

**A.S.L. N°2**

**DIPARTIMENTO DI PREVENZIONE**

**U.O.IGIENE E SANITA' PUBBLICA**

**Aspetti igienico sanitari ed inquinamento  
indoor in ambiente scolastico**

**Dr. Francesco Negrone**

**Dr.ssa Sara Lauria**

# **LA BUONA QUALITA' DELL'ARIA E' UNA IMPORTANTE DETERMINANTE DELLA SALUTE**

- **I MIGLIORAMENTI DELLA RICERCA EPIDEMIOLOGICA HANNO EVIDENZIATO CHE LA SALUTE DELLA POPOLAZIONE PUO' ESSERE DANNEGGIATA DALLA ESPOSIZIONE A CERTI COMUNI INQUINANTI DELLA ARIA, ANCHE A LIVELLI MOLTI BASSI.**
- **IL RAGGIUNGIMENTO DI UNA SITUAZIONE SENZA RISCHI E' IMPROBABILE.**
- **OBBIETTIVO: MINIMIZZARE I RISCHI PER LA SALUTE**
- **CARETTERIZZAZIONE ADEGUATA DEI RISCHI**

**Nei paesi industrializzati la popolazione trascorre la maggiore parte del proprio tempo(90%) in ambienti chiusi**



**Qualità dell'aria indoor**



**Importante tema di Sanità Pubblica**

**Microclima: insieme di parametri ambientali che influenzano gli scambi termici tra soggetto e ambiente negli spazi confinati e che determinano il cosiddetto benessere termico**

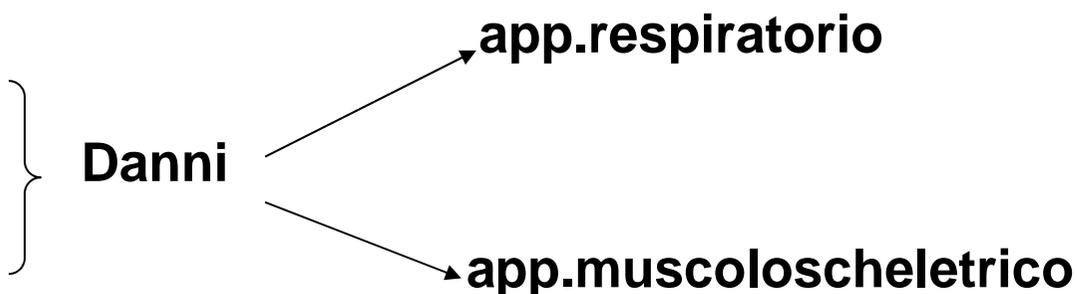
**I rischi da microclima si presentano quando si lavora in ambienti troppo caldi o troppo freddi o quando il tasso di umidità dell'aria è <math>\lt; 0 ></math> al 40-60%**

## **Fattori di rischio:**

**Aria troppo secca**

**Sbalzi termici eccessivi**

**Correnti d'aria**



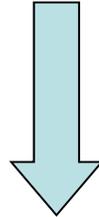
**Inquinamento indoor:** la presenza nell'aria di ambienti confinati di contaminanti fisici chimici e biologici non presenti naturalmente nell'aria esterna di sistemi ecologici di elevata qualità

## **Principali parametri microclimatici :**

- **Temperatura aria**
- **Temperatura globotermometrica  
o radiante**
- **velocità aria**
- **numero ricambi aria/ora**
- **umidità relativa**

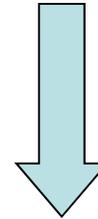
# Microclima sfavorevole

- **Microclima sfavorevole**



- **Razionalizzazione degli accessi alle celle frigo ed impiego di abbigliamento protettivo**

**Esposizione a microclima caldo-umido**



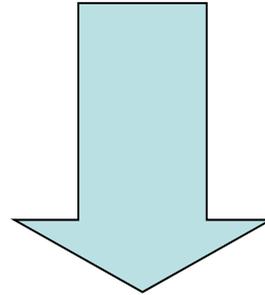
**Sistemi di trattamento della aria**

# **Sonde per la misurazione dei principali parametri microclimatici**

- **Psicrometro**  
Temperatura bulbo secco  
Temperatura bulbo umido  
Pressione parziale vapore acqueo
- **Globotermometro**  
Temperatura globotermometro  
Temperatura media radiante
- **Anemometro**  
Velocità dell'aria

