

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

Moderna diffusione e filtrazione dell'aria

Cap. 2 Il trattamento delle emissioni in atmosfera

Il problema delle emissioni in atmosfera, in ambito non industriale, è un argomento che riveste un interesse sempre maggiore nelle zone fortemente urbanizzate. La coesistenza, specialmente nei centri storici, tra esercizi commerciali, attività artigianali e residenze abitative, può rappresentare di frequente un motivo di conflitto a causa del fenomeno della molestia olfattiva. Inoltre, è ormai acquisito il ruolo non trascurabile che assumono, ai fini dell'inquinamento dell'aria, le numerose fonti costituite dalle emissioni denominate "non significative", quindi non soggette a trattamento obbligatorio, che si trovano disperse sul territorio urbano. Anche se singolarmente queste fonti possono apparire modeste, nel loro insieme possono rappresentare un grave problema, specialmente in alcuni contesti particolari: ad esempio, in quartieri ad alta densità di esercizi di ristorazione, il loro contributo all'inquinamento in termini di particolato e sostanze organiche volatili può facilmente rivaleggare con quello relativo al traffico veicolare o agli impianti di riscaldamento. In alcune zone geografiche, il problema è talmente grave da avere determinato l'approvazione di leggi particolarmente severe sui limiti di emissione consentiti e l'imposizione di impianti di abbattimento delle emissioni. In California, dove sono estremamente diffusi ristoranti che servono carne alla griglia, è obbligatorio il trattamento delle emissioni di grigliatrici e piastre di cottura a partire dal lontano 1997; nel distretto urbano di Hong Kong, caratterizzato da una elevatissima densità di friggitorie, esiste un piano di intervento che è stato in grado di dimezzare, nel biennio 2000 – 2002, i casi di lamentele dovute all'eccesso di fumosità delle emissioni. In Italia, patria della pizza, il problema più sentito è probabilmente legato ai fumi dei forni a

legna delle pizzerie, anche in seguito all'entrata in vigore di un decreto (DPCM 08/03/2002) che stabilisce dei limiti piuttosto severi per gli inquinanti prodotti da questa tipologia di forni.

2.1 Le emissioni "non significative"

La grande maggioranza delle emissioni in atmosfera proveniente dalle attività civili è classificata come "non significativa", cioè non soggetta ad autorizzazione e ad alcun trattamento obbligatorio, secondo il DPR 25/07/1991 che, nell'allegato 1, riporta un elenco di attività soggette a questo beneficio. Rosticcerie e friggitorie, mense, ristoranti, officine meccaniche, eliografie, ne rappresentano alcuni esempi. Tale classificazione serve principalmente a delineare una netta distinzione con le emissioni di origine industriale, soggette ad autorizzazione preventiva e al rispetto di limiti ben precisi sugli inquinanti rilasciati. Tuttavia, questa distinzione non è affatto definitiva, per due motivi essenziali: primariamente perché le emissioni sono giudicate "non significative" fino a quando nessuno se ne lamenta, ovvero se un cittadino presenta un esposto perché si sente "molestato" dagli odori provenienti da un ristorante, il giudice può richiedere un accertamento da parte dei funzionari della locale Azienda Sanitaria e disporre di conseguenza il trattamento obbligatorio della emissione; secondariamente, alcune categorie di attività esentate possono invece ricadere nell'obbligo di trattamento, in base a quanto disposto dai locali regolamenti comunali di igiene oppure in seguito ad apposite ordinanze dei Sindaci. Per questi motivi, chi vuole iniziare una attività commerciale od artigianale, che possa comportare delle emissioni in atmosfera, deve consultare attentamente il vigente regolamento di igiene del comune di competenza e, per maggiore sicurezza, richiedere un parere preventivo ai funzionari sanitari locali. In genere, si possono trovare delle informazioni in merito sui siti Internet delle varie amministrazioni regionali, provinciali e comunali, nonché sui siti delle aziende sanitarie locali.

2.2 Le emissioni degli impianti di condizionamento

2.2.1 Impianti del terziario e residenziali

In genere, per questo tipo di emissioni non è previsto alcun tipo di trattamento; un aspetto critico da curare particolarmente è comunque costituito dal posizionamento delle bocche di espulsione rispetto alle prese d'aria esterna, in modo da evitare assolutamente una ripresa anche parziale dell'aria viziata espulsa. Allo stesso modo dovrà essere evitato di posizionare le espulsioni in prossimità delle prese di altri impianti oppure di aperture destinate alla ventilazione naturale degli edifici. Fanno eccezione le espulsioni provenienti da impianti a servizio di laboratori di microbiologia o di locali dove può avvenire la manipolazione di microrganismi patogeni o geneticamente modificati: in questo caso l'aria reflua dovrà essere sottoposta ad una opportuna filtrazione per mezzo di due filtri di classe HEPA in serie tra loro, oppure da un filtro HEPA seguito da un dispositivo di incenerimento (combustore termico).

