

## FILTRAZIONE

La filtrazione intesa come separazione di particelle da un fluido gassoso può essere necessaria:

- per motivi tecnologici ad esempio per depurare gas destinati a sintesi su catalizzatore;
- per ragioni economiche, ovvero per recuperare la parte di polvere che come prodotto o reattivo non trasformato altrimenti andrebbe dispersa
- per motivi igienici e ambientali, ovvero per limitare la dispersione di polveri in ambiente di lavoro oppure nell'ambiente esterno.

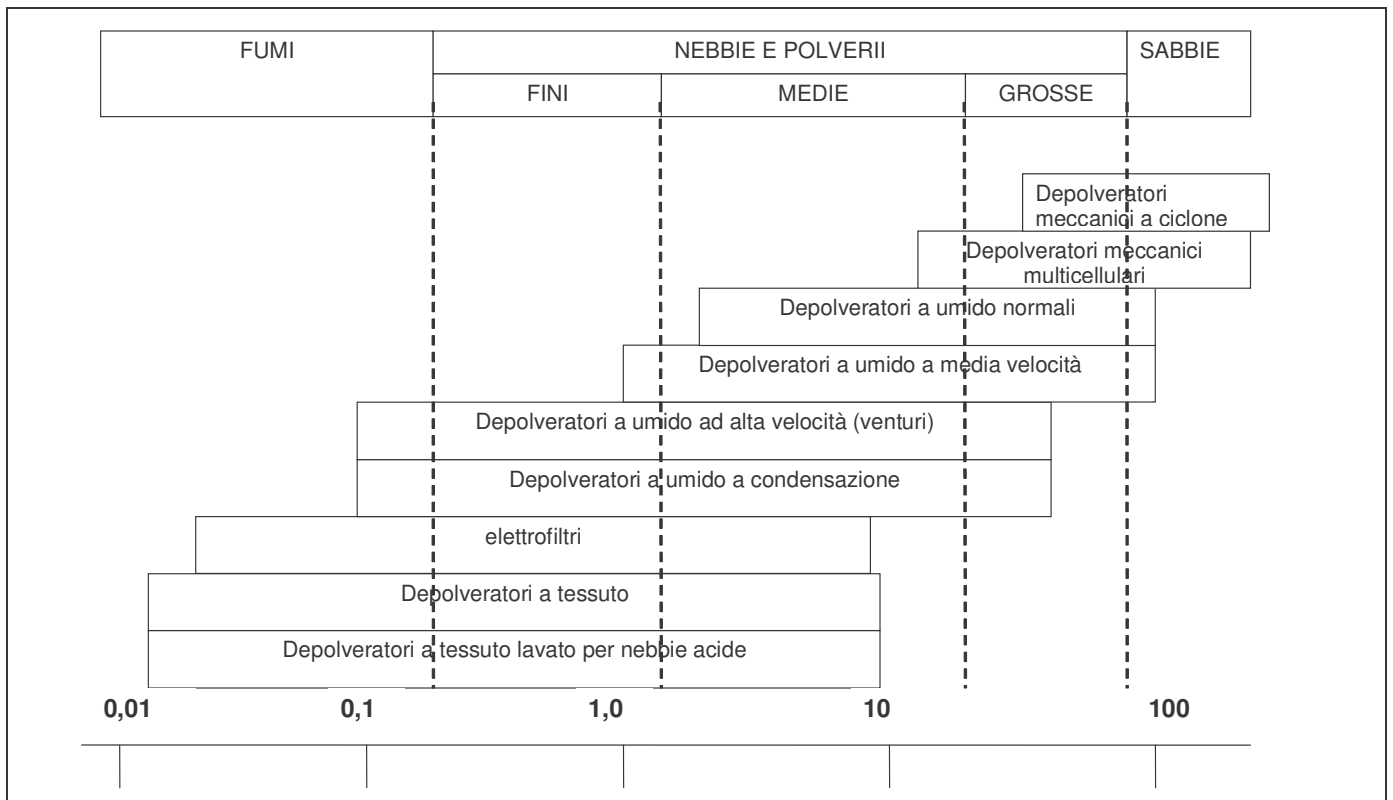
E' bene evidenziare la distinzione tra polveri, fumi e nebbie:

- polveri : particelle solide di dimensione media compresa tra 10 e 50 micron;
- fumi: particelle solide fine di dimensione media comprese tra 1 e 15 micron;
- nebbie: sospensione di gocce liquide di dimensione tra 2 e 15 micron , in un gas.

Il meccanismo usato per separare le tre tipologie è analogo, ovvero si tratta sempre di trattenere all'uscita la parte corpuscolare dispersa nel fluido, processo realizzato utilizzando filtri nelle tipologie a secco o a umido:

- sono filtri a secco quelli che separano le particelle per azione meccanica o elettrostatica.
- sono filtri a umido quelli che separano le particelle mediante "lavaggio" del gas in opportune colonne a riempimento.