# Ambiente Indoor

## Ambienti confinati di vita e di lavoro



**Strutture comunitarie**

**Alberghi**

**Ospedali**

**Scuole**

**mezzi di trasporto**

**treni**

**aereo**

**nave**

**abitazioni**

**uffici**

**locali ricreativi e sociali**

**ristorante**

**cinema**

# Condizioni ottimali temperatura-umidità-ventilazione

<b>Periodo</b>	<b>Temperatura</b>	<b>Umidità Rel.</b>	<b>Ventilazione</b>
<b>Inverno</b>	<b>19 – 22 °C</b>	<b>40 – 50%</b>	<b>0,05-0,1 m/se</b>
<b>Estate</b>	<b>24 – 26° C</b>	<b>50 – 60%</b>	<b>0,1- 0,2 m/sec</b>

# Viziatura dell'aria indoor

- Affollamenti ambienti chiusi
- Scarsa igiene personale
- Stati morbosi
- Tipo di attività

Modifica caratteristiche  
chimico fisiche aria indoor

**Viziatura**



**Una adeguata ventilazione naturale  
o artificiale garantisce il  
benessere psicofisico  
dell'individuo**

- **Cubo d'aria**: quantità di aria necessaria ad ogni persona ogni ora perché il tasso di CO2 non superi 1%

# Inquinanti di origine interna

- 1. Materiali per la costruzione**
- 2. Materiali e prodotti per finitura**
- 3. Materiali di arredo e corredo**
- 4. Impianti di climatizzazione e condizionamento**
- 5. Prodotti di largo consumo per pulizia e manutenzione**
- 6. Presenza di persone, animali e piante**
- 7. Attività umane**

**N.B.:Il rischio per la salute dipende dalla concentrazione(quantità per m<sup>3</sup>) e dall'esposizione(tempo di permanenza nell'ambiente)**

# Ambienti e fonti degli inquinanti indoor

<p><b>Ambiente</b></p> <p><b>CASA</b></p> <p><b>Fonti inquinanti:</b></p> <p><b><u>Fumo tabacco:</u></b> PM10,CO,VOCs</p> <p><b><u>Fornelli a gas,legna e camini:</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>-Ossidi azoto</li><li>-monos.carbonio</li><li>-PM10 -IPA</li><li>-Polveri</li></ul> <p><b><u>Materiale costruttivo, terreno sottostante i fabbricati :</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>-Radon, formaldeide</li></ul> <p><b><u>Mobili, prodotti casa:</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>-VOCs, formaldeide</li></ul> <p><b><u>Riscaldamento gas cherosene:</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>-NO,CO,ZO,polveri</li></ul>	<p><b><u>Isolanti:</u></b> Amianto, lana di vetro</p> <p><b><u>Detergenti, vernici,colle:</u></b> VOCs</p> <p><b><u>Condizionatori:</u></b> Agenti biologici(virus,batteri muffe), agenti causanti allergie(acari-spore)</p> <p><b><u>Fumo di tabacco:</u></b> PM10,CO,VOCs</p> <p><b><u>Materiale da costruzione ed arredamento:</u></b> VOCs, formaldeide</p> <p><b><u>Riscaldamento gas cherosene:</u></b> -NO,CO,ZO,polveri</p>	<p><b>Ufficio</b></p> <p><b>Fonti inquinanti:</b></p> <p><b><u>Fotocopiatrici:</u></b> VOCs,ozono</p> <p><b><u>Condizionatori:</u></b> Agenti biologici (virus,batteri muffe), agenti causanti allergie(acari-spore)</p> <p><b><u>Aria Ambiente:</u></b> Ozono sugli aerei, CO,idrocarburi</p> <p><b><u>Trasporti:</u></b> Condizionatori per auto(agenti Biologici)</p> <p>12</p>
---	---	--

