

Tel.: 011-6705215  
Fax: 011-6707615  
E-mail: walter.maurino@unito.it

Spett.le A.T. MARMO SERVICE SRL  
Via Belvedere 14  
20017 Rho (Milano)  
Att.ne Alessandro Torretta

**Rapporto di prova di abbattimento di particolato atmosferico in box di cartongesso:  
confronto tra box non trattato e box trattato con pittura lavabile EcoThermo Paint.**

**Campione**

Il campione è stato fornito da AT MARMO, tramite corriere, al Dipartimento di Chimica dell'Università degli Studi di Torino. In particolare, sono stati inviati un set di pannelli di cartongesso di dimensioni 60x60 cm e dello spessore di 5 cm. La metà di essi sono trattati con pittura lavabile ECOTHERMO PAINT INTERNI bianca, della quale si vuole testare la capacità di abbattimento del particolato atmosferico.

I pannelli sono stati composti al fine di costruire un cubo, con due delle facce laterali rialzate di 5 cm al fine di poter sia introdurre lo strumento di misura real-time sia di avere uno scambio con l'aria esterna (per uniformare le condizioni di temperatura e umidità con l'ambiente circostante) sia di introdurre la sorgente di particolato. I bordi di congiunzione tra i pannelli sono stati fissati all'esterno con delle barrette metalliche avvitate e all'interno con sigillante a base acqua fornito da AT MARMO.

Al termine dell'operazione i due box (quello con verniciatura semplice e quello con vernice EcoThermo Paint) sono stati portati all'esterno ed affiancati al fine di potere eseguire le prove.

**Condizioni di prova**

La misura di abbattimento di particolato atmosferico è stata eseguita portando in ambiente esterno i box, in una giornata in cui potessero verificarsi contemporaneamente le seguenti condizioni: elevato numero di sorgenti ambientali; temperatura bassa; umidità relativa elevata; assenza di precipitazioni; assenza di vento (velocità inferiore a 2 m/s). Queste condizioni sono tipiche del periodo invernale nella zona di Torino. In tali condizioni il rimescolamento atmosferico (cioè il moto delle masse d'aria in direzione normale rispetto alla superficie) è minore, la probabilità di aggregazione del particolato è maggiore e le concentrazioni di massa sono più elevate.

Lo strumento di misura utilizzato per le prove è lo spettrometro per la misura di aerosol GRIMM modello 1108, che fornisce i valori contemporanei di concentrazione di massa, per differenti frazioni di particolato atmosferico, mediante scattering di luce laser a 90° (range: 0.1 µg/m<sup>3</sup> ÷ 100

mg/m<sup>3</sup>; sensibilità:  $\pm 0.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). In particolare, sono state selezionate le frazioni dimensionali standard di interesse ambientale – sanitario: PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>, PM<sub>1</sub>. Lo strumento è stato calibrato, secondo la procedura indicata dal costruttore, prima delle misure.

I parametri meteorologici sono stati misurati con i seguenti sensori: temperatura (SIAP TM7722; intervallo di misura: -30 °C – 50 °C; sensibilità:  $\pm 0.3$  °C); umidità relativa (SIAP UM 5716; intervallo di misura: 0% - 100%; sensibilità:  $\pm 5\%$ ); precipitazioni (pluviometro MTX modello PPI030C; intervallo di misura: 0 mm ÷ 51 mm; sensibilità:  $\pm 0.5\%$ ); velocità del vento (anemometro MTX modello VVE 020C; intervallo di misura: 0 m/s ÷ 50 m/s; sensibilità:  $\pm 1.5\%$ ). In particolare, la temperatura media registrata durante la misura è stata di 2 °C, l'umidità relativa media 84%, la velocità del vento media 0.8 m/s e assenza di precipitazioni. Le condizioni meteorologiche durante la misura non hanno subito variazioni significative.

