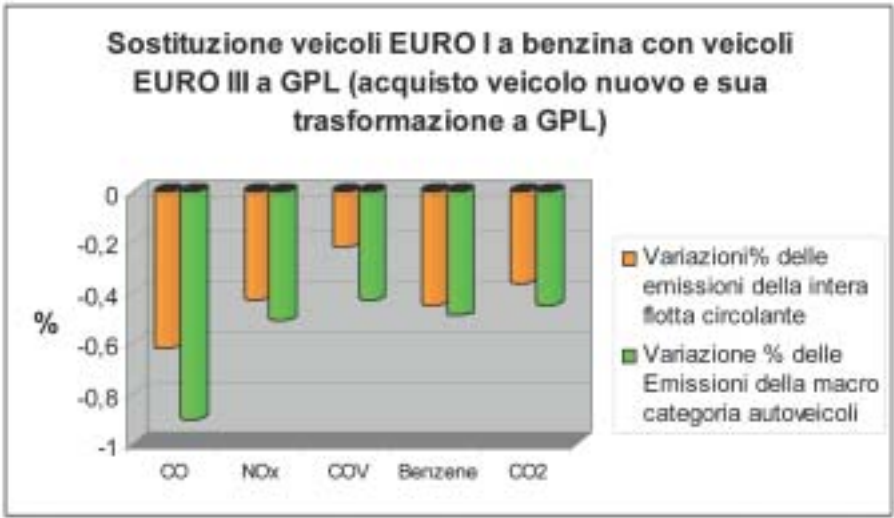
**Figura 4a:** Trasformazione di autoveicoli a benzina EURO I con autoveicoli GPL EURO I (trasformazione di 567.621 veicoli in totale)



**Tabella 5:** Scenario medio termine (2005): trasformazione Autoveicoli EURO I con GPL EURO III (acquisto nuovo e sua trasformazione a GPL, sost. 1.38%, emissioni espresse in Kg/Km)

SCENARIO MEDIO TERMINE (2005)	CO	NOx	COV	Benzene	CO2
Emissioni della flotta circolante totale	4694,22	756,67	844,53	21,59	130685,36
VARIAZIONE % RISPETTO RIFERIMENTO	-0,62	-0,43	-0,22	-0,45	-0,36
Emissioni della macro categoria autoveicoli	3229,67	620,87	438,93	19,91	103769,96
VARIAZIONE % autoveicoli	-0,90	-0,51	-0,43	-0,49	-0,45

**Figura 5: Variazioni % delle emissioni inquinanti**



In questo caso (trasformazione di autoveicoli EURO I) otteniamo la situazione opposta rispetto al caso precedente. Le diminuzioni delle emissioni sono meno che proporzionali rispetto al valore percentuale di trasformazione degli autoveicoli EURO I.

## Veicoli Diesel

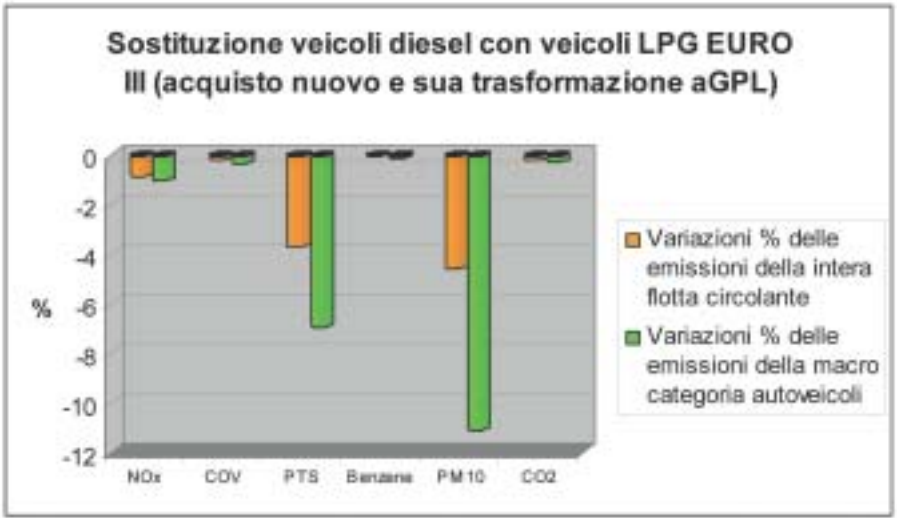
I due scenari seguenti sono relativi alla sostituzione di autoveicoli diesel con veicoli GPL. Questa ipotesi prevede in ogni caso l'acquisto di un nuovo veicolo a benzina e la sua trasformazione a GPL non esistendo attualmente la possibilità di trasformazione a GPL per un veicolo diesel. Sono state fatte due ipotesi differenti per la sostituzione:

