



La ventilazione per una migliore qualità dell'aria

Impianti e sistemi di ventilazione nei luoghi di lavoro e aperti al pubblico; tutela della salute dei non fumatori

Anna Magrini, Massimiliano Ozel-Ballot

Come avere locali perfettamente ventilati e in regola con le norme in vigore. Una guida pratica che affronta tutti i problemi che si incontrano se si vuole mantenere un'aria di qualità all'interno degli edifici, contribuendo in maniera efficace anche al raffrescamento degli ambienti, da quelli residenziali a quelli industriali. Il ricorso alla ventilazione naturale o meccanica, infatti, diventa fondamentale quando per motivi economici, di impatto ambientale o storico-culturali, non si può ricorrere al tradizionale condizionamento dell'aria. Senza considerare, poi, che il controllo degli

agenti inquinanti e della temperatura rappresenta un requisito necessario per ottenere locali sani e accettabili da un punto di vista microclimatico e della normativa per la sicurezza e la salute dei lavoratori. Non a caso, particolare attenzione è stata data al problema del fumo nei locali chiusi, in riferimento alle norme recentemente adottate in Italia.

Il libro, oltre ad offrire un panorama della legislazione in vigore, fornisce anche un quadro esauriente delle tecnologie di ventilazione più innovative e riporta consigli e indicazioni pratiche per la scelta di impianti e sistemi adeguati alle diverse tipologie di edificio.

LA PROGETTAZIONE DEI LOCALI PER FUMATORI

5.1 Generalità

Per eliminare l'aria inquinata dal fumo di sigaretta all'interno di un locale aperto al pubblico deve essere utilizzato un impianto di ventilazione meccanico, come prescritto dalle norme vigenti e dal regolamento attuativo in fase di approvazione.

Non è dunque possibile utilizzare metodologie riconducibili alla ventilazione naturale.

Nel caso in cui nei locali sia già presente un impianto di condizionamento centralizzato, questo può essere sfruttato per l'evacuazione dell'aria inquinata, avendo l'accortezza di tarare l'impianto sulle nuove portate prescritte ed attrezzandolo con filtri adatti.

Se l'impianto è a portata variabile, ne deve essere verificato il funzionamento, in modo da evitare che dai locali fumatori venga estratta una quantità d'aria inferiore a quella stabilita.

Se i locali sono attrezzati con apparecchiature di condizionamento di tipo split (condizionatori da finestra e ventilcovettori con presa d'aria esterna), sarà necessario un nuovo impianto di ventilazione ed estrazione appositamente dedicato al locale fumatori.

5.2 Obiettivi della progettazione

Gli obiettivi da raggiungere con la realizzazione di un impianto di ventilazione per le zone fumatori dei locali aperti al pubblico sono strettamente connessi con i requisiti stabiliti dalla nuova legge in vigore in Italia, in particolare con il regolamento tecnico attuativo:

- Il fumo non deve uscire dalla zona riservata ai fumatori; questo requisito ha portato il legislatore ad imporre una barriera fisica tra i locali per



fumatori e non fumatori. Visto che le prescrizioni riguardano anche la depressione che si deve stabilire tra i due locali, sarà necessario che questi siano separati da pareti e messi in comunicazione con porte normalmente chiuse. Nel caso in cui ai fumatori venisse dedicata una superficie all'interno di un locale aperto anche ai non fumatori, non sarebbe possibile rispettare tutti gli aspetti della legge, considerato che il benessere ed i parametri ambientali della zona non fumatori non devono risentire della presenza della zona fumatori.

- Il fumo non deve ristagnare nel locale fumatori e deve essere espulso all'esterno. Infatti le particelle dal fumo di sigaretta possono rimanere sospese nell'aria, in assenza di ventilazione, per diversi giorni. Nei paragrafi dedicati alla ventilazione forzata e all'espulsione dell'aria si possono trovare dettagli utili per il raggiungimento di questo obiettivo.
- L'aria di ricambio non deve introdurre altri inquinanti nella zona fumatori. Questo fatto non è esplicitamente previsto dalla nuova legge sul fumo, ma è implicito in tutte le norme di buona pratica per la realizzazione di impianti aeraulici. In sostanza, l'aria immessa all'interno del locale fumatori deve essere preventivamente filtrata, in modo che la portata di 22 litri/s per persona sia effettivamente in grado di diluire ed espellere gli inquinanti derivanti dal fumo di sigaretta.

