

LA QUALITÀ DEI COMBUSTIBILI E LE EMISSIONI AUTOVEICOLARI

Francesco Avella
con la collaborazione di
Simone Casadei

avella@ssc.it

casadei@ssc.it

ATTIVITÀ NEL LABORATORIO MOTORI

Attività commerciali e di normazione del laboratorio

Motivazioni delle attività svolte

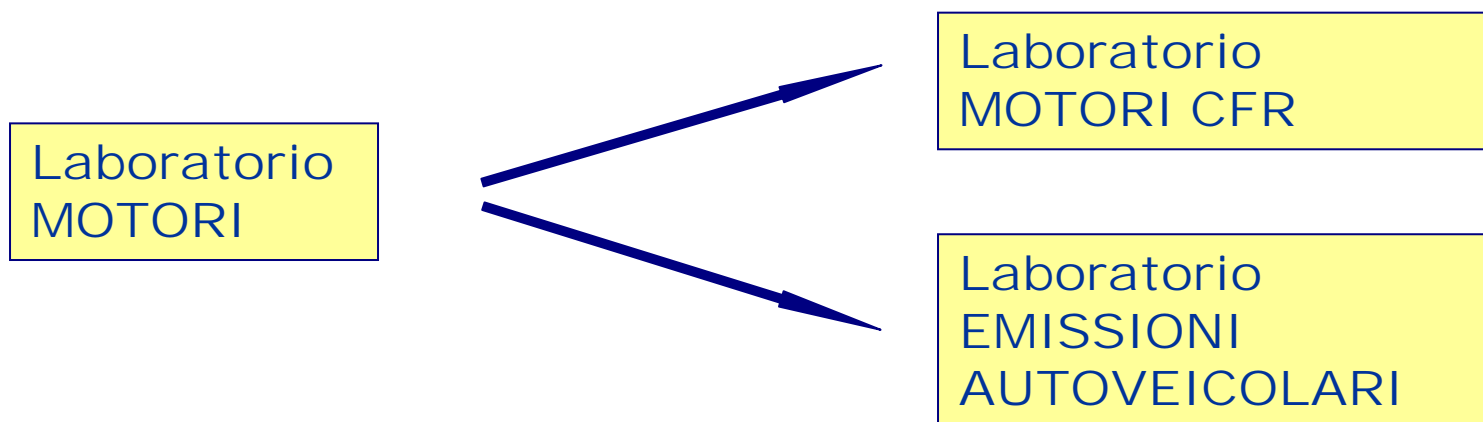
Panorama della strumentazione in dotazione al laboratorio

Attività di ricerca e sperimentazione

Sviluppi futuri delle attività

ATTIVITÀ NEL LABORATORIO MOTORI

- L'attività riguarda l'applicazione dei combustibili nei motori C.I. alternativi impiegati per la propulsione degli autoveicoli.
- *Lo scopo è quello di fornire un servizio di controllo delle caratteristiche prestazionali dei combustibili e di dare un contributo alla valutazione delle emissioni prodotte dalla combustione nei motori C.I.*
- Inizio attività: almeno dai primi anni '70.



TIPOLOGIA E CAMPI DI ATTIVITÀ

TIPI DI
ATTIVITÀ

Commerciale

Ricerca e
sperimentazione

CAMPI DI
ATTIVITÀ

Caratteristiche prestazionali
dei combustibili

Influenza del combustibile
sulle emissioni inquinanti

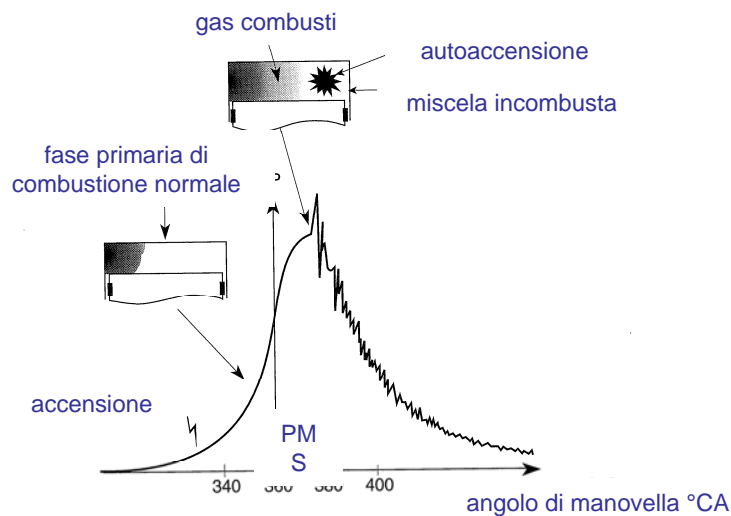
ATTIVITÀ COMMERCIALE - LAB CFR – 1

- Si svolge essenzialmente nel **Laboratorio Motori CFR** per determinare il Numero di Ottano e il Numero di Cetano dei combustibili per autotrazione.
- Questi due parametri esprimono il comportamento alla combustione della benzina e del gasolio nel motore e sono fondamentali per la loro preparazione (*blending*) in raffineria.
- Il **Numero di Ottano** esprime la capacità della benzina di resistere alla combustione detonante nel motore: quanto maggiore è il suo valore, tanto maggiore è la sua resistenza.
- Il **Numero di Cetano** esprime la capacità del combustibile diesel di accendersi spontaneamente nel motore: tanto più breve è il ritardo di accensione, tanto migliore è la qualità del gasolio.



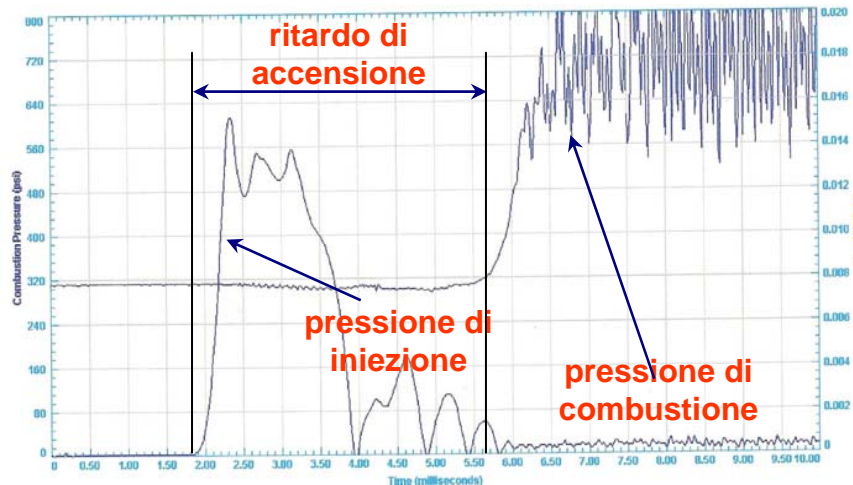
IMPORTANZA DELLE CARATTERISTICHE DI COMBUSTIONE - 1

- Quando si progettano nuovi motori il costruttore deve tenere conto delle limitazioni determinate dalla **qualità del combustibile** disponibile sul mercato.
- In particolare la **qualità indetonante della benzina** è la caratteristica più importante poiché condiziona la realizzazione di propulsori efficienti, ossia caratterizzati da un elevato rendimento termodinamico.



- L'insorgenza della detonazione nel motore causata dalla combustione di benzina con scarso potere indetonante, infatti, determina un **diminuzione sensibile della potenza e del rendimento termico** (aumento del consumo di energia) e provoca effetti termo-meccanici che possono portare anche alla **distruzione del propulsore**.

