



PIANO REGIONALE TRIENNALE DI TUTELA E RISANAMENTO
AMBIENTALE 2006-2008 ART. 225 L.R. 15/2004

**REDAZIONE E/O ATTUAZIONE PIANO PROVINCIALE
PER MOBILITA' SOSTENIBILE**

PROMOZIONE DEGLI ASPETTI ENERGETICI A MINORE IMPATTO AMBIENTALE

**ANALISI PARCO VEICOLARE PROVINCIA DI CHIETI
E
STUDIO IMPATTO DELLE AUTOVETTURE ECOLOGICHE
SULL'INTERO PARCO AUTOVETTURE PRESENTE SUL
TERRITORIO PROVINCIALE**



INTRODUZIONE

La conoscenza e la caratterizzazione spaziale e temporale delle emissioni rappresenta da sempre il punto più critico nel complesso sistema di conoscenze della gestione della qualità dell'aria. Mentre la qualità dell'aria ambiente ed i dati meteorologici, hanno, con le reti di monitoraggio un ormai consolidato ciclo di rilevamento, gestione ed interpretazione, la frammentazione delle fonti di generazione, la diversa tipologia, la mancanza di parametri di stima hanno per ora reso difficoltosa la conoscenza dei fattori di pressione.

Si è cercato di superare queste difficoltà, mirando a conoscere nel modo più accurato possibile le caratteristiche e la localizzazione dei soggetti produttori di inquinamento, la tipologia e la quantità delle sostanze prodotte e immesse nell'atmosfera, l'andamento temporale delle emissioni, il peso relativo di ogni fattore sulla qualità globale dell'aria.

All'interno di tutte le possibili fonti di generazione, si possono distinguere tre filoni distinti: il traffico veicolare, gli insediamenti civili e le attività produttive, che sono le fonti principali in ambito urbano.

In generale è possibile classificare le sorgenti emissive che danno luogo ad inquinanti di origine antropica in diverse tipologie, sulla base dei seguenti criteri:

o modalità di funzionamento;

o dislocazione spaziale sul territorio;

o loro forma per una trattazione a fini modellistici.

In base alle modalità di funzionamento le sorgenti si possono distinguere in continue e discontinue. Le sorgenti continue sono quelle le cui emissioni sono caratterizzabili da una certa regolarità, continuità (per esempio grossi impianti come le centrali termoelettriche o inceneritori, ecc.) o periodicità (per es. gli impianti di riscaldamento).

Le sorgenti discontinue sono quelle che emettono in modo intermittente e senza alcuna periodicità (ad es. impianti di verniciatura, fonderie di metalli, ecc.).

Per quanto concerne la dislocazione spaziale, le sorgenti si suddividono in sorgenti fisse o mobili a seconda che la loro posizione in un luogo sia fissa o variabile nel tempo.

Per fini modellistici può essere fatta un'ulteriore classificazione delle sorgenti.

A tal proposito è necessario individuare opportuni valori soglia, ossia valori dei flussi di massa delle emissioni, in base ai quali differenziare tra fonti che devono essere considerate a se stanti (se tali flussi di massa superino la soglia stabilita), oppure da raggruppare ad altre simili per tipologia di inquinante e processo.

Sulla base di queste considerazioni le sorgenti vengono quindi ripartite tra puntuali, da considerare singolarmente, lineari, ed areali.

SORGENTI PUNTUALI, LINEARI, AREALI

Le sorgenti puntuali sono quelle sorgenti costituite da singoli impianti che emettono quantità di inquinanti superiori a determinate soglie. Non è possibile dare indicazioni rigide sul valore di tali soglie, ma solo indicazioni generali.

Per sorgenti lineari si intendono quelle che si sviluppano lungo una linea (es. vie di comunicazione, autostrade ecc) e le cui emissioni sono riconducibili essenzialmente al settore dei trasporti.

Per sorgenti areali si intendono tutte le sorgenti che emettono in misura inferiore alle soglie stabilite per la definizione di sorgente puntuale.

IL TRAFFICO VEICOLARE

La sostenibilità ambientale del sistema dei trasporti è uno dei temi chiave nell'ambito dell'applicazione più generale dei concetti di sviluppo sostenibile (e delle problematiche legate all'individuazione di soluzioni integrate di pianificazione che devono tener conto anche della dimensione economica e sociale).

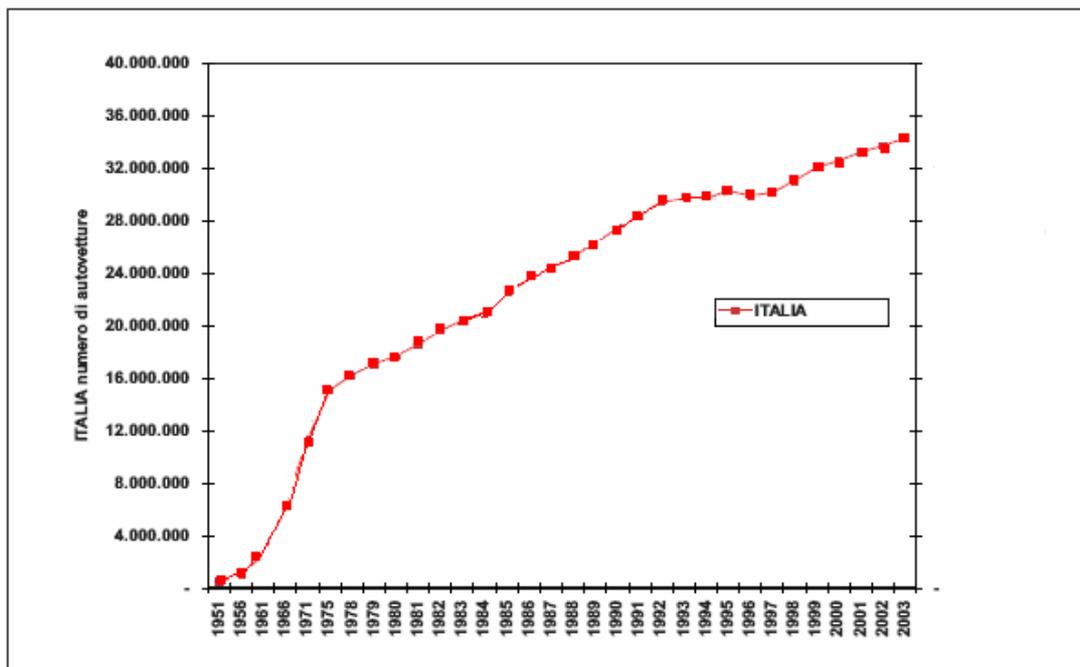
La misura del livello di sostenibilità ambientale del sistema trasporti è possibile attraverso l'uso di un insieme di indicatori opportunamente selezionati attraverso criteri condivisi e orientati all'obiettivo.

Nei paesi industrializzati alla crescita del prodotto interno lordo pro-capite si accompagna generalmente un incremento della domanda di mobilità. La crescita del parco veicolare italiano ha accompagnato negli anni la crescita economica del paese (figura 1).

Il numero complessivo di veicoli in Italia, è aumentato di quasi cinque volte tra il 1951 e il 1961; è più che triplicato nel decennio successivo; tra il 1971 e il 1981 ha fatto un ulteriore balzo in avanti di circa il 63% e la crescita è stata quasi lineare nel decennio successivo (+ 55% circa); tra il 1991 e il 2001 questo trend ha subito un rallentamento (“solo” +17%, figura 3). Per la prima volta il tasso di crescita interannuale ha registrato un segno negativo nel 1996 (- 0,5% rispetto al 1995). Dopo questa flessione tuttavia la crescita è ripresa fino al 2003 a un tasso annuo compreso tra il 2,4% e il 3,7%. L’Italia è attualmente il secondo paese europeo (dopo il Lussemburgo) per numero di autovetture per abitante. Sia pure con profili diversi la crescita del parco veicolare autovetture e complessivo è stata sostanzialmente omogenea nelle diverse realtà urbane considerate in questa analisi. È interessante notare che l’iniziale ritardo delle città del sud nello sviluppo della mobilità privata è stato in molti casi colmato nel corso degli ultimi vent’anni. Purtroppo questa crescita non è stata accompagnata da un’adeguata crescita dell’offerta di infrastrutture di trasporto e di sistemi di trasporto pubblico, con particolare riferimento alle realtà urbane; questo fenomeno ha determinato il fatto che gran parte della domanda di mobilità venga attualmente soddisfatta dall’uso di mezzi privati (81,5 % delle quote percentuali di spostamenti) con conseguenze negative sulla congestione stradale, sulla qualità dell’aria, sull’incidentalità, e quindi sulla salute, sulla sicurezza e sulla qualità della vita dei cittadini stessi. La domanda che occorre porsi è come sostenere l’attuale elevato livello di domanda di accessibilità e mobilità riducendo gli impatti negativi.

Il Consiglio Europeo nel summit di Cardiff del 1998 ha evidenziato alla commissione la necessità di disaccoppiare la crescita economica dalla crescita del traffico veicolare e dall’aumento degli effetti negativi del trasporto; le conclusioni del Consiglio Europeo di Goteborg nel 2001 indicano in una politica di trasporto sostenibile, basata sull’integrazione delle strategie per il trasporto con le strategie ambientali, la via per affrontare i problemi dell’aumento dei volumi di traffico e dei livelli di congestione, rumore e inquinamento atmosferico connessi. Le azioni richieste per realizzare questo ambizioso obiettivo sono quelle che prevedono lo spostamento di quote significative di domanda di mobilità dal trasporto stradale al trasporto su rotaia e dal trasporto privato al trasporto pubblico.

Figura 1. numero di autovetture in Italia dal 1951 al 2003.



Fonte: elaborazioni APAT su dati ACI.

L'INQUINAMENTO ACUSTICO

L'inquinamento acustico è causato da un'eccessiva esposizione a suoni e rumori di elevata intensità, questo può avvenire in città e in ambienti naturali.

La legge n. 447/1995 (legge quadro sull'inquinamento acustico) art. 2 fornisce la definizione di inquinamento acustico: "l'introduzione di rumore nell'ambiente abitativo o nell'ambiente esterno tale da provocare fastidio o disturbo al riposo e alle attività umane, pericolo per la salute umana, deterioramento degli ecosistemi, dei beni materiali, dei monumenti, dell'ambiente abitativo o dell'ambiente esterno o tale da interferire con le legittime fruizioni degli ambienti stessi".

L'inquinamento acustico può causare nel tempo problemi psicologici, di pressione e di stress alle persone che ne sono continuamente sottoposte. Le cause dell'inquinamento acustico sono molteplici da ricondurre principalmente a traffico veicolare, fabbriche, cantieri, aeroporti....

Il **D.P.R. 30 marzo 2004, n. 142** recante "Disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare, a norma dell'articolo 11 della legge 26 ottobre 1995, n. 447", disciplina l'inquinamento acustico da traffico veicolare, stabilisce l'ampiezza delle zone di "attenzione acustica" dove applicare i limiti e fissa i decibel permessi in tutte le infrastrutture stradali, sia quelle di nuova costruzione che quelle già esistenti. Questo provvedimento completa il quadro di regolamentazione del rumore derivante dai mezzi di trasporto, secondo quanto stabilisce la legge quadro sull'inquinamento acustico, arrivando infatti dopo analoghi provvedimenti che hanno regolato l'inquinamento acustico degli aerei, del traffico ferroviario e delle attività motoristiche.

"Il rumore generato dal traffico stradale - ha dichiarato il Ministro dell'Ambiente e della Tutela del Territorio, Altero Matteoli - costituisce la maggiore forma di disagio per il cittadino in quanto coinvolge maggiormente la popolazione. Il fine di questo provvedimento, risultato di un'ampia concertazione, consiste nella salvaguardia dell'ambiente esterno e dell'ambiente abitativo dall'inquinamento acustico, salvaguardia perseguita attraverso l'individuazione di standard e limiti di esposizione al rumore. Il provvedimento pone poi particolare cura agli ambienti abitati da bambini, anziani e ammalati".

Per le autostrade e le strade extraurbane principali di nuova realizzazione la fascia entro cui rispettare i limiti di inquinamento acustico è stata stabilita in 250 metri, mentre per le strade urbane di scorrimento in 100 metri. All'interno di queste fasce i valori limite per scuole, ospedali, case di cura e di riposo sono fissati in 50 decibel di giorno e 40 di notte (per le scuole vale sempre il solo limite diurno) e in 65 decibel di giorno e 55 di notte per gli altri edifici.

Per autostrade e strade extraurbane principali e secondarie a carreggiata separata già esistenti la fascia di attenzione acustica è stata suddivisa in due zone, la prima più vicina all'infrastruttura di 100 metri e la seconda più distante di 150 metri (per le strade extraurbane secondarie non a carreggiata separata le fasce sono di 100 e 50 metri rispettivamente). All'interno della prima fascia i valori sono di 70 decibel di giorno e 60 di notte e all'interno della seconda di 65 decibel di giorno e 55 di notte. Per scuole, ospedali, case di cura e di riposo i limiti invece sono uguali in tutte e due le fasce: 50 decibel di giorno e 40 di notte. Stessi limiti di rumore anche per le strade urbane di scorrimento per le quali però la fascia di pertinenza acustica è ampia 100 metri. Per le strade cittadine infine spetterà ai Comuni stabilire i limiti in base alla zonizzazione acustica da loro fatta e il limite di rumore dovrà essere applicato in una fascia di 30 metri.

Il provvedimento prevede anche che tutti gli interventi di risanamento acustico siano attuati in base a linee guida predisposte dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio di concerto con i Ministeri delle Infrastrutture e Trasporti e della Salute. Le misure antirumore dovranno essere attuate in via prioritaria per scuole, ospedali, case di cura e di riposo. Auto, bus e Tir dovranno

superare inoltre un "esame acustico", dovranno infatti essere sottoposti a verifiche per accertare che il rumore emesso sia conforme alla certificazione di omologazione ai fini acustici. Il monitoraggio dell'inquinamento acustico prodotto dalle infrastrutture stradali dovrà avvenire secondo le direttive impartite dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio, sentito il Ministero delle Infrastrutture e Trasporti.

Gli effetti del rumore sull'uomo sono molteplici e possono essere distinti in:

- effetti di danno (alterazione non reversibile o solo parzialmente reversibile di un organo o di un sistema, obiettivabile da un punto di vista clinico e/o anatomico-patologico);
- effetti di disturbo (alterazione temporanea di un organo o di un sistema, obiettivabile attraverso procedure cliniche o strumentali);
- annoyance (sensazione di scontento o di fastidio generico, spesso influenzata oltre che dalla specifica sensibilità del soggetto, da fattori extra esposizionali e motivazionali).

L'inquinamento acustico urbano ed in particolare quello dovuto a traffico di veicoli in superficie, determina in prevalenza effetti di annoyance e di disturbo, assai raramente si può parlare di danno.

Il problema dei suoni elevati è un fatto risaputo fin dall'antichità, quando alcune civiltà allontanavano le professioni particolarmente rumorose dalla città. L'inquinamento acustico viene combattuto all'interno dell'ambiente casalingo con l'utilizzo di particolari materiali per la costruzione, come il sughero o l'utilizzo di tessuti per i rivestimenti interni.

INSEDIAMENTI PRODUTTIVI

L'inquinamento atmosferico prodotto dalle industrie e/o attività produttive è, oggi, regolamentato dal D.L.vo 152/2006 (TESTO UNICO AMBIENTALE), specificatamente dalla parte V del testo e dai suoi rispettivi allegati.

La parte V del D. L.vo 152/06 "*norme in materia di tutela dell'aria e di riduzione delle emissioni in atmosfera*", ai fini della prevenzione e della limitazione dell'inquinamento atmosferico, si applica agli impianti e alle attività che producono emissioni in atmosfera e stabilisce i valori di emissione, le prescrizioni, i metodi di campionamento e di analisi delle emissioni ed i criteri per la valutazione della conformità dei valori misurati ai valori limite.

La normativa nazionale ha, chiaramente, indotto le amministrazioni locali a emanare una serie di norme attuative volte a fornire indicazioni chiare e precise sull'iter tecnico e amministrativo per l'utenza. In tal senso infatti la REGIONE ABRUZZO nel giugno 2007 ha emanato la DGR 517/07 (BURA n. 55 speciale ambiente): "Decreto legislativo n. 152 del 03/04/2006 – parte V. Riordino e riorganizzazione della modulistica e delle procedure per il rilascio delle autorizzazioni alle emissioni di fumi in atmosfera e criteri per l'adozione di autorizzazioni di carattere generale di cui all'Art. 272 comma 2. Successivamente al passaggio di deleghe per le competenze al rilascio delle autorizzazioni dalla Regione Abruzzo alle quattro Province formalizzato con la DGR 436 del 26/04/2006, la Provincia di Chieti ha predisposto con atto Prot. n. 30691 del 29/04/2008 "Autorizzazione di carattere generale per le emissioni in atmosfera di impianti e attività in deroga di cui alla II dell'Allegato IV alla parte quinta del D. lgs. 152/2006". Il 22/05/2008 con DGR n. 209 è stato infine emanato il "Regolamento sull'ordinamento degli uffici e dei servizi – disciplina delle procedure per il rilascio delle autorizzazioni alle emissioni in atmosfera per nuovi impianti,



modifiche sostanziali o trasferimenti di impianti esistenti o rinnovi di cui agli articoli 269, 275 e 281 D. Lgs. 152 del 03/04/2006 e successive integrazioni e modifiche”.

Le competenze relative all'istruttoria tecnica sugli impianti da autorizzare è in carico all'Agenzia Regionale per la Tutela dell'Ambiente (ARTA) che tra l'altro si occupa anche di stimare il carico inquinante che le attività produttive immettono in atmosfera.

Le ultime indagini relative all'impatto emissivo dovuto alle attività produttive nel territorio provinciale, infatti, risalgono al 2005 e sono state condotte dal Dipartimento ARTA, e pubblicate nel I rapporto sullo stato dell'ambiente nella Regione Abruzzo

INQUINAMENTO DA TRAFFICO VEICOLARE

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

La Direttiva 94/12/CE del Parlamento Europeo del 23/3/94 relativa alle misure da adottare contro l'inquinamento atmosferico da emissione di veicoli a motore afferma tra l'altro che “lo sviluppo dei trasporti nella Comunità ha comportato un notevole impatto sull'ambiente... le previsioni ufficiali sull'aumento della densità del traffico si sono rilevate inferiori ai dati ufficiali....pertanto occorre imporre norme rigorose in materia di emissioni per tutti i veicoli a motore” [...] “Le migliori tecnologie attualmente disponibili nell'industria comunitaria possono essere ulteriormente perfezionate onde consentire alle autovetture di soddisfare limiti di emissione notevolmente ridotti”.



In questa prospettiva, l'Unione Europea ha varato un programma, denominato Auto-Oil, con l'intento di identificare, sulla base di precise valutazioni scientifiche, le misure più idonee, anche da un punto di vista costi-benefici, per migliorare la qualità dell'aria e di introdurre più adeguate legislazioni ambientali europee.

La Direttiva emessa nel 1998 (98/70/CEE del 13/10/1998) stabilisce scadenze temporali e detta le norme ecologiche da seguire in materia di carburanti in commercio.

Più precisamente tale direttiva vieta, nei Paesi membri, la commercializzazione della benzina contenente piombo a partire dal 1 gennaio 2000. In realtà, alcuni paesi membri (Italia, Spagna, Portogallo, Grecia e Francia) hanno ottenuto una deroga fino al 1 gennaio 2002, per le difficoltà socio-economiche che avrebbero dovuto affrontare in tempi così ridotti.