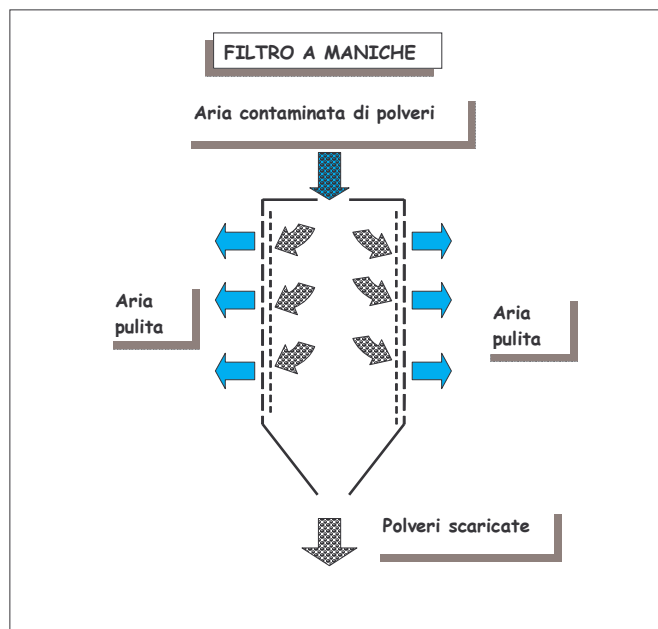
Di seguito si riporta uno schema che rappresenta i campi di applicazione delle diverse tecnologie in funzione del tipo di abbattimento da effettuare. In ascissa il diametro delle particelle in micron.



Di seguito verranno approfonditi due esempi di filtrazione a secco: filtri a tessuto e filtrazione elettrostatica.

## Filtri a maniche e a sacchi

### Descrizione tecnica



Si tratta di sistemi che realizzano la filtrazione a secco per azione meccanica.

I **filtri a manica** sono costituiti da un insieme di tubi di tela a trama fitta tenuti ad una estremità da anelli fissati a loro volta in una camera, con fori in corrispondenza ad ogni tubo. L'aria entra nei tubi come indicato nello schema a fianco, e deposita la polvere sulla superficie interna della tela mentre l'aria depurata esce; la polvere viene scossa mediante sistemi automatici e raccolta in un cassone alla base.

La pulizia delle tele può avvenire mediante getti di aria compressa dall'interno verso l'esterno delle maniche, attraverso delle elettrovalvole, comandate mediante controllo elettronico.

Le perdite di carico delle maniche generalmente non superano i 120 mm.

La capacità filtrante del sistema così come le condizioni ambientali in cui può essere utilizzato dipendono dalle caratteristiche del tessuto: così ad esempio filtri in lana di vetro possono essere usati per il funzionamento a temperature di esercizio di 200 °C.

La camera che contiene le maniche è generalmente ispezionabile attraverso opportuni portelloni.

I diversi tipi di tessuto per diverse granulometrie di polveri definiscono anche la velocità di filtrazione, che sarà maggiore per dimensioni maggiori delle polveri.

Il dimensionamento di un filtro a maniche necessita dei seguenti dati: caratteristiche chimico - fisiche delle polveri, temperatura dell'aria da trattare, posizione della fase che genera le polveri relativa a quella dell'impianto di abbattimento e altezza da terra dell'impianto.

Una variante è costituita dal **filtro a sacchi**. Si tratta di una camera contenente un sistema di cilindri di rete metallica o lamiera forata con all'interno le maniche filtranti di tela. La camera ha l'entrata del gas dal basso e l'uscita del gas depurato dall'alto, mentre le polveri vengono scaricate in un serbatoio alla base della camera. Il gas carico entra dal basso e viene aspirato verso l'alto mediante pompa, attraversa i cilindri e lascia la polvere attaccata alle tele, quindi viene fatto uscire depurato dall'alto. Periodicamente si interrompe il normale funzionamento filtrante e si avvia attraverso i cilindri aria compressa in direzione opposta a quella del flusso di gas da trattare: l'aria compressa permette il distacco della polvere dalle maniche e la sua raccolta sul fondo della camera dove una coclea la trasporta verso un foro di uscita.

<b>INDICAZIONI IMPIANTISTICHE FILTRO A MINICHE</b>	
1. Temperatura	100 °C. tessuto di idonea grammatura
	> 100 °C. tessuto in PTFE di idonea grammatura
2. Velocità di attraversamento	2 m/min. per materiale particellare con granulometria 10 micron
	1,6 m/min. per polveri con granulometria <10 micron
	-1 m/min. per polveri da forni fusori, per amianto e per principi attivi
3. Grammatura tessuto	450 g/m2 per polveri < 0,1 micron
	300 g/m2 per polveri > 0,1 micron
4. Umidità relativa	80% (non necessita di coibentazione)
	> 80% (necessita di coibentazione)
5. Sistemi di controllo	a) Pressostato differenziale con allarme ottico e/o acustico;
	b) contaore totalizzatore non tacitabile;
6. Sistemi di pulizia	Scuotimento meccanico automatico temporizzato per polveri con granulometria 50 micron
	Lavaggio in controcorrente con aria compressa

Al posto dei filtri a maniche, nel caso in cui non vi sia la necessaria disponibilità di spazio, possono essere installati i **filtri a cartucce**.