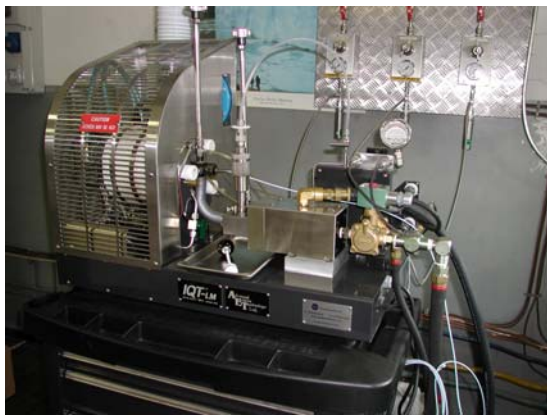
IMPORTANZA DELLE CARATTERISTICHE DI COMBUSTIONE - 2



- Analogamente **combustibili diesel con scarsa capacità di accensione spontanea** nel motore (basso Numero di Cetano) causano difficoltà di avviamento a freddo, rumore di combustione ed emissioni elevate di particolato.
- Per tali ragioni le raffinerie cercano di ottenere il miglior prodotto a costi di produzione più bassi. Produrre benzina con Numero di Ottano e gasolio con Numero di Cetano elevati comporta un maggior consumo di energia per la conduzione dei processi.
- Nella pratica la qualità dei combustibili per autotrazione prodotti in Europa deve essere conforme alle norme tecniche **EN 228 (benzina)** ed **EN 590 (gasolio)** definite dal CEN e approvate dalla CE, quale **risultato di accordi presi tra i Costruttori di motori e le Compagnie petrolifere.**

DOTAZIONI STRUMENTALI - LAB CFR

- I due parametri (attenzione! non proprietà) sono determinati con i **metodi standard EN ISO 5163 (MON), 5164 (RON) e 5165 (CET)** e richiedono l'impiego di motori speciali da laboratorio, denominati motori CFR (3 unità + 1).
Le tre prove sono accreditate ACCREDIA.
- Il laboratorio ha seguito fin dall'inizio (2003) l'attività normativa in ambito CEN riguardante la nuova tecnica per determinare le caratteristiche di accensione del gasolio con l'**apparecchiatura IQT**.



- Il metodo sviluppato è **alternativo a quello motoristico** e presenta molti vantaggi: bassi costi di investimento e di esercizio dell'apparecchiatura, maggiore semplicità nell'uso.
Il laboratorio ha in dotazione una unità IQT.

ATTIVITÀ COMMERCIALE - LAB CFR – 2

- Il laboratorio fornisce un supporto tecnico per l'**industria petrolifera** organizzando corsi di formazione professionale per i tecnici motoristi dei laboratori, offrendo **assistenza tecnica** per la manutenzione delle camere di combustione, dell'intera unità operativa CFR e delle apparecchiature IQT.
- La quasi totalità delle richieste di lavoro da parte di Committenti riguardano:
 - il controllo di produzione di **raffinerie e aziende produttrici di combustibili per competizione**
 - la valutazione degli effetti *octane booster* e pro-cetano di **additivi di nuova formulazione**
 - la partecipazione come **laboratorio superpartes in contenziosi** di ordine commerciale tra fornitore e ricevente e **in arbitrati** nelle competizioni sportive.



ATTIVITÀ DI NORMAZIONE

- Data la **notevolissima importanza** che rivestono i metodi per determinare le caratteristiche indetonanti delle benzine e di accensione dei gasoli, è necessario assicurare che la precisione con cui sono determinati i tre parametri in laboratorio sia la più elevata possibile:
 - per ridurre i costi di produzione (*give-away*)
 - per assicurare una buona uniformità della qualità dei combustibili nei punti vendita.
- IL Laboratorio Motori CFR organizza da oltre 60 anni i **circuiti di correlazione interlaboratorio dei tre parametri per conto della CUNA** (Commissione Tecnica nell'Autoveicolo – Ente federato dell'UNI), ai quali partecipano i laboratori delle raffinerie, di aziende di servizio e analisi e i laboratori delle dogane.
- L'attività è stata estesa da alcuni anni anche alla partecipazione allo scambio annuale di campioni tra l'ASTM (USA) e l'*Energy Institute* (UK).

ATTIVITÀ SPERIMENTALE - LAB CFR

■ Quasi del tutto inesistente. Solo in passato sono stati svolti programmi di ricerca sperimentale finanziata in questo campo:

- **“Messa a punto di una metodologia per la caratterizzazione dei nuovi combustibili per uso navale”** - Progetto Finalizzato Energetica II (1988)
- **“Verifica dell’applicabilità pratica del Criterio Energetico”** – Programma CEE di R&S delle Energie non nucleari – Sottoprogramma “*Optimization of the Production and Utilization of Hydrocarbons*” (1992) – svolto in collaborazione col CISE (ora CESI) e con l’Institut Français du Pétrole.

IL CONTROLLO DELLE EMISSIONI

- **L'impatto ambientale dei trasporti** ha assunto già da alcune decine di anni un'importanza sempre crescente.
- Il combustibile gioca un ruolo di primo piano in quest'ambito.
- Fin dagli anni '70 la SSC ha scelto di **investire risorse e competenze** in questo campo per fornire un supporto non solo all'industria dei combustibili, ma anche a tutti gli attori (aziende attive nel settore *automotive*, enti locali, enti ministeriali, ecc.) coinvolti **nella tutela dell'ambiente**.
- Il **Laboratorio Emissioni Autoveicolari (LEA)** si è trasformato in circa trent'anni di attività, sia di carattere sperimentale e di ricerca che di tipo commerciale, dotandosi di strumentazione all'avanguardia con i tempi e con gli sviluppi tecnologici e normativi.

ATTIVITÀ COMMERCIALE – LEA

L'attività commerciale costituisce soltanto una parte dell'intera attività del laboratorio e riguarda lo svolgimento di:

- sperimentazioni per valutare gli effetti determinati sulle **emissioni di inquinanti regolamentate e non** (particolato fine, aldeidi, idrocarburi specifici, IPA e N-IPA) da combustibili di nuova formulazione (**aziende petrolifere**)
- prove di emissione per verificare la **funzionalità di dispositivi antinquinamento innovativi** da proporre sul mercato e l'efficacia di additivi di nuova formulazione per i combustibili (**produttori / importatori di additivi**)
- prove di emissione per l'**omologazione di autoveicoli** importati e di dispositivi e impianti di alimentazione *bifuel* (benzina / gas) (**aziende produttrici di impianti di alimentazione a gas, importatori di autoveicoli dall'est asiatico**)



COME SI ESEGUE UNA PROVA DI EMISSIONE

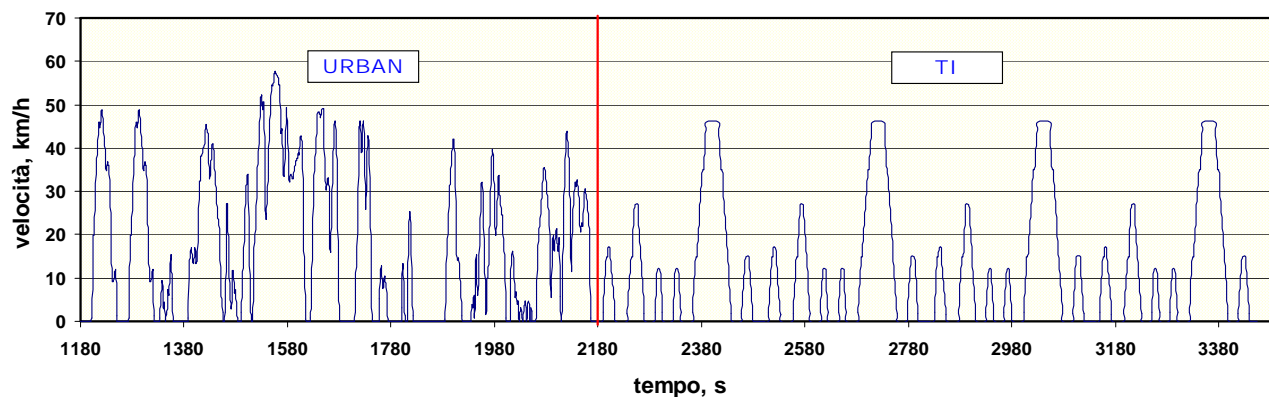
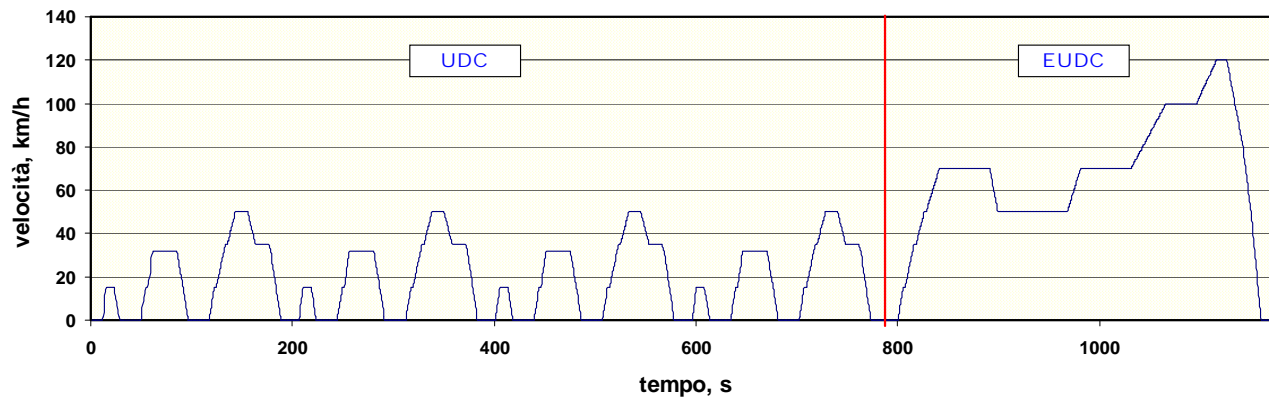
Prova complessa che coinvolge molte apparecchiature contemporaneamente con funzioni diverse:



- **simulazione con sistema di guida computerizzato** (*driver-aid*) di un percorso stradale (ciclo di guida) su un **banco dinamometrico a rulli** opportunamente calibrato
- **campionamento e diluizione con aria dei gas di scarico con CVS** (*Constant Volume Sampler*): due unità distinte per i gas di scarico di autoveicoli diesel e autoveicoli benzina / gas
- **analisi di porzioni di gas di scarico diluiti e non** per determinare le specie gassose e liquido/solide in tempo reale o raccolte in sacchi al termine della prova.

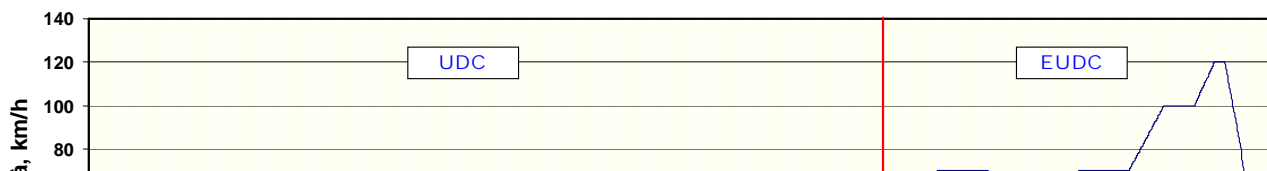
I CICLI DI GUIDA IMPIEGATI NEL LEA

ciclo di guida standard europeo per l'omologazione degli autoveicoli leggeri (UDC + EUDC = NEDC)



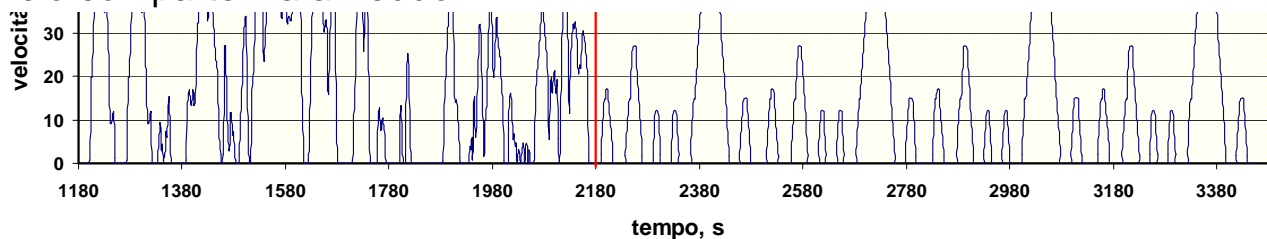
I CICLI DI GUIDA IMPIEGATI NEL LEA

ciclo di guida standard europeo per l'omologazione degli autoveicoli leggeri (UDC + EUDC = NEDC)

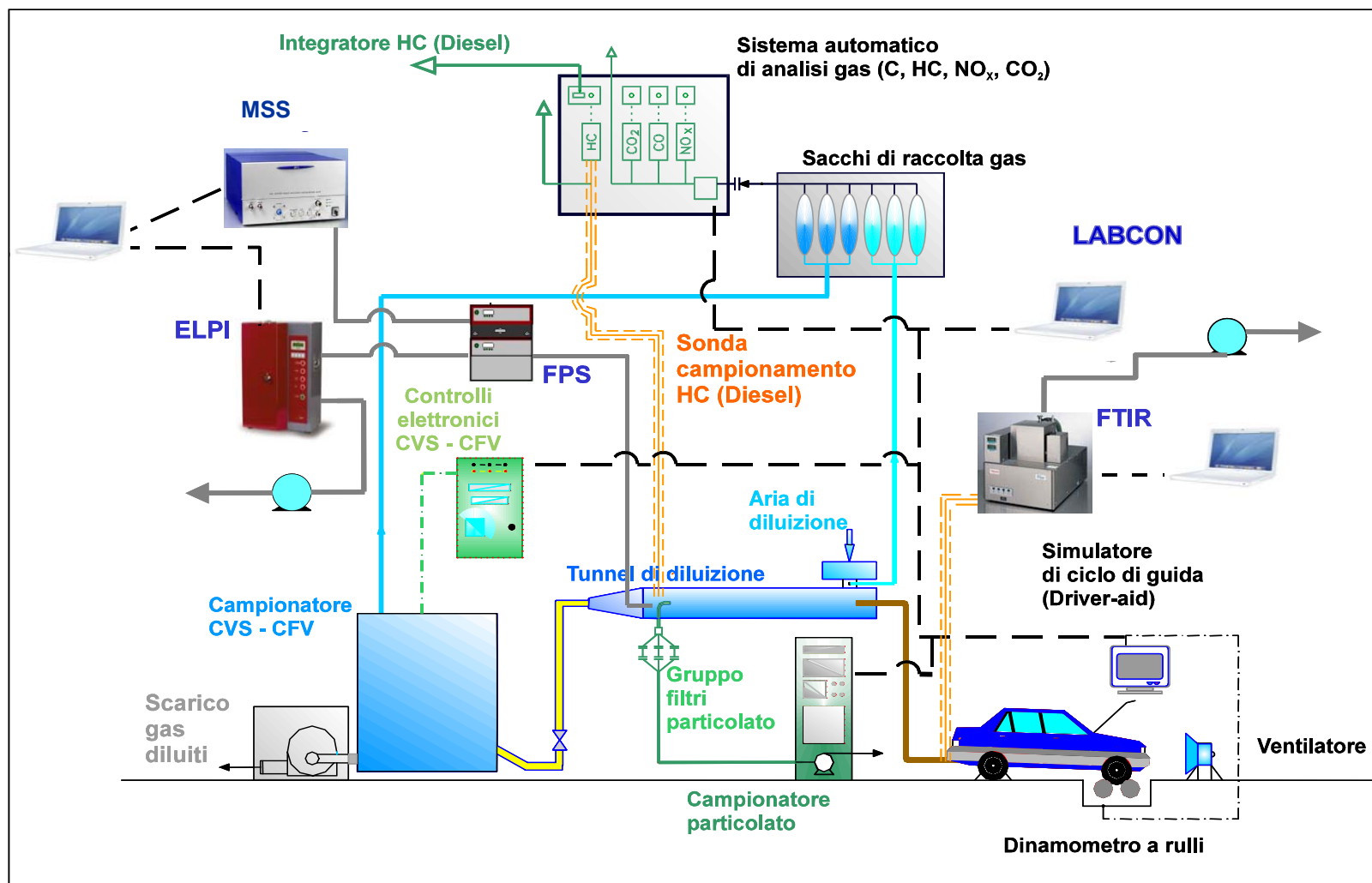


Ciclo di guida		<i>UDC*</i>	<i>EUDC</i>	<i>URBAN</i>	<i>TI</i>
durata	s	780	400	993	1276
velocità media	km/h	19,0	62,6	17,7	11,4
velocità massima	km/h	50	120	57,7	46,0
percorso	km	4,052	6,955	4,870	4,040
tempo a regime minimo	%	30,8	10,0	28,0	39,2

* = Ciclo con partenza a freddo



LO SCHEMA GENERALE DEL LEA



I PRINCIPALI STRUMENTI DEL LEA - 1



Banco dinamometrico a rulli per simulare le resistenze aerodinamiche e di rotolamento e le forze di inerzia durante la prova.

