

# QUALITÀ DELL'ARIA NELLE SCUOLE: UN DOVERE DI TUTTI, UN DIRITTO DEI BAMBINI

## ALLEGATI



MINISTERO DELL'AMBIENTE  
E DELLA TUTELA DEL TERRITORIO E DEL MARE



REGIONAL ENVIRONMENTAL CENTER

# INDICE

<b>1. Principali inquinanti e allergeni indoor</b>	
a. Agenti biologici	3
b. Sostanze chimiche	8
c. Agenti fisici	18
<b>2. Vivere con l'asma: alcuni consigli utili</b>	
a. A scuola	21
b. Fare sport	21
<b>3. Migliorare la qualità dell'aria usando le piante</b>	25
<b>4. Migliorare la qualità dell'aria utilizzando le vernici giuste: le vernici fotocatalitiche</b>	31
<b>5. Prevenzione e gestione per l'ambiente indoor scolastico: principali misure legislative in Italia</b>	39



# PRINCIPALI INQUINANTI E ALLERGENI INDOOR

## a. Agenti Biologici

- √ Acari
- √ Muffe
- √ Allergeni degli animali
- √ Batteri
- √ Pollini

Molti di questi contaminanti biologici sono piccoli abbastanza per essere inalati. Si possono trovare in aree che forniscono cibo e umidità (es. serpentine di raffreddamento, umidificatori, vaschette condensate, bagni non ventilati). O dove si accumula polvere (es. tendaggi, biancheria per la casa, tappeti).

## ACARI



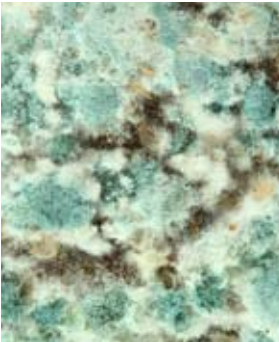
Gli acari sono stati identificati come i principali allergeni indoor. Gli acari, in particolare il *Dermatophagoides pteronyssinus* (DPP) e *Dermatophagoides farinae* (DPF), si annidano e proliferano nelle moquettes, nei tappeti, nei mobili imbottiti, nella polvere.

**Fonti.** Questo l'ambiente ideale per la crescita e proliferazione degli acari della polvere: una temperatura compresa fra i 15 e i 30 °C e un'umidità relativa che oscilla fra il 60% e l'80%.

Tali condizioni sono ben presenti nei materassi e nei cuscini, ciò è comprensibile in quanto il calore del corpo umano innalza sia la temperatura interna che l'umidità di tale materiale, inoltre esso raccoglie in abbondanza la forfora umana che è il nutrimento per gli acari.

**Effetti sulla salute.** Possono causare, nei soggetti sensibilizzati, rino-congiuntiviti e asma bronchiale. I sintomi possono manifestarsi tutto l'anno.

## MUFFE



Le muffe sono microrganismi che non appartengono né al regno vegetale né a quello animale ma a quello dei funghi. Durante la crescita producono le spore, di forma sferica e dimensioni molto piccole (assai simili a pollini), che si disperdono nell'aria durante il periodo di sporulazione (principalmente in estate e autunno) e causano i sintomi allergici.

**Fonti.** Le muffe possono crescere sia all'interno che all'esterno delle abitazioni: all'interno si ritrovano su pareti e pavimenti umidi, su carta da parati, sul terriccio e le foglie di piante ornamentali, nei sistemi di condizionamento d'aria e negli umidificatori.

La temperatura ottimale per la crescita è tra i 18-32 °C e l'umidità relativa deve essere almeno del 60%. Ricordiamo inoltre la loro possibile presenza su alimenti non adeguatamente conservati e su indumenti di lana, cotone o kapok. All'esterno delle abitazioni si ritrovano principalmente sul suolo e su vegetali in decomposizione: frutta, legno, foglie ecc.

**Effetti sulla salute.** Mentre le grandi spore ( $> 10 \mu\text{m}$ ) si depositano nelle alte vie aeree (naso e faringe) causando sintomi quali la febbre da fieno, le piccole spore (diametro  $< 10 \mu\text{m}$ , specialmente  $< 5 \mu\text{m}$ ) possono penetrare attraverso le basse vie aeree causando allergie e asma. In fine gli allergeni fungini, che hanno dimensioni ultrafini ( $< 0.1 \mu\text{m}$ ) possono penetrare fin nelle parti più profonde dell'apparato respiratorio. Questi allergeni sono proteine dei funghi di dimensioni comprese fra i 10.000 e i 50.000 Dalton che si trovano sulla superficie delle spore fungine.

L'inalazione continuativa di spore o componenti volatili di funghi filamentosi presenti nell'aria confinata può causare: allergie (asma e riniti, ipersensibilità di tipo misto, alveolite allergica estrinseca (EAA) o Pneumopatia d'ipersensibilità (HI) comparabile alla malattia del polmone dell'agricoltore).

## ALLERGENI ANIMALI

Per "derivati epidermici" degli animali si intendono generalmente proteine ad alta attività sensibilizzante proveniente da epidermide, saliva ma soprattutto forfora di animali quali: il cane, il gatto e il cavallo.



**Fonti.** Gli allergeni degli animali si concentrano particolarmente nella polvere, nei cuscini, in materassi, coperte e piumoni. Le particelle possono ritrovarsi anche in ambienti dove non vivono gli animali, in quanto trasportate dagli indumenti o dagli oggetti delle persone che sono in contatto con essi.

