



**CNR - Consiglio Nazionale delle Ricerche**  
Istituto sull'Inquinamento Atmosferico  
<http://www.ia.cnr.it>

---

**RICERCA AVANZATA SULLA CAPACITA' DEL  
SISTEMA GIOEL - G400  
DI RIMUOVERE INQUINANTI  
DA AMBIENTI INDOOR**

*Istituto sui Sistemi Biologici del CNR*



I principali inquinanti sono di 3 tipi:

## 1. I COMPOSTI ORGANICI VOLATILI (VOC) costituiti da gas e vapori.

- **Ossidi di azoto, NO<sub>x</sub>** che si formano nelle combustioni di liquidi solidi e gas quando l'aria raggiunge 750°C.
- Benzene, toluene, xilene, stirene, 1,3-butadiene, formaldeide - *Tossici per l'uomo*
- **Monoterpeni** - potenzialmente tossici, presenti in molte piante (limone, arancio, pino), sono assai comuni in ambienti indoor, in quanto oli essenziali terpenici sono usati come additivi in bevande al sapore di frutta, ma anche come odoranti dei prodotti usati per la pulizia della casa.
- **Mercaptani (R-SH)** - non particolarmente tossici ma hanno un potere odorifero elevato da creare disturbo. Tra gli odorigeni va incluso l'idrogeno solforato (H<sub>2</sub>S), che pur non essendo un VOC, ha un odore intenso di uova marce.
- **CO<sub>2</sub>** - Anche se NON è un inquinante atmosferico è comunque desiderabile che il sistema Gioel riesca a rimuoverla dagli ambienti poiché ciò contribuisce a mitigare l'effetto serra e dunque il riscaldamento globale.



## 2. IL PARTICOLATO FINE

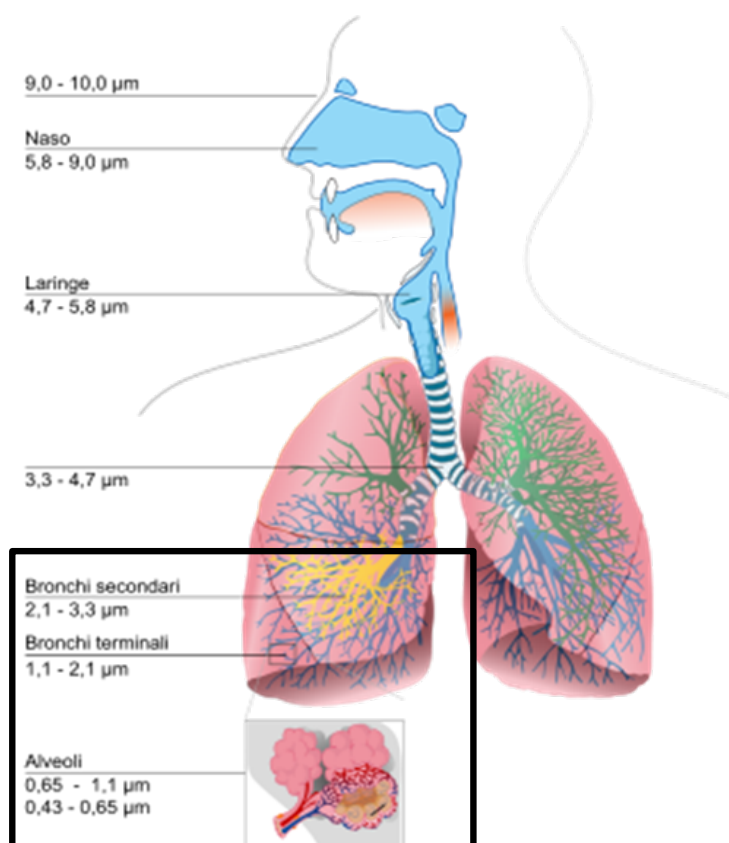
Si forma sia durante la combustione di combustibili liquidi e solidi (legna, tabacco, carbone) ma anche durante la cottura di cibi;