Gruppo portafiltri per il campionamento del particolato totale dal tunnel di diluizione.



Sistemi di campionamento CVS con relativi tunnel di diluizione dei gas di scarico per autoveicoli a benzina / gas e diesel.



I PRINCIPALI STRUMENTI DEL LEA - 2

**Sistema di analisi gas
AVL AMAi60** per la
misura delle emissioni
regolamentate gassose
(CO, HC, NO_x, CO₂, CH₄).

Microsoot Sensor (MSS)
per determinare l'emissione
della frazione carboniosa del
particolato.



**ELPI (Electric Low
Pressure Impactor)** per
determinare il profilo
modale di emissione e la
distribuzione dimensionale
del particolato fine,
ultrafine e nanoparticolato.



Spettrofotometro FT-IR
per determinare l'emissione
di specie chimiche nei gas
di scarico.

RUOLO DEL COMBUSTIBILE NEI PROBLEMI AMBIENTALI

La qualità dei combustibili influenza le emissioni inquinanti



Negli ultimi venti anni è stato messo in evidenza che la qualità e la costituzione chimica dei combustibili influenzano le emissioni inquinanti degli autoveicoli, sia in modo diretto che indiretto. Gli effetti risultano, comunque, meno incisivi rispetto a quelli provocati dalle tecnologie motoristiche.

Interazione tra tecnologia motoristica e qualità dei combustibili



I risultati di grandi programmi sperimentali svolti negli USA e in Europa negli anni '90 hanno rilevato l'esistenza di una notevole interazione tra tecnologia motoristica e qualità del combustibile con riguardo alle emissioni inquinanti.

Regolamentazione delle emissioni inquinanti e dei combustibili

A partire dalla fine degli anni '90 le strategie messe in campo dalla Commissione Europea (CE) per ridurre in modo efficace l'impatto degli autoveicoli sull'ambiente hanno riguardato azioni normative congiunte per regolamentare sia le emissioni inquinanti che la composizione e la qualità dei combustibili.

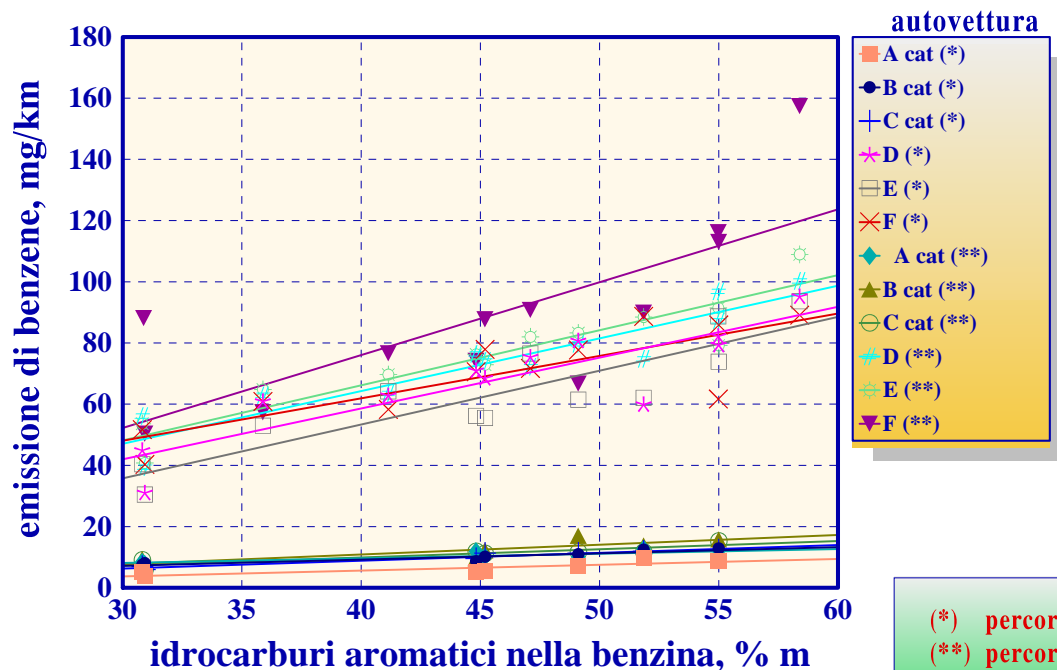
ATTIVITÀ SPERIMENTALE

Nel corso degli anni sono stati svolti **numerosi programmi di ricerca e sperimentazione**, alcuni finanziati, altri istituzionali, che avevano come obiettivo la valutazione degli effetti sulle emissioni inquinanti determinati:

- o da combustibili convenzionali migliorati e dall'utilizzo di combustibili alternativi
- o dal livello tecnologico degli autoveicoli
- o dalle condizioni di traffico autoveicolare

GLI EFFETTI DEL COMBUSTIBILE SULLE EMISSIONI

Progetto MICA svolto in collaborazione con Centro Ricerche Fiat e IM-CNR per verificare gli effetti determinati dal contenuto di benzene e di idrocarburi aromatici nella benzina **sull'emissione di benzene** nei gas di scarico (1989 - *finanziamento MICA*).



Se diminuisce il tenore di idrocarburi aromatici e di benzene nella benzina si riduce l'emissione di queste specie tossiche nei gas di scarico.

(*) percorrenza km 5000
(**) percorrenza km 40000

GLI EFFETTI DEL COMBUSTIBILE SULLE EMISSIONI

Programma Kuwait Petroleum per valutare gli effetti del trattamento della benzina e del gasolio con un **pacchetto di additivi innovativo** sulle emissioni regolamentate, BTX, aldeidi ed IPA di dodici autovetture e ciclomotori (2000).

Fiat Tipo 1.4

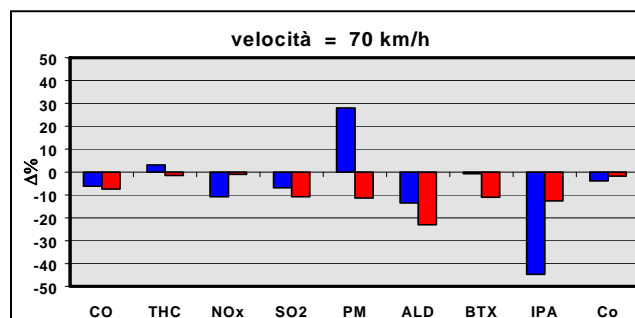
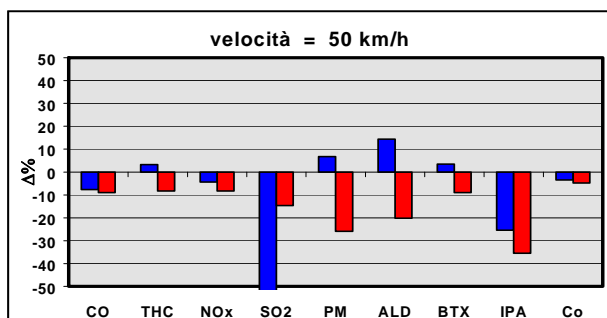
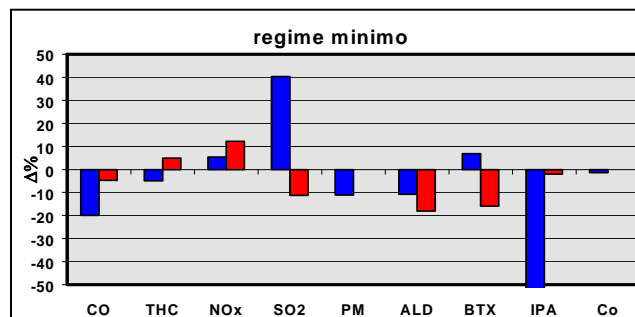
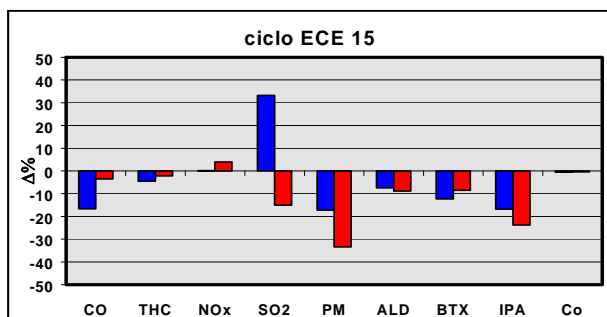
variazione del livello di emissione degli inquinanti e del consumo

