

Cristiano Vergani

Responsabile R & D

Deparia Engineering S.r.l.

## Valutare l'efficacia dei purificatori d'aria

*Per molti anni le prestazioni dei purificatori d'aria sono state definite in modo approssimativo, utilizzando metodi non specifici. Recentemente è entrato però in uso uno standard di prova (ANSI-AHAM AC-1-1988) che permette di ottenere valori fortemente correlati con le reali prestazioni in ambiente, per mezzo di un indice prestazionale (CADR), utile anche per confrontare le prestazioni di apparecchi tecnologicamente molto diversi tra loro.*

### Introduzione

Il purificatore d'aria per uso domestico sta ultimamente vivendo un periodo di discreta diffusione, principalmente come presidio contro le allergie ed il fumo passivo. Una maggiore diffusione però non significa ancora una adeguata conoscenza da parte dell'utente, per molti il purificatore d'aria rimane una macchina un po' misteriosa, dal funzionamento difficile da capire e da giudicare. In effetti, rendersi conto a prima vista delle reale efficacia di questi apparecchi non è facile, anche per un esperto. Si tratta solitamente di un prodotto acquistato per migliorare la propria qualità di vita: per questo le sue caratteristiche dovrebbero essere immediatamente comprensibili, per facilitare la scelta e per evitare acquisti inadeguati alle proprie esigenze. Purtroppo, non esiste ancora

in questo campo l'equivalente, ad esempio, delle unità di misura termiche per le caldaie o i climatizzatori: questo fatto ha comportato notevoli difficoltà allo sviluppo del mercato della depurazione dell'aria, in quanto è difficile per l'utente finale orientarsi efficacemente verso la soluzione più adatta.

### **Le caratteristiche comuni dei modelli in commercio**

Le prestazioni fondamentali di un purificatore d'aria, utili al fine di ottenere un soddisfacente livello di comfort ambientale, sono le seguenti:

1. efficienza di rimozione delle particelle solide (in un rilevante intervallo di diametri);
2. capacità di trattenere le sostanze semi-volatili dopo averle raccolte nel filtro;
3. ridotte emissioni secondarie (rumore, ozono, agglomerati);
4. rendimento il più possibile costante nel tempo;
5. capacità di limitare le sostanze organiche volatili anche a bassa concentrazione;
6. ridotti consumi energetici.

Come si può vedere, si tratta di parametri di non facile valutazione. Attualmente non esiste uno standard nazionale od internazionale che li comprenda interamente, anche se lo standard statunitense AC-1, proposto dalla AHAM (Association of Home Appliance Manufacturers), prevede una serie di verifiche che potrebbero soddisfare, almeno in parte, le aspettative dei progettisti e dei consumatori più esigenti. In particolare lo standard AC-1 propone un indice prestazionale, il CADR (Clean Air Delivery Rate), che può essere riferito a diverse classi di sostanze inquinanti. Il CADR esprime in pratica la quantità d'aria, priva degli inquinanti considerati, emessa dal purificatore nell'unità di tempo. I test previsti sono particolarmente adatti per valutare piccoli apparecchi da appoggio (table top), ma esiste la possibilità di esaminare apparecchi di portata maggiore, adatti per installazioni fisse.

Per quanto riguarda i purificatori d'aria portatili, esistono fondamentalmente tre tipologie diverse di apparecchi: i modelli dotati di filtri cosiddetti HEPA (filtri in carta ad alta

efficienza, anche se il nome HEPA è dovuto più ad una strategia di marketing che all'appartenenza ad una classe di efficienza molto elevata); i modelli che utilizzano filtri in fibre polimeriche caricate elettrostaticamente (indicati spesso come filtri "electrect"), apparecchi dotati di filtri elettrostatici veri e propri. Ogni modello può essere corredato o meno da filtri supplementari contenenti carbone attivo, da generatori di ioni negativi, oppure da lampade germicide a raggi ultravioletti. Gli apparecchi più moderni sono dotati di dispositivi di allarme che avvertono l'utente della necessità di lavare o sostituire il filtro. A questo proposito bisogna dire che alcuni progetti normativi (nell'ambito delle norme di sicurezza obbligatorie), ad esempio gli emendamenti alla norma CEI-IEC 335-2-65 parte 2 (Particular requirements for air-cleaning appliances), prevedono la presenza nei purificatori d'aria di una serie di dispositivi di sicurezza, tra i quali l'indicatore di filtro esaurito.