- acquisto di un veicolo usato (EURO II a benzina) e sua trasformazione a GPL;
- acquisto di un veicolo nuovo (EURO III a benzina) e sua trasformazione a GPL.

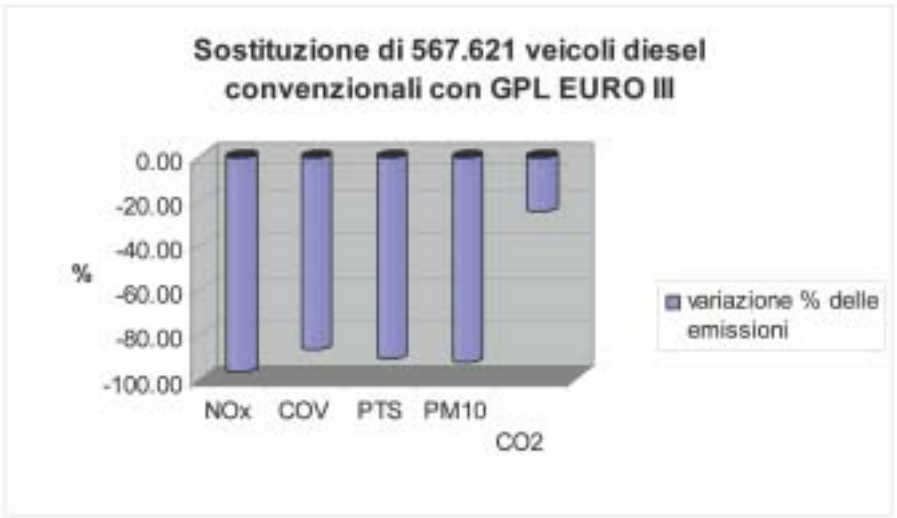
**Tabella 6:** : Scenario medio termine (2005): sostituzione Diesel convenzionali con GPL EURO III (acquisto nuovo e sua trasformazione a GPL, sost 1.38%, emissioni espresse in Kg/Km)

SCENARIO MEDIO TERMINE (2005)	Abs	COV	PTS	Benzina	GNL	CO2
Emissioni della flotta circolante totale	747,69	845,08	57,29	21,67	46,20	130888,58
VARIAZIONE % RISPETTO RIFERIMENTO	-0,82	-0,16	-3,67	-0,06	-4,56	-0,20
Emissioni della macro categoria autoveicoli	617,88	479,49	29,48	19,99	22,55	103973,48
VARIAZIONE % autoveicoli	-0,99	-0,30	-6,90	-0,07	-11,88	-0,25
Variazione % sui soli trasformati	-96,16	-96,50	-90,33	-	-92,02	-23,92

**Figura 6:** Variazioni % delle emissioni inquinanti



**Figura 6a:** Sostituzione di autoveicoli diesel convenzionali con autoveicoli GPL EURO III (trasformazione di 567.621 veicoli in totale)