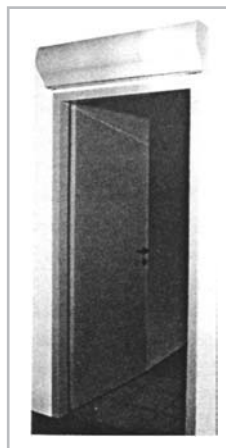
5.3 Separazione fisica dei locali per fumatori

Come già accennato, la legge prescrive che i locali per fumatori e non fumatori siano fisicamente separati, il che potrebbe significare separati da pareti e da porte. Questa interpretazione, comunque, dovrà essere confermata dalla stesura finale del regolamento attuativo, e non è detto che la decisione finale sia così restrittiva.

Per ottenere un isolamento ottimale delle masse d'aria nei diversi locali, può essere necessario ricorrere a doppie porte con uno spazio di compensazione fra di esse.

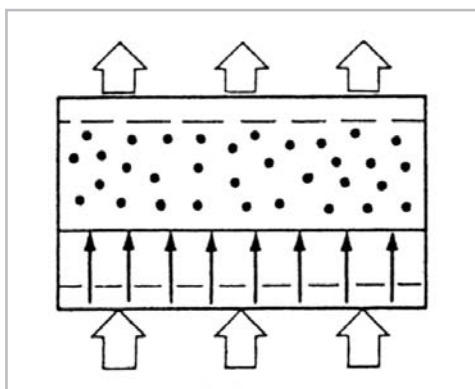
Partendo dal presupposto che gli ambienti debbano essere separati da pareti e porte, non è più possibile, all'interno di una grande superficie aperta al pubblico, dedicare una parte della superficie ai fumatori con il solo utilizzo di segnaletica e barriere "leggere", quali vimate, reti, vetrate discontinue, murretti e pareti a mezza altezza.

La tecnologia mette a disposizione anche delle barriere o cortine d'aria, generate da particolari ventilatori da installare al di sopra delle porte. Tali ventilatori generano una corrente d'aria verticale in grado di separare termicamente i due locali messi in comunicazione dall'apertura, e questa separazione può avere una buona efficacia anche per mantenere gli inquinanti in uno solo dei locali, evitarne la diffusione e facilitarne l'espulsione all'esterno.



5.4 Ventilazione forzata

Il metodo più efficace per rimuovere gli inquinanti da un ambiente confinato è la ventilazione a dislocamento, la quale consiste fondamentalmente in una immissione di aria fresca dal basso, con diffusori di ampia superficie e bassa velocità dell'aria, e in una estrazione con punti di ripresa nella parte alta del locale. Il moto ascendente dell'aria è assi-



curato dalle sorgenti termiche interne al locale, oltre che dall'eventuale sovrappressione di estrazione generata dall'impianto di ventilazione in funzione. In figura 5.2, l'aria in ingresso dal basso, spinta verso l'alto dai moti convettivi e dalle sorgenti interne di calore, porta gli inquinanti verso gli strati più alti del locale e ne permette la rimozione dalla zona del soffitto.

L'aria viene immessa al livello del pavimento ad una temperatura inferiore di quella ambiente, anche di 6-8°C. I diffusori possono essere installati nella parte più bassa delle pareti, direttamente nel pavimento, oppure su speciali colonne di ventilazione installate lungo le pareti o in posizioni centrali nei locali. Le bocchette di estrazione possono essere installate in qualunque punto del soffitto, ma comunque nel punto più alto del locale; questo perché gli inquinanti vengono spinti in alto lungo tutta la superficie dell'ambiente.

Di fatto, la ventilazione a dislocamento stratifica gli inquinanti nei volumi d'aria più alti all'interno della stanza; per questo motivo è applicabile in locali alti almeno 3 metri ed è l'unica soluzione efficace per locali molto alti (fig. 5.3,



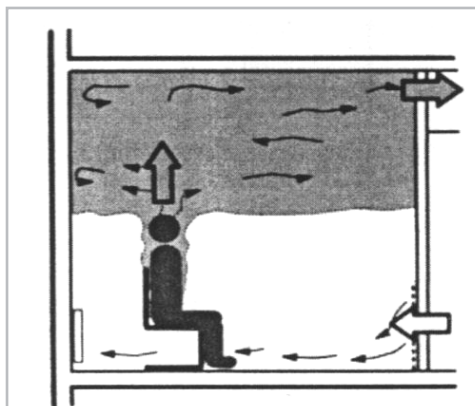
Figura 5.1

Ventilatore per cortina d'aria installato al di sopra di una porta

Figura 5.2

Schema di ventilazione a dislocamento (modello a perfetta rimozione)

