

---

Innovhub – Stazioni Sperimentali per l'Industria

---

**Emissioni di particolato, frazione soot e particelle ultrafini  
allo scarico di autoveicoli alimentati tramite miscele con  
biodiesel di seconda generazione**

Simone Casadei, Angela Maggioni, Davide Faedo

## Stato dell'arte/Motivazioni

---

L'impatto ambientale determinato dalla **combustione di miscele gasolio/biodiesel originati da materie prime non convenzionali** risulta ancora **sperimentalmente poco indagato** rispetto a quello causato dall'uso di biocombustibili convenzionali.

Di particolare interesse in relazione all'impiego di nuove fonti energetiche è la **potenziale emissione di inquinanti di forte impatto sull'ambiente e sulla salute umana** (particolato ultrafine e nanoparticolato, aldeidi, IPA e precursori del particolato secondario) in un contesto ancora caratterizzato da una scarsa qualità dell'aria come la Pianura Padana.

L'uso di biodiesel distillati provenienti da olii di scarto (es. **olii fritti**) o da acidi grassi ottenuti quale sottoprodotto della raffinazione dell'olio di palma (**PFAD**):

- garantisce una **maggiore sostenibilità**
- offre opportunità per il **potenziale sviluppo della filiera italiana**, rispetto all'impiego di biodiesel prodotto da olii tradizionali (colza, soia).

# Progetto BIAGIO

miscele di **B**iodiesel non convenzion**A**li in **G**asolio: **I**mpatto sulle emissioni da **f**onti fisse e mobili – **PROGETTO BIAGIO**

## Obiettivo:

- **valutazione dell'impatto ambientale** relativo all'uso di miscele di biodiesel non convenzionali in gasolio sia nel settore dei trasporti che della combustione in impianti di riscaldamento

## Schema del progetto:

- WP1: reperire e caratterizzare materie prime e miscele (Div. SSOG)
- WP2: determinare emissioni allo scarico di due autoveicoli commerciali leggeri alimentati con le miscele al 10% e 30% di biodiesel non convenzionali in gasolio (Div. SSC)
- WP3: determinare emissioni inquinanti e rendimenti di una caldaia da 300 kW alimentata con gasolio da riscaldamento e con miscele B30 e B100 di biodiesel non convenzionali (Div. SSC)

## Biodiesel e miscele

---

**Biodiesel da colza:** prodotto di riferimento, viene utilizzato nella forma non distillata

**Biodiesel da PFAD (Palm Oil Fatty Acid Distilled):** prodotto non convenzionale recentemente sul mercato grazie all'ampia disponibilità del sottoprodotto da cui deriva

**Biodiesel da UCO (Used Cooking Oils):** prodotto che consente il riutilizzo del sottoprodotto, altrimenti destinato allo smaltimento come rifiuto