BS-BA → BS-PR

condizioni delle autovetture: chilometraggio zero

■ 1° esemplare

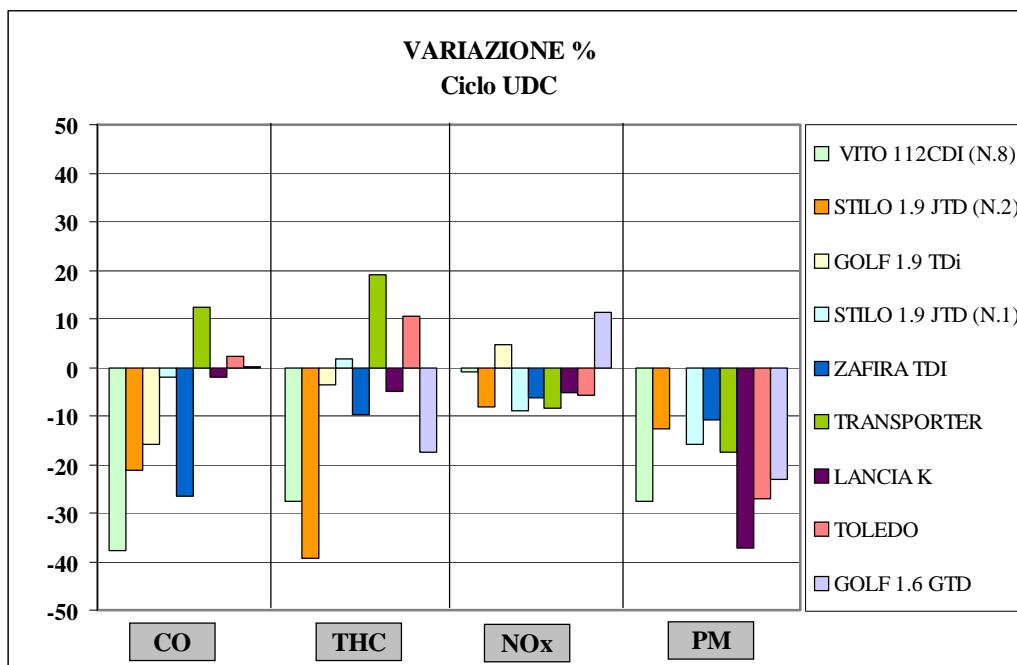
■ 2° esemplare



L'additivazione dei combustibili convenzionali col prodotto innovativo portò a un abbassamento sensibile della maggior parte degli inquinanti emessi nei gas di scarico di tutti gli autoveicoli provati.

GLI EFFETTI DEL COMBUSTIBILE SULLE EMISSIONI

Programma CAM Tecnologie svolto in collaborazione con ENI Tecnologie per valutare gli effetti sulle emissioni inquinanti determinati dalla sostituzione del gasolio con l'**emulsione acqua/gasolio** al 6% m/m per alimentare nove autovetture (2004) di modello differente.

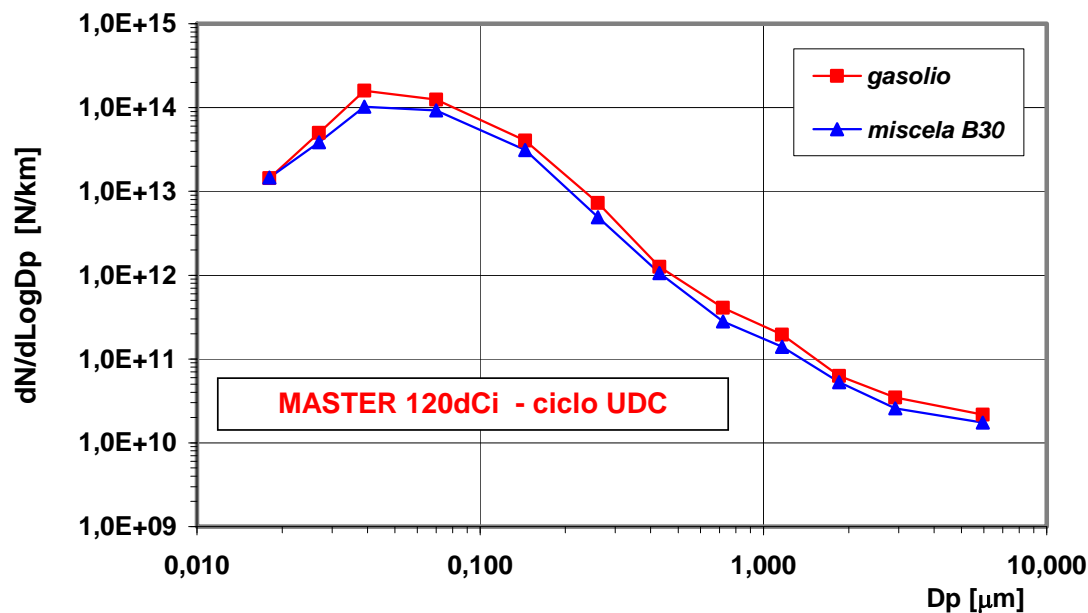


Con l'emulsione acqua/gasolio si riduce l'emissione di quasi tutte le specie regolamentate, soprattutto quella del particolato totale e degli ossidi di azoto.

GLI EFFETTI DEL COMBUSTIBILE SULLE EMISSIONI

Programma sperimentale Università di Padova per valutare gli effetti determinati dalla sostituzione del gasolio con una **miscela al 30% in volume di biodiesel (B30)** sull'emissione delle specie regolamentate, delle aldeidi e degli IPA nei gas di scarico di due autoveicoli diesel (2008).

Ciclo UDC

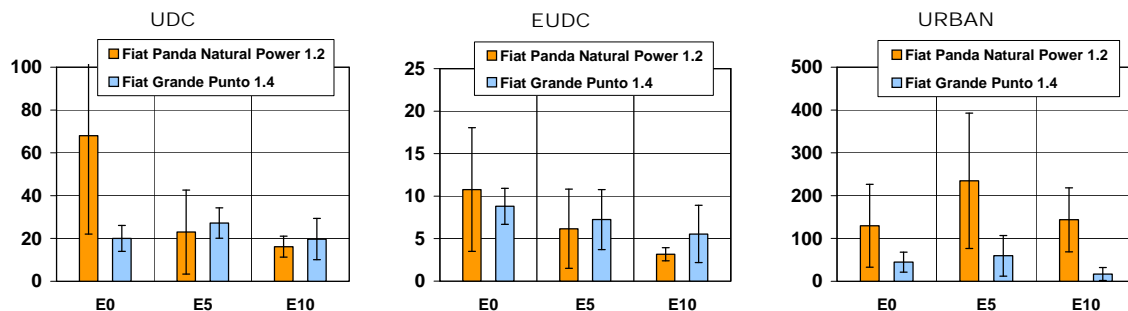


La miscela B30 ha determinato una riduzione sensibile dell'emissione del particolato fine e ultrafine e della maggior parte degli inquinanti regolamentati e degli IPA.

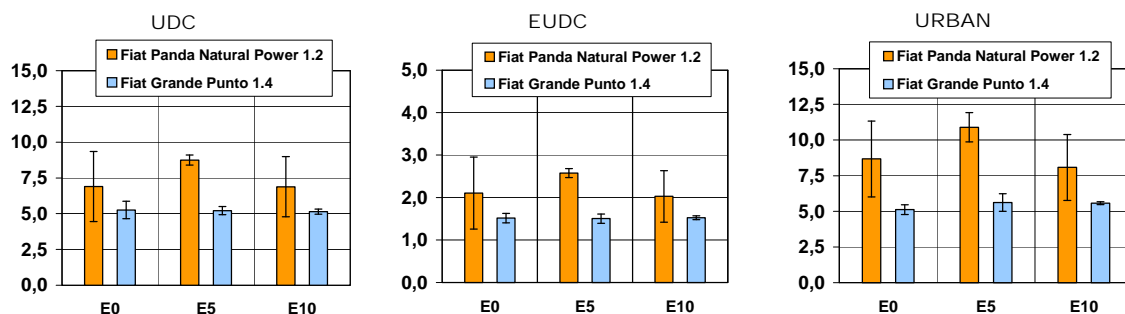
GLI EFFETTI DEL COMBUSTIBILE SULLE EMISSIONI

Programma sperimentale MAP per valutare gli effetti determinati dalla sostituzione della benzina con **miscele bioetanolo/benzina al 5% (E5) e al 10% (E10)** in volume sulle emissioni regolamentate, aldeidi ed IPA di due autovetture (*finanziamento MAP - 2009*).

