

Cristiano Vergani
Responsabile R & S
Deparia Engineering S.r.l
Email: cristiano.vergani@deparia.com

Moderna diffusione e filtrazione dell'aria

Cap. 4 Attualità nei metodi di prova

La maggiore sensibilità per gli aspetti che riguardano la qualità dell'aria interna sta evidenziando sempre più alcuni problemi che riguardano la filtrazione: in un primo tempo tra gli addetti ai lavori, ora anche tra le fila degli utilizzatori finali cominciano a circolare dei dubbi sulle reali prestazioni dei filtri al di fuori dei laboratori di prova: mentre un tempo le prove sul campo erano poco diffuse, ora esistono in commercio molti strumenti per il campionamento degli inquinanti a costi accessibili (specialmente per quanto riguarda il particolato) e ciò, naturalmente, comporta che alcuni comincino ad usarli per verificare le prestazioni dei filtri nel mondo reale, durante la normale vita operativa. Le sorprese non mancano: capita di trovare filtri che sembrano appartenere a categorie decisamente inferiori a quelle di targa, mentre altri denunciano un clamoroso calo di efficienza dopo poche centinaia o addirittura decine di ore di funzionamento. Questo non vuol dire che le certificazioni di laboratorio non siano valide ma, evidentemente, c'è qualche aspetto da chiarire, se si desidera effettuare una scelta consapevole in materia di filtri da installare nei propri impianti. Quindi, andremo a verificare i motivi di queste discrepanze tra i dati di targa e quelli effettivi, e le risorse che offrono nuove normative specifiche per le prove *in situ* dei filtri per aria.

4.1 Le prove di efficienza sul campo

I filtri per la ventilazione sono classificati in base a prove di laboratorio effettuate secondo standard riconosciuti: i più noti sono lo standard europeo

EN 779 (pubblicato nel 1993) e il corrispondente standard statunitense ASHRAE 52.2 (pubblicato nel 1999). Tuttavia, le prove di laboratorio non sono sufficienti per stimare il comportamento di un filtro in condizioni reali. In molti casi, è stato osservato che il comportamento dei filtri in rapporto alla polvere atmosferica differisce rispetto a quello mostrato con le polveri sintetiche di prova, evidenziando efficienze inferiori a quelle attese. In particolare, il divario può essere particolarmente elevato nel caso dei filtri elettrostatici passivi, o filtri ad effetto elettretico. La diminuzione dell'effetto elettrostatico può portare ad una decisa riduzione di efficienza in condizioni reali. Inoltre, la qualità dell'aria in ingresso può influenzare pesantemente le prestazioni di un filtro. Per questi motivi, una corretta determinazione della reale efficienza di filtrazione può assumere una grande importanza.

L'efficienza di rimozione da parte di un dato filtro è, tra l'altro, in funzione della grandezza delle particelle. Lo studio di questa funzione è abbastanza agevole in laboratorio, dove è possibile avere condizioni ambientali ideali ed utilizzare strumentazioni molto sofisticate. Le condizioni reali, invece, pongono delle difficoltà molto difficili da superare. Inoltre, la composizione fisica e spettrale delle polveri atmosferiche sono assai diverse rispetto a quelle delle polveri sintetiche di prova. Per questi motivi, al di là dell'efficienza frazionaria, altri parametri possono essere di grande utilità pratica, come l'efficienza totale in massa o, meglio ancora l'efficienza in massa che riguarda la frazione respirabile delle polveri, la cui determinazione richiede procedure e strumentazioni molto diverse da quelle di laboratorio.

La corretta metodologia per determinare in situ l'efficienza frazionaria di un filtro è descritta nel documento Eurovent 4/10 del 1996. Il metodo descrive gli accorgimenti da adottare per azzerare correttamente lo strumento e per minimizzare gli errori di misura. Le indicazioni riportate sono valide per un intervallo di misura da 0,2 a 1 μm , un range comunque ristretto, difficile da misurare con la maggior parte dei contaparticelle ottici portatili.

4.1.1 Strumentazione da utilizzare

Lo strumento d'elezione per le prove sul campo è il contaparticelle ottico, grazie all'elevata sensibilità e alla semplicità d'uso, e alla possibilità di comparazione con i test in laboratorio che utilizzano anch'essi strumenti simili.