2.2.2 Locali per fumatori

L'aria di espulsione proveniente da locali per fumatori può contenere elevate concentrazioni di particolato fine e di sostanze organiche volatili, ed è in genere caratterizzata da un notevole impatto olfattivo. Per questi motivi il condotto di espulsione deve essere raccordato ad un camino esteso almeno un metro oltre il colmo del tetto dell'edificio, ad una distanza non inferiore a dieci metri rispetto ad edifici circostanti. Nell'impossibilità tecnica di utilizzare una idonea canna fumaria, è possibile procedere ad una opportuna filtrazione dei fumi attraverso un filtro elettrostatico seguito da un filtro per gas (carboni attivi), adeguatamente dimensionati in funzione della portata d'espulsione. Questo tipo di trattamento sarà a breve specificato in dettaglio all'interno di una specifica norma UNI sugli impianti a servizio dei locali in cui è permesso fumare ad ogni modo, alcuni regolamenti locali di igiene contemplano già l'obbligo di filtrazione per l'aria di scarico proveniente da questa tipologia di ambiente e ne specificano le caratteristiche

Come indicazione generale, è necessario utilizzare un gruppo filtrante

composto da un filtro ad alta efficienza per particolato (almeno di classe F9, se non elettrostatico, o almeno di classe C se elettrostatico, preceduto in ogni caso da un prefiltra di classe G3 o G4), seguito da un filtro assorbente per gas, accuratamente dimensionato in base alla portata ed al carico stimato di inquinanti (in attesa di una norma specifica che certifichi l'efficienza di tali filtri, occorre riferirsi ai dati forniti dai vari costruttori; una norma italiana relativa alle prestazioni dei filtri per gas destinati alla ventilazione generale è in via di preparazione). Si tratta in questo caso di una applicazione molto gravosa, dove non possono essere utilizzati i filtri per gas normalmente impiegati per la filtrazione dell'aria esterna: si devono invece utilizzare dei filtri simili a quelli in uso per le applicazioni di processo, formati da cartucce contenenti una quantità adeguata di medium assorbente granulare, in quantità mai inferiore a qualche chilogrammo. Altri filtri di possibile impiego alternativo, ad esempio di tipo catalitico, sono in corso di commercializzazione da parte di numerosi costruttori.

2.3 Le emissioni degli esercizi pubblici

Si tratta di un settore dove il problema delle emissioni va assumendo una rilevanza notevole, per due ordini di cause: la prima è legata alle conseguenze locali dell'emissione, cioè all'impatto sul quieto vivere del vicinato, a causa degli odori e sovente anche del rumore emesso dall'impianto di evacuazione dell'aria dell'esercizio. La seconda è di ordine più generale e consiste nel non trascurabile contributo all'inquinamento dell'aria urbana: in alcune aree particolari, caratterizzate da una elevata concentrazione di ristoranti, fast-food, rosticcerie e simili, le emissioni sono così elevate da richiedere l'emanazione di provvedimenti speciali per il loro contenimento. Nel nostro Paese sono molto numerosi gli esempi di trattamento obbligato in seguito ad ordinanze del Sindaco o a provvedimenti giudiziari.

2.3.1 Ristoranti, tavole calde e fast food

Nel caso di ristoranti a cucina tradizionale, per evitare problemi, è di norma sufficiente disporre il punto di emissione secondo le indicazioni del locale regolamento di igiene: a volte, specialmente nei centri storici, a causa di vincoli particolari o per opposizione degli Inquilini degli appartamenti

soprastanti l'esercizio, diventa però impossibile l'installazione di una idonea canna fumaria per l'espulsione oltre il colmo del tetto. Possono anche sussistere delle difficoltà tecniche insuperabili o che richiedono spese molto ingenti per essere superate. In questi casi, è possibile sottoporre alle autorità sanitarie locali un progetto di trattamento delle emissioni che, se approvato, potrebbe consentire l'espulsione dei fumi direttamente in parete o al piano stradale.

La tipologia ed il dimensionamento dei filtri da installare dipendono chiaramente dalla quantità e dal tipo di inquinanti emessi: le fonti più problematiche sono sempre rappresentate dalle friggitrici, dalle piastre e dalle griglie per la cottura della carne, in quanto la combustione degli oli e dei grassi produce inquinanti in abbondanza, particolarmente odorosi e visibili. Al fine del massimo contenimento degli odori, è necessario tenere presente che, nella grande maggioranza dei casi, occorre intervenire su alcuni aspetti "a monte" del trattamento dei fumi: in particolare, si devono controllare attentamente le cappe e l'impianto di estrazione. Molto spesso, le cappe non sono adeguate per foggia e dimensioni al compito loro richiesto. Altrettanto di frequente esse sono collegate a ventilatori di prestazioni insufficienti. Se le cappe non sono adeguate e la portata di estrazione è scarsa, gli inquinanti ristagneranno nella cucina, o peggio, si diffonderanno nel resto del locale e all'esterno: in questi casi, l'installazione di filtri all'espulsione non sarà certo sufficiente a risolvere il problema. Quindi, prima di pensare alla filtrazione, è assolutamente necessario controllare il corretto dimensionamento del resto dell'impianto. Inoltre, è fortemente consigliato adottare ogni accorgimento utile affinché ai filtri arrivi la minore quantità possibile di inquinanti grossolani: ciò è ottenibile utilizzando delle cappe dotate di filtri inerziali, in grado di trattenere per impatto e condensazione una frazione rilevante dell'aerosol trasportato dall'aeriforme. Diversamente, gli inquinanti grossolani potrebbero rapidamente mettere in crisi qualunque filtro per intasamento dalla superficie frontale, provocando un forte aumento delle perdite di carico e quindi una decisa diminuzione della portata d'aspirazione, con le immaginabili conseguenze del caso.

