

IGIENE EDILIZIA

prof. SILVIO TAFURI

dott. PASQUALE STEFANIZZI

AMBIENTE CONFINATO SANO

“Un AMBIENTE CONFINATO è sano quando è dotata di caratteristiche strutturali e ambientali in grado di tutelare la salute fisica e mentale dei suoi abitanti e promuovere la loro integrazione sociale.”

“The WHO approach to housing and health”

www.euro.who.int

COSA E' L'AMBIENTE CONFINATO?

- L'ambiente confinato rappresenta la risultante della trasformazione che l'uomo opera a carico dell'ambiente naturale, attraverso articolati processi costruttivi.
- Tale derivata struttura è caratterizzata da un proprio microclima (*aria inframurale o aria indoor*) con specifiche caratteristiche fisiche, chimiche e biologiche.
- Molte situazioni possono determinare una modificazione del microclima provocando disagio e malattie acute e croniche

COSA E' L'AMBIENTE INDOOR

Sono gli ambienti confinati di vita e di lavoro non industriali:

- Abitazioni
- Uffici pubblici e privati
- Strutture comunitarie (ospedali, scuole, caserme..)
- Locali destinati ad attività ricreative e/o sociali (cinema, bar, ristoranti, negozi)
- Mezzi di trasporto pubblici e privati (auto, treno, aereo..)

MICROCLIMA DEGLI AMBIENTI CONFINATI

Insieme di parametri che in un ambiente confinato contribuiscono a determinare una condizione di benessere o di stress negli individui che vi permangono.

Possono essere distinti:

- Fattori fisico-chimici
- Fattori individuali

MICROCLIMA DEGLI AMBIENTI CONFINATI

Fattori fisico-chimici:

- Temperatura dell'aria
- Umidità relativa
- Ventilazione-movimento dell'aria
- Calore radiante-illuminazione
- Qualità dell'aria-odori
- Rumore

Fattori individuali:

- età
- Sesso
- Caratteristiche individuali
- Metabolismo
- Abbigliamento

FATTORI FISICI

- Strettamente correlati alla tipologia costruttiva dell'edificio, all'ampiezza dell'ambiente, alla presenza di finestre in numero adeguato, al ricambio naturale dell'aria (temperatura, calore radiante, umidità relativa, ventilazione/ricambio d'aria).
- **TEMPERATURA dell'aria (T°)** → Dovrebbe rimanere costante

FATTORI FISICI

- **CALORE RADIANTE** → quota di calore che mediante onde elettromagnetiche si trasmette da un corpo più caldo ad uno più freddo senza intermediazioni. L'effetto radiante complessivo in un ambiente dipende da elementi presenti nell'ambiente stesso: persone, pareti, pavimenti, macchinari, etc. dev'essere trascurabile o assente
- **MOVIMENTO DELL'ARIA (v)** → Favorisce la perdita di calore dal corpo umano
- condizioni di umidità e temperatura mal sopportate con scarso ricambio d'aria, sono ben tollerate con una adeguata ventilazione!

FATTORI FISICI

- **UMIDITÀ RELATIVA (UR)** → È importante sia per lo stato di comfort ambientale, sia perché se si discosta troppo dal range di normalità può favorire l'insorgenza di malattie infettive e non infettive. Dipende da:
 - ✓ livello igrometrico esterno,
 - ✓ quota prodotta dalle persone presenti nell'ambiente (una persona a riposo emette circa 5 g/h di vapore acqueo),
 - ✓ umidità delle pareti dell'edificio
- **UR = UA / UM**
- **UA = umidità assoluta** → quantità di acqua contenuta in 1mc di aria
- **UM = umidità massima** → quantità massima di acqua che può sciogliersi in 1mc di aria

VALORI INDICATIVI DI BENESSERE MICROCLIMATICO TERMOIGROMETRICO

| | TEMPERATURA | UMIDITA' | VENTILAZIONE |
|---------|-------------|----------|--------------|
| INVERNO | 19-20°C | 40-50% | 0,05-0,1 m/s |
| ESTATE | 24-26°C | 50-60% | 0,1-0,2 m/s |

BENESSERE TERMOIGROMETRICO

Il livello di benessere termoisgrometrico esprime il grado di confort di un ambiente confinato.