**Effetti sulla salute.** Nei soggetti allergici si possono indurre difficoltà nella respirazione con respiro sibilante e/o tosse, starnuti, ma anche prurito agli occhi, eczema, rinite allergica e congiuntivite.

## I BATTERI

I batteri si dividono in due categorie: i gram-negativi e i gram-positivi. I primi producono l'endotossina che è una componente integrale di tali batteri, quindi i livelli di endotossina sono direttamente correlati con la presenza di batteri gram-negativi.



<sup>1</sup> Serie di sintomi riportati dagli occupanti di un edificio associati alla permanenza nell'edificio stesso. Si manifesta con malessere, effetti irritativi e disagio sensoriale.

<sup>2</sup> Patologie per le quali vi è una diretta correlazione con la permanenza all'interno di un edificio e per le quali, a differenza della "sindrome dell'edificio malato", si conosce lo specifico agente eziologico presente all'interno dell'ambiente confinato.

Questa è una sostanza infiammatoria associata con patologie tipiche dell'inquinamento indoor come la "sindrome dell'edificio malato" e la "malattia correlata all'edificio"<sup>2</sup>. I batteri gram-positivi comprendono invece varie specie come quelle degli Stafilococchi e dei Micrococchi, il cui vettore principale è l'uomo ma si trovano anche in situazioni di elevata umidità come quella presente nei sistemi di condizionamento e deumidificazione e in costruzioni danneggiate. In molti casi la presenza di questi batteri indica la presenza dell'uomo e le loro concentrazioni sono elevate in edifici altamente popolati.

**Fonti.** I batteri sono trasmessi dalle persone e dagli animali ma presenti anche in luoghi con condizioni di temperatura e umidità che ne favoriscono la crescita.

**Effetti sulla salute.** Gli effetti sulla salute sono diversi a seconda del batterio. L'aria può essere un veicolo di molti batteri come alcune specie di Legionella Pneumophilla, Pseudomonas, Acinetobacter, Staphilococcus e Candida. Questi infatti si moltiplicano e si propagano negli impianti di condizionamento dell'aria e negli impianti idro-sanitari, determinando la possibilità di provocare contagi di polmonite e altre gravi patologie.

## POLLINI

Il polline è una componente essenziale nel ciclo di vita degli organismi vegetali più evoluti che hanno sviluppato la capacità di produrre semi. Il polline è la cellula riproduttrice (gametofito) maschile che viene diffusa dalle piante e trasportata da insetti, animali e dal vento per fecondare l'apparato riproduttore femminile di un'altra pianta della stessa specie.

È considerato una sostanza allergenica tipicamente outdoor, ma grazie alla sua grande capacità di diffusione e trasporto e alla proprietà di rimanere sospeso a lungo nell'aria, viene considerato anche un inquinante indoor.

**Fonti.** Poiché il polline proviene principalmente dalle piante esterne, i livelli indoor sono generalmente molto più bassi rispetto a quelli outdoor. Il polline può penetrare negli ambienti confinati attraverso



porte, finestre e fessure, oppure depositato su abiti, scarpe e animali domestici.

Tra le famiglie vegetali implicate nell'allergia al polline (detta anche pollinosi) vi sono: le graminacee (frumento, segale, orzo, gramigna, logliarello), periodo di fioritura che va da marzo a settembre; le oleacee (olivo, frassino), che hanno periodi di fioritura tra aprile e luglio; le betullacee (betulla, ontano), che hanno una pollinazione tra febbraio e maggio; le salicacee (salice, pioppo), che presentano una fioritura compresa tra febbraio e aprile; le platanacee (platano), con periodi di fioritura che vanno da febbraio ad aprile; le fagacee (faggio, castagno, rovere, leccio, quercia), con periodi di fioritura compresi tra marzo e maggio; le urticacee (parietaria), che sono spesso causa di manifestazioni allergiche tra aprile ed ottobre; le composite (assenzio, margherita, girasole), che presentano periodi di fioritura da agosto a ottobre.

**Effetti sulla salute.** L'effetto sanitario principale dovuto all'esposizione ai pollini è l'allergia. I sintomi caratteristici sono: rinite, congiuntivite, tosse, dispnea e asma.

# PRINCIPALI INQUINANTI E ALLERGENI INDOOR

## b. Sostanze Chimiche

I principali inquinanti chimici indoor sono:

- ✓ Biossido di carbonio ( $\text{CO}_2$ )
- ✓ Monossido di carbonio (CO)
- ✓ Diossido di azoto ( $\text{NO}_2$ )
- ✓ Diossido di zolfo ( $\text{SO}_2$ )
- ✓ Composti Organici Volatili (VOC)
- ✓ Formaldeide
- ✓ Benzene
- ✓ Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA)
- ✓ Ozono ( $\text{O}_3$ )
- ✓ Particolato aerodisperso  
( $\text{PM}_{10}$  -  $\text{PM}_{2.5}$ )
- ✓ Fumo di tabacco ambientale
- ✓ Amianto





## BIOSSIDO DI CARBONIO (CO<sub>2</sub>)

È un gas incolore e inodore prodotto dalla combustione del carbonio, da processi metabolici umani e da tutti i processi di combustione di carburanti di carbonio (es. veicoli a motore).

**Fonti.** Nelle aule scolastiche la più grande fonte di emissione di CO<sub>2</sub> è l'aria espirata. A concentrazioni superiori a 1,5% (15.000 PPM) causa disturbi di concentrazione.

