UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI NAPOLI FEDERICO II

Scuola Politecnica e della Scienze di Base

Tesi di Laurea In

Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio

Dipartimento di Ingegneria Chimica, dei Materiali e della Produzione Industriale

Analisi delle attuali tecniche di trattamento di NOx da gas di scarico

Relatore:
Prof. De Gennaro Bruno

Candidato :
Rea Felicetta

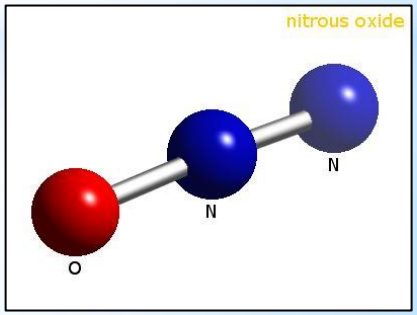
Matricola: N49000057

Anno accademico: 2014/2015

NO_X

L'azoto è in grado di formare diversi ossidi, alcuni dei quali sono:

- Il *monossido di azoto* (NO) è prodotto nel corso dei processi di combustione
- Il *biossido di azoto* (NO_2, anche come dimero N_2O_4) è presente nell'atmosfera, svolge un ruolo fondamentale nella formazione dello smog fotochimico
- L*'ossido nitroso* (N_2O) le sue emissioni antropogeniche sono dovute principalmente agli impianti industriali



Le problematiche

a) Sono composti tossici

b) NO_2 è un gas serra

c) Sono tra i responsabili della distruzione dell'ozono nella stratosfera seconda la seguente cinetica :

$$NO_2 + O\cdot \rightarrow NO + O_2 \qquad \text{dove } O\cdot + O_2 \rightarrow O_3$$

$$NO + O_3 \rightarrow NO_2 + O_2$$

Normative

NORMA EURO 5

Le emissioni prodotte dai veicoli diesel:

- Monossido di carbonio: 500mg/km;
- Particolato: 5 mg/km;
- Ossidi di azoto (NOx): 180 mg/km;
- Emissioni combinate di idrocarburi e di ossidi di azoto: 230 mg/km.

Emissioni prodotte da veicoli a benzina, a gas naturale o a GPL:

- Monossido di carbonio: 1000 mg/km;
- Idrocarburi non metanici: 68 mg/km;
- Idrocarburi totali: 100 mg/km;
- Ossidi di azoto (NOx): 60 mg/km;
- Particolato, unicamente per i veicoli a benzina a iniezione diretta che funzionano a miscela magra: 5 mg/km.

NORMA EURO 6

Le emissioni prodotte dai veicoli diesel:

- Monossido di carbonio: 500mg/km;
- Particolato: 5 mg/km;
- Ossidi di azoto (NOx): 80 mg/km;
- Emissioni combinate di idrocarburi e di ossidi di azoto: 170 mg/km.

Emissioni prodotte da veicoli a benzina, a gas naturale o a GPL:

- Monossido di carbonio: 1000 mg/km;
- Ossidi di azoto (NOx): 60 mg/km;
- Particolato: 5 mg/km.

Regolamento(CE) n.715/2007

Thermal NO_X

Meccanismo di Zel'dovic:

I. $N_2 + O \rightarrow NO + N\cdot$

II. $N\cdot + O_2 \rightarrow NO + O\cdot$

III. $N\cdot + OH \rightarrow NO + H$

Fattori che influenzano la loro formazione:

1. Temperatura massima del sistema, necessaria per attivare la prima reazione

2. Eccesso d'aria dove si trova la massima temperatura

Prompt NO_X

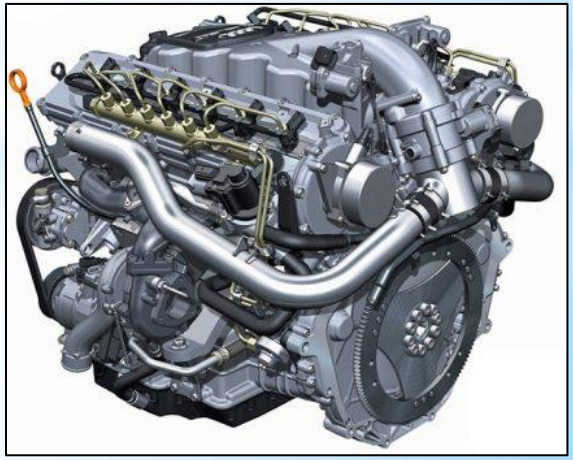
VELOCE

Reazioni alla base della loro formazione:

