

# IL PARCO VEICOLARE DELLA REGIONE FVG

## Evoluzione della sua composizione dal 2005 al 2010 - Applicazioni dei fattori di emissione

Tommaso Pinat<sup>1\*</sup>

### Sommario

Nell'articolo viene analizzata l'evoluzione temporale, dal 2005 al 2010, del parco circolante della Regione Friuli Venezia Giulia. Vengono considerate le principali classi veicolari, con particolare riferimento alle tipologie legislative, per motori Diesel e benzina. Sono poi presentati dei fattori di emissione europei per i 5 principali inquinanti emessi dal traffico (HC, NOx, CO, PTS e CO<sub>2</sub>) e da questi, applicandoli al parco circolante regionale, sono calcolati dei fattori di emissione medi pesati e le emissioni totali per ciascun anno considerato. Infine, un paragrafo specifico è dedicato alle autovetture a metano e a GPL.

### Keywords

Pressioni — Emissioni in atmosfera — Parco veicolare — INEMAR

<sup>1</sup>ARPA FVG - Centro Regionale di Modellistica Ambientale

\*Autore di riferimento: tommaso.pinat@arpa.fvg.it

### Indice

<b>1</b>	<b>Il parco veicolare del Friuli Venezia Giulia</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>I Fattori di Emissione</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>Le emissioni</b>	<b>12</b>
3.1	HC	
3.2	CO	
3.3	NOx	
3.4	PTS	
3.5	CO <sub>2</sub>	
<b>4</b>	<b>Medie Pesate</b>	<b>13</b>
<b>5</b>	<b>Il Parco Automobili a GPL e Metano</b>	<b>19</b>
<b>6</b>	<b>Bibliografia e sitografia</b>	<b>27</b>

## 1. Il parco veicolare del Friuli Venezia Giulia

L'evoluzione che il parco circolante della Regione Friuli Venezia Giulia (Regione FVG) ha seguito nel corso degli ultimi anni è qui presentata sotto diversi aspetti caratteristici.

I dati sono quelli forniti dall'ACI [1] e si riferiscono a 6 anni consecutivi, partendo dal 2005 e arrivando al 2010. La suddivisione macroscopica dei parchi qui riportata si è ottenuta seguendo la classificazione Copert IV [2] in settori (evitando la più dettagliata ma qui non necessaria suddivisione in attività, comunque presente nel catasto delle emissioni INEMAR [3], ovvero: autovetture, mezzi trasporto merci leggeri (< 3,5t), mezzi trasporto merci pesanti (> 3,5t), bus/pullman, motocicli.

Vi sono alcune annotazioni preliminari da fare.

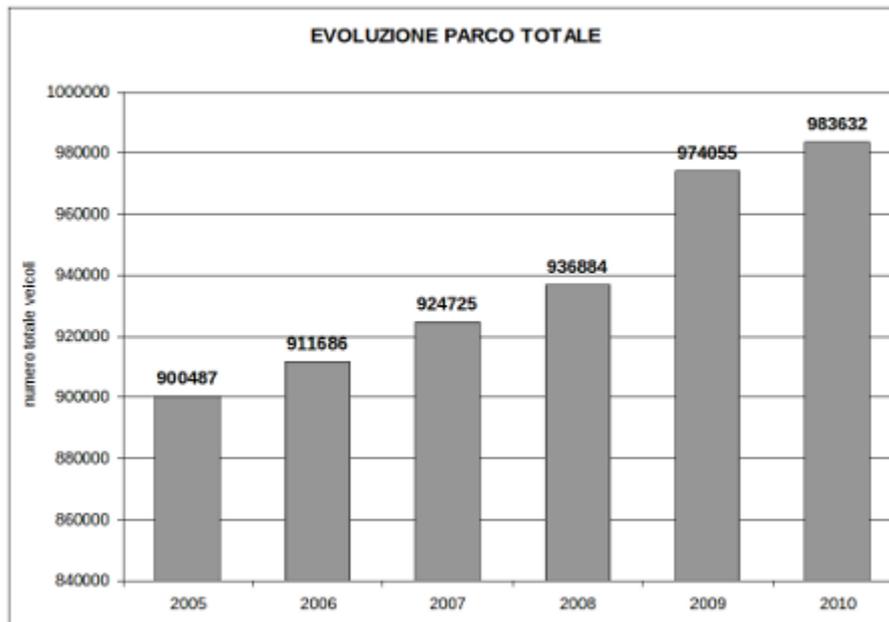
La classe delle autovetture è, come ci si può aspettare, quella numericamente più corposa in tutti gli anni esaminati, rappresentando circa l'80% del parco circolante totale.

La classe bus/pullman è stata accorpata in quella dei mezzi trasporto merci pesanti. Questo per l'esiguità numerica di tale classe e per il fatto che essa rappresenta una percentuale degna di nota nei soli capoluoghi di provincia della regione e quindi, in una visione d'insieme, non è apprezzabile. Oltre a ciò però va evidenziato come il numero dei bus/pullman non sia per ora riportato per gli anni 2006-7-8 a causa della mancata fornitura del dato da parte dall'ACI.

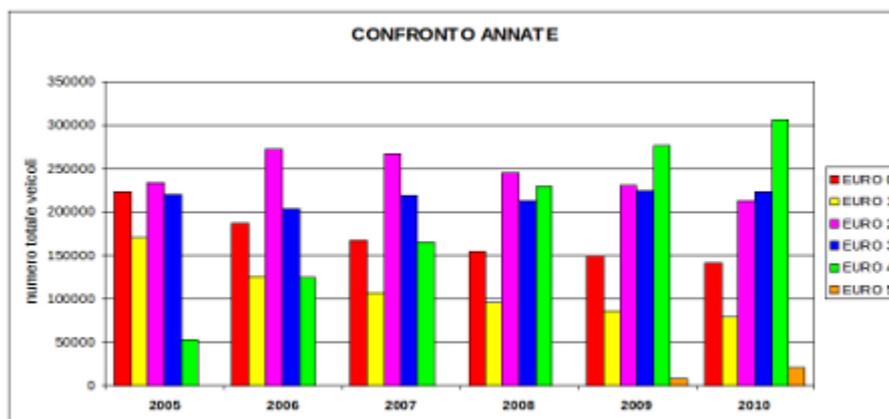
La classe dei motocicli invece non comprende i veicoli a due ruote al di sotto dei 125cc di cilindrata, in quanto non è un dato disponibile nell'annuario ACI e risulta di difficile reperimento.

In tutte le classi veicolari analizzate è possibile notare un progressivo, anche se modesto, aumento del numero di mezzi, cosa che è confermata anche dalla tendenza generale all'incremento del parco circolante totale.

Questo tipo di tendenza non ha un andamento altrettanto costante se si osserva l'evoluzione del numero dei veicoli in funzione del tipo legislativo, inteso come classe Euro [4] collegata ai sistemi di abbattimento degli inquinanti, a cui essi appartengono. Le due classi con tipo legislativo più vecchio, ovvero la Euro 0 (che comprende oltre alle Euro 0 effettive anche tutti i veicoli di tipologia legislativa precedente) e la Euro 1, mostrano una progressiva decrescita del numero complessivo di elementi, mentre le due classi di tipologia più recente, la Euro 4 e la Euro 5, presentano un prevedibile incremento progressivo dal 2005 al 2010. E' da notare inoltre che a tutto il 2010 la tipologia Euro 5 rappresenta ancora una percentuale minima del totale (2%). Tuttavia le due classi intermedie, la Euro 2 e la Euro 3, che assieme costituiscono per ciascun anno più della metà o quasi dell'intero parco circolante (nel 2009 e 2010 poco meno della metà), presentano delle evoluzioni temporali che non seguono un andamento preciso. Ovviamente il

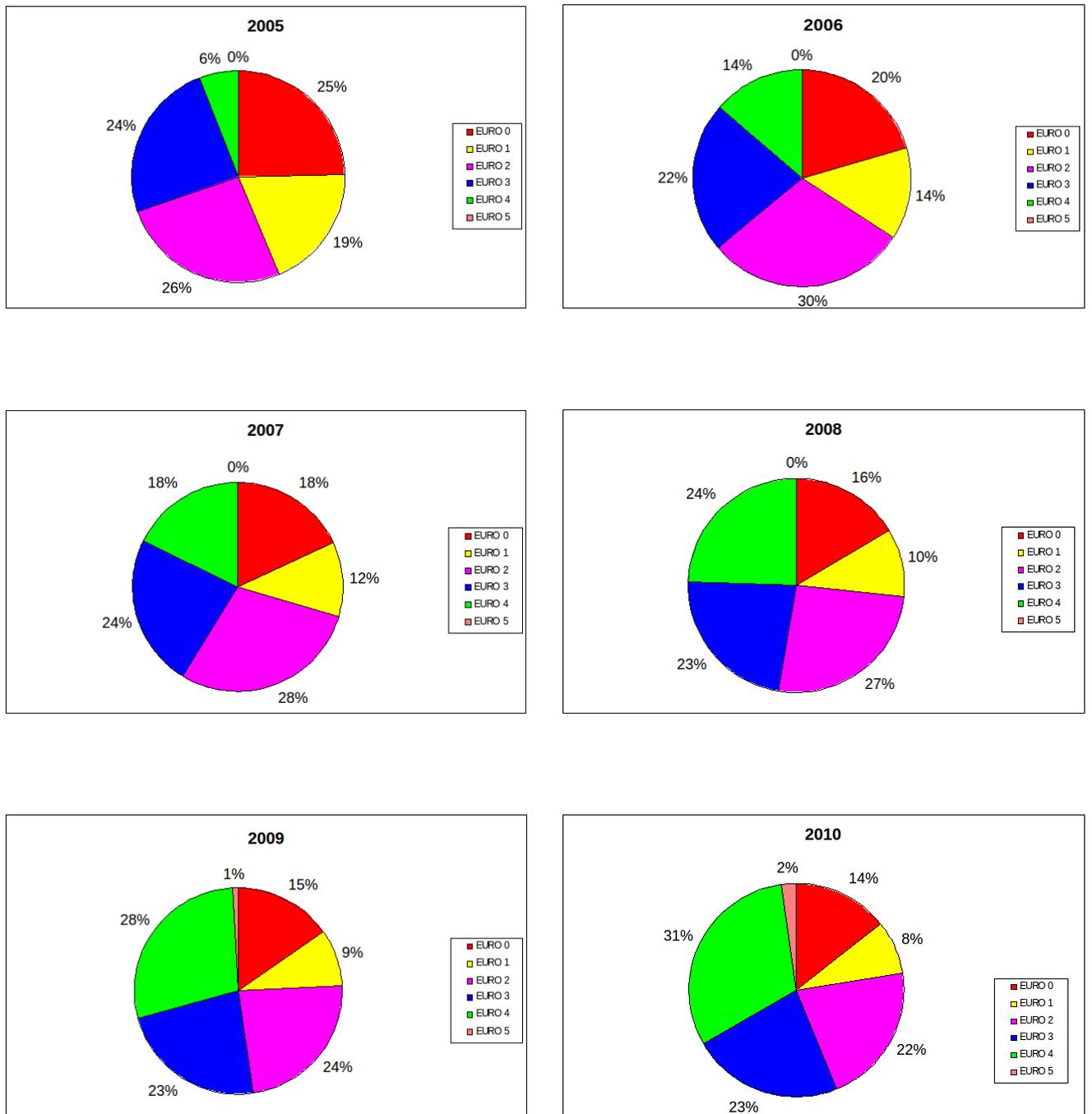


**Figura 1.** I parchi circolanti regionali dal 2005 al 2010

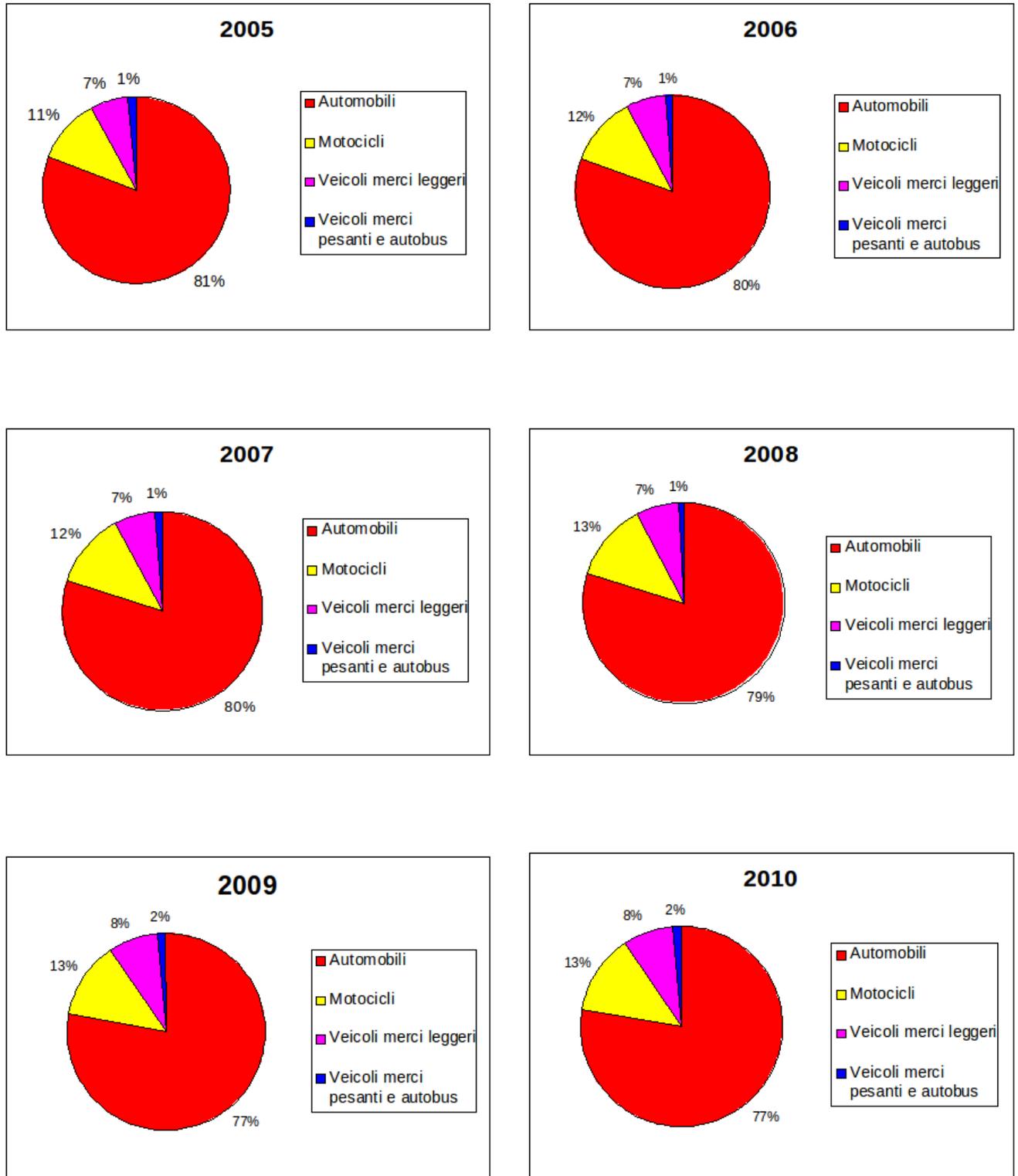


**Figura 2.** Analisi per anno della variazione numerica del parco per tipologia legislativa

parco tenderà sempre più, col tempo, a vedere sostituite le classi Euro più vecchie da quelle più nuove, tuttavia questo non è necessariamente apprezzabile in modo inequivocabile nella presente analisi in quanto l'indice di vita media delle vetture, almeno per le regioni settentrionali, è compreso tra i 7 e i 9 anni [5]. Le fluttuazioni a cui sono soggette le Euro 2 e Euro 3 possono essere spiegate in vari modi come, ad esempio, con il fatto che tali vetture sono ancora in commercio, non potendosi ancora considerare vecchie, e possono nel tempo cambiare proprietario e regione.