**Effetti sulla salute.** La CO<sub>2</sub> presenta effetti tossici acuti immediati sull'apparato respiratorio: per tempi di esposizione fino a 15 minuti e per concentrazioni in atmosfera che raggiungono il 5% la CO<sub>2</sub> provoca vasocostrizione e incremento della attività respiratoria; per concentrazioni > 10% provoca paralisi respiratoria e svenimento; mentre per concentrazioni > 25% determina il decesso immediato.

## MONOSSIDO DI CARBONIO (CO)

Prodotto da ossidazione incompleta del carbonio nei processi di combustione. È un gas incolore e inodore.

**Fonti.** I dispositivi di combustione consumati o scarsamente regolati e gestiti (es. caldaie, forni) o un condotto di scarico impropriamente graduato, ostruito, staccato o anche gas di scarico di veicoli a motore da garage e/o strade e/o parcheggi prossimi agli edifici scolastici.

**Effetti sulla salute.** La tossicità del monossido di carbonio è dovuta alla maggiore affinità di legarsi all'emoglobina (formando la carbossiemoglobina (COHb) rispetto all'ossigeno e alla conseguente riduzione del trasporto di ossigeno nel sangue. Basse concentrazioni di monossido di carbonio nell'aria causano senso di affaticamento e dolori al torace nei cardiopatici; a concentrazioni moderate problemi di coordinamento, mal di testa, nausea, vertigini. L'esposizione ad alte concentrazioni può essere mortale.

## DIOSSIDO DI AZOTO (NO<sub>2</sub>)

Gli ossidi di azoto sono gas tossici e l'NO<sub>2</sub> è anche un reattivo ossidante altamente corrosivo.

**Fonti.** Le fonti primarie indoor sono i processi di combustione (es. apparecchi di combustione mal funzionanti come stufe a gas, saldatura e fumo di tabacco). Le fonti primarie outdoor sono i veicoli



e alcuni macchinari specifici per la cura dei giardini e dei prati.

**Effetti sulla salute.** Il diossido di azoto è un gas irritante per le mucose degli occhi, del naso, della gola e delle vie respiratorie. Un'alta dose d'esposizione a  $\text{NO}_2$  può causare edema polmonare e lesioni polmonari diffuse. Una continua esposizione a elevati livelli di  $\text{NO}_2$  può contribuire allo sviluppo di bronchite acuta o cronica.  $\text{NO}_2$  a basso livello di esposizione può causare aumento della reattività bronchiale in alcuni asmatici, riduzione della funzione polmonare nei pazienti con malattia polmonare ostruttiva cronica, e aumento del rischio di infezioni respiratorie, specialmente nei bambini piccoli.

### DIOSSIDO DI ZOLFO ( $\text{SO}_2$ )

Il biossido di zolfo (anidride solforosa,  $\text{SO}_2$ ) è un gas incolore e idrosolubile, irritante, non infiammabile e dall'odore pungente. Deriva dalla ossidazione dello zolfo nel corso dei processi di combustione delle sostanze che contengono questo elemento sia come impurezza (ad esempio i combustibili fossili), che come costituente fondamentale. Essendo più pesante dell'aria tende a stratificarsi nelle zone più basse.

**Fonti.** Le principali sorgenti naturali sono rappresentate dai vulcani che contribuiscono ad aumentare le concentrazioni ambientali, mentre le fonti antropiche, come per il particolato, derivano dalla combustione di combustibili solidi (carbone) o liquidi (petrolio) utilizzati per il riscaldamento domestico, per gli autoveicoli o per usi industriali (emissioni dai processi di lavorazione di materie plastiche, desolforazione dei gas naturali, arrostimento delle piriti e incenerimento dei rifiuti). In ambienti indoor, come per gli altri prodotti di combustione, la concentrazione dipende dalla presenza di sorgenti interne che sono legate all'utilizzo di stufe, forni, impianti di riscaldamento a gas e a cherosene e al fumo di tabacco. Le concentrazioni di  $\text{SO}_2$  negli ambienti confinati sono solitamente molto più basse di quelle riscontrate nell'aria, sia perché il  $\text{SO}_2$  viene assorbito sulle superfici di tendaggi e arredi, sia perché viene neutralizzato dall'ammoniaca presente negli ambienti indoor conseguente alla presenza dell'uomo.

**Effetti sulla salute.** A basse concentrazioni i danni conseguenti



a esposizione a biossido di zolfo sono principalmente a carico dell'apparato respiratorio (bronchiti croniche, asma e tracheiti) e della cute e delle mucose. Brevi esposizioni ad alte concentrazioni possono provocare tachipnea, tachicardia, irritazioni degli occhi, naso e gola.

## COMPOSTI ORGANICI VOLATILI (VOC)

Con la denominazione di Composti Organici Volatili (VOC) viene indicato un insieme di sostanze in forma liquida o di vapore, con un punto di ebollizione che va da un limite inferiore di 50-100 °C a un limite superiore di 240-260 °C. Il termine "volatile" indica proprio la capacità di queste sostanze chimiche a evaporare facilmente a temperatura ambiente.

**Fonti indoor.** Prodotti per la pulizia; pitture e prodotti associati; pesticidi, insetticidi e disinfettanti; colle e adesivi; prodotti per la persona e cosmetici; prodotti per l'auto; mobili e tessuti; materiali da costruzione; stampanti e fotocopiatrici; fumo di tabacco. Le sorgenti outdoor: emissioni industriali e degli autoveicoli.