$$CH\cdot + N_2 \leftrightarrow HCN + N$$

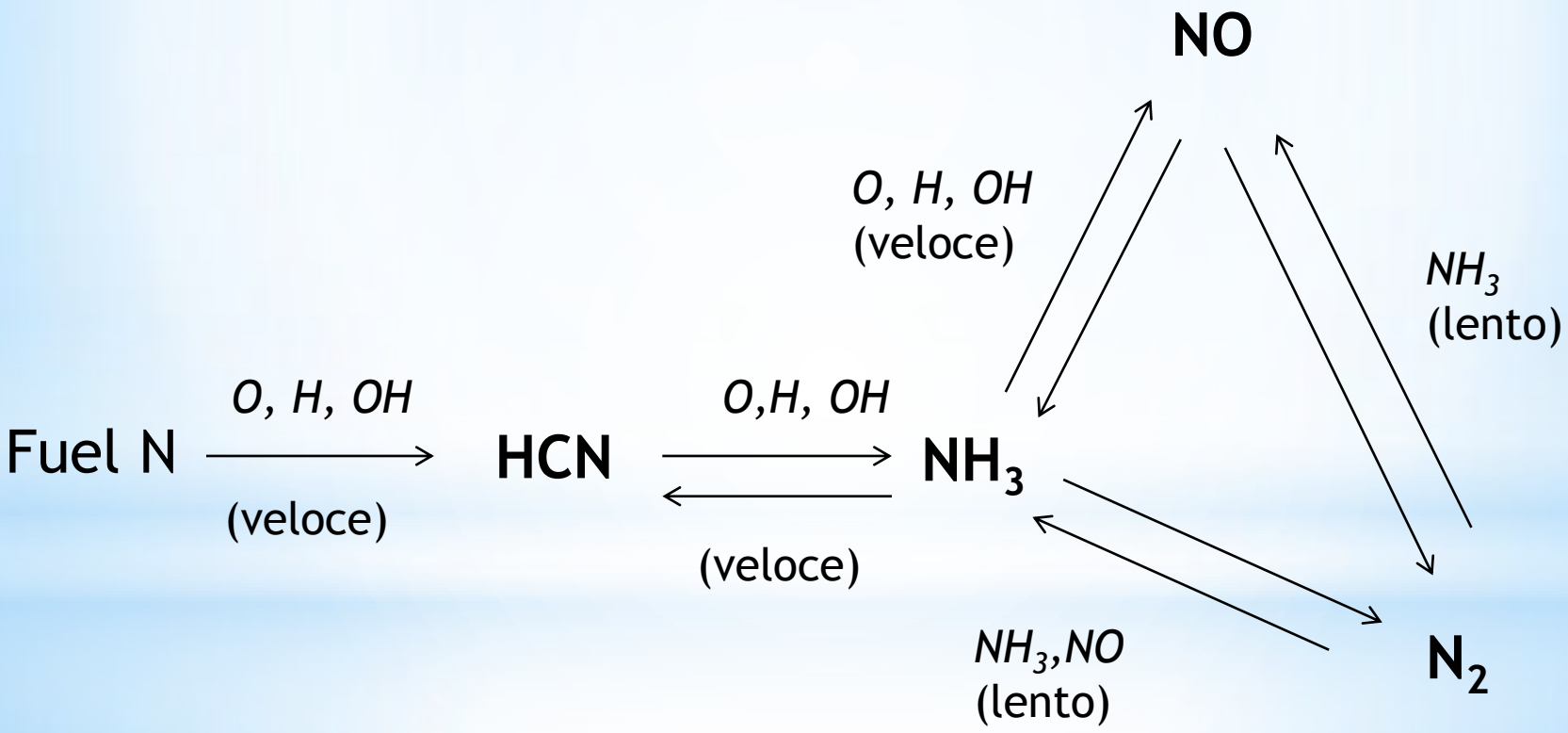
$$CH_2\cdot + N_2 \leftrightarrow HCN + NH\cdot$$

