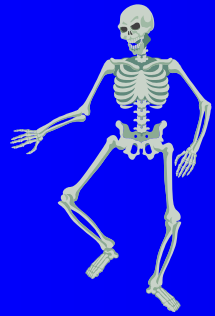


Qualità dell'aria negli ambienti confinati: lo stato dell'arte

“La qualità dell’aria interna è considerata accettabile quando in essa non sono presenti inquinanti in concentrazioni dannose, secondo quanto stabilito dalle autorità competenti, e quando una notevole percentuale di persone (80% o più) non esprime insoddisfazione verso essa”



Sicura (priva di inquinanti nocivi)



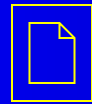
“confortevole”

Principali inquinanti presenti nell'aria esterna:

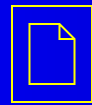
- ☆ Ossidi di azoto
- ☆ Ossidi di zolfo
- ☆ Ossidi di carbonio
- ☆ Ozono
- ☆ Composti organici volatili (VOC)
- ☆ Particolato sospeso totale (PST)
- ☆ Pollini
- ☆ Microrganismi (muffe, batteri, funghi)

Negli ambienti indoor, alle sostanze inquinanti presenti nell'aria immessa dall'esterno, si aggiungono quelle emesse dalle fonti presenti all'interno

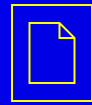
Le principali fonti interne d'inquinamento, comuni a tutti gli ambienti civili, sono:



le persone

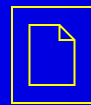


i prodotti per la pulizia

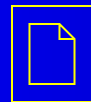


i materiali edilizi e gli arredi

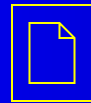
In funzione della destinazione d'uso, degli impianti presenti e della localizzazione geografica, possono essere presenti altre fonti d'inquinamento:



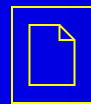
cibi e loro preparazione



apparecchiature



impianto di climatizzazione



materiali edilizi

Contaminanti indoor	Principali fonti
Ossidi di azoto	Metabolismo, combustione (fornelli, caldaie, stufe a gas) fumo di tabacco
Ossidi di zolfo	Metabolismo, combustione (fornelli, caldaie, stufe a gas) fumo di tabacco
Monossido di carbonio	Combustione non completa (fornelli, caldaie, stufe a gas), fumo di tabacco
Ozono	Stampanti laser, fotocopiatrici, fax
Composti organici volatili	Metabolismo, prodotti cosmetici, materiali da costruzione, arredi (mobili, moquettes), vernici, colle, adesivi, solventi, prodotti per la pulizia, disinfettanti, insetticidi, fumo di tabacco
Particolato	Fumo di tabacco, attività umane, combustione, impianti di climatizzazione
Radon	Sottosuolo, materiali da costruzione

Effetti indotti sulle persone dai contaminanti

- ✧ sollecitazioni olfattive (odori), talvolta accompagnate anche da altri sintomi, quali mal di testa, irritazioni alla gola, agli occhi;
- ✧ effetti biologici su alcuni organi (apparato respiratorio, cute), che si manifestano sotto forma di irritazioni e reazioni allergiche;
- ✧ effetti cancerogeni.

Strategie per l'ottenimento di una buona qualità dell'aria interna:

riduzione delle sorgenti inquinanti (evitare l'uso di sostanze pericolose);

rimozione degli inquinanti alla fonte (introduzione di cappe ed estrattori);

introduzione di aria esterna al fine di diluire gli inquinanti tramite la ventilazione.

Riduzione delle sorgenti inquinanti

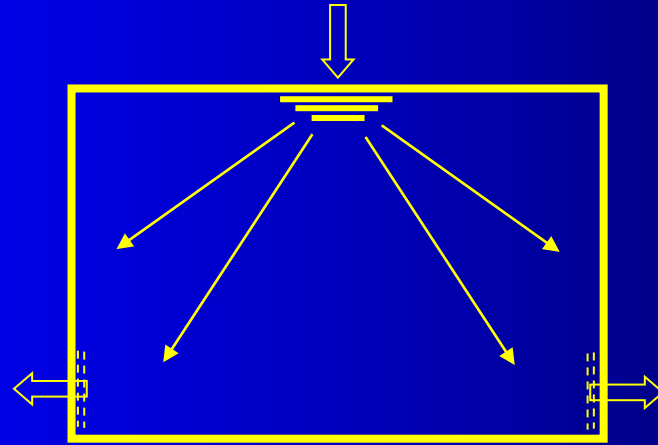
- ✧ sostituzione dei solventi organici, nelle vernici e nei collanti, con acqua;
- ✧ messa punto di sistemi di protezione, nella fase di installazione, e di protocolli per la pulizia, nella fase di esercizio, per gli impianti di condizionamento;
- ✧ ostruzione delle vie d'accesso per il radon proveniente dal sottosuolo e utilizzo di intonaci e vernici impermeabili per quello liberato dalle murature.