# Sorgenti ed effetti sulla salute di alcuni inquinanti interni

<b>Inquinante</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Sorgente domestica</b>	<b>Effetti salute</b>
<u><b>Diossido azoto</b></u>	<b>Gas combustione elevata temperatura</b>	<b>•Stufe cherosene</b>	<b>Ipossigenazione ematica debolezza, disturbi visivi nausea ,confusioine</b>
<u><b>Ossido carbonio</b></u>	Gas incompleta combustione	Scarichi automobili fumatori ,stufe non ventilate	<b>•Irritaz.vie respiratorie danno polmonare</b>
<u><b>Particelle fumo</b></u>	<b>Mistura fomantesi per incompleta combustione</b>	<b>Fumo tabacco, stufe legna e a cherosene</b>	<b>Disturbi cardiaci irritazione enfisema , cancro</b>
<u><b>Radon</b></u>	<b>gas radioattivo della crosta terrestre</b>	<b>Terre e rocce utilizzate come materiali costruttivi(cementi graniti tufi)</b>	<b>Responsabile 5-20%casi cancro polmonare</b>
<u><b>VOC (formaldeide)</b></u>	molecole contenenti carbonio ,idrogeno, da prodotti sintetici, e combustione incompleta	<b>Solventi negli adesivi, detersivi ,vernici, rivestimenti ,imbottiture isolanti</b>	<b>Irritazione ,cancro</b>
<u><b>Microrganismi</b></u>	<b>Batteri, funghi,virus, pollini muffe</b>	<b>Umidità muri, emanazione umana, mobili tappeti animali</b>	<b>Malat. Respiratorie allergie influenze polmoniti</b>

# Materiali a rischio per la qualità dell'aria interna

## a) Fondazioni

Insetticidi e altri trattamenti impermeabilizzanti del terreno derivati dal petrolio

## b) Struttura

Prodotti di preservazione del legno, sigillanti, collanti, membrane impermeabilizzanti, composti smaltati

## c) Isolamento

Isolante termico, acustico, al fuoco

## d) Interni e finiture

Adesivi per pavimenti e moquette, vernici e coloranti rivestimenti con pannelli, controsoffitti, adesivi, rivestimenti resilienti per pavimenti

**N.B.: le emissioni nocive dai materiali derivano in primis dai solventi, dai residui di materiale grezzo, dalle alterazioni verificatesi durante il processo di fabbricazione e dagli additivi, esse sono più alte nei primi 6 mesi di vita del prodotto e sono correlate anche alla volatilità, nel senso che più è alta più è emessa velocemente, più è bassa maggiore è il tempo necessario per il rilascio.**

# Modalità di inquinamento

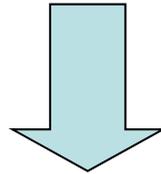
- **Direttamente emettendo VOC, fibre, particolato respirabile**
- **Indirettamente assorbendo e poi rilasciando sostanze nocive provenienti da altre fonti**
- **Favorendo lo sviluppo di agenti biologici**

# Effetti prodotti dagli inquinanti indoor

- **Sollecitazioni fisiologiche e psicologiche a livello sensoriale (odori) che possono manifestarsi anche attraverso sintomi come :cefalea, irritazione oculare e faringea, affaticamento**
- **Effetti biologici a carico di vari organi e/o apparati (respiratorio), cute, sotto forma di irritazioni e reazioni allergiche**
- **Effetti mutageni o carcinogeni**
- **Danni ai materiali edilizi ed agli arredi(umidità muffe)**

# Sindrome dell'edificio malato

Si manifesta in occupanti edifici moderni o rinnovati dotati di impianti di ventilazione meccanica e condizionamento di aria globale . Sintomatologia : mal di testa, affaticamento, difficoltà di concentrazione



Calo della produttività

## Fattori generici:

- Edifici
- Sistemi di condizionamento e di ventilazione
- Programmi di manutenzione
- Tipo ed organizzazione del lavoro

.