**Figura 3.** Evoluzione percentuale del parco circolante totale per tipologia legislativa dal 2005 al 2010



**Figura 4.** Distribuzione percentuale dei veicoli dal 2005 al 2010

## 2. I Fattori di Emissione

Sono stati analizzati e elaborati i fattori di emissione forniti dal “Handbook of emission factors for Road Transport” [6] (HBEFA), per poi applicarli al caso specifico del parco circolante della Regione FVG.

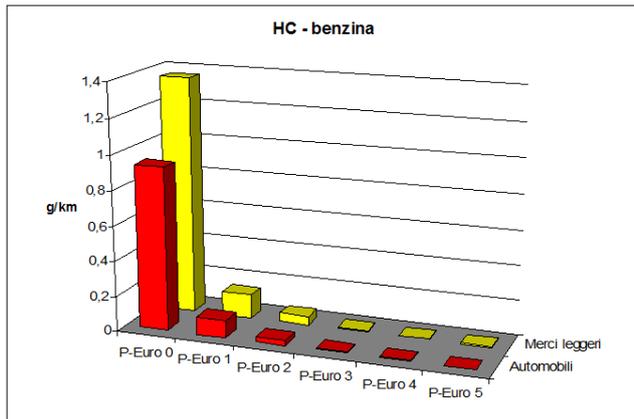
Il HBEFA fornisce i fattori di emissione, in g/km, per le principali categorie di veicoli su strada, ovvero per automobili, mezzi trasporto merci leggeri ( $< 3,5t$ ), mezzi trasporto merci pesanti ( $> 3,5t$ ) e motocicli. I fattori forniti sono stati sperimentati fino alla tipologia legislativa Euro 4 compresa, mentre invece sono stati valutati a partire da considerazioni ingegneristiche per la tipologia Euro 5 e successive.

I fattori sono presentati con una suddivisione che dettaglia le categorie in funzione di numerosi parametri, in particolare del tipo legislativo (dalle pre-Euro fino alle Euro 6) a cui i veicoli appartengono e del tipo di alimentazione (benzina e Diesel).

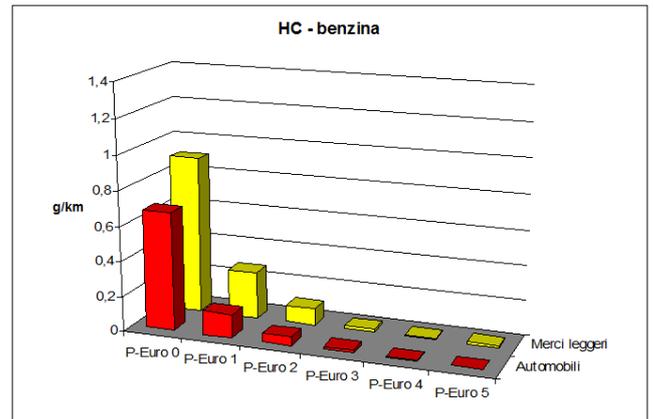
Gli inquinanti considerati sono 5: HC (idrocarburi totali), CO, NOx, CO<sub>2</sub> (derivante solo da combustibile fossile, non da biocombustibili, i “biofuel”) e PTS. La pubblicazione fornisce i fattori di emissione calcolandoli in funzione di differenti situazioni di traffico in funzione della tipologia di territorio, di strada considerata e di limite di velocità nella sua percorrenza.

Il HBEFA fornisce una grande varietà di casistiche per le quali i fattori di emissione chilometrici vengono calcolati, permettendo di distinguere numerose condizioni di percorrenza a seconda della morfologia dell’area di interesse (urbana, rurale), tipologia di strada, limiti di velocità nella percorrenza. Nel caso di quest’analisi sono state inizialmente considerate due tipologie generiche di strada con due limiti di velocità di percorrenza che possano comprendere la maggior parte delle strade della Regione FVG. I fattori di emissione estratti sono quindi relativi al limite di percorrenza di 50 km/h e a quello di 90 Km/h.

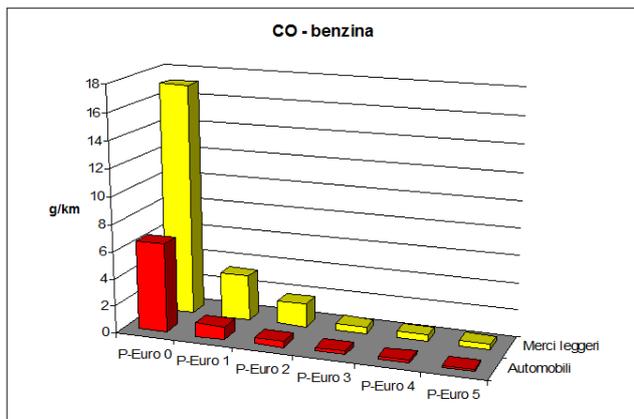
Dal confronto dei due diversi casi di limite di velocità di percorrenza è evidente come l’andamento seguito dai fattori di emissione per classe veicolare e inquinante non cambi, pur variando invece i valori numerici calcolati dal HBEFA.



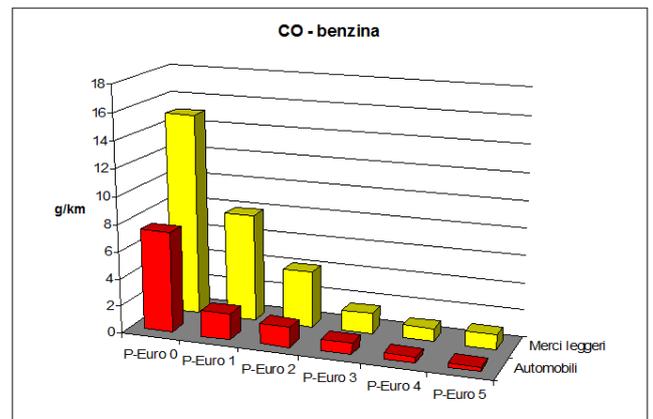
Idrocarburi totali (HC) a 50 Km/h



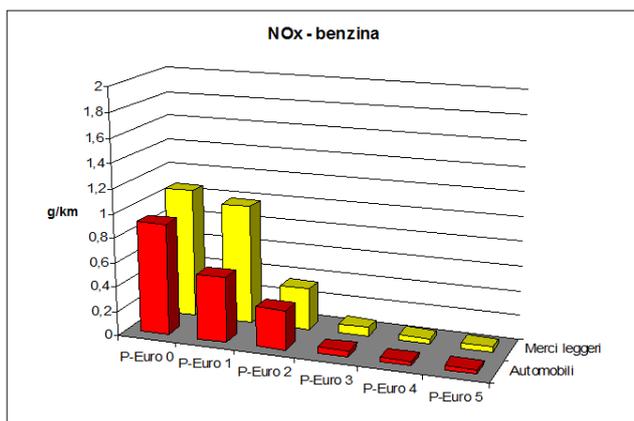
Idrocarburi totali (HC) a 90 Km/h



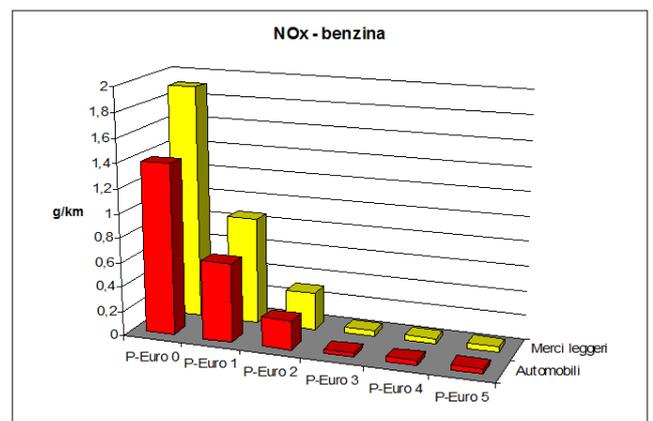
Ossido di carbonio (CO) a 50 Km/h



Ossido di carbonio (CO) a 90 Km/h

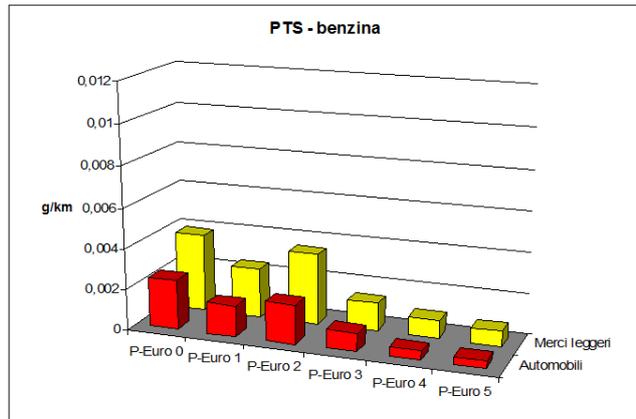


Ossidi di azoto (NOx) a 50 Km/h

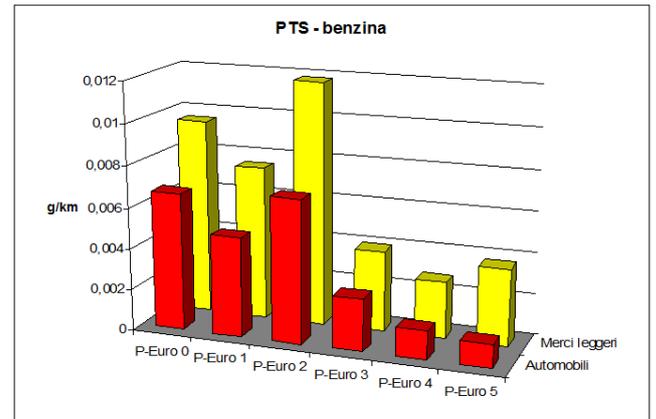


Ossidi di azoto (NOx) a 90 Km/h

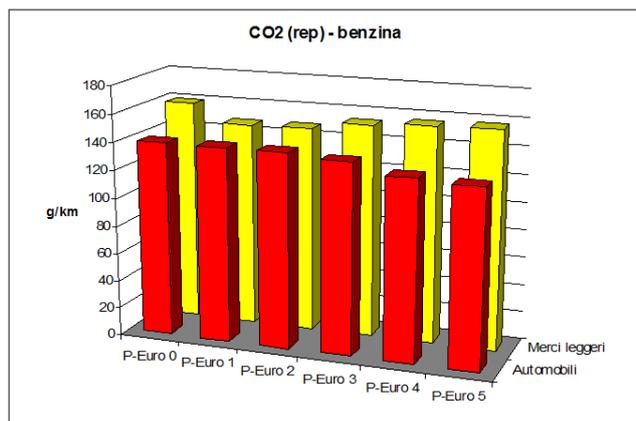
Figura 5. Valori dei fattori di emissione per inquinante per veicoli a benzina per tipologia legislativa



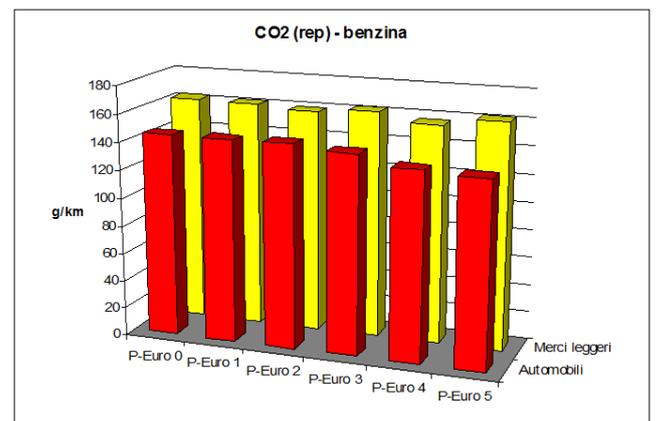
Materiale particolato totale (PTS) a 50 Km/h



Materiale particolato totale (PTS) a 90 Km/h

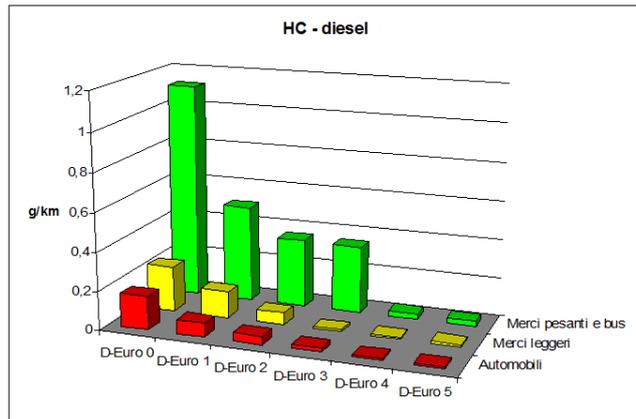


Biossido di carbonio (CO2) a 50 Km/h

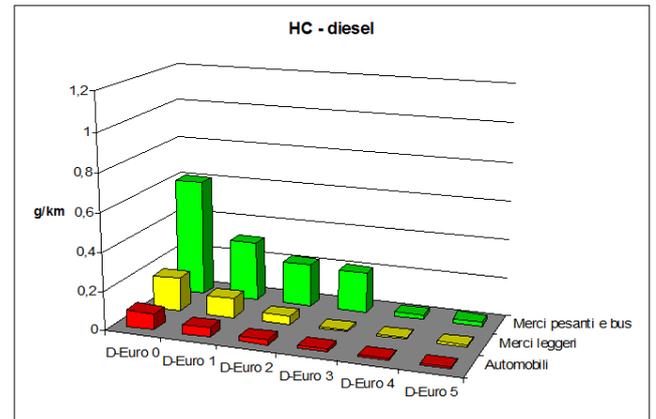


Biossido di carbonio (CO2) a 90 Km/h

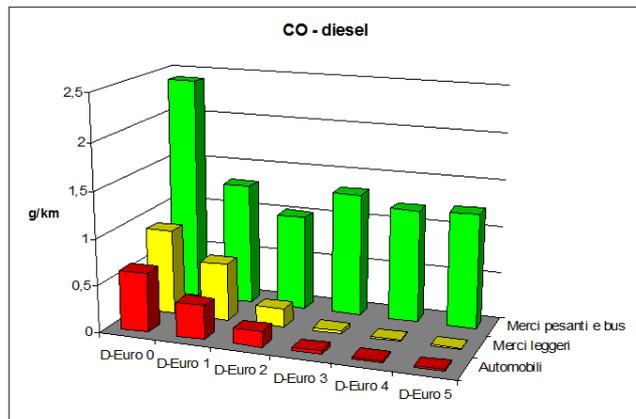
**Figura 6.** Valori dei fattori di emissione per inquinante per veicoli a benzina per tipologia legislativa