In questi apparecchi, l'aria viene prelevata dall'ambiente, a portata costante, e fatta scorrere in una camera di lettura attraversata da un forte fascio di luce concentrata o da un laser. Il fascio di luce principale viene poi bloccato, mentre un elemento fotosensibile raccoglie gli impulsi luminosi causati per diffusione dal passaggio dei corpuscoli. L'intensità e la frequenza degli impulsi determinano il calcolo della grandezza e della concentrazione del particolato in transito. I contatori di particelle devono essere tarati individualmente in laboratorio, utilizzando dei generatori di aerosol. Esiste sempre un certo grado di errore nelle letture in ambiente, determinato dal fatto che l'aerosol di taratura possiede una composizione omogenea, mentre il pulviscolo atmosferico è costituito da particelle aventi composizione quanto mai varia (silice, solfati, nitrati, particelle carboniose, goccioline di condensato ecc.).

Diverse prove sperimentali hanno dimostrato una notevole variabilità nella determinazione della efficienza dei filtri installati utilizzando un contatore ottico di particelle (Fig. 4.1). Per rimediare a questo problema, si utilizza un filtro di riferimento a caratteristiche note, attraverso il quale viene analizzata l'aria ambientale in parallelo al filtro sotto esame: il risultato della prova su quest'ultimo viene poi corretto in base ai valori riscontrati a valle del filtro di riferimento.

Per effettuare delle prove con un ridotto margine di errore, le necessità in termini di strumentazione possono salire notevolmente, fino a rivaleggiare con l'equipaggiamento di un laboratorio di prova: per rimanere in un ambito ragionevole, anche dal punto di vista economico, conviene concentrare l'investimento su alcuni accessori che hanno una elevata ricaduta sul risultato finale. Infatti, è inutile spendere cifre considerevoli per contatori di particelle molto sofisticati, in quanto molti apparecchi palmari a basso costo possiedono ottime caratteristiche: al fine di minimizzare gli errori sperimentali, i dispositivi di campionamento hanno invece una incidenza molto elevata. Sonde di prelievo, pompe, diluitori di flusso, separatori granulometrici, tubi e raccordi di collegamento devono essere di ottima qualità ed in perfette condizioni.

In ogni caso, non si deve dimenticare che la prima fonte di errore è la scarsa manualità: è indispensabile accumulare una certa esperienza prima di ottenere dei risultati accettabili. Una buona regola è quella di cominciare affidando il compito ad una struttura già abbondantemente "rodato", cercando di acquisire pazientemente il metodo e le procedure corrette.

Se non si hanno eccessive pretese di precisione, anche le prove estemporanee effettuate con i solo strumenti palmari possono essere utilmente impiegate. Ad esempio, dei rilievi in prossimità della mandata d'aria in ambiente possono indicative dello stato dei filtri, specialmente se integrate per confronto da prelievi in prossimità della griglia di presa dell'aria esterna. In questi casi, per minimizzare gli errori, è consigliabile effettuare numerosi campionamenti, mediando i risultati ottenuti. Alcuni apparecchi portatili di misura sono equipaggiati con software in grado di effettuare tutte le elaborazioni statistiche necessarie.