## Fattori specifici:

1. ventilazione inadeguata
2. fibre di vetro su pavimenti e superfici
3. bassa umidità dell'aria
4. eccessiva illuminazione—elevata temperatura

## **D.M.18/12/75**

### **norme tecniche relative all'edilizia scolastica**

- **In sede di formazione dei piani urbanistici dovrà procedersi alla localizzazione e dimensionamento delle scuole di ogni ordine e grado tenendo conto:**
  - 1. delle condizioni ecologiche ed urbanistiche**
  - 2. delle caratteristiche di sviluppo demografico ed economico del territorio in esame**
  - 3. dell'entità degli effettivi da scolarizzare**
  - 4. della quantità e dello stato degli edifici esistenti**
  - 5. dei tempi di attuazione**
  - 6. delle osservazioni e proposte formulate dal consiglio scolastico provinciale**
  - 7. gli edifici scolastici dovranno essere previsti in stretta relazione tra di loro e con altri servizi con essi integrabili sia spazialmente che nell'uso quali: servizi sportivi, ricreativi, amministrativi, culturali. Quindi un plesso scolastico parte di un "continuum" educativo, inserito in un contesto urbanistico e sociale e non come entità autonoma**

## **Studio preliminare progettuale deve tenere conto della:**

- **Localizzazione della scuola**
- **Dimensioni della scuola**
- **Area**
- **Ampiezza**
- **i relativi progetti dovranno prevedere tutti i locali e spazi necessari:**
  1. **per lo svolgimento dei programmi didattici di base e specializzati ed attività parascolastiche (spazio polivalente, auditorium, biblioteca)**
  2. **Per lo svolgimento dell'attività dell'educazione fisica**
  3. **Per il servizio sanitario**
  4. **Per la mensa scolastica**
- **L'edificio scolastico deve essere progettato in modo tale che gli allievi possano agevolmente fruire di tutti gli ambienti nelle loro interazioni ed articolazioni e raggiungere le zone all'aperto.**

**La struttura scolastica dovrà essere tale da assicurare la sua utilizzazione anche da parte di alunni diversamente abili**

# Condizioni di sicurezza

- **Stabilità degli edifici in condizioni normali ed eccezionali**
- **Sicurezza degli impianti nell'uso e nella gestione**
- **Difesa dagli agenti atmosferici**
- **Difesa da fulmini**
- **Difesa da incendi**
- **Difesa da agenti microbiologici**

- **Le attività educative si svolgeranno a diretto contatto con il terreno di gioco e di attività all'aperto per la scuola materna**
- **Per la scuola elementare e media normalmente l'attività si svolgerà su uno o due piani**
- **Per la scuola secondaria di II grado normalmente su tre piani**
- **L'edificio scolastico dovrà essere tale da assicurare una sua utilizzazione anche da parte degli alunni in stato di minorazione fisica**

**Indici standard di superficie per alunno  
Attività didattica**

<b>Scuola materna</b>	<b>Attività a tavolino 1,80mq</b>
<b>Scuola elementare</b>	<b>Attività didattica 1,80mq</b>
<b>Scuola media</b>	<b>Attività didattica 1,80 mq</b>
<b>Scuola superiore</b>	<b>Attività didattica 1,96 mq</b>

# Condizioni di aerazione ed illuminazione

- La superficie finestrata è opportuno sia pari ad  $1/5 - 1/8$  della superficie del pavimento
  - L'illuminazione naturale ed artificiale dovranno assicurare:
  - Livello di illuminazione adeguato
  - Equilibrio delle luminanze
  - Protezione dall'abbagliamento
  - Prevalenza della componente diretta su quella diffusa
1. Piano dei tavoli negli spazi per il disegno, cucito, sulle lavagne : **300 lux**
  2. Piano di lavoro , banchi delle aule , laboratori, uffici : **200 lux**
  3. Spazi per riunioni e attività ginnica: **100 lux**

# Temperature ed umidità dell'aria

- Impianto termico dovrà assicurare in tutti gli ambienti una temperatura interna ( $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}$ ), nei locali destinati ad attività didattiche e collettive nel periodo invernale è consigliabile idoneo trattamento di umidificazione dell'aria esterna che assicuri parametri di umidità relativa dell'aria ambiente del 45-55%
- Purezza dell'aria: dovrà essere assicurata la seguente portata d'aria esterna:
  1. nei locali per attività didattica e di gruppo scuole materne ed elementari coefficiente di ricambio =2,5
  2. Scuole medie =3,5
  3. Scuole secondarie =5
  4. servizi igienici , palestre, refettori = 2,5