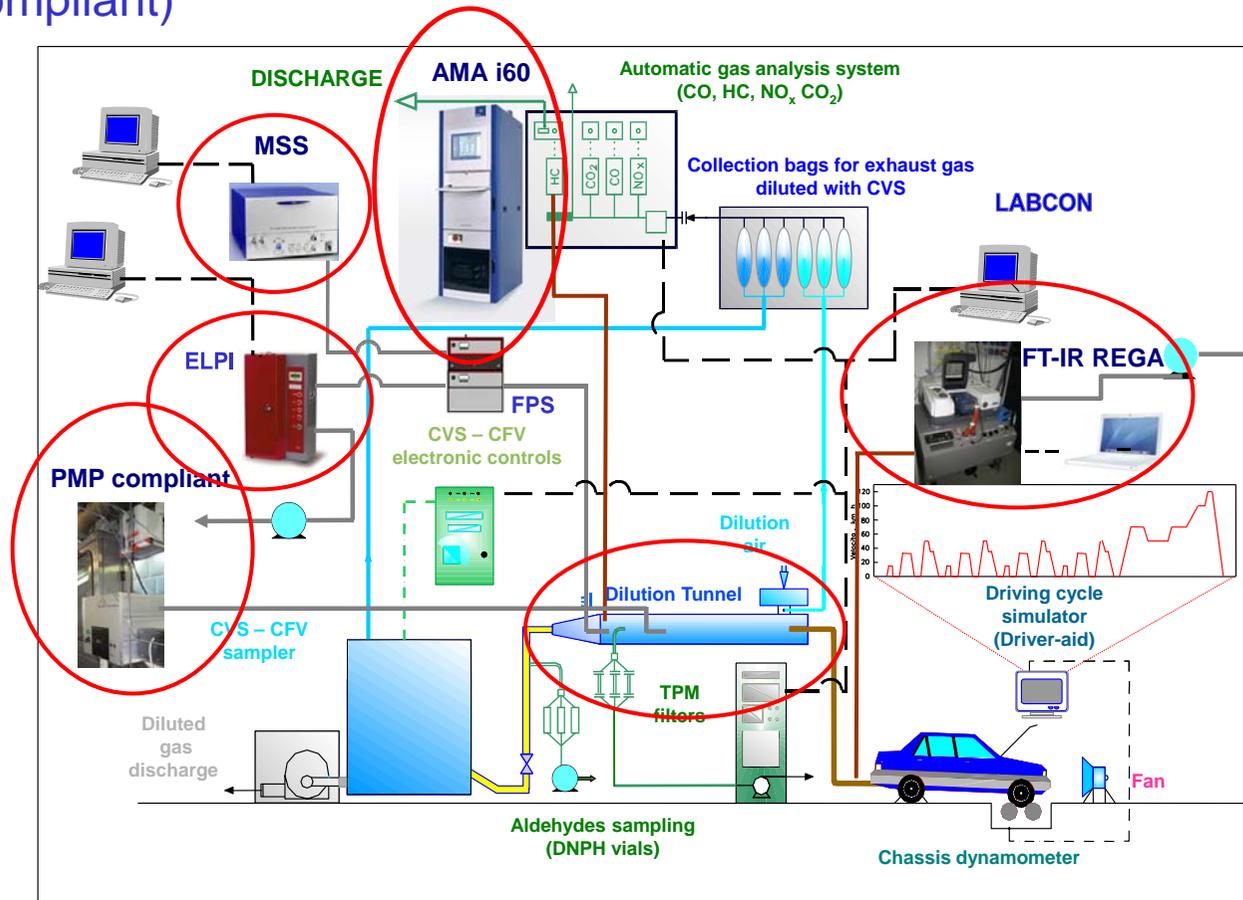
**B7** gasolio con 7% (V/V) biodiesel da colza [EN 590]

**B10 PFAD e B10 UCO**  
gasolio con 10% (V/V) biodiesel da PFAD o UCO [normativa in discussione]

**B30 PFAD e B30 UCO**  
gasolio con 30% (V/V) biodiesel da PFAD o UCO

## Il Laboratorio Emissioni Autoveicolari (LEA)

- Determinazione delle emissioni di specie regolamentate (NO<sub>x</sub>, CO, HC, PM totale, PN-PMP compliant)



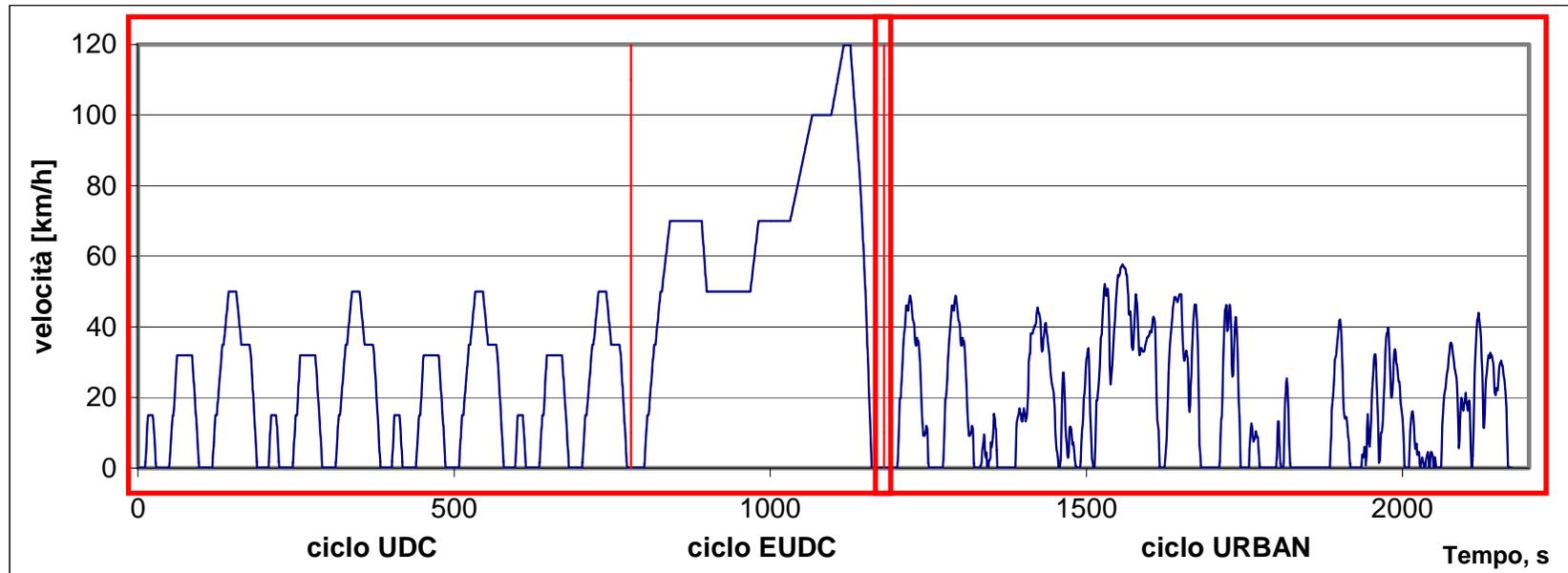
- CO<sub>2</sub>
- numero e distribuzione delle particelle totali (ELPI)
- frazione soot (MSS)
- principali aldeidi
- N<sub>2</sub>O, NH<sub>3</sub>... (FTIR)