Il dispositivo filtrante presente nella camera è costituito da un cilindro di tessuto pieghettato che a parità di volume occupato permette di realizzare una superficie filtrante 10 volte maggiore di un normale filtro a maniche. Analogamente alle maniche anche le cartucce possono essere pulite mediante aria compressa.

<b>INDICAZIONI IMPIANTISTICHE FILTRO A CARTUCCE</b>	
1. Temperatura	40 °C
2. Velocità di attraversamento	2 m/min. per materiale particellare con granulometria 10 micron
	1,6 m/min. per polveri con granulometria < 10 micron
3. Grammatura	200 g/m2
4. Umidità relativa	50%
5. Sistemi di controllo	a) Pressostato differenziale con allarme ottico e/o acustico;
	b) contaore totalizzatore non tacitabile
6. Sistemi di pulizia	Lavaggio in controcorrente con aria compressa

## Campi di applicazione e limiti di operatività

I filtri a maniche trovano impiego nei seguenti settori: produzione ceramiche, alimentari, gomma , cementifici, industria estrattiva.

Operazioni di stoccaggio, movimentazione, trasporto pneumatico, miscelazione, pesatura e confezionamento di materiali solidi polverulenti

- Operazioni di levigatura, sabbiatura, smerigliatura, carteggiatura, bordatura, taglio di superfici di vario tipo e materiale.
- Operazioni di fusione di materiali metallici ,vetrosi ed altro tipo
- Operazioni di combustione di materiale solido e rifiuti
- Operazioni di verniciatura con prodotti in polvere

I filtri a cartucce trovano impiego in particolare nei settori: verniciatura a polveri, industria alimentare, produzione mangimi, industria chimica e trattamenti di sabbiatura.

Operazioni di miscelazione, pesatura e confezionamento di materiali solidi polverulenti

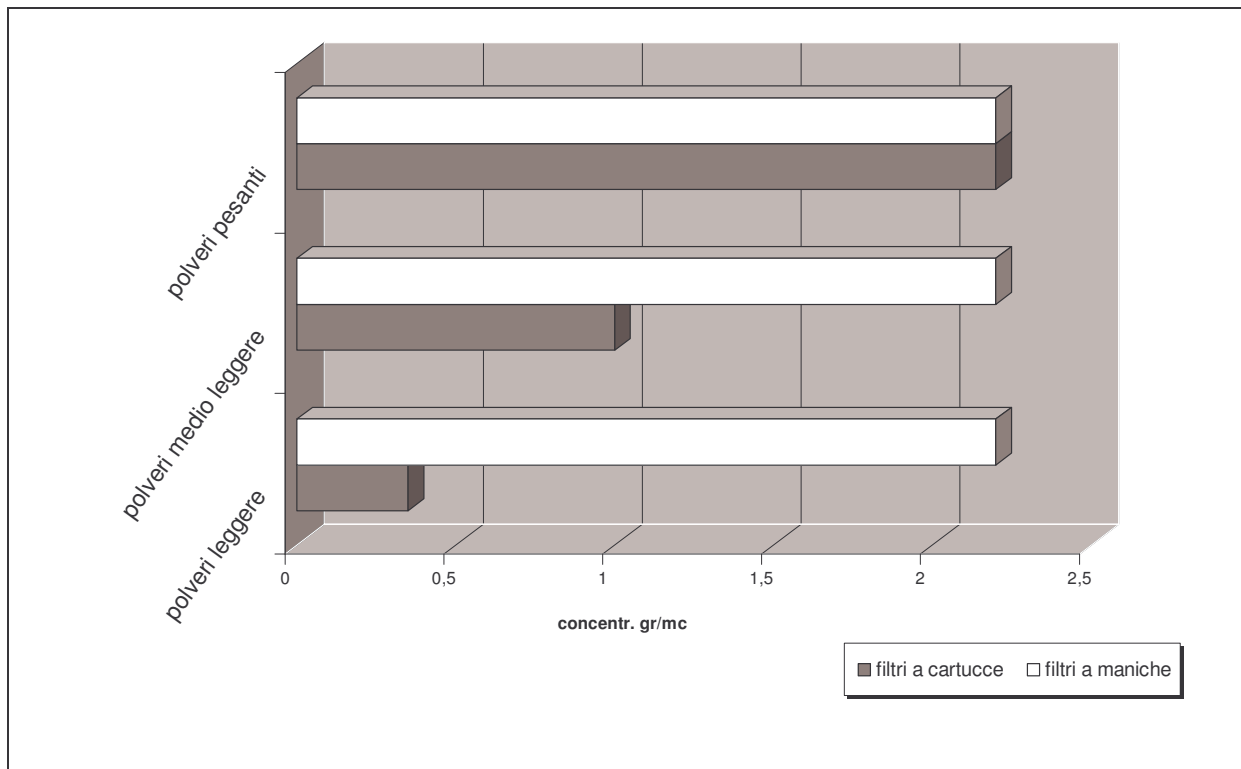
Operazioni di levigatura, sabbiatura, smerigliatura, carteggiatura, bordatura, taglio di superfici di vario tipo e materiale.