**Effetti sulla salute.** L'esposizione ai VOC può causare effetti acuti, che a seconda delle concentrazioni possono manifestarsi con irritazioni agli occhi, al naso e alla gola, mal di testa, nausea, vertigini, crisi di asma. Esposizioni a concentrazioni elevate, invece, possono causare effetti cronici come insufficienza renale o epatica, danni al sistema nervoso centrale, e cancro. Fra i Composti Organici Volatili (VOC), la causa più frequente di disagi negli ambienti interni è la:

## FORMALDEIDE

È un gas incolore con caratteristico odore pungente e irritante che agisce sugli occhi e le vie respiratorie.

**Fonti principali.** Tappezzerie, truciolati, isolanti, coloranti, materie plastiche, moquette, tessuti, detersivi, conservanti, disinfettanti e fumo di tabacco.

**Effetti sulla salute.** La formaldeide, essendo molto solubile in acqua, provoca facilmente irritazione alle mucose con cui viene a contatto. Sono così interessati naso, gola e vie respiratorie, occhi, cute. L'esposizione può anche avere delle conseguenze a livello neurologico, manifestandosi con stanchezza, angoscia, emicranie, nausea, sonnolenza o vertigini. L'intossicazione acuta è nota soprattutto



per ingestione accidentale. Elevate concentrazioni possono portare rapidamente anche al decesso. L'intossicazione cronica è stata osservata per lo più per inalazione o per contatto. La formaldeide è un composto cancerogeno.

## BENZENE

Il benzene è un idrocarburo aromatico presente nei prodotti derivati dal carbone e dal petrolio. A temperatura ambiente si presenta come un liquido incolore che evapora all'aria molto velocemente, come tutti i Composti Organici Volatili (VOC) è caratterizzato da un odore pungente e dolciastro che può essere percepito dalla maggior parte delle persone a concentrazione di 1,5-4,7 ppm. È una sostanza altamente infiammabile, ma la sua pericolosità è dovuta principalmente al fatto che è un cancerogeno riconosciuto per l'uomo.

**Fonti indoor.** Il fumo di tabacco, la combustione domestica incompleta del carbone e del petrolio e dai vapori liberati dai prodotti contenenti benzene, come colle, vernici, cere per mobili, detersivi.

**Fonti outdoor.** I gas esausti dei veicoli a motore e dalle emissioni industriali proviene dalla combustione di prodotti naturali.

**Effetti sulla salute.** L'esposizione al benzene avviene essenzialmente per inalazione e può verificarsi anche per contatto cutaneo o ingestione.

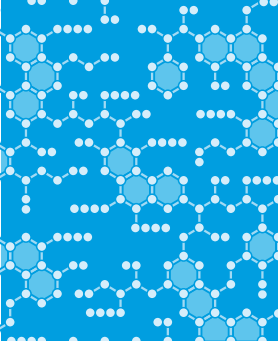
Brevi esposizioni a elevate concentrazioni (10.000-20.000 ppm) causano effetti tossici acuti e possono condurre alla morte. Concentrazione più basse (700-3.000 ppm) possono causare vertigini, sonnolenza, aumento del battito cardiaco, tremori, confusione e perdita di coscienza.

Esposizione a concentrazioni minori ma più prolungate nel tempo possono causare disturbi della memoria e alterazioni psichiche. L'esposizione ripetuta a concentrazioni di benzene di qualche ppm per decine di anni può causare il cancro.

## IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI (IPA)

Gli Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA) sono un'ampia gamma (circa 500) di composti organici con due o più anelli benzenici condensati. A causa della loro minore volatilità non sono considerati VOC, tranne





alcune eccezioni (naftalene), e vengono bensì classificati come composti organici semi volatili (SVOC). Gli IPA costituiti da tre a cinque anelli possono essere presenti in atmosfera sia come gas che come particolato, mentre quelli caratterizzati da cinque o più anelli tendono a presentarsi per lo più in forma solida. Si caratterizzano per il loro basso grado di solubilità in acqua, l'elevata capacità di aderire a materiale organico e la buona solubilità nei lipidi e in molti solventi organici.

**Fonti.** Le sorgenti degli IPA sono esterne; essi derivano prevalentemente dalla combustione di combustibili fossili e dai processi industriali. Altre sorgenti temporanee sono gli incendi di foreste e di campi agricoli. Le sorgenti indoor sono rappresentate dai forni a legna, dai caminetti e dal fumo di tabacco. Altre fonti indoor sono i fumi dei cibi cucinati sulle fiamme, affumicati ecc.

**Effetti sulla salute.** Le proprietà tossicologiche variano in funzione della disposizione spaziale e del numero di anelli condensati. Il benzo[a]pirene (BaP) è quello maggiormente studiato e le informazioni sulla tossicità e l'abbondanza degli IPA sono spesso riferite a questo composto. Tali sostanze hanno azione cancerogena.

## OZONO (O<sub>3</sub>)



L'ozono è un gas di colore azzurro pallido, velenoso, instabile e dall'odore pungente. È presente negli strati alti dell'atmosfera (stratosfera, a 15-60 km di altezza), ma anche, in piccole quantità, nell'aria che respiriamo (troposfera). Lo strato di ozono presente nella stratosfera ha un effetto protettivo dalle radiazioni ultraviolette del sole; quello presente nella troposfera, invece, contribuisce all'inquinamento dell'aria, è nocivo per l'uomo e per l'ambiente. L'ozono nella bassa atmosfera, si forma a causa di reazioni, in presenza di luce solare, di ossidi di azoto e sostanze organiche volatili, detti per questo "precursori" dell'ozono troposferico in presenza di radiazione solare. Ben si comprende come l'ozono sia un inquinante preoccupante soprattutto nei periodi estivi nell'Europa mediterranea, in cui si presentano le condizioni favorevoli (forti insolazioni, scarsa ventilazione) alla formazione di ozono.