Figura 5.3
Effetto della ventilazione a dislocamento sugli inquinanti: i moti convettivi li trasportano verso gli strati più alti del locale

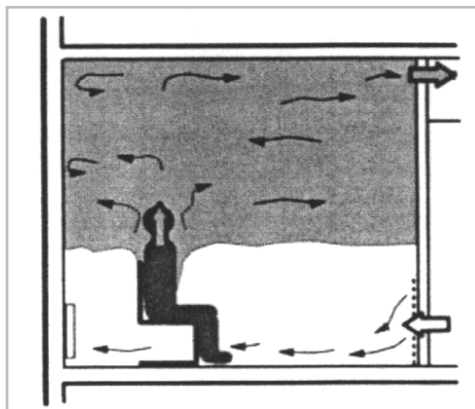


Per il fatto che la ventilazione a dislocamento implica un aumento di temperatura dal pavimento verso il soffitto, dovrebbe essere tenuto in conto il rischio di discomfort termico, ed allo stesso modo deve essere posta attenzione alle correnti d'aria fredda in immissione.

Il sistema di ventilazione con immissione ed estrazione dall'alto è

quello di più difficile applicazione ai locali per fumatori. Infatti l'aria pulita fredda in ingresso scende fino ad un punto di equilibrio, poi comincia a riscaldarsi e tornare verso l'alto per essere estratta. In questo modo gli inquinanti non vengono rimossi dall'ambiente, ma si depositano in tutto il locale, al di sotto dell'altezza di equilibrio termico dell'aria in ingresso con l'aria ambiente. Questa situazione può diventare pericolosa per la salute, per il fatto che la concentrazione di inquinanti (fumo di sigaretta in particolare) continua ad aumentare proprio alla quota alla quale generalmente si trovano le vie respiratorie degli occupanti.

Figura 5.4
Effetto di stratificazione degli inquinanti in strati bassi del locale, con ventilazione a dislocamento, quando l'altezza dell'ambiente è insufficiente



La situazione di compromesso è quella che si realizza quando l'aria in ingresso dal basso non è sensibilmente più fredda di quella ambiente: si ha comunque un moto ascendente che rimuove gli inquinanti, ma questo movimento non assicura le basse concentrazioni ottenibili con la ventilazione a dislocamento realizzata nel modo più efficiente possibile.

5.4.1 Filtrazione dell'aria in ingresso

La filtrazione dell'aria in ingresso ai locali per fumatori è l'unico modo di ottenere un'aria abbastanza pulita da rimuovere gli inquinanti del locale con

le portate minime previste dai regolamenti.

In linea generale, è consigliabile l'installazione di filtri elettrocatalitici, che trattengono tutti i tipi di inquinanti. La scelta del filtro deve rispettare la UNI 10339 e la EN 779.

I filtri devono essere installati solamente a valle del punto di presa dell'aria esterna, visto che il regolamento attuativo della L. 3/2003 vieta qualunque tipo di ricircolo dell'aria nei locali per fumatori.

5.4.2 Portate e depressioni

La portata di 22 litri/s per persona, indicata nell'attuale bozza di regolamento come minimo per i locali fumatori, deriva dalle ricerche svolte in Italia e all'estero sui livelli di concentrazione di inquinanti ammissibili, in particolare per i costituenti il fumo di sigaretta e per le frazioni volatili delle ceneri. Questi livelli sono stati stabiliti a partire dal grado di accettabilità della qualità dell'aria nei locali fumatori, considerando una situazione accettabile con l'80% di occupanti soddisfatti.

La portata totale di aria fresca in ingresso deve essere determinata a partire dal valore di affollamento di 0,7 persone/m², anch'esso derivato da numerose ricerche e riportato in particolare all'interno della norma ASHRAE 62-99 "Ventilation for acceptable indoor air quality".

La depressione di 5 pascal del locale fumatori rispetto alle stanze limitrofe si ottiene con un rafforzamento dell'estrazione rispetto all'immissione, ma la soluzione ideale comporta una doppia porta con plenum di compensazione, per evitare trafileggi ed infiltrazioni che porterebbero gli inquinanti da sigaretta in tutti gli ambienti vicini.