## Gli autoveicoli testati: due veicoli commerciali leggeri

Autoveicolo	Fiat SCUDO	Fiat DOBLO'
modello	2.0 MJET Cargo 120	2.0 MJET Cargo 135
livello di omologazione	<b>Euro 4</b>	<b>Euro 5B</b>
targa	EL176EH	FP149NH
chilometraggio (km)	<b>43083</b>	<b>6551</b>
cilindrata (cc)	1997	1956
N. cilindri / N. valvole/cil	4/4	4/4
potenzamax kW (cv)	88kW (120cv)	99 kW (135cv)
coppiamax (Nm @ rpm)	300Nm @2.000 giri/min	320Nm @1.500 giri/min
sistema di alimentazione	<i>multi.let</i>	<i>multi.let</i>
dispositivi antinquinamento	<b>Oxycat.</b>	<b>Oxycat. + DPF</b>



## Ciclo di guida ed emissioni determinate

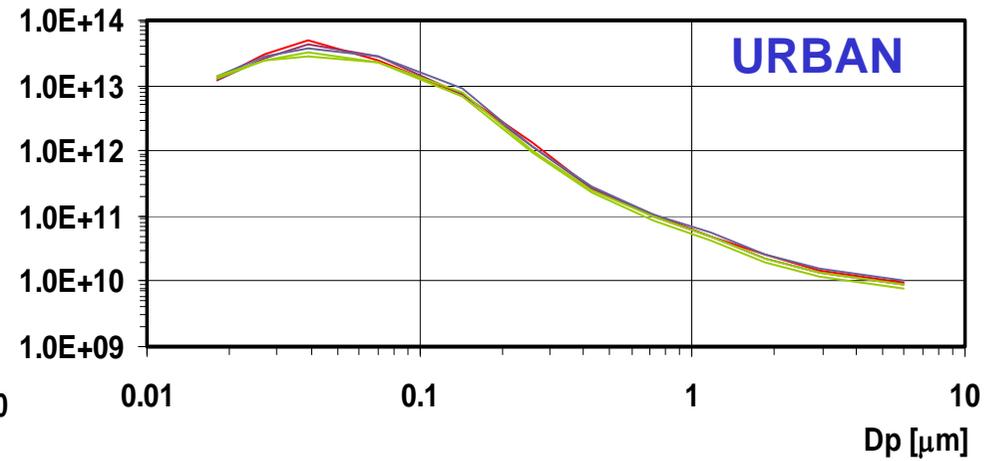
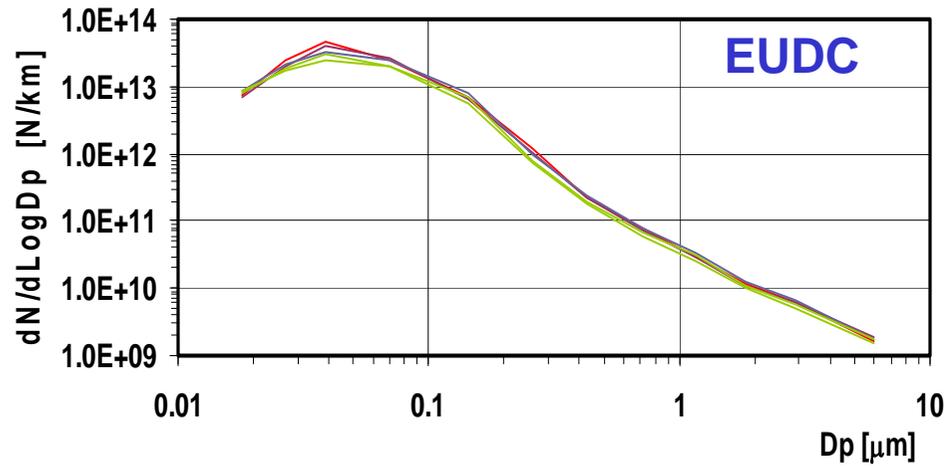
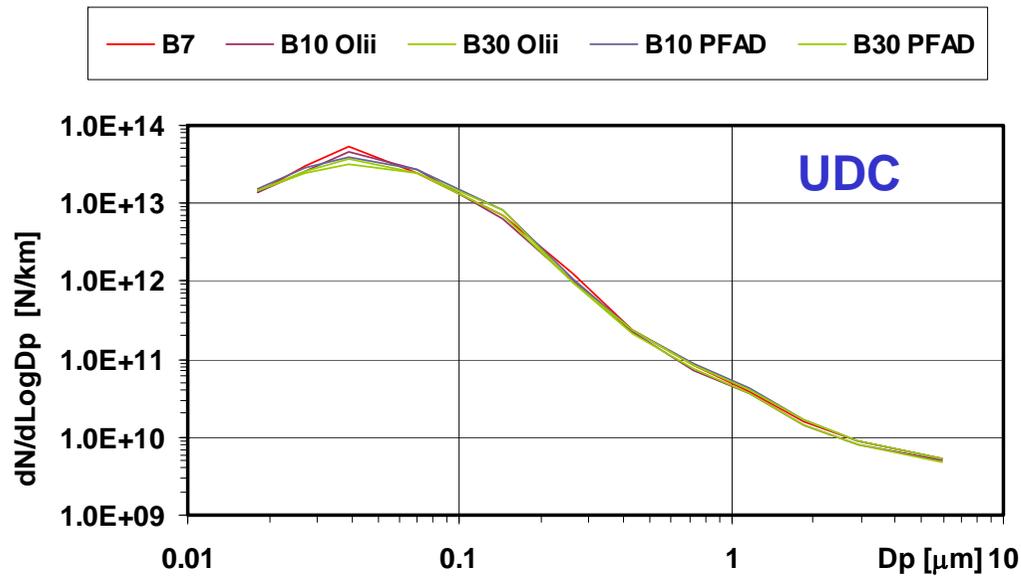


