

---

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

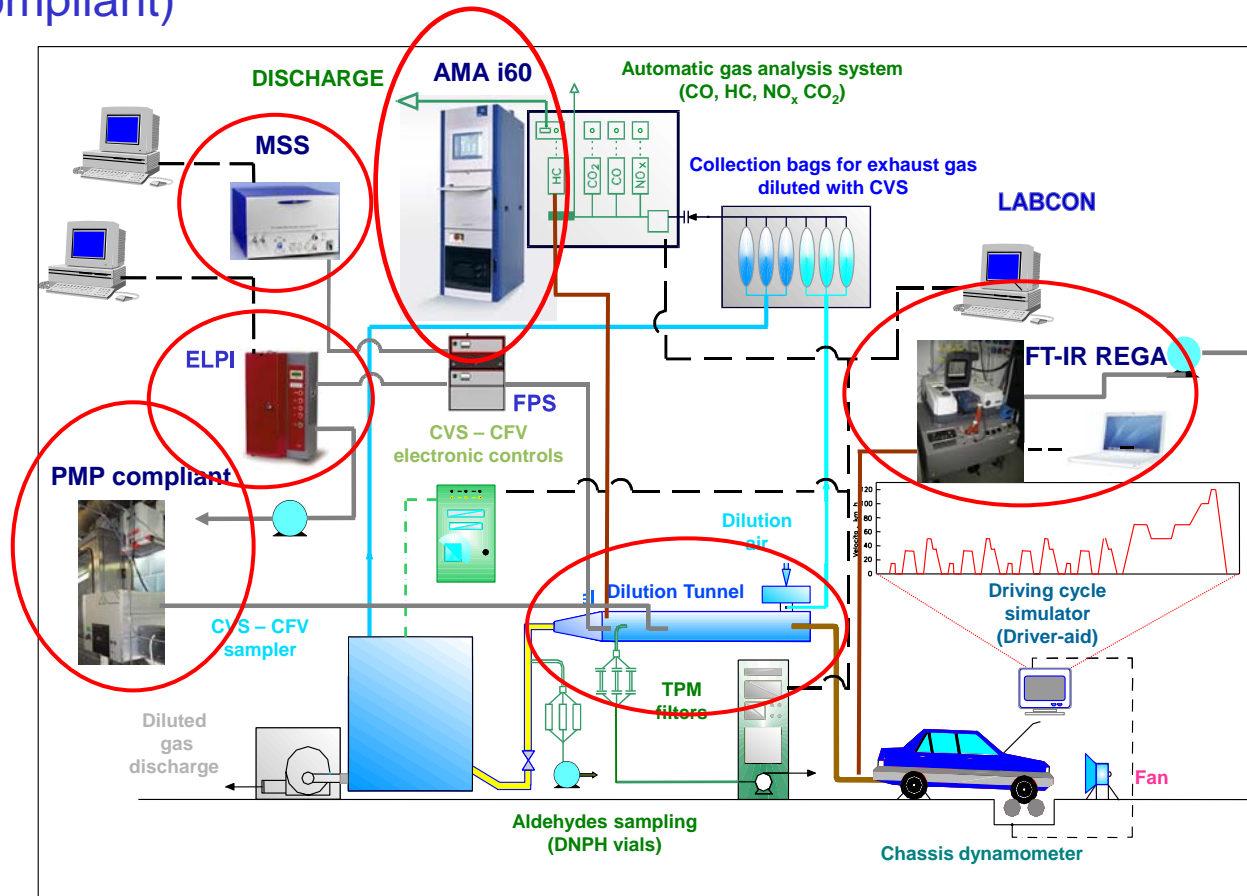
**B7** gasolio con 7% (V/V) biodiesel da colza [EN 590]

