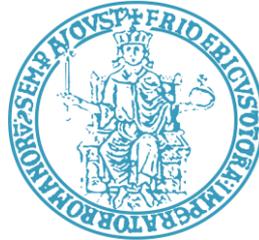


UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI NAPOLI FEDERICO II



Scuola Politecnica e delle Scienze di Base
Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile e Ambientale

Tesi di Laurea in Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio

Dipartimento di Ingegneria Chimica, dei Materiali e della Produzione Industriale

***“Stato dell’arte sull’impiego di filtri Fap nel controllo delle
polveri sottili allo scarico”***

***Relatore:
Ch.mo Prof. de Gennaro Bruno***

Candidato :

***Manuel Emilio Di Fenza
matr. N 49/320***

Anno accademico : 2013/2014

Obiettivi del lavoro

- ▶ Excursus su problemi e normativa riguardo il particolato.
- ▶ Fornire un quadro generale sui vari filtri antiparticolato ed il loro funzionamento.
- ▶ Valutare i risultati ottenuti da esperimenti sulla filtrazione attraverso filtri antiparticolato Dpf a parete singola.

Introduzione

Il filtro antiparticolato è un particolare sistema anti-inquinamento creato per combattere il particolato (o PM10) emesso dalle automobili dotate di motore diesel. Dal 2011, con l'entrata in vigore della normativa euro5, sono stati introdotti obbligatoriamente su tutte le auto dotate di propulsore diesel.



Il particolato

Il Particolato grossolano è un particolato sedimentabile di dimensioni superiori ai 10 μm ed in grado di penetrare nel tratto respiratorio superando la laringe solo in piccola parte. Il **PM** è diviso in tre frazioni che possono essere così suddivise:

1. Frazione solida (**SOL**):

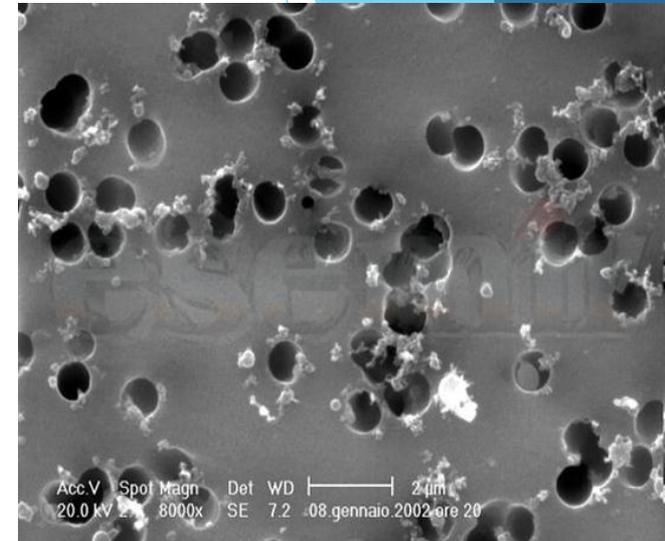
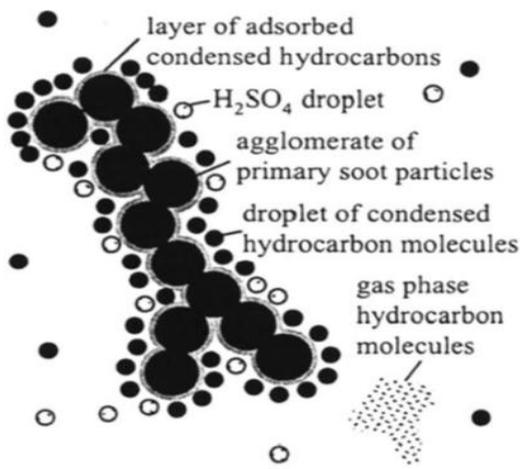
Matrice carboniosa;
Ceneri (metalli).

2. Frazione solubile organica (**SOF**):

Materiale organico derivato da olio lubrificante del motore;
Materiale organico derivato dal combustibile.

