

ENEA

Rapporto Energia e Ambiente 2000

L'uscita dal mercato della benzina rossa

RAPPORTO ENERGIA E AMBIENTE 2000
L'uscita dal mercato della benzina rossa

2000 ENEA
Ente per le Nuove tecnologie, l'Energia e l'Ambiente
Lungotevere Grande Ammiraglio Thaon di Revel, 76
00196 - Roma

ISBN 88-8286-052-3

Il Rapporto riflette l'opinione degli autori e non necessariamente quella delle organizzazioni a cui appartengono

ENEA
**Rapporto
Energia
e Ambiente
2000**

**L'uscita dal
mercato della
benzina rossa**

ENEA

Ente per le Nuove tecnologie, l'Energia e l'Ambiente

L'uscita dal mercato della benzina rossa
A cura di Giuseppe Magaudda

La realizzazione del presente documento è stata permessa dal sostanziale contributo di molti colleghi dell'ENEA.

Si ringraziano in particolare :

- Gaetano Borrelli, Simona Centini, Sabrina Drasigh per l'indagine sperimentale sull'informazione attraverso la stampa (Cap. 6.2)
- Roberto Del Ciello, Umberto Ciorba, Francesco Pauli per l'analisi dell'operazione di incentivazione alla rottamazione delle auto (Cap. 4.3)
- Carlo Di Carlo per la normativa ed in particolare per quella sui combustibili (Cap. 5.1 e 5.2, Schede a pag. 20, 40, 79 e 88)
- Gennaro Di Giorgio per la visione generale sui biocombustibili (Appendice C.3)
- Stefano La Malfa per il capitolo sul biodiesel (Appendice C.3)
- Francesco Di Mario per la Scheda a pag. 190
- Giovanni Pede e Roberto Ragona per i consumi energetici, il metano e l'idrogeno (Appendice A.3, B, C.2 e C.4)
- Paolo Picini per la mobilità, il parco macchine, le emissioni, l'incidentalità, la normativa sulle emissioni in relazione agli aspetti motoristici (Cap. 2, 3.1, 3.2, 4.3, 5.3 e 5.4, Appendice A.1, A.2)
- Vito Pignatelli per gli additivi ossigenati (Appendice C.3 e Scheda a pag. 178)
- Marina Ronchetti e Agostino Iacobassi per la Scheda a pag. 191
- Domenico Santino per i combustibili e per alcuni aspetti motoristici (Cap. 1.1, 1.3 e 2, Appendice B, Schede a pag. 12, 146 e 150).

Un ringraziamento va anche all'esterno agli specialisti dell'Istituto Motori del CNR di Napoli, M.V. Prati, M. Rapone, L. Della Regione, S. Iannaccone per le valutazioni sulle conseguenze, nei confronti delle emissioni, dell'utilizzo della benzina verde da parte di autovetture non catalizzate (Cap. 2.4).

INDICE

Premessa	7
1 Perché il piombo nella benzina?	9
1.1 Il battito del motore	11
<i>Scheda: Numero di ottano</i>	12
1.2 L'arretramento della sede delle valvole	13
1.3 La marmitta catalitica	15
2 Effetti delle emissioni sulla salute dell'uomo e dell'ambiente	19
2.1 Inquinamento atmosferico	19
2.2 Inquinamento da traffico	
<i>Scheda: La reazione della combustione</i>	20
2.3 Le emissioni che destano le maggiori preoccupazioni	22
- Biossido di carbonio	23
- Monossido di carbonio	25
- Ossidi di azoto e Ozono	26
- Ossidi di zolfo	28
- Composti organici volatili e Benzene	29
- Particolato	34
- Piombo	36
<i>Scheda: La quantità delle emissioni causate dai trasporti</i>	40
2.4 Conseguenza sulle emissioni dell'eliminazione della super	41
3 Il costo dei trasporti	47
3.1 Costi diretti	47
3.2 Esternalità	50
- Incidentalità	50
- Costi ambientali	52
4 Cosa fare per migliorare l'ambiente	55
4.1 Difficoltà per il <i>phase out</i> della benzina rossa	55
4.2 Incentivi alla sostituzione della rossa con la verde	59
<i>Scheda: Incentivazioni e sostegni a favore dei veicoli elettrici</i>	63
4.3 La rottamazione	64
- Gli incentivi alla rottamazione e gli effetti sul parco auto	65
- Gli aspetti economici dell'incentivo alla rottamazione	69
- Gli aspetti ambientali dell'incentivo alla rottamazione	73

5	Normativa di riferimento	75
5.1	Le ragioni dell'intervento comunitario	77
	<i>Scheda: Influenza delle caratteristiche dei carburanti sulle emissioni dei veicoli</i>	79
5.2	Le direttive base sulle caratteristiche ambientali dei carburanti	85
	<i>Scheda: Omologazione dei veicoli a motore</i>	88
5.3	L'evoluzione della normativa sulle emissioni dei motori a combustione interna	89
5.4	Le future normative	94
6	L'informazione del cittadino-consumatore	97
6.1	Leggende metropolitane	97
6.2	L'informazione attraverso la stampa quotidiana (Indagine sperimentale attraverso un questionario)	103
	Appendice A – I Trasporti	125
A.1	Alcuni dati sulla mobilità	125
A.2	Il parco circolante	128
A.3	I consumi energetici per il trasporto: serie storica e previsioni	135
	<i>Scheda: Le indicazioni della Commissione Europea</i>	139
	Appendice B - I combustibili	143
B.1	Carburanti per autotrazione	143
	<i>Scheda: Caratteristiche delle benzine</i>	146
B.2	La raffinazione	149
	<i>Scheda: Il processo di raffinazione</i>	150
B.3	Gli additivi	152
	Appendice C - I combustibili a ridotto impatto ambientale	155
C.1	Il GPL	155
C.2	Il metano	156
C.3	I biocombustibili	160
	- Il biodiesel	162
	- L'ETBE	173
	<i>Scheda: Principali caratteristiche e proprietà di MTBE ed ETB</i>	178
C.4	L'idrogeno e le celle a combustibile	180
	<i>Scheda: L'idrogeno come vettore energetico per la riduzione dei gas serra</i>	190
	<i>Scheda: Cos'è una cella a combustibile</i>	191
	Scheda di sintesi	193
	Glossario	197

L'opinione delle parti in causa	205
- I costruttori e i distributori di automobili (ANFIA, UNRAE, FEDERAICPA)	207
- L'Unione Petrolifera	213
- L'ACI (Fondazione F. Caracciolo)	217
- I consumatori (Adiconsum)	225
- Le Associazioni ambientaliste (Amici della Terra; Legambiente)	229
La posizione delle Istituzioni	233
- Il Ministero dell'Ambiente	235
- Il Ministero dei Trasporti e della Navigazione	241
- Il Ministero delle Politiche Agricole e Forestali	245
- Il CNR (Istituto Motori di Napoli)	249

Premessa

La Direttiva europea 98/70/CE, adottata dopo lunghe e complesse attività di ricerca condotte nell'ambito dei programmi Auto/Oil ed EPEFE, stabilisce le specifiche tecniche relative alla qualità dei carburanti, benzina e gasolio per autotrazione, da utilizzare nei veicoli equipaggiati con motori ad accensione comandata e nei veicoli ad accensione per compressione, e sancisce il divieto per gli Stati membri della commercializzazione della benzina con piombo a partire dal 1 gennaio 2000.

L'articolo 3, comma 3 della stessa Direttiva prevede tuttavia una deroga in base alla quale uno Stato membro, su richiesta da presentare alla Commissione Europea entro e non oltre il 1 agosto 1999, può ancora commercializzare sul proprio territorio benzina con piombo, nel caso possa provare che l'introduzione del divieto provocherebbe gravi difficoltà socio-economiche oppure non comporterebbe complessivamente benefici sotto il profilo ambientale o sanitario a causa, fra l'altro, della situazione climatica in tale Stato membro.

Come è noto l'Italia, in data 22 luglio 1999, ha presentato richiesta di deroga¹ per essere autorizzata a commercializzare benzina con piombo fino al 31 dicembre 2002 motivando tale richiesta con il rischio di gravi difficoltà socio-economiche e dichiarando contestualmente che il divieto non avrebbe comportato complessivamente benefici sotto il profilo ambientale. La Commissione delle Comunità Europee ha concesso la proroga all'Italia riducendo, però, il periodo di proroga a due anni, fino cioè al 31.12.2001.

La proroga è stata concessa non tanto in virtù delle motivazioni della richiesta ma in quanto:

“...., vista la data di adozione della presente decisione e in considerazione del fatto che, tra la data di adozione della direttiva e il 1° gennaio 2000 , le autorità italiane non hanno adottato le necessarie misure per preparare i consumatori al ritiro della benzina contenente piombo, i consumatori italiani non saranno pronti a far fronte ad un divieto di commercializzare tale benzina a decorrere dal 1° gennaio 2000. Un divieto applicato dal 1° gennaio 2000 potrebbe, nella fattispecie, causare una grande incertezza nei

¹ La proroga è stata richiesta anche da Spagna, Portogallo, Grecia e, per i territori d'Oltremare, dalla Francia.

consumatori in merito alla compatibilità della benzina disponibile con i loro autoveicoli. Tale situazione potrebbe provocare gravi difficoltà socio-economiche fintantoché i consumatori non saranno correttamente informati in merito all'esistenza di adeguate alternative alla benzina con piombo. Tale processo potrebbe richiedere fino a 24 mesi."

Nel 1999 la richiesta di proroga da parte dell'Italia ha alimentato qualche polemica riguardante soprattutto il numero degli autoveicoli che, a seguito dell'introduzione della normativa, non avrebbero potuto più circolare a causa della incompatibilità dei motori su di essi montati con la benzina "verde".

Poiché le informazioni disponibili sembrano risentire della particolare visione dell'istituzione o del settore economico che le ha generate, con questo lavoro, che approfondisce gli aspetti tecnici, l'ENEA intende fornire informazioni e dati sull'argomento affinché sia più agevole fare il punto sulla situazione.

Il documento è articolato in sei capitoli nei quali si illustrano i diversi aspetti del *phase out* della benzina rossa. Abbiamo ritenuto opportuno aggiungere a corredo della trattazione tre appendici sui trasporti e sui combustibili in quanto riteniamo che l'argomento, per la sua marcata specificità, non possa essere disgiunto dal più ampio contesto dei problemi ambientali generati dal traffico autoveicolare.

Infine per una più completa informazione del lettore, che non necessariamente è uno specialista della materia, riportiamo in allegato al nostro elaborato la posizione espressa dalle istituzioni sull'argomento dell'uscita nel mercato della benzina rossa, nonché l'opinione raccolta dalle parti in causa.

CAPITOLO 1

Perché il piombo nella benzina?

Il piombo come additivo della benzina per lo più sotto forma di piombo-tetra-etile o tetra-metile, fa la sua comparsa negli anni '20. Da quel momento fino agli anni '80, fino cioè all'avvento della marmitta catalitica, tale additivo è stato usato senza alcun problema per le automobili.

Si sta parlando di una quantità di piombo che a livello mondiale tra il 1990 ed il 1993 è stimata tra le 375mila e le 100mila tonnellate (Fonte: UN/IOMC). Attualmente, se si esclude una minoritaria quota prodotta in Germania e in Russia la gran parte del piombo tetraetile viene prodotto da una singola Compagnia (*Associated Octel Ltd –U.K.*).

Le ragioni per le quali le Compagnie petrolifere, per quasi sessanta anni, hanno additivato con composti del piombo il loro prodotto destinato all'autotrazione sono principalmente due. Questi composti, aumentando il numero di ottano (N.O.) della benzina agiscono da antidetonante e, quindi, aumentano le prestazioni del motore. Il piombo, poi, funge da lubrificante a buon mercato nei confronti delle valvole di scarico e delle loro sedi proteggendole dall'usura, come vedremo meglio nel seguito. Le politiche del Governo (come quelle di altri governi del pianeta) a favore dell'ambiente che mirano alla riduzione delle emissioni nocive sono supportate dall'unanime consenso degli esperti di ambiente e sanità, così come dai costruttori di automobili, nell'eliminare dalla benzina il piombo per la sua tossicità. A questo si aggiunge il fatto che con l'uso diffuso della marmitta catalitica si vuole anche drasticamente intervenire sulla riduzione del CO, NOx ed idrocarburi. Tutto questo ha contribuito alla penetrazione nel mercato di automobili catalizzate ed, automaticamente, alla formulazione di nuovi combustibili. Il piombo, infatti, "avvelena" anche la marmitta catalitica fino a renderla inefficace, di conseguenza anche per questa ragione con il diffondersi delle vetture "catalizzate" si assiste alla contrazione della vendita di benzina con piombo.

Il legislatore ha previsto un graduale *phase out* della "benzina rossa", ma nel contempo ha provveduto ad accelerare il ritmo naturale della penetrazione di benzine verdi agevolando la sostituzione di vetture sprovviste di marmitta catalitica con vetture catalizzate ("rottamazione") e facendo applicare tariffe differenziate che incoraggino le benzine più "ecologiche".

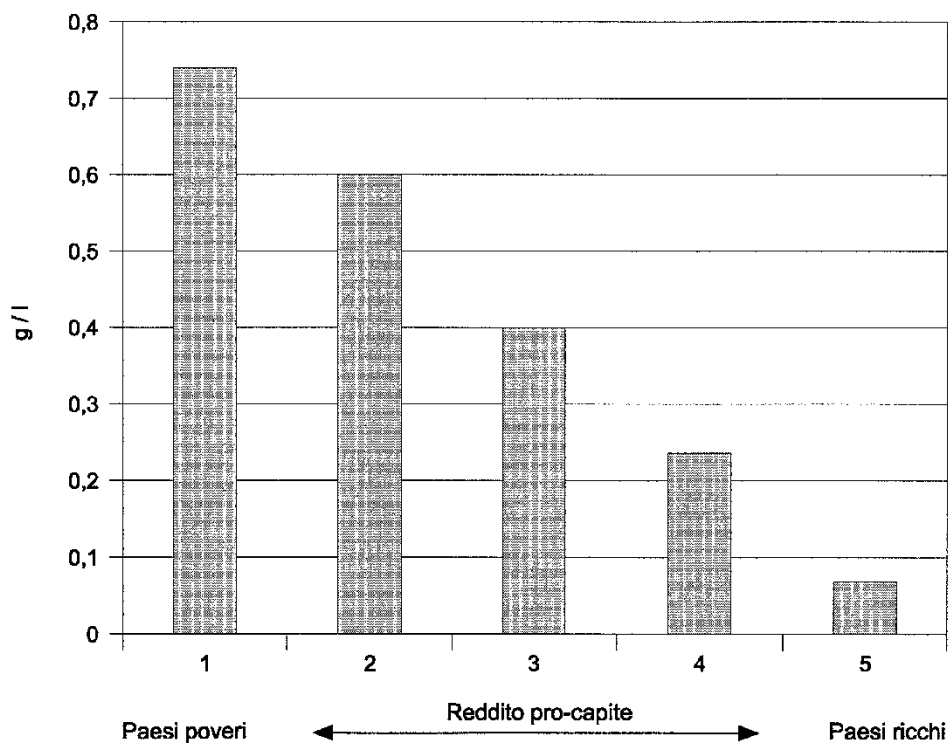
Uno studio dell'UNEP/OECD (*"Phasing Lead out of Gasoline. An examination of Policy Approaches in Different Countries"*) ci dice che già nel 1999 l'80% della benzina venduta nel mondo era verde; ma anche per il rimanente 20% il contenuto di piombo andava diminuendo. Tutto questo senza gravi inconvenienti, generalmente a bassi costi, con benefici tali da rendere l'operazione nel suo complesso persino economicamente valida. Merita di esser ricordato uno studio condotto dall'EPA (*Environmental Protection Agency-US*) e citato da Lovei (Lovei M. 1996. *"Phasing out lead from gasoline: World-Wide experience and policy implications"*. World Bank, Environmental Dep. N° 040) secondo il quale nel 1976, quando ancora negli USA la benzina con piombo era largamente usata, la quantità media di piombo nel sangue della popolazione americana era di 160 µg/l. Tale livello, parallelamente al *phase-out* del piombo è passato dai 100 µg/l del 1980 ai 30 µg/l nel 1996.

Tuttavia, a livello globale, esistono differenze tra paesi e regioni tali da non poter essere sottotaciute. Ancor oggi milioni di cittadini asiatici, latino-americani e soprattutto africani sono esposti ad inaccettabili livelli di inquinamento da piombo. Ma anche nei paesi europei tali emissioni sono caratterizzate da una variabilità elevata, si va infatti da <1-3 g (pro-capite di molti paesi dell'Europa occidentale ai 25 g pro-capite misurati, ad esempio, in Croazia, Estonia, Georgia, Russia).

Questa pesante situazione risente della presenza della benzina con piombo, ma in questo ambito anche della percentuale di piombo nella benzina che a volte è molto elevata; i valori di tale concentrazione variano nei diversi paesi del mondo dai 0,02 g/litro a 0,84 g/litro.

È interessante notare che la quantità di piombo nella benzina è strettamente correlata con il reddito pro-capite della popolazione (Figura 1.1)

Figura 1.1 – Quantità media di piombo nella benzina (g/l) in relazione al reddito pro-capite del paese



Fonte: IOMC

1.1 Il battito del motore

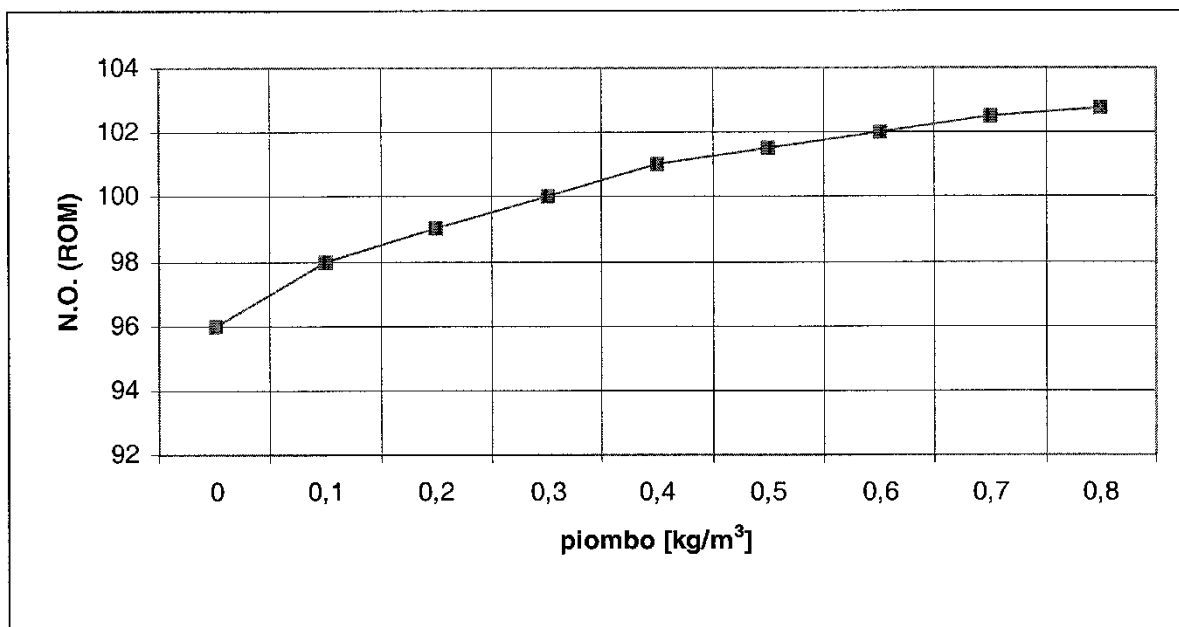
Con il termine di “battito” si indica quel particolare rumore che si manifesta nel motore quando si verifica una forma di combustione anomala che viene chiamata detonazione. In un normale processo di combustione la miscela aria-benzina deve bruciare in modo uniforme, in modo che la fiamma si propaghi dalla candela fino a quando tutto il combustibile sia consumato. Invece può accadere che durante la combustione la parte di miscela, che sta davanti al fronte di fiamma, venga compressa e riscaldata, al punto che possono innescarsi reazioni di “prefiamma” tali da creare condizioni locali di autoaccensione. Si produce così un brusco aumento locale di pressione che influenza la parte di miscela non ancora bruciata innescandovi analoghi fenomeni di autoaccensione. Le onde di pressione, che si generano dal brusco rilascio di energia, si riflettono nelle pareti della camera di combustione e, generando quelle vibrazioni che producono il battito, sollecitano gli organi in movimento del motore e le bronzine danneggiandole.

I principali parametri che influenzano il manifestarsi del battito sono:

- Il rapporto di compressione, il cui aumento porta ad un aumento della temperatura e pressione della miscela, e quindi ad un aumento della probabilità del verificarsi del battito; gli attuali motori hanno elevati rapporti di compressione.
- L'anticipo dell'accensione, il cui aumento fa aumentare la velocità di innalzamento ed il picco della pressione; una sua variazione fa cambiare il N.O. richiesto dal motore, infatti per esempio con un motore che prevede un anticipo di 6 gradi rispetto al punto morto superiore ed un combustibile con un N.O. di 93, portando l'anticipo a 4 gradi si abbassa il N.O. a 91, mentre anticipandolo a 8 gradi il N.O. si innalza a 96.
- Il numero di ottano del combustibile, la cui diminuzione si traduce in una maggiore reattività chimica della miscela.

Nella Figura 1.2 è illustrata la relazione tra quantità di piombo nella benzina e N.O. Come si vede, non essendo questa relazione lineare, aumentando più di un certo limite il livello di piombo non si ottiene un analogo aumento del N.O.

Figura 1.2 – Andamento del N.O. in funzione della quantità di piombo nella benzina



Numero di ottano

Nel 1927 al fine di classificare il comportamento delle benzine furono introdotti due idrocarburi di riferimento, che allora potevano essere prodotti in quantità e purezza sufficiente: il normal-eptano (C_7H_{16}) e l'iso-ottano detto anche 2,2,4 metil-pentano (C_8H_{18}). L'iso-ottano aveva una ottima resistenza al battito e fu suggerito di usare il rapporto fra i due come numero di riferimento del combustibile. Il motivo per cui sono stati scelti il normal-eptano e l'iso-ottano dipendeva dal fatto che ambedue avevano simili proprietà per quanto riguarda la volatilità, in particolare il punto di ebollizione, in tal modo variando i rapporti fra i due da 0 a 100 non si avevano differenze nella volatilità tali da influenzare le prove.

Una volta stabiliti i combustibili di riferimento, furono presentati numerosi metodi di misura e di motori per effettuarla. Nel 1928 fu definito un motore di prova standard e successivamente due tipi di misura, quello chiamato Ricerca (ROM) e quello chiamato Motore (MON).

Motore di prova

Il numero di ottano viene misurato mediante uno speciale motore monocilindrico, il cui rapporto di compressione può essere variato da 4:1 a 18:1, questo motore è chiamato motore CFR (*Cooperative Fuel Research*). L'alesaggio del cilindro è di 82,5 mm e la corsa di 114,4 mm, con una cilindrata totale di 612 cc, con valvole in testa e raffreddato ad acqua. Il pistone ha quattro anelli di compressione ed un anello raschia olio. La testa ed il cilindro sono in unico pezzo, che può essere alzato o abbassato in modo ad ottenere il rapporto di compressione voluto. Il motore ha un carburatore a quattro compartimenti, in ciascuno dei quali si può avere uno specifico rapporto aria/combustibile. Un sensore di detonazione nella camera di combustione misura i rapidi cambiamenti di pressione che avvengono in essa a causa della presenza del battito, il segnale ottenuto viene amplificato ed inviato ad un "misuratore di battito" con scala da 0 a 100.

Metodo Ricerca e Metodo Motore

Le caratteristiche operative del Metodo Ricerca riflettono un tipo di guida media senza rilevanti carichi per il motore. Mentre quelle relative al Metodo Motore rappresentano condizioni di guida pesanti e ad alta velocità con pesanti carichi per il motore.

Metodo di prova	Metodo Ricerca	Metodo Motore
Sigla	ASTM D2699-92	ASTM D2700-92
Tipo di motore	CFR	CFR
Velocità di rotazione (giri/min)	600	900
Temperatura aria in ingresso °C	Variabile con la pressione barometrica (p.e. a 88 kPa 19,4 °C, a 101,6 kPa 52.2 °C)	38
Umidità aria in ingresso, g H ₂ O/kg aria secca	3,56 – 7,12	3,56 – 7,12
Temperatura miscela in ingresso °C	Non specificata	149
Temperatura del refrigerante °C	100	100
Temperatura dell'olio °C	57	57
Anticipo accensione	Fisso a 13 gradi prima del PMS (Punto Morto Superiore)	Variabile col rapporto di compressione (p.e. 14 – 26 gradi prima del PMS)
Carburatore in mm	Fissato in base all'altitudine (p.e. fra 0 e 500 m, 14.3 mm; fra 500 e 1000 m, 15.1 mm)	14,3 mm

Possibili soluzioni

Occorre sottolineare che un motore progettato per utilizzare benzina super (cioè ad alto numero di ottano), quando utilizza benzina a basso numero di ottano, manifesta il problema del battito soprattutto se viene sottoposto a pesanti condizioni di funzionamento, cioè con forti carichi e ad elevato numero di giri. Quindi una indicazione di carattere generale e precauzionale consiste nell'adottare una guida "calma" da parte degli automobilisti interessati, in particolare dovrebbero essere evitate brusche accelerazioni e prolungati funzionamenti del motore al massimo.

Un significativo e decisivo intervento tecnico che diminuisce la probabilità di verificarsi del battito consiste nel diminuire l'angolo d'anticipo dell'accensione. Gli interventi, che possono essere eseguiti in modo diverso in funzione del sistema di accensione (spinterogeno o sistema di accensione elettronica), in generale comportano un peggioramento delle prestazioni ed un aumento di consumo del combustibile. Per quanto riguarda le emissioni si ha una diminuzione di HC e di NOx, mentre si ha un piccolo aumento di CO.

Un altro intervento possibile consiste nello smagrimento della miscela, cioè nel diminuire il rapporto fra la quantità di benzina e di aria che entra nel motore. Anche in questo caso gli interventi sono diversi se le vetture sono dotate di carburatore o di iniezione. Con questo intervento si ha una generale diminuzione degli inquinanti.

Infine, considerando che il battito dipende dal rapporto di compressione, si può cambiare la geometria del motore aumentando il volume della camera di scoppio. Questo può essere fatto aumentando lo spessore della guarnizione della testata, poiché per ottenere un buon risultato basta aumentare l'altezza del volume della camere di qualche decimo di millimetro.

1.2 Arretramento delle valvole

Anche nelle più vecchie automobili potenzialmente soggette ai fenomeni di corrosione delle valvole una completa protezione può essere garantita da minime quantità di piombo (0,08 kg/m³)

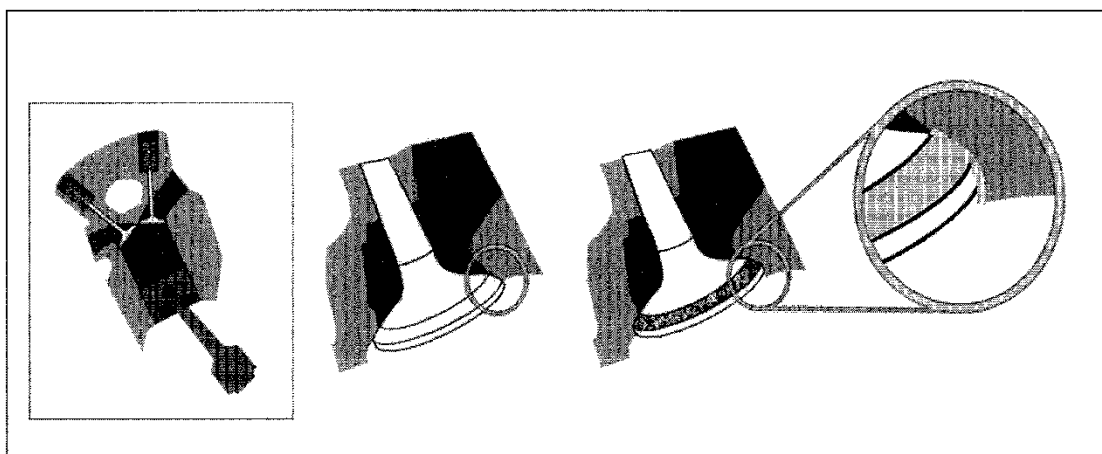
Come già accennato in precedenza, il piombo è stato fin qui utilizzato come il migliore additivo delle benzine per preservare dall'usura la sede delle valvole del motore (in inglese *Valve Seat Recession - VSR*).

Il problema dell'arretramento delle sedi delle valvole di scarico è un problema complesso che si manifesta nelle valvole a fungo dei motori a 4 tempi delle macchine di vecchia progettazione. Esso è influenzato da molti parametri collegati al progetto del motore, relativamente alla metallurgia utilizzata, ed al modo in cui il motore viene sfruttato. Comunque quelli che maggiormente lo determinano sono le alte velocità di rotazione e le alte temperature.

La corrosione generalmente inizia da punti localizzati in corrispondenza delle saldature. Gli ossidi di ferro che si formano in questi punti, e che sulla superficie metallica appaiono come escrescenze, provocano un eccessivo attrito con le valvole stesse e quindi delle abrasioni. Si origina un vero e proprio allontanamento di particelle metalliche e in ultima

analisi il processo provoca una diminuzione di tenuta delle valvole (Figura 1.3). La funzione lubrificante del piombo ad alta temperatura, più in particolare dei composti del piombo generati dalla combustione degli alchili di piombo, si estrinseca attraverso il leggero strato di ossidi e solfati di piombo che si interpone tra la valvola e sua sede prevenendo il contatto diretto metallo-metallo. Tale velo protettivo che va consumandosi con il girare del motore viene continuamente ricostituito dalla combustione della benzina; viene così a stabilirsi un positivo equilibrio lubrificante. Una concentrazione di 0,05 g/litro garantisce una buona protezione anche in severe condizioni di esercizio del motore (velocità e carico). Anche una concentrazione dimezzata (quale quella usata in Canada e negli USA, per esempio, 0,026 g/litro) protegge il motore purché sottoposto a moderati regimi di guida; è noto, infatti, che le condizioni di esercizio del motore influenzano grandemente la sua durata nel tempo.

Figura 1.3 – Arretramento della sede delle valvole



Uno studio della Shell (*"Prevention of Valve Seat Recession in European Markets"* Coordinating European Council /93/EF19) riporta su questo argomento esperienze proprie e quelle di altre Compagnie iniziate sul finire degli anni '60 - inizi '70 ed approfondite negli '80 quando si iniziò ad introdurre nel mercato benzina senza piombo. Tale studio mette in luce come al diminuire della quantità di piombo additivato, emergeva di pari passo la necessità di proteggere per altre vie le valvole e le loro sedi. Si iniziò allora a studiare additivi alternativi a base di fosforo e di metalli alcalini per valutarne il potere lubrificante nei confronti del motore in sostituzione del piombo.

Torneremo sull'argomento degli additivi nell'Appendice B.3; completiamo ora gli aspetti relativi al motore ricordando che ne esistono di *hard* e di *soft* e in funzione della più o meno marcata resistenza della lega metallica della quale sono costituite le sedi delle valvole. A questo riguardo esiste una gran varietà di leghe e soluzioni costruttive così come più di uno sono i metodi di misura della "durezza" di questi componenti costitutivi di un motore. Per esemplificare si può dire che nella costruzione della maggior parte dei motori prodotti negli anni '60 fino ai primi '80 si sono usate leghe di ghisa con alto contenuto di carbonio oppure ghisa nodulare con valori di durezza dell'ordine di 150-220 HB (*Brinell Hardness*).

Per primi gli americani nel 1971, ma da allora anche la maggior parte dei costruttori di motori produce testate la cui durezza è dell'ordine di 250-350 HB; nei motori *hard*

costruiti attualmente, come molti nordamericani o quelli particolarmente critici, tale valore supera i 400 HB. Simili motori non hanno affatto bisogno dell'effetto lubrificante del piombo. Uno studio della UN/IOMC del settembre 1998 (*"Global Opportunities for Reducing the Use of Leaded Gasoline"*) ad esempio riporta che prove tecniche condotte negli US ed in Europa (comprese le prove condotte sulla Lada) indicano come non affatto necessario il piombo a meno che il motore non venga sottoposto a condizioni di esercizio estreme. Per contro, prove effettuate su vecchie auto Skoda indicano come necessaria l'aggiunta di lubrificanti; allo stesso modo le Case automobilistiche australiane hanno stabilito che solo il 30% delle loro auto costruite prima del 1996 (da quell'anno tutte le macchine costruite o importate in Australia sono attrezzate per usare benzina senza piombo) può utilizzare benzina verde; un altro 30%, anche se occasionalmente, ha bisogno di rifornirsi con benzina rossa. Nello stesso documento UN/IOMC contraddittoriamente si afferma che benzine con quantità di piombo al di sotto di 0,08g/l non garantiscono i veicoli di vecchia costruzione dalla VSR; in altra parte del documento, viceversa, si afferma che nelle motorizzazioni degli US livelli di 0,02 e 0,03 g/l sarebbero sufficienti. Inoltre esperienze europee indicano che 0,05 g/l di piombo proteggerebbero dalla corrosione addirittura motori sottoposti a condizioni di esercizio estreme. Tutte queste informazioni, tratte dalla letteratura ci indicano tuttavia che ci sono ancora posizioni assai diverse non solo sul valore limite della quantità di piombo da aggiungere alla benzina per prevenire il fenomeno della VSR, ma addirittura sulla necessità o meno di aggiungere piombo.

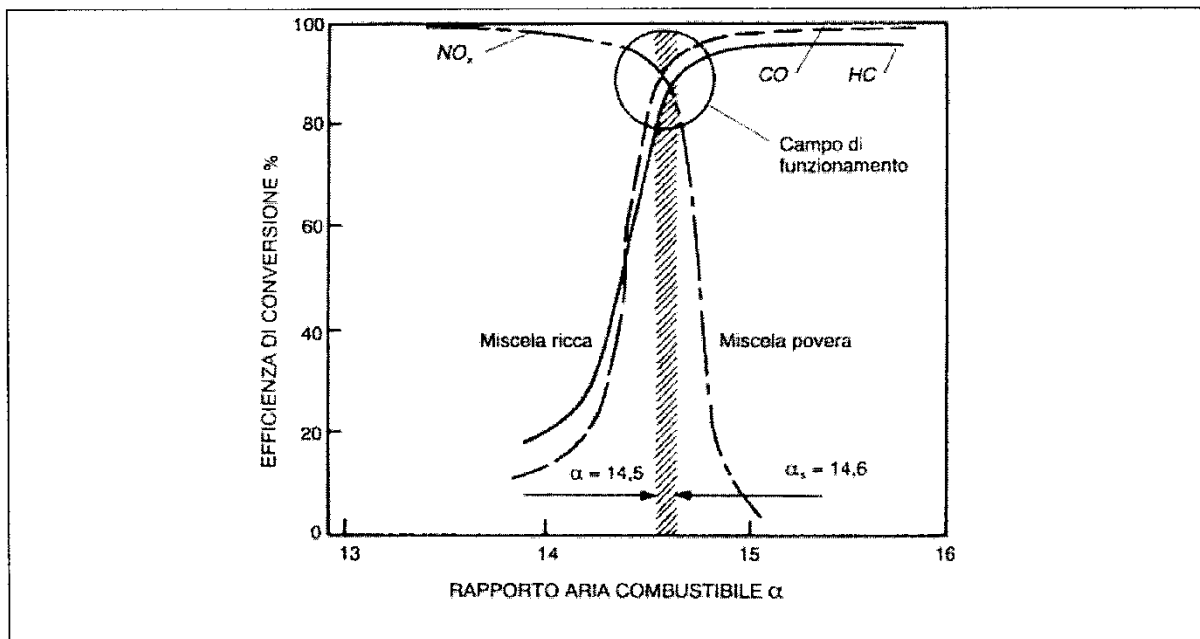
1.3 La marmitta catalitica

Principi di funzionamento

L'abbattimento degli inquinanti presenti nei gas di scarico dei motori a combustione interna ad accensione comandata viene svolto mediante catalizzatori che agiscono contemporaneamente sulle emissioni di HC, CO e NO_x (Catalizzatore trivalente). Infatti è possibile trasformare tali emissioni dannose con un solo catalizzatore nel sistema di scarico se il motore utilizza una miscela con rapporto aria/combustibile prossimo a quello stechiometrico. In queste condizioni il catalizzatore riesce a portare le concentrazioni dei gas di scarico molto vicine a quelle della combustione completa, cioè con la sola presenza di componenti non dannose (CO₂, H₂O e N₂), essendo presenti contemporaneamente in quantità sufficiente sia gas riducenti per ridurre gli NO_x sia gas O₂ per ossidare il CO e gli HC.

Nella figura 1.4 si riporta l'efficienza di conversione di CO, HC e NO_x in funzione del rapporto aria-combustibile. Si nota un intervallo di valori per i quali si ottiene una buona efficienza di conversione (circa il 90%) intorno al valore stechiometrico. Tale intervallo è abbastanza piccolo per essere mantenuto dai normali carburatori. Pertanto è stato adottato un sistema di controllo ad anello chiuso, in cui un sensore d'ossigeno nel sistema di scarico, che verifica se il motore sta funzionando con miscela ricca o povera, invia un segnale alla centralina elettronica che fa in modo che il sistema di iniezione del combustibile fornisca la miscela aria/combustibile ottimale.

Figura 1.4 – Efficienza di conversione



Sonda lambda

Il sensore di ossigeno del quale stiamo parlando è chiamato sonda lambda perché viene indicato col simbolo λ il rapporto fra la massa d'aria e quella di combustibile che partecipano alla combustione diviso per il rapporto stechiometrico fra massa d'aria e massa di combustibile. Tale rapporto è conosciuto con il termine rapporto di equivalenza aria-combustibile. Valori tipici dei rapporti stechiometrici per alcuni combustibili sono riportati nella tabella 1.1.

Tabella 1.1 - Rapporto stechiometrico di alcuni combustibili

Combustibile	Rapporto stechiometrico
Metanolo	6,47
Etanolo	9,00
MTBE	11,7
Benzina	14,6
Gasolio	14,5

In pratica il sensore di ossigeno è una cella ad elettrolito solido attraverso il quale la corrente viene trasportata da ioni di ossigeno. L'elettrolito solido è composto da ossido di zirconio ceramico stabilizzato con ossido di ittrio ed è compreso tra due elettrodi di platino. I due elettrodi sono messi in corrispondenza, quello interno, con la pressione atmosferica e, quello esterno, con i gas di scarico. Gli elettrodi sono quindi in contatto con miscele gassose, in cui l'ossigeno è presente con differenti pressione parziali.

Se si indica con p_s la pressione parziale dell'ossigeno nei gas di scarico e con p_a quella nell'atmosfera (circa 20 kPa), la tensione a circuito aperto della cella è data da,

$$V_0 = \frac{RT}{4F} \ln \left(\frac{p_a}{p_s} \right)$$

dove R è la costante universale dei gas, T la temperatura assoluta della cella ed F la costante di Faraday. Come si vede praticamente l'unica variabile significativa è la p_s . La corrente passa in quanto l'ossigeno atmosferico in contatto con l'elettrodo interno, che funge da elettrodo positivo (catodo), si riduce secondo la reazione $O_2 + 4e_{pt} \longleftrightarrow 2O^{2-}$; gli ioni così formati migrano attraverso l'elettrolito solido fino all'elettrodo esterno, che funge da elettrodo negativo (anodo), dove si ossida a O_2 , passando poi nel flusso dei gas di scarico. La pressione parziale dell'ossigeno nei gas di scarico varia bruscamente, con ordini di grandezza tipicamente di 10^6 , quando si passa da una alimentazione con miscela povera ad una con miscela ricca all'intorno del punto stechiometrico. Questo comporta di conseguenza un rapido cambiamento nella tensione della cella V_0 ; valori tipici di questi passaggi sono 50 mV con $\lambda = 1,05$ (miscela magra) e 900 mV con $\lambda = 0,99$ (miscela grassa) ed i tempi di risposta al cambiamento della composizione dei gas di scarico sono dell'ordine di 3 millisecondi.

Catalizzatore

I catalizzatori utilizzati sono formati di un materiale attivo dentro un supporto metallico opportunamente progettato in modo da convogliare il flusso dei gas di scarico attraverso il materiale catalizzatore. I materiali attivi utilizzati per ossidare il CO e gli HC o ridurre gli NO_x devono essere distribuiti su un'ampia superficie in modo da permettere un'efficienza di conversione ottimale possibilmente vicina al 100%.

Uno studio dell'ACI del luglio 2000 riporta che, grazie a questa nuova tecnologia (introdotta in California negli anni '70) in Italia le emissioni prodotte da auto vendute nel 1970 rispetto a quelle vendute nel 1993 si sono ridotte del 92% per il CO e del 87% per quelle di HC e di NO_x . Occorre ricordare che l'obbligatorietà della marmitta catalitica per l'omologazione delle auto in Italia ha avuto inizio il 1 Gennaio 1993; già nel 1998 l'86% delle auto prodotte nel mondo era equipaggiato con catalizzatore (Fonte: UNEP/OECD).

La marmitta catalitica è formata da una struttura portante ceramica a forma di alveare, detta monolite, che è racchiusa in un contenitore metallico posizionato lungo il sistema di scarico del motore. Sulle pareti del monolite viene depositato un rivestimento di spessore sottile (circa 20 μm) altamente poroso formato da allumina (ossido di alluminio Al_2O_3). Il materiale catalizzatore attivo è impregnato su tale rivestimento. Un tipico monolite ha la sezione di passaggio formata da un reticolo di canali a forma quadrata, con lato interno di circa 1 mm, separati da sottili pareti porose con spessori pari da 0,15 a 0,3 mm. Il numero di tali canali per centimetro quadrato varia da 30 a 60. Il rivestimento ha un peso pari al 5 ÷ 15 % del monolite ed ha una superficie attiva di 100 ÷ 200 m^2/g . I catalizzatori utilizzati comunemente sono il rodio per la riduzione degli NO_x ed il platino per l'ossidazione del CO e degli HC, il rapporto Pt/Rh nelle marmitte catalitiche commerciali varia da 2 a 17.

CAPITOLO 2

Effetti delle emissioni sulla salute dell'uomo e dell'ambiente

2.1 Inquinamento atmosferico

Gli effetti degli inquinanti, sulla salute dell'uomo, ma anche sui beni pubblici o privati e quindi sull'ambiente in generale, possono essere molto diversificati e dipendono sia dalla concentrazione dell'inquinante che dall'esposizione. In generale non è facile trovare le correlazioni tra concentrazione dell'inquinante, esposizione ed effetto in quanto, tra l'altro, l'effetto, a parità di esposizione, varia molto al variare del soggetto esposto.

Gli inquinanti possono essere classificati in varia maniera in ragione del contesto nel quale tale classificazione avviene. Dal punto di vista fisico essi vengono distinti in gassosi e particolati. In questa seconda categoria rientrano quelle sostanze che, per le loro caratteristiche aerodinamiche possono restare in sospensione nell'aria per lunghi periodi di tempo. Nel caso di composti organici ed inorganici a bassa tensione di vapore si può verificare il caso di presenza simultanea sia in fase gassosa che particellare.

A seconda della loro origine gli inquinanti possono essere distinti in naturali ed antropici. Tipici esempi di inquinanti "naturali" sono quelli dovuti alle emissioni dei vulcani, all'erosione del suolo, agli incendi, etc.

Un'altra importante distinzione può essere fatta considerando l'ampiezza della scala territoriale entro la quale gli inquinanti fanno "sentire" il loro effetto:

- scala planetaria o globale: in questa categoria rientrano quei composti responsabili della distruzione dello strato di ozono stratosferico ("buco dell'ozono") (CFC, HCFC, HFC, PFC e SF₆) e dell'effetto serra (principalmente anidride carbonica, metano, CFC e protossido d'azoto);
- scala regionale: gli inquinanti tipici delle scale regionali sono quelli responsabili dell'inquinamento fotochimico, delle deposizioni (piogge) acide e della deposizione dei metalli pesanti. Tipici inquinanti a scala regionale, oltre ai metalli pesanti (Cd, Pb, As, Hg e altri), sono gli ossidi di zolfo, gli ossidi di azoto e l'ammoniaca;

- scala locale: appartengono a questa categoria gli inquinanti tipici degli insediamenti industriali e delle aree urbane ed in particolare quelli dovuti al traffico veicolare che rappresentano la maggiore fonte di inquinamento a scala locale. Tra i più rilevanti citiamo gli ossidi di azoto (NO_x), i composti organici diversi dal metano (COVNM) ed il monossido di carbonio (CO);
- microscala: gli inquinanti che esercitano il loro effetto a scale molto ridotte quali quelli presenti nei posti di lavoro, nelle abitazioni, all'interno degli abitacoli delle autovetture e che vengono comunemente chiamati "inquinanti *indoor*".

A scala locale l'inquinamento minaccia direttamente la salute dei cittadini e peggiora la qualità della vita.

A scala regionale l'inquinamento atmosferico mette in pericolo la sopravvivenza degli esseri viventi dei centri abitati attraverso dispersione, deposito e trasformazione chimica degli inquinanti (piogge acide, reazioni fotochimiche).

Infine a scala globale l'inquinamento è collegato alle alterazioni climatiche e alla riduzione dello strato di ozono stratosferico che svolge un ruolo fondamentale nell'attenuazione della radiazione UV dannosa per la biosfera.

2.2 Inquinamento da traffico

Se in un motore a benzina il combustibile brucia con la corretta quantità di aria i gas che si formano sono principalmente vapor d'acqua, anidride carbonica ed azoto. Tutti questi gas non sono tossici sebbene l'anidride carbonica sia un gas ad effetto serra. Comunque gli scostamenti dalla combustione ideale portano anche alla produzione di una certa quantità di sostanze inquinanti e tossiche.

La reazione della combustione

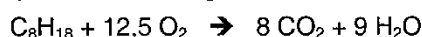
Sia nei motori a benzina che in quelli a gasolio vengono bruciati carburanti con composizione molto variata che include però sempre carbonio (C) e idrogeno (H).

La combustione completa di un idrocarburo produce solo anidride carbonica (CO₂) e acqua (H₂O) allo stato di vapore.

La combustione completa del metano è la seguente:



La combustione di un idrocarburo può essere la seguente:



cioè nel corso di una combustione uniforme e completa dei diversi componenti del carbonio e dell'idrogeno con l'ossigeno dell'atmosfera, si dovrebbero formare solo sostanze non nocive quali l'anidride carbonica e il vapore acqueo.

Questo processo di combustione ideale oltre a non inquinare, permette un rendimento ottimale.

Purtroppo nei motori alternativi, la combustione non è continua, ma ha un andamento ciclico, con tempi di combustione estremamente brevi, nei quali il rapporto della miscela varia di continuo, le temperature dell'aria aspirata e della camera di combustione non sono costanti: questa combustione non uniforme e non completa è la causa della presenza delle sostanze nocive nei gas di scarico.

L'aspetto inquinante viene accentuato dalla presenza nella benzina degli additivi che si aggiungono in funzione antidetonante e dalle impurità della distillazione del petrolio, quali zolfo, zinco e fosforo.

Le sostanze gassose inquinanti più comuni legate ai trasporti, così come quelle derivanti da altre attività, possono essere suddivise in primarie e secondarie. Gli inquinanti primari: il monossido di carbonio (CO), gli ossidi di azoto (NO_x), gli idrocarburi (HC) incombusti i composti organici volatili (COV), gli ossidi di zolfo (SO₂, SO₃) ed il particolato (PM-*Particular Matter*), presenti nelle emissioni da traffico veicolare, provocano direttamente effetti dannosi sull'organismo. Gli inquinanti secondari, non meno nocivi degli inquinanti primari, sono invece il risultato di reazioni chimiche e fotochimiche che avvengono nell'atmosfera tra gli inquinanti primari, o tra inquinanti primari e gli elementi naturali presenti nell'atmosfera stessa.

Un tipico inquinamento secondario, oltre al famosissimo ozono, è il biossido di azoto che si forma per ossidazione del monossido di azoto, inquinante emesso in quantità a volte notevoli nei processi di combustione.

Le emissioni di COV e di NO_x contribuiscono non soltanto all'inquinamento atmosferico locale, ma anche in certe condizioni (alta temperatura) alla formazione di inquinanti fotochimici (ozono, aldeidi) ed indirettamente all'aumento della temperatura a livello globale. La formazione dello smog fotochimico, tipico delle grandi aree urbane, costituisce un problema rilevante sia per la salute umana che per l'ambiente.

Nella UE il traffico urbano, nonostante gli sforzi compiuti, costituisce oggi la fonte primaria dei principali inquinanti atmosferici e tra questi le sostanze cancerogene presenti nelle città. In ambito urbano si registrano i tassi di emissione più alti a causa sia delle basse velocità, sia degli spostamenti relativamente brevi che comportano una maggiore incidenza delle percorrenze con motore a freddo. Vanno poi considerate altre forme di inquinamento derivanti dal traffico.

Alcune statistiche sull'inquinamento acustico da traffico indicano un complessivo aggravamento del problema in questi ultimi anni a causa soprattutto dell'aumento del tempo di esposizione dei cittadini a rumori forti.

Secondo l'Organizzazione Mondiale per la Sanità oltre il 97% della popolazione è esposta, a causa del traffico, a rumori oltre i 55 dB, il 72% a livelli più alti di 65 dB ed il 27% a livello superiori a 75 dB che corrisponde al limite di guardia per la salute.

Gli effetti ambientali del traffico urbano si manifestano anche in termini di vibrazioni. Le vibrazioni sono un pericolo per gli edifici e per il patrimonio culturale in quanto contribuiscono al degrado dei monumenti.

Le emissioni in ambito urbano

Dai dati registrati dalle stazioni di rilevamento nelle grandi aree urbane italiane (Torino, Genova, Milano, Bologna, Firenze, Roma, Napoli e Palermo) risulta che se il biossido di zolfo, il CO e il PM non rappresentano un problema per nessuna delle otto città citate, il biossido di azoto e l'ozono sono ancora gli inquinanti che destano maggiori preoccupazioni. In particolare a Napoli le concentrazioni di biossido di azoto mostrano un preoccupante aumento nei valori massimi e l'ozono presenta un numero significativo di superamenti del valore limite orario (200 µg/m³) in tutte le città considerate. Nel 1998, con più di 120 superamenti, Roma è stata la città nella quale si è registrato il più alto numero di superamenti del valore limite.

2.3 Le emissioni che destano le maggiori preoccupazioni

Le emissioni dei veicoli dipendono fortemente dal tipo e cilindrata del motore, dai regimi di marcia, dalla temperatura, dal profilo altimetrico del percorso e dalle condizioni ambientali. È stato stimato che nelle aree urbane italiane l'autovettura emette mediamente 15g/km di monossido di carbonio, 1.2g/km di ossidi di azoto, 1.9g/km di COV e 0.12g/km di particolato.

Nella figura 2.1 è riportato il confronto tra le emissioni dei vari inquinanti in Italia relativamente agli anni 1990-1997, mentre nella figura 2.2 sono riportate le variazioni percentuali relative agli stessi anni.

Figura 2.1 - Emissioni dei principali inquinanti dovute al trasporto su strada: confronto 1990-1997

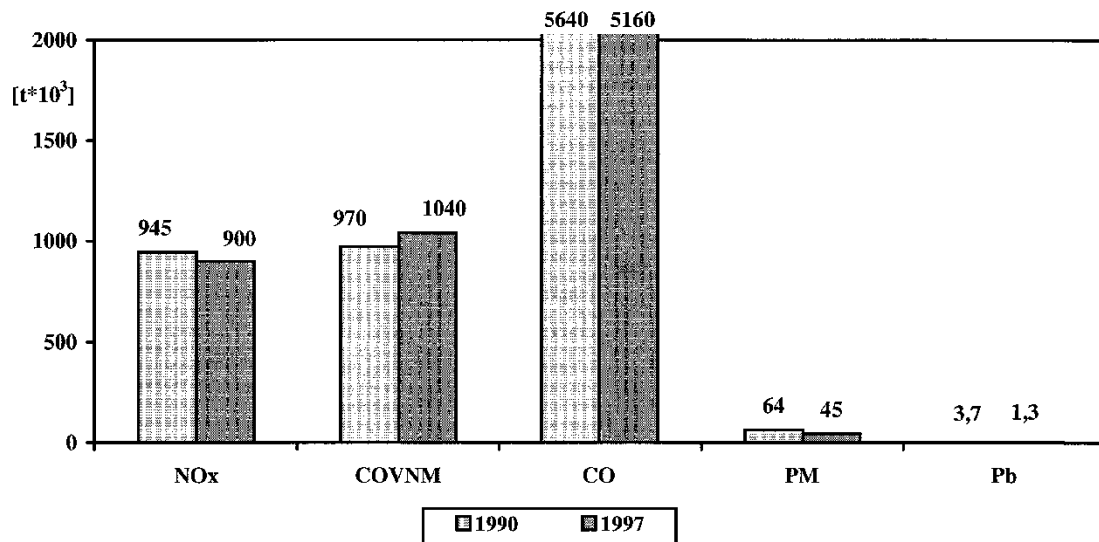
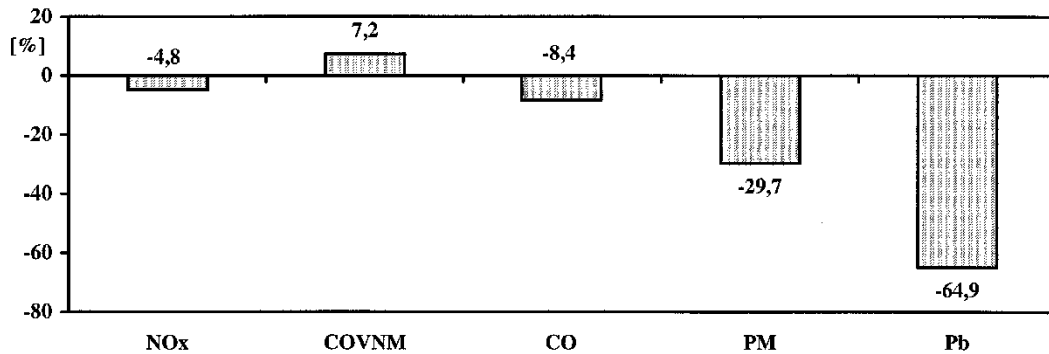


Figura 2.2 - Emissioni dei principali inquinanti dovute al trasporto su strada. Variazioni % . Anni 1990-1997



Come si vede nei sette anni considerati sono aumentate le emissioni di COVNM, mentre le emissioni di NO_x, CO, PM e Pb sono, anche se in misura diversa, diminuite. Nello stesso periodo si è anche registrato un aumento delle emissioni di CO₂ dovuto all'aumento complessivo dei consumi di carburante determinato, a sua volta, dalla crescita del parco veicolare e delle percorrenze medie annue. Per quanto concerne i COVNM alla riduzione delle emissioni dovuta alla minore incidenza nel parco delle autovetture non catalizzate si è sommata la quota, non trascurabile, delle emissioni delle autovetture catalizzate determinando un aumento complessivo delle emissioni. Per il CO valgono le stesse considerazioni fatte a proposito dei COVNM ma in questo caso la somma algebrica dei due effetti si è tradotta in una riduzione complessiva stimata pari all'8,4%. La diminuzione degli NO_x è stata determinata in massima parte dalle minori emissioni di tutto il parco diesel medio-pesante (soprattutto veicoli commerciali pesanti compresi bus) in virtù delle limitazioni alle emissioni introdotte dal 1992 con le Direttive 91/542/CEE Fase I e Fase II. Analoghe considerazioni si possono fare per le emissioni di PM anche se in questo caso la diminuzione complessiva è da attribuire al parco veicoli pesanti in quanto le emissioni dei veicoli commerciali leggeri ha fatto registrare un aumento mentre le emissioni delle autovetture passeggeri sono restatesi praticamente immutate. Per la riduzione delle emissioni di piombo si dirà più oltre.

La stima della tossicità relativa delle specie chimiche delle emissioni gassose può essere fatta sulla base dei valori di concentrazione limite stabiliti per ambienti di lavoro dell'Associazione Americana degli Igienisti Industriali (AICGH).

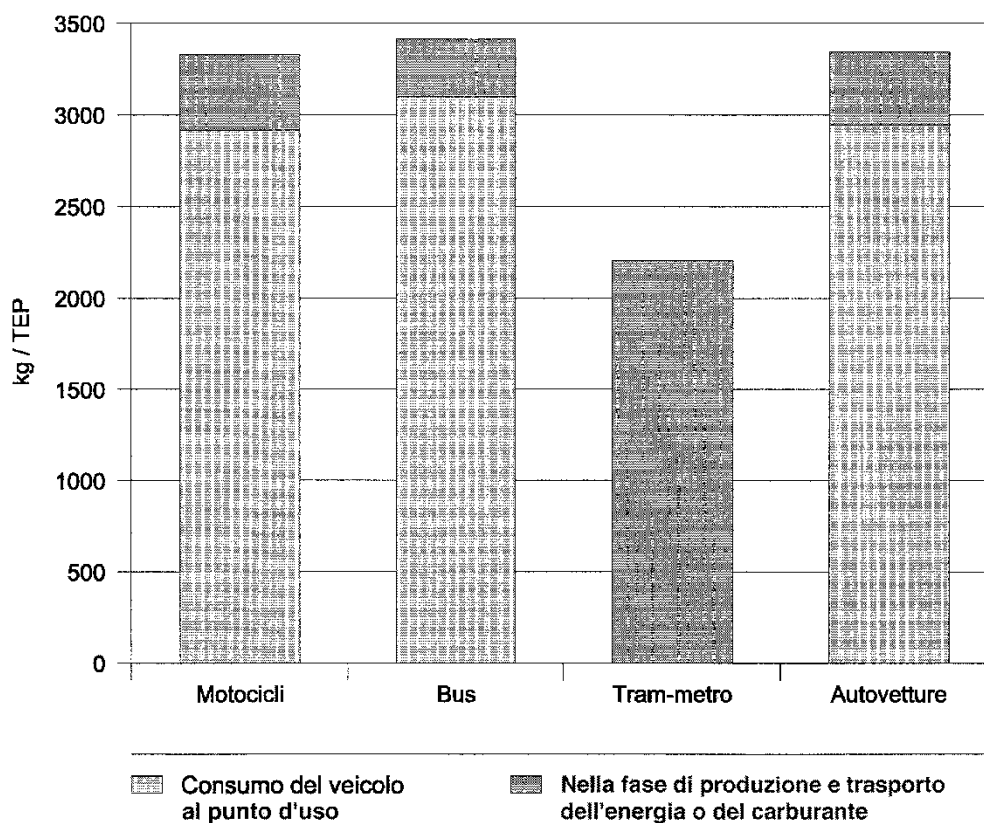
Biossido di carbonio o anidride carbonica (CO₂)

La combustione è la sorgente più importante del biossido di carbonio. Il CO₂, componente dell'atmosfera terrestre, è trasparente alla luce solare; tuttavia assorbe le radiazioni infrarosse emesse dalla superficie terrestre assumendo così un ruolo importantissimo nella regolazione del clima del pianeta. La presenza di CO₂ nell'atmosfera, fino a una certa concentrazione, consente quindi il mantenimento del clima attuale, mentre un suo eccessivo aumento dovuto soprattutto alle varie attività antropiche (tra le quali sono determinanti i trasporti) porta, a un progressivo aumento della temperatura media dell'atmosfera che secondo il parere di molti avrà gravi conseguenze sul pianeta. In aggiunta al CO₂, tra i gas a effetto serra si ha il metano (CH₄) e il protossido di azoto (N₂O). L'ozono (O₃) della troposfera, anche a basse concentrazioni (va ricordato che tra i precursori dell'ozono della troposfera figurano gli ossidi di azoto e i COV) può modificare significativamente l'equilibrio radiante del sistema terra-atmosfera.

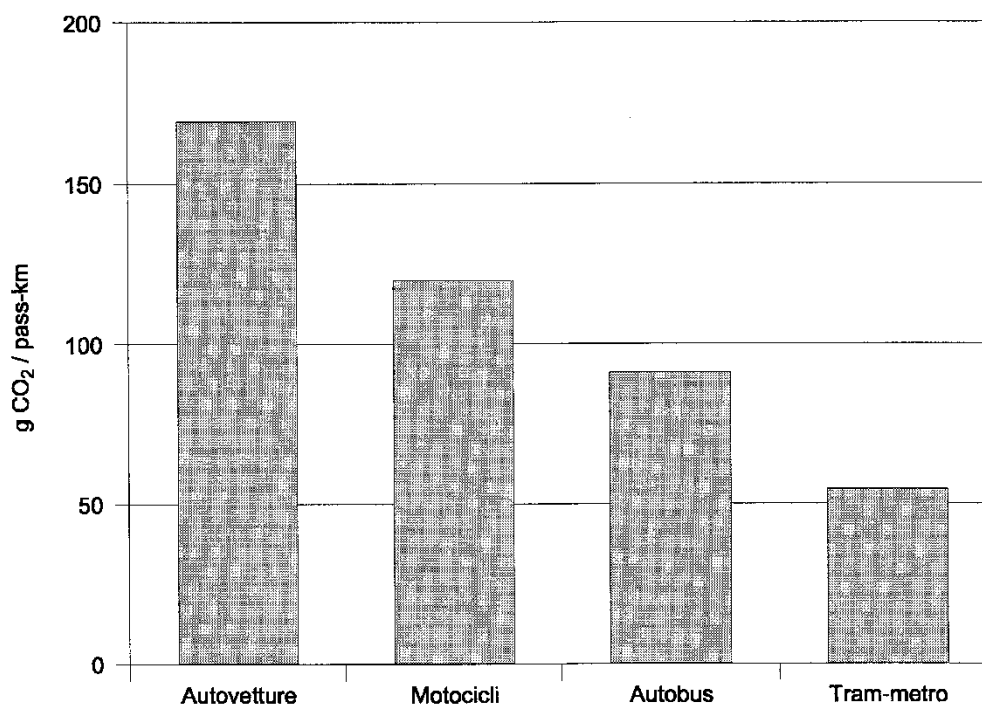
In base alle stime effettuate dall'ENEA (G.Valenti "Scenari e strategie per la sostenibilità del trasporto urbano" 1998) , fra il 1990 ed il 1995, le emissioni di CO₂ prodotte dal trasporto urbano passeggeri sono passate da circa 33 a circa 39 Mt (+18%). Nelle stime sono considerate anche le emissioni connesse alle diverse fasi del ciclo energetico a monte del veicolo.

La figura 2.3 riporta i fattori di emissione di CO₂ dei mezzi di trasporto urbano considerati nel calcolo, ottenuti a partire da fonti diverse (IEA-AFIS, MEET Project).

Figura 2.3 - Fattori di emissione di CO₂ dei mezzi di trasporto



Da un punto di vista delle emissioni complessive di CO₂ legate alle diverse fasi del ciclo energetico (produzione, trasporto e uso finale), la tramvia e la metropolitana sono i mezzi più vantaggiosi nel trasporto urbano dei passeggeri. Con tali mezzi su rotaia, nel 1995, venivano emessi complessivamente circa 52g di CO₂ per passeggero-chilometro realizzato contro 89 degli autobus, 120 dei motocicli e 168 delle autovetture (fig. 2.4).

Figura 2.4 Fattori di emissione di CO₂ dei modi urbani per unità di traffico realizzato

Monossido di carbonio (CO)

Le emissioni di CO sono andate progressivamente e lentamente aumentando dal 1980 al 1991 per poi attestarsi nel 1995 ("Seconda Comunicazione Nazionale dell'Italia alla Convenzione quadro sui cambiamenti climatici". Ministero dell'Ambiente, 1998) intorno ai valori del 1985. Negli anni '96 e '97 si è registrato un decremento soprattutto per effetto della diminuzione delle emissioni da trasporto: nel 1997 rispetto al 1995 di -12%.

Il monossido di carbonio è il tipico inquinante da trasporto stradale: nel 1997 questo macrosettore ha contribuito con una quota di circa il 72% alle emissioni totali di CO.

Il monossido di carbonio deriva dalla combustione incompleta dei carburanti e quindi da un rapporto aria-combustibile non ottimale. Le emissioni di CO dai veicoli con motore a combustione interna aumentano specialmente in condizioni di marcia a bassa velocità e di fermate con motore al minimo. Per questo motivo il monossido di carbonio è un inquinante tipicamente urbano. Il monossido di carbonio è un composto tossico ed esplica la sua azione sull'uomo formando con l'emoglobina un complesso irreversibile che inibisce il trasporto di ossigeno nel sangue, causando problemi al sistema respiratorio e, ad elevate concentrazioni, la morte. Già in proporzioni modeste può produrre disturbi psico-motori, vertigini e mal di testa.

Nelle figure 2.5a e 2.5b sono riportati rispettivamente i contributi percentuali delle varie categorie di veicoli alle emissioni di CO in ambito urbano e le percentuali emesse nei diversi ambiti territoriali.

Figura 2.5a – CO. Contributo percentuale delle singole categorie di veicoli alle emissioni in ambito urbano

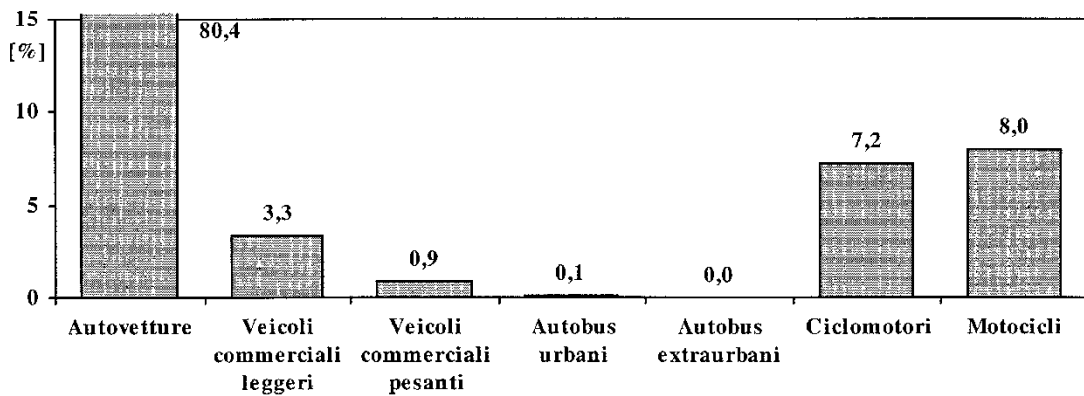
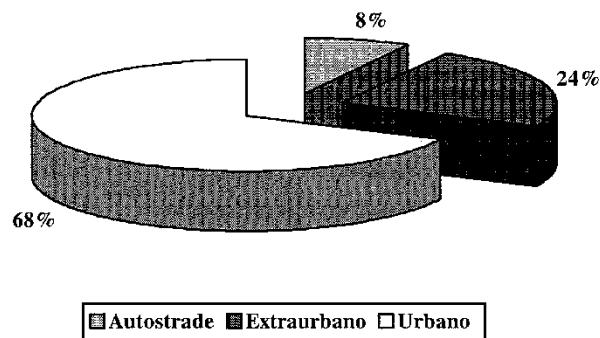


Figura 2.5b - Ripartizione percentuale delle emissioni totali di CO in ambito autostradale, extraurbano ed urbano



Ossidi di azoto (NO_x) e Ozono

Gli ossidi di azoto comprendono vari composti fra cui i più importanti sono NO e NO₂. Si formano soprattutto nella combustione ad alta temperatura e rappresentano pertanto il sottoprodotto tipico degli scarichi dei motori a combustione interna.

La formazione di NO_x diventa significativa a circa 1600 °C ed aumenta rapidamente una volta che la temperatura superi questa soglia. Quindi gli NO_x sono influenzati dal rapporto aria-combustibile e dai parametri di progetto che influiscono sulla temperatura, come il rapporto di compressione, la fasatura dell'accensione ed il funzionamento del sistema di raffreddamento.

Nella troposfera (porzione di atmosfera compresa tra la superficie e circa 10 km di altezza) il biossido di azoto, se a contatto con il vapore acqueo, viene convertito in acido nitrico che contribuisce direttamente alla formazione delle piogge acide. Inoltre il biossido di azoto in certe condizioni ed in presenza di idrocarburi può concorrere alla formazione di inquinanti fotochimici (ozono, aldeidi).

Il principale processo chimico di produzione dello smog fotochimico è costituito da reazioni chimiche catalizzate dalla radiazione solare e dall'alta temperatura che coinvolgono gli inquinanti primari e che, come già detto, producono i cosiddetti inquinanti secondari tra i quali l'ozono troposferico. L'ozono nella troposfera è quindi un tipico inquinante estivo e i valori massimi sono raggiunti nelle ore più calde della giornata.

Inoltre il protossido di azoto è uno dei composti in grado di ridurre la concentrazione di ozono nella stratosfera (ad un'altezza tra 10 e 25 km) determinandone un graduale assottigliamento. È bene ricordare che in questo altro strato dell'atmosfera l'ozono, viceversa, assume un ruolo positivo perché a quell'altezza è l'unico gas capace di evitare che le radiazioni solari ultraviolette più dannose raggiungano la superficie terrestre e, quindi, gli effetti negativi di tali radiazioni sulla salute (cancro della pelle, danni alla vista, soppressione del sistema di difesa immunitario) e sulla produttività degli ecosistemi acquatici e terrestri.

Riguardo agli effetti diretti sull'uomo, il biossido di azoto, se inalato, esercita un forte potere aggressivo sulle vie respiratorie; anche a basse concentrazioni riduce la funzionalità respiratoria, più evidentemente nei soggetti bronchitici e asmatici, negli anziani e nei bambini. L'esposizione di breve durata provoca infiammazioni alle mucose e può comportare infezioni alle vie respiratorie.

Anche a basse concentrazioni i possibili effetti sull'uomo sono irritazione degli occhi, disturbi respiratori ed eventuale cancerogenicità.

Le emissioni di biossido d'azoto sono costantemente aumentate dal 1980 al 1992 anno in cui si è avuta la punta di emissione massima. Negli anni successivi, quando l'efficacia delle disposizioni di legge tese a ridurre l'inquinamento da fonti fisse e mobili si è cominciata ad avvertire, si è registrata una pressoché continua, anche se modesta, decrescita. Il macrosettore che maggiormente contribuisce alle emissioni di ossidi di azoto è quello dei trasporti stradali che, sempre per l'anno 1997, hanno contribuito con una quota pari al 53% del totale.

Nella figura 2.6.a è rappresentato il contributo alle emissioni di NO_x imputabile alle singole categorie di veicoli, nella figura 2.6.b il totale di tale contributo è rappresentato come suddivisione percentuale nelle componenti la scala territoriale.

Figura 2.6a - NOx. Contributo percentuale delle singole categorie di veicoli alle emissioni in ambito urbano

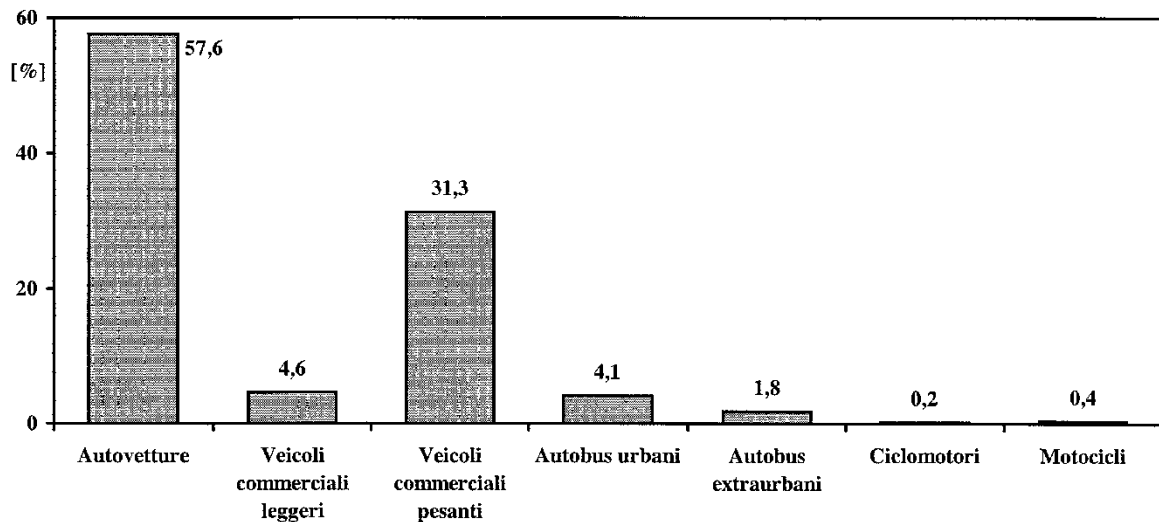
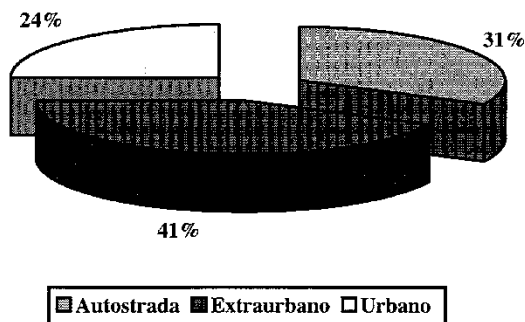


Figura 2.6b - Ripartizione percentuale delle emissioni totali di NOx in ambito autostradale, extraurbano ed urbano



Ossidi di zolfo (SO_x)

Lo zolfo è presente nel petrolio greggio in quantità comprese tra 0,1-0,3% e 5-7% in peso (Fonte: ACI), nella fase di lavorazione tale quantità raggiunge nel gasolio valori compresi tra 0 e 2-3%, ma nel gasolio la presenza dello zolfo è maggiore che nella benzina.

Gli ossidi di zolfo sono prodotti da combustibili derivati dal petrolio e correlati allo zolfo in essi contenuto. Particolarmente importante è l'anidride solforosa o biossido di zolfo (SO₂) che combinandosi con l'ossigeno dell'aria si trasforma in anidride solforica (SO₃). L'anidride solforica, in presenza di vapore, si trasforma a sua volta in acido solforico provocando le piogge acide, che hanno effetti negativi sia sull'ecosistema che sui materiali, compresi monumenti e costruzioni. Il biossido di zolfo come tale provoca danni

all'apparato respiratorio ed in alcuni casi crisi asmatiche. Gli effetti più nocivi sull'apparato respiratorio derivano dalla combinazione con i particolati sospesi nell'aria, che possono raggiungere i polmoni.

Le emissioni di SO₂ sono da attribuire principalmente al macrosettore "combustione-energia e industria di trasformazione" ed in misura minore ai macrosettori "combustione-industria" e "combustione-non industriale" principalmente nel settore domestico-terziario. In seguito alla progressiva sostituzione dei combustibili solidi e liquidi nel settore "energetico" e dei combustibili liquidi nel settore "combustione non industriale" con il gas naturale, e la concomitante progressiva diminuzione del tenore di zolfo nei combustibili e nei carburanti per autotrazione si è avuta, dagli anni 1980 al 1997, una drastica riduzione, circa il 70%, delle emissioni di SO₂ in atmosfera. Il settore trasporti ha contribuito con una quota pari al 2,8% mentre il maggiore contributo alle emissioni di biossido di zolfo continua ad essere il macrosettore "produzione di energia ed industria di trasformazione" che da solo contribuisce con una quota pari al 67% del totale.

La formazione di inquinanti secondari generati da SO_x come anche da NO_x richiede un tempo relativamente lungo. Si ipotizza che essi si formino ad una certa distanza dalla fonte primaria (auto) e siano trasportati dagli agenti atmosferici. Per tale ragione gli effetti più rilevanti saranno registrati a distanze superiori a 100 km dalla sorgente (*European Commission (DG XII) External costs of transport in ExternE, Final Report*).

Composti organici volatili diversi dal metano (COVNM) e Benzene

I Composti Organici Volatili sono tutte le sostanze organiche presenti sia nei gas di scarico dei motori a combustione interna per effetto della incompleta combustione, sia nei vapori di benzina che si sviluppano dagli sfiati dei serbatoi o che da questi fuoriescano durante le operazioni di rifornimento. Per gli effetti diretti sulla salute umana, particolare attenzione viene rivolta ai composti organici aromatici; tra gli aromatici volatili, la specie di maggiore interesse per l'inquinamento urbano è il benzene.

Questi composti, assieme agli ossidi di azoto, concorrono alla produzione dello smog fotochimico tipico delle grandi aree urbane.

Nelle figure 2.8a e 2.8.b sono riportati per i COVNM rispettivamente il contributo percentuale delle singole categorie di veicoli e la ripartizione per scala territoriale.

Figura 2.8a - COVNM. Contributo percentuale delle singole categorie di veicoli alle emissioni in ambito urbano

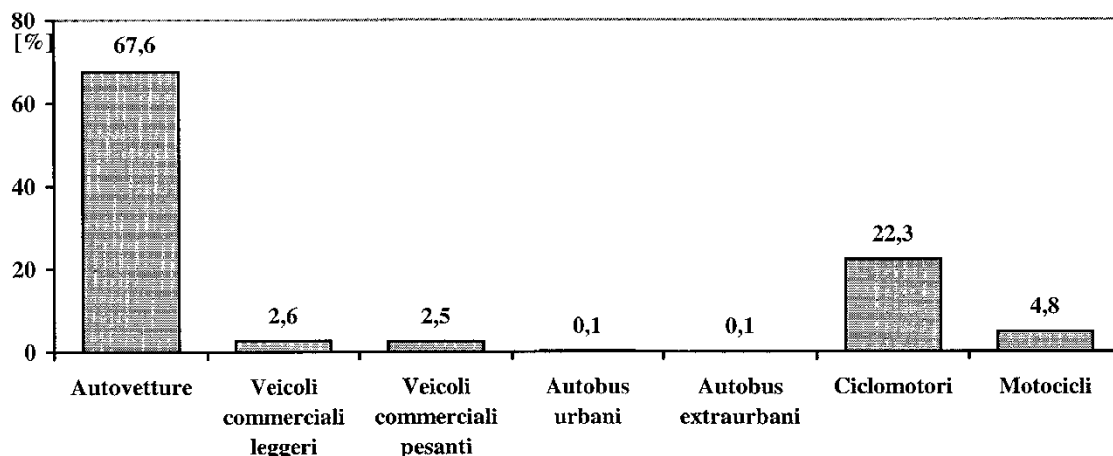
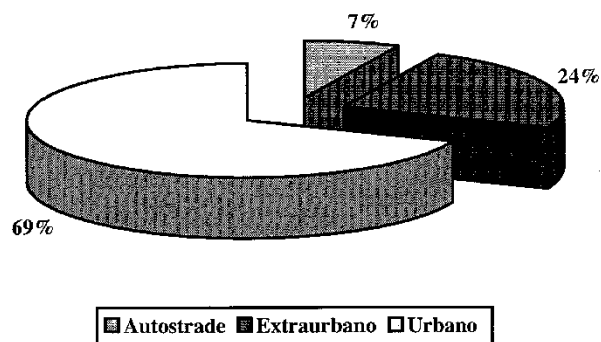


Figura 2.8b - Ripartizione percentuale delle emissioni totali di COVNM in ambito autostradale, extraurbano ed urbano



Il benzene

Il benzene è relativamente stabile (tempo di vita medio di circa quattro giorni) e dotato di accertate proprietà cancerogene (esiste un'associazione tra il benzene e la leucemia). Ma la tossicità del benzene può anche essere causa di anemie e indagini condotte anche in Italia (Istituto di mutagenesi del CNR e Dipartimento di prevenzione dell' A.S.L. 5 di Pisa) ne incominciano a dimostrare anche capacità mutagene. A questo proposito è interessante ricordare anche i dati tratti dall'intervista al Professor Cesare Maltoni riportati dalla rivista Quattroruote del 10/93 ("Inchiesta carburanti: Benzina pulita c'è del torbido"). In essa si dice che in un litro di benzina verde all'epoca si trovavano 97 g di xileni, 93 di toluene e 21 di benzene. Ma il potere cancerogeno assoluto di queste sostanze (espresso come rapporto tra tumori rilevati sugli animali trattati e quelli degli animali non trattati) è la seguente: benzene 6,5; toluene 2,7; xileni 2,3; etilbenzene 1,6. Sebbene quindi il benzene presenti il maggior rischio cancerogeno assoluto, nelle

condizioni attuali il problema è rappresentato dal toluene, presente nella benzina ad una concentrazione di oltre quattro volte.

Secondo stime dell'ARPAT (Agenzia Regionale Per l'Ambiente della Toscana) effettuate a Firenze nel 1997, alle emissioni di benzene contribuiscono per il 51% le auto non catalizzate, per il 41% i veicoli a 2 ruote, per l'8% le auto catalizzate.

Il benzene è un componente significativo del greggio, assieme ad altri componenti aromatici si forma anche durante il processo di raffinazione (ed in particolare modo durante quello di *reforming*); infine si forma durante la combustione del motore dalla trasformazione di idrocarburi aromatici. Modificando i processi di raffinazione, quindi, c'è la possibilità di diminuire la quantità di benzene prodotta in questa fase.

I prodotti aromatici hanno la proprietà di aumentare il numero di ottano; questa caratteristica, in funzione dell'allontanamento del piombo, induce le Compagnie petrolifere ad aumentare in proporzione la componente di aromatici (compreso il benzene) il che si traduce nell'aumento di rischio imputabile alle emissioni di queste sostanze. Torneremo sull'argomento nell'Appendice B. È questo un tema che per fortuna non riguarda direttamente l'Italia, dove le nostre Compagnie hanno puntato sul miglioramento della qualità ambientale dei loro prodotti avendo scelto da qualche tempo, ma anche per il futuro, un solo tipo di benzina (al quale eventualmente aggiungere piombo). Tuttavia l'indagine del CEP (UN/ECE *Committee on Environmental Policy*), condotta dal 1996 al 1998 da una apposita *task force* sulle strategie del *phase-out* del piombo dalla benzina in Europa, ha messo in evidenza che questo rischio è reale e che le azioni di prevenzione governative devono tenerne conto. In linea generale nei paesi EU, come in altri dell'Europa occidentale, il limite massimo di benzene è indicato in 5% v/v e si propone per il futuro di abbassare l'attuale limite di 5% v/v all'1% v/v. A tal fine è da segnalare che la benzina prodotta in Italia ha i tenori di benzene ed aromatici fra i più bassi in Europa. Infatti da tempo in Italia è stato anticipato all'1% il valore di benzene, ed il valore degli aromatici è mediamente del 36%, mentre il valore previsto dalla Direttiva 98/70 è di 42%.

La Legge n. 413 del 4.11.97 "*Misure urgenti per la prevenzione dell'inquinamento atmosferico da benzene*" obbliga i Comuni ad attuare misure di limitazione del traffico quando il valore medio annuo della concentrazione di benzene in atmosfera supera il livello di qualità dell'aria che a partire dall'1.1.1999 è stato fissato in 10 microgrammi /metro cubo.

Nelle figure 2.9 e 2.10 sono riportati rispettivamente gli andamenti nel tempo del tenore di aromatici e di benzene contenuti nelle benzine.

Figura 2.9 – Tenore medio di aromatici nelle benzine (in %)

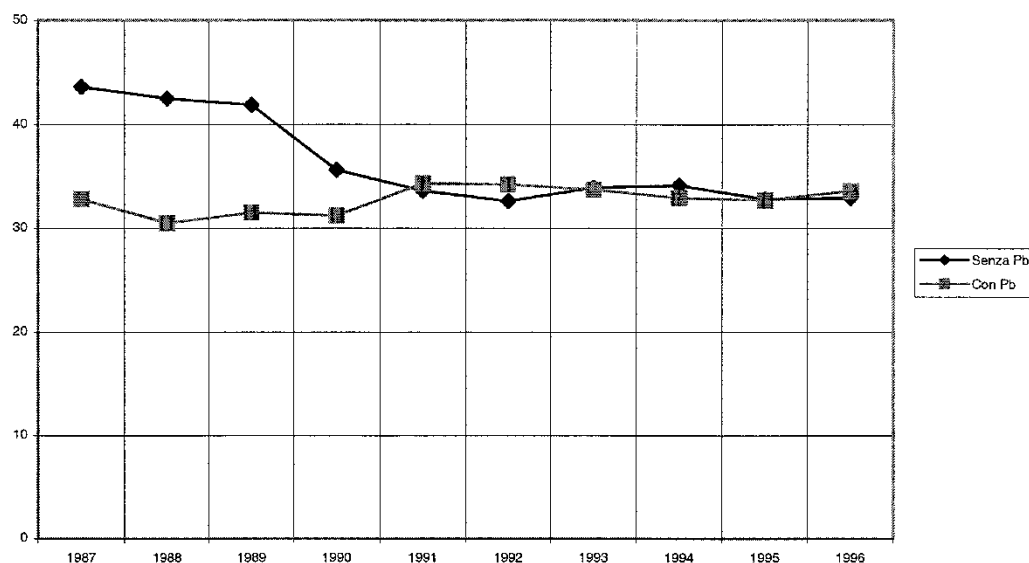
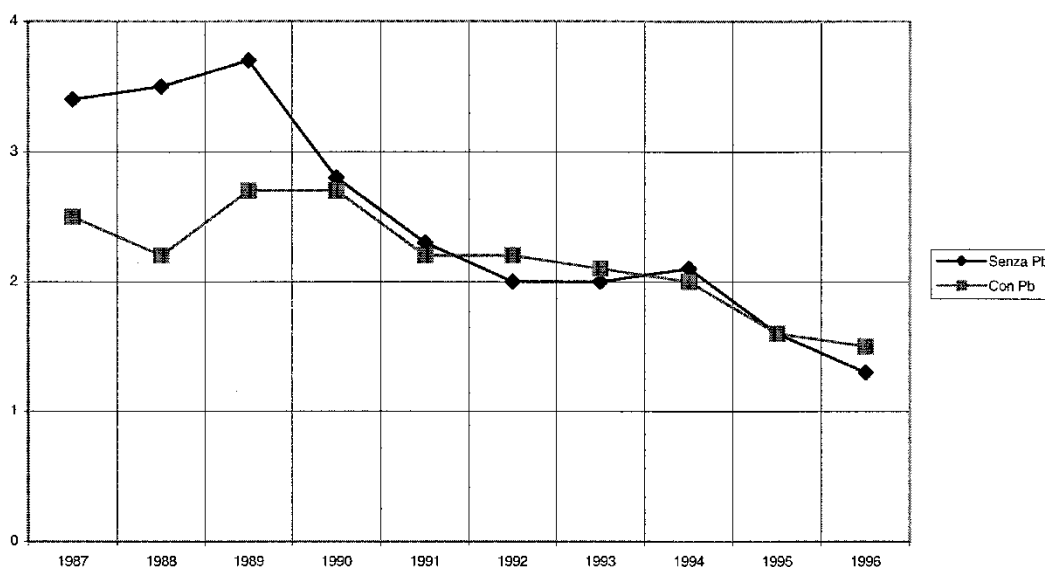


Figura 2.10 – Tenore medio di benzene nelle benzine in Italia (in %)



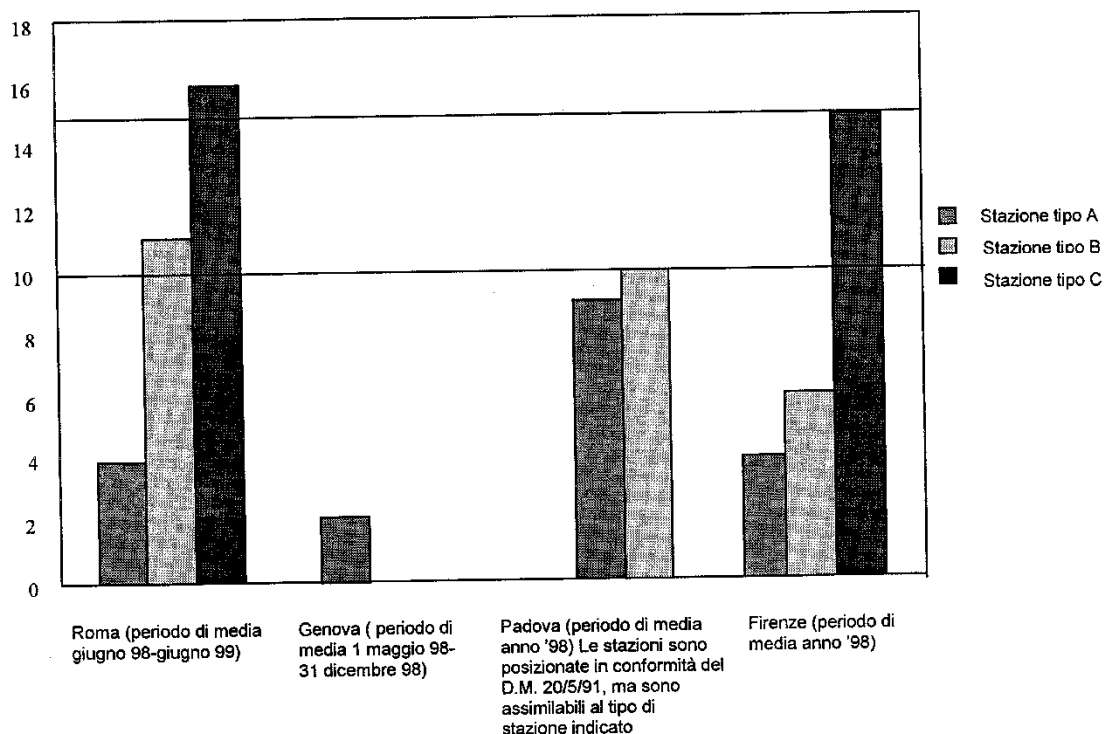
Le emissioni di benzene dovute al trasporto su strada nel 1990 sono state circa 26.000 tonnellate, mentre nel 1997 sono state di oltre 33.000 tonnellate; la maggior parte, circa il 63,3% dovuto alle autovetture a benzina non catalizzate seguite da ciclomotori con il 21,1% e dalle autovetture catalizzate con il 7,7%.