**Fonti.** Le fonti indoor di ozono sono rappresentate da apparecchiature

funzionanti ad alta tensione o per mezzo di raggi ultravioletti, come fotocopiatrici, stampanti laser o lampade ultraviolette ma anche da alcuni tipi di depuratori d'aria. In assenza di specifiche sorgenti interne e nelle normali condizioni di ventilazione degli edifici, la principale sorgente di ozono indoor è costituita dall'aria esterna.

**Effetti sulla salute.** L'esposizione all'ozono non avviene per ingestione o per assorbimento transdermico poiché la reattività chimica dell'ozono è così elevata che la sua emivita nei solidi o nei liquidi è quasi trascurabile. L'esposizione nell'uomo avviene per via inalatoria. L'assorbimento per via nasale od orale è sovrapponibile ed è circa il 30-40% dell'inalato. Il 20% dell'ozono inalato viene rimosso dalle vie aeree superiori.

L'O<sub>3</sub> essendo un potente antiossidante reagisce con numerosi componenti cellulari e materiali biologici a concentrazioni minime e può provocare reazioni variabili da individuo a individuo. I sintomi più frequenti sono tosse, irritazione della gola, dolore all'inspirazione profonda, dolore retrosternale, cefalea e nausea, inoltre l'esposizione è causa di aumento della iperreattività bronchiale.

Gli effetti a breve termine comprendono: aumento della reattività delle vie aeree, infiammazione delle vie aeree, riduzione della funzionalità respiratoria, aggravamento di patologie già esistenti, come asma, aumento dei ricoveri per cause respiratorie ed eccesso di mortalità. A basse concentrazioni, la sensibilità all'ozono si manifesta con stanchezza, mal di testa, limitazione delle capacità respiratorie e a concentrazioni più elevate, con tosse e irritazioni delle mucose.

### **PARTICELLE SOTTILI (PM<sub>2,5</sub>)**

Il PM<sub>2,5</sub> è una componente dello scarico di motori diesel e la loro dimensione è inferiore a 2,5 micron di diametro. Possono consistere in una piccola goccia solida o liquida contenente residui di varia natura.

**Fonti.** La fonte principale è il traffico veicolare, nei mesi invernali è rilevante anche il contributo proveniente dalle emissioni degli impianti di riscaldamento domestico. La cottura di cibi, i prodotti detergenti per la casa, i lavori domestici e la presenza di persone causa la risospensione di particelle grossolane.

**Effetti sulla salute.** Il PM<sub>2,5</sub> è associato a una varietà di effetti gravi per



la salute, tra cui malattie polmonari, asma e altri problemi respiratori. I bambini sono particolarmente sensibili all'inquinamento da particolato atmosferico. Le particelle sottili, rappresentano il più grande rischio per la salute, perché possono passare attraverso il naso e la gola e depositarsi nei polmoni. Ne consegue un effetto irritante per le vie respiratorie (asma, bronchite cronica, riduzione della funzione polmonare, ostruzione degli alveoli ecc.), disturbi cardiaci e la possibilità di indurre alterazioni nel sistema immunitario, favorendo il manifestarsi di malattie croniche, ad esempio una maggior sensibilità agli agenti allergenici.

## FUMO DI TABACCO



L'esposizione al fumo di tabacco ambientale (o fumo passivo) è riferita alla respirazione del fumo espirato da altre persone, prodotto durante la combustione di prodotti a base di tabacco. È costituito da una componente detta "mainstream" vale a dire dal fumo inalato ed espirato dal fumatore e dalla componente detta "sidestream" emessa dalla sigaretta. Il fumo di tabacco ambientale (ETS) è generato dalla combustione dei prodotti del tabacco. L'ETS è composto da correnti di fumo laterali (SS) emesse dal tabacco che brucia e dal fumo esalato nelle correnti principali dai fumatori (MS). Quando una sigaretta viene fumata, approssimativamente metà del fumo generato è SS e l'altra metà MS. ETS, SS e MS sono un complesso di miscele di oltre 4.000 sostanze. Questi comprendono più di 40 elementi noti o sospettati di cancerogenesi umana, come 4-aminobifenile, 2-naftilamina, benzene, nickel, e una varietà di idrocarburi aromatici policiclici (PAHs) e N-nitrosamina. Sono presenti anche un numero di irritanti, come ammoniacca, ossido di azoto, diossido di zolfo e varie aldeidi e intossicanti cardiovascolari, come monossido di carbonio, nicotina e alcuni PAHs.

**Fonti.** L'unica fonte di ETS è la combustione dei prodotti del tabacco. L'unica via di esposizione di interesse per l'ETS è l'inalazione.

**Effetti sulla salute.** Il fumo attivo è la principale causa prevedibile di morbosità e mortalità, in Italia come in tutto il mondo occidentale. Il fumo passivo è stato classificato dall'EPA (U.S. Environmental Protection Agency) e dall'IARC (Agenzia Internazionale per la

Ricerca sul cancro) come una delle cause che provoca cancro nei non fumatori.

**Effetti non cancerogeni.** Vi è un'associazione tra ETS e sintomi respiratori cronici o malattie polmonari croniche ostruttive, compresa l'asma. Il fumo è responsabile di una quota considerevole delle patologie respiratorie dell'infanzia, dall'otite, all'asma, alla broncopolmonite.

Il fumo attivo delle donne in gravidanza, o l'esposizione a fumo passivo, causa una significativa riduzione del peso alla nascita, è associato alle morti improvvise del neonato (SIDS, Sudden Infant Death Syndrome è l'improvvisa, inaspettata ed inspiegabile morte, di solito durante il sonno, dei neonati con un'età compresa tra 1 mese e 1 anno).