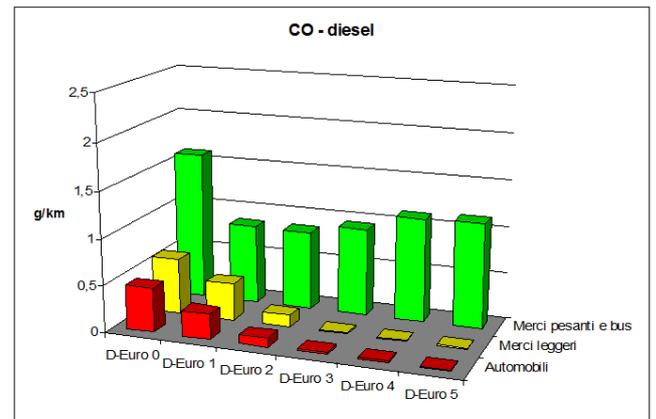
Idrocarburi totali (HC) a 50 Km/h



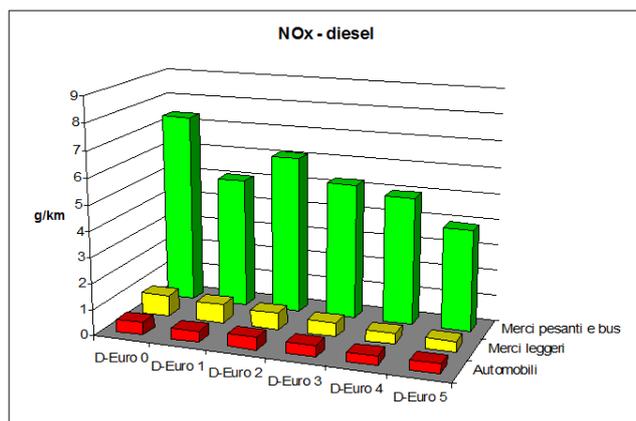
Idrocarburi totali (HC) a 90 Km/h



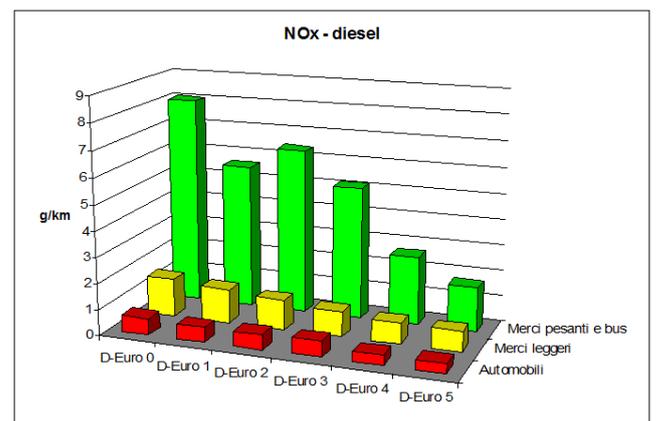
Ossido di carbonio (CO) a 50 Km/h



Ossido di carbonio (CO) a 90 Km/h

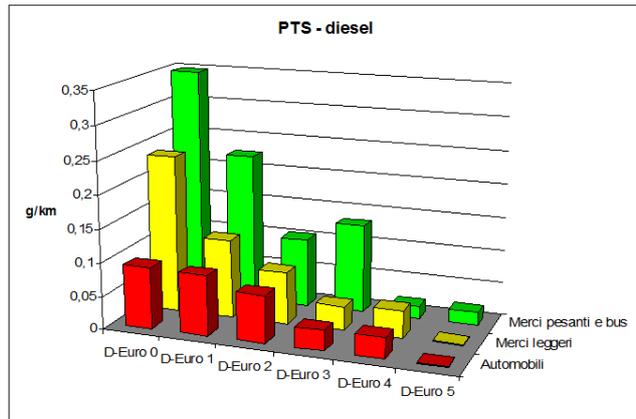


Ossidi di azoto (NOx) a 50 Km/h

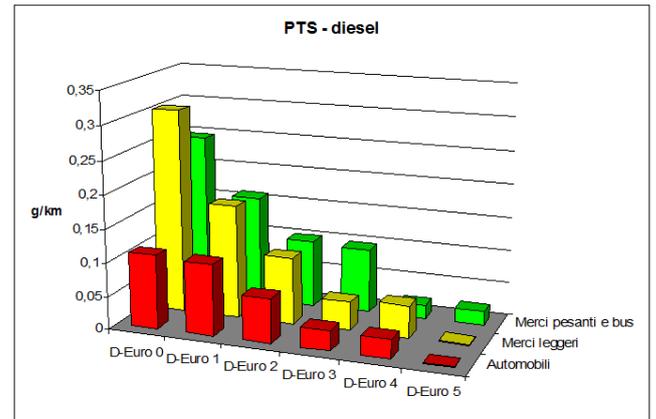


Ossidi di azoto (NOx) a 90 Km/h

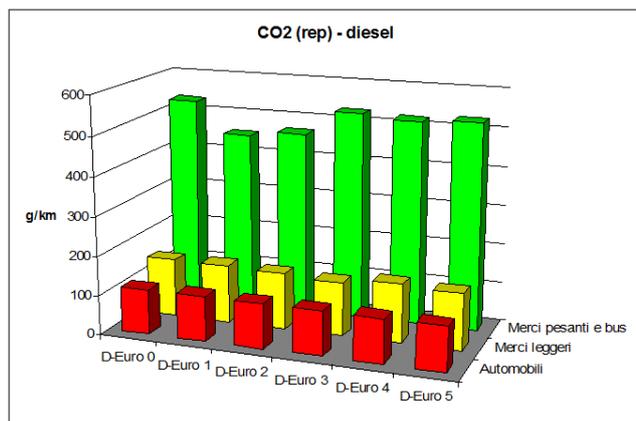
**Figura 7.** Valori dei fattori di emissione per inquinante per veicoli Diesel per tipologia legislativa



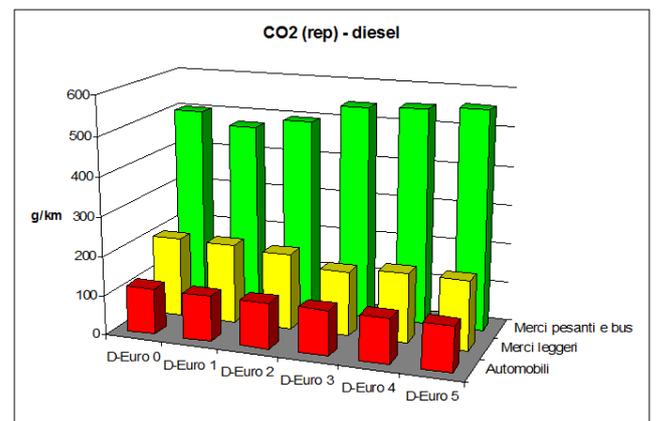
Materiale particolato totale (PTS) a 50 Km/h



Materiale particolato totale (PTS) a 90 Km/h

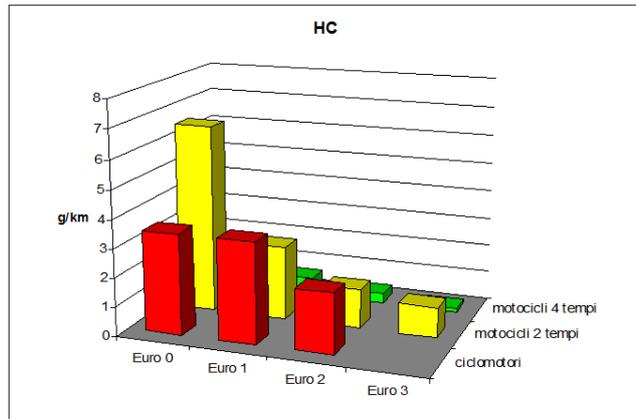


Biossido di carbonio (CO2) a 50 Km/h

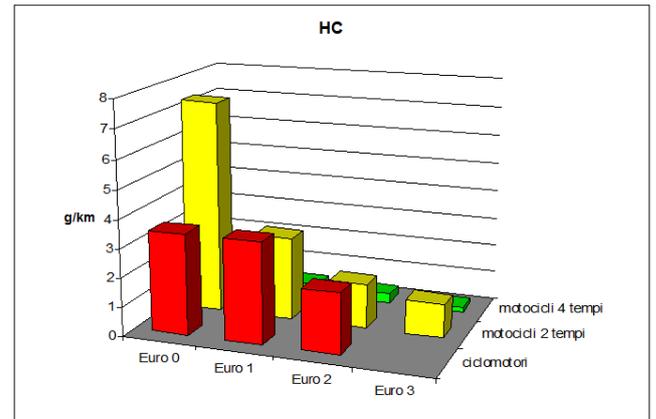


Biossido di carbonio (CO2) a 90 Km/h

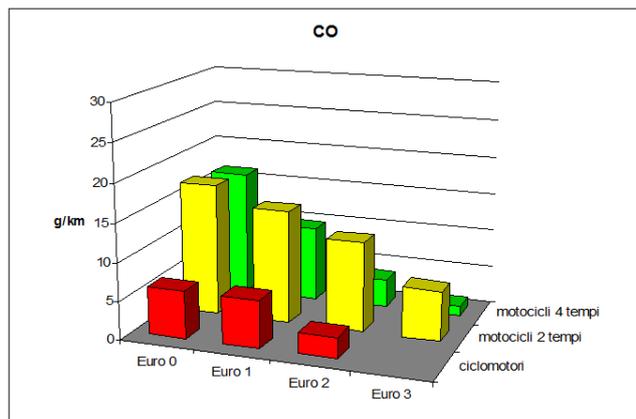
**Figura 8.** Valori dei fattori di emissione per inquinante per veicoli Diesel per tipologia legislativa



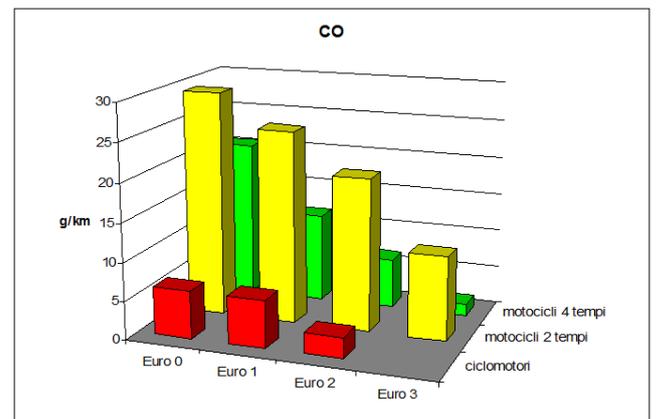
Idrocarburi totali (HC) a 50 Km/h



Idrocarburi totali (HC) a 90 Km/h

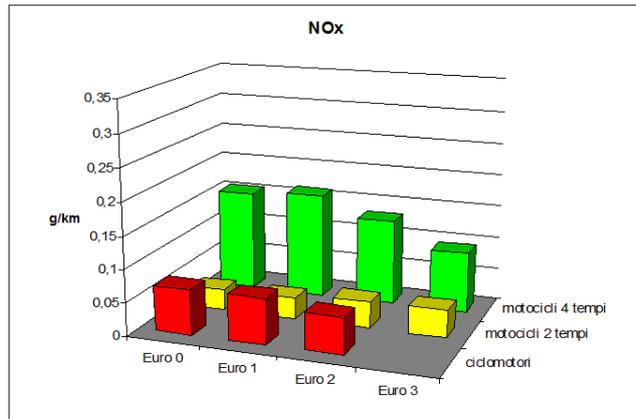


Ossido di carbonio (CO) a 50 Km/h

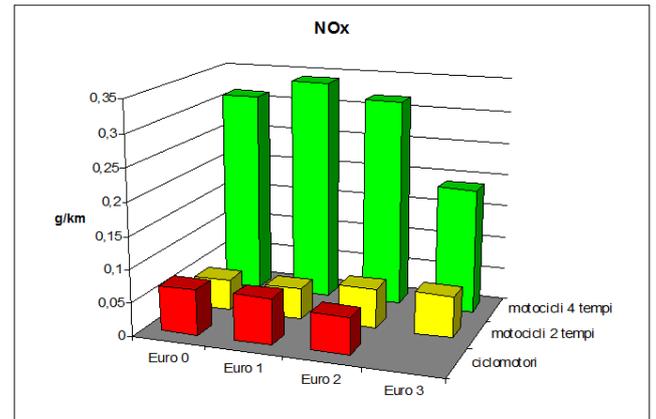


Ossido di carbonio (CO) a 90 Km/h

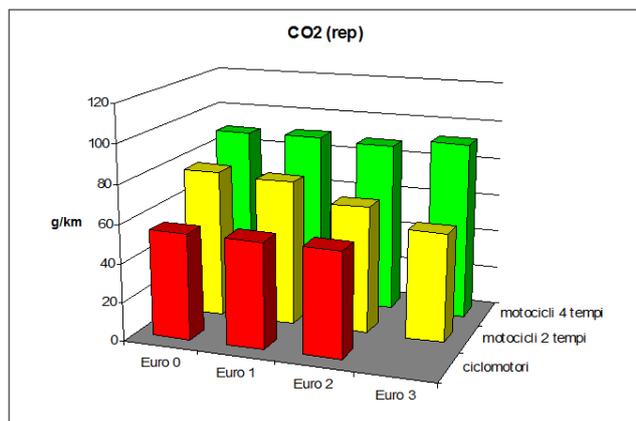
**Figura 9.** Valori dei fattori di emissione per inquinante per i soli motocicli per tipologia legislativa



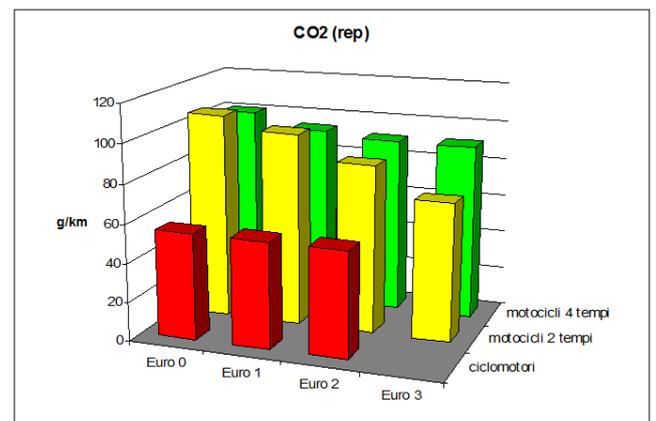
Ossidi di azoto (NOx) a 50 Km/h



Ossidi di azoto (NOx) a 90 Km/h



Biossido di carbonio (CO2) a 50 Km/h



Biossido di carbonio (CO2) a 90 Km/h

**Figura 10.** Valori dei fattori di emissione per inquinante per i soli motocicli per tipologia legislativa

### 3. Le emissioni

Il presente studio propone un'analisi del parco circolante della Regione FVG nel corso di 6 anni consecutivi considerando le emissioni dei principali inquinanti che, sulla base di esso, risultano attese se vengono applicati i fattori di emissione proposti dal HBEFA. Una prima valutazione è stata realizzata sull'emissione totale, sia per classe che indifferenziata, del parco di ciascun anno, applicando i fattori di emissione per i due casi di velocità di percorrenza scelti.

