

Cristiano Vergani  
Responsabile R & S  
Deparia Engineering S.r.l.  
Email: [cristiano.vergani@deparia.com](mailto:cristiano.vergani@deparia.com)

## Unità filtranti innovative a ricircolo

*Molti segnali indicano l'avvicinarsi di una nuova stagione per la filtrazione a ricircolo: nuove tecnologie mutuata dal settore industriale promettono notevoli cambiamenti in un mercato divenuto sempre più esigente.*

La filtrazione a ricircolo dell'aria, sotto diversi aspetti, ha attraversato un lungo periodo di crisi, anche a causa di alcuni limiti tecnici e concettuali. Infatti, negli ultimi decenni, la tecnologia della filtrazione dell'aria non si è evoluta nella misura necessaria a soddisfare le esigenze, sempre più elevate, dei settori di mercato più sensibili al problema della qualità dell'aria interna. Tanto è vero che, di fronte alla raggiunta consapevolezza della pericolosità di certi inquinanti (un esempio per tutti, il fumo di tabacco) anche dal punto di vista normativo ci è dovuti orientare il più possibile nel senso del controllo delle fonti e della diluizione con aria esterna, consapevoli dei limiti dei filtri. Naturalmente, questo approccio non è sempre applicabile in modo soddisfacente. In alcuni casi, l'unico presidio ragionevole da adottare contro gli inquinanti nei locali confinati è rappresentato dall'impiego della filtrazione a ricircolo.

Esistono diverse categorie di locali, dove è indispensabile abbattere la concentrazione di determinati inquinanti e non è possibile, o è addirittura controproducente, ricorrere alla diluizione con grandi quantità di aria esterna. In questi casi, servirebbero unità filtranti molto efficienti, di facile manutenzione ed economicamente abbordabili: purtroppo, queste tre qualità per ora non coesistono in nessun dispositivo. A volte, specialmente in ambito industriale, è possibile affrontare i costi e le complicazioni correlati all'uso di filtri ad altissima efficienza, basti pensare ad alcune applicazioni in ambito farmaceutico,

elettronico e nucleare. Nel settore civile, invece, è impossibile prescindere dagli aspetti legati ai costi ed alla praticità e, in misura ancora maggiore, se consideriamo una possibile applicazione in campo residenziale.

Da qualche tempo, esiste una richiesta specifica per unità di filtrazione a ricircolo, che riguarda proprio gli ambienti confinati civili e residenziali: una più elevata sensibilità al problema della qualità dell'aria, in unione ad una diffusione sempre crescente di fenomeni allergici ed un inquinamento urbano a livelli drammatici, sono gli ingredienti alla base di questo fenomeno. Anche il fumo passivo costituisce un problema molto sentito, specialmente negli ambienti di lavoro non aperti al pubblico, dove, per ora, non è previsto alcun divieto di fumare. Questa domanda di mercato, seppure limitata, rischia di rimanere insoddisfatta, grazie all'assenza di una risposta adeguata da parte dell'industria del trattamento dell'aria. E' un vero peccato deludere le aspettative di una avanguardia di utenti sensibile all'indoor air quality: dopo tante discussioni, convegni e tavole rotonde, una risposta assente o incerta dei produttori potrebbe facilmente trasformare il germe di un nuovo mercato in un fallimento. Alcuni importanti costruttori orientali, molto attenti nel cogliere certi segnali, hanno rapidamente inserito filtri più o meno efficaci nella maggior parte dei condizionatori d'aria di recente produzione. Tuttavia, la maggior parte di questi prodotti è contraddistinta da prestazioni del tutto insufficienti per risolvere un reale problema di qualità dell'aria, poiché la presenza del filtro si risolve spesso in un "plus" commerciale, privo di riscontri tali da incidere su una reale necessità del cliente. Per ottenere un impatto efficace sulla concentrazione degli inquinanti negli ambienti, occorrerebbero invece unità filtranti dotate di portate d'aria consistenti e di uno spettro d'azione molto esteso, capaci di abbattere efficacemente le sostanze particolate ed in fase gassosa.

Rispondere a queste prerogative è possibile, a condizione di trasferire in ambito civile alcune tecnologie d'avanguardia applicate da qualche tempo nel settore industriale. Ad esempio, una di queste tecnologie in via di "trasferimento" è costituita dalla fotocatalisi. Si tratta di un metodo di degradazione delle sostanze

organiche originariamente studiato per la decontaminazione dei siti industriali dismessi e per l'eliminazione di alcuni agenti chimici per uso militare. Data la particolarità di offrire una ossidazione catalitica a temperatura ambiente (a differenza di altri sistemi catalitici che necessitano di elevate temperature), si presta ad essere utilizzato in ambito civile per evidenti motivi di praticità.