3. Particolato dai solfati (**SO₄**):

Acido solforico.



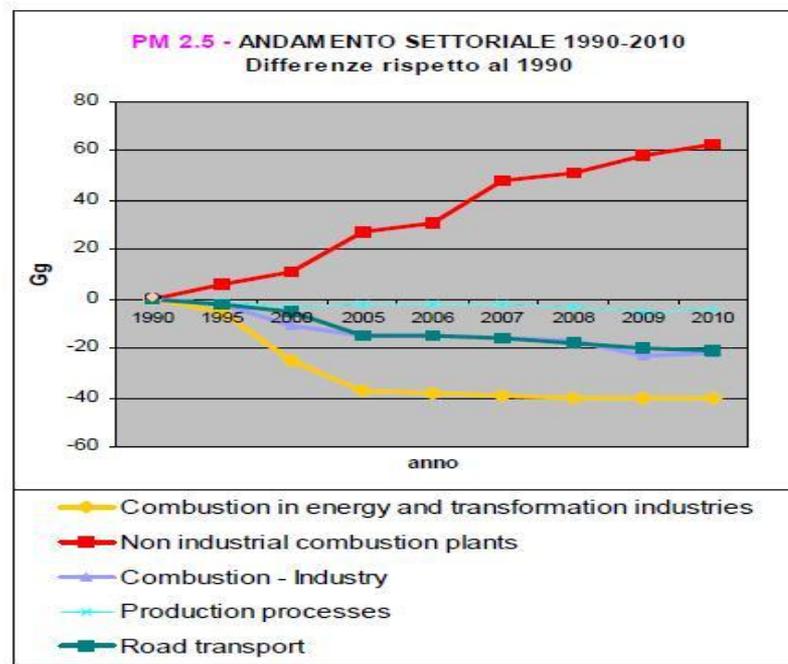
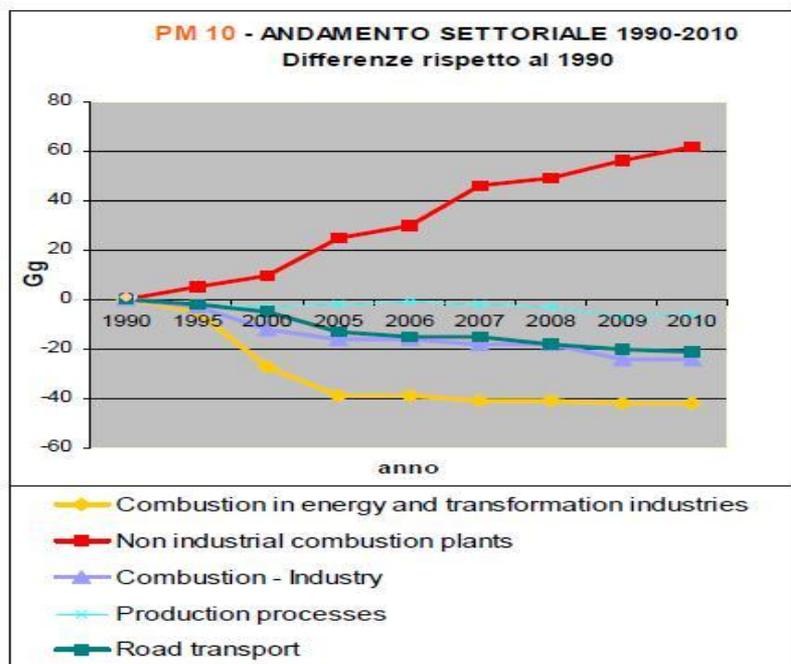
La foto rappresenta la superficie del filtro dove è depositato il particolato atmosferico

La figura è una rappresentazione schematica di un aggregato concatenato di particelle primarie di fuliggine e specie adsorbite / condensate associate.