Come già ricordato gli inquinanti considerati sono 5: HC (idrocarburi totali), CO, NOx, CO2 e materiale particolato totale (PTS).

#### 3.1 HC

La quantità di idrocarburi emessa per kilometro risulta diminuire progressivamente dal 2006 al 2010. Ciò avviene sia che si consideri il caso di percorrenza a 50km/h che quello a 90km/h, anche se quantitativamente i valori più alti sono quelli del primo caso. Il contributo maggiore al totale deriva dalle due classi delle autovetture e dei motocicli, dove però risulta interessante notare, passando dal 2005 al 2010, il progressivo decrescere del contributo delle auto, che sia a 50km/h che a 90km/h giunge a dimezzarsi, mentre il contributo dei motocicli si mantiene sostanzialmente costante, diventando dal 2009 in poi il principale tra le due classi. Questo tipo di comportamento può essere ragionevolmente spiegato osservando i fattori di emissione e il loro andamento temporale. Nel caso dei motocicli i fattori risultano essere sempre di almeno un ordine di grandezza superiori di quelli delle autovetture ed inoltre, dato molto rilevante, a differenza di quanto avviene per le autovetture, il loro valore al trascorrere degli anni non decresce altrettanto sensibilmente. Una possibilità è che le tecnologie di abbattimento siano progredite, e quindi applicate, soprattutto per quel che riguarda le autovetture, per le quali comunque il parco tende ad avere un ricambio più rapido di quello dei motocicli.

#### 3.2 CO

Il monossido di carbonio è, analogamente agli idrocarburi, proveniente principalmente dalle due classi veicolari delle autovetture e dei motocicli. L'andamento stesso, nel corso del tempo, ricorda quanto già individuato per gli idrocarburi: il totale generale a chilometro diminuisce progressivamente (seppur meno marcatamente del caso degli HC) dal 2005 al 2010, ed è la componente proveniente dalle autovetture a causare tale flessione, mentre quella derivante dai motocicli rimane pressoché costante. Anche in questo caso le cause che spiegano tale comportamento vanno ricercate nei fattori di emissione forniti dall'HBEFA, che risultano notevolmente maggiori per i motocicli rispetto alle altre classi veicolari e che non presentano, nel tempo, una progressiva riduzione. Tuttavia al contrario di quanto avviene nel caso degli idrocarburi, si può sottolineare come sia quantitativamente maggiore l'emissione del caso di percorrenza a 90km/h, a causa del valore superiore dei fattori di emissione che HBEFA fornisce in questo caso di percorrenza. Infine è interessante notare la pressoché totale assenza di contributo al monossido di carbonio da parte dei mezzi pesanti per il

trasporto merci. Questo dato non sorprende se si tiene conto del fatto che il loro parco veicoli è completamente alimentato a gasolio che, come per gli idrocarburi, contribuisce pochissimo alle emissioni di CO rispetto a quanto invece fatto dai motori a benzina, anche se confrontati con le emissioni di vetture catalizzate secondo le categorie legislative più moderne.

#### 3.3 NOx

Gli ossidi di azoto presentano un andamento che richiede diverse osservazioni. Anzitutto i valori maggiori, dati dal HBEFA, risultano quelli del caso di percorrenza a 90km/h che superano quelli del caso a 50km/h di circa il 15-20%. Più dei due terzi del totale chilometrico emesso dal parco è dato dalle autovetture, a causa del loro elevato numero rispetto a quello delle altre classi veicolari. Il secondo contributo per importanza è quello dei mezzi pesanti ( $> 3,5t$ ) per il trasporto di merci, seguito poi dai mezzi leggeri per il trasporto merci e dai motocicli. I fattori di emissione più rilevanti sono, per l'NOx, quelli relativi alla classe dei mezzi pesanti, per i quali esistono nei parchi solo veicoli alimentati a gasolio, tanto che l'HBEFA non fornisce alcun fattore di emissione per la benzina riferiti a questa classe. Nonostante i fattori di emissione dei veicoli da trasporto pesante siano di almeno un ordine di grandezza superiori ai corrispondenti per le altre tre classi, la predominanza delle autovetture si spiega appunto con il loro numero totale (circa l'80% di tutti i veicoli) e con il fatto che esse superano di più di dieci volte il numero dei mezzi pesanti. L'effetto di tale predominanza numerica potrebbe essere anche maggiore ma ciò non accade grazie al fatto che parte consistente del parco autovetture è alimentata a benzina, alla quale, per il caso a 90km/h, sono associati fattori di emissione di valore inferiore al diesel. Una annotazione importante va fatta relativamente alla flessione che le emissioni totali subiscono per il triennio 2006-2008 rispetto al 2005, nonostante i fattori di emissione non seguano tale andamento. Questo è spiegato con l'andamento del parco circolante per gli anni in questione, infatti in questo studio, come richiamato precedentemente, nella classe dei veicoli pesanti per il trasporto merci sono stati inglobati anche i pullman, il cui numero non è però stato fornito dall'ACI per il triennio 2006-2008. E' ragionevole pensare, considerata anche la percentuale che i pullman costituiscono all'interno della classe mezzi pesanti per gli altri anni (2005, 2009 e 2010), che il trend delle emissioni totali per chilometro avrebbe un andamento decrescente una volta aggiunto il contributo dei pullman.

#### 3.4 PTS

Il caso del particolato si differenzia dagli altri inquinanti per la distribuzione dei contributi fra le varie classi veicolari. La prima annotazione da fare è che il principale contributo al particolato è ovviamente derivante dai motori alimentati a diesel. Inoltre bisogna sottolineare l'assenza del fattore di emissione HBEFA per la classe dei motocicli che quindi non contribuiscono al totale emissivo del particolato. Molto importante è rilevare come i contributi di autovetture e mezzi leggeri per il trasporto merci aumentino progressivamente passando dal 2005 al 2010. Nel caso invece dei mezzi

pesanti, analogamente a quanto sottolineato per l'NOx, il quantitativo di particolato emesso al chilometro subisce una flessione, rispetto al 2005, negli anni 2006, 2007 e 2008, per crescere piuttosto bruscamente di nuovo nel 2009. Anche per questo inquinante quindi può essere ripetuta l'annotazione che vede, per il triennio 2006-8, l'assenza dei pullman nei mezzi pesanti a giustificare la flessione nel trend emissivo. In generale, la metà del particolato proviene dalle autovetture, ancora una volta a causa della loro elevata percentuale sul totale, nonostante i fattori di emissione siano per esse inferiori numericamente a quelli dei veicoli per il trasporto merci, soprattutto per le categorie legislative più vecchie, da Euro 0 a Euro 2. Per le autovetture è interessante anche notare come, dal 2005 al 2010, il numero di veicoli alimentati a benzina diminuiscano mentre aumentino i diesel (che passano dal 20% al 30% del totale). I fattori di emissione più elevati sono quelli dei mezzi pesanti (tutti diesel), ciò fa sì che nonostante il loro numero sia, sul totale, attestato mediamente su un decimo di quello delle autovetture, essi comunque riescano a fornire un contributo pari a circa il 20% del totale calcolato. Tale apporto è notevole anche rispetto a quello dei mezzi da trasporto leggeri che contribuiscono a circa il 30% del totale, ma che superano numericamente i pesanti di un fattore compreso tra le 4 e le 7 volte.

### 3.5 CO2

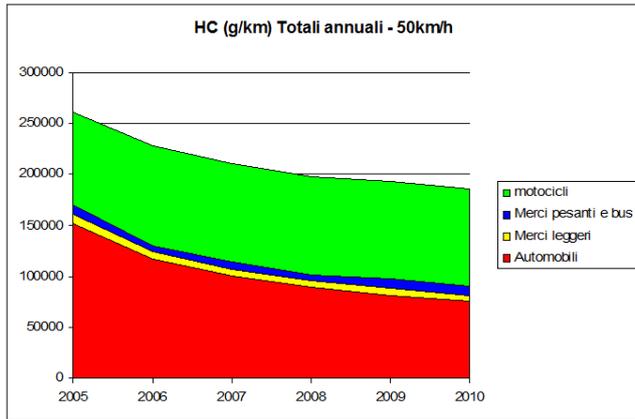
Il caso dell'anidride carbonica è quello in cui è maggiormente evidente la predominanza delle autovetture sulle altre classi veicolari. La somma dei contributi a chilometro delle altre tre classi messe assieme non contribuisce mai, in nessuna annata, a più del 15% del totale. Interessante è notare anche il trend che l'emissione delle autovetture segue. Il grafico associato alle autovetture mostra, sia per il caso a 50km/h che per quello a 90km/h, un comportamento costante, privo di incrementi significativi, anche se numericamente i valori crescono leggermente col passare del tempo. Questo riscontro deriva dalla sostanziale costanza dei fattori di emissione della CO2 col passare del tempo e la crescita, sia pur leggera, è collegata all'incremento progressivo del numero totale di autovetture che dal 2005 al 2010 aumenta di qualche punto percentuale. Le emissioni poi non risentono in modo apprezzabile della casistica cui ci si riferisce, vista la quasi equivalenza tra i fattori di emissione forniti da HBEFA per i percorsi a 50km/h e a 90km/h.

## 4. Medie Pesate

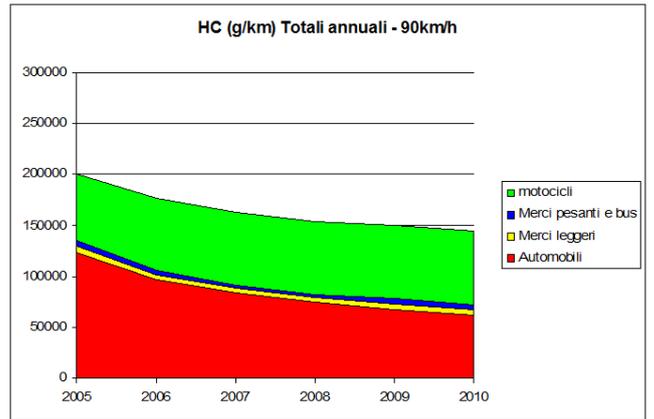
Un ulteriore passaggio nell'analisi dei fattori di emissione e della loro applicazione ai parchi circolanti regionali è stato basato sul calcolo della media pesata dei fattori di emissione. Per svolgere questo studio ci si è incentrati sul caso dei 50 Km/h, calcolando la media pesata sulla singola unità veicolare per tipologia di vettura, al fine di determinare il contributo emissivo che deriva dall'unità di traffico. Ovvero si è proceduto al calcolo dei fattori di emissione pesandoli per il numero di veicoli, suddividendoli ulteriormente per tipo di veicolo, di carburante utilizzato (benzina verde e

diesel) e per tipo legislativo (che è correlabile anche all'età della vettura in considerazione).

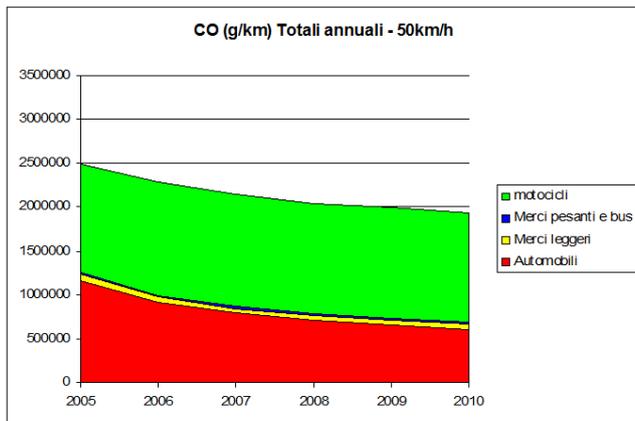
Come ci si può aspettare nei motori a benzina, a parità di numero di veicoli, il fattore medio pesato quantitativamente più elevato è quello relativo al CO. Parallelamente per i motori diesel è l'NOx a risultare più significativo. La tendenza dei fattori di emissione chilometrici per CO, HC e NOx, relativi ai motori benzina, a decrescere progressivamente può essere spiegato con la progressiva diminuzione delle classi veicolari più vecchie e con l'aumento percentuale di veicoli di generazione successiva, dove l'utilizzo di catalizzatori a 3 vie (che appunto abbattano le emissioni di CO, HC e NOx) diventa più marcata. Nei veicoli diesel analogo osservazione può essere fatta relativamente a NOx e al particolato, soprattutto per la componente organica dello stesso.