All'interno di un filtro fotocatalitico, l'aria da depurare viene fatta scorrere sulla superficie di elementi di supporto, ricoperti da uno strato molto sottile di un catalizzatore, in grado di promuovere reazioni chimiche di ossidazione a carico delle sostanze organiche volatili. Affinché ciò avvenga, è necessario fornire dell'energia: in un catalizzatore industriale o in una marmitta per automobile, l'energia è apportata in forma di calore (diverse centinaia di gradi). In questo caso, l'energia è invece apportata da fotoni di luce ultravioletta, a temperatura ambiente: le sostanze organiche vengono quindi idealmente ossidate ad anidride carbonica ed acqua. L'acqua che si viene a formare, subisce a sua volta un processo di scissione in radicali liberi, una specie chimica estremamente reattiva che aiuta a completare la degradazione delle sostanze organiche residue. Un vantaggio particolare della fotocatalizzazione è rappresentato dall'effetto biocida delle radiazioni ultraviolette e dei radicali liberi, che porta alla completa sterilizzazione dell'aria trattata: in questo modo, si possono eliminare dall'atmosfera degli ambienti confinati anche tutti i contaminanti aerodispersi di origine biologica, come batteri, virus e muffe. Anche le spore più resistenti, come quelle dell'agente del carbonchio (*Bacillus Anthracis*) possono essere eliminate dai filtri fotocatalitici, a condizione di prevedere un sufficiente tempo di esposizione. Anche questa tipologia di filtri presenta comunque degli aspetti critici: il primo è rappresentato dalla limitata vita operativa delle lampade ultraviolette, che devono quindi essere sostituite periodicamente. Inoltre, i filtri fotocatalitici necessitano di una prefiltrazione molto efficace, in modo da eliminare gli inquinanti in forma solida (particolato), che potrebbero sporcare le lampade riducendone l'irraggiamento, nonché ricoprire le superfici catalizzate impedendone il contatto con le sostanze chimiche da ossidare. Si tratta perciò di filtri relativamente complicati e costosi. Nonostante questi aspetti "negativi",

alcuni costruttori di unità di condizionamento interne di tipo *split* hanno già inserito nel proprio catalogo alcuni modelli equipaggiati con una versione semplificata del filtro fotocatalitico. Le prestazioni sono abbastanza limitate, ma sufficienti per un normale dispositivo domestico. Sono già disponibili in commercio unità compatte fotocatalitiche adatte per essere installate in serie ai condotti dell'aria condizionata o in corrispondenza delle unità di trattamento. Alcuni modelli di depuratori d'aria fotocatalitici di costruzione giapponese sono attualmente reperibili sul mercato italiano; altri, di tecnologia statunitense e russa, sono acquistabili solo via Internet.

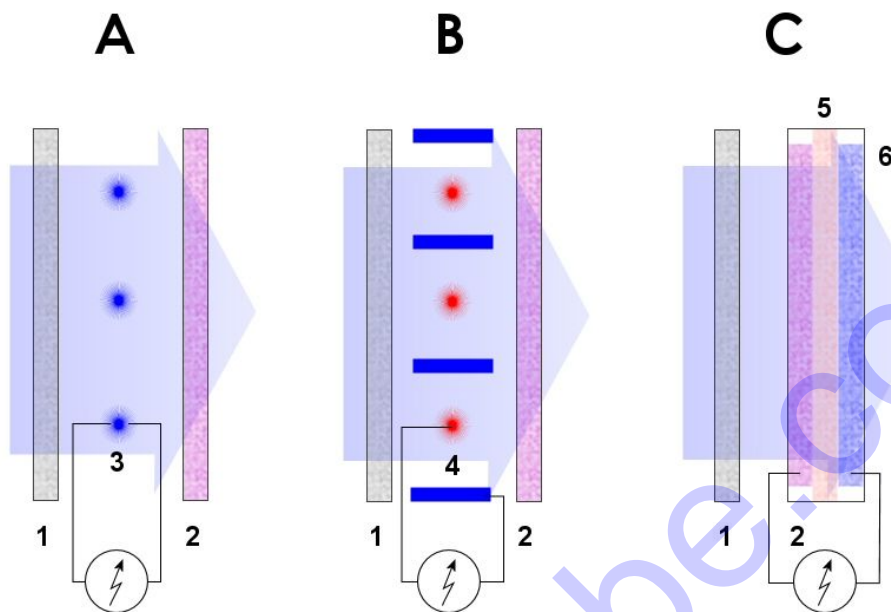
Occorre segnalare che la fotocatalisi si sta rivelando un tema di successo anche nel settore edilizio, con il proliferare di vernici e materiali di rivestimento fotocatalitici, in grado di degradare le sostanze inquinanti attraverso la semplice esposizione ai raggi solari. Il rendimento non è elevato, ma l'effetto sull'inquinamento urbano potrebbe essere sensibile se l'uso di questi prodotti diventasse generalizzato. In Giappone, alcuni nuovi insediamenti urbani sono stati interamente realizzati con pavimentazioni ed intonaci fotocatalitici.