**Effetti cardiovascolari.** Una ridotta capacità di trasporto dell'ossigeno che causa una ridotta tolleranza allo sforzo e ischemica, un aumento dell'attivazione piastrinica, danno endoteliale, alterazione dei livelli di lipoproteina ed inspessimento della parete arteriosa, che può provocare aterosclerosi e, nel caso di attivazione piastrinica, trombosi. Ischemia, aterosclerosi e trombosi aumentano il rischio di infarto al miocardio e di altri gravi effetti cardiovascolari.

## PIOMBO (PB)

Il piombo è un metallo altamente tossico.

**Fonti.** Acqua potabile, cibo, suolo, polvere e aria, vernice a base di piombo.

**Tossicità.** Il piombo può causare gravi danni a cervello, reni, sistema nervoso e globuli rossi. I bambini sono particolarmente vulnerabili. L'esposizione al piombo in bambini può provocare i ritardi nello sviluppo fisico, bassi livelli di quoziente intellettivo, diminuzione dell'attenzione ed aumento di problemi comportamentali.



## AMIANTO

“Amianto” è un termine generico che racchiude un gruppo di silicati (minerali contenenti silicio) in forma fibrosa, resistenti al calore, all'umidità e agli agenti chimici. Il termine asbesto equivale totalmente ad amianto e i due termini vengono usati indifferentemente. I principali minerali si possono dividere in due gruppi in base alla struttura





**cristallina:** fibre anfiboliche (di forma lineare che penetrano fino agli alveoli polmonari); fibre serpentine (struttura a foglio o a strato e sono più facilmente intercettate dai bronchi e bronchioli).

**Fonti principali.** L'amianto ha avuto largo impiego nell'edilizia (lastre o pannelli, per tubazioni, per serbatoi e canne fumarie, rivestimento di strutture metalliche e travature, intonaci, pannelli per controsoffittature, pavimenti costruiti da vinil-amianto) nell'industria (materia prima per molti manufatti e oggetti, isolante termico nei cicli industriali ad alte e basse temperature, materiale fonoassorbente) nei prodotti di uso domestico (asciugacapelli, forni e stufe, ferri da stiro, guanti da forno, teli da stiro, elementi frangi-fiamma, cartoni posti a protezione degli impianti di riscaldamento, sportelli delle caldaie, nelle tende oscuranti e ignifughe) nei mezzi di trasporto (coibentazione di treni, navi e autobus, freni e nelle frizioni, schermi paraframma, guarnizioni).

**Effetti sulla salute.** Gli effetti sanitari dovuti all'amianto sono legati alla sua natura fibrosa: le particelle fibrose che si liberano sono talmente sottili che, inalate, possono raggiungere gli alveoli polmonari; inoltre possono rimanere in sospensione nell'aria anche a lungo. L'esposizione alle fibre di amianto è associata a malattie dell'apparato respiratorio (asbestosi, carcinoma polmonare) e delle membrane sierose, principalmente la pleura e il peritoneo (mesoteliomi). Esse si manifestano dopo molti anni dall'esposizione: da 10-15 per l'asbestosi ad anche 20-40 per il carcinoma polmonare e il mesotelioma. Secondo la classificazione dell'IARC (Agenzia Internazionale per la Ricerca sul Cancro), l'amianto è considerato sostanza cancerogena.

# PRINCIPALI INQUINANTI E ALLERGENI INDOOR

## c. Agenti Fisici

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

- ✓ Radon
- ✓ Campi elettromagnetici (CEM)
- ✓ Rumore





## RADON

Il Radon è un gas radioattivo, appartenente alla famiglia dei cosiddetti gas nobili o inerti, incolore, estremamente volatile prodotto dal decadimento di tre nuclidi capostipiti che danno luogo a tre diverse famiglie radioattive; essi sono il Thorio 232, l'Uranio 235 e l'Uranio 238. È incolore, inodore e insapore. Viene prodotto per “decadimento nucleare” dal radio che a sua volta proviene dall'uranio.

**Fonti.** Il radon è un gas inerte, pertanto non reagisce chimicamente con l'ambiente che lo circonda. Il Radon viene generato continuamente da alcune rocce della crosta terrestre e in particolar modo da lave, tufi, pozzolane, alcuni graniti ecc.

**Effetti sulla salute.** Il radon è un agente cancerogeno. L'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS), attraverso l'Agenzia Internazionale per la Ricerca sul Cancro (IARC), ha classificato fin dal 1988 il radon nel Gruppo 1. Il principale effetto sanitario è il cancro del polmone.

## CAMPI ELETTROMAGNETICI

Il termine elettrosmog è stato coniato nel 1980 e comprende tutti i campi elettrici magnetici ed elettromagnetici che l'opinione pubblica crede possano avere effetti biologici.

**Fonti:**

**campi di frequenza estremamente bassa (ELF), (da >0 a 300 Hz):** tutti i dispositivi impiegati nella generazione, distribuzione e utilizzazione dell'energia elettrica come computer ed elettrodomestici (di norma 50 o 60 Hz);

**campi a frequenza intermedia (IF), (da >300 Hz a 10 MHz):** dispositivi antifurto e di sicurezza, caloriferi a induzione e unità display video;

**campi a radiofrequenza e microonde, (da >10 MHz a 300 GHz):** telefoni cellulari e trasmettenti per telecomunicazioni, radar e unità diatermiche e uso medico, forni a microonde.