PM soot [$\mu\text{g}/\text{km}$]



PN [$\text{N} \cdot 10^{12}/\text{km}$]

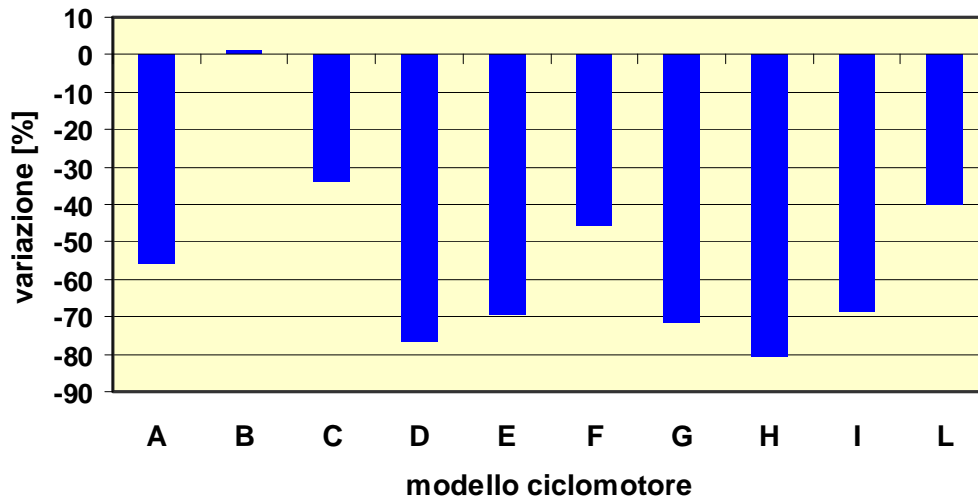


Con l'aggiunta di etanolo alla benzina la frazione carboniosa del particolato tende a diminuire mentre quella del numero totale di particelle rimane praticamente costante.

GLI EFFETTI DELLA TECNOLOGIA MOTORISTICA

Programma sperimentale ANCMA per caratterizzare l'effetto della **conversione a Euro 1** (applicazione di catalizzatore ossidante sul condotto di scarico) di dieci modelli di ciclomotore (con motore 2T) sull'emissione delle specie regolamentate e del benzene (2000).

effetto applicazione del catalizzatore su
emissione di benzene [mg/km]

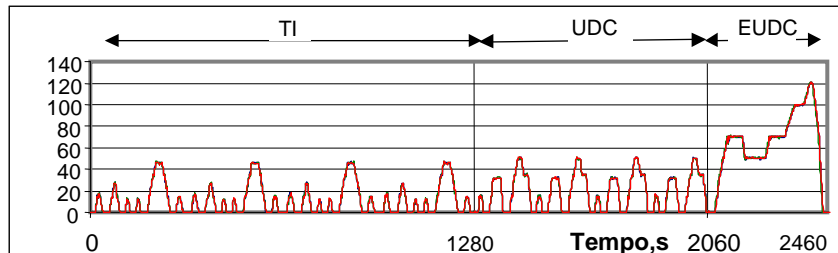


L'applicazione di un catalizzatore ossidante sul condotto di scarico di un ciclomotore pre Euro 1 aveva determinato una diminuzione sensibile dell'emissione di CO, di HC e, in particolare, di quella del benzene.

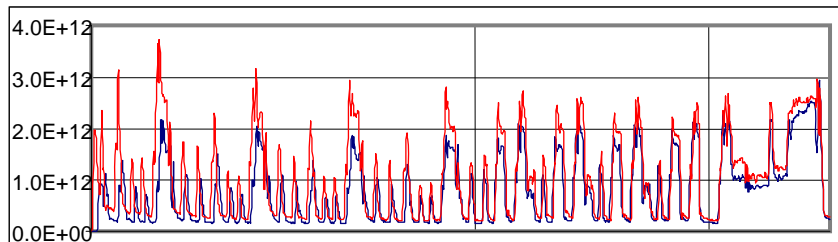
GLI EFFETTI DELLA TECNOLOGIA MOTORISTICA

Progetto PUMI (Particolato Fine nell'Atmosfera Urbana Milanese), svolto in collaborazione con ARPA Lombardia e Università di Milano, per valutare l'impatto del livello tecnologico di sei autoveicoli leggeri, a benzina e diesel, sull'emissione di particolato (2002 - finanziamento Regione Lombardia).

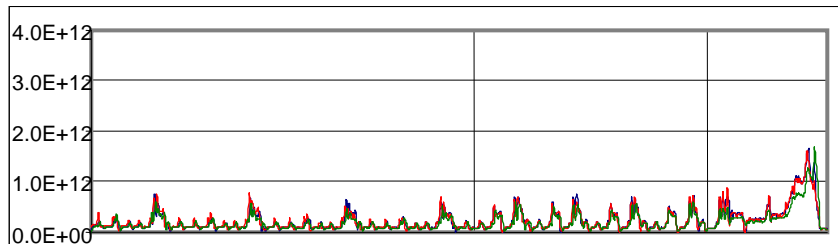
VELOCITÀ
[km/h]



PN [N/s]
Autovettura
EURO 1



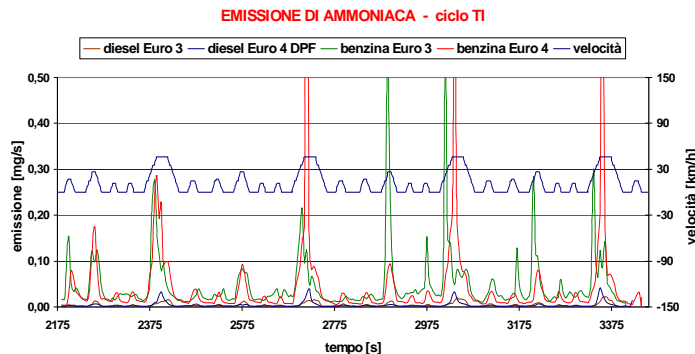
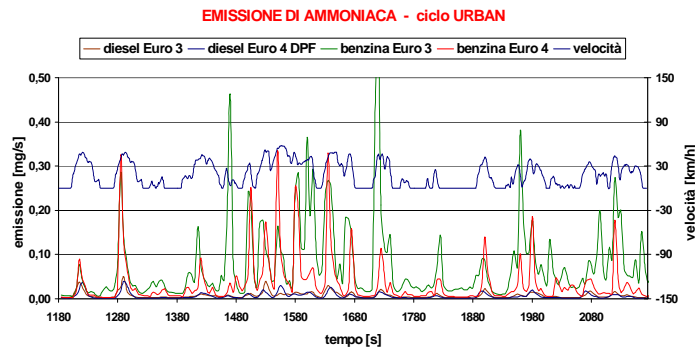
PN [N/s]
Autovettura
EURO 4



L'emissione del particolato fine e ultrafine di un'autovettura diesel Euro 1 risulta nettamente superiore a quella di un modello Euro 4 senza filtro antiparticolato.

GLI EFFETTI DELLA TECNOLOGIA MOTORISTICA

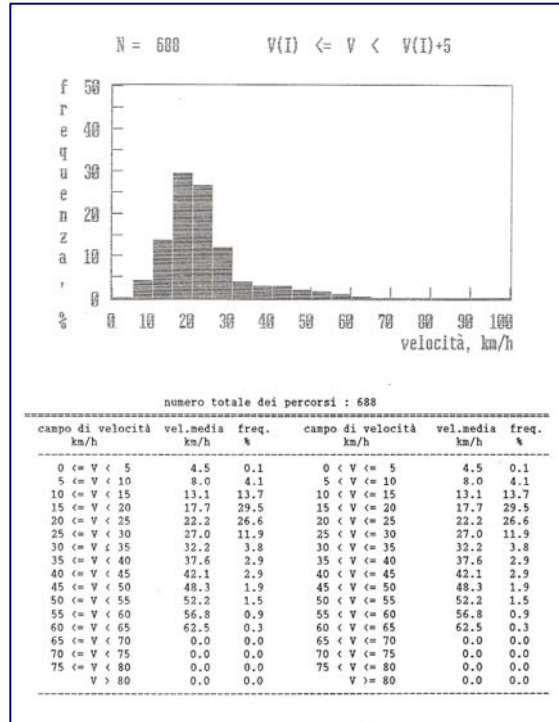
Progetto PARFIL (Il Particolato Atmosferico Fine nella Regione Lombardia) per valutare il livello di emissione di inquinanti non convenzionali, quali l'ammoniaca (NH_3), precursore di PM secondario e il protossido di azoto (N_2O), gas a marcato effetto serra, nei gas di scarico di quattro autovetture a benzina e diesel (2008 - *finanziamento Regione Lombardia*).