# **Servizi igienici**

**Il numero dei vasi per gli alunni dovrà essere in numero di :**

- Tre per ogni sezione per le scuole materne**
- Uno per classe per gli altri tipi di scuole (elementare, media , superiore)**
- I wc costituiti da box con parete divisorie alte m 2,10 , debbono essere separati per sesso salvo che per la scuola materna con apertura delle porte verso l'esterno**
- Per i maschi nel locale che contiene le latrine saranno collocati anche gli orinatoi opportunamente schermati**

## **Caratteristiche degli spazi per l'amministrazione:**

- **Ufficio del preside con annessa sala d'aspetto**
- **Locali per la segreteria e l'archivio**
- **Sala docenti**
- **Biblioteca**
- **Servizi igienici e spogliatoio per presidenza ed insegnanti**
- **Palestre e locali per il servizio sanitario**

# Palestre

- Tipo A1 unità 200mq + relativi servizi scuole elementari medie e superiori
- Tipo B1 unità 600mq + relativi servizi aperte anche a comunità extra scolastiche
- Tipo B2 con incremento di 150 mq per spazio per il pubblico e relativi servizi

## **Le palestre per i vari tipi di scuole presenteranno:**

1. Zona servizi alunni con spogliatoi e servizi igienici + docce  
l'accesso deve avvenire sempre dagli spogliatoi
2. Zona asservita agli insegnanti costituita da un ambiente con wc e doccia
3. Zona per il servizio sanitario e visita medica
4. Deposito attrezzi

## Spazio Mensa

- La mensa con i relativi servizi presenterà una superficie non  $> 375\text{mq}$  articolata nei seguenti spazi
  1. Locale cucina
  2. Dispensa
  3. Locale lavaggio stoviglie
  4. Spogliatoio e servizi per il personale
  5. Spazio con lavabi per la pulizia degli allievi

# **D.Lvo 626/94 e smi**

- **Requisiti minimi in termini di altezza, cubatura e superficie zona uffici e presidenza :**
- **Altezza non inferiore a metri 3**
- **Cubatura non inferiore a mc 10 per lavoratore**
- **Disponibilità di una superficie di mq 2 per ogni lavoratore occupato in un singolo ambiente**

# Inquinamento indoor nella scuola

- Bambini, giovani trascorrono tra le mura scolastiche buona parte del proprio tempo, i bambini in particolare sono più esposti alle sostanze inquinanti. Dalla qualità ambientale di questi edifici ma anche dai comportamenti individuali adottati dipende il benessere psicofisico degli studenti.
- La scuola è un ambiente soggetto a diverse norme atte a garantire un controllo igienico sanitario. Un esempio è costituito dal divieto di fumo che vige nei luoghi pubblici e negli ambienti di lavoro (legge 584/75, Dir.P.C.M. 14/12/95, Legge 3/03 art.51).
- La presenza di fattori di rischio dipende dai comportamenti ed abitudini del singolo oltre che da sorgenti interne come pennarelli, stampanti, fotocopiatrici ed anche esterne, per esempio emissioni veicolari ed industriali, pollini allergeni.

# **L'aula- la biblioteca**

**Le principali fonti di rischio presenti nell'aula sono rappresentate:**

- **Fumo di tabacco ambientale**
- **Pennarelli, evidenziatori e correttori liquidi**
- **Prodotti per la cura personale**
- **Potenziiali fonti di rischio in ambienti scolastici**
- **Ambiente esterno**

# **I laboratori didattici**

**Le principali fonti di rischio sono:**

- **Fumo di tabacco ambientale**
- **Pennarelli evidenziatori etc;**
- **Fotocopiatrice**
- **Stampante laser**
- **Prodotti per la cura personale**
- **Ambiente esterno**

# Fumo di tabacco ambientale

- Il fumo di tabacco ambientale o fumo passivo si produce a seguito della respirazione del fumo prodotto dalla combustione dei prodotti a base di tabacco come sigarette, sigari e pipe.
- Il fumo di tabacco ambientale è costituito dalla miscela del fumo espirato dal fumatore (main stream) e di quello proveniente direttamente dalla sigaretta(side stream).
- Il fumo passivo è un agente cancerogeno ed inoltre provoca gravi danni alla salute come malattie cardiovascolari, ischemie, patologie respiratorie; i bambini costituiscono la categoria delle persone più a rischio tra i non fumatori esposti parecchie ore al giorno.
- il fumo attivo è inserito nel gruppo 1 delle sostanze cancerogene ed è considerato una delle maggiori cause di morbilità e mortalità per l'uomo.