All'interno di ognuno dei due box sono state eseguite sei misure: tre in assenza di sorgente puntiforme e tre in presenza di sorgente puntiforme (fumo generato da combustione di sigaretta – le sigarette utilizzate sono del medesimo tipo). Come sorgente puntiforme è stata scelta una sigaretta poiché è noto che il fumo di sigaretta è composto prevalentemente da particolato di dimensione inferiore al  $\mu\text{m}$  (particolato, dunque, sub-micronico, che rientra nella categoria PM<sub>1</sub>) in concentrazioni molto elevate. Inoltre proprio il PM<sub>1</sub> risulta più difficile da abbattere con i metodi tradizionali.

Al termine di ognuna delle misure il coperchio di ognuno dei box è stato riaperto per la durata di quindici minuti, al fine di poter garantire la ventilazione al suo interno e un ritorno di condizioni di presenza di aerosol interne al box uguali a quelle esterne. La durata di ogni misura è stata di 5 minuti. La sequenza delle misure è stata la seguente:

1. Assenza di sorgente puntiforme: tre misure interne a box non trattato; tre misure interne a box trattato (totale: 6 misure);
2. Presenza di sorgente puntiforme: tre misure interne a box non trattato; tre misure interne a box trattato (totale: 6 misure).

Totale misure: 12 misure.

Gli abbattimenti (espressi sotto forma di percentuale) sono calcolati confrontando le misure, del dato del box trattato rispetto a quello del box non trattato, verificando che la concentrazione di fondo del particolato ambientale (nelle tre frazioni) non subisse variazioni significative nel corso delle misure.

## Risultati

Gli identificativi del campione e il valore medio delle concentrazioni di massa – espresse in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  - nelle tre frazioni ( $\text{PM}_{10}$ ,  $\text{PM}_{2.5}$ ,  $\text{PM}_1$ ) sono riportati in Tabella 1.

DESCRIZIONE CAMPIONE		BOX NON TRATTATO	BOX TRATTATO
MISURA SENZA SORGENTE	$\text{PM}_1$ [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	46.5	44.9
	$\text{PM}_{2.5}$ [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	52.0	49.8
	$\text{PM}_{10}$ [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	88.5	75.5
MISURA CON SORGENTE	$\text{PM}_1$ [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	4250.4	4239.8
	$\text{PM}_{2.5}$ [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	7007.4	6756.3
	$\text{PM}_{10}$ [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	7539.1	7231.4

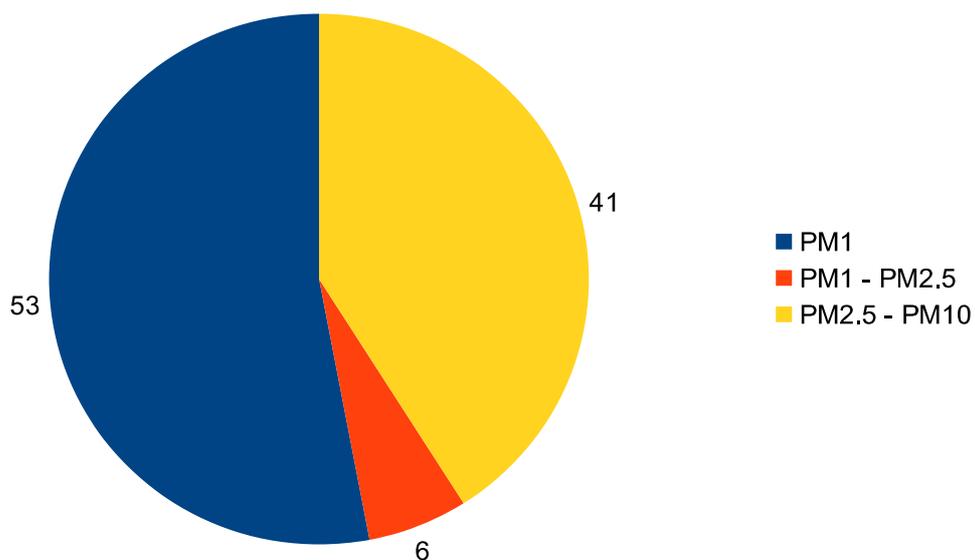
**Tabella 1.** Valore medio delle concentrazioni di massa (espressa in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) nelle tre frazioni significative per la salute umana ( $\text{PM}_{10}$ ,  $\text{PM}_{2.5}$ ,  $\text{PM}_1$ ).