Legislazione europea e italiana

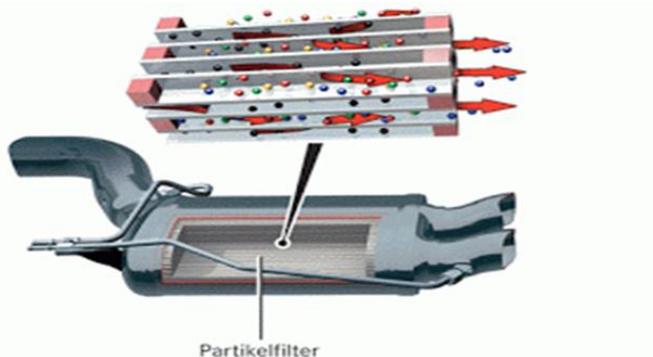
Le normative parlano di limitazione dell'emissione di PM10 nell'aria mentre per il particolato fine ed ultrafine non è presente alcuna regolamentazione. Per la normativa Euro VI – 2014 le emissioni prodotte dai veicoli destinati al trasporto non potranno superare il limite massimo di 80 mg/km. Le emissioni combinate di idrocarburi e di ossidi di azoto prodotte da veicoli diesel non potranno superare 170 mg/km. Livello particolato limite per autoveicoli diesel 0,0025 g/km.

Andamento del PARTICOLATO nazionale dal 1990 al 2010 nei principali macrosettori (i dati del 1990 sono presi come riferimento)



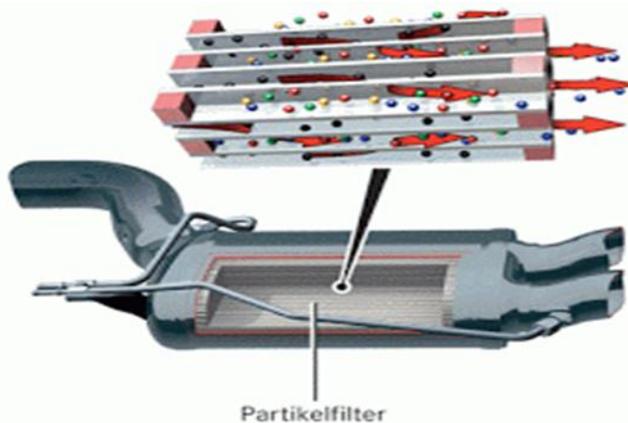
I Filtri antiparticolato

Il filtro antiparticolato è utilizzato nei motori a combustione interna ad accensione spontanea (diesel e biodiesel) per la riduzione del particolato solido presente nei gas di scarico. Viene normalmente realizzato con materiale ceramico poroso che riesce ad intrappolare le particelle solide riducendo di oltre il 97% il particolato allo scarico dei motori. Il substrato ceramico è realizzato da innumerevoli canali adiacenti alternativamente chiusi ed aperti. Il flusso dei gas di scarico proveniente dal motore è obbligato a passare attraverso il setto poroso depositando al suo interno la quasi totalità delle particelle solide.



FAP

Nel sistema FAP le emissioni sono filtrate, raccolte e infine bruciate a 450°C ogni 300/500 km, quando non vi è altro intervento da parte del guidatore se non l'aumento della velocità e l'automobile supera una determinata velocità di crociera per un certo numero di km . Perché il filtro funzioni correttamente, deve essere aggiunto al gasolio un additivo, prima della combustione. L'additivo è una sostanza chimica chiamata **cerina**, ossido di cerio, o **Eolys** che permette la “cattura” da parte del **FAP** del particolato. La temperatura a cui il particolato stesso può essere distrutto è abbassata dalla **cerina**, la quale è contenuta in un serbatoio a parte, di circa 5 litri sufficienti per 80.000/120.000 Km.



DPF

Il **DPF** (Diesel Particulate Filter) è una tipologia di filtro antiparticolato che non utilizza l'additivo (cerina) perché è in grado di innalzare fino a 600-650°C la temperatura dei gas di scarico. L'innalzamento della temperatura viene effettuato attraverso una serie di post-iniezioni con conseguenti post-combustioni. Sulle pareti del filtro sono inseriti dei metalli nobili che operano da catalizzatori per agevolare il processo di combustione del particolato accumulato. Un importante problema che può verificarsi a causa delle repentine variazioni di temperatura è lo **stress termico** (o **shock termico**) che proprio è uno stato di sollecitazione interna ad un materiale dovuto a variazioni termiche che possono causare la loro rottura.