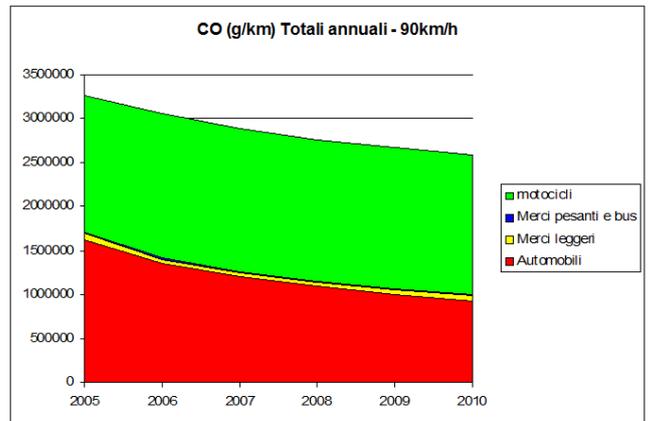
Idrocarburi totali (HC) a 50 Km/h



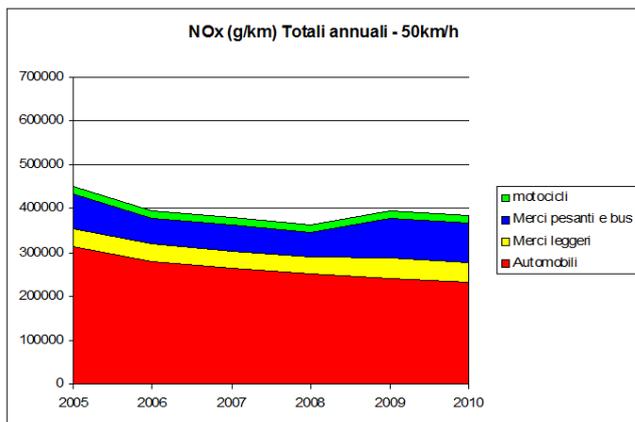
Idrocarburi totali (HC) a 90 Km/h



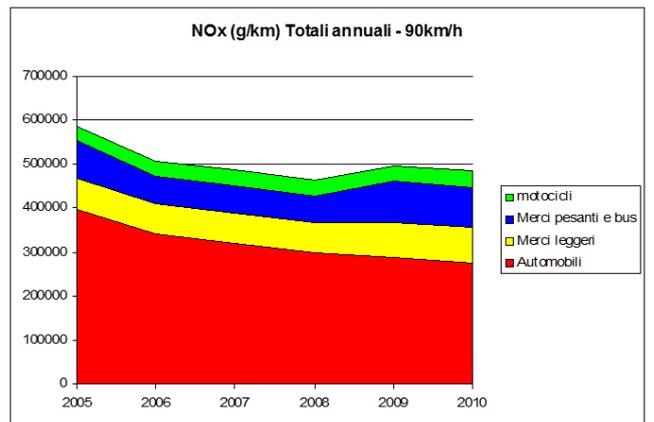
Ossido di carbonio (CO) a 50 Km/h



Ossido di carbonio (CO) a 90 Km/h

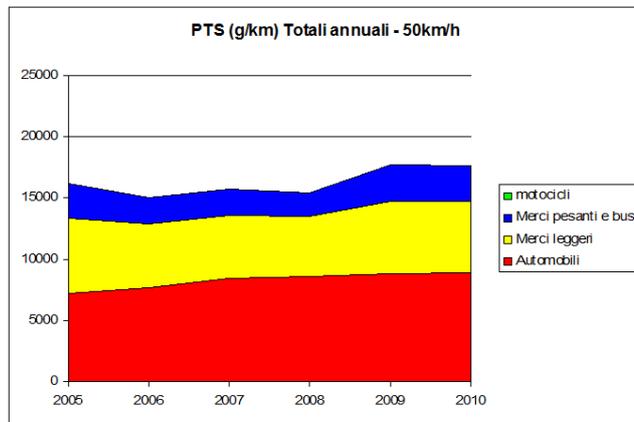


Ossidi di azoto (NOx) a 50 Km/h

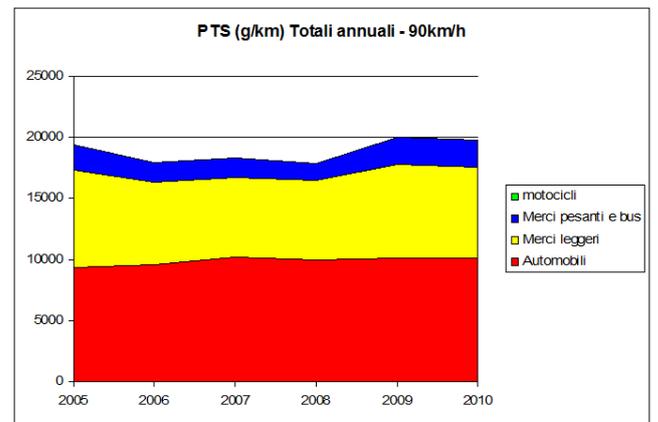


Ossidi di azoto (NOx) a 90 Km/h

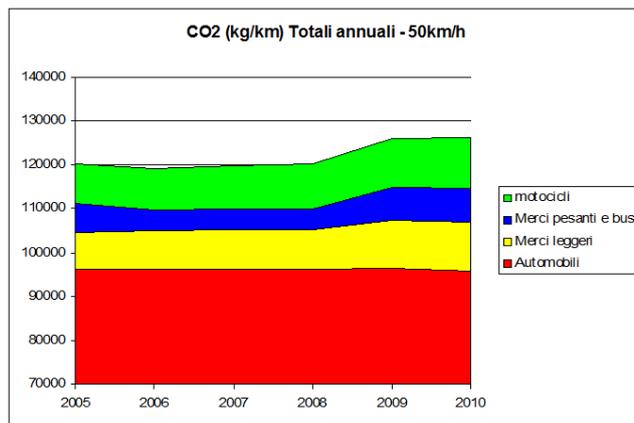
**Figura 11.** Emissione annuale per chilometro per l'intero parco circolante della Regione FVG



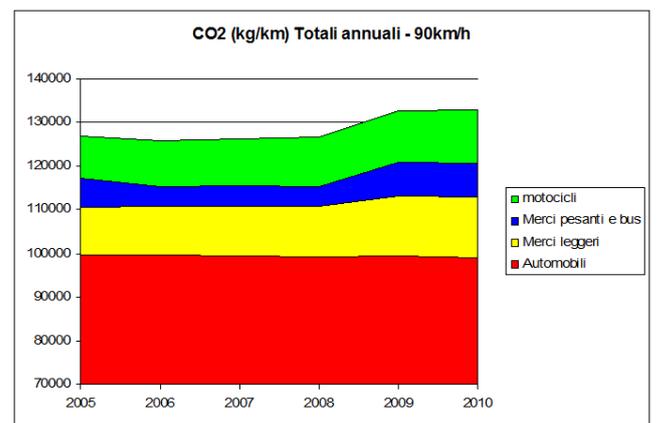
Materiale particolato totale (PTS) a 50 Km/h



Materiale particolato totale (PTS) a 90 Km/h



Biossido di carbonio (CO2) a 50 Km/h

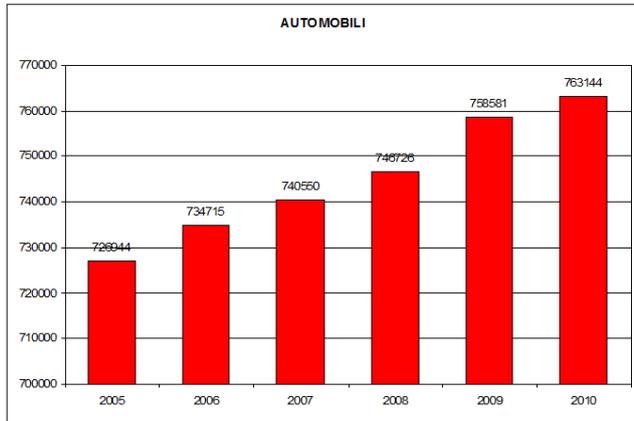


Biossido di carbonio (CO2) a 90 Km/h

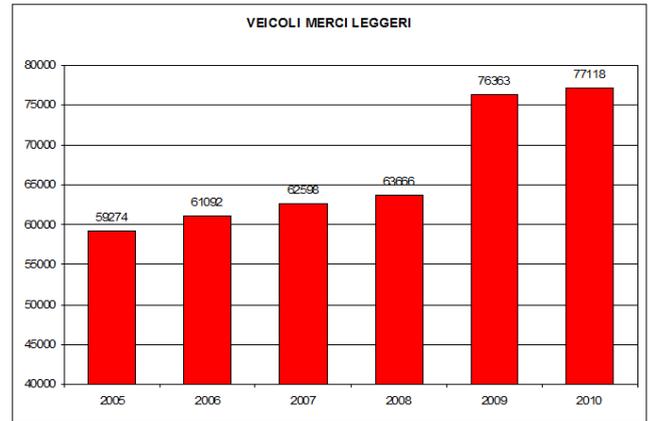
**Figura 12.** Emissione annuale per chilometro per l'intero parco circolante della Regione FVG

**Autovetture**

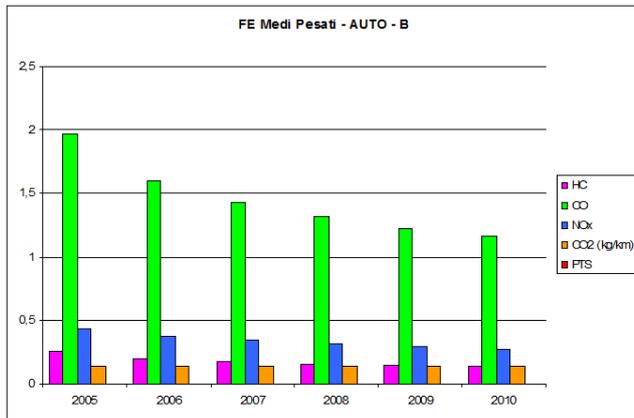
**Mezzi trasporto merci (Leggeri)**



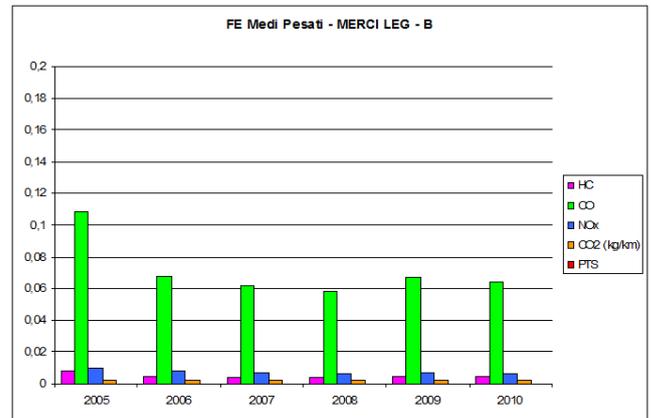
Numero autovetture



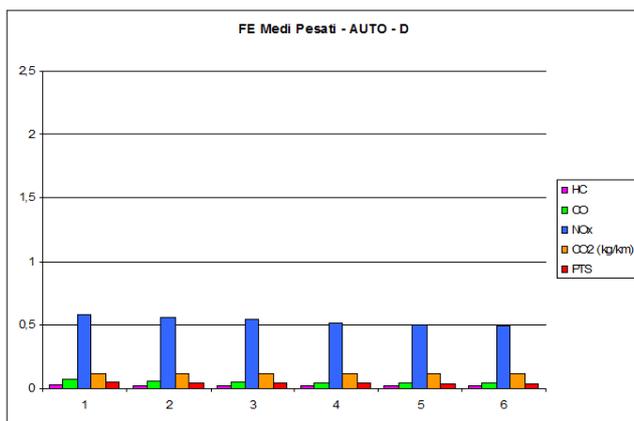
Numero autovetture



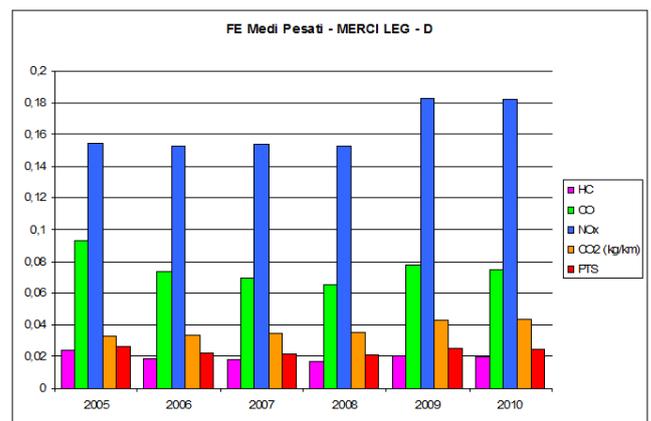
Fattore Emissione Medio Pesato Benzina



Fattore Emissione Medio Pesato Benzina



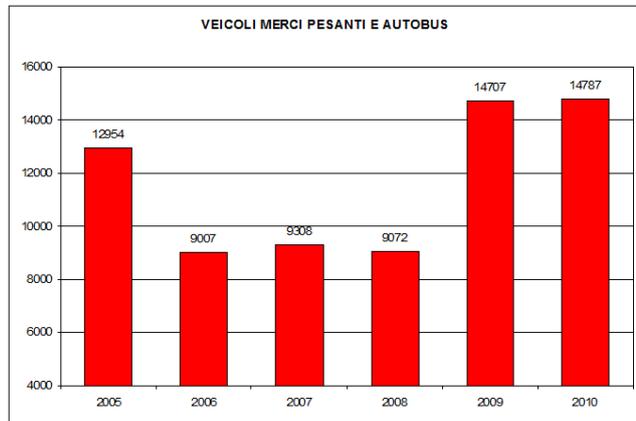
Fattore Emissione Medio Pesato Diesel



Fattore Emissione Medio Pesato Diesel

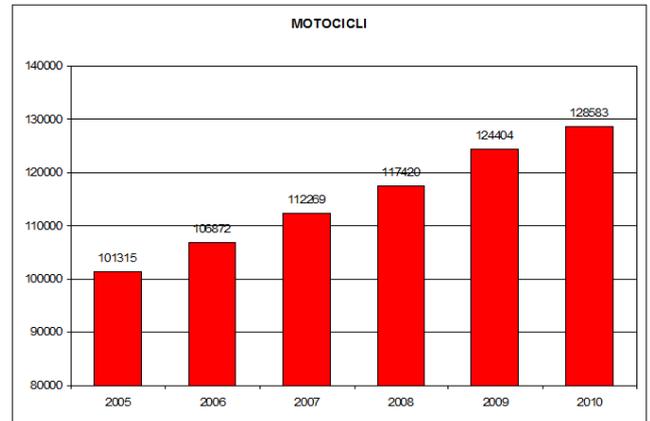
**Figura 13.** Fattori emissione medi pesati per anno