Rimozione degli inquinanti alla fonte

- ☆ L'inquinante viene aspirato in prossimità della sorgente, tramite cappe o estrattori, e scaricato all'esterno;
- ☆ il metodo è estremamente efficace se l'emissione dell'inquinante è concentrata in uno spazio limitato;
- ☆ la rimozione degli inquinanti alla fonte, negli ambienti civili, è largamente applicata per i locali adibiti a cucine e per i servizi igienici;
- ☆ la depressione indotta dai dispositivi di aspirazione favorisce l'infiltrazione di aria esterna contribuendo alla ventilazione degli ambienti.

Diluizione degli inquinanti

E' il metodo più comunemente usato per ridurre la presenza di contaminanti in un ambiente. ed è anche l'unico applicabile nel caso di produzione d'inquinante non localizzata.



Consiste nell'immettere nell'ambiente di una portata di aria esterna, estraendone contemporaneamente una pari quantità, in modo da "lavare" l'ambiente, diluendo i contaminanti presenti.

Diluizione degli inquinanti

La concentrazione di un inquinante nell'ambiente, per un'assegnata produzione, è tanto minore quanto maggiore è la portata d'aria esterna (portata di ventilazione). In simboli:

$$Q = \frac{q_j}{C_j - C_{j,e}}$$

Q = portata d'aria esterna, m^3/h ;

q_j = produzione oraria del contaminante, $\mu g/h$;

C_j = concentrazione del contaminante nell'ambiente, $\mu g/m^3$;

$C_{j,e}$ = concentrazione del contaminante all'esterno, $\mu g/m^3$.

Ventilazione

La ventilazione di un ambiente può essere *naturale* o *forzata*:

- ☆ la ventilazione naturale, dovuta alle differenze di pressione che si instaurano tra interno ed esterno a causa del vento o delle differenze di temperatura, è fortemente influenzata dalla permeabilità all'aria degli infissi;
- ☆ la ventilazione forzata, o meccanica, è ottenuta tramite ventilatori e condotte di distribuzione dell'aria negli ambienti.

Ventilazione naturale

E' la più diffusa negli edifici residenziali e nella maggior parte degli edifici civili di antica costruzione.

L'introduzione di infissi a tenuta ha portato ad una drastica riduzione delle portate d'aria di ventilazione e, di conseguenza, un peggioramento della qualità dell'aria interna.

Un miglioramento dell'IAQ è possibile, pur rimanendo in regime di ventilazione naturale, introducendo le griglie di ventilazione.

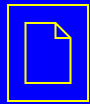
Griglie

Sono dispositivi per la ventilazione degli ambienti ancora poco usati in Italia. Sono classificabili in:

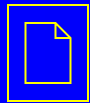
- ✧ *griglie attive*, dotate di ventilatori, realizzano una ventilazione forzata.
- ✧ *griglie passive*, la portata d'aria di ventilazione dipende dalla differenza di pressione esistente tra interno ed esterno e dalla perdita di carico offerta dalla griglia (ventilazione naturale),

Griglie passive

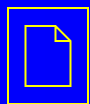
Le griglie passive possono poi essere ulteriormente suddivise in:



semplici, la cui sezione di passaggio dell'aria può essere regolata manualmente;



autoregolabili, dotate di un dispositivo che tende a mantenere costante la portata d'aria al variare della differenza di pressione applicata;



igroregolabili, in cui la sezione di passaggio dell'aria è regolata dal grado igrometrico dell'ambiente.

Ventilazione forzata

E' realizzata da ventilatori che spingono una portata d'aria all'interno dell'ambiente tramite una rete di condotte.

Un aspetto fondamentale in un impianto di ventilazione è la distribuzione dell'aria negli ambienti. Solo una buona distribuzione dell'aria immessa garantisce la voluta diluizione dei contaminanti.

La corretta distribuzione dell'aria negli ambienti può essere valutata tramite *l'efficienza di ventilazione* ε_v .

Efficienza di ventilazione

Viene calcolata dalla misura delle concentrazioni di uno degli inquinanti:

$$\varepsilon_v = \frac{C_{j,es} - C_{j,e}}{C_{j,m} - C_{j,e}}$$




$C_{j,es}$ = concentrazione dell'inquinante di riferimento j all'estrazione,

$C_{j,e}$ = concentrazione dell'inquinante di riferimento j all'esterno,

$C_{j,m}$ = concentrazione media dell'inquinante di riferimento j nell'ambiente

Efficienza di ventilazione

Il valore assunto dall'efficienza di ventilazione è un indice della qualità della distribuzione dell'aria immessa nell'ambiente, in particolare per:

-  $\varepsilon_v = 0$ la distribuzione è carente, vi è un “cortocircuito”;
-  $\varepsilon_v = 1$ la distribuzione è buona, vi è perfetta miscelazione
-  $\varepsilon_v > 1$ “displacement ventilation”

Ventilazione controllata a domanda

Il DCV (Demand Controlled Ventilation) è un sistema di ventilazione meccanica in cui la portata di ventilazione è controllata dal tasso di inquinamento presente istante per istante nell'ambiente.

E' particolarmente efficace in tutti i casi in cui è possibile individuare un inquinante dominante (p.e: piscine coperte - umidità; sale conferenze - CO₂; autorimesse - CO).