4.1.2 Metodologie di prova

Le prove da effettuare in sede di verifica e di collaudo d'impianto possono assumere diversi gradi di complessità, a seconda del livello di prestazioni preventivato. Per forza di cose, dovremo limitarci ai casi più semplici, rimandando a documenti più specialistici le descrizioni dei metodi veri e propri. Alcune indicazioni di massima possono essere utili per trarre le migliori prestazioni anche da una strumentazione minimale. Ad esempio, è perfettamente inutile fare dei rilevamenti in condizioni inadeguate: l'ambiente deve essere pulito e devono essere escluse tutte le fonti perturbanti (finestre aperte, correnti d'aria, moti convettivi, passaggio frequente di persone). Anche dovendo effettuare una semplice valutazione a valle di un plenum filtrato che diffonde in ambiente, dobbiamo renderci conto che le misure di valore assoluto hanno ben poco significato in un ambito residenziale o del terziario, cioè in condizioni scarsamente controllate. Più ragionevole è la possibilità di trarre delle indicazioni per confronto (ad esempio tra ambienti omogenei, come installazioni uguali in gruppi di uffici adiacenti), oppure confrontando filtri diversi installati di volta in volta nella stessa apparecchiatura. In genere, rilevazioni di una certa utilità sono quelle protratte per lungo tempo, sfruttando la capacità degli apparecchi di misura di accumulare i dati rilevati in una memoria interna: in questo modo, potremo meglio valutare l'incidenza dei fattori perturbanti, correlando i dati di polverosità ambientale con l'andamento delle altre condizioni ambientali, che dovremo premurarci di registrare (temperatura, umidità, velocità dell'aria, livello di affollamento ecc.). In questo modo, è possibile valutare l'incidenza di interventi migliorativi, come ad

esempio l'adozione di filtri di classe superiore, semplicemente confrontando la situazione prima e dopo l'installazione. Oppure, delle rilevazioni ripetute ad intervalli prestabiliti possono verificare l'incidenza della operatività dei filtri al crescere dei depositi trattenuti, in modo da ottimizzare le operazioni di manutenzione in base al livello di qualità dell'aria desiderato. Quasi tutti i costruttori di strumenti portatili per la rilevazione del particolato offrono, sui loro siti internet, una ricca documentazione, che riguarda la metodologia d'impiego nelle varie situazioni che si possono presentare negli impieghi più comuni: una attenta lettura di queste raccomandazioni è assolutamente indispensabile per ottenere delle prestazioni di buon livello dalla propria strumentazione.

www.ariacube.com

<i>Ambiente</i>	<i>Numero totale di particelle per m³</i>
Clean room	10 ³
Zone polari	10 ⁷
Aperta campagna	10 ⁹
Città	10 ¹¹
Ambiente con fumatori	10 ¹⁴

Tabella 4.1

A seconda dell'ambiente, la concentrazione totale di particelle può variare di diversi ordini di grandezza. Particolare importanza assumono le particelle fini (inferiori a 2 µm di diametro) che possono essere inalate profondamente ed influire negativamente sul tasso di mortalità della popolazione generale. Un filtro di classe F8 può diminuire la loro influenza dell'80%.

(Elroove et Recommended 6-1996, Air Filters for Better Air Quality)