In questo genere di applicazioni, l'aspetto più critico è rappresentato dalla

manutenzione, dato che la quantità di inquinanti è mediamente elevata sia in concentrazione, sia in flusso di massa. I filtri utilizzati devono essere quindi di grande capacità ricettiva e particolarmente studiati dal punto di vista della sostituzione o della pulizia al termine della vita utile operativa che, in questi casi, non deve mai essere elevata. Infatti, i depositi all'interno dei filtri sono costituiti in gran parte da una matrice grassa impregnata di sostanze fortemente odorose: se i filtri sono veramente efficienti (e lo devono essere, se si vuole ottenere un risultato soddisfacente) in breve tempo si troveranno saturi di materiale maleodorante. Come vedremo, un sistema filtrante adeguato per questo genere di applicazioni, sarà sempre composto da più filtri in serie, con una prima sezione destinata a filtrare il materiale corpuscolato, ed una seconda sezione destinata ad assorbire gli odori. Quando entrambe le sezioni avranno esaurito la loro capacità di ospitare inquinanti, ne deriveranno due ordini di conseguenze (oltre all'aumento delle perdite di carico): innanzi tutto, le sostanze odorose cominceranno ad essere rilasciate dai filtri e trascinate dall'aria in transito (strippaggio); in secondo luogo, dato che questi depositi rappresentano un ottimo nutrimento per le popolazioni batteriche, in breve tempo si verificheranno dei fenomeni di fermentazione che possono portare ad un ulteriore aumento dei cattivi odori. Per questi motivi, è essenziale prevedere una manutenzione adeguata e puntuale, se non vogliamo che il nostro impianto di trattamento si trasformi rapidamente in un problema più grande di quello che è chiamato a risolvere. La condizione ideale è quella di prevedere l'adozione di sistemi filtranti autopulenti, in grado di mantenere prestazioni costanti nel tempo con requisiti minimi di manutenzione.

Sul mercato sono disponibili numerose soluzioni alternative per l'abbattimento degli inquinanti della ristorazione: tuttavia, pochissime si sono rivelate all'altezza di una applicazione così gravosa e complicata. In presenza di problemi di una certa entità, non esistono soluzioni semplici e a basso costo. La frazione principale che dobbiamo precipitare è rappresentata da un aerosol formato da gocce infinitesime di emulsione di sostanze grasse in acqua. Se, come abbiamo premesso, la frazione più grossolana di questo aerosol è stata trattenuta da appositi filtri inerziali installati nelle cappe, ritroveremo al filtro solo, o in gran parte, le particelle più fini. In ogni caso, una

certa quantità di agglomerati c'è sempre, per cui i filtri ad alta efficienza dovranno essere protetti da un prefiltro, formato da più ordini di reti metalliche sovrapposte. Questo prefiltro, facilmente estraibile, dovrà essere periodicamente lavato insieme ai filtri contenuti nelle cappe. Il filtro successivo dovrà possedere una elevata efficienza sulle particelle fini ($< 10 \mu\text{m}$) è possibile impiegare filtri a tasche e precipitatori elettrostatici. In genere, si preferiscono gli elettrostatici per la combinazione di alta efficienza e basse perdite di carico che li caratterizza e per la possibilità di ripristino tramite lavaggio. Negli interventi cosiddetti di "retrofit", cioè quando si aggiunge uno stadio di abbattimento su un impianto esistente, in molti casi l'utilizzo dei filtri elettrostatici consente di mantenere il ventilatore installato in origine (se correttamente dimensionato), grazie al modesto incremento delle perdite di carico introdotte.

Un aspetto da considerare attentamente, nella scelta degli elettrostatici, consiste nella struttura del precipitatore vero e proprio contenuto al loro interno: nella sua forma più comune, esso è formato da uno stadio di ionizzazione, con il compito di caricare elettricamente le particelle in transito, seguito da uno stadio collettore, dove le particelle precipitano per attrazione elettrostatica. I filtri elettrostatici per l'abbattimento dei fumi della ristorazione sono costruiti in modo differente rispetto ai normali filtri elettrostatici per il condizionamento dell'aria. Lo stadio di ionizzazione è molto più robusto e gli elettrodi sono costituiti da punte in acciaio inox autopulenti, mentre i normali stadi di ionizzazione utilizzano del fill di tungsteno, che in questo tipo di applicazione si sporcano rapidamente e perdono di efficacia. Lo stadio collettore, normalmente costituito da lamine metalliche, deve avere delle spaziature molto ampie tra lamina e lamina in modo da potere accogliere grandi quantità di precipitato: i normali filtri per condizionamento hanno degli spazi di pochi millimetri tra una lamina e l'altra, il che porterebbe ad una saturazione molto precoce. Quindi, è necessario selezionare, per questo tipo di impiego, dei filtri elettrostatici appositamente progettati, escludendo le tipologie utilizzate nel condizionamento dell'aria.