Si basa sulla valutazione di:

- Singoli parametri fisici (temperatura, umidità relativa, calore radiante e movimento dell'aria)
- Indici che quantificano gli scambi termici uomo-ambiente ed esprimono le condizioni di benessere e di stress termico

BENESSERE TERMOIGROMETRICO

L'uomo può essere assimilato ad un corpo caldo e umido con un efficiente sistema di termoregolazione tale da mantenere in ogni istante una temperatura corporea di 36,5 °C.

$$B = M \pm C \pm R - E$$

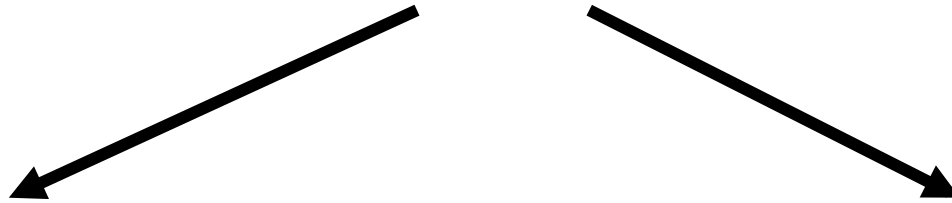
- B=bilancio energetico
- M=calore di produzione metabolica
- C=calore scambiato per conduzione/convezione
- R=irraggiamento
- E=evaporazione

BENESSERE TERMOIGROMETRICO

- Per la valutazione del benessere termoisgrometrico esistono due parametri soggettivi :
 - PPD: percentuale di persone insoddisfatte
 - PMV: voto medio previsto (+3=molto caldo, +2=caldo, +1= leggermente caldo, 0=confortevole, -1=leggermente freddo; -2=freddo; -3=molto freddo)..

MICROCLIMA DEGLI AMBIENTI CONFINATI

MODIFICAZIONE NEGATIVA DEL MICROCLIMA NEGLI AMBIENTI CONFINATI



VIZIATURA
DELL'ARIA

INQUINAMENTO

VIZIATURA DELL'ARIA

ALTERAZIONE DELL'ORIGINARIO STATO DI BENESSERE AMBIENTALE (COMFORT) DOVUTA A MODIFICAZIONE DEI PARAMETRI FISICI E CHIMICI.

È dovuta all'**uso** degli ambienti confinati da parte di una utenza numerosa e/o per un lungo periodo di tempo

Possibili conseguenze sull'uomo:

Diminuzione rendimento lavorativo

Aumento incidenti ed infortuni (fino al 30-50% in più) Malessere

Disturbi tipici del collasso da calore (congestione, tachicardia, cefalea, depressione psichica, lipotimia).

FONTI DI VIZIATURA

UOMO e sue ATTIVITA:

- Affollamento
- Stati morbosi
- Abitudini alimentari
- Funzionalità di alcune ghiandole
- Attività metabolica svolta
- Strumenti ed oggetti d'uso presenti

EFFETTO: alterazione della temperatura e dell'umidità relativa e della concentrazione di composti organici volatili

RICAMBI D'ARIA

E' indispensabile fornire ad ogni individuo che soggiorna in un ambiente confinato una opportuna quota d'aria e che questa quota d'aria venga rinnovata in misura idonea.