Operazioni di pulizia meccanica superficiale

Operazioni di verniciatura con prodotti in polvere

Operazioni con produzione di polveri non espressamente indicate

Di seguito si riporta per classe di polvere la concentrazione massima trattabile con filtri a maniche e a cartucce.



---

### **Efficienza di abbattimento**

L'efficienza di abbattimento può essere molto alta e raggiungere il 99%, purché il dispositivo sia utilizzato nelle condizioni ottimali, soprattutto per i filtri a maniche.

L'efficienza dei sistemi di filtrazione si valuta esaminando i vari parametri che influenzano l'abbattimento del particolato.

La temperatura operativa dei vari filtri deve sempre essere superiore al punto di condensazione dei vapori presenti nell'aria da depurare. Infatti se l'acqua condensa, lo strato di polveri già depositato sulla superficie del filtro si inumidisce e questo causa un aumento della resistenza al passaggio dell'aria, ovvero un aumento delle perdite di carico. Inoltre la presenza di una fase acquosa favorisce la dissoluzione di eventuali composti acidi presenti nei depositi e quindi alla lunga porta alla corrosione dei vari componenti dell'impianto, in particolare maniche ed intelaiature di sostegno. Per evitare questo rischio, è possibile ricorrere al preriscaldamento del sistema di abbattimento prima dell'utilizzo.

L'installazione di un pressostato permette di valutare la caduta di pressione lungo gli elementi filtranti, per verificare che i valori rientrino nei limiti di riferimento e che non vi siano degli intasamenti.

L'individuazione delle infiltrazioni d'aria nell'impianto riveste un ruolo fondamentale, in genere se sono udibili bisogna anche valutarne la portata.

La semplice osservazione dei camini di scarico risulta molto utile, in genere un aumento delle emissioni visibili indica una riduzione nell'efficienza di abbattimento. La causa di una evidente fuoriuscita di polveri dal camino può essere ricondotta alla rottura dei filtri, ad un problema di tenuta causato da una installazione non corretta, oppure a errata progettazione e dimensionamento (non si usano gli elementi filtranti più idonei).

Il problema del distacco delle sacche filtranti può essere dovuto ad un difetto dei supporti, ad un deposito di polveri eccessivo, ad un ciclo di pulizia troppo frequente, ad uno scuotimento troppo violento, ad una ripressurizzazione troppo elevata, e nei sistemi che usano aria compressa ad una pressione eccessiva.

Per impianti che utilizzano aria compressa si tiene sotto controllo la valutazione il consumo. Se è eccessivo può essere dovuto ad un ciclo di pulizia troppo frequente, oppure al fatto che le pulsazioni sono troppo prolungate, o perché si impiega una pressione troppo elevata, o ad un difetto nella valvola di regolazione.

### **Costi di investimento e di esercizio**

Il costo di investimento è relativamente contenuto, e dipende fortemente dalle caratteristiche degli elementi filtranti (tessuto di cui sono fatte le maniche) e dei dispositivi di controllo della pressione.

Il costo di esercizio è legato alle caratteristiche del flusso da trattare e all'usura che genera sulle maniche, richiedendone la sostituzione.

La manutenzione ordinaria non richiede di norma interventi specialistici, ma di semplice controllo e pulizia.

### **Vantaggi e svantaggi nell'utilizzo, anche in termini di impatti sulle altre componenti ambientali**

Si tratta di sistemi di semplice gestione che spesso in funzione dell'intervallo granulometrico delle polveri, devono essere preceduti da altri dispositivi di abbattimento come ad esempio cicloni per garantire la massima efficienza.

## Filtri elettrostatici

### Descrizione tecnica

I filtri elettrostatici sfruttano la precipitazione elettrostatica; le particelle opportunamente caricate in un campo elettrico, si muovono con velocità più elevate di quelle realizzabili in campi gravitazionali ed inerziali.

Il particolato è in genere elettricamente neutro e pertanto per sfruttare la precipitazione elettrostatica è necessario caricarlo elettricamente. Questo avviene all'interno del filtro stesso, sfruttando l' "effetto corona".