Un altro aspetto importante, spesso trascurato, consiste nella temperatura dell'aria: se il filtro elettrostatico viene installato il più vicino possibile alle

cappe, l'aria arriverà al suo interno con una temperatura sufficiente a mantenere allo stato liquido buona parte del precipitato. In questo modo, quest'ultimo tenderà a scivolare per gravità lungo le lamine del collettore, finendo per cadere in una apposita tramoggia di raccolta sottostante, dotata di un rubinetto per lo scolo e la raccolta in un contenitore esterno. Questo semplice accorgimento, di mantenere una temperatura d'esercizio di circa una cinquantina di gradi, ha il grande vantaggio di causare una specie di "autopulizia" del filtro e di allontanare in tempo reale il precipitato, consentendo degli intervalli molto più ampi tra una manutenzione e l'altra. Se, al contrario, il filtro è installato lontano ed i fumi vi giungono a temperatura troppo bassa, il precipitato manterrà una consistenza semisolida o solida, che ne impedirà lo scivolamento e quindi, al fine di mantenere la massima efficienza di precipitazione, si dovranno effettuare dei lavaggi ad intervalli di tempo molto ravvicinati. Quando, per vari motivi, non è possibile mantenere una sufficiente temperatura dei fumi, è praticamente indispensabile ricorrere a dei filtri autolavanti, in grado di allontanare efficacemente tutti i residui precipitati con l'effettuazione di un ciclo di lavaggio automatico al termine di ogni giornata di lavoro.

Grazie al fatto che gran parte delle sostanze odorose si trovano adsorbite nella frazione grassa del precipitato, nei casi meno problematici non è necessario ricorrere ad uno stadio successivo di filtrazione per abbattere ulteriormente gli odori, purché la manutenzione del filtro sul particolato sia effettuata scrupolosamente: in altre situazioni, più critiche per la natura della cucina adottata nell'esercizio (fast-food, friggitoria di pesce, ristorante cinese, grigliera di carne e pesce ecc.), il controllo degli odori assume una maggiore importanza. In questo caso, si dovrà obbligatoriamente aggiungere uno stadio di filtrazione appropriato. Nonostante quanto comunemente si possa credere, i filtri a carbone attivo non sono quasi mai impiegati in questo genere di applicazione, per due motivi fondamentali: il primo è che i carboni, per esprimere la massima efficienza di adsorbimento, devono lavorare con livelli di umidità relativa molto bassa, mentre i fumi di cucina sono saturi di vapore acqueo, il secondo, è che la rigenerazione dei carboni, utilizzabile in altre situazioni, è in questo caso del tutto esclusa. Per questo motivo, a fine vita operativa, essi devono essere sostituiti e smaltiti, con un aggravio

insostenibile dei costi di esercizio. L'uso dei filtri a carbone attivo è relegato alle piccole cappe da cucina domestiche, dove il carico inquinante è modesto e discontinuo.

Non potendo utilizzare i carboni, per abbattere gli odori rimangono sostanzialmente due possibilità: l'ossidazione chimica (assorbimento) e l'ossidazione catalitica (praticamente una combustione a bassa temperatura ottenuta per mezzo di catalizzatori; una vera combustione termica sarebbe ancora più efficace ma, per motivi di sicurezza, di ingombro ed economici, l'uso dei combustori termici è riservato al settore industriale o ad applicazioni civili molto particolari dove è indispensabile). Il modo più conveniente di ottenere l'ossidazione chimica degli odori consiste nell'utilizzo di piccole torri di lavaggio, nelle quali i fumi vengono irrorati da soluzioni acquose contenenti forti ossidanti (ipoclorito di sodio, acqua ossigenata, ozono). La reazione fra la soluzione e le sostanze odorose avviene sulla superficie di speciali elementi detti "corpi di riempimento" che hanno la funzione di offrire una grandissima superficie, grazie alla loro forma irregolare, e di indurre una turbolenza nel flusso d'aria tale da aumentare il più possibile il tempo di contatto con i reagenti. Queste torri di lavaggio, anche se particolarmente studiate per questo impiego, hanno lo svantaggio di essere notevolmente ingombranti e di richiedere una notevole quantità di accessori per il loro funzionamento (impianto idraulico con filtri, pompa, dosatore automatico di reagente ecc.). In alternativa, è possibile utilizzare i filtri catalitici: tali filtri, possono essere realizzati in modi diversi, secondo l'esecuzione di diversi costruttori ma, sostanzialmente, sono tutti riconducibili ad una struttura che offra una grande superficie di contatto, realizzata attraverso elementi traforati di ceramica o nastri in lamiera metallica corrugata avvolti su se stessi, rivestiti da uno strato sottilissimo di particolari ossidi metallici, che hanno la funzione di innescare i processi ossidativi a temperature più basse di quelle di una normale combustione termica. Si tratta di dispositivi che possono essere molto efficaci, a patto di rispettare due vincoli fondamentali: devono essere installati immediatamente sopra la cappa, in modo che i fumi vi possano arrivare alla massima temperatura possibile e devono sempre essere mantenuti puliti, in quanto la copertura dello strato catalitico ne annulla l'efficacia. Alcuni costruttori ne permettono l'uso con una prefiltrazione sommaria, ma si tratta di

un consiglio da non seguire assolutamente, a meno che si voglia smontarli e pulirli ogni due ore di funzionamento.