### **Importanza dei test prestazionali**

Il purificatore d'aria è un apparecchio destinato ad una funzione molto difficile e complessa: rimuovere in modo efficace inquinanti di natura chimico-fisica diversa dall'atmosfera di un ambiente chiuso è una operazione tecnicamente impegnativa, che richiede una progettazione accurata e l'impiego di materiali filtranti raffinati e costosi. Naturalmente, come per molti altri prodotti, i purificatori d'aria disponibili sul mercato rappresentano un compromesso più o meno riuscito tra costo e prestazioni. Fino a che punto è possibile scendere a compromessi nell'utilizzo di un apparecchio destinato a tutelare la salute? A questa domanda non è facile rispondere, in quanto ancora non esiste una precisa tutela legislativa e normativa, come avviene ad esempio per i purificatori d'acqua potabile: né esistono omologazioni obbligatorie di sorta. Tuttavia, le Case costruttrici che operano nel settore, negli ultimi anni, si sono orientate verso l'utilizzo del

metodo descritto nello standard AC-1 al fine di verificare le prestazioni dei propri apparecchi. Ciò a causa di alcuni fattori significativi:

1. l'orientamento dei mercati più evoluti, come quello statunitense, dove lo standard AC-1 è diventato popolare e conosciuto anche tra i consumatori;
2. la buona correlazione tra le prestazioni rilevate dai test e le effettive prestazioni in ambiente;
3. la possibilità di confrontare facilmente le prestazioni di apparecchiature costruite con criteri differenti;
4. la flessibilità del metodo, che permette di testare gli apparecchi per singoli inquinanti oppure per intere classi di sostanze;
5. la possibilità di testare l'intero apparecchio in una camera di prova assimilabile ad una vera stanza, anziché i soli filtri in un contesto artificioso (tunnel).

Il rendimento di un purificatore d'aria non rappresenta il solo parametro utile a valutarne l'efficacia complessiva e soprattutto la sicurezza di impiego: l'utente finale nella maggior parte dei casi acquista un purificatore d'aria per risolvere un problema effettivo di allergia o di fumo passivo (è limitatissimo o inesistente in questo campo l'acquisto "emozionale"). Perciò sarebbe molto interessante, ad esempio, sapere per quanto tempo l'apparecchio è in grado di mantenere la massima efficienza, oppure se è in grado di trattenere le particelle nel filtro quando si accumulano; o ancora se le muffe ed i batteri accumulati vengono inattivati oppure siano lasciati liberi di moltiplicarsi e quindi di ritornare in ambiente più numerosi di prima. Per avere una risposta a queste legittime domande dovremo purtroppo aspettare un futuro standard.

## La camera di prova

La camera prevista dall' AC-1 per le prove (fig. 1) è costituita da uno spazio dalle dimensioni approssimative di 3,2 x 3,7 x 2,4 m (28,5 m<sup>3</sup> di volume), delimitato da pareti prefabbricate rivestite da laminato plastico, sostenute da una intelaiatura metallica e sigillate a tenuta. Il pavimento è in linoleum. L'equipaggiamento comprende un ventilatore da soffitto per rendere omogenea la distribuzione degli aerosol di prova: l'aria ambiente viene filtrata prima dei test per mezzo di un sistema canalizzato a ricircolo (300 m<sup>3</sup>/h) che comprende un filtro con efficienza DOP (0,3 µm) 99,97%. Le condizioni termoisometriche vengono mantenute a 21°C ± 2,5°C e 40% ± 5% da una pompa di calore in un gruppo autonomo, da un umidificatore/deumidificatore e da una batteria riscaldante elettrica nell'impianto canalizzato.