La normativa antinquinamento ha introdotto la classificazione delle auto in EURO 1, 2, 3, 4 e 5 che indicano tutta una serie di norme emanate dall'Unione europea, per regolare le emissioni di gas di scarico delle autovetture. I numeri progressivi indicano i vari passaggi di adattamento da parte delle case automobilistiche.

Dalla lettura della carta di circolazione è possibile identificare quale norma rispetta l'auto che state per acquistare.

La normativa Euro 1 (91/441 – 93/53) – che ha introdotto l'obbligo per la casa costruttrice di montare la marmitta catalitica e di usare l'alimentazione a iniezione – è entrata in vigore nel 1993. L'Euro 2 (94/12 – 96/69 – 98/77) – normativa che ha richiesto modifiche anche sui diesel, è in vigore dal 1996.

Dal 2000 è in vigore la normativa Euro 3 (98/69 – 98/77 rif. 96/69), che è relativa all'ulteriore diminuzione delle emissioni e che si applica alle auto di nuova omologazione, dal 2001 a tutte le auto di nuova immatricolazione e dal 2002 si applica a tutte le auto. Dal 2005 invece sarà in vigore l'Euro 4 (98/69B – 98/77 rif. 98/69) per i veicoli di nuova omologazione e dal 1 gennaio 2006 verrà applicata a tutte le auto in vendita (di nuova immatricolazione).

Il Parlamento europeo ha approvato il testo sulle norme antinquinamento Euro 5 (*definitivamente formalizzate il 15 gennaio 2007*). In pratica, con le Euro 5 tutte le diesel, anche quelle più leggere e di piccola cilindrata, dovranno avere il filtro antiparticolato (Dpf o Fap) per rientrare nei nuovi, più bassi, limiti.

I modelli di nuova omologazione dovranno essere Euro 5 a partire dal 1° settembre 2009. L'introduzione a tappeto avverrà tuttavia gradualmente, tanto che soltanto dopo il 1° gennaio 2011 sarà obbligatorio vendere esclusivamente vetture omologate Euro 5. Per veicoli particolari, che sono rispondenti a bisogni sociali, quali i veri fuoristrada, i mezzi per il trasporto di sedie a rotelle o di sette o più passeggeri, la data limite slitterà al primo gennaio 2012.

A Bruxelles si è già parlato anche di limiti Euro 6, decisamente più impegnativi soprattutto per le diesel, e per i quali le dilazioni saranno più contenute. Le auto di nuova omologazione dovranno essere Euro 6 a partire dal settembre 2014 e tutte le vetture vendute nuove a partire dal settembre 2015 dovranno essere Euro 6. Tra l'altro, i costruttori dovranno dimostrare che filtri e catalizzatori rimangono efficienti per almeno 160.000 chilometri.

Allo stato attuale della tecnologia (ma da qui al 2014-2015 la situazione potrebbe evolvere) per le vetture con motore a gasolio rispettare le Euro 6 significherà dover aggiungere al solito catalizzatore e al filtro antiparticolato anche uno o più dispositivi capaci di ridurre le emissioni di ossidi d'azoto (NOx).

Di fatto, le normative Euro 6 potrebbero rendere arduo raggiungere il punto di pareggio con le diesel piccole e medio-piccole. Sarà quindi più equilibrata la sfida con le auto a benzina di nuova generazione, allo stesso tempo più brillanti e più parche nei consumi in quanto equipaggiate di motori turbo a iniezione diretta di cilindrata più contenuta rispetto agli attuali propulsori aspirati.

COMBUSTIBILI PER AUTO A MINOR IMPATTO AMBIENTALE

Nell'ambito di una politica di sostenibilità, in questa sede si vuole sottolineare l'importanza delle fonti energetiche a minor impatto ambientale, che nel corso degli ultimi anni, stanno acquisendo una sempre più ampia rilevanza rispetto alle fonti classiche caratterizzate da benzina e gasolio.

Lo sviluppo di tecnologie, combustibili e veicoli a basso impatto ambientale, infatti, rappresenta una delle risposte al problema delle emissioni inquinanti prodotte dal settore dei trasporti (1). Negli ultimi anni sono state avviate numerose sperimentazioni sul fronte delle tecnologie innovative e alcune di queste sono passate dalla fase sperimentale alla concreta applicazione. Diverse alternative sono già presenti sul mercato e alcune di queste offrono sensibili benefici rispetto alla tecnologia tradizionale, sia per quanto riguarda la diminuzione dei gas nocivi emessi sia in termini di risparmio energetico.

I combustibili alternativi comprendono tipologie alquanto differenti: alcune possono considerarsi di fonte naturale, come il gas naturale o il metano, il bio-diesel e il bioetanolo, mentre altre sono ancora derivati del petrolio (come il GPL) o sono una emulsione di gasolio e acqua (il gasolio bianco).

*** G.P.L**

Usato come combustibile, il GPL è una miscela di propano impuro di propene, butano e butene, spesso odorizzata con etantiolo per renderne facile il rilevamento in caso di fuga o di perdita.

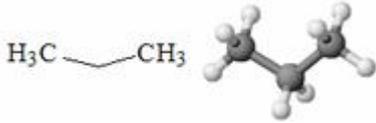
Come carburante per autotrazione, è miscelato con butano ed altri idrocarburi (il cosiddetto "mix auto") e non viene odorizzato, per non sporcare il polmone dell'impianto GPL dell'automobile.

Il GPL deriva dal petrolio (ne costituisce la frazione più leggera), e quindi non è - in senso stretto - un vero "carburante alternativo". Tuttavia è un carburante molto pulito, che non contiene composti di piombo e non provoca emissioni di benzene o di altri idrocarburi sospetti di carcinogenicità.

Inoltre, rispetto alla benzina ha un minor contenuto di carbonio, e quindi produce un po' meno CO₂ (circa il 10% in meno a parità di potenziale energetico); cosa che è senz'altro vantaggiosa per limitare l'effetto serra.

Il GPL ha già una buona diffusione in Europa; un'area in cui potrebbe espandersi notevolmente, con grandi benefici sia economici che ambientali, è la Cina. Questo grande paese è alla vigilia di una esplosione nella diffusione delle auto, e non ha ancora messo a punto una adeguata rete di distribuzione per la benzina senza piombo; l'uso del GPL può ridurre sensibilmente l'impatto ambientale delle vecchia auto, soprattutto nelle grandi città.

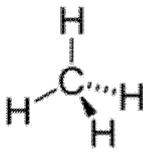
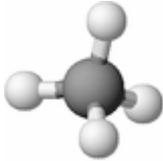
Il limite del GPL è la sua origine: deriva dal petrolio, cioè da una risorsa non rinnovabile, il cui prezzo è inevitabilmente destinato a crescere.

Propano	
	
Nome IUPAC	
propano	
Nomi alternativi	
GPL	
Caratteristiche generali	
<u>Formula bruta</u> o molecolare	C ₃ H ₈
<u>Massa molecolare</u> (u)	44,10
<u>Aspetto</u>	gas incolore

* GAS NATURALE

Il principale componente del gas naturale è il metano (CH₄), la più piccola e leggera fra le molecole degli idrocarburi. Normalmente contiene anche idrocarburi gassosi più pesanti come etano (CH₃CH₃), propano (CH₃CH₂CH₃) e butano (CH₃CH₂CH₂CH₃), nonché, in piccole quantità, pentano.

L'uso del gas naturale per autotrazione, ossia del metano, era ben conosciuto già negli anni '50. Il metano per autotrazione scomparve negli anni '70, quando se ne volle disincentivare l'uso perché la sua estrazione provocava l'abbassamento del suolo nella laguna di Venezia; negli anni '90, con il completamento del metanodotto dall'Algeria, e con il riconoscimento dei notevoli vantaggi ambientali di questo carburante, l'uso del metano è diventato di nuovo proponibile. Infatti un veicolo alimentato a metano, grazie all'elevato contenuto di idrogeno, emette il 25% in meno di CO₂ rispetto ad un equivalente veicolo a benzina; sotto questo aspetto il metano supera perfino il GPL, rispetto al quale ne emette il 15% in meno. Inoltre la combustione del metano emette meno "promotori di ozono" rispetto a quella della benzina: non ci sono emissioni di benzene, ed i gas di scarico hanno un tenore di ossidi di azoto (NO_x) inferiore di circa il 50%. Attualmente il metano si estrae dal sottosuolo come il petrolio, e dovrebbe quindi essere considerato anch'esso una risorsa naturale non rinnovabile (per quanto ce ne sia in abbondanza, almeno fino alla fine di questo secolo). A differenza del petrolio, la cui formazione ha richiesto milioni di anni, il metano si produce naturalmente in moltissimi processi di fermentazione anaerobica, anche a partire da sostanze di rifiuto: le auto a metano potrebbero quindi funzionare anche in un mondo senza petrolio. La diffusione del metano è ostacolata dal ridotto numero dei punti vendita, dovuto all'elevato costo di installazione (il metano deve essere contenuto in recipienti a pressione, e occorrono varie attrezzature di sicurezza come rivelatori di perdite o sistemi antincendio ad intervento automatico). Per questi motivi si prevede che a breve termine l'incremento nell'uso del metano si avrà soprattutto nell'area del trasporto pubblico urbano: in Italia sono già in servizio oltre 160 autobus pubblici a metano, e si punta ad arrivare a 700 autobus nel 2003. Per quanto riguarda le auto private, è necessario che sia presente la doppia alimentazione (come per il GPL); e questo comporta costi sensibili ed una notevole riduzione dello spazio disponibile nel bagagliaio. Molte Case automobilistiche stanno tuttavia iniziando ad offrire modelli a doppia alimentazione; Peugeot e Citroen per i veicoli commerciali, Fiat per la "Multipla", Volvo per i modelli S70, V70 e S80, Volkswagen per il "Transporter T4".

Metano	
	
Nome IUPAC	
metano	
Caratteristiche generali	
Formula bruta o molecolare	CH ₄
Massa molecolare (u)	16,04
Aspetto	gas incolore

* BIOGASOLIO O BIODIESEL

Il "biogasolio" o "biodiesel" fu proposto su scala industriale all'inizio degli anni '90, soprattutto dal gruppo Ferruzzi - Montedison. Il biogasolio deriva da oli vegetali (di colza o di girasole) attraverso una trasformazione chimica della transesterificazione: in pratica la glicerina viene sostituita da due radicali metilici, per cui il prodotto ottenuto viene anche definito come "estere metilico di olio vegetale", oppure (nelle riviste di lingua inglese) con la sigla FAME (Fatty Acids Methyl Esters). È stato anche proposto l'impiego di ammidi terziarie di acidi grassi (come la di-esil-lauril-ammide):

rispetto agli esteri metilici avrebbero migliori caratteristiche di accensione e di scorrimento alle basse temperature. I vantaggi ambientali del biodiesel, oltre alla sua provenienza da risorse agricole rinnovabili, sono soprattutto la biodegradabilità (per cui eventuali sversamenti vengono facilmente eliminati dai batteri presenti nel terreno e nelle acque), ed una riduzione di oltre il 20% nelle emissioni di particolato; inoltre il biogasolio non contiene zolfo. E' possibile impiegare il biogasolio come additivo al normale carburante per motori Diesel, in proporzioni da 5 al 30% oppure anche puro, dal momento che i motori diesel di recente costruzione lo utilizzano in genere senza problemi.

* **BENZINE OSSIGENATE**

Come per il biogasolio, la "carta vincente" dei composti ossigenati (alcoli ed eteri) proposti per i motori a ciclo otto è la loro provenienza da risorse naturali rinnovabili; e quindi un incremento zero nelle emissioni di CO₂, perché l'anidride carbonica prodotta per combustione viene compensata da quella assorbita (per effetto della fotosintesi) durante la crescita dei vegetali da cui si ricavano i carburanti alternativi. Gli alcoli utilizzabili come componenti delle benzine sono l'etanolo (il comune "spirito di vino"), ed il metanolo, che veniva detto un tempo "spirito di legno". L'etanolo si ottiene con estrema facilità per fermentazione di qualsiasi substrato zuccherino; può essere ottenuto anche da zuccheri complessi, come amido e cellulosa, se questi vengono scissi preliminarmente in zuccheri semplici. In Brasile, l'etanolo prodotto per fermentazione degli scarti di canna da zucchero, viene da tempo miscelato (in proporzione del 22%) con la benzina; questa miscela può essere utilizzata nelle auto di serie senza particolari modifiche. Sono allo studio carburanti aventi concentrazioni di etanolo più elevate (fino all'85%); l'uso dell'etanolo puro non è raccomandabile, perché è miscibile con l'acqua (e anche per non indurre in tentazione gli automobilisti che amano "alzare il gomito"). Anche il metanolo può essere prodotto con una varietà di processi, sia partendo da combustibili fossili (petrolio, gas naturale, carbone) che partendo da biomasse: si preparava infatti un tempo per distillazione del legno. L'interesse per il metanolo deriva anche dalla possibilità di utilizzarlo per produrre energia elettrica nelle celle a combustibile; il metanolo potrebbe quindi rappresentare in futuro l'elemento di passaggio tra la trazione termica e quella elettrica, in quanto utilizzabile su auto di entrambi i tipi. Gli eteri sono meno conosciuti degli alcoli, ma un rappresentante di questa categoria (il MTBE, cioè metil-terziar-butil-etero) è già presente nella benzina verde, dove con il suo buon potere antidetonante ha reso possibile l'eliminazione dei composti di piombo e conseguentemente la diffusione delle marmitte catalitiche; un composto molto simile è l'ETBE (Etil Terziario Butil Etere), che si ottiene a partire dall'alcol etilico. Alcuni costruttori (come il gruppo Peugeot-Citroen) vedrebbero con favore una aggiunta generalizzata del 9% di ETBE alla benzina: si avrebbe il vantaggio di sostituire parte del petrolio con un materiale ottenuto da risorse agricole rinnovabili, ed una migliore combustione, con la positiva conseguenza di una riduzione del 10-15% nelle emissioni di ossido di carbonio e di idrocarburi. Un altro etere di cui si sta studiando (soprattutto in Giappone) l'utilizzo come componente di carburanti è il dimetiletere (DME). Questo composto, che è il più semplice della famiglia chimica degli eteri, si prepara facilmente a partire da ossido di carbonio e idrogeno, con modalità analoghe a quelle del metanolo; ha però lo svantaggio di essere gassoso a temperatura ambiente.

* **IDROGENO**

Secondo molti l'idrogeno è il vero carburante del futuro, perché è l'unico che non incrementa l'effetto serra: la sua combustione non produce CO₂, ma solo acqua (e tutt'al più un po' di ossidi di azoto come sottoprodotto). L'idrogeno può essere utilizzato negli attuali motori a scoppio (è la proposta di BMW, oppure come carburante per le celle a combustibile, in modo da produrre energia elettrica. Uno dei principali problemi nell'utilizzazione dell'idrogeno a bordo delle auto è il serbatoio. Immagazzinare idrogeno allo stato gassoso richiederebbe serbatoi enormi; la BMW ha optato per un contenitore criogenico, dove l'idrogeno viene conservato allo stato liquido, alla temperatura di -253 °C. Il mantenimento della bassa temperatura è assicurato (oltre che da un

efficientissimo isolamento termico) attraverso il raffreddamento che si ha con l'evaporazione controllata dell'idrogeno stesso, il sistema è idoneo per auto ad alto coefficiente di utilizzazione, ma potrebbe risultare penalizzante se l'auto passa molto tempo in garage. Altre proposte per immagazzinare idrogeno in poco spazio sono l'assorbimento su idruri metallici in polvere (proposto da Mercedes in un prototipo del 1986) e più recentemente l'assorbimento su nanofibre di carbonio (ancora in fase sperimentale). Un altro punto molto discusso è il modo di produrre l'idrogeno. Oggi lo si ottiene prevalentemente dal petrolio, ma non è certo questa una soluzione "ecologica": la via più diretta sarebbe l'elettrolisi dell'acqua che però richiede moltissima energia elettrica. Se per produrre l'elettricità devo bruciare dei combustibili fossili (emettendo CO₂ e distruggendo risorse non rinnovabili), chiaramente non avrò portato nessun beneficio all'ambiente. E' possibile ottenere idrogeno utilizzando l'energia elettrica "in surplus" prodotta di notte dalle centrali nucleari, quando la richiesta di elettricità sulla rete scende sensibilmente: in questo modo non si incrementa l'effetto serra, ma è noto che le centrali nucleari hanno vari problemi sia ambientali che di sicurezza. L'unico modo veramente "ecologico" per produrre l'idrogeno è l'utilizzo di energia elettrica di origine eolica o fotovoltaica: recentemente un gruppo tedesco - israeliano - giapponese ha annunciato di aver messo a punto un processo che impiega celle fotovoltaiche a base di un semiconduttore costituito da alluminio, arsenico e silicio, con elettrodi di ossido di rutenio e di nero di platino. Si otterrebbe una efficienza di oltre il 18% grazie alla riduzione delle perdite per sovratensione.

*** BENZINA E GASOLIO MENO INQUINANTI**

Anche i carburanti di origine petrolifera devono rispettare specifiche ambientali sempre più rigorose. Con il recente DPR N°434/2000 (Gazzetta Ufficiale N°25 del 31/1/01) la qualità della benzina e del gasolio che verranno in futuro erogati dalle pompe italiane è stata adeguata alle prescrizioni della direttiva 98/70/CE; in particolare;

- fino al 1/1/2005 la benzina "verde" può contenere 5 ppm massimo di piombo, 150 ppm di zolfo e 1% massimo di benzene
- dopo tale data, non è più consentita la presenza di piombo né di benzene;
- il contenuto di zolfo non può superare 50 ppm
- il gasolio per diesel può contenere 350 ppm massimo di zolfo fino al 1/1/2005; successivamente il tenore di zolfo massimo consentito scenderà a 50 ppm.

QUALITÀ DELLE EMISSIONI PRODOTTE

Gli inquinanti emessi dai veicoli a motore, sono presenti sia in forma gassosa, sia in forma di polveri. Alcuni di essi, come i metalli e gli idrocarburi sono anche adesi, ai microgranuli delle polveri, assieme a minerali e a pollini, costituendo una complicata miscela dispersa nell'areosol atmosferico.

* **Anidride Carbonica (CO₂)**

Il biossido di carbonio è il risultato della combustione di un composto organico in presenza di una quantità di ossigeno sufficiente a completarne l'ossidazione. È un gas incolore e inodore; non è tossico in sé, ma non è respirabile e quindi può provocare la morte per asfissia.

Nel 2007 è stato misurato un contenuto di biossido di carbonio nell'atmosfera terrestre di circa dello 0,038% (≈ 381 ppm) in volume. Per via della maggiore estensione delle terre emerse e quindi della maggiore superficie occupata da vegetazione, nell'emisfero nord della Terra si osserva una fluttuazione della concentrazione di biossido di carbonio di circa 5 ppm nell'arco dell'anno, che raggiunge il suo massimo a maggio ed il suo minimo ad ottobre, al termine della stagione vegetativa dell'emisfero nord, quando la biomassa vegetale del pianeta è al suo valore massimo.