# **Pennarelli – evidenziatori- correttori**

**Rappresentano una fonte di inquinamento per l'ambiente perché contengono elevate quantità di solventi che evaporano all'aria.**

- Esistono tre tipologie: a base acquosa , alcool, a base di solventi organici, questi ultimi più pericolosi perché contengono xilene e toluene o altri VOC**
- I correttori o bianchetti contengono 1,1,1 tricloroetano sostanza tossica ed irritante, esposizioni protratte possono causare irritazioni respiratorie e disturbi al SNC. Il tricloroetano permane a lungo nell'ambiente tanto che i contenitori vuoti dei bianchetti rappresentano rifiuti pericolosi.**
- Accorgimenti: preferire prodotti a base di acqua**
- Sostituire gli evidenziatori con matite colorate**
- Non usare evidenziatori che emanano profumi alla frutta in quanto contenenti ulteriori sostanze chimiche tossiche**

# Fotocopiatrici

- Costituiscono una sorgente di rischio per la salute in quanto emettono ozono, VOC, polveri di toner, selenio cadmio;
- L'ozono è prodotto per il processo di carica e scarica generato dal campo elettrico, prodotto intorno ai fili corona durante il loro funzionamento. Si avverte già a basse concentrazioni per il caratteristico odore pungente, è irritante per le mucose e per gli occhi ed irritante per le vie respiratorie (0,25ppm);
- Per le levate emissioni di VOC le macchine fotocopiatrici sono ritenute responsabili di molti casi di sintomi associati alle sindromi dell'edificio malato.
- Inoltre le macchine costituiscono una fonte di particelle inalabili a causa dell'emissione di polvere di toner contenente nero carbone.

## Accorgimenti:

- impiegare macchine equipaggiate di filtri per l'ozono
- Collocare le macchine in ambienti ventilati muniti di scarico verso l'esterno ed assicurare adeguata manutenzione

# Stampanti laser

- Sono correlate alla sindrome dell'edificio malato, il loro funzionamento si basa su un sistema di cariche elettriche che catturano l'inchiostro in polvere per imprimerlo sul foglio, durante il funzionamento vengono liberati VOC e particolato respirabile proveniente dal toner mentre il processo di alto voltaggio forma ozono, inoltre è comune l'emissione di formaldeide che può essere presente nei toner o inchiostri.
- Tali inquinanti chimici causano danni alla salute che si manifestano con : mal di testa irritazione oculare e delle mucose

## Accorgimenti:

- Impiegare stampanti a bassa emissione di Ozono o dotate di filtri per l'ozono
- Collocare le apparecchiature in ambienti separati e ventilati con scarico all'esterno

# Prodotti per la cura personale

- **Profumi, lacche, deodoranti possono incidere sulla qualità dell'aria indoor: i prodotti chimici usati come base per i profumi includono gli idrocarburi alifatici come il propano, butano, limonene, altri cosmetici adoperano invece solventi quali etanolo, formaldeide. Questi prodotti sia perché adoperati come spray sia perché composti da solventi volatili si disperdono nell'aria e pertanto inalati. Molti prodotti possono innescare reazioni allergiche ed attacchi asmatici.**

## **Accorgimenti:**

- **Minimizzare l'uso di profumi**
- **Utilizzare deodoranti solidi o in creme evitando gli spray**
- **Prediligere fissatori per capelli sotto forma di gel**

# Inquinanti indoor

**1. Agenti chimici**

**2. Agenti fisici**

**3. Agenti biologici**

# **Inquinanti chimici:**

**Gli agenti chimici responsabili di inquinamento indoor sono:**

**Monossido di carbonio**  
**Biossido di azoto**  
**VOC**  
**Formaldeide**  
**Benzene**  
**IPA**  
**Ozono(O<sub>3</sub>)**  
**Pesticidi**  
**Particolato aerodisperso (pm<sub>10</sub>)**  
**Amianto**  
**Fumo di tabacco ambientale**