## Il metodo

L' "uovo di Colombo" di questo metodo è rappresentato dal fatto di assimilare l'azione del purificatore all'immissione di aria pulita: in questo modo, è sufficiente misurare il fattore di diluizione in ambiente di un determinato inquinante per avere una indicazione di efficienza. Ciò in pratica viene fatto confrontando la velocità di decadimento delle particelle in sospensione in assenza ed in presenza dell'apparecchio in funzione.

Il Clean Air Delivery Rate è espresso dalla equazione:

$$CADR = V (k_e - k_n)$$

dove

V = volume della camera di prova

k<sub>e</sub> = decadimento misurato dell'inquinante con il purificatore in funzione

k<sub>n</sub> = decadimento naturale dell'inquinante senza purificatore

Gli indici di decadimento sono ottenuti attraverso l'analisi della regressione lineare delle curve ottenute contando il numero di particelle in ambiente in funzione del tempo. Attenzione: il CADR è in relazione alle unità di misura adottate per il volume della camera e per la portata del purificatore. E' indispensabile verificare le unità usate dal costruttore per indicare il valore della portata dell'apparecchio: un purificatore con una portata di 150 m<sup>3</sup>/h potrebbe ad esempio avere un CADR per il fumo di tabacco pari a 80 (metri cubi ora equivalenti). Lo stesso purificatore con la portata espressa in cf/m (88,3) presenta un corrispondente CADR pari a 47 (piedi cubi al minuto equivalenti). Quindi è molto facile incorrere in equivoci confrontando le prestazioni di apparecchi diversi basandosi unicamente sul valore del CADR senza altre indicazioni (nei pieghevoli pubblicitari i costruttori più "distratti" fanno spesso confusione). I lavori più recenti in letteratura tendono ad usare i metri cubi per la stanza di prova ed i metri cubi al minuto per la portata degli apparecchi, esprimendo quindi il CADR come metri cubi al minuto equivalenti. Per evitare problemi, sarebbe auspicabile la standardizzazione dell'uso dell' *indice di efficienza*, ottenuto dividendo la portata dell'apparecchio per il CADR corrispondente, ai fini della documentazione ufficiale e dei confronti prestazionali tra apparecchi. In questo modo, l'acquirente di questi apparecchi, oltre che sull'estetica e sull'aspetto tecnologico (vedi figure 2,3,4,5), potrebbe basarsi su indicazioni attendibili di efficacia per evitare facili delusioni.

In tabella 1 possiamo vedere, a titolo di esempio, i valori di CADR relativi ad alcuni purificatori d'aria presenti sul mercato statunitense, caratterizzati dall'utilizzo di filtri di natura differente; è evidente il divario di prestazioni tra i vari apparecchi. Nel caso di impiego contro il fumo di tabacco, supponendo di avere una stanza di 50 m<sup>3</sup>, l'apparecchio EP1 ripulirebbe l'ambiente in 6 minuti, il purificatore EF3, a parità di portata, impiegherebbe più di 70 minuti.

### **Conclusioni**

La situazione attuale, per quanto riguarda i metodi di prova dei purificatori d'aria, è in evoluzione: il diffondersi dello standard AC-1 permetterà di giudicare e confrontare le prestazioni dei vari apparecchi in modo molto più attendibile rispetto al passato. Tuttavia, non si dispone ancora di un metodo per valutare l'efficacia di un purificatore nel tempo, né di una normativa specifica che contempra gli aspetti legati alla sicurezza di impiego. Ambedue queste esigenze potrebbero essere soddisfatte da una prossima evoluzione delle norme CEI-IEC 335-2-65 parte 2 (Particular requirements for air-cleaning appliances).