I ricambi d'aria avvengono secondo diverse modalità:

- *Ricambio naturale o spontaneo propriamente detto*: afflusso permanente d'aria, ottenuto a porte e finestre chiuse, per la porosità delle pareti e le soluzioni di continuo negli infissi
- *Ricambio naturale sussidiario*: afflusso no permanente mediante apertura di porte e finestre
- *Ricambio artificiale*: ottenuto mediante impianti meccanici che prevedono l'estrazione/immissione solo dell'aria
- *Condizionamento dell'aria*: ottenuto mediante impianti che agiscono su tutti i principali parametri microclimatici

RICAMBI D'ARIA

Numero di ricambi d'aria ottimali in diversi ambienti confinati:

| AMBIENTE | RICAMBI/ORA |
|---------------------------------|-------------|
| Abitazioni | 0,5-1 |
| Uffici privati | 1-2 |
| Stanze di degenza ospedaliera | 2-3 |
| Aule scolastiche, sale riunioni | 4-5 |
| Ristoranti, discoteche | 6-8 |
| Sale operatorie | 10-15 |

CUBO D'ARIA

E' la quantità d'aria necessaria per ogni ora ad una persona perché il tasso di CO2 non superi il limite dell'1 per 1000.

$$V = \frac{K}{M-Q} = \text{circa 33 metri cubi}$$

V: quota di ventilazione

K: CO2 emessa con la respirazione in un'ora (22,5 l)

M: indice antracometrico, cioè [CO2] da non superare (1 per mille)

Q: CO2 atmosferica (0,33 per mille)

PRINCIPALI SORGENTI DI INQUINAMENTO INDOOR

- Ambiente esterno
- Processi di combustione domestica (focolari, fornelli..)
- Fumo di tabacco
- Pulizie e manutenzione
- Materiali per la costruzione degli edifici
- Prodotti per la fabbricazione e il trattamento degli arredi
- Condizionatori e climatizzatori
- Inquinanti derivanti dalla presenza o dall'attività dell'uomo
- Inquinanti derivanti dalla presenza di animali e/o piante (allergeni, antiparassitari...)

INQUINANTI INDOOR

Inquinanti chimici:

- Ossidi di azoto (radiatoria a cherosene, stufe, fumo di tabacco)
- Ossidi di zolfo (radiatoria a cherosene, stufe, fumo di tabacco)
- Monossido di carbonio (processi di combustione e fumo di tabacco)
- Ozono (strumenti elettrici ad alto voltaggio, stampanti laser e fax, apparecchi che producono raggi UV)
- Particolato aerodisperso (PM10, PM2,5)
- Benzene e altri idrocarburi policiclici aromatici (adesivi, vernici, materiali da costruzione..)

INQUINANTI INDOOR

Altri inquinanti chimici:

- Composti organici volatili [VOC] (fumo di sigaretta, stampanti, fotocopiatrici, materiali da costruzione, arredi, riscaldamento, uso di prodotti vari)
- Formaldeide (combustioni, fumo di sigaretta, resine)
- IPA (combustioni, fumo di sigaretta)
- Antiparassitari (utilizzo interno ed esterno, trattamento del legno)
- Amianto (deterioramento di materiali, danneggiamento, manutenzione)
- Fibre minerali sintetiche.

INQUINANTI INDOOR

Inquinanti fisici:

- Radon
- Umidità
- Radiazioni non ionizzanti

Inquinanti biologici:

- Batteri
- Virus
- Funghi (miceti)
- Biocontaminanti (allergeni)

RELAZIONE INDOOR-OUTDOOR

- I livelli di concentrazione che gli inquinanti raggiungono all'interno degli edifici (INDOOR) sono generalmente uguali o superiori (da 1 a 5 volte) ai livelli di concentrazione presenti nell'ambiente esterno (OUTDOOR).
- Il tempo di esposizione agli inquinanti negli ambienti confinati è nettamente superiore (da 10 a 50 volte) rispetto al tempo di esposizione agli inquinanti esterni.