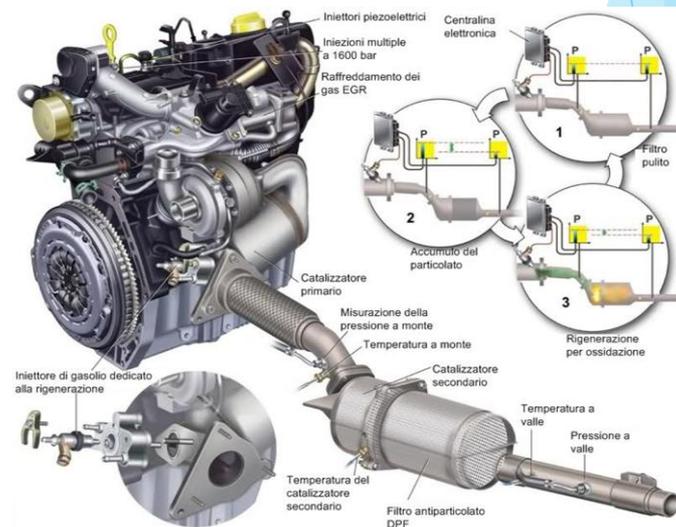
➤ Il coefficiente **TSP**, parametro shock termico:

$$\text{TPS} = \frac{\text{MOR}}{\text{CTE} \times e\text{Mod}}$$

➤ MOR : Resistenza a flessione

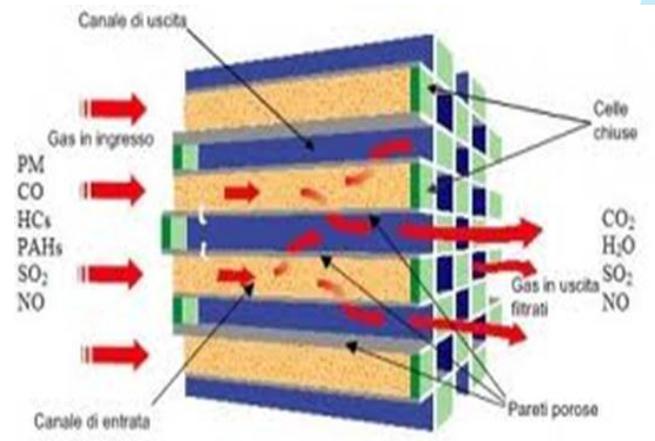
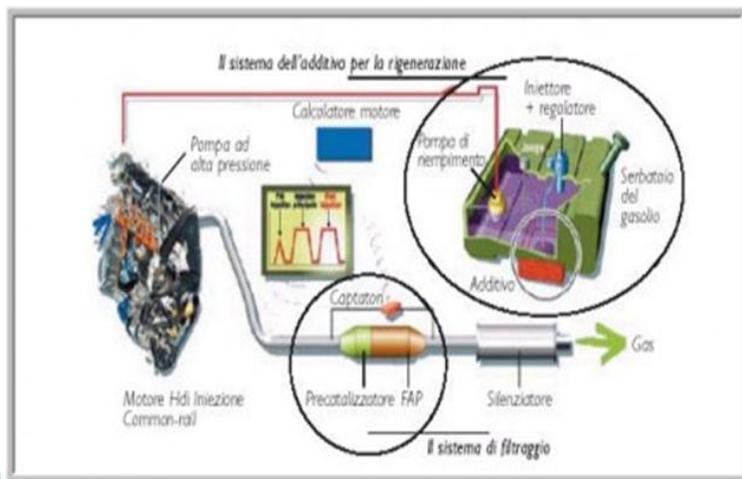
➤ eMod: modulo di Young

➤ CTE : Coefficiente di espansione termica.