L'effetto corona si realizza mediante un dispositivo costituito da due elettrodi, di cui uno è un filo e l'altro un elettrodo ad ampia superficie in modo tale che si crei e si mantenga un campo elettrico non uniforme. Tra i due elettrodi si impone una differenza di potenziale di alcune decine di migliaia di volt, tale da rendere l'aria conduttiva per dissociazione elettrica dei gas che la compongono: la scarica elettrica può essere ad arco o a corona in funzione della conformazione geometrica del campo elettrico. Nel caso del campo elettrico formato mediante filo e tubo si ha una scarica a corona. Se il filo è caricato negativamente, si forma intorno ad esso un'area costituita da uno strato sottile a forma di corona nel quale il campo elettrico è sufficientemente intenso per causare la dissociazione delle molecole di gas; in questa zona intorno al filo, si crea e si autosostiene una densa nube di ioni positivi e di elettroni a forma, appunto, di corona. Essendo il filo caricato negativamente gli elettroni si muovono verso la parete dell'elettrodo positivo e, allontanandosi, rallentano progressivamente, fino a che vengono catturati dalle molecole dei gas costituenti l'atmosfera locale, che, di conseguenza, si caricano a loro volta negativamente: le particelle solide che si trovano tra filo e parete del tubo, assorbono nelle loro porosità le molecole di gas e risultano così caricate.

Le particelle si caricano per due distinti effetti, il più significativo è la polarizzazione di campo, il secondario è la polarizzazione per diffusione.

Secondo la polarizzazione di campo, le particelle si caricano per effetto del campo elettrico stesso: nello spazio interno al tubo le molecole gas cariche e il particolato collidono con alta frequenza, in modo che quest'ultimo si carica sempre più fino a raggiungere la condizione di saturazione, nella quale inizia a respingere le molecole di gas che incontra sulla sua traiettoria. A questo punto le particelle di polvere muovono veloci verso il tubo (elettrodo positivo) dove vengono catturate e trattenute. La polarizzazione per diffusione è dovuta alla diffusione degli ioni che urtano le particelle per effetto dei moti termici.

Per particelle di dimensioni superiori a 0,5 micron è predominante l'effetto polarizzazione di campo, mentre per particelle di dimensioni inferiori a 0,2 micron è predominante l'effetto di polarizzazione per diffusione; nel range dimensionale compreso tra 0,2 e 0,5 micron i due effetti si combinano.

L'aria o il gas contenente polveri viene aspirato e convogliato nella zona del campo elettrico, dove il materiale solido inizia a depositarsi sulla parete. Tale deposito deve essere periodicamente rimosso o attraverso l'azione detergente di un liquido, in particolare nei casi in cui sia necessario associare all'abbattimento una reazione di trasformazione chimica delle polveri stesse, oppure mediante azioni meccaniche come percussione o vibrazione che porta a raccogliere le polveri in un serbatoio.

La manutenzione ordinaria richiede che periodicamente gli elementi metallici che costituiscono il filtro vengano estratti lavati: si tratta, in impianti di media portata, di elementi ingombranti e soggetti a facili danneggiamenti in caso di manipolazione brusca o errate operazioni di lavaggio.

Per semplificare e rendere meno onerosa la manutenzione nei dispositivi più moderni il lavaggio viene fatto automaticamente dalla macchina stessa, secondo cicli predeterminati: i filtri autopulenti per vibrazione sono generalmente usati per polveri con basso contenuto di umidità (fumi da saldatura ed emissioni da lavorazioni meccaniche a secco), gli autolavanti ad acqua trovano impiego per il trattamento delle emissioni caratterizzate da nebbie oleose e polveri umide (da lavorazioni meccaniche ad umido con acqua emulsionata o fluidi da taglio). Tra questi ultimi sono

stati realizzati modelli che raccolgono la miscela acqua - olio abbattuta e la avviano a separazione per recuperare le due fasi e riavviarle in ciclo (l'olio alle lavorazioni e l'acqua all'abbattimento).

Alcune aziende propongono impianti modulari sia per rispondere a diverse esigenze di portata da 2000 Nmc/h fino ad alcune decine di migliaia di mc/h, combinando singoli elementi filtranti da 2000 Nmc/h, sia per rispondere a diverse necessità relativamente alle caratteristiche del fluido da trattare, predisponendo elementi di prefiltrazione (per trattenere polveri grossolane) e post filtrazione, ad esempio filtri a carboni attivi per trattenere sostanze organiche volatili.

Comunemente vi sono 3 tipi diversi di precipitatori elettrostatici:

- gli elettrofiltri a secco con corona negativa;
- gli elettrofiltri ad umido con corona negativa;
- gli elettrofiltri ad umido con corona positiva.

Di questi i primi sono di gran lunga i più diffusi nelle applicazioni industriali.

Nell'**elettrofiltro a secco** il flusso d'aria da trattare in entrata passa dapprima in una sezione di maggiori dimensioni subendo così una diminuzione di velocità: in questa zona è presente una serie di griglie perforate che garantiscono l'appropriata distribuzione di flusso; poichè trattengono parte del particolato sulla loro superficie, richiedono una periodica pulizia.

L'aria che esce da questa sezione attraversa orizzontalmente un gran numero di setti verticali e paralleli con al centro gli elettrodi verticali di emissione, in genere costituiti da sottili fili metallici. Le piastre che rappresentano le pareti dei setti sono invece gli elettrodi di captazione con messa a terra. Solitamente sono presenti più campi di raccolta disposti in serie, ciascuno costituito da elettrodi di emissione e di captazione. All'aumentare del numero dei campi aumenta anche l'efficienza di abbattimento dell'elettrofiltro.