**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)



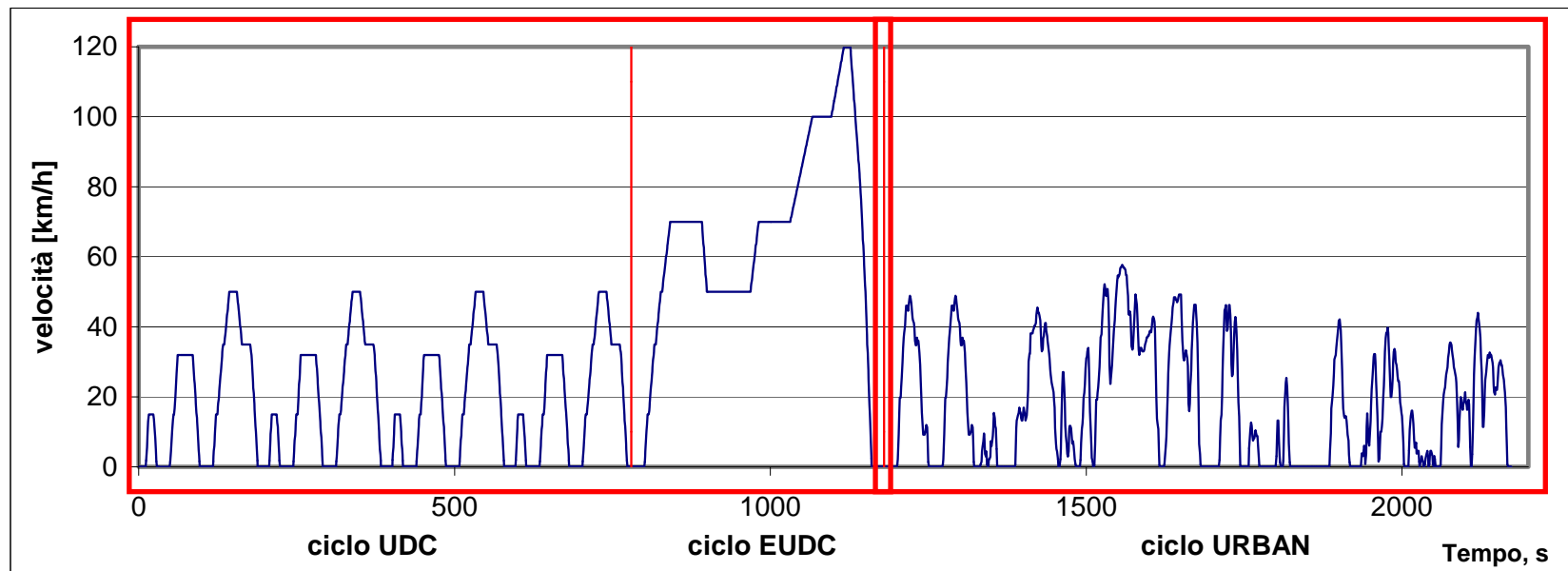
- CO<sub>2</sub>
- numero e distribuzione delle particelle totali (ELPI)
- frazione soot (MSS)
- principali aldeidi
- N<sub>2</sub>O, NH<sub>3</sub>... (FTIR)