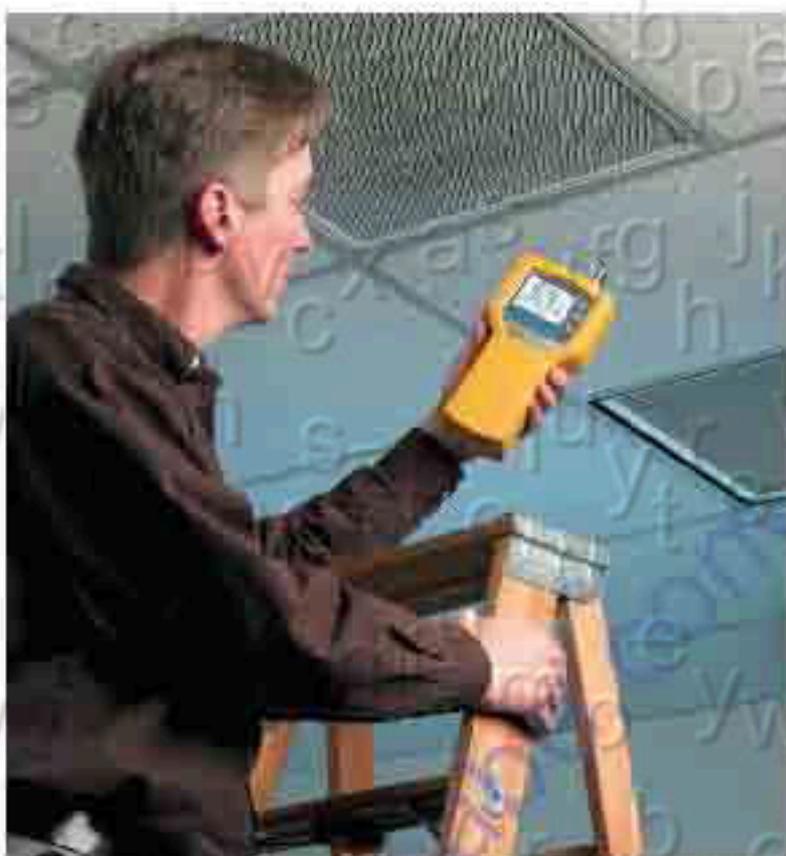


Figura 4.1

Le misurazioni estemporanee con strumenti palmari possono essere affette da una variabilità molto elevata: possono al più dare una indicazione piuttosto grossolana della situazione. Con opportuni accorgimenti è possibile avere delle informazioni più precise, ad esempio effettuando numerosi campionamenti ed elaborando statisticamente i risultati. Alcuni strumenti possono effettuare campionamenti molto prolungati, memorizzando internamente i valori riscontrati (*data logging*).

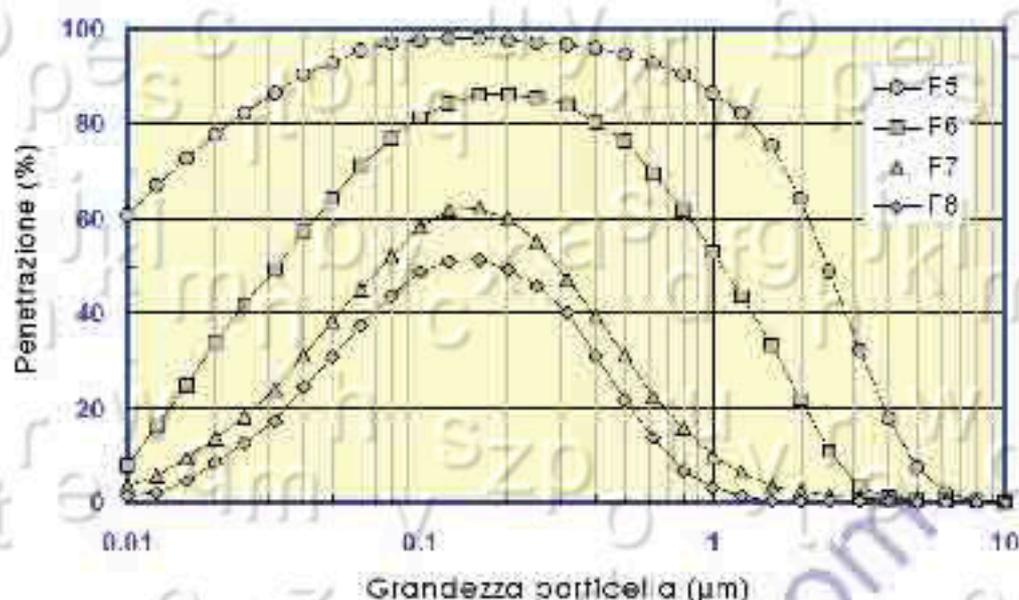


Figura 4.3

Valori di penetrazione spettrale, rilevati sul campo con polvere atmosferica, su filtri nuovi di classe F secondo EN 779.

Come si può vedere, anche un filtro F8 lascia passare quasi la metà delle micropolveri tra 0,1 e 0,2 µm, una realtà poco rassicurante (e che non si immaginerebbe guardando le curve di efficienza rilevate in laboratorio).