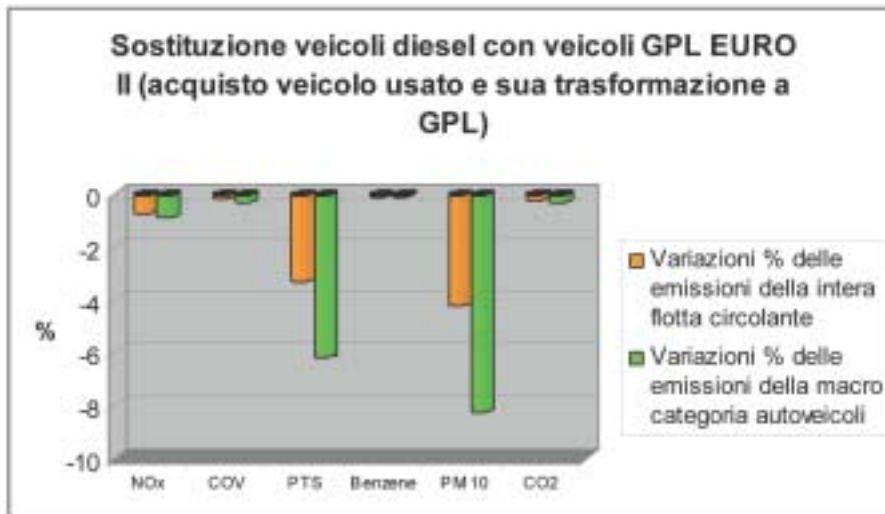




**Tabella 7:** Scenario medio termine (2005): sostituzione Diesel conv con GPL EURO II (acquisto usato e sua trasformazione a GPL, sost 1.38%, emissioni espresse in Kg/Km)

SCENARIO MEDIO TERMINE (2005)	NOx	COV	PTS	Benzene	PM10	CO2
Emissioni della flotta circolante totale	748,67	845,29	17,51	21,67	46,17	130888,88
VARIAZIONE % RISNETTO RIFERIMENTO	-0,49	-0,13	-3,28	-0,86	-4,22	-0,20
Emissioni della macro categoria autoveicoli	618,87	439,70	29,71	19,99	23,27	103973,48
VARIAZIONE % autoveicoli	-0,83	-0,26	-6,17	-0,87	-8,24	-0,25

**Figura 7:** Variazioni % delle emissioni inquinanti



La Tabella 6 riporta i risultati relativi alla sostituzione di veicoli diesel di tipo convenzionale con autoveicoli alimentati a GPL di tecnologia EURO III (ipotesi di acquisto veicolo nuovo e sua trasformazione a GPL). Per tutti gli inquinanti otteniamo delle significative riduzioni soprattutto per le polveri totali (PTS) e sottili (PM10).

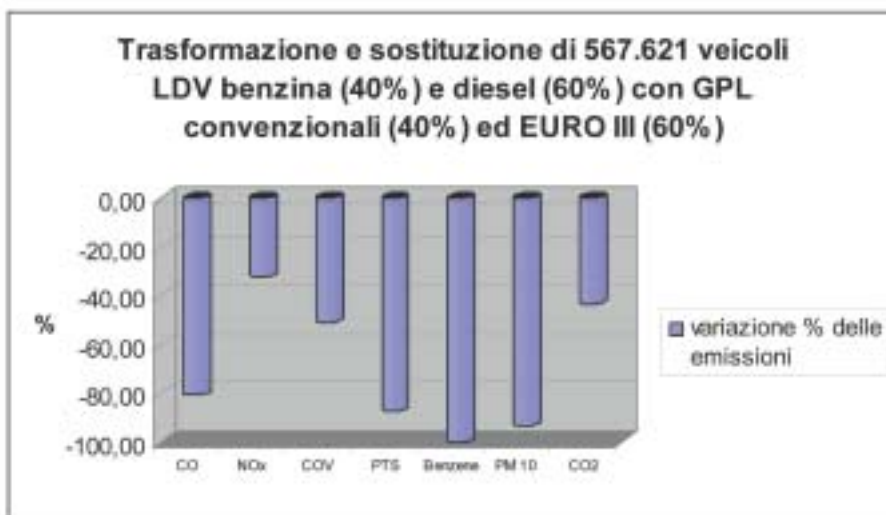
Tale scenario mostra quindi come interventi di sostituzione di veicoli diesel potrebbero consentire risultati decisamente più che proporzionali rispetto alla percentuale di flotta coinvolta soprattutto nei riguardi delle temute polveri fini (PM10). Ciò è di estremo interesse soprattutto in ambito urbano, dove la percentuale dei veicoli "a freddo" aumenta e il rischio espositivo è più elevato. La Tabella 7 mostra dei benefici minori ma non meno significativi se si osserva la diminuzione delle emissioni di PM10 (di circa l'8% rispetto all'1,38% di veicoli sostituiti) ottenuta dalla simulazione.