# Inquinanti fisici

- **Gli agenti fisici responsabili di una cattiva qualità dell'aria indoor sono:**

- **Campi elettromagnetici**
- **Rumore**
- **Radon**

# **Inquinanti biologici**

**Gli agenti biologici responsabili di inquinamento indoor sono:**

- **Acari**
- **Muffe**
- **Allergeni degli animali**
- **Batteri**
- **Pollini**
- **virus**

# Inquinanti chimici

- **L'aria esterna (outdoor) è ricca di molti inquinanti chimici provenienti da attività umane, come gli impianti industriali, riscaldamento domestico e mezzi di trasporto e da fonti di origine naturale, come nel caso dell'erosione e delle esalazioni vulcaniche.**
- **I prodotti di scarico dei mezzi di trasporto contengono CO, NH<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, benzene, ozono, particolato aerodisperso ,IPA costituendo un pericolo diretto ed indiretto per la salute umana e per gli ecosistemi.**
- **Altre fonti rilevanti di biossido di zolfo sono rappresentate dai processi industriali di combustione e pertanto si comprende come abitare in aree urbane trafficate o industriali possa incidere sulla qualità dell'aria indoor. Analogamente l'applicazione di pesticidi in giardini o terreni posti in vicinanza dell'edificio può costituire fonte di inquinamento indoor, trattandosi di sostanze chimiche finalizzate a combattere organismi vegetali o animali indesiderati con effetti diretti acuti o cronici sulla salute dell'uomo.**

# AMIANTO

- In passato l'amianto era ampiamente adoperato nell'edilizia in quanto componente di coperture e rivestimenti, canne fumarie e serbatoi. Le fonti di esposizione sono rappresentate da quei materiali deteriorati in grado di disperdere fibre nell'ambiente.
- Gli effetti sanitari sono legati alla parte fibrosa che altamente sottili sono inalate e raggiungono gli alveoli con effetto cancerogeno

# Agenti fisici

- ✓ **L'inquinamento elettromagnetico è legato alla generazione di campi elettrici, magnetici prodotti da impianti realizzati per trasmettere informazioni attraverso la propagazione di onde e.m. (impianti radio TV e telefonia mobile), da impianti utilizzati per il trasporto e trasformazione dell'energia elettrica dalle centrali di produzione fino all'utilizzatore in ambiente urbano(elettrodotti), da impianti per lavorazioni industriali , da tutti quei dispositivi il cui funzionamento è subordinato ad alimentazione di rete elettrica.**

- ✓ **Il rumore responsabile di inquinamento acustico è costituito dall'insieme di suoni che risultano indesiderati perché di intensità eccessiva e che spesso rappresentano elementi di disturbo per la ricezione da parte dell'orecchio umano.**
- ✓ **Il radon è un elemento chimico naturale, radioattivo, gas inerte. Non esiste luogo ove tale gas non sia presente. In atmosfera si disperde rapidamente e non raggiunge quasi mai elevate concentrazioni, ma nei luoghi chiusi case, scuole ambienti di lavoro, può arrivare a concentrazioni rischiose per gli occupanti.**

**RADON** a livello mondiale è considerato il contaminante radioattivo più pericoloso negli ambienti chiusi, il 50% dell'esposizione media delle persone a R.I. è dovuto al radon.

## **Caratteristiche:**

- **Gas inerte, radioattivo cancerogeno, prodotto dal decadimento nucleare del radio-uranio**
- **Unità di misura :Bq/m<sup>3</sup> (1Bq corrisponde alla trasformazione di un nucleo atomico /s)**

## **Ubicazione**

- **Suolo : terreni , interrati ,seminterrati , lavori in galleria**
- **Abitazioni : prodotti di decadimento si depositano sui muri, mobili, al particolato aerodisperso e quindi alle cellule bronchiali con irraggiamento**
- **Acqua: esposizione dello stomaco alle radiazioni**