Relativamente a questo macrosettore le emissioni hanno avuto un andamento oscillante dal 1980 al 1997 sono diminuite dal 1980 al 1985 per poi aumentare fino al 1995. Dal

1995 al 1997 sono di nuovo diminuite. Come già accennato questo andamento, così come per altri inquinanti, è dovuto a due cause concomitanti: la progressiva diminuzione delle emissioni dovuta all'introduzione di nuove tecnologie (marmitte catalitiche) contrastata dagli aumenti delle percorrenze e dalla tipologia del parco circolante.

Nella figura 2.11 sono riportati i livelli di concentrazione del benzene misurati in alcune città italiane.

Figura 2.11 - Concentrazioni ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) di benzene in alcune aree urbane



Legenda:

Stazione di tipo A: stazioni di base o di riferimento situate in parchi o isole pedonali che misurano: biossido di zolfo, idrocarburi, ossidi di azoto, monossido di carbonio, ozono, particelle sospese e piombo.

Stazioni di tipo B: stazioni situate in zone ad elevata densità abitativa nelle quali misurare le concentrazioni di alcuni inquinanti primari e secondari con particolare riferimento al biossido di azoto, idrocarburi e biossido di zolfo.

Stazioni di tipo C: stazioni situate in zone ad alto rischio espositivo quali strade ad elevato traffico e scarsa ventilazione per la misura degli inquinanti emessi direttamente dal traffico autoveicolare: monossido di carbonio e idrocarburi.

Fonte: ANPA, Emissioni in atmosfera e qualità dell'aria in Italia. Serie Stato dell'Ambiente 6/1999

Media mobile annua delle concentrazioni medie giornaliere indicate nella figura (obiettivo di qualità DM 25.11.94: $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dal 1° gennaio 1996 al 31 dicembre 1998; $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dal 1° gennaio 1999).

Particolato (PM)

Il particolato prodotto dai processi di combustione incompleta (fumi) e persino dalla lenta polverizzazione della gomma dei pneumatici, dei freni, ecc. è costituito da particelle di materia (solide e liquide) di dimensioni talmente ridotte, dell'ordine del millesimo di millimetro (micron) da tendere a rimanere anche per molto tempo in sospensione in aria prima di depositarsi sulla superficie.

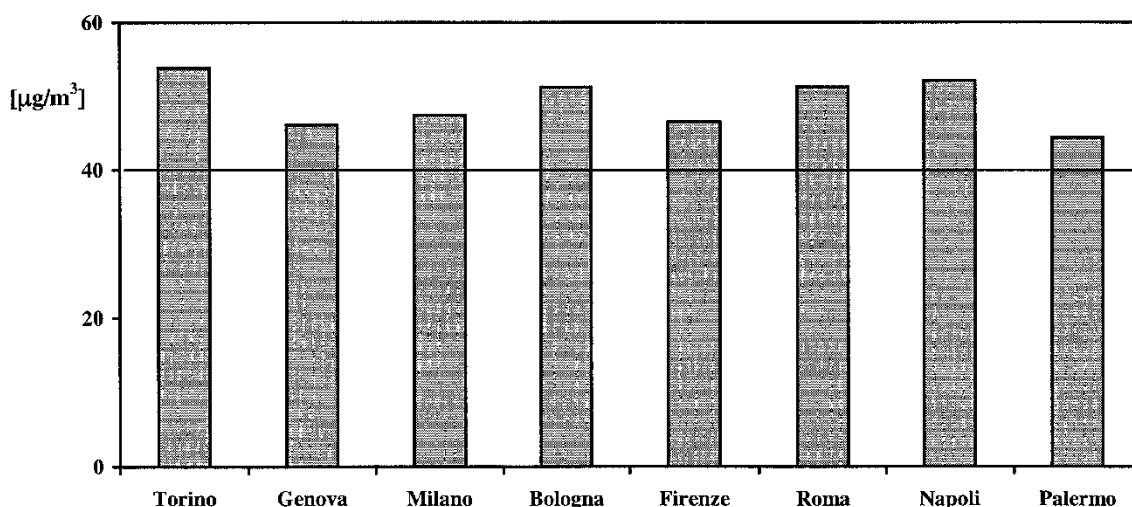
La composizione del particolato, in gran parte costituito da particelle carboniose, è molto varia e la sua pericolosità è funzione della sua composizione e delle dimensioni delle particelle che, se di diametro inferiore a 5 micron, possono superare le vie aeree superiori arrivando agli alveoli polmonari.

Nel documento "Un futuro senza piombo" della fondazione F.Caracciolo (ACI) si legge le "particelle carboniose sono costituite da centinaia di composti chimici, molti dei quali, pur essendo presenti nello scarico in concentrazioni molto basse, sono considerati significativi dal punto di vista tossicologico. In particolare una crescente attenzione viene oggi rivolta dalla ricerca scientifica del settore verso quelle sostanze al momento non sottoposte a regolazione, quali composti carbonilici, idrocarburi policiclici aromatici (PAH) e loro derivati. Infatti questi composti, pur presenti nello scarico come componenti minoritari (per 1g di CO+NO_x+HC si riscontrano approssimativamente 10³g di carbonilici e 10⁶g policiclici aromatici) sono tuttavia ritenuti fortemente dannosi per la salute umana ed alcuni di essi sono considerati agenti mutageni e/o cancerogeni."

Le stime dell'Organizzazione Mondiale della Sanità (1998) indicano che in Europa, circa 80.000 morti all'anno potrebbero essere poste in relazione all'esposizione nel lungo termine al particolato fine (< 5micron).

Nella figura 2.12 sono riportati i livelli di concentrazione di particolato misurato in alcune città italiane.

Figura 2.12 - Concentrazioni ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) di PM10 in alcune città italiane (Anno 1999)



Fonte: OMS e Legambiente. Comunicato stampa 18.09.2000. Media mobile annua delle concentrazioni medie giornaliere (obiettivo di qualità DM 25.11.94: 60 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ dal 1° gennaio 1996 al 31 dicembre 1998; 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ dal 1° gennaio 1999).

Nella figura 2.13a sono riportate le percentuali delle emissioni di particolato imputabili alle singole categorie di veicoli e nella 2.13b la suddivisione percentuale delle emissioni in funzione della scala territoriale alla quale tali inquinanti vengono emessi.

Figura 2.13a - PM. Contributo percentuale delle singole categorie di veicoli alle emissioni in ambito urbano. I dati si riferiscono ai soli veicoli diesel in quanto le emissioni di materiale particolato sono attribuibili quasi esclusivamente a questa categoria di veicoli

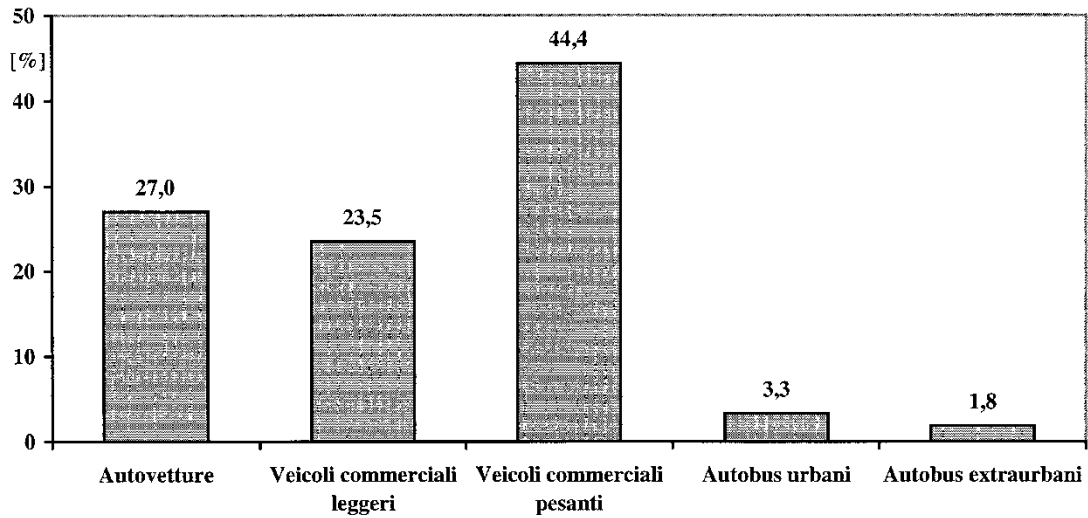
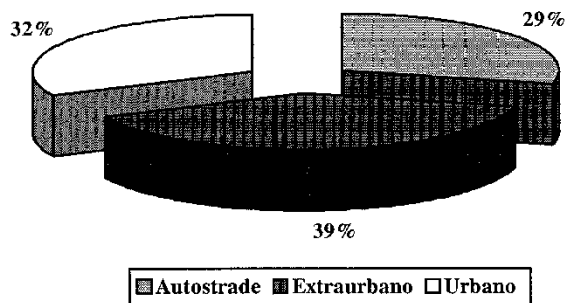


Figura 2.13b - Ripartizione percentuale delle emissioni totali di PM in ambito autostradale, extraurbano ed urbano



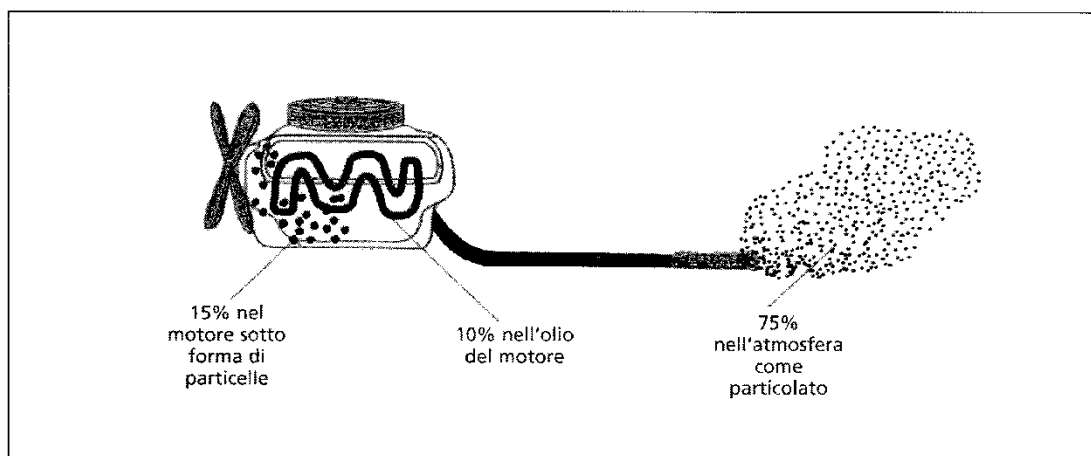
Il Piombo

Il piombo è altamente tossico e non se ne conoscono effetti benefici per la salute umana (UNEP)

Il piombo costituisce uno dei più pericolosi inquinanti dell'ambiente urbano.

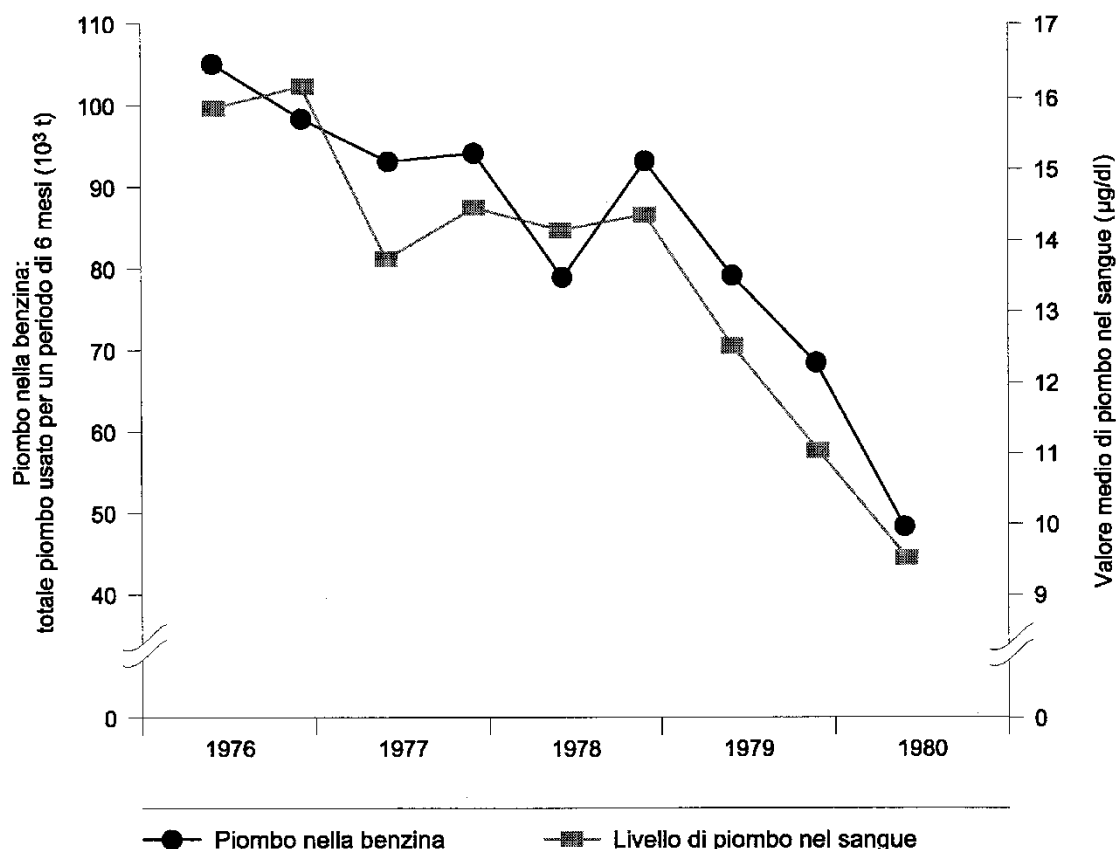
In questo contesto viene generato quasi esclusivamente (90%) dal traffico veicolare (figura 2.14). Altre sorgenti minori di inquinamento sono le fonderie, le attività connesse alla produzione ed allo smaltimento delle batterie, gli inceneritori e la combustione del carbone.

Figura 2.14 – Destino dei residui del piombo della benzina



Quantità misurabili di questo metallo sono contenute nell'aria che respiriamo sotto forma di particolato molto fine che rimane a lungo sospeso in aria assieme ad altri metalli pesanti e viene inalato; si deposita ed accumula nel suolo da dove passa a contaminare l'acqua e la catena alimentare. Nei trafficati centri cittadini la concentrazione di piombo è maggiore di 3-4 volte rispetto a quella delle zone residenziali e di 10 volte rispetto alle aree rurali. Per le diverse vie, ingerito dall'organismo umano, il piombo viene accumulato nelle ossa e da qui gradualmente rilasciato nel sangue, tant'è che, esistendo una diretta relazione tra la concentrazione di piombo nell'aria ambiente e quella nel circolo sanguigno, questo ultimo valore viene assunto come il migliore indicatore di esposizione di piombo (Figura 2.15). Analisi isotopiche, descritte in uno studio condotto a Torino e citato dal UN/IOMC (*Inter Organization Programme for the Sound Management of Chemicals. 1998*) indicano che il 30-40% del piombo nel circolo sanguigno deriva da quello contenuto nella benzina.

Figura 2.15 – Piombo nella benzina/Piombo nel sangue



Fonte: UNEP-IOMC

L'assunzione di alcolici sembra favorire pericolosamente l'aumento della quantità di piombo ematico. Parecchi studi clinici, epidemiologici e tossicologici, come già accennato, concordano nel definire le emissioni del piombo come uno dei più gravi problemi dell'inquinamento nei confronti della salute umana. Purtroppo a livello internazionale (e non solo) i dati relativi all'esposizione della popolazione a questo inquinante sono molto limitati, o quantomeno estremamente disomogenei perché soltanto una piccola minoranza di paesi usa campionare di *routine* questo parametro. A questo si deve aggiungere che, come lamenta anche il citato studio UN/IOMC, molti dei dati disponibili oltre ad essere incompleti spesso risalgono al 1994 o sono riferiti ad attività di monitoraggio non programmata, ma sporadica. È anche plausibile che, a seguito della decisione di eliminare il piombo dalle benzine, sia venuto a scemare anche l'interesse allo studio dei problemi legati a questo additivo.

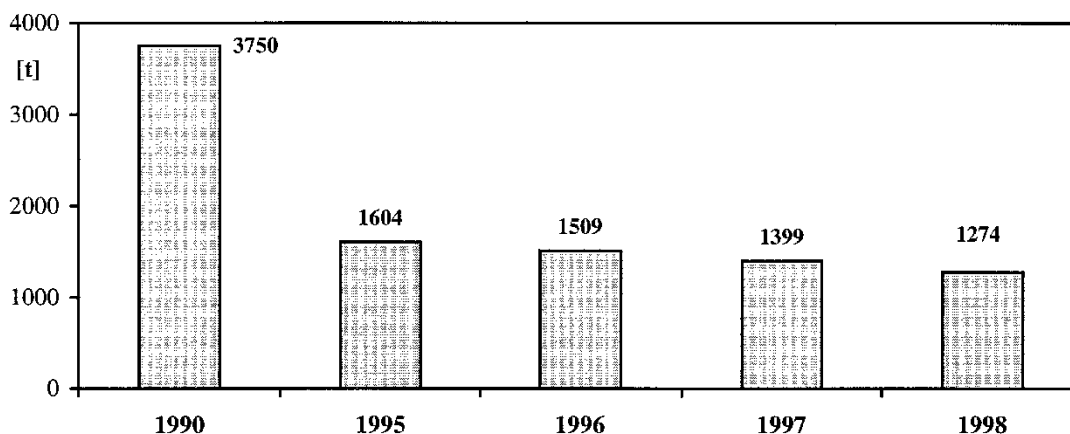
La tossicità del piombo è conosciuta da tempo (i primi studi sistematici risalgono agli anni '70) perché è causa di disfunzioni del sistema nervoso e dell'apparato renale, è responsabile dell'aumento della pressione sanguigna e, ad alte dosi, può provocare attacco cardiaco e persino morte prematura (Lovei M. 1996). L' EPA ha stimato (1985) che in America 5000 morti/anno si potevano attribuire all'effetto del piombo. Nel bambino, dove più gravi sono gli effetti della tossicità, il piombo interferisce principalmente con lo sviluppo fisico e mentale causando difficoltà nell'apprendimento

facilmente rilevabili con la diminuita capacità della lettura. Tests sul quoziente intellettivo (QI) di bambini esposti quotidianamente alle emissioni di piombo (Thomas V. 1995. *"The elimination of lead in gasoline"* Annu. Rev. Energy Enviroment), hanno provato che quantità di piombo ematico, anche inferiori ai 100 $\mu\text{g/l}$, possono causare danni persistenti al sistema nervoso che si traducono in una anomala iperattività e nella diminuzione di circa 2,5 punti del QI. In altri termini, ed in base ad elaborazioni statistiche, ogni $\mu\text{g/m}^3$ di piombo contenuto nell'aria respirata provocherebbe nel bambino la diminuzione di una unità di QI (Lovei M. 1997 *"Phasing out lead from gasoline in central and eastern Europe"*. World Bank). Sono noti anche danni provocati al feto per assunzione di piombo da parte della donna in gravidanza. Tali danni si manifestano con la riduzione del tempo di gestazione e del peso alla nascita, ma nei casi più gravi anche con la morte del feto e con l'incremento della mortalità neonatale.

Simili dati diventano allarmanti se confrontati con quelli illustrati nella figura 2.16 dove è riportato l'andamento delle emissioni di piombo da trasporto stradale dal 1990 al 1998.

Nel 1990 le emissioni di piombo dovute al trasporto stradale ammontavano a circa 3.750 tonnellate e rappresentavano l'87% delle emissioni totali di questo inquinante. Nel 1998 le emissioni dovute al macrosettore trasporto stradale sono scese a 1.274 tonnellate.

Figura 2.16 - Andamento delle emissioni di piombo dovute al trasporto stradale. Anni 1990-1998



È stato calcolato che un incremento della concentrazione del piombo presente nell'aria di 1 $\mu\text{g/m}^3$ corrisponde nel sangue del bambino un aumento di circa 19 $\mu\text{g/l}$ e nell'adulto di 16 $\mu\text{g/l}$ (IPCS – *Inten. Programme on Chemical Safety 1995 "Environmental health criteria-Inorganic lead"* Geneva. World Health Organization).

Per quanto riguarda il contenuto di piombo nel sangue degli italiani, nel 1992, sono stati misurati a Roma 65 $\mu\text{g/l}$ negli adulti maschi e 40 nelle donne, una media di 34-36 nei bambini del Lazio; a Napoli nel 1993, ben 137-138!

Il piombo misurato nell'aria ambiente nel 1994 a Firenze era di 1,35 $\mu\text{g/m}^3$, a Parma nel 1995 era 0,53.

In aggiunta ai danni provocati direttamente dal piombo vanno considerati anche quelli imputabili agli alogenati che venivano aggiunti come "schermo" (in inglese "scavengers") per prevenire l'eccessivo deposito del piombo all'interno della camera di combustione e sulle candele. Tali sostanze sono state eliminate quando se ne è scoperta l'azione cancerogena, nei confronti dell'uomo e degli animali, mediata dalle diossine che si formano nella combustione e che sono presenti nelle emissioni del motore. Nelle figure 2.17a e 2.17b sono riportate le percentuali rispettivamente: delle emissioni di piombo imputabili alle singole categorie veicolari e a quelle dell'ambito territoriale.

Figura 2.17a - Piombo. Contributo delle singole categorie di veicoli alle emissioni in ambito urbano. I dati sono relativi ai soli veicoli alimentati a benzina in quanto solo in questo tipo di carburante è presente il piombo

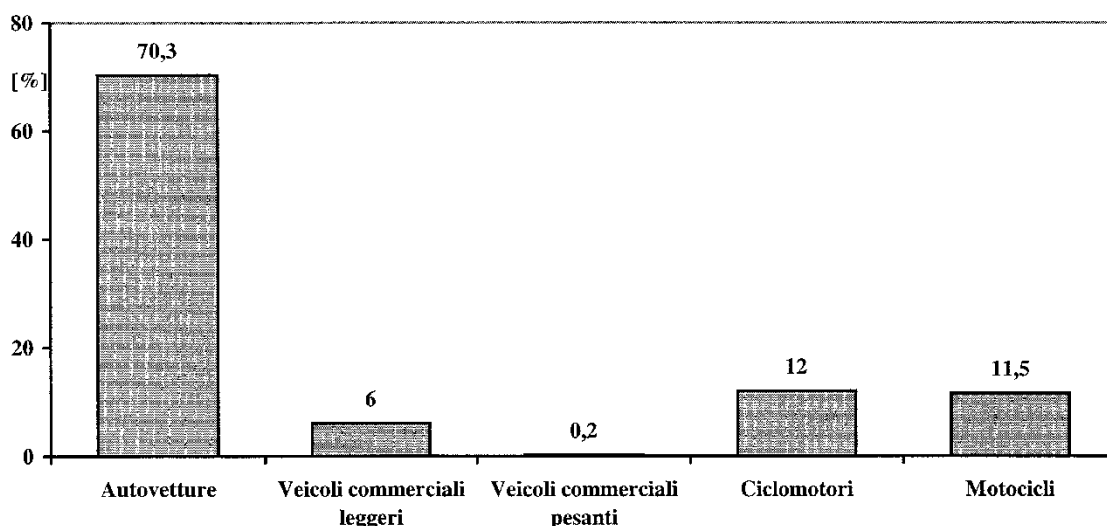
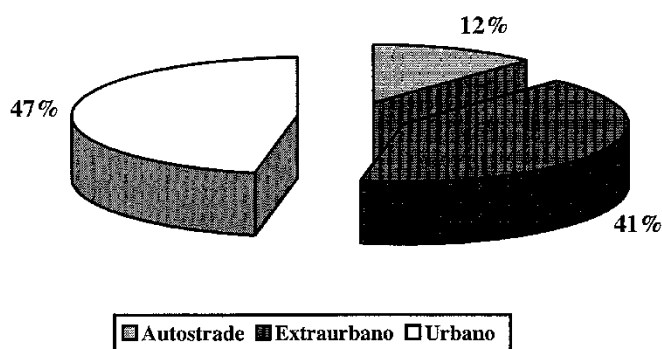


Figura 2.17b - Ripartizione percentuale delle emissioni totali di piombo in ambito autostradale, extraurbano ed urbano



Nella scheda seguente sintetizziamo le quantità delle principali emissioni imputabili al trasporto stradale.

La quantità delle emissioni causate dai trasporti			
Di persone (in g-passeggero * km)		Di merci (in g-tonnellate trasportate * km)	
CO₂		CO₂	
Autovettura in urbano	160	Autocarro carico 15 t	72
Autobus urbano	100	Trasporto combinato	8
Autovettura in extraurbano	80		
Autocarro in extraurbano	60		
CO		CO	
Autovettura in urbano	17	Autocarro carico 15t	0,33
Autobus urbano	1,5	Trasporto combinato	0,05
Autovettura in extraurbano	6		
Autocarro in extraurbano	0,5		
COV		COV	
Autovettura in urbano	2,1	Autocarro carico 15t	0,18
Autobus urbano	0,4	Trasporto combinato	0,02
Autovettura in extraurbano	0,6		
Autocarro in extraurbano	0,2		
NO₂		NO₂	
Autovettura in urbano	12,5	Autocarro carico 15t	1,05
Autobus urbano	1,15	Trasporto combinato	0,01
Autovettura in extraurbano	1,18		
Autocarro in extraurbano	1,2		
PTS		PTS	
Autovettura in urbano	0,07	Autocarro carico 15t	0,10
Autobus urbano	0,11	Trasporto combinato	0,01
Autovettura in extraurbano	0,03		
Autocarro in extraurbano	0,08		
Fonte. UE – DG Trasporti ed Energia			
Non si riportano la quantità di piombo emesso, in quanto queste corrispondono quasi totalmente a quelle contenute nel carburante			

2.4 Conseguenza sulle emissioni dell'eliminazione della super

Nella strategia del phase out, per massimizzare i benefici per l'ambiente, occorre anche valutare gli effetti del benzene e degli altri aromatici (UN Economic and Social Council)

È lecito chiedersi cosa comporterà in termini di impatto ambientale l'entrata in vigore della normativa 98/70/CE anche perché è opinione diffusa che l'utilizzo della benzina verde da parte di autovetture non catalizzate porterà ad un aumento delle emissioni di tutti gli inquinanti in generale ed in particolare del benzene e dei COVNM. Per fare chiarezza su questo aspetto del problema, in aggiunta a quanto detto in altra parte di questo lavoro, riportiamo il parere autorevole dell'Istituto Motori del CNR (M.V.Prati, M.Rapone, L Della Ragione, S.Iannaccone "La direttiva comunitaria 98/70/CE ed il suo impatto sul parco circolante. Le possibili conseguenze ambientali").

".....Considerando il legame che esiste tra il motore (meglio sarebbe riferirsi al veicolo nel suo insieme), il combustibile adoperato e le emissioni, è lecito chiedersi quali conseguenze potrebbe comportare il passaggio dalla benzina con piombo alla benzina senza piombo per questo vasto parco veicolare.

Questo intervento potrebbe comportare qualche problema per le automobili immatricolate prima del 1989, progettate per funzionare con la benzina super. Il più basso numero di ottano della benzina verde potrebbe, infatti, dare luogo a fenomeni di detonazione, mentre la mancanza del piombo potrebbe incrementare l'usura delle sedi valvole.

In realtà nella maggior parte dei veicoli interessati da tale provvedimento la benzina verde potrà essere ancora impiegata senza particolari inconvenienti. A tal proposito le Case costruttrici e vari organi di stampa specializzati del settore hanno reso disponibili delle tabelle molto particolareggiate con il grado di compatibilità dei vari modelli antecedenti al 1989 e gli eventuali provvedimenti da adottare onde evitare danni al motore (Quattroruote "Allarme rossa" – Editoriale Domus n.12/99, pp 86-91). Anche il Ministero dei Trasporti ha istituito una pagina Web dal titolo "Eliminazione della benzina rossa dalla rete di distribuzione: effetti sulle auto" con un elenco molto dettagliato dei vari modelli di autovetture, individuati per marca, codice motore e numero di telaio (Sito web del Ministero dei Trasporti e della Navigazione <http://trasportinavigazione.it> /Effetto della benzina verde sulle auto di vecchio tipo).

In alcuni casi l'utilizzo della benzina senza piombo non impone alcuna modifica al motore, mentre in altri sarà in generale sufficiente ritardare di qualche grado l'anticipo all'accensione per rendere il comportamento del motore compatibile con le caratteristiche del "nuovo" carburante, in pratica per limitare le probabilità di detonazione. Tale intervento provoca un calo del rendimento globale del motore, che comporta un aumento di consumo e di formazione di anidride carbonica. Il contenimento dell'anticipo all'accensione ha come effetto positivo un'apprezzabile diminuzione di NO_x ed una associata minore riduzione di HC. Nel caso in cui per limitare la detonazione si intervenisse anche smagrendo la carburazione, questo provvedimento darà luogo sia ad una riduzione di idrocarburi incombusti che di ossido di carbonio (CO). Contemporaneamente è atteso un miglioramento dei consumi di combustibile. Per quanto riguarda gli NO_x, lo smagrimento della carburazione può comportare una loro

riduzione, ma solo se le condizioni di funzionamento si trovano spostate a destra del picco massimo della curva a campana relativa a tali inquinanti.

Per i veicoli che necessiteranno di specifici additivi, soprattutto per limitare l'usura delle sedi valvole, la valutazione del loro impatto ambientale risulta più difficoltosa a causa della non precisa conoscenza delle quantità impiegate, essendo esse legate alla discrezione dell'utente. Non è escluso che in alcuni casi il loro utilizzo potrebbe risultare più dannoso di quello del piombo, contenuto oggi nella benzina super in quantità molto piccole e che in parte rimane depositato all'interno del motore o del sistema di scarico del veicolo.

Per la valutazione di come possano variare le emissioni di un motore progettato per la super ed alimentato con la benzina verde bisogna anche tenere conto delle caratteristiche chimico-fisiche dei due combustibili in questione. A differenza degli inizi degli anni '90, quando la benzina verde fece la sua comparsa nella rete di distribuzione italiana (in concomitanza con la commercializzazione delle prime automobili dotate di catalizzatore allo scarico), oggi la composizione di questo carburante differisce molto poco da quella della benzina super.

L'Istituto Motori del CNR ha partecipato, insieme alla Stazione Sperimentale dei Combustibili, nel periodo 1991-92 ad una Indagine Sperimentale su "Qualità delle Benzine-Emissioni Autoveicolari" finanziata dai Ministeri dell'Industria, del Commercio e dell'Artigianato, dell'Ambiente e della Sanità, oltre che dall'Unione Petrolifera e dalla Fiat. Questa indagine era "volta ad acquisire elementi conoscitivi sulla influenza della composizione delle benzine sulla qualità o quantità delle emissioni autoveicolari, con particolare riferimento ai livelli di idrocarburi policiclici aromatici (IPA) e delle aldeidi" (Relazione finale "Indagine Sperimentale: Qualità Benzine-Emissioni Autoveicolari" "Convenzione del 12 luglio 1989 tra Ministero dell'industria, Commercio e dell'Artigianato, Ministero dell'Ambiente, Ministero della Sanità e Unione Petrolifera, Settore Agip-Petroli, Fiat - Roma novembre 1993).

Durante la campagna di prove sono state sperimentate 12 differenti benzine (5 con piombo e 7 senza piombo) su 6 vetture (di cui tre non catalizzate) a 3 livelli di chilometraggio (0, 40.000 e 80.000 km). Sono state misurate le emissioni regolamentate (CO, HC e NO_x) ed alcune sostanze "non regolamentate" (benzene, aldeidi, idrocarburi policiclici aromatici). Le formulazioni dei combustibili impiegati rispettavano la qualità delle benzine in distribuzione in Italia negli anni 1990-1992. Le auto non catalizzate erano rispondenti alla Direttiva CEE 83/351 (ECE 15/04) sulle emissioni allo scarico.

Una vettura era di piccola cilindrata (Fiat Uno 45 a carburatore, 1000 cm³), una di media (Fiat Tipo a carburatore 1400 cm³) ed una di grande (Lancia Thema 2000 cm³ ad iniezione elettronica multi-point). Le tre autovetture sono state sperimentate sia con 0 km che con 40.000 km di accumulo.

I rilievi delle emissioni sono stati condotti secondo il ciclo di guida ECE+EUDC.

Le 12 benzine sono state provate senza apportare alcuna modifica alle autovetture.

Le caratteristiche delle 12 formulazioni sono riportate nella tabella 2.1.

Le sette benzine senza piombo avevano un numero di ottano RON compreso tra 95.4 e 96.3, quattro contenevano il 10 % di MTBE mentre gli aromatici variavano tra il 24 ed il 44% in volume.

Con riferimento alla tabella, si potrebbero considerare la formulazione 643, tra quelle senza piombo, e la 641, tra quelle con il piombo, come rappresentative della situazione attuale (anno 2000). Inoltre le due benzine, eccetto che per il tenore di piombo, hanno caratteristiche chimico-fisiche confrontabili. Si deve però evidenziare il fatto che il livello attuale di benzene nelle benzine è al di sotto dell'1%, mentre nelle due formulazioni indicate è intorno al 2%. Quindi i valori di emissione attuali di benzene risulteranno più bassi di quelli ottenuti durante la sperimentazione.

Tabella 2.1 - Caratteristiche delle benzine utilizzate durante la campagna sperimentale

Caratteristica	645	644	643	642	639	637	638	640	641	632	635	636
Densità [kg/l]	0.7381	0.7358	0.7499	0.7612	0.7563	0.7712	0.7647	0.7437	0.7467	0.7543	0.770	0.770
RON	95.7	95.5	96.1	96.3	95.5	95.4	95.4	97.0	97.8	98.0	97.3	98.0
MON	85.3	85.3	85.1	85.6	86.3	85.5	85.5	87.3	87.4	87.3	88.9	88.4
TVR [kg/cm ²]	0.702	0.725	0.648	0.645	0.746	0.637	0.729	0.698	0.715	0.689	0.724	0.652
E70 [% vol]	26.6	31.3	20.2	16.0	29.0	18.6	22.5	19.1	20.9	14.9	14.3	23.9
E100 [% vol]	55.3	56.2	45.3	40.3	53.6	44.6	42.7	45.5	45.5	38.5	35.7	45.5
Aromatici [% vol]	24	24	34	38	38	41	44	26	30	33	43	48
Olefine [% vol]	13	12	9	11	<1	<1	<1	11	11	10	<1	<1
Benzene [% vol]	0.71	1.49	2.16	2.60	2.69	3.16	3.24	1.87	2.0	2.39	3.42	3.67
MTBE [% vol]	10	10	-	-	-10	10	-	-	-	-	-	-
Piombo [g/l]	-	-	-	-	-	-	-	0.4	0.15	0.15	0.4	0.15

.....L'analisi statistica dei dati ha mostrato come, in generale, a parità di vettura e di accumulo chilometrico, esista un effetto significativo del fattore benzina sugli inquinanti, sia regolamentati che non regolamentati^{1, 2}

Significativo è risultato ad esempio l'effetto dell'MTBE (al 10% in volume): la sua presenza riduceva mediamente del 20% le emissioni di CO, mentre aumentava di circa il 10% le aldeidi. La riduzione di CO può essere spiegata con il lieve smagrimento della miscela effettuato ad opera dell'ossigeno contenuto nella molecola di MTBE, mentre l'aumento di concentrazione dei composti carbonilici è dovuto all'ossidazione parziale del composto ossigenato³.

L'emissione di benzene è risultata correlata con il contenuto di benzene nella benzina, mentre non si è potuto valutare l'effetto degli aromatici sul benzene allo scarico in quanto le formulazioni di benzina provate avevano un contenuto di benzene ed aromatici correlato.

Non sono però emerse sostanziali differenze tra emissioni delle benzine con e senza piombo.

¹ L.Della Ragione, M.Rapone, "Circuito di correlazione. Emissioni regolamentate e non", Vol. I-Executive Report, Contratto "Benzina senza Piombo", Executive Report, Convenzione del 12 luglio 1989 tra Ministero dell'industria, del commercio e dell'artigianato, Ministero dell'ambiente, Ministero della Sanità e Unione Petrolifera, Settore AgipPetroli, Fiat AUTO, Rapporto di Ricerca IM 91RR667, 1991

² L.Della Ragione, M.Rapone, "Circuito di correlazione. Emissioni regolamentate e non", Vol.II-Final Report, Convenzione del 12 luglio 1989 tra Ministero dell'industria, del commercio e dell'artigianato, Ministero dell'ambiente, Ministero della Sanità e Unione Petrolifera, Settore AgipPetroli, Fiat, Rapporto di Ricerca IM 91RR668, 1991

³ K. Owen, T. Coley "Automotive Fuels Reference Book" SAE 2nd Edition, 1995 ISBN 1-56091-589-7

In sostanza si può trarre la conclusione che per quei motori in cui la benzina senza piombo può essere usata senza alcuna modifica, l'impatto ambientale rimarrà fondamentalmente invariato al passaggio da una benzina con piombo ad una "verde" con caratteristiche chimico-fisiche simili.

Una conferma a quanto sopra detto proviene dal Dipartimento di Ingegneria Meccanica per l'Energetica dell'Università di Napoli Federico II. Infatti in un recente lavoro⁴ si sostiene:

"...Si osservi che in genere un anticipo all'accensione minore di quello inizialmente previsto per il motore, oggetto degli interventi, comporta un lieve decremento delle prestazioni ed un incremento dei consumi di carburante. A questi peggioramenti corrisponde in genere una riduzione delle emissioni di HC e di NO_x (per la riduzione delle temperature massime del ciclo e l'aumento della temperatura nel corso della fase di espansione) ed un lievissimo incremento delle emissioni di CO.

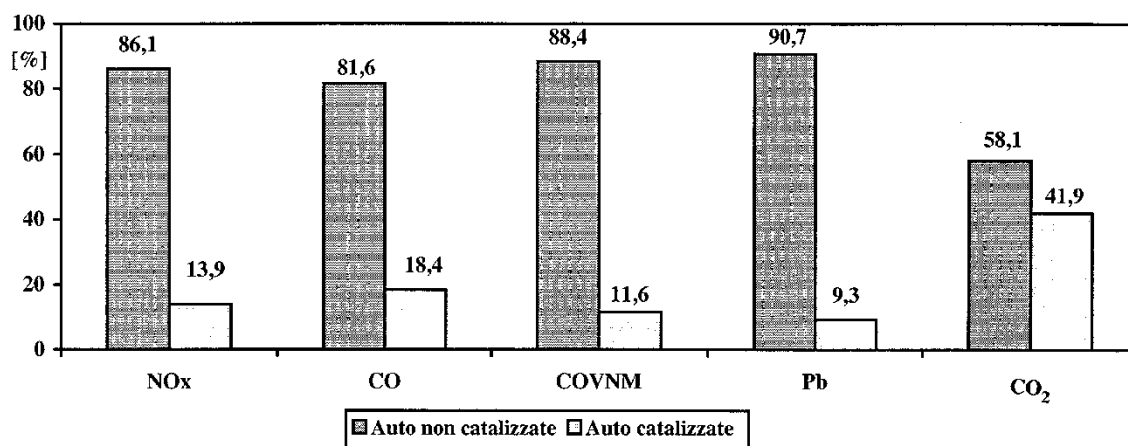
....."tale smagrimento (della miscela n.d.r.) deve essere in genere lieve per evitare un peggioramento delle condizioni di funzionamento del motore, in particolare per evitare incrementi della dispersione ciclica. L'intervento può essere attuato con semplicità per i motori dotati di carburatori, per i quali sarà sufficiente agire sui getti della benzina o quelli del freno d'aria, mentre per i motori ad iniezione sarà necessario intervenire sulle mappe dei valori dei rapporti di miscela memorizzate sulle unità di controllo elettronico. Lo smagrimento della miscela comporta una riduzione delle prestazioni del motore, ma fornisce qualche vantaggio sulla riduzione dei consumi e delle emissioni. Infatti piccoli incrementi del rapporto di miscela sempre ampiamente contenuti all'interno dei limiti di infiammabilità della miscela, comportano minori valori delle emissioni di CO ed HC, per l'incremento delle quantità di aria disponibili, e minori valori pure per gli NO_x accompagnandosi la maggiore quantità di aria alla riduzione delle temperature massime di combustione."

Da quanto sopra appena riportato emerge con evidenza che, fatti gli opportuni interventi tecnici, l'utilizzo della benzina verde da parte delle autovetture non catalizzate immatricolate prima del 1989 non comporta apprezzabili variazioni delle emissioni rispetto alla situazione attuale in cui tali tipi di autovetture utilizzano la benzina rossa in commercio.

Con riferimento alle sole auto a benzina, nella figura 2.18 è riportato, per l'anno 1998, il contributo percentuale alle emissioni totali dovute alle autovetture catalizzate e a quelle non catalizzate.

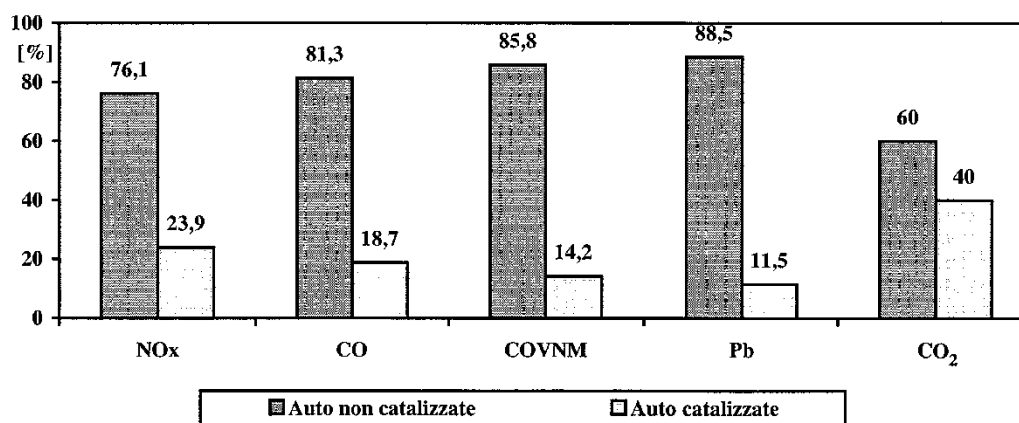
⁴ P. Grassia, M. Migliaccio, A. Unich: "La detonazione nei motori a C.I. ad accensione comandata in relazione all'uso dei nuovi carburanti per autotrazione". XII Convegno della Commissione Tecnica ACI: L'uomo e l'automobile" Paestum 22-23 giugno 2000.

Figura 2.18 - Anno 1998 - Contributo percentuale alle emissioni totali dovute alle autovetture catalizzate ed a quelle non catalizzate (Le stime sono state effettuate partendo dai dati ACI relativi al parco 1998 che, come meglio illustrato nell'Appendice A.2, sono ancora provvisori)



Nella figura 2.19 sono riportati i contributi alle emissioni in ambito urbano dovute alle autovetture catalizzate ed a quelle non catalizzate.

Figura 2.19 - Anno 1998. Contributo percentuale alle emissioni totali in ambito urbano



Il maggior contributo alle emissioni, sia totali che urbane, dovuto alle auto non catalizzate è da attribuire sostanzialmente a tre fattori:

- le auto non catalizzate hanno emissioni specifiche (g/veicolo-km) maggiori di quelle catalizzate;
- il parco auto non catalizzato è più grande del parco auto catalizzato;
- il numero di km/anno percorsi complessivamente dal parco auto non catalizzato è maggiore di quelli del parco catalizzato.

Un discorso più approfondito meritano le emissioni di CO₂ che, a parità di carburante, dipendono esclusivamente dai consumi. Conoscendo, quindi, i consumi di benzina verde e di benzina rossa è possibile stimare le emissioni di CO₂ da attribuire alle auto catalizzate ed a quelle non catalizzate. Secondo stime dell'Unione Petrolifera (Previsioni di domanda energetica e petrolifera italiana 2000-2005. Febbraio 2000), nel 1998 i consumi di benzina sono stati pari a 17.917.000 tonnellate di cui 10.200.000 di benzina verde. Secondo questi dati le emissioni di CO₂ dovute alle auto catalizzate dovrebbero essere pari al 57% del totale mentre quelle dovute alle autovetture non catalizzate dovrebbero essere pari al 43%. Questi risultati contrastano con quelli riportati nelle figure 2.18 e 2.19. Ma la spiegazione di questa apparente contraddizione è che parte della benzina verde viene utilizzata da auto non catalizzate per ovvi motivi economici. Un discorso analogo vale per le emissioni di piombo: se le auto non catalizzate venissero alimentate esclusivamente con benzina rossa le emissioni di piombo sarebbero sensibilmente più elevate di quelle stimate.

L'ammontare delle emissioni, compresa la CO₂, è stato ottenuto utilizzando un *software*, COPERT II, (sviluppato dall'Agenzia Europea dell'Ambiente) che viene utilizzato in ambito europeo per stimare le emissioni da trasporto stradale. Dall'analisi dell'*output* del programma di calcolo citato è stato possibile stimare a circa 3.800.000 tonnellate il quantitativo di benzina verde utilizzata nel 1998 da autovetture non catalizzate.

Nel capitolo 4.3 riportiamo le stime delle riduzioni dei vari inquinanti attribuibili all'operazione di incentivazione alla rottamazione dei vecchi veicoli.

CAPITOLO 3

Il costo dei trasporti

3.1 Costi diretti

Introduzione sulla spesa per i trasporti ¹

La spesa delle famiglie italiane per la mobilità incidono in maniera sensibile sui bilanci familiari la voce spese per i trasporti ha rappresentato nel 1998 il 13,1% delle spese complessive (figura 3.1) e, rispetto al 1990 ha registrato un incremento del 19%, inferiore solo all'incremento per le spese sanitarie (+ 69%) e all'incremento per le spese per le comunicazioni (+ 107%). Nella figura 3.2, sono riportate le variazioni percentuali registrate tra il 1990 ed il 1998 delle spese per categorie di beni e servizi delle famiglie italiane. Nella figura 3.3 sono riportati gli andamenti delle spese che compongono la voce "spese per i trasporti"; il notevole aumento registrato tra il 1996 ed il 1997 (+42,6%) relativamente all'acquisto dei mezzi di trasporto è dovuto alle agevolazioni governative per l'acquisto di nuove autovetture (incentivi alla rottamazione) che sono entrate in vigore nel 1997.

¹Fonte: Conto Nazionale Trasporti. Anno 1999

Figura 3.1 - Anno 1998. Composizione della spesa delle famiglie per categorie di beni e servizi.

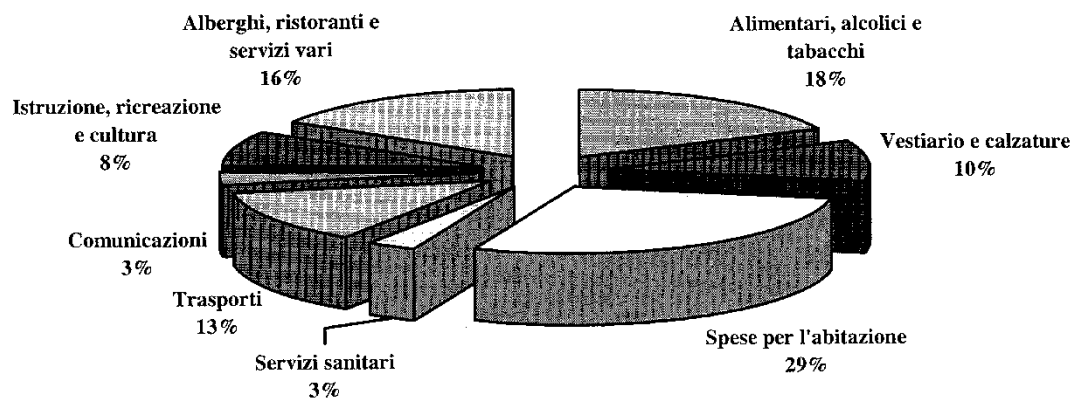


Figura 3.2 - Variazioni percentuali della spesa delle famiglie per categoria rispetto agli anni 1990/1998

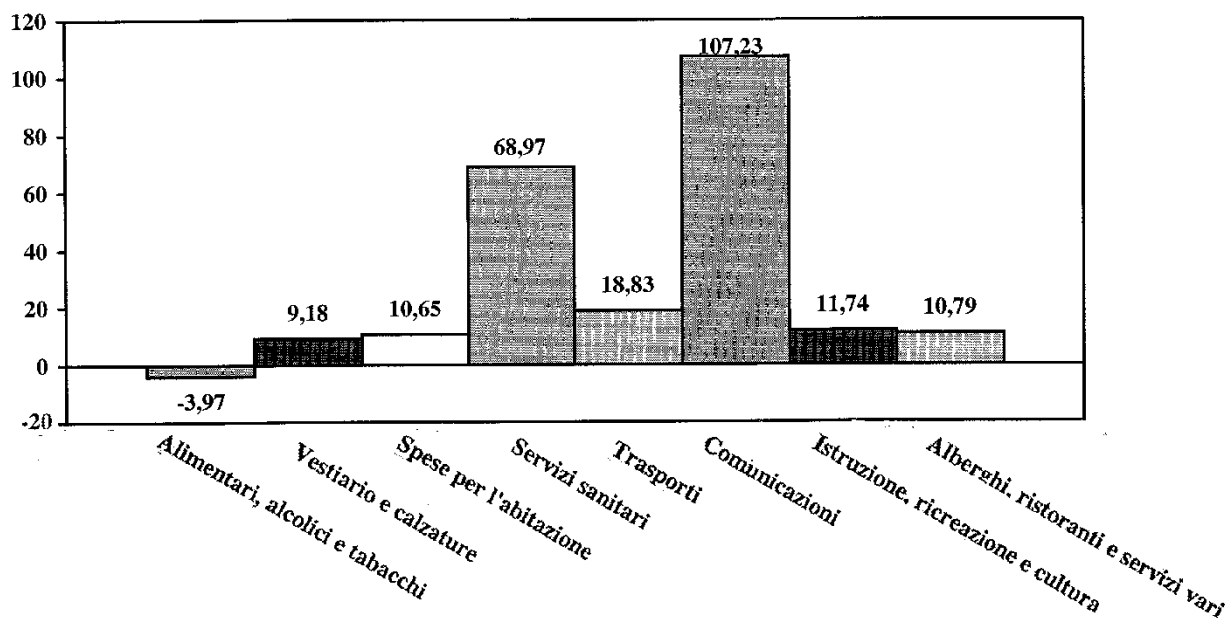
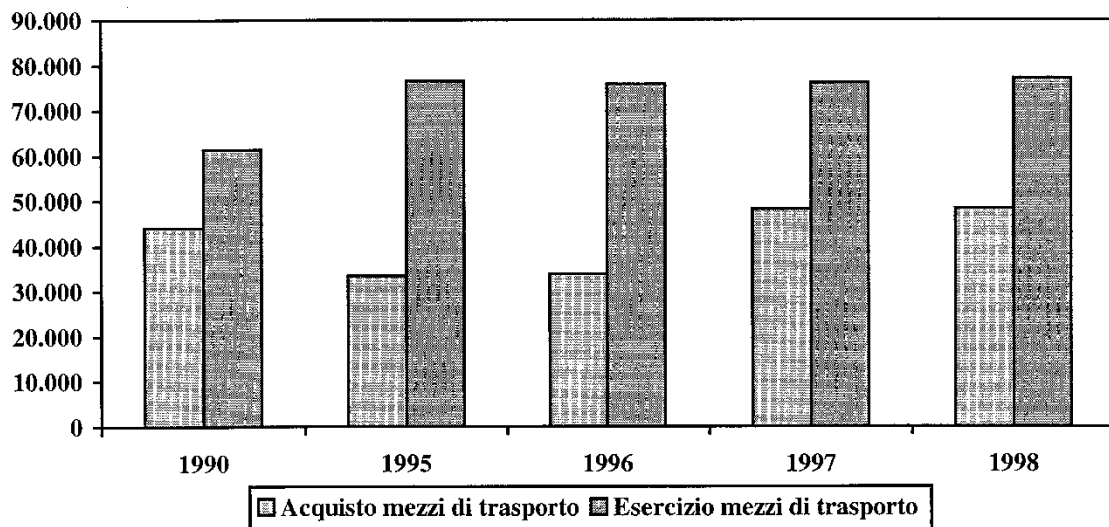
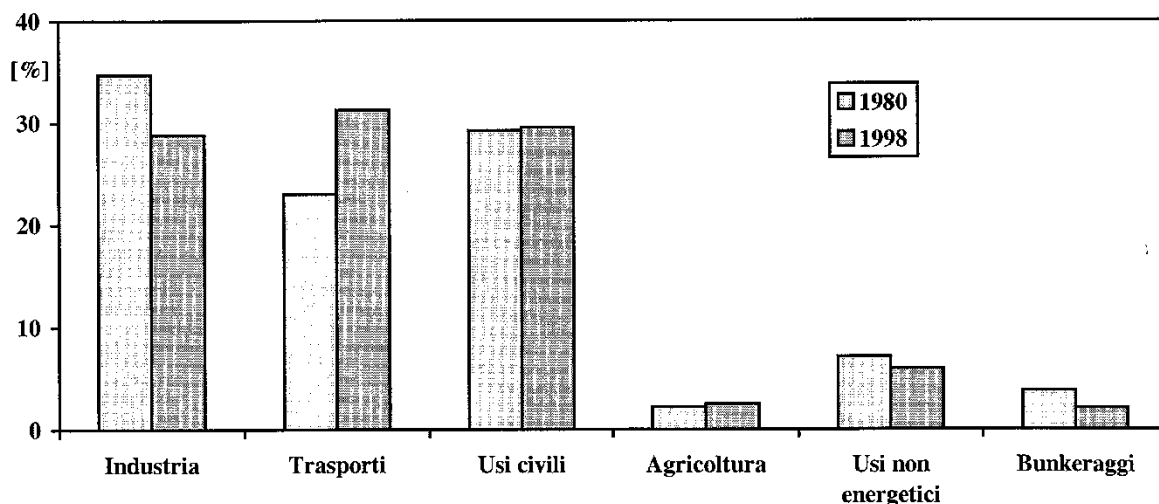


Figura 3.3 - Anni 1990-1998. Andamento delle spese delle famiglie per i trasporti (Valore in miliardi di lire 1995)



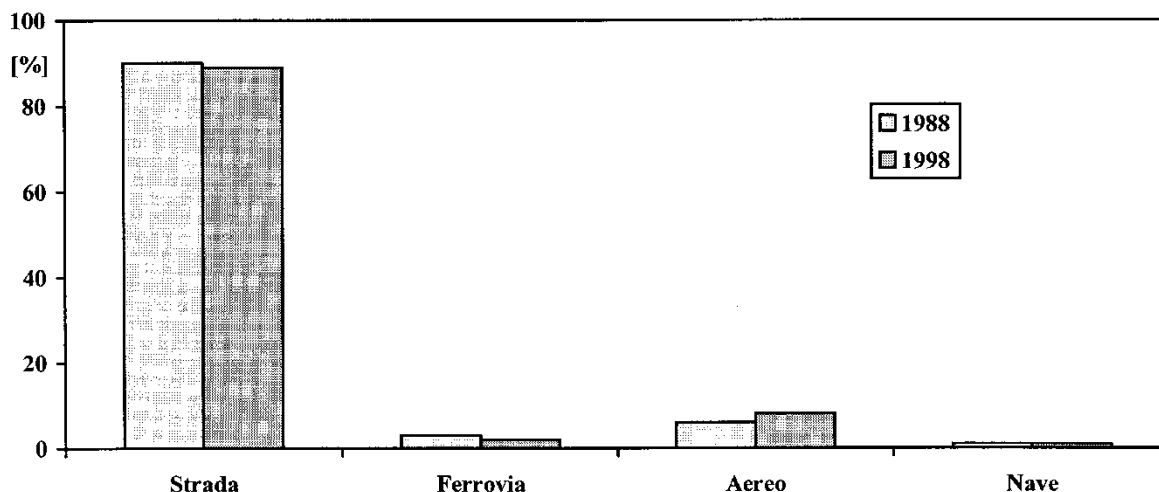
Nel 1998 in Italia i consumi energetici nel settore dei trasporti hanno rappresentato il 31,2% di tutti i consumi finali di energia con un incremento rispetto al 1980 dell'8,2% (vedi figura 3.4). All'interno del settore trasporti il trasporto su strada rappresenta l'89% dei consumi (Fonte: G.Perrella, L.Pennisi *Energy Efficiency and Car Scrapping in Transport Sector of Italy – International Conference on "Monitoring Tools for Energy Efficiency in Europe" – Bruxelles 7-8 Feb.2000*). I maggiori consumi nel trasporto su strada sono dovuti all'utilizzo delle autovetture private che rappresentano circa il 66% dei consumi totali (vedi figura 3.5).

Figura 3.4 - Usi finali di energia nei settori di utilizzo in Italia. Confronto anni 1980-1998



Fonte: REA 2000

Figura 3.5 - Ripartizione percentuale dei consumi energetici per modalità di trasporto - Confronto anni 1988 -1998

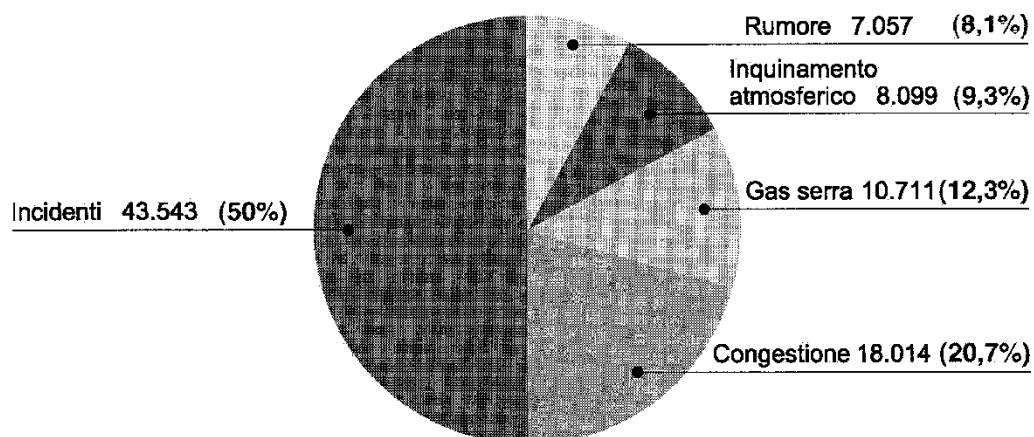


3.2 Esternalità

Incidentalità nel settore dei trasporti

Vogliamo fare accenno alla incidentalità perché ad essa va attribuita una elevatissima percentuale dei costi esterni della fase di esercizio del ciclo di vita delle autovetture (figura 3.6); perché la relazione tra causa/effetto è molto più immediata rispetto ad altre esternalità in quanto si tratta di danni provocati direttamente dal traffico alle persone ed, infine, perché la valutazione del danno è supportata da metodologie più collaudate. Un'altra non trascurabile componente di costi esterni va attribuita alle fasi di produzione e dismissione delle autovetture.

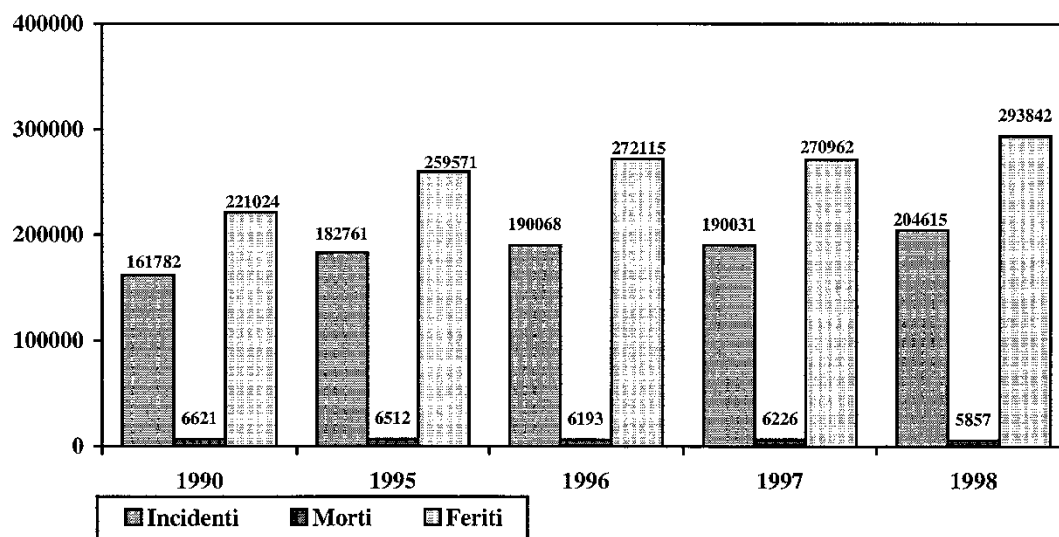
Figura 3.6 – Distribuzione dei costi esterni nella fase di esercizio del ciclo di vita delle autovetture immatricolate nel 1997 (10⁹ lire '97)



Fonte: Amici della Terra e Ferrovie dello Stato

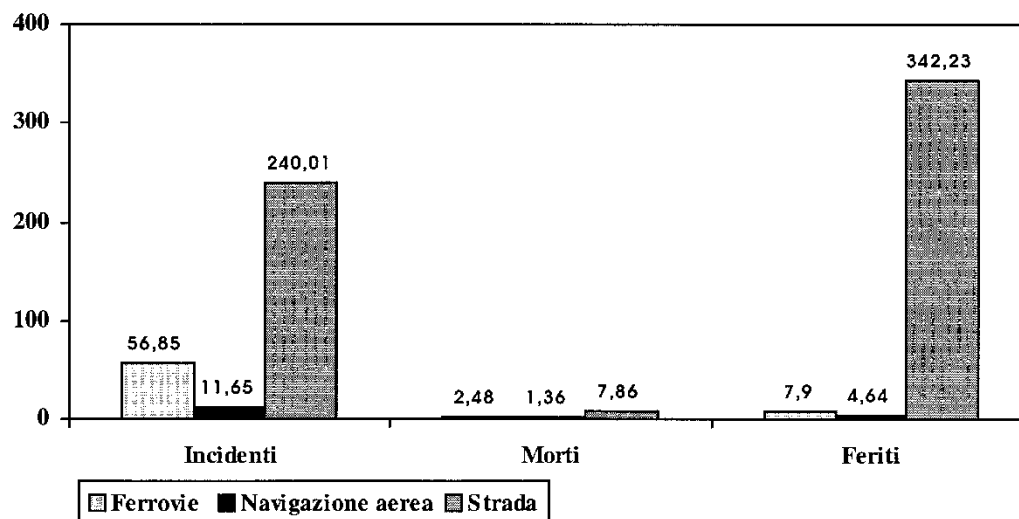
Nonostante il continuo calo di mortalità registrato nel corso degli anni (fig. 3.7), il trasporto stradale è notoriamente il settore dei trasporti con più alto tasso di incidentalità. A livello europeo, nel 1997, si sono avuti 43.404 morti per incidenti stradali e 1.270.500 incidenti stradali con danni alle persone. In Italia nello stesso anno si sono avuti 6.226 morti, 190.031 incidenti con danni alle persone e 270.962 feriti (Fonte C.N.T. 1998, Direzione Generale POC Ministero dei Trasporti e della Navigazione). Nel 1998 a fronte di un aumento del 7,6% del numero di incidenti e del numero dei feriti (+ 8,4%) si è avuta una diminuzione del numero dei morti del 9%.

Figura 3.7 - Andamento dell'incidentalità nei trasporti su strada in Italia. Anni 1990-1998



Un paragone con le altre modalità di trasporto è riportato nella figura 3.8 relativamente al 1997 (anno in cui sono disponibili tutti i dati).

Figura 3.8 - Anno 1997. Confronto tra numero di incidenti, numero di feriti e numero di morti per miliardo di passeggeri/km nelle tre modalità di trasporto passeggeri



Le misure di sicurezza stradale che le autorità hanno via via applicato, tuttavia, non riescono a sdrammatizzare una situazione così grave.

Dai dati ISTAT si evince che il 73% degli incidenti in Italia avviene in città soprattutto facendo vittime tra i pedoni (particolarmente bambini ed anziani), i motociclisti ed i ciclisti. Nel contesto urbano, tuttavia, buoni risultati sulla diminuzione dell'incidentalità si sono ottenuti per via indiretta dalle misure adottate per "calmare" il traffico. Così facendo nelle aree urbane inglesi, per esempio, si è verificata una riduzione dell'80% degli incidenti accorsi ai bambini. Tali esperienze sono considerate positive anche dal Ministero dei Lavori Pubblici che le ha incluse nelle Direttive per la redazione, adozione ed attivazione dei PUT (Piani Urbani per il Traffico).

Un aspetto positivo nei confronti della diminuzione di incidentalità è da attribuirsi proprio al passaggio dalla benzina rossa alla verde. Questo evento anche se in via del tutto indiretta, ha influenza sugli incidenti stradali; infatti le auto catalizzate di recente costruzione e che vengono a sostituire le più vecchie, sono dotate di maggiori sistemi di sicurezza attiva e passiva. Purtroppo, per contro, tali nuove automobili sono mediamente più potenti e veloci di quelle che vanno a sostituire.

Costi ambientali

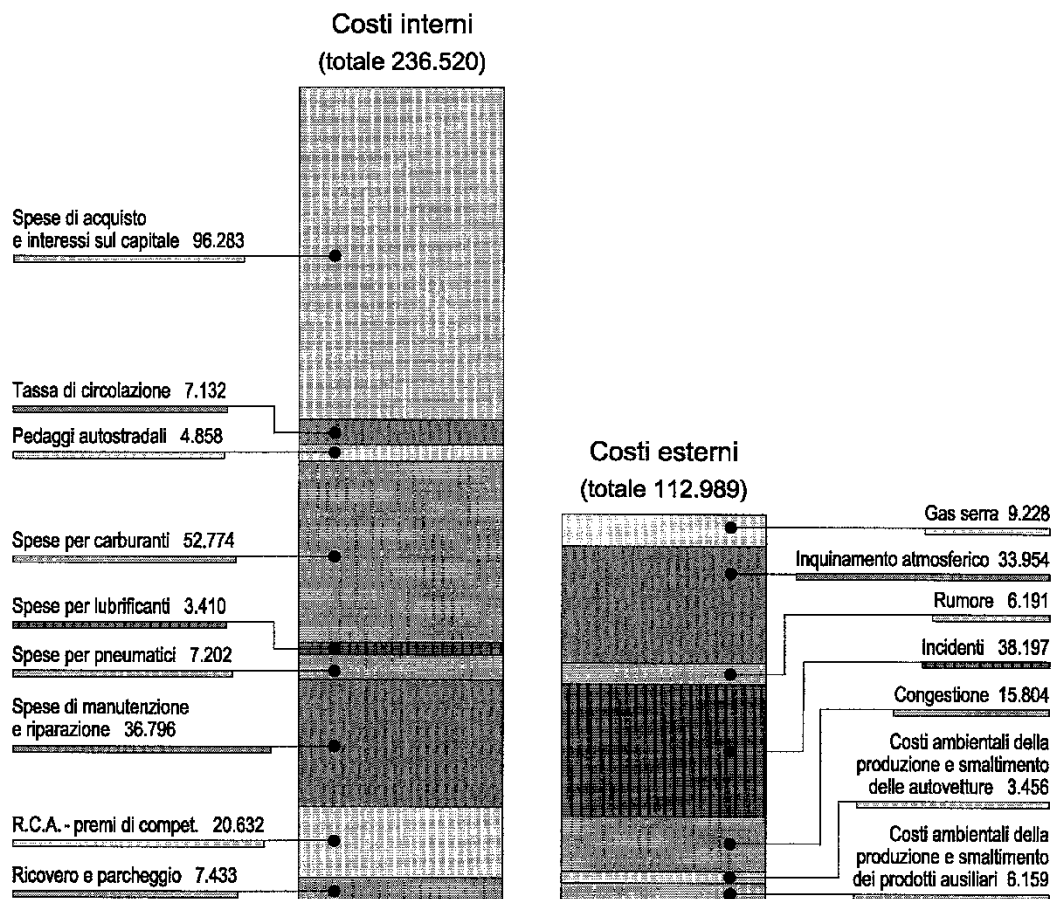
I costi ambientali provocati dal trasporto, che ricadono sull'intera collettività, non sono tuttavia riflessi in alcuno dei prezzi che l'individuo deve pagare per compiere il proprio spostamento con un determinato mezzo: sono costi esterni al sistema dei prezzi di mercato (Fondazione F. Caracciolo)

Nel Libro Verde dell'UE "Verso una corretta ed efficace determinazione dei prezzi nel settore dei trasporti" del 1996 si valuta che, a scala comunitaria, i costi esterni del settore ammontano a 154 miliardi di ECU/Anno, di questi il 77% è imputabile al trasporto stradale di passeggeri ed il 45% è da attribuire a danni ambientali.

L'organizzazione internazionale dei costruttori di automobili (OICA), contestando tali valutazioni del documento comunitario, stima in 87 miliardi di ECU l'ammontare complessivo dei costi esterni e, polemicamente, lo mette a fronte dei 163 miliardi di ECU di entrate fiscali. Sebbene lo studio OICA possa essere considerato "di parte" è pur sempre vero che attribuire il giusto costo a fenomeni come la congestione, l'ambiente, le esternalità positive, risulta una operazione indubbiamente arbitraria (Libro Verde "Usi sostenibili dell'energia nei trasporti" ENEA 1999).

Tornando all'ambito nazionale per dare l'idea dell'ordine di grandezza di tali costi, ma senza entrare nei dettagli, riportiamo la figura 3.9 nella quale gli Amici della Terra indicano che su un costo totale di 350mila miliardi di lire - occorrenti per il trasporto privato nel 1997, in Italia, valutato su un parco di circa 31milioni di autovetture circolanti - 237 sono stati sopportati direttamente dai proprietari delle autovetture, ma altri 113 sono stati accollati alla collettività.

Figura 3.9 – Costi interni e costi esterni del trasporto privato nel 1997 in Italia (miliardi di lire)



Autovetture circolanti nel 1997: 30.986.000

Fonte: Amici della Terra

Infatti i costi "esterni", per definizione, non rientrano nel sistema dei prezzi abitualmente conteggiati dal mercato e quindi non incidono direttamente sulle scelte individuali, ma ricadono sulla collettività come costi sociali.

Tuttavia un corretto conto economico dell'intera operazione di *phase out* non può prescindere dal considerare anche questi costi ed in particolare i cosiddetti "costi ambientali e sociali", quei costi cioè che si riferiscono alle conseguenze delle emissioni del traffico veicolare nei confronti dell'ambiente e della salute umana ai quali brevemente accenniamo.

Nei confronti della salute l'eliminazione del piombo ha effetti diretti sul costo delle conseguenze della diminuzione del QI dei bambini (per esempio come riduzione di produttività), ma anche effetti indiretti sul costo di un necessario supplemento di formazione per loro e su quello di un ritardato inserimento nel mondo produttivo. Nell'adulto tali costi sono da correlare ai rischi imputabili al piombo assorbito dall'organismo ed elencati nel capitolo 2.3.

Calcoli effettuati a questo proposito negli US, e riportati nel più volte citato documento, "Environment for Europe" (UN 1998), stimano che la riduzione di 10 µg/l di piombo nel sangue della popolazione infantile permette un risparmio annuale di 6,9 miliardi di dollari ai quali ne vanno aggiunti altri 9,9 per il risparmio relativo alla popolazione adulta.

Le conseguenze dell'eliminazione del piombo dalla benzina andrebbero confrontate anche con le conseguenze delle nuove (o percentualmente diverse) sostanze emesse dalle automobili catalizzate. Tuttavia i calcoli sulla nocività di queste emissioni non sono sufficientemente accurati da permettere una corretta valutazione sull'insieme del fenomeno.

Su queste valutazioni si sono cimentati in molti, tentando di quantificare in termini monetari i vantaggi relativi alla benzina verde anche per quanto riguarda l'effetto serra o il buco dell'ozono.

Il documento della Fondazione F. Caracciolo, al quale rimandiamo per un approfondimento maggiore, descrive le specifiche metodologie del calcolo per queste "esternalità ambientali".

Per le finalità del presente documento, e ricordando che su queste stime non tutti i ricercatori sono concordi, riportiamo un dato di sintesi: il costo esterno ambientale medio annuale per una vettura non catalizzata è di circa 1 Mlit., mentre quello di una recente autovettura catalizzata corrisponderebbe a 200mila lire. Il beneficio, quindi, è di circa 800mila lire/anno che rapportato al costo risparmiato per passeggero/km, corrisponde a ~ 36 lire.

Una stima ancora più "macro", ma profondamente significativa, ce la fornisce la *World Bank* quando afferma che i paesi che investono per l'eliminazione del piombo dalla benzina risparmiano da cinque a dieci volte tanto rispetto alle spese per la salute dei cittadini.

CAPITOLO 4

Cosa fare per migliorare l'ambiente

4.1 Difficoltà per il *phase out* nella benzina rossa

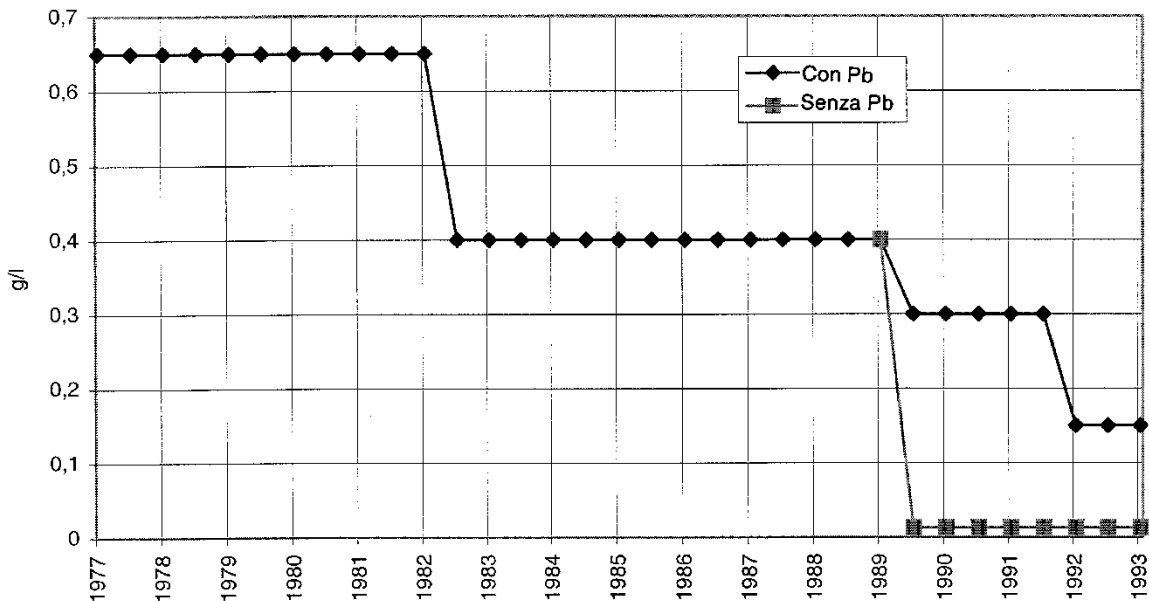
Non ci sono sostanziali difficoltà a far marciare anche le vecchie automobili con ridotte quantità di piombo (UNEP)

Ridurre la quantità di piombo nella benzina o eliminarla del tutto è cosa assai diversa.

La **diminuzione del contenuto** non presenta particolare problema per il numero di ottano e per la protezione delle valvole dall'usura. Questo ultimo aspetto, come già detto nel capitolo 1.2, diventa importante solo se le condizioni di esercizio del veicolo sono stressanti. Nel già citato studio dell'UN *"Global opportunities for reducing the Use of Leaded Gasoline"* si afferma che basterebbe una quantità di 0,08% g/litro di piombo per proteggere sufficientemente i normali motori. Tale valore rappresenta addirittura un decimo della quantità del piombo che normalmente viene aggiunta nelle benzine di oltre 30 paesi; ma in ogni caso il limite di 0,15 g/litro, fissato come massimo dalla Direttiva 98/70/CE nell'articolo 3, è quasi il doppio.

Nella figura 4.1 è mostrato l'andamento nel tempo (1977-1993) del contenuto di piombo nella benzina venduta in Italia.

Figura 4.1 - Valore massimo del piombo nella benzina in Italia (anni '77 - '93)



Fonte: Unione Petrolifera.

Tuttavia avendo ormai imboccato la via della **completa eliminazione** del piombo occorre ricordare che vi sono ancora grosse resistenze in molti paesi nei quali il parco delle auto circolanti comprende una elevata percentuale di vecchie vetture costruite da più di 10 anni; è questo anche il caso dell'Italia (Appendice A.2). In questi paesi, infatti, ed in particolare in quelli a più basso reddito pro-capite, il reddito e l'anzianità dell'auto coincidono ed entrambi i fenomeni sono di ostacolo per un immediato *phase-out* che preveda la rottamazione dell'auto o costosi interventi sul motore.

È bene anche ricordare che l'Italia, in considerazione dell'anzianità del proprio parco automobilistico ha già ricevuto una deroga temporale dalla UE.

Altre potenziali difficoltà derivano dalla errata presunzione che la benzina verde ponga gli stessi, se non maggiori, problemi ambientali di quella rossa; in alcuni paesi (non è così in Italia) un ostacolo potrebbe essere rappresentato dal costo maggiore della verde rispetto alla rossa. A puro titolo di esempio, nell'Emirato del Dubai, la benzina senza piombo costa 4,2 dirhans/litro (\$1,15) mentre quella con il piombo 3,95 dirhans (Fonte: *Car Lines – May 2000*).

- **Soluzioni tecniche**

Non c'è alcuna ragione tecnica per non usare la benzina verde in quasi tutti i veicoli (UN Economic and Social Council)

Innanzitutto si sappia che questi problemi investono gli autoveicoli immessi sul mercato italiano precedentemente al 1 gennaio 1993, cioè quegli autoveicoli antecedenti all'entrata in vigore della Direttiva 91/441, con la quale gli autoveicoli a benzina venivano obbligatoriamente dotati di marmitta catalitica trivalente. Comunque la gravità del problema aumenta con l'anzianità dei veicoli. Gli autoveicoli immessi nel mercato fra il 1989 ed il 1993 possono circolare utilizzando benzina senza piombo con problemi praticamente trascurabili. Per il restante numero esistono problemi che necessitano di soluzioni via via più complesse.

L'utilizzo delle vetture con motori progettati per benzina ad elevato numero di ottano (la previsione dell'UP è di 1 milione di vetture alla fine del 2001) potrà continuare grazie all'adozione di additivi metallorganici, a base di manganese, ferro e potassio, che sostituiscono il piombo, mentre la lubrificazione delle valvole sarà assicurata dalla presenza del fosforo. Una modestissima quantità di benzina con piombo continuerà ad essere prodotta e distribuita con canali di vendita separati per l'alimentazione delle vetture d'epoca.

Per una analisi puntuale delle esigenze di carattere tecnico conseguenti al *phase out* della benzina con piombo, ma soprattutto per una valutazione complessiva della portata socio-economica del fenomeno occorrerebbero dati dettagliati sulla composizione e le caratteristiche dell'intero parco circolante nazionale. Purtroppo chi voglia documentarsi su questi aspetti incontra oggettive difficoltà nel reperire dati abbastanza concordanti tra le diverse fonti di informazione.

A questo proposito basti analizzare le stime del parco circolante riportate nell'Appendice A.2.

Tuttavia questo non è solo un fenomeno italiano, tant'è che anche gli estensori del più volte citato rapporto UN/IOMC *"Global opportunities for Reducing the Use of Leaded Gasoline"* hanno sentito l'esigenza di interpellare direttamente 19 Case costruttrici tra le maggiori del mondo per avere informazioni di prima mano. Alle Case costruttrici è stato chiesto: il numero di automobili prodotte e marcianti con benzina additivata con piombo; la quantità minima di piombo necessaria per esse; la possibilità del loro adattamento a benzine senza piombo; eventuali modifiche da effettuare prima di usare benzina senza piombo.

Solamente 6 delle 19 Case interpellate (due statunitensi e quattro europee) hanno risposto alle domande e neppure in modo completo. Altre due Case hanno dichiarato di non avere elementi di risposta; le Case giapponesi invece, non hanno risposto perché già da molto tempo la benzina col piombo era stata eliminata dal loro paese. Sebbene, quindi, non si possa affermare che dalle risposte si possa trarre una panoramica fedele della situazione a livello mondiale, ci sembra ugualmente interessante riportare i risultati di questa inchiesta per avere informazioni aggiuntive.

Dalle risposte è emerso che:

- Tutte e sei le Case costruttrici producono esclusivamente motori per benzina senza piombo, ma nelle auto destinate a mercati dove tale carburante non è disponibile i veicoli vengono adattati, ad esempio rimuovendo la marmitta catalitica.
- Nessun modello di auto prodotto dopo il 1989 è stato progettato per la benzina con il piombo; anzi con molto anticipo rispetto a quell'anno ci si era orientati verso una produzione totalmente senza piombo.
- Una delle Case europee già dalla metà degli anni '70 aveva cambiato la sua intera produzione verso motori funzionanti con benzina senza piombo.
- Un'altra nello stesso periodo lo aveva fatto per tutti i suoi modelli tranne che per uno, rimasto poi in produzione fino al 1981.
- Le altre quattro Case europee hanno cessato la produzione di motori per benzina con piombo tra il 1984 ed il 1987.
- La metà dei costruttori che hanno risposto all'inchiesta (3 Case) hanno indicato che nessuna delle loro auto in circolazione, indipendentemente dall'età, aveva la necessità di marciare con benzina con piombo.
- L'altra metà hanno indicato che le loro auto, anche le più vecchie, potevano operare anche con valori molto bassi di piombo orientativamente tra 0,15 e 0,05 g/l.
- Per quanto riguarda la corrosione delle valvole in assenza del piombo:
 - ◊ due Case raccomandano per le vecchie auto l'utilizzo di lubrificanti sostitutivi;
 - ◊ una Casa raccomanda questa additivazione solo in condizioni di pesante esercizio;
 - ◊ altre due Case, viceversa, non ritengono necessario nessun additivo lubrificante.
- A proposito di additivi:
 - ◊ una Casa ha segnalato il rischio che quelli contenenti manganese possano danneggiare il sistema di controllo delle emissioni;
 - ◊ un'altra Casa ha raccomandato additivi a base di potassio piuttosto che di sodio per prevenire la corrosione di alcune parti del motore particolarmente suscettibili (per esempio il turbo-scambiatore);
 - ◊ tre indicano come non necessaria l'aggiunta di alcun additivo, ma una di esse raccomanda un regolare controllo delle valvole per le auto di vecchia costruzione quando si usa benzina senza piombo.
- Le informazioni ricevute a proposito della diminuzione del numero di ottano variano non solo in rapporto alla Casa costruttrice interpellata, ma anche in funzione del modello di auto:
 - ◊ per qualcuno dei costruttori una buona parte della flotta può circolare perfino con N.O. di 91 RON, 82,5 MON;
 - ◊ altri più genericamente indicano come ottimale un valore di 93-98 RON, ma modificano le auto per esportazione per adattarle fino a valori di 86 RON.

In ogni caso anche se ci può essere una qualche perdita di efficienza eliminando il piombo, nessuno dei dati forniti ha indicato che la riduzione di N.O. costituirebbe un serio ostacolo al funzionamento dei veicoli circolanti.

Un'altra difficoltà del *phase out* è dovuta al fatto che nel periodo di tempo che intercorre tra la comparsa sul mercato della benzina verde e la completa eliminazione della rossa occorre tenere contemporaneamente in commercio le due benzine.

Senza nemmeno accennare all'ingente sforzo economico e logistico per realizzare i due circuiti, vogliamo ricordare che questo fatto costituisce un rischio per le auto catalizzate

anche se non poche sono le precauzioni adottate come, ad esempio, le dimensioni ed il colore della "pistola" della pompa del distributore.

Infatti è pur sempre possibile un errore in fase di rifornimento dell'auto ed è praticamente impossibile realizzare una totale separatezza nell'intera filiera del trasporto e della distribuzione dei due combustibili. A questo proposito basti pensare che i camion che li trasportano sono gli stessi e che è di fatto impossibile svuotarne completamente i serbatoi senza lasciare minime quantità di piombo nelle fasi di carico e trasporto della benzina verde. In Svizzera prima di passare dalla benzina con 0,15 g/l di piombo a quella con 0,013 (considerata benzina senza piombo) procedono ad un lavaggio dei serbatoi, delle pompe e dei circuiti di distribuzione.

Il costo del *phase out* per i produttori e i distributori di benzina

L'ammontare complessivo degli investimenti che la nostra industria di raffinazione ha sopportato nella seconda metà degli anni '90 per migliorare la qualità dei carburanti anche a fini ambientali, ma anche per migliorare le rese, supera i 5mila miliardi di lire (Fonte: Fondazione F. Caracciolo).