Gli elettrodi di emissione e le piastre di raccolta trattengono particolato e vengono periodicamente ripulite da gruppi di dispositivi detti percussori che provvedono a percuotere periodicamente le zone dove si deposita il particolato facendolo cadere nelle tramogge di raccolta.

Esistono essenzialmente due possibili disposizioni dei percussori, montati sulla sommità o posizionati sulla fiancata del filtro.

Un filtro elettrostatico con i percussori sulla sommità presenta un gran numero di singoli percussori, ognuno connesso al supporto di un singolo elettrodo di emissione, o a una singola griglia di distribuzione del flusso o ad una sezione dell'elettrodo di raccolta. I percussori delle piastre di raccolta e delle griglie di distribuzione del gas effettuano lo scuotimento tramite un martelletto metallico. I percussori degli elettrodi di emissione utilizzano invece un martelletto isolante per prevenire la trasmissione dell'alto voltaggio al percussore e alle aree accessibili alle persone presenti sul tetto dell'elettrofiltro.

Il sistema di percussione montato sulla fiancata del filtro presenta invece dei motori esterni che fanno girare un sistema ad albero di trasmissione all'interno. Su questo sistema di trasmissione sono montati dei martelletti che percuotono ogni singolo elettrodo di raccolta e ogni supporto degli elettrodi di emissione per far cadere il particolato.

Per entrambi i sistemi, come è logico, la frequenza e l'intensità della percussione deve essere attentamente calcolata per fare in modo il filtro operi in condizioni ottimali.

Un **precipitatore elettrostatico umido a corona negativa** è trova applicazione dove:

- il particolato da abbattere è liquido (gocce)
- il particolato solido presenta bassa resistività che lo porta ad aderire debolmente all'elettrodo di captazione.
- i contaminanti da abbattere hanno caratteristiche tali da formare delle incrostazioni di difficile asportazione da un elettrodo di captazione convenzionale.

In questi elettrofiltri le superfici di captazione sono percorse da un film liquido costituito di solito da acqua, o da soluzioni acquose di composti chimici in grado di condizionare parametri come la conduttività elettrica ed il pH .

Di solito sono preceduti da una camera o da una sezione di raffreddamento per saturare il flusso d'aria da trattare, per cui le superfici di raccolta del materiale permangono sempre bagnate dal velo d'acqua e non vengono asciugate nel caso in cui il flusso d'aria abbia temperatura elevata.

Ci sono due tipi principali di filtri elettrostatici umidi a corona negativa: quelli a flusso discendente e quelli a flusso orizzontale.

Nelle **unità di depurazione a flusso discendente** l'ingresso dei fumi avviene dall'alto.

Il flusso d'aria si distribuisce poi in una serie di tubi verticali di materiale plastico che si estendono fino alla base del collettore.

Gli elettrodi di emissione sono montati nel centro di ogni tubo e caricano elettricamente il particolato che di conseguenza migra sulle superfici di raccolta bagnate dall'acqua che cola per tracimazione da una vasca sovrastante. L'acqua scende così lungo le superfici interne dei tubi trasportando il materiale raccolto fino al bacino di raccolta; poi viene pompata di nuovo verso la vasca sovrastante entrando in ricircolo.

Un'**unità a flusso orizzontale** utilizza delle piastre di emissione ad alto voltaggio alternate alle piastre di captazione con messa a terra. In questo modo si forma un percorso lungo il quale fluiscono i fumi saturi da trattare. Le piastre ad alto voltaggio hanno degli elettrodi di emissione che si estendono dal bordo principale di ogni piastra. La corona negativa che si origina attorno a questi punti di emissione carica il particolato che quindi si muove verso le piastre di raccolta bagnate dal velo d'acqua. La pulizia di queste piastre di raccolta viene attuata da una serie di ugelli a spruzzo sovrastanti e laterali.

I **precipitatori elettrostatici umidi a corona positiva** vengono utilizzati per raccogliere i vapori organici provenienti da applicazioni industriali relativamente piccole.

In queste unità, gli elettrodi di emissione sono separati dalle piastre di raccolta con messa a terra. Per questo motivo vengono solitamente indicati come filtri a doppio stadio.

Il flusso d'aria da trattare prima entra nella sezione dove gli elettrodi di emissione positivi caricano positivamente il particolato presente; il particolato carico si muove poi attraverso la sezione di raccolta dove viene attratto dalle piastre di captazione da cui scola nel bacino di raccolta.

La pulizia approfondita delle piastre avviene manualmente e ad una frequenza che varia a seconda della adesività e della viscosità del materiale che è stato raccolto.