Principali differenze tra FAP e DPF

- **Vantaggi del FAP:** (1) Bassa temperatura di rigenerazione; (2) Basse contropressioni.
- **Svantaggi del FAP:** (1) Bassa durata; (2) Complessità generale del sistema.
- **Vantaggi del DPF:** (1) Semplicità generale del Sistema; (2) Nessun utilizzo di additivi.
- **Svantaggi del DPF:** (1) Diluizione dell'Olio Motore; (2) Alte temperature di rigenerazione.



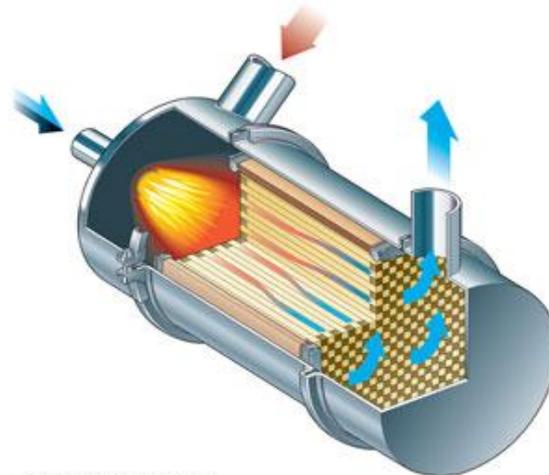
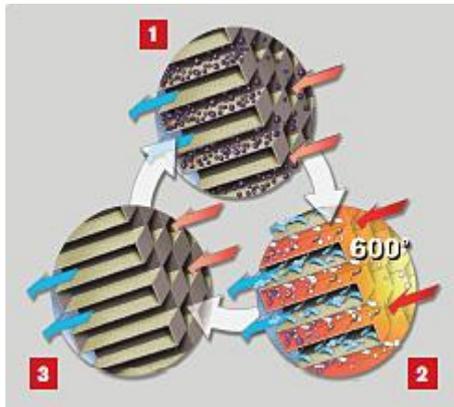
Tipi di rigenerazione del filtro

Rigenerazione spontanea

In questo tipo di rigenerazione, il particolato brucia naturalmente all'interno del filtro, le condizioni di guida influenzano direttamente la temperatura dei gas di scarico.

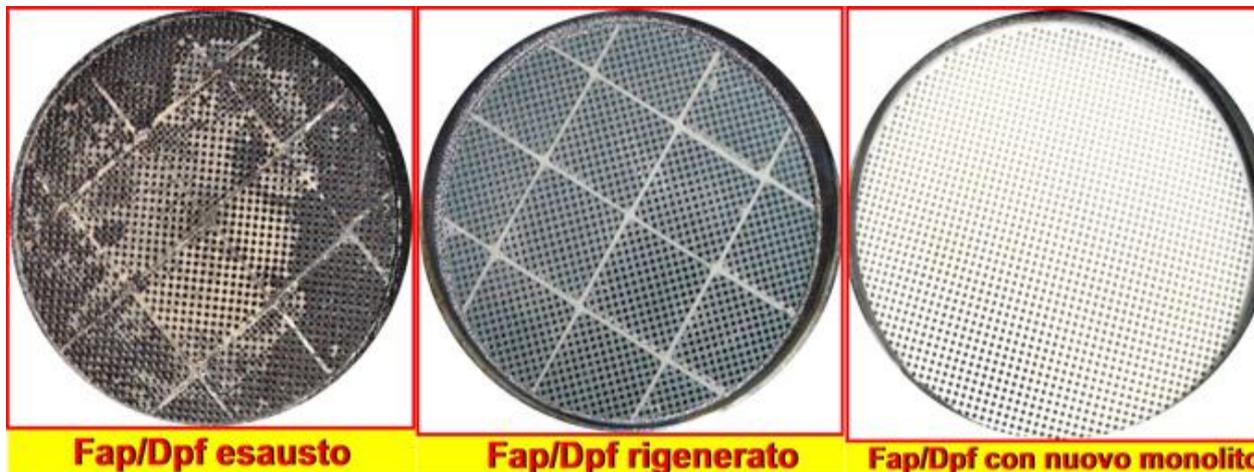
Rigenerazione comandata.