La realizzazione di una doppia e capillare rete di distribuzione dei carburanti ha richiesto ingenti risorse; basti pensare che la nostra rete è costituita da 25.400 punti vendita (dati UP riferiti al 1998) e che quasi la totalità di questi si è dovuta dotare delle infrastrutture idonee alla distribuzione separata, oltre che di gasolio e di super, anche di benzina verde.

Un simile sforzo economico non se lo sono potuto permettere molti paesi meno sviluppati del nostro nei quali, infatti, diventa problematico rifornirsi appropriatamente di carburante. Non ci sono difficoltà, invece, nei paesi a noi più vicini; ma quando andiamo all'estero con la nostra automobile è bene sapere che:

- in Bielorussia, Danimarca, Finlandia, Germania, Lituania, Slovacchia, Svezia e Ucraina il 100% della benzina è senza piombo;
- in molti paesi dell'Europa occidentale, per esempio: Austria, Danimarca, Finlandia, Norvegia, Regno Unito e Svezia, la benzina senza piombo è additivata con lubrificanti;
- si trova benzina senza piombo anche in Polonia, Ungheria e nella Repubblica Ceca;
- in Germania e Svizzera gli additivi si trovano in vendita separata presso le stazioni di servizio.

Tutti questi paesi, ad eccezione dell'Austria producono benzina senza piombo RON 95.

4.2 Incentivi alla sostituzione della rossa con la verde

Diverse sono le attività e le modalità sperimentate a livello europeo per incentivare la produzione, la distribuzione e l'utilizzo della benzina senza piombo e quindi il suo inserimento graduale in sostituzione della benzina con piombo. Tra questi meccanismi citiamo:

Meccanismi di tipo regolatorio

- La riduzione del livello del piombo nella benzina super stabilendone il limite a 0,15 g/l. Tale livello, in alcuni casi assai minore di quello usato in precedenza, è sufficiente a garantire una buona protezione dal fenomeno dell'arretramento della sede delle valvole (vedi capitolo precedente e cap. 1.2).
- Un'altra forma di incentivo, per esempio messa in atto in Germania, è stata quella di eliminare gli additivi impiegati come *scavengers* in quanto non più necessari quando il tenore di piombo nella benzina scende a 0,15 g/l.
- Il bando totale della benzina rossa dal mercato che si realizzi dopo un periodo di graduale *phase out*. Questo fatto è importante anche perché verrà eliminata la possibilità di importare benzina con piombo da paesi confinanti nei quali ancora tale ciclo non si è completato.
- Un altro strumento di tipo regolatorio è quello di agire sul livello delle emissioni stabilendo obiettivi che possano essere raggiunti solo con l'ausilio della marmitta catalitica. Anche se indiretto, è anche questo un metodo assai valido per far uscire dal circuito la benzina con piombo.
- Tenere ben separati: circuiti per la distribuzione dei due tipi di benzina e differenziare le dimensioni delle "pistole" erogatrici alla pompa. Anche se queste misure sono assai utili per controllare e monitorare le vendite e facilitare il *phase out* della benzina rossa, alcuni stati dell'Est europeo, per ragioni economiche e logistiche, non hanno saputo realizzare questo obiettivo.

Campagne di informazione e sensibilizzazione della pubblica opinione

Applicate nei paesi dell'Europa occidentale, tali campagne si sono rivelate molto utili quando l'informazione riguardava argomenti come: gli effetti del piombo sulla salute; la compatibilità della benzina verde con i vari modelli di automobile; il possibile utilizzo di additivi alternativi al piombo per la lubrificazione. La riuscita di queste azioni di incentivazione si è rivelata tanto maggiore quanto maggiore era la consapevolezza del consumatore nei confronti dei problemi ambientali e l'interesse per le condizioni del proprio veicolo.

Includiamo in questa tipologia di incentivi anche le misure adottate a livello locale in molte città italiane per tentare di mettere sotto controllo le emissioni del traffico veicolare e riportarle a valori inferiori a quella soglia quando tali valori vengono superati. Ci si riferisce al divieto parziale della circolazione in funzione della targa del veicolo ("targhe alterne"), al blocco del traffico temporaneo (per l'intera giornata o per alcuni periodi di essa) o alla limitazione del traffico ad alcune zone critiche dei centri storici ("aree blu", ecc.). Questo tipo di interventi andrebbero inclusi tra le misure che abbiamo definito di tipo regolatorio. I risultati raggiunti indicano e confermano un rapporto di causa/effetto tra traffico ed inquinamento; ma il risultato complessivo non è affatto risolutivo ed ha spesso rappresentato motivo di discussione quanto all'analisi costo/beneficio. Viceversa la maggiore valenza di tali interventi va ricercata nella sensibilizzazione della pubblica opinione sui temi ambientali ed in particolar modo sulla scelta modale che il cittadino deve effettuare, a ragion veduta, per i propri spostamenti.

Ce ne dà conferma il fatto che i blocchi temporanei della circolazione vengono ora progettati non soltanto in situazioni di emergenza, ma a scadenze fisse ("le domeniche a

piedi” o i “mercoledì romani ecologici”) o addirittura attraverso coordinamenti internazionali (“giornata europea senza auto”).

Finanziamento di studi di fattibilità e di analisi di settore

Finanziamenti internazionali hanno supportato studi di fattibilità per i paesi dell'Europa dell'Est e Centrale a risorse limitate con l'obiettivo di aiutarli nella programmazione del processo di *phase out* e nell'identificazione di aree di particolare interesse su cui concedere finanziamenti agevolati.

Meccanismi di tipo economico:

- Differenziazione nel sistema di tassazione. Applicato in quasi tutta l'Europa questo strumento di incentivo si è rivelato il più efficace, specialmente se associato al doppio circuito di distribuzione del quale abbiamo già detto. Per esempio in Germania con la detassazione della benzina verde non è stato necessario nemmeno mettere al bando la benzina con il piombo. Un altro esempio eclatante (ma non europeo) è quello di Singapore dove il differenziale sulla tassazione è stato introdotto nel 1991 nella misura del 10%. Già nel 1997 il 75% del totale della benzina venduta in quello “Stato” era senza piombo; la necessità di migliorare ulteriormente le emissioni è stata soddisfatta con l'introduzione della marmitta catalitica. Dal canto loro, poi, le Compagnie si sono attrezzate volontariamente dal luglio 1998 per un totale *phase out* del piombo.
- A livello teorico un altro strumento incentivante potrebbe essere la tassazione della benzina con piombo alla produzione. Tuttavia anche assumendo che si riuscisse a controllare la produzione e l'importazione di un tale carburante, difficile sarebbe evitare le eventuali aggiunte di piombo nelle fasi successive.

Gli incentivi economici di gran lunga più efficaci nei confronti degli utenti, e già sperimentati nel nostro paese, mirano ad accelerare la sostituzione delle vecchie auto non catalizzate con quelle di più recente costruzione che per ragioni tecniche sono costrette a rifornirsi di benzina verde. Infatti, se la sostituzione delle auto non catalizzate avvenisse seguendo il naturale ritmo delle vendite, il rinnovo completo del parco di auto avverrebbe non prima di 15 anni. D'altra parte la cifra necessaria per una operazione radicale in questa direzione ammonterebbe a 400mila miliardi (Fonte: ACI).

Tale cifra è stata calcolata sulla base di un parco da rinnovare di altre 16 milioni di auto e sulla base del costo medio di un'auto nuova oggi stimato di 25milioni di lire. Se si considera che in virtù dei due provvedimenti sulla “rottamazione”, validi nel periodo gennaio '97-luglio '98 sono state rottamate soltanto 1,8 milioni di auto, l'ipotesi di far trovare il parco macchine nazionale allineato per il 31.12.2001 con gli obiettivi ambientali sottesi dalla Direttiva 98/70/CE appare del tutto infondata sia per l'enormità della cifra in gioco sia per questione di tempo.

Una politica di incentivo fortemente spinta verso la rottamazione può creare qualche distorsione del mercato e, come vedremo di seguito allorchè approfondiremo sull'operazione rottamazione, anche difficoltà all'economia nazionale. Altri incentivi di tipo economico:

- il Governo, sulla base di un costo stimato, di 200mila lire necessarie per l'operazione materiale di rottamazione di un'automobile, ha in progetto di favorire lo smaltimento di 600mila autoveicoli entro la fine del 2001 ("Programma di misure per la transizione verso la eliminazione della benzina senza piombo" – Ministero dell'Ambiente);
- sono previsti incentivi sotto forma di riduzione del costo del passaggio di proprietà per l'acquisto di veicoli usati, ma catalizzati;
- anche le Case automobilistiche ed i concessionari tuttora offrono incentivi economici alla sostituzione di un'auto vecchia con una nuova o con una catalizzata anche se non nuova. Varie sono le offerte sia in funzione della Casa automobilistica, sia del modello da acquistare;
- la parziale defiscalizzazione del bioetanolo per ottenere ETBE o scopo dimostrativo (150.000 t/anno) similmente a quanto già stabilito per il biodiesel. Il Ministero dell'Ambiente prevede per questo intervento un costo di 150 miliardi/anno per tre anni 2001-2003;
- la conversione a gas metano o GPL (per la quale il Governo ha stanziato 50 miliardi di lire per il 2000) di 250mila vetture entro il 2001 (83mila nell'anno 2000), avendo stabilito un contributo complessivo (pubblico-privato) di 800mila lire per ogni intervento di conversione e sapendo che mediamente il costo di un simile intervento è di 1,5-1,8 milioni di lire.

Ma l'elenco degli incentivi economici a favore dell'ambiente in questo settore è assai lungo e non del tutto attinente con l'eliminazione della benzina rossa: per esempio l'incentivazione del veicolo elettrico. In questa sede quindi ci limitiamo a rimandare alla scheda CIVES.

Incentivazioni e sostegni a favore dei veicoli elettrici (CIVES – Commissione Italiana Veicoli Elettrici Stradali)

Nei 20 anni dalla sua costituzione, una delle principali azioni della CIVES è stata quella di stimolare supporti economici, normativi e legislativi in grado di incentivare la diffusione dei veicoli elettrici. Un'azione che continua ancora e che, con il concorso di tutti quanti attivi in questo campo, ha già ottenuto diversi risultati.

La situazione attuale:

- A partire dal 1982, a seguito di un accordo con Le Assicurazioni d'Italia sollecitato da CIVES ed ENEL, i veicoli elettrici beneficiano di una tariffa assicurativa RC auto abbattuta del 50 % rispetto agli equivalenti veicoli termici.
- Diverse Regioni italiane (Lombardia, Friuli-Venezia Giulia, Marche, Valle d'Aosta) hanno varato leggi per l'erogazione di finanziamenti all'acquisto, in alcuni casi fino al 90% del prezzo per veicoli e delle infrastrutture di ricarica. La CIVES si sta adoperando per stimolare altre Regioni ad adottare analoghi provvedimenti.
- Nelle medesime Regioni, i veicoli elettrici non sono soggetti alle restrizioni alla circolazione che vengono applicate a quelli termici in caso di emergenze ambientali.
- Anche in diversi Comuni italiani in cui sono in vigore misure di restrizione del traffico per ragioni ambientali, i veicoli elettrici beneficiano di condizioni privilegiate.
- La *Legge sul benzene* n. 4/13 del novembre 1997 indica nuovi e più rigidi vincoli per il contenimento delle emissioni dei veicoli e pone le premesse perché i Sindaci possano attuare interventi normativi a favore dei veicoli a basso impatto ambientale.
- Nell'ambito del Decreto sulla rottamazione delle auto, gli acquirenti di autoveicoli elettrici beneficiano di un contributo di 3,5 milioni a condizione che analogo sconto venga praticato dal costruttore. A differenza degli altri interventi riguardanti la rottamazione, questo intervento ha validità temporale indefinita.
- Alcuni Comuni già erogano contributi all'acquisto per gli scooter elettrici e le biciclette a pedalata assistita elettricamente. Inoltre, l'art. 6 del *Decreto Interministeriale del marzo 1998 sulla Mobilità Urbana Sostenibile* destina risorse finanziarie per l'acquisto dei veicoli elettrici a due ruote da parte dei cittadini. Questi contributi vengono erogati ai residenti dei soli Comuni che promuovono interventi di diffusione di tali veicoli, ad esempio attraverso la realizzazione di colonnine pubbliche di ricarica o l'adozione di regolamentazioni che li favoriscano nei confronti del traffico, delle soste e dei parcheggi.
- La Legge del 1999 sulla rottamazione degli scooter destina un contributo fino a 800.000 lire per ciclomotori elettrici, fino a 3 milioni per motoveicoli elettrici a tre e quattro ruote (quadricicli leggeri) e fino a 300.000 lire per le biciclette elettriche a pedalata assistita. L'entità del contributo effettivamente riconosciuto è pari allo sconto praticato dal costruttore. La durata dell'intervento è di 12 mesi a partire dall'entrata in vigore della legge, ma è all'esame la possibilità di ampliamento dei termini.
- Lo stesso *Decreto Interministeriale del marzo 1998 sulla Mobilità Urbana Sostenibile* stabilisce inoltre che i parchi veicoli delle Amministrazioni dello Stato, degli enti locali, dei gestori pubblici e privati di servizi di pubblica utilità, debbano inserire quote progressivamente crescenti di veicoli a basso impatto ambientale (15% delle sostituzioni nel 1999, fino al 50% delle sostituzioni nel 2003).
- La Legge 9 dicembre 1998, n. 426 *Nuovi interventi in campo ambientale* stabilisce che, per far fronte ai costi di introduzione degli autoveicoli a basso impatto ambientale nei Comuni oltre i 25.000 abitanti, lo Stato può reperire risorse finanziarie contraendo mutui verso la Cassa Depositi e Prestiti. Tali risorse vengono destinate agli acquirenti finali di tali veicoli.
- Il Decreto Interministeriale di attuazione dell'art. 4 comma 19 della Legge 426, di cui sopra, destina circa 78 miliardi all'acquisto o al *leasing* finanziario di veicoli elettrici o ibridi delle categorie M1 (autovetture) o N1 (furgoni o autocarri fino a 3500 kg). L'entità del contributo è pari al 65% del prezzo per gli elettrici e fino al 60% per gli ibridi. I soggetti aventi diritto sono le Regioni, gli enti locali, le loro aziende, le società a prevalente capitale pubblico che esercitano detti servizi su base nazionale, le persone giuridiche di diritto privato che gestiscono servizi pubblici su contratto di servizio. Per gli anni 1999 e 2000 il contributo è riservato ai soli soggetti operanti in Comuni con almeno 150.000 abitanti o per quelli a rischio di inquinamento. È però all'esame la possibilità di ampliamento dei termini.
- La Legge n.194 del 1998 *Interventi nel settore dei trasporti* autorizza le Regioni a contrarre mutui per l'acquisto di autobus e natanti elettrici per servizio pubblico, cui lo Stato concorre con 195 miliardi. Impone inoltre alle Regioni di utilizzare non meno del 5% dei contributi loro assegnati per l'acquisto di autobus a basso impatto ambientale.
- I veicoli elettrici sono già stati inclusi nei Progetti di Ricerca, Sviluppo e Dimostrazione finanziati dalla UE (Thermie, Brite-Euram, Joule, Life, ecc.) e restano inclusi anche nel 5° Programma Quadro della UE attualmente in fase di attuazione.

4.3 La Rottamazione ⁽¹⁾

Con il Decreto Legge 30 dicembre 1996 n. 669, il Governo ha realizzato il primo provvedimento d'intervento a favore del settore auto. I motivi per un intervento di tale tipo sono molteplici: in primo luogo si vuole rispondere alle pressanti richieste di intervento degli operatori del settore a favore del mercato dell'auto, in crisi da un quadriennio; si vuole altresì ridurre il divario tra il prezzo di acquisto del "nuovo" e la valutazione del "vecchio", il cui differenziale, nel corso del tempo, è rapidamente aumentato; l'intervento inoltre, in considerazione dell'importanza del settore automobilistico e del relativo indotto sull'intera economia nazionale, ha un carattere anticiclico in una situazione di generale stagnazione con risvolti occupazionali particolarmente pesanti. Altri motivi possono essere rintracciati in elementi di sicurezza e di carattere ambientale: nel 1996 in circolazione nel nostro paese vi erano 30 milioni di vetture, l'età media, pari a 14 anni, era una delle più alte d'Europa. Dodici milioni di vetture, pari al 40% del circolante, avevano più di un decennio di vita.

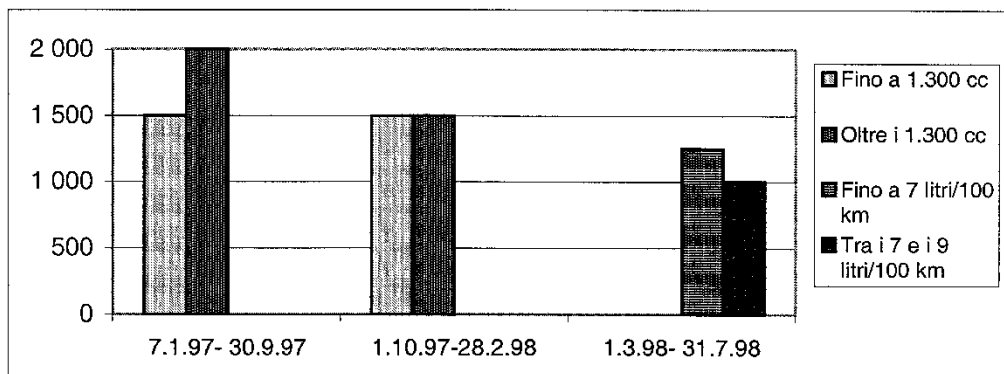
Svecchiare il parco circolante significa rendere più sicura la circolazione sulle strade, poiché un'autovettura nuova garantisce degli standard di sicurezza più elevati rispetto ad una usata, ma significa anche ridurre le emissioni, contribuendo al raggiungimento degli obiettivi di riduzione concordati nelle sedi internazionali. Interventi simili sono stati peraltro intrapresi da altri *partner* europei come ad esempio la Francia, dove è stato realizzato con gran successo tra il 1995 e il 1996.

L'incentivo deciso dal Governo ha avuto le seguenti caratteristiche:

- limitazione nel tempo, confidando in un effetto di abbrivio nel mercato, realizzato grazie ad uno sconto rispetto al prezzo di mercato;
- finanziamento ottenuto con la riduzione di un'altra spesa;
- eventuale rifinanziamento dell'incentivo realizzabile con le stesse modalità.

L'intervento si è realizzato nel periodo gennaio 1997 - luglio 1998 secondo le modalità sinteticamente riportate nella figura 4.2.

Figura 4.2 - Contributo statale per la rottamazione nei diversi periodi di applicazione (migliaia di lire per unità)



Fonte: Elaborazioni ENEA su dati "Sole 24 ore".

⁽¹⁾ Paragrafo tratto in parte dalla tesi di laurea in Economia dell'Ambiente di Daniele Nunziato "Analisi economica degli interventi finalizzati alla riduzione delle emissioni in atmosfera del settore trasporti" Università degli Studi Roma Tre – Facoltà di Economia (3.5.2000)

Relatore: Giovanni Scarano; Correlatore: Paolo Leon; Tutor Enea: Roberto Dei Ciello

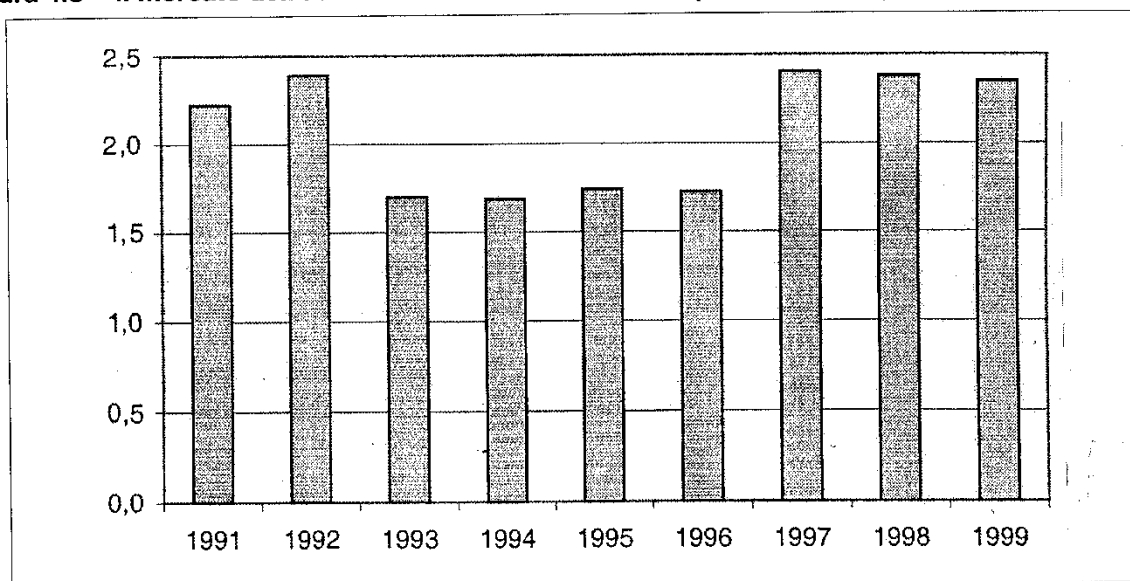
Nel presente capitolo affrontiamo i seguenti aspetti dell'intervento statale:

- l'analisi dell'impatto degli incentivi alla rottamazione sulla domanda di nuove immatricolazioni e in particolare la valutazione dell'effetto di tale intervento sul tasso (tendenziale) di sostituzione di vecchie auto con nuove auto (catalizzate);
- l'analisi degli aspetti economici e finanziari, segnatamente dell'entità dei costi sostenuti dallo Stato per tale intervento;
- l'analisi degli effetti che gli incentivi hanno avuto dal punto di vista delle emissioni in atmosfera, principalmente come conseguenza di quanto evidenziato nel primo punto.

Gli incentivi alla rottamazione e gli effetti sul parco auto

La forte crescita del mercato dell'auto nel 1997 in Italia, + 39,2% di immatricolazioni rispetto al 1996, e primato assoluto nel numero delle auto vendute nel nostro paese, è stata determinata anche dagli interventi governativi a favore di tale settore, adottati dalla finanziaria 1997 (figura 4.3). Ciò che dobbiamo altresì notare è che la crescita delle immatricolazioni non è stata un fatto sporadico e temporaneo, giacché anche nei due anni successivi il mercato dell'auto si è dimostrato molto vivace. A tal proposito se nel 1998 un risultato positivo era atteso dagli analisti e dagli operatori visto che gli incentivi si sono protratti fino al 31 luglio del 1998, nel 1999 non era così. Nel 1999 tale risultato è stato realizzato anche grazie all'iniziativa di molti concessionari, che hanno rinunciato probabilmente a parte dei loro guadagni, realizzando delle offerte a favore degli acquirenti, come ad esempio "l'immatricolazione a km zero", vale a dire la vendita di auto nuove già immatricolate e per questo vendute ad un prezzo inferiore di circa il 15-20%.

Figura 4.3 - Il mercato dell'auto in Italia: immatricolazioni (milioni di auto)

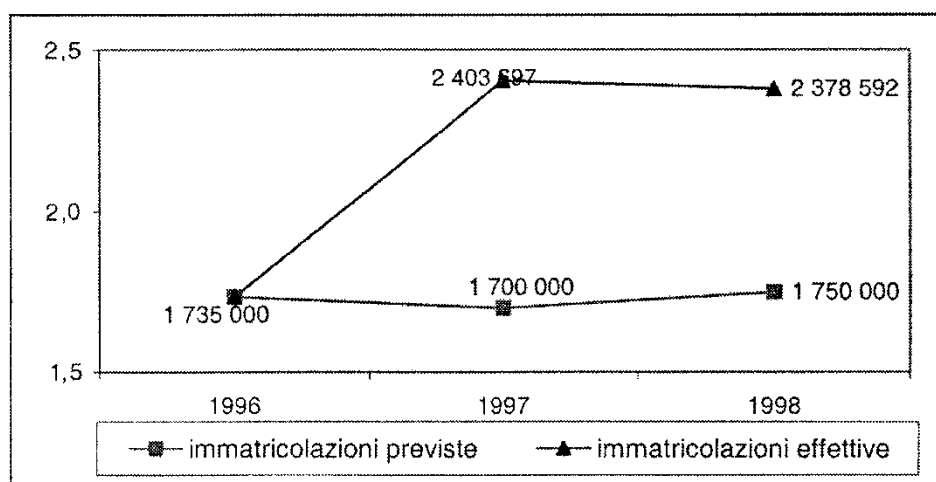


Fonte: Dati CED- Motorizzazione civile.

Tenteremo ora di quantificare il ruolo degli incentivi alla rottamazione sul rilancio della domanda del settore automobilistico.

Nei quattro anni immediatamente precedenti l'incentivazione erano stati registrati i valori relativi alle nuove immatricolazioni più bassi del ventennio 1980-2000; per inciso, con una perdita dell'erario stimata in circa 12.000 miliardi nel quadriennio (Fonte: Centro Studi Promotor). Per quanto questa stagnazione del mercato non consenta di escludere un successivo effetto di recupero in qualche modo endogeno al settore auto, il confronto tra le immatricolazioni effettive nel periodo 1996-1998 e le previsioni dell'epoca riguardanti lo stesso periodo, costituisce un riferimento abbastanza attendibile del peso che l'intervento statale ha avuto nel rilanciare il settore (figura 4.4).

Figura 4.4 - Confronto tra immatricolazioni previste ed effettive (milioni di auto)



Fonte: Elaborazioni di dati ACI e "Quattroruote" (III° trimestre 1996)

La tabella 4.1 consente di valutare con maggiore precisione quante delle nuove immatricolazioni siano da collegare alle radiazioni di autoveicoli e quindi, con un buon grado di affidabilità, con gli incentivi².

Negli anni presi in considerazione, in assenza di incentivi statali, il numero di radiazioni annue è andato da 1,4 milioni in anni in cui il mercato era vivace (1992 e 1993) sino a 1,1 milioni negli anni di stagnazione (dal 1994 al 1996). L'incentivo statale alla rottamazione ha prodotto una brusca accelerazione delle radiazioni, raddoppiate dal 1996 al 1997.

In relazione all'effetto sul parco auto conviene suddividere le immatricolazioni in due componenti: le immatricolazioni nette e le immatricolazioni per sostituzione. In pratica, le seconde sono pari alle radiazioni, le prime sono pari alla differenza tra immatricolazioni totali e radiazioni. Le immatricolazioni nette sono l'incremento del

² Convenzionalmente le radiazioni sono suddivise in tre diverse categorie: rottamazione, esportazione ed altro. La rottamazione rappresenta normalmente una quota superiore al 90% del totale delle radiazioni.

Le radiazioni che interessano prioritariamente questo lavoro non sono quelle totali, bensì quelle realizzate ex articolo 29, cioè conseguenti agli incentivi che lo Stato ha destinato a chi acquista un'auto nuova a fronte della rottamazione di un'auto avente più di dieci anni.

parco circolante, quelle per sostituzioni non incrementano ma contribuiscono al ringiovanimento del parco auto. Nella tabella 4.1 sono riportate, accanto al numero di immatricolazioni e radiazioni, la percentuale delle immatricolazioni per sostituzione e l'incremento del parco auto. Osserviamo dunque come, nonostante nel 1997 si sia registrato il maggior numero di immatricolazioni, l'incremento del parco auto in tale anno sia tra i più contenuti del periodo e il rapporto tra radiazioni e immatricolazioni sia il più alto osservato dal 1992. Presumibilmente la variazione dell'età del parco auto è stata più consistente nel 1997 che nel 1993, quando la quota di radiazioni era simile, ma il numero di immatricolazioni sensibilmente più basso. Analogo discorso vale per il 1998, quando il numero di immatricolazioni è ai livelli del 1997, ma il numero di radiazioni è molto più basso.

Tabella 4.1. - Il rapporto tra immatricolazioni e radiazioni

Anno	Immatricolazioni (in migliaia) (A)	Radiazioni (in migliaia) (B)	Rapporto in % (100*B/A)	Differenza (C=A-B)
1992	2.389	1.484	62	905
1993	1.698	1.401	83	297
1994	1.686	1.048	62	638
1995	1.740	1.087	62	653
1996	1.724	1.039	60	685
1997	2.404	2.037	85	367
1998	2.379	1.616	68	763

Fonte: ACI

Al termine del periodo di incentivazione le autovetture radiate ex articolo 29 sono state 1.844.228, di cui 1.150.999 nel 1997 e le rimanenti 693.229 nel 1998. Lo Stato ha complessivamente erogato contributi per oltre 2.400 miliardi e i concessionari hanno praticato sconti per circa 3.800 miliardi di lire.

Il rapporto tra le autovetture radiate a fronte di acquisti incentivati e il totale delle autovetture radiate è stato pari al 57,5% per l'intero territorio nazionale. Per ciò che riguarda la suddivisione delle autovetture radiate in funzione dell'anzianità, nel 1997 sono state radiate soprattutto vetture del 1986, a dimostrazione del fatto che gli incentivi alla rottamazione hanno prodotto un forte effetto nei confronti delle radiazioni totali. Sono state radiate 208mila vetture immatricolate nel 1986, quasi 300mila vetture iscritte al PRA in data anteriore al 1978, e 185mila in media per ogni anno dal 1981 al 1985. Le auto del 1980 radiate sono state 185mila, 89mila per il 1979 e 73mila per il 1978. Le autovetture immatricolate dopo il 31 dicembre 1986 e radiate sono state 260mila.

I dati forniti dall'ACI per il 1998, sono riferiti al totale delle auto radiate e di quelle radiate ex articolo 29. Le autovetture complessivamente radiate nel 1998 sono state 1.615.553, quelle radiate con incentivo sono state 693.229, pari al 43% del totale, risultato di notevole rilievo considerato che il periodo di incentivazione ha riguardato i primi sette mesi dell'anno.

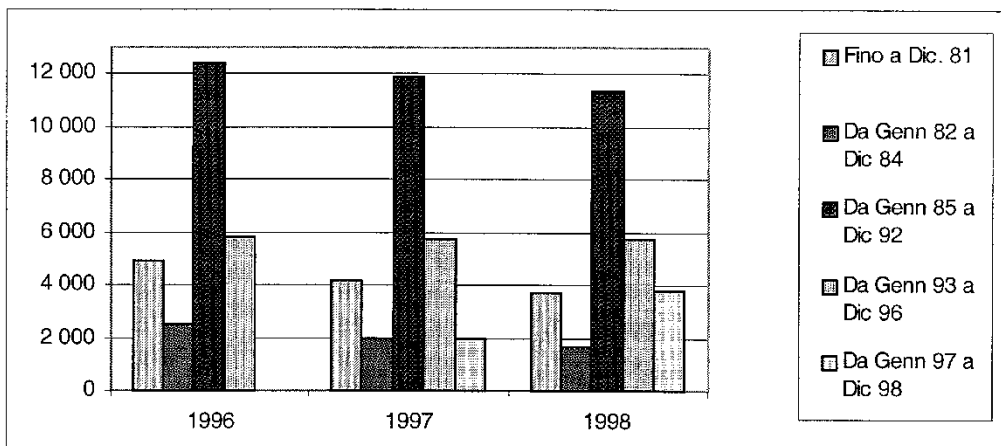
Le autovetture radiate nei due anni di incentivazione sono state 3.653.119, di cui quelle ex articolo 29 sono state 1.844.228, pari al 53,2% del totale.

Un altro dato interessante è rappresentato dalla suddivisione delle radiazioni per cilindrata: emerge il peso preponderante delle vetture fino a 1.400 centimetri cubici, che

continua in ogni modo a svolgere un ruolo prioritario negli acquisti, anche se tale peso tende a ridursi nel corso del tempo.

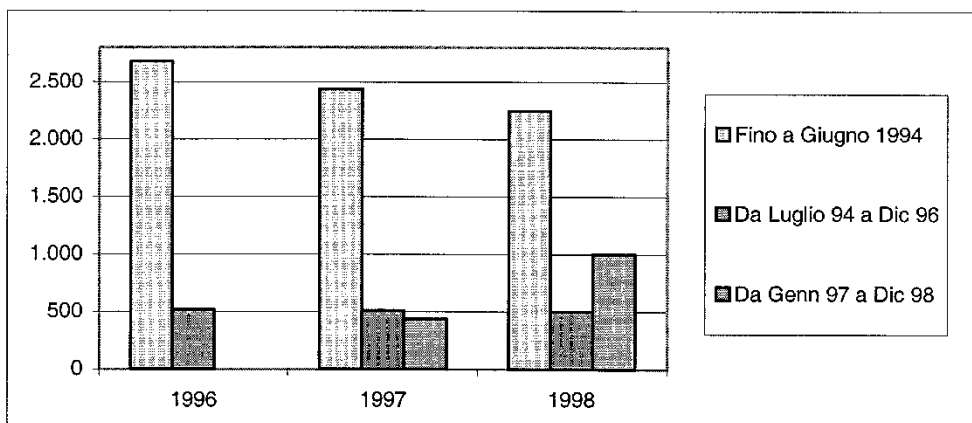
Per avere un'idea di come il parco si sia modificato dal 1996 al 1998 in figura 4.5 sono riportati il numero di veicoli a benzina circolanti negli anni 1996, 1997 e 1998 in base all'anno di immatricolazione³. Un grafico analogo è riportato per le autovetture diesel in figura 4.6.

Figura 4.5 - Composizione del parco circolante a benzina negli anni 1996, 1997 e 1998 in base all'anno di immatricolazione (numero di vetture in migliaia di unità)



Fonte: Elaborazione ENEA su dati ACI

Figura 4.6 - Composizione del parco circolante diesel negli anni 1996, 1997 e 1998 in base all'anno di immatricolazione (numero di vetture in migliaia di unità)



Fonte: Elaborazione ENEA su dati ACI

³ Le date riportate nel grafico si riferiscono agli anni in cui sono entrate in vigore le principali norme sulle emissioni dalle autovetture.

Gli aspetti economici dell'incentivo alla rottamazione

Un aspetto non secondario dell'analisi della operazione di rottamazione è la valutazione degli esborsi sostenuti dallo Stato e delle maggiori entrate erariali conseguite nel periodo. Il Governo aveva destinato a favore della prima fase dell'operazione, gennaio-settembre 1997, 160 miliardi di lire prelevati dal fondo occupazione. Era previsto che le entrate eccedenti tale importo fossero destinate a reintegrare il fondo stesso. All'onere, valutato in lire 75 miliardi per il periodo ottobre-dicembre 1997, derivante dalla seconda fase dell'operazione, ottobre 1997- luglio 1998, il Governo aveva destinato le maggiori entrate derivanti dalla prima fase degli incentivi. Per l'anno 1998, all'onere valutato in lire 170 miliardi, il Governo faceva fronte tramite iscrizione ad un apposito capitolo dello stato di previsione del Ministero delle Finanze. Gli eventuali miglioramenti del saldo netto, derivante dalle maggiori entrate, accertate in connessione con l'incremento delle vendite, erano destinati a reintegrare l'accantonamento sopra citato. Per la terza fase degli incentivi, che prevedevano un *bonus* a carattere permanente per l'installazione degli impianti a gas su autovetture nuove o immatricolate da meno di un anno, il Governo aveva destinato 30 miliardi di lire per il 1998 e 4 miliardi annui dal 1999. Non si tratta di incentivi all'acquisto di auto, ma di incentivi all'utilizzo di carburanti ecologici.

Gli incentivi alla rottamazione delle auto riguardano dunque il periodo gennaio 1997 - luglio 1998, tuttavia in ragione del fatto che vi è spesso una discrepanza temporale tra il momento in cui gli ordini sono realizzati e l'effettiva consegna del bene da parte del venditore, consideriamo per la nostra analisi il 1997 e l'intero 1998.

L'analisi è stata realizzata nel seguente modo:

- valutazione del numero di immatricolazioni "in più" dovute all'intervento dello Stato come differenza tra immatricolazioni effettivamente realizzate e immatricolazioni previste dagli analisti a prescindere dall'intervento dello Stato;
- valutazione, per ciascuna auto immatricolata "in più", dell'introito dello Stato per IVA e tassa di immatricolazione;
- valutazione, infine, del ricavo netto dello Stato, ottenuto sottraendo al maggiore introito per IVA e tasse di immatricolazione, l'esborso per l'erogazione degli incentivi.

Il primo punto è stato già analizzato in precedenza e specificamente illustrato nella figura 4.3. La previsione era stata realizzata per il periodo 1997-1998 tenendo conto delle diverse tendenze esistenti nel mercato dell'auto alla fine del 1996.

La differenza tra le immatricolazioni effettive e le previsioni è stata pari a 703.697 e 628.592, rispettivamente per il 1997 e il 1998.

Per calcolare il maggiore introito totale per lo Stato dovuto all'incremento delle immatricolazioni, dobbiamo considerare, innanzi tutto, i prezzi. Secondo i dati ACI, il prezzo medio delle auto vendute con contributo statale nel 1997 è stato pari a lire 21 milioni. Su ciascuna auto nuova lo Stato incassa l'IVA, pari a circa 4,2 milioni, il 20% del prezzo dell'auto (fino al mese di ottobre 1997 l'IVA sulle auto era pari al 19%) e incassa altresì circa 420mila lire per tributi sull'immatricolazione, per un totale di lire 4,620 milioni. Il contributo statale medio è stato di 1,650 milioni, per cui il prezzo senza contributo è stato mediamente di 22,650 milioni. Per quel che riguarda il 1998 dobbiamo tenere conto che il prezzo delle auto, secondo i dati ISTAT, è cresciuto del 1,75%, sicché il prezzo di un'auto è stato pari a 23,046 milioni. Sottraendo il contributo medio statale, pari nel 1998

a 1,2 milioni, otteniamo il prezzo medio di un'auto al netto del contributo statale, pari a 21,846 milioni. Su ciascuna auto nuova venduta nel 1998 lo Stato ha incassato mediamente 4.789.200 lire, pari alla somma dell'IVA e dei tributi all'immatricolazione.

Moltiplicando tali valori per il numero delle auto di nuova immatricolazione eccedenti le previsioni, otteniamo un valore delle entrate erariali pari a lire 3.251,080 e 3.010,450 miliardi, rispettivamente per il 1997 e per il 1998. A questo valore, per ottenere il ricavo netto dello Stato, dobbiamo sottrarre il contributo erogato dallo Stato.

Per quanto riguarda l'incentivo fornito dallo Stato abbiamo visto come questo fosse compreso tra 1,5 e 2 milioni di lire/auto per la prima fase di incentivo. Tra il 1 ottobre e il 31 dicembre 1997 il contributo è stato pari a 1,5 milioni indifferentemente dalla cilindrata della vettura radiata. Tenendo conto però del fatto che le vetture immatricolate grazie alla rottamazione sono state, per la maggior parte, di dimensioni medio-piccole, l'ACI ha calcolato un incentivo medio pari a lire 1,650 milioni.

Secondo i dati forniti dall'ACI, le radiazioni di autovetture realizzate ex articolo 29, vale a dire approfittando degli incentivi dello Stato, sono state nel 1997 pari a 1.150.999 su un totale di 2.037.586 complessivamente radiate. Moltiplicando tale valore per l'incentivo medio, si ottiene la spesa totale per l'incentivo all'acquisto alle auto: 1.899,1484 miliardi di lire.

Nel 1997 dunque lo Stato ha incassato 3.251,08 miliardi dalla maggiore domanda di autovetture, e ha speso 1.899,148 miliardi sotto forma di incentivi alla rottamazione, ottenendo così un saldo netto di lire 1.351,896 miliardi.

Nel 1998 le autovetture radiate ex articolo 29 sono state pari a 628.592, mentre il contributo medio erogato dallo Stato è stato pari a lire 1,2 milioni. Il contributo totale è così stato pari a 831,959 miliardi di lire. In questo caso lo Stato ha guadagnato dall'incremento della domanda al netto del contributo erogato a favore della rottamazione una somma pari a lire 2.178,491 miliardi di lire.

Tenere conto della differenza tra la domanda avutasi nel periodo della rottamazione e la domanda attesa è giustificato dal fatto che l'intera operazione realizzata dallo Stato non ha avuto benefici solo per chi ha usufruito della stessa, ma ha sostenuto l'intero settore delle auto nuove, portando ad un significativo incremento nella vendita delle stesse. Tale sistema di calcolo è, a parere di chi scrive, più corretto non solo per la motivazione sopra descritta, ma anche perché una metodologia di questo tipo tiene conto di coloro che avrebbero radiato la propria auto anche in assenza di contributi statali.

È possibile quindi calcolare il ricavo totale dello Stato, rispetto alla domanda prevista. È necessario tenere conto dell'inflazione e quindi incrementare il valore relativo al 1997 di una percentuale pari al tasso di inflazione (i_{97}). Il ricavo totale ai prezzi del 1998 è dato dalla somma del ricavo del 1998 e di quello del 1997 calcolato a prezzi 1998.

$$\begin{aligned} & \text{Ricavo netto dello Stato rispetto alle previsioni (ai prezzi 1998)} = \\ & = \text{Ricavo 1998} + \text{Ricavo 1997} (1+i_{97}) = 2.178,491 + (1.351,932 * 1,0225) = \\ & \quad \quad \quad = \mathbf{3.560,835 \text{ miliardi di Lire}} \end{aligned}$$

L'intervento presenta dunque un saldo positivo per lo Stato, il che significa che le entrate aggiuntive procurate dall'intervento (entrate fiscali sulle auto vendute in più rispetto a

un'ipotetica situazione non incentivata) hanno più che ripagato le uscite (pagamento di tutti gli incentivi erogati).

A maggior ragione, l'operazione ha avuto effetti positivi in senso stretto nei confronti del gettito statale: considerando le sole autovetture immatricolate ex articolo 29 e non tenendo conto delle differenze tra previsioni della domanda e domanda effettiva, il gettito statale netto per auto radiata ex articolo 29 è la differenza tra le imposte medie e il contributo erogato medio. Il saldo positivo totale per lo Stato ammonta, in lire 1998, a **5.983,770 miliardi di Lire** come risulta da

$$\begin{aligned} & \text{Ricavo netto dello Stato per l'incentivo (ai prezzi 1998)} = \\ & = \text{Ricavo 1998} + \text{Ricavo 1997} (1+i_{97}) = 2.488,400 + (3.418,470 * 1.0225) \end{aligned}$$

Nella tabella 4.2 sono riassunti i calcoli illustrati in precedenza.

Tabella 4.2 - Costi e ricavi netti dello Stato

Anno	1997	1998
IVA e tributi per unità (lire) (A)	4.620.000	4.789.200
Incentivo medio (lire) (B)	1.650.000	1.200.000
Ricavo netto per unità (C=A-B)	2.970.000	3.589.200
Auto radiate con incentivo (D)	1.150.999	693.299
di cui Auto vendute in più grazie agli incentivi ⁽¹⁾ (E)	703.697	628.592
Ricavo lordo da vendite incentivate (F=A*D)	5.317,615	3.320,350
di cui ricavo lordo aggiuntivo (G=A*E)	3.251,080	3.010,450
Costo totale per gli incentivi (H=B*D)	1.899,148	831,959
Ricavo netto da vendite incentivate (I=F-H= C*D)	3.418,470	2.488,400
di cui Ricavo netto aggiuntivo (L=G-H)	1.351,932	2.178,491

(1) ossia auto effettivamente immatricolate meno immatricolazioni attese (vedi figura 4.4)

La valutazione del maggior gettito fiscale è stata effettuata assumendo che la maggiore spesa per l'acquisto di autovetture nuove non abbia sostituito altre voci di spesa o il risparmio delle famiglie. In effetti i dati disponibili parrebbero escludere questa ipotesi e farebbero piuttosto pensare che all'aumento degli acquisti di vetture nuove abbia corrisposto una diminuzione degli acquisti di vetture usate. Infatti, nel 1999 il mercato dell'usato è cresciuto di quasi il 40% cioè, in valore assoluto, di un milione di unità. Tali potenzialità del mercato, che si sarebbero potute sviluppare nel biennio precedente, sono state posticipate a causa della preferenza attribuita all'acquisto incentivato di vetture nuove.

L'acquisto di vetture usate non procura alcun gettito IVA, ma comporta un incremento delle entrate attribuibile alle tasse per i passaggi di proprietà. Le considerazioni sull'effetto sostituzione non inficiano quindi la stima del maggior gettito IVA, ma indurrebbero a ridimensionare le stime dell'incremento del gettito derivante dai passaggi di proprietà.

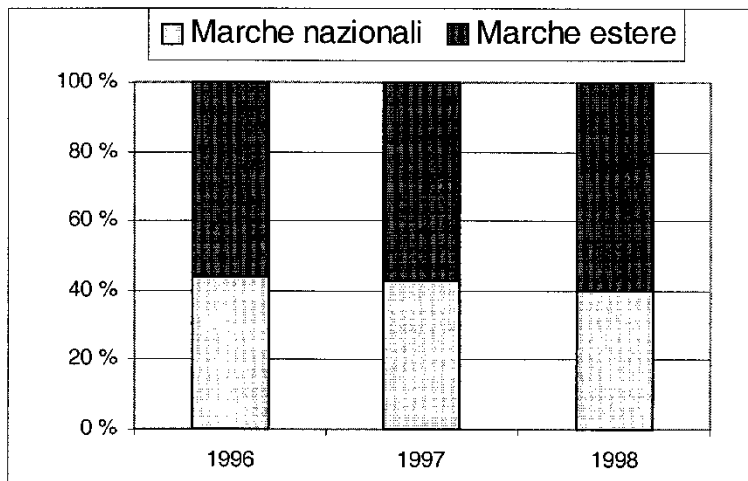
Lo studio, effettuato per l'ACI dalla Fondazione Caracciolo, propone un'analisi costi/benefici dell'intervento "incentivi alla rottamazione" nella quale, alle entrate fiscali

incamerate direttamente dallo Stato, si somma una valutazione dei benefici ambientali procurati dall'intervento. Secondo tale studio, il Valore Attuale Netto (VAN), valutato al tasso sociale di sconto del 4,5%, è 3.013,050 miliardi di lire '96. Le cifre presentate dallo studio della Fondazione Caracciolo differiscono sensibilmente da quelle riportate sopra. Nonostante tale discordanza, le due valutazioni sono concordi nel ritenere ampiamente positivo l'effetto economico – ambientale della misura in esame. La differente valutazione dei benefici netti tra i due studi proposti può essere attribuita al differente orizzonte temporale nell'arco del quale si contabilizzano costi e benefici dell'intervento e ai differenti tassi di sconto intertemporale utilizzati.

Un altro aspetto da non trascurare riguarda l'evoluzione delle quote di mercato delle diverse industrie automobilistiche che consente di verificare quali produttori hanno beneficiato dell'incentivo. Nel periodo di incentivazione, diciannove mesi complessivamente, sono state immatricolate oltre quattro milioni di auto, con un incremento rispetto al periodo precedente di oltre il 30%. Notiamo che le autovetture prodotte in Italia e ivi vendute, sono state pari al 41,63%, contro il 43,9% registrato nel 1996. Le autovetture di produzione estera sono viceversa state pari al 58,37%, contro il 56,1% del 1996. La crescita delle immatricolazioni ha significato un mercato ricco per tutte le case automobilistiche, visto che tutte o quasi hanno fatto registrare un deciso aumento delle immatricolazioni; ma ciò ha anche significato una riduzione percentuale nelle vendite di autovetture, prodotte nel nostro paese (figura 4.7). In generale la quota di auto nazionali sul totale è passata dal 43,9 del '96 al 42,8% del '97, diminuendo ulteriormente al 39,9% nel '98: la Fiat è passata dal 33,8 al 31,96%, l'Alfa Romeo dal 3,7 al 3,6%, la Lancia dal 6,3 al 6,05%.

Tutto questo significa che l'incentivo alla rottamazione ha favorito, come peraltro è successo in Francia e in Spagna, le autovetture di produzione estera. Studiando i dati relativi alla rottamazione realizzata in diversi paesi europei emerge che questa misura è stata realizzata solamente nei Paesi latini, (Spagna, Francia e Italia) e che, avendo favorito ogni volta le auto prodotte fuori del territorio nazionale, ha finito per facilitare i produttori tedeschi, che hanno ovunque aumentato le proprie quote di mercato, senza perderle nel territorio nazionale.

Figura 4.7 - Evoluzione delle quote di mercato del settore auto



Va precisato, ad onor del vero, che la tendenza è proseguita anche nel 1999, a intervento ormai concluso, quando la quota nazionale ha registrato una ulteriore flessione al 36,3%.

Operazioni di rottamazione incentivata sono state promosse e sostenute dal Governo anche per il parco agromeccanico che con i suoi motori, applicati a numerose categorie di prodotti meccanici, contribuisce sensibilmente al consumo di carburanti.

Maggiori dettagli su questo aspetto sono contenuti nel comunicato stampa del MiPAF che alleghiamo nel capitolo finale "La posizione delle Istituzioni".

Gli aspetti ambientali dell'incentivo alla rottamazione

L'incentivo alla rottamazione, influenzando la composizione del parco veicolare, segnatamente per quanto riguarda l'età e quindi il livello delle tecnologie motoristiche, ha pesato sulla evoluzione delle emissioni in atmosfera attribuibili al traffico autoveicolare. Riferendosi alle sole autovetture passeggeri⁴, il contributo alla riduzione delle emissioni attribuibile agli incentivi alla rottamazione è stato stimato in prima approssimazione in circa il 30% nel biennio 1996-1998.

In particolare per quanto riguarda gli ossidi di azoto (NO_x) le stime ammontano complessivamente a circa 567.000 tonnellate nel 1996 e passano nei due anni successivi rispettivamente a 528.000 e 500.000 tonnellate; delle 67.000 tonnellate in meno emesse nel 1998 rispetto al 1996 circa 20.000 sono attribuibili agli incentivi alla rottamazione. Per il monossido di carbonio (CO) le emissioni sono stimate in poco meno di 4,3 milioni di tonnellate per il 1996 riducendosi successivamente a 3 milioni 950 mila e 3 milioni 750.000. Il contributo dovuto agli incentivi è stimato pari a circa 165.000 tonnellate nel biennio. Una riduzione consistente si registra anche per i Composti Organici Volatili Non Metanici (COVNM) la cui riduzione complessiva nel biennio è pari a circa il 15% passando dalla stima di 738.000 tonnellate del '96 alle 660.000 del '97 e infine alle 625.000 tonnellate del 1998; gli incentivi hanno contribuito ad una riduzione delle emissioni di circa 34.000 tonnellate. Anche per il particolato fine (PM₁₀) si assiste ad una sostanziale diminuzione delle emissioni stimate, anzi per questa famiglia di sostanze si registra la migliore *performance* tra gli inquinanti considerati, fatta eccezione del piombo. Per il particolato fine l'abbattimento è di quasi il 18% nel biennio con una diminuzione di 2.600 tonnellate di cui circa 770 attribuiti agli incentivi. Infine, per il piombo la riduzione si avvicina, com'era prevedibile a circa il 30% passando dalle 1.250 tonnellate del 1996 alle 900 circa del '98 con un contributo stimato attribuibile alla rottamazione di circa 100 tonnellate.

Diversa è la situazione della CO₂ che, come è noto, dipende esclusivamente dai consumi. In questo caso gli incentivi alla rottamazione hanno provocato un aumento delle emissioni sia perché è aumentato il parco circolante sia perché c'è stato uno spostamento verso cilindrata più elevate.

L'incremento totale delle emissioni di CO₂ nel biennio considerato è stato stimato pari a 2.800.000 tonnellate di cui 850.000 dovute agli incentivi.

⁴ Restando, pertanto escluse le emissioni degli altri tipi di veicolo (commerciali leggeri e pesanti, ciclomotori e motocicli), i valori risultano differenti da quelli riportati nel Cap. 2.3.

CAPITOLO 5

Normativa di riferimento

Non c'è bisogno di argomenti sofisticati per spiegare che anche i motori più raffinati riducono fortemente la loro capacità di lavorare a basse emissioni se quello che bruciano non è combustibile ecologico, cioè finalizzato alle emissioni (G. Lamoni: L'auto ecologica dal progetto alla realtà)

Da oltre un secolo la propulsione dei veicoli è stata basata sull'impiego di motori a combustione interna sia ad accensione comandata che spontanea.

La combustione influenza le prestazioni e le emissioni dei motori.

La composizione e quantità delle emissioni dei motori degli autoveicoli dipende:

- dalle caratteristiche dei motori,
- dalle caratteristiche dei carburanti,
- dalle condizioni di esercizio.

Per poter confrontare le prestazioni, le emissioni e per essere sicuri del rispetto dei valori limiti prefissati, è necessario che tutti questi parametri siano definiti in un complesso di norme. Parametri importanti quale il comportamento di guida dell'automobilista sono necessariamente da tralasciare proprio perché non ancora riducibili a comportamenti standard e ripetibili.

Negli ultimi quarant'anni la qualità dei combustibili è stata soggetta a modifiche periodiche necessarie a soddisfare le esigenze che man mano si manifestavano:

- **motoristiche**, dovute allo sviluppo e al perfezionamento dei propulsori delle nuove generazioni, caratterizzati da una migliore efficienza e dall'impiego sempre crescente di materiali non metallici nella loro costruzione;
- **energetiche**, per una maggiore economia delle risorse, attraverso lo sviluppo di processi di trasformazione di prodotti meno pregiati e alla diversificazione delle fonti di energia;
- **ambientali**, poiché a partire dagli anni '60 ci si è resi conto che il traffico automobilistico contribuisce in modo significativo al degrado dell'ambiente (piogge acide, smog fotochimico, inquinamento dell'aria ed effetto serra).

Lo scaricarsi di responsabilità dell'inquinamento tra l'industria del petrolio e l'industria automobilistica trova la sua composizione per gli uni nel dover fare riferimento a regole certe sulla composizione dei carburanti e per gli altri nel progettare i motori in funzione di quei carburanti e di quei risultati attesi. Queste regole vengono fissate da Direttive comunitarie tenendo conto del progresso scientifico, della effettiva raggiungibilità degli obiettivi e infine, con un largo margine di tempo, per permettere all'industria di adeguare i propri programmi alle nuove necessità.

Infatti, l'adozione di nuove norme comporta un notevole sforzo economico da parte dell'industria della raffinazione, in termini di adeguamento e ristrutturazione degli impianti produttivi da effettuare in tempi relativamente brevi. I costi di investimento, necessari per rispettare le nuove specifiche dipendono dall'assetto attuale delle raffinerie, dalla natura dei "grezzi" disponibili e dal volume di combustibile che la produzione locale è in grado di assicurare per soddisfare le richieste di mercato.

I costruttori di autoveicoli, a loro volta, denunciano difficoltà di sviluppo delle nuove tecnologie necessarie per ridurre le emissioni inquinanti degli autoveicoli se i combustibili posti sul mercato non presentano determinati requisiti di qualità. In particolare, la mancanza di combustibili a basso impatto ambientale non consente l'applicazione su scala industriale di nuovi catalizzatori trifunzionali a rapida attivazione e lo sviluppo di catalizzatori deNOx per i motori diesel e per i motori *lean-burn*, la cui deattivazione è particolarmente sensibile alla quantità di zolfo contenuto nel combustibile. Questi aspetti sono stati posti in rilievo nel documento *World-Wide Fuel Charter*, pubblicato nel giugno 1998 dalle tre associazioni di costruttori nel mondo (AAMA, ALEA, JAMA).

D'altra parte, al fine di garantire la conformità con le norme di qualità dei combustibili, gli Stati membri debbono istituire sistemi di controllo basati su procedure comuni in materia di campionatura e prove, in quanto il controllo della qualità dei prodotti posti sul mercato esige l'adeguamento dei metodi di prova già esistenti o lo sviluppo di nuovi metodi (qualificazione delle procedure analitiche in termini di rapidità, economicità e precisione delle misure). Il caso più rilevante riguarda la determinazione del contenuto di zolfo nel gasolio e nella benzina. La riduzione di questo elemento nei combustibili richiede l'adeguamento dei metodi di prova sinora adottati nelle specifiche e nella pratica di laboratorio che non sono adatti a misurare livelli molto bassi di zolfo, oppure la loro sostituzione con metodi alternativi, valutati attraverso un'attenta analisi delle prestazioni.

Una ulteriore considerazione riguarda la possibilità che una limitata sperimentazione (nel tempo e nei mezzi) possa far incorrere in situazioni indesiderate non prevedibili *a priori*, quando si impiegano combustibili che hanno subito trattamenti specifici migliorativi in raffineria. Un caso esemplare è quello della diminuzione del potere lubrificante di alcuni

gasoli di recente produzione, come conseguenza del processo di idro-trattamento spinto che viene usato per ridurre il contenuto di zolfo e di aromatici a livelli molto bassi. La perdita di questa proprietà comporta conseguenze negative sulla durata in servizio delle pompe di iniezione di tipo rotativo, applicate sui motori delle auto, la cui lubrificazione è affidata al combustibile stesso. In questo caso è stato quindi necessario sviluppare in breve tempo un metodo di prova semplice, rapido e affidabile in termini di precisione, il metodo HFRR (*High Frequency Reciprocating Rig*), per valutare il potere lubrificante del combustibile diesel e stabilire un limite del parametro misurato da inserire nelle specifiche riportate nell'edizione aggiornata della norma EN 590.

5.1 Le ragioni dell'intervento comunitario ⁽¹⁾

La Comunità Europea per la definizione della normativa sui carburanti, ben prima dell'approccio ecologico, ha considerato gli aspetti legati alla necessità del mercato interno unico.

La disparità tra le disposizioni legislative o amministrative degli Stati membri sulle specifiche dei combustibili di tipo tradizionale e alternativo utilizzati nei veicoli con motore ad accensione comandata e motori ad accensione per compressione è stata vista come un ostacolo agli scambi nella Comunità che incide direttamente sull'instaurazione e sul funzionamento del mercato interno, nonché sulla competitività internazionale delle industrie europee dell'automobile e della raffinazione.

D'altra parte, le iniziative in materia di salute e di protezione dell'ambiente, anche queste mirate all'instaurazione e al funzionamento del mercato interno, si basano su uno standard elevato di protezione per i cittadini europei. La Comunità ha ritenuto di dover intervenire nel settore dei combustibili, poiché gli inquinanti atmosferici primari, quali gli ossidi di azoto, gli idrocarburi incombusti, il particolato, il monossido di carbonio, il benzene e gli altri gas che contribuiscono alla formazione di inquinanti secondari, come l'ozono, sono contenuti in quantità rilevanti nei gas di scarico e nelle emissioni per evaporazione dei veicoli a motore e costituiscono, direttamente o indirettamente, un rischio considerevole per la salute dell'uomo e per l'ambiente (vedi cap. 2.3).

Per conseguire una qualità dell'aria soddisfacente, nonostante il crescente inasprimento dei valori limite delle emissioni dei veicoli - previsto dall'insieme delle Direttive emesse per l'omologazione dei veicoli a motore che continuamente aggiornano al progresso tecnico le Direttive base 70/220 e 88/77 - sono necessarie ulteriori misure. Senza entrare in dettagli, le norme comunitarie per le emissioni inquinanti dei veicoli possono essere così raggruppate:

- norme che datano prima del 1988, chiamate EURO 0;
- norme divenute obbligatorie dall'ottobre 1993, EURO I;
- quelle che si applicano ai veicoli dall'ottobre 1996, EURO II;
- quelle in vigore dal gennaio 2000, EURO III;
- e, infine, quelle che entreranno in vigore dal 2006, EURO IV.

⁽¹⁾ Molte considerazioni sono tratte dalle premesse introduttive alla Direttiva 98/70/CE relativa alla qualità della benzina e del combustibile diesel e reca modificazione alla Direttiva 93/12/CEE; dalla Direttiva 98/70/CE del Parlamento europeo e del Consiglio del 13 ottobre 1998; dalla Gazzetta Ufficiale n. L 350 del 28.12.1998 PAG. 0058 - 0068.

Se si fa uguale a 100 l'indice di inquinamento dei veicoli EURO I, le emissioni inquinanti dei veicoli EURO 0 si pongono intorno a 180 e quelle dei veicoli EURO II intorno a 70 (vedi cap. 5.4).

Ma anche questi provvedimenti non si ritengono sufficienti e pertanto ne sono necessari altri, che però non potranno forse più riguardare il veicolo, ma altre componenti della motorizzazione, dei trasporti e del traffico.

Tra le misure previste per ridurre l'inquinamento atmosferico figurano gli interventi per il miglioramento della qualità dei carburanti.

La necessità di ridurre le emissioni dei veicoli e la disponibilità delle tecnologie di raffinazione adeguate giustificano la fissazione di specifiche ecologiche della benzina senza piombo e del combustibile diesel. Si potrà così cogliere l'opportunità che dei due tipi di combustibile attualmente commercializzati (diesel e benzina), quelli di qualità migliore sostituiscano quelli di qualità inferiore; per questa sostituzione è stata fissata la data del 2005.

La base scientifica, tecnica e economica per raccomandare l'introduzione, a livello comunitario, di nuove specifiche ecologiche per la benzina e il combustibile diesel, che già era stato oggetto di normazione da parte della Comunità, è fornita dai risultati del programma europeo EPEFE, svolto nell'ambito del progetto «Auto/Oil», espressamente dedicato alla strategia per il controllo delle emissioni atmosferiche provocate dai trasporti stradali e alla valutazione delle conseguenze del miglioramento della qualità dei combustibili per autotrazione sulla riduzione dell'inquinamento atmosferico. Il programma EPEFE: *European Programme for Emissions Fuel and Engines technologies*, iniziato nel luglio del 1993 e concluso nell'aprile del 1995, era stato formalizzato dopo aver sentito i rappresentanti di ACEA (Associazione dei Costruttori Europei di Automobili) e di EUROPIA (Associazione Europea delle Industrie del Petrolio) perché:

- definissero concordemente i requisiti della qualità dell'aria;
- determinassero i costi degli investimenti necessari per raggiungere gli obiettivi prefissati;
- valutassero il potenziale delle tecnologie mature per una motorizzazione veicolare a basso inquinamento;
- stabilissero le migliori e più rappresentative procedure di prova;
- e, soprattutto, indicassero gli standard di miglioramento della qualità dei carburanti in relazione alle emissioni inquinanti, al consumo e all'emissione di CO₂.

Le date per l'entrata in vigore dei provvedimenti (il 1° gennaio del 2000 per una prima fase e il 2005 per una seconda) furono fissate fin dal 1994 per consentire all'industria petrolifera di realizzare gli investimenti necessari all'adattamento dei propri piani di produzione rispondenti alle nuove specifiche.

Influenza delle caratteristiche dei carburanti sulle emissioni dei veicoli							
<i>Queste tabelle sono tratte da: Francesco Avella - Stazione Sperimentale per i combustibili - Qualità dei combustibili per autotrazione.</i>							
Influenza delle caratteristiche della benzina sulle emissioni delle autovetture prive di catalizzatore							
	Riducendo il contenuto di aromatici	Aumentando il livello di ossigenati	Riducendo il contenuto di olefine	Riducendo il contenuto di zolfo	Abbassando la temperat. T90	Aumentando l'evaporato E100	Riducendo la tensione di vapore
CO	↓ / 0	↓	↓ / 0	0	↓ / 0	?	0
HC	↓	↓	↑	0	↓ / 0	↓ / 0	?
NOx	↓	↓ / 0 / ↑	↓	0	0 / ↑	?	?
benzene	↓	0	?	0	↓	0	?
1,3-butadiene	↑	↓ / 0	↓	0	↓	0	?
aldeidi	↑	↑	↑	0	↓ / ↑	0	?
emiss.evap.	↓	0 / ↑	↓ / 0 ↑	0	↑	0	↓
Influenza delle caratteristiche della benzina sulle emissioni delle autovetture dotate di catalizzatore							
	Riducendo il contenuto di aromatici	Aumentando il livello di ossigenati	Riducendo il contenuto di olefine	Riducendo il contenuto di zolfo	Abbassando la temperat. T90	Aumentando l'evaporato E100	Riducendo la tensione di vapore
CO	↓	↓	0	↓	0	0	↓ / 0
HC	↓	↓	↑	↓	↓	↓	↓
NOx	↓ / ↑	↓ / 0 / ↑	↓	↓	0 / ↑	↑	0
Benzene	↓	↓	0	↓	↓	↓	↓ / 0
1,3-butadiene	0 / ↑	↓ / 0	↓	0	↓	0	0
Aldeidi	0 / ↑	↑	0	0	↓ / ↑	?	0 / ↑
Emiss.evap.	↓	0 / ↑	↓ / 0	0	0 / ↑	0	↓ / 0
Influenza delle caratteristiche del gasolio sulle emissioni degli autoveicoli diesel							
	Incrementando il numero di cetano	Riducendo il contenuto di aromatici	Riducendo il Contenuto di Zolfo	Riducendo la Densità	Riducendo l'intervallo di distillazione		
CO	↓	↓ / 0	?	↓ / ↑	0 / ↑		
HC	↓	↓ / ↑	?	↓ / ↑	↓ / 0		
NOx	↓ / 0	↓ / 0	?	↓ / ↑	↓ / ↑		
Particolato	↓ / 0 / ↑	↓	↓	↓	↓ / ↑		
SO ₂	?	?	↓	?	?		
<p>Legenda: ↓ decremento dell'emissione 0 nessuna influenza sull'emissione ↑ incremento dell'emissione ↓ / 0 / ↑ influenza dipendente dalla sperimentazione svolta ? influenza incerta sull'emissione</p>							

Per concludere, l'attuazione di una combinazione di misure adottate a livello europeo miranti a ridurre le emissioni dei veicoli fa parte della strategia globale della Commissione per ridurre in modo equilibrato, efficace e rispondente a criteri di costo/benefici, le emissioni nell'atmosfera.

L'introduzione di specifiche ecologiche per la benzina e il combustibile diesel costituisce un elemento importante del pacchetto di misure.

La promozione dei nuovi carburanti ecologici

L'introduzione sul mercato di nuovi carburanti avviene attraverso regole impositive, obbligatorie e mediante la leva fiscale.

La Direttiva 92/81, del 19 ottobre 1992, relativa all'armonizzazione delle strutture del prezzo degli oli minerali (GU L 96 del 3.4.1985, pag. 25). Direttiva modificata da ultimo dall'atto di adesione del 1994, permette agli Stati membri di applicare accise preferenziali per incoraggiare l'introduzione di tipi di carburante più avanzati in linea con le priorità, le capacità e le esigenze nazionali, e per penalizzare i tipi di carburante a più alta emissione di CO₂ (incentivi per la benzina verde e applicazione della *carbon tax*).

Evoluzione della qualità dei combustibili per l'autotrazione

Negli ultimi decenni si sono raggiunte tappe fondamentali per armonizzare in modo ottimale la qualità del combustibile e le prestazioni del motore. Infatti, il comportamento del veicolo, inteso come guidabilità (*driveability*), efficienza, durata e impatto ambientale, dipende dalla perfetta adattabilità del combustibile al motore. Per raggiungere questo scopo, è stato necessario assicurare anche una qualità uniforme delle benzine e del gasolio posti sul mercato, attraverso la definizione di standard di qualità. Questi sono espressi come valori massimi e/o minimi di quelle proprietà dei combustibili che risultano rilevanti per la loro stabilità nello stoccaggio e per il corretto impiego nei motori.

Prima degli anni '90, i paesi dell'Europa Comunitaria avevano adottato propri standard di qualità per la benzina e per il gasolio. In Italia tali standard di qualità erano stati definiti dalla CUNA (Commissione Tecnica di Unificazione nell'Autoveicolo, ente federato dell'UNI), tramite accordo tra le Compagnie petrolifere e l'Industria automobilistica nazionale, e presentati sotto forma di tabelle (tabelle 5.1 e 5.2) contenenti le specifiche nazionali dei combustibili per autotrazione: benzina super, benzina normale e gasolio.

Tabella 5.1 - Standard CUNA per le benzine per autotrazione

PARAMETRO	BENZINA NORMALE	BENZINA SUPER
	NC 620-01 Anno 1956 circa	NC 623-01 Anno 1956 circa
Peso specifico	0,705 / 0,750	0,705 / 0,750
PbEt4 (ml / l)	0,5 max	0,6 max
N.O. Research	-	86
N.O. Motor	70 / 72	-
Tens. di vapore (Reid) kg/cm ² a 38°C	0,7 max	0,7 max
Zolfo %	0,20 max	0,20 max
Gomme (mg/100 ml)	10 max	10 max

Tabella 5.2 - Standard CUNA per i combustibili per motori diesel

Prescrizioni CUNA NC 630-01 - Anno 1956 circa	
Peso specifico	0,815 – 0,845
Indice diesel	50 min
N. Cetano	47 min
Punto di infiammabilità	45° C min
Punto di gocciolamento	-6° C max
Viscosità stokes	3,9 a 20° C
Zolfo %	1,25 max

Alla fine degli anni '80 il consolidamento del Mercato Comune ha spinto l'Unione Europea a dare mandato al CEN (Comitato Europeo di Normazione) e in particolare al TC19 (*Technical Committee*) di sviluppare e definire le specifiche per la benzina senza piombo (eurosUPER), per il gasolio e per il GPL. Queste sono state adottate e rese obbligatorie per ogni Stato membro a partire dal 1993, in modo da uniformare la qualità dei combustibili venduti sull'intero territorio europeo.

Le nuove specifiche, riportate nelle norme EN 228 e EN 590 rispettivamente per la benzina senza piombo e per il gasolio, fissano i requisiti minimi di qualità dei combustibili per autotrazione e i relativi metodi di prova.

Le grandezze delle specifiche più rilevanti riguardano il livello ottanico, i contenuti limite di benzene e di zolfo e la volatilità.

Per la benzina sono state considerate otto classi distinte di volatilità per tener conto delle differenze climatiche tra i paesi del Nord Europa e quelle dei paesi dell'area mediterranea. Per la stessa ragione, le specifiche del gasolio europeo considerano le caratteristiche a freddo e la volatilità.

Attualmente in Italia sono prodotti e distribuiti due tipi di benzina: la super, contenente piombo-alcili, e la benzina senza piombo. Per entrambe si distinguono tre classi di volatilità, per tener conto della variabilità stagionale della temperatura ambiente. Mentre i requisiti di qualità della benzina super, che è destinata a scomparire nei prossimi anni dal mercato nazionale, si fa riferimento alla norma CUNA NC 623-01 (1989), quelli della benzina senza piombo sono basati sulla norma europea EN 228 ed. 1993, aggiornata con i valori della Direttiva 98/70/CE del 13.10.98.

La prima apparizione della benzina senza piombo in Italia è avvenuta agli inizi degli anni '90, allorché la Direttiva 85/210/CEE consentì ai paesi dell'Unione Europea di porre sul mercato una benzina "unleaded", a livello ottanico 95 RON, con lo scopo di favorire l'applicazione dei dispositivi catalitici sulle autovetture di nuovo modello.

La stessa Direttiva imponeva un limite massimo di contenuto di piombo pari a 0,013 g/l nella benzina senza piombo, mentre lasciava libera iniziativa ai singoli paesi di stabilire la data più opportuna per ridurre il livello di piombo a valori non superiori a 0,15 g/l nella benzina con piombo immessa nel proprio mercato interno.

Inoltre, la Direttiva indicava anche che l'eliminazione del piombo della benzina non doveva comportare un incremento delle sostanze inquinanti nello scarico degli autoveicoli

e prendeva in considerazione l'imposizione di un limite massimo del contenuto di benzene pari a 5% in volume.

In Italia il livello medio di benzene in tutta la produzione nazionale di benzina (super e senza piombo) è stato sempre mantenuto a livelli piuttosto bassi rispetto a quelli degli altri paesi dell'Unione. A partire dal 1993 il contenuto di questa sostanza nella benzina è stato limitato a 3% in volume su iniziativa delle Compagnie petrolifere, in accordo col Ministero dell'Ambiente. Due anni più tardi, grazie all'evoluzione impiantistica progredita in breve tempo, alcune Compagnie erano state in grado di immettere nella rete distributiva di otto grandi città benzine con contenuto di benzene medio inferiore a 1,8% in volume.

Dal 1 luglio 1998 il livello massimo ammesso di benzene è stato abbassato a 1,4% in volume in tutti i tipi di benzina prodotti e distribuiti in Italia, mentre dal 1 luglio 1998 è stato ulteriormente ridotto all'1% in volume (Legge 413/98), in notevole anticipo rispetto all'entrata in vigore delle nuove specifiche europee (1 gennaio 2000).

Un ulteriore inasprimento del limite sul contenuto di benzene, secondo i modelli di qualità dell'aria recentemente sviluppati, risulterebbe inutile poiché i benefici che si otterrebbero sarebbero di scarsa entità se paragonati ai costi elevati per raggiungere lo scopo.

Il contenuto dei composti ossigenati aggiunti alla benzina è regolato dalla Direttiva 85/536/CEE, che ne specifica il tipo e la concentrazione massima ammessa. Le specie considerate sono alcoli, eteri con cinque o più atomi di carbonio o miscele di sostanze organiche specificate. In Italia quasi tutta la benzina prodotta, sia super che senza piombo, contiene quantità non superiori al 15% in volume di MTBE, di ETBE o di entrambe le specie. Non si utilizzano alcoli.

Prima del 1993 la qualità del gasolio per autotrazione distribuito nel nostro paese era riferita alla norma CUNA NC 630-01 (1993); dopo tale data sono state adottate le specifiche riportate nella norma europea EN 590 (1993), aggiornata con i valori della Direttiva 98 / del 13.10.'98.

Tra le caratteristiche normalizzate del combustibile diesel, il contenuto di zolfo è stata quella che ha subito nel corso degli anni la maggiore restrizione per problemi legati all'ambiente. Come per la benzina, sulla base degli accordi stabiliti tra alcune Compagnie petrolifere e il Ministero dell'Ambiente, nel 1993 il limite del contenuto massimo di zolfo nel gasolio distribuito alla pompa nelle otto più grandi città era stato fissato a 2000 ppm (parti per milione), in anticipo rispetto alla data di entrata in vigore della norma europea. Successivamente, il limite è stato abbassato a 500 ppm in tutta la produzione nazionale, con circa un anno di anticipo (dicembre 1995) rispetto alla data di entrata in vigore della norma EN 590.

La revisione delle norme EN 228 e EN 590, in vigore dal 1 gennaio 2000, tiene conto dei risultati conseguiti nel programma EPEFE. L'edizione aggiornata della norma EN 228 prescrive limiti sulla composizione (classi di idrocarburi) della benzina senza piombo, oltre che un inasprimento del limite sulla volatilità (tensione di vapore e curva di distillazione), sul contenuto di idrocarburi aromatici e su quello di zolfo, e un incremento del contenuto massimo di ossigeno. Analogamente nella nuova edizione della norma EN 590 sono fissati limiti più ristretti sul contenuto di zolfo, sulla distillazione, sulla densità, sul numero di cetano e sul contenuto di idrocarburi poliaromatici nel gasolio.

Con l'adozione delle nuove specifiche, che comportano modifiche sostanziali ai parametri composizionali e fisici della benzina senza piombo e del gasolio (del 2000), si prevede, secondo i risultati del programma sperimentale EPEFE, una riduzione sensibile delle principali emissioni inquinanti degli autoveicoli.

Per il 2005 è prevista un'ulteriore restrizione dei limiti di specifica dei combustibili per l'autotrazione, in particolar modo quelli relativi al contenuto di zolfo e al contenuto di idrocarburi olefinici e aromatici e a quello degli idrocarburi poliaromatici, rispettivamente nella benzina e nel gasolio (tabelle 5.3 e 5.4).

Tabella 5.3 - Evoluzione delle specifiche di rilevanza sull'impatto ambientale delle benzine distribuite in Italia

Parametro	Misura	Livello	benzina con Pb	benzina senza piombo				
			CUNA	CUNA	EN228			
			NC 623-01	NC 623-02	1993	2000		
Tens.Vap.R eid	kPa	min - max	40 - 74 (^)	40 - 74 (^)	35 - 70 (^)	35 - 60 (^)		
E100	% VOL	min - max	30 - 70 (^)	30- 70 (^)	40 - 65 (^)	- 46 (^)		
E150	% VOL	max	-	-	-	- 75 (^)		
E180	% VOL	min	85	85	85	-		
Olefine	% VOL	max	-	-	-	14,0 (18,0)	14,0	
Aromatici	% VOL	max	-	-	-	35,0 (42,0)	30,0	
Benzene	% VOL	max	5,0	5,0	5,0	1,0 (2,0)		
Ossigeno	% m	max	-	-	2,5 (°)	2,7 (2,3)		
Zolfo	mg/kg	max	2000	1000	500	150 (200)	30 (50)	
Piombo	g / 1	max	0,30	0,013	0,013	0,005		

(^) tipo estivo (°) Dir. 85/536/CEE

Nota: i valori in parentesi si riferiscono della Direttiva CE

Tabella 5.4 - Evoluzione delle specifiche di rilevanza sull'impatto ambientale del combustibile diesel distribuito in Italia

Parametro	Livello	CUNA	EN 590		
		NC 630-01	1993	2000	2005
Numero di cetano	min	47	49	51	58
Densità (kg/l)	min - max	0,805 – 0,865	0,820 – 0,860	0,820 – 0,845	0,825
IPA (% volume)	max	-	-	11	1
Volatilità (T95a °C)	max	-	370	360	340
Zolfo mg/kg	max	3000	2000	200 (350)	50

Nota: i valori in parentesi si riferiscono alla Direttiva CE

Nella tabella 5.5 è riportata la variazione percentuale delle emissioni degli autoveicoli ottenibile attraverso le modifiche apportate alle caratteristiche chimico-fisiche dei combustibili e riportate nell'edizione del 2000 delle norme EN 228 e EN 590.

Tabella 5.5 – Variazione percentuale delle emissioni conseguente all'applicazione delle norme EN 228 e 590

Inquinante	benzina	combustibile diesel
		veicoli LD - veicoli HD
CO	- 8,89	- 10,60 - 0,39
COV	- 8,44	- 10,68 - 2,20
NOx	- 7,12	- 0,53 - 2,15
Benzene	- 20,7	- -
Particolato	-	- 9,95 - 3,22

La limitazione della benzina rossa

L'Unione Europea ha ritenuto opportuno limitare rigorosamente la vendita di benzina contenente piombo. La limitazione della benzina rossa è stata determinata dal fatto che l'inquinamento atmosferico da piombo, provocato dalla combustione delle benzine che lo contengono, costituisce un rischio per la salute dell'uomo e per l'ambiente (vedi cap. 2.3); e dalla considerazione che entro il 2000 tutti gli autoveicoli a benzina saranno virtualmente in grado di funzionare con benzina senza piombo.

Il divieto di commercializzare le benzine con piombo si accompagna alla emanazione di specifiche ecologiche per la commercializzazione delle benzine che non lo contengono nonché del combustibile diesel. Specifiche *ad hoc* riguardano da un lato la necessità di ridurre le emissioni dei veicoli, dall'altro le tecnologie di raffinazione necessarie per produrre questi carburanti.

Sulla base di una valutazione globale, la Commissione ha elaborato anche le specifiche obbligatorie per la benzina e per i combustibili diesel che entreranno in vigore dal 1 gennaio 2005.

Alla luce del progresso tecnico e scientifico possono essere sviluppati nuovi metodi di misura delle caratteristiche dei carburanti; in questo caso potranno essere adottate disposizioni per adeguare l'ultima direttiva al progresso tecnico.

L'introduzione di queste nuove specifiche, ha comportato la revisione delle norme precedenti. Di conseguenza sono state abrogate dal 1 gennaio 2000;

- la Direttiva 85/210/CEE, del 20 marzo 1985, riguardante il tenore di piombo nella benzina;
- la Direttiva 85/536/CEE, del 5 dicembre 1985, sul risparmio di greggio mediante l'impiego di componenti di carburanti di sostituzione;
- la Direttiva 87/441/CEE;
- nonché la parte della Direttiva 93/12/CEE, del 23 marzo 1993, relativa al tenore di zolfo di alcuni combustibili liquidi.

5.2 Le Direttive base sulle caratteristiche ambientali dei carburanti

Il 13 ottobre 1998 l'Unione Europea emette due Direttive generali: la Direttiva 98/69 e la 98/70 che vanno in applicazione contemporaneamente.

La Direttiva 98/69, riguarda tutte le misure da adottare contro l'inquinamento atmosferico dei veicoli a motore e si riferisce non ai carburanti ma ai mezzi stessi, che debbono essere messi in condizione di utilizzare benzine più "pulite". Per gli interventi sui veicoli è previsto l'impiego di parti di ricambio particolari, che quindi dovranno essere omologate con tempi che vanno di pari passo con quelli previsti per la cessazione dei carburanti contenenti piombo.

La Direttiva 98/70, riguarda i carburanti da utilizzare nei veicoli con motore ad accensione comandata e motore diesel, stabilendone, per ragioni di tutela della salute e dell'ambiente, le specifiche tecniche relative. Questa Direttiva modifica una precedente del 1970, che già aveva affrontato il problema dell'inquinamento atmosferico prodotto dai gas di combustione e quindi la qualità delle benzine e dei combustibili diesel.

La Direttiva 98/69

Questa Direttiva è relativa alle misure da adottare contro l'inquinamento atmosferico da emissioni dei veicoli a motore e modifica la Direttiva 70/220, è una Direttiva che riguarda direttamente le sorgenti inquinanti e quindi relativa all'omologazione dei veicoli.

La Direttiva 70/220/CEE del Consiglio fissa i valori limite per le emissioni di ossido di carbonio e di idrocarburi incombusti prodotti dai motori dei suddetti veicoli. Tali valori limite sono stati ridotti una prima volta dalla Direttiva 74/290/CEE del Consiglio e integrati, conformemente alla Direttiva 77/102/CEE della Commissione, con i valori limite per le emissioni ammissibili di ossidi di azoto. I valori limite per questi tre tipi di inquinanti sono stati successivamente ridotti dalle Direttive 78/665/CEE della Commissione, 83/351/CEE e 88/76/CEE del Consiglio. Successivamente la Direttiva 88/436/CEE del

Consiglio ha introdotto valori limite per le emissioni di particelle inquinanti prodotte dai motori diesel. La Direttiva 89/458/CEE ha prescritto norme più severe per le emissioni di gas inquinanti dei veicoli a motore di cilindrata inferiore a 1400 cc e poi queste norme sono state estesa a tutte le autovetture indipendentemente dalla loro cilindrata. La Direttiva 91/441/CEE del Consiglio ha introdotto prescrizioni relative alle emissioni di vapori, nonché norme più severe sul particolato prodotto dai veicoli muniti di motori diesel. La Direttiva 94/12/CE del Parlamento europeo e del Consiglio ha introdotto valori limite più restrittivi per tutti gli inquinanti, un nuovo metodo di controllo della conformità della produzione, ed esteso le norme restrittive anche ai veicoli che finora avevano beneficiato di norme meno severe, quali le autovetture destinate a trasportare più di sei occupanti o aventi un peso massimo superiore a 2.500 kg, i veicoli commerciali leggeri e i fuoristrada.

In particolare, la Direttiva 98/69, introduce nuove disposizioni sui sistemi diagnostici di bordo (OBD) al fine di consentire un'individuazione immediata di un guasto dei dispositivi antinquinamento dei veicoli e registrerà la distanza percorsa dal momento in cui il guasto si è manifestato. In questo modo l'OBD permetterà di migliorare in modo significativo il mantenimento delle caratteristiche iniziali delle emissioni nei veicoli in circolazione mediante controlli periodici o da effettuare sulla strada. Purtroppo i sistemi OBD per i diesel si trovano in una fase meno avanzata che per i motori a benzina e non potranno essere montati su questi veicoli prima del 2005. L'installazione di un sistema di misurazione di bordo (OBM) permetterà di individuare eventuali disfunzioni degli impianti di abbattimento delle emissioni attraverso la misurazione dei singoli componenti delle sostanze tossiche emesse per far sì che il proprietario del veicolo, in caso di malfunzionamento, possa intervenire tempestivamente.

Infine questa Direttiva, per adeguare il comportamento dei dispositivi antinquinamento dei veicoli con motore ad accensione comandata alle condizioni reali della prassi corrente introduce un nuovo test per la misurazione delle emissioni a basse temperature.

La Direttiva 98/70 è la Direttiva che mette fuorilegge la benzina rossa

Questa Direttiva è stata la causa del contrasto fra Italia (e non solo) e Unione europea sulla eliminazione dal mercato, e quindi dalle strade, di tutti i mezzi che ancora viaggiano utilizzando la benzina super dal 1 gennaio 2000. L'Italia, che possiede tuttora un ingentissimo parco auto non catalizzato (senza considerare moto e motorini), ha chiesto una proroga di tre anni. Spagna e Grecia, che in fatto di numeri stanno meglio, ma in percentuale sono in una situazione semidisastrosa, hanno chiesto una proroga di cinque anni. E una proroga hanno chiesto anche Francia e Portogallo per i territori d'Oltremare.

Proprio in considerazione delle difficoltà per molti Paesi membri di attuare una norma così ultimativa, la Direttiva prevedeva che uno Stato, se ne avesse fatto richiesta entro il 31 giugno 1999, potesse ottenere una proroga, riguardo all'uso della super, fino e non oltre al 1 gennaio 2005, nel caso che "il provvedimento provochi gravi difficoltà socio-economiche", e una proroga fino al 1 gennaio 2003 (con domanda entro il 30 agosto 1999) per quelle benzine senza piombo non conformi alle specifiche. Il motivo, in quest'ultimo caso, è la difficoltà ad uniformare i propri impianti produttivi entro il 1 gennaio 2000.

Per la benzina (tabella 5.3)

- a) Gli Stati membri provvedono affinché dal 1 gennaio 2000 sul loro territorio venga commercializzata soltanto la benzina senza piombo conforme alle specifiche ecologiche di cui all'allegato I⁽²⁾.
- b) A decorrere dal 1 gennaio 2005, può essere commercializzata soltanto la benzina senza piombo conforme alle specifiche ecologiche di cui all'allegato III.
- c) Il tenore di piombo della benzina contenente piombo non può essere superiore a 0,15 g/l e il tenore di benzene deve essere conforme alle specifiche contenute nell'allegato I.
- d) Gli altri valori delle specifiche possono restare invariati rispetto alla situazione attuale.

Si potrà permettere la commercializzazione, fino ad un massimo dello 0,5 % delle vendite totali, di piccole quantità di benzina contenente piombo destinata ad essere utilizzata da vecchi veicoli tipici e ad essere distribuita attraverso gruppi di interessi particolari.

Per il combustibile diesel (tabella 5.4)

- a) Gli Stati membri provvedono affinché, a decorrere dal 1 gennaio 2000, sul loro territorio venga commercializzato soltanto il combustibile diesel conforme alle specifiche ecologiche di cui all'allegato II.
- b) A decorrere dal 1 gennaio 2005, può essere commercializzato soltanto il combustibile diesel conforme alle specifiche ecologiche di cui all'allegato IV.
- c) A uno Stato membro può essere consentita, fino al 1 gennaio 2003, la commercializzazione sul proprio territorio di combustibile diesel con un certo tenore di zolfo, ma non superiore all'attuale tenore, qualora possa dimostrare gravi difficoltà delle proprie industrie a effettuare le modifiche necessarie ai propri stabilimenti di produzione.

Libera circolazione e commercializzazione dei combustibili

Gli Stati membri non possono vietare, limitare o impedire l'immissione nel mercato di combustibili conformi alle prescrizioni delle Direttive in vigore.

Possono però esigere che in determinate zone i combustibili destinati a tutto il parco veicoli o a parte di esso possano essere commercializzati soltanto se si conformano a specifiche ecologiche più severe di quelle previste nella Direttiva in vigore, al fine di tutelare, in uno Stato membro, la salute della popolazione in determinati agglomerati o l'ambiente in determinate zone critiche sotto il profilo ecologico, nel caso in cui l'inquinamento atmosferico costituisca, o possa presumibilmente costituire, un problema serio e ricorrente per la salute umana o per l'ambiente.