La sostituzione di veicoli diesel porta ad un abbattimento quasi completo di particolati totali e fini.

### LDV

Infine è stata condotta una simulazione degli effetti della sostituzione e trasformazione di LDV. Si noti come l'intervento porti a vantaggi significativi per le polveri ed il benzene. Questo tipo di scenario permette la positiva valutazione di una possibile strategia di intervento sui veicoli commerciali, importanti soprattutto per le polveri fini.

**Figura 8:** Sostituzione di veicoli LDV convenzionali con veicoli GPL convenzionali ed EURO III (trasformazione di 567.621 veicoli in totale)



### Caso Urbano

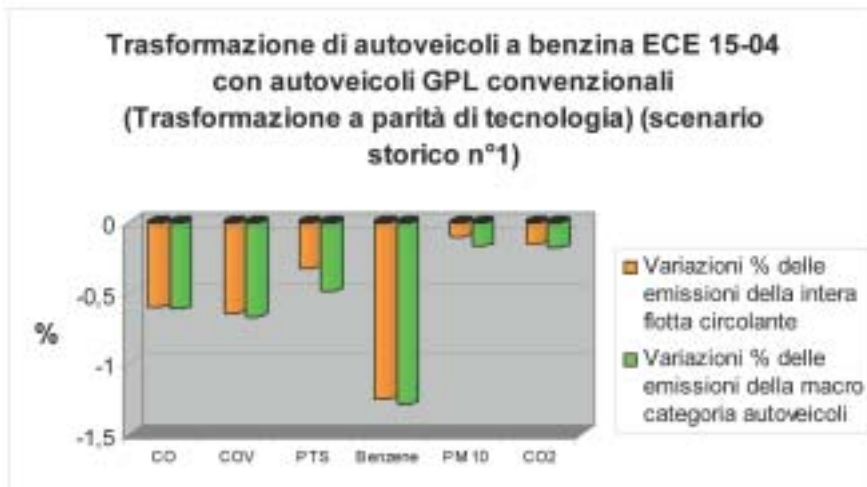
Il primo scenario simulato rappresenta lo scenario storico di trasformazione di 16.600 veicoli 15-04 a GPL, trasformazione effettuata facendo ricorso agli incentivi del governo nella città campione. I risultati sono riassunti nella seguente Tabella.

Lo scenario mette in evidenza come la trasformazione abbia portato a benefici generalizzati con particolare riferimento agli inquinanti COV e benzene per cui abbiamo consistenti riduzioni, per il benzene più che proporzionali.