Come si può vedere, un impianto di abbattimento per le emissioni del settore della ristorazione può rivaleggiare per costo, ingombro e complicazione con i complessi sistemi industriali per l'abbattimento degli inquinanti di processo. Purtroppo, se si vogliono ottenere risultati soddisfacenti e durevoli nel tempo, non esistono alternative. L'unica facilitazione, se vogliamo, è rappresentata dall'impiego di speciali unità compatte di filtrazione, che racchiudono in un unico apparecchio autonomo tutti i dispositivi di filtrazione necessari, governati da un sistema elettronico di gestione e dotati di un impianto idraulico di lavaggio automatico. Queste macchine, nell'ingombro di un grosso frigorifero, racchiudono un prefiltro, un filtro elettrostatico particolarmente progettato per questo impiego ed una torre di lavaggio con soluzione ossidante. Ad intervalli programmabili a piacere il sistema di gestione provvede alla completa pulizia dei filtri e allo scarico dell'acqua di processo, che può essere avviata ad un normale pozzetto per la separazione dei grassi e quindi in fognatura, allo stesso modo dell'acqua di scarico delle macchine lavastoviglie.

2.3.2 Pizzerie con forno a legna

L'abbattimento delle emissioni dei forni a legna delle pizzerie comporta diversi problemi tecnici, dovuti all'alta temperatura dei fumi e alla notevole quantità di fuliggine generata. I forni a combustibile solido per la cottura della pizza sono riconducibili ad un'unica collaudata struttura, un duomo in mattoni refrattari in grado di ospitare la carica di combustibile attorno ad un'area centrale di cottura. Le essenze utilizzate sono molte, principalmente quelle di costo limitato (acacia, pino ecc.), generalmente non molto stagionate, ricche d'umidità e sostanze resinose. La temperatura dei fumi in uscita dalla sommità del duomo è molto elevata, superiore ai 400°C. La composizione dei fumi è estremamente complessa e varia secondo il combustibile e la temperatura d'esercizio: oltre ad una forte presenza di ceneri di varia granulometria, sono presenti ossidi d'azoto e di carbonio ed una miscela di numerose sostanze organiche ed inorganiche, tossiche ed aggressive.

Particolarmente abbondanti le sostanze organiche aromatiche policicliche (IPA Idrocarburi Policiclici Aromatici), contenute nel catrame di legno (Creosoto) che evapora intorno ai 220°C. Fra queste ultime sostanze troviamo alcune delle più note molecole cancerogene, come l'antracene, il benzopirene, i cresoli, il naftalene. Tutte queste sostanze si possono ricondurre a due grandi famiglie, cioè i residui di combustione ed i prodotti d'evaporazione. Infatti, nel legname sono presenti numerosi composti con punto d'ebollizione crescente, che vengono man mano "distillati" al crescere della temperatura della massa in combustione.

Abbiamo visto che la composizione dei fumi è molto eterogenea, comprendendo gas, vapori e particolato: per di più, la temperatura elevata e l'aggressività chimica, dovuta alla forte acidità del condensato, rendono assai arduo il lavoro di filtrazione. Inoltre, è essenziale valutare con attenzione la componente economica dell'impianto, tenendo conto delle possibilità d'investimento di questo genere d'esercizio. L'entità del problema richiederebbe soluzioni di tipo industriale, purtroppo scarsamente applicabili per ragioni di costo, d'ingombro e di frequente manutenzione. Una possibile soluzione, apparentemente molto semplice, potrebbe essere rappresentata da un piccolo combustore catalitico, in grado di far proseguire la combustione dei composti presenti nel fumo fino alla completa, o quasi, ossidazione. Purtroppo l'applicazione di questo tipo di dispositivo, più volte tentata in passato, non ha avuto successo a causa del rendimento incostante, degli elevati costi d'acquisto e di gestione e del frequente danneggiamento del catalizzatore ad opera di molecole interferenti.

Visto l'ampio spettro di sostanze da abbattere, dotate di caratteristiche fisiche e chimiche assai eterogenee, è necessario ricorrere all'insieme di più meccanismi filtranti ed assorbenti, capaci ognuno di agire su una singola classe di composti con la massima efficienza. È nota l'elevata efficienza d'abbattimento dei filtri elettrostatici nei confronti di tutto ciò che è particolare: dato che una frazione importante dei fumi è costituita da particolato (che inoltre veicola anche gran parte del condensato, come il catrame vegetale ed i composti aromatici in genere, la frazione più pericolosa del fumo), l'uso di un filtro di questo genere è senz'altro indicato. Comunque, un filtro elettrostatico

da solo non è sufficiente allo scopo, visto che rimangono altre frazioni importanti, sulle quali esso possiede scarsa efficacia. A valle del filtro elettrostatico è quindi necessario installare un dispositivo capace di assorbire e neutralizzare, per quanto possibile, le sostanze in fase gassosa. La soluzione ideale è molto simile a quella prevista per le emissioni della ristorazione, con una differenza fondamentale: i fumi prelevati dalla sommità del forno, prima di essere immessi nel filtro, devono subire un'importante riduzione di temperatura, ad opera di una serranda di miscelazione con aria fredda esterna (aria falsa) e di uno scambiatore di calore. La brusca diminuzione della temperatura dei fumi è in questo caso essenziale, per tre motivi:

- provocare la condensazione di molti composti (IPA, catrame) sul particolato, più facilmente filtrabile rispetto ai vapori;
- impedire la sintesi delle diossine, che si formano nei fumi intorno ai 400°C;
- proteggere il filtro da temperature eccessive che potrebbero danneggiarlo irreparabilmente.

I fumi, portati ad una temperatura di circa 250°C, entreranno quindi nello scambiatore di calore, che ha lo scopo di cedere il calore residuo all'aria depurata in uscita dal filtro, per agevolarne la successiva espulsione all'esterno: gran parte del catrame e dei vapori precipiterà in questo stadio dell'impianto, a causa dell'ulteriore forte diminuzione della temperatura (è consigliabile prevedere un sistema automatico per il lavaggio giornaliero della parte dello scambiatore attraversata dai fumi in ingresso). A questo punto, i fumi, portati ad una temperatura di una cinquantina di gradi, e privati di gran parte del condensato catramoso, potranno essere efficacemente abbattuti da un precipitatore elettrostatico. Eliminato anche il particolato più fine, le sostanze gassose residue potranno essere eliminate da un abbattitore ad umido dotato di opportuni reagenti ossidanti, simile a quello in uso per le emissioni dei ristoranti. Questa metodologia è quella che permette di ottenere i migliori risultati in assoluto, permettendo di non superare alcun limite vigente nelle emissioni inquinanti. Anche in questo caso, è possibile utilizzare vantaggiosamente una macchina con filtro elettrostatico ed abbattitore ad umido integrati e dotata di sistema automatico autolavante, un impianto relativamente complesso, ma che assolve ad un compito molto difficile, senza per questo richiedere manutenzioni e costi di gestione di là delle possibilità

dell'esercente.

Un difetto non trascurabile dell'impianto di filtrazione è rappresentato dall'ingombro complessivo: non di rado in questo tipo d'esercizio non esistono gli spazi tecnici necessari, in modo da costringere l'installatore a veri e propri miracoli di "contorsione", se non a ricorrere ad interventi drastici di ristrutturazione. In alcuni casi, l'installazione è pressoché impossibile da effettuare. Per ovviare a questo tipo di problema, è possibile utilizzare una versione più compatta della macchina filtrante, costituita da un plenum a labirinto con camera di nebulizzazione: è comunque necessario far passare i fumi in uno scambiatore di calore prima di immetterli nel filtro, a meno di voler scontare un notevole consumo d'acqua per evaporazione. Con questo tipo d'impianto non è naturalmente possibile avere le stesse rese d'abbattimento della versione completa. Tuttavia, gli aspetti più molesti del fumo, come la visibilità e la ricaduta delle ceneri, possono essere fortemente ridotti od eliminati.

www.ariacube.com



Figura 2.1

Una unità dotata di cartucce filtranti, contenenti medium granulare formato da carbone attivo ed allumina additivata da un agente ossidante, protetta da una adeguata prefiltrazione, rappresenta un rimedio efficace su tutte le emissioni di odori generici a bassa concentrazione



Figura 2.2

Un tipico complesso filtrante adatto per abbattere il fumo di tabacco all'espulsione da un impianto di ventilazione per un piccolo locale fumatori: prefilto, filtro elettrostatico, filtro a carboni attivi e filtro con allumina impregnata di permanganato di potassio



Figura 2.3

A volte, per riuscire ad arrivare in copertura, si devono adottare soluzioni improvvisate ed antiestetiche, sempre che si riesca nel convincere gli altri proprietari ad accettarle: con una filtrazione appropriata è possibile evitare questa necessità.



Figura 2.4

Le friggitorie e le rosticcerie possono emettere quantità notevolissime di fumi provocati dalla combustione di oli e di grassi. Il trattamento efficace di queste emissioni rappresenta una sfida impiantistica notevole.



Figura 2.5

I filtri elettrostatici rappresentano la scelta d'elezione per abbattere l'aerosol oleoso delle friggitorie, a patto di essere opportunamente progettati ed installati a dovere.