In Tabella 2 mostriamo i valori percentuali dei rapporti  $\text{PM}_{2.5}/\text{PM}_{10}$ ,  $\text{PM}_1/\text{PM}_{10}$ ,  $\text{PM}_1/\text{PM}_{2.5}$ . I dati mostrano che l'abbattimento maggiore si registra nella frazione con diametri aerodinamici compresi tra 2.5 e 10  $\mu\text{m}$  (cioè tra  $\text{PM}_{2.5}$  e  $\text{PM}_{10}$ ) e, in quantità minore, tra 1 e 2.5  $\mu\text{m}$  (cioè tra  $\text{PM}_1$  e  $\text{PM}_{2.5}$ ).

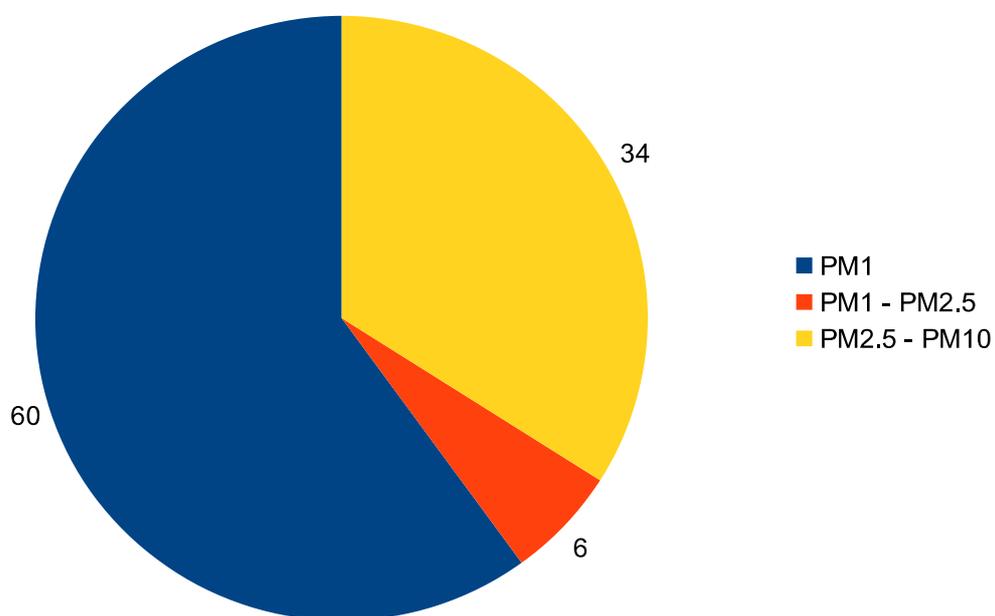
CARATTERISTICHE CAMPIONE E MISURA	$\text{PM}_{2.5}/\text{PM}_{10}$ [%]	$\text{PM}_1/\text{PM}_{10}$ [%]	$\text{PM}_1/\text{PM}_{2.5}$ [%]
NO TRATTAMENTO NO SORGENTE	59	53	89
SI TRATTAMENTO NO SORGENTE	66	59	90
NO TRATTAMENTO SI SORGENTE	93	56	61
SI TRATTAMENTO SI SORGENTE	93	59	63

**Tabella 2.** Rapporti percentuali nella concentrazione di massa di  $\text{PM}_{10}$  nelle tre frazioni significative ( $\text{PM}_{10}$ ,  $\text{PM}_{2.5}$ ,  $\text{PM}_1$ ):  $\text{PM}_{2.5}/\text{PM}_{10}$ ,  $\text{PM}_1/\text{PM}_{10}$ ,  $\text{PM}_1/\text{PM}_{2.5}$ .