Nonostante la sua piccola concentrazione, la CO₂ è un componente fondamentale dell'atmosfera terrestre perché - insieme al vapore acqueo ed al metano - intrappola la radiazione infrarossa della luce solare riflettendola nuovamente verso la superficie terrestre (il cosiddetto *effetto serra*) impedendo alla Terra di raffreddarsi. Sono stati i vulcani le prime fonti di biossido di carbonio atmosferico della Terra neonata, grazie ad essa si è potuto instaurare un clima favorevole allo sviluppo della vita. Oggi i vulcani rilasciano in atmosfera circa 130 - 230 milioni di tonnellate di biossido di carbonio ogni anno, ma questa quantità rappresenta solo l'1% della quantità di biossido di carbonio totale liberata in atmosfera dalle attività umane, che è pari a 50 000 tonnellate al minuto.

Si stima che la concentrazione atmosferica di biossido di carbonio sia aumentata del 35% dai tempi della rivoluzione industriale e del 20% dal 1958. La combustione dei combustibili fossili (carbone, petrolio) è accusata di essere la principale causa di questo aumento, la deforestazione è la seconda.

La teoria del *riscaldamento globale* compare nella letteratura scientifica per la prima volta alla fine del XIX secolo. L'aumento della quantità di anidride carbonica nell'atmosfera va ad incrementare l'effetto serra e

contribuisce quindi ad un rapido riscaldamento del pianeta al quale gli ecosistemi non hanno il tempo necessario per adattarsi. L'entità di questo effetto è ancora in discussione, ma la diffusa convinzione che stiamo in effetti attraversando una fase di riscaldamento generalizzato del clima terrestre ha portato molti paesi del mondo a siglare il protocollo di Kyōto, un accordo in cui le nazioni si impegnano a limitare e ridurre le emissioni di biossido di carbonio.

Anidride carbonica	
	
Nome IUPAC	
diossido di carbonio	
Nomi alternativi	
biossido di carbonio anidride carbonica gas silvestre	
Caratteristiche generali	
Formula bruta o molecolare	CO ₂
Massa molecolare (u)	44,01
Aspetto	gas incolore
Numero CAS	124-38-9

Negli ultimi anni, però, con l'aumento dei dati raccolti, soprattutto grazie a carotaggi nei ghiacci, vi sono numerosi pareri, anche molto autorevoli, fortemente critici verso questa teoria.

* **Biossido di Zolfo (SO₂)**

E' un gas incolore e inodore, alle concentrazioni ambientali. Il 50% deriva da fonti naturali, principalmente da attività vulcanica. Le fonti antropiche, sono costituite da centrali termoelettriche a carbone o olio combustibile (17%), industrie (17%), riscaldamento domestico e traffico stradale. In quasi tutti i paesi industrializzati, è in diminuzione a causa del maggiore utilizzo del metano e della riduzione percentuale di zolfo nel gasolio per riscaldamento e autotrazione. I valori naturali, sono inferiori a 5µg/m³, quelli rurali a 25µg/m³, quelli urbani a 100µg/m³. A causa della sua elevata solubilità in H₂O (per formare H₂SO₄, uno dei componenti responsabili delle piogge acide), viene facilmente assorbito dalle mucose nasali e delle vie aeree superiori. Fra gli effetti acuti, l'edema delle mucose, con aumento delle secrezioni, e del broncospasmo. A concentrazioni di 5ppm, deprime la clearance broncomucociliare. Asmatici, bronchitici cronici, bambini ed anziani in genere, presentano maggiore suscettibilità (22).

* **Piombo (Pb)**

Già nel 200 a.C., il medico greco Nicandro, descriveva i sintomi del saturnismo: ovvero l'intossicazione cronica da piombo. La civiltà Etrusca, era esposta al Pb, poiché molte delle stoviglie utilizzate, erano costruite in piombo. L'atteggiamento "benedicente" della mano, di molte statuette che si possono osservare al museo etrusco di Volterra, rappresenta un tipico sintomo, del danno neurologico da saturnismo (paralisi degli estensori). Anche l'impero Romano, fu notoriamente esposto al piombo come veleno ambientale: presente nell'acqua potabile (le tubature erano di piombo), nei cibi e nelle bevande, conservate in recipienti di ceramica, nel vino, ove figurava addirittura come additivo (sapa). L'uso massiccio di vernici al piombo, negli USA, fino agli anni '50, e la notevole dispersione ambientale da traffico, hanno portato almeno 3-4milioni di bambini americani a soffrire di intossicazione sub-clinica da Pb, negli anni '70. Oltre il 62% dei bambini, che erano classificati come ipercinetici e disadattati, presentavano livelli di piombemia elevata rispetto ai controlli (6). Le concentrazioni urbane variano, attualmente, da 0,5-3µg/m³. Assorbito dall'epitelio polmonare, si distribuisce alle ossa, fegato, reni, cervello. La sua concentrazione nel tessuto osseo, rappresenta un meccanismo di difesa. La sua tossicità, è legata alla capacità di legarsi ai gruppi sulfidrilici proteici, di inibire enzimi (alad-sintetasi), di sostituirsi a ioni metallici essenziali (come Fe, nel gruppo eme dell'emoglobina). I danni, sono costituiti da: anemia, danni neurologici, cardiovascolari, epatici e renali. I più a rischio sono i bambini, per il maggior assorbimento intestinale, per l'imaturità della barriera emato-encefalica e le donne in gravidanza in quanto è in grado di attraversare la placenta.

* **Monossido di Carbonio (CO)**

Gas incolore e inodore, prodotto per la combustione incompleta di sostanze contenenti carbonio. Fonti naturali, sono i processi di ossidazione del metano, gli incendi boschivi, i gas di palude e le piogge (in quanto contenuto nelle nuvole). Per le fonti antropiche, il primato spetta alle auto a benzina (63%), seguite da inceneritori, raffinerie e fonderie (30). I valori naturali, oscillano fra 0,01 e 0,23mg/m³. Le concentrazioni urbane, variano fra 20 e 60mg/m³, con picchi mattina-sera, corrispondenti alle ore di punta del traffico. A causa della sua scarsa idrosolubilità, raggiunge gli alveoli polmonari, dove compete con l'ossigeno, per legarsi all'emoglobina. La carbossiemoglobina, è 250 volte più stabile dell'ossiemoglobina. Viene pertanto ridotta, la capacità di portare ossigeno ai tessuti, con conseguente ipossia. I sintomi, sono tutti legati a ridotta ossigenazione distrettuale: diminuita capacità di concentrazione, ipertensione, tachicardia, angina. Gli individui affetti da cardiopatie, malattie polmonari, anemie e le donne in gravidanza sono i più sensibili.

* **Ossidi di Azoto (NO_x)**

Comprendono, il monossido di azoto (NO) e il biossido di azoto (NO₂). Il monossido d'azoto, è un gas incolore ed inodore, che costituisce il principale componente degli NO_x, e viene gradualmente ossidato nell'atmosfera a NO₂. Quest'ultimo, ha un colore rosso-bruno ed un odore, pungente e soffocante. Le fonti naturali, sono legate alla denitrificazione batterica, ed in misura minore alla attività vulcanica e ai fulmini. Le fonti antropiche, sono dovute all'utilizzo dei combustibili fossili, in quanto, le elevate temperature e pressioni, favoriscono la reazione fra ossigeno e azoto. Le emissioni, sono così ripartite: autoveicoli (50%) equamente divise fra benzina e diesel, centrali termoelettriche (17%). Inoltre, fra le fonti che non implicano combustioni, ricordiamo la produzione e l'utilizzo di acido nitrico (H₂NO₃), la produzione di fertilizzanti e l'impiego di esplosivi (complessivamente, 16%). I livelli naturali, variano da 0,4-9,4µg/m³, mentre quelli urbani variano da 20-850µg/m³, come per il CO, con picchi orari in relazione al traffico. L'NO₂, è circa quattro volte più tossico del NO. Reagisce rapidamente con H₂O, per formare H₂NO₃, sia a livello delle mucose respiratorie, che dell'ambiente, dove contribuisce alla formazione di piogge acide. L'NO₂ è un potente ossidante, e la sua azione tossica, si esplica attraverso la perossidazione lipidica delle membrane cellulari e l'ossidazione di proteine a basso peso molecolare. Le linee cellulari più danneggiate, sono gli pneumociti tipo I e le cellule dell'epitelio ciliato respiratorio. Gli NO_x, aumentano la suscettibilità alle infezioni virali e batteriche. La sovraesposizione ad un picco di 0,8ppm di NO₂ (come accade in un qualsiasi giorno invernale), aumenta la suscettibilità dei topi alle polmoniti batteriche. Sono la principale fonte di O₃ troposferico. Reagiscono con gli idrocarburi, sotto l'azione dei raggi UV, per dare perossiacetilnitrato, un componente dello smog fotochimico. Gli inquinanti fotochimici a 100µgr/m³ causano cefalea, a 500µgr/m³ tosse e dolore toracico (15). Il gruppo più sensibile è costituito dagli asmatici.

* **Ozono (O₃)**

E' un gas bluastrò, dall'odore pungente. Una fonte naturale, è rappresentata dal trasporto nell'atmosfera dell'O₃ stratosferico, da parte di correnti verticali. Non viene emesso come tale dalle attività umane, ma è un inquinante secondario, che si forma, per ossidazione fotochimica da parte della radiazione solare, degli inquinanti primari (NO_x, idrocarburi e aldeidi) derivanti dai processi di combustione. Le sue concentrazioni, aumentano nei mesi caldi. Sono basse il mattino, raggiungono il massimo nel primo pomeriggio e decrescono la sera. Le concentrazioni medie orarie, possono superare i 340 µg/m³ in molte città europee. Tipicamente, tende ad essere più elevato nelle aree suburbane, nei giorni seguenti a quelli di traffico intenso, poiché è necessario un certo tempo per la sua formazione. E' un potente ossidante dei gruppi sulfidrilici proteici e delle membrane cellulari, ha effetti simili a quelli dell'NO₂, e causa infiammazione delle mucose respiratorie e oculari (15). L'O₃ ha ridotto del 13-21% le PFR sotto sforzo, in femmine adulte, diminuendo il volume corrente inspiratorio del 14%, e aumentando la frequenza respiratoria del 15%. Le alterazioni sono persistite a distanza di 18h (8). Le cellule epiteliali bronchiali, i macrofagi alveolari e le cellule polmonari, sintetizzano l'enzima antiossidante, selenio-dipendente, Glutationeperossidasi, che viene secreto nel fluido epiteliale polmonare. Quest'ultimo rappresenta la prima barriera difensiva del polmone, contro gli agenti ossidanti inalati, che danneggiano le membrane fosfolipidiche. L'O₃ è in grado di ridurre questa l'attività enzimatica del 40% (3).

* **Idrocarburi**

Si trovano nell'aria in forma gassosa, e in forma particolata (adesi alle polveri). I gruppi più importanti, sono quelli: del benzene e degli idrocarburi policiclici aromatici (IPA). Vengono prodotti da motori a scoppio (40%), dall'impiego di solventi, da inceneritori. Il benzene è un liquido incolore, dall'odore gradevole; la contaminazione deriva principalmente dagli autoveicoli (80-90%). Le concentrazioni oscillano fra 1-5µg/m³ nelle aree rurali e fra 10-100µg/m³, nelle aree urbane. Presso le stazioni di servizio, sono state misurate concentrazioni fino a 10.000µg/m³ (2). L'intossicazione acuta, si manifesta con sintomi neurologici: cefalea, stordimento, senso di costrizione al torace. Gli effetti a lungo termine, quelli che a noi interessano, si manifestano

sull'emopoiesi, inducendo leucemia acuta non-linfocitica, ipoplasie midollari, sindromi mielodisplastiche. E' riconosciuto come cancerogeno, dalla IARC. Viene metabolizzato a livello epatico, dal sistema enzimatico del citocromo P-450, e la tossicità sembra dovuta a metaboliti intermedi come l'idrochinone, capace di legarsi alle basi azotate del DNA (4)-(21). Per le esposizioni non professionali, sono attualmente in corso studi epidemiologici difficili, per la latenza degli effetti, per la presenza di geni individuali condizionanti la tossicità, per la difficoltà di valutare correttamente le esposizioni. Per le categorie professionali a rischio, uno studio condotto su 4.000 vigili urbani di Roma, ha mostrato un'incidenza di linfoma di Hodgking superiore di 5 volte a quella della popolazione del Lazio (9). Un'altro studio sui benzinai di Roma, ha mostrato un aumento della stessa patologia, ma non statisticamente significativo (11). Anche gli IPA hanno come principale fonte di emissione il traffico, gli inceneritori e varie industrie. Quelli presenti nell'aerosol urbano, sono prevalentemente legati alle particelle inferiori a 2µm. Sono noti, per le loro proprietà mutagene e cancerogene. Crisene, benzo(b)fluorantene, benzo(k)fluorantene, dibenzo(a,h)antracene e, i due più pericolosi, su cui viene testata la tossicità totale degli IPA, che sono: benzo(a)pirene e benzo(a)antracene (Classe 2a IARC). I livelli aumentano nei periodi invernali, in concomitanza dell'aumento del traffico, dell'accensione degli impianti di riscaldamento e dei fenomeni di inversione termica. La normativa italiana, prevede il monitoraggio, solo per le città con popolazione superiore a 150.000 abitanti ed indica un livello medio annuale di riferimento per il benzo(a)pirene di 1ng/m³. I dati relativi alle loro determinazioni, sono quindi, sporadici e limitati, ma uno studio condotto nella città di Arezzo, ha evidenziato come essi siano diffusi, a valori superiori alla soglia stabilita, anche in città che non presentano particolari impatti industriali (31).

* **Composti Organici Volatili (COV)**

Comprendono aldeidi come la formaldeide e l'acetaldeide, rispettivamente appartenenti al gruppo 2a e 2b IARC, idrocarburi come l'1-3butadiene, gruppo 2a IARC ed eteri come l'MTBE e l'ETBE, usati come additivi nelle benzine senza piombo. I COV, essenzialmente alcani ed alcheni incombusti, non sono emessi solamente dalle attività umane. Grandi quantità di terpeni, idrocarburi costituiti da unità isopreniche, vengono emesse dalle foreste. L'EPA ha calcolato nel 1997, 28 milioni di tonnellate emesse dalle foreste, contro 19 milioni di origine antropica. Gli alberi emettono idrocarburi, in risposta allo stress da calore, e nei periodi più caldi dell'anno, con vento scarso, la reazione fotochimica fra gli idrocarburi e gli ossidi di azoto, conduce alla formazione di smog fotochimico. Alla luce dei cambiamenti climatici dovuti all'effetto serra, questo è un dato da non sottovalutare per il futuro.

* **Particolato Sospeso (PTS)**

Con il termine "particolato sospeso", sono indicate tutte le particelle solide e liquide disperse nell'atmosfera. Vengono prodotte dal traffico, dagli impianti di riscaldamento, da impianti industriali (acciaierie, cementifici, inceneritori, ecc.) e più in generale da qualsiasi processo di combustione. Le polveri, derivano sia da fenomeni di abrasione superficiale e di erosione (dei manti stradali, dei pneumatici ecc.) che dai processi di combustione dei motori, principalmente Diesel e ciclomotori a due tempi. A questi, si aggiungono aerosol di origine vulcanica, marina e biologici come spore, batteri, virus e pollini. Gli spostamenti aerei troposferici, hanno la capacità di movimentare con le polveri, grandi quantità di inquinanti, e gli animali terrestri vengono a contatto con essi, introducendoli per via respiratoria, cutanea e oculare. Le condizioni meteorologiche come la temperatura, il vento, la pioggia, i fenomeni di inversione termica, hanno una grande influenza sulla distribuzione e la chimica delle polveri. Le dimensioni variano da 0,005µm a circa 100µm, ma quelle con diametro superiore a 10µm sono scarse, fatta eccezione per località molto secche e ventose, o in prossimità di una specifica fonte, in quanto tendono a depositarsi velocemente. Il vento ed il traffico stesso, contribuiscono alla movimentazione di queste polveri, le cui particelle più piccole, nel periodo freddo in cui si verificano fenomeni di inversione termica, possono rimanere in sospensione aerea per molte settimane. I PM₁₀, rappresentano circa, il 60% delle polveri

totali sospese (PTS). In questa frazione, le più pericolose per la salute hanno dimensioni inferiori a $2,5\mu\text{m}$. Coerentemente con il fatto, che la capacità di penetrazione nell'apparato respiratorio, è inversamente proporzionale alle loro dimensioni. In numerose città europee e statunitensi, viene posta particolare attenzione ai $\text{Pm}_{2,5}$ ed ai Pm_1 . I Pm_{10} sono un miscuglio di: sali inorganici, metalli, IPA (principalmente benzo(a)pirene e benzo(a)antracene), sostanze organiche e materiale biologico. Riescono a superare la laringe e penetrano in profondità nell'albero respiratorio. La loro tossicità, è dovuta alle sostanze chimiche adese sulle particelle stesse, che provocano broncostrizione, fenomeni allergici, irritazione diretta delle mucose respiratorie. Gli effetti avversi che esercitano, sono dovuti a stress ossidativi cellulari, attraverso la parte metallica e chinonica. A livello alveolare polmonare, a seguito dell'ossidazione delle membrane cellulari, si verifica un aumento della permeabilità, con produzione da parte dei macrofagi, dei leucociti e delle cellule alveolari interstiziali, di mediatori biochimici dell'infiammazione come, citochinine, acido arachidonico (precursore delle prostaglandine) e endotelina-1, un potente vasocostrittore. Gli effetti cardiovascolari, sono dovuti soprattutto alla capacità vasocostrittrice, ed all'induzione di un aumento della viscosità ematica, effetti aggravati dalla concomitante presenza di CO, che si lega all'emoglobina per dare carbossiemoglobina. L'aumentato livello di fibrinogeno plasmatico indotto dagli inquinanti, sembra costituire un rischio per eventi cardiovascolari acuti: infarto miocardico e ictus (23). I PM_{10} causano una diminuzione delle PFR del 3-4%, sulla popolazione già a concentrazioni di $10\mu\text{gr}/\text{l}$ (1). Il limite imposto dalla Legislazione attuale è di $40\mu\text{g}/\text{m}_3$, ma è previsto dalla CE il loro abbattimento a $20\mu\text{g}/\text{m}_3$ entro il 2010. Le limitazioni del traffico vengono imposte, in Lombardia quando il valore di $50\mu\text{gr}/\text{m}^3$ viene superato per 7 giorni consecutivi. Le variazioni delle concentrazioni di PM_{10} e di CO, sono state messe in relazione all'aumento di ricoveri ospedalieri per patologie cardiovascolari, in otto contee statunitensi. I risultati dello studio epidemiologico, hanno evidenziato un aumento variabile dal 2,5 al 4% dei ricoveri stessi (29).

METODO COPERT

PRINCIPI

Per andare a valutare quale sia l'andamento dell'impatto emissivo delle auto circolanti sul territorio provinciale nel corso degli anni è stato utilizzato un software per la stima delle emissioni inquinanti COPERT (Computer Programme to calculate Emission from Road Traffic). Si tratta di un programma di calcolo delle emissioni da traffico realizzato dalla European Environment Agency EEa nell'ambito del programma CORINAIR, che permette di calcolare le emissioni di diversi tipi di inquinanti CO, CO₂, NO_x, VOC, NH₃, SO_x, CH₄, Pb, PM....

È chiaro che le quantità di sostanze emesse in atmosfera dagli autoveicoli dipendono sia dalle emissioni dei veicoli (fattori di emissione), che dalla numerosità delle flotte (di veicoli a benzina, diesel, GPL...) e dalle relative percorrenze.

A ciascuna classe veicolare e per ogni inquinante il modello associa delle funzioni di stima delle emissioni e dei consumi dipendenti dalla velocità.