## 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 (1)

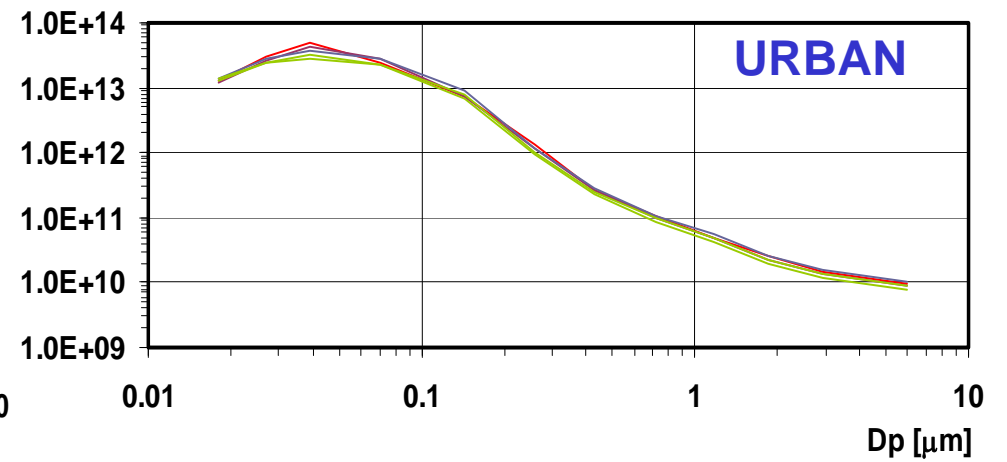
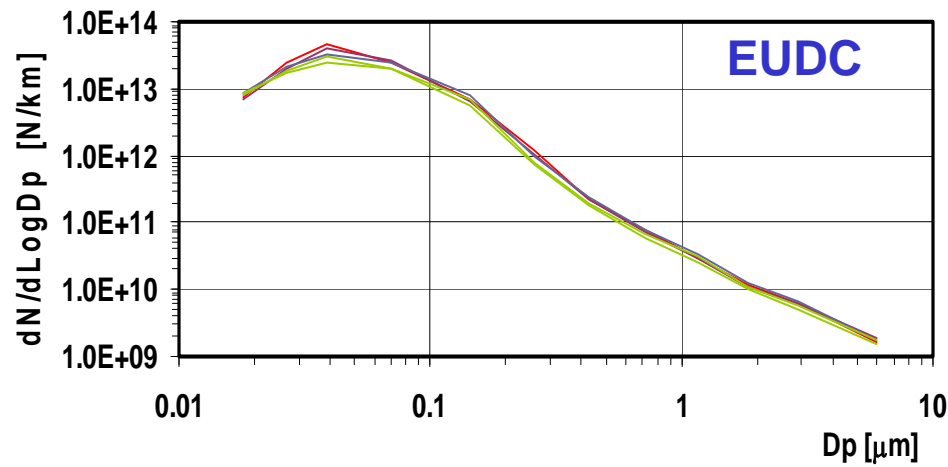
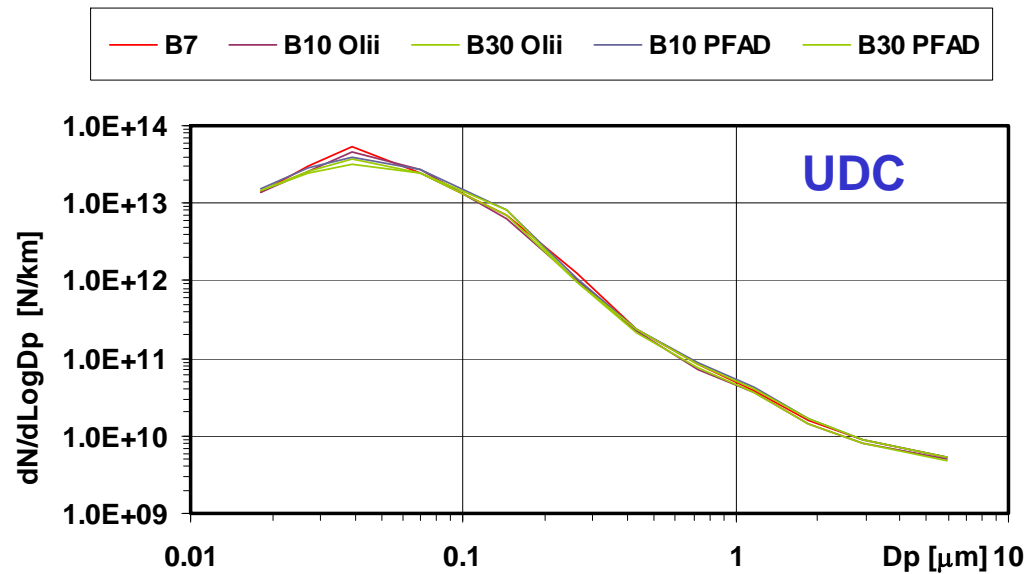
		Autoveicolo:		FIAT SCUDO															
		Commessa SSC		BIAGIO															
		UDC																	
prova N.		B7		B10 UCO		Δ %	t-test	B30 UCO		Δ %	t-test	B10 PFAD		Δ %	t-test	B30 PFAD		Δ %	t-test
		Media	CV, %	Media	CV, %			Media	CV, %			Media	CV, %			Media	CV, %		
THC	g/km	0.09	12.2													0.07	11.5	-24.2	SI
PM soot	mg/km	10.2	5.0					8.1	10.9	-20.0	SI								
PN/km (impattore ELPI)	#/km	1.02E+15	1.7	9.37E+14	4.1	-7.7	SI	8.85E+14	1.5	-12.8	SI	9.55E+14	4.2	-5.9	SI	8.38E+14	7.8	-17.5	SI
		EUDC																	
prova N.		B7		B10 UCO		Δ %	t-test	B30 UCO		Δ %	t-test	B10 PFAD		Δ %	t-test	B30 PFAD		Δ %	t-test