La concentrazione di massa del particolato atmosferico inalabile, suddivisa in tre frazioni ( $\text{PM}_1$ ,  $\text{PM}_1\text{-PM}_{2.5}$ ,  $\text{PM}_{2.5}\text{-PM}_{10}$ ), è rappresentabile, sotto forma di percentuali, secondo i grafici che seguono, riferiti, rispettivamente ai seguenti casi: box non trattato e senza sorgente; box trattato e senza sorgente; box non trattato e con sorgente; box trattato e con sorgente.

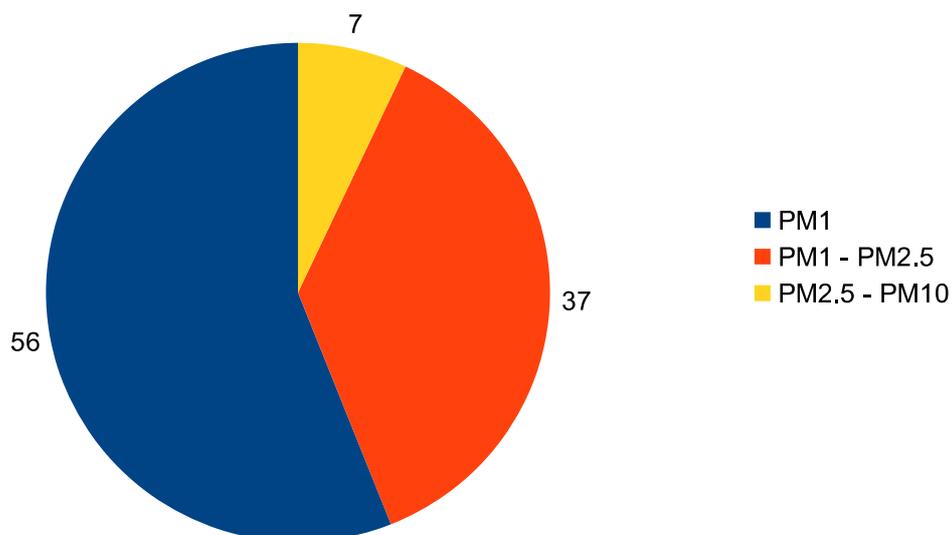


Ripartizione percentuale delle tre frazioni ( $PM_1$ ;  $PM_1 - PM_{2,5}$ ;  $PM_{10}$ ), box non trattato e senza sorgente puntiforme