e da combustione veicolare... penetra negli ambienti indoor dall'esterno,

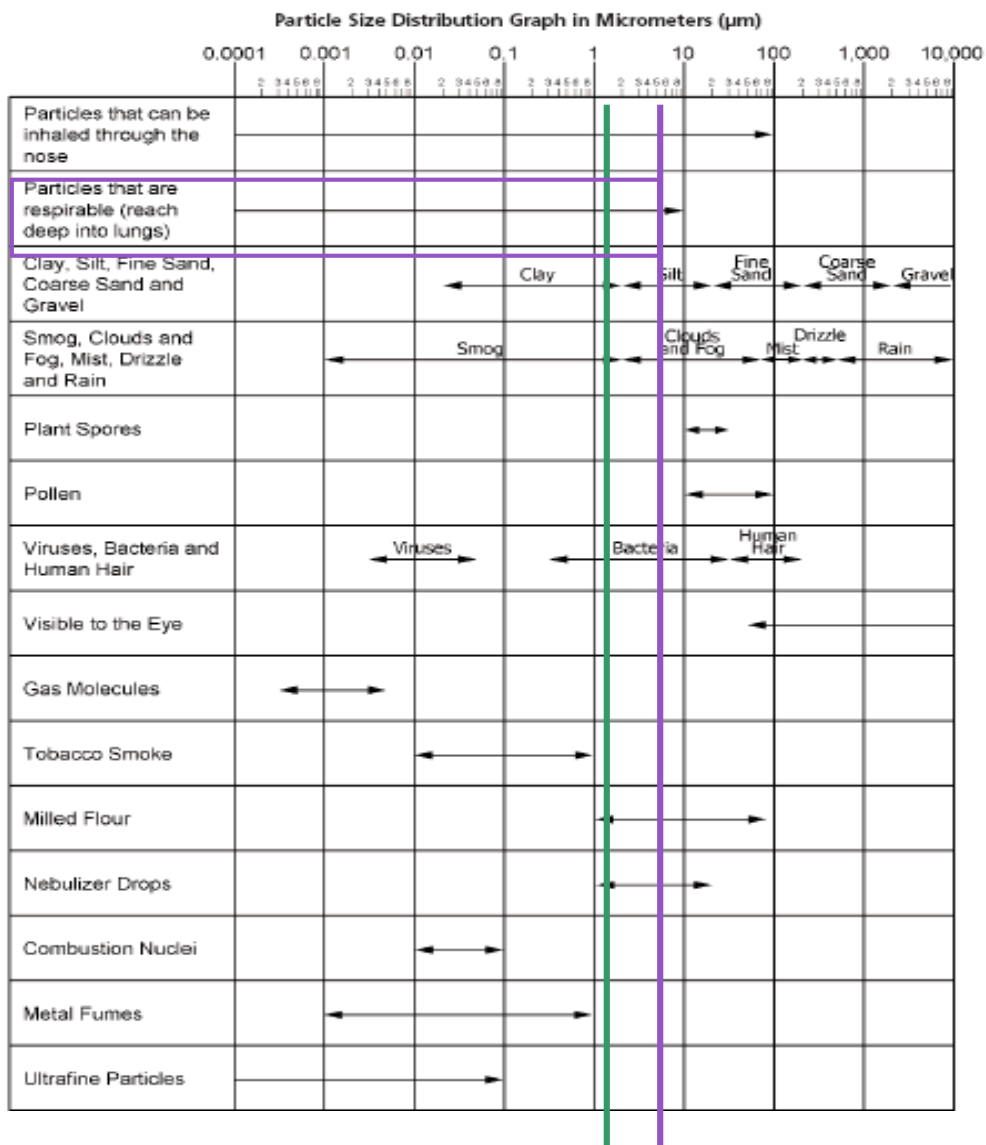


Il PM 10 ed il PM 2,5 non sono altro che le concentrazioni in ug/m<sup>3</sup> di particolato sospeso in aria avente un diametro aerodinamico inferiore a 10 e 2,5 micrometri ( $\mu\text{m}$ ) rispettivamente (1  $\mu\text{m}$  = 1/1000 di mm).