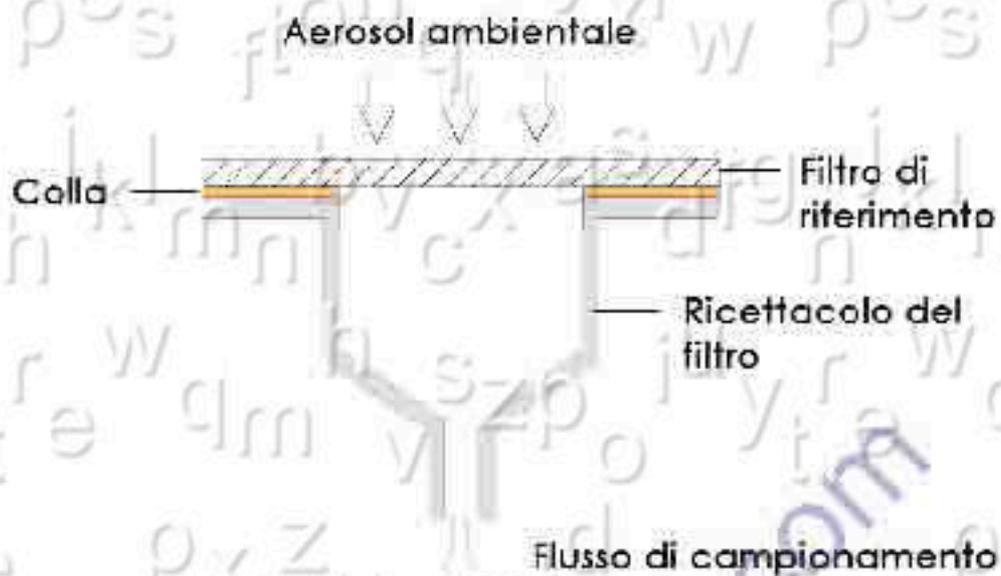


Figura 4.4

Come filtro di riferimento si deve utilizzare un campione dalle caratteristiche simili a quelle del filtro installato in ambiente. In laboratorio si dovrà stabilire una curva di penetrazione delle particelle in base al diametro, ad una velocità dell'aria equivalente a quella di lavoro del filtro da testare sul campo.

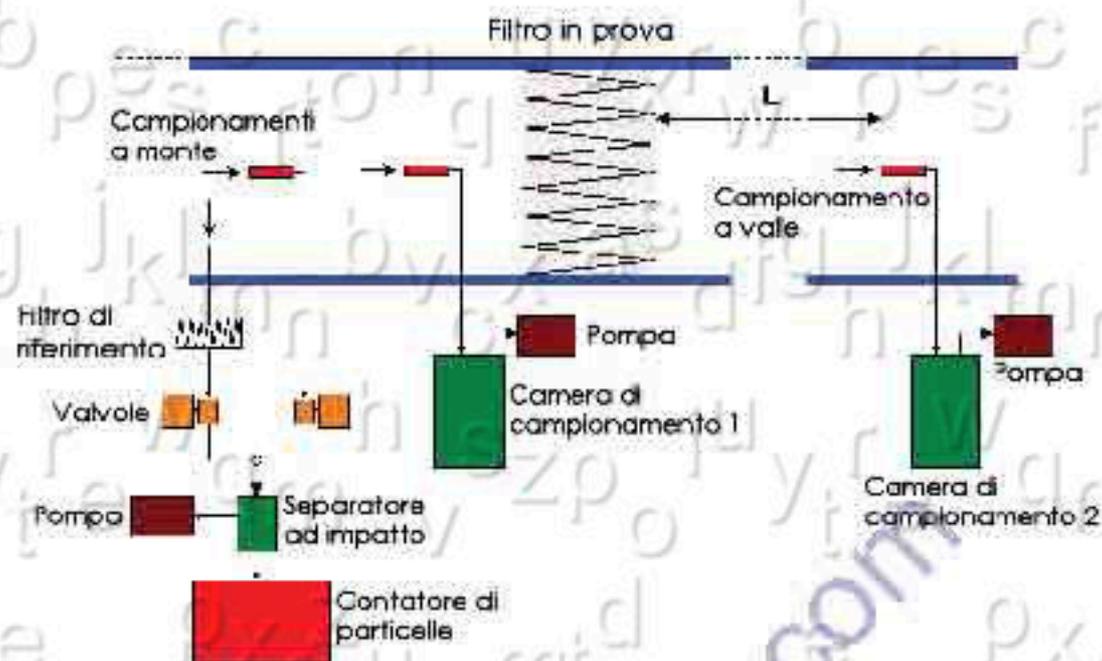


Figura 4.5

Insieme di apparecchiature utili ad una prova sul campo dove è necessaria la massima precisione. Le particelle più grossolane ($\approx 3 \mu\text{m}$) sono eliminate dal separatore ad impatto. Nelle camere di campionamento rimangono in sospensione solo le particelle più fini. Il collegamento al contatore di particelle deve comunque avvenire entro pochi minuti.