**Effetti sulla salute.** Gli effetti di campi elettrici o magnetici a bassa frequenza e dei campi elettromagnetici ad alta frequenza sono diversi. I campi elettrici ad alta intensità e bassa frequenza causano formicolio della cute, mentre quelli ad alta frequenza penetrano nel



corpo stimolando le cellule muscolari e nervose. A seconda della loro frequenza i campi elettromagnetici ad alta frequenza possono penetrare nel corpo a differenti profondità. L'assorbimento delle radiazioni causa un effetto termico.

## RUMORE

Il rumore è ormai considerato un importante problema ambientale soprattutto per gli effetti nocivi sulla salute.

**Fonti.** Le principali sorgenti del rumore ambientale sono rappresentate dal traffico stradale (autostrade, strade urbane, camion, motocicli), dal traffico su rotaie (ferrovie, metro, tram); dal traffico aereo (civile, militare) e dalle industrie.

**Effetti sulla salute.**

✓ **Effetti uditivi:** un'esposizione continuativa a rumore tra 85-90 dB(A), particolarmente in campo industriale, può comportare progressiva perdita dell'udito, con incremento della soglia dell'udito. La riduzione dell'udito conseguente al rumore è una diretta conseguenza degli effetti dell'energia sonora sull'orecchio interno.

✓ **Effetti extrauditivi:** disturbo del sonno e del riposo, interferenza con la comunicazione verbale, effetti psicofisiologici, effetti sulla salute mentale, sulle prestazioni e sull'apprendimento, disturbo o fastidio generico (annoyance: sentimento di scontentezza riferito al rumore che l'individuo sa o crede che possa agire su di lui in modo negativo. "Cosa e Vicoli 1998").



# VIVERE CON L'ASMA: ALCUNI CONSIGLI UTILI

a. A scuola

b. Fare sport



## a. A SCUOLA

**Informare preventivamente gli insegnanti e personale non docente** dei possibili rischi per un bambino asmatico e della potenziale gravità di crisi a cui potrebbe andare incontro il bambino, possibilmente attraverso una certificazione del pediatra curante in cui vengano specificati terapie in atto e istruzioni da seguire in caso di necessità ed eventuali alimenti e farmaci a cui il bambino fosse allergico.



- ✓ **Il bambino deve sempre portare con sé i farmaci** necessari sia nei normali giorni di scuola sia in occasione di gite.
- ✓ **La mensa scolastica deve essere debitamente allertata** su eventuali diete particolari e quindi su componenti da evitare nella preparazione del pasto.
- ✓ **È opportuna una pulizia e una detersione costante e scrupolosa dei locali scolastici**, in particolare per evitare la proliferazione di acari e muffe.
- ✓ **L'istruttore di educazione fisica dovrebbe sostenere la partecipazione del bambino alle attività** (meglio se non all'aria aperta) accertandosi che porti con sé e assuma preventivamente i farmaci eventualmente necessari, prestando comunque attenzione alla possibile insorgenza, nel corso della lezione, di sintomi tali da imporne l'immediata sospensione.

## b. FARE SPORT

Il bambino **in età prescolare** vive l'attività fisica in modo spontaneo, privilegiandone l'aspetto ludico.

**In età scolare** tale attività tende a organizzarsi progressivamente fino ad acquistare il carattere di competizione e a sfociare, in alcuni casi, nell'agonismo. È quindi fondamentale far sì che tale esigenza motoria sia un contributo per l'armonico sviluppo fisico e psichico del bambino.

Il compito del genitore/educatore diviene particolarmente delicato nel momento in cui si trova di fronte a bambini con malattie respiratorie, asma in particolare.



In tal caso è fondamentale rivolgersi al pediatra per una corretta gestione di una problematica che può influenzare pesantemente l'attività fisica del bambino.

L'esercizio fisico, infatti, è spesso causa di crisi di asma nei soggetti asmatici, in particolare nei bambini e negli adolescenti, e si profila come una condizione che limita le abitudini di vita.

La paura di crisi asmatiche indotte dall'esercizio fisico porta i genitori a un comportamento iperprotettivo innescando un circolo vizioso che si ripercuote sulla malattia stessa, favorendo la sedentarietà, l'obesità e il progressivo isolamento del bambino.

D'altra parte l'asma bronchiale, opportunamente trattata, non rappresenta un grosso limite all'esercizio fisico. Il pediatra saprà fornire la terapia e le indicazioni più appropriate.



In ogni caso vanno tenute in considerazione alcune precauzioni e regole generali di base.

- ✓ Valutare con il pediatra la possibilità di effettuare attività fisica e le relative modalità (tipo di esercizi, durata, precauzioni).
- ✓ L'educatore deve essere informato della patologia del bambino, delle indicazioni del pediatra relative all'attività fisica, alle precauzioni necessarie e delle modalità di intervento in caso di crisi.
- ✓ Evitare l'attività fisica in ambienti dove è presente una forte carica allergenica, come nelle palestre con moquette, oppure, per i soggetti sensibili ai pollini, in campagna durante il periodo di fioritura delle piante.
- ✓ Evitare l'attività in ambienti ad alto inquinamento (in mezzo al traffico in città) e in condizioni climatiche rigide: privilegiare un ambiente caldo e umido.
- ✓ Non tutti gli sport sono uguali: le caratteristiche per la quali una attività può provocare più facilmente una crisi asmatica sono:
  - ✓ l'attività aerobica;
  - ✓ un'intensità sub-massimale continuativa;
  - ✓ una durata superiore a 6-8 minuti.