BENESSERE AMBIENTALE

Per passare dal benessere termoclimatico al benessere ambientale dell'ambiente confinato devono essere considerati altri due elementi:

- **RUMORE**
- **ILLUMINAZIONE**

RUMORE

Esistono dei livelli di emissione di rumore differenti in relazione alla tipologia di ambiente confinato e al periodo della giornata.

| CLASSI DI DESTINAZIONE D'USO | GIORNO/NOTTE db |
|-------------------------------------|-----------------|
| • Aree particolarmente protette | 45/35 |
| • Aree prevalentemente residenziali | 50/40 |
| • Aree di tipo misto | 55/45 |
| • Aree di intensa attività umana | 60/50 |
| • Aree prevalentemente industriali | 65/55 |
| • Aree esclusivamente industriali | 65/65 |

ILLUMINAZIONE

Non è vero che per vedere bene ci vuole quanta più luce possibile.

Esistono dei limiti oltre i quali la visione è difficile:

- Limite inferiore: 20 lux
- Limite superiore: 2000 lux

Oltre i 2000 lux:

- Non si riscontra un apprezzabile incremento della performance visiva
- Abbagliamento
- Difficoltà nel percepire i dettagli
- Danneggiamento degli oggetti illuminati
- Ombre marcate e contrasti eccessivi (affaticamento eccessivo vista)

CONFORT LUMINOSO

Per ottenere un adeguato confort luminoso è necessario:

- Adeguato livello di illuminamento
- No forti contrasti
- Buona resa dei colori (appropriata temperatura di colore)
- Assenza di riflessi fastidiosi
- Assenza di abbagliamento diretto

Ciò si ottiene regolando:

- **Tipo** di illuminazione (naturale o artificiale)
- **Modalità** di distribuzione della luce (diretta, indiretta, intermedia)
- **Dislocazione** delle sorgenti luminose

ILLUMINAZIONE NATURALE

- Illuminazione naturale significa portare la luce naturale nell'ambiente confinato
- Illuminazione naturale non corrisponde ad ingresso della radiazione solare diretta (necessità di schermatura dalla radiazione diretta)

VANTAGGI:

- Riduzione dei consumi di energia elettrica
- Riduzione del calore generato dalle lampade
- Incremento di produttività e benessere degli individui

ILLUMINAZIONE ARTIFICIALE

L'illuminazione artificiale deve rispettare i criteri generali della buona illuminazione e inoltre:

- Avere una composizione spettrale simile alla luce naturale
- Non originare prodotti di combustione
- Rispettare i requisiti generali di sicurezza
- Evitare di arrecare fastidio per eccessivo calore o rumore
- Essere sottoposta a periodica manutenzione

MICROCLIMA E SALUTE

- Le case e gli ambienti confinati (uffici, scuole, fabbriche..) influenzano enormemente la salute e il benessere delle persone, soprattutto in relazione all'elevato tempo di permanenza (**STATO DI CONFORT INDIVIDUALE E GLOBALE**).
- I bambini passano il 90% del loro tempo in casa e questo li sottopone a rischi maggiori dovuti ad es. a: microclima, inquinamento, incidenti, mentre le donne passano il 60% del tempo e gli uomini il 54%.

RISCHI PER LA SALUTE

In Europa più di 50.000 bambini (0-4 anni)/anno muoiono per infezioni acute delle basse vie respiratorie dovute ad inquinamento indoor

Tra il 15 e il 20% delle malattie respiratorie di bambini e adolescenti potrebbero essere eliminate attraverso:

- Interventi di risanamento delle abitazioni;
- Riducendo l'esposizione al fumo passivo;
- Riducendo l'esposizione ad inquinanti da traffico.

SICK BUILDING SYNDROME

ALTERAZIONE DELLO STATO DI SALUTE CHE SI VERIFICA IN AMBIENTI CONFINATI “MALATI”

- Consiste in un insieme di percezioni multisensoriali, o di sensazioni non specifiche di malessere, senza alcuna lesione organica né segno fisico tangibile.
- Riguarda il 20-30% degli edifici
- Colpisce la maggior parte degli occupanti un edificio, anche se sembra più frequente nelle donne.