Tali funzioni rappresentano delle curve medie di emissione e di ciascun carburante, esse vengono ricavate da misure di emissioni per diverse tipologie e marche di veicoli e si riferiscono a prove realizzate in vari paesi europei, su diverse varietà di cicli di guida.

In particolare la metodologia di calcolo del COPERT si basa sui seguenti parametri:

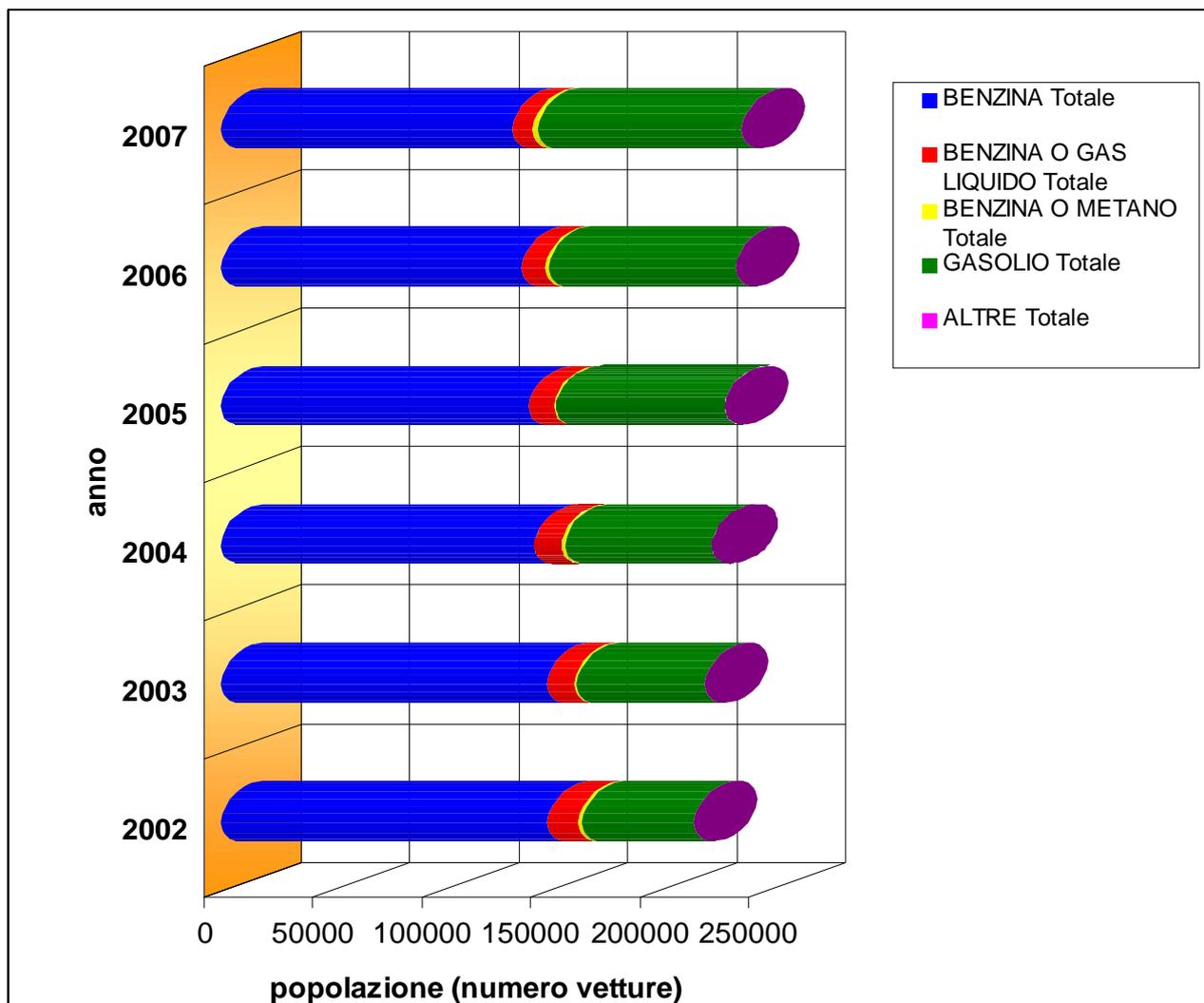
- parco auto circolante: numero di veicoli;
- condizioni di guida: velocità media e Km percorsi per tipo di strada;
- fattori di emissione;
- tipo di combustibile;
- condizioni climatiche: temperature min e max.

A parte i fattori di emissione, presenti nel codice di calcolo del programma, gli altri dati vengono inseriti dall'utente nel modello durante la creazione del database di input.

L'ACI ha fornito i dati relativi al parco circolante, disaggregato per Provincia, per cilindrata, alimentazione e per classe EURO, attraverso dei database pubblicati on-line specificatamente predisposti e impostati per essere utilizzati con il metodo COPERT..

Di seguito viene riportato l'andamento, riferito al periodo 2002-2007, del numero di autovetture, circolante nella Provincia di Chieti, in funzione del tipo di alimentazione.

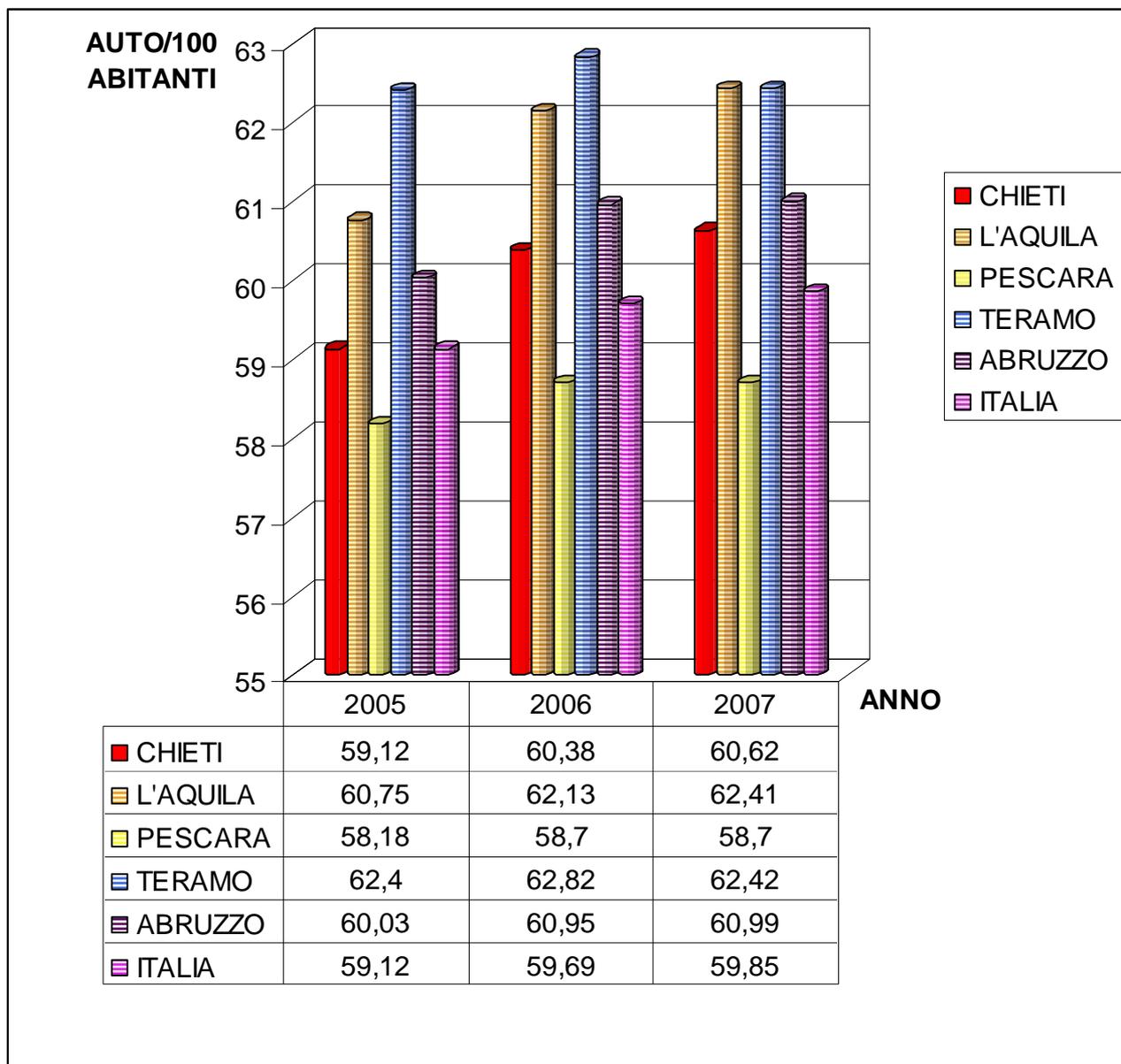
È evidente come sul nostro territorio si sia verificata una costante crescita delle numero totale di autovetture circolanti. Nello specifico si osserva una progressiva crescita delle autovetture a gasolio e seppur quantitativamente ancora poco rilevanti di quelle ibride, alimentate a benzina/metano; contestualmente si è verificato un costante decremento delle autovetture alimentate a benzina e benzina/Gas Liquido.



	2002	2003	2004	2005	2006	2007
■ ALTRE Totale	12	12	13	13	14	13
■ GASOLIO Totale	51306	58561	67804	76725	85687	93695
■ BENZINA O METANO Totale	1542	1343	1377	1424	1548	1838
■ BENZINA O GAS LIQUIDO Totale	14381	12513	12200	11406	10709	9991
■ BENZINA Totale	150120	149763	144451	141575	138303	133580

Sempre da fonte ACI, anche e soprattutto per fornire un'idea di quale sia l'indice di motorizzazione inteso come numero di autovetture per 100 abitanti, sono stati estratti i dati relativi agli anni 2005, 2006 e 2007 e confrontati con quelli delle altre province abruzzesi, con il dato regionale e con quello nazionale.

Di seguito vengono riportati i dati e i relativi andamenti nel corso degli anni 05/07.



Si nota chiaramente che per la Provincia di Chieti la tendenza è crescente; si è passati infatti da 59,12 autovetture/100 abitanti nel 2006 a 60,62 nel 2007 che

DATI DI INPUT

Il valore delle percorrenze medie è stato stimato utilizzando i risultati ottenuti dall'elaborazione dei dati relativi alla ricognizione effettuata sulle auto di servizio dell'Ente.

A partire dai consumi annui di carburante e dalle percorrenze annue di ciascuna vettura, riferite all'anno 2007, è stato calcolato il rendimento inteso come Km medi percorsi per litro di carburante delle vetture a benzina e di quelle a gasolio.

MODELLO	TARGA	CLASSE OMOLOG.	ANNO imm.	ALIMENTAZ.	KM PERCORSI		SPESE CARBURANTE		consumi medi	benzina litri usati 07	gasolio litri usati 07
					KM 2006	KM 2007	2006	2007	2007	1,2920	1,1630
Fiat uno	CH343130	Euro 0	1990	benzina	7.300	2.400	€ 296	€ 200	15,504	154,799	
Fiat Panda 4x4	CH 360216	Euro 0	1991	benzina	2.500	1800	€ 194	€ 172	13,521	133,127	
Fiat Tempra	AJ665RP	Euro 2	1996	benzina	13.400	3.700	€ 832	€ 313	15,273	242,260	
Lancia K 2.0	BA616EP	Euro 2	1998	benzina	27.600	1.800	€ 2.729	€ 294	7,910	227,554	
Fiat punto JTD	BN874NB	Euro 3	2000	gasolio	25.600	23.400	€ 1.392	€ 1.268	21,462		1.090,284
Fiat punto JTD	BN879NB	Euro 3	2000	gasolio	17.600	19.900	€ 1.098	€ 1.192	19,416		1.024,936
Lancia Libra 1.9	BX948KE	Euro 3	2001	gasolio	50.100	23.400	€ 2.791	€ 1.875	14,514		1.612,210
Lancia Libra 1.9	BX949KE	Euro 3	2001	gasolio	42.500	37.300	€ 2.367	€ 2.835	15,302		2.437,661
Fiat Doblò	BZ 919 RT	Euro 3	2002	gasolio	29.600	21.700	€ 1.345	€ 1.908	13,227		1.640,585
Fiat stilo 1.9 JTD	CB813AF	Euro 3	2002	gasolio	35.800	30.000	€ 1.747	€ 2.224	15,688		1.912,296
Fiat stilo 1.9 JTD	CB814AF	Euro 3	2002	gasolio	34.300	27.700	€ 1.820	€ 2.009	16,035		1.727,429
Fiat stilo 1.9 JTD	CB815AF	Euro 3	2002	gasolio	22.100	17.900	€ 1.068	€ 1.530	13,606		1.315,563
Lancia Thesis	CC795RW	Euro 3	2002	benzina			€ 8.530	€ 0			
Fiat punto 1.9	CH235AR	Euro 3	2003	gasolio	27.900	30.400	€ 1.122	€ 1.382	25,583		1.188,306
Fiat Panda 4x4	CH213AR	Euro 3	2003	benzina	10.400	14.400	€ 510	€ 769	24,193	595,201	
Fiat punto	CV106MK	Euro 4	2005	gasolio	26.600	26.100	€ 828	€ 1.255	24,187		1.079,106
Lancia Thesis	DF685CD	Euro 4	2006	gasolio			€ 238	€ 9.338			
Fiat croma	DF536CD	Euro 4	2006	gasolio			€ 182	€ 2.134			
									media benzina	15,280	km/l
									media gasolio	17,902	km/l

La federconsumatori ha pubblicato sul proprio sito (www.federconsumatori.it/news), una stima dei consumi annui di carburanti (benzina e gasolio) utilizzati dal settore autotrazione negli anni 2006 e 2007:

Consumi Anni

<u>Benzina</u>	2006	2007
	12.6 MLN/TON (Densità benzina 0.75) = 16 MLD di litri/anno \approx 1.4 MLD di litri mese \approx 46 MLN litri giorno	11.9 MLN/TON

Valore per ogni cent = 14 MLN di euro mese \approx 460.000 € giorno

Valore per ogni millesimo \approx 46.000 € giorno

<u>Gasolio</u> <u>Autotrazione</u>	2006	2007
	25.4 MLN/TON (Densità gasolio 0.84) = 31 MLD/litri anno \approx 2.5 MLD litri mese \approx 84 MLN litri giorno	26.1 MLN/TON

Valore per ogni cent = 25 MLN Euro/mese \approx 840.000 € giorno

Valore per ogni millesimo \approx 84.000 € giorno

DISTRIBUTORI BENZINA 22.400

VENDITA RETE BENZINA 16 MLD 850 MILA LITRI
GASOLIO 19 MLD 480 MILA LITRI

EROGATO MEDIO ANNUO PER DISTRIBUTORE 1.620 mc pari a 1.620 MLN/LITRI

DI CUI BENZINA 750 mc pari a 750 MILA LITRI
GASOLIO 870 mc pari a 870 MILA LITRI

OGNI CENTESIMO DI VARIAZIONE COMPORTA INTROITI PER

BENZINA	7.500 EURO ALL'ANNO
GASOLIO	8.700 EURO ALL'ANNO
TOTALE	16.200 EURO ALL'ANNO

Dallo studio effettuato sulle auto di servizio dell'Ente è risultato che mediamente un'autovettura a benzina con 1l di carburante percorre 15,3 Km, mentre quelle a gasolio con 1l di carburante percorrono 17,9 Km.

Utilizzando, quindi:

1. il dato relativo ai litri di benzina e di gasolio erogati in un anno sul territorio nazionale (dato ottenuto dal sito della federconsumatori);
2. il rendimento (Km/l) ottenuto sulla base dei dati riferiti al parco mezzi dell'Ente: gasolio (17,9 Km/l) – Benzina (15,3 Km/l);

è stato dapprima calcolato il numero di Km totali percorsi da ciascuna tipologia di vettura (benzina, gasolio) in un anno e successivamente, sulla base dei dati pubblicati sul sito dell'ACI (Automobil Club Italiano) relativi al numero totale di vetture circolanti in Italia nell'anno di riferimento (2007) alimentate rispettivamente a benzina e a gasolio, sono stati calcolati i chilometri medi annui per tipologia di vettura (Tab. 1), utilizzati come dati di input per l'applicazione del modello COPERT.

erogato naz. 07 (L/anno)	benzina l/anno (d= 0,75)	gasolio l/anno (d=0,84)	totale auto benz	totale auto gasolio	tot autocarri gasolio	totale veicoli gasolio	km totali benzina/ANNO	km totali gasolio/ANNO	km medi/auto benzina	km medi/auto gasolio
									11.022,35	35.576,86
	16.000.000.000	31.000.000.000	22.180.385	12.065.254	3.533.707	15.598.961	244.480.000.000	554.962.000.000		

Tab. 1 *determinazione dei chilometri medi annui percorsi da una vettura a benzina e a gasolio.*

Nell'utilizzo del software, è stato utilizzato come valore medio per le autovetture a benzina 15.000 Km/anno, per le autovetture a gasolio 32.000 Km/anno e per le autovetture alimentate a GPL 20.000 Km/anno, valutando tra l'altro che il dato, essendo costante per tutte le applicazioni risultate necessarie, può influenzare il valore assoluto delle emissioni ma certamente non gli andamenti nel corso degli anni.

Le autovetture divise per tipo di alimentazione, cilindrata e popolazione nel periodo 2002-2007 sono riportate nella Tabella 2.

Tabella 2.