		<b>UDC</b>	<b>EUDC</b>	<b>URBAN</b>
<b>Durata</b>	<b>s</b>	780	400	993
<b>Velocità media</b>	<b>km/h</b>	19,0	62,6	17.7
<b>Velocità massima</b>	<b>km/h</b>	50,0	120,0	57.7
<b>Lunghezza di percorso</b>	<b>km</b>	4,052	6,955	4.87
<b>tempo a regime minimo</b>	<b>%</b>	30,8	10,0	28

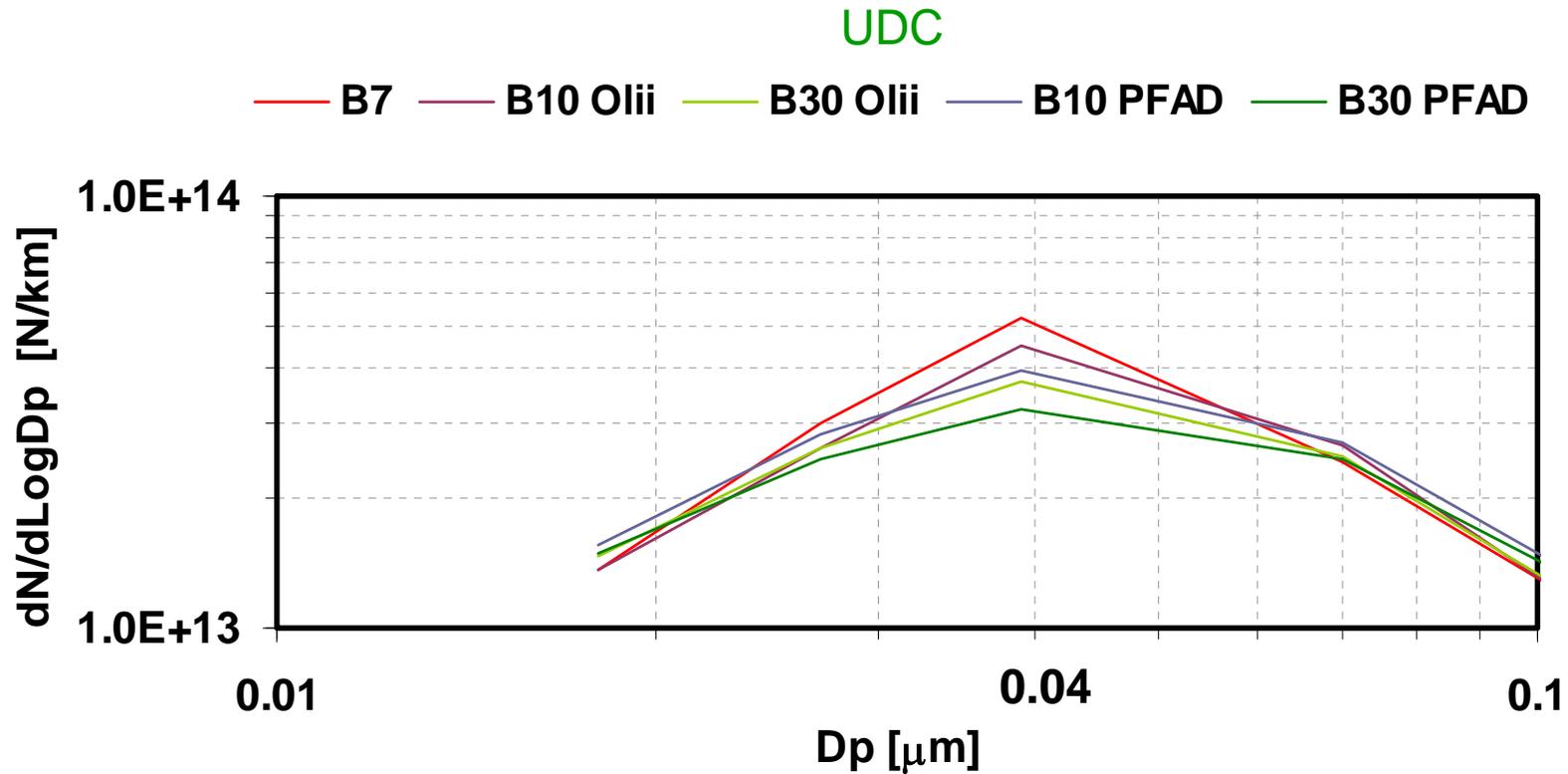
- **Ciclo standard di omologazione NEDC:** **UDC:** Urban Driving Cycle con partenza a freddo  