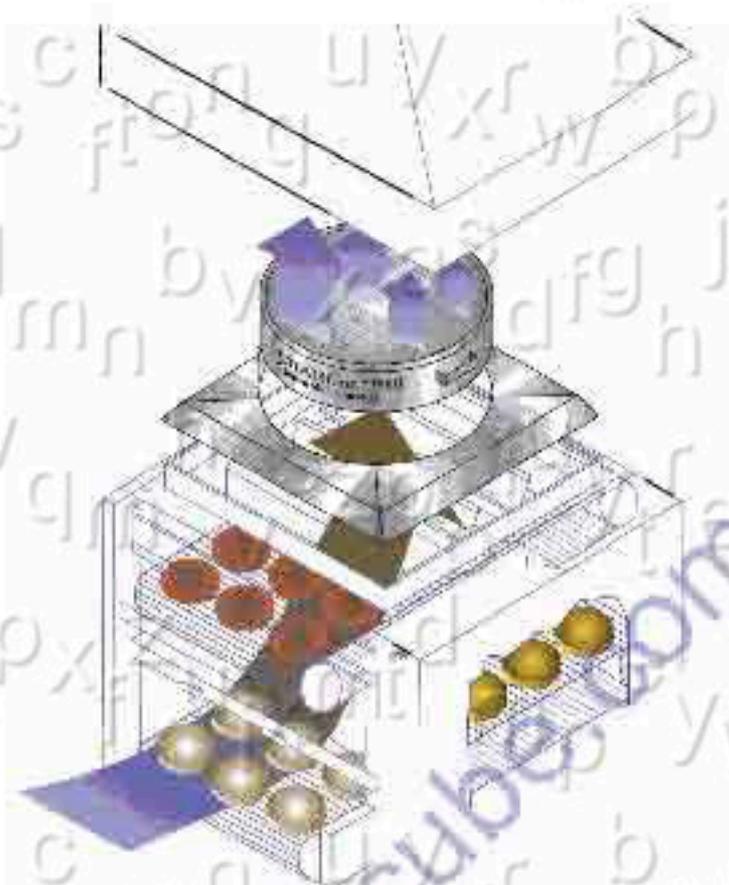


Figura 2.6

Sulle griglie e sulle piastre di cottura è possibile l'installazione di cappe dotate di filtri catalitici: per un funzionamento ottimale, questi filtri devono essere di frequente estratti e puliti accuratamente; ciò si potrebbe evitare con una accurata prefiltrazione, a patto di mantenere la temperatura dei fumi abbastanza elevata per innescare i processi di ossidazione catalitica.



Figura 2.7

Le emissioni delle grandi cucine di mense industriali possono contenere quantità elevatissime di inquinanti. Per abbatterli efficacemente, occorrono filtri appositamente progettati capaci di trattenere un notevole volume di precipitato. Questo filtro elettrostatico è ormai prossimo al lavaggio automatico giornaliero.

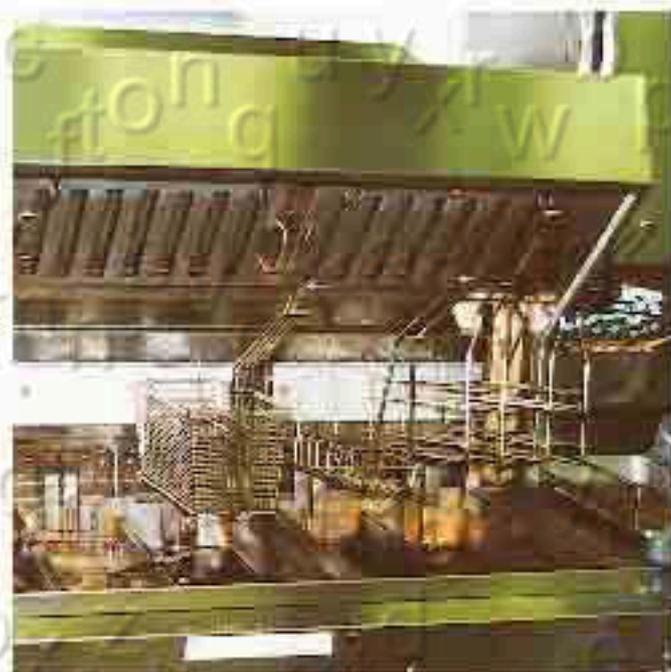


Figura 2.8

L'installazione nelle cappe di filtri inerziali, permette di eliminare l'aerosol di più facile condensazione, a tutto vantaggio della pulizia dei canali di aspirazione e di un minor carico all'impianto di abbattimento delle emissioni.



Figura 2.9

Quando si installa un impianto di abbattimento in seguito ad una ingiunzione, si devono anche dimostrare i buoni risultati ottenuti: le emissioni a valle dei filtri vengono campionate in appositi contenitori da inviare in laboratorio per le analisi olfattometriche.