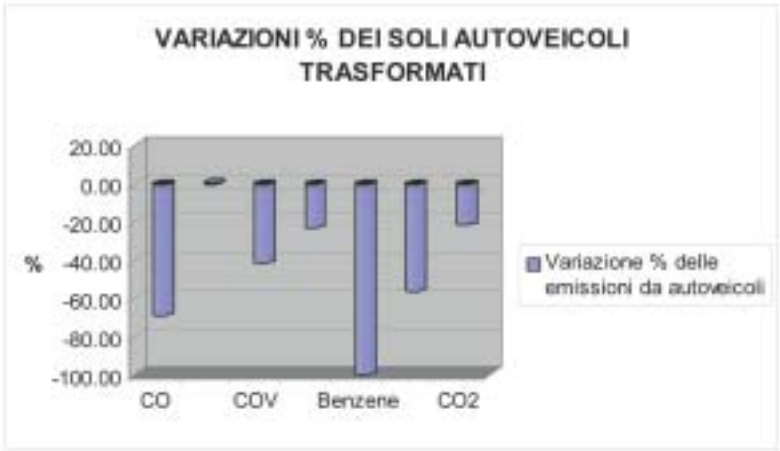
**Tabella 9:** Scenario urbano storico n°1: trasformazione di autoveicoli a benzina ECE 15-04, con GPL convenzionali (16.600 veicoli, 0.79%, emissioni espresse in Kg/giorno)

SCENARIO URBANO STORICO N°1	CO	COV	PTS	Benzene	PM10	CO2
Emissioni della flotta circolante totale	1,205,346.4	97,572.0	6,638.8	4,280.4	4,886.4	19,224,030.4
VARIAZIONE % ASPETTO						
RIFERIMENTO	-0.00	-0.64	-8.33	-1.25	-0.10	-0.15
Emissioni della macro categoria autoveicoli	1,171,699.2	91,794.4	4,444.8	4,162.8	2,745.6	15,906,888.0
VARIAZIONE % autoveicoli	-0.01	-0.67	-4.40	-1.38	-0.17	-0.18
Variazione % auto trasformate	-07.43	-35.77	-34.78	-100.00	-33.33	-18.17

**Figura 9:** Variazioni % delle emissioni inquinanti



**Figura 9a: Variazioni % dei soli veicoli trasformati**



Il secondo scenario storico (Tabella 10) tiene conto della trasformazione sia dei veicoli ECE 15-04 "incentivati" (primo scenario storico), sia del numero di trasformazioni fisiologiche, cioè senza incentivi, per veicoli di altra categoria.

Le trasformazioni fisiologiche interessano le seguenti tipologie veicolari:

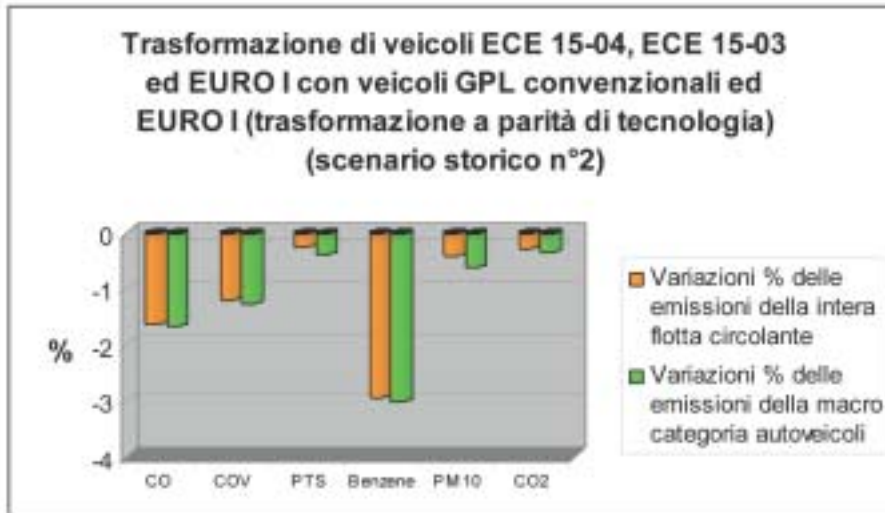
- autoveicoli a benzina con tecnologia ECE 15-03;
- autoveicoli a benzina con tecnologia EURO I.

I risultati di tale scenario sono simili al caso precedente con variazioni percentuali delle emissioni più elevate (la riduzione percentuale per il benzene è stimata pari a circa 3) come era da attendersi in virtù del maggior numero di veicoli coinvolti e delle differenti categorie veicolari interessate dalla trasformazione.