INDICAZIONI IMPIANTISTICHE ELETTROFILTRO	
1. Temperatura	40 °C.
2. Superficie di captazione per metro cubo di portata di effluente gassoso da trattare.	2 m <sup>2</sup> .min/m <sup>3</sup>
3. Distanza tra le piastre	0,2 - 0,5 m
4. Numero di campi	2
5. Perdita di carico	< 200 mm c.a.
6. Velocità di attraversamento effluente gassoso	< 100 m/min
7. Tempo di permanenza	5 s
8. Tensione applicata	50 -150 kV
9. Temperatura	///
10. Sistemi di controllo	Pressostato differenziale e misuratori di campi elettrici
11. Manutenzione	- controllo degli organi in movimento e pulizia delle piastre e dei filamenti, controllo della tensione ai poli. - pulizia generale dell'intero sistema e sostituzione dei filamenti e delle piastre secondo
12. Informazioni aggiuntive	Questa tipologia di impianti di abbattimento può essere preceduta da sistemi meccanici di prefiltrazione per le polveri e le nebbie a granulometria elevata.

### Campi di applicazione e limiti di operatività

Il campo di applicazione degli elettrofiltri a secco si suddivide in due settori:

- il settore professionale nell'ambito civile di filtrazione aria ambiente da inquinanti come fumo di sigaretta, polveri, pollini;
- il settore industriale per la filtrazione di nebbie oleose, fumi di saldatura, polveri fini.

Il sistema non è adatto a qualunque tipo di polvere: devono essere particelle che sono in grado di caricarsi, che non creano problemi di flusso e che hanno una opportuna resistività ( $10^4$  e  $2 \cdot 10^{10} \text{ Ohm} \cdot \text{cm}$ ); particelle con resistività superiore a  $2 \cdot 10^{10} \text{ Ohm} \cdot \text{cm}$  causano una caduta di tensione all'interno dello strato di polvere sulla parete del tubo, con formazione di turbolenze nel deposito e di bolle d'aria cariche negativamente che respingono l'ulteriore accumulo di particelle, mentre resistività inferiore a  $10^4 \text{ Ohm} \cdot \text{cm}$  rende probabile la perdita di carica da parte delle particelle, con conseguente perdita di coesione del deposito che tende a disperdersi nuovamente nel flusso di aria.

Inoltre la quota di particelle molto sottili non deve essere elevata, per evitare il rischio di non avere una sufficiente carica ionica.

E' possibile comunque, nel caso manchino le condizioni ideali, modificare opportunamente il flusso di particelle per aggiunta di sostanze che influenzino positivamente la condizione non rispettata.

Per alcune particelle ad esempio la resistività può essere aumentata operando ad una temperatura opportuna, mentre, se la resistività è troppo elevata, può essere abbassata per aggiunta di anidride solforosa, acido solforico, carbonato di sodio.

Le altre tipologie di dispositivi sono utilizzate nelle condizioni particolari citate all'interno della descrizione.

- operazioni di stoccaggio, movimentazione, trasporto pneumatico, miscelazione, pesatura e confezionamento di materiali solidi
- operazioni di cottura di materiali calcarei e fusione materiali vetrosi
- operazioni di fusione di materiali metallici e vetrosi e combustione di materiali solidi e liquidi
- operazioni su materiale plastico flessibile e/o semirigido e tessile (termofissaggio)
- operazioni meccaniche con uso di oli minerali
- operazioni di calandratura materiali plastici flessibili
- operazioni di postvulcanizzazione di manufatti in gomma
- operazioni non espressamente citate con effluenti contenenti polveri o nebbie oleose

### **Efficienza di abbattimento**

L'efficienza di abbattimento può essere molto alta e raggiungere il 99%, anche su granulometrie molto ridotte, sfruttando particolari accorgimenti. Esistono modelli creati appositamente per rispondere a specifiche esigenze, in cui non vengono abbattuti solo gli elementi corpuscolari, ma anche i gas che vengono fatti reagire mediante catalisi a freddo e/o assorbimento chimico.

L'indicatore più diretto del rendimento dell'elettrofiltro è l'opacità del flusso d'aria in uscita. Alcuni grandi precipitatori elettrostatici sono dotati di monitor appositi detti opacimetri che sono in grado di rilevare anche le piccole deviazioni nell'opacità media. Comunque le rilevazioni sulle emissioni visibili possono essere fatte anche a vista, risulta infatti abbastanza facile intuire un malfunzionamento dell'elettrofiltro se all'uscita compaiono degli sbuffi di fumo.

Spesso i picchi di opacità si possono ricondurre al rientro del particolato nel flusso d'aria trattato durante l'azione dei percussori oppure ad un aumento della presenza del particolato a monte dell'elettrofiltro. Verificando la corrispondenza tra le frequenze dei picchi e i cicli di percussione o le attività di processo, si può determinare se il problema è dovuto ad un aumento di concentrazione di particolato in entrata oppure al cattivo funzionamento dell'elettrofiltro.

Anche le variazioni nella resistività del particolato possono comportare un aumento delle emissioni a valle del precipitatore elettrostatico.

Il controllo delle variazioni del voltaggio, della corrente e del numero delle scariche elettriche permette di evidenziare eventuali problemi di funzionamento.