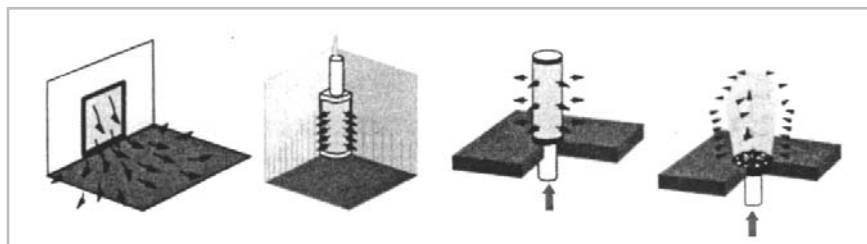
5.4.3 Distribuzione dell'aria

La distribuzione dell'aria all'interno dei locali per fumatori deve avvenire nel modo previsto dalle norme UNI e dalle leggi vigenti in tema di condizionamento dell'aria e benessere ambientale.

La posizione delle bocchette di distribuzione dell'aria di rinnovo è stabilita principalmente dalle esigenze tecnico-progettuali, ma il benessere degli occupanti deve sempre essere tenuto in conto. I parametri di cui tenere conto sono dunque:



Figura 5.5
Diverse
tipologie
di bocchette
per la
distribuzione
dell'aria
nei locali con
ventilazione a
dislocamento



- efficienza nella rimozione degli inquinanti
- benessere degli occupanti
- ottimizzazione del consumo energetico rispetto alla qualità dell'aria ottenuta.

Per assicurare il benessere delle persone è necessario mantenere bassa la velocità dell'aria nei punti di immissione, al massimo intorno a 0,5 m/s. Nel caso in cui il sistema di ventilazione prescelto preveda velocità dell'aria anche di alcuni metri al secondo, immediatamente a valle delle bocchette, è necessario installare queste ultime lontano dai punti di stazionamento delle persone (fig.5.5). È anche possibile attrezzare il sistema con distributori d'aria che riducono la velocità del flusso a poche decine di centimetri dal punto di immissione.

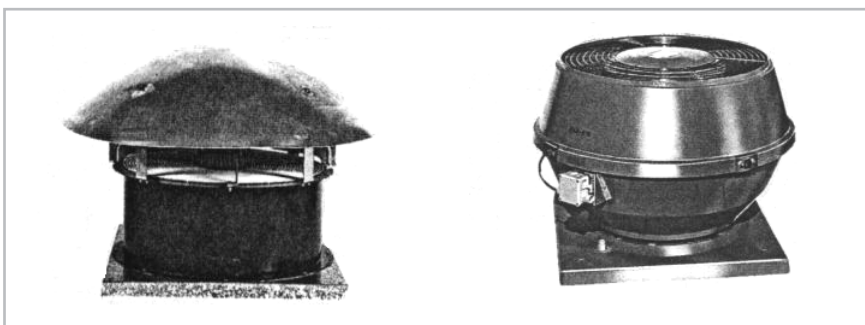
Per realizzare lo schema di ventilazione a dislocamento, considerato il più efficace per la rimozione del fumo di sigaretta e dei particolati dagli ambienti chiusi, è necessario distribuire l'aria dal basso, cioè dal pavimento o dai bordi inferiori delle pareti. Le bocchette devono essere distribuite uniformemente rispetto alla planimetria, o perlomeno rispetto al perimetro delle pareti.

Altrettanta attenzione va dedicata alle temperature dell'aria che si vengono a creare nei locali ventilati: l'aria è immessa dalle bocchette a temperatura relativamente bassa e si riscalda procedendo verso l'alto. Il gradiente termico può essere anche di 4°C per ogni metro di altezza, e questo può essere fastidioso per gli occupanti. Se l'impianto di filtrazione e rinnovo dell'aria viene affiancato ad una serie di ventilconvettori o condizionatori da parete, la sensazione di stress termico può essere ancora più rilevante, visto che l'aria è immessa nell'ambiente intorno a 15°C.

5.4.4 Espulsione dell'aria

L'espulsione dell'aria estratta dai locali per fumatori va effettuata lontano da aperture che ne permettano il rientro negli ambienti ventilati. In genere, se

la ventilazione è a dislocazione, l'estrazione avviene in punti elevati, tipicamente sui tetti (fig.5.6), e l'aria estratta può tornare all'interno solo in condizioni di vento particolarmente sfavorevoli. Per la scelta del punto di espulsione dell'aria, va anche ricordato che il locale fumatori si deve trovare in leggera depressione rispetto ai locali circostanti, e questo fatto potrebbe provocare rientri incontrollati di inquinanti, anche attraverso fessure ed aperture di infiltrazione.