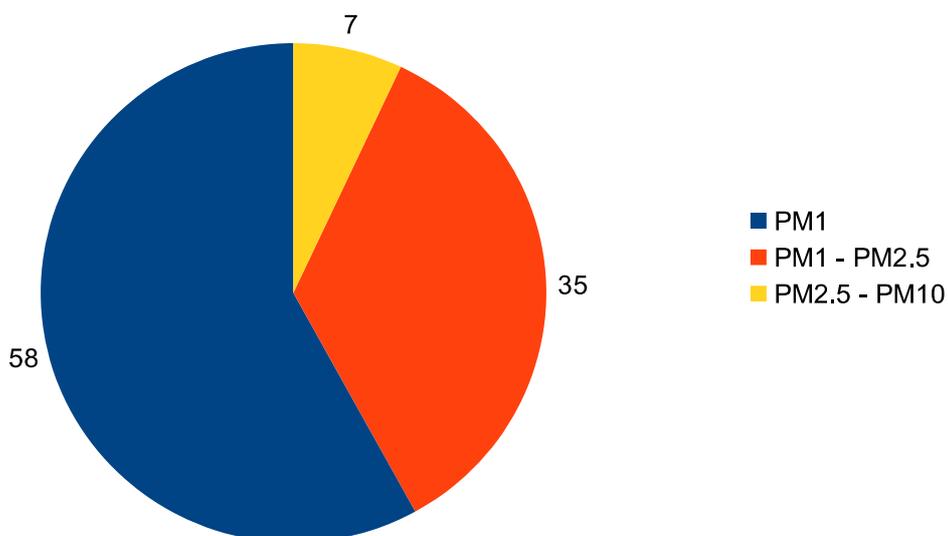


Ripartizione percentuale delle tre frazioni ( $PM_1$ ;  $PM_1 - PM_{2,5}$ ;  $PM_{10}$ ), box trattato e senza sorgente puntiforme

I risultati espressi nel rapporto di prova si riferiscono esclusivamente al campione sottoposto alle prove. Il rapporto di prova non può essere riprodotto parzialmente, salvo approvazione scritta del Dipartimento di Chimica Università di Torino. Il campionamento, salvo specifica indicazione sul rapporto di prova, si intende sempre effettuato dal Cliente, sotto la sua responsabilità. Il campione verrà conservato per 30 giorni dalla data del presente rapporto di prova.



Ripartizione percentuale delle tre frazioni (PM<sub>1</sub>; PM<sub>1</sub> - PM<sub>2,5</sub>; PM<sub>10</sub>), box non trattato e con sorgente puntiforme



Ripartizione percentuale delle tre frazioni (PM<sub>1</sub>; PM<sub>1</sub> - PM<sub>2,5</sub>; PM<sub>10</sub>), box trattato e con sorgente puntiforme

Nella Tabella 3 sono riportati gli abbattimenti percentuali suddivisi per frazione (PM<sub>1</sub>, PM<sub>2,5</sub>, PM<sub>10</sub>) confrontando i dati delle misure effettuate nel box trattato con verniciatura lavabile EcoThermo Paint rispetto a quelli delle misure effettuate nel box non trattato (prima nel caso in cui non vi siano sorgenti locali di emissione, nel secondo con presenza di sorgente locale).

I risultati espressi nel rapporto di prova si riferiscono esclusivamente al campione sottoposto alle prove. Il rapporto di prova non può essere riprodotto parzialmente, salvo approvazione scritta del Dipartimento di Chimica Università di Torino. Il campionamento, salvo specifica indicazione sul rapporto di prova, si intende sempre effettuato dal Cliente, sotto la sua responsabilità. Il campione verrà conservato per 30 giorni dalla data del presente rapporto di prova.

<b>FRAZIONE MISURATA</b>	<b>ABBATTIMENTO [%] (SENZA SORGENTE)</b>	<b>ABBATTIMENTO [%] (CON SORGENTE)</b>
<b>PM<sub>1</sub></b>	3	0
<b>PM<sub>2,5</sub></b>	4	4
<b>PM<sub>10</sub></b>	15	4

**Tabella 3.** Dati di abbattimento di concentrazione di massa (in presenza o in assenza di sorgente locale), ottenuti confrontando i dati del box trattato con verniciatura lavabile "ARIA PURA" e quelli del box con verniciatura normale, per le tre seguenti frazioni: PM<sub>1</sub>, PM<sub>2,5</sub>, PM<sub>10</sub>.

In entrambi le condizioni (assenza o presenza di sorgente) si registra un abbattimento di concentrazione, con particolare riguardo alle frazioni PM<sub>1</sub>-PM<sub>2,5</sub> e PM<sub>2,5</sub>-PM<sub>10</sub>. L'abbattimento di concentrazione con una sorgente puntiforme molto intensa è minore sia perché il processo di generazione di particolato durante il periodo di misura è costante (e l'ambiente confinato si satura di particolato) sia perché la concentrazione di particolato generata dal fumo di sigaretta è molto elevata.

Torino, 03/02/2014

Prof. Walter Maurino