$$C\cdot + N_2 \leftrightarrow CN + N\cdot$$

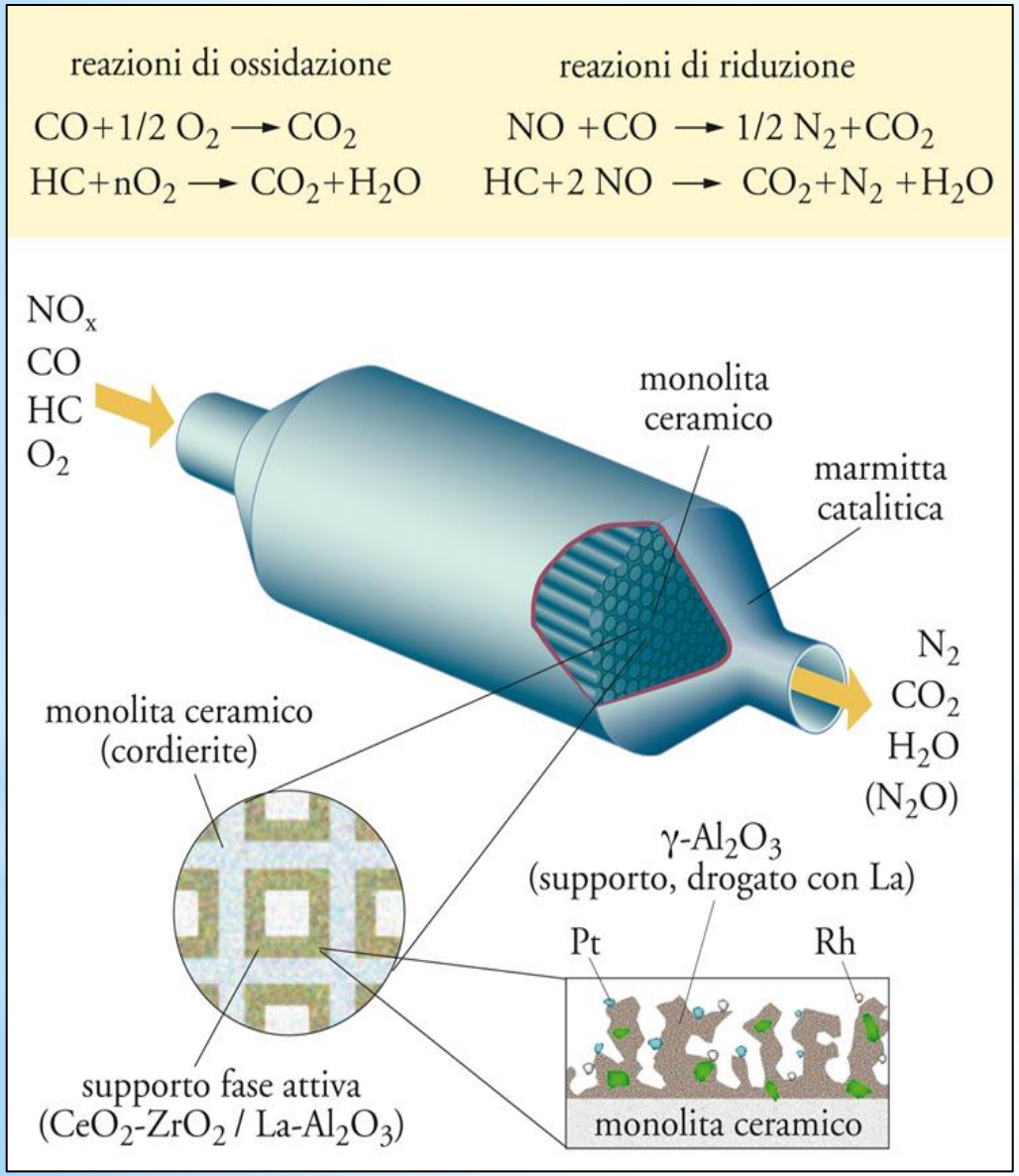


Fuel NO_X

Reazione veloce, derivante da composti azotati



Catalizzatore a tre vie



CARATTERISTICHE:

- Motori a benzina;
- Composizione: Pt-(Pd)-Rh-Al_2O_3

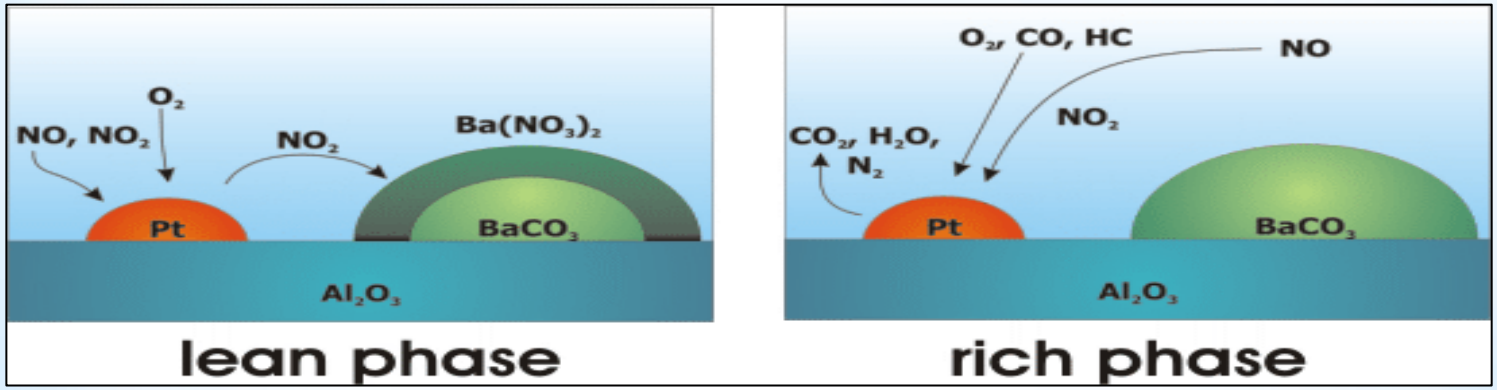
LIMITAZIONI:

- Non può essere applicata al motore diesel;
- A basse temperature si hanno basse prestazioni;

Catalizzatore NSR (NO$_X$ STORAGE CATALYST)

CARATTERISTICHE:

- Motori magri a benzina (eccesso O_2) e motori diesel;
- Composizione tipica: Pt-Ba-Al_2O_3



Assumendo che BaO sia il componente di accumulo, questo reagisce per dare nitrati secondo le seguenti stechiometrie:

$$2NO_2 + \frac{1}{2}O_2 + BaO \rightarrow Ba(NO_3)_2$$

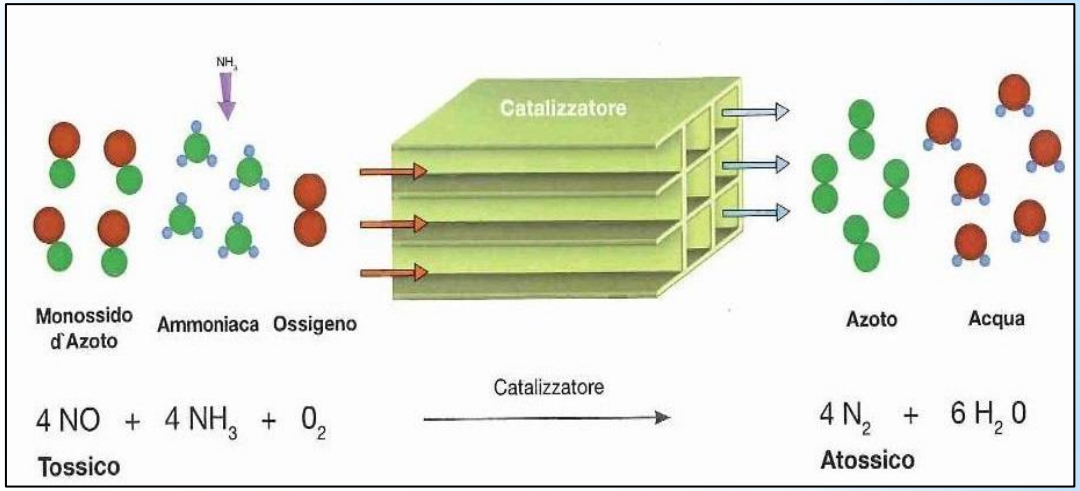
La successiva fase di decomposizione degli NO$_X$ accumulati avviene in condizioni di lavoro ricche, secondo la reazione:

$$Ba(NO_3)_2 + 5H_2 \rightarrow 5H_2O + N_2 + BaO$$

Riduzione catalitica selettiva degli NO_X

CARATTERISTICHE:

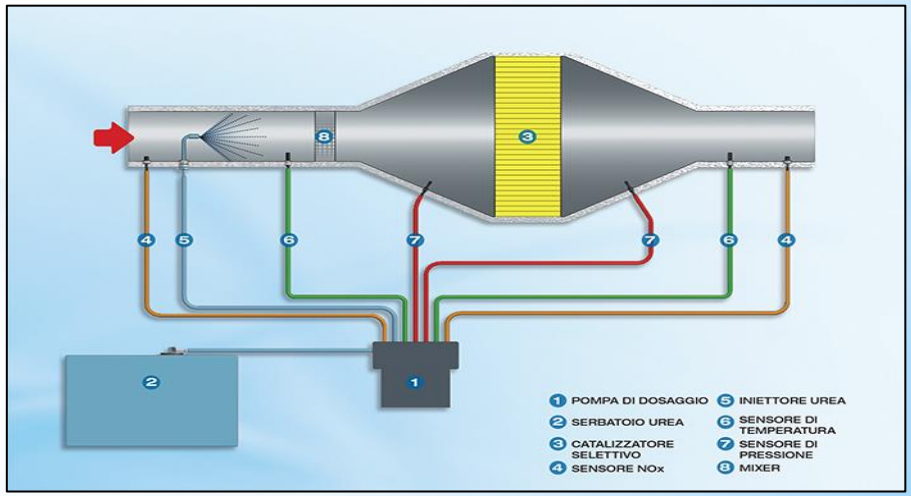
- Motori magri a benzina;
- Attivo a basse temperature;
- NH_3 gassoso.



SCR con Urea:

CARATTERISTICHE:

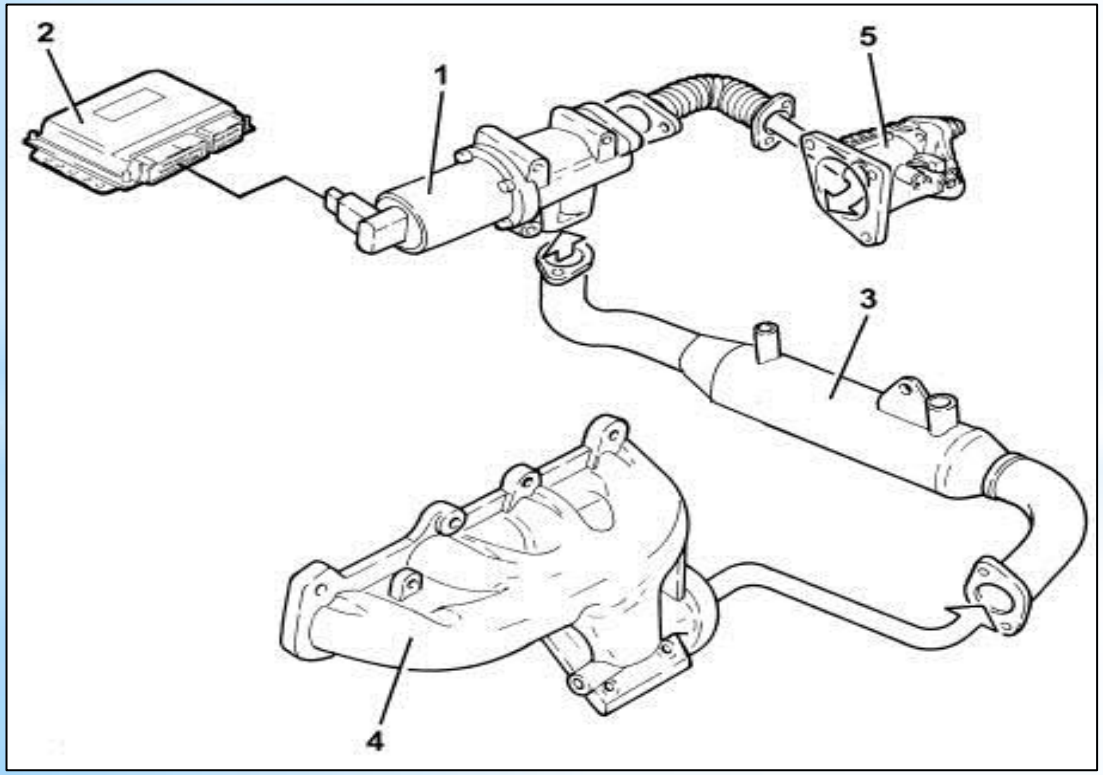
- Motori diesel per veicoli pesanti;
- Meno tossico, liquido;
- Viene introdotto direttamente nel sistema di scappamento.