Una diminuzione significativa del voltaggio, assieme ad un aumento della corrente e ad un incremento nella velocità delle scariche può indicare un disallineamento degli elettrodi.

Una periodicità ciclica nei valori del voltaggio, della corrente e delle scariche può essere causata da un elettrodo di emissione che si è rotto e che sta ondeggiando nel flusso d'aria da depurare.

Se c'è invece una diminuzione nel voltaggio assieme ad un aumento della corrente ed una emissione di scariche bassa o nulla, è probabile si tratti di un corto circuito.

Una diminuzione nel voltaggio assieme ad una diminuzione di corrente e ad un aumento di emissioni di scariche può indicare che il sistema dei percussori non funziona.

Nel dispositivo di percussione è necessario controllare periodicamente le condizioni generali strutturali, l'intensità delle percussioni e la loro frequenza in modo tale da regolarle sulla base delle condizioni di resistività del articolato; in generale, infatti, la frequenza delle percussioni è maggiore nella parte in corrispondenza dell'entrata del flusso d'aria da trattare, dove la deposizione è maggiore, mentre diminuisce progressivamente verso l'uscita.

Se la resistività è bassa, il particolato viene trattenuto debolmente e quindi frequenza e intensità delle percussioni devono essere moderate, mentre se la resistività è alta il particolato aderisce più tenacemente per cui serve una maggiore intensità e frequenza, nel rispetto dei limiti di resistenza meccanica e strutturale dei percussori stessi e delle piastre di raccolta.

Un altro problema che si può verificare è quello delle infiltrazioni d'aria nell'elettrofiltro. Queste infiltrazioni possono portare spesso ad una perdita dell'isolamento degli elettrodi o alla corrosione delle parti metalliche a causa delle condensazioni acide favorite dall'umidità. Un modo per identificare le infiltrazioni consiste nell'esaminare gli scostamenti dalle condizioni standard del flusso d'aria immediatamente a monte e poi a valle dell'elettrofiltro. Se la temperatura diminuisce più del previsto o se vi è un aumento della concentrazione dell'ossigeno all'uscita allora molto probabilmente vi sono dei punti dai quali si infila l'aria esterna.

### **Costi di investimento e di esercizio**

Il costo di investimento del sistema è piuttosto elevato; una stima dei costi di investimento per un impianto di caratteristiche medie, al netto di opere aggiuntive è di circa 10 - 12 euro/Nmc/h di portata.

I costi di esercizio dipendono dall'energia impiegata e dalle necessarie manutenzioni e controlli.

### **Vantaggi e svantaggi nell'utilizzo, anche in termini di impatti sulle altre componenti ambientali**

Opera con alte efficienze e basse perdite di carico, ma comporta ingombri notevoli e costi di installazione e manutenzione tutt'altro che trascurabili; l'ingombro elevato è dovuto al fatto che il funzionamento dei dispositivi è ottimale per velocità dell'aria inferiori a 1,5 m/sec, quindi è necessario operare con grandi sezioni.

Tra i principali vantaggi ricordiamo:

- la possibilità di ottenere alte efficienze di filtrazione. Sono infatti frequenti rendimenti superiori al 99%;
- la possibilità di abbattere particelle di diametro molto ridotto, non esistendo un limite teorico inferiore per la ionizzazione dei corpuscoli;
- la possibilità di ottenere il recupero del particolato senza modificarlo, allo stato secco; ciò rende possibile, in molti processi produttivi, il reimpiego di materie prime costose;
- le basse perdite di pressione attraverso il filtro;
- l'assenza di parti in movimento, che aumenta l'affidabilità;
- la possibilità di operare a temperature di esercizio molto elevate e in condizioni ambientali aggressive ( ad esempio in nebbie corrosive);
- la relativamente bassa potenza installata rispetto al flusso trattato, 1 kW per un elettrofiltro da circa 10.000 m<sup>3</sup>/h.

Tra gli svantaggi

- 
- il costo iniziale alto;
  - il fatto che gli elettrofiltri funzionano bene solo in condizioni operative costanti;
  - l'ingombro del filtro che a volte può diventare eccessivo;
  - la necessità di ricorrere ad una prefiltrazione per non sovraccaricare il filtro;
  - la necessità di impiegare particolari cautele, visto l'impiego di tensioni molto elevate.

**Fonti:**

“L’aria e l’azienda” W. Formenton, Associazione artigiani della provincia di Vicenza, 1989

AMBIENTE HY TECH, N° 6, 2003

“Impianti chimici industriali”, volume 1, Cacciatore Stocchi, Edisco

Ventilazione Industriale srl, manuale tecnico – pratico impianti \_2003

sito internet: [WWW.nonsoloaria.com](http://WWW.nonsoloaria.com)

sito internet: [www.arpa.piemonte.it](http://www.arpa.piemonte.it)

**Nota:** i riquadri a fondo grigio riportano le indicazioni contenute nella D.G.R. Lombardia 15/12/2000, n° 7/2663