### 3. I BATTERI E SPORE

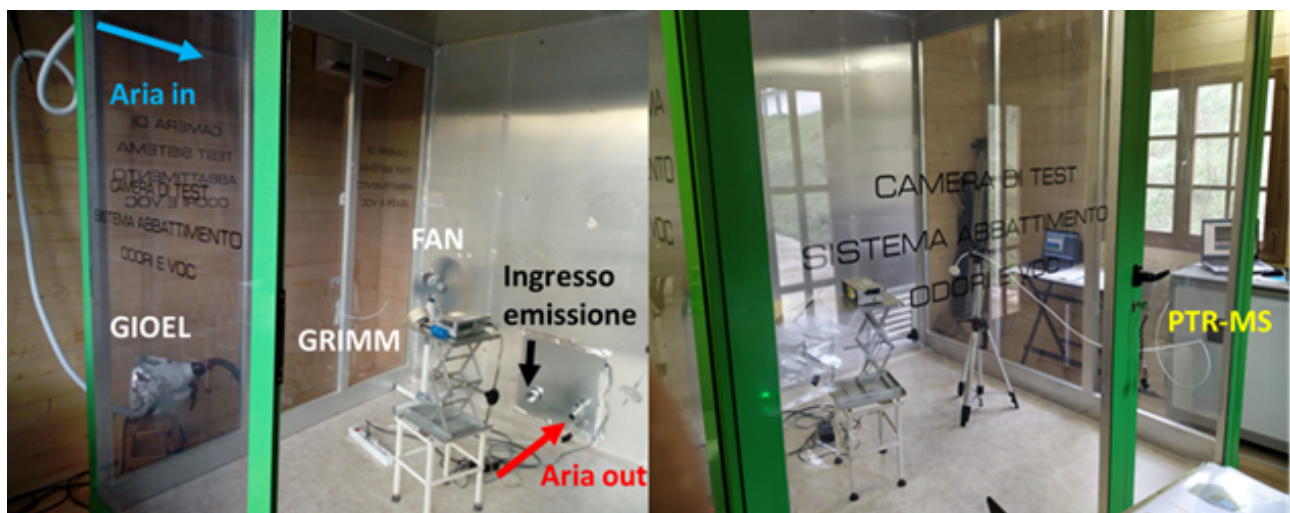
E' importante notare come la maggior parte dei batteri si trovi tra i 0,3 ed i 20  $\mu\text{m}$ ,  
 Dunque se si eliminano particelle sotto a 0,3  $\mu\text{m}$  si eliminano quasi tutti i batteri e le spore.



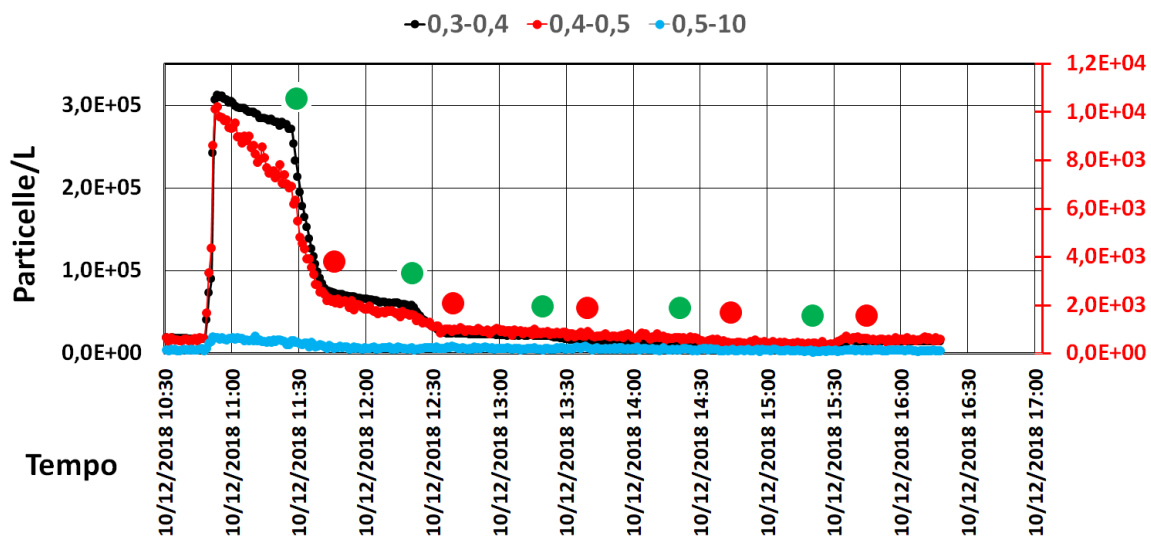
La sperimentazione è stata svolta in una speciale camera di prova di 23 m<sup>3</sup> in policarbonato disponibile presso ISB-CNR in Montelibretti.

Essa era equipaggiata con sensori per seguire l'evoluzione temporale di vari inquinanti introdotti nella camera, o in essa prodotti.

Il sistema GIOEL era posto all'esterno della camera.