² Si fa riferimento agli allegati alla Direttiva di cui trattasi che nel presente documento, per ragione di spazio, non alleghiamo.

La Direttiva fissa specifiche ecologiche oltre che per le benzine e i gasoli, anche per altri tipi di combustibili, quali il gas di petrolio liquefatto, il gas naturale e i biocarburanti; dal momento che esiste un parco di veicoli specializzati (autobus, taxi, veicoli commerciali, ecc.) largamente responsabile dell'inquinamento urbano e che potrebbe portare benefici sensibili all'ambiente qualora utilizzasse carburanti diversi e dalle specifiche definite.

Qualora, in seguito ad avvenimenti eccezionali, un repentino cambiamento nell'approvvigionamento di oli greggi o di prodotti petroliferi rendesse difficile per le raffinerie di uno Stato membro il rispetto delle specifiche tecniche, la Commissione può autorizzare l'applicazione di valori limite più elevati per uno o più componenti dei combustibili e per un periodo non superiore a sei mesi.

Procedura di revisione

Parte integrante della strategia destinata a produrre effetti che consentano di soddisfare, al minor costo, i requisiti delle norme comunitarie di qualità dell'aria e dei corrispondenti obiettivi, sono le proposte di revisione da adottare in conformità all'art.3 della Direttiva 98/69/CE. Le proposte di revisione dovranno contenere specifiche ecologiche che integrino le specifiche obbligatorie della benzina e dei combustibili diesel sulla base, della conoscenza via via acquisita in ordine alla qualità dell'aria, al funzionamento efficiente delle nuove tecnologie di riduzione dell'inquinamento ed agli sviluppi che incidano sul mercato internazionale dei combustibili.

Anche i metodi di misura dei carburanti possono eventualmente essere modificati perché siano adeguati al progresso tecnico, purchè tale adeguamento non comporti modifiche, dirette o indirette, dei valori limite stabiliti, ovvero modifiche delle date di decorrenza della loro applicazione.

Omologazione dei veicoli a motore

Nel quadro del suo programma generale di eliminazione degli ostacoli tecnici agli scambi, definito nel 1969, la Comunità si è sforzata di introdurre una procedura completa di omologazione per gli autoveicoli da turismo. Detta procedura è stata oggetto dal 1970 di varie direttive che fissano le modalità amministrative per l'omologazione delle autovetture, degli autobus e degli autocarri, nonché per l'omologazione dei loro componenti.

La Direttiva 70/156/CEE stabilisce inoltre l'elenco degli elementi e delle caratteristiche di detti veicoli che sono o saranno oggetto di direttive particolari che propongono un'armonizzazione opzionale dei requisiti tecnici loro applicabili.

L'introduzione di una procedura di omologazione comunitaria del tipo di veicolo è pertanto fondamentale e torna a vantaggio sia dei costruttori sia dei consumatori in quanto semplifica l'omologazione per tipo, consente il rilascio di un certificato di conformità riconosciuto in tutti gli Stati membri e contribuisce all'eliminazione degli ostacoli all'immatricolazione dei veicoli. A decorrere dal 1° gennaio 1993 infatti qualsiasi costruttore, stabilito o meno nella Comunità, può vendere in qualsiasi Stato membro un tipo di veicolo che sia conforme alle 45 direttive tecniche. A decorrere dal 1° gennaio 1996, i veicoli nuovi acquistati nella Comunità possono essere immatricolati nello Stato membro di residenza dell'acquirente dato che, per definizione, il veicolo rispetta le norme comunitarie. I veicoli che beneficiano dell'omologazione CE prima di tale data possono essere immatricolati nell'intera Comunità.

Questo stesso approccio è stato scelto nel 1992 dalla Comunità per giungere all'armonizzazione completa della regolamentazione tecnica applicabile ai veicoli a motore a due o tre ruote. La Direttiva quadro che si applica a questi veicoli comprende, a sua volta, quarantasette caratteristiche tecniche obbligatorie.

Nell'ambito della tutela ambientale, sono stati stabiliti dei valori limite per le emissioni dei gas inquinanti prodotti dai veicoli a motore; questi valori sono regolarmente ridotti e adeguati al progresso tecnico.

5.3 L'evoluzione della normativa sulle emissioni ^(a)

Le normative vigenti relative alle emissioni dei veicoli equipaggiati con motori a combustione interna prevedono limitazioni per quattro tipi di inquinanti:

CO	monossido di carbonio
HC	idrocarburi incombusti
NO _x	ossidi di azoto
PM	materiale particolato

Tali normative prescrivono limiti alle quantità in massa dei singoli inquinanti emessi dagli scarichi degli autoveicoli durante cicli dinamici di funzionamento codificati su opportuni banchi dinamometrici del tipo a rulli per prove sull'intero veicolo, in genere di tipo leggero, e cicli dinamici o in regime stazionario per i soli motori, nel caso di veicoli pesanti.

In Europa i veicoli vengono suddivisi in veicoli il cui peso complessivo è superiore alle 3,5 tonnellate (veicoli pesanti e autobus urbani ed extraurbani) ed in veicoli il cui peso complessivo è inferiore a questo valore fino ad un limite minimo di 400 kg (veicoli passeggeri e veicoli commerciali leggeri). Per ciascuna di queste due categorie esistono normative specifiche.

Per i veicoli con peso complessivo inferiore alle 3,5 tonnellate la procedura di prova (Regolamento ECE-15) prevede la effettuazione al banco a rulli di un ciclo di funzionamento rappresentativo di un percorso urbano (ciclo UDC: *Urban Driving Cycle*). Il ciclo è costituito da un modulo base che impone la velocità di avanzamento del veicolo in km/h in funzione del tempo e i rapporti al cambio da impiegare lungo il percorso. Durante il ciclo la velocità massima prevista è di 50 km/h, mentre la velocità media è pari 19 km/h. Il ciclo completo è formato dalla successione di quattro moduli per un tempo complessivo di 780 secondi e 4,052 km percorsi. Il ciclo deve essere effettuato con partenza "da freddo" nel senso che prima di effettuare la prova il veicolo deve essere termostato ad una temperatura compresa tra i 20 ed i 30°C, avviato e lasciato al minimo per un tempo non superiore ai 40 secondi prima di iniziare le misure.

Sulla base del ciclo di prova ECE-UDC fu varata, nel 1971, la Direttiva 70/220/CEE che rappresenta la prima normativa europea sulle emissioni dei veicoli equipaggiati con motori a combustione interna. A questa prima normativa ne seguirono altre sotto forma di emendamenti al regolamento ECE-15 che stabilirono limiti alle emissioni via via più stringenti. Le date di entrata in vigore delle varie normative europee unitamente alle date del loro recepimento in Italia sono riportate in tabella 5.6.

³ Paragrafo tratto da M.Gambino, M.Migliacci: "Carburanti alternativi per l'autotrazione" Liguori Editore 1993 e C.Ortolani "Combustione. Fondamenti e applicazioni" Terza edizione Città Studi Edizioni.

Tabella 5.6 - Direttive europee e date di recepimento in Italia

Anno di emanazione	Direttiva Comunitaria	Prescrizioni	Anno di recepimento in Italia
1970	Direttiva 70/156 (ECE 15)	Procedure di omologazione	
1971	Direttiva 70/220 CEE (ECE 15)	Limiti alle emissioni di alcuni inquinanti.	D.M. Trasporti del 7.3.1975
1974	Direttiva 74/290 CEE (ECE 15-01)	Aggiornamento dei limiti precedenti	D.M. Trasporti del 12.2.1977
1977	Direttiva 77/102/CEE (ECE 15-02)	Aggiornamento dei limiti precedenti	D.M. Trasporti del 12.2.1977
1978	Direttiva 78/665/CEE (ECE 15-03)	Aggiornamento dei limiti precedenti	D.M. Trasporti del 20.12.1978
1983	Direttiva 83/351/CEE (ECE 15-04)	Aggiornamento dei limiti precedenti	D.M. Trasporti del 30.11.1983

In questo contesto vengono citate e riportate solo le normative riguardanti gli autoveicoli con peso complessivo inferiore a 3,5 t costituiti in massima parte dalle autovetture per passeggeri.

Nella prima Direttiva europea (70/220/CEE) venivano fissati dei limiti alle emissioni di CO e di HC per le sole autovetture a benzina in base al peso dell'autovettura. Limiti alle emissioni degli NO_x furono introdotti, sempre per le sole autovetture a benzina, con la Direttiva 78/665/CEE (emendamento 03). Le emissioni delle autovetture diesel furono regolamentate a partire dalla Direttiva 83/351/CEE (emendamento 04) che però non prevedeva limiti alle emissioni di particolato, che in base al regolamento ECE 24 in vigore nello stesso periodo, fissava solo dei limiti alla opacità dei fumi allo scarico misurati con un metodo ottico. Il regolamento ECE-15 prevedeva tre tipi di prove:

- la prova di Tipo I da effettuarsi su banco a rulli dinamico e di cui si è già detto;
- la prova di Tipo II che prevedeva la determinazione del tenore di CO nei gas di scarico, tenendo il motore al minimo, dopo aver effettuato la prova di Tipo I;
- la prova di Tipo III che prevedeva la determinazione della portata dei gas provenienti dal basamento del motore, causata essenzialmente dai trafiletti di gas di scarico e di miscela fresca attraverso le fasce elastiche⁴.

Fino all'emendamento 04 e per la prova di Tipo I, gli inquinanti venivano misurati raccogliendo i gas di scarico emessi durante tutto il ciclo in un sacco di materiale plastico inerte. Successivamente le masse dei singoli inquinanti venivano determinate a partire dalle concentrazioni di ciascuno di essi nel volume raccolto misurato per svuotamento totale del sacco.

A partire dalla data di entrata in vigore dell'emendamento 04 le emissioni sono state determinate mediante la tecnica denominata CVS (*Costant Volume Sampling*) già adottata negli USA. Secondo tale tecnica i gas di scarico vengono fortemente diluiti mediante aria ambiente opportunamente filtrata e la portata complessiva (aria di diluizione e gas di scarico) viene mantenuta costante. Dalla miscela così ottenuta viene

⁴ Attualmente tale tipo di prova non viene più effettuata in quanto in tutti i motori i gas provenienti dal basamento vengono totalmente riciclati all'aspirazione del motore.

prelevata, durante tutta la durata del ciclo, una piccola quantità di gas che viene inviata in un sacco dal quale vengono poi effettuati i prelievi per le analisi.

La tecnica della diluizione, oltre a riprodurre in un certo modo condizioni più realistiche in quanto gli inquinanti emessi vengono misurati in condizioni più vicine a quanto avviene nella realtà, evita il fenomeno della condensazione del vapore d'acqua presente in quantità significative dei gas di scarico e in una certa misura congela gli equilibri chimici in virtù del forte abbassamento della temperatura e della forte riduzione delle concentrazioni.

Nella tabella 5.7 sono riportati i valori limite previsti dalla normativa fino all'emendamento 04.

Tabella 5.7 - Limiti alle emissioni allo scarico. Regolamento ECE 15 e successivi emendamenti

ECE 15	CO [g/prova]				HC [g/prova]			NO _x [g/prova]		HC + NO _x [g/prova]
	00-01	02	03	04	00-01	02	03	02	03	04
PROVA I										
Peso di rif. (kg)										
< 750	100	80	65	58	8,0	6,8	6,0	10,0	8,5	19,0
751-850	109	87	71	58	8,4	7,1	6,3	10,0	8,5	19,0
851-1020	117	94	76	58	8,7	7,4	6,5	10,0	8,5	19,0
1021-1250	134	107	87	67	9,4	8,0	7,1	12,0	10,2	20,5
1251-1470	152	122	99	76	10,1	8,6	7,6	14,0	11,9	22,0
1471-1700	169	135	110	86	10,8	9,2	8,1	14,5	12,3	23,5
1701-1930	186	149	121	93	11,4	9,7	8,6	15,0	12,8	25,0
1931-2150	203	162	132	101	12,1	10,3	9,1	15,5	13,2	26,5
>2150	220	176	143	110	12,8	10,9	9,6	16,0	13,6	28,0
PROVA II Tutti i veicoli	La massima concentrazione in volume di CO alla fine dell'ultimo ciclo urbano deve essere inferiore al 4,5 % per l'emendamento 02 ed inferiore al 3,5% per gli emendamenti 03 e 04.									
PROVA III Tutti i veicoli	Non sono ammesse emissioni dal basamento del motore									
Note	Gli emendamenti 01, 02 e 03 si applicano alle sole autovetture a benzina. L'emendamento 04 si applica anche ai veicoli diesel; I valori limite sono espressi in g/prova; I limiti indicati nella tabella sono relativi alle prove di omologazione; per la produzione è consentito un aumento del 30% per gli HC e del 20% per il CO e gli NO _x .									

Nel 1988 con la Direttiva 88/76/CEE, recepita in Italia con il D.M. dei Trasporti del 30.6.1988, venne introdotto il regolamento ECE 83 che, pur mantenendo inalterato il ciclo di prova rivide i criteri di classificazione delle autovetture, che vengono distinte non più in base al peso ma in base alla cilindrata. Con la Direttiva furono ulteriormente abbassati i limiti alle emissioni e furono introdotti limiti alle emissioni di particolato per le autovetture diesel. Nella tabella 5.8 sono riportati i nuovi valori limite e come si vede essi sono espressi ancora in g/prova.

Sempre nel 1988 viene emanata la Direttiva 88/436/CEE (vedi tabella 5.8), recepita in Italia con D.M. dei Trasporti del 30.6.1988, che specifica i limiti per le emissioni di particolato pari a 1,1 g/prova per l'omologazione a partire dal 1.10.89. Con la Direttiva

89/458/CEE vengono ulteriormente ridotti i limiti alle emissioni per il CO e per gli HC + NOx per le autovetture con cilindrata inferiore a 1400 cc.

Tabella 5.8 - Limiti previsti dalle Direttive 88/76/CEE e 88/436/CEE

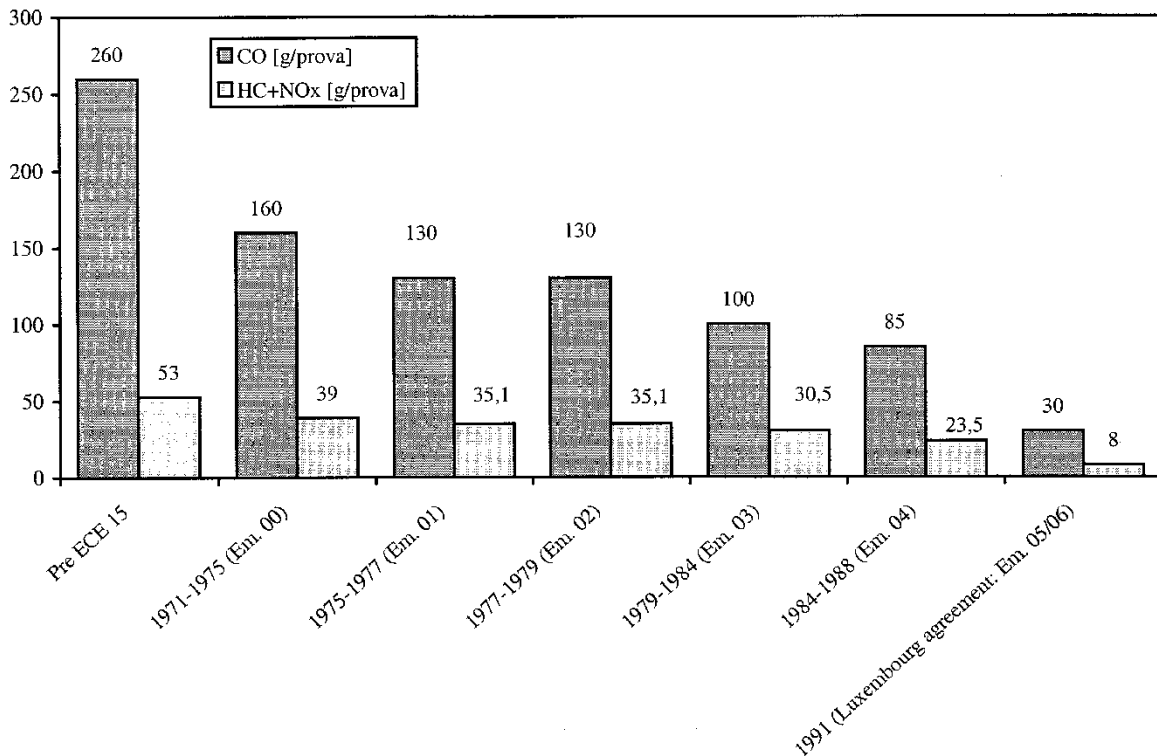
Cilindrata (cc)	Limiti [g/prova]				Date di applicazione della Direttiva	
	CO ^c	HC + NOx	NOx	PM	Omologazione	Conf. alla produzione
Benzina						
cc>2000	25	6,5	3,5		1.10.8	1.10.89
1400<cc<2000	30	8			1.10.91	1.10.93
cc<1400	45	15	6		1.10.90	1.10.91
	30 ^a	8 ^a			1.10.92	1.10.93
Diesel						
cc>2000	30	8		1,1 ^b	1.10.88	1.10.89
1400<cc<2000	30	8		1,1 ^b	1.10.91	1.10.93
cc<1400	45	15	6	1,1 ^b	1.10.90	1.10.91 ^c
	30 ^a	8 ^a		1,1 ^b	1.1.91	

a) Limiti adottati dal Consiglio EC nel novembre 1988. Come già detto con la 89/458/CEE i limiti per la CO e per gli HC + NOx furono ulteriormente ridotti a 19g/prova e a 5g/prova rispettivamente.
b) I limiti alle emissioni di particolato furono fissati, con la Direttiva 88/436/CEE, a 1,4 g/prova per tutta la produzione a partire dal 1.10.90.
c) Le misure vengono effettuate secondo quanto previsto nel regolamento ECE-15. Gli Stati membri devono accettare sul proprio mercato tutti i veicoli che rispettano i limiti previsti dalla norma.

Per apprezzare a pieno i progressi fatti nel campo delle limitazioni alle emissioni dai veicoli equipaggiati con motore a combustione interna si veda la figura 5.1 dove sono riportati i limiti alle emissioni previsti dalle normative dal 1970 al 1992 relativamente ad una autovettura a benzina di 2000 cc di cilindrata.

Gli sforzi per ridurre l'inquinamento dell'atmosfera causato dai veicoli a motore sono proseguiti con la Direttiva 91/441/CEE recepita nell'ordinamento italiano con il D.M. Ambiente del 28.12.1991 e con la Direttiva 94/12/CEE recepita con il D.M. Trasporti 29.02.96 (Le Direttive 91/441/CEE e 94/12/CEE sono note anche come EURO I ed EURO II rispettivamente).

Figura 5.1 - Valori limite previsti dalla normativa dal 1971 al 1992. I valori si riferiscono ad una autovettura di cilindrata 2000 cc



Con la 91/441/CEE, nota come “Direttiva Consolidata sulle Emissioni” vengono introdotte alcune significative novità:

- per la prima volta vengono introdotti limiti alle emissioni evaporative, ad emissioni, quindi, diverse da quelle allo scarico;
- viene aggiornato il ciclo di prova che diventa ciclo UDC + EUDC: il nuovo ciclo di prova consiste nella esecuzione, alla fine del quarto modulo del ciclo urbano, di un ciclo extraurbano (EUDC - *Extra Urban Driving Cycle*) in cui la velocità massima è di 120 km/h e la velocità media è pari a 62,6 km/h. Questa modifica al ciclo di omologazione dei veicoli venne introdotta in quanto il precedente ciclo UDC, in cui la velocità massima era di 50 km/h, non permetteva una valutazione realistica delle emissioni di NO_x;
- non si fa più distinzione tra autovetture a benzina ed autovetture diesel;
- scompare la distinzione tra cilindrata;
- i limiti alle emissioni allo scarico non vengono più espressi in g/prova ma in g/km. Per le emissioni evaporative resta valido il limite espresso in g/prova.

I limiti imposti dalla 91/441 impongono di fatto l'adozione della marmitta catalitica.

Con la Direttiva 94/12/CEE vengono ulteriormente abbassati i limiti alle emissioni ma viene reintrodotta la distinzione tra auto a benzina ed auto diesel.

Nella tabella 5.9 sono riportati i limiti previsti dalle due Direttive citate.

Tabella 5.9 - Limiti alle emissioni previsti nelle Direttive europee 91/441/CEE e 94/12/CEE

Direttiva 91/441/CEE (EURO I)					
Inquinante	CO [g/km]		HC + NO_x [g/km]		PM [g/km]
Limiti per l'omologazione Effettivi dal 1.7.1992	2,72		0,97		0,14
Limiti per la conformità della produzione Effettivi dal 31.12.1992	3,16		1,13		0,18
Emissioni evaporative	2 [g/prova]				
Direttiva 94/12/CEE (EURO II)					
Inquinante	CO [g/km]		HC + NO_x [g/km]		PM [g/km]
Limiti per l'omologazione Effettivi dal 1.1.1996	Benzina	2,2	Benzina	0,5	Benzina -
	Diesel	1,0	Diesel	0,7	Diesel 0,08
Limiti per la conformità della produzione Effettivi dal 1.1.1997	Diesel id*	1,0	Diesel id	0,9	Diesel id 0,10
Emissioni evaporative	2,0 [g/prova]				

* Deroga fino a settembre 1999.

5.4 Le future normative

Dall'intensa attività di ricerca svolta nell'ambito dei programmi comunitari EPEFE ed Auto Oil I, programmi finalizzati a stabilire correlazioni tra la qualità dei carburanti ed i limiti alle emissioni con gli standard di qualità dell'aria, è scaturita la Direttiva 98/69 CEE, nota anche come Direttiva *Auto Oil*. Con tale Direttiva sono stati stabiliti i limiti delle emissioni per gli anni 2000 e 2005 (vedi tabella 5.10). I limiti imposti, sia per le motorizzazioni a benzina che per quelle diesel, sono tali da richiedere alle industrie automobilistiche, alle industrie per la componentistica ed alle industrie petrolifere l'adozione di "*Best Available Technology*" per garantire nel tempo il rispetto dei limiti stabiliti, 80.000 km per la fase I e 100.000 km per la fase II (vedi normative sui carburanti).

Oltre all'inseverimento dei limiti, le novità introdotte dalla 98/69 CEE sono:

- inseverimento del ciclo: eliminazione dei 40 secondi iniziali al minimo, previsti dalla precedente normativa, durante i quali non venivano effettuate misurazioni delle emissioni;
- limiti alle emissioni di HC (1,8 g/km) e di CO (15 g/km) sul tratto urbano del ciclo con temperatura di -7°C (i -7°C devono essere garantiti durante tutto il ciclo che va eseguito, pertanto, in una apposita cella termostata);
- installazione a bordo delle autovetture del sistema di monitoraggio delle emissioni noto con l'acronimo di OBD: *On Bord Diagnostic* del quale abbiamo già detto nel cap. 5.2.
- inseverimento della prova per la misura delle emissioni evaporative.

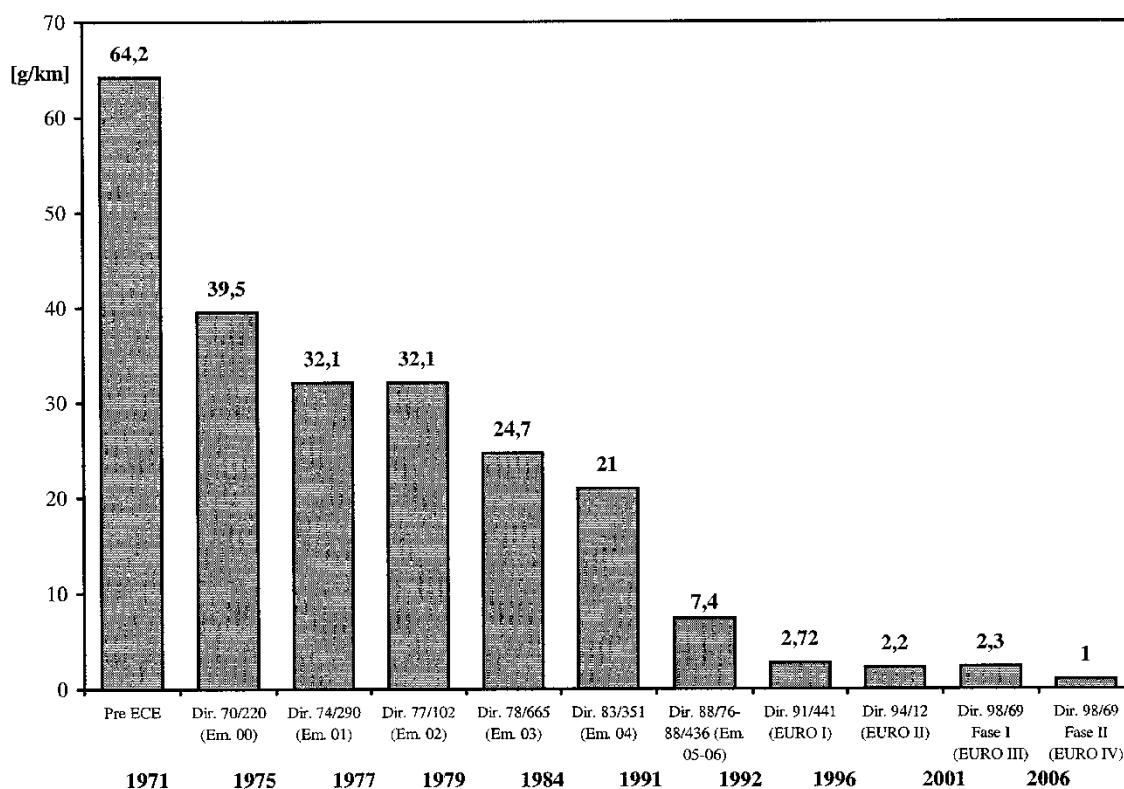
L'introduzione dei nuovi limiti ed in particolare l'applicazione dell'EURO IV, dovrebbero comportare una riduzione, rispetto al 1996, del 66% delle emissioni di CO e dell'87% delle emissioni di NOx e di oltre il 95% degli HC.

Per avere un quadro complessivo dell'inseverimento dei limiti alle emissioni registrato dal 1970 ad oggi - e delle ulteriori riduzioni che si avranno in virtù delle normative future (tabella 5.10) - nella figura 5.2 sono riportati i limiti alle emissioni di CO relativamente ad una autovettura a benzina di cilindrata pari a 2000 cc. Per uniformare i dati, il limite alle emissioni espresso in g/prova è stato convertito in g/km.

Tabella 5.10 - Limiti alle emissioni previsti dalla Direttiva europea 98/69/CEE

Inquinante		CO [g/km]	HC [g/km]	NOx [g/km]	HC+NOx [g/km]	PM [g/km]	Emissioni evaporative [g/prova]	Data di entrata in vigore
Fase I (EURO III)	Benzina	2,3	0,20	0,15			2,0	1.1.2001
	Diesel	0,64		0,50	0,56	0,05		
Fase II (EURO IV)	Benzina	1,00	0,10	0,08			2,0	1.1.2006
	Diesel	0,50		0,25	0,30	0,025		

Figura 5.2 - Andamento dei limiti alle emissioni di CO per una autovettura a benzina con cilindrata pari a 2000 cc



CAPITOLO 6

L'informazione del cittadino-consumatore

Le autorità italiane non hanno adottato le necessarie misure per preparare i consumatori al ritiro della benzina contenente piombo; i consumatori italiani non saranno pronti a far fronte ad un divieto di commercializzare tale benzina a decorrere dal 1° gennaio 2000 (dalle motivazioni della proroga concessa dalla Commissione CE)

6.1 Leggende metropolitane

I trasporti sono spesso una valvola di sfogo delle inefficienze di altri sistemi sociali ed organizzativi: “debbo” andare all’ufficio delle tasse perché non rispondono al telefono, “debbo” andare al mare lontano perché le spiagge vicine sono sporche, “debbo” trasportare l’acqua minerale da Nord a Sud e viceversa perché i consumatori sono influenzati dalla pubblicità, “debbo” poter far viaggiare verso Sud, il primo sabato di agosto, un buon numero degli ex meridionali immigrati, perché le fabbriche chiudono tutte lo stesso giorno e non in modo scalato come fanno in Germania.

Limitatamente all’argomento trasporti-ambiente, molti sono ancora gli aspetti salienti del problema sui quali occorre fare chiarezza anche fra gli “addetti ai lavori” perché, poi, anche il comune cittadino possa correttamente essere informato e fare le sue scelte.

A proposito di **marmitta catalitica**

SI DICE: Eliminiamo dalla benzina il piombo così puliamo l’aria.

I FATTI: Questo è parzialmente vero ed, in ogni caso, vale solo per le emissioni di piombo. Il problema delle emissioni da traffico nell’ambiente, infatti, è molto più ampio e allo stato attuale il ruolo positivo più interessante può essere assolto dalla marmitta catalitica. Poiché questo dispositivo è incompatibile con la benzina con piombo, alla graduale diffusione della marmitta catalitica corrisponde una altrettanta diminuzione della benzina rossa.

Paradossalmente si potrebbe affermare che è stata l’introduzione della marmitta catalitica ad eliminare il piombo dalle emissioni ed a condizionare il legislatore al *phase out* della benzina rossa.

SI DICE: Il benzene e le altre emissioni del motore vengono trattenute dalla marmitta catalitica.

I FATTI: Per la gran parte questo è vero. Tuttavia non tutto il benzene incombusto e gli altri inquinanti vengono trattenuti: inoltre si deve con forza segnalare che il dispositivo catalitico funziona in condizioni ottimali solo quando si sono raggiunte certe temperature, dopo un certo tempo dalla messa in moto del motore (10-15 minuti) e quando si è raggiunta una certa velocità (10 km/h).

Questo limita grandemente l'efficacia della marmitta catalitica in città (dove maggiormente sarebbe utile) perché da qui si parte con motore freddo per mettersi in attività la mattina; qui si procede a velocità ridottissime; qui ci si ferma spesso per sostare raffreddando, quindi, il motore per poi ripartire.

SI DICE: Ora che ho la marmitta catalitica sono a posto con l'ambiente.

I FATTI: Si è appena detto che la marmitta catalitica funziona bene solo "a regime" e non in condizioni critiche.

Vale la pena di accennare che ai fini ambientali sono molto dannosi alcuni gas particolarmente trascurati, ma ugualmente emessi dai veicoli. Tra questi l' N_2O e il CH_4 ; il primo dei due ha un valore equivalente 310 volte maggiore rispetto alla CO_2 nei confronti dell'effetto serra, il metano 21 volte. Inoltre l' N_2O viene emesso dai veicoli catalizzati in misura maggiore rispetto a quelli non catalizzati (10 volte), ma anche rispetto ai veicoli diesel (3,5 volte) (Antonio Mattucci e Emanuele Negrenti "Valutazione d'impatto di politiche di rinnovo del parco veicolare" – CNEA – 1998).

Poca attenzione viene prestata all'importanza di un controllo periodico dell'efficienza del catalizzatore ed alla sua manutenzione. È stato calcolato (Andrea Debernardi, Patrizia Malgieri, Mario Zambrini "Politiche e azioni per una gestione sostenibile della mobilità urbana e del trasporto merci" Ambiente Italia – CNEA – 1998) che, in relazione al livello di manutenzione e di regolazione, la capacità di abbattimento delle emissioni del catalizzatore passerebbe dal 69% al 54% per quanto riguarda gli NO_x ; dal 74% al 33% per gli HC e dal 72% al 21% per il CO.

Poiché, come meglio descritto nel Capitolo 1.3, il buon funzionamento del catalizzatore è assicurato dal controllo in continuo dei gas di scarico operato dalla "sonda lambda", viene spontaneo chiedersi: quanti sono i controlli effettuati su questo componente?

SI DICE e si sa che: dopo 80-100mila km (a essere ottimisti) la marmitta catalitica perde il suo potere depurativo.

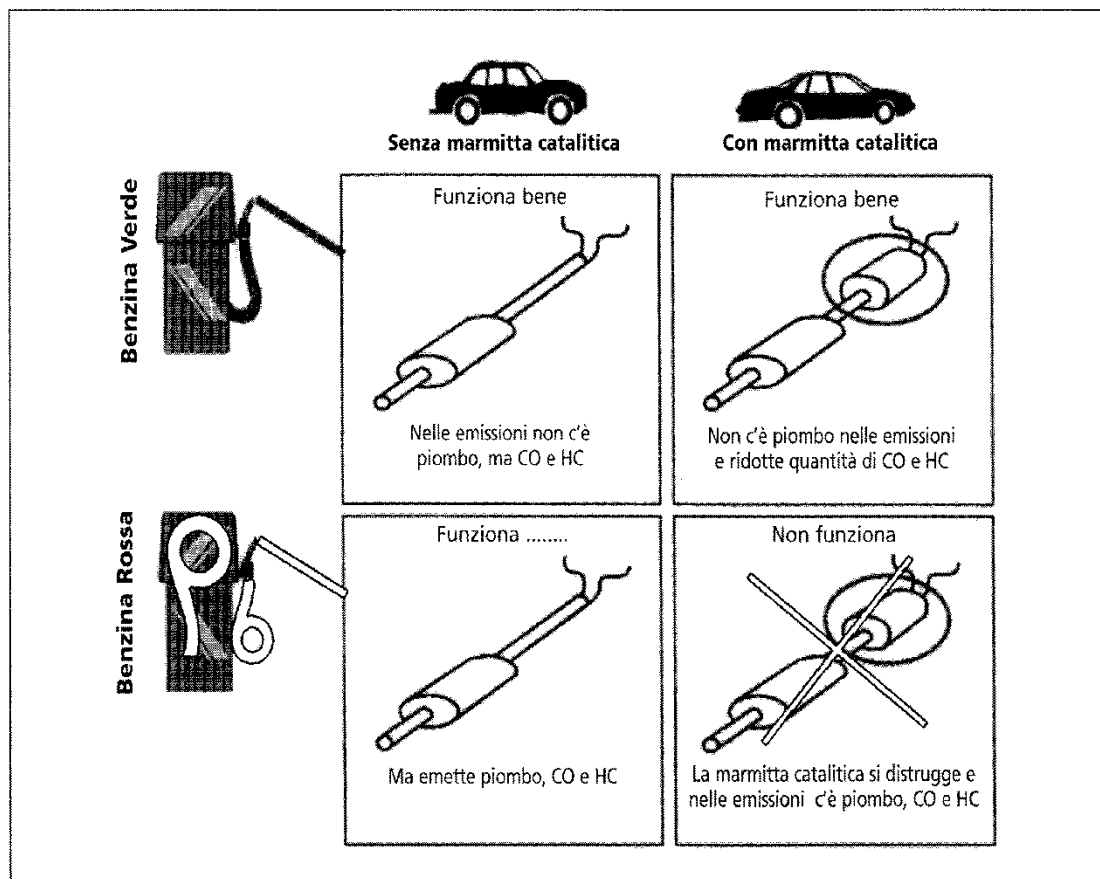
I FATTI: Quante tra i milioni di auto catalizzate fin qui messe in circolazione (il 48% del totale) hanno sostituito la loro marmitta perché resa inefficiente dall'uso?

A proposito di **benzina verde e di benzene**

SI DICE: se utilizzi la benzina senza piombo nella tua vecchia auto non catalizzata inquina molto di più perché immetti nell'ambiente tante altre sostanze inquinanti.

I FATTI: Questo è falso perché in Italia si vende un solo tipo di benzina base, sia per la verde che per la super, l'unica differenza è che nella super si aggiunge piombo. Le sostanze inquinanti emesse rifornendosi di super, quindi, continuano ad essere le stesse (ad eccezione del piombo che non c'è) (Figura 6.1).

Figura 6.1 - La marmitta catalitica e le emissioni in rapporto ai due tipi di benzina



SI DICE: Eliminato il piombo dalla benzina possiamo stare più tranquilli.

I FATTI: Se l'alternativa al piombo nei confronti delle caratteristiche del N.O. della benzina fosse l'incremento di benzene o di altre sostanze aromatiche è bene ricordare che tra queste xilene e le olefine (abituale componenti delle benzine) sono tra le sostanze più reattive nel produrre ozono. Ancora più grave è la loro accertata carcinogenicità. Da qui la necessità di mettersi a lavorare subito per escogitare altre soluzioni e accelerare al massimo la fase di transizione durante la quale l'utilizzo dei composti aromatici è indispensabile.

SI DICE: La benzina verde contiene più benzene e, quindi, presenta gli stessi rischi, se non maggiori, rispetto alla rossa.

I FATTI: Per la verità l'eliminazione del piombo ha costretto le Compagnie petrolifere a riformulare le benzine a vantaggio dei prodotti aromatici, in qualche caso all'estero ad aggiungere questi prodotti fino a raggiungere un sufficiente valore nel numero di ottano; ma per quanto appena detto, oggi questo in Italia non è vero. Comunque un serio problema di emissioni di benzene si verifica con le automobili non catalizzate nelle quali l'assenza del catalizzatore trivalente determina un rilascio eccessivo di questo ed altri inquinanti.

Va anche ricordato che:

- tutte le benzine contengono quantità significative di benzene, di xilene, di toluene e di etilbenzene;
- gli studi degli effetti delle emissioni del piombo nei confronti della salute sono molti e approfonditi nel tempo, mentre quelli sul benzene sono molto meno numerosi;
- il benzene, a differenza del piombo, si degrada molto rapidamente nell'atmosfera;
- anche le sostanze che si aggiungono alla benzina con piombo, come "scavengers" a protezione dalla corrosione e dalle abrasioni provocate dai depositi di questo metallo nel motore, sono cancerogene;
- non tutti i processi di produzione di benzina verde prevedono un significativo incremento di aromatici;
- per aumentare il N.O. della benzina, infatti, si possono aggiungere sostanze ossigenate (alcoli o eteri) o altri additivi. Secondo l'opinione di molti, gli additivi attualmente in commercio non costituiscono fattore di rischio per l'ambiente.

In definitiva non c'è alcuna evidenza che supporti l'affermazione iniziale.

SI DICE: Al fine di adempiere agli obblighi della Direttiva CE, a partire dall'1.1.2002, dovranno essere radiati dalla circolazione i circa quattro milioni di autovetture della classe C perché non potranno usare la benzina verde.

I FATTI: Prescindendo dalle polemiche sulla consistenza numerica di questa classe di autovetture è bene che si sappia con chiarezza che: mentre è vero che un'auto catalizzata deve usare solo benzina verde, non è vero che un autoveicolo privo di marmitta catalitica non possa marciare con questo combustibile senza piombo.

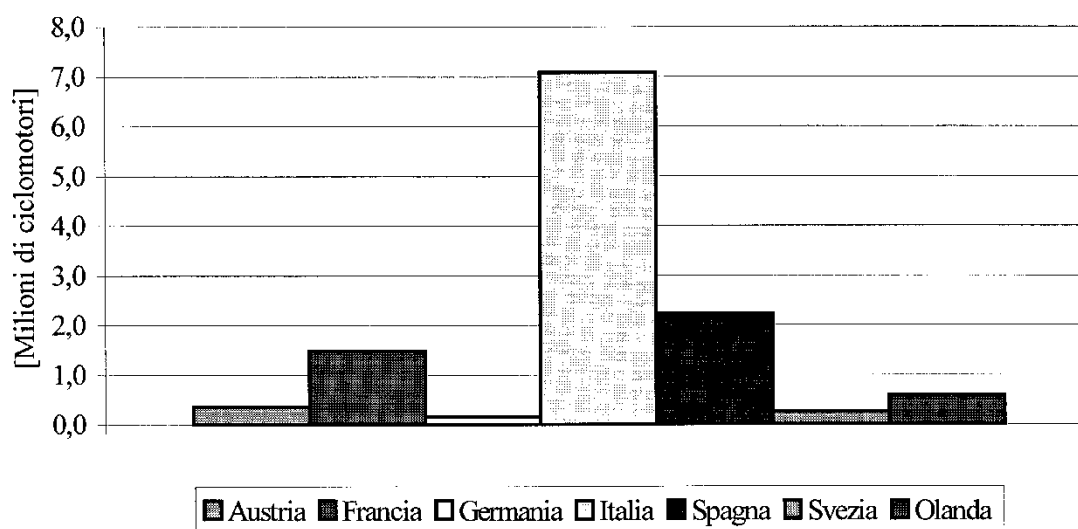
"Costruire veicoli che non necessitano di piombo per la lubrificazione delle valvole non è più cosa difficile e costosa. Né è un grave problema in un paese ricco sostituire la vecchia auto con una nuova; ma questo è un problema nei paesi in via di sviluppo nei quali, infatti, il *turnover* dell'automobile è molto più lento. In questi casi si cerca ad arte di forzare la mano con affermazioni imprecise del tipo che i vecchi veicoli non possono funzionare con benzina senza piombo" (*Global Opportunities for Reducing the Use of Leaded Gasoline – United Nations – 1998*).

A proposito di ciclomotori: un problema italiano

SI DICE: muoversi con il motorino non solo migliora il traffico, ma anche l'ambiente.

I FATTI: I ciclomotori con cilindrata inferiore a 50 cc, i cosiddetti motorini, rappresentano nell'ambito del sistema trasporti un caso tipicamente italiano. Infatti il parco circolante, stimato fra i 7 ed i 8 milioni, è di gran lunga il più grande in Europa (figura 6.2).

Figura 6.2 – Numero di ciclomotori circolante in alcuni paesi europei nel 1998



Tale situazione può trovare giustificazione non solo tenendo conto della realtà socio-economica del nostro paese, ma anche considerando la peculiarità del nostro clima, la struttura urbanistica delle nostre città e la congestione del traffico urbano. Infatti, i motorini come tutti i veicoli a due ruote rappresentano un mezzo di locomozione particolarmente vantaggioso ed efficiente per situazioni di traffico particolarmente pesanti come quelle delle città italiane.

Tuttavia se da un punto di vista di mobilità rappresentano una possibile soluzione, da un punto di vista ambientale, finora, i motorini hanno rappresentato e rappresentano un problema non trascurabile. Infatti da stime relative al 1997, per quanto riguarda la ripartizione dell'inquinamento urbano, i motorini contribuiscono per il 7% alle emissioni di CO e per il 21% alle emissioni di idrocarburi totali (HC); le emissioni di NO_x sono trascurabili, in quanto gli attuali tipi di motore utilizzati per i ciclomotori hanno intrinsecamente basse emissioni di ossidi di azoto.

Altri dati derivanti da una campagna sperimentale portata avanti dall'ARPAT (Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente Toscana) a Firenze nel 1997, riportano che le emissioni di CO, idrocarburi totali e benzene contribuiscono – rispetto al totale delle emissioni in ambiente urbano – rispettivamente con il 9%, 52% e 41%.

A differenza degli autoveicoli per i quali i primi limiti alle emissioni furono posti nei primi anni '70, i motorini non erano soggetti fino al 1999 ad alcuna limitazione per quanto riguardava le emissioni inquinanti derivanti dalla combustione; infatti solo a partire dal giugno 1999 con la Direttiva 97/24 in Europa, e quindi anche in Italia, si è incominciato a regolamentare il settore delle due ruote (ciclomotori e motocicli).

La Direttiva 97/24 fra l'altro prevede che :

- A partire dal giugno 1999 i nuovi modelli debbano essere omologati secondo i seguenti limiti alla emissioni (**Euro 1**):

CO 8 g/km

NO_x + HC 3 g/km

- la produzione e vendita dei modelli Ante-Euro 1 si protragga non oltre giugno del 2003;
- per le nuove omologazioni entrino in vigore limiti più ristretti alle emissioni gassose a partire dal giugno 2002 (**Euro 2**):

CO 1 g/km

NO_x + HC 1.3 g/km

In Italia, data la sua peculiare situazione, si è cercato di andare oltre a quanto si stava decidendo a livello comunitario e, alla fine di una laboriosa trattativa, nel novembre del 1999 è stato siglato un "Accordo di programma fra il Ministero per l'Ambiente, le Municipalità e le Industrie produttrici", che, per quanto riguardava i motorini di nuova immatricolazione, non solo intendeva anticipare l'entrata in vigore dei limiti Euro 1 e Euro 2, ma anticipare anche la eliminazione dal mercato dei veicoli omologati precedentemente ed ancora in listino. Fra l'altro l'Accordo prevedeva che:

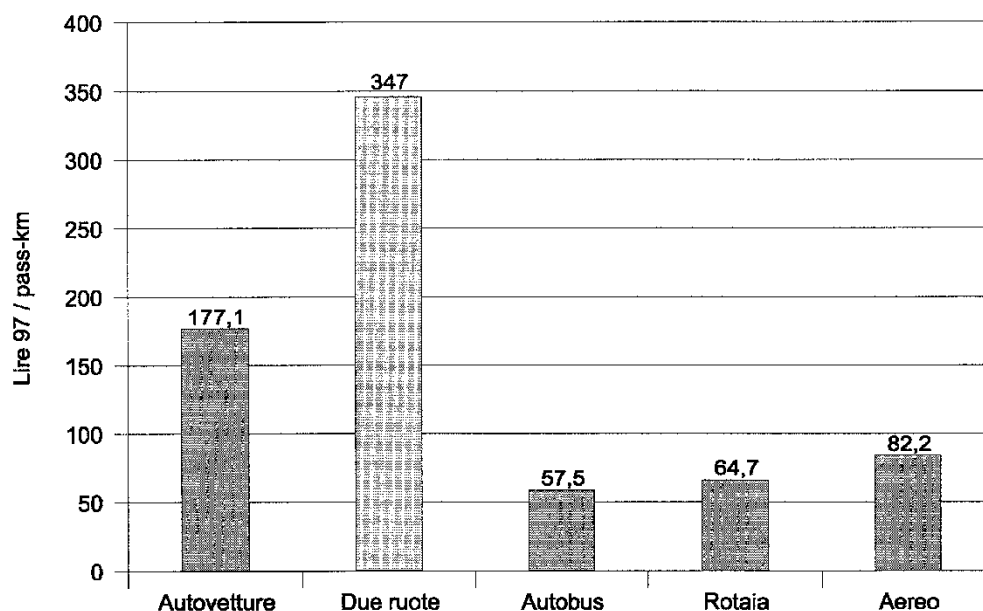
- Il 50% dei modelli presenti sul mercato dovesse essere conforme ai limiti Euro 1 entro il dicembre del 1999.
- L'intera produzione dovesse essere conforme ai limiti Euro 1 entro il dicembre del 2000.
- I primi modelli conformi ai limiti Euro 2 fossero introdotti a partire dal luglio 2001.
- Il 50% dei modelli dovesse essere conforme ai limiti Euro 2 a partire dal luglio 2002.
- L'intera produzione dovesse essere conforme ai limiti Euro 2 a partire dal luglio 2003.

Inoltre tale iniziativa ha voluto affrontare anche il problema del parco circolante. Infatti i motorini attualmente in circolazione sono per lo più di vecchia costruzione e continuerebbero a protrarre nel tempo i loro effetti negativi, in termini di emissioni, facendo sì che i benefici derivanti dall'introduzione nel mercato di motorini meno inquinanti non si manifestino, secondo alcune stime, prima di 8-10 anni. A tale fine l'industria ha immesso sul mercato opportuni "kit" di catalizzazione che applicati ai ciclomotori in circolazione li renderebbe paragonabili, in termini di emissione, ai modelli conformi ai limiti Euro 1. I motorini che potrebbero essere interessati a questa operazione sarebbero circa la metà dell'attuale parco circolante, più di 3.000.000 di unità. Attualmente è in fase di verifica sperimentale l'efficacia di questi "kit" di catalizzazione non solo per quanto riguarda i gas oggetti di regolamentazione, ma anche per quanto riguarda il benzene. Tale idrocarburo non è oggetto di regolamentazione per quanto riguarda le emissioni dei motorini, ed in generale per le emissioni da autoveicoli, ma è oggetto di regolamentazione per la definizione della qualità dell'aria nei centri urbani; l'attuale legislazione prevede che la concentrazione in aria non sia superiore a 10 µg/m³.

Per concludere questo argomento riportiamo una stima delle esternalità ambientali e sociali effettuata comparando le diverse modalità di trasporto (Figura 6.3). Dall'analisi dei

dati si evince, anche sotto questo aspetto, che il costo ambientale e sociale del trasporto su “due ruote” è di gran lunga maggiore di quello su autovetture e che il trasporto collettivo è preferibile a quello privato.

Figura 6.3 – Costi ambientali e sociali, per il trasporto passeggeri, specifici dell'esercizio 1997



Fonte: Amici della Terra e Ferrovie dello Stato

Infine un'anomalia che ha notevoli implicazioni nei confronti del consumo di carburante (e quindi anche delle emissioni), ma ancor di più interessa l'incidentalità: la **velocità**.

SI DICE: il limite massimo di velocità è di 130 km/h sulle autostrade, sulle altre strade ancora meno.

I FATTI: nessuno tra le centinaia di modelli di automobili (il mensile “Quattroruote” dedica 100 pagine solo per elencarle) è costretto al rispetto di questo limite in base alle caratteristiche tecniche-costruttive, tutti hanno motorizzazioni di gran lunga più potenti e sovradimensionate. È l'automobilista che, dopo aver acquistato un'auto che in media raggiunge i 180 km/h, si deve autolimitare per rispetto di una legge dello Stato.

6.2 L'informazione attraverso la stampa quotidiana (Indagine sperimentale attraverso un questionario)

Le informazioni ambientali sulla stampa

“Le componenti del processo di una cattiva comunicazione sono una cattiva comprensione, in altre parole interpretazione povera o scorretta dei contenuti, cattiva spiegazione, in altre parole scarsa comprensibilità, inaccuratezza e distorsione del messaggio. Certamente è importante distinguere all'interno della cattiva comunicazione,

quando ciò è possibile, tra le mancanze dovute all'*audience* (cattiva comprensione) e quelle dovute all'autore (cattiva presentazione)" (A. Henderson-Sellers, 1998).

Con queste frasi inizia un articolo di Henderson-Sellers pubblicato alla fine del 1998 su "*Climate Change*" che riporta l'esperienza dell'autore rispetto ai suoi rapporti con il mondo dei *media* in occasione di una Conferenza che aveva per argomento la prevedibilità dei cicloni ai fini di un'azione di tipo preventivo ed era promossa dalle società assicurative, molto interessate al problema, al fine di evitare di pagare ingenti somme per danni. In quell'occasione molti quotidiani, sia locali sia nazionali, è bene ricordare che siamo in Australia, riportarono la notizia della Conferenza, ma, come ci dice l'Autore, un solo titolo del giornale centrò l'argomento dell'incontro:

The Age: Super cyclones on horizon, say scientists

Australian: Warming brings cyclone alert

Herald Sun: No windfall in cyclones

Border Mail: Insurance want facts

Ballarat Courier: Insurance warming

West Australian: Insurers seek firm proof of cyclone trend

Transville Bulletin: Cyclone trends create uncertain insurers climate

Northen Territory News: Insurers fear cyclone impact

Solo uno di questi titoli, quello del *Border Mail*, riportava in modo corretto l'oggetto della Conferenza. Henderson-Sellers immagina che dal punto di vista dell'editore il miglior titolo fosse quello dell'*Age, Super cyclones on horizon, say scientists*. Presumibilmente, senza quel titolo, l'articolo, al di là del contenuto e della sua veridicità, non sarebbe stato pubblicato dal giornale.

I titoli degli articoli costituiscono comunque solo uno degli aspetti, anche se molto indicativo, del difficile rapporto che esiste tra il mondo della scienza e i *media*. Il problema è che queste difficoltà di confronto e rapporto, a dispetto dell'avanzare delle tecnologie di informazione, sempre più sofisticate, permangono nello stesso immutabile modo.

In un bellissimo libro del 1982, infatti, (*Scientists and Journalists, Collier Macmillan Publishers, Londra, a cura di S.M. Friedman, S. Dunwoody e C.L. Rogers*) le conclusioni cui gli autori pervenivano sono praticamente le stesse cui Henderson-Sellers perviene 16 anni dopo (per un confronto, vedi G. Borrelli et al, *Informazione, ambiente e scienza: Studi di caso e prospettive, 1998/1*).

Per quanto riguarda gli scienziati, infatti, questi ritengono ancora oggi che:

- "La comunicazione attraverso i *media* è un *optional*, non una parte fondamentale del lavoro dello scienziato;
- L'attività dei *media* è vista generalmente come qualcosa che ha un impatto neutro, se non negativo, sulla promozione delle attività scientifiche;
- Il *management* scientifico non supporta le attività dei *media*;
- Gli scienziati sospettano dei *media* e delle loro attività rifiutando l'interazione" (Henderson-Sellers, 1998).

Vi sono poi altri ostacoli, sempre citati da Henderson-Sellers, al lavoro dei *media* che riguardano sostanzialmente l'accesso alle fonti, il tempo e lo spazio, mentre difficilmente sono percepiti i benefici al lavoro scientifico.

A tutto ciò va aggiunto il pregiudizio culturale esistente tra scienziati e giornalisti e principalmente tra esperti e giornalisti:

- I giornalisti attribuiscono un peso maggiore alla funzione critica dei *mass media* rispetto agli esperti.
- I giornalisti accettano una funzione di intrattenimento dei *mass media* molto di più di quello che fanno gli esperti.
- Gli esperti hanno un atteggiamento paternalistico verso il pubblico dei *mass media* più dei giornalisti.
- Gli esperti e i giornalisti hanno preferenze differenti rispetto agli stili di narrazione (gli esperti non comprendono la necessità dei giornalisti di attrarre e affascinare il lettore usando certi accorgimenti stilistici).
- Gli esperti si aspettano che i *mass media* supportino i loro obiettivi, mentre i giornalisti hanno un atteggiamento di indifferenza verso gli obiettivi degli esperti.
- Se la stampa appoggia un obiettivo degli esperti, questi si attendono che l'influenza sul pubblico sia superiore a quella che i giornalisti possono esercitare.
- Esperti e giornalisti sono in disaccordo circa i propri ruoli e la pretesa di controllo di entrambi danneggia il processo comunicativo.
- I giornalisti tollerano più degli scienziati, che le fonti esperte violino l'accuratezza della trattazione scientifica nella loro interazione con i *mass media*" (Henderson-Sellers, 1998).

Il cambiamento climatico, forse più di altri temi cosiddetti globali, ha subito le conseguenze di questo stato di cose, non perché questo argomento sia più complesso di altri ma solo perché da Rio a oggi è stato di fatto l'argomento di cui si è parlato e discusso di più sui *media*. Tutto fa supporre che quando temi come la desertificazione, la biodiversità o il buco dell'ozono avranno lo stesso "peso" la situazione sarà uguale anche per loro.

Usare il clima per scopi di analisi dei *media* è quindi, oggettivamente, più facile. Certo è che se l'analisi si ferma ai titoli non si avranno significativi passi avanti nello studio dell'attuale situazione. D'altra parte appelli generici a fare dei mezzi di comunicazione di massa strumenti per la crescita della consapevolezza del pubblico, sono spesso e non a torto, rifiutati dai *manager* dell'informazione. La loro obiezione a questa che a loro sembra una pretesa non motivata, è che lo scopo di un'azienda che opera all'interno del mondo dei *mass media* è principalmente quello di informare non di educare, specie se si tratta di *media* a carattere popolare. Questo non vuol dire che il mondo dei *media* rifiuti una funzione educativa che da più parti è invocata: vuole solo affermare che i *media* devono essere messi nelle condizioni di svolgere un'azione educativa al minor costo possibile sia in termini monetari sia di tempo e spazio. Questo discorso coinvolge il ruolo dello scienziato, dell'esperto e, specie in Italia, degli Enti di ricerca e degli organi di governo.

La necessità che i mezzi di comunicazione di massa diventino uno strumento di mediazione tra le azioni nazionali e internazionali sui temi globali e l'aumento della consapevolezza di questi temi da parte del cittadino passa attraverso la possibilità che avranno i giornalisti di accedere, in tempi non storici, e in maniera adeguata, alle fonti primarie di informazioni. Ci sembra che, almeno a detta dei giornalisti italiani che si occupano di ambiente e scienza, queste possibilità non vi siano (vedi Borrelli et al., 1998/1).

Che questo tipo di problemi siano presenti anche per le informazioni che riguardano il ritiro della benzina con piombo si vedrà dall'indagine. Fatto è che questo argomento racchiude in sé una serie di valenze che hanno a che fare con argomentazioni tecniche (la differenza tra i due tipi di benzina e la possibilità di utilizzazione per gli autoveicoli), sociali ed economici (i costi della sostituzione o dell'adeguamento dei mezzi), politici (la risposta alla normativa UE e il rinvio ottenuto dall'Italia), ambientali (la risposta al Protocollo di Kyoto e la riduzione delle emissioni di CO₂).

Come si è mossa la stampa quotidiana in questo groviglio di temi? E, di conseguenza, che informazione ha ricevuto il cittadino?

Il campo di indagine e la metodologia

La ricerca intende verificare cosa il cittadino ha compreso rispetto a questo argomento. Per arrivare a questo risultato vi sono due strategie: l'analisi della informazione ricevuta dal cittadino sull'argomento; l'indagine diretta su un campione di popolazione. In questa sede l'attenzione è posta sulla prima strategia.

Questa fase ha di per sé un valore autonomo. Alla base, infatti, della preparazione di un sondaggio sulla popolazione, vi è la necessità di comprendere il tipo di informazione che il cittadino ha ricevuto. Nelle società industrializzate questo tipo di informazione passa, ovvero viene mediato, dai *mass media*. I mezzi di comunicazione di massa sono differenti e vari. Quotidiani, periodici, radio, televisione, Internet, pur nella diversità tecnica, assolvono comunque la funzione di informare il cittadino. Nella nostra ipotesi di ricerca il *media* scelto è il giornale quotidiano per le seguenti ragioni:

- Il quotidiano è diffuso più o meno equamente su tutto il territorio nazionale.
- A differenza della televisione permette all'utente di approfondire l'argomento tramite la rilettura dell'articolo.
- Il linguaggio del quotidiano è, per sua natura, un linguaggio di tipo "popolare" in quanto è rivolto a un pubblico non specializzato.
- L'analisi dei quotidiani è "economica", nel senso che non ha bisogno di grandi risorse di denaro e inoltre l'ENEA dispone già di esperienza e strumenti per realizzare questo tipo di analisi.

Data la impossibilità di analizzare l'universo dei giornali quotidiani si è scelto un campione che sia rappresentativo sia come tiratura, diffusione, numero di lettori e distribuzione, sia come suddivisione geografica. In base a questi criteri i giornali scelti sono:

- Il Corriere della Sera
- La Repubblica
- La Stampa

- Il Gazzettino
- La Nazione
- Il Messaggero
- Il Mattino di Napoli

L'informazione su temi ambientali o scientifici non è argomento abituale all'interno della organizzazione editoriale dei quotidiani. Ciononostante l'argomento automobile, con tutte le implicazioni socio-economiche e ambientali, occupa parecchio spazio sui giornali da diverso tempo in quanto è connesso con l'inquinamento urbano che è uno dei temi ambientali più estesamente trattati negli ultimi anni (vedi Borrelli et al., *Informazione, ambiente e scienza: Studi di caso e prospettive*, RT/AMB, 98).

D'altra parte una simile indagine per essere significativa deve basarsi su un periodo di tempo abbastanza lungo. Nel nostro caso si è deciso di svolgere l'analisi dal giugno 1998 a giugno 2000.

L'analisi è stata svolta tramite un questionario (allegato a questo capitolo) composto da 27 domande relative ad altrettante variabili, che rileva tre diverse caratteristiche fondamentali di ogni articolo:

- Caratteristiche morfologiche
- Modalità di presentazione dell'argomento
- Modalità comunicative

Nell'analisi non verranno presentati i risultati relativi a tutte le domande poste dal questionario. Un questionario di rilevazione si compone anche di una serie di "domande di controllo", che servono a verificare la veridicità delle risposte alle domande principali. Di fatto le domande di controllo hanno un ruolo metodologico importante ma un uso "interno".

Le caratteristiche morfologiche descrivono la collocazione dell'articolo all'interno del giornale e il richiamo che l'articolo esercita sul lettore. Inoltre rilevano la posizione professionale di chi scrive e il tipo di presentazione del testo anche tramite la descrizione dei titoli, sottotitoli, occhielli. Le caratteristiche morfologiche sono descritte da 9 variabili.

Le modalità di presentazione descrivono i modi in cui il tema è presentato all'opinione pubblica non solo in termini giornalistici ma anche in termini di concezione della scienza, aspetti tecnologici, atteggiamenti trasmessi, valutazione di corsi di azione. Le variabili di questo settore sono undici. L'analisi ha ruotato intorno a tre di queste variabili. La prima tendeva a rilevare l'intento del pezzo, ovvero l'intenzione di fornire elementi di descrizione del fenomeno o di approfondimento. La seconda tendeva a rilevare la concezione della tecnologia presente nel pezzo e la terza la presenza/assenza di corsi di azione.

Le modalità comunicative descrivono lo stile espositivo dell'articolo. Fondamentalmente si intende rilevare il grado di approfondimento, il tono espositivo, il modo di esposizione dell'argomento e le fonti di informazione usate dalla stampa. Le variabili sono sette e ruotano intorno al tipo di esposizione utilizzato dal giornalista.

L'obiettivo finale della ricerca è quello di individuare gli indicatori di qualità dell'informazione circa l'argomento analizzato. Lo scopo dell'indagine è di fornire una serie di indicazioni utili a migliorare il livello culturale e di comprensione delle tematiche

ambientali in generale. Tali indicazioni sono rivolte sia a chi fornisce le notizie sia a chi le riceve.

Analisi generale

Nell'arco di tempo considerato sono stati analizzati complessivamente, per i 7 quotidiani, 237 articoli. La distribuzione per testata è la seguente:

- Il Messaggero 41 articoli;
- La Stampa 40 articoli;
- La Repubblica 38 articoli;
- Il Mattino di Napoli 34 articoli.
- La Nazione 29 articoli;
- Il Corriere della Sera 29 articoli;
- Il Gazzettino 26 articoli;

Tra i quotidiani che hanno una maggiore caratterizzazione locale, Il Messaggero e il Mattino di Napoli si distinguono per l'elevato numero di articoli pubblicati. Ciò può essere giustificato dal fatto che essi si riferiscano a due realtà come Roma e Napoli dove i problemi legati all'inquinamento e al traffico sono più sentiti.

Tenendo presente che il nostro periodo di riferimento è compreso tra giugno 1998 e giugno 2000, si è rilevata una maggiore concentrazione del numero degli articoli pubblicati nel periodo che va da giugno 1999 a giugno 2000 (186). Tale tendenza è riscontrabile anche nelle singole testate considerate.

Il Messaggero e La Stampa sono i quotidiani in cui si è riscontrato il maggior numero di articoli pubblicati (rispettivamente 41 e 40), anche se dimostrano una tendenza diversa nell'andamento annuale. Nel primo anno preso in considerazione, Il Messaggero ha pubblicato 13 articoli su 41, mentre La Stampa ne ha pubblicati solo 5 su 40.

Tra le altre testate analizzate non si notano differenze rilevanti nell'andamento annuale. L'unico dato da sottolineare è la somiglianza tra un giornale diffuso a livello nazionale come il Corriere della Sera e uno a diffusione locale come Il Gazzettino. Il primo si discosta, per consistenza di articoli pubblicati, dagli altri quotidiani a diffusione nazionale, per avvicinarsi ad un quotidiano a diffusione prettamente locale come Il Gazzettino, nonostante ci si aspetti un livello di attenzione più alto nella stampa nazionale.

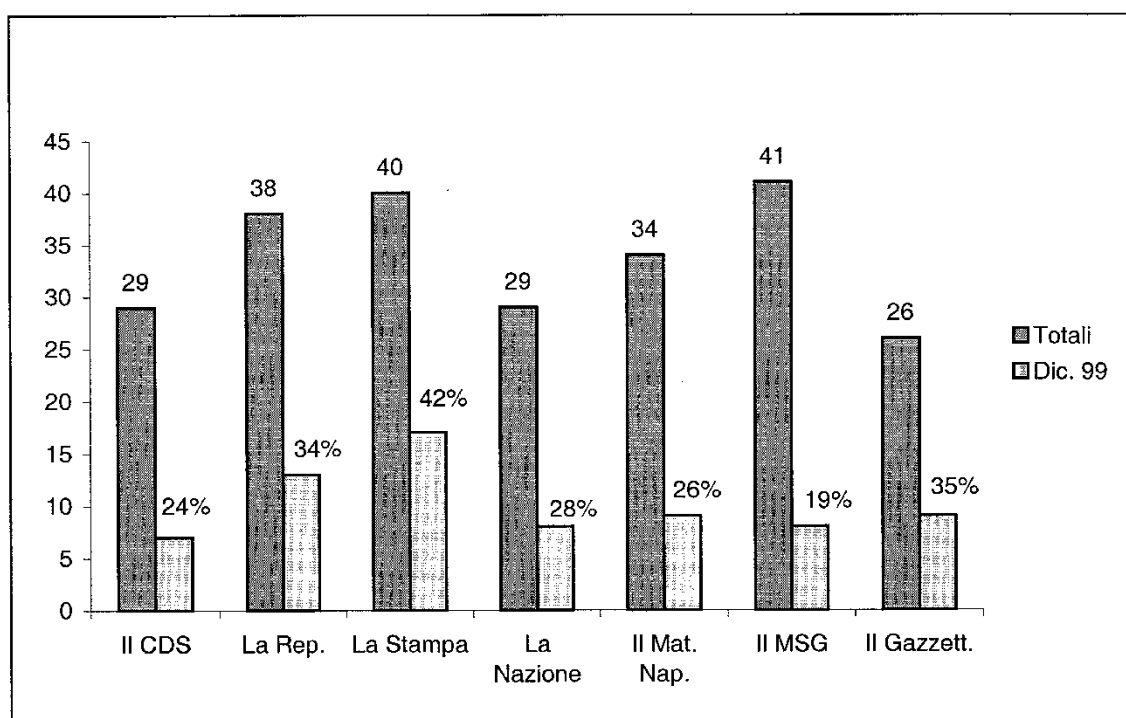
Si pone inoltre in evidenza che l'approvazione della Direttiva UE 98/70 non ha avuto un ampio riscontro sulla stampa quotidiana nazionale, quanto invece si è avuto tra i mesi di novembre e dicembre 1999, periodo in cui si è discusso dell'eventuale proroga all'abolizione della benzina super nel nostro paese. Come già emerso in un'altra analisi sulla stampa quotidiana pubblicata dall'ENEA (*Stampa e cambiamento climatico – Un confronto internazionale*, G. Borrelli et al., 1996), l'attenzione rivolta ai temi ambientali non è costante e continua, ma circoscritta e limitata all'emergenza, nel nostro caso economica. Dalla lettura degli articoli analizzati, infatti, emerge che il tema dell'abolizione della benzina super viene trattato quasi esclusivamente dal punto di vista economico, piuttosto che da quello della reale problematica ambientale ed inoltre manca una completa e corretta informazione, ad esempio, sulla tematica degli additivi.

Non esiste, quindi, un effetto di "onda lunga" informativa rispetto al tema considerato nell'andamento mensile degli articoli pubblicati. Piuttosto si può notare una ridondanza

informativa nel mese di dicembre, in particolare nei giorni 8 e 9 in cui è stata data la notizia di una possibile proroga e 21 quando se ne è avuta la conferma.

La Figura 6.4 conferma questa tendenza alla concentrazione degli articoli in un solo periodo, dicembre 1999 (30%), rispetto al numero totale degli articoli pubblicati nell'arco dei due anni presi in considerazione. Questi dati confermano l'attenzione data dalla stampa nazionale al tema della proroga richiesta dall'Italia all'applicazione della Direttiva 98/70 dell'Unione Europea.

Figura 6.4 – Articoli pubblicati: confronto tra il totale e dicembre '99 per testata



Caratteristiche morfologiche

In questo paragrafo analizzeremo le caratteristiche morfologiche degli articoli, così come sono state definite precedentemente.

Le caratteristiche morfologiche sono descritte da 9 variabili, dalla numero 3 alla 11 del questionario.

I titoli, le date di pubblicazione, gli occhielli e gli attori sociali interpellati o citati nel testo sono stati raccolti e valutati a parte in una appendice apposita hanno contribuito all'analisi.

Il livello di attenzione della stampa è mostrato dalla variabile 3: numero di articoli pubblicati in prima pagina, pagine interne, cronaca, pagine specializzate.

Si pone immediatamente in evidenza che al tema dell'abolizione della benzina super non è stata data grande rilevanza, in quanto la maggior parte degli articoli si colloca nelle

pagine interne o specializzate. Solo un quotidiano su sette, cioè Il Messaggero, mostra una percentuale di articoli pubblicati in prima pagina, ed è da sottolineare che assieme a La Stampa è anche quello che si è occupato di più dell'argomento. Il fatto che il tema in tutte le testate appaia raramente nelle pagine della cronaca dimostra che i giornalisti non ritengono questo tema di importanza generale.

Se consideriamo la variabile 4 che indica se gli articoli sono annunciati in prima pagina o meno, vediamo che essa conferma la tendenza sopra delineata, poiché la maggior parte dei pezzi non vengono menzionati in prima pagina.

Rispetto alla collocazione del pezzo (var. 3), le testate si comportano allo stesso modo, basti notare che il Corriere della Sera annuncia in prima pagina soltanto il 28% degli articoli, mentre il Messaggero ne menziona ben il 54%.

Se prendiamo in considerazione la posizione del pezzo all'interno della pagina, possiamo notare invece un'inversione di tendenza. Tutti i quotidiani, infatti, presentano la maggior parte degli articoli in posizione di apertura, taglio alto e taglio medio; ciò significa che il tema acquisisce una notevole visibilità, data proprio dalla posizione occupata all'interno della pagina. Questi dati indicano che purtroppo solo in alcuni momenti circoscritti all'applicazione della normativa il tema assume una certa importanza. Tale tendenza è frequente nella stampa quotidiana, infatti: "Il radicamento all'emergenza è condizionato dagli editori che danno la priorità alla notizia, sia che si tratti di un quotidiano, sia che di radio e televisione. Il guaio è che l'informazione basata sull'emergenza porta alla disinformazione. Il modo in cui si affronta l'emergenza non dipende dal giornalista o dal cronista che un giorno si occupa di economia, un altro di politica o di altri argomenti: per affrontare l'emergenza con correttezza occorrerebbe che nelle redazioni vi fossero dei responsabili che filtrano queste notizie, cercando di dare l'informazione più obiettiva e completa possibile e queste figure non esistono nelle nostre redazioni." (Paola De Paoli – presidente dell'UGIS - Unione Giornalisti Italiani Scientifici - in *Informazione, Ambiente e Scienza – Studi di caso e prospettive*, G. Borrelli, A. Marchetti, M. Belli, ed. ENEA, 1998)

A conferma dei dati precedentemente illustrati, le tabelle riportate di seguito mostrano come la posizione prevalente degli articoli all'interno della pagina sia in apertura. È naturale che ciò si verifichi soprattutto quando i pezzi sono annunciati in prima pagina, come riporta la tabella 6.1: oltre il 50% di essi, infatti, è collocato in posizione di apertura. La tendenza non cambia per il mese di dicembre 1999 (tabella 6.2), e si ritrova anche considerando il totale degli articoli pubblicati in quel periodo (tabella 6.3).

Il mese di dicembre si caratterizza, quindi, sia come il periodo di maggiore concentrazione di pezzi pubblicati, sia come il periodo in cui è stata data la più ampia visibilità al tema oggetto della ricerca, tanto che il 40% degli articoli apparsi in questo mese sono annunciati in prima pagina.

Dalla tabella 6.1 si può notare che La Stampa e Il Messaggero sono le testate che hanno il maggior numero di articoli annunciati in prima pagina, rispettivamente 17 e 22. Tuttavia mentre La Stampa mantiene un numero più alto nel mese di dicembre, Il Messaggero non si comporta allo stesso modo, tant'è vero che il numero dei pezzi richiamati in prima pagina in questo mese è meno di un quarto. Il Messaggero si distingue dalle altre testate per la modalità con cui affronta l'argomento e lo presenta al lettore, dimostrando una maggiore continuità nel tempo.

Il Corriere della Sera si conferma come la testata che ha dato minor visibilità al tema, anche nel periodo in cui sono stati pubblicati il maggior numero di pezzi sulle misure legislative da adottare in vista dell'uscita dal mercato della benzina super.

Tabella 6.1

Testata	CDS	La Rep.	La Stampa	Il Gazzett.	La Nazione	Il MSG	Il Mat. Nap.	Tot
Apertura	6	11	7	4	5	8	6	47
Spalla			2	1		1	1	5
Taglio alto	2	3	1		3	2	1	12
Taglio medio		2	3	3	1	11		20
Taglio basso			4		1		2	7
Tot. articoli annunciati in prima pagina	8	16	17	8	10	22	10	91

Tabella 6.2

Testata	CDS	La Rep.	La Stampa	Il Gazzett.	La Nazione	Il MSG	Il Mat. Nap.	Tot.
Apertura		5	3	2	1	2	2	15
Spalla			2					2
Taglio alto		1			1	1	1	4
Taglio medio			1	1		2		4
Taglio basso			2				1	3
Tot. articoli annunciati in prima pag. DIC 99	0	6	8	3	2	5	4	28

Tabella 6.3

Testata	CDS	La Rep.	La Stampa	Il Gazzett.	La Nazione	Il MSG	Il Mat. Nap.	Tot.
Apertura	5	9	6	2	5	5	3	35
Spalla			5		1		2	8
Taglio alto		1		2	1	1	1	6
Taglio medio	2	2	1	3		2	1	11
Taglio basso		1	2	2	1		2	8
Tot. pezzi DIC 99	7	13	14	9	8	8	9	68

La titolatura è altrettanto importante per comprendere la rilevanza data al tema in oggetto, la chiarezza con il quale viene affrontato e la coerenza con il contenuto stesso dell'articolo, per questo si è voluta analizzare attraverso tre caratteristiche: descrive i contenuti del testo, allude ai contenuti del testo, richiama ad effetto l'attenzione. In

questo modo abbiamo voluto sottolineare qual è il rapporto esistente tra il titolo e ciò che effettivamente si dice nell'articolo. Si pone in evidenza immediatamente che i titoli sono per la maggior parte di tipo descrittivo, anche se ci sono delle testate che si discostano dalla tendenza generale. La Repubblica, in particolare, presenta il 60% di titoli che alludono ai contenuti del testo ed il 16% che richiamano ad effetto l'attenzione, riducendo quelli descrittivi solo al 24%, quando invece in tutte le altre testate oltre la metà dei titoli descrive quanto detto nel pezzo. Da notare che sono proprio i titoli allusivi e ad effetto che ovviamente attirano l'attenzione del lettore; tale posizione di risalto non sempre, però, si presenta come elemento di chiarezza o di coerenza con quanto effettivamente viene indicato all'interno dell'articolo. Nel nostro caso, a primo impatto, c'è una nota positiva: il fatto che la maggior parte delle testate adotti titolature descrittive. Da queste ultime, infatti, ci si aspetta che siano più chiare ed esplicite e più coerenti con quanto esposto nel testo.

Per quanto riguarda la variabile 10, la totalità delle risposte alla posizione professionale dell'autore del testo è "non rilevabile" oppure "giornalista".

Attraverso la variabile 11 si delinea la tipologia del testo. In particolare, se finora abbiamo considerato la quantità degli articoli pubblicati inerenti al tema in oggetto, qui si sottolinea la qualità del contenuto dell'articolo. Si nota immediatamente che per la maggior parte delle testate si tratta di servizi e ciò dimostra una certa esaustività nell'affrontare l'argomento. Si discosta dalla media il Corriere della Sera per una tipologia più variegata e perché è l'unico a presentare articoli sotto forma di editoriale (7%), inoltre insieme a La Repubblica è quello che mostra la più alta percentuale di articoli di fondo (17% e 13% rispettivamente).

Se Il Messaggero si è sempre dimostrato come il quotidiano che ha dato maggiore rilievo al tema, sia per la quantità di articoli pubblicati che per la loro visibilità, bisogna notare che la qualità degli stessi è inferiore per l'alta percentuale delle notizie, pari al 41%, e delle note, il 12%, rispetto alla percentuale dei servizi che è del 38%.

L'esistenza di un numero limitato di lettere ci fa comprendere come il problema non sia così diffuso e sentito dal cittadino, forse per una mancata informazione esplicita, corretta ed esauriente in proposito?

Modalità di presentazione

Le modalità di presentazione descrivono i modi in cui il tema è presentato all'opinione pubblica, non solo in termini giornalistici, ma anche in termini di concezione della scienza, aspetti tecnologici, atteggiamenti trasmessi, valutazione di corsi di azione.

Le variabili di questo settore vanno dalla 12 alla 22. L'analisi ha ruotato intorno a tre variabili principali. La prima tendeva a rilevare l'intento del pezzo, ovvero l'intenzione di fornire elementi di descrizione del fenomeno o di approfondimento. La seconda tendeva a rilevare la concezione della scienza presente nel pezzo e la terza la presenza/assenza di corsi di azione.

Considerando le tematiche del testo si possono accorpate le testate analizzate in 3 gruppi, ognuno caratterizzato da una propria linea di tendenza.

Il Corriere della Sera e La Repubblica sono quelli che presentano la situazione più differenziata, con basse percentuali distribuite su tante tematiche. I due quotidiani a maggiore diffusione nazionale si presentano simili per la tematica prevalente che è

quella politica e politica ambientale, in particolare il Corriere della Sera è l'unico in cui si affronta il tema nell'ambito della politica energetica.

La Stampa, Il Gazzettino, Il Messaggero presentano, invece, una linea più tecnica, tanto che le tematiche prevalenti sono la cronaca, la cronaca economica, l'informazione tecnica, le misure legislative.

La Nazione e Il Mattino si caratterizzano per una linea che predilige il commento e la divulgazione, oltre alla cronaca, in particolare quella economica.

Pertanto possiamo dividere le testate in queste 3 macro tendenze, rispettivamente: politica, tecnica e divulgativa.

Analizzando il pezzo nella sua globalità si ritrovano le tre macro tendenze: Il Corriere della Sera e La Repubblica trattando prevalentemente gli aspetti di politica, nella maggior parte dei loro articoli argomentano e commentano; La Stampa, Il Gazzettino e Il Messaggero, avendo un'impostazione tecnica, illustrano il problema e propongono soluzioni, in particolare ciò avviene negli ultimi due, con oltre il 70% degli articoli, mentre La Stampa adotta una linea più descrittiva, avvicinandosi alle due testate a tendenza più divulgativa. La Nazione e Il Mattino, oltre a descrivere fatti o fenomeni (circa 50%), danno maggior rilievo al commento e all'argomentazione.

La situazione è molto simile anche se si analizza l'oggetto del pezzo. Tuttavia esiste un comune denominatore in tutte le testate che è dato dall'economia (oltre il 30% in ogni testata), tranne per Il Corriere della Sera che punta maggiormente su aspetti politici (39%). Anche gli effetti sull'ambiente vengono presi in considerazione da tutti i quotidiani con una percentuale intorno al 10% per testata, a parte Il Gazzettino dove la percentuale sale al 25%.

Nonostante che la tendenza de Il Corriere della Sera e de La Repubblica, rispetto al tema del testo, sia prevalentemente politica, i due quotidiani centrano i loro pezzi anche su aspetti economici (in particolare la Repubblica) e su aspetti tecnologici (in particolare Il Corriere della Sera).

Ad accomunare Il Gazzettino, La Stampa e Il Messaggero sono ancora una volta gli aspetti tecnici, soprattutto per gli ultimi due, dai quali emerge una percentuale superiore al 30% di articoli riferiti alla tecnologia.

Si registra una maggiore varietà di contenuti nei pezzi pubblicati da La Nazione e da Il Mattino di Napoli, poiché la loro linea di fondo è quella divulgativa. Inoltre è da notare che ancora una volta La Stampa si avvicina a queste ultime due testate per l'ampia differenziazione di contenuti.

La variabile 15 enfatizza gli articoli che sono riferiti ad una tecnologia: "È da notare comunque che in questa sede il termine tecnologia ha un significato più esteso in quanto si intende come: una forma di attività culturale umana che applica i principi della scienza alla soluzione dei problemi. Include le risorse, gli strumenti, i processi, il personale e i sistemi elaborati per eseguire compiti ed essere di particolare vantaggio immediato, personale e/o competitivo, in un determinato contesto ecologico, economico e sociale. Il merito principale di questa definizione è che essa considera il problema del vantaggio. La gente accetta ed adotta una tecnologia solo se vede in essa un vantaggio proprio e, in situazioni di competizione uno svantaggio altrui." (in *Impatto sociale ed economico di un impianto sperimentale a fusione: l'esperienza di Porto Torres* di Gaetano Borrelli e Andrea Vargiu – ENEA – Febbraio 1999, pag. 40).

Per questo con le variabili successive si sono voluti individuare eventuali richiami a vantaggi e rischi della tecnologia implicata, considerandone anche la tipologia.

“La questione tecnologica, infatti, non è disarticolata da una parallela *questione ambientale*. Nel rapporto dialettico che si determina nelle nostre società oggi fra il vecchio modello di sviluppo industriale e i nuovi modelli di sviluppo produttivo uno dei grandi problemi sociali riguarda la gestione e la regolamentazione (controllo sociale) del rapporto tra società – tecnologia – ambiente, centrale nel concetto emergente di *sviluppo sostenibile*. Tuttavia, la categoria materiale psicologica di tecnologia annovera conflitti specifici e puntuali sui suoi rischi e si può considerare un’area specifica di studio dei rischi tecnologici, anche per non perdere la continuità storica con gli studi già svolti e ancorati a specifiche tecnologie e specifici conflitti tecnologici.” (Gaetano Borrelli – Sergio Sartori – *Rischio tecnologico e interessi diffusi* – in Quaderni Studi n.2 maggio 1992 – ENEA, pag.13).

I dati raccolti attraverso la variabile 15 indicano il numero di articoli riferiti ad una tecnologia e confermano la forte somiglianza tra Il Corriere della Sera e La Repubblica: in entrambi quasi i tre quarti degli articoli pubblicati non fanno riferimento ad una tecnologia. Ad essi si avvicina Il Mattino di Napoli, con solo il 35% di articoli riferiti ad una specifica tecnologia. Il Messaggero, Il Gazzettino e La Stampa si riferiscono ad una tecnologia rispettivamente per il 98%, il 96% e l’85% dei pezzi pubblicati. Tale tendenza è seguita da La Nazione, anche se in forma meno accentuata (55%).

A grandi linee si riconfermano le tre tendenze sopra citate, relative al carattere politico, tecnico o divulgativo, rilevate per la variabile 12, che riguardava il tema del testo. Gli articoli de Il Corriere della Sera e de La Repubblica sono quelli che meno di tutti hanno fatto riferimento alla tecnologia, mentre i quotidiani che si sono caratterizzati come tecnici precedentemente (La Stampa, Il Gazzettino e Il Messaggero) mantengono questa linea. Nel gruppo a prevalenza divulgativa, La Nazione si avvicina ai quotidiani prevalentemente tecnici, quando, invece, Il Mattino di Napoli ha un andamento più simile ai due quotidiani a maggior diffusione nazionale.

Considerando gli articoli che si riferiscono ad una tecnologia, si nota che sono proprio quelli pubblicati dai due quotidiani meno concentrati sull’aspetto tecnologico, cioè La Repubblica e Il Corriere della Sera, a richiamarne con maggior frequenza i relativi vantaggi, rispettivamente nel 77% e nel 92% dei casi.

Al contrario, i quotidiani che finora si sono delineati come prevalentemente tecnici (La Stampa, Il Gazzettino e Il Messaggero) sono quelli dove vengono meno richiamati i vantaggi della tecnologia implicata, in particolare La Stampa con il 62% di articoli che non ne richiamano i vantaggi.

Le due testate a carattere divulgativo si differenziano anche in questo caso: La Nazione si avvicina a una descrizione di tipo politico, con l’87% , mentre Il Mattino di Napoli assume un atteggiamento più simile ai quotidiani che trattano gli aspetti tecnici, con il 67%.

Relativamente ai vantaggi richiamati, su tutte le testate analizzate si ha prevalenza del tipo ambientale, seguito dall’aspetto economico, che su Il Gazzettino diventa prioritario con il 48%. Oltre a quelli ambientali ed economici, in tutti gli articoli riferiti ad una tecnologia vengono richiamati anche i vantaggi sulla vita quotidiana, in particolare su Il Mattino di Napoli (25%).

La variabile 18 permette di avere una visione più specifica delle modalità con cui si è fatto riferimento alla tecnologia.

In tutte le testate analizzate si nota che il maggior numero degli articoli riferiti ad una tecnologia richiama i rischi, in riferimento all'uso della benzina con piombo e all'uso di additivi per consentire alle auto non catalitiche di circolare. Questi sono rischi ambientali riferiti alla situazione attuale. Vengono però individuati anche rischi di tipo economico, principalmente riferiti ai costi che l'utente deve sostenere per modificare o addirittura sostituire la propria auto. In particolare Il Corriere della Sera e La Repubblica sono ancora una volta simili, in quanto riportano rispettivamente il 58% e il 62% di articoli che richiamano i rischi della vecchia tecnologia. Stesso fenomeno avviene per La Stampa, Il Gazzettino, Il Messaggero e Il Mattino, che enfatizzano gli stessi rischi con percentuali rispettivamente dell'82%, 80%, 85% e 83%. La Nazione cita i rischi nel 50% dei casi.

È da sottolineare che quando si parla di vantaggi, si fa riferimento alla nuova tecnologia, cioè alla benzina verde, quindi alla diminuzione dell'emissione di CO₂ e alla riduzione dell'inquinamento atmosferico. Si tratta, pertanto, di vantaggi soprattutto ambientali. Quando si affrontano i rischi, invece, ci si riferisce prevalentemente a quelli indotti dalla vecchia tecnologia, cioè alla benzina rossa, all'uso degli additivi che consentono la circolazione alle auto sprovviste di marmitta catalitica e al problema economico derivante dalla sostituzione delle auto da rottamare. Raramente si considerano i rischi connessi alla nuova tecnologia, la benzina verde, ossia gli effetti del benzene, il rischio relativo allo smaltimento delle marmitte catalitiche usate, rischi economici e ambientali, legati alla mancata sostituzione periodica della marmitta.

I due quotidiani a maggior diffusione nazionale, comunque, pur trattando l'argomento in maniera meno tecnica e più politica nel momento in cui fanno riferimento a tecnologie, presentano un'argomentazione più equilibrata, evidenziando in egual misura vantaggi e rischi, sempre però separati: i rischi sono connessi all'uso della benzina con piombo, mentre i vantaggi sono riferiti alla benzina verde. Esistono poche eccezioni. Al di là della possibilità che i rischi da benzene possano essere stati trattati in ambiti più generali, gli articoli che trattano espressamente, come tema centrale, dei rischi della benzina verde sono tre per La Nazione, quattro per Il Mattino, due per la Stampa e tre per il Messaggero.

Tra i tipi di rischio segnalati negli articoli, troviamo principalmente quelli riguardanti l'ambiente, l'economia e la vita quotidiana.

Su Il Corriere della Sera e su La Repubblica i rischi ambientali coprono la metà del totale. Per quanto riguarda invece i rischi economici e sulla vita quotidiana, le due testate si comportano in modo differente: mentre su Il Corriere della Sera prevalgono quelli sulla vita quotidiana (40%), su La Repubblica si nota una maggioranza di quelli economici (42%). La situazione rilevata su La Repubblica è molto simile a quella de Il Gazzettino, dove prevalgono i rischi di tipo ambientale ed economico. La Stampa e Il Messaggero evidenziano prevalentemente i rischi di tipo economico (rispettivamente 51% e 62%), inoltre sono le uniche due testate che fanno riferimento a rischi socio-culturali (circa 10%). La Nazione e Il Mattino di Napoli mettono in luce soprattutto i rischi ambientali e quelli sulla vita quotidiana.