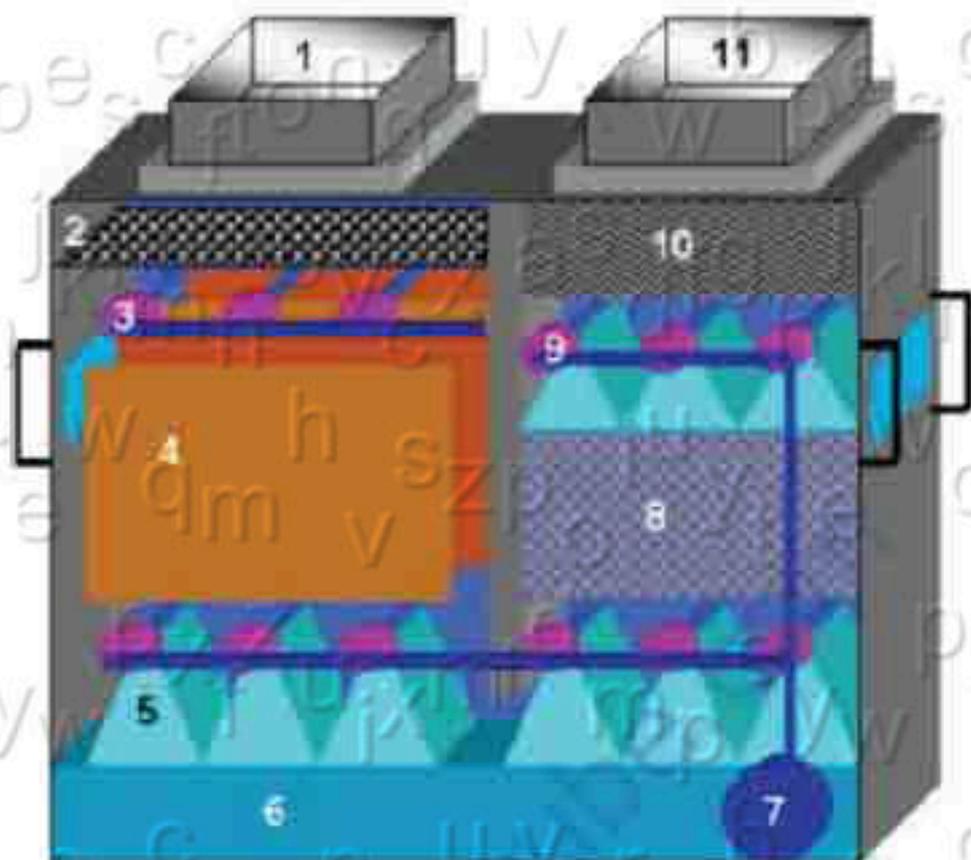


Figura 2.10

Schema di una macchina integrata automatica per l'abbattimento degli inquinanti nel settore della ristorazione.

- | | |
|----------------------------------|--|
| 1. ingresso fumi da depurare | 7. pompa circolazione H ₂ O |
| 2. prefiltro metallico | 8. corpi di riempimento |
| 3. ugelli lavaggio elettrofiltro | 9. ugelli di lavaggio elettrofiltro |
| 4. elettrofiltro monotensione | 10. corpi di riempimento |
| 5. ugelli nebulizzazione vasca | 11. uscita aria depurata |
| 6. vasca | |



Figura 2.11

Un buon forno a legna è indispensabile per una pizza verace, ma la normativa anti-inquinamento incombe: per fortuna è possibile intervenire con efficace impianto di filtrazione, anche se la sua installazione non è semplice e a buon mercato.

CAMPIONI	FATTORE DI DILUIZIONE PER SOGLIA DI PERCEZIONE K_{50}	PORTATA DELLA FONTE (m^3/h) D	PORTATA DI DILUIZIONE PER SOGLIA DI PERCEZIONE $D \times K_{50}$ (m^3/h)
Filetti di pollo	<53	1210	<64.130
Grassi vegetali	59	1210	71.390
Grassi animali	<203	850	<172.550
Frittelle alle mele	293	1210	354.530
Patate fritte	560	850	476.000
Carne	271	2130	577.230
Filetti di pesce	679	1210	821.590
Bacon	816	2130	1.738.100
Effluenti totali	525	7160	3.764.300

Tabella 2.1

Questa tabella, che riporta i dati relativi ad un normale fast-food, permette di valutare l'impatto della cottura di certi cibi sulla odorsità delle emissioni: il fattore di diluizione K rappresenta i volumi di diluizione con aria pura necessari a raggiungere la soglia minima di percezione dell'odore (odore avvertito dal 50% delle persone). In totale, per rendere "quasi tollerabile" l'emissione dell'intero ristorante, occorrerebbero quasi 4 milioni di m^3/h di aria di diluizione (1). Evidentemente è preferibile ricorrere ad un efficace sistema di abbattimento degli odori.

Componenti	g/kg di legna
Monossido di Carbonio	80-370
Metano	14-25
SOV (Sostanze Organiche Volatili)	7-27
Aldeidi	0,6-5,4
Furani	0,15-1,7
Benzene	0,6-4
Alchil Benzene	1-6
Biossido di Zolfo	0,16-0,24
Cloruro di Metile	0,01-0,04
Acido Acetico	1,8-2,4
Acido Formico	0,06-0,08
Ossidi di Azoto	0,2-0,4
IPA (Idrocarburi Policiclici Aromatici)	0,15-1
Particolato Totale	7-30
Diossine	1×10^{-8} - 4×10^{-8}

Tabella 2.2

Il fumo prodotto dalla combustione della legna contiene una quantità molto rilevante di inquinanti: fino a 27 grammi di sostanze organiche volatili e fino a 30 grammi di particolato totale per ogni chilogrammo bruciato. Altri inquinanti sono presenti in minore quantità ma la loro pericolosità è molto elevata (Idrocarburi policiclici aromatici e diossine).