**Mezzi trasporto merci (Pesanti)**

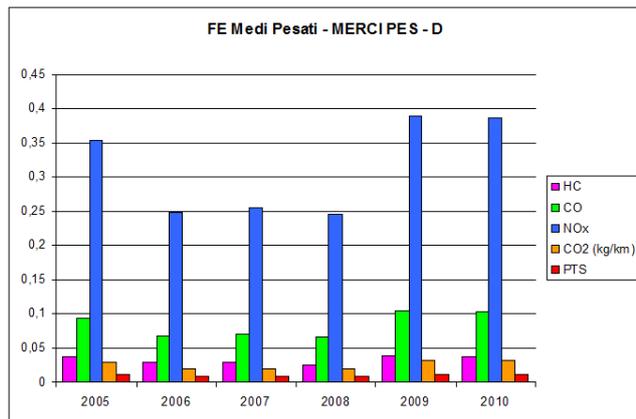


Numero Mezzi Trasporto P

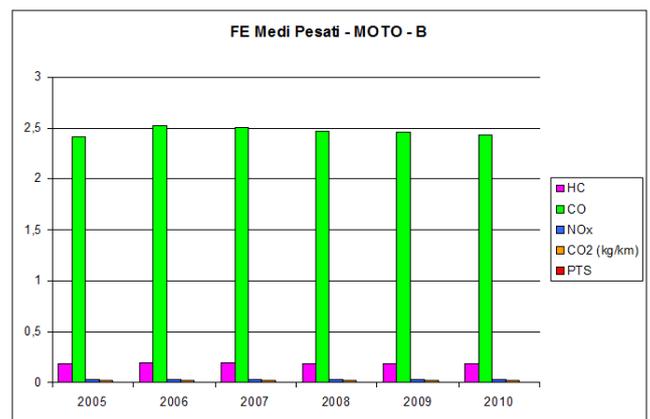
**Motocicli**



Numero Motocicli

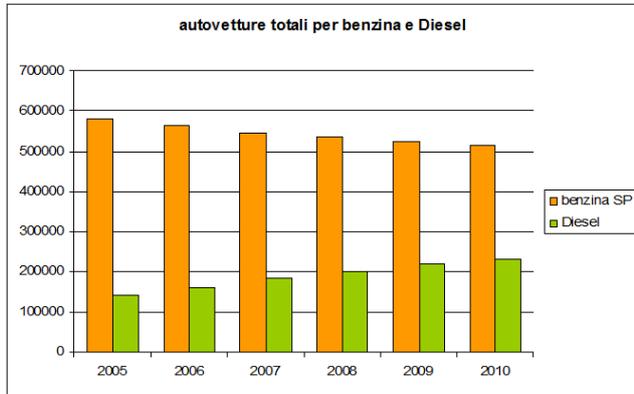


Fattore Emissione Medio Pesato Diesel

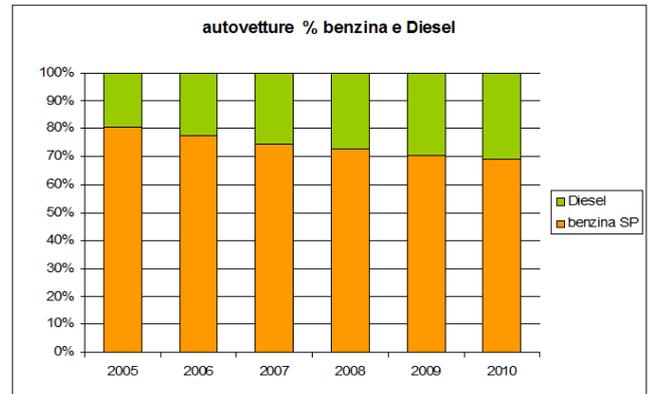


Fattore Emissione Medio Pesato Benzina

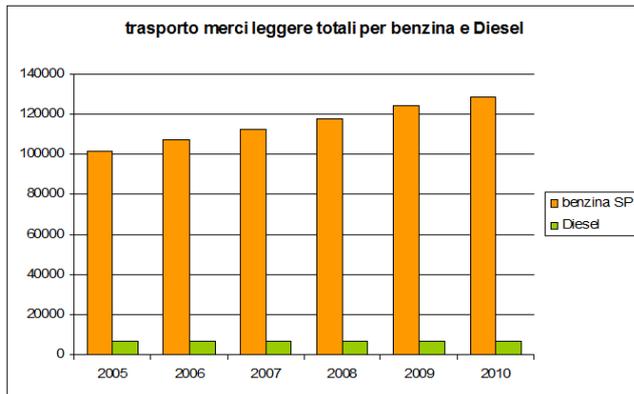
**Figura 14.** Fattori emissione medi pesati per anno



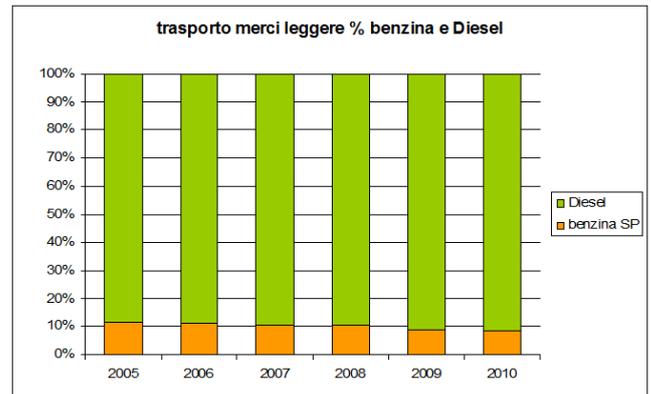
Veicoli totali



Veicoli %



Veicoli totali



Veicoli %

**Figura 15.** Autovetture e trasporto merci leggere benzina e Diesel

## 5. Il Parco Automobili a GPL e Metano

Un capitolo a parte di questo studio è dedicato alle vetture bifuel, ovvero alle auto ibride con due sistemi di alimentazione. Le due categorie principali di queste vetture sono le auto a gas di petrolio liquefatto (dette auto a GPL, impropriamente letto come gas propano liquido anche se il propano è solo uno dei costituenti del combustibile) e le auto a gas naturale compresso (dette più di frequente auto a metano, poiché è il principale tra i gas della miscela, e indicate talora dall'acronimo CNG). Dal 2005 al 2010 il numero di auto ibride è considerevolmente aumentato, tuttavia esse costituiscono ancora una percentuale irrisoria sul totale del parco regionale. Le autovetture a GPL sono infatti passate dallo 0,96% del parco autovetture del 2005 (0,77% sul totale dei veicoli) al 2,1% del parco autovetture del 2010 (1,62% del totale dei veicoli). Le autovetture a metano sono passate dallo 0,13% del parco autovetture del 2005 (0,11% del totale dei veicoli) allo 0,26% del parco autovetture del 2010 (0,21% del totale dei veicoli).

I dati a nostra disposizione, riportati nelle pagine seguenti, riguardano unicamente il parco autovetture. Inoltre, dal momento che l'HBEFA fornisce dei fattori di emissione solamente per le categorie legislative dalla Euro 2 alla Euro 6, nella rappresentazione delle emissioni totali si è optato per inserire le auto di categoria Euro 0 e Euro 1 all'interno della categoria Euro 2. Sottolineiamo inoltre il fatto che, nei parchi circolanti dal 2005 al 2010, non vi è in Regione FVG alcuna presenza di veicoli Euro 6, per i quali riportiamo comunque i fattori di emissione per completezza.

Analizzando i fattori di emissione risulta evidente come, sia nel caso del GPL che per quello del metano, essi diminuiscono considerevolmente nel progressivo passaggio dalla tipologia Euro 2 alla Euro 6 soprattutto per HC, CO, NO<sub>x</sub> e PTS. Questo avviene anche per l'anidride carbonica (CO<sub>2</sub>) ma in modo meno marcato. È interessante rilevare inoltre che, anche in questo caso sia per veicoli a GPL che per veicoli a metano, i fattori di emissione presentano una dipendenza molto marcata dalla velocità di percorrenza cui fanno riferimento. In tutti i casi analizzati i fattori di emissione calcolati per la velocità di percorrenza di 90km/h sono superiori, anche se a volte di poco, di quelli relativi al caso di 50km/h. Questa caratteristica differenzia notevolmente il caso delle vetture bifuel da quello dei veicoli a benzina o Diesel, i cui fattori di emissione sono caratterizzati in generale da una dipendenza inversa dalla velocità di percorrenza, ovvero sono generalmente più elevati nel caso a 50km/h che in quello a 90km/h. Nei pochi casi in cui i fattori di emissione delle vetture a benzina o Diesel non siano marcatamente superiori per il caso a 50km/h rispetto a quello dei 90km/h, i fattori hanno valori pressoché equivalenti ma il trend non risulta mai invertito come per le auto bifuel.

Quanto esposto sopra è fondamentale per comprendere l'andamento che dimostrano i grafici relativi alle emissioni per chilometro per l'intero parco circolante. Il contributo, per ciascuno degli inquinanti presi in esame, risulta maggiore nel caso delle auto a GPL, a causa del loro numero totale che supera il numero delle vetture a metano di un fattore variabile, a seconda dell'anno considerato, da

7 a 8. Tuttavia, a causa dell'esiguo numero delle vetture bifuel paragonato al parco automobili in particolare e al parco totale in generale, il loro contributo al totale emissivo non risulta praticamente apprezzabile. Gli idrocarburi totali (HC) emessi dalle vetture GPL e Metano costituiscono una frazione minima del totale emissivo dell'intero parco veicolare (meno dello 0,03%), per ciascuno degli anni di riferimento. A giustificare questo risultato sono, oltre ovviamente al numero molto ridotto di tali veicoli, anche i fattori di emissione. Essi risultano inferiori di almeno un ordine di grandezza, sia per GPL che per metano (pur essendo i fattori per il metano maggiori rispetto a quelli del GPL di un fattore 2), se vengono paragonati a quelli delle autovetture a benzina e a Diesel.

Analogo comportamento hanno anche i fattori di emissione delle auto a GPL e metano relativi all'ossido di carbonio (CO). Questi sono mediamente inferiori di un fattore 10 dei corrispondenti fattori di emissione per vetture a benzina, invece i fattori risultano comparabili rispetto al caso delle vetture Diesel. Il contributo al totale emissivo del parco circolante, per ciascun anno considerato, anche in questo caso non arriva all'1%.

Nel caso degli ossidi di azoto (NO<sub>x</sub>) i fattori di emissione delle autovetture bifuel sono nuovamente inferiori di un intero ordine di grandezza rispetto agli omologhi delle vetture a benzina e Diesel. In questo caso il contributo delle autovetture a GPL è maggiore di quello delle auto a metano, ma ciò è dovuto completamente alla maggiore consistenza numerica delle prime rispetto alle seconde, essendo i fattori di emissione per le due classi bifuel praticamente uguali. Il contributo al totale emissivo degli ossidi di azoto è inferiore allo 0,05% per gli anni di riferimento.

Nel caso del materiale particolato (PTS) i fattori di emissioni delle vetture GPL e metano sono commensurabili con quelli delle omologhe classi di vetture a benzina, mentre risultano inferiori a quelli relativi alle automobili Diesel. Tenendo conto di tale osservazione e considerando nuovamente l'esiguo numero di vetture bifuel, si giunge a stimare un contributo emissivo di particolato al totale del parco autovetture inferiore allo 0,2%, percentuale che diminuisce drasticamente se il termine di confronto diviene l'intero parco circolante, comprensivo dei veicoli per il trasporto merci alimentati principalmente a Diesel.

Infine, anche per il caso dell'anidride carbonica (CO<sub>2</sub>) i contributi delle vetture a GPL e metano alle emissioni totali del parco circolante sono inferiori allo 0,5%. Tuttavia è interessante notare che i fattori di emissioni delle vetture bifuel sono analoghi a quelli delle omologhe autovetture a benzina e Diesel.

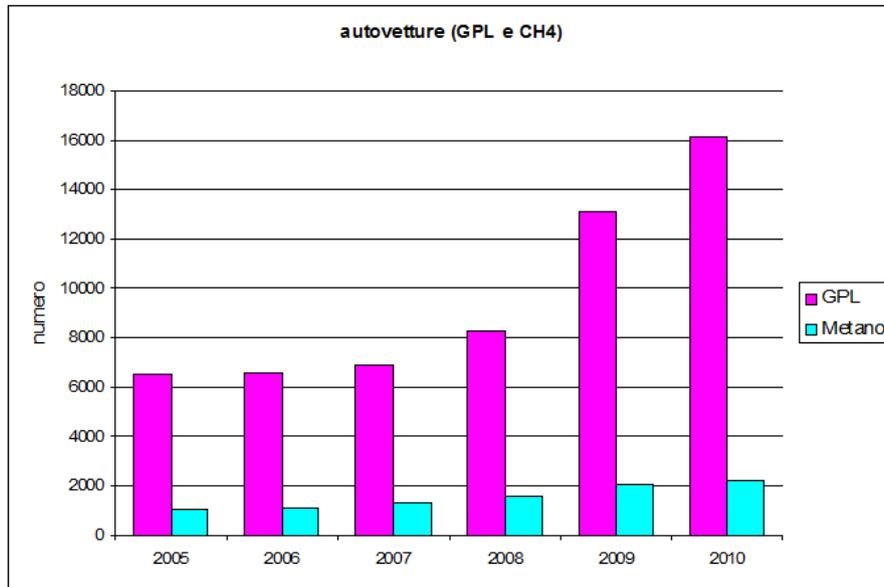


Figura 16. Evoluzione parco automobili bifuel a GPL e metano

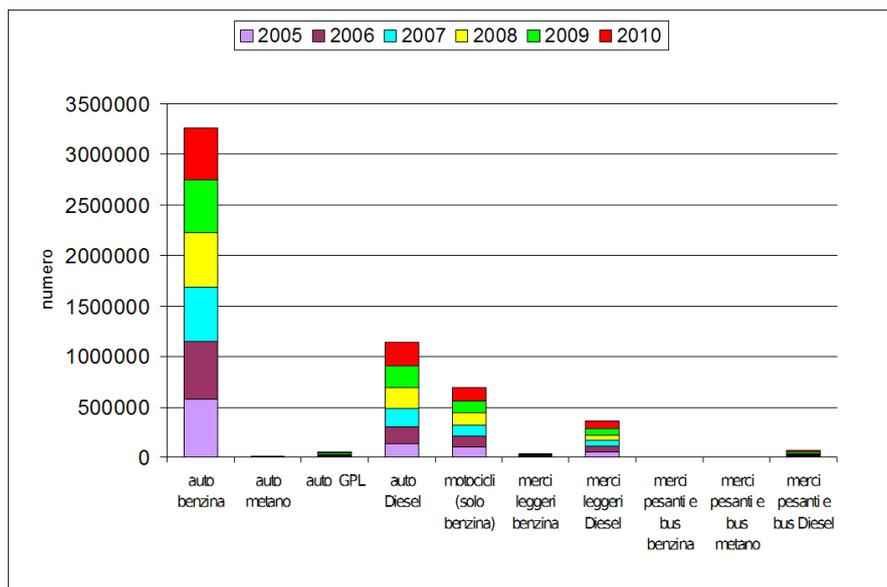
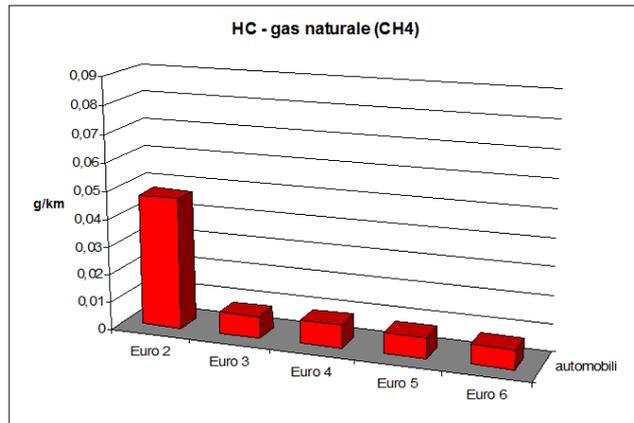
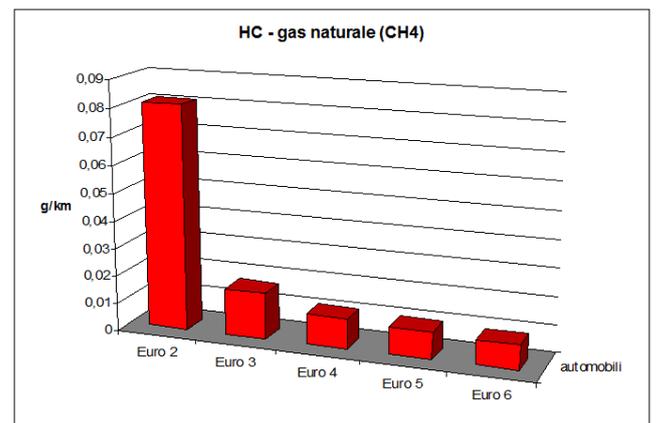