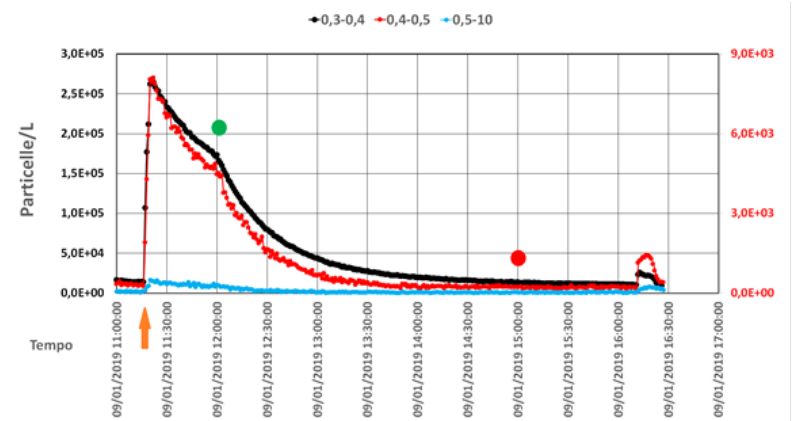


## RISULTATI



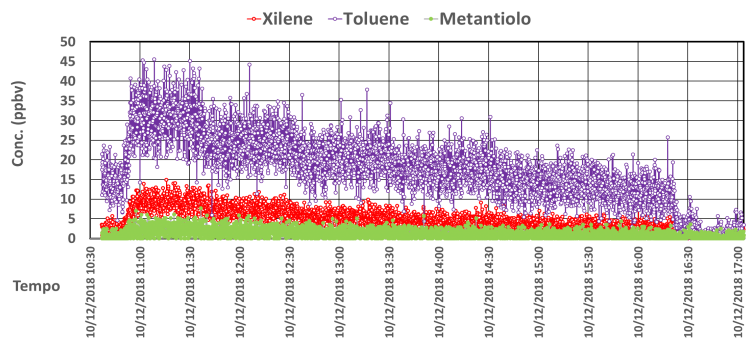
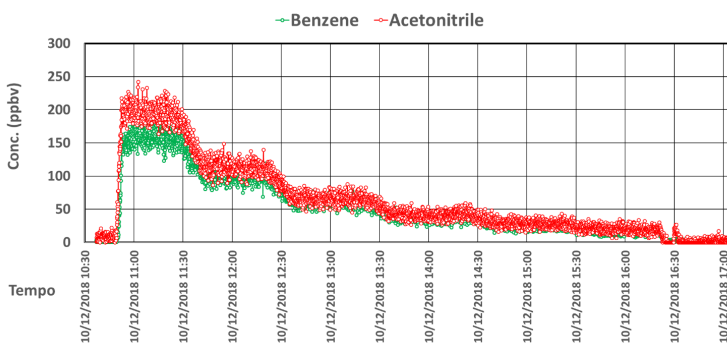
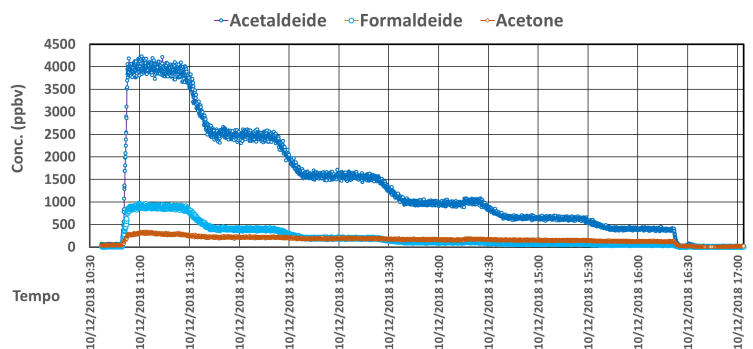
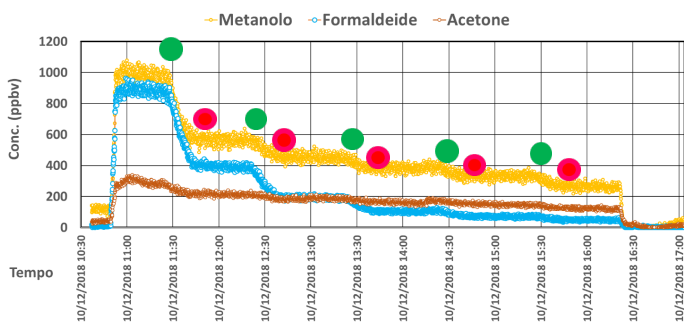
Ad ogni attivazione di GIOEL corrisponde un calo significativo nel numero di particelle per litro nell'intervallo tra 0,3 e 0,5  $\mu\text{m}$ . Dopo 4 cicli di 20 minuti la particelle erano completamente eliminate.

Risultati analoghi si ottenevano operando il GIOEL a bassa velocità ma in maniera continua, senza alcun intervallo tra un ciclo e l'altro.