Con il DCV l'impianto di ventilazione funziona solo quando è necessario e, quindi consente risparmi energetici anche superiori al 50 %

Valutazione dell'IAQ

La valutazione dell'IAQ è un problema complesso, molto spesso non valutabile in maniera oggettiva, in quanto:

- ✧ le sostanze inquinanti sono moltissime e molte sono generalmente presenti in concentrazioni molto basse;
- ✧ gli effetti sulle persone variano da sostanza a sostanza: alcune sono dannose e non percepibili dall'uomo; altre sono innocue, ma sono fastidiose percepite anche se presenti solo in tracce

Criteri per la valutazione dell'IAQ

- ✧ misura della concentrazione di alcuni inquinanti;
- ✧ valutazione del ricambio d'aria (misura della portata d'aria, misura dell'efficienza della ventilazione) con il metodo dei gas traccianti;
- ✧ misura del livello di inquinamento percepito.

Norme UNI

Norma – anno di emissione	Titolo
UNI-EN 42 – 1975	Metodi di prova delle finestre – Prove di permeabilità all'aria
UNI 7979 – 1979	Serramenti esterni (verticali) – Classificazione in base alla permeabilità all'aria, alla tenuta all'acqua ed alla resistenza al vento
UNI-CIG 8723 – 1986	Impianti a gas per apparecchi utilizzati in cucine professionali e di comunità – Prescrizione di sicurezza
UNI 10344 – 1993	Riscaldamento degli edifici – Calcolo del fabbisogno di energia
UNI 10379 – 1994	Riscaldamento degli edifici – Fabbisogno energetico convenzionale normalizzato - Metodo di calcolo e verifica
UNI 10399 – 1995	Impianti aeraulici ai fini di benessere. Generalità, classificazione e requisiti. Regole per la richiesta d'offerta, l'offerta , l'ordine e la fornitura
ENV 12097 – 1997	Ventilation for buildings – Ductwork – Requirements for ductwork component to facilitate maintenance of ductwork systems

Norme internazionali di riferimento

Norma – anno di emissione	Titolo
ISO 9972 - 1996	Thermal insulation – Determination of building airtightness – Fan pressurization method
NADCA 01 -1992	Mechanical cleaning of non porous air conveyance system component
ASHRAE 110 – 1995	Method of testing performance of laboratory fume hoods
ASHRAE 129 – 1997	Measuring air-change effectiveness
NADCA 05 – 1997	Requirements for the installations of service openings in HVAC systems
ASHRAE 62 – 1999	Ventilation for acceptable Indoor Air Quality

La normativa nel settore dell'IAQ è alquanto carente e vi sono alcuni argomenti che dovrebbero essere oggetto di norme:

- ✧ valori limite delle concentrazioni dei diversi contaminanti negli ambienti interni;
- ✧ strumenti (precisione, metodi di misura) per la misura delle concentrazioni degli inquinanti;
- ✧ valutazione dei contaminanti rilasciati da oggetti e materiali; metodi di misura dei contaminanti microbiologici nell'aria ambiente ed in particolare all'uscita dall'impianto di ventilazione;

- ☆ misura della portata d'aria esterna nel caso di ventilazione sia naturale che forzata;
- ☆ metodo di valutazione delle condizioni di sporcizia di una condotta e dell'efficienza di un intervento di pulizia;
- ☆ valutazione delle caratteristiche delle griglie di ventilazione passive autoregolabili;
- ☆ protocolli di pulizia e di protezione delle condotte all'atto della costruzione.
- ☆ metodi di pulizia e risanamento di condotte all'interno delle quali siano presenti isolanti termoacustici

Dispositivi legislativi nazionali

In Italia sono vigenti molti dispositivi legislativi inerenti in qualche modo la qualità dell'aria interna, ma, nella maggior parte dei casi questi dispositivi si riferiscono all'IAQ solo in maniera qualitativa.

Solo di recente sono state pubblicate (G. U. n. 276, 27/11/2001) le *“Linee Guida per la tutela e la promozione della salute negli ambienti confinati”*, derivate dal documento, concernente *La tutela e la promozione della salute negli ambienti confinati*, elaborato dalla “Commissione indoor” istituita presso la Direzione Generale della Prevenzione del Ministero della Sanità.

La Commissione Indoor ha approfondito alcuni aspetti fondamentali del provvedimento redigendo i seguenti documenti:

- ✧ Guida per la qualità dell'aria nelle abitazioni;
- ✧ Linee guida per l'individuazione dei requisiti impiantistici nelle zone fumatori e per la definizione di protocolli tecnici per gli interventi di manutenzione predittiva sugli impianti di climatizzazione;
- ✧ Il Piano Nazionale Radon;
- ✧ Linee guida per il controllo delle emissioni di composti organici volatili nei prodotti da costruzione;
- ✧ Criteri per il controllo di qualità dell'aria indoor, relativamente al rischio allergologico, negli ambienti domestici e pubblici. Proposta di un programma specifico per le scuole.

*Grazie
per l'attenzione*