(immagine non disponibile)

**Figura A**, camera di prova AHAM per la certificazione dei purificatori d'aria.

- |   |                                    |
|---|------------------------------------|
| (A) regolatore di tensione                          | (K) purificatore da testare        |
| (B) registratore dati                               | (L) ventilatore da soffitto        |
| (C) generatore aria tecnica<br>(filtro/essiccatore) | (M) griglia di ripresa aria        |
| (D) terminale computer di controllo                 | (N) ventola movimentazione aria    |
| (E) generatore di fumo di tabacco                   | (O) umidificatore                  |
| (F) generatore di polline                           | (P) prefiltro                      |
| (G) monitor per polvere e polline                   | (Q) ventilatore ricircolo          |
| (H) monitor per fumo                                | (R) filtro HEPA                    |
| (I) diluitor per il fumo                            | (S) batteria riscaldante elettrica |
| (J) generatore di polvere                           | (T) serranda regolabile            |



**Figura B**, un moderno purificatore d'aria per uso domestico.

Non sempre ad una estetica futuribile corrispondono prestazioni adeguate. I piccoli purificatori da appoggio spesso sono poco più che dei gadgets tecnologici. Per evitare

delusioni è bene valutare con attenzione il rapporto tra il CADR e la volumetria della stanza da purificare: ad esempio un CADR pari a 0,5 per il fumo di tabacco vuol dire che l'apparecchio produce una diminuzione del fumo in ambiente pari all'immissione di 0,5 m<sup>3</sup>/minuto di aria pulita.



**Figura C**, un purificatore "old style"

Questa tipologia di apparecchio, i cui criteri costruttivi risalgono agli anni '40, conta numerosissimi estimatori negli Stati Uniti, dove il mercato è poco sensibile a richiami estetici: ad onta dell'aspetto, le prestazioni sono notevoli, grazie ad una dotazione di alcuni kg di carbone attivo.



**Figura D**, purificatore da tavolo hi-tech.

I purificatori più moderni incorporano accessori molto sofisticati: il modello illustrato è dotato di un sensore elettronico di inquinanti con indicatore digitale, utile per verificare la rapidità e l'efficacia della pulizia dell'aria.



**Figura E,** materiali filtranti usa e getta impiegati in molti purificatori d'aria.

Tipo	Portata (m <sup>3</sup> /min.)	Polline		Fumo di tabacco (particolato)		Spore	
		CADR (m <sup>3</sup> /min.)	% eff.	CADR (m <sup>3</sup> /min.)	% eff.	CADR (m <sup>3</sup> /min.)	% eff.
HEPA1	8.2	7,08±1,42	86±17	6,79±0,08	83±1	6,88±1,3	84±16
EP1	9.9	9,40±1,27	95±13	8,32±0,17	84±2	9,37±1,3	95±13
EFI/ION1	6.5	4,73±1,84	73±24	3,88±0,14	60±2	5,29±1,08	81±17
EF3	9.6	4,70±2,18	49±23	0,71±0,08	7±1	5,46±1,73	57±18

**Tabella A**, un esempio di test su tipologie diverse di purificatori.

HEPA1 = prefiltro con 114 g di carbone attivo, filtro HEPA in fibra di vetro

EP1 = prefiltro in polipropilene, filtro elettrostatico metallico, postfiltro con 56 g di carbone attivo

EFI/ION1 = prefiltro, filtro electrect, postfiltro con 2625 g di carbone attivo, post-ionizzatore escludibile

EF3 = filtro in fibra di vetro con griglia interposta a 6kW

## Bibliografia

ANSI-AHAM AC-1-1988  
Method For Measuring Performance of Portable Household Electric Cord-Connected  
Room Air Cleaners, December 1988.  
Corrigendum to AC-1, January, 1991.  
Guidelines for AC-1 testing, November, 1991  
*Association of Home Appliance Manufacturers*, Chicago.

Shaughnessy, R.J., Levitin, E., Blocker, J., Sublette, K.L., 1994  
Effectiveness of Portable Indoor Air Cleaners: Sensory Testing Results  
*Indoor Air*, 4: 179-188.