		Media	CV, %	Media	CV, %			Media	CV, %			Media	CV, %			Media	CV, %		
THC	g/km	0.01	5.1					0.01	9.1	-15.7	SI					0.01	10.9	-24.1	SI
PM soot	mg/km	16.5	5.6					11.6	7.5	-29.5	SI					12.3	6.4	-25.1	SI
PN/km (impattore ELPI)	#/km	8.93E+14	5.8					6.87E+14	2.7	-23.1	SI	7.74E+14	5.1	-13.4	SI	6.23E+14	6.9	-30.3	SI
		URBAN																	
prova N.		B7		B10 UCO		Δ %	t-test	B30 UCO		Δ %	t-test	B10 PFAD		Δ %	t-test	B30 PFAD		Δ %	t-test
		Media	CV, %	Media	CV, %			Media	CV, %			Media	CV, %			Media	CV, %		
PM	mg/km	15.8	9.4					11.4	6.3	-27.8	SI								
PM soot	mg/km	14.8	5.8					11.5	6.1	-22.0	SI					12.3	6.0	-16.4	SI
PN/km (impattore ELPI)	#/km	9.75E+14	6.7					7.85E+14	1.0	-19.5	SI					7.39E+14	5.7	-24.2	SI
PN/km (PMP compliant)	#/km	4.21E+12	1.9												4.45E+12	3.5	5.7	SI	