SICK BUILDING SYNDROME

Sono state identificate alcune categorie di sintomi più frequentemente riscontrati in soggetti con la sindrome:

- Nasali: sensazione di “naso chiuso” che colpisce i soggetti all’ingresso negli edifici e si mantiene durante tutto il periodo di permanenza
- Oculari: secchezza e bruciore degli occhi non accompagnati da infiammazione
- Oro-faringei: secchezza di gola non accompagnato da infiammazione
- Cutanei: secchezza cutanea, soprattutto in condizioni di aria calda e secca con alta ventilazione
- Respiratori: sensazione di torace chiuso con difficoltà ad effettuare respiri profondi
- Altri: cefalea ed eccessivo affaticamento

SICK BUILDING SYNDROME

Le fasi raccomandate dall'OMS per l'analisi degli edifici in cui vi sia il sospetto di SBS e per l'individuazione delle cause sono le seguenti:

- Esame del progetto architettonico iniziale ed ispezione dei locali
- Distribuzione di un questionario agli occupanti per valutare la prevalenza reale della condizione
- Verifica degli impianti (condizionamento e ricambio aria)
- Misura delle caratteristiche microclimatiche
- Indagini cliniche sui soggetti colpiti per escludere forme organiche e studiare gli effetti di determinate esposizioni

BUILDING RELATED ILLNESS

- Si tratta di una malattia particolare ben identificata, causata dalla presenza di determinati inquinanti dell'aria di un ambiente chiuso.
- Quadro clinico: tosse, costrizione al petto, febbre, brividi, dolori muscolari.
- In alcuni casi sindromi specifiche: asma bronchiale, le alveoliti allergiche estrinseche, di febbri da umidificatori, di infezioni da Legionella Pneumophila.
- Generalmente tale sindrome è presente soprattutto negli ambienti di lavoro ed è causata dagli impianti di ventilazione e di condizionamento d'aria.
- **I sintomi non spariscono rapidamente in seguito all'abbandono del luogo di lavoro.**

POSSIBILI INTERVENTI

VECCHIE COSTRUZIONI

Risanamento dell'edificio:

- controllo dei livelli di inquinanti
- Individuazione delle probabili fonti d'inquinamento
- Interventi possibili o modificazione della destinazione d'uso dell'edificio

NUOVE COSTRUZIONI

Progettazione secondo le norme vigenti:

- Attenzione agli aspetti generali dell'edificio
- Scelta dei materiali costruttivi
- Utilizzo delle adeguate tecniche costruttive per fonoisolamento, confort luminoso e risparmio energetico
- Collaudo

RIFERIMENTO NORMATIVO

In Europa:

- 1984: HEALTH FOR ALL – Programma europeo di prevenzione e promozione della salute negli ambienti confinati
- 1999: CONFERENZA INTERMINISTERIALE SU “SALUTE E AMBIENTE”- DICHIARAZIONE DI LONDRA – I governi si impegnano ad assumere tutte le iniziative per contrastare gli effetti sulla salute correlati ad esposizione ad inquinanti ambientali, compresi gli inquinanti indoor.

RIFERIMENTO NORMATIVO

In Italia:

- DM 8/4/88: ISTITUZIONE DELLA COMMISSIONE INDOOR nel Dipartimento della Prevenzione del Ministero della Salute – individuazione dei programmi per la tutela e la promozione della salute negli ambienti confinati
- D.Lgs 502/92: Istituzione dei Dipartimenti di Prevenzione
- L 493/99: legge sulla prevenzione delle cause di inquinamento negli ambienti di vita
- Accordo Stato-regioni del 27 settembre 2001

RIFERIMENTO NORMATIVO

Accordo del 27/09/2001 tra il Ministro della salute, le regioni e le province autonome (Gazzetta Ufficiale Supplemento Ordinario n. 276 del 27/11/2001).

- Linee guida per la tutela e la promozione della salute negli ambienti confinati: promuovere ed implementare le iniziative di promozione della salute e di prevenzione dei rischi presenti nell'ambiente indoor attraverso una programmazione sanitaria su base nazionale, regionale e locale.
- Questo accordo recepisce le direttive emanate dall'OMS nel 1999 per la realizzazione di ambienti indoor sostenibili