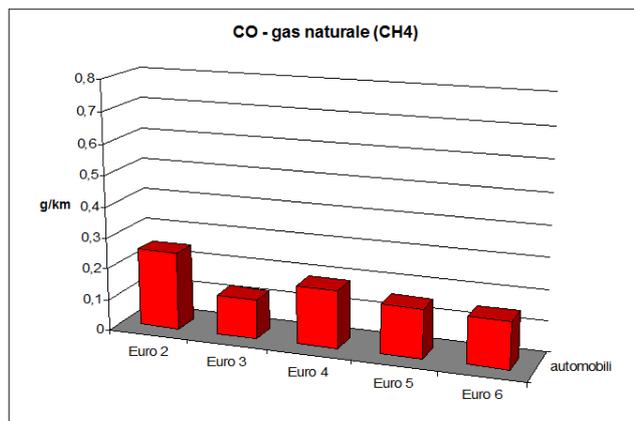
Figura 17. Tutte le categorie veicolari presenti in Regione FVG per tipo veicolo e per carburante



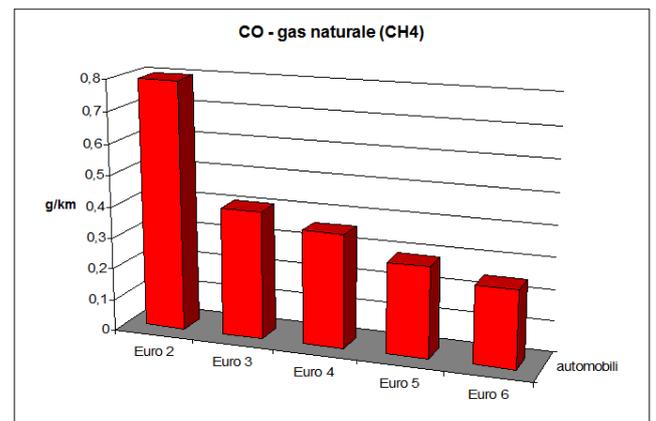
Idrocarburi totali (HC) a 50 Km/h



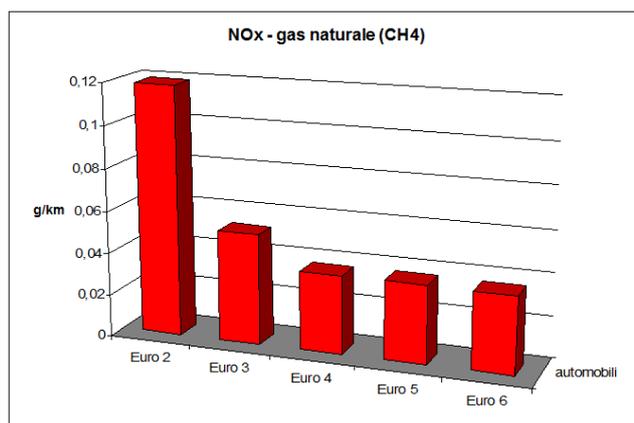
Idrocarburi totali (HC) a 90 Km/h



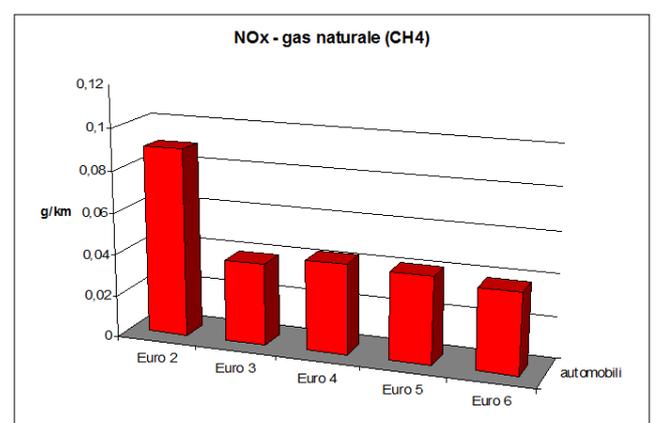
Ossido di carbonio (CO) a 50 Km/h



Ossido di carbonio (CO) a 90 Km/h

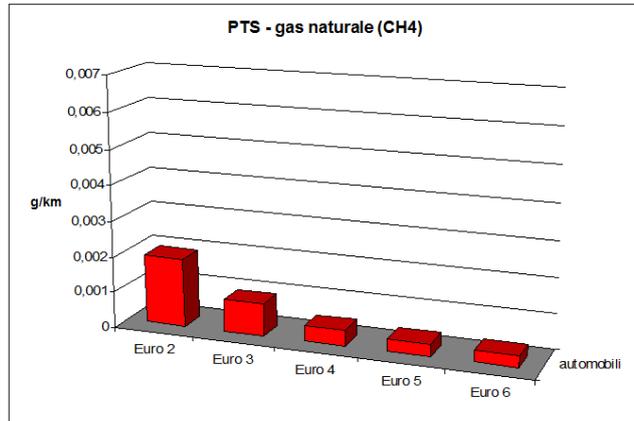


Ossidi di azoto (NOx) a 50 Km/h

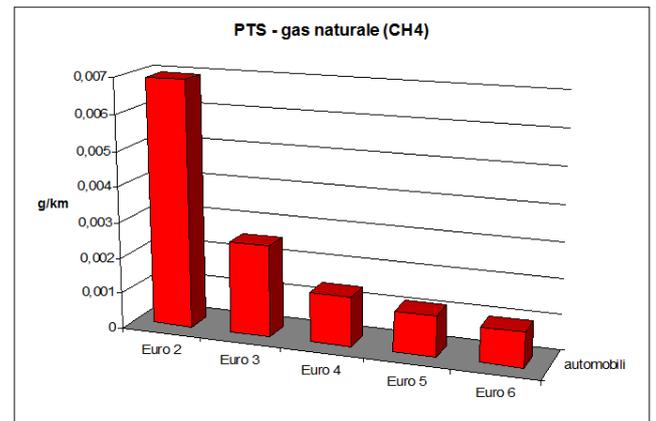


Ossidi di azoto (NOx) a 90 Km/h

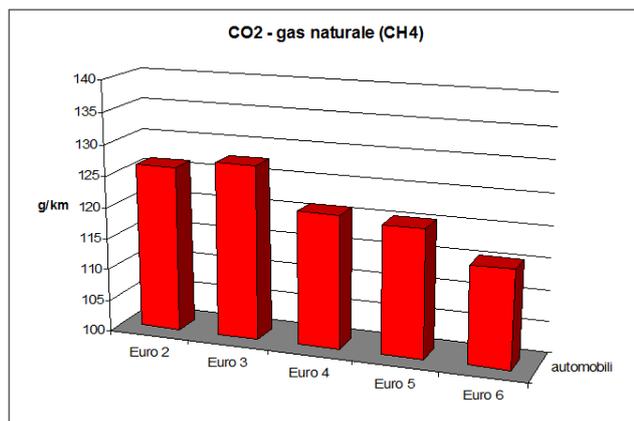
**Figura 18.** Valori dei fattori di emissione per inquinante per veicoli bifuel a metano per tipologia legislativa



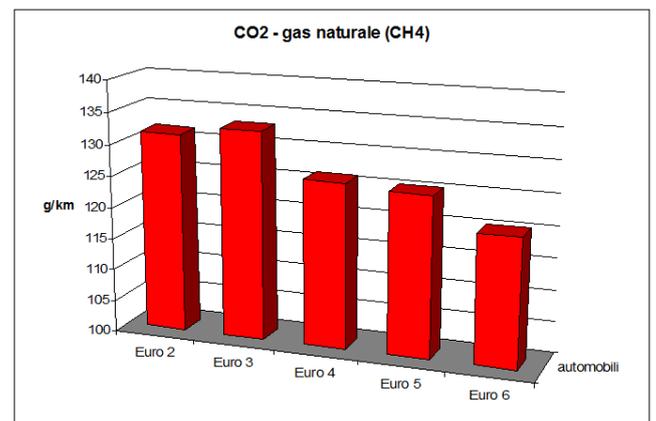
Materiale particolato totale (PTS) a 50 Km/h



Materiale particolato totale (PTS) a 90 Km/h

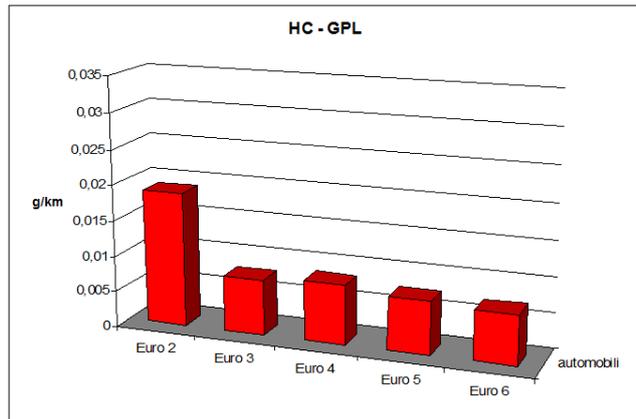


Biossido di carbonio (CO2) a 50 Km/h

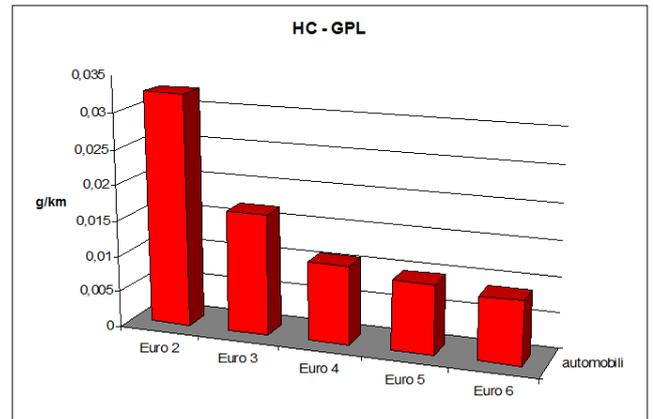


Biossido di carbonio (CO2) a 90 Km/h

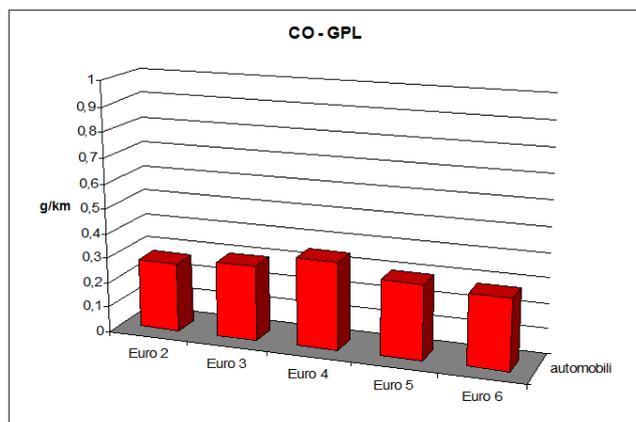
**Figura 19.** Valori dei fattori di emissione per inquinante per veicoli bifuel a metano per tipologia legislativa