Diminuzione significativa delle emissioni all'aumentare del contenuto di biodiesel

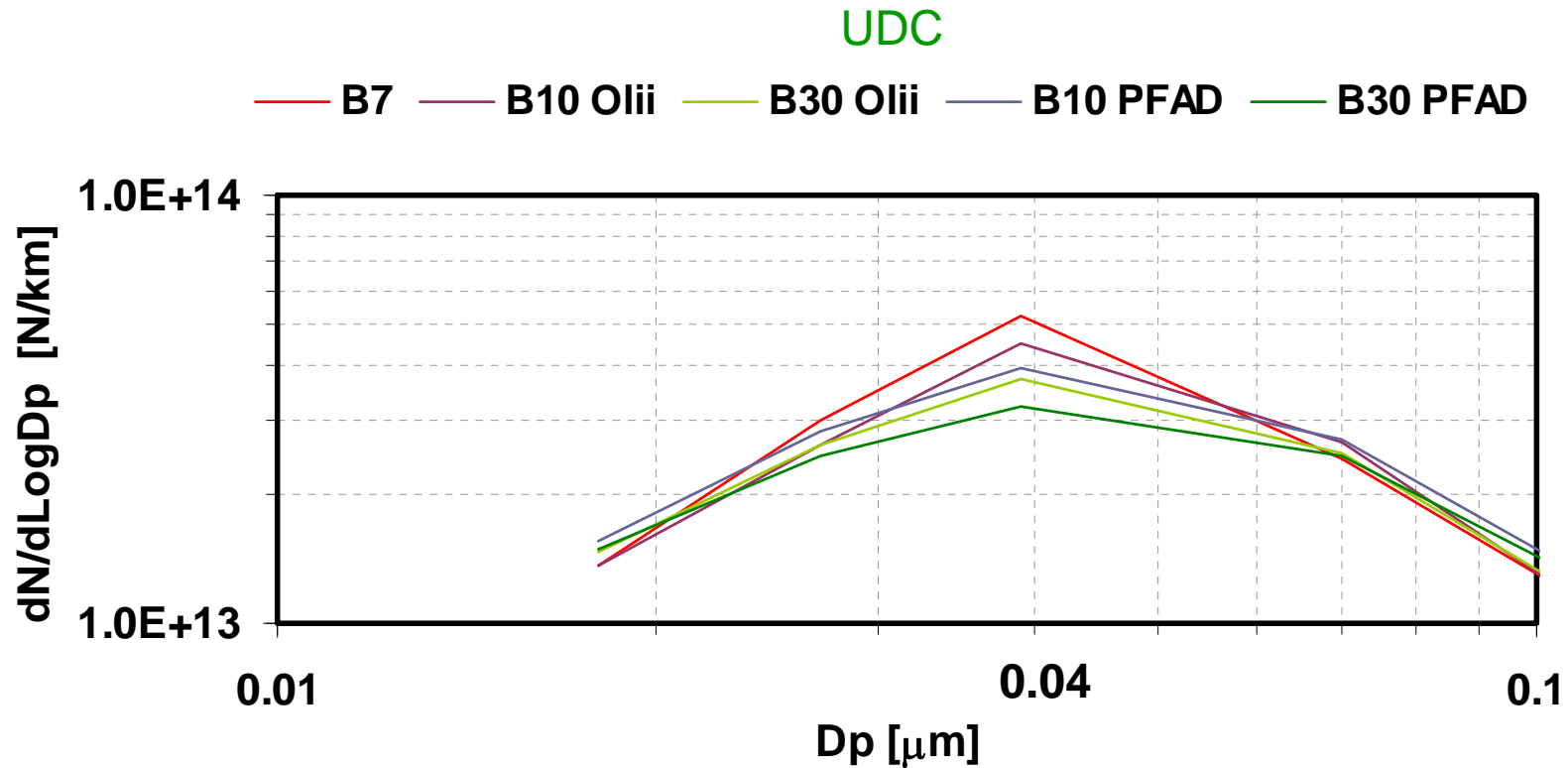
**PN ELPI** rispetto a B7 → -12 ÷ -20% con B30 UCO      -15 ÷ -30% con B30  
**Soot** rispetto a B7 → **PFAD** -20 ÷ -30% con B30 UCO      -16 ÷ -25% con B30  
**PFAD**