Il filtro fotocatalitico non è il solo candidato a rappresentare i filtri per aria di nuova generazione nelle unità di trattamento a ricircolo: la tecnologia della catalisi è alla base di altre soluzioni in via di sviluppo, nelle quali, l'energia necessaria a promuovere le reazioni di ossidazione proviene dall'applicazione di campi elettrici. Nel filtro elettrocatalitico, si utilizza un filtro elettrostatico con la doppia funzione di abbattere il particolato e di indurre sulla superficie catalitica una differenza di potenziale utile a promuovere le reazioni desiderate. L'intenso campo elettrico che si viene a formare, è caratterizzato anche dalla presenza di fotoni ultravioletti e di radicali liberi, riproponendo il meccanismo d'azione del filtro fotocatalitico: in più, la massiccia presenza di elettroni accelerati provoca la ionizzazione delle molecole gassose, altro fenomeno che favorisce la degradazione degli inquinanti attraverso la formazione di intermedi fortemente reattivi. Questa tecnologia, che si sta dimostrando molto efficace anche per il trattamento dei gas di scarico nelle automobili, promette molto bene anche nel

campo della filtrazione dell'aria degli ambienti confinati, grazie al fatto di rendere disponibile, in un solo dispositivo, due meccanismi di abbattimento molto efficaci su particelle solide e sostanze gassose.

Una tecnologia ancora più recente, priva per ora di realizzazioni commerciali in ambito civile, è costituita dalla EPOC (Electrochemical Promotion Of Catalysis). La EPOC si basa sul controllo e l'incremento del potere catalitico di alcuni ossidi metallici depositati su un substrato elettrolitico, attraverso l'applicazione diretta di una corrente elettrica a basso potenziale. Si tratta di un metodo molto promettente sotto vari punti di vista, anche se ancora lontano dall'essere impiegato in prodotti di serie.

Le applicazioni di questi filtri innovativi nella pratica impiantistica sono ancora episodiche, anche se, con l'ampliarsi dell'offerta ed una industrializzazione più convincente di alcuni prodotti, non mancheranno le occasioni di metterli alla prova negli ambienti più critici. Tra questi, i locali per fumatori sono in prima linea, in quanto i dispositivi attualmente in uso non sembrano all'altezza di risolvere in modo efficace il nodo che si è venuto a creare tra prestazioni, costi e tutela del comfort e della salute degli occupanti.



**Figura 1.** I filtri catalitici per aria ad uso civile sono genericamente riconducibili a questi tre schemi di funzionamento: il filtro A è fotocatalitico, in cui l'energia necessaria a promuovere le reazioni di ossidazione a carico delle sostanze inquinanti gassose, proviene dall'irraggiamento ultravioletto emesso da lampade speciali (3). Le lampade e il supporto catalitico (2) sono precedute da un prefiltro (1). Nel caso B è illustrato un filtro elettrocatalitico: l'energia questa volta proviene da un campo elettrostatico che si instaura tra gli elementi ionizzanti (4) e gli elettrodi (2), tra i quali si applica una elevata differenza di potenziale. Nello schema C, è illustrato un filtro elettrolitico – catalitico, all'interno del quale si utilizza una corrente elettrica applicata tra il substrato catalizzatore (2) e un elettrodo (6), separati da un setto elettrolitico (5). Questi tre schemi sono caratterizzati da un buon rendimento a temperatura ambiente, a differenza di quanto accade nei catalizzatori impiegati industrialmente o negli impianti di scarico delle automobili, che necessitano, per funzionare, di temperature relativamente elevate.