Figura 4.6

L'uso delle camere di campionamento è conveniente in quanto permette di usare un solo contaparticelle e consente di evitare dei lunghi raccordi tra il punto di prelievo e lo strumento di misura. Esse possono essere impiegate solo limitando la massima grandezza di misura alle particelle fini, in quanto le più grossolane tendono a precipitare in pochissimo tempo.



Figura 4.7

Uno degli inconvenienti che più influenzano l'errore di misura nelle prove sul campo è dato dalla diversa stima di grandezza del contatore ottico sulla polvere reale rispetto alla polvere sintetica di laboratorio. I dati rilevati possono però essere corretti in base alla curva di penetrazione del filtro di riferimento: in questo caso, il 20% di penetrazione rilevato sulle particelle da 0,5 µm corrisponde in realtà a particelle da 0,9 µm.

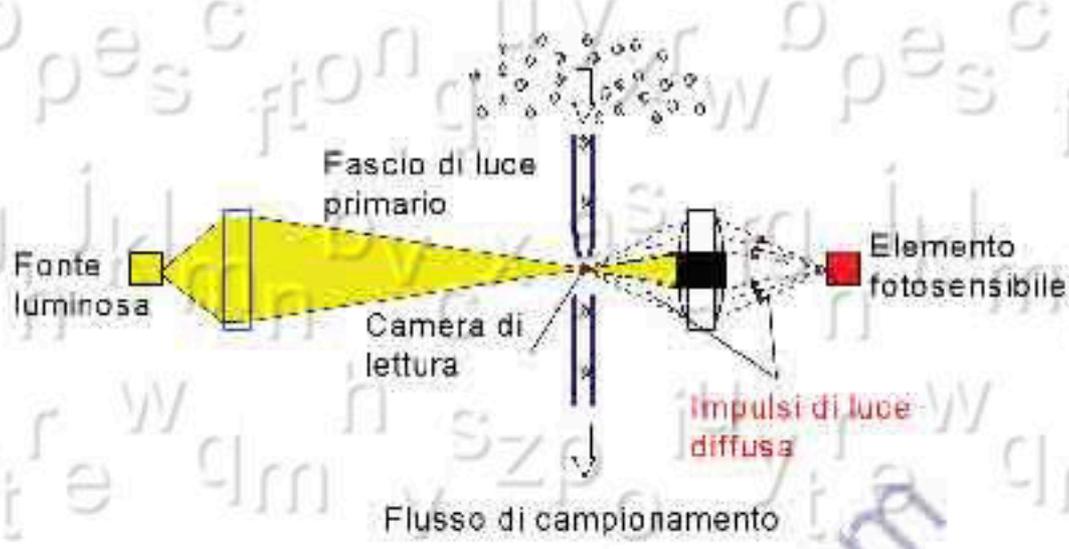


Figura 4.8

I contatori ottici di particelle funzionano raccogliendo gli impulsi di luce diffusi dai corpuscoli che attraversano una camera di lettura illuminata da un fascio di luce concentrata o da un laser.