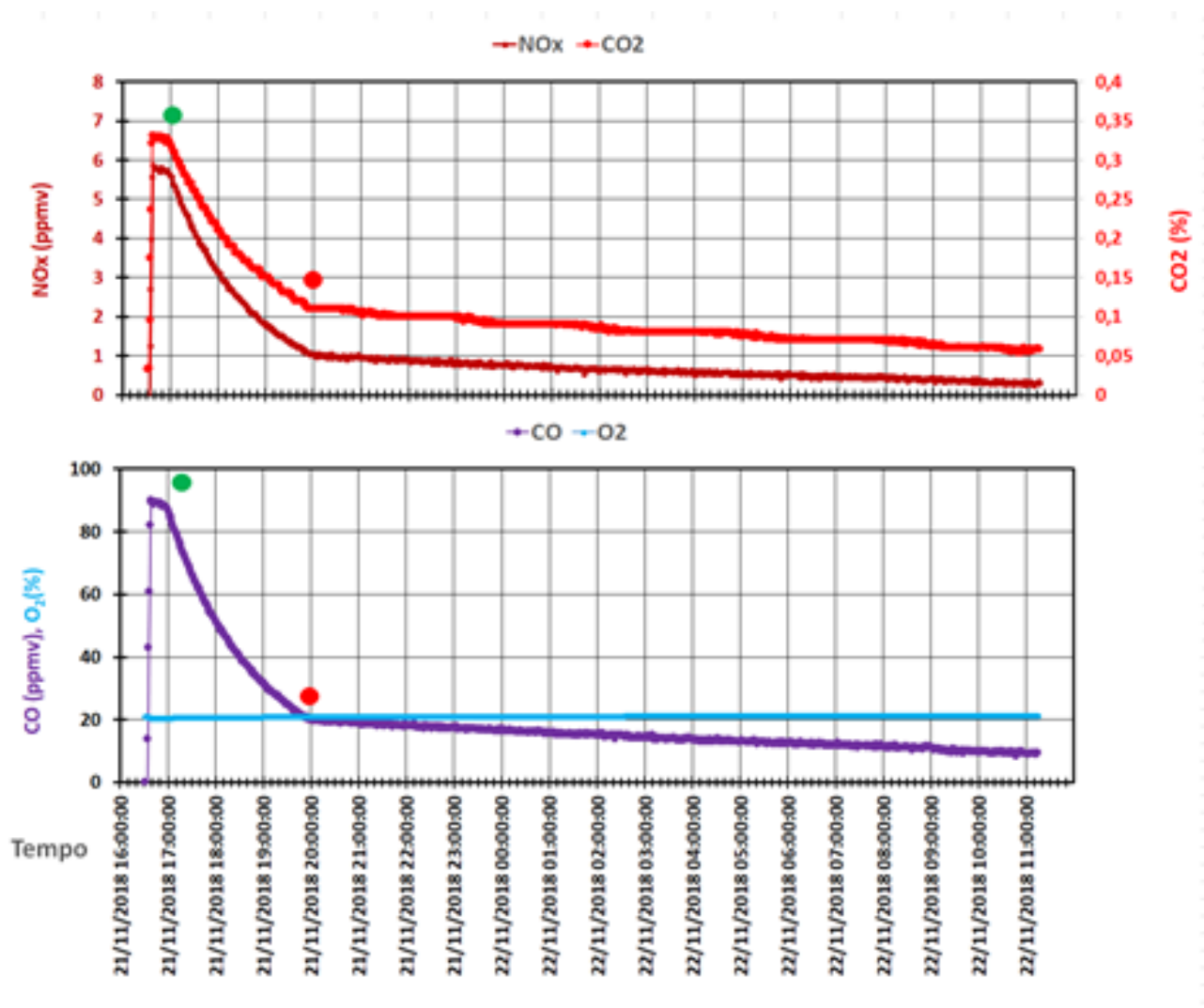


Molto evidente risultava anche la rimozione di VOC tossici, specialmente formaldeide e benzene, o pirogenici (acetonitrile)

Ma anche di altri VOC odorigeni.



Molto efficace GIOEL lo è anche nella rimozione di NO<sub>x</sub>, CO<sub>2</sub> e CO.