# 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

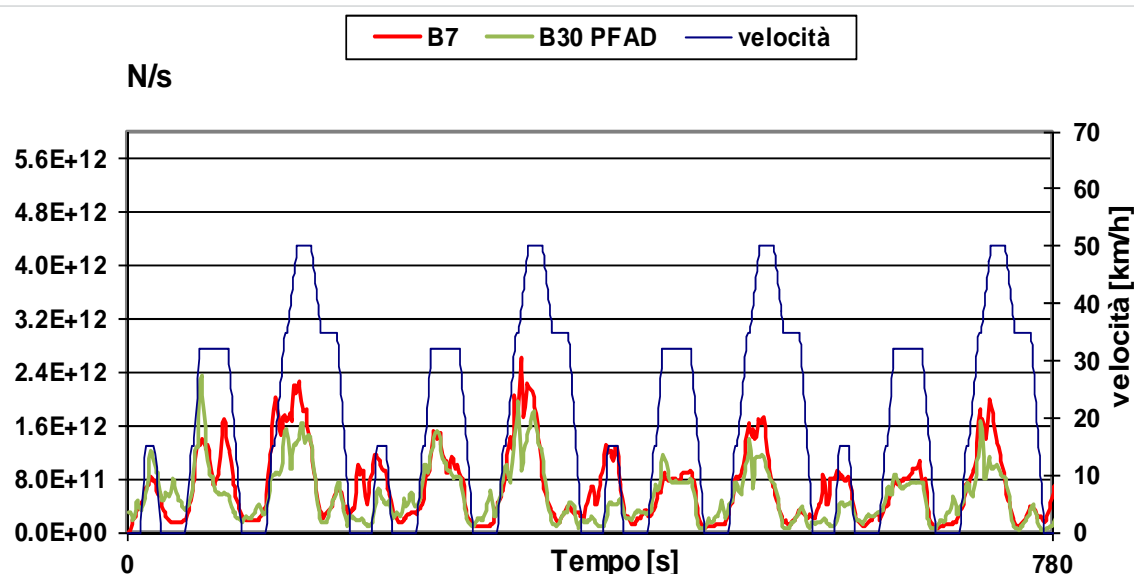
rispetto a B7

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

Moda di accumulazione [Kittelson, 1998]