**Figura 2.** Filtro fotocatalitico originariamente messo a punto dalla NASA per essere utilizzato in serre orbitanti, per convertire l'etilene emesso dai vegetali in anidride carbonica ed acqua. In seguito, vista l'efficacia notevole dimostrata dall'apparecchio sulla inattivazione delle spore del batterio del carbonchio, è stato commercializzato come filtro di sicurezza anti-terrorismo biologico.

www.ariacub.com

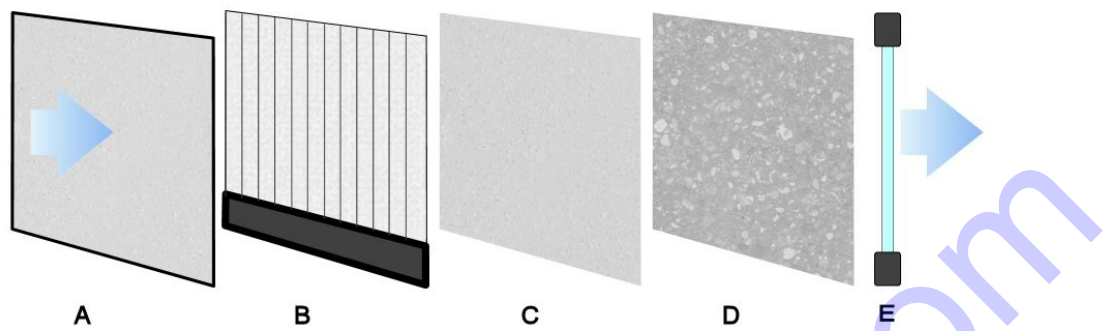


Figura 3. Filtro fotocatalitico per impieghi astronautici, installato come depuratore a ricircolo: un buon esempio di ricaduta negli impieghi civili degli investimenti destinati alla corsa nello Spazio.

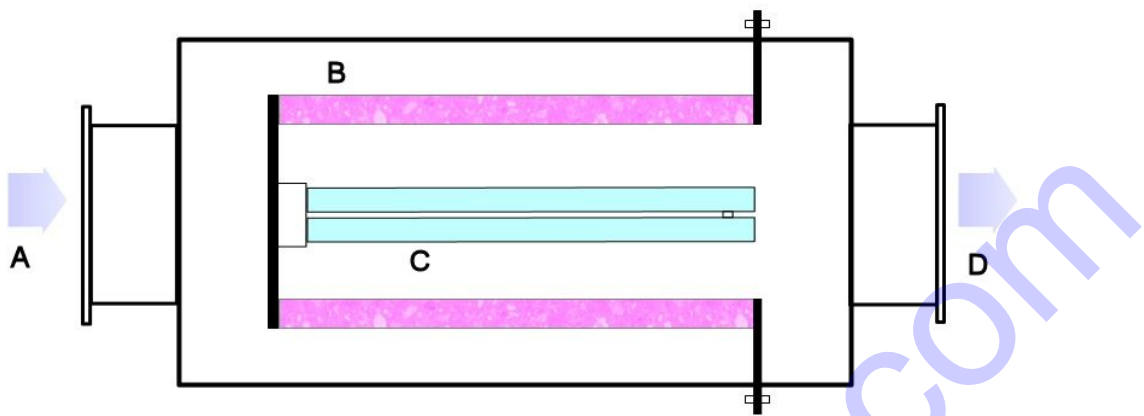




**Figura 4.** Trattamento termico dei corpi di riempimento in vetro, ricoperti di catalizzatore al biossido di Titanio, utilizzati nelle unità fotocatalitiche NASA. L'attraversamento di un letto di questi piccoli elementi cilindrici costringe l'aria ad un moto fortemente turbolento che facilita le reazioni di ossidazione degli inquinanti.



**Figura 5.** Alcuni filtri catalitici particolarmente sofisticati riuniscono in sé più tecnologie: in questo esempio possiamo vedere un filtro combinato elettro-foto-catalitico: l'aria da trattare attraversa un prefiltro (A), quindi una barriera elettrostatica ad alta tensione (B); a valle della barriera elettrostatica troviamo un primo supporto filtrante catalitico (C), seguito da un secondo (D), esposto alla luce ultravioletta emessa dalla lampada (E).



**Figura 6.** Lo schema rappresenta un semplice filtro fotocatalitico da canale: l'aria inquinata entra dall'apertura flangiata (A) ed è costretta ad attraversare la cartuccia cilindrica (B) formata da un supporto catalitico poroso, il quale è sottoposto all'irraggiamento ultravioletto della lampada (C). L'aria depurata è libera quindi di uscire (D). Questo tipo di filtri necessita di una prefiltrazione molto efficiente per lavorare in condizioni ottimali (assenza di particolato).