**EUDC:** Extra Urban Driving Cycle
- **Ciclo Artemis URBAN**



# Effetti del combustibile sulle emissioni e i consumi: LCV EURO 4 senza DPF (2)



## Distribuzione delle particelle → frazione nano/ultrafine



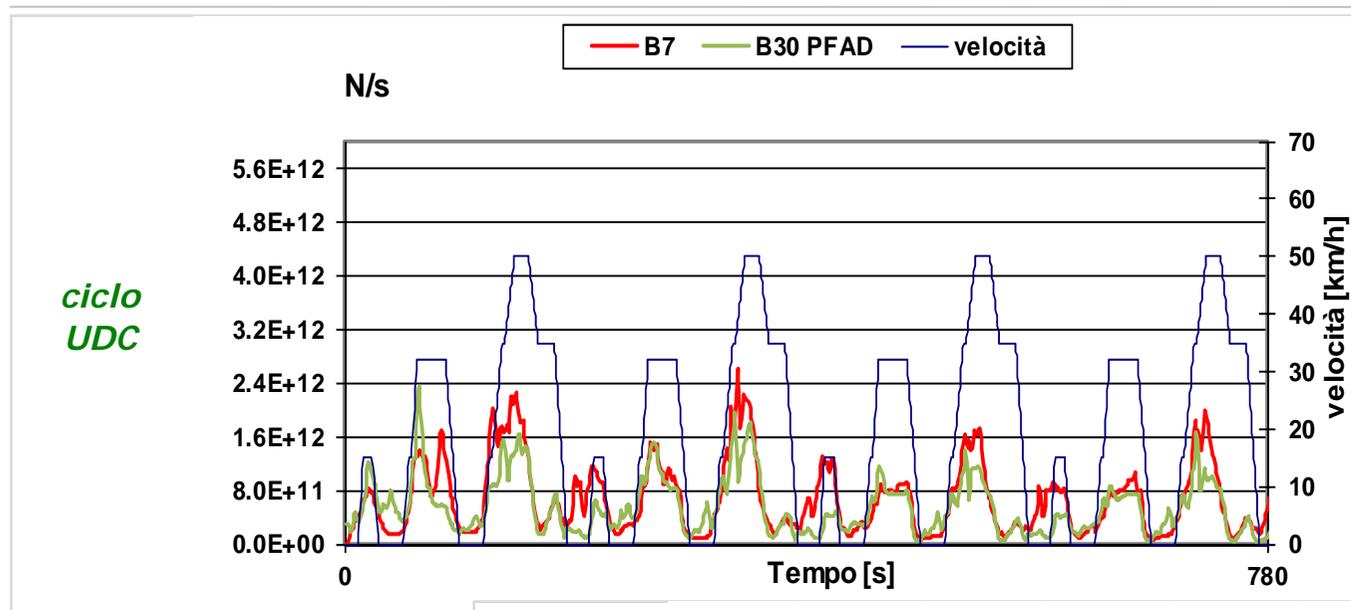
Diminuzione del numero di particelle  
nella **frazione ultrafine** per tutte le  
miscele