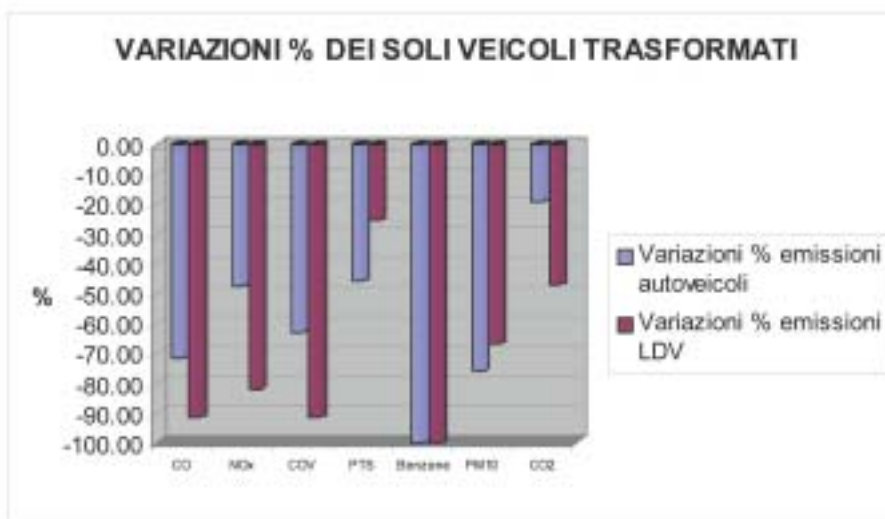
**Tabella 10: Scenario urbano storico n°2: Trasformazione di veicoli ECE 15-04 con GPL convenzionale (0,79 %) (primo scenario storico) e trasformazione di veicoli ECE 15-03 ed EURO I con veicoli GPL convenzionali ed EURO I (0,70 %)**

SCENARIO STORICO N°2	CO	COV	PTS	Benzene	PM10	CO2
Emissioni della flotta circolante totale	1.793.073,6	97.034,4	6.821,6	4.287,6	4.872,0	19.201.471,2
VARIAZIONE % RISPETTO RIFERIMENTO	-1,63	-1,18	-0,25	-3,81	-0,36	-0,27
Emissioni della nuova categoria autoveicoli	1.191.226,4	91.214,4	4.479,6	4.098,8	2.753,6	15.893.788,8
VARIAZIONE % autoveicoli	-1,67	-1,25	-0,38	-3,85	-0,61	-0,33
VARIAZIONE % auto trasformate	-68,83	-41,54	-32,86	-108,88	-56,35	-33,44

**Figura 10: Variazioni % delle emissioni inquinanti**



**Figura 10a: Variazioni % dei soli veicoli trasformati**



I prossimi due scenari (i risultati delle simulazioni sono riportati in Tabella 12 e Tabella 13) vogliono rappresentare un interessante confronto di interventi di rinnovo della flotta pubblica.

Il citato "Rapporto Annuale sulla qualità dell'aria - Anno 2001" indicava l'impegno a rinnovare 900 vetture diesel convenzionali della attuale flotta (in Tabella 11 si riassume la consistenza del parco autobus della città campione Roma) con altrettante di categoria EURO III diesel (la Tabella 12 ne riporta il contributo stimato, mentre la Tabella 13 rappresenta lo stesso scenario di rinnovo facendo però ricorso a vetture EURO III a GPL).