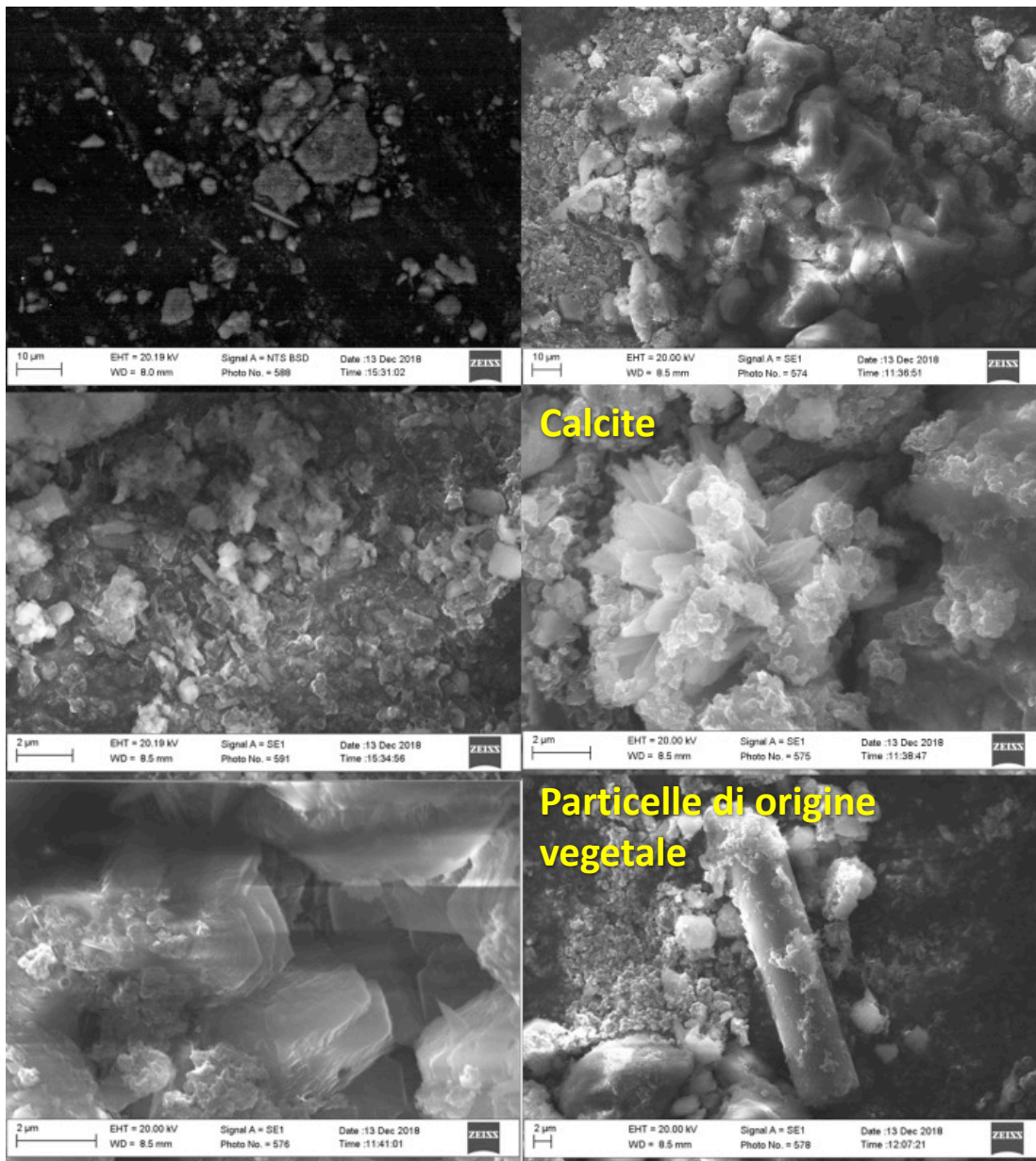


L'accumulo di particolato si vede analizzando il bordo della vaschetta, sia quando GIOEL era operato a bassa velocità (freccie gialle) che ad alta velocità (freccia rossa)

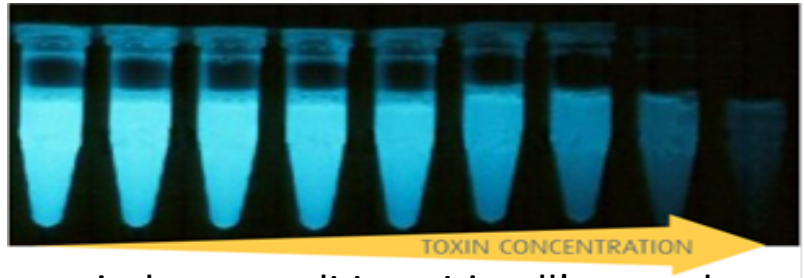


Queste sono alcune immagini ottenute mediante microscopia elettronica. Mostrano la presenza nella vaschetta di particolato Diesel intercalato con cristalli ben sviluppati di calcite ma anche con particolato organico di possibile origine vegetale.

Tutto ciò a riprova dalla capacità da parte di Gioel di trattenere le impurità presenti nell'aria.



Un ulteriore prova per verificare l'effettivo trasferimento delle sostanze tossiche dall'aria all'acqua, si è effettuato tramite un test biologico, usando il saggio Micorotox che usa batteri bioluminescenti (*Allivibrio fischeri*).