ANNO 2002			
AUTOVETTURE - ALIMENTAZIONE - CILINDRATA	STANDARD LEGISLATIVO	POPOLAZIONE	KM/ANNO
Gasoline <1,4 l	PRE ECE	7299	15000
Gasoline <1,4 l	ECE 15/00-01	3829	15000
Gasoline <1,4 l	ECE 15/02	3129	15000
Gasoline <1,4 l	ECE 15/03	3795	15000
Gasoline <1,4 l	ECE 15/04	38312	15000
Gasoline <1,4 l	Improved Conventional	0	0
Gasoline <1,4 l	Open Loop	0	0
Gasoline <1,4 l	PC Euro 1 - 91/441/EEC	21592	15000
Gasoline <1,4 l	PC Euro 2 - 94/12/EEC	33234	15000
Gasoline <1,4 l	PC Euro 3 - 98/69/EC Stage2000	12241	15000
Gasoline <1,4 l	PC Euro 4 - 98/69/EC Stage2005	0	0
Gasoline <1,4 l	PC Euro 5 (post 2005)	0	0
Gasoline <1,4 l	PC Euro 6	0	0
Gasoline 1,4 - 2,0 l	PRE ECE	371	15000
Gasoline 1,4 - 2,0 l	ECE 15/00-01	387	15000
Gasoline 1,4 - 2,0 l	ECE 15/02	424	15000
Gasoline 1,4 - 2,0 l	ECE 15/03	550	15000
Gasoline 1,4 - 2,0 l	ECE 15/04	8592	15000
Gasoline 1,4 - 2,0 l	Improved Conventional	0	0
Gasoline 1,4 - 2,0 l	Open Loop	0	0
Gasoline 1,4 - 2,0 l	PC Euro 1 - 91/441/EEC	7025	15000
Gasoline 1,4 - 2,0 l	PC Euro 2 - 94/12/EEC	6118	15000
Gasoline 1,4 - 2,0 l	PC Euro 3 - 98/69/EC Stage2000	1762	15000
Gasoline 1,4 - 2,0 l	PC Euro 4 - 98/69/EC Stage2005	0	0
Gasoline 1,4 - 2,0 l	PC Euro 5 (post 2005)	0	0
Gasoline 1,4 - 2,0 l	PC Euro 6	0	0
Gasoline >2,0 l	PRE ECE	97	15000
Gasoline >2,0 l	ECE 15/00-01	1	0
Gasoline >2,0 l	ECE 15/02	0	0

ANNO 2002

AUTOVETTURE - ALIMENTAZIONE - CILINDRATA	STANDARD LEGISLATIVO	POPOLAZIONE	KM/ANNO
Gasoline >2,0 l	ECE 15/03	0	0
Gasoline >2,0 l	ECE 15/04	0	0
Gasoline >2,0 l	PC Euro 1 - 91/441/EEC	145	15000
Gasoline >2,0 l	PC Euro 2 - 94/12/EEC	300	15000
Gasoline >2,0 l	PC Euro 3 - 98/69/EC Stage2000	225	15000
Gasoline >2,0 l	PC Euro 4 - 98/69/EC Stage2005	0	0
Gasoline >2,0 l	PC Euro 5 (post 2005)	0	0
Gasoline >2,0 l	PC Euro 6	0	0
Diesel <2,0 l	Conventional	7503	32000
Diesel <2,0 l	PC Euro 1 - 91/441/EEC	3359	32000
Diesel <2,0 l	PC Euro 2 - 94/12/EEC	20367	32000
Diesel <2,0 l	PC Euro 3 - 98/69/EC Stage2000	11659	32000
Diesel <2,0 l	PC Euro 4 - 98/69/EC Stage2005	0	0
Diesel <2,0 l	PC Euro 5 (post 2005)	0	0
Diesel <2,0 l	PC Euro 6	0	0
Diesel >2,0 l	Conventional	3383	32000
Diesel >2,0 l	PC Euro 1 - 91/441/EEC	716	32000
Diesel >2,0 l	PC Euro 2 - 94/12/EEC	2956	32000
Diesel >2,0 l	PC Euro 3 - 98/69/EC Stage2000	1354	32000
Diesel >2,0 l	PC Euro 4 - 98/69/EC Stage2005	0	0
Diesel >2,0 l	PC Euro 5 (post 2005)	0	0
Diesel >2,0 l	PC Euro 6	0	0
LPG	Conventional	9116	20000
LPG	PC Euro 1 - 91/441/EEC	3219	20000
LPG	PC Euro 2 - 94/12/EEC	1907	20000
LPG	PC Euro 3 - 98/69/EC Stage2000	132	20000
LPG	PC Euro 4 - 98/69/EC Stage2005	0	0
LPG	PC Euro 5 (post 2005)	0	0
LPG	PC Euro 6	0	0
2-Stroke	Conventional	0	0

ANNO 2002			
AUTOVETTURE - ALIMENTAZIONE - CILINDRATA	STANDARD LEGISLATIVO	POPOLAZIONE	KM/ANNO
Hybrid Gasoline <1,4 l	PC Euro 4 - 98/69/EC Stage2005	0	0
Hybrid Gasoline 1,4 - 2,0 l	PC Euro 4 - 98/69/EC Stage2005	0	0
Hybrid Gasoline >2,0 l	PC Euro 4 - 98/69/EC Stage2005	0	0

ANNO 2003			
AUTOVETTURE - ALIMENTAZIONE - CILINDRATA	STANDARD LEGISLATIVO	POPOLAZIONE	KM/ANNO
Gasoline <1,4 l	PRE ECE	7156	15000
Gasoline <1,4 l	ECE 15/00-01	3480	15000
Gasoline <1,4 l	ECE 15/02	2684	15000
Gasoline <1,4 l	ECE 15/03	3038	15000
Gasoline <1,4 l	ECE 15/04	34472	15000
Gasoline <1,4 l	Improved Conventional	0	0
Gasoline <1,4 l	Open Loop	0	0
Gasoline <1,4 l	PC Euro 1 - 91/441/EEC	21068	15000
Gasoline <1,4 l	PC Euro 2 - 94/12/EEC	32927	15000
Gasoline <1,4 l	PC Euro 3 - 98/69/EC Stage2000	18390	15000
Gasoline <1,4 l	PC Euro 4 - 98/69/EC Stage2005	0	0
Gasoline <1,4 l	PC Euro 5 (post 2005)	0	0
Gasoline <1,4 l	PC Euro 6	0	0
Gasoline 1,4 - 2,0 l	PRE ECE	370	15000
Gasoline 1,4 - 2,0 l	ECE 15/00-01	380	15000
Gasoline 1,4 - 2,0 l	ECE 15/02	402	15000
Gasoline 1,4 - 2,0 l	ECE 15/03	503	15000
Gasoline 1,4 - 2,0 l	ECE 15/04	7982	15000
Gasoline 1,4 - 2,0 l	Improved Conventional	0	0
Gasoline 1,4 - 2,0 l	Open Loop	0	0
Gasoline 1,4 - 2,0 l	PC Euro 1 - 91/441/EEC	6835	15000
Gasoline 1,4 - 2,0 l	PC Euro 2 - 94/12/EEC	6085	15000

ANNO 2003			
AUTOVETTURE - ALIMENTAZIONE - CILINDRATA	STANDARD LEGISLATIVO	POPOLAZIONE	KM/ANNO
Gasoline 1,4 - 2,0 l	PC Euro 3 - 98/69/EC Stage2000	2506	15000
Gasoline 1,4 - 2,0 l	PC Euro 4 - 98/69/EC Stage2005	0	0
Gasoline 1,4 - 2,0 l	PC Euro 5 (post 2005)	0	0
Gasoline 1,4 - 2,0 l	PC Euro 6	0	0
Gasoline >2,0 l	PRE ECE	99	15000
Gasoline >2,0 l	ECE 15/00-01	50	15000
Gasoline >2,0 l	ECE 15/02	57	15000
Gasoline >2,0 l	ECE 15/03	48	15000
Gasoline >2,0 l	ECE 15/04	272	15000
Gasoline >2,0 l	PC Euro 1 - 91/441/EEC	148	15000
Gasoline >2,0 l	PC Euro 2 - 94/12/EEC	302	15000
Gasoline >2,0 l	PC Euro 3 - 98/69/EC Stage2000	348	15000
Gasoline >2,0 l	PC Euro 4 - 98/69/EC Stage2005	0	0
Gasoline >2,0 l	PC Euro 5 (post 2005)	0	0
Gasoline >2,0 l	PC Euro 6	0	0
Diesel <2,0 l	Conventional	6653	32000
Diesel <2,0 l	PC Euro 1 - 91/441/EEC	3263	32000
Diesel <2,0 l	PC Euro 2 - 94/12/EEC	20169	32000
Diesel <2,0 l	PC Euro 3 - 98/69/EC Stage2000	19223	32000
Diesel <2,0 l	PC Euro 4 - 98/69/EC Stage2005	0	0
Diesel <2,0 l	PC Euro 5 (post 2005)	0	0
Diesel <2,0 l	PC Euro 6	0	0
Diesel >2,0 l	Conventional	3217	32000
Diesel >2,0 l	PC Euro 1 - 91/441/EEC	714	32000
Diesel >2,0 l	PC Euro 2 - 94/12/EEC	2932	32000
Diesel >2,0 l	PC Euro 3 - 98/69/EC Stage2000	2381	32000
Diesel >2,0 l	PC Euro 4 - 98/69/EC Stage2005	0	0
Diesel >2,0 l	PC Euro 5 (post 2005)	0	0
Diesel >2,0 l	PC Euro 6	0	0
LPG	Conventional	7393	20000

ANNO 2003			
AUTOVETTURE - ALIMENTAZIONE - CILINDRATA	STANDARD LEGISLATIVO	POPOLAZIONE	KM/ANNO
LPG	PC Euro 1 - 91/441/EEC	3044	20000
LPG	PC Euro 2 - 94/12/EEC	1896	20000
LPG	PC Euro 3 - 98/69/EC Stage2000	173	20000
LPG	PC Euro 4 - 98/69/EC Stage2005	0	0
LPG	PC Euro 5 (post 2005)	0	0
LPG	PC Euro 6	0	0
2-Stroke	Conventional	0	0
Hybrid Gasoline <1,4 l	PC Euro 4 - 98/69/EC Stage2005	0	0
Hybrid Gasoline 1,4 - 2,0 l	PC Euro 4 - 98/69/EC Stage2005	0	0
Hybrid Gasoline >2,0 l	PC Euro 4 - 98/69/EC Stage2005	0	0

ANNO 2004			
AUTOVETTURE - ALIMENTAZIONE - CILINDRATA	STANDARD LEGISLATIVO	POPOLAZIONE	KM/ANNO
Gasoline <1,4 l	PRE ECE	6409	15000
Gasoline <1,4 l	ECE 15/00-01	2492	15000
Gasoline <1,4 l	ECE 15/02	1965	15000
Gasoline <1,4 l	ECE 15/03	2397	15000
Gasoline <1,4 l	ECE 15/04	30254	15000
Gasoline <1,4 l	Improved Conventional	0	0
Gasoline <1,4 l	Open Loop	0	0
Gasoline <1,4 l	PC Euro 1 - 91/441/EEC	20382	15000
Gasoline <1,4 l	PC Euro 2 - 94/12/EEC	32567	15000
Gasoline <1,4 l	PC Euro 3 - 98/69/EC Stage2000	23392	15000
Gasoline <1,4 l	PC Euro 4 - 98/69/EC Stage2005	0	0
Gasoline <1,4 l	PC Euro 5 (post 2005)	0	0
Gasoline <1,4 l	PC Euro 6	0	0
Gasoline 1,4 - 2,0 l	PRE ECE	273	15000

ANNO 2004			
AUTOVETTURE - ALIMENTAZIONE - CILINDRATA	STANDARD LEGISLATIVO	POPOLAZIONE	KM/ANNO
Gasoline 1,4 - 2,0 l	ECE 15/00-01	248	15000
Gasoline 1,4 - 2,0 l	ECE 15/02	280	15000
Gasoline 1,4 - 2,0 l	ECE 15/03	396	15000
Gasoline 1,4 - 2,0 l	ECE 15/04	6565	15000
Gasoline 1,4 - 2,0 l	Improved Conventional	0	0
Gasoline 1,4 - 2,0 l	Open Loop	0	0
Gasoline 1,4 - 2,0 l	PC Euro 1 - 91/441/EEC	6369	15000
Gasoline 1,4 - 2,0 l	PC Euro 2 - 94/12/EEC	5890	15000
Gasoline 1,4 - 2,0 l	PC Euro 3 - 98/69/EC Stage2000	3066	15000
Gasoline 1,4 - 2,0 l	PC Euro 4 - 98/69/EC Stage2005	0	0
Gasoline 1,4 - 2,0 l	PC Euro 5 (post 2005)	0	0
Gasoline 1,4 - 2,0 l	PC Euro 6	0	0
Gasoline >2,0 l	PRE ECE	96	15000
Gasoline >2,0 l	ECE 15/00-01	45	15000
Gasoline >2,0 l	ECE 15/02	53	15000
Gasoline >2,0 l	ECE 15/03	41	15000
Gasoline >2,0 l	ECE 15/04	247	15000
Gasoline >2,0 l	PC Euro 1 - 91/441/EEC	140	15000
Gasoline >2,0 l	PC Euro 2 - 94/12/EEC	302	15000
Gasoline >2,0 l	PC Euro 3 - 98/69/EC Stage2000	459	15000
Gasoline >2,0 l	PC Euro 4 - 98/69/EC Stage2005	0	0
Gasoline >2,0 l	PC Euro 5 (post 2005)	0	0
Gasoline >2,0 l	PC Euro 6	0	0
Diesel <2,0 l	Conventional	5147	32000
Diesel <2,0 l	PC Euro 1 - 91/441/EEC	3160	32000
Diesel <2,0 l	PC Euro 2 - 94/12/EEC	20012	32000
Diesel <2,0 l	PC Euro 3 - 98/69/EC Stage2000	29682	32000
Diesel <2,0 l	PC Euro 4 - 98/69/EC Stage2005	0	0
Diesel <2,0 l	PC Euro 5 (post 2005)	0	0
Diesel <2,0 l	PC Euro 6	0	0

ANNO 2004			
AUTOVETTURE - ALIMENTAZIONE - CILINDRATA	STANDARD LEGISLATIVO	POPOLAZIONE	KM/ANNO
Diesel >2,0 l	Conventional	2597	32000
Diesel >2,0 l	PC Euro 1 - 91/441/EEC	3129	32000
Diesel >2,0 l	PC Euro 2 - 94/12/EEC	2958	32000
Diesel >2,0 l	PC Euro 3 - 98/69/EC Stage2000	3531	32000
Diesel >2,0 l	PC Euro 4 - 98/69/EC Stage2005	0	0
Diesel >2,0 l	PC Euro 5 (post 2005)	0	0
Diesel >2,0 l	PC Euro 6	0	0
LPG	Conventional	6583	20000
LPG	PC Euro 1 - 91/441/EEC	3109	20000
LPG	PC Euro 2 - 94/12/EEC	2160	20000
LPG	PC Euro 3 - 98/69/EC Stage2000	343	20000
LPG	PC Euro 4 - 98/69/EC Stage2005	0	0
LPG	PC Euro 5 (post 2005)	0	0
LPG	PC Euro 6	0	0
2-Stroke	Conventional	0	0
Hybrid Gasoline <1,4 l	PC Euro 4 - 98/69/EC Stage2005	0	0
Hybrid Gasoline 1,4 - 2,0 l	PC Euro 4 - 98/69/EC Stage2005	0	0
Hybrid Gasoline >2,0 l	PC Euro 4 - 98/69/EC Stage2005	0	0

ANNO 2005			
AUTOVETTURE - ALIMENTAZIONE - CILINDRATA	STANDARD LEGISLATIVO	POPOLAZIONE	KM/ANNO
Gasoline <1,4 l	PRE ECE	5000	15000
Gasoline <1,4 l	ECE 15/00-01	2000	15000
Gasoline <1,4 l	ECE 15/02	1500	15000
Gasoline <1,4 l	ECE 15/03	2500	15000
Gasoline <1,4 l	ECE 15/04	28117	15000
Gasoline <1,4 l	Improved Conventional	0	0
Gasoline <1,4 l	Open Loop	0	0

ANNO 2005			
AUTOVETTURE - ALIMENTAZIONE - CILINDRATA	STANDARD LEGISLATIVO	POPOLAZIONE	KM/ANNO
Gasoline <1,4 l	PC Euro 1 - 91/441/EEC	19418	15000
Gasoline <1,4 l	PC Euro 2 - 94/12/EEC	31893	15000
Gasoline <1,4 l	PC Euro 3 - 98/69/EC Stage2000	22540	15000
Gasoline <1,4 l	PC Euro 4 - 98/69/EC Stage2005	5047	15000
Gasoline <1,4 l	PC Euro 5 (post 2005)	0	0
Gasoline <1,4 l	PC Euro 6	0	0
Gasoline 1,4 - 2,0 l	PRE ECE	0	0
Gasoline 1,4 - 2,0 l	ECE 15/00-01	0	0
Gasoline 1,4 - 2,0 l	ECE 15/02	0	0
Gasoline 1,4 - 2,0 l	ECE 15/03	0	0
Gasoline 1,4 - 2,0 l	ECE 15/04	6820	15000
Gasoline 1,4 - 2,0 l	Improved Conventional	0	0
Gasoline 1,4 - 2,0 l	Open Loop	0	0
Gasoline 1,4 - 2,0 l	PC Euro 1 - 91/441/EEC	5883	15000
Gasoline 1,4 - 2,0 l	PC Euro 2 - 94/12/EEC	5773	15000
Gasoline 1,4 - 2,0 l	PC Euro 3 - 98/69/EC Stage2000	2836	15000
Gasoline 1,4 - 2,0 l	PC Euro 4 - 98/69/EC Stage2005	618	15000
Gasoline 1,4 - 2,0 l	PC Euro 5 (post 2005)	0	0
Gasoline 1,4 - 2,0 l	PC Euro 6	0	0
Gasoline >2,0 l	PRE ECE	0	0
Gasoline >2,0 l	ECE 15/00-01	0	0
Gasoline >2,0 l	ECE 15/02	0	0
Gasoline >2,0 l	ECE 15/03	0	0
Gasoline >2,0 l	ECE 15/04	482	15000
Gasoline >2,0 l	PC Euro 1 - 91/441/EEC	134	15000
Gasoline >2,0 l	PC Euro 2 - 94/12/EEC	291	15000
Gasoline >2,0 l	PC Euro 3 - 98/69/EC Stage2000	458	15000
Gasoline >2,0 l	PC Euro 4 - 98/69/EC Stage2005	149	15000
Gasoline >2,0 l	PC Euro 5 (post 2005)	0	0
Gasoline >2,0 l	PC Euro 6	0	0

ANNO 2005			
AUTOVETTURE - ALIMENTAZIONE - CILINDRATA	STANDARD LEGISLATIVO	POPOLAZIONE	KM/ANNO
Diesel <2,0 l	Conventional	4664	32000
Diesel <2,0 l	PC Euro 1 - 91/441/EEC	326	32000
Diesel <2,0 l	PC Euro 2 - 94/12/EEC	19618	32000
Diesel <2,0 l	PC Euro 3 - 98/69/EC Stage2000	32289	32000
Diesel <2,0 l	PC Euro 4 - 98/69/EC Stage2005	6530	32000
Diesel <2,0 l	PC Euro 5 (post 2005)	0	0
Diesel <2,0 l	PC Euro 6	0	0
Diesel >2,0 l	Conventional	2491	32000
Diesel >2,0 l	PC Euro 1 - 91/441/EEC	683	32000
Diesel >2,0 l	PC Euro 2 - 94/12/EEC	2917	32000
Diesel >2,0 l	PC Euro 3 - 98/69/EC Stage2000	4205	32000
Diesel >2,0 l	PC Euro 4 - 98/69/EC Stage2005	348	32000
Diesel >2,0 l	PC Euro 5 (post 2005)	0	0
Diesel >2,0 l	PC Euro 6	0	0
LPG	Conventional	5638	20000
LPG	PC Euro 1 - 91/441/EEC	2904	20000
LPG	PC Euro 2 - 94/12/EEC	2273	20000
LPG	PC Euro 3 - 98/69/EC Stage2000	527	20000
LPG	PC Euro 4 - 98/69/EC Stage2005	58	20000
LPG	PC Euro 5 (post 2005)	0	0
LPG	PC Euro 6	0	0
2-Stroke	Conventional	0	0
Hybrid Gasoline <1,4 l	PC Euro 4 - 98/69/EC Stage2005	0	0
Hybrid Gasoline 1,4 - 2,0 l	PC Euro 4 - 98/69/EC Stage2005	0	0
Hybrid Gasoline >2,0 l	PC Euro 4 - 98/69/EC Stage2005	0	0