Durante la marcia su strada, la centralina motore gestisce la rigenerazione comandata, attraverso un insieme di comandi atti ad aumentare la temperatura dei gas di scarico fino alla soglia di combustione del particolato.



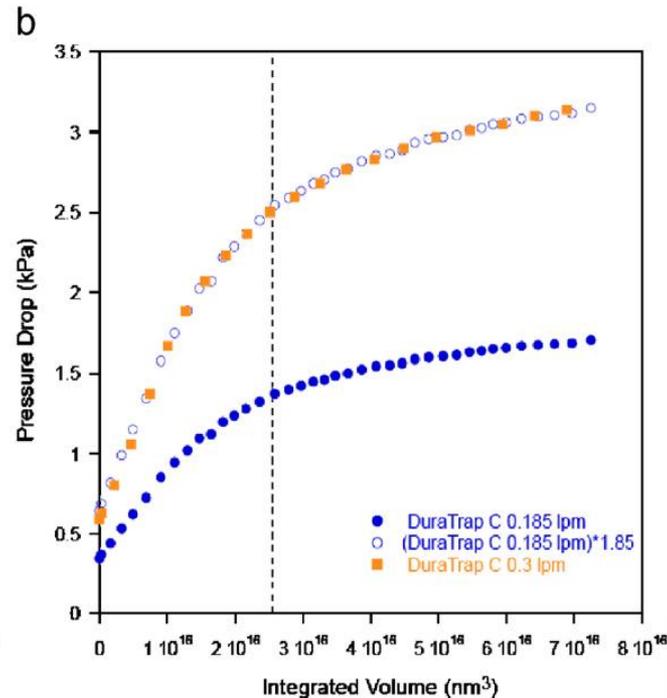
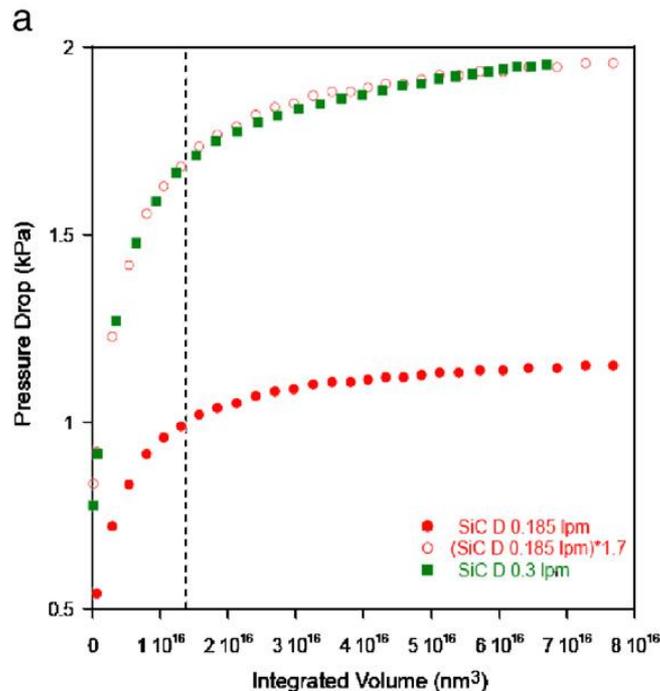
Critiche ai filtri antiparticolato

Alcuni studi ritengono questo sistema molto dannoso per la salute, in quanto questi filtri non distruggendo le particelle tossiche prodotte dal motore diesel, attuerebbero una semplice riduzione delle stesse molecole in altre di dimensioni molto inferiori che provocano un danno maggiore per la salute. Oltre la sua nocività vi è la questione riguardo i numerosi disagi agli automobilisti che dal punto di vista tecnico il filtro ha causato. I problemi che comporta l'intasamento continuo del filtro stesso, causato da percorsi brevi o trafficati che non ne consentono la rigenerazione.