L'emissione di ammoniaca nei gas di scarico è risultata dell'ordine della decina di mg/km per le autovetture a benzina in condizioni di guida urbana e dell'ordine dell'unità di mg/km per le autovetture diesel. Viceversa per l'emissione del protossido di azoto.

GLI EFFETTI DELLE CONDIZIONI DI GUIDA

Programma sperimentale Unione Petrolifera per valutare gli effetti sulle emissioni inquinanti regolamentate determinati da condizioni di guida reale nel traffico urbano (traffico intenso e scorrevole nella città di Milano) e dell'invecchiamento (accumulo di chilometraggio) di quattro autovetture a benzina e diesel (1989 - *finanziamento UP*).

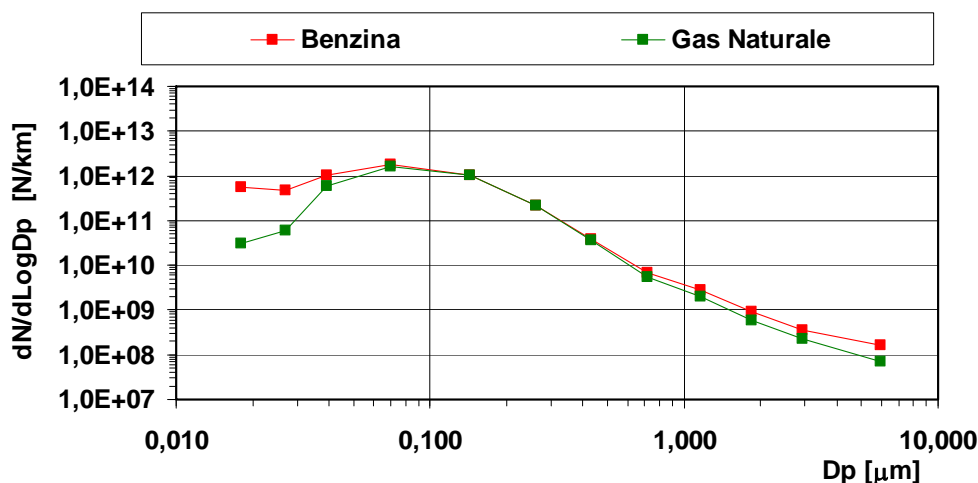


Progetto AMES svolto in collaborazione con ENI Tecnologie e SnamProgetti, con l'intento di progettare un sistema informatizzato per determinare l'impatto ambientale del traffico automobilistico. Furono definiti tre cicli di guida (TI, TS, TV), da riprodurre su banco a rulli per simulare differenti condizioni di guida, elaborando con software appositamente preparato i dati registrati (frequenza 1s) di velocità-spazio percorso di un'autovettura strumentata con un tachimetro ottico a non contatto su percorsi tipici predefiniti della città di Milano (1991 - *finanziamento SnamProgetti*).

PROGRAMMI SPERIMENTALI IN CORSO

Caratterizzazione delle emissioni inquinanti di autoveicoli alimentati a gas naturale con l'intento di valutare il livello di emissione di inquinanti specifici, con particolare interesse verso il **particolato ultrafine** e il **nanoparticolato** (inizio 2007 – N. 12.7.7 istituzionale).

Volkswagen Touran Ecofuel ciclo di guida EUDC



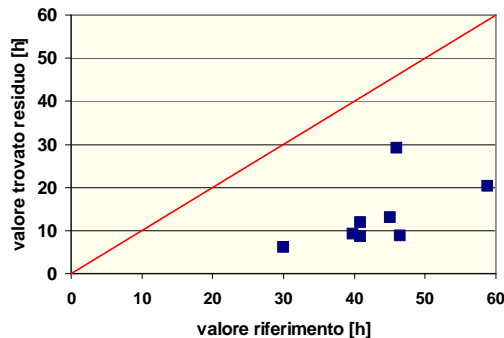
***Nella versione a gas
l'autovettura selezionata
emette una quantità (in
numero) di particelle ultrafini
e di nanoparticelle inferiore a
quella determinata con
l'alimentazione a benzina.***

PROGRAMMI SPERIMENTALI IN CORSO

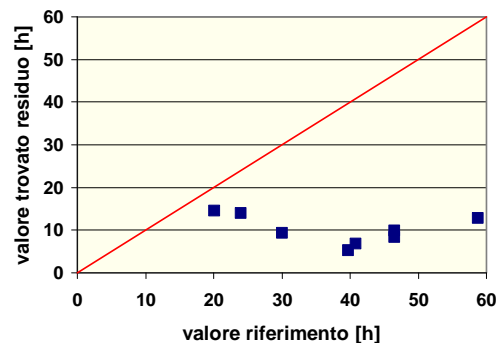
Comportamento a medio termine di autovetture alimentate a miscela B10 per verificare il comportamento su almeno 60.000 km di percorrenza di due autovetture diesel di modello recente dotate di DPF, quando sono alimentate con una miscela B10. I principali obiettivi riguardano la valutazione della **degradazione del lubrificante e del combustibile nel serbatoio** e il controllo delle **emissioni inquinanti** (inizio 2008 – N. 12.7.8 *istituzionale*).

STABILITÀ ALL'OSSIDAZIONE A 110°C

A.R. 159 1.9 JTDm DPF



VW Golf 1.9 TDI DPF

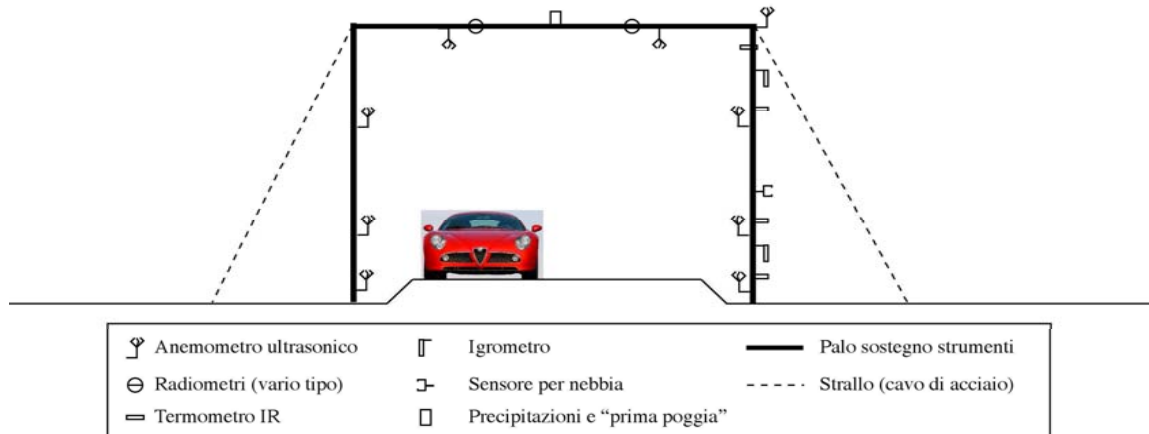


La forte degradazione della miscela gasolio/biodiesel residua nel serbatoio delle due autovetture è determinata dal condizionamento termico del combustibile ricircolato nel sistema di alimentazione del motore.

PROGRAMMI SPERIMENTALI IN CORSO

Progetto SMELLER (Sistema di Monitoraggio Emissioni di singoli veicoli in tempo Reale) - Università degli Studi di Milano - Bicocca (UNIMIB), Joint Research Centre ISPRA (JRC), Stazione Sperimentale per i Combustibili (SSC).