Le alte percentuali di articoli che fanno riferimento ai rischi della vecchia tecnologia conducono ad un atteggiamento di fiducia verso l'uso della benzina verde, anche se spesso critico rispetto alle azioni che si stanno portando avanti. Queste due modalità, con percentuali diverse, sono prevalenti in tutte le testate. Soltanto Il Mattino di Napoli e

La Nazione si discostano dalle medie, e non a caso questi due giornali hanno pubblicato il maggior numero di articoli sui rischi della benzina verde.

La tendenza a valutare o suggerire corsi di azione, presente in tutte le testate, indica un atteggiamento non passivo da parte della stampa. Le percentuali più elevate si ritrovano nei tre quotidiani a caratterizzazione tecnica, cioè La Stampa, Il Gazzettino, Il Messaggero (rispettivamente 77%, 88%, 95%). Ciò evidenzia che nella maggioranza degli articoli viene comunque suggerito al lettore l'atteggiamento da tenere. La domanda del questionario prevedeva quattro possibilità relative ai corsi di azione: politico-istituzionale, ovvero relative alle decisioni del Governo o della U.E., ad esempio la possibilità di ulteriori proroghe, economico-produttivo, ovvero la presenza sul mercato di auto più efficienti, scientifico-tecnologico, ovvero possibilità di modificare le vecchie auto, e socio-culturale, ovvero ridurre l'uso dell'automobile.

In particolare su Il Corriere della Sera, su La Repubblica e su Il Mattino di Napoli circa il 50% è di tipo politico-istituzionale. Su La Stampa, su Il Gazzettino e su Il Messaggero prevale il tipo economico-produttivo (rispettivamente 41%, 32% e 35%), ma è consistente anche il tipo politico-istituzionale (rispettivamente 38% e 27% negli ultimi due). La Nazione si distingue dalle altre testate, con circa il 50% di corsi di azione di tipo scientifico-tecnologico.

Il fatto che alte percentuali si trovino all'interno della modalità politico-istituzionale, indica la volontà di richiamare l'attenzione delle Istituzioni sulla tematica in oggetto, quindi la necessità che il problema venga affrontato in maniera più responsabile dal mondo politico, con appositi interventi legislativi.

Da notare, inoltre, come scarsa rilevanza venga attribuita ai corsi di azione di tipo socio-culturale (rappresentano oltre il 10% solo su Il Gazzettino e su Il Messaggero), a testimonianza di come si è ancora lontani dallo sviluppo di una cultura della mobilità che sia più attenta al rispetto dell'ambiente e che permetta una maggiore vivibilità dei grandi centri urbani. "Le attività di pianificazione e programmazione della qualità dell'aria, che nascono essenzialmente dalle esigenze di tutela e/o risanamento, necessitano prioritariamente dell'individuazione dei fattori di pressione responsabili del fenomeno di inquinamento atmosferico. È noto che il traffico veicolare è la sorgente principale delle emissioni della maggior parte degli inquinanti dell'aria ed il ruolo del traffico nelle aree urbane risulta ancor più rilevante che a livello nazionale. (...) Sempre più spesso le politiche tese a limitare i danni ambientali sono vissute dal cittadino come una *insopportabile* coercizione. Nel caso del traffico urbano ciò è particolarmente vero proprio perché le misure in questo settore si limitano spesso a una serie di divieti che oggettivamente limitano la libertà di movimento del cittadino. I blocchi del traffico, le zone *blu*, sono gli esempi più lampanti di questo tipo di limitazione. Da più parti però emerge una nuova esigenza: superare con politiche urbane appropriate e non occasionali il criterio dell'emergenza che si trova dietro le attuali misure limitative. Arrivare a ciò non è oggettivamente semplice ma vi è la necessità di seguire questa strada per limitare quel senso di insopportabile coercizione di cui si parlava in precedenza." (*Misure antinquinamento da traffico urbano e partecipazione del cittadino* – Uno studio di caso – Paolo Giuntarelli, Gaetano Borrelli, Silvia Brini, RT ENEA 1999, pag. 1). Da una indagine, svolta a Perugia, emerge un dato anomalo: "La previsione di uso futuro dell'auto per il 65% degli intervistati rimarrà immutato: viene spontaneo chiedersi come potrà migliorare la situazione se la personale previsione d'uso del veicolo non si modifica. Ovviamente la risposta sarà "gli altri", poiché a meno di potenziamenti notevoli del mezzo di trasporto pubblico, l'uso dell'auto, che per questo campione è soprattutto

per scopi lavorativi, rimarrà immutato.” ... “Del resto le motivazioni e il numero di commenti volti a giustificare la non modificabilità dell'uso quotidiano dell'auto da parte degli intervistati e dei loro familiari indicano che impegno e attenzione vengono posti a far sì che nulla intervenga ad alterare l'attuale *status quo* nostro e dei nostri cari. (...) La paura non è nella tecnologia o nella politica in sé ma nelle conseguenze sociali diverse che i suoi effetti possono avere: alle soglie del terzo millennio c'è ancora paura dell'ignoto, ma in questo l'ignoto è l'uomo stesso che teme di non sapersi adattare ai mutamenti in atto e di perdere quei pochi punti di riferimento che ancora gli restano”.

In particolare le motivazioni di tale paura consistono nel fatto che la stampa non è riuscita a dare un'esauriente, chiara, esplicita informazione a riguardo determinando così uno stato di confusione nella mente del cittadino che, non essendo in grado di conoscere approfonditamente la situazione, non sa come deve agire di conseguenza. Inoltre, poiché la stampa ha dato più spazio a descrivere i rischi connessi alla vecchia tecnologia si evidenzia una visione abbastanza negativa che il cittadino non può percepire che attraverso uno stato di angoscia e di attesa di nuove normative più chiare, o di un aiuto economico da parte dello Stato, mediante incentivi, per cambiare la propria auto. Quanto la stampa sia stata aiutata dalle fonti primarie di informazione, dal Governo e dagli organi di decisione in generale è un discorso che andrebbe approfondito a parte. La “confusione” informativa non può essere un peso solo per i mezzi di comunicazione di massa. La storia delle catastrofi naturali, da Chernobyl a Seveso, passando per le annuali alluvioni e i diversi terremoti, si potrebbe riscrivere attraverso la storia della catastrofe istituzionale e della contraddizioni che hanno distinto e distinguono ancora oggi l'informazione fornita dagli organi ufficiali e dai vari apparati tecnici dello Stato centrale. A chi si rivolge il cittadino per avere informazioni e a chi si rivolge il giornalista anche specializzato in ambiente per avere le informazioni che dovrebbe poi “mediare”? Nel 1998 i giornalisti ambientalisti e scientifici lamentavano la scarsa possibilità di ricevere informazioni attendibili da tutti i principali organi dello Stato, in particolare Ministero dell'Ambiente e ASL (Borrelli et al, *Informazione, ambiente e scienza: studi di caso e prospettive*, RT ENEA, 1998,/1). Non vi sono segnali che questa situazione sia mutata. Ma questa è un'altra storia.

Modalità di comunicazione

L'analisi delle modalità comunicative avviene secondo i criteri descritti all'inizio. Le variabili di riferimento vanno dalla numero 23 alla 26 del questionario. Le modalità di comunicazione si manifestano attraverso lo stile espositivo del pezzo, le fonti da cui la testata ha ottenuto le informazioni per redigere l'articolo, il livello di complessità della decodifica del testo. Attraverso l'esposizione complessiva del testo siamo in grado di riconoscere la potenziale divulgazione dell'argomento in oggetto.

In tutti i quotidiani considerati prevale un'esposizione narrativa-descrittiva, che su *Il Gazzettino* rappresenta addirittura la totalità.

Anche lo stile inferenziale-esplicativo è presente, con una percentuale più significativa su *Il Corriere della Sera* (41%), testata che per la modalità di comunicazione si presenta come quella dove c'è un maggior equilibrio tra le possibilità di risposta.

Comunque la prevalenza di un'argomentazione descrittiva può indicare uno scarso approfondimento del tema. A conferma di ciò si può prendere ad esempio *Il Messaggero*, dove si è trovata sì un'alta concentrazione per numero di articoli sul tema, ma si è visto

come erano in buona parte notizie, trattate con atteggiamento più di fiducia che critico e con uno stile espositivo prettamente limitato alla descrizione (80%). Tuttavia la modalità narrativa-descrittiva permette una maggiore facilità di decodifica da parte del lettore e quindi una più ampia diffusione dell'informazione.

Da notare che lo stile espositivo retorico-persuasivo è praticamente assente o limitato. Ciò mette in evidenza due aspetti: da un lato si coglie la concretezza con cui viene affrontato il tema, anche se non del tutto esauriente e giustamente esplicativa, dall'altro si può ipotizzare un maggiore coinvolgimento da parte del lettore, anche se ciò non può essere vero in assoluto poiché dipende dal *target* a cui si fa riferimento.

La variabile 24 permette di constatare che il livello di istruzione, capacità critica e di comprensione richiesto per la decodifica del testo è prevalentemente medio.

In particolare La Stampa, Il Gazzettino, Il Messaggero, Il Mattino di Napoli tendono di più verso il medio-basso, mentre La Nazione verso il medio-alto.

Si differenziano Il Corriere della Sera e La Repubblica, dove troviamo una consistente percentuale di basso (rispettivamente 41% e 24%) e le uniche percentuali di molto basso. Tali testate si caratterizzano, quindi, come quelle dall'esposizione comprensibile alla più ampia fascia di lettori.

I dati raccolti attraverso la variabile 25, mostrano come l'esposizione divulgativa riporta valori che vanno dall'80%, per La Stampa, fino al 100% per Il Corriere della Sera e Il Gazzettino.

Per quanto riguarda le principali fonti di informazione, si pone in evidenza che tutti gli articoli fanno riferimento al Governo centrale, all'Unione Europea e al Mondo imprenditoriale.

Questi dati possono essere spiegati dal fatto che l'attenzione e la rilevanza posta al tema siano state concentrate nel mese di dicembre 1999, periodo in cui si è discusso sulla possibilità della proroga all'applicazione della Direttiva in Italia. Inoltre, poiché il tema è stato trattato prevalentemente come emergenza economica, si è dato maggiore risalto al parere dei costruttori, anche perché buona parte dei percorsi di azione suggeriti, analizzati precedentemente, sono di carattere economico-produttivo.

I due quotidiani a maggior diffusione nazionale presentano una tipologia di fonti più differenziata, tanto che solo in essi, rispetto alle altre testate, troviamo una percentuale significativa anche di fonti informali.

A conferma delle fonti di informazione prevalentemente individuate, si nota che gli attori più citati sono: Romano Prodi (Presidente della Commissione Europea); Margot Wallstrom (Commissario per l'Ambiente all'Unione Europea); Edo Ronchi (Ministro dell'Ambiente); Vincenzo Visco (Ministro delle Finanze); Pierluigi Bersani (Ministro dell'Industria); Enrico Letta (Ministro per le Politiche Comunitarie); Rosario Alessi (Presidente dell'ACI); ANFIA (Associazione Nazionale delle Industrie Automobilistiche); UNRAE (Unione Nazionale dei Rappresentanti dei Veicoli Esteri).

L'informazione al cittadino: conclusioni

L'analisi presentata nelle pagine precedenti guarda ad un aspetto parziale del problema della informazione. L'analisi della stampa, infatti, pur nella sua validità ci dice qual è stata, su un certo argomento, l'attenzione dei mezzi di comunicazione di massa.

Sviluppata nell'arco di un certo periodo, ci dice anche se, su quell'argomento, vi è stata una cosiddetta "onda lunga informativa". Lo sviluppo delle tecniche di analisi del contenuto ci forniscono informazioni sull'attenzione, sui contenuti, sulla comprensibilità del messaggio. Questi tre tipi di informazione complessivamente consentono di capire qual è stato l'interesse dei *media*. Indirettamente consentono anche di capire qual è l'interesse del pubblico secondo la regola che l'informazione svolge una funzione non unilaterale. Essendo i giornali, nel nostro caso, delle aziende che hanno come scopo principale il lucro tendono ad accontentare il "cliente" fornendo informazioni che ritengono di suo interesse. La scarsità di informazioni su un certo argomento indica che non vi è un interesse reale da parte del lettore. È questo il caso della benzina senza piombo? No. Su questo argomento in due anni sette giornali hanno pubblicato ben 237 articoli. Altra questione è in che modo la stampa ha trattato l'argomento nei 237 articoli e il lavoro nelle sue parti precedenti descrive questo punto.

In sintesi si può affermare che il tema della benzina senza piombo "soffre" di una serie di carenze che si possono rilevare in genere quando la stampa affronta temi complessi come l'ambiente, la tecnologia e l'energia. L'informazione su questi argomenti si ferma sempre nel momento più bello. La mancanza di completezza, la frammentarietà dell'informazione, la difficoltà ad affrontare tematiche a lungo respiro, l'esigenza giornalistica di trattare l'immediato e non il futuro sono gli elementi che caratterizzano questo tipo di informazione.

Un'analisi più estesa che guardi al *target* può risolvere questi problemi. Indagini anche demoscopiche, che guardino alla fattibilità e alla accettabilità sociale dei cambiamenti che la politica propone, potrebbero dare importanti indirizzi ai *decision maker*. Se lo scopo è quello di cambiare in meglio gli atteggiamenti della popolazione rispetto all'uso dell'automobile, catalitica o no, l'informazione deve essere organizzata diversamente e deve partire dalle esigenze di mobilità urbana e non dal cambiamento di una tecnologia.

L'intensa attività sui regolamenti e sulla normativa avrà successo se di pari passo verrà potenziata l'attività di controllo e prevenzione. Infatti, la verifica periodica e seria del mantenimento delle condizioni ottimali di funzionamento dei vari veicoli (per es. bollino blu) è condizione indispensabile ed irrinunciabile per sostenere norme e regolamenti. Infine deve essere attivata una campagna di sensibilizzazione (formazione ed informazione) verso l'utenza, per aumentare la conoscenza e la familiarità con le diverse tecnologie.

Alcune tecnologie richiederanno iniziative collaterali volte a garantire la loro massima diffusione. Ad esempio i veicoli a basso impatto ambientale di nuova concezione, come i veicoli elettrici a guida libera o vincolata, avranno bisogno di infrastrutture di ricarica, di aree di parcheggio e di facilitazioni alla circolazione in aree di particolare pregio o comunque soggette a restrizioni alla circolazione. Infine, dovranno essere previste stazioni di servizio e manutenzione opportunamente localizzate sul territorio.

È da sottolineare che l'effetto della sostituzione del parco potrà produrre risultati realmente positivi se, e solo se, l'azione intrapresa verrà percepita dalla collettività, non come un mero ricambio più o meno accelerato del proprio autoveicolo, ma come la necessità di procedere ad una modifica sostanziale dei criteri che indirizzano le scelte. Si richiederà pertanto agli utenti un cambiamento di comportamento come naturale conclusione di un processo di revisione delle attuali tendenze, che andrà probabilmente ad interessare anche altri aspetti della vita sociale, in modo da conseguire un modello di sviluppo più attento alle problematiche energetiche ed ambientali.

In termini generali, l'ammontare delle emissioni globali del settore dei trasporti varia in funzione del prodotto di emissioni unitarie e di flussi di traffico. La tendenza storica alla riduzione delle emissioni unitarie, pur significativa, non è stata finora in grado di controbilanciare l'altrettanto consolidata tendenza all'incremento dei flussi di traffico. Occorre dunque agire su entrambi gli aspetti del problema, individuando linee generali di intervento che consentano di conseguire da un lato sempre più ridotti consumi ed emissioni unitari, e dall'altro di contenere l'incremento della domanda, orientandola verso le alternative modali a più ridotto consumo ed incentivando modi di impiego dei mezzi e comportamenti individuali "virtuosi".

A livello di P.A. le iniziative, volte al risparmio di energia e ad una maggiore attenzione per l'ambiente, vanno coordinate in interventi che organicamente facciano leva su tutti gli strumenti a disposizione: forme di incentivo, risorse maggiori per ricerca e innovazione, normativa, fisco, ecc. Parimenti a livello del cittadino è importante ribadire che nessuna delle due opzioni considerate (riduzione dei consumi unitari e gestione della domanda di mobilità) appare in grado, da sola, di conseguire gli obiettivi assunti a Kyoto. Occorre cioè predisporre una strategia d'intervento integrata, definendo obiettivi intermedi e strumenti di monitoraggio e controllo dell'efficacia degli interventi messi in atto.

Si richiederà, pertanto, alla maggioranza dei consumatori, allorché si procede all'acquisto dei nuovi veicoli, di cambiare significativamente gli attuali criteri, che privilegiano fortemente *comfort* e prestazioni a vantaggio delle macchine a basso consumo che permettono significative economie di carburante e di emissioni nocive per l'uomo e per l'ambiente. In tal senso occorrerà che gli utenti diano coscientemente e liberamente la propria adesione a nuovi paradigmi che abbiano come obiettivo un impatto sull'ambiente certamente più contenuto e tale da non incrementarne il degrado, con un'inversione di tendenza rispetto al recente passato. Ovviamente anche l'uso del proprio autoveicolo dovrà essere sensibilmente modificato, sia valutando meglio la reale necessità di effettuare lo spostamento con il mezzo privato (innestando la decisione in un processo di analisi che tenga effettivamente conto delle opzioni disponibili, ad esempio la disponibilità di trasporti collettivi, l'intermodalità, ecc.), sia adeguandosi ad uno stile di guida più tranquillo, che privilegi il risparmio del carburante.

In altri termini non basta disporre di mezzi altamente efficienti per ridurre automaticamente i consumi; il risultato finale è, infatti, ottenuto dalla combinazione di due elementi, di cui il primo dipende esclusivamente dalla tecnologia ed il secondo dall'uso della stessa. Tra l'altro un uso dell'autovettura più attento ad una riduzione dei consumi, anche senza considerare il vantaggio economico diretto derivante dal risparmio sull'acquisto del carburante, comporta generalmente minore stress per gli utenti e favorisce indirettamente anche una diminuzione degli incidenti e dei costi sociali ad essi imputabili (vedi capitolo 3.2).

Se nell'opinione pubblica si può registrare ancora il persistere di molte false convinzioni e di molte lacune sulle conoscenze tecniche tuttavia va ricordato che forte è la sensibilità acquisita dagli italiani nei confronti dell'ambiente in generale e dei problemi sollevati dal traffico in particolare.

Questionario (Usato per l'analisi descrittiva)

TESTATA
1. NUMERO DI QUESTIONARIO.....
2. Data GIORNO..... MESE..... ANNO.....
<i>A – CARATTERISTICHE MORFOLOGICHE</i>
3. COLLOCAZIONE DEL PEZZO 1. <input type="checkbox"/> Prima pagina 2. <input type="checkbox"/> Pagine interne 3. <input type="checkbox"/> Cronaca 4. <input type="checkbox"/> Pagine specializzate
4. IL PEZZO È ANNUNCIATO IN PRIMA PAGINA? 1. <input type="checkbox"/> Sì 2. <input type="checkbox"/> No
5. IL PEZZO È COLLOCATO IN POSIZIONE DI: 1. <input type="checkbox"/> Apertura 2. <input type="checkbox"/> Spalla 3. <input type="checkbox"/> Taglio alto 4. <input type="checkbox"/> Taglio medio 5. <input type="checkbox"/> Taglio basso
6. TRASCRIZIONE DEL TITOLO
7. TRASCRIZIONE DELL'OCCHIELLO
8. TRASCRIZIONE DEL SOTTOTITOLO
9. NEL COMPLESSO LA TITOLATURA 1. <input type="checkbox"/> Descrive i contenuti del testo 2. <input type="checkbox"/> Allude ai contenuti del testo 3. <input type="checkbox"/> Richiama ad effetto l'attenzione
10. QUAL È LA POSIZIONE PROFESSIONALE DELL'AUTORE DEL TESTO? 1. <input type="checkbox"/> Non rilevabile 2. <input type="checkbox"/> Giornalista 3. <input type="checkbox"/> Ricercatore 4. <input type="checkbox"/> Scienziato 5. <input type="checkbox"/> Docente universitario 6. <input type="checkbox"/> Tecnico, professionista 7. <input type="checkbox"/> Imprenditore 8. <input type="checkbox"/> Politico
11. TIPO DI TESTO (È POSSIBILE SEGNARE FINO A DUE OPZIONI) 1. <input type="checkbox"/> Servizio 2. <input type="checkbox"/> Corsivo 3. <input type="checkbox"/> Nota 4. <input type="checkbox"/> Editoriale 5. <input type="checkbox"/> Fondo 6. <input type="checkbox"/> Inchiesta 7. <input type="checkbox"/> Notizia 8. <input type="checkbox"/> Intervista 9. <input type="checkbox"/> Lettera 10. <input type="checkbox"/> altro

<i>B – MODALITÀ DI PRESENTAZIONE</i>			
12. TEMA DEL TESTO (È POSSIBILE SEGNARE FINO A DUE OPZIONI)			
1. <input type="checkbox"/> Cronaca	2. <input type="checkbox"/> Cronaca economica		
3. <input type="checkbox"/> Commenti	4. <input type="checkbox"/> Divulgazione	5. <input type="checkbox"/> Informazione scientifica	
6. <input type="checkbox"/> Informazione tecnica	7. <input type="checkbox"/> Misure tecniche	8. <input type="checkbox"/> Misure legislative	
9. <input type="checkbox"/> Politica	10. <input type="checkbox"/> Politica energetica	11. <input type="checkbox"/> Politica ambientale	
13. IL PEZZO NELLA SUA GLOBALITÀ			
1. <input type="checkbox"/> Illustra problemi	2. <input type="checkbox"/> Argomenta e commenta		
3. <input type="checkbox"/> Descrive fatti o fenomeni	4. <input type="checkbox"/> Propone soluzioni		
14. IL PEZZO È CENTRATO SU (È POSSIBILE SEGNARE FINO A DUE OPZIONI):			
1. <input type="checkbox"/> Cause	2. <input type="checkbox"/> Effetti sull'ambiente	3. <input type="checkbox"/> Conseguenze sull'uomo	
4. <input type="checkbox"/> Economia	5. <input type="checkbox"/> Società e cultura	6. <input type="checkbox"/> Aspetti politici	
7. <input type="checkbox"/> Territorio	8. <input type="checkbox"/> Tecnologia	9. <input type="checkbox"/> Altro	
15. L'ARTICOLO È RIFERITO AD UNA TECNOLOGIA?			
1. <input type="checkbox"/> Sì 2. <input type="checkbox"/> No (vai alla 20)			
16. NEL PEZZO VENGONO RICHIAMATI I VANTAGGI DELLA TECNOLOGIA IMPLICATA?			
1. <input type="checkbox"/> Sì 2. <input type="checkbox"/> No (vai alla 18)			
17. DI CHE TIPO (È POSSIBILE SEGNARE FINO A 2 OPZIONI)			
1. <input type="checkbox"/> Ambientali	2. <input type="checkbox"/> Sulla vita quotidiana		
3. <input type="checkbox"/> Economici	4. <input type="checkbox"/> Socioculturali	5. <input type="checkbox"/> Politici	
18. NEL PEZZO VENGONO RICHIAMATI I RISCHI DELLA TECNOLOGIA IMPLICATA?			
1. <input type="checkbox"/> Sì 2. <input type="checkbox"/> No (vai alla 20)			
19. DI CHE TIPO (È POSSIBILE SEGNARE FINO A 2 OPZIONI)			
1. <input type="checkbox"/> Ambientali	2. <input type="checkbox"/> Sulla vita quotidiana		
3. <input type="checkbox"/> Economici	4. <input type="checkbox"/> Socioculturali	5. <input type="checkbox"/> Politici	
20. L'ORIENTAMENTO COMPLESSIVO DEL MESSAGGIO ESPRIME UN ATTEGGIAMENTO RIGUARDO AL TEMA DI CUI SI TRATTA, DI TIPO:			
1. <input type="checkbox"/> Fiducia	2. <input type="checkbox"/> Angoscia	3. <input type="checkbox"/> Entusiasmo	4. <input type="checkbox"/> Condanna
5. <input type="checkbox"/> Acritico	6. <input type="checkbox"/> Critico	7. <input type="checkbox"/> Polemico	
21. IL TESTO VALUTA O SUGGERISCE CORSI DI AZIONE?			
1. <input type="checkbox"/> Sì 2. <input type="checkbox"/> No (vai alla 23)			
22. DI CHE TIPO? (è possibile segnare fino a due opzioni)			
1. <input type="checkbox"/> Economico-produttivo	2. <input type="checkbox"/> Politico-istituzionale		
3. <input type="checkbox"/> Sociale-culturale	4. <input type="checkbox"/> Scientifico-tecnologico		

<i>C – MODALITÀ DI COMUNICAZIONE</i>	
23. LO STILE ESPOSITIVO DEL PEZZO È PREVALENTEMENTE	
1. <input type="checkbox"/> Narrativo/descrittivo	2. <input type="checkbox"/> Inferenziale/Esplicativo
3. <input type="checkbox"/> Retorico/persuasivo	
24. LA DECODIFICA DEL TESTO RICHIEDE COMPLESSIVAMENTE UN LIVELLO DI ISTRUZIONE/CAPACITÀ CRITICA E DI COMPrensIONE:	
1. <input type="checkbox"/> Molto alto	2. <input type="checkbox"/> Alto
3. <input type="checkbox"/> Medio alto	4. <input type="checkbox"/> Medio basso
5. <input type="checkbox"/> Basso	6. <input type="checkbox"/> Molto basso
25. L'ESPOSIZIONE COMPLESSIVA È PREVALENTEMENTE	
1. <input type="checkbox"/> Tecnico-specialistica	2. <input type="checkbox"/> Divulgativa
26. FONTI DA CUI LA TESTATA HA OTTENUTO LE INFORMAZIONI PER IL PEZZO (È POSSIBILE SEGNARE FINO A DUE OPZIONI)	
1. <input type="checkbox"/> Governo centrale	6. <input type="checkbox"/> Governo locale
2. <input type="checkbox"/> Unione Europea	7. <input type="checkbox"/> Agenzie nazionali
3. <input type="checkbox"/> Università	8. <input type="checkbox"/> Mondo imprenditoriale
4. <input type="checkbox"/> Comunità scientifica	9. <input type="checkbox"/> Stampa specializzata
5. <input type="checkbox"/> Associazioni consumatori	10. <input type="checkbox"/> Informali
16. <input type="checkbox"/> Sindacati	11. <input type="checkbox"/> Ministero Trasporti
	12. <input type="checkbox"/> ACI
	13. <input type="checkbox"/> Motorizzazione
	14. <input type="checkbox"/> Associazione verdi
	15. <input type="checkbox"/> Partiti
27. ATTORI CITATI.....	

APPENDICE A

I trasporti

A.1 Alcuni dati sulla mobilità

La situazione a livello mondiale

Negli ultimi 50 anni i veicoli circolanti nel mondo sono cresciuti di 15 volte e attualmente sono stimati pari a circa 700 milioni. Nel 1999 sono stati prodotti 54,7 milioni di autoveicoli con un incremento del 5,1% rispetto al 1998 (Fonte OICA). Le autovetture passeggeri prodotte sono passate da 37,3 milioni a 38,7 con un incremento del 3,6%. I maggiori incrementi si sono avuti nell'Asia-Oceania (+ 8,7%) e nel Nord America (+5%) in parte compensati dal declino delle produzioni del Sud America (-17%) e della Turchia (-7%) e dalla modesta crescita in Europa (+1%).

La situazione europea

Nelle città le superfici (in particolare gli spazi pubblici) utilizzate per le attività legate ai trasporti sono in aumento. È stato stimato che le infrastrutture stradali occupano dal 10 al 15% della superficie delle grandi città europee. Le aree centrali delle città, e soprattutto quelle italiane, hanno ormai perso la loro natura storica, dove piazze, strade e aree verdi erano luogo di incontro e socializzazione. L'effetto "barriera" delle strade più trafficate, il cui attraversamento risulta difficoltoso, pericoloso e lento, dà luogo inoltre a divisioni interne alla città.

Nel 1998 nei 15 paesi dell'Unione Europea sono stati costruiti circa 15,2 milioni di autoveicoli passeggeri, 2,2 milioni veicoli commerciali e circa 2 milioni di ciclomotori e motocicli (Fonte EUROSTAT – Il dato relativo ai ciclomotori è probabilmente sottostimato).

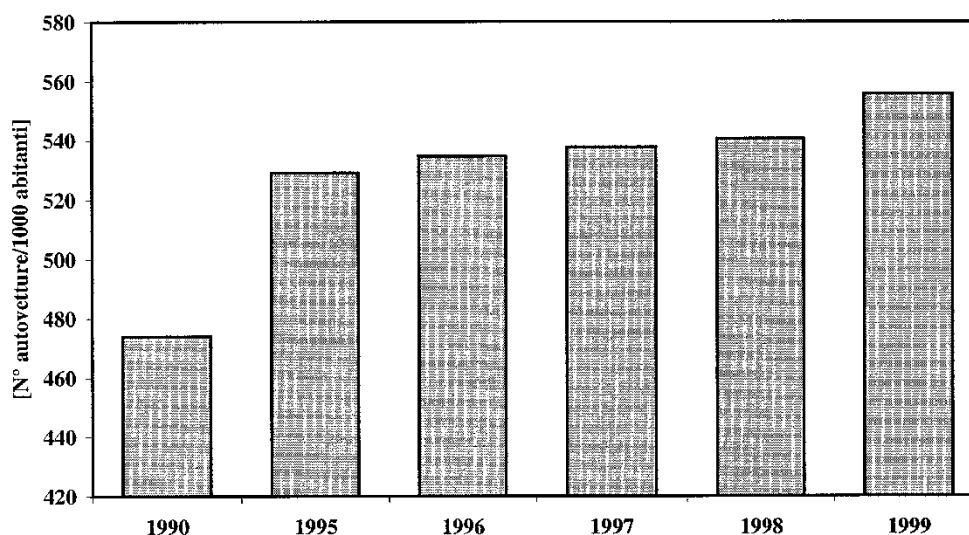
La domanda di mobilità passeggeri ha avuto nell'ultimo decennio una crescita molto rilevante. Nei 15 paesi della UE il trasporto passeggeri è aumentato, dal 1990 al 1997, di

circa il 2% ogni anno e, rispetto al 1970, è cresciuto di circa il 120%, la corrispondente domanda di trasporto passeggeri è stata di circa 4.830 miliardi di passeggeri-chilometro (p-km): ciò vuol dire che, nel 1997, il percorso medio giornaliero di un cittadino europeo è stato di 35 km contro i 16,5 km del 1970. Come è noto, sia nel settore trasporto passeggeri che in quello merci, è il trasporto su gomma la modalità maggiormente impiegata. I cittadini europei, infatti, utilizzano per i loro spostamenti per il 79% l'auto privata, per l'8% i mezzi collettivi di trasporto su gomma (bus), per il 7% l'aereo, per il 6% il treno e solo per l'1% i mezzi di trasporto collettivi su rotaia (tram e metropolitane).

La situazione italiana

In Italia il quadro della mobilità presenta una situazione ancora più preoccupante. L'Italia nel 1999, con 556 autovetture ogni 1000 abitanti, è tra i paesi più motorizzati del mondo e la tendenza negli ultimi anni è stata sempre in crescita ¹ (vedi Figura A.1).

Figura A.1 Andamento negli anni del numero di autovetture ogni mille abitanti italiani



I dati relativi agli anni 1997/1998/1999 tratti dal Conto Nazionale Trasporti sono dati non ancora consolidati.

Se si considerano anche i ciclomotori ed i motocicli si arriva a 688 veicoli ogni 1000 abitanti e nel dato appena riportato non sono stati conteggiati i veicoli commerciali e gli autobus.

Dal 1990 al 1999 sono state immatricolate 13.350.000 autovetture nuove di fabbrica ed il parco auto nello stesso periodo è passato da 27.415.828 a 31.416.686 (Fonte: Conto Nazionale Trasporti - Anno 1999) con un incremento annuo medio di circa 444.000 autovetture. L'Italia è inoltre caratterizzata da una forte presenza di veicoli a due ruote:

¹ Stime EUROSTAT relative al 1997 attribuiscono all'Italia un tasso di motorizzazione più elevato collocando il nostro paese al primo posto in Europa con 577 autovetture ogni 1000 abitanti, seguita dal Lussemburgo (565), dalla Germania (504), dalla Francia (478) e dall'Austria (469).

ciclomotori e motocicli. Secondo il Ministero dei Trasporti nel 1999 i ciclomotori ed i motocicli circolanti in Italia ammontano rispettivamente a 4.431.143 ed a 2.793.578 unità; ma per il numero dei ciclomotori, non essendo questa categoria di veicolo iscritta al PRA, si riportano delle stime. Nel caso specifico l'ACEM (Associazione Costruttori Europei di Motocicli) per il 1998 indica un valore di oltre sette milioni di unità.

La domanda di mobilità complessiva è cresciuta, dal 1990 al 1998, del 19,2% passando da 728.737 a 868.916 milioni di passeggeri-km. (Fonte: Conto Nazionale Trasporti - Anno 1999). Nella tabella A.1 è riportato l'andamento dal 1990 al 1998 delle varie modalità di trasporto. Per l'anno '98 il trasporto su gomma, sia collettivo che individuale, soddisfa la quasi totalità (92%) della domanda.

Tabella A.1 - Anni 1990/98. Traffico totale interno di passeggeri. Valori %

Anno	1990	1995	1996	1997	1998
Impianti fissi	6,67	6,37	6,31	5,56	5,83
Trasporti collettivi extraurbani	9,93	9,26	9,25	8,25	9,14
Trasporti collettivi urbani	2,17	1,87	1,86	1,61	1,73
Navigazione marittima di cabotaggio	0,33	0,27	0,3	0,35	0,38
Navigazione interna	0,07	0,05	0,05	0,05	0,05
Navigazione aerea	0,88	0,86	0,93	0,93	1,03
Autotrasporti privati	79,96	81,32	81,3	83,25	81,83

Dall'esame dei dati relativi all'andamento del traffico totale interno di passeggeri emerge che, sia in termini assoluti che relativi, il trasporto collettivo urbano ha subito negli anni in esame un calo pressoché costante a dimostrazione della crisi di questo tipo di offerta, crisi che sarebbe ancora più evidente se non fosse stata in parte compensata dal buon andamento del trasporto su metropolitana che è aumentato, nel periodo in esame, del 60% grazie all'aumento dell'estensione della rete. In termini assoluti tutte le altre modalità hanno registrato un incremento; in termini relativi, invece, i trasporti effettuati con impianti fissi² hanno registrato una flessione dovuta principalmente alla quota persa dal traffico ferroviario statale. Ma il dato che emerge con forza è l'aumento del trasporto passeggeri effettuato con il mezzo privato che, dal 1990 al 1999, è passato da 582.717 a 711.057 milioni di passeggeri-km con un incremento percentuale del 22% e che nel 1998 ha rappresentato circa l'82% della domanda complessiva di mobilità.

Se ci si riferisce al trasporto urbano ed extraurbano la situazione del traffico è ancora più sbilanciata: infatti, di tutto il traffico extraurbano l'85,8% avviene su strada e relativamente al trasporto passeggeri in ambito urbano i 225,38 miliardi di passeggeri-km relativi al 1996 sono stati soddisfatti per il 7,1% dal trasporto pubblico e per il restante 92,9% dal trasporto privato.

² Nella voce impianti fissi sono compresi le Ferrovie dello Stato, le ferrovie in concessione, le tramvie extraurbane e le funivie; nei trasporti collettivi sono compresi le autolinee, le filovie e gli autobus da noleggio; nei trasporti collettivi urbani sono compresi le filovie e gli autobus, le tramvie urbane, le metropolitane e le funicolari.

A.2 Il parco circolante

• L'evoluzione del parco circolante

Come appena detto il parco circolante italiano è caratterizzato da un forte sviluppo del mezzo privato. Nel 1965 su un totale di 10.616.782 di autoveicoli circolanti le autovetture rappresentavano circa il 52% dell'intero parco, nel 1999 su un parco circolante di oltre 43.000.000 di veicoli le autovetture rappresentano circa il 73% del totale. Nella tabella A.2 sono riportati i dati relativi ai veicoli circolanti (per veicoli circolanti si intendono i veicoli soggetti al pagamento della tassa automobilistica) in Italia dal 1990 al 1999 (come già detto i dati relativi al 1997/1998/1999 non sono ancora dati consolidati).

Tabella A.2 - Anni 1990-1999. Veicoli circolanti

Tipologia	1990	1995	1996	1997	1998	1999
Motocicli	2.509.819	2.530.750	2.587.627	2.612.390	2.737.366	2.793.578
Motocarri	464.852	415.665	417.694	405.859	396.089	383.889
Ciclomotori	3.028.834	3.697.545	3.818.309	3.831.658	4.100.321	4.431.143
Autovetture	27.415.828	30.301.424	30.467.173	30.741.953	31.370.765	31.416.686
Autobus	77.731	75.023	3.182	84.177	84.822	87.039
Autocarri merci	2.140.123	2.430.262	2.637.882	2.762.819	2.816.200	2.907.755
Autocarri speciali	208.869	278.539	306.393	324.938	336.300	347.459
Motrici	67.780	79.631	89.996	97.694	100.200	105.362
Rimorchi-Semirimorchi	670.116	764.600	914.182	812.392	814.936	824.592
Totale	36.583.952	40.573.439	41.222.438	41.673.879	42.756.999	43.297.506

In Italia le auto alimentate a benzina sono attualmente 26.996.000 (Fonte: sito internet del Ministero dei Trasporti; non è chiaro se il dato stimato è relativo al parco 1999 o al parco 2000). L'81% potrà utilizzare, all'entrata in vigore della legge che abolirà la distribuzione della benzina super (1 gennaio 2002), la benzina verde senza alcun intervento. Il 7% potrà utilizzare benzina verde con adeguamenti di lieve entità. Il rimanente 12% non potrà utilizzare benzina verde se non a costo di interventi e adeguamenti molto onerosi. Di fatto, secondo i dati del Ministero dei Trasporti, sebbene il 12% corrisponda a 3.256.000 veicoli, considerando le radiazioni in corso, questo problema dovrebbe interessare solo 1.100.000 autoveicoli, pari al 4% e non al 12%, del parco circolante.

Dalle informazioni ricevute dalla Fondazione F.Caracciolo che aggiornano quelle contenute nel documento "Un futuro senza piombo" si evince che al 31.12.1999, il parco di autovetture non catalizzate deve ritenersi così suddiviso (dati disponibili tratti dalle risultanze del PRA):

- 4.096.716 auto immatricolate prima del 1984, l'utilizzo delle quali sarebbe compromesso una volta che la benzina con piombo fosse definitivamente ritirata dal mercato;
- 3.210.146 auto immatricolate tra il 1984 ed il 1987, in grado di circolare utilizzando la benzina "verde", previa alcune modifiche meccaniche e/o l'utilizzo di additivi nel carburante (in funzione dei modelli);
- 7.786.688 auto immatricolate tra il 1988 ed il 1992, in grado di utilizzare la benzina verde senza particolari problemi.

I dati andrebbero depurati ulteriormente dalle radiazioni intervenute negli ultimi mesi del 2000 per ciascuno dei periodi considerati. Peraltro non è da escludere, come del resto già sostenuto, che il parco delle autovetture non catalizzate tuttora iscritte al PRA (circa 15.195.000 unità) possa non coincidere perfettamente con il cosiddetto parco "effettivamente circolante."

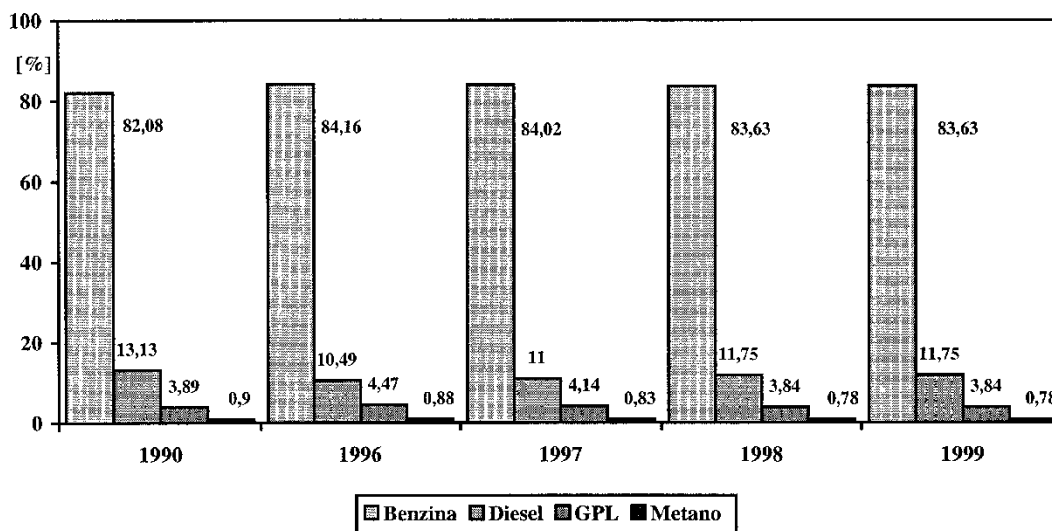
Si ritiene opportuno segnalare che dal punto di vista dell'utente automobilistico è più completa l'informazione fornita dal Ministero in quanto una classificazione che individua modelli e motori risulta più precisa e dettagliata rispetto ad una che si basa sugli anni di immatricolazione. Comunque anche per quest'ultima si evidenzia che fra i criteri della scelta delle annate dovrebbe esserci anche quello che tiene conto delle date di cambiamento del contenuto di piombo nelle benzine (vedi figura 4.1).

La motorizzazione del nostro paese, se confrontata con quella degli altri tra i paesi maggiormente sviluppati, presenta delle caratteristiche assai interessanti per l'argomento che stiamo trattando. L'Italia si caratterizza per un maggiore livello di motorizzazione privata.

Le peculiarità del parco autovetture italiano, rispetto al parco europeo, sono essenzialmente:

- elevato numero di autovetture alimentate a benzina;
- predominante presenza di auto con cilindrata medio-piccola;
- elevata anzianità media del parco;
- elevata presenza di auto non catalizzate;
- disomogenea distribuzione sul territorio nazionale

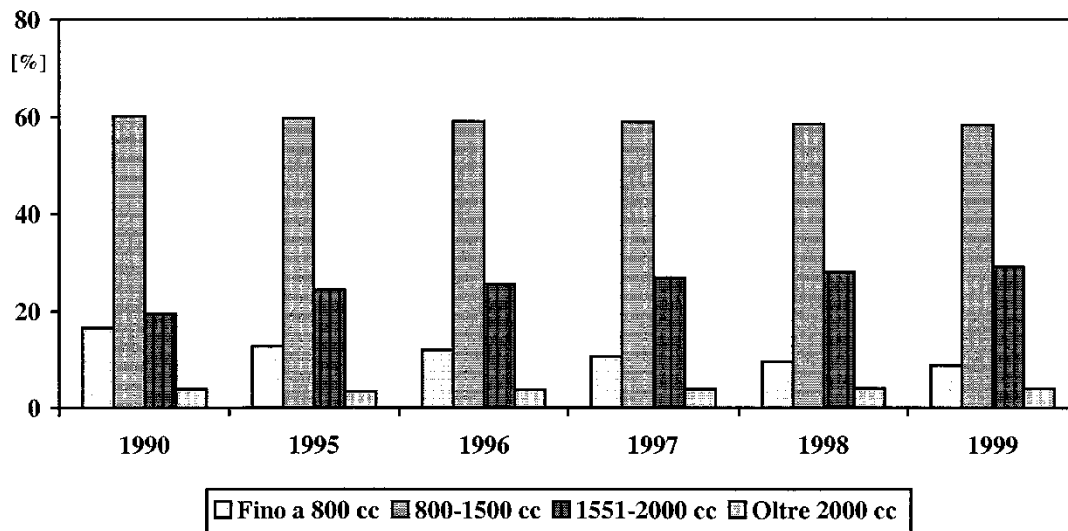
Figura A.2 - Anni 1990-1999. Evoluzione del parco autovetture in base alla alimentazione



Come si vede dalla figura A.2 nel parco autovetture italiano le auto a benzina rappresentano circa l'84% del totale. In termini assoluti tutte le alimentazioni, ad eccezione del metano, sono cresciute nel decennio 1990-1999. In termini relativi, a fronte di una leggera diminuzione delle autovetture a benzina registrata a partire dal 1996 si nota, nello stesso periodo, una crescita significativa delle auto alimentate a gasolio (+ 15,5% nel 1998 rispetto al 1996), mentre le autovetture alimentate a GPL e metano registrano ambedue un sensibile calo: - 13,1% e - 9,3% rispettivamente. I dati relativi al 1999 nella figura rappresentano delle stime che non prevedono variazioni rispetto al 1998.

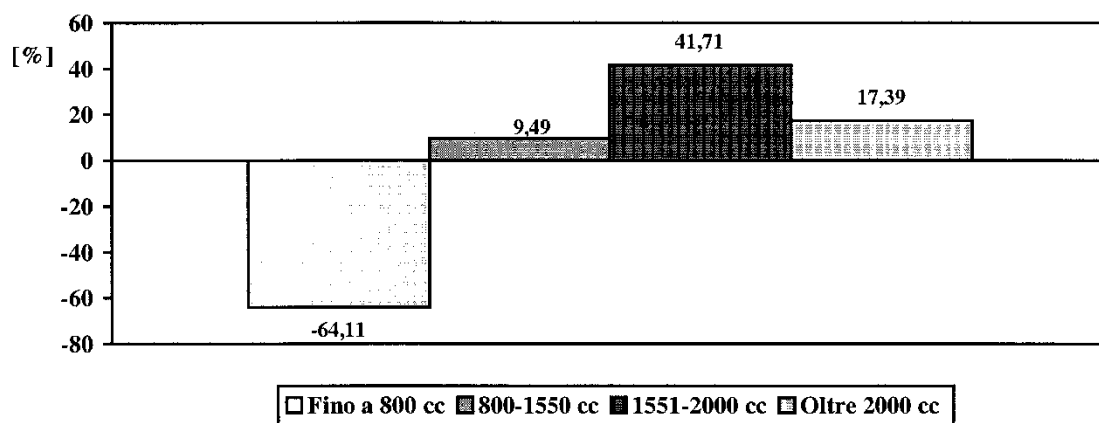
Nella figura A.3 in funzione dell'ultimo decennio è riportata la ripartizione del parco autovetture italiano in base alla cilindrata. Nonostante i significativi cambiamenti registrati (vedi anche figura A.4) il parco seguita ad essere caratterizzato da una prevalente presenza delle autovetture di cilindrata medio-piccola (800-1550 cc) che nel 1999 rappresentano ancora il 58% del totale.

Figura A.3 - Evoluzione del parco autovetture italiano in base alla cilindrata. Anni 1990-1999



Fonte: Elaborazione su dati Conto Nazionale Trasporti. Anno 1999

Figura A.4 - Variazioni percentuali avvenute dal 1990 al 1999. Ripartizione in base alla cilindrata



Caratteristica del parco italiano è quella di registrare la persistenza di una forte presenza di auto non catalizzate: nel 1998 le auto non catalizzate rappresentavano ancora il 63,4% del totale. In figura A.5 sono rappresentate, relativamente alle auto a benzina, le quote percentuali delle auto catalizzate e non negli anni 1996, 1997, 1998 (Fonte: Elaborazione su stime provvisorie ACI. Si ricorda che dal 7.1.1997 al 31.7.1998 erano in vigore le disposizioni di legge relative agli incentivi alla rottamazione).

Per quanto attiene all'anzianità del parco dalla figura A.6 si può vedere come la classe di autovetture più numerosa sia quella relativa alle auto immatricolate dal 1° gennaio 1985

al 31 dicembre 1992 (le date prese in considerazione sono quelle relative all'entrata in vigore delle principali normative sulle emissioni). Risulta che :

il 14,4% delle autovetture circolanti ha una anzianità maggiore di 17 anni;

il 31% ha una anzianità maggiore di 14 anni;

il 64,1% ha una anzianità maggiore di 6 anni;

l'84% ha una anzianità maggiore di 2 anni

Figura A.5 - Percentuale di auto catalizzate e non in Italia

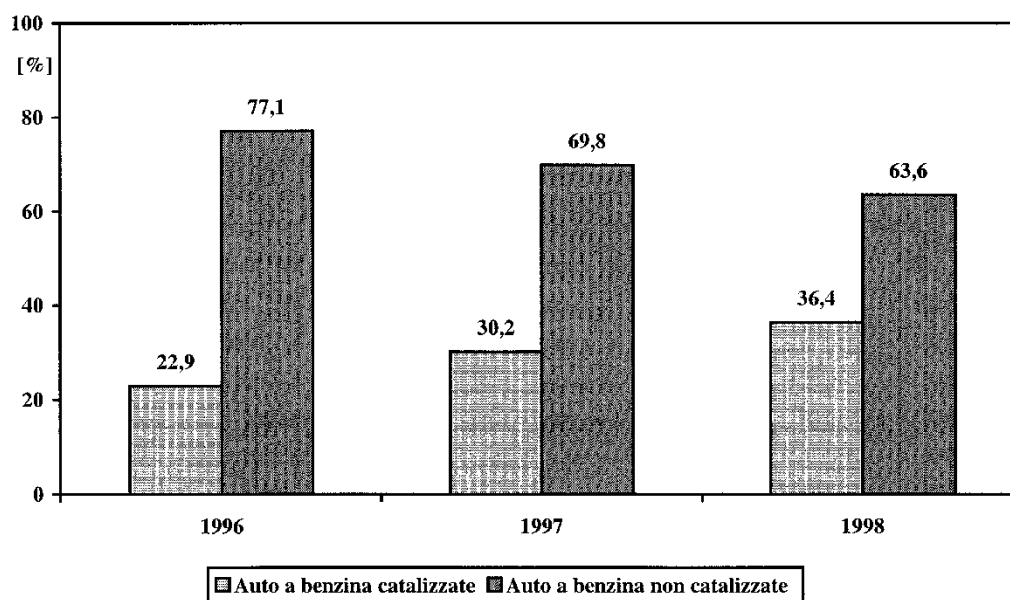
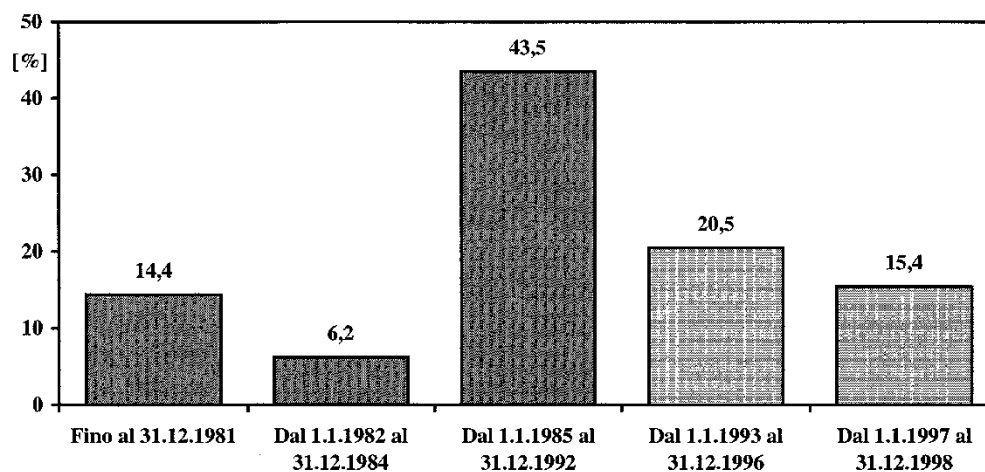


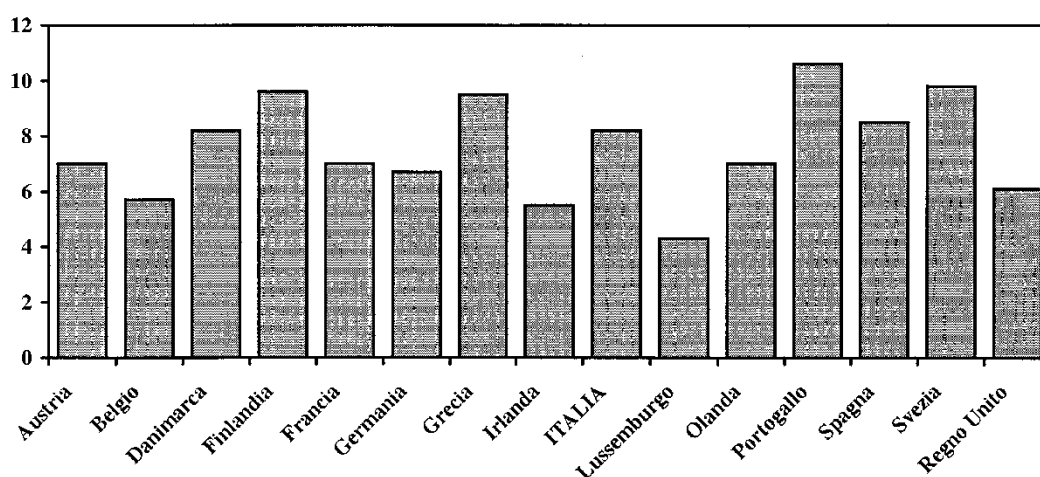
Figura A.6 – Composizione percentuale del parco autovetture italiano in base all'anno di immatricolazione (situazione al 1998). Le ultime due barre si riferiscono alle autovetture catalizzate



Per quanto riguarda l'anzianità media del parco autovetture italiano rispetto a quello dei paesi europei in figura A.7 sono riportati i dati aggiornati al 1997. Si tenga conto però che, come detto, negli anni '97-'98 il parco italiano si è significativamente rinnovato a seguito della legge sull'incentivazione alla rottamazione.

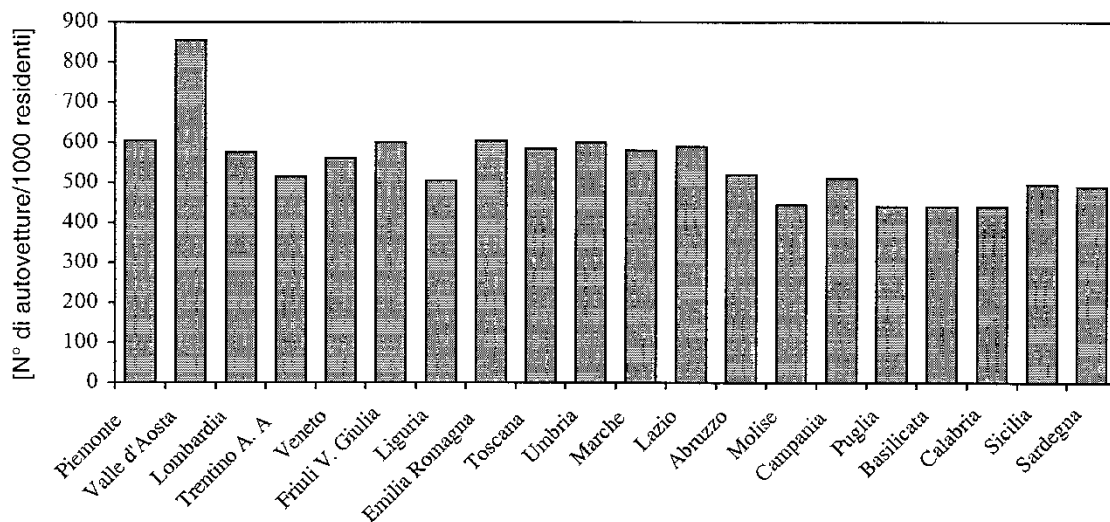
Come si vede l'Italia ha una più elevata anzianità media del parco rispetto ai maggiori paesi europei essendo superata solo dal Portogallo, dalla Grecia (Il dato relativo alla Grecia si riferisce al 1996 in quanto il dato 1997 non è disponibile), dalla Spagna, dalla Finlandia e dalla Svezia.

Figura A.7 - Anzianità media (in anni) del parco autovetture EU 15 riferita all'anno 1997



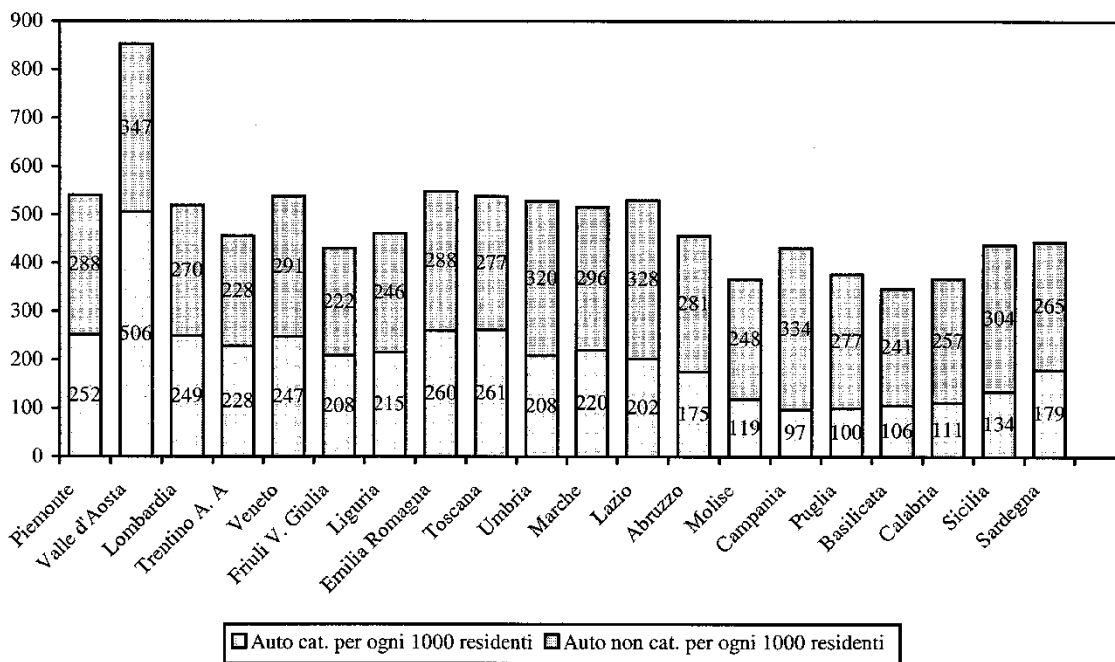
Un aspetto da sottolineare è la disomogenea distribuzione, a livello regionale, sia del totale delle autovetture circolanti (figura A.8) sia, relativamente a quelle alimentate a benzina, delle autovetture catalizzate. Nella figura A.9 si vede chiaramente come le regioni del nord Italia oltre ad essere quelle più motorizzate sono anche quelle che hanno un parco catalizzato più consistente in rapporto alla popolazione residente (Fonte: ISTAT). In Val d'Aosta per ogni 1000 residenti ci sono 854 autovetture, le auto a benzina sono 853 e di queste 506 (59,3%) sono catalizzate. Al contrario in Basilicata ci sono solo 438 auto per ogni 1000 residenti, 347 a benzina e di queste 106 (30,5%) catalizzate. La Regione con meno auto catalizzate è la Campania dove per ogni mille residenti ci sono 431 auto a benzina e solo 97 (22,5%) catalizzate.

Figura A.8 - Numero di autovetture per ogni 1000 residenti in riferimento all'anno 1998. Distribuzione per Regione



Fonte: CNT Anno 1999; ACI comunicazione personale

Figura A.9 - Auto a benzina catalizzate e non catalizzate per ogni 1000 residenti in riferimento all'anno 1998. Distribuzione per Regione



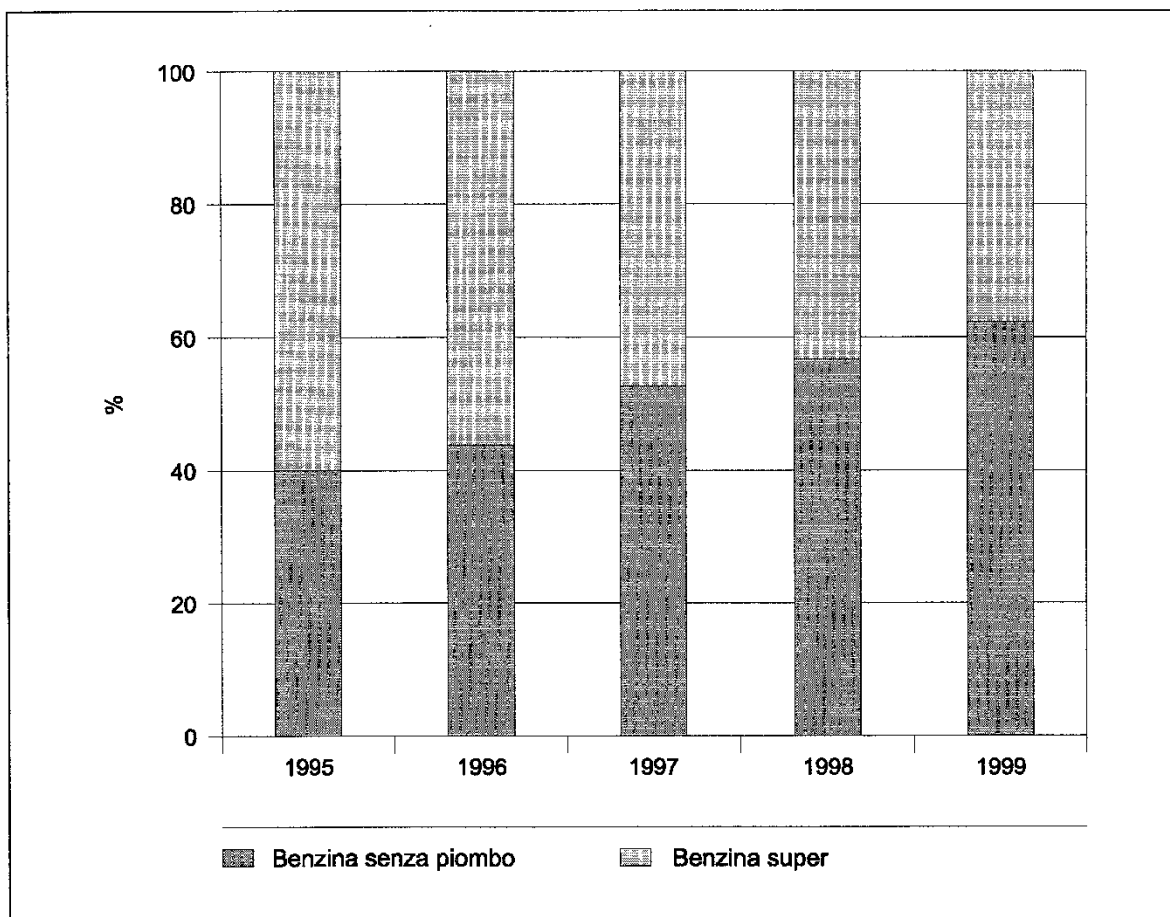
Fonte: ISTAT

A.3 I consumi energetici per il trasporto: serie storica e previsioni

Nella figura A.10 è riportata la serie storica 1995-1999 della ripartizione percentuale tra super e senza piombo dei consumi nazionali di benzina per autotrazione. La tabella mostra chiaramente come negli ultimi anni la percentuale delle due benzine stia progredendo a favore della benzina "verde". I consumi di benzina con piombo diminuiscono, attualmente, ad un ritmo annuo del 10% facendo prevedere una naturale uscita dal mercato di questo carburante non prima del 2005, ma comunque in un riferimento temporale congruo con la completa sostituzione del relativo parco (fonte: ACI).

Nel seguito del presente documento cercheremo di interpretare meglio questo fenomeno e capire i fattori che lo influenzano.

Figura A.10 – Percentuali di consumo di benzina in Italia



Fonte: ACI

I consumi di tutti i combustibili

I consumi di combustibile per autotrazione in Italia nel 1998 e le previsioni al 2010 sono riportati nella tabella A.3 (fonte: Unione Petrolifera), insieme con i corrispondenti contributi alle emissioni di CO₂, calcolati con la metodologia CORINAIR.

Tabella A.3 - Consumi ed emissioni dei combustibili nel 1998 e previsioni al 2010

Combustibili	Consumi 1998 (M t)	Consumi equivalenti (Mtep) [a]	Emissione CO ₂ (Mt)	Consumi 2010 (M t)	Consumi equivalenti (Mtep) [a]	Emissione CO ₂ (Mt)
Benzina	17,9	19,2	57,1	14,4	15,4	45,9
Gasolio per autotrazione	17,1	17,8	53,9	19,3	20,0	60,6
GPL	1,5	1,7	4,6	1,7	2,0	5,2
Totale comb. liquidi	36,6	38,7	115,7	35,4	37,4	111,8
Metano	300 Mm ³	0,2	0,6	1000 Mm ³	0,8	2
Totale		38,7	116,2		38,2	113,7

a) Fonte IEA per i parametri di conversione [media potere calorifico]

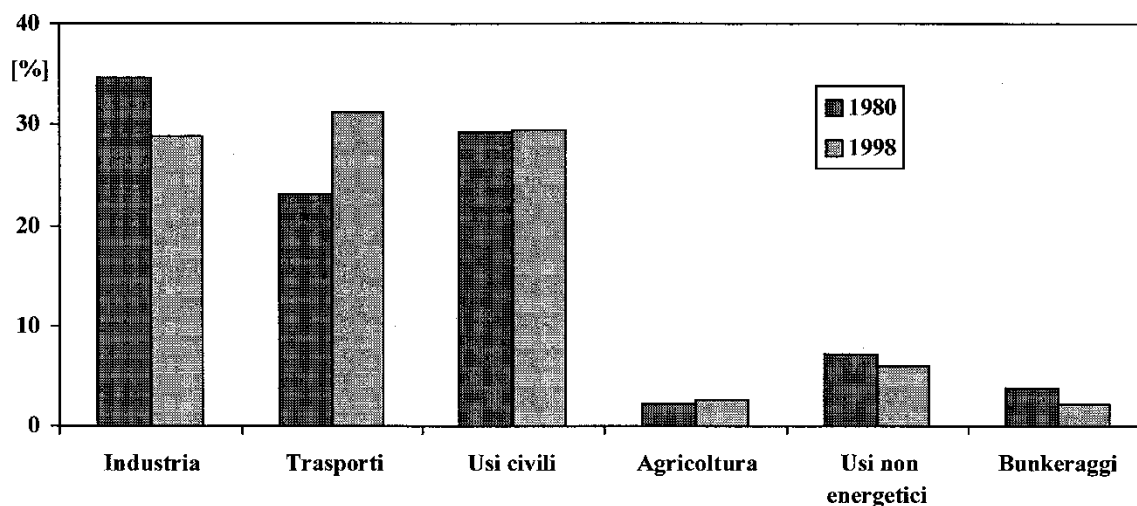
In questo periodo, a fronte di un incremento del PIL assunto del 2% annuo fino al 2005 e, prudenzialmente, del 1.6% annuo dal 2005 al 2010, i consumi totali rimangono quasi stazionari, grazie alla concorrenza di tre distinti fattori: una maggiore offerta di servizi di trasporto pubblico, un minor impiego della strada per il trasporto delle merci, un miglioramento dell'efficienza energetica dei veicoli. L'Unione Petrolifera, stima infatti che la percorrenza media per le autovetture diminuirà, con una inversione di tendenza rispetto a quanto verificatosi fino al 1999, e che l'efficienza energetica del parco aumenterà, passando per le auto a benzina da 13,2 ai 15,3 km percorsi per litro di carburante, e per i diesel da 14.5 a 19 km. È prevista inoltre una sostanziosa crescita del parco di vetture a gasolio, dal 12,6% (11,7% per il C.N.T.) del 1999 al 20-21% del complessivo parco autovetture. Di conseguenza, il parco alimentato a benzina scenderà dagli attuali 23.6 milioni di unità a 21.1 milioni nel 2010 e a 19.5 nel 2015; tali cifre non sono molto allineate con quelle del C.N.T. del Ministero dei Trasporti e della Navigazione. Di qui l'aumento dei consumi del gasolio, che passerà da 17 a 19 Mtep circa, mentre la benzina diminuirà da 18 a 14 Mtep. Un sostanzioso incremento di GPL e metano (1 Mtep complessivamente) compensa quasi completamente la riduzione dei consumi prevista per i combustibili liquidi.

I limiti più severi previsti a partire dal 2005, specialmente per lo zolfo, necessari per una durata ottimale dei catalizzatori de-NO_x, richiederanno processi di idrodesolforazione e quindi la realizzazione di impianti aggiuntivi per la produzione di idrogeno. Aumenterà così il consumo di energia (del 10%) nel settore delle raffinerie, e quindi le emissioni di CO₂, da 17 a 20 Mt. (*Contributo dell' Unione Petrolifera alla Conferenza Nazionale sull'Energia, Giugno 1998*).

Nel 1998 in Italia i consumi energetici nel settore dei trasporti hanno rappresentato il 31,2% di tutti i consumi finali di energia con un incremento rispetto al 1980 dell'8,2% (vedi figura A.11). All'interno del settore trasporti il trasporto su strada rappresenta l'89% dei consumi (G. Perella, L. Pennisi; *Energy Efficiency and Car Scrapping in transport Sector of Italy. International Conference on "Monitoring Tools for Energy Efficiency in*

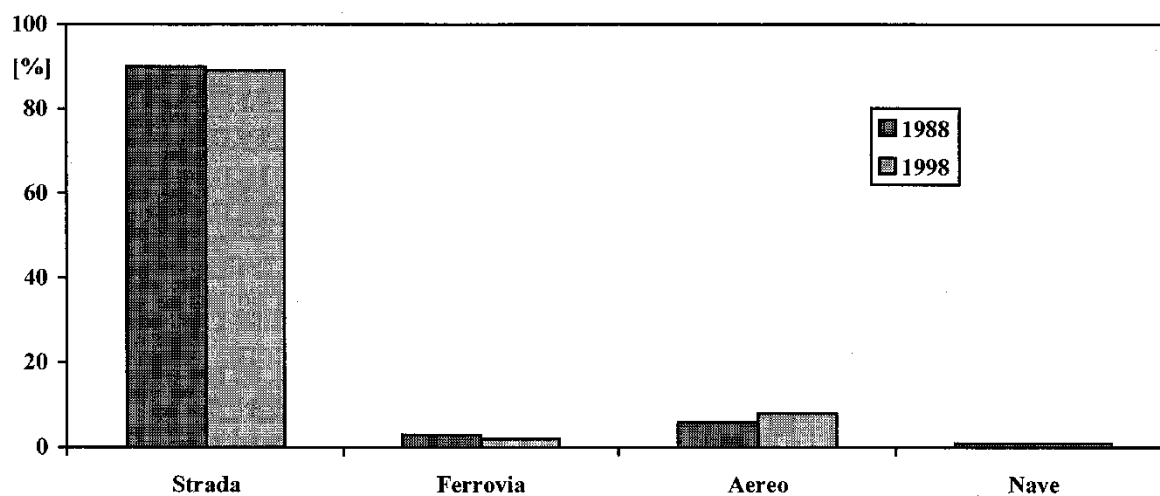
Europe" Bruxelles 7-8 Feb. 2000). Nella figura A.12 sono riportati i consumi delle varie modalità di trasporto per gli anni 1988 e 1998. Va ricordato che nell'ambito del trasporto su strada i consumi delle autovetture private rappresentano circa il 66% dei consumi totali.

Figura A.11 - Usi finali di energia nei settori di utilizzo in Italia. Confronto anni 1990 e 1998



Fonte: REA 2000

Figura A.12 - Ripartizione percentuale dei consumi energetici per modalità di trasporto. Confronto anni 1988 e 1998



Consumi, come contenerli?

*Occorre conseguire un notevole salto culturale, per accreditare l'immagine dell'automobile quale mezzo di trasporto (fra i tanti) da impiegare con razionalità ed efficienza, e non più quale status symbol da impiegare in spericolate sfide stradali.
(Andrea Masullo – WWF)*

La riduzione dei consumi energetici e delle emissioni si è imposta ormai da tempo come fattore guida per l'evoluzione della tecnologia automobilistica, fin dalla prima crisi energetica dell'età moderna nei primi anni Settanta. In questo campo le evoluzioni e gli sviluppi propri della tecnologia sono stati fortemente condizionati da quelli del quadro legislativo e normativo di riferimento che da quasi trent'anni tende ad introdurre condizioni sempre più stringenti della qualità dell'aria e quindi di controllo delle emissioni e della qualità dei combustibili (direttive e norme europee e nazionali, quali EURO III-2000, EURO IV-2005. Vedi anche cap. 5). Le nuove preoccupazioni di carattere globale (Protocollo di Kyoto) impongono poi ulteriori riduzioni dei consumi da attuare attraverso decisi interventi sulla mobilità urbana e di media e lunga percorrenza mediante un potenziamento generale della rete infrastrutturale di trasporto pubblico, potenziamento che, pur necessario, richiederà per la sua realizzazione tempi (oltre che risorse economiche) non compatibili con l'urgenza che le azioni di riduzione delle emissioni di gas serra richiedono.

Una politica della mobilità realmente sostenibile (sostenibile in termini ambientali, ma anche economico-finanziari) è, in sintesi, una politica prevalentemente orientata sul lato della domanda, ed assai meno su quello dell'offerta.

A livello di infrastrutture a servizio della mobilità privata sono prioritari gli interventi di manutenzione e razionalizzazione dell'esistente, oltre che i potenziamenti necessari per completare l'armatura infrastrutturale di base del Paese. Sono inoltre essenziali, soprattutto nella viabilità urbana, gli interventi di adeguamento delle sezioni stradali finalizzati al *traffic calming* ed alla riqualificazione dell'ambiente urbano.

Le Indicazioni della Commissione Europea

L'orientamento più recente e le stesse indicazioni che la Commissione Europea ha fornito e sta sviluppando portano a considerare i problemi posti dalla gestione della domanda di trasporto affrontabili solo attraverso la definizione di un pacchetto coerente di misure:

- aumentare l'efficienza del trasporto di persone e di merci, ovvero incrementare i coefficienti di occupazione e di carico dei mezzi di trasporto. L'efficienza di un'automobile non è l'efficienza del suo motore, infatti l'effetto utile non è l'energia prodotta dal motore ma il trasporto del carico utile; ne deriva che un'auto con quattro posti occupati (anche con un motore vecchiotto) è più efficiente di un'auto con motore efficientissimo con una sola persona a bordo. E se l'auto è ferma nel traffico? La sua resa è zero; e se i quattro occupanti vanno girando solo perché non hanno niente da fare? L'efficienza va ugualmente a zero perché il consumo di benzina è solo uno strumento di esazione fiscale. Grande importanza va anche attribuita alle condizioni di traffico ed allo stile di guida, per esempio: in situazioni di traffico molto rallentato (*stop and go*); i consumi e, di conseguenza, le emissioni di CO, CO₂ ed idrocarburi incombusti possono anche triplicare (Fonte ACI). Esperienze recenti su autobus indicano differenze di consumo dell'ordine del 20% fra una guida nervosa ed una corretta, a parità di velocità media. Nel ciclo di guida urbano il livello minimo sia delle emissioni che dei consumi si registra a velocità comprese tra 15 km/h e 30 km/h ed in condizioni di guida regolari dove l'accelerazione massima è di 0,5 m/s² (A. Debernardi, P. Malgieri, M. Zambrini. Ambiente Italia s. r. l. "Politiche e azioni per una gestione sostenibile della mobilità urbana del trasporto merci" CNEA 1998). In prima approssimazione si può dire che il traffico obbliga a frenare, buttando via l'energia cinetica ($\frac{1}{2} m v^2$ dove m=massa e v=velocità), poi occorre riaccelerare per riguadagnare la velocità: voluta (quella cosiddetta di crociera), per far questo spendiamo di più di quanto abbiamo buttato perché per riaccelerare in fretta e recuperare il tempo perduto dobbiamo tenere il motore a giri alti (condizioni di minore efficienza) ed aumentare un poco la velocità: l'effetto finale è che, anche viaggiando in pianura, è come se fossimo continuamente in salita.
- aumentare la percentuale di trasporto di persone e di merci soddisfatta da modi a minore emissione unitaria (trasporti pubblici urbani ed extraurbani, ferrovia, navigazione) o ad emissione nulla (mobilità ciclopedonale);
- ridurre le emissioni unitarie del trasporto su strada al livello massimo consentito dall'adozione di misure di governo e controllo del traffico stradale e dalle migliori tecnologie disponibili. Tradurre il tutto in numeri può essere fatto facilmente con qualche semplificazione: un mezzo in moto alla velocità di 35 m/s² (pari a 126 km/h), ha energia cinetica per balzare in alto di 56 m e per quanto detto prima, la perdita dovuta alla frenata e successiva accelerazione sarà maggiore, ipotizziamo 70 metri. Ora innalzare di 70 metri una massa di 1000 kg (un'auto media con passeggero) comporta un lavoro di $70 \times 1000 \times 9,8 = 700.000$ joule = 0,7 MJ; se il motore avesse rendimento 25% (non male) occorrerebbero 2,8 MJ di energia primaria pari a circa 660 kcalorie pari a circa 66 grammi di benzina, circa 0,09 litri. Si può verificare questo numero mettendo in folle su una strada diritta la stessa auto lanciata a 126 km/h, essa percorrerà circa 1 – 1,5 km (dipende dalle gomme); il che equivale, se il consumo a quella velocità è di 13 km/litro, ai circa 0,09 litri di cui sopra.
- ridurre l'intensità di mobilità dell'economia nazionale, ovvero contenere la crescita della domanda pro-capite con l'obiettivo di stabilizzarla ad un livello sostenibile. Nell'Europa Occidentale si consumano dai 300 ai 600 litri di petrolio per 1000 abitanti.

Si tratta di attivare politiche in larga misura a livello di governo locale in base ad un processo decisionale di tipo *bottom-up*. Va infatti tenuto in conto che l'azione dei governi centrali si concretizza attraverso politiche e strumenti di carattere più generale come: la definizione di standard o target di emissione degli inquinanti, misure di riduzione del rischio di incidentalità, l'individuazione di criteri guida per la pianificazione locale. All'opposto, l'azione del governo locale presenta contenuti più specifici rivolti: alla gestione del traffico, al controllo della sosta, al controllo degli accessi, al miglioramento del trasporto pubblico, al potenziamento delle facilitazioni per i modi di trasporto non inquinanti (piste ciclabili) e così via.

Nel presente studio, in prevalenza indirizzato verso il trasporto individuale, cercheremo di approfondire soltanto il terzo degli obiettivi programmatici sintetizzati nella scheda "Le indicazioni della CE" e che, nelle sue linee generali, passa attraverso interventi:

- normativi: limiti di velocità e relativo *enforcement*; norme d'uso delle infrastrutture; standard di consumo e di emissione, procedure di omologazione e di controllo di conformità della produzione; procedure di controllo del livello di manutenzione dei veicoli circolanti;
- economico-finanziari: modulazione dell'imposizione fiscale sui carburanti, delle tasse di circolazione e di proprietà.

Occorre lavorare sui carburanti per limitare i consumi e per migliorare le caratteristiche delle emissioni, ma parallelamente anche sui motori. Per quanto riguarda il lavoro da effettuare sul consumo specifico dei veicoli, l'obiettivo dichiarato nei programmi europei e statunitensi è quello di avere in produzione al 2010 veicoli in grado di percorrere 100 km con 3 litri di benzina (80 miglia per gallone).

Le tipologie di veicoli con le migliori prospettive a questo riguardo sono:

- veicoli diesel, a benzina e GPL, con motorizzazioni fortemente innovative, in particolare diesel ad iniezione diretta, benzina ad iniezione diretta e metano ad iniezione "*multipoint*" per il breve periodo;
- veicoli elettrici-ibridi e veicoli a trazione elettrica con celle a combustibile nel medio-lungo termine.

A partire dal 2000 si stanno diffondendo vetture del segmento A a bassissimi consumi che utilizzeranno motori diesel ad iniezione diretta. Questi valori potranno essere poi ottenuti sui segmenti superiori solo in presenza di nuovi e significativi progressi nel campo dell'alleggerimento del veicolo e del rendimento dei propulsori.

Considerando invece il mercato dell'autovettura nel suo complesso, un primo obiettivo della Comunità Europea indica che per il 2005 le caratteristiche medie del venduto dovrebbero consentire consumi di circa 5 litri/100 km (130 gr CO₂ per km); queste stime sono sostanzialmente condivise dall'industria del settore. In Italia, in particolare, si segnala che nell'Addendum del Protocollo di intesa del 16 Aprile 1997 tra Ministero dell'Ambiente e FIAT si prevede, da parte FIAT, di "immettere sul mercato italiano un modello di larga diffusione avente consumi inferiori a 4,5 litri/100 km (120 g CO₂/km) entro il 2000". Nello stesso documento si dichiara che "FIAT Auto programma di commercializzare un modello avente consumi intorno a 3 litri/km (80 g/km di CO₂) entro il 2005".

Tuttavia, per quanto detto in precedenza, occorre ricordare che a velocità normale il consumo dipende fortemente dal traffico; molto meno da quanto contenuto nei messaggi pubblicitari ("disegnata dal vento" o simili). Anche se il motore avesse rendimento eccezionale 0,5 (futuribile con le celle a combustione) si avrebbe un consumo di 0,045 litri/frenata; una frenata ogni 1,5 km comporterebbe di per se un consumo di circa 3 litri per 100 km.

Per poter procedere ad un'analisi dei possibili risparmi sull'uso delle autovetture, un indicatore molto importante è fornito dal consumo specifico medio delle autovetture.

L'Italia, al confronto con tutti gli altri paesi più sviluppati, dispone di un parco veicolare caratterizzato da bassi livelli di consumo degli autoveicoli e, nell'arco temporale degli ultimi 25 anni, ha dimostrato una tendenza ad una pur modesta riduzione.

L'indicatore, tiene conto implicitamente della maggiore presenza in Italia di veicoli di piccola cilindrata.

Questo fatto, di per sé positivo, perché testimonia dell'attenzione prestata dalla collettività italiana (almeno fino alla metà degli anni '90) al risparmio energetico privilegiando gli autoveicoli a basso consumo, rende di contro più difficile ottenere ulteriori, significativi risparmi di energia, se ci si paragona agli altri paesi sviluppati.

Per contro va notato che nel nostro paese, a questo proposito, nell'ultimo quinquennio si è verificata una inversione di tendenza verso l'acquisto di autoveicoli a maggiore cilindrata.

Alle Case costruttrici, specie di Detroit e Stoccarda, ridurre i consumi interessa meno della riduzione degli inquinanti, perché il modo più semplice per ridurre i consumi è di fare auto piccole, poco accessoriate e quindi di basso costo, mentre è possibile costruire auto di lusso a basse emissioni nelle quali guadagnare bene. In ogni modo mancano modelli di danno che permettano di confrontare l'effetto comparato delle differenti sostanze inquinanti e degli opportuni interventi progettuali, le norme si basano sostanzialmente sulle BAT (*Best Available Technique*).

Tali considerazioni non devono scoraggiare chi lavora per migliorare le prestazioni di consumo specifico dei veicoli; in ogni caso occorre considerare che i dati fin qui riportati, riguardanti la diminuzione dei consumi energetici interessano soltanto alcuni dei problemi ambientali causati dalla mobilità e in particolare quelli legati al problema planetario del cambiamento climatico.

Anche prescindendo dal problema del piombo, molto ancora occorre fare per diminuire i problemi ambientali di carattere prevalentemente locale, causati dalle caratteristiche intrinseche al combustibile. In questo settore le prospettive di ricerca interessano i nuovi combustibili sia perché a parità di consumo, più "ecologici", sia perché più idonei ai nuovi motori più efficienti.

L'introduzione di nuove tecnologie e combustibili può essere favorita anche da motivazioni politiche ed economiche che suggeriscono una maggiore diversificazione delle fonti primarie per garantire una ragionevole flessibilità e certezza di fornitura. Le motivazioni di maggiore salvaguardia dell'ambiente, della qualità dell'aria in ambito urbano e di contenimento dei consumi energetici spingono ad accelerare il raggiungimento di soluzioni già tecnologicamente fattibili, ma non ancora giunte ad un

sufficiente livello di sviluppo industriale e di competitività economica per la scelta dei singoli.

Il rinnovamento del parco veicolare con veicoli a più bassi consumi ed emissioni va perseguito ed incentivato in maniera mirata, individuando ed ottimizzando cioè l'associazione delle tecnologie con il campo di applicazioni. In un'ottica energetico-ambientale, bisognerà promuovere, incentivare ed, ove possibile, accelerare l'uso delle tecnologie che meglio si adattano alle specifiche esigenze di mobilità.

APPENDICE B

I combustibili

A tutt'oggi i combustibili impiegati nell'autotrazione sono quasi esclusivamente costituiti da prodotti di origine petrolifera (benzina, gasolio, GPL) e da gas naturale. I combustibili liquidi di origine petrolifera sono quelli che presentano la maggiore quota di mercato, perché caratterizzati da un'elevata densità di energia, da una facile manipolazione e da costi relativamente contenuti

B.1 Carburanti per autotrazione ¹

In Italia circa il 98% dei combustibili utilizzati nell'autotrazione sono liquidi derivati dalla distillazione del petrolio, dal momento che possiedono due caratteristiche determinanti per un uso intenso e diffuso: facilità di trasporto e stoccaggio ed alta densità energetica.

I combustibili gassosi, che hanno il vantaggio di una migliore miscibilità con l'aria, hanno invece un bassa energia per unità di volume, con la conseguente necessità di dover essere compressi per ottenere una quantità di energia necessaria per un utilizzo soddisfacente. Il più noto è il gas naturale costituito principalmente da metano. Il numero di autovetture che utilizzano il metano è di circa 260.000 (1998).

Altro carburante gassoso interessante è il GPL (Gas di Petrolio Liquefatto), costituito da una miscela (in proporzioni variabili) di propano e butano, che a temperatura e pressione ambiente si trovano allo stato gassoso, ma possono essere facilmente liquefatti mediante compressione (0,8÷1 MPa), a temperatura ambiente.

Il numero di autovetture che utilizzano il GPL è circa 1.296.000 (1998).

I combustibili liquidi derivanti dal petrolio, come detto, rappresentano il vettore energetico principale per i motori a combustione interna. Essi possono essere classificati, fra l'altro, in

¹ Alcune parti di questo capitolo sono tratte integralmente da Mario Conte, Antonio Mattucci, Giovanni Pede, Paolo Picini "Veicoli e combustibili per il 2010. Aspetti energetici ed ambientali" – 1998 – CNEA

base all'intervallo di distillazione (cioè l'intervallo di temperatura in cui avviene la ebollizione dei diversi idrocarburi costituenti lo specifico combustibile):

- benzina, che è il combustibile più leggero ed è costituita da idrocarburi che distillano tra i 20°C e i 200°C, essa viene impiegata nei motori ad accensione comandata;
- cherosene, che distilla tra i 170°C e 200°C ed è utilizzato nei turboreattori degli aerei;
- gasolio, che è un combustibile di media densità che distilla tra i 180°C e i 360°C ed è utilizzato nei motori ad accensione per compressione (diesel) e nel riscaldamento civile;
- olio combustibile, che è un combustibile pesante che distilla tra i 200°C ed i 360°C e viene impiegato negli impianti termoelettrici, nel riscaldamento industriale e nei motori diesel di grande potenza.