rispetto a B7

B10 UCO	-12%
B30 UCO	-18%
B10 PFAD	-13%
B30 PFAD	-25%

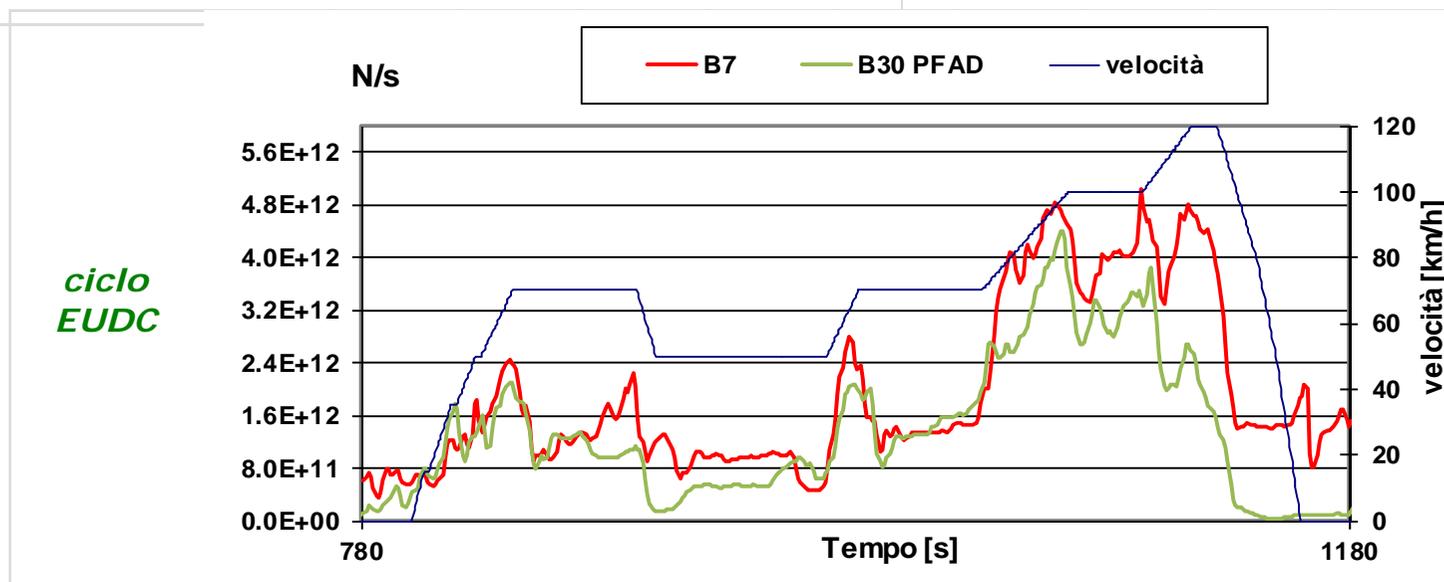
Moda di accumulazione [Kittelson, 1998]

## Andamento modale emissione particelle totali (ELPI)



Confronto tra miscela di riferimento (B7) e miscela a minima emissione (B30 PFAD)

Netta diminuzione nelle emissioni di particelle totali soprattutto nelle fasi di accelerazione in entrambi le modalità di guida



## Effetti del combustibile sulle emissioni e i consumi: LCV EURO 5b con DPF (1)

Poche variazioni significative per UCO, maggiori per PFAD **MA...**nessun trend definito