## Andamento modale emissione particelle totali (ELPI)

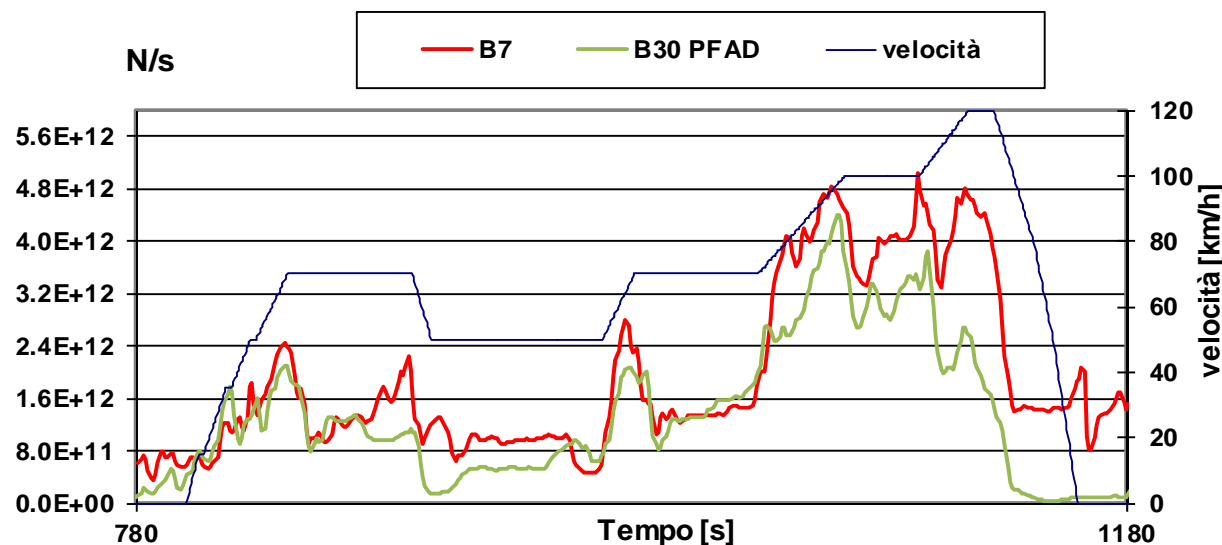
*ciclo UDC*



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

*ciclo EUDC*



## 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

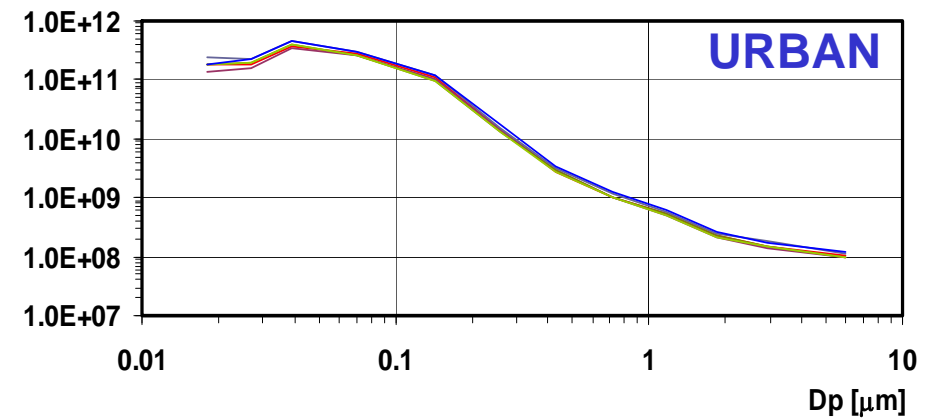
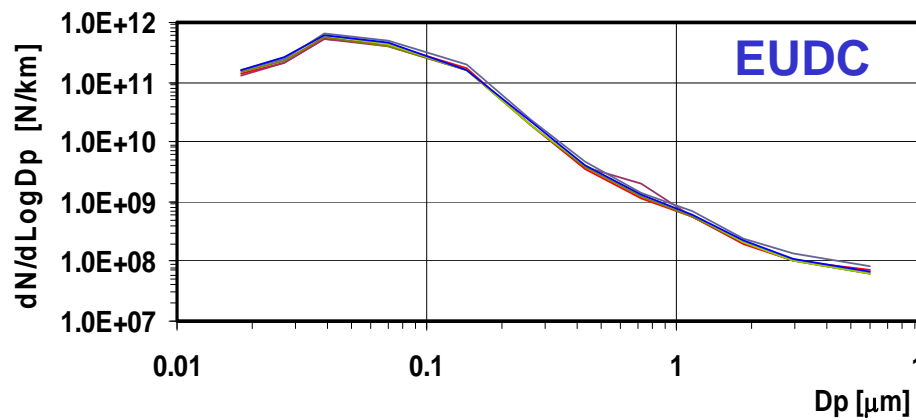
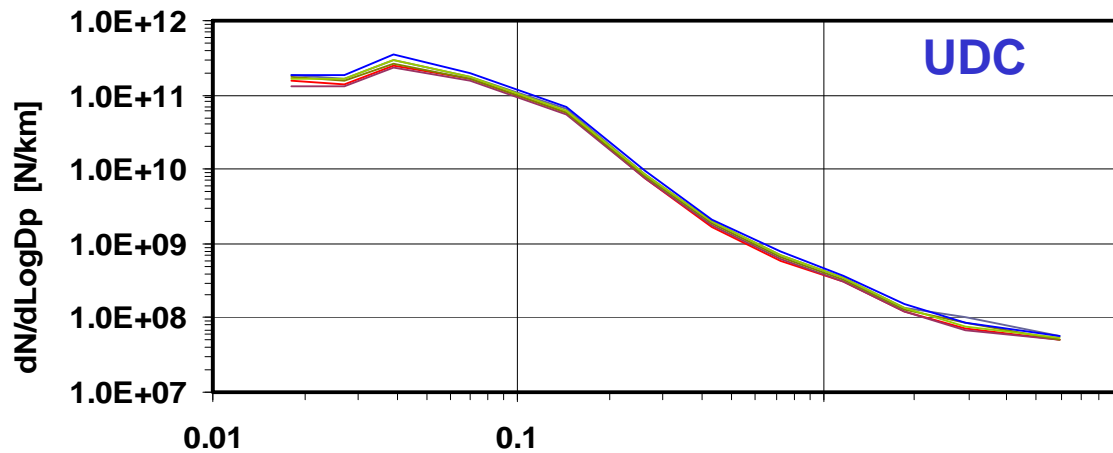
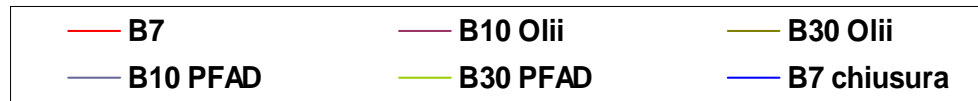
<b>THC</b>	rispetto a B7 →	<b>-35% B7 (chiusura)</b>	-26% B10 PFAD
			-37% B30 PFAD
<b>PN ELPI</b>	rispetto a B7 →	<b>+10 ÷ +30% B7 (chiusura)</b>	+15% ÷ +20% B10 PFAD
			+1% ÷ +15% B30 PFAD

### • 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 !**