www.ariaCubes.com

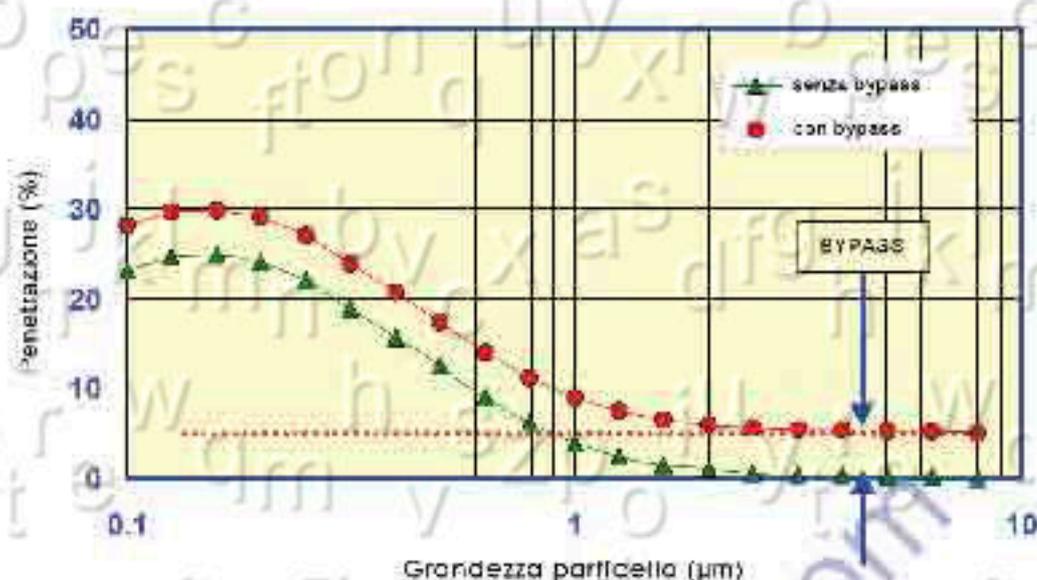


Figura 4.9

In presenza di difetti di tenuta nell'alloggiamento del filtro (bypass), si osserva una tipica diminuzione di efficienza sull'intero spettro dimensionale delle particelle.

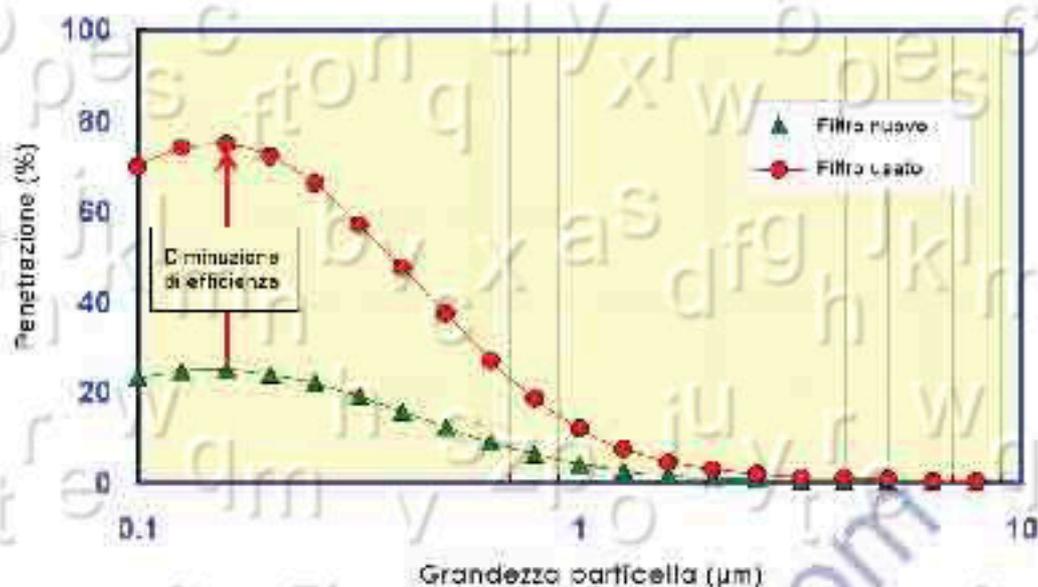


Figura 4.10

Un tipico filtro meccanico ad efficienza medio-alta aumenta la sua efficienza in peso (arrestanza) con l'aumentare della vita operativa; se però andiamo a verificare la penetrazione spettrale, troveremo una notevole diminuzione nell'efficienza in numero per le particelle fini, che hanno una effettiva rilevanza ai fini della salute.

Riferimenti bibliografici

NORDTEST Report TR531, "Field test method for the measurement of filter efficiency";

EUROVENT 4/10:1996, "In situ fractional efficiency determination of general ventilation filters";

EUROVENT RECOMMENDATION 06:1999 "Air filters for better air quality".

Internet

<http://www.aimova.it/?Pagina=Divisione-Strumenti&Categoria=Contatori%20di%20Particelle>

<http://www.metone.com/particulate.htm>

http://www.fluke.it/comx/show_product.aspx?pid=34826&locale=ifit&product=I AQ AT