### • Probabile instabilità dell'autoveicolo

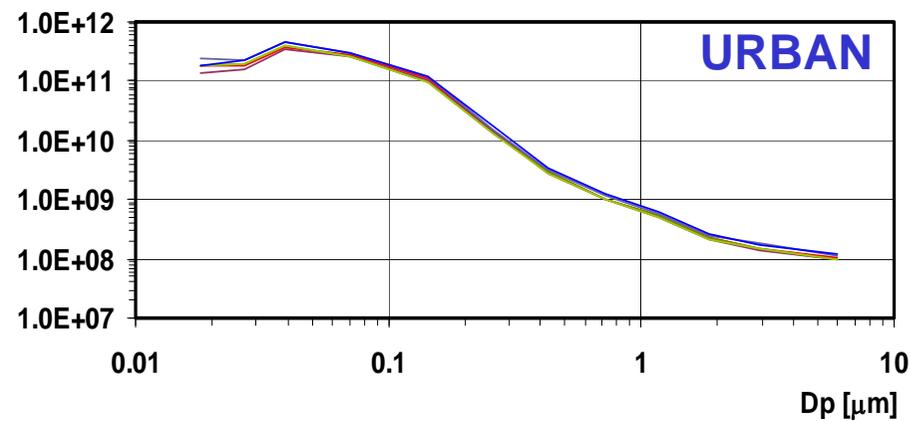
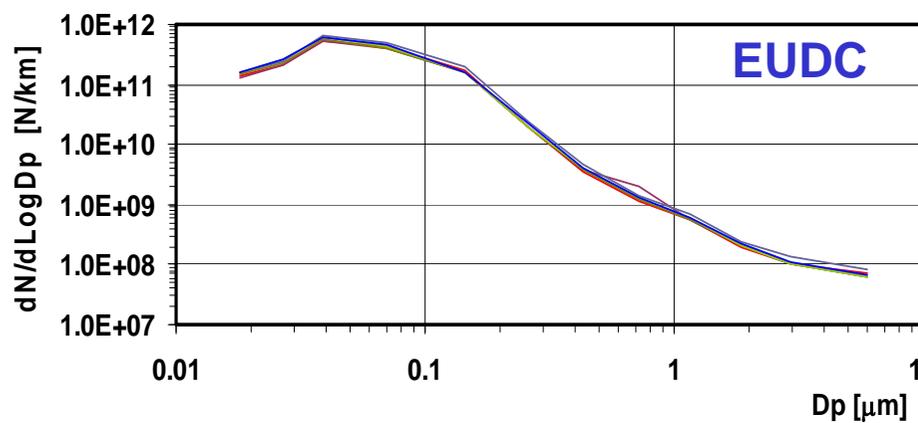
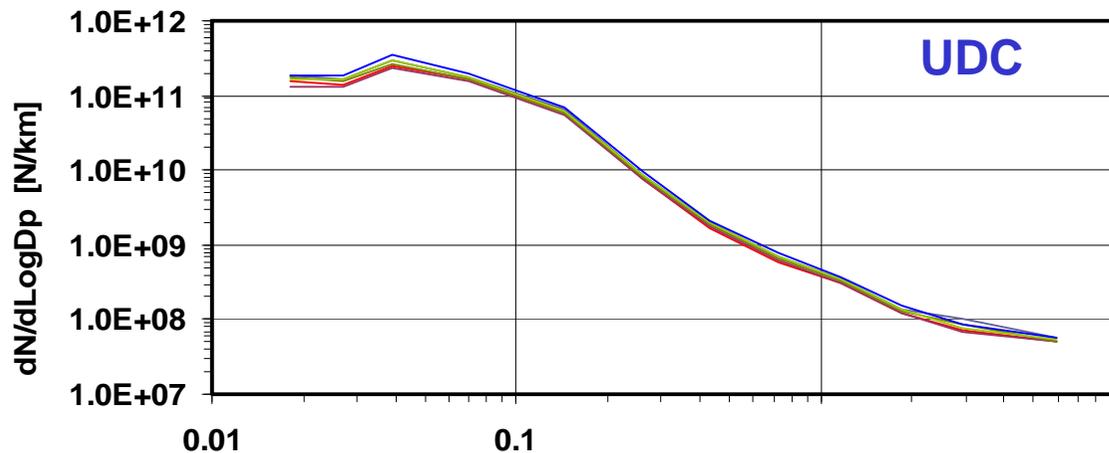
<b>THC</b>	rispetto a B7 →	<b>-35% B7 (chiusura)</b>	-26% B10 PFAD
			-37% B30 PFAD
<b>PN ELPI</b>	rispetto a B7 →	<b>+10 ÷ +30% B7 (chiusura)</b>	+15% ÷ +20% B10 PFAD
			+1% ÷ +15% B30 PFAD

### • Influenza del DPF

#### B30 PFAD ciclo NEDC

	<b>PN ELPI</b>	<b>PN PMP</b>	<b>soot</b>	<b>PM</b>
	<b>#/km</b>	<b>#/km</b>	<b>mg/km</b>	<b>mg/km</b>
<b>EURO 4</b>	7.04E+14	3.43E+12	10.7	11.25
<b>EURO 5</b>	1.09E+13	7.22E+11	0.17	1.34

# Effetti del combustibile sulle emissioni e i consumi: LCV EURO 5b con DPF (2)



## Conclusioni

---

Nessuna variazione significativa per le specie regolamentate e non, né per il consumo di combustibile