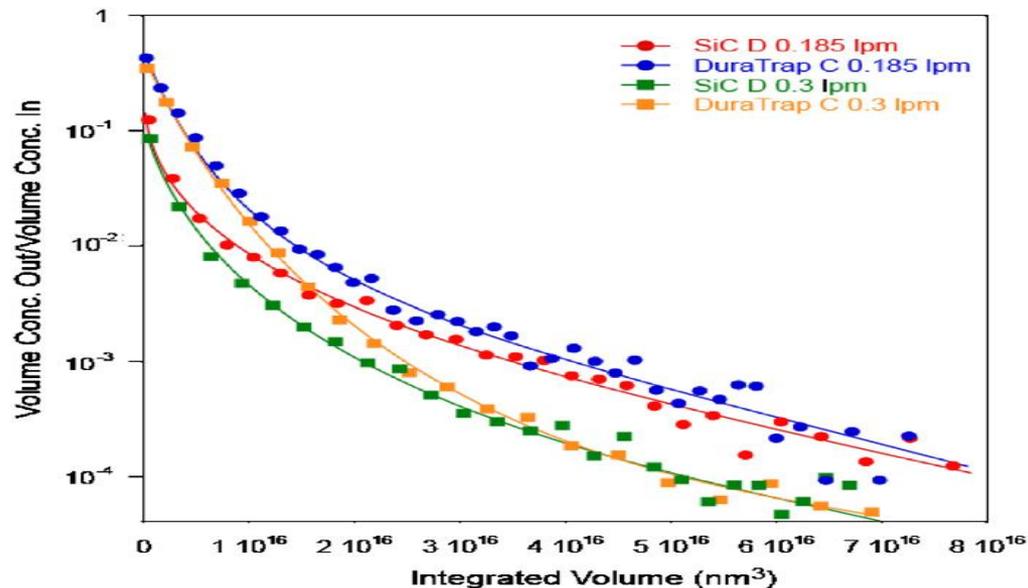
Studi sulla pressione di filtrazione

Per ciascuno dei due filtri in figura, le curve rappresentative della caduta di pressione alle due portate mostrano andamenti simili. All'inizio la pressione cambia rapidamente con l'aumento di carico, che è indicativo di filtrazione a letto profondo. Quando il caricamento AS aumenta fino al punto in cui la filtrazione a "cake" diventa il meccanismo dominante, la velocità, e le variazioni di perdita di carico, diminuiscono fino ai valori più bassi osservati.



Studi sull'efficienza della filtrazione

La Figura illustra l'efficienza di filtrazione, il rapporto di concentrazione volumetrica del particolato "out" rispetto a quello "in" in funzione del carico AS cioè $(NH_4)_2SO_4$, per i due filtri e le due portate. La figura mostra che l'efficienza del filtro per tutti e quattro gli esperimenti aumenta con il carico di AS. L'efficienza di filtrazione per il SiC per i filtri di cordierite è il 90% e 60%, rispettivamente, e non dipende dalla velocità di flusso, quindi la penetrazione di particelle dentro e attraverso il substrato poroso non è molto influenzata dal tasso di flusso ; tuttavia è leggermente superiore l'efficienza osservata per la portata maggiore, per entrambi i filtri.



Conclusioni

Il filtro antiparticolato è un particolare sistema anti-inquinamento creato per combattere l'emissione di PM10.

Con tali filtri, il particolato allo scarico dei motori diesel è ridotto notevolmente (circa il 97%). Entrambi i sistemi di filtrazione generano durante la fase di rigenerazione una quantità di PM, di dimensioni inferiori ai PM10, come PM7 o 8.

Se la rigenerazione avviene sulle strade di lunga percorrenza la nocività effettiva è ridotta, ma il sistema dipende da molti fattori e non sempre riesce ad essere fatta nella maniera prescritta.

Non c'è dubbio che i filtri antiparticolato siano un primo passo nell'affrontare il problema del particolato derivante da motori diesel, ma c'è ancora bisogno di ricerca e sviluppo per trovare tecnologie che risolvano il problema in maniera migliore.