ANNO 2006			
AUTOVETTURE - ALIMENTAZIONE - CILINDRATA	STANDARD LEGISLATIVO	POPOLAZIONE	KM/ANNO
Gasoline <1,4 l	PRE ECE	4000	15000
Gasoline <1,4 l	ECE 15/00-01	1700	15000
Gasoline <1,4 l	ECE 15/02	1500	15000
Gasoline <1,4 l	ECE 15/03	2000	15000
Gasoline <1,4 l	ECE 15/04	23670	15000
Gasoline <1,4 l	Improved Conventional	0	0
Gasoline <1,4 l	Open Loop	0	0
Gasoline <1,4 l	PC Euro 1 - 91/441/EEC	16165	15000
Gasoline <1,4 l	PC Euro 2 - 94/12/EEC	37070	15000
Gasoline <1,4 l	PC Euro 3 - 98/69/EC Stage2000	18489	15000
Gasoline <1,4 l	PC Euro 4 - 98/69/EC Stage2005	11464	15000
Gasoline <1,4 l	PC Euro 5 (post 2005)	0	0
Gasoline <1,4 l	PC Euro 6	0	0
Gasoline 1,4 - 2,0 l	PRE ECE	0	0
Gasoline 1,4 - 2,0 l	ECE 15/00-01	0	0
Gasoline 1,4 - 2,0 l	ECE 15/02	0	0
Gasoline 1,4 - 2,0 l	ECE 15/03	0	0
Gasoline 1,4 - 2,0 l	ECE 15/04	5240	15000
Gasoline 1,4 - 2,0 l	Improved Conventional	0	0
Gasoline 1,4 - 2,0 l	Open Loop	0	0
Gasoline 1,4 - 2,0 l	PC Euro 1 - 91/441/EEC	4893	15000
Gasoline 1,4 - 2,0 l	PC Euro 2 - 94/12/EEC	6987	15000
Gasoline 1,4 - 2,0 l	PC Euro 3 - 98/69/EC Stage2000	1956	15000
Gasoline 1,4 - 2,0 l	PC Euro 4 - 98/69/EC Stage2005	1568	15000
Gasoline 1,4 - 2,0 l	PC Euro 5 (post 2005)	0	0
Gasoline 1,4 - 2,0 l	PC Euro 6	0	0
Gasoline >2,0 l	PRE ECE	0	0
Gasoline >2,0 l	ECE 15/00-01	0	0
Gasoline >2,0 l	ECE 15/02	0	0
Gasoline >2,0 l	ECE 15/03	0	0

ANNO 2006			
AUTOVETTURE - ALIMENTAZIONE - CILINDRATA	STANDARD LEGISLATIVO	POPOLAZIONE	KM/ANNO
Gasoline >2,0 l	ECE 15/04	453	15000
Gasoline >2,0 l	PC Euro 1 - 91/441/EEC	196	15000
Gasoline >2,0 l	PC Euro 2 - 94/12/EEC	294	15000
Gasoline >2,0 l	PC Euro 3 - 98/69/EC Stage2000	287	15000
Gasoline >2,0 l	PC Euro 4 - 98/69/EC Stage2005	358	15000
Gasoline >2,0 l	PC Euro 5 (post 2005)	0	0
Gasoline >2,0 l	PC Euro 6	0	0
Diesel <2,0 l	Conventional	3100	32000
Diesel <2,0 l	PC Euro 1 - 91/441/EEC	4441	32000
Diesel <2,0 l	PC Euro 2 - 94/12/EEC	19690	32000
Diesel <2,0 l	PC Euro 3 - 98/69/EC Stage2000	31118	32000
Diesel <2,0 l	PC Euro 4 - 98/69/EC Stage2005	15807	32000
Diesel <2,0 l	PC Euro 5 (post 2005)	0	0
Diesel <2,0 l	PC Euro 6	0	0
Diesel >2,0 l	Conventional	1801	32000
Diesel >2,0 l	PC Euro 1 - 91/441/EEC	1303	32000
Diesel >2,0 l	PC Euro 2 - 94/12/EEC	3308	32000
Diesel >2,0 l	PC Euro 3 - 98/69/EC Stage2000	3903	32000
Diesel >2,0 l	PC Euro 4 - 98/69/EC Stage2005	1313	32000
Diesel >2,0 l	PC Euro 5 (post 2005)	0	0
Diesel >2,0 l	PC Euro 6	0	0
LPG	Conventional	4434	20000
LPG	PC Euro 1 - 91/441/EEC	2366	20000
LPG	PC Euro 2 - 94/12/EEC	3138	20000
LPG	PC Euro 3 - 98/69/EC Stage2000	498	20000
LPG	PC Euro 4 - 98/69/EC Stage2005	272	20000
LPG	PC Euro 5 (post 2005)	0	0
LPG	PC Euro 6	0	0
2-Stroke	Conventional	0	0
Hybrid Gasoline <1,4 l	PC Euro 4 - 98/69/EC Stage2005	0	0

ANNO 2006			
AUTOVETTURE - ALIMENTAZIONE - CILINDRATA	STANDARD LEGISLATIVO	POPOLAZIONE	KM/ANNO
Hybrid Gasoline 1,4 - 2,0 l	PC Euro 4 - 98/69/EC Stage2005	0	0
Hybrid Gasoline >2,0 l	PC Euro 4 - 98/69/EC Stage2005	0	0

ANNO 2007			
AUTOVETTURE - ALIMENTAZIONE - CILINDRATA	STANDARD LEGISLATIVO	POPOLAZIONE	KM/ANNO
Gasoline <1,4 l	PRE ECE	0	0
Gasoline <1,4 l	ECE 15/00-01	0	0
Gasoline <1,4 l	ECE 15/02	0	0
Gasoline <1,4 l	ECE 15/03	0	0
Gasoline <1,4 l	ECE 15/04	29408	15000
Gasoline <1,4 l	Improved Conventional	0	0
Gasoline <1,4 l	Open Loop	0	0
Gasoline <1,4 l	PC Euro 1 - 91/441/EEC	13095	15000
Gasoline <1,4 l	PC Euro 2 - 94/12/EEC	36572	15000
Gasoline <1,4 l	PC Euro 3 - 98/69/EC Stage2000	18514	15000
Gasoline <1,4 l	PC Euro 4 - 98/69/EC Stage2005	15369	15000
Gasoline <1,4 l	PC Euro 5 (post 2005)	0	0
Gasoline <1,4 l	PC Euro 6	0	0
Gasoline 1,4 - 2,0 l	PRE ECE	0	0
Gasoline 1,4 - 2,0 l	ECE 15/00-01	0	0
Gasoline 1,4 - 2,0 l	ECE 15/02	0	0
Gasoline 1,4 - 2,0 l	ECE 15/03	0	0
Gasoline 1,4 - 2,0 l	ECE 15/04	4537	15000
Gasoline 1,4 - 2,0 l	Improved Conventional	0	0
Gasoline 1,4 - 2,0 l	Open Loop	0	0
Gasoline 1,4 - 2,0 l	PC Euro 1 - 91/441/EEC	4061	15000
Gasoline 1,4 - 2,0 l	PC Euro 2 - 94/12/EEC	6571	15000

ANNO 2007			
AUTOVETTURE - ALIMENTAZIONE - CILINDRATA	STANDARD LEGISLATIVO	POPOLAZIONE	KM/ANNO
Gasoline 1,4 - 2,0 l	PC Euro 3 - 98/69/EC Stage2000	1898	15000
Gasoline 1,4 - 2,0 l	PC Euro 4 - 98/69/EC Stage2005	1879	15000
Gasoline 1,4 - 2,0 l	PC Euro 5 (post 2005)	0	0
Gasoline 1,4 - 2,0 l	PC Euro 6	0	0
Gasoline >2,0 l	PRE ECE	0	0
Gasoline >2,0 l	ECE 15/00-01	0	0
Gasoline >2,0 l	ECE 15/02	0	0
Gasoline >2,0 l	ECE 15/03	0	0
Gasoline >2,0 l	ECE 15/04	446	15000
Gasoline >2,0 l	PC Euro 1 - 91/441/EEC	157	15000
Gasoline >2,0 l	PC Euro 2 - 94/12/EEC	299	15000
Gasoline >2,0 l	PC Euro 3 - 98/69/EC Stage2000	283	15000
Gasoline >2,0 l	PC Euro 4 - 98/69/EC Stage2005	426	15000
Gasoline >2,0 l	PC Euro 5 (post 2005)	0	0
Gasoline >2,0 l	PC Euro 6	0	0
Diesel <2,0 l	Conventional	2631	32000
Diesel <2,0 l	PC Euro 1 - 91/441/EEC	3737	32000
Diesel <2,0 l	PC Euro 2 - 94/12/EEC	19042	32000
Diesel <2,0 l	PC Euro 3 - 98/69/EC Stage2000	31231	32000
Diesel <2,0 l	PC Euro 4 - 98/69/EC Stage2005	24874	32000
Diesel <2,0 l	PC Euro 5 (post 2005)	0	0
Diesel <2,0 l	PC Euro 6	0	0
Diesel >2,0 l	Conventional	1694	32000
Diesel >2,0 l	PC Euro 1 - 91/441/EEC	1176	32000
Diesel >2,0 l	PC Euro 2 - 94/12/EEC	3146	32000
Diesel >2,0 l	PC Euro 3 - 98/69/EC Stage2000	4018	32000
Diesel >2,0 l	PC Euro 4 - 98/69/EC Stage2005	2143	32000
Diesel >2,0 l	PC Euro 5 (post 2005)	0	0
Diesel >2,0 l	PC Euro 6	0	0
LPG	Conventional	3726	20000

Le emissioni di inquinante i da veicoli su strada sono calcolati dal modello come somma di tre tipologie di contributi:

$$E_i = E_{hot,i} + E_{cold,i} + E_{vap,i}$$

in cui:

$E_{hot,i}$: emissioni a caldo, prodotte durante il funzionamento del motore alla temperatura di esercizio.

$E_{cold,i}$: emissioni a freddo, prodotte nella fase di riscaldamento del motore.

$E_{vap,i}$: emissioni evaporative costituite solo dai NMVOC (Non-Methane Volatile Organic Compound).

Se si considera che diverse situazioni di guida comportano differenti condizioni di funzionamento del motore (e quindi differenti tipologie di emissione), COPERT considera tre differenti condizioni di guida che avvengono su percorsi urbani (E_{urban}), rurali (E_{rural}) e sulle autostrade ($E_{highway}$).

Tragitti URBANI	10-50 km/h
Tragitti EXTRAURBANI	40-80 km/h
Tragitti AUTOSTRADALI	70-130 km/h

STIMA DELLE EMISSIONI E DEI FATTORI DI EMISSIONE MEDI

L'analisi dei risultati delle stime delle emissioni da trasporto stradale nella Provincia di Chieti viene effettuata considerando principalmente le emissioni totali di anidride carbonica e poi dei principali inquinanti, vale a dire NO_x , NMVOC (SOV), CO, PM10, PM2,5.

Di seguito viene riportato (Tab. 3) a titolo esemplificativo una tabella di calcolo delle emissioni di CO2 relativo all'anno 2005. Le emissioni sono suddivise in Cold (Emissioni a freddo) e Hot (emissioni a caldo).

- Le emissioni a caldo si verificano una volta trascorso il tempo di riscaldamento del motore e del catalizzatore. Questo tipo di emissioni dipende da vari fattori, tra cui:

- * la distanza percorsa dal veicolo;
- * la velocità (legata al tipo di strada);
- * l'età del veicolo;
- * il tipo do motore;
- * il peso.

COPERT calcola queste emissioni in base alla media annua dei Km percorsi e alla velocità media del veicolo, da cui dipende il fattore di emissione

$$E_{hot;i} = \sum_{jk} n_j * m_{jk} * e_{hot;ijk} \quad (\text{tonn/anno})$$

n_j (veicoli): numero di veicoli della classe j-esima;

m_{jk} (Km/veicolo): distanza media percorsa da ogni veicolo di categoria j su strada di classe K;

$e_{hot;ijk}$ (g/Km): fattore di emissione per l'inquinante i, rilevato per la categoria j, sulla strada di classe k.

- Le emissioni a freddo si riscontrano quando il motore è stato spento a lungo; le emissioni di CH₄ e CO risultano più elevate poiché il catalizzatore deve raggiungere la temperatura operativa. Inoltre a freddo la benzina non si meschia con l'aria in maniera adeguata tant'è che del carburante incombusto viene emesso in grandi concentrazioni. In pratica questo tipo di emissioni viene calcolato come un surplus rispetto alle emissioni che si avrebbero se tutti i veicoli funzionassero sempre a temperatura di regime

$$E_{\text{cold};i} = \sum_{jk} \beta_j * n_j * m_j * e_{\text{hot};i,j} * ((e_{\text{cold};i,j}/e_{\text{hot};i,j})-1) \quad (\text{tonn/anno})$$

β_j : frazione di Km percorsi con il motore o il catalizzatore freddo dalla categoria di veicoli j (per l'Italia 12 Km);

n_j (veicoli): numero di veicoli della classe j-esima;

m_j (Km/veicolo): distanza media percorsa da ogni veicolo di categoria j;

$e_{\text{hot};i,j}$ (g/Km): fattore di emissione per l'inquinante i, rilevato per la categoria di veicoli j;

$e_{\text{cold};i,j}/e_{\text{hot};i,j}$: rapporto tra le emissioni a caldo e quelle a freddo per l'inquinante i e per la categoria di veicoli j.

ANNO 2005

alimentazione cilindrata	standard legislativo	HOT EMISSION (t)			COLD EMISSION (t)			TOTAL EMISSION (t)		
Gasoline <1,4 l	PRE ECE	9882,53	3254,35	879,54	1353,47	0	0	11235,99	3254,35	879,54
Gasoline <1,4 l	ECE 15/00-01	3353,4	1052,28	322,93	459,27	0	0	3812,67	1052,28	322,93
Gasoline <1,4 l	ECE 15/02	2427,98	801,81	252,38	332,53	0	0	2760,51	801,81	252,38
Gasoline <1,4 l	ECE 15/03	3468,55	1603,63	841,28	554,21	0	0	4022,75	1603,63	841,28
Gasoline <1,4 l	ECE 15/04	37852,12	17344,9	8544,68	6048,06	0	0	43900,18	17344,9	8544,68
Gasoline <1,4 l	Improved Conventional	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gasoline <1,4 l	Open Loop	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gasoline <1,4 l	PC Euro 1 - 91/441/EEC	21935,93	13279,65	5571,21	3823,58	0	0	25759,51	13279,65	5571,21
Gasoline <1,4 l	PC Euro 2 - 94/12/EEC	34540,7	20556,23	8688,18	6280,03	0	0	40820,73	20556,23	8688,18
Gasoline <1,4 l	PC Euro 3 - 98/69/EC Stage2000	23625,08	15538,12	8949,4	4438,34	0	0	28063,41	15538,12	8949,4
Gasoline <1,4 l	PC Euro 4 - 98/69/EC Stage2005	4321,32	3113,61	3849,44	993,8	0	0	5315,12	3113,61	3849,44
Gasoline <1,4 l	PC Euro 5 (post 2005)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gasoline <1,4 l	PC Euro 6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gasoline 1,4 - 2,0 l	PRE ECE	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gasoline 1,4 - 2,0 l	ECE 15/00-01	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gasoline 1,4 - 2,0 l	ECE 15/02	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gasoline 1,4 - 2,0 l	ECE 15/03	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gasoline 1,4 - 2,0 l	ECE 15/04	7205,6	3174,08	9106,43	1726,98	0	0	8932,58	3174,08	9106,43
Gasoline 1,4 - 2,0 l	Improved Conventional	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gasoline 1,4 - 2,0 l	Open Loop	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gasoline 1,4 - 2,0 l	PC Euro 1 - 91/441/EEC	5775,4	2661,23	7649,45	1384,2	0	0	7159,6	2661,23	7649,45
Gasoline 1,4 - 2,0 l	PC Euro 2 - 94/12/EEC	5554,93	2565,26	6035,19	1358,32	0	0	6913,25	2565,26	6035,19
Gasoline 1,4 - 2,0 l	PC Euro 3 - 98/69/EC Stage2000	2825,51	1317,45	3429,44	667,28	0	0	3492,79	1317,45	3429,44
Gasoline 1,4 - 2,0 l	PC Euro 4 - 98/69/EC Stage2005	646,71	304,02	741,08	145,41	0	0	792,12	304,02	741,08
Gasoline 1,4 - 2,0 l	PC Euro 5 (post 2005)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gasoline 1,4 - 2,0 l	PC Euro 6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gasoline >2,0 l	PRE ECE	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gasoline >2,0 l	ECE 15/00-01	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gasoline >2,0 l	ECE 15/02	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gasoline >2,0 l	ECE 15/03	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gasoline >2,0 l	ECE 15/04	279,65	397,55	965,11	96,83	37,22	0	376,48	434,76	965,11
Gasoline >2,0 l	PC Euro 1 - 91/441/EEC	84,81	115,78	282,02	29,37	11,29	0	114,17	127,07	282,02
Gasoline >2,0 l	PC Euro 2 - 94/12/EEC	191,04	265,38	517,58	63,77	24,51	0	254,81	289,9	517,58

ANNO 2005										
alimentazione cilindrata	standard legislativo	HOT EMISSION (t)			COLD EMISSION (t)			TOTAL EMISSION (t)		
Gasoline >2,0 l	PC Euro 3 - 98/69/EC Stage2000	273,78	367,93	707,7	100,37	38,58	0	374,15	406,51	707,7
Gasoline >2,0 l	PC Euro 4 - 98/69/EC Stage2005	107,26	141,34	270,06	32,65	12,55	0	139,91	153,89	270,06
Gasoline >2,0 l	PC Euro 5 (post 2005)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gasoline >2,0 l	PC Euro 6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Diesel <2,0 l	Conventional	6954,61	7752,71	11876,13	1461,5	24,29	0	8416,11	7777	11876,13
Diesel <2,0 l	PC Euro 1 - 91/441/EEC	438,82	562,76	629,51	92,22	1,53	0	531,03	564,29	629,51
Diesel <2,0 l	PC Euro 2 - 94/12/EEC	27608,11	34906,15	36074,84	5801,79	96,44	0	33409,89	35002,58	36074,84
Diesel <2,0 l	PC Euro 3 - 98/69/EC Stage2000	44841,55	56544,47	57879,28	9423,36	156,63	0	54264,92	56701,1	57879,28
Diesel <2,0 l	PC Euro 4 - 98/69/EC Stage2005	9068,58	11435,33	11705,28	1905,74	31,68	0	10974,32	11467,01	11705,28
Diesel <2,0 l	PC Euro 5 (post 2005)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Diesel <2,0 l	PC Euro 6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Diesel >2,0 l	Conventional	2476,26	4140,65	8457,24	569,54	224,01	0	3045,8	4364,66	8457,24
Diesel >2,0 l	PC Euro 1 - 91/441/EEC	838,67	803,29	3385,98	192,89	75,87	0	1031,57	879,16	3385,98
Diesel >2,0 l	PC Euro 2 - 94/12/EEC	3581,86	3430,74	14461,05	823,83	324,02	0	4405,69	3754,76	14461,05
Diesel >2,0 l	PC Euro 3 - 98/69/EC Stage2000	5163,43	4945,59	20846,31	1187,59	467,09	0	6351,02	5412,68	20846,31
Diesel >2,0 l	PC Euro 4 - 98/69/EC Stage2005	427,32	409,29	1725,21	98,28	38,66	0	525,6	447,95	1725,21
Diesel >2,0 l	PC Euro 5 (post 2005)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Diesel >2,0 l	PC Euro 6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
LPG	Conventional	6034,5	3068,39	9205,18	1898,56	29,84	0	7933,06	3098,23	9205,18
LPG	PC Euro 1 - 91/441/EEC	2443,12	3171,8	4006,72	768,65	12,08	0	3211,77	3183,88	4006,72
LPG	PC Euro 2 - 94/12/EEC	1912,26	2482,61	3136,11	601,63	9,46	0	2513,9	2492,07	3136,11
LPG	PC Euro 3 - 98/69/EC Stage2000	443,36	575,6	727,11	139,49	2,19	0	582,85	577,79	727,11
LPG	PC Euro 4 - 98/69/EC Stage2005	48,8	63,35	80,02	15,35	0,24	0	64,15	63,59	80,02
LPG	PC Euro 5 (post 2005)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
LPG	PC Euro 6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
							2005	Totale (tonn)	807067	
								benzina	349822,6	
								gasolio	416368	
								GPL	40876,43	