5.4.5 *Potenze necessarie*

La potenza aggiuntiva richiesta dagli impianti di ventilazione per locali fumatori dipende essenzialmente dalla superficie che verrà loro dedicata.

La richiesta di potenza per la sola ventilazione da parte di un recuperatore a flussi incrociati del tipo descritto nel paragrafo 5.4.8., cioè immissione di aria fresca ed espulsione dell'aria inquinata, può essere stimata intorno a 400 watt per ottenere una portata d'aria di 1000 m³/h. Per un locale ipotetico di 100 m², che deve essere ventilato con 5500 m³/h d'aria, si ha una potenza che si avvicina a 2200 watt, paragonabile alla potenza dei condizionatori d'aria a ventiloconvettori o di tipo split in funzione nella stagione estiva. Questi valori sono indicativi e possono variare di molto al variare di diversi parametri:

- efficienza dei motoventilatori
- funzionamento dei ventilatori a trasmissione diretta o a cinghia
- perdite di carico nei condotti dell'aria
- perdite di carico nei filtri.

Nel caso in cui l'aria debba essere riscaldata o raffreddata prima dell'immissione nei locali, l'apparecchiatura aggiuntiva richiede una potenza decisa-



Figura 5.6

Esempi di torrini con ventilatori incorporati per l'estrazione dell'aria dalla copertura dei locali

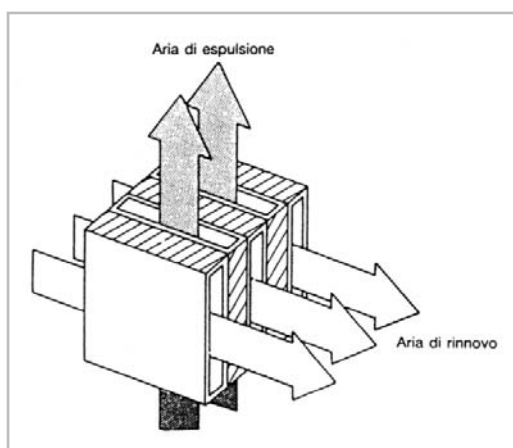
Figura 5.7
Principio di funzionamento di un recuperatore statico di calore: i flussi di aria di espulsione più calda e di aria di rinnovo più fredda si scambiano calore attraverso le pareti delle piastre

mente superiore a quella della semplice ventilazione, anche di 2 kW per ogni 1000 m³/h che possono essere elaborati dai ventilatori.

Molti locali aperti al pubblico sono attrezzati con piccoli impianti per il raffrescamento dell'aria nella stagione estiva. Questi possono essere integrati con un impianto di ventilazione e rinnovo dell'aria, a patto di considerare con attenzione i flussi d'aria che si vengono a creare. I ventilconvettori consentono l'ingresso di aria fredda, la quale si scalda nel locale e viene spinta verso l'alto a causa delle sorgenti termiche interne. Si realizzerebbe quindi uno schema di ventilazione intermedio tra il l'ideale dislocamento e la ventilazione a miscelazione.

Se la zona per fumatori viene adeguata alle nuove disposizioni legislative tramite un impianto di condizionamento ordinario e completo di ventilatori, condotti e unità di trattamento aria, il calcolo dei consumi è molto più complesso, ed è poco significativo eseguire stime del tipo precedente.

5.4.6 Consumo energetico



Vista l'entità delle portate d'aria in gioco, è consigliabile effettuare un'analisi costi-benefici durante la progettazione, per valutare la convenienza dell'installazione di un sistema di recupero di calore (fig. 5.7), utile soprattutto per il funzionamento in condizioni invernali. Sono disponibili sul mercato delle apparecchiature che, in poco spazio, integrano le ventole di

immissione ed estrazione dell'aria e semplici scambiatori di calore a piastre per i flussi d'aria in ingresso ed uscita (vedi recuperatori a flussi incrociati).

La legge 10/91, con riferimento alle tabelle del DM 10/03/77, richiede obbligatoriamente l'installazione di impianti di recupero di calore, se vengono superate certe quantità di aria estratta meccanicamente.

Altre possibilità di recuperare calore dall'aria espulsa sono il free cooling, sistemi di recupero di calore sensibile o totale, recuperatori attivi a ciclo frigorifero, raffreddamento gratuito evaporativo indiretto.