### LCV Euro 4 senza DPF:

- ❑ **Significativa riduzione delle emissioni di particolato** (soot, numero di particelle) all'aumentare del contenuto di biodiesel in gasolio - Massime riduzioni rilevate per le miscele con PFAD
- ❑ **Riduzione significativa delle emissioni istantanee di PN** su tutti i cicli svolti e **riduzione emissione di nanoparticelle** (moda di accumulazione) all'aumentare del contenuto di biodiesel in gasolio - Massime riduzioni rilevate per le miscele con PFAD

### LCV Euro 5b con DPF:

- ❑ Nessuna variazione significativa poiché
  - **probabile instabilità dell'autoveicolo, non perfettamente rodato**
  - **il DPF copre buona parte degli effetti del combustibile sull'emissione di particolato**



## Prospettive di sviluppo

---

### □ Ulteriore indagini su:

- una **flotta più ampia di autoveicoli** senza e con DPF:
  - approfondimento studi Euro 5 e successivi
  - confronto dettagliato EURO 4 - EURO 5
- emissioni di **nanoparticelle** → acquisizione EEPS (Engine Exhaust Particle Sizer)
- emissioni di **particolato totale in massa PMP compliant** → upgrade in corso
  - Studio emissioni, regolamentate e non, associate alla **rigenerazione del DPF**
  - Focus sulle emissioni delle aldeidi e approfondimento specie inquinanti non regolamentate (es. **NH<sub>3</sub>, N<sub>2</sub>O**)
  - Approfondimento con **altri biodiesel** di seconda generazione

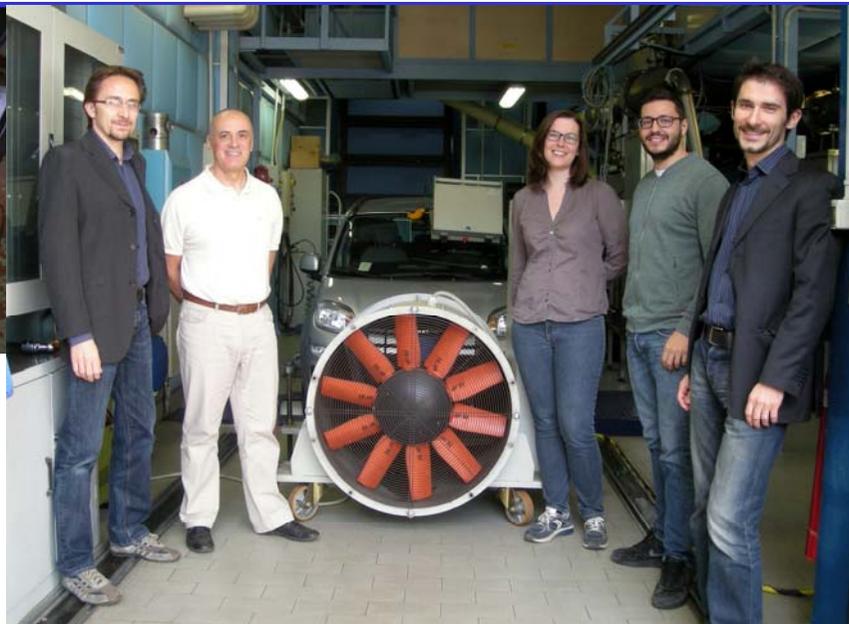
### □ Applicazioni d'interesse:

- Studi tossicologici, biologici e di impatto sulla salute associati all'utilizzo di miscele con diverso contenuto di biodiesel di diversa origine





**GRAZIE PER L'ATTENZIONE !**



## Calcolo consumo di combustibile

Formule per consumo calcolato col metodo del bilancio del carbonio				$C_{MIX} = \frac{(12 + m_{MIX} \cdot 1,008 + n_{MIX} \cdot 16) / 120 \cdot \left[ \frac{12}{12 + m_{MIX} \cdot 1,008} \cdot HC + 0,429 CO + 0,273 CO_2 \right]}{d_{MIX}}$		
Miscele biodiesel/gasolio						
<b>B7</b>	$m_{MIX}$	1.8698	Coeff. Generale	0.11711	0.11711	
	$n_{MIX}$	0.0105	Coeff HC	0.86426	0.86426	
<b>B10</b>	$m_{MIX}$	1.874	Coeff. Generale	0.11774	0.11774	
	$n_{MIX}$	0.015	Coeff HC	0.86399	0.86399	
<b>B30</b>	$m_{MIX}$	1.902	Coeff. Generale	0.12198	0.12198	
	$n_{MIX}$	0.045	Coeff HC	0.86224	0.86224	