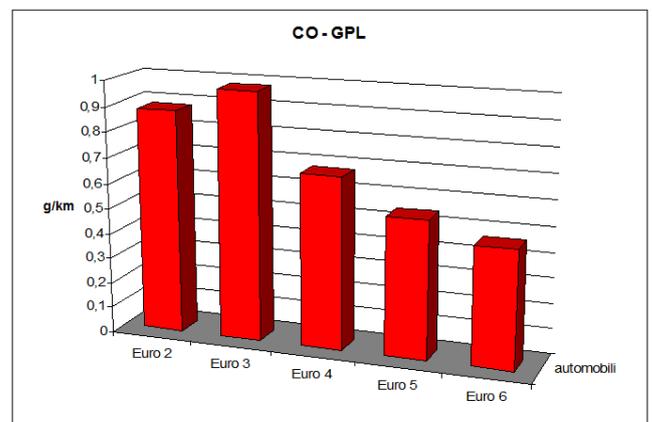
Idrocarburi totali (HC) a 50 Km/h



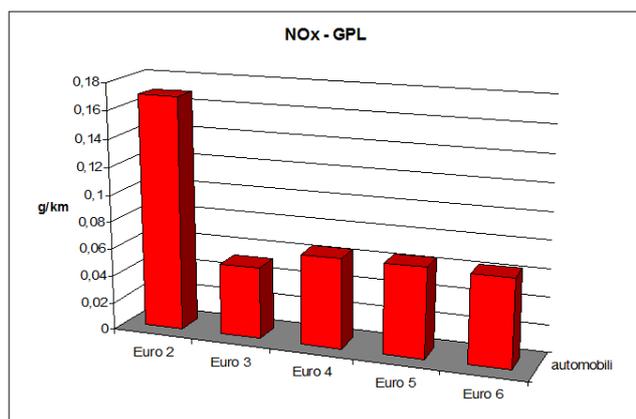
Idrocarburi totali (HC) a 90 Km/h



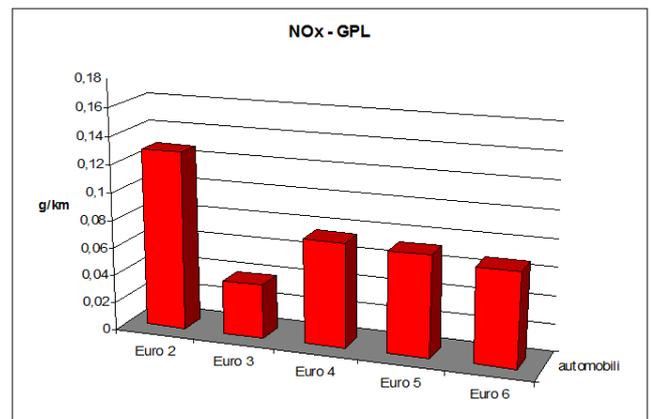
Ossido di carbonio (CO) a 50 Km/h



Ossido di carbonio (CO) a 90 Km/h

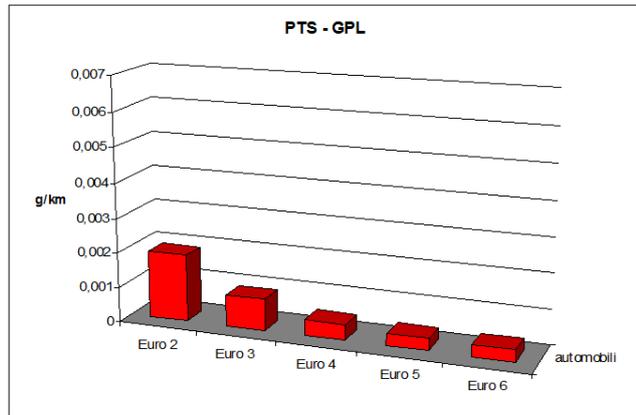


Ossidi di azoto (NOx) a 50 Km/h

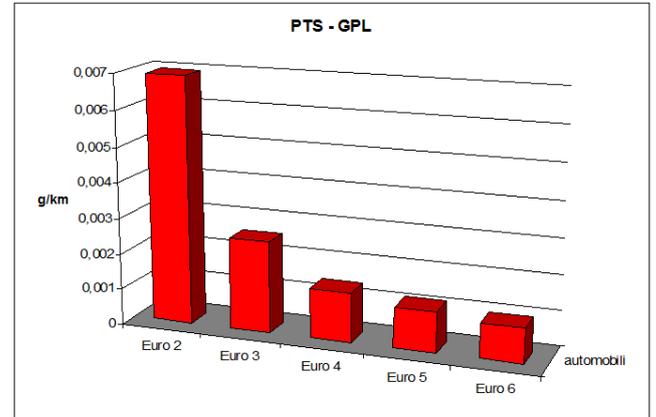


Ossidi di azoto (NOx) a 90 Km/h

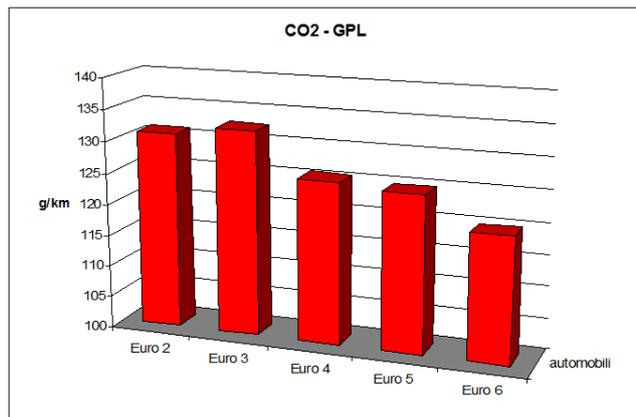
**Figura 20.** Valori dei fattori di emissione per inquinante per veicoli bifuel a GPL per tipologia legislativa



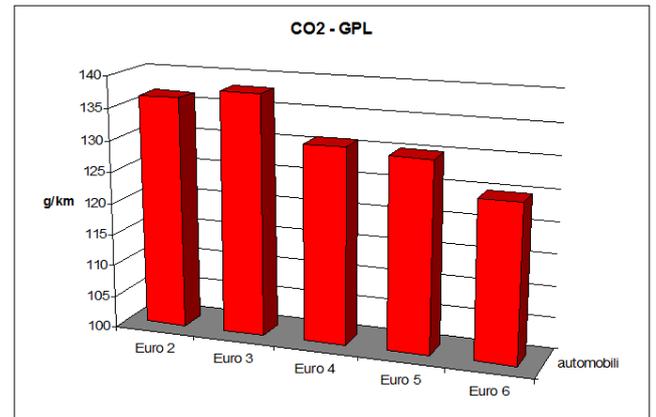
Materiale particolato totale (PTS) a 50 Km/h



Materiale particolato totale (PTS) a 90 Km/h

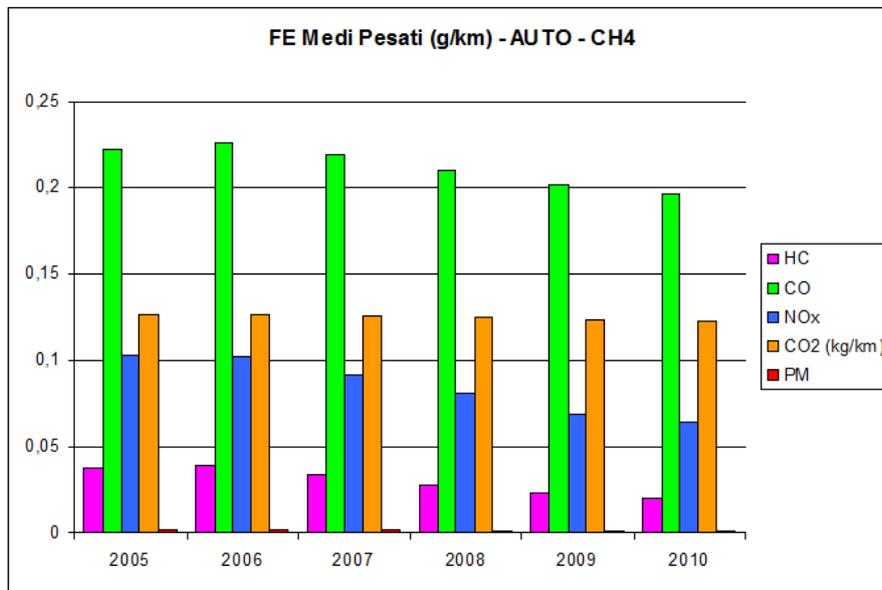


Biossido di carbonio (CO2) a 50 Km/h

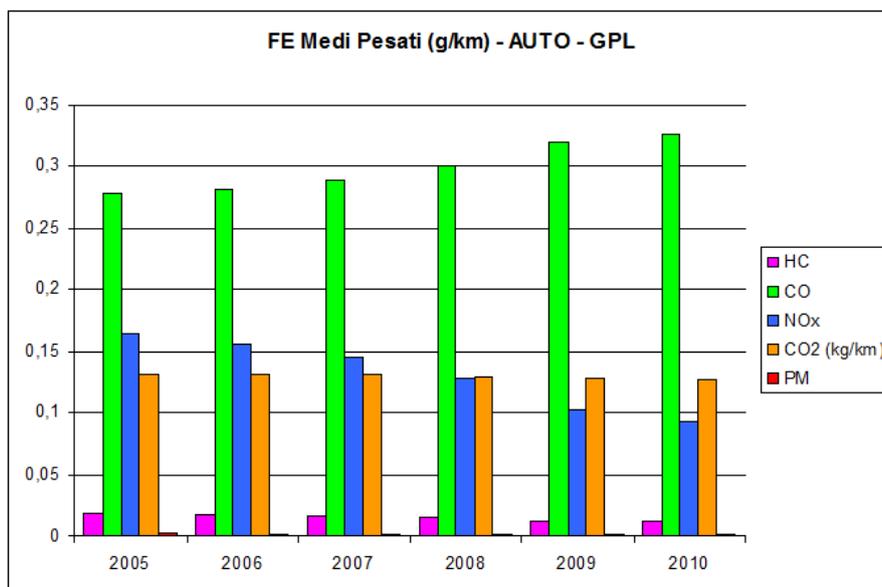


Biossido di carbonio (CO2) a 90 Km/h

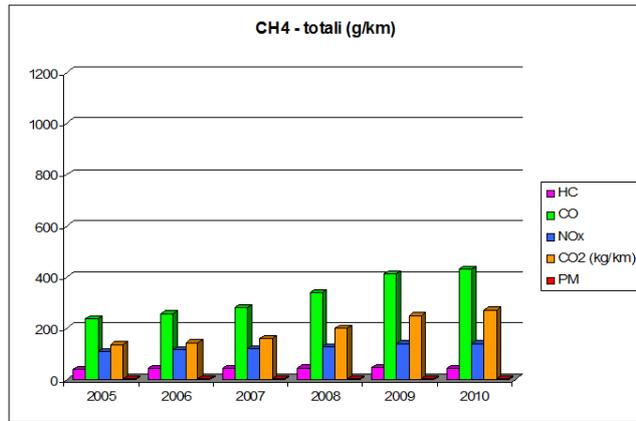
**Figura 21.** Valori dei fattori di emissione per inquinante per veicoli bifuel a GPL per tipologia legislativa



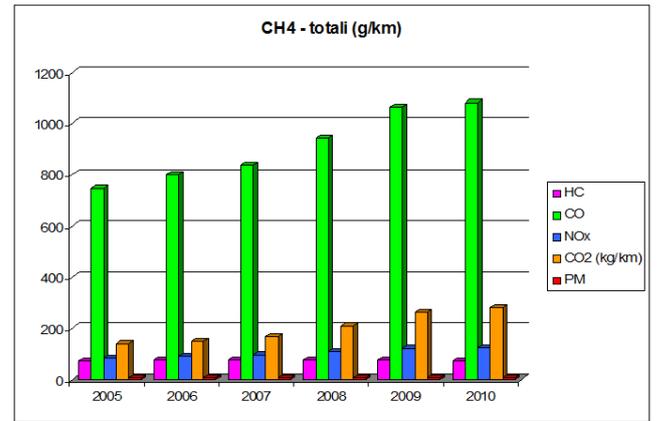
**Figura 22.** Fattori emissione medi Pesati per anno automobili bifuel a metano - Automobili CH4



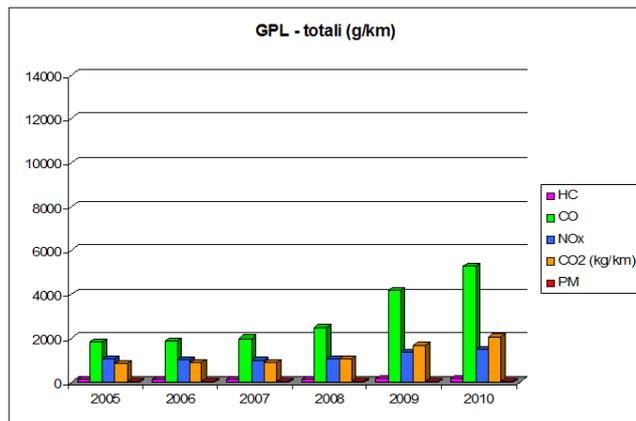
**Figura 23.** Fattori emissione medi pesati per anno automobili bifuel a GPL - utomobili GPL



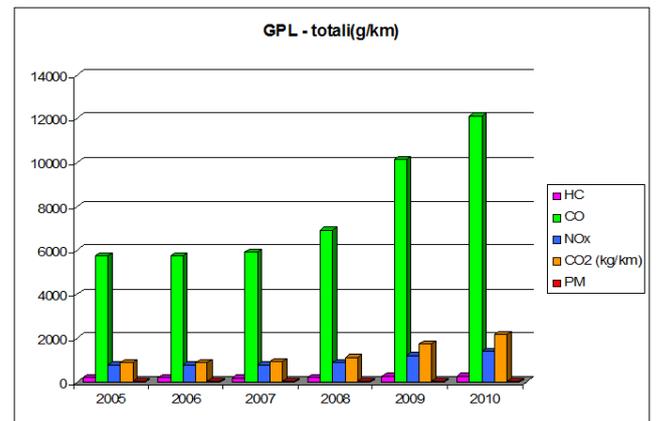
a 50 Km/h



a 90 Km/h



a 50 Km/h



a 90 Km/h

**Figura 24.** Emissione annuale per chilometro per l'intero parco circolante bifuel a metano

## 6. Bibliografia e sitografia

[1] Autoritratto ACI (da 2005 a 2010)

[www.aci.it/laci/studi-e-ricerche/dati-e-statistiche/autoritratto/autoritratto-2010.html](http://www.aci.it/laci/studi-e-ricerche/dati-e-statistiche/autoritratto/autoritratto-2010.html)

[2] Copert 4. Versione 4 della metodologia Copert, ovvero COmputer PRogramme to calculate Emissions from Road Transport.

[www.eea.europa.eu/publications/copert-4-2014-estimating-emissions](http://www.eea.europa.eu/publications/copert-4-2014-estimating-emissions)

[3] INEMAR (INventario EMissioni ARia), è un database progettato per realizzare l'inventario delle emissioni in atmosfera, attualmente utilizzato in sette regioni e due provincie autonome. Il sistema permette di stimare le emissioni dei principali macroinquinanti (SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, COVNM, CH<sub>4</sub>, CO, CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O, NH<sub>3</sub>, PM<sub>2.5</sub>, PM<sub>10</sub> e PTS) e degli inquinanti aggregati (CO<sub>2</sub>eq, precursori dell'ozono e sostanze acidificanti) per numerosi tipi di attività e combustibili. Inizialmente realizzato nel periodo 1999-2000 dalla Regione Lombardia, con una collaborazione della Regione Piemonte, è dal 2003 Inemar gestito e sviluppato da ARPA Lombardia. Il suo utilizzo è condiviso nel quadro di un accordo interregionale, fra le regioni Lombardia, Piemonte, Emilia Romagna, Veneto, Friuli Venezia Giulia, Puglia, Marche e le Provincie Autonome di Trento e di Bolzano.

[www.inemar.eu/xwiki/bin/view/Inemar/WebHome](http://www.inemar.eu/xwiki/bin/view/Inemar/WebHome)

[4] Classi Euro- Classi standard europee per le emissioni di inquinanti da veicoli.

<http://ec.europa.eu/environment/air/transport/road.htm>

[5] fonte: Annuario Statistico ACI 2011,

[www.aci.it/sezione-istituzionale/studi-e-ricerche/dati-e-statistiche/annuario-statistico-2011.htm](http://www.aci.it/sezione-istituzionale/studi-e-ricerche/dati-e-statistiche/annuario-statistico-2011.htm)

[6] The Handbook of Emission Factors for Road Transport (HBEFA, versione 3.1, 2010).

[www.hbefa.net/e/index.html](http://www.hbefa.net/e/index.html)



Copyright © ARPA FVG, 2013

This work is released under the terms of the license Creative Commons Attribution / NonCommercial / ShareAlike.

Information on how to request permission may be asked writing a E-mail to: [crma@arpa.fvg.it](mailto:crma@arpa.fvg.it) - *Centro Regionale di Modellistica Ambientale*



''IL PARCO VEICOLARE DELLA REGIONE FVG - Evoluzione della sua composizione dal 2005 al 2010'' disponibile in:

ARPA FVG - Aria - Elaborati tecnico-scientifici  
([http://cmsarpa.regione.fvg.it/cms/tema/aria/utilita/Documenti\\_e\\_presentazioni/tecnico\\_scientifici.html](http://cmsarpa.regione.fvg.it/cms/tema/aria/utilita/Documenti_e_presentazioni/tecnico_scientifici.html))