Altri accorgimenti…

- La carburazione deve avvenire nel modo più uniformemente possibile;
- L'installazione di una marmitta catalitica;
- L'utilizzo del dispositivo ricircolo dei gas di scarico (EGR).

<u>Componenti necessari per l'EGR:</u>



1. Elettrovalvola EGR
2. Centralina iniezione
3. Scambiatore di calore
4. Collettore di scarico
5. Corpo farfallato

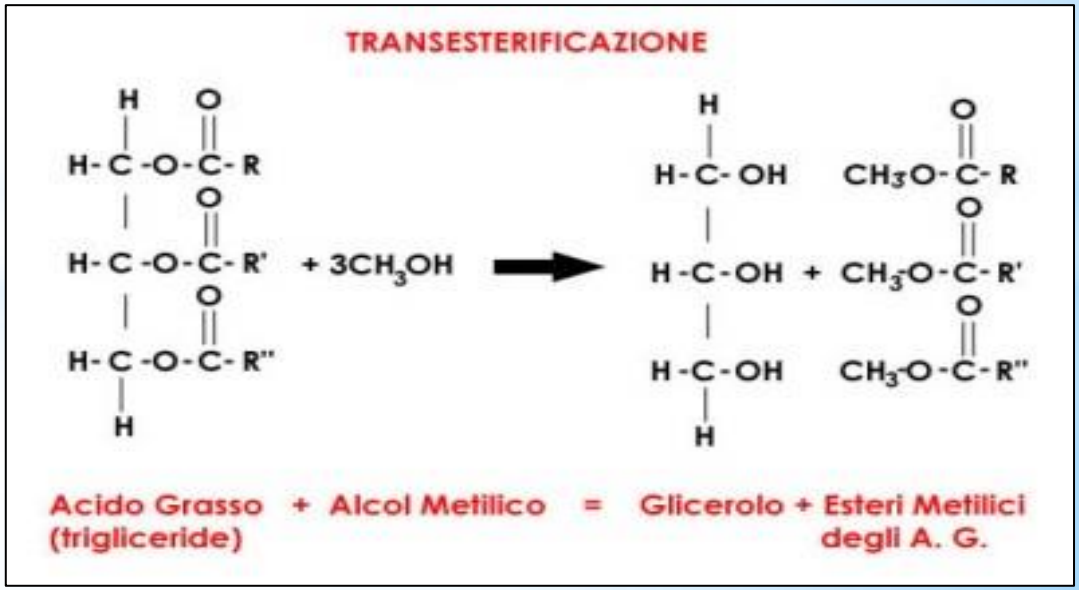
Biodiesel

VANTAGGI:

- È biodegradabile;
- Non contiene zolfo;
- Rilascia poca anidride carbonica durante la combustione;
- È compatibile con il funzionamento e le prestazioni dei motori;
- È meno fumoso del gasolio tradizionale;
- Consente una maggiore efficienza delle marmitte catalitiche;
- Riduce le emissioni di HC,CO,PM.

SVANTAGGI:

- È costoso;
- Aumenta la quantità di ossido di azoto.



L’attenuazione degli aumenti di NOX

Modifiche al motore

- Ritardare i tempi di iniezione
- Utilizzare il dispositivo EGR

Modifiche al combustibile

- Ridurre il contenuto aromatico del carburante di base dal 34,3 % al 29,7%
- Aumentare il numero di cetano dal 46,2 al 52,8

Conclusioni

Nel 2014 il rapporto globale dell'Organizzazione Mondiale della Sanità ha stabilito che l'inquinamento ambientale uccide 3 volte di più degli incidenti stradali.

- Le normative europee, dimostrano quanta attenzione sia stata posta al problema dell'inquinamento.

- La conoscenza dei processi chimico-fisici che durante la combustione portano alla formazione degli NOx permette di intervenire sulla loro riduzione.

- Anche noi nella nostra vita quotidiana dobbiamo cercare di adottare accorgimenti e piccoli attenzioni:
  - Spostandoci con mezzi di trasporto in "modo intelligente";
  - Riducendo gli sprechi soprattutto di combustibili fossili;
  - Servendoci il più possibile di fonti di energia rinnovabili.

Grazie dell’attenzione