L'80-95% dei batteri luminescenti, dopo averli inseriti nell'acqua dopo la pulizia dell'aria, risultano morti, mentre nell'acqua originale il 90% rimangono attivi.

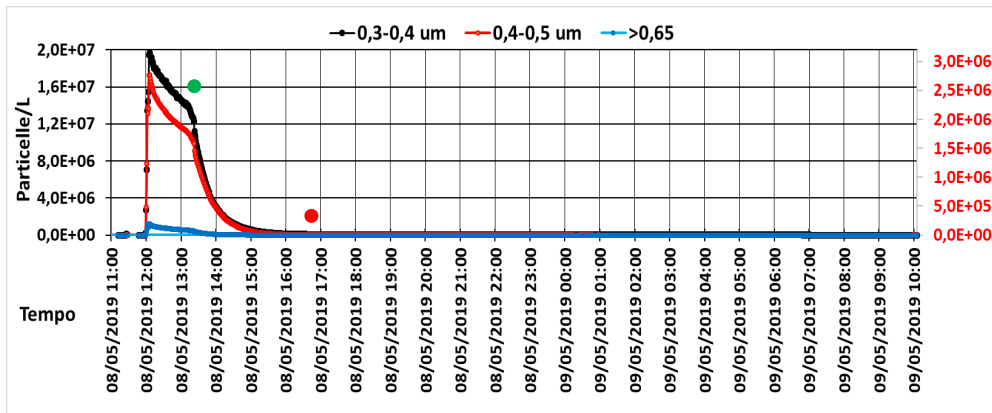
Questa è un'evidenza eclatante della capacità del GIOEL di rimuovere efficacemente gli inquinanti tossici e di ritenerli nell'acqua di lavaggio.

ISB-CNR ha effettuato ulteriori ricerche volte a stabilire l'efficacia del sistema GIOEL nella rimozione di inquinamento prodotto dal fumo di sigaretta, che differisce dal Diesel in quanto il particolato è costituito essenzialmente da aerosol liquidi.

Rispetto all'emissione Diesel, l'emissione da fumo di sigaretta ha permesso di vedere meglio l'abbattimento di particolato fine in quanto le particelle prodotte nell'intervallo tra 0,3-0,4  $\mu\text{m}$  è 20 volte superiore a quelle del Diesel. Inoltre la biomassa usata conteneva VOC terpenici comunemente presenti nelle piante ma anche composti odorigeni in maggiori quantità.

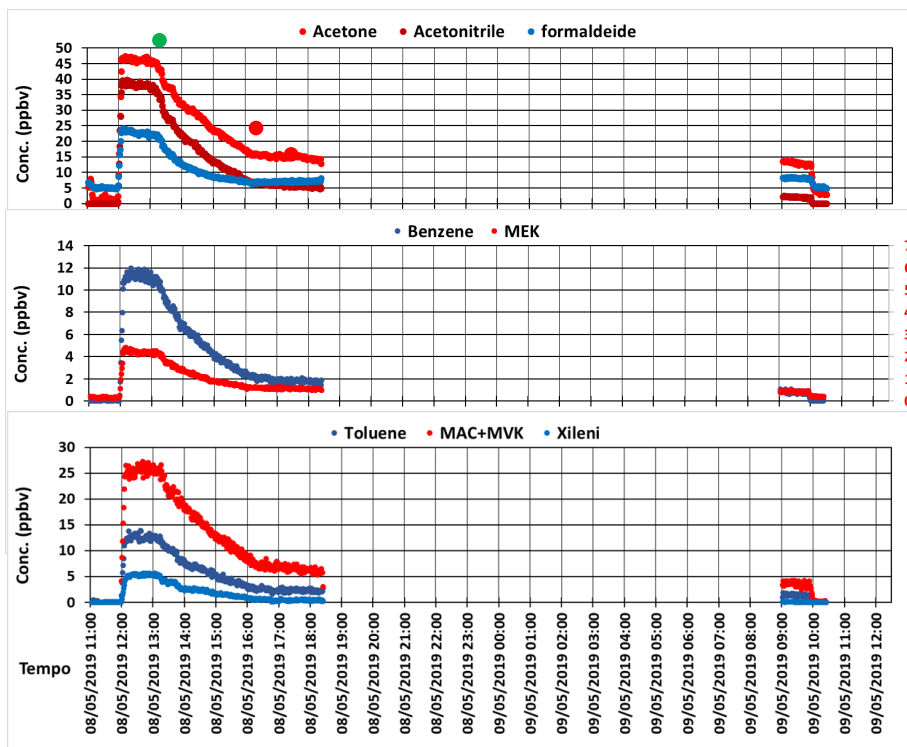
La presenza di isoprene consentiva di verificare la capacità del GIOEL di rimuovere molecole altamente tossiche (1,3 butadiene) aventi una struttura chimica analoga.