**Tabella 11:** Consistenza del parco autobus ATAC su Roma

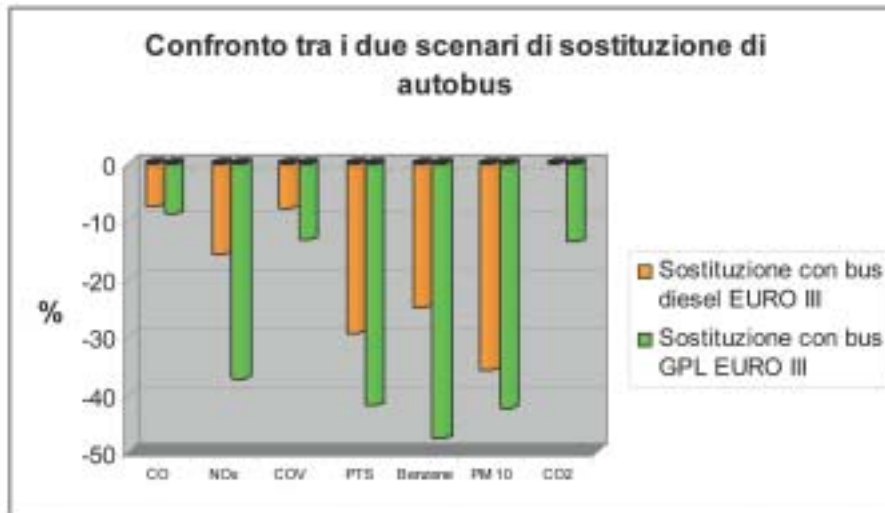
Categoria	Scenario attuale			Scenario di rinnovo con veicoli diesel EURO III		
	n° di veicoli	%	N° su strada	n°	%	N° su strada
elettrico	39	1,546	31	39	1,546	31
EURO 0	1924	76,289	1826	1024	40,603	812
EURO I	28	1,110	22	28	1,110	22
EURO II	531	21,055	421	531	21,055	421
EURO III	0	0,000	0	900	35,686	714
EURO IV	0	0,000	0	0	0,000	0
<b>Totale</b>	<b>2522</b>	<b>100,000</b>	<b>2000</b>	<b>2522</b>	<b>100,000</b>	<b>2000</b>

**Tabella 12:** Scenario urbano BUS (caso di progetto): Sostituzione di autobus diesel convenzionali con autobus diesel EURO III (emissioni espresse in Kg/giorno)

SCENARIO URBANO BUS	CO	NOx	COV	PTS	PM10	CO2
Emissioni della flotta circolante totale	1212540,0	61216,8	98133,6	6547,2	4816,8	19.254.065
VARIAZIONE % RISPETTO RIFERIMENTO	-0,02	-1,48	-0,06	-1,37	-1,52	0,00
Emissioni della macro categoria autobus	3026,4	4917,6	756,0	218,4	189,6	454.312
VARIAZIONE % AUTOBUS	-7,55	-15,71	-7,89	-29,46	-35,77	-0,01

**Tabella 13:** Scenario urbano BUS (caso di progetto): sostituzione di autobus diesel convenzionali con autobus GPL EURO III (emissioni espresse in Kg/giorno).

SCENARIO URBANO BUS	CO	NOx	COV	PTS	Benzene	PM10	CO2
Emissioni della flotta circolante totale	1212503,0	60067,2	98008,0	6518,4	4329,8	4807,2	19.226.261
VARIAZIONE % RISPETTO RIFERIMENTO	-0,02	-3,33	-0,11	-1,81	-0,11	-1,72	-0,14
Emissioni della macro categoria autobus	2991,8	3664,8	712,8	180,0	5,0	170,4	392.635
VARIAZIONE % BUS	-8,61	-37,19	-13,16	-41,86	-47,50	-42,28	-13,58

**Figura 12: Variazioni % delle emissioni inquinanti**

Dalla Figura 12 emerge che entrambi gli scenari sono caratterizzati da potenziali emissivi ridotti rispetto allo scenario di riferimento. Tuttavia le percentuali di riduzione sono decisamente più elevate nel caso della sostituzione di bus 'vecchi' con autobus alimentati a GPL (fatta eccezione per il CO). Nonostante le elevate percentuali di riduzione del solo contributo dei Bus rispetto al caso di riferimento, dalle simulazioni invece emerge un modesto beneficio a livello complessivo di interventi di rinnovo della flotta di trasporto pubblico (le percorrenze infatti sono pari a circa il 5% delle complessive).