## **Norme : livelli di azione**

- **Abitazioni** Raccomandazione CEC 90/143:  
400Bq/ m3 edifici esistenti  
200Bq/m3 edifici da realizzare
- **Ambienti di lavoro:** D.Lvo.241/00: 500Bq/m3
- **Acqua potabile:** linee guida OMS: 100Bq/litro

## **Interventi:**

- **Depressurizzare suolo :costruzione di un pozzetto per la raccolta del radon collegato ad un ventilatore**
- **Pressurizzazione dell'edificio**
- **Migliorare la ventilazione dell'edificio**

# Contaminanti biologici

**Le principali fonti di inquinamento microbiologico nei locali sono rappresentate dagli occupanti (uomo animali e piante), dalla polvere ottimo ricettacolo per i microrganismi, dalle strutture e dai servizi degli edifici. A queste fonti si aggiungono gli umidificatori ed i condizionatori d'aria che facilitano l'insediamento e la moltiplicazione dei contaminanti biologici diffusi negli ambienti.**

**I contaminanti biologici più comuni sono:**

- **I batteri e virus trasmessi dalle persone e dagli animali infettati**
- **I pollini delle piante provenienti in prevalenza dall'ambiente esterno**
- **Funghi e muffe che si formano all'interno dei luoghi per problemi di umidità**
- **Gli acari causa di allergia ed asma poiché tramite le loro feci producono potenti allergeni inalabili dal sistema respiratorio**
- **Gli allergeni degli animali domestici (gatti, cani uccelli) costituiti dalla saliva, forfora, urina che essiccati e frammentati rimangono sospesi nell'aria**

# Infezioni associate ad inquinanti indoor

- I principali mezzi attraverso i quali gli inquinanti biologici si disperdono nell'aria indoor sono rappresentati dagli stessi individui e dai sistemi di condizionamento che rappresentano l'habitat ideale per la crescita e proliferazione dei microrganismi.
- L'inquinamento microbiologico all'interno degli ambienti chiusi è considerato una fonte di trasmissione di numerose malattie infettive a carattere epidemico come influenza, varicella morbillo, polmoniti.

# Agenti patogeni indoor

- **Legionella pneumophila** batterio a trasmissione aerogena. Le riserve idriche costituiscono le principali fonti di contagio, la trasmissione della malattia non avviene da persona a persona, ma tramite il contatto diretto con il batterio presente nell'aria. Gli alti tassi di epidemicità indoor sono molto spesso dovuti alla presenza e proliferazione del batterio all'interno degli impianti di climatizzazione che risentono di scarsa pulizia e manutenzione

**Due sono le malattie più note:**

**“La malattia del Legionario” polmonite severa con incubazione di 2/10gg**

**“La febbre di Pontiac” forma similinfluenzale**

- **Aspergillus spp** è un micete frequente nell'aria degli ambienti chiusi climatizzati e con ristagno di umidità. Causa: bronchite asmatiche, polmonite, aspergilloma
- **Staphylococcus aureus, micrococcus , pseudomonas aeruginosa, proteus** sono batteri che si rinvencono negli impianti di condizionamento
- I virus sono presenti negli impianti sopra detti e causano flogosi vie respiratorie (otiti , faringiti, tracheiti, bronchiti , polmoniti ).

# Manutenzione impianti di climatizzazione

**Progettazione – costruzione – installazione**



**Consentire la pulizia interna di condotte e terminali**

**Limiti:**

**Particolato 0,19/m<sup>2</sup>**

**Germi patogeni(classi 2-3 626/94)**

**carica batterica<30000CFU/g**

**carica micotica<15000**

**Ispezione dei filtri**

# Interventi preventivi

- **Informazione e comunicazione al pubblico**
- **Formazione specializzata tecnici**
- **Funzione normativa o regolamentare**

## **Ruolo fondamentale progettista:**

- **Luogo di costruzione**
- **Studio venti dominanti**
- **Scelta del terreno(discariche –corsi d'acqua-terreni umidi)**
- **Localizzazione punti immissione aria**

## **Verifica**

- **Controllo parametri aria**
- **Scelta prodotti**
- **Localizzazione impianti**
- **Progetto della ventilazione**
- **Dispositivi evacuazione inquinanti**