Tab. 3 emissioni di CO2 hot, cold e totali divise in base al tipo di percorso stradale (urbano, extraurbano, autostradale) – anno 2005

STIMA DELLE INCERTEZZE

In ultimo si vuole sottolineare che è opportuno distinguere e sottolineare i tipi di errori che si possono commettere:

- * incertezza strumentale (a) nelle operazioni di misura (fattori di emissione, flussi di traffico...);
- * incertezza dovuta alla modellizzazione (b).

all'interno di queste due categorie principali, è possibile fare la solita distinzione statistica tra:

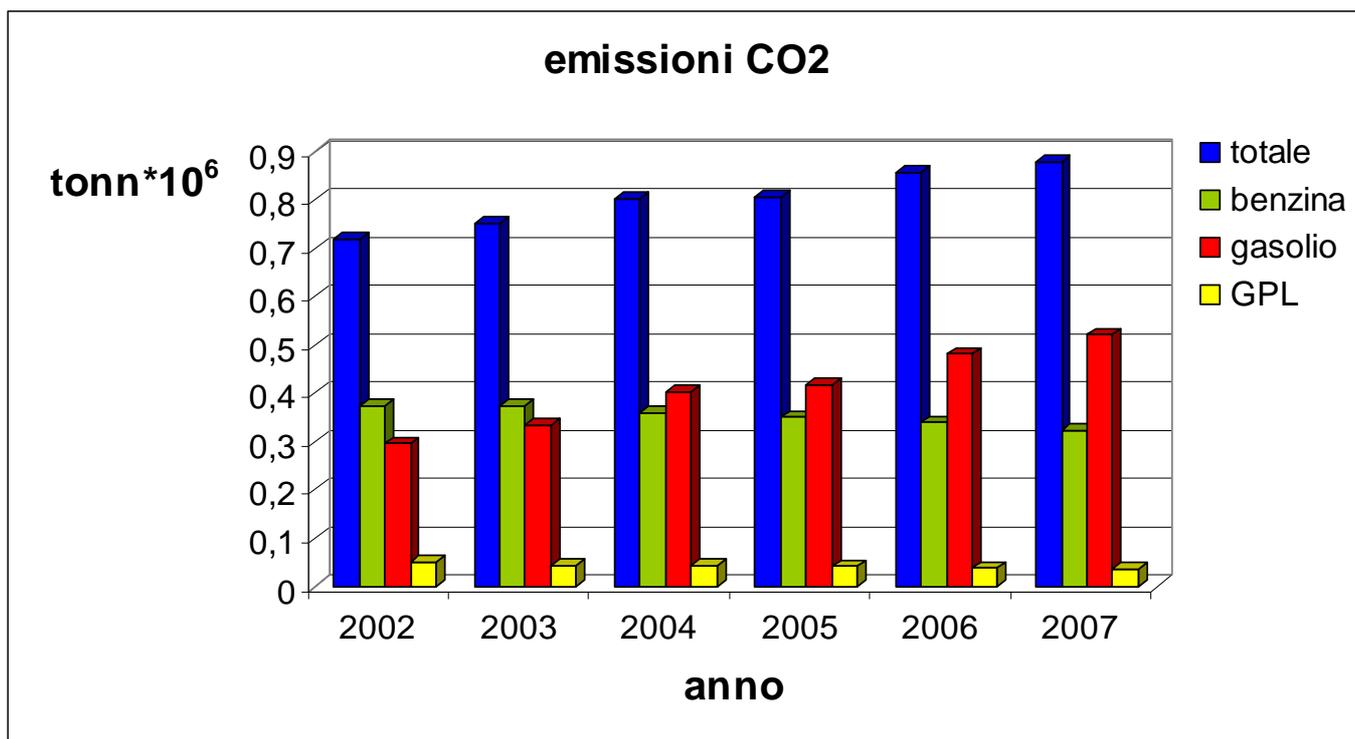
- * errori casuali, sono quelli dovuti sostanzialmente a malfunzionamenti occasionali delle apparecchiature, a scarsità di dati o ad errori di calcolo;
- * errori sistematici, possono essere insiti nelle formule che si usano o derivare da una sottostima (o sovrastima) ripetuta dei parametri che vi intervengono (sia per i fattori di emissione che per gli indici di attività).

Step della metodologia	Tipi di errori sistematici
Misure e fattori di emissione Tipo di errore a)	Errori nella scelta dei parametri di simulazione del traffico reale (per esempio, i cicli di guida riprodotti sul banco a rulli non corrispondono ai cicli di guida effettivi) Errori nella misura dei fattori di emissione, specialmente nel caso delle emissioni a freddo ed evaporative
Fattori di emissione Tipo di errore b)	Errori nella scelta dei fattori di emissione usati per il calcolo (non rappresentatività dei valori reali del parco auto circolante) Errori di calcolo e/o nell'implementazione della metodologia
Parametri statistici Tipo di errore b)	Errori nella valutazione delle percorrenze, nella stima della lunghezza del tragitto medio l_{tp} ⁽⁴⁶⁾ , nella velocità media (per tipologia di tragitto e/o su base temporale); in questo caso un controllo è offerto dal bilancio dei consumi di combustibile, ma non sempre è facilmente applicabile, ne' tiene sempre conto di errori sistematici nel caso delle emissioni evaporative Errori nella ripartizione del parco auto circolante all'interno delle 105 classi COPERT

QUADRO DESCRITTIVO DELL'ATTUALE SITUAZIONE: RISULTATI OTTENUTI, CRITICITA' RILEVATE E TECNOLOGIE DISPONIBILI.

Trend dei principali inquinanti atmosferici

Applicando il metodo COPERT4, utilizzando i dati discussi nel paragrafo precedente abbiamo ottenuto una buona stima del carico inquinante che generano le autovetture circolanti sul territorio provinciale. Più in dettaglio è particolarmente interessante l'andamento dei principali inquinanti nel corso degli anni (2002-2007), distinte, tra l'altro, per tipo di carburante.



Le emissioni di anidride carbonica, che come ben noto, costituiscono la principale fonte di inquinamento, con il contributo del 75% delle emissioni mondiali di gas serra, si generano principalmente dalla combustione dei combustibili fossili (carbone, petrolio, gas naturale), che al momento rimangono la fonte di energia maggiormente utilizzata per produrre elettricità e calore, nonché come carburanti per i mezzi di trasporto.

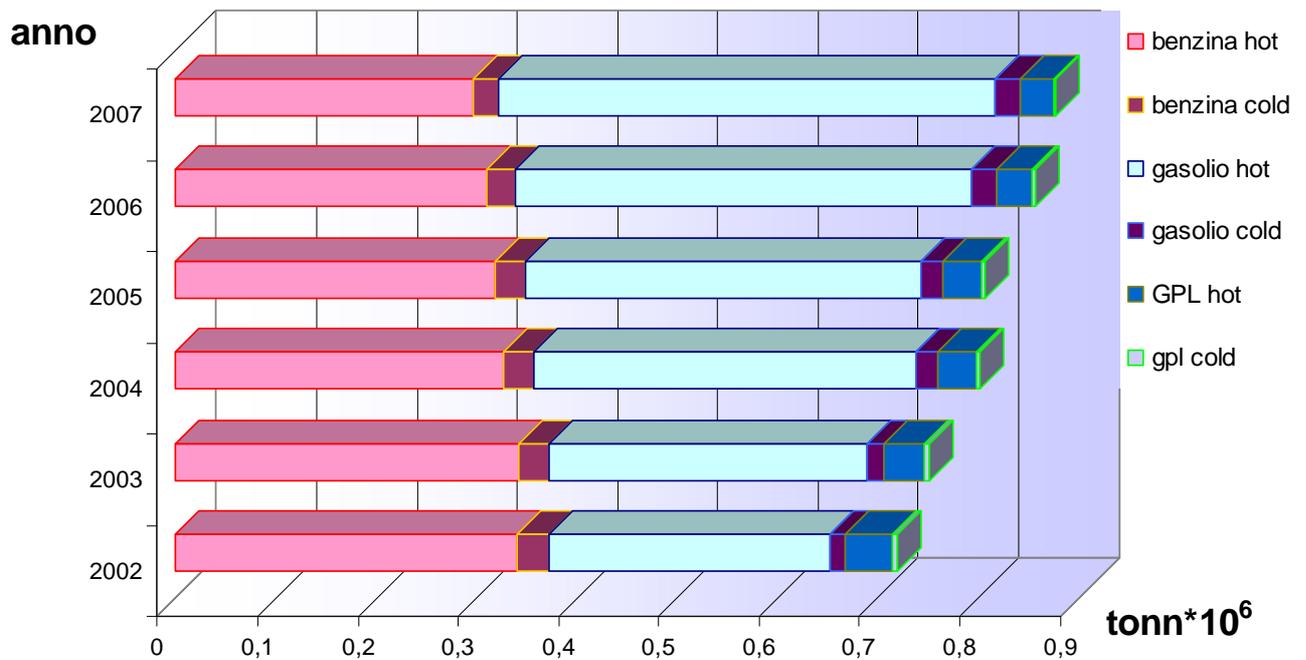
Nella Provincia di Chieti, si può chiaramente osservare che, in linea con l'Europa, contrariamente ai dettami del Protocollo di Kyoto entrato in vigore il 16 febbraio 2005, che impegna l'Italia, nel suo complesso, a ridurre le proprie emissioni del 6,5% rispetto ai livelli del 1990, le emissioni totali di CO₂ derivante esclusivamente dalle autovetture circolanti dal 2002 al 2007 sono in costante e progressivo aumento.

Si è passati infatti dalle 720.000 tonn/anno del 2002 alle 880.000 tonn/anno del 2007 e, significativo appare in questo contesto sottolineare che, dal 2002 al 2007 i contributi relativi dei diversi tipi di alimentazione subiscono un'inversione di tendenza. Si osserva infatti come il contributo delle autovetture alimentate a benzina resta prevalente fino al 2003; dal 2004 in poi il contributo delle autovetture alimentate a gasolio si fa sempre più predominante. Ciò può anche essere interpretato come una tendenza da parte degli automobilisti a prediligere sempre di più le vetture alimentate a gasolio rispetto a quelle alimentate a benzina o a GPL il cui carico in atmosfera in termini di immissioni di CO₂ passa da 50.000 tonn/anno nel 2002 a 35.000 tonn/anno nel 2007.

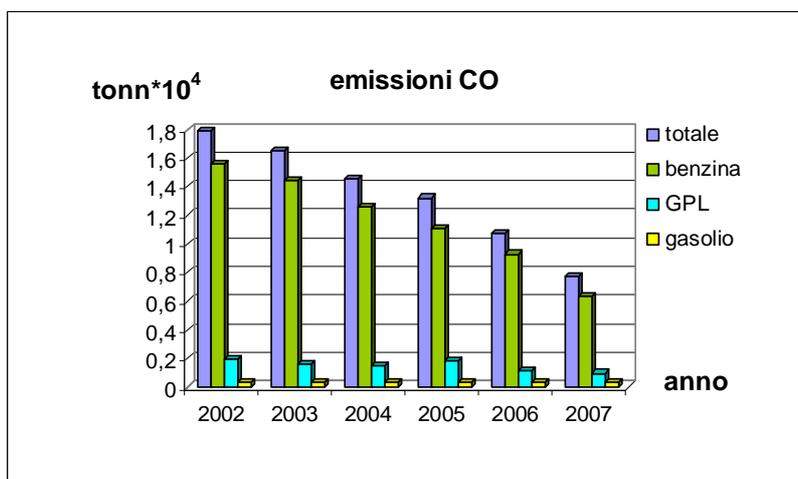
Il metodo COPERT come ampiamente discusso in precedenza permette anche di distinguere le emissioni in HOT (emissioni a caldo, prodotte durante il funzionamento del motore alla temperatura di esercizio e COLD (emissioni a freddo, prodotte nella fase di riscaldamento del motore).

Dal grafico che segue si nota come il contributo "hot" sia significativo rispetto a quello "cold" mostrando che le autovetture sul territorio circolano prevalentemente nelle condizioni in cui il motore e soprattutto il catalizzatore della marmitta, garantisce le migliori prestazioni.

emissioni CO2



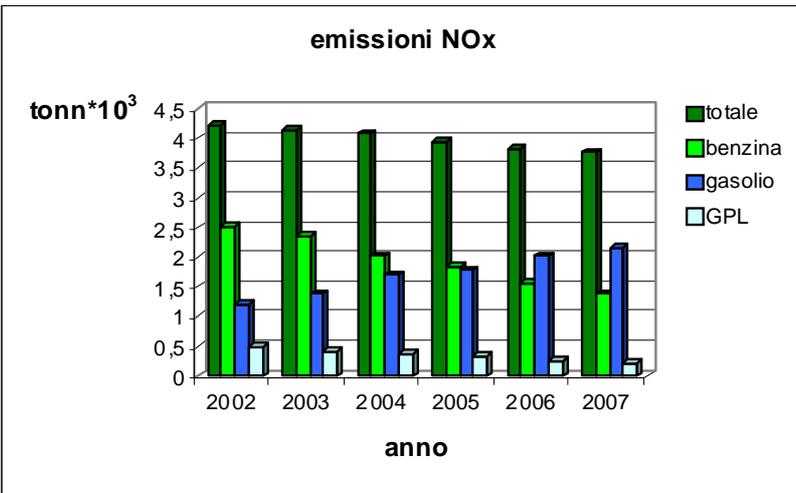
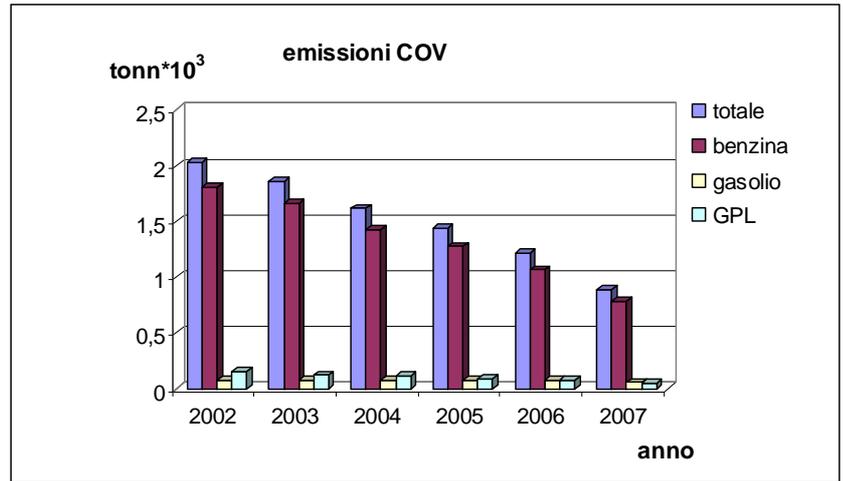
Il software COPERT4 calcola le emissioni non solo dei principali inquinanti ma anche di quelli secondari come metalli, anidridi e ossidi.



Le emissioni del monossido di carbonio che, mediamente si aggirano intorno alle 10.000 tonn/anno, si può osservare dal grafico a fianco, come siano quasi totalmente determinate dalle autovetture a benzina, il cui contributo supera l'80% dell'emissione totale in riferimento a ciascun anno preso in esame nella presente relazione.

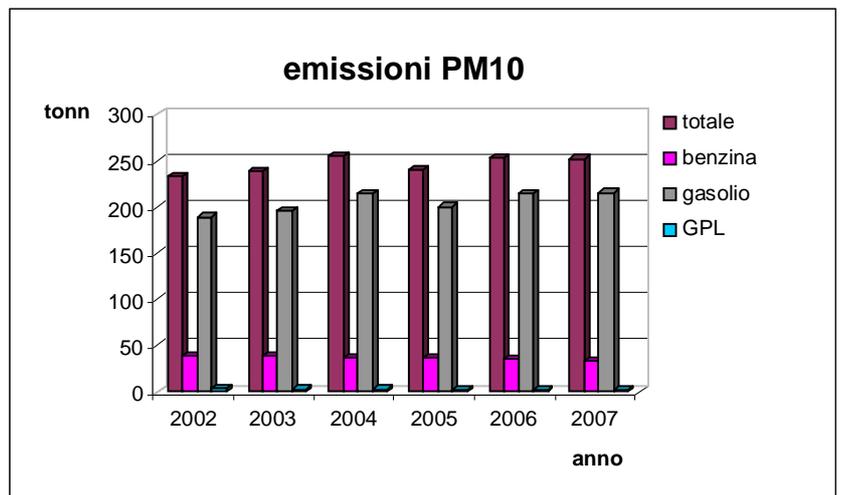
Tra l'altro è utile osservare come dal 2002 al 2007 si sia verificato un progressivo e costante decremento dell'impatto emissivo di tale inquinante in atmosfera riconducibile al calo di presenza delle autovetture a benzina a beneficio di quelle a gasolio sul nostro territorio

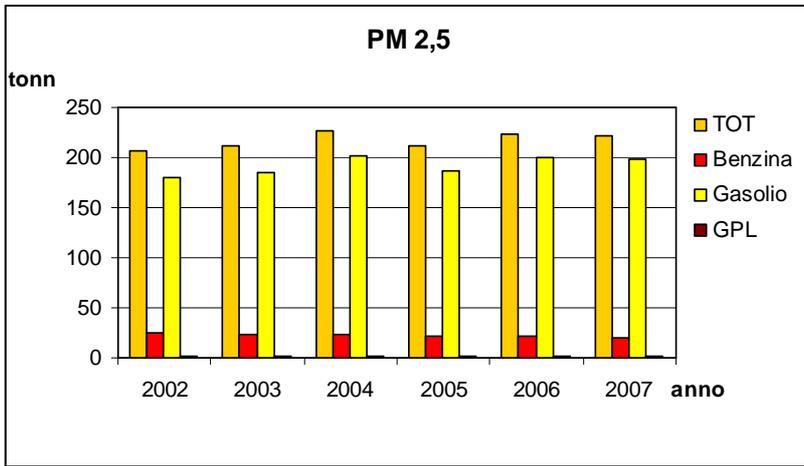
Le emissioni di COV (composti organici volatili) che incidono con un contributo medio di 1500 tonn/anno, parimenti al caso del CO sono quasi totalmente determinate dalle autovetture a benzina e, di conseguenza, mostrano un decremento costante nel corso del periodo studiato.



Le emissioni di NOx si aggirano intorno alle 4000 tonnellate/anno e l'andamento mostra un leggerissimo decremento nel corso del periodo esaminato tanto che si può considerare pressoché costante. Ovviamente i contributi relativi al tipo di alimentazione sono proporzionali agli andamenti della popolazione delle autovetture per tipo di carburante utilizzato: aumenta il contributo dell'alimentazione a gasolio decresce quello relativo all'alimentazione a benzina.

La sigla PM10 identifica materiale presente nell'atmosfera in forma di particelle microscopiche, il cui diametro aerodinamico medio è minore di 10 µm. Il contributo totale, circa 250 tonnellate/anno, come visibile dal grafico di fianco, è strettamente connesso alle autovetture alimentate diesel che incide per oltre l'80%. Sono causa di emissione di particelle solide sospese anche i processi di abrasione come l'usura dei pneumatici e l'usura dei freni.