La benzina

Le benzine contengono oltre 500 specie di idrocarburi che possono avere da 3 a 12 atomi di carbonio. Nel passato avevano un intervallo di ebollizione che andava da 30°C a 220°C a pressione atmosferica. Tale intervallo si è via via ristretto per motivi di inquinamento ambientale sia per l'aumento del punto iniziale di ebollizione sia per la diminuzione del punto finale.

Gli idrocarburi presenti nelle benzine sono :

- Gli idrocarburi saturi (detti anche paraffine o alcani) la cui caratteristica è nel fatto che gli atomi di carbonio sono collegati tra loro con legame semplice. Sono questi i principali componenti delle benzine col piombo, tendono a bruciare in aria con una fiamma pulita ed hanno un numero di ottano che dipende dalle ramificazioni della catena molecolare. All'interno di questa famiglia si hanno le seguenti divisioni:
 - gli alcani che hanno una catena lineare ed un basso numero di ottano, che diminuisce al crescere della lunghezza della catena; la formula generale è C_nH_{2n+2} ;
 - gli isoalcani che hanno una catena ramificata ed un maggiore numero di ottano, che aumenta con la ramificazione della catena, la formula generale è C_nH_{2n+2} ;
 - i cicloalcani che hanno gli atomi di carbonio disposti ad anello ed un elevato numero di ottano, la formula generale è C_nH_{2n} .
- Gli idrocarburi insaturi, che sono instabili e costituiscono la rimanente parte della benzina, tendono a bruciare in aria con una fiamma scura; in questa famiglia si possono distinguere:

- gli alcheni, detti anche olefine, che hanno un doppio legame tra gli atomi di carbonio, sono instabili e generalmente costituiscono una piccola percentuale delle benzine; tendono ad essere reattivi e tossici, ma hanno un ottimale numero di ottano;
 - gli alchini hanno tripli legami tra gli atomi di carbonio, sono molto instabili e sono presenti in tracce e soltanto nelle benzine poco raffinate.
- Gli aromatici sono caratterizzati dalla presenza della struttura ad anello; sono presenti nelle benzine in percentuali molto elevate ed hanno un ottimale numero di ottano. Il benzene è l'idrocarburo aromatico elementare. La tossicità dei composti aromatici (vedi cap. 2.3) ne impone una graduale e progressiva riduzione. Tuttavia alcuni paesi hanno aumentato il contenuto di aromatici nelle benzine (fino al 50% in alcune benzine super senza piombo) per sostituire il piombo.

Come è intuitivo le emissioni scaricate nell'ambiente dai veicoli sono strettamente correlate alla qualità del combustibile impiegato. Per questa ragione il legislatore e, di conseguenza, le Compagnie petrolifere tendono a privilegiare la qualità del combustibile (benzina riformulata) o a proporre l'utilizzo di combustibili alternativi; tra questi ultimi soprattutto il metano, il GPL e i biocombustibili sulle cui caratteristiche più oltre torneremo.

Nel corso degli anni la qualità dei combustibili è stata soggetta a modifiche periodiche per venire incontro alle esigenze che man mano si manifestavano: motoristiche (dovute a sviluppo e perfezionamento dei propulsori), energetiche (per una maggiore economia delle risorse) e, ultimamente, ambientali (per contribuire al miglioramento della qualità dell'aria). Nei primi anni Settanta l'embargo petrolifero e la presa di coscienza dell'esauribilità delle risorse energetiche fossili hanno indotto a prendere in considerazione combustibili derivati da fonti rinnovabili per l'alimentazione dei motori. Negli anni Ottanta le numerose ricerche sperimentali in campo motoristico hanno messo in evidenza che il combustibile è uno dei fattori che maggiormente influenza la qualità delle emissioni degli autoveicoli, e che i combustibili gassosi o derivati da fonti rinnovabili risultano, sotto alcuni aspetti, più "puliti" di quelli tradizionali. Ciò ha spinto gli Enti governativi di molti paesi europei, tra cui l'Italia, a prendere iniziative su base locale imponendo alle Compagnie petrolifere l'immissione sul mercato di benzina e gasolio con particolari requisiti di qualità.

A livello europeo, il programma Auto/Oil ha confermato che una modifica significativa della qualità dei combustibili può avere un impatto rilevante sul livello di emissione degli inquinanti, e ha fornito le basi per la Direttiva 98/70/CE, che definisce i nuovi limiti di qualità dei carburanti dell'UE (tabella B.1 – vedi anche cap. 5.2).

Tabella B.1 Nuovi limiti di qualità dei carburanti dell'UE

		Aromatici	Benzene	Ossigeno	Zolfo	Piombo
2000	Benzina	42 % vol	1 % vol	2,7 % peso	150 ppm	0.005 g/litro
	Diesel	11 % peso			350 ppm	
2005	Benzina	35 % vol	1 % vol	--	50 ppm	g/litro
	Diesel	11% peso			50 ppm	

Caratteristiche delle benzine

Al fine di dare un breve quadro di seguito sono elencate le principali caratteristiche della benzina

Volatilità

Questa caratteristica influenza le emissioni evaporative e la guidabilità. Essa cambia con l'altitudine e la stagione. Un combustibile non idoneo può creare difficoltà nella partenza durante il periodo invernale, il congelamento del carburatore, il *vapour lock* nella stagione estiva e la diluizione dell'olio del blocco motore. Le frazioni più alto bollenti della benzina hanno significativi effetti sui livelli di emissioni di idrocarburi indesiderati e di aldeidi; una riduzione di 40°C nel punto finale di ebollizione riduce del 25% il livello di emissioni di benzene, butadiene, formaldeide ed acetaldeide e riduce del 25% quello delle emissioni di idrocarburi.

Caratteristiche di combustione

Dal momento che le benzine contengono soprattutto idrocarburi, l'unica significativa differenza fra i diversi tipi di benzine è il N. O., dal momento che le altre proprietà sono simili. Le differenze nella temperatura di combustione sono minime (la maggior parte delle benzine hanno una temperatura di combustione isobarica di circa 2000°C). Occorre notare che la effettiva temperatura nella camera di combustione dipende da altri fattori come le caratteristiche progettuali del motore e le modalità di funzionamento.

Stabilità

Le reazioni degli idrocarburi insaturi possono produrre gomme (queste reazioni possono essere catalizzate da metalli come il rame); ma le benzine per autotrazione possono rimanere nei depositi per mesi, di conseguenza occorre evitare che si formino gomme che possono precipitare. Allo scopo vengono aggiunti antiossidanti e deattivatori.

Corrosione

Lo zolfo presente nei combustibili è causa di corrosione, infatti quando brucia nella camera di combustione motore forma gas corrosivi che attaccano il motore, il sistema di scarico e l'ambiente. A quanto già detto sugli effetti negativi dello zolfo nel capitolo 2.3, occorre aggiungere anche che lo zolfo ha un effetto negativo nei confronti della proprietà del piombo di aumentare il N.O. Inoltre diminuisce temporaneamente (e finché è presente nello scarico) l'efficacia del sistema catalitico; in questo senso lo zolfo viene considerato più come un inibitore che come un veleno per il catalizzatore. Per garantire la qualità del combustibile vengono prescritte prove di corrosione su lamina di rame e vengono definiti i limiti dello zolfo nelle specifiche delle benzine.

Il test della lamina di rame misura lo zolfo chimicamente attivo per gli effetti della corrosione, mentre i limiti nelle specifiche definiscono lo zolfo totale presente nella benzina, utile per definire gli altri effetti negativi come l'inibizione del catalizzatore e le emissioni inquinanti.

La correlazione tra le proprietà della benzina o del gasolio e le relative emissioni è molto complessa perché la modifica di una proprietà fisica o composizionale:

- può comportare una variazione in molte delle altre caratteristiche del combustibile;
- può favorire contemporaneamente l'incremento di una specie inquinante in seguito all'abbassamento del livello di emissione di un'altra;
- deve tener conto di una perfetta armonizzazione del combustibile con le tecnologie motoristiche esistenti o di nuova attuazione, per assicurare le migliori prestazioni del propulsore/veicolo.

Inoltre, sul piano economico, la modifica della qualità del combustibile deve risultare accettabile in termini di rapporto tra i costi di adeguamento degli impianti di produzione e i benefici ottenuti.

Per quanto riguarda la benzina, la tensione di vapore, il contenuto di idrocarburi aromatici e di benzene e il contenuto di zolfo sono i parametri chimico-fisici che devono essere variati per ottenere benefici significativi sulle riduzioni delle emissioni degli inquinanti nei gas di scarico.

L'aggiunta di composti ossigenati (come l'ETBE e l'MTBE) alla benzina, effettuata con l'intento di mantenerne inalterate le caratteristiche ottaniche in seguito all'eliminazione dei piombo-alchili, determina una sensibile riduzione dell'emissione dell'ossido di carbonio e degli idrocarburi e, in particolare, quella del benzene, mentre causa generalmente un incremento dell'emissione di aldeidi e, in alcuni casi, dei composti organici volatili (COV).

Occorre notare che l'industria petrolifera italiana, a differenza di altri paesi nei quali si può trovare, ad esempio, la "superplus" con 98 N.O., fin dall'inizio del processo di progressiva eliminazione del piombo ha deciso di orientare la propria produzione verso un solo tipo di benzina senza piombo, che avesse 95 N.O.

La scelta dell'industria italiana di produrre un solo tipo di benzina probabilmente fu dettata in primo luogo da valutazioni tecnico-economiche relative alla semplificazione del processo produttivo. Comunque come conseguenza di tale scelta si è avuta una positiva ricaduta dal punto di vista ambientale; infatti la produzione di benzine senza piombo ma riformulata con numero di ottano superiore avrebbe richiesto l'utilizzo di una percentuale maggiore di idrocarburi aromatici, ed in particolare di benzene.

In Italia sono prodotti e distribuiti attualmente due tipi di benzina, la super e la benzina senza piombo nel 1998 rispettivamente: 24.270 e 13.830 mila m³. Le due benzine - ad eccezione del piombo presente solo nella super (perché appositamente aggiunto assieme ad un colorante "rosso" addizionato per motivi fiscali) - nel nostro paese sono sostanzialmente identiche. Per entrambe le benzine si distinguono tre classi di volatilità, per tener conto della variabilità stagionale della temperatura ambiente. Mentre i requisiti di qualità della benzina super, che per la Direttiva 98/70/CE è destinata a scomparire dal mercato nazionale, fa riferimento alla norma CUNA NC 623-01 (1989), quelli della benzina senza piombo sono basati sulle Direttive 85/510/CEE (limite sul contenuto di piombo), 85/536/CEE (impiego di composti ossigenati) e sulla norma europea EN 228. Queste norme non tengono conto della composizione idrocarbureca della benzina (se si eccettua il contenuto di benzene e di ossigenati).

Per l'anno 2000, l'edizione aggiornata della norma EN228 prevede invece limiti sulla composizione (classi di idrocarburi) oltre che un inserimento del limite sulla volatilità (tensione di vapore e curva di distillazione), sul contenuto di benzene e su quello di zolfo, e un incremento di quello di ossigeno.

Le caratteristiche chimico-fisiche del gasolio di maggior impatto sul livello di emissione negli scarichi degli autoveicoli sono la densità, la volatilità (T95), le caratteristiche di accendibilità (numero di cetano), il contenuto di zolfo e di idrocarburi poliaromatici. Tutte queste sono già contemplate, ad eccezione del contenuto di poliaromatici, nelle attuali specifiche riportate nella norma europea EN 590, a cui fa riferimento anche il gasolio prodotto in Italia.

Una volta eliminato il piombo, per il 2005 è previsto un ulteriore inasprimento dei limiti di specifica dei combustibili per l'autotrazione, in particolar modo quelli relativi al contenuto di zolfo e al contenuto di idrocarburi aromatici e poliaromatici per la benzina e il gasolio, (vedi tabelle 5.6 e 5.7 del cap. 5.2).

L'adozione di norme molto restrittive comporta un notevole sforzo economico da parte dell'industria della raffinazione, in termini di adeguamento e ristrutturazione degli impianti

produttivi in tempi relativamente brevi. Inoltre, il controllo della qualità dei prodotti posti sul mercato esige anche l'adeguamento dei metodi di prova già esistenti o lo sviluppo di nuovi metodi (qualificazione delle procedure analitiche in termini di rapidità, economicità e precisione delle misure).

Dall'altra parte le Case costruttrici di automobili denunciano difficoltà di sviluppo di nuove tecnologie necessarie per ridurre le emissioni inquinanti degli autoveicoli se i combustibili posti sul mercato non presentano determinati requisiti di qualità. In particolare ci si riferisce alla realizzazione di nuovi catalizzatori trifunzionali a rapida attivazione e di catalizzatori deNOx per motori Diesel e motori *lean-burn*, la cui deattivazione è particolarmente sensibile allo zolfo contenuto nel combustibile. Tutto questo è documentato nel *World-Wide Fuel Charter*, pubblicato nel Giugno 1998 dalle tre associazioni di costruttori nel mondo (AAMA, ACEA, JAMA).

Le scelte sulla qualità dei combustibili di origine petrolifera del prossimo decennio dovranno tenere conto innanzitutto di una valutazione realistica dei potenziali benefici ottenuti sul piano ambientale, la cui stima è una questione molto delicata, prima che della fattibilità tecnica ed economica (costi e tempi di attuazione degli eventuali interventi).

In particolare le problematiche sollevate dal *phase out* della benzina rossa riguardano, come già visto, le Case automobilistiche, i responsabili dell'ambiente a livello locale, le scelte dell'utente; ma investono in pieno le attività di raffinazione del petrolio e di distribuzione della benzina le cui caratteristiche devono con urgenza essere adeguate alle nuove esigenze.

Il problema del numero di ottano

Come già accennato i composti a base di piombo (piombo tetraetile o altri alchilati) sono stati introdotti nella benzina per il preciso motivo di mantenere il cosiddetto "numero di ottano" (che è un indice della capacità antidetonante delle benzine) sufficientemente elevato da evitare l'accensione spontanea della miscela aria/benzina nella fase di compressione all'interno dei cilindri. L'eliminazione di questi composti richiede un aggiustamento della composizione del carburante, che può essere effettuato sostanzialmente in due diversi modi:

- modificando opportunamente, all'interno della benzina, i rapporti fra le diverse componenti; ad esempio, si può aumentare la frazione di idrocarburi ramificati e/o quella di composti aromatici, ma queste soluzioni comportano, la prima, costi elevati, dovuti alla necessità di modificare gli impianti e i processi di raffinazione, la seconda presenta anche non trascurabili rischi dal punto di vista ambientale;
- aggiungendo alla benzina additivi con un elevato numero di ottano, come alcuni composti organici ossigenati (alcoli ed eteri).

In quest'ultimo caso, la modifica di composizione delle benzine porta ad indubbi vantaggi dal punto di vista ambientale. Infatti, l'elevato numero di ottano degli ossigenati organici consente di ridurre apprezzabilmente (anche fino al 10-15%) il contenuto di idrocarburi aromatici e di olefine, senza modificare la curva di distillazione della benzina (e quindi, senza alcuna conseguenza negativa in termini di prestazioni), ma diminuendo sensibilmente le conseguenze negative sull'ambiente e la salute umana delle emissioni per evaporazione, che rivestono un ruolo importante nella formazione dello smog fotochimico.

Cosa ancor più importante, la presenza di ossigeno all'interno del carburante ne migliora la combustione, riducendo la formazione di CO e di idrocarburi incombusti. L'aggiunta di una percentuale del 10-15% di ossigenati alla benzina, accoppiata con una corrispondente riduzione di composti aromatici ed olefinici (a questo proposito, ha iniziato a diffondersi l'uso del termine "benzina riformulata"), porterebbe quindi ad una sensibile diminuzione dell'inquinamento da traffico.

È evidente che, per poter essere applicata su larga scala, qualsiasi modifica di composizione della benzina deve tenere comunque conto della necessità di equivalenza e interscambiabilità dei nuovi carburanti nei confronti degli attuali e, soprattutto, non deve avere conseguenze negative sulle prestazioni, l'affidabilità e le emissioni degli automezzi che la utilizzano.

B.2 La raffinazione

L'industria nazionale della raffinazione fin dagli ultimi anni '70 ha iniziato una politica tesa a migliorare la qualità "ambientale" dei propri prodotti e – posizionata al primo posto in Europa per dimensione – è favorita rispetto agli altri paesi europei nei confronti della Direttiva 98/70/CE ed in particolare per il limitato contenuto di aromatici, anche dalle caratteristiche del greggio che maggiormente processa: quello nordafricano.

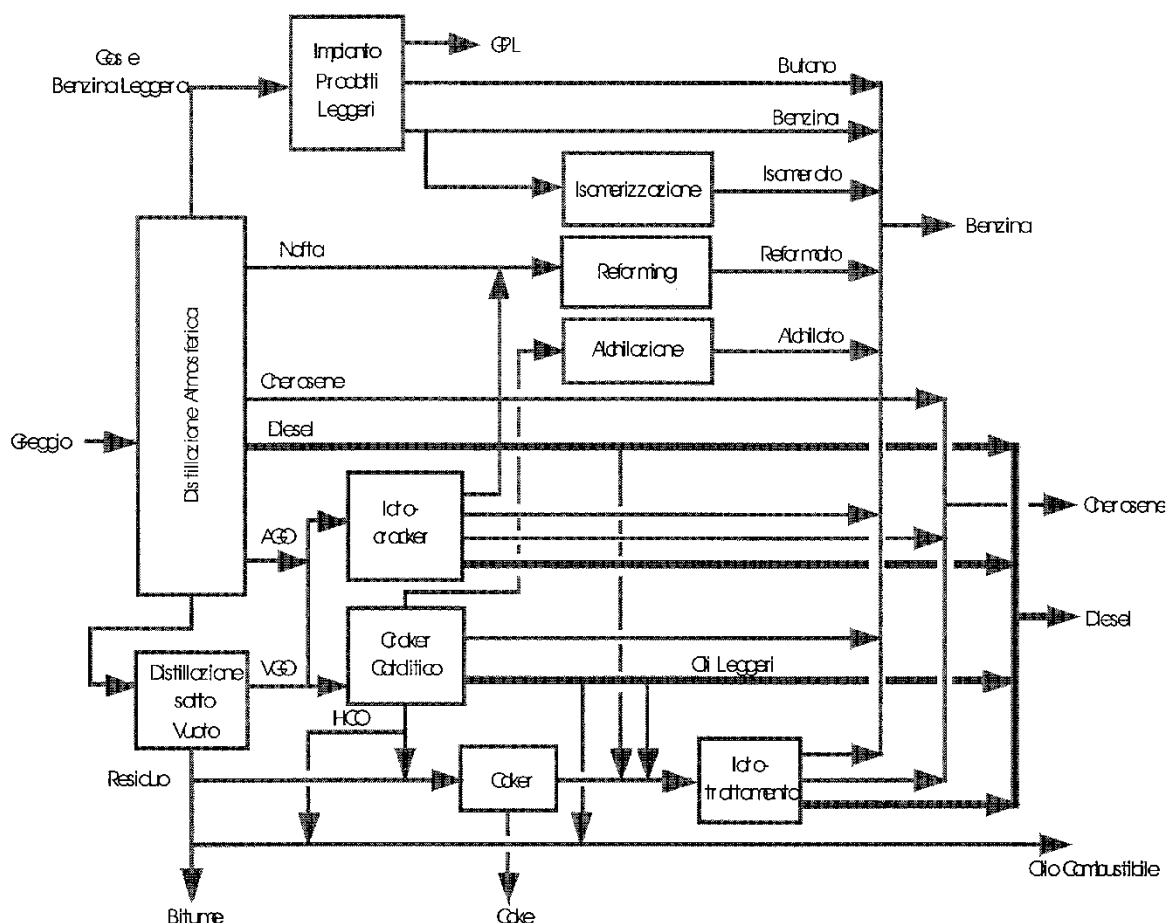
La benzina verde prodotta o importata in Italia non contiene lubrificanti additivati. Nel processo di raffinazione merita un accenno il processo di *reforming* durante il quale, come già accennato, gli impianti dedicati producono le maggiori quantità di aromatici (tra i quali il benzene) che vanno a vicariare nella benzina la funzione, prima espletata dal piombo, di aumentarne il numero di ottano. Giova ricordare che nel processo di *reforming* si ottiene anche idrogeno che, sempre in raffineria, viene impiegato nei processi di desolfurazione del gasolio. Come si vede tutti i vincoli della Direttiva 98/70/CE (eliminazione del piombo, limitazione del contenuto di zolfo nel gasolio, limitazione di aromatici nelle benzine) impongono alle raffinerie complesse strategie per produzioni differenziate e per la messa a punto di processi alternativi: aggiunta di composti ossigenati quali l'etanolo e il metanolo oppure impianti di alchilazione con *cracking* catalitico.

Tutte queste innovazioni, che tendono a mantenere alto il numero di ottano in assenza del piombo in fase di raffinazione, richiedono un maggior dispendio di energia.

È stato calcolato che i costi di questo cambiamento, per una moderna raffineria sono abbastanza contenuti, dell'ordine delle 20-40 lire/litro complessivamente (*Phasing Lead out of Gasoline: An examination of Policy Approaches in Different Countries – UNEP 1999*). Altri affermano, sulla base di esperienze fatte in Bulgaria e nella Repubblica Ceca, che l'innovazione permette addirittura una riduzione dei costi (*"Pan-european strategy to phase out leaded petrol" UN*).

Uno studio svedese del dicembre 1999 (*"The phase out of Leaded Gasoline in the EU: A Successful Failure?"* di A. Lofgren e H. Hammer), ci ricorda che l'assenza di additivi – che non hanno alcun valore a questo riguardo – fa aumentare il valore energetico (a parità di volume) della benzina verde.

Il processo di raffinazione



Il petrolio estratto dalla terra può essere leggero e lucente o pesante e nero. Il greggio leggero ha alta densità API ed è chiamato greggio ad alta densità, quello pesante è chiamato greggio a bassa densità. I greggi ad alta densità contengono più benzina naturale ed il minore contenuto di zolfo ed idrogeno li rende più facili da raffinare. La differenza di prezzo fra i greggi riflette la differenza dei costi di raffinazione. Tutti i greggi sono essenzialmente composti da idrocarburi: paraffine, nafteni e aromatici.

Distillazione. Alla fine dell'Ottocento il greggio era separato nei differenti prodotti mediante l'ebollizione. Il processo di distillazione si basa sul fatto che i greggi sono composti di idrocarburi con un ampio intervallo di pesi molecolari e quindi con un ampio intervallo di punti di ebollizione. A ciascun prodotto veniva attribuito un dato intervallo di temperature ed il prodotto veniva ottenuto, condensando il vapore ottenuto bollendo, in questo intervallo di temperatura a pressione atmosferica ("distillazione atmosferica"). I primi impianti dove avveniva la distillazione erano costituiti essenzialmente da recipienti dove il greggio veniva riscaldato e da un condensatore per condensare il vapore. Successivamente la distillazione divenne un processo continuo: una pompa forniva un flusso di greggio, una fornace lo riscaldava ed una colonna di distillazione separava i tagli con differenti punti di ebollizione.

In una colonna di distillazione i vapori degli idrocarburi con i più bassi punti di ebollizione, propano e butano, salgono in alto. La benzina, il cherosene e la nafta primarie vengono estratti in posizioni sempre più basse della colonna. Gli idrocarburi con punti di ebollizione maggiori di quelli dei diesel non vaporizzano, rimangono in forma liquida e cadono in basso nella colonna ("residui atmosferici").

I residui atmosferici inizialmente erano usati per la pavimentazione e per sigillare. In seguito si scoprì che anch'essi potevano fornire prodotti di maggior valore, come i lubrificanti e le cere, se venivano distillati sotto vuoto. La distillazione sotto vuoto richiede dei serbatoi più robusti per resistere alla pressione differenziale e sistemi di controllo più sofisticati.

I limiti della distillazione come della raffinazione furono ben presto individuati, in quanto la resa di ciascun prodotto è determinata dalla quantità di idrocarburo presente nel greggio in quell'intervallo di ebollizione. La

benzina prodotta non era sufficiente ed inoltre si producevano materiali con punti di ebollizione maggiore che non avevano mercato.

Cracking. La scoperta che gli idrocarburi con punto di ebollizione maggiore (quelli lasciati nella parte bassa della colonna) potevano essere spezzati per formare idrocarburi con punto di ebollizione minore, sottoponendoli a temperature molto alte, offrì il modo di aumentare l'offerta. Questo processo, "cracking termico", venne usato per aumentare la produzione di benzina a partire dal 1913. Il processo del cracking termico produce molte olefine, che hanno un alto numero di ottano, ma possono causare depositi nel motore. Successivamente il processo di cracking termico fu trasformato in cracking catalitico mediante l'utilizzato di catalizzatori; con esso si produce benzina di qualità migliore di quella prodotta col cracking termico. Ci sono molte variazioni del cracking catalitico ma il cracking catalitico fluido (FCC) è la parte fondamentale nelle moderne raffinerie. Il termine deriva dal fatto che il catalizzatore solido viene reso fluido in modo che possa essere continuamente ricircolato dalla sezione di cracking alla sezione di rigenerazione del catalizzatore.

L' idrocracking è simile al cracking catalitico in quanto utilizza un catalizzatore, ma esso lavora in atmosfera d'idrogeno. L'idrocracking può rompere gli idrocarburi che sono resistenti al solo cracking catalitico. Viene utilizzato per produrre sia combustibili diesel che benzine.

Reforming. Il processo di reforming significa letteralmente riformulare l'alimentazione, convertendo le paraffine dalla catena diritta in aromatici. L'idrogeno presente come prodotto secondario è altrettanto importante della produzione di idrocarburi ad alto numero di ottano.

Alchilazione. L'alchilazione unisce piccoli idrocarburi gassosi, che hanno punti di ebollizione troppo bassi per essere utilizzati nelle benzine, per formare idrocarburi liquidi. Il materiale di partenza che viene dagli impianti FCC comprende idrocarburi con 4 atomi di carbonio, come l'isobutano e i butileni, qualche volta olefine e paraffine con 3 e 5 atomi di carbonio. I prodotti principali sono isomeri ad alto numero di ottano del trimetilpentano come l'isottano. La benzina alchilata, essendo priva di aromatici e di benzene, è il composto migliore tra le benzine senza piombo.

Polimerizzazione. Un altro processo in cui vengono uniti idrocarburi è la polimerizzazione delle olefine, in particolare le olefine con 3 atomi di carbonio come il propilene, in una serie di olefine più grandi. La polimerizzazione è un processo meno favorevole dell'alchilazione, poiché i prodotti sono ancora olefine, che devono essere trasformate in paraffine prima di essere miscelate nelle benzine.

Isomerizzazione. L'isomerizzazione aumenta la resa in ottano trasformando la paraffine a catena diritta (tipicamente con 5 e 6 atomi di carbonio) nei loro isomeri a catena ramificata. Per un dato numero di carbonio, gli isomeri a catena ramificata hanno un numero di ottano maggiore dei corrispondenti a catena diritta.

Idrotrattamento. L'idrotrattamento è un termine generico per indicare un insieme di processi che usano l'idrogeno, insieme ad un opportuno catalizzatore, per rimuovere impurità da un flusso di raffineria.

La **desolfurazione** è un tipico esempio di processo di idrotrattamento. I bassi livelli di zolfo imposti dalla normativa possono richiedere la desolfurazione di una significativa parte della benzina dal FCC. Ci sono altri ragioni di processo che richiedono la desolfurazione dei flussi di raffineria. Nel reforming l'eccesso di zolfo nell'alimentazione deattiva il catalizzatore. Nel FCC l'eccesso di zolfo porta ad alti livelli di zolfo nella benzina prodotta ed una maggiore produzione di diossido di zolfo durante la rigenerazione del catalizzatore.

Riassumendo in raffineria il petrolio greggio viene immesso nella colonna di distillazione dove le benzine leggere e pesanti, il cherosene e il gasolio diretti vengono separati a pressione atmosferica. Mentre il cherosene ed il gasolio diretti possono essere accettabili per il mercato, le benzine dirette generalmente richiedono ulteriori processi di lavorazione. La benzina leggera diretta deve essere isomerizzata per aumentarne il numero di ottano oppure idrotrattata per convertire il benzene in cicloesano in modo che la benzina finale risponda ai limiti stabiliti per il benzene. La benzina pesante diretta è idrotrattata per rimuovere lo zolfo e sottoposta a reforming per aumentare il numero di ottano e per formare idrogeno per gli idrotrattamenti.

Il fondo della colonna atmosferica è distillato sotto vuoto per ottenere gasolio che serve da alimentazione per il FCC e l'idrocracking. I gasoli sono idrotrattati per ridurre lo zolfo e l'azoto a livelli che non interferiscano con il processo FCC. Persino quando l'alimentazione è abbastanza desolfurata, il prodotto da FCC deve essere "addolcito" per trasformare i composti reattivi dello zolfo (mercaptani) a composti più innocui, altrimenti la miscela di benzina sarebbe instabile e di cattivo odore.

B.3 Gli additivi

La composizione di una benzina commerciale è notevolmente complessa. Le industrie petrolifere, dovendo formulare delle miscele idonee alle necessità dei moderni motori ad accensione comandata, aggiungono svariati altri composti: antidetonanti, tensioattivi, disperdenti, modificatori della combustione, prodotti anticera, prodotti anticorrosione, demulsificanti, ecc.

L'eliminazione del piombo dalle benzine ha incoraggiato lo sviluppo di altri additivi che lo sostituissero nell'obiettivo di prevenzione dal VSR.

Tra questi additivi, e limitatamente a questo ultimo obiettivo tecnico, è risultato migliore il fosforo che è efficace anche a basse concentrazioni (fino a 0,018 g/l) e in tutte le condizioni di esercizio del veicolo.

Già negli anni '50 la Shell aveva introdotto sul mercato un additivo a base di fosforo (commercializzato come "ICA") che, anche se usato per altri motivi, si era rivelato ugualmente utile contro la VSR. Tale proprietà è stata confermata da successive ricerche su altri prodotti a base di fosforo (cresyl-difenil-fosfato e tri-cresyl-fosfato).

Oggi tuttavia serie motivazioni impediscono l'uso di additivi al fosforo: la loro sospetta tossicità per l'uomo e l'ambiente, nonché la loro incompatibilità con la marmitta catalitica che ne verrebbe "avvelenata". La prima di queste motivazioni scoraggia l'utilizzo di fosforo anche per quei veicoli che, non essendo catalizzati, potrebbero avvalersene.

Altri additivi, basati su metalli alcalini (sodio e potassio), riducono il manifestarsi dell'arretramento delle sedi delle valvole, ma una bassa concentrazione di tali additivi esercita la sua azione protettiva soltanto in condizioni di carico non particolarmente gravose. Concentrazioni più alte proteggono in condizioni di funzionamento più severe, ma hanno alcuni effetti collaterali. Per esempio in alcuni particolari veicoli a basse temperature si può presentare il caso che le valvole d'ingresso si incollino. Allo stato delle cose sembrerebbe che ancora non sia stato trovato un additivo efficace quanto il piombo contro il fenomeno della VSR (*"Prevention of Valve Seat Recession in European Markets"* CEC/93/EF19).

Una condotta di guida "tranquilla" senza eccessivi sforzi per il motore, unita all'utilizzo degli additivi sostitutivi del piombo, permette una ragionevole protezione anche per gli autoveicoli di più vecchia progettazione.

In Italia la disponibilità di additivi a base metallica sarà garantita dall'industria petrolifera presso le stazioni di servizio carburanti, così come, del resto in molti paesi europei dove la sostituzione della benzina rossa con la verde è già avvenuta (vedi tabella B.2). Allo stato attuale delle conoscenze non risultano esserci dati relativi all'impatto ambientale di tali additivi una volta entrati in camera di combustione ed emessi allo scarico.

Tabella B.2 - La situazione nei paesi europei che fanno uso di additivi a base metallica

Paese	Situazione	Soluzione
Austria	BCP* eliminata dal 1990	BSP** 98 NORM con additivi al potassio
Benelux	BCP eliminata dal 1.1.2000	BSP 98 NORM con additivi al potassio/manganese
Danimarca/Finlandia e Svezia	BCP eliminata dal 1997	BSP 98 NORM additivi al potassio in <i>aftermarket</i> .
Francia	BCP eliminata dal 1.1.2000	BSP 98 NORM con additivi al potassio
G. Bretagna/ Irlanda	BCP eliminata dal 1.1.2000	BSP 97 NORM con additivi al potassio (manganese)
Germania	BCP eliminata dal 1997	BSP 98 NORM additivi al potassio in <i>aftermarket</i> .
Portogallo	BCP eliminata dal 1.7.1999	BSP 98 NORM con additivi al potassio

* BCP = Benzina con piombo. ** BSP = Benzina senza piombo. Fonte: Agip Petroli

Sul fronte del fenomeno del "battito", in assenza del piombo, altre possibilità per aumentare il N.O. è data dall'aggiunta di prodotti ossigenati come ad esempio l'etanolo, il metanolo, l'ETBE, il MTBE, ecc. Simili sostanze hanno anche il vantaggio di ridurre significativamente le emissioni di CO e HC (*Task Force UN/ECE to Phase out Leaded Petrol in Europe – 1998*). Di questi particolari additivi parleremo più diffusamente nello spazio dedicato ai biocarburanti.

Vogliamo invece, qui ricordare il ruolo delle componenti aromatiche che nella benzina hanno la proprietà di aumentare il numero di ottano. Queste molecole, e tra queste il benzene del quale abbiamo parlato nel capitolo 2.3, sono già presenti nel petrolio greggio, ma si formano anche in fase di raffinazione ed in particolare nel processo di *reforming*.

Per questa via e a dispetto delle conseguenze ambientali, in alcuni paesi si è approfittato per aumentare il numero di ottano delle benzine a mano a mano che il tenore di piombo veniva a diminuire (*"Pan-European Strategy to Phase out Leaded Petrol – IV° Conference Environment for Europe"* UN. Aarhus, Danimarca – Giugno 1998).

Per incrementare il N.O. sono stati sperimentati anche additivi a base di manganese e nickel, ma la tossicità alle alte esposizioni a questi metalli ne rendono problematico l'uso.

APPENDICE C

I combustibili a ridotto impatto ambientale

La grande incertezza nei consumatori in merito alla compatibilità della benzina disponibile con i loro autoveicoli potrebbe provocare gravi difficoltà socio-economiche fintantochè i consumatori non saranno correttamente informati in merito all'esistenza di adeguate alternative alla benzina con piombo (dalle motivazioni della proroga concessa all'Italia dalla Commissione CE)

Tra i combustibili di particolare pregio dal punto di vista ambientale vanno compresi gas naturale (che per comodità si identifica con il metano), GPL e biocombustibili, mentre sono considerati più propriamente combustibili alternativi solo il metano ed il biodiesel, nell'accezione propria di combustibili alternativi a quelli a larga diffusione. Un discorso a sé merita l'idrogeno.

È bene sottolineare che i combustibili gassosi presentano una serie di vantaggi, rispetto ai combustibili liquidi, per quanto riguarda il rendimento in quanto:

- si miscelano molto meglio con l'aria rendendo più omogenea la massa in camera di scoppio;
- consentono rapporti di compressione maggiori perché dotati di buone caratteristiche antidetonanti;
- il loro ampio limite di infiammabilità permette di operare con miscele più povere.

Anche per quanto riguarda gli aspetti ambientali tali combustibili sono preferibili in quanto, avendo un peso molecolare minore, generano emissioni meno nocive.

In linea di principio un veicolo marciante con gas naturale compresso e dotato di marmitta catalitica scaricherebbe nell'aria emissioni di NO_x pressochè trascurabili (0,01 g/kWh), il che a detta dell'ACI rappresenta la soluzione più idonea per i futuri autobus urbani.

C.1 Il GPL (Gas di Petrolio Liquefatto)

Il GPL è una miscela di propano e butano (idrocarburi altamente volatili) e di piccole quantità di altri idrocarburi leggeri di tipo paraffinico e olefinico; è considerato tradizionalmente un derivato del processo di raffinazione. Si ottiene però anche direttamente dai pozzi di estrazione del greggio e soprattutto dall'estrazione del gas naturale, come prodotto di condensazione.

Già oggi il 57% del GPL consumato in Italia deriva dalle importazioni e su questa frazione non pesano i consumi energetici di raffineria. Le rese energetiche e le emissioni di CO₂ del GPL di raffineria vanno invece assimilate a quelle di altri prodotti di raffineria, mentre la distribuzione incide in misura maggiore che per i combustibili liquidi, per circa il 2÷3% del contenuto energetico.

Riguardo i consumi diretti, questi sono maggiori di circa il 10% rispetto alla benzina; rispetto al diesel del 10%÷14%. Lo stoccaggio del GPL a bordo del veicolo è agevolato rispetto al metano, perché è liquido a temperatura ambiente a basse pressioni, ma questo ha dei risvolti negativi sotto l'aspetto della sicurezza, in quanto ne impedisce il ricovero al chiuso.

A favore del GPL gioca la larga diffusione in alcuni paesi (4 milioni di veicoli in circolazione nel mondo) e le minori emissioni (il GPL è secondo solo al metano in una classifica ideale dei combustibili più puliti); in Italia ci sono 1700 stazioni di rifornimento.

C.2 Il Metano

- *Dati relativi alla produzione e al consumo in Italia*

Nel 1995 il gas naturale (44,5 Mtep per il 34% di produzione interna) ha coperto il 26.2% dei consumi energetici complessivi in Italia, risultati pari a 170 Mtep, con un incremento di circa il 6% rispetto al 1994 (*"BP Statistical Review of World Energy", BP Group Media and Publications, June 1995*). Le previsioni sono poi di arrivare nel 2000 ad una percentuale maggiore del 30%. L'Italia si rifornisce, attraverso la rete di metanodotti della Snam, dall'Olanda e dai giacimenti della pianura Padana per il centro-nord, dalla Russia per la zona est e dall'Algeria per il centro-sud.

Il metano nel settore dei trasporti, campo nel quale il nostro paese è stato per anni all'avanguardia sia nello sviluppo della tecnologia sia per numero dei veicoli circolanti, incide per meno dell'1% sui consumi totali, per cui risultano immediatamente gli ampi margini esistenti per una espansione dell'uso di questo combustibile nel settore (*"Verifica dei fabbisogni di gas del parco elettrico italiano e della relativa copertura", Documento congiunto dei Ministeri dell'Industria e dell'Ambiente, presentato al Presidente del Consiglio dei Ministri il 29.6.95, da "Energia e Materie Prime", Maggio '96*). Il parco veicolare è di circa 300.000 mezzi metanizzati (in massima parte veicoli leggeri a benzina adattati alla doppia alimentazione), la rete di distribuzione di oltre 300 impianti, localizzati principalmente nel centro-nord della penisola, la vendita annua è da alcuni anni in crescita ed ha raggiunto il valore di 0,24 Mtep.

- *Problemi tecnologici*

In Europa c'è un buon numero di costruttori di veicoli con alimentazione a gas; la maggior parte di questi sono costruttori di autobus, ma ci sono anche costruttori di autoveicoli, come Fiat, Volvo, BMW, Mercedes e Renault. Inoltre una ventina di aziende in Europa producono sistemi per convertire veicoli a benzina in veicoli a gas naturale (*bi-fuel*), incluse anche alcune conversioni di motori diesel; alcuni sistemi di conversione sono meccanici, ma la maggior parte sono sistemi controllati elettronicamente, per motori a miscelatore o ad iniezione, che operano con un sonda lambda.

Se dal punto di vista motoristico i veicoli a metano si sono perciò allineati alle analoghe versioni a benzina, un serio ostacolo alla diffusione del metano in autotrazione è però rappresentato dai problemi di distribuzione, lì dove non esiste una rete sufficientemente sviluppata di metanodotti, e dai problemi di stoccaggio a bordo del veicolo.

Lo stoccaggio a bordo dei veicoli può avvenire nella forma liquida, che richiede serbatoi criogenici (-160°C), utilizzato in Europa quasi esclusivamente in applicazioni locali per flotte di veicoli pesanti (alcuni esempi in Gran Bretagna, Belgio, Norvegia e Russia) o come gas compresso, il sistema più diffuso. In questo caso il gas deve essere compresso dalla pressione di distribuzione fino a 200 bar nei serbatoi cilindrici dei veicoli, e si può raggiungere tale scopo con un rifornimento rapido ovvero lento. Vi sono inoltre, ma non in Italia, compressori per uso privato (VRA), che provvedono al rifornimento lento durante la sosta notturna del veicolo. I progressi registrati con i moderni impianti di distribuzione consentono di effettuare il rifornimento di metano per i mezzi leggeri in tempi dell'ordine di alcuni minuti; per i mezzi pesanti si riscontrano tempi di 10-20 minuti, ridotti a 5' nei sistemi più moderni ed a 2,5' per i veicoli leggeri (G. Cacudi, Snam, comunicazione personale).

L'ingombro ed il peso delle bombole incidono però sensibilmente sulla portata utile e sull'autonomia del veicolo.

Circa l'ingombro, le bombole a 200 bar hanno una densità energetica pari ad un quarto di quella della benzina (2,5 kWh/l contro 10 kWh/l) e solo l'uso di pressioni più elevate può ridurre il volume. Nel caso degli autobus e degli autocarri, comunque, sistemando le bombole sul padiglione o sotto il pianale non si riduce il volume a disposizione del carico. Nelle vetture, una opportuna conformazione del sistema di stoccaggio, distribuendone il volume complessivo tra più serbatoi cilindrici di diametro ridotto, consente comunque di ridurre la penalizzazione ad una perdita di spazio utile dell'ordine del 20-30% , o nulla, se il veicolo è progettato dall'inizio con un occhio a queste applicazioni (Fiat Multipla) (*"TUFFSHELL TM Tanks Make Compact Passengers NGVs a Reality"*, Brunswick Composites, 1995).

Oltre ai problemi di volume, occorre considerare quelli legati al maggior peso delle bombole rispetto ai serbatoi tradizionali. Nel caso del gasolio e della benzina il peso totale del serbatoio è dell'ordine di qualche chilogrammo, con un'energia specifica complessiva di 8,5 kWh/kg per la benzina; nel caso del metano, utilizzando serbatoi metallici in pressione, il peso delle bombole dipende dalla resistenza specifica del materiale. L'introduzione dei serbatoi rinforzati in fibre di vetro e/o carbonio ha ridotto sensibilmente il peso dei serbatoi, come si può vedere nella tabella C.1, dove sono riportati anche i valori dell'energia specifica. Il maggior costo dei serbatoi in composito, da 1,5 a 2,5 volte quello dei serbatoi metallici, va valutato alla luce del minor aggravio del consumo di combustibile, perché ogni riduzione di peso dell'1% riduce i consumi nel ciclo urbano di circa lo 0,8%.

Tabella C.1 - Caratteristiche dei serbatoi per combustibili gassosi

Tipo di serbatoio	Capacità: 50 litri		Capacità: 120 litri	
	Peso	Consumo	Peso	Consumo
Acciaio	46 kg	2.4 kWh/kg		
Acciaio + Fibra Vetro			79 kg	2.9 kWh/kg
Hdpe + Fibra Aramidica	27 kg	3.5 kWh/kg	51 kg	4.4 kWh/kg
Hdpe + Fibra Di Carbonio	17 kg 5	5.5 kWh/kg	35 kg	6.5 kWh/kg

Fonte: "Il gas naturale in autotrazione, aspetti energetici ed ambientali", A: Ciancia, G. Pedè, RT/ERG/98/1

- *La sicurezza*

Un punto più delicato della tecnologia del gas naturale compresso risiede nelle bombole e per questo i serbatoi cilindrici, in cui il gas naturale viene immagazzinato, possiedono una elevatissima resistenza meccanica, di gran lunga superiore rispetto a quelli della benzina, e sono capaci di resistere a violenti urti. Non ci sono poi problemi di rilascio di gas come nel GPL.

Le bombole cilindriche per il gas naturale compresso sono testate ogni 5 anni ed il fattore di sicurezza per tali dispositivi è di 2,5 cioè due volte e mezzo la pressione di riempimento. Quindi una eventuale fuga accidentale o una fuoriuscita per rovesciamento della bombola sono ridotte al minimo e poco probabili.

Inoltre sono stati recentemente introdotti sul mercato dispositivi di sicurezza costituiti da valvole meccaniche a chiusura inerziale, che intervengono in caso di rottura delle linee di alimentazione, e da fusibili termici contro il rischio di esplosione del serbatoio dovuta alla sovrappressione in caso di incendio, valvole che intervengono a temperature superiori ad un centinaio di gradi. Nell'incendio avvenuto ad Arnhem nel 1990 in uno dei garage appartenente alla "Central Dutch Transport Company" furono distrutti 35 autobus, tra cui due alimentati a gas naturale; una volta domato l'incendio, le bombole del gas sono state ritrovate meccanicamente integre, perché i dispositivi di sicurezza sulle bombole del gas naturale avevano funzionato correttamente, scaricando il gas in pressione ed evitando lo scoppio. La sicurezza dell'auto alimentata a metano è stata oggetto anche di uno studio dell'Istituto norvegese Veritas (*Det Norske Veritas*) che ne ha riconosciuta la minore pericolosità rispetto a quella a benzina ed un grado di sicurezza equivalente al diesel.

- *Problemi normativi*

Il mercato delle bombole di materiale più leggero del comune acciaio è oggi limitato in Italia al solo recepimento della normativa europea (EN 12257) che autorizza l'impiego di bombole leggere realizzate con l'impiego di fibre di vetro e carbonio (serbatoi avvolti circonferenzialmente). Una normativa ECE/ONU, in fase di approvazione, basata su quella internazionale ISO/DIS 11439, consentirà anche l'uso di serbatoi con avvolgimento completo e quello dei serbatoi con *liner* non metallico.

- *Vantaggi e svantaggi ambientali*

Da un punto di vista ecologico il metano si presenta attualmente come il più interessante combustibile alternativo.

Le motivazioni che conducono all'utilizzo del metano nel settore automobilistico vanno ricondotte alle sue caratteristiche intrinseche: assenza di impurità, di zolfo, di composti di piombo e di idrocarburi policiclici aromatici così da ottenere, con adeguata tecnologia motoristica, bassissimi livelli di emissioni gassose inquinanti allo scarico, con sostanziale assenza di odori e di particolato.

Circa l'aspetto ambientale il gas naturale possiede dei vantaggi indiscutibili, i più importanti dei quali sono¹

- basse emissioni di CO, da 1/2 a 1/5 rispetto al gasolio, in particolare per gli autoveicoli a gas naturale compresso dedicati;
- emissioni di HC ridotte dal 50 al 70% rispetto al gasolio e costituite all'85% da metano, poco reattivo;
- emissioni di NO_x ridotte fino al 30% di quelle del gasolio;
- emissioni di SO₂ e particolato trascurabili se confrontato al gasolio;
- emissioni di CO₂ dal 20% al 30% inferiori alla benzina e dal 4% al 20% inferiori rispetto al gasolio, grazie al favorevole rapporto idrogeno/ carbonio del metano (75% C e 25% H in massa del metano contro, mediamente, 86% C e 14% H in massa della benzina);
- emissioni di idrocarburi policiclici aromatici (IPA) e di 1,3 butadiene del tutto trascurabili; soltanto il livello della formaldeide è confrontabile con quello della vettura a benzina, mentre le altre aldeidi, in particolare quelle aromatiche come la benzaldeide, sono decisamente più basse;
- minime perdite per evaporazione di composti organici volatili (COV), costituite comunque per il 90-95% da metano;
- ridottissime quantità di depositi carboniosi, da cui deriva fra l'altro una maggiore durata per l'olio lubrificante.

Una valutazione quantitativa dei benefici di natura ambientale derivanti dall'adozione del metano in sostituzione dei combustibili tradizionali deve tener conto anche della minor presenza nei gas di scarico di sostanze chimiche che, come detto in altra parte del presente documento, pur non essendo a tutt'oggi sottoposte ad alcuna regolamentazione, sono responsabili di attività mutagena e cancerogena.

In un'analisi condotta dall'Istituto Motori del CNR ("Tecnologia costruttiva per una specifica motorizzazione a metano", M.Gambino, S.Iannaccone, A.Unich, 4° Metanauto, 1990), attribuito all'ossido di carbonio un valore di "tossicità relativa" pari ad 1 (TLV 55 mg/m³), e considerando NO, SO₂, IPA ed aldeide formica, con la motorizzazione a

¹ "The Use of Compressed Natural Gas as a Fuel in Urban Buses", Maxibrochure dal Thermie Programme Action NO. T98, 1995. " Strategie di impiego del CNG nei trasporti" R. Gozzellino, R. Riolfi, E. Volpi. Centro Ricerche Fiat, R.Gaudio, IVECO, G.Cornetti, 6° Metanauto, Marzo 1996

metano si ottiene una riduzione del 42% dell'indice complessivo di tossicità; ulteriore vantaggio del metano è l'abbattimento pressoché totale della fumosità, con conseguente riduzione della concentrazione atmosferica di particelle solide sospese e minore formazione di depositi carboniosi sugli edifici.

- *Consumi diretti ed indiretti e bilancio della CO₂*

Nel gas naturale (composto essenzialmente da metano), la riduzione delle emissioni di CO₂ ottenibile rispetto ai combustibili tradizionali è legata al minor contenuto di C della molecola (-12% circa) ed al maggior valore del potere calorifico per unità di peso (+10% circa), per cui, a parità di energia in ingresso al motore, il vantaggio è compreso tra il 20% ed il 30% circa. In particolare, in Italia, con riferimento alla rete Snam ed all'anno 1997, il coefficiente medio di emissione risulta di 2,66 kg CO₂/kg (di gas naturale).

Il metano presenta anche minori consumi indiretti di combustibile rispetto al diesel ed alla benzina, perché tali consumi sono limitati all'energia necessaria alla compressione, ed il vantaggio percentuale rispetto ai prodotti di raffinazione è del 5-6% circa ("*Automotive Fuels Survey*", IEA Afis, Dicembre 1996).

Per quanto riguarda i consumi diretti, il metano utilizzato in sostituzione della benzina provoca una riduzione dei consumi grazie al miglior rendimento dei motori, mentre nel caso del diesel il discorso si inverte, grazie alla maggiore efficienza globale del motore a ciclo Diesel rispetto al ciclo Otto. Il maggior peso del veicolo, a causa del maggior peso delle bombole rispetto ai serbatoi, determina, in ogni caso, un consumo aggiuntivo di cui va tenuto conto, un problema di peso comune anche ai veicoli elettrici ed ibridi per il peso delle batterie.

Rispetto alle motorizzazioni diesel, la riduzione totale netta delle emissioni di CO₂, a parità di percorrenza, varia in funzione della composizione del gas, dell'incidenza del peso delle bombole sul peso del veicolo e del ciclo d'uso, ed è compresa tra il 5 ed il 10% per le vetture e percentuali minori per gli autobus urbani, maggiormente penalizzati dal peso delle bombole. Rispetto alla benzina, invece, le minori emissioni dirette cumulative di CO₂ (che tengono conto anche del metano incombusto) sono del 14% ("*Relative Vehicle Exhaust Emission according to the Fuel Type: Gasoline, Diesel, GPL and Natural Gas*", Peyen e Rouveirroles, Renault, Agelfi Symposium, 1998) cui si aggiunge il 6% legato al minor costo energetico di produzione e distribuzione. La sostituzione di un Mtep di benzina con un Mtep di gas naturale porterebbe quindi ad una riduzione delle emissioni di CO₂ del 20%, pari a circa 0,7 Mt CO₂.

C.3 I biocombustibili

Fra le possibili misure in grado di concorrere alla riduzione dell'inquinamento atmosferico causato dagli autoveicoli è stato ripetutamente proposto l'uso dei biocarburanti, prodotti derivanti dalla trasformazione di materie prime di origine agricola utilizzabili, puri o in miscela con benzina o gasolio, in sostituzione di quantità più o meno rilevanti di combustibili fossili.

Di conseguenza, in questi ultimi anni, si è assistito in Italia alla nascita e al consolidarsi di un mercato, limitato ma non trascurabile, per alcuni di questi prodotti, come l'ETBE (etere ottenuto dall'etanolo, utilizzato come additivo ossigenato delle benzine) e il biodiesel

(miscela di esteri metilici derivata da olio di colza e/o girasole), mercato che può contare su un sistema di produzione industriale e su una rete di distribuzione adeguati alle esigenze attuali e a quelle prevedibili nel prossimo futuro.

Le numerose sperimentazioni effettuate con il biodiesel, unitamente alla distribuzione in rete di circa 20.000 t di benzina additivata con ETBE nei primi anni '90, hanno avuto il merito di evidenziare vantaggi e problemi connessi all'uso di questi prodotti, consentendo di individuare, fra una vasta gamma di possibili modalità di impiego, quelle che consentivano di massimizzare i benefici e ridurre al minimo i possibili problemi.

In particolare, per quel che riguarda l'ETBE, la sua produzione su larga scala è attualmente limitata solo da fattori economici, in quanto non esiste alcuna riserva nei confronti di questo prodotto da parte delle Compagnie petrolifere che sono infatti perfettamente in grado di inserirlo, come un qualsiasi altro additivo di sintesi insieme all'omologo MTBE (etere metil ter-butilico) - comunque accantonato per ragioni collegate alle possibili implicazioni sulla salute pubblica - all'interno dei propri cicli produttivi. Il suo impiego consentirebbe l'immissione sul mercato di benzina senza piombo "riformulata", additivata con il 10-15% di etere e con un contenuto in aromatici e olefine sostanzialmente ridotto rispetto ai valori attuali.

Questo tipo di benzina andrebbe incontro alle sempre più stringenti richieste di un carburante che presenti minori problemi di emissioni inquinanti e potrebbe essere utilizzato da tutti gli autoveicoli in circolazione, con riduzione delle emissioni anche da parte di quelli non catalizzati.

Nel caso del biodiesel, invece, la via più praticabile per la sua commercializzazione su larga scala consiste nella distribuzione in rete di miscele gasolio/biodiesel con un contenuto di biodiesel minore o uguale al 5%, in quanto tali miscele sono perfettamente equivalenti al gasolio puro e non presentano alcun problema per gli utilizzatori. Tale scelta consentirebbe da un lato di sostituire una certa percentuale di combustibile fossile con un prodotto rinnovabile riducendo, anche se di poco, le emissioni globali di CO₂ e dall'altro, potrebbe favorire proprio per le caratteristiche chimico-fisiche del biodiesel, la diffusione del gasolio a bassissimo tenore di zolfo nel settore dell'autotrazione.

È comunque evidente che, per poter essere impiegati in modo non episodico e quantitativamente significativo, i biocarburanti dovranno essere in grado di superare le "barriere" di diversa natura che si frappongono da un lato alla loro diffusione su larga scala e dall'altro alla disponibilità (e alla certezza della fornitura) di adeguati quantitativi di materie prime agricole a costi contenuti e di qualità adatta alla successiva trasformazione industriale.

Un'attenta valutazione dei risultati delle esperienze già effettuate e/o in corso nel nostro e in altri paesi costituirà, in quest'ottica, una premessa indispensabile per predisporre gli strumenti legislativi e finanziari necessari per raggiungere un simile obiettivo.

Di seguito sono riportati due contributi relativi alle problematiche specifiche connesse agli impieghi del biodiesel e dell'ETBE.

Il biodiesel

Il biodiesel è un combustibile di origine vegetale, costituito per almeno il 98% da esteri metilici di acidi grassi, e viene prodotto tramite transesterificazione di oli vegetali, in primo luogo di colza ma anche di girasole od altri semi oleosi.

Il processo di transesterificazione, che consiste essenzialmente nella sostituzione della glicerina contenuta negli oli con il metanolo, rende il prodotto finale alquanto simile al gasolio.

Dal punto di vista energetico, potendo utilizzare l'energia solare incorporata nella materia prima vegetale, il biodiesel presenta un bilancio energetico positivo, nel senso che l'energia che si ottiene è maggiore (da 1,2 a 1,5 volte) di quella consumata durante tutte le fasi di produzione; tenendo anche conto dell'impiego di tutti i prodotti secondari ottenuti (pannelli proteici, glicerina, ecc.) il guadagno energetico può arrivare anche ad un rapporto di 4 a 1.

L'interesse suscitato dal biodiesel, così come dall'ETBE, dal punto di vista ambientale nasce dal suo potenziale di riduzione della produzione di "gas serra" poiché lo si ottiene da materia prima rinnovabile.

Infatti, va prioritariamente ricordato come l'uso del biodiesel non immette CO₂ nell'atmosfera. Di fatto, la pianta oleaginosa si serve della CO₂ atmosferica (fonte di carbonio per la pianta) durante la fotosintesi e la immagazzina (organica) all'interno delle cellule. Tutto il carbonio contenuto nella pianta, quindi, è di provenienza atmosferica.

Il carbonio ritorna in atmosfera per via naturale nel corso dei processi di decomposizione dei residui vegetali che rimangono sul campo e dei processi di assimilazione animale delle parti della pianta utilizzata per l'alimentazione zootecnica, ma anche dei processi di combustione dell'olio (biodiesel) ottenuto dai semi. Anche considerando le emissioni che si producono nelle fasi di coltivazione e trasformazione, il risparmio di CO₂ emessa, rispetto al gasolio, è dell'ordine di 2,1 tonnellate per ogni tonnellata di gasolio sostituito.

A livello di inquinamento locale, l'utilizzo del biodiesel in luogo del gasolio comporta la netta riduzione delle emissioni di idrocarburi incombusti e della fumosità, mentre gli ossidi di zolfo sono sostanzialmente assenti; anche il particolato diminuisce mentre le emissioni di ossido di carbonio rimangono sostanzialmente stabili o presentano una leggera diminuzione; al contrario quelle di ossidi di azoto mostrano un lieve incremento.

Infine, il biodiesel è fortemente biodegradabile: dagli studi effettuati emerge che, dopo ventotto giorni, il 90% del biodiesel disperso in ambiente acquoso si è completamente degradato, contro il 15-20% del gasolio.

Disponibilità

La produzione agricola di semi oleosi sta alla base di tutta la filiera energetica del biodiesel.

La produzione italiana di semi oleosi, dopo anni di espansione, è in forte calo e si concentra sulla soia (che, peraltro, non viene impiegata in Europa per la produzione di biodiesel) e, in misura minore, sul girasole, mentre molto limitata è la produzione di colza.

La produzione delle oleaginose per fini energetici dovrebbe essere effettuata essenzialmente sui terreni in *set-aside*, per i quali sono stati previsti contributi UE specifici.

Nella pratica, a parte il discreto interesse mostrato dopo il 1992, attualmente si nota una scarsa propensione a utilizzare allo scopo le superfici a *set-aside* con produzioni *non-food*, e la quasi totalità dei produttori di biodiesel utilizza olio vegetale reperito sul mercato internazionale, dando la preferenza all'olio di colza, in quanto le attuali garanzie fornite dai costruttori di motori si riferiscono a questo tipo di materia prima, per la quale si dispone di una vasta documentazione tecnico-scientifica e sono state sviluppate le normative oggi vigenti.

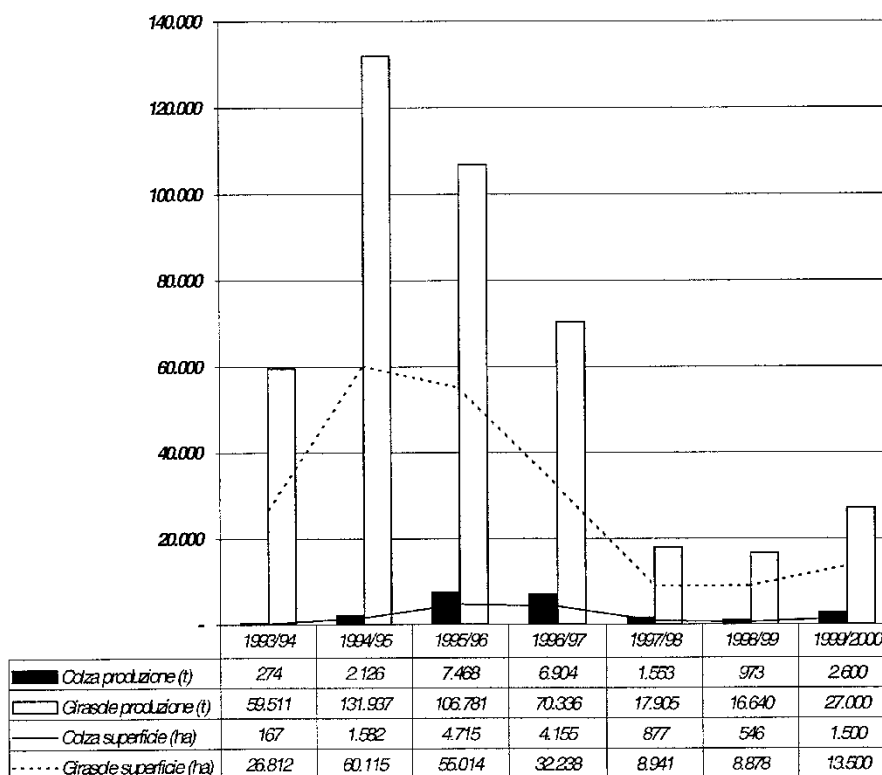
La situazione nazionale

La produzione nazionale di semi oleosi *non-food* riguarda quasi totalmente il girasole, mentre, indipendentemente dalla materia prima utilizzata, il biodiesel prodotto è impiegato quasi interamente per il riscaldamento.

Analizzando più in dettaglio la situazione italiana si rileva che, dopo un boom iniziale, si è verificato un forte declino di interesse per il *non-food*. Sono proprio le esperienze dei primi anni ad indurre molti agricoltori a fare marcia indietro ed optare per la semplice messa a riposo del terreno: in molte zone il *non-food* non appare conveniente.

Per quanto concerne l'attuale campagna 2000, nella figura C.1 sono riportate le prime stime delle semine attualmente in via di conclusione. Sembra che vi sia una modesta ripresa, anche se bisogna considerare che il tasso di *set - aside* obbligatorio è raddoppiato rispetto alla campagna precedente (dal 5 al 10%).

Disaggregando i dati per le singole regioni si rileva come il primo periodo di boom (indicativamente dal 1994 al '97) delle oleaginose *non-food* sia legato soprattutto alla forte diffusione nelle aziende della Pianura padana; successivamente si è avuto un calo generalizzato, ma assolutamente impressionante in termini relativi e assoluti proprio al Nord, calo che ha determinato la quasi scomparsa del colza, che pure non ha mai avuto un vero successo, mentre il girasole è riuscito a resistere su discrete superfici, grazie alle regioni più vocate del Centro Italia.

Figura C.1 - Superfici e produzioni di colza e girasole *non-food* in Italia

Elaborazione CTI su dati AISO, ISMEA, 1999

Quadro di riferimento normativo

L'evoluzione verso una nuova concezione della politica energetica ed ambientale, orientata sempre più verso uno sviluppo sostenibile, è maturata attraverso il susseguirsi di una serie di atti e provvedimenti tra cui i più recenti e rilevanti sono di seguito sinteticamente descritti:

- Il Protocollo di Kyoto, adottato il 10 dicembre 1997 dalla terza Conferenza delle Parti alla Convenzione sui Cambiamenti Climatici, che impegna i Paesi firmatari alla riduzione dei gas ad effetto serra mediante azioni mirate fra cui l'utilizzo di fonti rinnovabili di energia, il miglioramento dell'efficienza energetica nei settori dell'industria e dei trasporti e la promozione di un'agricoltura sostenibile. In particolare, l'Italia, entro un periodo compreso tra il 2008 ed il 2012, è impegnata ad una riduzione delle proprie emissioni pari al 6,5% in termini di CO₂ equivalente.
- Il Programma Nazionale Energia Rinnovabile da Biomasse (PNERB), elaborato dal Ministero per le Politiche Agricole e Forestali (MiPAF) nel 1998, con l'obiettivo di delineare il complesso di azioni da intraprendere per sviluppare la produzione e l'utilizzo di biomasse per finalità energetiche, tenendo conto della scarsa competitività del settore primario, del differenziale di prezzi tra fonti tradizionali e

rinnovabili e della necessità di promuovere una significativa integrazione fra agricoltura ed industria di trasformazione.

- Sulla base del PNERB è stato elaborato dallo stesso MiPAF il Programma Nazionale per la Valorizzazione delle Biomasse Agricole e Forestali (PNVBAF) che individua quattro filiere strategiche, tra cui quella del biodiesel, e definisce un programma di sviluppo per ciascuna di esse, con un orizzonte temporale limitato al 2003.
- La Delibera CIPE n.137 del 19 novembre 1998, che approva le misure nazionali di riduzione delle emissioni dei gas serra, in attuazione del Protocollo di Kyoto. Rilevante il fatto che, entro il 31.12.99, *"laddove non siano stati stipulati Accordi Volontari tra gli Operatori e le Amministrazioni che soddisfino agli obiettivi indicati dalle Linee Guida, sulla base dei lavori della Commissione Sviluppo Sostenibile"* il MinAMB adotterà provvedimenti relativi all'impiego obbligatorio del biodiesel negli autoveicoli destinati al trasporto pubblico, a partire dai Comuni con oltre 100.000 abitanti, in miscela con il gasolio distribuito nella rete e con quello destinato alla nautica da diporto.
- La Legge n.423 del 2 dicembre 1998, che prevede che il MiPAF predisponga un programma nazionale denominato *"Biocombustibili"*, da presentare all'approvazione del CIPE, che dia il via alle azioni per la riduzione delle emissioni di gas serra. Per il suddetto programma è stata autorizzata la spesa annuale di 5 miliardi di lire a decorrere dal 1999.
- La Legge n.448 del 23 dicembre 1998, il "collegato" alla finanziaria '98, che reca all'articolo 8 una *"Tassazione sulle emissioni di anidride carbonica e misure compensative"*. Una *"carbon-tax"* che, internalizzando parte dei costi sociali della produzione energetica, tende a perseguire la riduzione delle emissioni di anidride carbonica mediante l'innalzamento dei prezzi al consumo dei prodotti energetici fossili. In questo modo diminuisce il differenziale fra le risorse energetiche rinnovabili, incluse le biomasse, e le fossili e si internalizzano i costi sociali della produzione energetica. Le maggiori entrate, derivanti dall'introduzione della tassa operante dal 1 gennaio 1999, sono destinate a finanziare una serie di interventi in favore dell'occupazione e ad incentivare investimenti specifici nel settore dell'efficienza energetica, della riduzione delle emissioni inquinanti e delle fonti energetiche rinnovabili. Per quest'azione di incentivazione è stato preventivato un gettito fiscale di 300 miliardi di lire per il 1999 per il quale, però, non è stato ancora emanato il relativo provvedimento attuativo.
- Il Libro Bianco "Fonti Rinnovabili di Energia" – redatto dall'ENEA ed approvato dal CIPE (Delibera n° 126 del 6.8.99) che individua, per ciascuna fonte rinnovabile, gli obiettivi da raggiungere per realizzare le riduzioni di emissioni di gas serra indicate nella delibera CIPE n.137 del 19.11.98 delineando, inoltre, strategie e strumenti prioritari per il conseguimento dei suddetti intendimenti.

Le norme riguardanti il biodiesel e le agevolazioni fiscali

In relazione al suo prezzo, non competitivo rispetto al gasolio, il biodiesel utilizzato in Italia gode dell'esenzione totale dalle accise, limitata però ad un contingente annuo, fissato dal D.lgs. 260/94. Il contingente è pari a 125.000 t/anno, ed è ripartito fra le società produttrici o importatrici con decreto del Ministero delle Finanze. Tale ripartizione

viene reiterata ogni anno e ad essa partecipano, oltre a sei produttori nazionali, anche imprese con stabilimenti all'estero.

L'attuale defiscalizzazione del biodiesel ha quindi un limite fisico ed uno temporale (un triennio, scadente nel 2001) che ne impediscono un reale sviluppo, anche in termini di incremento dell'efficienza e della competitività, che condurrebbe comunque ad un'ulteriore diminuzione dei costi di produzione.

Il D.M. 12.2.96, modificando il precedente D.M. 31.12.93, prevedeva la commercializzazione del biodiesel puro, e in miscele con il gasolio, con il vincolo che la commercializzazione fosse limitata al segmento extrarete e che le miscele fossero preparate nei depositi fiscali.

Con il Decreto n°. 219 del 22.5.98, recante norme sul contingente di biodiesel ammesso all'esenzione dell'accisa, vengono fissati alcuni punti essenziali per la produzione e l'utilizzo del biodiesel e vengono introdotte alcune importanti novità.

Le più significative riguardano la commercializzazione e l'utilizzo del biodiesel e le materie prime da cui può essere ottenuto.

Per quanto concerne la commercializzazione, la novità introdotta, consistente nel considerare le miscele gasolio/biodiesel con contenuto di biodiesel minore o uguale al 5% alla stregua del gasolio minerale, permette di inviare tali miscele al consumo sia presso utenti extrarete sia in rete. Per miscele contenenti un quantitativo di biodiesel superiore al 5% resta, invece, l'obbligo del consumo extrarete.

Per quanto concerne l'utilizzo delle materie prime, con il nuovo Decreto viene eliminato il vincolo di approvvigionamento di oli provenienti da coltivazioni *set-aside*. Inoltre, per la produzione di biodiesel si possono utilizzare oli vegetali e loro derivati e quindi anche sottoprodotti della lavorazione quali acidi grassi e oli acidi.

Il mercato

Attualmente, nei paesi dell'Unione Europea, il biodiesel detiene la quota di mercato maggiore tra i biocombustibili ed è prodotto su scala industriale essenzialmente in Italia, Francia, Germania, Belgio ed Austria, in quantità oscillanti fra 600.000 e 700.000 t/anno.

In particolare, in Francia, dove vige già da tempo l'uso defiscalizzato del biodiesel in miscele al 5% con gasolio senza nessuna restrizione, la produzione 1997 ha sfiorato le 280.000 tonnellate. Inoltre in quel paese, dal gennaio 1999 c'è l'obbligo, in tutte le città con più di 100.000 abitanti, di utilizzare carburanti con almeno il 2,7% di contenuto di ossigeno, che per le motorizzazioni diesel equivale all'utilizzo di miscele al 20% di biodiesel.

In Germania e in Austria, il biodiesel gode dell'esenzione fiscale solo se venduto puro e per autotrazione.

Nella Repubblica Ceca, il biodiesel viene utilizzato in miscela al 30%, mentre in Svezia viene utilizzato solo come additivo per migliorare la lubricità dei gasoli a basso tenore di zolfo.

La produzione nazionale italiana è stata avviata nel 1992; protagoniste del mercato sono oggi sei imprese dotate di una capacità produttiva complessiva pari a 500.000-600.000 t/anno.

- energia fossile risparmiata	0,15-0,19 Mtep
- contenimento emissioni CO ₂	415.000-510.000 t

Applicabilità del biodiesel come carburante per autotrazione

Per quanto riguarda l'utilizzazione del biodiesel come carburante per autotrazione, la materia prima prevalentemente utilizzata è l'olio di colza, mentre ancora marginale è l'impiego del girasole; negli ultimi anni le superfici coltivate ad oleaginose per la produzione di biodiesel sono state prevalentemente quelle destinate al *set-aside* obbligatorio, che non hanno mai superato i 60.000 ha/anno e sono state caratterizzate da rese medie in olio inferiori ad 1 t/ha.

In ogni caso, va tenuto presente che la coltivazione del colza, a differenza del girasole, non trova nel clima mediterraneo l'ambiente più adatto.

Ciò porta a considerare per il nostro paese il girasole come la prospettiva più concreta e a sottolineare – in un'ottica di sviluppo del *non-food* energetico - la necessità di incoraggiare esperienze di utilizzo motoristico di biodiesel ottenuto da olio di girasole.

Un punto fondamentale è la necessità di pervenire ad una diffusa standardizzazione delle qualità merceologiche dei biocombustibili, con lo scopo di dare stabilità al mercato ed adeguate garanzie a produttori, distributori e, soprattutto, consumatori finali. La determinazione di specifiche tecniche comuni è essenziale alla luce della constatazione dell'importanza cruciale della qualità del biodiesel sulle *performances* dei motori e sulle emissioni allo scarico.

Il problema degli standard

Attualmente, a livello nazionale vige la norma elaborata dal Comitato Termotecnico Italiano (CTI) e dalla Commissione Tecnica di Unificazione nell'Autoveicolo (CUNA), ratificata dall'UNI con la Delibera n°10635 del 21 aprile '97, relativa ai valori limite delle caratteristiche indispensabili per classificare gli esteri metilici degli oli vegetali come combustibili. La norma si applica anche a quelli destinati a prove sperimentali necessarie per definirne i limiti commerciali.

Diversi paesi europei hanno autonomamente fissato standard nazionali di qualità per il biodiesel e stabilito modalità e procedure per l'esecuzione dei relativi controlli.

Per esempio, quella tedesca (DIN) si riferisce unicamente all'uso di olio di colza in quanto le garanzie che talune Case automobilistiche estendono all'uso del biodiesel puro o in miscela fanno riferimento a questo tipo di prodotto.

A livello europeo, e con riferimento all'attuale stato della tecnica, per l'autotrazione si preferisce il biodiesel ottenuto dall'olio di colza, mentre quello di girasole viene impiegato quasi esclusivamente per il riscaldamento.

Il 29.1.97 è stato dato mandato ufficiale al CEN (Comitato Europeo per la Normazione) di standardizzare le specifiche del biodiesel puro e in miscela con combustibili di origine fossile per impiego nei motori e nelle caldaie. I lavori sono in avanzato stato di approfondimento e un'importante decisione è stata presa il 14.9.00 nell'ambito dei Gruppi di Lavoro *ad hoc* con la definizione di una specifica che, indipendentemente dalla materia prima da cui è ricavato il biodiesel, fissa il tipo di parametri e il relativo intervallo

di accettabilità per l'utilizzo delle miscele biodiesel-gasolio in autotrazione. L'emanazione ufficiale dello standard approvato è prevista entro la fine del 2001.

Alcuni risultati delle sperimentazioni in campo

Come già accennato, negli anni sono state condotte delle sperimentazioni sul campo allo scopo sia di verificare le prestazioni energetico-ambientali del biodiesel sia di indagare su possibili inconvenienti che potrebbero interessare i motori nei quali esso è stato utilizzato.

A livello nazionale, FIAT AUTO e IVECO hanno condotto delle sperimentazioni i cui risultati hanno permesso alle due aziende di assumere posizioni ufficiali affermando che l'utilizzo di biodiesel da colza in miscele fino al 5% con il gasolio è autorizzato su tutte le motorizzazioni.

Tale posizione è stata assunta anche dalla Bosch, dalla Stanadyne e dalla Lucas Varity per quanto riguarda il sistema d'iniezione.

Evidentemente, la percentuale del 5% non rappresenta il massimo limite "motoristico" in quanto, per esempio, IVECO sta attualmente conducendo sperimentazioni con miscele al 30% di biodiesel su motorizzazioni EURO2.

Il limite del 5% deriva dal fatto che, per il momento, tutti i costruttori di sistemi di iniezione non garantiscono l'affidabilità dei loro sistemi per percentuali superiori al 5%. Per cui, per percentuali superiori, dovrebbero essere i costruttori di motori a farsi carico direttamente della garanzia.

Al di fuori dei nostri confini, è interessante descrivere una sperimentazione condotta in Francia. La particolarità di questa sperimentazione risiede nel fatto che essa ha coinvolto tutti i soggetti costituenti l'intera filiera del biodiesel. Lo scopo era quello di dimostrare che l'utilizzo di biodiesel prodotto da olio di colza, in miscela al 5% col gasolio, può diventare una pratica comunemente adottata a livello nazionale sia per la distribuzione extrarete sia per quella in rete.

Il programma di sperimentazione è durato cinque anni, dal 1990 al 1995. Esso è stato coordinato dall' *Institut Français du Pétrole* e sono stati coinvolti sia le industrie petrolifere (ELF e TOTAL) sia i costruttori di autovetture e camion (PSA, RENAULT SA e RENAULT TRUCKS) sia, infine, Amministrazioni, strutture pubbliche di ricerca (ADEME) e organizzazioni operanti nel settore degli oli vegetali (ONIDOL).

La sperimentazione ha riguardato:

- l'effetto del metilestere sulle principali caratteristiche fisico-chimiche delle miscele prodotte e la sua compatibilità con gli additivi dei combustibili, con i materiali plastici dei circuiti di adduzione del combustibile e con le parti metalliche dei motori;
- il monitoraggio, su un arco temporale abbastanza lungo, di parametri riguardanti lo sporco del motore e le emissioni relative ad autovetture private, flotte pubbliche e camion.

La sperimentazione ha interessato diciotto autovetture private e sessantaquattro camion per un totale di circa 7.500.000 di chilometri percorsi nell'arco di quattro anni.

Non sono emersi particolari problemi a parte un lieve sporco delle valvole d'immissione del combustibile e un incremento della viscosità durante i periodi freddi.

In conclusione, sembrano esclusi inconvenienti ai motori derivanti dall'utilizzo di un

combustibile contenente il 5% di metilestere ricavato da olio di colza.

D'altra parte, tornando in Italia, una conferma del fatto che l'utilizzo del biodiesel sia oramai una "necessità" sempre più sentita da parte delle Aziende di servizi, viene dal Progetto "Cento Città Girasole" lanciato dalla Società NOVAOL nel maggio 1999.

Tra le città che hanno aderito e i cui programmi sono attualmente in diverse fasi di avanzamento figurano Alessandria, Brescia, Cremona, Ferrara, Genova, Livorno, Milano, Modena, Piombino, Ravenna e Roma.

Risulta dunque abbastanza evidente come, nonostante l'attuale assenza di uno standard europeo, l'utilizzo del biodiesel rappresenti un'opzione già concretamente diffusa pur nella diversità delle legislazioni dei diversi paesi.

Aspetti critici

L'adozione di misure specifiche tendenti ad incrementare notevolmente, in tempi relativamente brevi, il ricorso ai biocarburanti nel settore dei trasporti non può prescindere dall'esistenza di una "filiera" opportunamente dimensionata che comprenda la produzione della materia prima agricola, l'apparato industriale di trasformazione, un adeguato sistema di distribuzione e, ovviamente, gli utenti finali.

La Delibera CIPE del 3 dicembre 1997, che approvava le linee generali della "Seconda Comunicazione Nazionale alla Convenzione sui Cambiamenti Climatici" stabiliva una serie di obiettivi da raggiungere, in termini di emissioni evitate di CO₂ equivalente e, quindi, di combustibili fossili sostituiti, articolati per diversi settori di intervento.

Relativamente ai biocarburanti e biocombustibili, veniva indicato per il 2010 il raggiungimento di una quota di mercato pari a 2 Mtep, a condizione che venisse adottata dall'Unione Europea una idonea politica di sostegno al settore. Tale valore - preso come riferimento nel citato Libro Bianco sulle Fonti Rinnovabili di Energia elaborato e pubblicato dall'ENEA nel mese di luglio 1998 - assumendo una ripartizione tra biodiesel ed ETBE pari rispettivamente a 1,5 e 0,5 Mtep, corrisponderebbe a circa 1.500.000 - 1.600.000 t/anno di biodiesel e 700.000 - 800.000 t/anno di bioetanolo.

Relativamente al biodiesel, l'attuale capacità produttiva dell'industria nazionale dovrebbe essere quindi praticamente triplicata con la realizzazione di nuovi impianti, a meno che non si faccia ricorso in modo massiccio e sistematico alle importazioni da paesi terzi.

Analogamente, l'estensione dei terreni che dovrebbero essere destinati alla produzione della materia prima agricola rappresenterebbe una frazione significativa della Superficie Agricola Utilizzata (14,7 milioni di ha, di cui solo poco più di 8 milioni a seminativi, e il resto a pascolo o colture legnose) ed avrebbe come diretta conseguenza un'operazione di riconversione colturale che dovrebbe interessare un numero notevolissimo di aziende agricole (l'estensione media dell'azienda agricola italiana è inferiore ai 10 ha).

In relazione a quanto appena detto, è da citare il fatto che la produzione di biocombustibili offre interessanti opportunità per lo sviluppo di iniziative nell'ambito dei meccanismi di "Joint Implementation" e "Clean Development" (riduzione delle emissioni di gas serra mediante la realizzazione di azioni comuni fra paesi rispettivamente "Annex I" o "Non Annex I") previsti dal Protocollo di Kyoto.

Si può prevedere, ad esempio, la produzione "all'estero" della materia prima (prodotti agricoli, oli, etanolo) che non si può produrre in ambito nazionale, impiegando terreni

inutilizzati, offrendo possibilità di occupazione e sviluppo economico ed ottenendo al tempo stesso i citati prodotti a costi più bassi. D'altro canto, il *know-how* acquisito dall'industria nazionale con lo sviluppo della filiera biocarburanti potrebbe costituire la premessa per l'esportazione della tecnologia di produzione, controllo di qualità, distribuzione e impiego degli stessi in altri paesi, con ricadute positive in termini sia di penetrazione in nuovi mercati, sia di eventuale applicazione del meccanismo di "*Emission Trading*" (commercio dei permessi di emissione, previsto anch'esso dal Protocollo di Kyoto, che permette di conteggiare, a determinate condizioni, i risparmi ottenuti nell'emissione di gas serra in paesi terzi come se fossero stati conseguiti in casa propria).

L'Accordo Volontario Nazionale per l'utilizzo del biodiesel nel settore trasporti

La Conferenza Nazionale Energia e Ambiente (CNEA), tenutasi a Roma a fine novembre 1998, ha enfatizzato un nuovo strumento di politica ambientale già utilizzato nell'ambito della Comunità Europea: l'Accordo Volontario.

Il nuovo strumento, che viene ad affiancarsi al tradizionale "Comando e Controllo", si prefigge di creare uno spazio di riflessione e discussione all'interno del quale, coniugando le diverse esigenze delle Amministrazioni dello Stato da una parte e del mondo produttivo dall'altra, possano essere individuati obiettivi ambientali, comuni e condivisi. Il conseguimento di questi ultimi avviene attraverso la ricerca di una soluzione consensuale con la definizione di una serie di attività che ogni soggetto, pubblico e privato, si impegna ad effettuare su base volontaria.

Nell'ambito della CNEA, è stato firmato il Patto per l'Energia e l'Ambiente che, tra l'altro, assegnava all'ENEA il compito di Segreteria Tecnica Organizzativa per l'attuazione del Patto stesso da svolgere in piena collaborazione con il CNEL che è l'Autorità Garante per l'attuazione del Patto.

L'Accordo Volontario Nazionale per l'utilizzo del biodiesel nel settore trasporti nasce proprio per iniziativa della Segreteria ENEA, istituita nel giugno 1999, che si è fatta promotrice di un'azione tendente a definire un Accordo per l'utilizzo del biodiesel nel settore trasporti con il coinvolgimento di tutti i soggetti interessati. La redazione dell'Accordo è stata effettuata da un Gruppo di Lavoro appositamente costituito in seno al Comitato del Patto.

Nel redigere il testo dell'Accordo si sono prese a riferimento le problematiche principali riguardanti il biodiesel:

- la disponibilità nazionale;
- la carenza di standard adeguati;
- il costo industriale;

e si è da subito registrata un'ampia convergenza nel considerare che l'adozione di misure specifiche tendenti ad incrementare, in tempi relativamente brevi, il ricorso ai biocarburanti nel settore dei trasporti non può prescindere dall'esistenza di una "filiera" opportunamente dimensionata che comprenda la produzione della materia prima agricola, l'apparato industriale di trasformazione, un adeguato sistema di distribuzione e, ovviamente, gli utenti finali.

Seguendo questa linea, attraverso la realizzazione di una forte integrazione tra domanda e offerta col coinvolgimento dei rappresentanti di organizzazioni agricole (CIA,

COLDIRETTI, CONFAGRICOLTURA), produttori di biodiesel (ASSITOL), costruttori di veicoli (ANFIA), aziende di trasporto (FEDERTRASPORTI), aziende di servizi energetici (AGESI) e aziende petrolifere (UNIONE PETROLIFERA), l'Accordo, che coinvolge quindi l'intera filiera, è volto a creare i presupposti e a determinare le condizioni favorevoli alla nascita di un mercato nazionale del biodiesel permettendo di perseguire non solo obiettivi di riduzione di CO₂, ma anche obiettivi di riduzione delle emissioni inquinanti nelle aree urbane, di diversificazione delle fonti di energia a vantaggio di quelle rinnovabili.

Tra i soggetti firmatari dell'Accordo, oltre a quelli già citati, alle Amministrazioni Centrali e Locali (MICA, MinAMB, MiPAF, Regioni, UPI ed ANCI) e all'ENEA, figurano anche Associazioni sindacali dei lavoratori (CGIL, CISL, UIL) e ambientaliste (Italia Nostra, Legambiente, WWF Italia).

L'Accordo prevede due contesti applicativi:

Il primo riguarda l'introduzione di miscele biodiesel-gasolio, con percentuali di biodiesel fino al 5%, nella rete nazionale di distribuzione carburanti.

Il secondo contesto riguarda l'utilizzo di miscele biodiesel-gasolio con percentuali di biodiesel superiori al 5% nelle flotte di trasporto pubblico e in quelle dei servizi di pubblica utilità con finalità di sperimentazione.

L'Accordo, nei suoi obiettivi di riduzione delle emissioni di CO₂ pari a 0,25 Mt al 2003, 0,5 Mt al 2005 e 1 Mt al 2010, contribuisce per circa il 5% all'obiettivo di riduzione di CO₂ assegnato al settore dalla Delibera CIPE n.137 del 19.11.98.

Per quanto riguarda il costo industriale, l'Accordo poggia sull'assunto che le miscele, con caratteristiche qualitative conformi agli standard di riferimento, godranno di un'agevolazione fiscale tale da consentire la loro vendita allo stesso prezzo del gasolio. Di fatto, quindi, insieme alla realizzazione dell'invarianza di prezzo per l'utente finale, si ipotizza il superamento dell'utilizzo del biodiesel nel ristretto ambito del progetto pilota gettando le basi per la creazione di un mercato.

L'agevolazione prevista dall'Accordo viene recepita dall'art. 11 della Legge Finanziaria 2001 (art. 13 nel testo della Commissione).

Per quanto riguarda il problema della carenza di standard adeguati, l'Accordo ha il pregio dell'immediata attuabilità in quanto supera l'ostacolo stabilendo che, in attesa dell'emanazione ufficiale gli standard europei, l'Accordo sarà attuato facendo riferimento a degli standard che saranno concordemente fissati tra i soggetti firmatari in linea con gli indirizzi europei.

L'accordo pone molta attenzione al problema della disponibilità di materia prima nazionale prevedendo una serie di azioni che vanno dall'incentivazione allo sviluppo di coltivazioni dedicate *non-food* e svincolate dal *set-aside* obbligatorio.

In questo ambito verranno sperimentate le caratteristiche degli oli di colza e girasole, anche miscelati ad oli di diversa provenienza; si lavorerà per migliorare le tecniche colturali di queste specie per ottimizzarne le produzioni nel rispetto dell'ambiente e con un bilancio energetico positivo; si porrà attenzione allo sviluppo di ordinamenti produttivi e di

avvicinamenti colturali in grado di favorirne l'introduzione e la riduzione dei costi; verranno individuate specie e/o varietà vegetali attualmente non diffuse ad esempio brassicacee, ricino, cartamo, ecc..

Particolare importanza viene infine assegnata alla promozione dell'attività di recupero di oli vegetali usati ed altre materie seconde (resa possibile dall'art. 47 del Decreto legislativo 22 del 5.2.97, il cosiddetto "Decreto Ronchi") nella ipotesi della loro utilizzazione nei processi di produzione del biodiesel, tenendo però presenti i limiti imposti dal tipo di utilizzo.