Il progetto riguarda lo sviluppo di **soluzioni sensoristiche**, basate su architetture informatiche (ICT), per introdurre nella viabilità urbana un **sistema di controllo, costituito da una porta sensore**, in grado di rilevare l'inquinamento di un **autoveicolo** al suo passaggio, di individuarlo tramite telecamere e di consentire l'eventuale applicazione di provvedimenti di blocco (*finanziamento Regione Lombardia*).



Il Laboratorio Motori è responsabile della fase di validazione in laboratorio e in campo (Autodromo di Monza) dei sensori di rilevamento delle emissioni autoveicolari.

SVILUPPI FUTURI DELLE ATTIVITA' – 1

- Ampliare **le conoscenze** a riguardo di un **uso corretto dei biocombustibili in vista di un loro impiego sempre crescente** nei trasporti come richiesto dalla Commissione Europea. Le attività saranno indirizzate a fornire ulteriori elementi di valutazione, soprattutto in sede normativa e legislativa, del comportamento di autoveicoli con tecnologie recenti e meno recenti.
- Sviluppare **programmi sperimentali** per approfondire le conoscenze del **reale impatto del traffico autoveicolare sulla qualità dell'aria in ambiente urbano**, soprattutto con riferimento all'emissione di specie inquinanti non convenzionali e all'emissione di gas a effetto serra.
- Fornire un **supporto alle aziende ed enti pubblici locali e centrali per una valutazione più accurata di nuovi prodotti** (additivi di combustibili e componenti di sostituzione, dispositivi antinquinamento) che si vuole proporre sul mercato per contenere le emissioni e i consumi energetici degli autoveicoli.

SVILUPPI FUTURI DELLE ATTIVITA' – 2

- **Preparare relazioni tecniche, review bibliografiche ed elaborazioni dati** per dare un'informazione corretta su argomenti riguardanti:
 - la *performance* dell'autoveicolo e l'impatto ambientale in funzione delle caratteristiche dei combustibili (convenzionali, innovativi, biocombustibili)
 - l'efficacia dei dispositivi attuali e di nuova concezione per l'abbattimento delle emissioni inquinanti
 - la correlazione tra le emissioni autoveicolari e la qualità dell'aria, la meteorologia e i cambiamenti climatici
 - l'analisi di scenario per la riduzione di emissioni inquinanti e gas serra
 - gli effettivi benefici dei provvedimenti sul traffico (*pollution charges*, *congestion charges*, blocco autoveicoli, targhe alterne, etc.).

ALCUNI RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI – 1

1. F. Avella, A. Girelli, M. Famiglietti, F. Cattaneo – *Evaluation of the Antiknock Quality of Gasoline by the “Energetic Criterion”* – SAE Technical Paper N. 912391 (1991)
2. F. Avella, A. Casalini, A. Mascherpa, A. Rolla, G. Tiella – *Valutazione degli inquinanti, regolamentati e non, nei gas di scarico di autoveicoli a benzina* – Riv. Comb., **47** (1993), p. 301-318
3. F. Avella, S. Anselmi – *Prova di durata di un motore Diesel ID alimentato con esteri etilici di olio di palma* – Riv. Comb., **48** (1994), p. 99-112
4. F. Avella, A. Casalini, A. Rolla - *Tenore di benzene nelle benzine e sua influenza sulle emissioni degli autoveicoli* – Riv. Comb., 49 (1995), p. 2-13
5. F. Avella – *Caratterizzazione e Controllo del Particolato Diesel* – Stazione Sperimentale per i Combustibili Editore (2000)
6. F. Avella, D. Faedo – *Emissioni di un'autovettura Diesel di serie dotata di una trappola per il particolato* – Riv. Comb., **56** (2002), p. 183-194
7. F. Avella – *Cinquant'anni di attività del GdL1 CUNA “Coordinamento Motori CFR”* – Riv. Comb., **57** (2003), p. 42-45
8. F. Avella – *Emulsioni Acqua/Gasolio – Impiego nei motori diesel Heavy-Duty – Analisi critica dei dati raccolti in una indagine bibliografica riguardante sperimentazioni svolte su motori e autoveicoli diesel* – Stazione sperimentale per i Combustibili Editore (giugno 2004)

ALCUNI RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI – 2

8. F. Avella, D. Faedo – *“Le tecnologie di retrofitting per la riduzione dell’emissione di particolato degli autoveicoli – Stato dell’arte”* – Documento preparato nell’ambito del PLG1 del Progetto PARFIL (gennaio 2007)
9. F. Avella, D. Faedo – *“I combustibili per autotrazione a bassissimo tenore di zolfo – Implicazioni sull’ambiente e sulle nuove tecnologie motoristiche”* – Documento preparato nell’ambito della Convenzione del MATT (marzo 2007)
10. F. Avella, D. Faedo, A. Macor – *“Impiego di una miscela gasolio/biodiesel al 30% (B30) nei motori diesel: effetto sulle emissioni inquinanti”* – Riv. Comb., **63** (2009), N. 2, p. 2-15
11. F. Avella – *“Il bioetanolo come combustibile per l’autotrazione: comportamento nel motore e influenza sulle emissioni inquinanti”* – Rapporto tecnico SSC N. 200904183 (giugno 2009)
12. F. Avella, S. Casadei – *“Effetto di miscela etanolo/benzina sulle emissioni inquinanti”* – Riv. Comb., **65** (2011), N. 1, p. 11-22

ALCUNE COMUNICAZIONI A CONVEGNI – 1

1. F. Avella, A. Casalini, A. Rolla – *“Improvement of gasoline composition and influence on exhaust emission of vehicles”* - AKZO NOBEL Chemicals Seminar “New Transport Fuels Specifications: Future Refinery Dynamics”, Venezia 5-6 aprile 1995
2. F. Avella – *“I carburanti a basso tenore di zolfo: stato della normativa europea e italiana”* – Seminario AIEE/ Kuwait Italiana “Il mercato petrolifero europeo”, Anversa, 13 giugno 2003
3. F. Avella – *“Le nuove tecnologie per la riduzione delle emissioni degli autoveicoli”* – 1° Convegno Nazionale sul Particolato Atmosferico, Milano, 12-14 maggio 2004
4. F. Avella – *“Metodi di prova normalizzati”* – Workshop nazionale “Ignition Quality Tester (IQT): una nuova via per la determinazione della qualità di accensione del combustibile diesel”, San Donato Milanese, 27 aprile 2004
5. F. Avella – *“Vantaggi ambientali dei combustibili desolforati”* – Workshop “Decreti attuativi della Direttiva Europea 2003/17/CE” – Roma, 29 settembre 2005
6. F. Avella, D. Faedo – *“Influenza del livello tecnologico e delle condizioni di guida sull’emissione di particolato fine degli autoveicoli”* – 2° Convegno Nazionale sul Particolato Atmosferico – PM2006, Firenze, 10 –13 settembre 2006
7. F. Avella – *“I combustibili nei trasporti: compatibilità (e limiti) con l’ambiente”* – Convegno Aria Nuova – Energia e Mobilità, Monza, 12 giugno 2009

ALCUNE COMUNICAZIONI A CONVEGNI – 2

8. F. Avella, S. Casadei, D. Faedo – *“Influenza del livello tecnologico di autovetture a benzina e diesel e delle condizioni di guida sull’emissione di particolato fine, ammoniaca e protossido di azoto”* - 4° Convegno Nazionale sul Particolato Atmosferico – PM2010, Venezia, 18-20 maggio 2010
9. F. Avella – *“Utilizzo dei biocombustibili nei motori: compatibilità e problemi tecnici”* – Convegno “Agroenergie e biocarburanti: le tecnologie e le prospettive di nuovi modelli energetici sostenibili - I biocombustibili: potenzialità, politiche, e sviluppo del mercato italiano ed europeo – Fiera di Milano-Rho, 19 settembre 2010
10. S. Casadei – *“Accordi internazionali per il contenimento delle emissioni di gas serra”* – Convegno “Energia ed Ecologia: un peso o un’opportunità per l’economia?” – XXVIII Giornata mondiale dell’Ambiente – Accademia Nazionale dei Lincei, 15 ottobre 2010

LA QUALITÀ DEI COMBUSTIBILI E LE EMISSIONI AUTOVEICOLARI

GRAZIE PER L'ATTENZIONE !

FRANCESCO AVELLA

avella@ssc.it

casadei@ssc.it