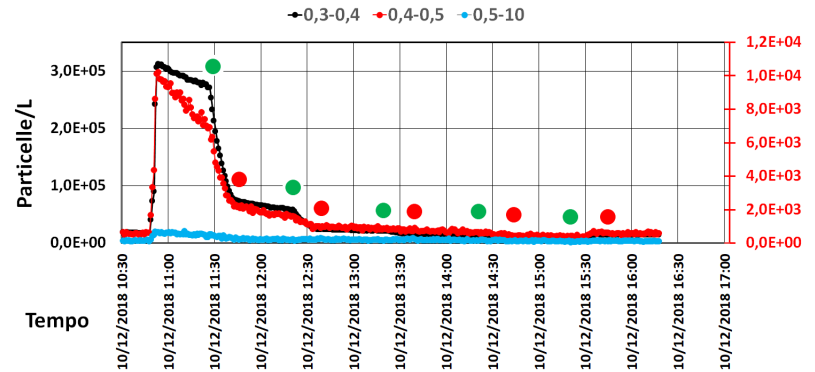
In Figura è mostrata la rapida rimozione di particolato sottile da sigaretta da parte del GIOEL, malgrado l'enorme numero di particelle da 0,3-0,4 prodotte (20 milioni per litro), che sono circa dieci volte quelle presenti nell'intervallo tra 0,4-0,5 um.

Per quel che concerne i VOC, questo tipo di emissione consente di vedere meglio l'effetto di rimozione del GIOEL nei confronti di benzene, toluene e xileni (BTX), acetone, alcuni solventi usati nelle colle (MEK, MAC+MVK).



## Riassumendo

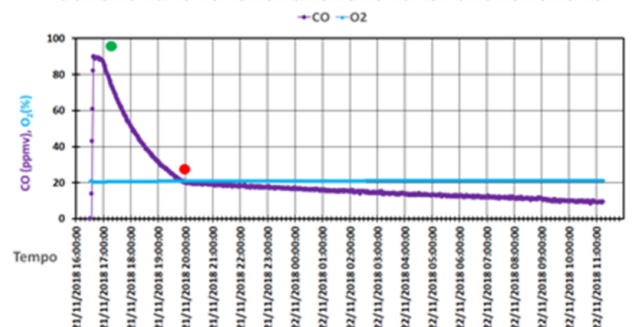
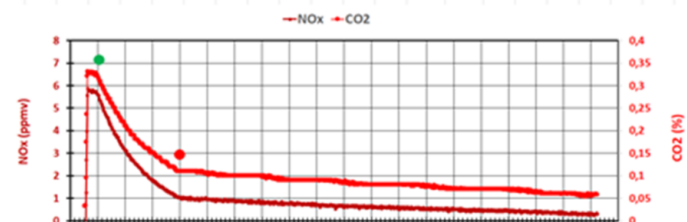
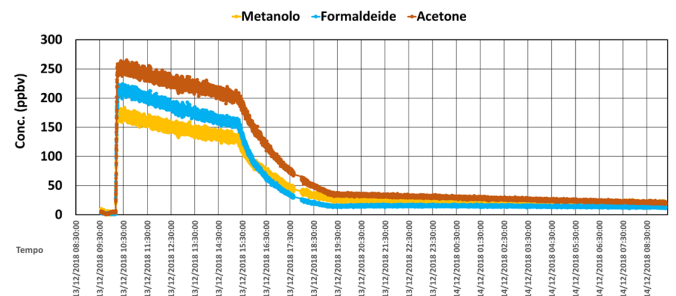
Particolato:  
PM 0,3 – 0,4  
(micron)



## VOC

Il sistema Gioel è l'unico che certifica l'abbattimento dei VOC:

- Formaldeide, Benzene
- Metanolo, Acetone, Acetonitrile, Acetaldeide, Acetone, Xilene, Toluene
- NO<sub>x</sub>,
- CO<sub>2</sub>
- Fumo di sigaretta





## CONCLUSIONE

Tramite lo studio condotto con CNR si è dimostrato che l'uso costante di Gioel serie G400 porta alla rimozione:

- del particolato, dalle nano polveri (0,3 – 0,4  $\mu\text{m}$ ), in maniera pressoché totale
- dei VOC, in sostanza le sostanze TOSSICHE presenti negli ambienti INDOOR, fumo di sigaretta compreso;
- rimuove i batteri.