Inoltre, per uno scrupoloso rispetto del principio di precauzione, fino ad una verifica conseguente all'approvazione della revisione della Direttiva comunitaria 220/90, o comunque a fronte di novità sostanziali condivise dalle Parti contraenti, l'Accordo prevede di non fare uso di semi oleosi e di oli derivati da varietà geneticamente modificate.

L'Accordo, dunque, nel rappresentare un atto concreto verso un utilizzo maggiormente diffuso dei biocombustibili nel settore trasporti, gettando le basi per la nascita di un mercato incrementale nel tempo in linea con l'obiettivo del raggiungimento di una quota di mercato dei biocombustibili pari a 2 Mtep entro l'anno 2010 (vedi Delibera CIPE 211 del 3.12.97), potrebbe anche incidere positivamente su altri aspetti cui viene assegnata particolare importanza. Per esempio le ricadute occupazionali dell'iniziativa, sono di circa 15.000 nuovi posti di lavoro (secondo una stima di Confagricoltura).

L'ETBE

Un possibile contributo nella riduzione dell'inquinamento da traffico

Le recenti dichiarazioni del Ministero dell'Ambiente sulla volontà di incentivare l'uso dell'ETBE nelle benzine per ridurre l'inquinamento atmosferico prodotto dal traffico stradale, con particolare riferimento alla grave situazione che caratterizza le principali aree urbane del Paese, ha creato un clima di rinnovata attenzione intorno a questo prodotto e, più in generale, al problema del rapporto fra la composizione dei carburanti e gli effetti ambientali causati dalla loro utilizzazione nei motori di decine di milioni di autoveicoli. L'eliminazione del piombo dalla benzina richiede, come già più volte detto, un aggiustamento della composizione del carburante, che può essere effettuato anche aggiungendo alla benzina additivi con un elevato numero di ottano, come alcuni composti organici ossigenati (alcoli ed eteri).

La modifica di composizione delle benzine effettuata in tale modo porta ad alcuni indubbi vantaggi dal punto di vista ambientale. Infatti, l'elevato numero di ottano degli ossigenati organici consente di ridurre apprezzabilmente (anche fino al 10-15%) il contenuto di idrocarburi aromatici e di olefine nel carburante, senza modificare la curva di distillazione della benzina (e quindi senza alcuna conseguenza negativa in termini di prestazioni), ma diminuendo sensibilmente le conseguenze negative delle emissioni sull'ambiente e sulla salute umana.

Cosa ancor più importante, la presenza di ossigeno nel carburante ne migliora la combustione, riducendo la formazione di CO e di idrocarburi incombusti.

L'aggiunta di una percentuale del 10-15% di ossigenati alla benzina, accoppiata con una corrispondente riduzione di composti aromatici ed olefinici, porterebbe quindi ad una sensibile diminuzione dell'inquinamento da traffico.

È evidente che, per poter essere applicata su larga scala, qualsiasi modifica di composizione della benzina deve tenere comunque conto della necessità di equivalenza e interscambiabilità dei nuovi carburanti nei confronti degli attuali e, soprattutto, non deve avere conseguenze negative sulle prestazioni, l'affidabilità e le emissioni degli automezzi che la utilizzano.

Di conseguenza, nel caso specifico degli additivi ossigenati, la Comunità Europea emise già nel 1985 una specifica Direttiva (Dir. 536/85 /CEE), che stabiliva sia il tenore massimo di ossigeno nelle benzine, fissato al 2,5% in peso (con facoltà dei singoli Stati membri di arrivare fino al 3,7%) sia il tenore massimo ammissibile dei singoli ossigenati permessi nei due diversi valori di concentrazione di ossigeno totale appena menzionati.

Questa Direttiva è stata recepita dall'ordinamento italiano con il D.L. 280 del 18 aprile 1994, che definisce i composti organici ossigenati ammissibili quali componenti e/o stabilizzanti di carburanti e, per ciascuno di essi, le percentuali massime di aggiunta, riportate nella tabella C.3:

Tabella C.3 - Percentuali di aggiunta degli additivi ossigenati nelle benzine

Limiti massimi consentiti	A	B ⁽³⁾
Metanolo, con aggiunta obbligatoria degli agenti stabilizzanti adeguati	3% vol.	3% vol.
Etanolo, se necessario con aggiunta di agenti stabilizzanti	5% vol.	5% vol.
Alcol isopropilico	5% vol.	10% vol.
Alcol ter-butilico (TBA)	7% vol.	7% vol.
Alcol isobutilico	7% vol.	10% vol.
MTBE o altri eteri contenenti 5 o più atomi di carbonio per molecola (ETBE, TAME etc.)	10% vol.	15% vol.
Altri ossigenati organici ⁽¹⁾	7% vol.	10% vol.
Miscele di ossigenati organici ⁽²⁾	2,5% in peso di ossigeno, senza superare i singoli valori limite fissati in tabella per ogni componente	3,7% in peso di ossigeno, senza superare i singoli valori limite fissati in tabella per ogni componente

(1) Monoalcoli il cui punto finale di distillazione è compreso nella curva di distillazione delle benzine

(2) L'acetone è ammesso fino allo 0,8% in volume quando è presente come coprodotto di fabbricazione di taluni composti ossigenati organici

(3) Con obbligo per il distributore di dichiarare l'aggiunta di ossigenati

La normativa vigente offre quindi un ampio ventaglio di possibilità, mettendo in concorrenza per l'acquisizione di nuovi spazi di mercato diversi prodotti, alcuni di derivazione petrolchimica ed altri, come l'etanolo e l'ETBE, ottenibili in tutto o in parte da materie prime rinnovabili.

In questo senso, anche se il contributo dei carburanti per autotrazione alle emissioni complessive di CO₂ costituisce solo una piccola frazione del totale di quelle di origine

antropica (il 12% secondo il "Libro Bianco per la valorizzazione energetica delle fonti rinnovabili" dell'ENEA - aprile 1999), la sostituzione di quote di prodotti fossili con carburanti derivanti dalla trasformazione industriale di materie prime agricole (biocarburanti) costituisce comunque un passo importante nella direzione di un progressivo contenimento delle emissioni di gas serra.

Dal momento che l'impiego diretto dell'etanolo da materie prime agricole (bioetanolo) in miscela con la benzina, sull'esempio di quanto avviene negli Stati Uniti e in Brasile, pone una serie di problemi di natura tecnica - come l'aumento della volatilità di alcune componenti dannose della benzina stessa per formazione di azeotropi bassobollenti o la separazione in presenza di acqua, con perdita di capacità antidetonante della miscela - la conversione di questo prodotto in ETBE rappresenta l'unica alternativa realisticamente praticabile per una sua utilizzazione su larga scala. Infatti l'ETBE è chimicamente molto più simile dell'etanolo alla benzina e non presenta i problemi sopra citati.

Anche se l'ETBE viene preso in considerazione in quanto additivo ossigenato della benzina, e non come un vero e proprio carburante di sostituzione, la definizione di "biocarburante" è comunque da ritenersi corretta, in quanto l'etanolo presente nell'ETBE, che costituisce la componente rinnovabile nella percentuale del 47% in peso sul totale, sostituisce effettivamente una certa percentuale di combustibile fossile (4-6% in peso a seconda della percentuale di aggiunta dell'etere).

La scelta di considerare l'ETBE come un additivo è però importante in quanto il confronto, in termini ambientali, energetici ed economici, va effettuato non con la benzina, ma con il prodotto di sintesi realmente concorrente, l'MTBE.

L'allarme lanciato dagli USA dove l'MTBE ha inquinato le acque di migliaia di pozzi della California è motivo per il mondo scientifico di rinnovato interesse per gli studi sulla tossicità di questo additivo. Al tempo stesso, il mondo imprenditoriale è costretto a rivedere le proprie strategie nella ricerca di valide alternative. Non si dimentichi che l'MTBE è presente nell'85% circa delle benzine riformulate degli USA (Fonte: Car Lines: maggio 2000) e che si è rivelato impossibile decontaminare le aree inquinate.

Per quel che riguarda in modo più specifico la produzione dell'ETBE in comparazione con quella dell'omologo MTBE, i bilanci di materia prevedono rispettivamente, per la produzione di 1 t di etere, l'impiego di 0,47 t di etanolo e di 0,36 t di metanolo anidri. In base all'equivalenza energetica, 1 t di ETBE corrisponde a 1,032 t di MTBE e, pertanto, nella produzione di 1 t di ETBE, l'ammontare equivalente di isobutene richiesto è pari a 0,51 t, ed il minor consumo di isobutene rispetto alla produzione di un quantitativo equivalente di MTBE è dell'ordine del 20,3%.

Tenendo conto di tutte le considerazioni precedentemente esposte, nel 1992 l'Ecofuel, una Società del Gruppo ENI che è fra i maggiori produttori mondiali di MTBE, decise di avviare una produzione pilota di ETBE utilizzando etanolo al posto del metanolo nel processo industriale di produzione dell'etere. L'Ecofuel iniziò la sperimentazione con una prima, limitata produzione di ETBE presso il proprio impianto di Ravenna (il primo impianto al mondo a produrre industrialmente MTBE fin dal 1973). Furono così prodotte circa 20.000 tonnellate di ETBE, utilizzando 110.000 hl di etanolo, che vennero vendute alle Compagnie petrolifere e utilizzate per l'additivazione di benzine senza piombo distribuite dalla rete nazionale.

La produzione di ETBE continuò per circa un biennio (1994-1996) e venne infine sospesa per l'impossibilità di reperire sul mercato etanolo a costi competitivi.

Infatti, a tutt'oggi, non esiste nel nostro paese alcun esempio di filiera di produzione industriale di bioetanolo / ETBE. Le citate esperienze di produzione/utilizzazione di ETBE da parte della società Ecofuel nella prima metà degli anni '90 vennero infatti realizzate a partire da etanolo ricavato dalla distillazione di prodotti agricoli eccedentari e immesso sul mercato a prezzi particolarmente favorevoli (e senza alcun legame con i reali costi di produzione), con l'unico scopo di ridurre i costi di stoccaggio nei depositi AIMA di un prodotto altrimenti inutilizzato. Gli unici dati disponibili - e relativi, peraltro, ai soli aspetti economici - sulla produzione di etanolo da barbabietola o sorgo zuccherino, risalgono ad alcune esperienze pilota condotte dalla società Eridania negli anni '80, ma sono comunque frutto di iniziative episodiche, mai concretizzatesi in una vera e propria realtà produttiva.

D'altro canto, pur essendo state condotte in Italia numerose esperienze di coltivazione sperimentale di specie potenzialmente destinabili alla produzione industriale di bioetanolo, come il sorgo zuccherino e il topinambur, proprio la natura sperimentale di tali prove e il fatto che non esista in realtà alcuna produzione agricola specificamente dedicata alla trasformazione in bioetanolo rende molto difficile effettuare valutazioni attendibili, sia dal punto di vista economico che da quello ambientale, sui costi e sulle "ricadute" di una filiera produttiva basata su queste colture.

In conclusione si può affermare che l'industria italiana, che detiene la brevettualità più interessante sul MTBE, è in grado di avviare in qualsiasi momento una produzione di ETBE su larga scala, utilizzando gli impianti già esistenti, sulla sola base della disponibilità di etanolo a un prezzo conveniente. La capacità produttiva attuale di ETBE a livello nazionale è stimata in circa 300.000 t/anno il che richiederebbe poco meno di 150.000 t/anno di etanolo. Al già citato impianto per la produzione di eteri dell'Ecofuel di Ravenna potrebbero però aggiungersene di nuovi, presso altre raffinerie, in considerazione delle prospettive aperte dalla prevista riduzione degli aromatici nelle benzine e dalla messa al bando della benzina super.

In Italia si consumano mediamente circa 16milioni di tonnellate di benzina l'anno. Considerando una percentuale di aggiunta del 10% a tutta questa benzina, l'ETBE potrebbe raggiungere un mercato potenziale di 1,6 milioni di t/anno, equivalenti a circa 0,8 milioni di t/anno di etanolo. In termini energetici, un simile quantitativo corrisponderebbe alla sostituzione di circa 0,5 Mtep (milioni di tonnellate equivalenti di petrolio) di combustibile fossile con un prodotto rinnovabile e dagli indubbi benefici di carattere ambientale.

Quante delle 800.000 t/anno di bioetanolo che corrispondono al mercato potenziale massimo per l'ETBE in Italia potranno essere effettivamente prodotte e utilizzate? Rispondere a questa domanda non è facile, ed è chiaro che il conseguimento di obiettivi di tali dimensioni dovrà confrontarsi con problemi di varia natura.

Nel medio-lungo periodo, in presenza di adeguate misure di incentivazione, dovrebbe essere possibile produrre bioetanolo da colture energetiche dedicate, come la barbabietola "da alcol", il sorgo zuccherino e il topinambur. Il terreno da destinare a queste coltivazioni, per ottenere rese produttive elevate e ridurre, per quanto possibile, i costi della materia prima, dovrà necessariamente essere di buona qualità (e quindi dovrà essere sottratto alle colture convenzionali) e ben difficilmente potrà essere reperito tra le aree marginali.

In base a simili considerazioni, sono state fatte alcune previsioni sui quantitativi di bioetanolo che sarebbe possibile produrre in Italia nei prossimi anni, come ad esempio

quella riportata nella tabella C.4, tratta dal Programma Nazionale per la Valorizzazione delle Biomasse Agricole e Forestali del Ministero per le Politiche Agricole e Forestali (luglio 1999):

Tabella C.4 - Previsioni di produzione di bioetanolo

Anni	2000	2001	2002	2003
Superficie (ha)	10.000	35.000	55.000	70.000
Produzione etanolo (t/ha)	2,8	2,9	3,0	3,0
Etanolo prodotto (t)	28.000	101.000	165.000	210.000
Etanolo da altre fonti (t)	12.000	19.000	25.000	30.000
Totale etanolo prodotto (t)	40.000	120.000	190.000	240.000

Fonte: MiPAF – 1999

In ogni caso, tenuto conto del fatto che il costo del bioetanolo è in Italia circa tre volte superiore a quello del metanolo e anche che più del'80% di tale costo è addebitabile alla materia prima, è difficile immaginare di poter dar vita a produzioni dell'ordine di grandezza di quelle riportate in tabella senza l'introduzione di adeguate misure fiscali, come la possibile defiscalizzazione di un contingente delimitato (ad esempio 150.000 t/anno) di bioetanolo, da utilizzare per la produzione di ETBE nel quadro di un'azione dimostrativa di durata limitata nel tempo, destinata a far decollare il mercato.

Nell'ambito di una simile azione, oltre a verificare le condizioni necessarie alla costruzione della filiera e alla riduzione dei costi, dovrà essere anche sperimentata la produzione e distribuzione, in alcune aree preventivamente selezionate, di benzina senza piombo riformulata, additivata con il 10-15% di ETBE e con un contenuto di aromatici e olefine sostanzialmente ridotto e rispondente, dunque, alle esigenze di riduzione delle emissioni di benzene e di altre sostanze inquinanti.

Un'attenta valutazione dei risultati, in termini di miglioramento della situazione ambientale delle aree urbane oggetto dell'iniziativa, potrà fornire elementi utili a chi dovrà predisporre gli strumenti legislativi e finanziari necessari per favorire la diffusione dell'ETBE e, più in generale, dei biocarburanti nel Paese.

Principali caratteristiche e proprietà di ETBE e MTBE

L'ETBE (etere etil ter-butilico) e l'MTBE (etere metil ter-butilico) sono due eteri, appartengono cioè ad una classe di composti organici che contengono un atomo di ossigeno legato con due atomi di carbonio (il cosiddetto "gruppo funzionale" - C - O - C -). Le loro formule grezze sono rispettivamente C₅H₁₂O e C₆H₁₄O, e le strutture, come si può vedere dalla figura più oltre riportata, differiscono solo per un gruppo -CH₂-.

Dal punto di vista delle proprietà chimiche, i due prodotti sono molto simili e, cosa determinante per quel che riguarda la loro utilizzazione come additivi della benzina, si comportano per molti versi in modo analogo agli idrocarburi. Il contenuto energetico (potere calorifico) ed il calore latente di evaporazione, infatti, sono decisamente simili a quelli della benzina e, di conseguenza, l'aggiunta di quantità anche notevoli di questi prodotti non porta ad aumenti di consumo, nè crea problemi in caso di partenza a freddo dell'autoveicolo.

Inoltre, essendo gli eteri composti non polari, sono perfettamente miscibili con la benzina e insolubili in acqua, cosa che permette di effettuare la miscelazione in raffineria e consente il trasporto via mare del combustibile additivato, nonché la sua distribuzione in rete senza dover prendere particolari accorgimenti per evitare la presenza di acqua anche in tracce nei serbatoi di depositi e stazioni di rifornimento.

Alcune proprietà chimico-fisiche di MTBE ed ETBE, comparate con quelle di altri additivi ossigenati (alcoli) e della benzina, sono riportate nella seguente tabella di fonte: ARCO Chemical Europe (1996)

Prodotti	Numero di ottano Motor (MON)	Numero di ottano Research (RON)	Pressione di vapore Reid (kPa)	Punto di ebollizione (C°)
Eteri				
MTBE	101	118	55	55
ETBE	102	118	28	72
Alcoli				
Metanolo	99	133	414	65
Etanolo	96	130	124	78
Benzina	82 - 88	92 - 98	70 - 100	26 - 230

ETBE ed MTBE presentano tutti i vantaggi degli additivi ossigenati: hanno un effetto positivo sul numero di ottano e riducono significativamente le emissioni inquinanti, migliorando la combustione.

A differenza, però, degli alcoli, che formano con alcuni componenti della benzina degli aggregati (azeotropi) particolarmente volatili, la loro influenza sulla volatilità della benzina, evidenziata dai valori della pressione di vapore Reid, è praticamente nulla, cosa che permette di contenere entro i limiti stabiliti le perdite di carburante per evaporazione.

Entrambi gli eteri si ottengono facendo reagire un alcol (metanolo nel caso dell'MTBE ed etanolo per l'ETBE) con l'isobutene, un idrocarburo insaturo ottenuto per isomerizzazione e deidrogenazione del n-butano o come sottoprodotto di altri processi dell'industria petrolchimica, incluso il craking catalitico di idrocarburi pesanti (un processo largamente utilizzato in raffineria per aumentare le rese in carburanti "leggeri" di maggior pregio - vedi scheda nell'Appendice B.2).

La reazione di sintesi degli eteri può essere rappresentata come segue:

CH ₃ -OH	+	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{C}=\text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	=	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3\text{-O-C-CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$
Metanolo		Isobutene		MTBE
CH ₃ -CH ₂ -OH	+	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{C}=\text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	=	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-O-C-CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$
Etanolo		Isobutene		ETBE

La reazione di sintesi viene effettuata in presenza di resine scambiatrici a carattere acido, che fungono da catalizzatore, e in condizioni di assoluta mancanza d'acqua per evitare la parallela formazione di alcol terbutilico (TBA). Le rese di conversione dell'isobutene sono più o meno elevate a seconda della purezza del substrato di partenza (i valori più bassi si ottengono quando si usa l'isobutene derivato da processi di cracking catalitico) e, in condizioni ottimali, possono raggiungere il 98 - 99%.

L'ETBE può essere prodotto negli stessi impianti industriali che producono l'MTBE (anzi, partendo da miscele di etanolo e metanolo, si può ottenere come prodotto finale una miscela dei due eteri).

Ovviamente, per massimizzare le rese produttive, nel caso specifico della produzione di ETBE le condizioni di reazione devono essere modificate, non solo per quel che riguarda pressione e temperatura, ma anche prestando particolare attenzione al rapporto etanolo/isobutene, in quanto in presenza di un eccesso di alcol si formano acqua ed etere etilico, mentre un eccesso di isobutano porta alla formazione di di-isobutile. La formazione di questi prodotti secondari deve essere evitata non solo perché si riflette negativamente sulla resa finale, ma soprattutto perché etere e di-isobutile formano con l'ETBE azeotropi di difficile separazione, che creano problemi nella fase successiva di purificazione del prodotto.

Infatti, per poter essere utilizzato come additivo della benzina, l'ETBE (come, d'altronde, l'MTBE), deve possedere caratteristiche di elevata purezza, soddisfacendo le specifiche riportate nella seguente tabella di fonte Ecofuel (1993).

Componente	% in peso	p.p.m.
ETBE	97,5 min.	
Etanolo + TBA	2,5 max.	
Acqua		500 max.
Antiossidante		50 min.
Colorante		60 max.

La produzione industriale di MTBE è stata avviata nel 1973 in Italia, presso l'impianto di Ravenna della Società Ecofuel (Gruppo ENI) ed è oggi un processo largamente diffuso: esistono diversi impianti di notevoli dimensioni in molti paesi del mondo, spesso vicino ai siti di estrazione del petrolio (ad esempio gli impianti della citata Società Ecofuel in Venezuela e Arabia Saudita, quest'ultimo con una capacità produttiva di 500.000 t/anno).

La produzione di ETBE, invece, ha una storia più recente, ed è stata effettuata per lo più nel corso di campagne dimostrative. Esiste una piccola produzione sperimentale negli Stati Uniti, avviata nel 1989 e, a livello europeo, sono attualmente in funzione due impianti in Francia con una capacità produttiva complessiva di circa 80.000 t/anno. Per quel che riguarda la situazione italiana, si rimanda a quanto illustrato in questo stesso documento.

La differenza sostanziale fra i due composti - che è poi, per molti versi, all'origine dell'attuale interesse per l'ETBE - è data dal fatto che, mentre per la produzione dell'MTBE viene utilizzato il metanolo, ottenuto per sintesi chimica a partire da combustibili fossili, l'alcol utilizzato per la sintesi dell'ETBE è l'etanolo, che si può ottenere dalla fermentazione di amidi e zuccheri contenuti in prodotti vegetali (biomasse) e può quindi essere considerato a tutti gli effetti una fonte energetica rinnovabile. L'opportunità di utilizzare o meno l'ETBE al posto dell'MTBE va quindi valutata non tanto dal punto di vista tecnico - dal momento che non sussistono problemi né per quel che riguarda la produzione industriale, né per l'utilizzazione - quanto da quello economico. Il fattore limitante per la diffusione dell'ETBE è infatti il costo dell'etanolo, decisamente più elevato di quello del metanolo, pertanto il "successo" di questo prodotto dipenderà da un lato dallo sviluppo di tecnologie e dalla messa a punto di modelli produttivi in grado di fornire etanolo a costi minori degli attuali e, soprattutto, dalla volontà politica di incentivare o meno il ricorso alle fonti di energia rinnovabile.

C.4 L'idrogeno e le celle a combustibile

Per chi si occupa di energia e per chi svolge attività di ricerca ambientale è doveroso progettare anche per un futuro meno immediato senza limitare il proprio orizzonte alla risoluzione di quelle emergenze che tanto assorbono l'interesse della classe politica

L'impiego di sistemi di propulsione veicolare con celle a combustibile (FCEV, *Fuel Cells Electric Vehicles* o più semplicemente FC) rappresenta una delle alternative più promettenti nel medio-lungo termine: la loro potenzialità in termini di bassi consumi ed emissioni nulle o quasi (ZE *zero emission* o NZE *near-zero emission*) ne promuovono la candidatura come elemento fondamentale della propulsione veicolare per il trasporto del prossimo futuro.

Sforzi sistematici per realizzare i benefici intravedibili nell'utilizzo delle FC nel settore dei trasporti si sono susseguiti negli ultimi 10 anni, frenati all'inizio dalla percezione che le FC fossero incompatibili economicamente e limitate nelle prestazioni per l'utilizzo su larga scala nei sistemi di propulsione veicolare. Tali sforzi si sono concretizzati in un ampio programma di ricerche condotte nel Nord America, in Europa e Giappone, con lo scopo di dimostrare la fattibilità di un sistema di trazione elettrico alimentato con celle a combustibile con prestazioni comparabili a quelle dei motori a combustione interna (ICE), con benefici ambientali comparabili a quelli dei motori elettrici, efficienza superiore rispetto ai motori a combustione interna e nessuna limitazione nel raggio d'azione, grazie all'uso dei combustibili tradizionali o di opportuni derivati. Gli sviluppi veramente significativi ottenuti in molte di queste ricerche ed il crescente interessamento da parte delle maggiori Case automobilistiche hanno praticamente gettato le basi per configurare tale tecnologia come disponibile commercialmente su larga scala nella prossima decade.

La tecnologia FC che ha ricevuto i più vasti consensi nel campo della trazione è quella PEM (*Proton Exchange Membrane*), grazie alle sue particolari condizioni operative: essa infatti funziona a temperature relativamente basse, può usare aria ed ha eccellenti prestazioni con l'idrogeno. I punti di confronto più "caldi" rispetto ai motori a combustione interna si possono sintetizzare nei seguenti termini:

- peso, volume e costo del sistema di propulsione
- sicurezza operativa
- disponibilità di combustibile
- efficienza energetica all'uso e complessiva
- impatto ambientale all'uso e complessivo.

Nel seguito parleremo solamente dell'utilizzo dell'idrogeno nelle celle a combustibile, trascurando il suo possibile utilizzo come combustibile nei motori a combustione interna, puro o additivato a gas naturale (cosa attualmente praticata ad esempio su diverse generazioni di veicoli BMW). Laddove si sono fatte queste realizzazioni, date le particolari caratteristiche di combustione dell'idrogeno (velocità, temperatura), è emersa la necessità di approfondimento per migliorare l'alimentazione e i materiali usati; è opinione diffusa che il salto generazionale nei sistemi di trasporto si otterrà con l'idrogeno utilizzato

nelle FC. Non parleremo nemmeno dei problemi infrastrutturali legati ai processi di produzione centralizzata e distribuzione dell'idrogeno, che sono il vero punto debole di quella che sarebbe una vera e propria rivoluzione per l'attuale sistema energetico.

Occorre, infatti, ricordare che già oggi l'idrogeno per il suo utilizzo in raffineria nella desolforizzazione del gasolio per autotrazione, ma maggiormente nel futuro - quando l'attuale valore dello 0,035% in zolfo dovrà raggiungere livelli inferiori allo 0,005% - la disponibilità di idrogeno rappresenta un notevole fattore limitante al suo utilizzo come combustibile primario (vedi Appendice B.2 e Cap. 5.2).

Molto minori i problemi, ma anche discutibili i vantaggi ambientali globali, che deriverebbero dal prevalere della soluzione del *reformer* di bordo, che consentirebbe di conservare l'attuale struttura della distribuzione degli idrocarburi tradizionali.

- *Problemi tecnologici*

Le direttrici principali di sviluppo per i FCEV sono state, alla luce delle proposte e realizzazioni di cui si ha notizia, principalmente due: FCEV alimentate ad idrogeno stoccato a bordo del veicolo e FCEV alimentate con altri combustibili (metanolo, benzina, metano, etc.) e con sistema a bordo per la loro trasformazione in idrogeno della purezza necessaria. Per entrambe le soluzioni, il *drive-train*, essendo di tipo elettrico, può essere facilmente ibridizzato, aggiungendo alla FC un pacco batterie con due funzioni essenziali: ridurre la potenza, e quindi i costi del sistema cella, e consentire il recupero dell'energia di frenatura del veicolo, che nell'uso urbano è una frazione importante (>40%) dell'energia meccanica che deve arrivare alle ruote del veicolo. Le considerazioni che seguono sono valide in entrambi i casi.

A) Idrogeno stoccato a bordo del veicolo

In questo caso siamo in presenza di una configurazione semplificata per quanto riguarda l'aspetto di alimentazione e trasformazione energetica, ma si va incontro inevitabilmente al problema della disponibilità dell'idrogeno, qualora si vada verso impieghi di massa, ed a quello dello stoccaggio a bordo del veicolo, con le sue questioni di contenuto energetico (che si traduce in autonomia) e sicurezza. Una interessante alternativa alla distribuzione su larga scala dell'idrogeno, a medio termine, è comunque quella della distribuzione di combustibili tradizionali ed alla realizzazione di *reformer* nelle stazioni di servizio. In questo caso sarebbe naturalmente un po' più complicato provvedere allo smaltimento dell'anidride carbonica. Lo sviluppo dell'idrogeno come vettore energetico, prodotto a costi competitivi, preferibilmente con energia da fonti rinnovabili, e distribuito in maniera capillare sul territorio, può essere infatti previsto solo nel lungo periodo. Per lo stoccaggio a bordo, a sua volta, le soluzioni già disponibili (gas compresso in bombole, liquido a bassa temperatura) offrono basse energie specifiche o problemi tecnico-economici mentre le soluzioni in via di sviluppo (idruri metallici, nanofibre di carbonio), cominciano a dare (specialmente quest'ultimo tipo di accumulo) valori di densità di energia che si avvicinano a quelle di un carburante tradizionale, vedi la tabella C.5, ma sono ancora lontane dalla possibilità di una applicazione su larga scala.

Tabella C.5 – Soluzioni tecniche per lo stoccaggio dell'idrogeno a bordo del veicolo

Soluzione	wt %	kg H ₂ /m ³	kWh/kg	kWh/l	Note
Idrogeno compresso a 200 bar	1.4 - 5	12	0.5 - 2.5	0.4	Consolidato, costi favorevoli
Idrogeno liquido	15	35	6	1.16	Costoso ed energeticamente molto sfavorevole
Idruri	2	60	0.66	2	Autonomia limitata per il peso eccessivo
Microsfere	3.5	15	1.2	0.5	Tecnologia da svilupparsi, costi energetici di adsorb./desorb.
Adsorbimento su carboni attivi (171 K- 35 bar)	2.8 - 10	8	1 - 5	0.26	Tecnologia da svilupparsi, richiede un sistema di refrigerazione.

L'aspetto di sicurezza è quello che necessita di maggiori chiarimenti. A tale proposito studi di sicurezza condotti dalla Ford per il DOE (*Department of Energy*) americano hanno dimostrato che le tecnologie testate per lo stoccaggio dell'idrogeno su un FCEV , con le sue dotazioni dedicate, sono effettivamente più sicure dello stoccaggio su macchine a benzina: *"In a collision in open spaces, a safety-engineered hydrogen FCV should have less potential hazard than either a natural gas vehicle or a gasoline vehicle due to four factors. First, carbon fiber wrapped composite storage tanks (the leading high pressure storage tank material due to its low weight) are able to withstand greater impacts than the vehicle itself without rupture, thereby minimizing the risks of a large release of hydrogen as a result of a collision. Second, hydrogen, if released, disperses much faster than gasoline due to much greater buoyancy, reducing the risks of a post-collision fire. Third, the FCV will carry 60% less total energy than a gasoline or natural gas vehicle, resulting in less potential hazard should it ignite. Finally, the design recommended here includes an inertially activated switch in each FCV that, in the event of a collision, will simultaneously shut off the flow of hydrogen via a solenoid valve or valves, and will cut electrical power from the battery"* .

In conclusione, per un veicolo con FC alimentata con idrogeno stoccato a bordo, si può affermare:

- la previsione di utilizzo su larga scala può essere fatta solo sul lungo periodo, a valle di riassetamenti significativi dei sistemi di produzione e distribuzione dell'idrogeno. Questo non esclude il fatto che realtà particolari del trasporto (ad esempio il settore del trasporto pubblico) non possano assumere impegni sostanziali lungo questa linea;
- gli impatti ambientali al punto di utilizzo sono nulli e significativamente più bassi nel ciclo completo di produzione, trasporto ed utilizzo. Ad esempio, l'acqua prodotta come residuo nella FC non crea alcun problema; è stato stimato che se l'intera flotta di veicoli passeggeri degli USA fosse costituita da FCEV, la quantità di acqua emessa annualmente ammonterebbe allo 0.005% della quantità naturale dovuta alla evapotraspirazione sul territorio USA. Un maggiore dettaglio su questi aspetti è riportato più avanti;

- le efficienze energetiche sono significativamente più alte rispetto ai veicoli tradizionali (si veda più avanti);
- le prestazioni veicolari sono garantite per tutte le diverse condizioni di funzionamento.

B) Idrogeno prodotto a bordo del veicolo

Per quanto riguarda i combustibili per ottenere gas ricchi di idrogeno tramite opportune procedure di ossidazione parziale o *reforming* a vapore, attivate a bordo del veicolo, l'attenzione si è concentrata prevalentemente sul metanolo, sulla benzina e, nel caso italiano in particolare, sul metano. Questo presuppone una complicazione maggiore nella struttura generale del veicolo, dovendosi tenere conto, per ingombro e costo, delle necessarie dotazioni tecnologiche e venendosi anche a modificare il quadro generale dei rendimenti energetici e degli impatti ambientali. Lo sviluppo di *fuel processors* (FP) per la produzione dell'idrogeno compatti, puliti ed economicamente accettabili per i differenti combustibili attualmente reperibili con facilità sul mercato, ed una operatività efficiente di tali FP in combinazione con le FC, sono tra i compiti più impegnativi nello sviluppo *automotive*: infatti le FC, i FP, le dotazioni ausiliarie per la pressurizzazione e l'umidificazione dei gas, i sistemi di controllo e la sensoristica associata, necessitano di una profonda integrazione meccanica, termica, chimica ed elettrica per un prodotto complessivo compatto, efficiente e di costo accettabile. Malgrado queste difficoltà accessorie, questa linea tecnologica è affollata di proposte e risultati (si veda più avanti), perché è in grado di fornire prodotti con prospettive commerciali nel tempo breve, integrabili perfettamente con la rete esistente di distribuzione del combustibile. A tale configurazione si associa anche una soluzione ibrida, in cui a bordo del veicolo viene messo anche un accumulo elettrico che consente di dimensionare le FC sugli impegni medi di potenza del veicolo (e non su quelli massimi), permettendo inoltre il recupero energetico in frenata e facilitando la gestione delle partenze a freddo. In conclusione, per un veicolo con FC alimentato da idrogeno prodotto a bordo, si può affermare:

- aumenta la complessità tecnologica nel suo insieme e ,quindi, anche il costo e l'ingombro;
 - il profilo emissivo del veicolo cambia, rimanendo sempre basso ma passando alla classe *Near-ZEV*; infatti si ha una produzione locale di inquinanti dovuta alla trasformazione del combustibile a bordo, mentre nel caso precedente tale fase avviene negli impianti centrali di produzione dell'idrogeno;
 - c'è però la garanzia di un completo ed immediato inserimento scevro da problemi nelle reti di distribuzione dei combustibili, che costituisce un *appealing* commerciale notevole;
 - l'aspetto di sicurezza in questo caso è meno problematico causa l'assenza di stoccaggio a bordo.
- *Vantaggi ambientali*

I potenziali vantaggi ambientali sono stati la principale molla di sviluppo delle celle a combustibile negli ultimi 30 anni e sono la motivazione degli attuali ingenti investimenti dell'industria automobilistica.

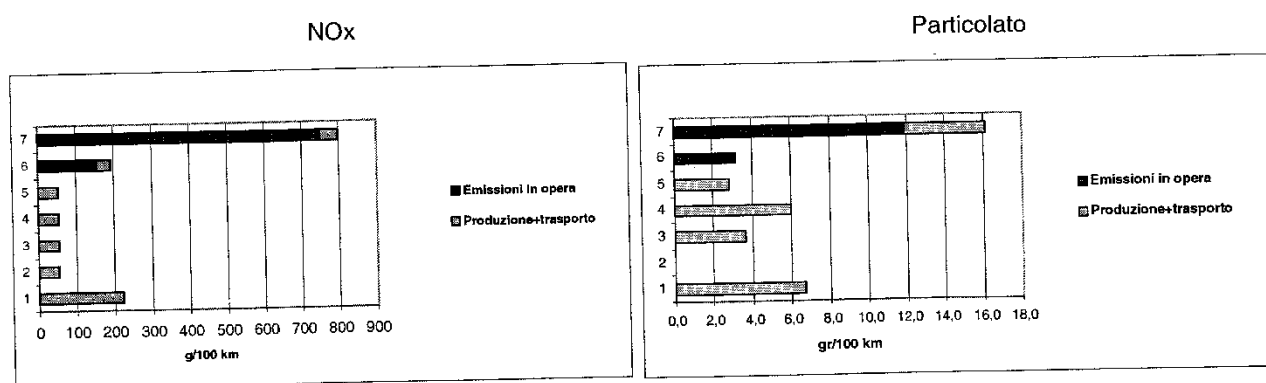
Un veicolo a celle a combustibile alimentato ad idrogeno è un veicolo ad emissione zero al punto d'uso ed ha emissioni globali dipendenti dal processo di produzione dell'idrogeno. Le FC idrogeno-aria hanno emissioni zero, poichè non vi è alcun processo di combustione: l'anidride carbonica e l'acqua sono i soli prodotti e quest'ultima, come già detto, risulta in quantità tali da non creare problemi neppure nella prospettiva di un impiego di massa. Teoricamente anche la trasformazione (in caso di produzione di idrogeno a bordo del veicolo) da benzina, metanolo o metano a gas ricco di idrogeno può essere fatta senza emissione di inquinanti, avendo solo CO₂ ed acqua come prodotti di reazione. In pratica è necessario attivare dei processi ausiliari di combustione da cui derivano presenze di NOx, CO e gas carboniosi. La quantità di tali sostanze rimane pur sempre bassa, poichè i processi di combustione avvengono a temperature relativamente basse (quindi NOx basso) e sotto controllo catalitico (quindi CO basso).

La figura C.2 mostra i confronti emissivi (NOx e particolato) per un veicolo pesante di trasporto passeggeri, per diverse soluzioni di utilizzo di FC, e precisamente:

- 1 – FC + *reformer*, metanolo prodotto da legno
- 2 – FC; idrogeno compresso prodotto da biomasse
- 3 – FC + *reformer*, metanolo prodotto da gas naturale
- 4 – FC; idrogeno liquido prodotto in Canada
- 5 – FC; idrogeno compresso prodotto da gas naturale
- 6 – ICE; gas naturale compresso (25 MPa)
- 7 – ICE; gasolio a basso tenore di zolfo

Come si può notare nella figura, i vantaggi attesi dalla tecnologia FC sono sostanziali per tutte le soluzioni.

Figura C.2 - Emissioni di NOx e di particolato in funzione di diverse soluzioni



• *Consumi diretti ed indiretti*

In questo contesto cercheremo di delineare delle ipotesi di efficienze energetiche (rendimenti) basandoci su quelli che sono i rendimenti medi conosciuti dei vari sottosistemi implicati in un FCEV, di tipo ibrido. Mentre per il rendimento della FC ci

siamo riferiti a valori medi, essendo essi attualmente attestati nel *range* 50 – 60%, alcuni dati operativi medi conosciuti ci orientano nella ricerca del rendimento complessivo.

Da esperienze consolidate relative a vetture ibride risulta che, fatta 100 l'energia potenziale dell'idrogeno entrante nella FC, il 2% circa di quanto si trova elettricamente disponibile al nodo va speso per i servizi di bordo, il 49% circa va direttamente alle ruote, il rimanente 49% va in batteria per essere poi restituito da essa nei momenti di maggiore impegno operativo; questo nelle ipotesi di bilancio energetico nullo in batteria e di recupero in frenata già preso in considerazione. Dai calcoli, risulta quindi che il rendimento percentuale definibile in una modellizzazione di questo tipo è del 32% circa.

Tale valore va confrontato con i rendimenti medi per i veicoli a benzina (16 – 18%) e per i veicoli diesel (24 – 25%). Il calcolo testè effettuato si riferisce a situazioni tipiche di un veicolo pesante per trasporto pubblico.

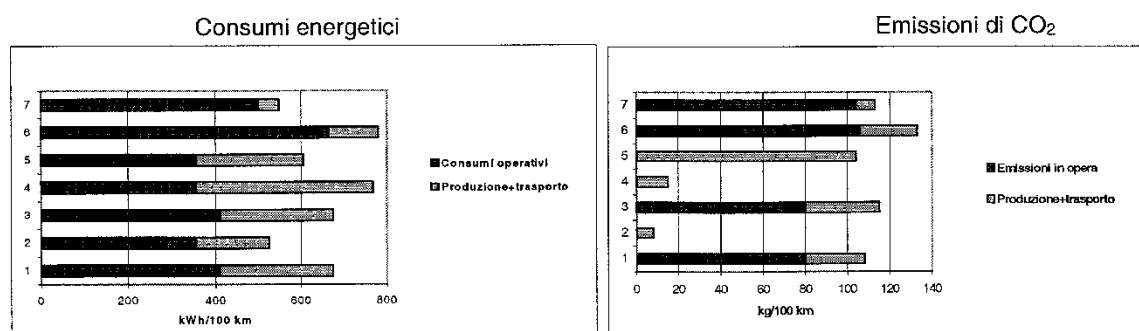
Per veicoli adibiti a trasporto privato in configurazione non ibrida sono stati riportati rendimenti molto più alti, attestati al 37.7% e valutati su cicli di prova standard.

Volendo fare delle valutazioni energetiche sull'intero ciclo dell'idrogeno (*well-wheels*), possiamo dire che:

- con produzione a bordo del veicolo, un *Fuel Processor* ben integrato ha rendimenti dell'85%;
- con produzione in impianti dedicati, i rendimenti dovrebbero tendenzialmente essere ancora più elevati.

La figura C.3 presenta un confronto dei consumi energetici e delle emissioni di CO₂ tra varie soluzioni tecnologiche per un veicolo di trasporto passeggeri (le stesse considerate per le emissioni); nella figura sono presentati i consumi energetici totali stimati con riferimento al momento attuale, che risentono quindi dei costi energetici di produzione e di distribuzione dell'idrogeno relativamente più alti.

Figura C.3 – Consumi energetici ed emissioni di CO₂



Si noti che il consumo operativo (parti in scuro) è minore, rispetto alle due soluzioni convenzionali (gas naturale per la 6 e diesel per la 7) in qualsiasi ipotesi di utilizzo di FC, mentre i costi aggiuntivi sono tali da portare i consumi energetici totali a livelli più alti rispetto alla soluzione tradizionale con alimentazione a gas naturale compresso, tranne che in un caso (FC+idrogeno compresso prodotto da biomasse).

La riduzione di CO₂ è verificata solo nel caso dell'idrogeno prodotto da fonti rinnovabili. La produzione centralizzata dell'idrogeno a partire da gas naturale permette però la separazione e il confinamento alla fonte, ed è questa l'ipotesi che verrà verificata, da un punto di vista tecnico-economico, nel paragrafo successivo.

- *Costi*

L'analisi costi/benefici che segue considera il costo di vita utile del veicolo (considereremo un autobus, sul quale si dispone di un maggior numero di dati) per cercare di confrontare una soluzione tradizionale con la tecnologia delle celle a combustibile

Gli elementi da prendere in considerazione sono essenzialmente due:

- i costi diretti di acquisto e gestione del veicolo;
- i costi indiretti (o esterni) attribuibili agli effetti nocivi sulla salute delle popolazioni esposte.

Su questo secondo aspetto si concentrano naturalmente i problemi maggiori (Vedi capitolo 3.2). Negli ultimi tempi, però, sono stati condotti a livello UE diversi progetti (ExternE; Capri) che, tramite modelli particolari, hanno definito per i paesi europei i costi riferibili ai danni indotti (sulla salute umana e sull'ambiente) dagli inquinanti emessi in aria; ci riferiremo soprattutto ai dati di ExternE per le valutazioni che saranno via via effettuate (al riguardo tra i vari modelli esistono discordanze anche significative, rimanendo il fatto che a livello generale le risultanze relative trovano accordo).

I risultati di ExternE si compendiano in tabelle che riportano per ciascun paese europeo il costo valutato per ciascun inquinante, relativo ai danni derivanti da inquinamento in aria ed espresso in Euro/tonnellata di sostanza emessa, con variabilità elevata da paese a paese ed anche all'interno dello stesso paese, per effetto principalmente delle diverse densità di popolazione e dei diversi costi di ciascun sistema sanitario. Riferendoci ai dati relativi alla Francia, si hanno da ExternE i seguenti costi:

Costi indiretti (Euro/ tonnellata)	CO ₂	NOx	Particolato
	108 - 243	10800 - 18000	6100 - 57000

I due valori di costo per ciascuna sostanza rappresentano valutazioni estreme in cui il parametro "densità abitativa" è fattore predominante e che assumeremo quindi come rappresentativi di due realtà distinte, le zone scarsamente popolate (zone extraurbane) e le zone densamente popolate (zone urbane ad alta densità).

Definiamo due scenari temporali, l'anno 1998 e lo scenario al 2007, e su ciascuno scenario valuteremo i costi relativi a 3 situazioni diverse:

- veicolo di trasporto pubblico diesel (standard EURO3 nel 1998, EURO4 nel 2007);

- veicolo di trasporto pubblico a FC + *reformer*, alimentato a metanolo da gas naturale;
- veicolo di trasporto pubblico a FC, alimentato ad idrogeno compresso e stoccato a bordo del veicolo, prodotto da gas naturale.

I costi verranno riferiti alla vita utile di ciascun veicolo, assunta eguale a 10 anni e corrispondente a 600.000 km di percorrenza (200 km/giorno x 300 giorni/anno x 10 anni). Il parametro variabile sarà il costo dell'idrogeno, si cercherà quindi il costo di equilibrio.

Tabella C.6 - Anno 2007 (costi su 10 anni di vita utile, espressi in kEuro e riferiti al 1998)

Componente del costo	Diesel EURO3	FC/ metanolo da gas naturale	FC/ idrogeno compresso
del veicolo (1)	205	500	500
di trazione (2)	85 (3,300 MWh)	Variabile	Variabile
di manutenzione (3)	50	75	75
emissione CO ₂ (4)	75 / 169	53 / 118	3.5
emissione NO _x (5)	104 / 172	3.2 / 5.4	3.2 / 5.4
emissione Particolato	0.6 / 5.5	0.1 / 1.3	0.1 / 1
Totale	468 / 600	631 / 700	582 / 585

(1) Si è supposto che lo sviluppo della tecnologia veicolare a FC riesca a portare il rapporto di costo tra il veicolo diesel e quello FC da 1:5 del 1998 a 1:2,5 nel 2007.

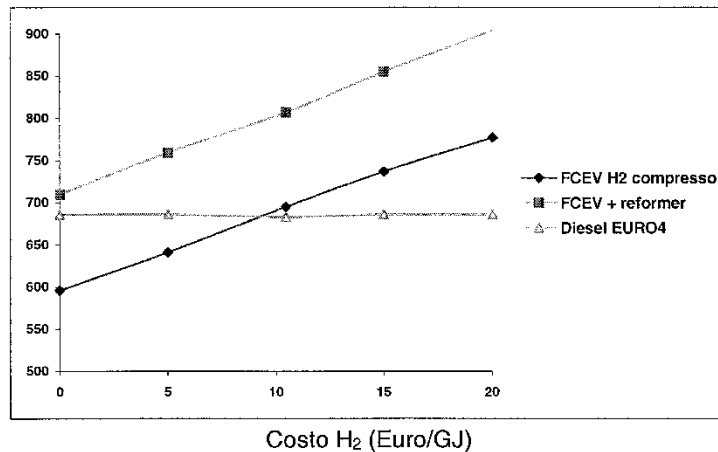
(2) La quota di consumo energetico complessivo per il metanolo e l'idrogeno compresso, derivati dal gas naturale, si suppone ammontare così a 450 kWh/100 km ed a 420 kWh/100 km rispettivamente. Per il gasolio si è assunto il costo industriale di circa 0,25 Euro/litro e si è supposto una sostanziale invarianza nei 10 anni di tale costo.

(3) Si è supposto che, con l'assestamento della tecnologia a FC, i costi di manutenzione passino dal rapporto 1:2,5 del 1998 al rapporto 1:1,5 nel 2007.

(4) Si è supposto che tutta la CO₂ di produzione del metanolo e dell'idrogeno compresso sia confinata al costo di 5,7 Euro/ton. Nel veicolo a FC + *reformer* alimentato a metanolo la CO₂ confinata si riferisce solo a quella relativa alla fase di produzione del metanolo; la parte prodotta a bordo non può essere confinata. Nel caso del veicolo a FC alimentato ad idrogeno compresso, la CO₂ viene supposta tutta confinata. Le valutazioni di costo per CO₂, NO_x, particolato sono state fatte a partire dalle stime di emissione riportate integrate sulla vita utile del veicolo.

(5) Esperienze consolidate di misura da parte ENEA (ma anche da altre parti) su veicoli diesel in condizioni di reale impiego (su linee cittadine con passeggeri a bordo) danno dei risultati di gran lunga peggiorativi per quanto riguarda le quantità di inquinanti emessi. P.e. la media degli NO_x è di 16 - 25 g/km, e questo è il valore considerato nella seguente figura C.4

Figura C.4 – Confronto di costi sulla vita utile (kEuro, anno 2007, NOx 16 g/km)



Le conclusioni che si possono trarre da questa analisi sono le seguenti:

- l'analisi ha dei limiti evidenti derivanti dalle approssimazioni nelle determinazioni dei costi relativi alla produzione del veicolo a FC (dipendenti dalle scelte politiche ed industriali del prossimo decennio) e dai costi esterni indotti dalle emissioni (a mano a mano che cresce l'allarme sociale per i relativi effetti sulla popolazione e sul clima o che vengono assunte determinazioni legislative nazionali o internazionali, tali costi potranno aumentare e diventare l'elemento fondamentale dell'analisi di costo);
- il veicolo a FC con *reforming* a bordo presenta dei costi che rimangono superiori nel medio termine rispetto a quelli del veicolo tradizionale;
- considerando comportamenti realistici, risulta evidente la possibilità che nel medio termine (10 anni) il veicolo a FC con idrogeno stoccato a bordo sia conveniente rispetto al veicolo diesel che ha alle spalle diversi decenni di sviluppo e produzione su larga scala (si valuta infatti che la produzione di idrogeno tramite grossi impianti potrebbe attestarne i costi a 5 – 6 Euro/GJ). Un punto qualificante per l'abbattimento dei costi è il "sequestro" della CO₂, che non è possibile per i veicoli a FC con *reforming* a bordo e che, per quanto riguarda il costo complessivo, li pone quindi in una situazione di svantaggio rispetto a quelli con stoccaggio di H₂ a bordo.

Le emissioni misurate sulla NECAR 3 - veicolo prototipo alimentato a metanolo sviluppato nell'ambito della collaborazione della Daimler Chrysler con la Ballard Power Systems - sono già 25 volte inferiori rispetto alla normativa EURO IV che sarà adottata alla fine del 2005.

- *Prospettive di introduzione*

Valutati i notevoli progressi registrati dalla tecnologia negli ultimi anni, per lo sviluppo commerciale della stessa, ci sono ancora importanti ostacoli da superare. È necessario che gli sforzi di sviluppo siano diretti non solo a migliorare prestazioni e ad ottimizzare pesi ed ingombri del sistema di propulsione nel suo complesso, ma soprattutto per entrare nel mercato occorre ridurre i costi della tecnologia ed acquisire consenso da parte degli utenti.

Considerato l'elevato impegno nel settore dei principali costruttori automobilistici mondiali, sistemi con celle a combustibile potranno raggiungere le prestazioni e costi tali da favorire una preliminare introduzione di veicoli entro il 2004-2005 (previsione Daimler Chrysler). In tabella C.7 si riportano alcune previsioni di mercato relative a veicoli a celle a combustibile alimentati rispettivamente ad idrogeno e metanolo (Fonte: R.I.Nomura. Comunicazione personale)

Tabella C.7 – Previsioni di mercato di veicoli a celle a combustibile secondo due scenari di sviluppo

Unità/anno	2002	2004	2006	2008	2010
Scenario ottimistico	1.000	5.000	15.000	50.000	100.000
<i>Idrogeno</i>	<i>800</i>	<i>2.000</i>	<i>4.000</i>	<i>5.000</i>	<i>5.000</i>
<i>Metanolo</i>	<i>200</i>	<i>3.000</i>	<i>11.000</i>	<i>45.000</i>	<i>95.000</i>
Scenario pessimistico	1.000	2.000	3.500	4.400	5.000
<i>Idrogeno</i>	<i>800</i>	<i>1.000</i>	<i>1.000</i>	<i>1.500</i>	<i>2.000</i>
<i>Metanolo</i>	<i>200</i>	<i>1.000</i>	<i>2.500</i>	<i>2.900</i>	<i>3.000</i>

L'idrogeno come vettore energetico per la riduzione dei gas serra

Un vettore energetico come l'idrogeno non dà luogo alla generazione di CO₂ o altri inquinanti durante il suo utilizzo e può essere ottenuto da diverse fonti (rinnovabili, nucleare) senza produzione di CO₂, oppure dai combustibili fossili, con separazione della CO₂ più agevole che a valle dei tradizionali processi di combustione.

Accanto agli indubbi vantaggi, l'introduzione dell'idrogeno come vettore energetico presenta però, numerosi problemi connessi allo sviluppo delle tecnologie necessarie per rendere il suo impiego economico, sicuro ed affidabile, nelle diverse fasi di produzione, trasporto, accumulo, utilizzo.

Lo sviluppo di tali tecnologie è oggetto dei programmi che, con risorse crescenti, sono portati avanti nei maggiori paesi industrializzati. Le principali linee di sviluppo riguardano tutto il ciclo dell'idrogeno, con l'obiettivo di sviluppare le tecnologie che consentano, nel medio termine, di introdurre questo vettore in alcune nicchie di mercato più promettenti, come primo passo per puntare, nel lungo termine, ad una sua diffusione su ampia scala.

Produzione (problemi posti dal costo elevato, dalla fonte primaria da impiegare come sorgente di idrogeno e dal tipo di energia necessaria). In prospettiva, la produzione potrà utilizzare l'energia nucleare e le energie rinnovabili, a partire dall'acqua e dalle biomasse, ma i combustibili fossili rappresentano la soluzione più vicina e quella su cui puntare per il medio termine. Le principali alternative sono attualmente i combustibili fossili, le biomasse e l'energia elettrica (fonte non primaria).

Trasporto e accumulo. L'idrogeno può essere trasportato ed accumulato in forma gassosa, liquida oppure adsorbito su materiali speciali; ogni forma presenta aspetti favorevoli e svantaggi e tutte, se pur in gran parte già impiegate, richiedono significativi sforzi di ricerca e sviluppo per essere affidabili e competitive. Le tecnologie di stoccaggio dipendono dalle applicazioni considerate e sono critiche soprattutto per l'impiego a bordo di veicoli, che richiede una elevata densità di energia. Le soluzioni attuali (bombole, idruri, idrogeno liquido) sono insoddisfacenti. Ulteriori sviluppi delle stesse o soluzioni completamente nuove (ad es. nanofibre di carbonio) sono necessari.

Uso finale. Oltre al suo attuale impiego come materiale per processi chimici e per la produzione di energia elettrica, l'idrogeno può in prospettiva essere utilizzato come combustibile per il trasporto (motori a combustione interna, celle a combustibile), con notevoli benefici sia in termini di efficienza che di riduzione dell'impatto ambientale. Anche in questo caso, le tecnologie necessarie, pur oggetto finora di notevoli sforzi di ricerca e sviluppo, richiedono ancora un impegno notevole per giungere alla disponibilità di prodotti competitivi.

Sicurezza e accettabilità delle tecnologie. L'impiego diffuso di un nuovo vettore energetico, come l'idrogeno, richiede che si creino gradualmente le condizioni per superare le barriere connesse i problemi di sicurezza e di accettabilità da parte degli utenti (conoscenza delle tecnologie, standard, normative, ecc.).

Cos'è una cella a combustibile

Le celle a combustibile sono dei sistemi elettrochimici capaci di convertire l'energia chimica di un combustibile (in genere idrogeno) in energia elettrica, senza l'intervento intermedio di un ciclo termico, pertanto sono capaci di rendimenti di conversione più elevati rispetto a quelli delle macchine termiche convenzionali.

Una cella a combustibile funziona in modo analogo ad una batteria, in quanto produce energia elettrica attraverso un processo elettrochimico, tuttavia a differenza della batteria si alimenta dall'esterno ed è quindi in grado di funzionare senza interruzioni, finché al sistema viene fornito combustibile (idrogeno) ed ossidante (ossigeno o aria).

La cella è composta di due elettrodi in materiale poroso, separati da un elettrolita. Gli elettrodi fungono da siti catalitici per le reazioni di cella che consumano fondamentalmente idrogeno ed ossigeno, con produzione di acqua e passaggio di corrente elettrica nel circuito esterno. L'elettrolita ha la funzione di condurre gli ioni prodotti da una reazione e consumati dall'altra, chiudendo il circuito elettrico all'interno della cella. La trasformazione elettrochimica è accompagnata da liberazione di calore, che è necessario estrarre per mantenere costante la temperatura.

Più celle sono disposte in serie per mezzo di piatti bipolari, a formare il cosiddetto "stack".

Esistono diverse tecnologie di cella, con differenti caratteristiche e diverso grado di sviluppo. Normalmente le celle vengono classificate sulla base dell'elettrolita utilizzato (celle alcaline, ad elettrolita polimerico, ad acido fosforico, a carbonati fusi, a ossidi solidi) o alla temperatura di funzionamento (celle a bassa e alta temperatura).

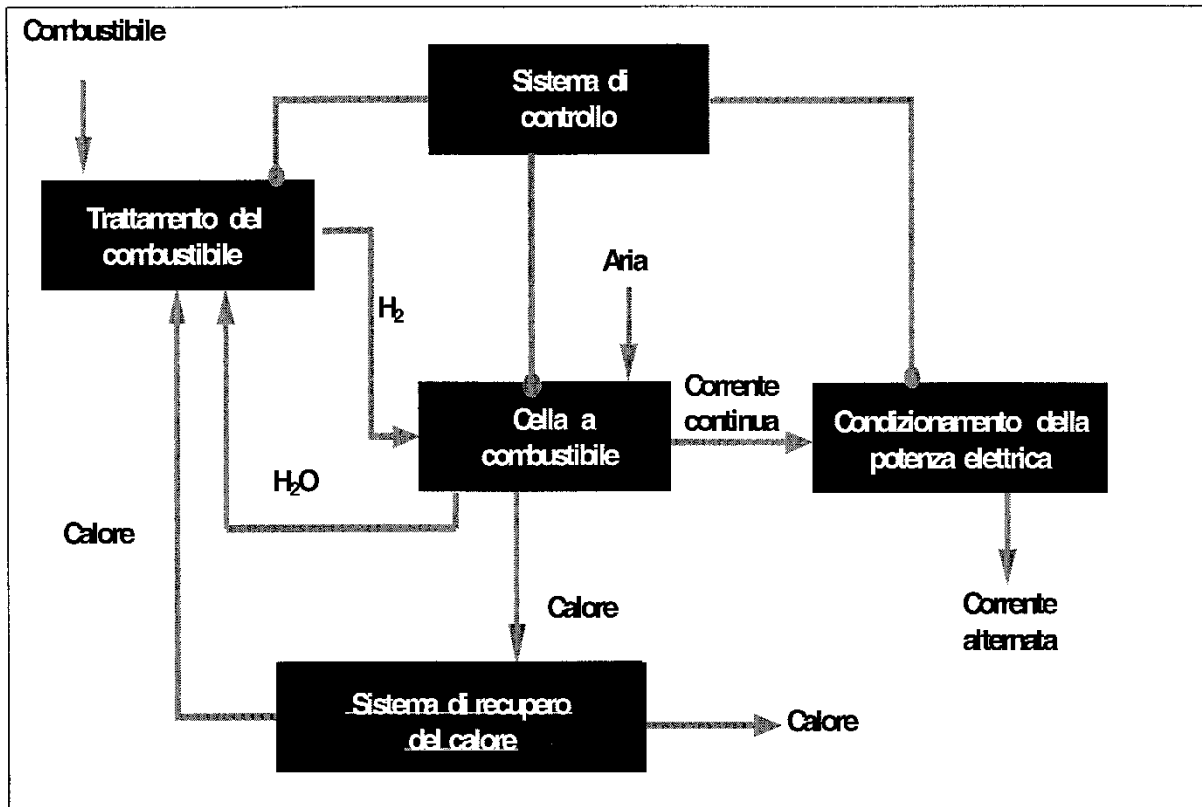
L'elettrolita determina o condiziona fortemente:

- il campo di temperatura operativo
- il tipo di ioni e la direzione in cui diffondono attraverso la cella
- la composizione dei gas reagenti
- le modalità di smaltimento dei prodotti di reazione
- le caratteristiche di resistenza meccanica e di utilizzo
- la vita della cella.

Gli impianti con celle a combustibile sono costituiti da tre sezioni principali:

- una sezione di trattamento del combustibile (gas naturale, metanolo, metano, olio combustibile, carbone), che converte lo stesso in un gas di sintesi contenente idrogeno, purificato secondo le necessità imposte dal tipo di cella. La produzione di idrogeno può essere ottenuta con sistemi che utilizzano processi di *steam reforming*, ossidazione parziale, ecc. Questa sezione non è presente se si utilizza idrogeno o se si impiegano celle ad alta temperatura (MCFC e SOFC) in cui la riforma del combustibile avviene all'interno della cella stessa;
- una sezione elettrochimica, costituita dalle celle che producono energia elettrica per via elettrochimica, come appena detto, attraverso una reazione tra idrogeno alimentato all'anodo e l'ossigeno alimentato al catodo; la reazione elettrochimica, come appena detto, è accompagnata da produzione di calore;
- un sistema di condizionamento della potenza elettrica, che trasforma l'energia, prodotta sotto forma di corrente elettrica continua, in corrente alternata di opportune caratteristiche.

Completano l'impianto un sistema di regolazione e di recupero del calore, che può essere utilizzato sia all'interno dell'impianto (ad es. per il reattore di conversione del combustibile), che per utenze esterne di cogenerazione e un sistema di controllo che assicura il coordinamento delle diverse sezioni dell'impianto.



Per un approfondimento maggiore vedi M. Ronchetti, A. Iacobazzi, "Celle a combustibile- Stato di sviluppo e prospettive della tecnologia". Rapporto ENEA- Gennaio 2000

Scheda di sintesi

Da ottanta anni a questa parte per innalzare il numero di ottano e per prevenire la corrosione delle valvole si è usato additivare alle benzine composti del piombo (piombo tetraetile e tetrametile).

- La Comunità Europea considera un rischio per la salute dell'uomo e per l'ambiente l'inquinamento atmosferico da piombo provocato dalla combustione della benzina.
- La Comunità ritiene che entro il 2000 tutti gli autoveicoli a benzina siano virtualmente in grado di funzionare con benzina senza piombo e che siano disponibili le tecnologie di raffinazione necessarie a far fronte alle nuove necessità.
- Su questa base la Comunità ha ritenuto opportuno limitare rigorosamente lo smercio di benzina contenente piombo e fissare le specifiche ecologiche dei combustibili, della benzina senza piombo e del combustibile diesel.
- Da qui nasce la Direttiva 98/70 del 13 ottobre 1998, G.U. n. L 350 del 28.12.98, relativa alla qualità della benzina e del combustibile diesel, che probabilmente mette la parola fine agli interventi comunitari sul piombo nelle benzine.
- Sembra ormai da tutti condiviso il fatto che il minimo costo aggiuntivo per produrre un litro di benzina "verde" sia abbondantemente ricompensato: per l'automobilista dal risparmio nelle spese di manutenzione del proprio veicolo (per esempio per il minore "sporciamento" delle candele o per la diminuita corrosione del sistema di scarico); per la società dalla diminuzione dei rischi provocati alla salute dei cittadini dalle emissioni di piombo.
- Ma con le attuali motorizzazioni la benzina deve rispondere ad alcune esigenze tecnologiche e mantenere valori ottanici elevati e l'eliminazione del piombo comporta necessariamente un cambiamento nella formulazione della benzina sia con l'introduzione di nuovi componenti sia con la modifica dei rapporti tra i valori tradizionali.
- Volendo eliminare o ridurre il piombo e nello stesso tempo mantenere alto il numero di ottano è necessario ricorrere a modifiche negli impianti di raffinazione (ad es.

reforming a più alta resa ottanica, isomerizzazione, alchilazione, ecc.). Si può ricorrere anche all'utilizzo di composti ossigenati (in particolare l'etere metilterbutilico o MTBE e il più promettente etiliterbutilico ETBE) che permettono di dare un contributo al raggiungimento del numero di ottano desiderato.

- L'impatto di queste modifiche sulle emissioni è di difficile valutazione perché oltre che dal tipo di vettura dipende dalla Direttiva applicata per l'omologazione del veicolo e dal tipo di guida. Le analisi risultano poi più complicate dal fatto che l'elevato numero di ottano richiesto può essere ottenuto con l'aggiunta di additivi differenti.
- Tra questi il benzene costituisce il componente più diffuso che può essere aggiunto, o aumentato percentualmente, nelle benzine a seconda del processo utilizzato nella raffinazione del petrolio.
- Le caratteristiche chimiche del benzene ne fanno un inquinante molto resistente alla degradazione e soprattutto in grado di entrare nella catena alimentare. La sua estrema volatilità lo rende praticamente presente ovunque ci sia della benzina: serbatoi di stoccaggio e stazioni di servizio. Il benzene, come gli altri idrocarburi che costituiscono i COV, è considerato dalla IARC (Agenzia Internazionale di Ricerca sul Cancro) agente cancerogeno e neurotossico.
- L'eliminazione del piombo e la sua sostituzione con il benzene (e altre sostanze analoghe) vanno associate alla presenza della marmitta catalica che possa bruciare le emissioni di benzene; ad un veleno se ne è sostituito un altro che in teoria sappiamo trattare e rendere innocuo bruciandolo nella marmitta catalitica. Teoricamente si abbatterebbero le emissioni fino all'80%.
- Purtroppo questo non è completamente vero: la marmitta funziona bene solo a temperatura > 300°C e i vapori di benzene possono avere altre origini.
- La realtà che si è andata delineando è stata quella di un uso di carburanti senza piombo ma con aumento degli idrocarburi aromatici e in particolar modo del benzene, con conseguente rischio sanitario per la popolazione. Nell'immediato si assiste, quindi, ad una sostituzione del rischio da piombo con quello da benzene piuttosto che ad una vera diminuzione del rischio *tout court*. Anche se limitatamente ad un periodo di transizione, un aumento del rischio provocato dal passaggio dalla benzina rossa a quella senza piombo sarebbe intollerabile.
- L'obiettivo ambizioso di migliorare le condizioni dell'ambiente, diminuendo la pressione su di esso esercitata dai gas di scarico dei trasporti, può divenire realtà solo se si deciderà di affrontare il problema da più parti, mettendo in campo un ragionato mix di interventi che affiancherà sia gli sforzi delle Case automobilistiche tesi alla messa in commercio di veicoli a ridotto consumo unitario, sia l'attività delle industrie petrolifere alla ricerca di combustibili sempre più "ecologici".
- Infatti l'eliminazione del piombo dalla benzina, benchè costituisca un importante elemento del miglioramento di combustibile, va considerata solamente come una tappa di una più ampia strategia ambientale per i trasporti.
- Si è a ragione iniziato dagli interventi più facilmente realizzabili come quelli sul *traffic calming* o quelli che mirano a modificare le caratteristiche di progetto delle vetture che – agendo su rapporto peso/potenza, velocità massima, capacità di accelerazione, ecc. – ne limitano le emissioni senza influenzare l'efficienza energetica.

- Si consideri che molte modifiche di questo tipo non fanno altro che eliminare le sovrastrutture, anche concettuali, accumulate nel tempo sull'automobile che da un semplice mezzo di trasporto ne hanno fatto uno *status symbol* spesso superfluo e pericolosamente veloce.
- Teoricamente un inasprimento del costo del mezzo privato, che tenesse giustamente conto anche di parte delle esternalità, avrebbe l'effetto di orientare la scelta del cittadino verso le modalità di trasporto collettivo che risultano a più "buon mercato" sia per il cittadino stesso sia per la società. Viceversa, l'esperienza fin qui acquisita ci indica che all'aumento del costo del carburante, delle assicurazioni e delle altre componenti la spesa per l'automobile non corrisponde una diminuzione del parco macchine o della cilindrata o, della percorrenza media annua.
- Ad una riduzione delle emissioni unitarie fa riscontro un incremento del flusso di traffico.
- Le dimensioni del problema da risolvere (incidentalità, costi ambientali, stress, salute pubblica, ecc.) impongono l'adozione di misure più radicali ed adeguate.
- In questo senso occorre con maggiore decisione spingere il piede sull'acceleratore della R & S dei combustibili alternativi e dei veicoli totalmente innovativi, ricerca che vada nella direzione di una vera sostenibilità ambientale. "La ricerca pubblica per questo può essere, come già in passato, il miglior interprete delle esigenze e delle urgenze sia dei registi (politici e pubblici amministratori) che degli attori (Compagnie petrolifere e costruttori di autoveicoli)" (Fondazione F. Caracciolo – ACI).
- Va ricordato che l'Italia ha ottenuto dalla Commissione CE due anni di proroga alla data di inizio del divieto di commercializzazione della super perché "le autorità italiane non hanno adottato le necessarie misure per preparare i consumatori" all'evento e per evitare "una grande incertezza nei consumatori in merito alla compatibilità della benzina disponibile con i loro autoveicoli". Non è superfluo sottolineare quanta importanza abbia la consapevolezza per il cittadino quando gli si chiede di spendere denaro e modificare il proprio comportamento individuale per applicare leggi utili all'economia generale del Paese o vantaggiose per l'ambiente.
- Ma, a fronte di un grande interesse manifestato dal cittadino su queste tematiche, i *media* forniscono informazioni incomplete, frammentarie e dal corto respiro. Il giornalista insegue "la notizia" che, per sua natura, soddisfa solo le esigenze immediate di informazione. In questo campo, invece, l'informazione dovrebbe affrontare i problemi e la tematica della mobilità urbana e non il semplice cambiamento di una tecnologia.
- Allo scopo dovrebbe essere attivata una ampia campagna di sensibilizzazione (formazione ed informazione) verso il cittadino che lo porti a modificare le proprie scelte di mobilità e non soltanto l'obbligo di cambiare auto.
- Concludendo, se il tempo che ci separa dal 31.12.1991 è insufficiente per farci trovare pronti ad un appuntamento che doveva essere radicale per il nostro parco macchine – e che quindi costringerà molti ad "arrangiarsi" con additivi vari o, ancor peggio, bruciando impunemente benzina verde, in un veicolo non attrezzato per la bonifica delle sue emissioni – non è mai troppo tardi per investire in "conoscenza".

In cifre

- auto a benzina circolanti 26.996.000;
- 16.000.000 di queste non sono catalizzate;
- per rinnovare completamente il parco auto non catalizzato occorrono 440.000.000.000.000 di lire;
- 2.410.000 auto immatricolate nel 2000 (stima UNRAE);
- 440.000 auto in più ogni anno a fronte di una popolazione che diminuisce di 18.000 unità (media degli anni '90-'99);
- in Italia ogni 1000 abitanti ci sono 689 veicoli (autovetture 556);
- in Val d'Aosta ci sono 853 autovetture per 1000 abitanti (506 di queste sono catalizzate); 431 in Campania (97 catalizzate);
- i ciclomotori sono più di 7.000.000, i motocicli 2.800.000;
- ogni abitante dell'Europa occidentale consuma annualmente dai 300 ai 600 litri di petrolio;
- 18.000.000 sono le tonnellate di benzina bruciate ogni anno in Italia (1998);
- di queste, 10.200.000 le tonnellate di benzina verde;
- benzina verde usata da auto non catalizzate: 3.800.000 tonnellate;
- 1.700.000 sono le tonnellate di emissioni complessive (nel 1998), 3% in più rispetto al 1996 (anno che precede l'operazione di rottamazione);
- la quantità di piombo emesso nell'aria a causa del trasporto era di 3.850 tonnellate nel 1990; ma nel 1998 era ancora 1.300 tonnellate nonostante la diminuzione del 30% favorita dalla rottamazione;
- 33.000 sono state nel 1997 le tonnellate di benzene emesse dal trasporto su strada;
- ogni anno 5.857 morti per incidente stradale, 293.842 feriti (1998);
- il particolato, provocato in larga parte dal traffico, uccide 3.500 persone l'anno ("La Repubblica" 23.11.2000);
- l'automobile contribuisce al fisco per 128.000.000.000.000 di lire ("La Repubblica" 24.6.2000). Il gettito fiscale derivante dalla sola imposta di fabbricazione delle benzine per il 1999 è stimato dall'Unione Petrolifera in 24.800.000.000.000 di lire;
- la componente fiscale della benzina senza piombo è stata nel 1998 pari a 1316 lire/litro (media annua), della benzina rossa pari a 1422 lire/litro, del gasolio 977 lire/litro (Fonte: MICA e UP);
- 5.984.000.000.000 lire (ai prezzi 1998) è il ricavo netto per lo Stato dell'operazione di rottamazione '97-'98;
- dal 1987 ad oggi il MURST ha destinato alla ricerca nell'intero settore dei trasporti meno di 500.000.000.000 di lire.

Glossario

In questo breve glossario abbiamo raccolto la spiegazione dei termini contenuti nel presente documento meno noti al grande pubblico.

Additivo : sostanza chimica aggiunta ad un prodotto per migliorarne la proprietà.

Alchilazione : processo attraverso il quale frazioni gassose del greggio (particolarmente le olefine) vengono trasformate in prodotti liquidi ad alto numero di ottano e privi di aromatici e benzene.

Alcoli : classe di sostanze, di cui l'etanolo (alcol etilico) è il più conosciuto, che reagiscono con gli acidi grassi per formare gli esteri. Sono ampiamente usati come ossigenati da aggiungere alla benzina.

API (densità API) : È una scala arbitraria sviluppata dall'*American Petroleum Institute* nei primi anni dell'industria petrolifera. Dal momento che la densità veniva usata come indicatore primario della qualità dei prodotti liquidi e che i prodotti a più alto valore erano quelli a densità minori, la scala API venne definita in modo che la densità API fosse inversamente proporzionale alla densità dei prodotti. Quindi i prodotti di maggior valore hanno densità API maggiori. Mentre la densità della maggior parte dei prodotti petroliferi è minore di uno, la scala della densità API è stata costruita in modo che la maggior parte dei valori cada fra 10 e 100.

La relazione fra scala API, in gradi API, e la densità relativa di un prodotto è la seguente:

$$^{\circ}\text{API} = \frac{141,5}{\text{DR}} - 131,5 \text{ dove DR è la densità relativa al prodotto a } 60^{\circ}\text{F (15,67 } ^{\circ}\text{C)}$$

- Aromatici :** idrocarburi a struttura ciclica, generalmente dotati di un particolare odore aromatico e buone proprietà solventi. Diminuire il contenuto totale degli aromatici nella benzina diminuisce la quantità di benzene nelle emissioni di scarico di COV dal momento che le molecole di aromatici più grandi sono parzialmente trasformate in benzene durante la combustione o nel convertitore catalitico. Diminuire gli aromatici tende anche a ridurre il CO e le emissioni totali di COV allo scarico, ma gli effetti sono variabili e complessi. Questo dipende probabilmente dal fatto che i composti aromatici presenti nella benzina sono diversi.
- Barile :** misura standard per petrolio e prodotti petroliferi. Un barile =159 litri, oppure 42 galloni, oppure 35 galloni inglesi.
- Benzene :** il più semplice dei composti aromatici con un anello di sei atomi di carbonio e sei d'idrogeno; è tra le più importanti materie prime per la chimica. Diminuirne il contenuto nelle benzine ne riduce la quantità sia nelle emissioni evaporative sia allo scarico di COV.
- Benzina :** oli minerali volatili destinati al funzionamento dei motori a combustione interna e ad accensione comandata, utilizzati per la propulsione dei veicoli e compresi nei codici doganali NC 2710 00 27, 2710 00 29, 2710 00 32, 2710 00 34 e 2710 00 36.
- Benzina Verde, Rossa, Super :** nel linguaggio corrente si indica come "verde" la benzina senza piombo e così la si distingue dalla "rossa". Quest'ultima viene anche spesso indicata come "super".
- Benzina senza piombo :** benzina alla quale non viene intenzionalmente addizionato il piombo. Infatti tale elemento può essere presente in quantità insignificanti per molti altri motivi. Generalmente la benzina definita "*unleaded*" è quella che contiene meno di 0,013 g/l di piombo.
- Benzina contenente piombo :** qualsiasi benzina, diversa dalla benzina priva di piombo, il cui tenore massimo consentito di composti di piombo, calcolato in piombo, non sia superiore a 0,40 g Pb/l, né inferiore a 0,15 g Pb/l.
- Benzina riformulata :** indica un intervento mirato e articolato di variazione della composizione di questo carburante.
- Carburanti:** i motori a combustione interna utilizzano come carburanti la benzina o il gasolio. Fino a qualche tempo fa per qualità dei carburanti s'intendeva il raggiungimento del maggior numero di ottano nel caso delle benzine o di cetano nel caso dei gasoli, oggi invece si comprendono anche le

conseguenze ambientali e sanitarie; l'attenzione si è spostata, quindi, anche sulla composizione chimica.

Coefficiente d'aria λ (lambda) : scelto per contrassegnare la differenza tra l'effettiva miscela aria/combustibile a disposizione del motore e quella teorica (14,7:1)

λ = Aria disponibile/aria teorica necessaria

$\lambda = 1$: L'aria necessaria è uguale a quella teorica "miscela stechiometrica"

$\lambda < 1$ (0,85/0,95) : aria insufficiente (aria disponibile minore di quella teorica) "miscela ricca" (potenza e consumi elevati)

$\lambda > 1$ (1,05/1,70) : aria eccessiva (aria disponibile maggiore di quella teorica) "miscela povera" (minori consumi).

Il sensore di ossigeno specifico è chiamato Sonda lambda.

Combustibile diesel : gasoli specificati nel codice NC 2710 00 66 e utilizzati per i veicoli a propulsione autonoma di cui alle Direttive 70/220/CEE e 88/77CEE.

CNG : Gas Naturale Compresso

COV: Composti Organici Volatili

Diesel : tipo di motore a combustione interna alimentato da gasolio.

Durezza : esprime la resistenza che un dato materiale offre alla penetrazione di un altro corpo chiamato penetratore. In pratica il grado di durezza di un materiale viene misurato comprimendo contro il materiale da esaminare, un corpo metallico di forma, dimensione e materiale determinate. Misurando la grandezza dell'impronta prodotta sotto un determinato carico si deduce, da apposite tabelle o direttamente dalla lettura della scala dell'apparecchio, il grado di durezza del materiale. Nella misura della durezza secondo la prova Brinell il penetratore è una sfera di acciaio o di widia del diametro di 5 o 10 mm, lo sforzo di compressione è di 3000 kg applicato per 30 secondi.

EPA : *Environmental Protection Agency*

Etanolo (Alcol etilico): sostanza chimica, ottenibile da materie prime rinnovabili, formata per fermentazione o sintesi; impiegata come materia prima in numerosi processi industriali e chimici. Utilizzabile anche tal quale, o in miscela con benzina, quale carburante.

ETBE (etere-etil-terbutilico) e MTBE (etere-metil-ter-butilico): sono due eteri, appartengono cioè ad una classe di composti organici che contengono un atomo di ossigeno legato con due atomi di carbonio (il cosiddetto "gruppo funzionale" - C-O-C-) (Vedi scheda ad hoc nell'Appendice C).

FCEV : *Fuel Cells Electric Vehicles*

FP : *Fuel Processor*

Gas naturale : gas rinvenuto da solo o in associazione con greggio in giacimenti sotterranei. Componente principale è il metano; possono essere anche presenti l'etano, il propano, il butano, l'idrogeno solforato e l'ossido di carbonio.

Gasificazione : produzione di combustibili gassosi da combustibili liquidi o solidi.

Gasolio : derivato petrolifero intermedio della lavorazione di raffineria; impiegato come combustibile nei motori diesel: bruciato negli impianti centrali di riscaldamento oppure usato come materia prima per l'industria chimica.

GNL(Gas Naturale Liquefatto): gas naturale che, per facilità di trasporto, viene liquefatto mediante raffreddamento ad una temperatura inferiore ai 161° C a pressione atmosferica. Il gas naturale non liquefatto ha un volume 600 volte maggiore del GNL.

GPL (Gas di Petrolio Liquefatto) : il GPL, formato da propano, butano o da una loro miscela, può essere interamente o parzialmente liquefatto sotto pressione per facilitarne il trasporto e l'immagazzinamento. Il GPL può essere impiegato in usi domestici, per riscaldamento o come combustibile per autovetture.

HB (*Brinell Hardness*) : vedi Durezza

ICE (*Internal Combustion Engine*): motori a combustione interna

Idrocarburo : qualsiasi composto o miscela di composti, solidi, liquidi o gassosi comprendenti carbonio ed idrogeno (petrolio e gas naturale).

Idrogeno : il più leggero dei gas, che si presenta prevalentemente in combinazione con l'ossigeno nell'acqua. L'idrogeno si combina con il carbonio per formare un'enorme varietà di idrocarburi gassosi, liquidi e solidi.

IPA : Idrocarburi Policiclici Aromatici

Inquinamento atmosferico : stato dell'aria atmosferica conseguente alla immissione nella stessa di sostanze di qualsiasi natura, in misura e condizioni tali da alterare la salubrità dell'aria e da costituire pregiudizio diretto o indiretto per la salute dei cittadini o danno ai beni pubblici o privati.

J (Joule) : unità di misura dell'energia. Corrisponde all' energia necessaria per spostare di 1m il punto di applicazione di una forza di 1 Newton.

Metano : la più piccola molecola di idrocarburo con un atomo di carbonio e quattro di idrogeno. È il costituente principale del gas naturale ed è anche prodotto dal metabolismo animale e dal degrado di sostanze organiche.

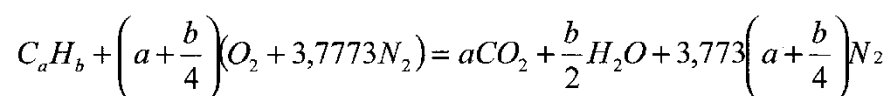
Metanolo (Alcol metilico): impiegato come materia prima in un ampio spettro di lavorazioni industriali e chimiche. Tal quale può essere impiegato in miscele di carburanti

Miscela ricca (o grassa) e povera (o magra) : l'energia necessaria al funzionamento di un motore a combustione interna proviene dall'ossidazione del combustibile con l'ossigeno, insieme formano la miscela che viene iniettata nella camera di combustione. In pratica la reazione non avviene con ossigeno puro, ma con l'aria, la cui composizione per quanto riguarda i principali costituenti è quella riportata in Tabella.

Gas	Ppm in volume	Peso molecolare
O ₂	209500	31,998
N ₂	780900	28,012
Ar	9300	39,948
CO ₂	300	40,009

Comunque per le normali valutazioni nella chimica della combustione si può ritenere con ottima approssimazione che l'aria sia composta per il 21% di ossigeno e per il 79% di azoto.

La reazione ideale completa di un combustibile di origine petrolifera C_aH_b con l'aria è la seguente:



In questo modo sono definite le proporzioni stechiometriche del combustibile e dell'aria, cioè le rispettive proporzioni in modo che ci sia la necessaria quantità di ossigeno per ossidare completamente il combustibile. Quando invece siamo in presenza di combustibile in quantità maggiore di quella stechiometrica si dice che siamo in presenza di miscela ricca o grassa, mentre se è maggiore la presenza d'aria si dice che la miscela è povera o magra.

MON (Motor Octane Number) : Metodo di misura del N.O. (vedi scheda del capitolo 1)

Motore: ogni macchina capace di trasformare una qualunque forma di energia in lavoro meccanico immediatamente utilizzabile.

Non-food: Produzioni agrarie per utilizzi non alimentari.

Numero di cetano: Caratteristiche di accendibilità. Per definire la scala del numero di cetano vennero scelti due idrocarburi: 1-metilnaftalene, che brucia male in un motore diesel, al quale fu assegnato il valore zero della scala, ed il normal-esadecano (cetano), che brucia bene in un motore diesel, al quale fu assegnato il valore di 100. Il numero di cetano di un combustibile viene definito come la percentuale di normal-esadecano in una miscela di normal-esadecano e 1-metilnaftalene che manifesta lo stesso tempo di ritardo all'accensione del combustibile di prova. Il numero di cetano per i combustibili diesel ed il numero di ottano per la benzina misurano la tendenza del combustibile ad accendersi spontaneamente. Nella scala del numero di cetano alti valori significano che i combustibili bruciano facilmente e quindi si comportano bene nei motori diesel. Nella scala del numero di ottano alti valori significano che i combustibili resistono all'accensione spontanea, quindi hanno una minore tendenza a detonare in un motore a benzina. Dal momento che ambedue le scale furono sviluppate in modo che i valori più alti rappresentassero le qualità migliori per i rispettivi usi, combustibili con alti numero di cetano hanno basso numero di ottano e viceversa.

Numero di ottano (N.O.): capacità della benzina di resistere alla pressione dei pistoni senza esplodere spontaneamente prima dello scoppio originato dalla scintilla della candela quando viene immessa in miscela con l'aria all'interno dei cilindri di un motore a combustione interna (capacità antidetonante). Il numero di ottano è determinato mettendo a confronto, in un motore a condizioni standard, l'intensità di scoppio della benzina in esame con quello di due combustibili di riferimento: l'isooottano, che per sua caratteristica resiste all'azione detonante e l'eptano che, viceversa, manifesta con facilità questo fenomeno. Il numero di ottano rappresenta la percentuale in volume di isooottano in una sua miscela con l'eptano (vedi scheda cap. 1).

Ossigenati: composti liquidi che contengono atomi di carbonio, idrogeno ed ossigeno. Tutti gli attuali ossigenati appartengono a due classi di molecole organiche: alcoli ed eteri. Aumentare il contenuto di ossigeno nella benzina aggiungendo ossigenati ha lo stesso effetto di aumentare l'aria di combustione, cioè fare in modo che la miscela aria-combustibile sia più magra. Ne risulta una combustione più completa e una minore formazione di CO. Gli ossigenati tendono anche a ridurre le emissioni di COV, ad aumentare in modo significativo le emissioni di aldeidi ed, in molti casi ad aumentare le emissioni di NO_x.

Particolato (PM *Particular Matter*): In letteratura spesso si trova anche (PST) Particelle Sospese Totali. L'EPA definisce "particolato" tutti i composti solidi e liquidi, ad esclusione dell'acqua, che si raccolgono su un filtro alla temperatura di 51,7°C. Le emissioni di particolato (denominato in gergo anche fuliggine), più consistente dai motori diesel, sono costituite nel nucleo da puro carbonio, su questo nucleo si depositano molteplici

sostanze organiche (considerate nocive per la salute e responsabili del tipico odore del diesel), ossidi di metalli e zolfo. PM10 sono emissioni di particolato dalle dimensioni uguali o inferiori ai 10 micron.

Pa (Pascal): Unità di misura della pressione. 1 Pa è pari a 1 Newton/m²

PEM : *Proton Exchange Membrane*

Petrolio greggio: il petrolio estratto da un giacimento, dopo eventuale separazione da gas associato, e lavorato in raffineria; definito spesso soltanto come "greggio".

Potere calorifero: misura dell'energia rilasciata sotto forma di calore quando il combustibile è bruciato.

Raffineria: complesso di impianti dove il greggio è separato in frazioni leggere e pesanti, convertite poi in prodotti finiti o in "cariche" per la petrolchimica (vedi Appendice B.2).

Reforming: processo di raffinazione che migliora la qualità antidetonante delle frazioni di benzina mediante una modifica della sua struttura molecolare. Se compiuto attraverso il calore o la pressione è denominato *reforming* termico. Prende il nome di *reforming* catalitico quando attuato anche per mezzo di un catalizzatore (vedi Appendice B.2).

RON (Research Octane Number) - Metodo di Ricerca del Numero di Ottano (vedi scheda nel cap. 1).

Set-aside: superfici agrarie messe a riposo sulla base di regolamenti comunitari.

Sonda lambda: (vedi coefficiente d'aria lambda).