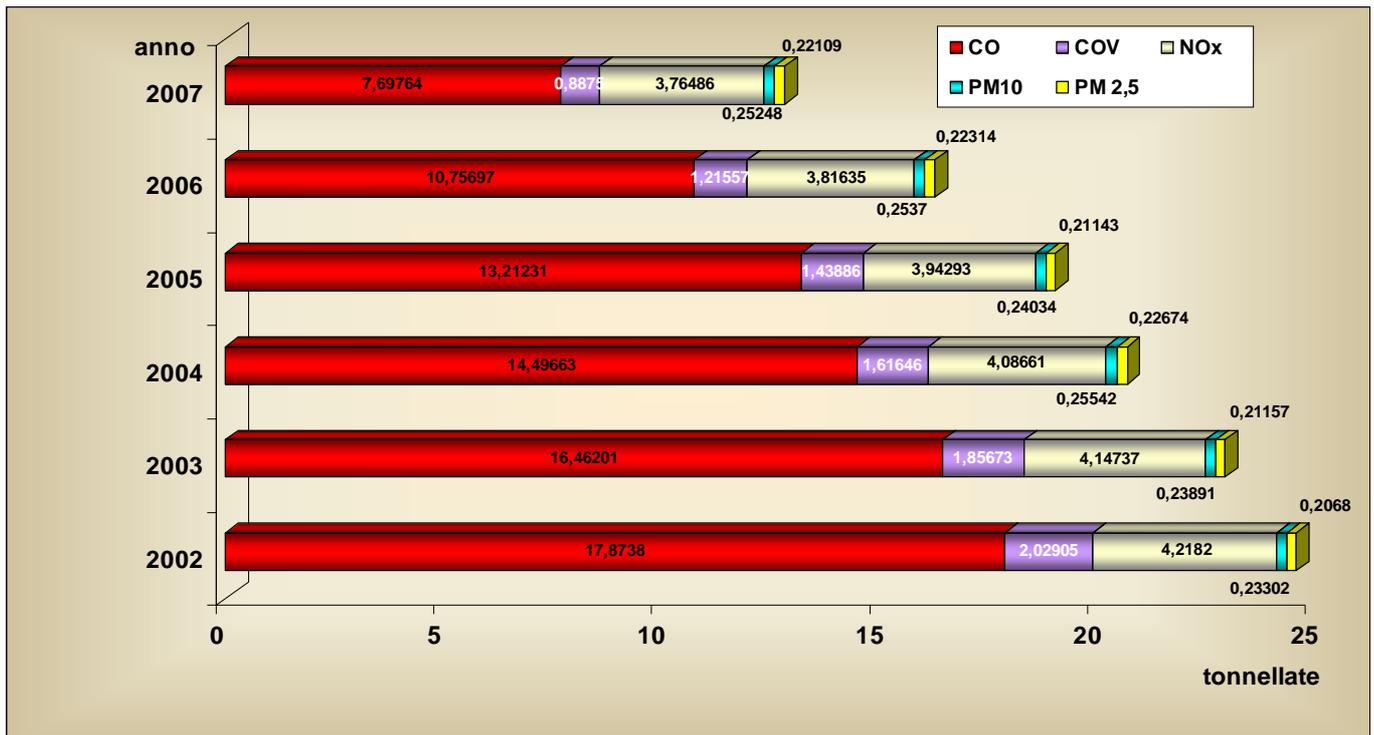




Le PM 2,5 rappresentano le particelle solide il cui diametro è inferiore a 2,5 µm.

Costituiscono il particolato più pericoloso per la salute e l'ambiente poiché può rimanere sospeso nell'atmosfera per giorni o settimane ed è in grado di penetrare profondamente nei polmoni, specie durante la respirazione dalla bocca. Il contributo totale (circa 200 tonn/anno) è anch'esso dovuto principalmente alle autovetture diesel.

Di seguito vengono riportate le emissioni totali riferite ai principali inquinanti, con l'esclusione di CO2 per il quale è stato elaborato uno studio a parte sia in considerazione del fatto che rappresenta il gas serra di riferimento per tutti i progetti di miglioramento della qualità dell'aria ambiente e poi ovviamente perché la quantità emessa, rispetto a tutti gli altri inquinanti è mediamente 3 ordini di grandezza più elevata.



VALUTAZIONE COSTI BENEFICI DELLA SOSTITUZIONE DI PARTE DI ESSI CON ALTRI A MINORE IMPATTO AMBIENTALE.

A partire dal 1 gennaio 1993, con l'applicazione della Direttiva dell'Unione Europea 91/411/CEE, si è reso obbligatorio l'impianto di dispositivi per la riduzione delle emissioni inquinanti su tutti gli autoveicoli immatricolati alimentati a benzina. Nel corso degli anni si sono susseguite una serie di successive direttive che, nell'ambito di una politica volta a ridurre l'inquinamento atmosferico, ha imposto limiti emissivi sempre più stringenti.

In questa ultima fase si è scelto di andare a studiare, in proiezione, quale sarebbe la situazione emissiva nel caso le autovetture più vetuste circolanti sul territorio provinciale fossero sostituite con auto alimentate con carburanti a basso impatto ambientale.

Ovvero sono stati studiati i casi di sostituzione

1. con autovetture alimentate a benzina/metano;
2. con autovetture alimentate a GPL.

AUTOVETTURE ALIMENTATE A METANO

Il risparmio economico a parità di percorrenza ottenibile con un'auto a metano è di circa il 60% rispetto alla benzina e al gasolio, visto l'attuale allineamento dei prezzi. Infatti, con l'energia contenuta in 1kg di metano si percorre in media 1,5/1,6 volte la strada che si può percorrere con 1 litro di benzina. Ciò significa che se una vettura percorre in media 14 km/l a benzina, essa percorrerà circa 21/22 km con un kg di metano; inoltre il prezzo al distributore di un kg di metano è notevolmente inferiore a quello di un litro di gasolio o di benzina.

Inoltre il gas naturale possiede, fra tutti i combustibili fossili, il rapporto più elevato tra energia sviluppata e quantità di anidride carbonica emessa e dunque contribuisce in maniera minore al riscaldamento globale. La combustione di un metro cubo di gas naturale produce circa 38 MJ (10,6 kWh) di energia.

I distributori di metano prelevano direttamente dalla rete che fornisce anche le utenze domestiche e industriali, e non sono rifornite da autocisterne come avviene per i carburanti liquidi (benzina-gasolio-gpl). L'Italia è il Paese più metanizzato al mondo, che possiede più chilometri di condutture, premessa necessaria per creare una rete di distributori per autoveicoli altrettanto capillare. In questo modo, viene meno un trasporto di un materiale potenzialmente esplosivo in mezzi su gomma, e l'inconveniente legato all'assenza di combustibile durante gli scioperi degli autotrasportatori.

Esistono incentivi all'utilizzo dei mezzi ad alimentazione monovalente in Italia, come l'esenzione dal pagamento della tassa di possesso e sconti sul veicolo nuovo variabili da regione a regione. Grazie alle emissioni inquinanti estremamente ridotte, i veicoli a gas naturale sono in genere esenti dai blocchi e dalle restrizioni del traffico nelle grandi città. Spesso invece accade che siano i venditori delle concessionarie a sminuirne i vantaggi, sottovalutando l'impatto ecologico dei veicoli venduti.

Svantaggi

Gli svantaggi del gas naturale come combustibile per autotrazione sono di diversa natura.

In primo luogo, le prestazioni del motore sono in genere meno brillanti che con altri carburanti. Tipicamente la potenza di un motore di piccola-media cilindrata, è del 10% inferiore quando alimentato a gas naturale rispetto a quando è alimentato a benzina, tuttavia la velocità massima raggiungibile resta quasi invariata anche se diventa più difficile e lento raggiungerla.

Il secondo problema è l'ingombro del serbatoio (bombole) di gas naturale. Questo porta, su vetture di medie dimensioni, a una consistente limitazione dello spazio del bagagliaio rispetto ai serbatoi per combustibili liquidi, senza tuttavia ottenere quantità immagazzinabili di gas naturale che consentano autonomie equivalenti. Uno dei limiti rimane di conseguenza l'autonomia, che va dai 200 ai 450 km a seconda del tipo di vettura (esclusa l'autonomia aggiuntiva del serbatoio di benzina).

La rete distributiva attuale aggrava il problema dell'autonomia ridotta, essendo presenti sul territorio italiano un po' meno di 700 distributori, concentrati soprattutto al centro e al nord d'Italia, con pochi distributori autostradali e orari di apertura relativamente ridotti. In Italia è possibile rifornirsi solo con l'ausilio di una persona addetta: il full self-service è vietato.

Per quanto riguarda la tipologia più classica e diffusa di auto bifuel metano-benzina, l'installazione dell'impianto consente di avere un'auto ibrida che si muove a benzina, oppure a metano (attivando un apposito pulsante). Il metano è commercializzato allo stato gassoso e viene erogato compresso alla pressione di 216 bar nominali con cui vengono riempite le bombole installate sulla vettura (solitamente nel baule per le vetture trasformate successivamente alla costruzione, sotto il pianale per le vetture già concepite per il funzionamento a metano). Il sistema misura la massa del gas che viene erogato e per questo il prezzo del carburante è espresso in funzione non del volume ma della massa.

L'autonomia della vettura dipende dalla capacità delle bombole installate e può variare considerevolmente, mediamente per un'auto di segmento "B" con carrozzeria a 2 volumi la capacità in litri installabile varia da 60 a 80 litri, con una capacità di carica espressa in kg di circa 10/13 kg di metano compresso, un costo di circa 8/11 €/a pieno e un'autonomia intorno ai 200/300 km. Le auto di taglia maggiore (SW-monovolume) possono arrivare a caricare 20 o più kg di metano compresso per un'autonomia che può variare tra i 350 e i 450/500 km a seconda del consumo, del percorso e dello stile di guida dell'autista.

Siccome il metano è un gas che viene erogato sempre allo stato gassoso, tra un pieno e l'altro ci possono essere differenze considerevoli di carica in kg: ciò dipende dalla temperatura, dalla densità del metano stesso e dalla taratura della pressione di stacco dell'erogatore, maggiore è la temperatura e minore sarà la carica in kg in quanto il gas tende ad essere meno denso. D'estate perciò si carica tendenzialmente di meno e d'inverno si carica tendenzialmente di più, con variazioni anche del 15% tra le due stagioni.

Un altro fattore che influisce non poco sulla densità del metano erogato e pertanto sulla carica finale al distributore è la provenienza del gas naturale. Il gas naturale non è costituito solo da metano puro, ma solitamente include anche altre tipologie di gas mescolati assieme: esano, butano, propano sono i più frequenti.

Il costo dell'impianto è di circa 1500/1800 € per il tradizionale (aspirato) per salire a circa 2200/2600 € per il sequenziale.

Esistono anche vetture alimentate a solo metano, dette "monovalenti" o con un piccolo serbatoio di riserva di benzina di capacità inferiore a 15 litri, in effetti bivalenti ma che per la normativa europea vengono ugualmente classificate come "monovalenti".

AUTOVETTUE ALIMENTATE A GPL

Uno studio di Cnr ed Euromobility, Associazione italiana dei Mobility Manager, assegna al Gpl la medaglia del carburante ecologico. Secondo la ricerca, presentata a Roma in occasione del Sanit, mostra convegno sui servizi sanitari, una riduzione del 2% delle emissioni di gas nocivi nell'atmosfera, farebbe risparmiare circa 400 milioni di euro all'anno, in costi sociali dovuti all'inquinamento.

Migliorare l'aria è possibile e in questo senso, il Gpl potrebbe fare molto. Una generale trasformazione del parco auto in Gpl, produrrebbe una diminuzione del 76,53% nelle emissioni di ossido di carbonio, responsabili dell'effetto serra, dell'82,02% di ossidi di azoto e del 55,69% di particolato, più noto come Pm10, favorendo un generale miglioramento della qualità dell'aria.

Nonostante in Italia l'autotrazione a Gpl sia molto diffusa (si contano oltre 1.394.700 veicoli), esistono ancora alcuni ostacoli che sembrano allontanare la prospettiva di una generale adozione del carburante ecologico.

La rete di distribuzione, dotata di 2.200 punti di rifornimento e sviluppata specialmente nel nord Italia, sarebbe inadeguata a sostenere una domanda superiore a quella attuale. Un altro problema è la tassazione: l'accisa del Gpl per autotrazione è nettamente superiore a quella in vigore in Europa e nel mondo, attestandosi su 0,156 euro al litro rispetto a 0,068 euro dell'aliquota minima stabilita dalla Comunità Europea.

Senza contare, inoltre, l'incompatibilità del Gpl con le auto a gasolio, che rappresentano il 60% dei veicoli immatricolati ogni mese e la quasi totalità dei mezzi destinati ad uso e trasporto commerciale (pur essendo, questi ultimi considerati i nemici giurati dell'inquinamento, vista anche la scarsa diffusione dei dispositivi per limitare le emissioni nocive).

Il Gpl registra performance positive anche nei confronti della benzina, rispetto alla quale sono assenti il benzene e gli idrocarburi policiclici aromatici, mentre gli ossidi di azoto sono inferiori del 68%. Basse sono anche le percentuali di zolfo, come quelle di ossido di carbonio che si riducono del 20%. Risultano superflui, infine, gli additivi chimici aggiunti al carburante per migliorarne le prestazioni (un esempio è la benzina verde che contiene percentuali di Mbte, una pericolosa sostanza che sostituisce il piombo). Sono queste alcune delle caratteristiche che permettono di premiare le auto a Gpl, esentate dal rispetto delle ordinanze di blocco o limitazione del traffico per motivi ambientali, perché considerate ecologicamente compatibili.

Le case automobilistiche purtroppo non sono riuscite a sensibilizzare la clientela ancora fortemente legata al diesel e alle rispettive massicce campagne pubblicitarie che ne esaltano prestazioni e risparmi, omettendo i lati negativi (anche rispetto al benzina!).

Il Gpl appare comunque la miglior soluzione per le vetture non ancora catalizzate e per le vetture con oltre sei anni poiché il cambio con una vettura nuova sarebbe assai impegnativo e la trasformazione benzina – gpl appare assai conveniente anche sul versante del portafoglio. Per i vecchi diesel l'unica soluzione è la immediata rottamazione, confidando che lo Stato e le Amministrazioni Locali vogliano fornire tangibili agevolazioni a chi voglia disfarsene.

RISULTATI OTTENUTI

In questa ultima sezione, come anticipato precedentemente, è stata stimata la riduzione del carico inquinante, nel corso degli anni 2002-2007, sostituendo le autovetture circolanti con, rispettivamente autovetture a metano e autovetture alimentate a GPL, che rappresentano oggi i due maggiori carburanti a minor impatto ambientale.

Preliminarmente è bene chiarire che, attraverso una ricerca effettuata su riviste specializzate, è emerso che mediamente un'autovettura alimentata a metano emette una quantità di CO₂ non superiore a 115 g/Km. Supponendo una percorrenza media annua di 20000 Km è stato stimato che un'autovettura ibrida alimentata a metano ogni anno emette 2,3 tonn di CO₂.

Per quanto attiene le autovetture alimentate a GPL è emerso, dai dati elaborati attraverso il software copert4, che ogni autovettura mediamente emette 3,5 tonn CO₂/anno. I dati che seguono mostrano che in termini di emissioni di CO₂ la sostituzione delle autovetture a benzina e gasolio non appare molto conveniente ma come ampiamente precisato nel paragrafo "autovetture alimentate a GPL" il vantaggio è sostanzialmente associato all'emissione della maggior parte degli altri inquinanti.

ANNO 2002

	BENZINA	GASOLIO	METANO	GPL
AUTOVETTURE	149.428	51.297	200.725 (somma "benzina-gasolio")	200.725
EMISSIONI tonn CO2/ANNO	373.355,21	295.585,11	461.667,5	702.537,5

La tabella sopra, come d'altra parte tutte quelle che seguono e riferite agli anni 2003-2007, riassume lo stato di fatto delle emissioni di CO2 derivanti dalla circolazione di autovetture alimentate a benzina e gasolio sul territorio provinciale e i due casi limite teorici in cui è stata stimata l'emissione di CO2 nel caso la somma delle auto circolanti a benzina e gasolio fossero state sostituite da alimentazione a metano e GPL.

È stato quindi calcolato che la riduzione delle emissioni di anidride carbonica nei due casi, per l'anno 2002, sarebbe stata di:

METANO = 207.272,8 tonnellate CO2/anno

GPL= - 33.597,2 tonn CO2/anno. I calcoli sembrerebbero indicare un controverso aumento dell'impatto dovuto all'inquinante anidride carbonica, certamente bilanciato dalla diminuzione degli altri inquinanti.

ANNO 2003

	BENZINA	GASOLIO	METANO	GPL
AUTOVETTURE	149.602	58.552	208.154 (somma "benzina-gasolio")	208.154
EMISSIONI tonn CO2/ANNO	372.964,27	334.495,33	478.754,2	728.539,0

Risulta che la riduzione delle emissioni di anidride carbonica nei due casi, per l'anno 2003, sarebbe stata di:

METANO = 228.705,4 tonnellate CO2/anno

GPL= - 21.079,4 tonn CO2/anno

ANNO 2004

	BENZINA	GASOLIO	MATANO	GPL
AUTOVETTURE	144.328	70.216	214.543 (somma "benzina-gasolio")	214.543
EMISSIONI tonn CO2/ANNO	357.864,29	402.307,5	493.448,9	750.900,5

Risulta che la riduzione delle emissioni di anidride carbonica nei due casi, per l'anno 2004, sarebbe stata di:

METANO = 266.723,9 tonnellate CO2/anno

GPL= 9272,29 tonn CO2/anno. Appare vantaggioso in termini di emissioni di CO2 sostituire il parco auto circolante sul territorio provinciale a partire dall'anno 2004.

ANNO 2005

	BENZINA	GASOLIO	METANO	GPL
AUTOVETTURE	141.459	74.071	215.530 (somma "benzina-gasolio")	215.530
EMISSIONI tonn CO2/ANNO	349.822,58	416.367,97	495.719,0	754.355,0

Risulta che la riduzione delle emissioni di anidride carbonica nei due casi, per l'anno 2005, sarebbe stata di:

METANO = 270.471,6 tonnellate CO2/anno

GPL= 11.835,55 tonn CO2/anno

ANNO 2006

	BENZINA	GASOLIO	METANO	GPL
AUTOVETTURE	138.290	85.784	224.074 (somma "benzina-gasolio")	224.074
EMISSIONI tonn CO2/ANNO	338.828,56	480.630,85	515.370,2	784.259,0

Risulta che la riduzione delle emissioni di anidride carbonica nei due casi, per l'anno 2006, sarebbe stata di:

METANO = 304.089,2 tonnellate CO2/anno

GPL= 35.200,41 tonn CO2/anno

ANNO 2007

	BENZINA	GASOLIO	METANO	GPL
AUTOVETTURE	133.515	93.692	227.207 (somma "benzina-gasolio")	227.207
EMISSIONI tonn CO2/ANNO	322.297,99	520.883,77	522.576,1	795.224,5

Risulta che la riduzione delle emissioni di anidride carbonica nei due casi, per l'anno 2007, sarebbe stata di:

METANO = 320.605,7 tonnellate CO2/anno

GPL= 47.957,26 tonn CO2/anno.