Tenore di zolfo: dal 1 gennaio 1989 non possono essere immessi al consumo gasoli, destinati ad essere usati come carburanti, se il tenore dei composti di zolfo supera lo 0,3% in peso. Per i gasoli utilizzati per i motori delle macchine mobili non stradali e dei trattori agricoli, gli Stati membri possono esigere lo stesso tenore di zolfo previsto per i combustibili diesel; oppure quello previsto dalla Direttiva 93/12 CEE.

ULEV: nel 1990, in seguito alle nuove normative sulle emissioni dello Stato della California, in USA, l'acronimo ULEV (Veicoli a bassissime emissioni inquinanti) è entrato nel vocabolario di tutti i ricercatori e i tecnici che operano nel campo delle emissioni da autoveicoli (vedi anche ZEV).

Vapour-lock: si manifesta quando una quantità eccessiva di vapore si accumula nel sistema di alimentazione – pompa del combustibile, linee di

alimentazione, carburatore o iniettori – in modo tale da ridurre o interrompere l'alimentazione di carburante al motore. Quando l'alimentazione viene ridotta il rapporto aria-combustibile diventa troppo magro (troppa aria rispetto al combustibile) da causare una riduzione di potenza. Quando il flusso di combustibile si interrompe, il motore si ferma e difficilmente si riavvia a meno che non si raffreddi ed il vapore condensi. Un eccessivo riscaldamento del combustibile è la principale causa del *vapour-lock*. La temperatura del combustibile dipende: dalla temperatura dell'aria, da quanto il motore sia sottoposto a sforzi, da quanto il sistema del combustibile sia isolato dal calore del motore e da quanto il sistema del combustibile sia raffreddato.

Veicoli dotati di dispositivo ecologico: si intendono le autovetture a benzina fornite di marmitta catalitica, le auto a gasolio dette ecodiesel, in quanto dotate di dispositivo EGR (*Exhausted Recycled Gas*), che permette di recuperare parte dei gas di scarico che sarebbero emesse e di ridurre così le emissioni degli ossidi di azoto. Tra tali veicoli troviamo anche quelli a GPL e metano, immatricolati dopo il 1° gennaio 1993, data d'entrata in vigore della Direttiva 91/441.

Volatile: termine usato per indicare la tendenza ad evaporare, a pressione atmosferica, delle sostanze a basso peso molecolare.

VSR (*Valve Seat Recession* – Arretramento delle sedi delle valvole): azione locale di abrasione che si manifesta nelle valvole dei motori a quattro tempi con particolare riferimento alle automobili di vecchia progettazione (vedi cap. 1.2).

ZEV (*Zero Emission Vehicles*): i veicoli equipaggiati con celle a combustibile alimentate direttamente da idrogeno sono considerati, insieme ai veicoli elettrici, gli unici veicoli ZEV. In letteratura esiste anche la classe di veicoli *Near-ZEV* (emissioni quasi nulle).

L'opinione delle parti in causa

- **I costruttori e i distributori di automobili**
(ANFIA – Associazione Nazionale fra Industrie Automobilistiche; UNRAE – Unione Nazionale Distributori Autoveicoli ; FEDERAICPA – Federazione Associazioni Italiane Concessionari Produzione Automotoristica)
- **L'Unione Petrolifera**
- **L'ACI (Fondazione F. Caracciolo)**
- **I consumatori (Adiconsum)**
- **Le Associazioni ambientaliste (Amici della Terra; Legambiente)**

ANFIA

(Associazione Nazionale fra Industrie Automobilistiche)

UNRAE

(Unione Nazionale Distributori Autoveicoli)

FEDERAICPA

(Federazione Associazioni Italiane Concessionari Produzione Automotoristica)

COMUNICATO STAMPA (22 dicembre 1999)

La proroga concessa dall'Unione Europea, che consente sino al 31 dicembre del 2001 di rifornirsi di benzina super presso la rete di distributori italiani, ha recepito in parte le istanze presentate dal nostro Governo, e permetterà ai nostri automobilisti, possessori di auto che corrono il rischio di essere messe fuori circolazione dall'abolizione della benzina con piombo, un lasso di tempo maggiore per poter programmare la sostituzione del proprio automezzo.

Tuttavia rimane da risolvere un problema decisamente grave, poiché il parco circolante italiano, rispetto a quelli dei Paesi europei a noi confrontabili per tasso di motorizzazione e dimensioni, è quello che presenta il maggior numero, sia in assoluto che in percentuale, di auto non catalizzate.

In particolare, le auto con anzianità superiore ai 15 anni, ossia quelle che corrono i maggiori rischi dall'eliminazione della benzina super, hanno nel nostro Paese un'incidenza percentuale sul parco che è 4/5 volte quella che si riscontra in Germania, Francia e Gran Bretagna. E questa è anche la ragione per cui in questi Paesi questo problema non sussiste.

Malgrado la proroga, il lasso di tempo concesso è comunque estremamente breve rispetto alla dimensione e gravità del problema, il quale richiede da subito azioni concrete per la sua soluzione.

Infatti, lo smaltimento di questa fascia di parco presenterà in Italia aspetti molto critici, che non vanno sottovalutati.

Non solo per l'elevato numero di auto coinvolte, ma anche per ragioni di equità sociale.

Infatti, queste vetture molto anziane sono possedute prevalentemente da fasce di automobilisti a basso reddito, per i quali la sostituzione dell'auto rappresenta quasi certamente un problema economico di non facile soluzione.

Inoltre dal punto di vista ambientale, va ricordato che l'utilizzo di additivi sostitutivi del piombo, per consentire alle auto più anziane di continuare a circolare dopo il ritiro della benzina con piombo, rischia di essere un rimedio peggiore del male.

A questo di aggiunga il problema posto dalle auto usate non catalizzate ritirate in permuta dalle concessionarie, il cui valore economico risulta completamente azzerato stante la pressochè assoluta impossibilità di vendita.

Da tutto ciò emerge una sola conclusione: il problema dell'eliminazione delle vetture molto anziane deve essere affrontato da subito, per non ritrovarsi alle soglie del 2002 con l'irrisolta questione di milioni di auto che o non possono più circolare, o possono farlo solo inquinando ancor più di adesso.

Inoltre, se questa fascia di vetture è destinata ad essere eliminata, è necessario pensare a meccanismi che agevolino il più possibile gli automobilisti coinvolti.

ANFIA, UNRAE e FEDERAICPA hanno da tempo proposto diverse soluzioni, miranti a favorire la catalizzazione del parco attraverso agevolazioni che consentano l'eliminazione delle auto non catalizzate e la loro sostituzione con vetture catalizzate, anche usate.

ECO-INCENTIVI NON EFFICACI PER L'AMBIENTE E LA SICUREZZA (23 marzo 2000)

L'ANFIA, la FEDERAICPA e l'UNRAE, pur comprendendo gli sforzi del Governo tesi a ridurre l'impatto dell'eliminazione, dal 1° gennaio 2002, della benzina con piombo, ritengono che il "pacchetto" di misure reso ieri sia inadeguato e insufficiente a stimolare una seria sostituzione dell'attuale parco circolante di auto non catalizzate, che dovrebbe costituire il vero obiettivo per un'efficace riduzione dell'inquinamento delle aree urbane.

Infatti, le misure proposte coinvolgono un parco di 1.100.000 autovetture, che rappresentano solo una piccola parte del problema complessivo. In Italia circolano circa 14,5 milioni di autovetture non catalizzate: per ottenere risultati concreti in materia ambientale e di sicurezza è opportuno aggredire con provvedimenti mirati ed efficaci questo intero parco.

Per quanto riguarda le misure proposte dal Governo, si ritiene che non produrranno effetti sostanziali, in quanto per esempio, l'offerta di una "demolizione" a costo zero non costituirà uno stimolo particolarmente convincente per accedere al beneficio proposto. Tra l'altro, non è ipotizzabile il coinvolgimento dei concessionari e delle Case nel processo di erogazione dei contributi alla rottamazione così configurati.

Quanto al progetto di agevolare la conversione a metano o a GPL di auto non catalizzate, le preoccupazioni riguardano una serie di motivi:

- il rapporto costo/beneficio è tale da non produrre gli effetti attesi;
- in ogni caso verranno mantenute sulle strade auto con almeno 12/13 anni di età che hanno un tasso di sicurezza attiva e passiva molto inferiore alle vetture più recenti;
- la localizzazione della distribuzione di metano è molto limitata e situata prevalentemente nel Nord Italia;

che fanno temere che la portata del provvedimento possa avere effetti marginali.

Al contrario, l'ANFIA, la FEDERAICPA e l'UNRAE ribadiscono quanto già fatto presente al Governo, vale a dire la necessità di adottare misure che consentano un rinnovo accelerato del parco non ecologico, ipotizzando interventi articolati che prevedano agevolazioni stimolanti per la rottamazione di auto non catalizzate, promuovendo al contempo la loro sostituzione con vetture usate catalizzate.

Un'auto non catalizzata inquina oltre dieci volte un'auto rispondente alle norme attuali relative alle emissioni gassose e, consumando meno, produce anche minori emissioni di CO₂ (come richiesto dagli accordi di Kyoto). Inoltre, non è dotata di dispositivi quali *air-bag*, ABS, barre laterali e altro, che rendono molto più sicure e confortevoli le auto attualmente in produzione.

È necessario definire una strategia complessiva secondo un piano, anche pluriennale, che consenta l'indispensabile rinnovo del parco non ecologico, fissando, eventualmente, priorità in base al grado di anzianità e di inquinamento dei veicoli.

In ogni caso, come è stato dimostrato dai precedenti provvedimenti di agevolazione di auto non catalizzate, è facile prevedere che sarebbero sufficienti risorse finanziarie

minime che consentano l'introduzione di tali misure, in quanto la sostituzione di veicoli non catalizzati anche con autovetture usate catalizzate, costituirebbe un volano per l'intero settore con effetti positivi anche per il bilancio dello Stato.

PIANO DI INTERVENTI PER IL RINNOVO DEL PARCO CIRCOLANTE AUTO

Come noto le forti tensioni sui temi ambientali, in relazione anche all'inquinamento delle città, si indirizzano in modo particolare nei confronti dell'automobile, seppure altri fattori incidono sul fenomeno, quali livelli elevati di congestione, carenze di infrastrutture, insufficienze della rete viaria, ecc.

Le responsabilità comunque dell'inquinamento da traffico risalgono essenzialmente all'anzianità del parco automobilistico italiano che è più elevata della media europea, con una percentuale di veicoli catalizzati ancora molto bassa (meno del 50% del totale del parco), nonostante il positivo impulso dato dal provvedimento di incentivazione alla rottamazione concluso nel luglio 1998.

La situazione si aggraverà ulteriormente, se non verranno adottati interventi correttivi fin da ora, in considerazione della scadenza del periodo di proroga della benzina con piombo (1 gennaio 2002).

Occorre tener conto che l'Italia ha ottenuto detta proroga proprio in considerazione della necessità di non penalizzare gli utenti di tali vetture e contemporaneamente disporre di un lasso di tempo sufficiente ad adottare misure risolutive del problema.

Priorità di intervento

In linea di principio, il problema del parco da rinnovare riguarda tutte le vetture non conformi alla Direttiva 91/441 che per le vetture a benzina ha richiesto l'adozione del catalizzatore. Si tratta di circa 15 milioni di vetture (di cui 1,2 milioni diesel).

Data la dimensione, del problema, occorre definire una strategia complessiva secondo un piano pluriennale. È in ogni caso indispensabile che iniziative di rinnovo accelerato del parco non ecologico siano definite con rapidità, per evitare turbative sul mercato.

Tenuto conto del breve periodo di proroga concesso per la benzina con piombo, il provvedimento relativo ad una prima fase potrebbe essere focalizzato sul parco che essenzialmente utilizza tale tipo di benzina: si tratta di circa 5 milioni di vetture (di cui 500.000 diesel).

Con riferimento a recenti proposte in argomento, tese ad avvicinare la situazione italiana agli standard europei, si potrebbe ipotizzare un intervento articolato, in cui è, comunque, assolutamente necessario provvedere con estrema urgenza alla rottamazione *tout court* delle auto non catalizzate, in particolare quelle ante 1988, promuovendo al contempo la loro eventuale sostituzione con vetture usate catalizzate.

Vantaggi

- Gli interventi auspicati determinerebbero vantaggi a livello macro-economico, consentendo un incremento del PIL annuo significativo e positivi impatti diretti e indiretti sull'occupazione. Il settore auto ha infatti una delle più elevate capacità di

attivazione del sistema economico, con un indice moltiplicatore di 1,89 per ogni unità prodotta.

- Per quanto riguarda l'aspetto ambientale, in totale per il periodo 2000-2004 si giungerebbe alla rottamazione di circa 8 milioni di vetture non catalizzate. Alla fine del periodo, considerando anche le rottamazioni fisiologiche, il parco circolante italiano supererebbe l'80% di catalizzazione, con un notevole impulso al ringiovanimento rispetto al trend naturale e con un sostanziale allineamento ai principali Paesi europei. In particolare la rottamazione di 8 milioni di vetture non catalizzate permetterebbe un abbattimento delle emissioni di circa 1.600.000 t/anno di ossido di carbonio (CO); 300.000 t/anno di idrocarburi incombusti (HC); 200.000 t/anno di ossidi di azoto (NO_x). In termini ambientali, si aggiunga che ogni veicolo non catalizzato emette circa 10g di benzene al giorno per evaporazione spontanea, con una immissione in atmosfera superiore a 100 t/giorno.
- Si otterrebbe, inoltre, una significativa riduzione dei consumi con effetti positivi sulle emissioni di CO₂.
- Aspetto significativo del provvedimento è inoltre rappresentato dal forte impulso al miglioramento, oltrechè dell'ambiente, anche della sicurezza.
- Infine, come conseguenza della concessione di un premio di pura rottamazione, verrebbe ridotto il numero di vetture circolanti, dando in tal modo un contributo alla riduzione della congestione.

Parco autovetture in Italia a fine 1999
(Prime stime soggette ad ulteriori approfondimenti)

TOTALE CIRCOLANTE (*)	28.850.000	100,0
di cui:		
diesel	3.700.000	12,8
benzina	25.150.000	87,2
DIESEL	3.700.000	12,8
di cui:		
conforme (dir.91/441)	2.500.000	8,7
non conforme (dir.91/441 – imm. ante 92)	1.200.000	4,2
BENZINA	25.150.000	87,2
di cui:		
catalizzate (dir.91/441)	11.500.000	39,9
non catalizzate (ante 92)	13.650.000	47,3
VEETURE BENZINA NON CATALIZZATE	13.650.000	47,3
di cui funzionanti:		
anche con benzina senza piombo (imm. 92/88)	9.150.000	31,7
con benzina con piombo (ante 88)	4.500.000	15,6
BENZINA CON PIOMBO	4.500.000	15,6
di cui :		
possono utilizzare benzina senza piombo con interventi di adeguamento (imm. 87/84)	3.400.000	11,8
non possono essere adeguate (ante 84)	1.100.000	3,8

* Sono esclusi:

- i veicoli "derivati" immatricolati come vetture,
- le vetture rubate e non ritrovate, oltre che quelle radiate nel corso dell'anno, ma che comunque hanno pagato la tassa di possesso.

L'UNIONE PETROLIFERA

L'ELIMINAZIONE DELLA BENZINA CON PIOMBO IN ITALIA

A metà degli anni '80 l'Unione Europea, al fine di favorire la diffusione di auto equipaggiate con marmitta catalitica, decise di avviare la progressiva introduzione sul mercato di benzina priva di piombo. Il piombo infatti danneggia irreversibilmente la marmitta catalitica.

Con la Direttiva 98/70/CE, adottata dall'Unione Europea dopo un lungo e complesso programma di ricerca comunitario, viene decisa l'eliminazione della benzina con piombo a partire dal 1 gennaio 2000.

La proroga di due anni concessa all'Italia

Come noto l'Italia ha ottenuto una proroga di due anni a tale scadenza, per accompagnare senza eccessivi problemi socio-economici la transizione alla sola benzina senza piombo.

L'eliminazione del piombo infatti richiede solo marginali adattamenti all'assetto delle raffinerie mentre potrebbe generare problemi di operabilità alle auto più anziane progettate per funzionare con benzine contenenti piombo.

L'industria petrolifera italiana fin dall'inizio di tale processo di eliminazione del piombo si è orientata verso un solo tipo di benzina senza piombo: quella con un numero di ottano RON di 95 minimo.

La formulazione di benzine a più alto numero di ottano avrebbe comportato l'inevitabile incremento del tenore di aromatici, aggravando il problema di inquinamento da benzene che in Italia preoccupa più che negli altri Paesi a causa di un parco circolante poco catalizzato e di un traffico urbano particolarmente congestionato.

Tale posizione è stata riconfermata anche recentemente con il pieno appoggio alla richiesta di proroga avanzata dal Ministero dell'Ambiente alla Commissione UE per avere più tempo per l'eliminazione del piombo dalla benzina. In tal modo si sarebbe potuto programmare senza traumi il processo di rottamazione delle vetture non più in grado di funzionare con benzina priva di piombo senza ricorrere a benzine a 98 ottani che presentano tenori di aromatici molto elevati.

Tra l'altro realizzare per tali vetture un circuito di distribuzione ad hoc appare improponibile in quanto, impegnare le attuali strutture destinate alla benzina con piombo per un prodotto valutato in non più del 6% del consumo totale ed in rapido declino, disottimizza notevolmente il sistema di distribuzione ed è contrario al processo di razionalizzazione della rete.

Quindi l'industria petrolifera italiana immetterà sul mercato un solo tipo di benzina a 95 ottani riuscendo in tal modo a continuare a produrre benzine con il tenore medio di benzene ed aromatici ai più bassi livelli in Europa.

Le qualità delle benzine in Italia

	Limite anno 2000	Limite anno 2005	Valore medio 1999
Aromatici %Volume	40	35	32,8
Benzene %Volume	1,0	1,0	0,77

Le recenti tendenze nella riformulazione della benzina potrebbero comportare conseguenze a vari livelli sull'operabilità del parco auto circolante.

La questione MTBE/ETBE

Va anzitutto evidenziato che la presenza di MTBE nella benzina o del suo potenziale sostituto l'ETBE non avrà alcun impatto sul circolante, ferma restando la decisione di impiegare a partire dal 2002 unicamente la benzina senza piombo a 95 ottani.

Né sembra possibile ipotizzare un ricorso a tali componenti in quantitativi massicci (per produrre benzine senza piombo a 98 ottani) per evitare di incorrere nelle problematiche che attualmente si trovano costretti ad affrontare gli Stati Uniti sulla contaminazione dei pozzi di acqua potabile. Anche se la legislazione sui serbatoi interrati in Europa ed in Italia in particolare è diversa e molto più cautelativa di quella degli USA, ci potranno essere maggiori probabilità di contaminazioni se i quantitativi impiegati di MTBE/ETBE saranno elevati.

L'eliminazione del piombo

Diverso è il discorso sull'impatto sul parco circolante conseguente all'eliminazione della benzina con piombo a 97 ottani. In questo caso tale benzina svolgeva il duplice compito di rispondere alle esigenze ottaniche più elevate dei vecchi motori e di lubrificare le sedi valvole nel caso di motori con testata in ghisa.

La scomparsa della benzina con piombo potrà quindi determinare diverse difficoltà al parco circolante.

A tale riguardo il Governo, in collaborazione con le case costruttrici, ha predisposto un catalogo contenente tutte le informazioni necessarie all'utente per individuare il grado di compatibilità della propria auto con la benzina senza piombo.

Le informazioni sono relative ai modelli immatricolati prima del 1989 e suddividono le vetture in tre categorie:

- quelle che non necessitano di alcun adeguamento;
- quelle che richiedono modesti interventi motoristici, tipo il ritardo dell'anticipo di accensione;
- quelle che necessitano di interventi importanti alla testata ed alle sedi delle valvole. Si tratta di modifiche tecnicamente ed economicamente onerose che potranno essere evitate con l'uso di idonei lubrificanti.

La posizione dell'industria petrolifera al riguardo è del tutto allineata con quella del Governo.

Occorre infatti accelerare il processo di rottamazione delle vetture più vecchie che restano anche quelle maggiormente inquinanti e comunque assicurare l'operabilità del parco residuo.

Per quanto riguarda la richiesta ottanica, come detto, resterà sul mercato solo la benzina senza piombo a 95 ottani per cui le vetture progettate per funzionare con la benzina a 97 ottani devono adeguare l'anticipo del motore, ritardandolo opportunamente. L'intervento è veloce e di lieve entità economica.

Per i modelli più critici, le proprietà lubrificanti del piombo potranno essere adeguatamente sostituite da idonei additivi lubrificanti che consentiranno quindi di evitare i costosi interventi sulla testata del motore e alle sedi valvole. Tali additivi, che comunque non dovranno produrre emissioni inquinanti dannose alla salute e all'ambiente, sono generalmente formulati a base metallica il cui costituente più importante può essere il manganese, il potassio oppure il fosforo.

L'industria petrolifera assicurerà presso le stazioni di servizio carburanti la disponibilità di tali additivi.

La trasformazione dei veicoli più critici a metano/GPL

Tra le misure previste dal Governo per il parco circolante più anziano vi è anche l'incentivazione alla trasformazione dei veicoli dalla benzina al metano o GPL. Si tratta di una misura sicuramente valida, oltre che tecnicamente anche da un punto di vista ambientale, per quei veicoli che a seguito dell'eliminazione della benzina piombata soffrissero solo di carenza ottanica.

La trasformazione a metano o GPL non risolverebbe però il problema dell'usura delle sedi valvole che non si potrebbe più gestire neanche con gli additivi in quanto questi ultimi utilizzano la benzina per essere veicolati fino alla sedi valvole. Il circuito di alimentazione del metano o del GPL è invece completamente sigillato e non permette l'aggiunta di additivi.

La benzina con piombo per le auto storiche

La Direttiva 98/70/CE autorizza gli Stati membri a commercializzare benzina contenente piombo in un quantitativo pari allo 0,5% del mercato nazionale della benzina per l'alimentazione delle auto storiche. In Italia sarà quindi possibile commercializzare circa 75.000 tonnellate di benzina con piombo per questa categoria di vetture.

La distribuzione della benzina con piombo sarà effettuata in collaborazione tra le compagnie petrolifere e gli Auto/Moto Club Storici. Nei prossimi mesi Unione Petrolifera avvierà contatti con questi Club per iniziare a concordare le modalità di produzione e vendita della benzina piombata.

FONDAZIONE FILIPPO CARACCILO
CENTRO STUDI DELL' ACI
(Automobile club italiano)

DALLO STUDIO "UN FUTURO SENZA PIOMBO"

Situazione italiana del parco circolante e confronto con altri Paesi europei

L'applicazione della Direttiva 98/70 ha un diverso impatto in ciascuno dei Paesi dell'Unione, essendo diversa l'entità e la composizione del parco circolante, con riferimento alla consistenza di veicoli che ancora necessitano di benzina con piombo (benzina rossa) rispetto al totale.

Particolarmente pesante è l'impatto per l'Italia: se altri Paesi come Francia, Gran Bretagna, Germania, hanno provveduto più tempestivamente ad adottare politiche ambientali, in modo da incentivare il rinnovo del parco, altrettanto non è stato fatto nel nostro Paese, ove il rapporto popolazione/circolante è tra i più alti in Europa; ciò rende molto più problematica l'attuazione della Direttiva.

È utile, infatti, evidenziare che in molti Paesi del Nord Europa non è più in vendita da diverso tempo la benzina con piombo e che nel corso degli anni si è cercato di venire incontro alle esigenze di coloro che possedevano auto alimentate a benzina con piombo, commercializzando benzine contenenti sostituti del piombo. Diversificate, inoltre, sono state le misure di politica fiscale al fine di incentivare il rinnovo del parco circolante.

La disomogeneità nella composizione del parco circolante all'interno dell'UE è dimostrata anche dalla percentuale di consumo di carburante senza piombo pari, complessivamente, al 76% rispetto al consumo di benzina rossa.

..... (omissis)

In Italia, al fine di limitare l'inquinamento da emissioni relative alla combustione dei carburanti, si è puntato molto sul miglioramento della qualità degli stessi; i risultati, peraltro, sono stati in parte vanificati, sia da una mancata politica di rinnovo programmato del parco, sia dalla mancanza di incisive e innovative misure a sostegno del trasporto urbano, ivi compreso il trasporto collettivo.

Come si evidenzia dalle risultanze dei veicoli iscritti al Pubblico Registro Automobilistico, le autovetture non catalizzate al 31.12.1998 ammontavano a 16,6 milioni di unità circa, di cui 4,9 milioni immatricolate anteriormente al 1984, per le quali non appare ipotizzabile altra soluzione che la rottamazione, in quanto si tratta di veicoli con caratteristiche tali da rendere impossibile l'uso della benzina verde e degli additivi. Erano 3,7 milioni i veicoli non catalizzati immatricolati dal 1984 al 1987 che teoricamente potrebbero circolare, previo adattamento, aggiungendo additivi in sostituzione del piombo e intervenendo sulla regolazione dell'anticipo. Ammontavano, infine, a 8 milioni circa, i veicoli immatricolati tra il 1988 e il 1992, il cui motore può essere alimentato con benzina verde, nel senso che possono parimenti "circolare" ma non per questo senza produrre, in quanto privi di marmitta catalitica, emissioni nocive nell'ambiente.

Si fa presente che il dato, fissato al 31 dicembre 1998, è da considerare consolidato. Tuttavia, anche con i dati attualizzati, evidentemente provvisori, di cui lo Studio ha tenuto conto in corso d'opera, le problematiche connesse all'applicazione della Direttiva non subiscono modifiche rilevanti. Infatti al giugno 2000 il parco circolante autovetture non catalizzato, secondo le risultanze tratte dal PRA, è così articolato:

- ante '84: 4.096.716
- 1984-87: 3.210.146
- 1988-92: 7.786.688

I 16,6 milioni di autovetture a benzina rossa (15.195.000 al 31.12.1999 dato provvisorio), rispetto al parco circolante autovetture a benzina, che ammonta a poco meno di 28 milioni, rappresentano più del 50%.

La più elevata concentrazione di autovetture a benzina rossa, rispetto a quelle alimentate a benzina verde, è nelle Regioni del Mezzogiorno : 67,5% in Molise ; poco meno del 70% in Basilicata, Calabria e Sicilia ; 77,5% in Campania. Si tratta delle Regioni con più basso reddito familiare e dove per lo più si è in possesso di una sola autovettura per nucleo familiare.

Gli stessi dati riguardanti la vendita di benzina rossa e verde rispecchiano la composizione del parco circolante sopra citata, tenuto conto che le autovetture più vecchie hanno una minore percorrenza media annua. Infatti, tali dati, tratti dalle statistiche dell'Unione Petrolifera, dimostrano che in Italia il consumo di benzina rossa nei primi 6 mesi del 2000 si è attestato al 30% del totale del consumo di benzina.

Definizione degli obiettivi

La Direttiva Europea, quindi, discende, come inevitabile conseguenza, dalla necessità di migliorare la qualità dell'aria. Tuttavia la sua applicazione va effettuata secondo modalità che consentano all'utenza un passaggio non traumatico, graduale e guidato da un'opportuna azione politica.

Per detti motivi lo Studio ha privilegiato l'aspetto delle valutazioni di convenienza per l'utente, partendo dall'analisi delle situazioni relative al parco circolante nel nostro Paese ed evidenziando gli effetti che le varie linee d'azione già sperimentate o ancora da sperimentare, possono avere sull'intera collettività nazionale.

È infatti evidente che, collocarsi nella prospettiva del biennio per l'attuazione della Direttiva, richiede la soluzione di complessi problemi riguardanti i vari aspetti della vita sociale e industriale del Paese, aspetti che occorre affrontare e razionalizzare fin d'ora, se si vuole che il rinnovo e l'ammodernamento del nostro parco automobilistico, si trasformi in un evento positivo, oltre che per l'ambiente, anche per il nostro sistema economico e sociale.

Tutto ciò premesso, si è con il presente Studio ritenuto di dovere approfondire gli aspetti tecnici, economici e sociali e le relative interconnessioni, al fine di pervenire alla individuazione di appropriate linee di intervento da offrire a chi è istituzionalmente preposto ad assumere decisioni in materia. E' apparso, infatti, che le componenti interessate sia Istituzionali che Economiche hanno affrontato dette tematiche in modo settoriale e non globale.

Ci si augura che chi dovrà operare delle scelte nell'individuare gli strumenti attuativi più adeguati ad una corretta gestione dei tempi di applicazione della Direttiva, terrà conto anche delle indicazioni contenute nello Studio, basato, da un lato su approfondimenti scientifici e rigorosi, e dettato, dall'altro, dal solo intento di fornire un contributo scevro da interessi di parte, finalizzato a trasformare quello che, allo stato attuale, appare un problema di difficile soluzione, in un'opportunità di cambiamento ai fini di una rinnovata politica di tutela dell'ambiente, del territorio e del diritto alla mobilità e alla sicurezza dei cittadini.

Metodologia adottata e risultati

Lo Studio si compone di tre parti nella prima delle quali si approfondiscono gli aspetti socio-economici della Direttiva attraverso l'analisi di impatto macroeconomico e l'analisi costi-benefici.

Impatto macro-economico della Direttiva

L'analisi di impatto macro-economico consente di stimare gli effetti generati da una determinata politica sul settore produttivo e, in particolare, sul reddito nazionale. Nel caso specifico, l'entrata in vigore della Direttiva 98/70 indurrà alla sostituzione accelerata delle autovetture immatricolate prima del 1984, che attualmente ammontano a poco più di 4 milioni (4.096.716), anticipando di fatto la loro eliminazione dal parco circolante rispetto all'andamento tendenziale.

In termini economici, ciò comporta un incremento indotto della domanda di auto, e dunque il conseguente incremento dell'offerta, che potrebbe avvenire sia aumentando la produzione nazionale, sia importando dall'estero la quantità di auto necessaria a soddisfare la domanda sul mercato interno.

In relazione al primo aspetto, lo Studio analizza la spesa per trasporti delle famiglie italiane e l'impatto che l'acquisto della nuova auto genera sui bilanci delle famiglie, in termini di riallocazione delle risorse disponibili tra i vari capitoli di spesa.

Vista la peculiarità della situazione nel nostro Paese e la brevità del periodo di proroga concesso, a fronte dei 5 anni possibili, le analisi effettuate hanno tenuto anche in considerazione la possibilità che la sostituzione, troppo concentrata nel tempo, del veicolo non catalizzato, con altro dotato di marmitta catalitica, potrebbe comportare una domanda elevata, con indebolimento di quella riguardante l'acquisto di altri beni e servizi, con tutte le ripercussioni negative sulle attività dei corrispondenti settori produttivi.

Infatti, i dati sulla rottamazione dei veicoli e l'acquisto di veicoli catalizzati a seguito dei Provvedimenti incentivanti la rottamazione intervenuti negli anni 1997/1998, hanno fatto rilevare che le famiglie hanno finanziato la spesa per la nuova auto anche riducendo i consumi di beni e servizi relativi a turismo (vacanze) e tempo libero, posponendo altre voci di spesa relativa ai beni di investimento di uso domestico.

Per quanto concerne quest'ultimo aspetto, a livello macroeconomico, è stato valutato l'impatto che un incremento della domanda di auto genera sul sistema produttivo.

La tavola delle interdipendenze settoriali ha consentito di stimare il valore aggiunto generato direttamente e indirettamente dall'introduzione della Direttiva, evidenziando gli effetti moltiplicativi sui settori collegati alla produzione di automobili.

Le stime effettuate hanno dimostrato che l'accelerazione del trend normale di rottamazione di auto non catalizzate, con conseguente aumento delle prime immatricolazioni, può portare benefici effetti in termini di entrate aggiuntive per l'Erario (IVA, imposte varie) e ricadute positive sul PIL e sull'occupazione. Inoltre è stato rilevato un positivo risvolto in termini di un, seppure parziale, risanamento ambientale e di sicurezza della circolazione.

L'analisi costi-benefici - che stima la variazione del benessere collettivo conseguente all'applicazione della Direttiva, valutando in termini monetari i benefici e i costi per la collettività derivanti dalla sostituzione di una parte dell'attuale parco di autovetture circolanti, rispetto ad una situazione in assenza di Direttiva - ha confermato che il rinnovo sapientemente accelerato del parco auto non catalizzato, sebbene anticipi una tendenza già in atto sul mercato, consente di aumentare sensibilmente il benessere collettivo, in termini di benefici ambientali e della salute umana.

Problematiche tecniche ed ambientali

La seconda parte dello Studio affronta le problematiche tecniche ed ambientali connesse all'inquinamento da autotrazione, illustrando brevemente le diverse azioni intraprese

anche in sede comunitaria. Si è provveduto ad illustrare la regolamentazione della qualità dei carburanti in Italia ed ad indicare gli aspetti tecnici relativi ai principali parametri qualitativi introdotti dalla Direttiva 98/70, nonché le strategie di adattamento dell'Industria petrolifera italiana e le conseguenti ripercussioni sulle dinamiche del mercato e sulla redditività dell'industria. Viene altresì approfondito l'aspetto relativo all'introduzione di biocarburanti e di additivi.

In merito alla regolamentazione delle emissioni, la Direttiva "base" dell'U.E. è la n. 70/220/CEE, che ha rappresentato la presa di coscienza ed il punto di partenza della più recente ed intensa attività legislativa. Ad essa ha fatto seguito una serie di emendamenti di normative che hanno determinato un importante effetto di riduzione delle emissioni.

Ridotte essenzialmente le emissioni di piombo, tra il '70 e il '93, nello stesso periodo quelle di CO sono state ridotte del 90%, quelle di HC e di NO_x dell'87%. Ipotizzando per esempio al 2010 il totale rinnovo del parco circolante secondo l'attuale trend e considerando ulteriori miglioramenti delle tecnologie motoristiche e dei carburanti – si dovrebbero poter utilizzare, soprattutto per le aree urbane, combustibili di qualità (riformulati), o combustibili alternativi, primi fra tutti il gas naturale (metano) ed il GPL – sembrano perseguibili risultati decisamente positivi per l'inquinamento dell'aria da traffico veicolare.

In questo percorso, finora compiuto nella direzione di perseguire l'obiettivo di ridurre l'inquinamento atmosferico da autotrazione, una delle tappe, di sicuro tra le più significative almeno in Europa, è segnata dalla Direttiva 81/441 che ha introdotto l'obbligo delle cosiddette "marmitte catalitiche", capaci, nell'ambito di adeguate condizioni d'impiego, di ridurre chimicamente le emissioni nocive a livelli sostanzialmente meno dannosi per la salute dei cittadini.

La marmitta catalitica attualmente più usata fra i sistemi di abbattimento allo scarico, obbligatoria di serie negli autoveicoli con motori ad accensione comandata alimentati con benzina senza additivi al piombo immatricolati in Italia a partire dal 1993, è costituita da un catalizzatore trivalente che provoca con un processo termochimico la trasformazione di monossido di carbonio (CO), idrocarburi (HC) ed ossidi di azoto (NO_x) in componenti non dannosi, come anidride carbonica, acqua ed azoto.¹

Essendo difatti ormai acquisita una conoscenza approfondita e favorevole di questi nuovi dispositivi di abbattimento allo scarico ed essendo essi entrati pressoché ovunque negli obblighi normativi, non poteva che venire imposto l'obbligo d'uso dei carburanti ad essi adatti.

La pratica della catalizzazione, validata sul parco europeo dall'esperienza, e sostenuta altresì dal progresso tecnologico, (evidente strumento anche di concorrenza industriale fra produttori di veicoli), ha prodotto, come osservato, la necessità di impiegare solamente carburanti compatibili con la funzionalità e la durata delle "marmitte catalitiche", cioè le cosiddette benzine verdi. Pertanto, nell'ottobre del 1998 l'U.E. ha emanato la Direttiva 98/70 con lo scopo di migliorare la qualità dell'aria dal punto di vista sanitario ed ambientale.

Si potrebbe a questo punto osservare come, almeno per il momento e data la complessità dei fattori in gioco, i risultati conseguiti per la salute dei cittadini non siano

¹ Il dispositivo fornisce questo risultato solamente se gli vengono forniti i gas di scarico di una miscela ottimale aria/benzina (miscela stechiometrica). Un componente importante del sistema catalitico è pertanto la "sonda lambda" che, controllando momento per momento la qualità dei gas di scarico, provoca la modifica di quantità di iniezione di carburante in modo che i gas stessi pervengano al catalizzatore sempre nella composizione ottimale.

allo stato delle conoscenze del tutto probanti, considerato che questo spostamento di natura delle emissioni, se elimina una sostanza certamente "tossica" come il piombo, non elimina tuttavia sostanze (come il benzene) che sono aggressive per la salute da altri peggiori punti di vista. Resta comunque la circostanza che il cammino verso questa "depurazione ambientale" è avviato e, come in tutte le operazioni massive di questa natura, nelle quali fra l'altro sono in gioco interessi vasti e diversificati, occorre procedere di pari passo con le conoscenze disponibili e con la consapevolezza dei tempi realisticamente conseguibili, garantendo tuttavia che i risultati via via raggiunti siano in linea con gli obiettivi perseguiti.

Proposte programmatiche

La terza parte dello Studio contiene un complesso di proposte per un programma di sostegno, basato sui risultati acquisiti, in grado di raggiungere il duplice obiettivo di migliorare la qualità dell'aria e di rinnovare il parco circolante con oneri non eccessivi per l'utenza, in coerenza con le scelte di fondo operate dalla Direttiva.

In particolare le politiche evidenziate sono le seguenti:

- per i veicoli immatricolati sino a tutto il 1983, pari attualmente a circa 4,1 milioni, è da escludere, senza ombra di dubbio, che possano continuare a circolare utilizzando benzina verde. E' assolutamente necessario, per questa categoria di auto, favorire una ulteriore accelerazione nel processo o di sola rottamazione o di sostituzione con veicoli catalizzati, per eliminarli dal parco circolante entro la scadenza del 31 dicembre 2001. Né sono ipotizzabili altre soluzioni che vorrebbero favorirne la riconversione a GPL o metano per tali ragioni:
- l'impianto a gas non sostituisce completamente l'alimentazione a benzina. Questa continua ad essere necessaria quanto meno in fase di avviamento;
- l'installazione di un impianto a gas comporta una spesa di circa 2 milioni da effettuarsi nella maggior parte dei casi su veicoli che hanno ormai un valore commerciale praticamente nullo;
- la rete di distribuzione per il GPL e il metano non è capillare e quindi non è in grado di assorbire in tempi brevi un forte aumento del carico di lavoro (al sud è praticamente assente);
- sorgono problemi di sicurezza legati alle particolari cautele da osservare per i veicoli alimentati a gas;
- per i veicoli immatricolati tra il 1984 e il 1987 pari oggi a circa 3,2 milioni, si ritiene che debbano comunque essere progressivamente sostituiti con veicoli catalizzati, in quanto è pur vero che tali veicoli potrebbero circolare con additivi (sui quali lo Studio evidenzia alcune problematiche) e qualche intervento sul motore, ma rimangono forti dubbi sia riguardo al costo degli additivi stessi che sulla composizione delle emissioni. L'auto non catalizzata, infatti, non è in grado di abbattere le emissioni di sostanze nocive come HC, CO, NO_x;
- per i veicoli immatricolati dal 1988 al 1992, pari attualmente a circa 7,8 milioni, si può dire che possono "tranquillamente" essere alimentati con benzina verde, ma valgono le obiezioni di cui sopra quanto alle emissioni.

Rimane dunque l'unico vantaggio della eliminazione del piombo, ma resta invariato l'aspetto relativo a tutte le altre emissioni inquinanti che nelle vetture progettate a benzina verde sono trattenute, appunto, dalla marmitta catalitica.

Soluzioni alternative, quali quelle consistenti nell'accelerazione della messa sul mercato di biocarburanti (contenenti additivi più ecologici, quali ETBE) secondo la Delibera del CIPE del 19 novembre 1998, adottata sulla scia degli accordi di Kyoto, e comunque previste dalla stessa Direttiva 98/70, come obiettivi di medio/lungo periodo, non appaiono verosimilmente praticabili entro la scadenza ultima fissata al 31 dicembre 2001. È bene comunque ricordare, a tale proposito, che, attualmente, il "reale" beneficio in termini ambientali ottenibile dall'utilizzo di tali biocarburanti su veicoli non catalizzati, e di vecchia generazione, non è in alcun modo provato. Anzi, ricerche effettuate dall'Istituto Motori di Napoli, hanno dimostrato come il miglioramento è comunque vanificato dalle emissioni inquinanti dovute all'olio motore che trafila in camera di combustione.

In ogni caso argomento decisivo, ferme restando le critiche sopra esposte, è comunque quello che tiene conto delle finalità che la Direttiva si propone di realizzare. Questa, infatti, perseguendo l'obiettivo di migliorare la qualità dei carburanti, mira alla costituzione di un parco circolante interamente catalizzato a livello Europeo.

È per questo che se l'Italia intende rispettare la scadenza del 31 dicembre 2001 - rimediando ad un ritardo che, su queste tematiche, ha reso il nostro Paese fanalino di coda nell'ambito dell'UE- dovrà attuare una politica di incentivi rivolta, prima di ogni altra cosa, al rinnovo del parco.

In tale ottica le proposte di incentivi per una rapida sostituzione del parco non catalizzato sono le seguenti:

- interventi sul prezzo di acquisto dell'auto nuova (a cui possono aggiungersi sconti da parte delle singole case costruttrici e/o degli stessi concessionari) incentivando maggiormente gli acquisti di auto nuove di minore cilindrata e minori consumi;
- azzeramento delle imposte connesse ai trasferimenti della proprietà per l'acquisto di un'auto usata purché dotata di marmitta catalitica allo scarico con sonda lambda a controllo elettronico, fermi restando i controlli periodici di manutenzione previsti dalla Legge;
- interventi sui costi della transazione (IVA, imposta di registro, costi di immatricolazione, ecc.) a prezzo di vendita invariato o, in aggiunta, a sconti effettuati su iniziativa delle case costruttrici/concessionari;
- interventi atti a favorire la sola rottamazione dell'auto usata senza sostituirla con una nuova.

L'obiettivo da perseguire attraverso la suindicata politica di incentivi dovrebbe essere pertanto di:

- giungere alla data di entrata in vigore della Direttiva (1° gennaio 2002) avendo completato la sostituzione dei veicoli non catalizzati immatricolati prima del 1984 (non in grado di circolare con benzina verde) e possibilmente di quelli immatricolati tra il 1984 e il 1987 (che necessitano, per continuare a circolare, di interventi meccanici e/o dell'utilizzo di additivi nel carburante) nonché avendo ridotto in misura significativa la quota di auto non catalizzate immatricolate dopo il 1987;
- continuare l'intervento anche dopo l'entrata in vigore della Direttiva, fino alla completa sostituzione delle auto circolanti non catalizzate, da ottenersi in un arco di tempo significativamente inferiore a quello derivante dal naturale processo di sostituzione determinato dal mercato.

L'attuazione della Direttiva rappresenterebbe, pertanto, la prima tappa di un programma di incentivi che nel suo complesso risulterà più vasto ed articolato di quello già attuato nel 1997-98.

La completa sostituzione delle autovetture a benzina rossa, a cui si accompagnerebbe anche una riduzione in valore assoluto del parco circolante, grazie alla rottamazione senza sostituzione di una parte delle autovetture più vecchie, permetterebbe alla collettività di beneficiare non soltanto dei fattori positivi di carattere ambientale cui la Direttiva fa riferimento, ma anche dei vantaggi indiretti che il processo di ringiovanimento del parco auto di fatto comporterebbe.

Essi riguardano in particolare la maggiore sicurezza ed il minor consumo energetico per chilometro percorso, che le automobili della generazione attuale sono in grado di garantire, in misura molto maggiore rispetto a quelle in circolazione, tecnicamente obsolete.

Va rilevato, infine, che una politica di incentivi, mirata ed equilibrata secondo le indicazioni fornite, favorirebbe da un lato la collettività e l'ambiente, dall'altro produrrebbe effetti positivi non solo sul PIL ma anche sull'occupazione, senza contare le entrate aggiuntive nel Bilancio dello Stato, riferite alla fiscalità gravante sull'acquisto dei veicoli.

ADICONSUM

CONFERENZA STAMPA del 4 agosto 2000

Benzina super

La Commissione UE ha concesso all'Italia una proroga sino al 31 dicembre 2001, per utilizzare la benzina super contenente piombo. Le ragioni allora adottate dal Governo italiano per ottenere la proroga si basavano sulla prospettiva che, in Italia, sarebbe stato necessario rottamare alcuni milioni di auto vecchie. Si trattava di una informazione non veritiera. Infatti la Commissione ha motivato la proroga sino al 31 dicembre 2001, non per le ragioni addotte dal Governo, ma per l'esigenza di informare correttamente i consumatori.

Invece la campagna di disinformazione continua (vedi la recente conferenza stampa dell'ACI): *si dice che 4 milioni e mezzo di auto dovrebbero essere rottamate*. Si tratta di una affermazione falsa (del resto smentita anche dal Ministero dei Trasporti) perché:

- anche le macchine non catalitiche costruite prima del 1989, possono andare con la Benzina senza Piombo
- non c'è differenza sostanziale fra benzina Super e Benzina senza Piombo. Infatti si vende un solo tipo di benzina, non due.

Secondo il Ministero dei Trasporti, invece, ci sarebbero 1.200.000 auto da rottamare. Anche questa affermazione non è completamente vera, perché almeno 600.000 di queste non sono più circolanti, ma non sono state cancellate dal PRA.

Evidentemente si vogliono creare le condizioni psicologiche per chiedere nuovi incentivi alla rottamazione per l'acquisto di nuove.

Adiconsum è contraria ad ogni incentivo per la rottamazione delle auto non catalitiche per l'acquisto di auto nuove, perché il provvedimento non avrebbe efficacia. Infatti la gran parte dei possessori di auto vecchie non ha i soldi per acquistare un'auto nuova.

Per abbattere l'inquinamento e per migliorare la sicurezza del parco auto circolante, dovrebbe essere invece previsto un incentivo per rottamare le auto vecchie, in cambio dell'acquisto di auto usate catalitiche (costruite dopo il 1990), debitamente revisionate e fornite di garanzia almeno per un anno. Questo provvedimento servirebbe anche a rinnovare il parco auto.

Esosi i costi per immatricolare un'auto usata

Un freno notevole all'ammodernamento del parco auto circolante è determinato dal costo esoso della immatricolazione delle auto usate. Gli elementi che aggravano i costi sono:

- la doppia registrazione, alla Motorizzazione civile e al PRA;
- l'obbligo di procedere alla registrazione del contratto: sia per l'acquisto di auto nuove, che per la compravendita di auto usate (tassa di registro e bolli);
- l'intervento del notaio nell'atto di compravendita (che spesso non vede neppure i contraenti).

È quindi urgente procedere rapidamente all'abolizione del PRA, che è solo fonte di errori e di maggiori costi per i consumatori, ed eliminare l'obbligo della registrazione del contratto di compravendita dell'auto, evitando i costi del notaio e della tassa di registro.

Euro 3

Nella documentazione in cartellina sono riportate le scadenze derivanti dal recepimento da parte del Governo italiano della Direttiva CE sulla riduzione dell'inquinamento da traffico. Dal primo gennaio 2001 sarà vietato immatricolare auto nuove che non rispondano ai requisiti comunitari di *EURO 3*, e cioè non abbiano montato il dispositivo *EOBD*. Su questo tema c'è un'assenza completa di informazione ai cittadini.

Occorre che i consumatori siano coscienti che le auto nuove non rispondenti ai requisiti EURO 3, acquistati nell'anno 2000, a partire dall'anno prossimo, subiranno una consistente svalutazione.

Auto alimentate a GPL

Forti interessi contrari hanno sinora impedito che il GPL avesse la diffusione che avrebbe meritato per le sue particolari caratteristiche (solo il 4% - 2.300.000 auto - vanno a GPL):

- con le auto alimentate a GPL si risparmia circa il 40% rispetto a quelle alimentate a benzina;
- ha un minore impatto ambientale, poiché le emissioni della combustione del GPL sono meno inquinanti della benzina.

Le cause che sinora hanno frenato lo sviluppo del GPL:

1. Solo di recente la legge permette l'omologazione di auto a GPL. Ciò ha sinora trattenuto le case automobilistiche dall'immettere sul mercato auto progettate per essere alimentate a GPL (forse anch'esse erano d'accordo). Solo recentemente è apparso qualche modello.
2. Il divieto di parcheggio nei garage sotterranei. Da tempo sono disponibili tecnologie che rendono sicuri gli impianti di GPL, ma ad oggi non sono state ancora omologate le specifiche tecniche che permetterebbero di parcheggiare liberamente le auto a GPL.
3. La qualità del GPL, non risponde ancora a livelli qualitativi standard. Si è ancora in attesa che siano definiti gli standard che il GPL in commercio deve obbligatoriamente rispettare.
4. La rete dei distributori è ancora poco estesa e non stimola i consumatori a installare gli impianti a GPL.

Adiconsum ritiene che gli incentivi per l'installazione degli Impianti GPL sulle auto debbano essere prorogati per promuovere la trasformazione a GPL delle auto non catalitiche costruite dopo il 1989.

In sintesi le proposte di Adiconsum

Al Governo

1. Respingere le richieste di incentivi per l'acquisto di auto nuove e la rottamazione delle auto non catalitiche;
2. Prevedere invece incentivi per rottamare le auto vecchie, in cambio dell'acquisto di auto usate catalitiche (costruite dopo il 1989), debitamente revisionate e fornite di garanzia;
3. Prorogare gli incentivi per l'installazione di impianti GPL, sulle auto non catalitiche costruite dopo il 1989;
4. Procedere rapidamente all'abolizione del PRA, per alleggerire i costi di compravendita a carico dei consumatori;
5. Eliminare l'intervento del notaio nei contratti di compravendita delle auto usate;
6. Rivedere l'obbligo della registrazione del contratto di compravendita dell'auto ed abbattere l'onere della tassa di registro;
7. Il Ministero dei Trasporti, anche utilizzando le risorse del CNCU, deve realizzare una campagna per informare correttamente i consumatori sulle problematiche dell'eliminazione della benzina super e delle norme relative all'Euro 3.

Consigli per i consumatori

1. Non prestare ascolto alle campagne terroristiche sulla rottamazione a causa del divieto di impiegare benzina super;
2. Se avete un'auto di media-grande cilindrata, non catalitica ma ancora efficiente, valutate la convenienza ad installare un impianto a GPL;
3. Attenzione alle auto acquistate a chilometri ZERO, cioè immatricolate nel 2000 e consegnate nel 2001, è il trucco per aggirare la norma dell'EURO 3;
4. Attenzione: le auto Euro 1 ed Euro 2 potrebbero essere presto incluse nel blocco del traffico nelle zone a traffico limitato delle città.

LE ASSOCIAZIONI AMBIENTALISTE

Gli Amici della Terra

Legambiente

GLI AMICI DELLA TERRA

Valutare le conseguenze della eliminazione della benzina con piombo appare assai complesso, almeno per i seguenti motivi.

1) I dati forniti dalle fonti ufficiali sono incerti e contraddittori. Incertezze e contraddizioni riguardano il numero di veicoli coinvolti, il tipo di intervento da effettuare per metterli in grado di utilizzare la benzina verde, la possibilità di utilizzare additivi sostitutivi per garantire l'azione protettiva nei riguardi delle sedi delle valvole, le conseguenze ambientali dell'impiego di tali additivi. È singolare che regni tanta confusione in un settore che istituzioni, industria automobilistica e industria petrolifera dovrebbero conoscere perfettamente. È singolare, ad esempio, che sul sito appositamente istituito dal Ministero dei Trasporti il modello R4 della Renault sia classificato in categoria C – cioè tra quelle vetture che per passare alla benzina verde richiedono interventi importanti e forse troppo costosi – mentre la stessa Renault afferma che quel modello può usarla tranquillamente senza necessità di alcuna modifica.

2) L'eliminazione della benzina piombata non riguarda solo gli autoveicoli più vecchi, ma anche un parco imprecisato - probabilmente piuttosto consistente – di attrezzi agricoli e da giardinaggio, diffusi in modo capillare e usati in modo incontrollabile. Il mercato di queste macchine è nelle mani di molti piccoli costruttori e di una miriade di rivenditori, per cui la diffusione di informazioni incerte può favorire il ricorso a pericolosi sistemi fai da te.

3) Al pari degli incentivi alla rottamazione, i provvedimenti che dettano nuovi standard ambientali per le benzine e per i motori tendono a stimolare un ricambio accelerato del parco auto. Mentre tale ricambio costituisce certamente un vantaggio per le industrie produttrici, sono assai dubbi i benefici ambientali che ne deriverebbero, e ciò per numerosi motivi. Ne elenchiamo alcuni : (a) il parco soggetto al ricambio, se anche costituisce una quota non indifferente del parco circolante in termini di numero di veicoli, costituisce una quota di molto inferiore in termini di carburante utilizzato, in quanto i veicoli vecchi sono mediamente di piccola cilindrata ed hanno percorrenze annue inferiori alla media; (b) è vero che i veicoli nuovi inquinano meno, ma è anche vero che – come è facile constatare – un'auto acquistata oggi ha mediamente maggiori dimensioni, è più accessoriata ed ha prestazioni assai superiori alla vecchia auto rottamata; l'utente la userà di più e correrà di più, con il risultato che i suoi consumi annui – e quindi le emissioni di CO₂ – tenderanno a crescere; (c) la marmitta catalitica riduce drasticamente le emissioni di ossidi di azoto (NOx), di ossido di carbonio (CO) e di idrocarburi incombusti (HC). Il tasso di abbattimento è però pressoché nullo sinché il dispositivo non raggiunge i 300 °C, cioè in fase di avviamento e nei percorsi urbani brevi; inoltre esso perde di efficacia – in misura non ben nota e oggetto di controversie – mano a mano che invecchia, rilascia in atmosfera metalli pesanti (platino, palladio, rodio), crea gravi problemi se non viene smaltito correttamente. Come se non bastasse, un'auto catalizzata emette piccole quantità di protossido di azoto, un potente gas serra presente in quantità assai inferiori nei gas di scarico delle vecchie auto. Lungi dall'essere la panacea di tutti i problemi ambientali, la sostituzione delle vecchie auto con auto nuove ne risolve solo parzialmente alcuni creandone altri.

4) La soluzione del ricambio accelerato, auspicata dalle industrie produttrici e fatta propria dalle istituzioni anche europee, richiederebbe invece l'effettuazione di un accurato bilancio ambientale complessivo dell'intera operazione. I sostenitori del ricambio si limitano a mettere a confronto le emissioni inquinanti e di gas serra di un'auto a benzina

nuova e di un'auto vecchia in un ciclo di guida standard del tutto teorico, senza tenere conto delle circostanze, tutt'altro che irrilevanti, evidenziate al punto precedente. Non si tiene conto cioè del fatto che l'utente sostituirà l'auto rottamata con una più potente, che molto probabilmente la userà più di prima, che non sostituirà, perché nessuno lo obbliga a farlo, la marmitta catalitica quando questa comincerà a perdere di efficacia, e così via. E, quel che è più grave, non si tiene conto dei prelievi di risorse e di energia, delle emissioni, dei rifiuti e di tutti i problemi ambientali connessi alla produzione dell'auto nuova e allo smaltimento della vecchia. Non è affatto provato che un confronto tra le due soluzioni possibili, quella del ricambio accelerato e quella del mantenimento in circolazione delle vecchie auto con una benzina sostitutiva della super con piombo (del tipo della benzina LRG "Lead Replacement Gasoline" Superplus, introdotta in Francia ed in Inghilterra) indichi come preferibile la prima soluzione, qualora questo confronto venga effettuato secondo le metodologie di valutazione del ciclo di vita e tenga conto di tutte le implicazioni e le variabili messe in gioco nei due casi.

Gli Amici della Terra da diversi anni hanno affrontato il tema delle esternalità generate dai trasporti; gli studi effettuati hanno messo in luce che l'onere riversato sulla collettività dal sistema nazionale dei trasporti (dell'ordine dei 200mila miliardi di lire all'anno, senza tener conto degli impatti prodotti dalle infrastrutture) è in crescita e per più della metà è imputabile alle autovetture private. Il vero problema è quello di arginare questa crescita, attuando strategie in grado di orientare la domanda di mobilità verso obiettivi di sostenibilità.

Non esistono ricette semplici per costruire tali strategie, ma è indispensabile evitare sin da ora di adottare misure in conflitto con gli obiettivi di sostenibilità, quali sono tutte le misure che favoriscono l'uso dell'auto privata e perpetuano la "cultura dell'automobile". Avviarsi verso la sostenibilità significa invece educare la gente a preferire beni durevoli, privilegiare la fornitura di servizi e l'industria delle trasformazioni e delle manutenzioni, promuovere prodotti e attività a minore intensità di materiali ed energia (come sono i servizi di trasporto collettivo), qualificare dirigenti e manodopera per metterli in grado di attuare e sostenere un cambiamento così profondo.

Visto in questa ottica, il problema della eliminazione della benzina con piombo assume una dimensione quantitativamente marginale ma culturalmente emblematica. Secondo gli Amici della Terra, il criterio da seguire dovrebbe essere quello di garantire, fatti salvi ovviamente i requisiti di sicurezza, che il parco di veicoli (e di macchine agricole) coinvolto possa continuare a circolare. Ciò può essere ottenuto, dopo una attenta valutazione delle soluzioni tecniche accettabili, promuovendo quanto possibile la trasformazione dei motori per renderli adatti a combustibili "puliti" (come il gpl) e, negli altri casi, sostituendo la benzina con piombo con una benzina LRG. È importante che la benzina LRG venga commercializzata già pronta per l'uso, cioè che gli additivi sostitutivi del piombo vengano aggiunti e miscelati dalle industrie petrolifere e non dall'utente.

Gli Amici della Terra sono la sezione italiana dei *Friends of the Earth International*, la più estesa rete ambientalista del mondo, presente in 61 Paesi di cinque continenti. Essa si propone di promuovere lo sviluppo sostenibile ad ogni livello, proteggendo l'ambiente, salvaguardando le diversità culturali, etniche e biologiche e favorendo la crescita della democrazia e della partecipazione dei cittadini. In Italia, l'Associazione, nata nel 1977, è impegnata nell'affermazione di una politica ambientale fondata sulla prevenzione e sulla pianificazione strategica. Attraverso un'azione costante di studio, ricerca, proposta e iniziativa politica, gli Amici della Terra hanno conseguito risultati importanti nei campi dell'energia, dei rifiuti, della salvaguardia del clima, dell'assetto dei controlli ambientali. La sede nazionale si trova in Via di Torre Argentina, 18 - 0018 Roma - Tel. 066868289 - 066875308 - Fax 0668308610. Sito Web: <http://www.amicidellaterra.it> - e-mail: amiterra@amicidellaterra.it

LEGAMBIENTE

Quello della messa al bando della benzina Super è sicuramente un provvedimento importante, la cui utilità è stata evidenziata dal rapido decremento delle concentrazioni di piombo nell'aria delle nostre città, con conseguente diminuzione delle patologie ad esso collegate.

Certo però questo non basta a migliorare la qualità della vita dei cittadini. Se la benzina Verde infatti non contiene il piombo, per il resto è del tutto identica alla Super ed è quindi altamente inquinante e pericolosa per la salute umana. Sono addirittura 10 i morti ogni giorno per smog; 3.472 decessi ogni anno, 4.597 ricoveri ospedalieri, decine di migliaia di casi di disturbi bronchiali e asmatici. Queste le cifre dell'impatto sulla salute dei cittadini delle alte concentrazioni di inquinanti nell'aria calcolando le concentrazioni medie di PM10 (la frazione respirabile delle polveri che grazie al piccolo diametro può arrivare sino alle vie più profonde portandosi dietro sostanze altamente inquinanti e spesso cancerogene come il benzo(a)pirene). L'impatto dell'inquinamento da PM10 sulla salute dei residenti stimato nelle 8 maggiori città italiane, ha rivelato che nella popolazione di oltre 30 anni, il 4.7% di tutti i decessi osservati nel 1998, pari a 3.472 casi, è attribuibile al PM10 in eccesso di $30\mu\text{g}/\text{m}^3$. In altre parole, riducendo il PM10 ad una media di $30\mu\text{g}/\text{m}^3$ si potrebbero prevenire circa 3.500 morti all'anno.

La salute pubblica va infatti salvaguardata con ogni mezzo e gli amministratori devono impegnarsi in maniera decisiva affinché quello dell'inquinamento non sia più il principale male delle nostre città. Migliorare la mobilità, rendere più veloci i percorsi degli autobus proteggendo le corsie preferenziali, sostenere l'uso di mezzi alternativi, sono tutti possibili interventi per contenere l'inquinamento atmosferico, ottenendo importanti ricadute in termini di salute e di costi sociali.

Uno studio condotto in Austria, Francia e Svizzera sui costi sanitari dell'inquinamento atmosferico ha evidenziato che il numero dei casi di bronchite acuta nei bambini attribuibili all'inquinamento atmosferico (PM10 in totale) sono ben 543.300, di cui 300.000 dovuti proprio allo smog generato dal traffico veicolare. Dei 37.800 ricoveri ospedalieri determinati dall'inquinamento atmosferico, ben 25.000 sono dovuti ai veleni prodotti dal traffico, così come 162.000 casi di attacchi di asma nei bambini (sul totale di 300.900). Su 30.5 milioni di giorni lavorativi ridotti a causa di malattie respiratorie, ben 16 milioni sono generati dall'inquinamento da traffico, mentre per la mortalità nei tre paesi, lo studio fornisce oltre 40.500 casi di cui 21.000 attribuibili sempre allo smog da traffico. Nei tre Paesi l'inquinamento atmosferico riconducibile al traffico veicolare produce costi per 27 miliardi di Euro l'anno, pari a 360 Euro pro capite.

La posizione delle Istituzioni

- **Il Ministero dell'Ambiente**
- **Il Ministero dei Trasporti e della Navigazione**
- **Il Ministero delle Politiche Agricole e Forestali**
- **Il CNR (Istituto Motori di Napoli)**

MINISTERO DELL'AMBIENTE

PROGRAMMA DI MISURE PER LA TRANSIZIONE VERSO LA ELIMINAZIONE DELLA BENZINA CON PIOMBO

In vista della eliminazione della benzina con il piombo dal 1 gennaio 2002, è stato predisposto un "pacchetto di misure" che consentano di rendere più agevole la transizione.

Le misure sono finalizzate prioritariamente a favorire l'eliminazione degli autoveicoli che avranno serie difficoltà a circolare, a prevedere l'utilizzazione di additivi per rendere compatibili con la benzina senza piombo gli autoveicoli più vecchi, a migliorare la qualità dei carburanti per ridurre le emissioni, a favorire la conversione dei motori a benzina a motori a GPL e metano. Le informazioni sulle problematiche relative ai vari modelli sono disponibili presso il sito del Ministero dell'Ambiente (www.minambiente.it) e dei Trasporti (www.trasportinavigazione.it).

1. Eliminazione agevolata degli autoveicoli immatricolati prima del 1984

L'applicazione di misure per favorire la rottamazione degli autoveicoli più vecchi, oltre che rispondere all'esigenza del rinnovo del parco, anche in vista della eliminazione della benzina con il piombo, potrebbe rappresentare l'occasione per realizzare un progetto pilota per la sperimentazione della attuazione della Direttiva europea "Vehicles end of life".

Secondo gli ultimi dati forniti dalle associazioni di categoria ANFIA, FEDERAICPA, UNRAE, le autovetture circolanti immatricolate prima del 1984 dovrebbero essere circa 1.100.000.

Il costo della eliminazione di un'autovettura si aggira attorno alle 200.000 lire.

Il Governo sta verificando le modalità di copertura di questo costo con un intervento che dovrebbe consentire entro la fine del 2001 di agevolare lo smaltimento di 600.000 autoveicoli.

L'erogazione del contributo o del premio di eliminazione potrà essere effettuata attraverso la rete dei concessionari delle case automobilistiche, che potranno funzionare da "sportello" sia per gli automobilisti che i demolitori/rottamatori.

L'anticipazione delle risorse necessarie all'esercizio dello sportello sarà assicurata dai concessionari, che saranno rimborsate attraverso il credito di imposta. In questo modo sarà sperimentato un "circuit virtuoso" tra case costruttrici, concessionari, demolitori/rottamatori, in vista della attuazione della Direttiva europea "Vehicles end of life".

Il Ministero dell'Ambiente e i Ministeri dell'Industria, dei Trasporti e delle Finanze, sottoscriveranno un protocollo di intesa con le case costruttrici, i concessionari, i demolitori/rottamatori per la regolamentazione dei contributi o dei premi di eliminazione.

2. Riduzione degli oneri di compravendita di veicoli usati

Al fine di agevolare l'acquisto di veicoli catalizzati usati è stato previsto un provvedimento che prevede di ridurre notevolmente i costi relativi al passaggio di proprietà.

3. Agevolazione della conversione a metano e a GPL di autoveicoli non catalizzati

Gli autoveicoli alimentati a gas metano o a GPL sono meno inquinanti di quelli alimentati a benzina, sia per quanto riguarda i principali inquinanti che l'anidride carbonica.

Le emissioni di anidride carbonica (CO₂) generate dalla combustione di gas metano sono inferiori di circa il 20% rispetto a quelle derivate dalla combustione di carburante diesel o benzina.

Il GPL, che è una miscela di gas che consiste in gran parte di propano e butano, se utilizzato nei motori a combustione interna consente una riduzione potenziale di CO₂ pari a circa il 5% rispetto ai carburanti convenzionali. Se si considera poi l'intera catena energetica (ad es. l'estrazione dal petrolio o gas naturale) si evidenzia un addizionale di riduzione del 5% rispetto al carburante diesel.

L'impiego di gas come carburante comporta una serie di vantaggi: facilita la reazione di combustione grazie alla migliore miscelazione tra gas ed aria rispetto ai carburanti liquidi; rende superflua l'aggiunta di additivi in quanto possiede un elevato numero di ottano ed un elevato potere calorifico; contribuisce al mantenimento del buono stato del motore e alla pulizia degli oli di lubrificazione grazie alla combustione più pulita dovuta all'assenza di sostanze catramose e minerali non combustibili.

Con l'alimentazione a metano o a GPL si abbattano del 100% le emissioni di benzene e di materiale particolato.

Per quanto riguarda gli altri inquinanti (monossido di carbonio (CO), ossidi di azoto (NO_x) ed idrocarburi (HC) le percentuali di riduzione che si ottengono con la conversione a gas dei veicoli alimentati a benzina variano fortemente in funzione del tipo di veicolo, della sua cilindrata e delle sue condizioni di usura.

Le emissioni del metano risultano inferiori a quelle di tutti i carburanti liquidi. Rispetto alla benzina senza piombo, in assenza di dispositivo catalitico, abbatta infatti dal 40 al 90% le emissioni di HC e dal 50 all' 80% quelle di CO. Le riduzioni degli NO_x sono meno consistenti. Il GPL, dal canto suo abbatta, sempre in assenza di dispositivo catalitico, in media del 40% le emissioni di HC, dal 50% all'80% quelle di CO e dal 10 al 20% quelle di NO_x. Gli aspetti negativi del suo impiego consistono in una riduzione del 10% della potenza del motore e in un leggero incremento dei consumi.

Considerando i vantaggi ambientali derivanti dalla conversione a GPL o a metano di autoveicoli non catalizzati, viene previsto un incentivo di 800.000 lire (600.000 lire da parte dello Stato e 200.000 lire da parte dei convertitori). Nel 2000 saranno destinati a questa misura 50 miliardi di lire, consentendo in tal modo di effettuare 83.000 conversioni. Complessivamente, entro la fine del 2001, questo programma dovrebbe consentire di convertire a metano e a GPL 250.000 autovetture non catalizzate e quindi altamente inquinanti.

Nel collegato alla Finanziaria 2000 verrà inserito il provvedimento di incentivazione, la cui copertura sarà garantita da una parte delle entrate previste dall'art.8, comma 10, lettera f della legge 448/98 (carbon tax).

Il Ministero dell'Ambiente e i Ministeri dell'Industria, dei Trasporti e delle Finanze sottoscriveranno un protocollo di intesa con le imprese di costruzione e montaggio dei kit di conversione, e con la rete di distribuzione di metano e GPL, per la regolamentazione delle modalità di erogazione dei contributi.

4. Additivi ossigenati

L'impiego di additivi ossigenati non pericolosi di origine vegetale, sostitutivi del piombo e in parte dei composti aromatici, costituisce una soluzione auspicabile, indicata dall'Unione Europea e dal Governo italiano, sia per migliorare la qualità dell'aria (riduzione delle emissioni di CO e di benzene) che per la riduzione delle emissioni di anidride carbonica.

In particolare viene indicato l'impiego di bioetanolo per la produzione di ETBE (etil-ter-butil-etero), un additivo altoottanico, da miscelare nelle benzine fino ad un massimo del 15% in volume.

Dal 1 gennaio 2001 potrebbe essere avviato il programma per la produzione e l'utilizzazione di 300.000 tonnellate/anno di ETBE prodotto utilizzando bioetanolo in sostituzione di MTBE (metil-ter-butil-etero).

- Al momento attuale la capacità produttiva nazionale di bioetanolo corrisponde a 150.000 tonnellate/anno, pari ad una produzione di ETBE stimata tra 280.000 e 300.000 tonnellate/anno;
- La capacità produttiva di ETBE negli impianti che attualmente producono MTBE è pari a 280.000 tonnellate/anno;
- Il costo aggiuntivo di produzione di ETBE rispetto a MTBE è stimato in circa lire 800/litro anidro di bioetanolo.

Pertanto, fino a tutto il 2003, la produzione nazionale di ETBE sostituirebbe una pari quantità di MTBE già prodotto in Italia. Di conseguenza la nuova produzione di ETBE non determinerebbe un corrispondente aumento del tenore di additivi ossigenati nelle benzine, attualmente stimato in meno del 3% (inclusa una quota di importazione di MTBE pari a 150.000 tonnellate/anno).

L'aumento della capacità produttiva e dell'impiego di additivi ossigenati corrisponde peraltro all'esigenza di limitare il tenore di composti aromatici nelle benzine nella misura massima del 35% a partire dal 1.1.2005 (direttiva 70/98/CE).

Entro la fine del 2003, con il completamento dei progetti industriali in corso, la capacità produttiva nazionale di bioetanolo dovrebbe corrispondere a circa 340.000 tonnellate/anno, pari ad una produzione di ETBE stimata tra 650.000 e 680.000 tonnellate/anno.

Per raggiungere questa produzione di ETBE, sarà peraltro necessario realizzare nuovi impianti, integrati con le raffinerie, con una capacità produttiva pari ad almeno 400.000 tonnellate/anno.

Le imprese petrolifere italiane, ed in particolare AGIP Petroli, si sono dichiarate interessate e disponibili alla realizzazione dei nuovi impianti, da localizzare presso i siti di produzione agricola di bioetanolo in Sicilia e Romagna.

I costi previsti per questo intervento sono stimati in 150 miliardi/anno per i tre anni 2001,2002,2003.

5. Additivi lubrificanti per auto immatricolate prima del 1988

Il Ministero dell'Ambiente sta valutando la possibilità di utilizzare nel 2002 appositi additivi a base di potassio, o di fosforo o di manganese per lubrificare le sedi delle valvole e per aumentare il numero di ottano.

In particolare i problemi maggiori, in termini di necessità di additivi lubrificanti e di un aumento del numero di ottano, si avranno per i veicoli immatricolati prima del 1984 che alla fine del 2001 si saranno ridotti a poche centinaia di migliaia di unità.

La vendita di questi additivi sarà assicurata dai distributori di carburante.

**MINISTERO DEI TRASPORTI E DELLA NAVIGAZIONE
E
MINISTERO DELL'AMBIENTE**

ELIMINAZIONE DELLA BENZINA ROSSA DALLA RETE DI DISTRIBUZIONE EFFETTI SULLE AUTO VECCHIO TIPO

In vista dell'eliminazione della benzina rossa dalla rete di distribuzione, definitivamente fissata per il 1 gennaio 2002, il Ministero dei trasporti e della navigazione ed il Ministero dell'Ambiente hanno ritenuto di dover verificare quante siano le autovetture non adatte all'utilizzo di benzina verde ed a quali condizioni possano comunque utilizzarla ad un buon livello di comfort di guida e senza riduzioni drastiche della durata del motore, fermo restando la mancata predisposizione, per le vetture non catalizzate, all'utilizzo di benzina verde.

È stata, allo scopo, interessata l'industria automobilistica, rappresentata dall'ANFIA e dall'UNRAE e sono stati esaminati tutti gli studi e le esperienze disponibili.

È emerso incrociando i dati dell'Archivio Nazionale dei Veicoli con le informazioni assunte dall'industria automobilistica, che su 26.996.000 auto alimentate a benzina:

- l'81% pari a 21.800.000 unità, può utilizzare benzina verde senza alcun accorgimento;
- per il 7% pari a 1.940.000 unità, sono consigliati adeguamenti di lieve entità per poter utilizzare benzina verde;
- per il 12% pari a 3.256.000 unità, sono consigliati adeguamenti più onerosi per poter utilizzare benzina verde. Tale dato non tiene conto di circa 1.600.000 auto per le quali non risulta pagata la tassa di circolazione da circa tre anni (perché demolite o abbandonate) e per le quali il Ministero delle Finanze sta effettuando i dovuti accertamenti, nonché un numero di radiazioni in corso nei primi tre mesi dell'anno pari a circa 600.000 veicoli. Ciò significa che il dato effettivo di questa categoria potrebbe essere stimato intorno ad 1.100.000, ovvero il 4% circa di tutte le auto alimentate a benzina.

È stato quindi possibile raccogliere, in un elenco, i nomi commerciali delle vetture che possono utilizzare benzina verde con o senza interventi di adeguamento. Dall'elenco sono ovviamente escluse le auto catalizzate, immatricolate dal 1 gennaio 1993 nel rispetto della Direttiva 91/41/CEE.

Accanto a ciascuno modello, individuato per marca e codice motore (quest'ultimo è annotato nel secondo riquadro della carta di circolazione) è riportata, nella colonna alimentazione, la lettera A, B o C.

Categoria A: nessun intervento

La lettera A indica che i motori non necessitano di nessun adeguamento.

Categoria B: interventi lievi

La lettera B indica invece la necessità, per migliorare il comfort di guida ed assicurare maggiore durata al motore, di adeguamenti di lieve entità, essenzialmente consistenti nella correzione dell'anticipo fisso di accensione, che va ritardato di quanto necessario per ridurre il "battito in testa". L'operazione può essere eseguita da officine di assistenza qualificate in meno di un'ora. E' inoltre consigliabile aggiungere ad ogni

rifornimento di carburante un additivo che lubrifichi le sedi delle valvole, non più protette dal piombo contenuto nella benzina rossa. Tale tipo di interventi potrebbero col tempo ridurre l'efficienza del motore con conseguente riduzione delle prestazioni e aumento dei consumi. Poiché i vecchi veicoli hanno un notevole potenziale inquinante, il Ministero dell'Ambiente si riserva di fornire indicazioni sugli additivi che riducano le emissioni dannose per la salute e per l'ambiente.

Categoria C: interventi importanti

La lettera C indica infine i modelli che, per migliorare il comfort di guida e per evitare riduzioni di durata del motore, richiederebbero interventi tecnicamente ed economicamente più onerosi, quali la sostituzione delle sedi delle valvole con altre in materiale adeguato e con dimensioni maggiorate per il piantaggio sulla testa ovvero la sostituzione della testa dei cilindri completa. Le case automobilistiche, tuttavia, esprimono notevole cautela sull'opportunità di tali interventi, i cui effetti non sono esattamente prevedibili su veicoli di elevata anzianità e con livello di manutenzione non conosciuta. Il consiglio è quello di consultare il meccanico di fiducia e, ove si decidesse di effettuare gli interventi, di farli presso officine di assistenza qualificate.

Le esperienze condotte recentemente hanno dimostrato che la benzina senza piombo può essere utilizzata anche dalle auto più anziane, con effetti sul comfort di guida variabili da modello a modello. Tuttavia, non esistendo ancora prove sufficienti in merito alla durata di un motore, che progettato per essere alimentato con benzina rossa, utilizzi benzina verde, una condotta di guida moderata allungherà la vita dell'auto.

TUTTE LE INFORMAZIONI SARANNO DISPONIBILI PRESSO:

- *Gli Uffici Provinciali della Motorizzazione*
- *Le circa 4000 officine autorizzate per la revisione. Per sapere quali sono le tre più vicine alla propria abitazione basta chiamare lo 06-41739999.*
- *Tutti i concessionari di auto*
- *Il sito del Ministero dei Trasporti e della Navigazione (www.trasportinavigazione.it).*

MINISTERO DELLE POLITICHE AGRICOLE E FORESTALI

COMUNICATO STAMPA

Il Ministro delle Politiche Agricole e Forestali comunica che il Decreto 25 maggio 1998 "Norme per lo svecchiamento del parco agromeccanico", attuativo del comma 34 dell'articolo 17 della Legge n. 449/97, ha cessato la sua operatività in data 31 dicembre 1999.

A conclusione dell'intervento risultano utilizzati circa 98,2 miliardi di lire, nonostante siano state autorizzate pratiche per oltre 100 miliardi di lire, importo stanziato dalla Legge n. 449/97.

È stato possibile autorizzare tutte le pratiche pervenute al Ministero delle Politiche Agricole e Forestali entro il 10 novembre 1999, mentre tutte quelle pervenute successivamente non hanno potuto beneficiare del contributo per la rottamazione. L'importo non utilizzato deve imputarsi ai numerosi annullamenti di contratti già autorizzati, a seguito di rinuncia da parte dell'acquirente, in parte formalmente comunicati al Ministero per le Politiche Agricole ed in parte ipotizzabili, in quanto molte pratiche risultano ancora sospese, non essendo pervenute né le relative fatture né la richiesta di annullamento.

Gran parte degli stanziamenti sono stati assorbiti dalle regioni settentrionali ed hanno riguardato soprattutto la rottamazione di trattrici. Notevoli sono stati anche gli interventi relativi alle mietitrebbiatrici e ad altre macchine operatrici.

In particolare la situazione finale per regione e per categoria macchine risulta essere quella riportata negli allegati.

Contributi statali per Regione

Regione	Contributo Statale (lire)
Abruzzo	617.615.835
Basilicata	33.692.667
Calabria	61.412.477
Campania	745.480.280
Emilia Romagna	21.956.231.872
Friuli Venezia Giulia	3.167.743.103
Lazio	2.025.982.732
Liguria	7.735.470
Lombardia	19.663.625.929
Marche	6.789.657.763
Molise	1.984.600
Piemonte	17.778.002.356
Puglia	895.019.170
Sardegna	324.403.402
Sicilia	675.860.720
Toscana	5.552.762.339
Trentino Alto Adige	1.159.972.972
Umbria	1.420.371.321
Valle D'Aosta	6.000.020
Veneto	15.273.493.348
Totale	98.218.685.983

Contributi statali per categoria macchine

Categoria Prodotti	Numero Macchine	Contributo Statale (lire)
Trattrici	5759	43.564.580.555
Mietitrebbiatrici	740	16.655.510.928
Attrezzature Fisse	609	2.306.651.368
Altre Macchine	166	127.494.089
Altro (Attrezzi, Vari)	13487	34.646.442.185
Trinciapaglia	23	21.252.510
Affossatore	19	15.358.445
Pompa per Irrigazione	33	78.184.089
Trinciamais	1	1.180.000
Tagliarive	1	1.000.000
Rincalzatore	9	13.252.818
Scavallatore	4	3.145.000
Retroescavatore	7	5.501.000
Caricaletame	38	52.321.795
Rototerra	48	285.487.270
Impianto di Mungitura	65	296.330.836
Motopompa	80	145.967.095
Totale		98.219.659.983

CNR
(Istituto Motori di Napoli)

LA DIRETTIVA COMUNITARIA 98/70/CE ED I SUO IMPATTO SUL PARCO CIRCOLANTE. LE POSSIBILI CONSEGUENZE AMBIENTALI

M.V. Prati, M. Rapone, L. Della Ragione, S. Iannaccone

..... (omissis)

Per la valutazione di come possano variare le emissioni di un motore progettato per la super ed alimentato con la benzina verde bisogna anche tenere conto delle caratteristiche chimico-fisiche dei due combustibili in questione. A differenza degli inizi degli anni '90, quando la benzina verde fece la sua comparsa nella rete di distribuzione italiana (in concomitanza con la commercializzazione delle prime automobili dotate di catalizzatore allo scarico), oggi la composizione di questo carburante differisce molto poco da quella della benzina super.

L'Istituto Motori del CNR ha partecipato, insieme alla Stazione Sperimentale dei Combustibili, nel periodo 1991-92 ad una Indagine Sperimentale su "Qualità delle Benzine-Emissioni Autoveicolari" finanziata dai Ministeri dell'Industria, del Commercio e dell'Artigianato, dell'Ambiente e della Sanità, oltre che dall'Unione Petrolifera e dalla Fiat. Questa indagine era "volta ad acquisire elementi conoscitivi sulla influenza della composizione delle benzine sulla qualità o quantità delle emissioni autoveicolari, con particolare riferimento ai livelli di idrocarburi policiclici aromatici (IPA) e delle aldeidi".¹

Durante la campagna di prove sono state sperimentate 12 differenti benzine (5 con piombo e 7 senza piombo) su 6 vetture (di cui tre non catalizzate) a 3 livelli di chilometraggio (0, 40.000 e 80.000 km). Sono state misurate le emissioni regolamentate (CO, HC e NO_x) ed alcune sostanze "non regolamentate" (benzene, aldeidi, idrocarburi policiclici aromatici). Le formulazioni dei combustibili impiegati rispettavano la qualità delle benzine in distribuzione in Italia negli anni 1990-1992. Le auto non catalizzate erano rispondenti alla Direttiva CEE 83/351 (ECE 15/04) sulle emissioni allo scarico.

Una vettura era di piccola cilindrata (Fiat Uno 45 a carburatore, 1000 cm³), una di media (Fiat Tipo a carburatore 1400 cm³) ed una di grande (Lancia Thema 2000 cm³ ad iniezione elettronica multi-point). Le tre autovetture sono state sperimentate sia con 0 km che con 40.000 km di accumulo.

I rilievi delle emissioni sono stati condotti secondo il ciclo di guida ECE+EUDC.

Le 12 benzine sono state provate senza apportare alcuna modifica alle autovetture.

Le caratteristiche delle 12 formulazioni sono riportate nella tabella.

Le sette benzine senza piombo avevano un numero di ottano RON compreso tra 95.4 e 96.3, quattro contenevano il 10 % di MTBE mentre gli aromatici variavano tra il 24 ed il 44% in volume.

Con riferimento alla tabella, si potrebbero considerare la formulazione 643, tra quelle senza piombo, e la 641, tra quelle con il piombo, come rappresentative della situazione attuale (anno 2000). Inoltre le due benzine, eccetto che per il tenore di

¹ Relazione finale "Indagine Sperimentale: Qualità benzine-Emissioni Autoveicolari" Convenzione del 12 luglio 1989 tra Ministero Industria, Commercio e Artigianato, Ministero dell'Ambiente, Ministero della Sanità e Unione Petrolifera, Settore Agip Petroli, Fiat - Roma novembre 1993.

piombo, hanno caratteristiche chimico-fisiche confrontabili. Si deve però evidenziare il fatto che il livello attuale di benzene nelle benzine è al di sotto dell'1%, mentre nelle due formulazioni indicate è intorno al 2%. Quindi i valori di emissione attuali di benzene risulteranno più bassi di quelli ottenuti durante la sperimentazione. L'analisi statistica dei dati ha mostrato come, in generale, a parità di vettura e di accumulo chilometrico, esista un effetto significativo del fattore benzina sugli inquinanti, sia regolamentati che non regolamentati^{2 3}.

Significativo è risultato ad esempio l'effetto dell'MTBE (al 10% in volume): la sua presenza riduceva mediamente del 20% le emissioni di CO, mentre aumentava di circa il 10% le aldeidi. La riduzione di CO può essere spiegata con il lieve smagrimento della miscela effettuato ad opera dell'ossigeno contenuto nella molecola di MTBE, mentre l'aumento di concentrazione dei composti carbonilici è dovuto all'ossidazione parziale del composto ossigenato⁴.

L'emissione di benzene è risultata correlata con il contenuto di benzene nella benzina, mentre non si è potuto valutare l'effetto degli aromatici sul benzene allo scarico in quanto le formulazioni di benzina provate avevano un contenuto di benzene ed aromatici correlato. Non sono emerse sostanziali differenze tra emissioni delle benzine con e senza piombo.

In sostanza si può trarre la conclusione che per quei motori in cui la benzina senza piombo può essere usata senza alcuna modifica, l'impatto ambientale rimarrà fondamentalmente invariato al passaggio da una benzina con piombo ad una "verde" con caratteristiche chimico-fisiche simili.

Caratteristiche delle benzine utilizzate durante la campagna sperimentale

Caratteristica	645	644	643	642	639	637	638	640	641	632	635	636
Densità [kg/l]	0.7381	0.7358	0.7499	0.7612	0.7563	0.7712	0.7647	0.7437	0.7467	0.7543	0.770	0.770
RON	95.7	95.5	96.1	96.3	95.5	95.4	95.4	97.0	97.8	98.0	97.3	98.0
MON	85.3	85.3	85.1	85.6	86.3	85.5	85.5	87.3	87.4	87.3	88.9	88.4
TVR [kg/cm ²]	0.702	0.725	0.648	0.645	0.746	0.637	0.729	0.698	0.715	0.689	0.724	0.652
E70 [% vol]	26.6	31.3	20.2	16.0	29.0	18.6	22.5	19.1	20.9	14.9	14.3	23.9
E100 [% vol]	55.3	56.2	45.3	40.3	53.6	44.6	42.7	45.5	45.5	38.5	35.7	45.5
Aromatici [% vol]	24	24	34	38	38	41	44	26	30	33	43	48
Olefine [% vol]	13	12	9	11	<1	<1	<1	11	11	10	<1	<1
Benzene [% vol]	0.71	1.49	2.16	2.60	2.69	3.16	3.24	1.87	2.0	2.39	3.42	3.67
MTBE [% vol]	10	10	-	-	-10	10	-	-	-	-	-	-
Piombo [g/l]	-	-	-	-	-	-	-	0.4	0.15	0.15	0.4	0.15

² L. Della Ragione, M. Rapone "Circuito di correlazione. Emissioni regolamentate e non", Vol. I – Executive Report, Contratto "Benzina senza piombo", Executive Report, Convenzione del 12 luglio 1989 tra Ministero dell'Industria, Commercio e Artigianato, Ministero dell'Ambiente, Ministero della sanità e Unione Petrolifera, Settore Agip-Petroli, Fiat Auto, Rapporto di Ricerca IM 91 RR667, 1991.

³ L. Della Ragione, M. Rapone, "Circuito di correlazione. Emissioni regolamentate e non", Vol. II – Final Report, Convenzione del 12 luglio 1989 tra Ministero dell'Industria, Commercio e Artigianato, Ministero dell'Ambiente, Ministero della Sanità e Unione Petrolifera, Settore Agip-Petroli, Fiat, Rapporto di Ricerca IM 91 RR668, 1991.

⁴ K. Owen, T. Coley "Automotive Fuels reference Book" SAE 2nd edition, 1995 ISBN 1-56091-589-7.

Edito dall' **ENEA**
Unità Comunicazione e Informazione
Servizio Edizioni e Documentazione
Lungotevere Grande Ammiraglio Thaon di Revel, 76 - 00196 Roma
Stampa: Laboratorio Tecnografico - Centro Ricerche Frascati
Copertina: Bruno Giovannetti (ENEA)

Finito di stampare nel mese di novembre 2000