### Gli sport meglio tollerati e quindi preferibili sono:

- ✓ *quelli che non comportano iperventilazione e respirazione orale con mancato “condizionamento nasale”;*
- ✓ *sport di potenza e destrezza che comportano sforzi di breve durata e con scarso incremento della frequenza respiratoria;*
- ✓ *vale comunque il principio che il bambino che presenta asma da sforzo è un bambino con un’asma non ben controllata e vanno quindi avvisati la famiglia e il medico curante in modo da poter cambiare o integrare il regime terapeutico.*

L'aumento della frequenza respiratoria (iperventilazione), inoltre, comporta obbligatoriamente una respirazione attraverso la bocca: particolare attenzione dovrebbe essere posta al mantenimento di una funzione ottimale del naso e dei seni paranasali.

- ✓ **Effettuare sempre il preriscaldamento:** un periodo di preriscaldamento, anche se non particolarmente intenso (almeno 10 minuti) prima dell’inizio dell’attività sportiva, può evitare l’insorgenza di asma da sforzo.
- ✓ **L’interruzione dell’attività fisica deve avvenire con gradualità.**
- ✓ **Allenamento con carichi di lavoro submassimale per aumentare la massima capacità di sforzo,** elevare la soglia anaerobica, ridimensionare il livello di ventilazione per un determinato sforzo.
- ✓ **Utilizzare il naso come “condizionatore”:** la respirazione attraverso il naso, finalizzata a filtrare, riscaldare e umidificare l’aria, è essenziale per prevenire il verificarsi di asma da sforzo.
- ✓ **Sospendere l’attività fisica in caso di infezioni respiratorie (per esempio raffreddore, influenza) e valutare con il pediatra quando riprenderla.**
- ✓ **Porre attenzione al fattore obesità che costituisce un fattore negativo. Il bambino asmatico sovrappeso presenta un facile “affaticamento” per un più basso livello di impegno fisico.**





**MIGLIORARE  
LA QUALITÀ  
DELL'ARIA  
USANDO  
LE PIANTE**



# UTILIZZO DI PIANTE MANGIAVELENI



Scienziati della NASA, nel corso di studi sul riciclaggio dell'aria e delle acque di scarico, si chiesero come faceva la Terra a produrre e a mantenere pulita l'aria: attraverso i processi biologici delle piante. Partendo da queste conoscenze di base gli esperti iniziarono a studiare strutture ecologiche chiuse con il fine di supportare le funzioni vitali. Scoprirono in tal modo che le piante d'appartamento erano in grado di depurare e rinnovare l'aria all'interno di camere a tenuta stagna.

Le piante d'appartamento possono, quindi, diventare una componente integrante e indispensabile dell'edificio ecologicamente sano. La coltivazione delle piante negli interni e all'esterno degli edifici può essere la cura più efficace per migliorare il benessere psicologico e fisico dell'uomo. Esse hanno non solo un aspetto decorativo ma rendono l'ambiente confortevole e sembra che esercitino un effetto calmante. La presenza di alcune piante da appartamento, si è visto, riduce anche l'inquinamento indoor.

Nel 1980 il centro spaziale John C. Stennis della NASA scoprì che le piante d'appartamento erano in grado di eliminare le sostanze chimiche dall'atmosfera di camere di sperimentazione a tenuta stagna. Venne quindi finanziato dall'Associated Landscape Contractors of America (ALCA - un'associazione statunitense di vivai e floricoltori) insieme alla NASA uno studio della durata di due anni per valutare l'efficacia, di 12 specie di piante comuni d'appartamento, nel rimuovere formaldeide, benzene e tricloroetilene dall'atmosfera di ambienti isolati. Gli studi erano indirizzati a ricercare possibili soluzioni per la eliminazione di tali sostanze, in previsione di lunghi soggiorni di equipaggi umani in stazioni spaziali permanenti.

Le piante danno colore all'appartamento, emanano un buon profumo e hanno anche effetti benefici per la salute. "Studi condotti su cinquanta tra le principali piante da appartamento, per testarne la capacità di assorbimento degli inquinanti presenti negli ambienti

chiusi”, spiega, “hanno dimostrato che alcune riescono a eliminare sostanze tossiche per l’organismo, quali la formaldeide, lo xilene o il benzene, contenuti nei materiali per l’edilizia e l’arredamento. Le più efficaci”, prosegue la ricercatrice dell’Ibimet-Cnr, “sono la dracena, il filodendro, lo spatifillo e la gerbera, che assorbono più dell’80% di inquinanti indoor. Attive anche l’aloe, il ciclamino, la begonia e la “stella di Natale”.



Per approfondire ulteriormente questi studi, la NASA creò la “biocasa”, un prototipo di abitazione ermeticamente isolato e costruito con materiali sintetici che effettivamente dava sintomi di intolleranza (bruciore agli occhi, e alla gola e difficoltà respiratorie) alle persone che vi entravano. I ricercatori prelevarono alcuni campioni d’aria sia prima sia dopo aver introdotto delle piante d’appartamento. Le analisi dell’aria effettuate dopo diversi giorni dimostrarono un effettiva riduzione delle sostanze volatili nocive. Le persone che entrarono nella casa sperimentale dopo la permanenza delle piante non accusavano più gli stessi spiacevoli sintomi. Le piante possono diventare così una componente molto incisiva nel processo di purificazione dell’aria di ambienti chiusi.

La straordinaria capacità di queste piante può essere vantaggiosamente sfruttata anche nelle nostre case, dove tante sono le fonti di inquinamento che avvelenano l’aria domestica: i mobili in truciolato, i collanti, gli smacchiatori.

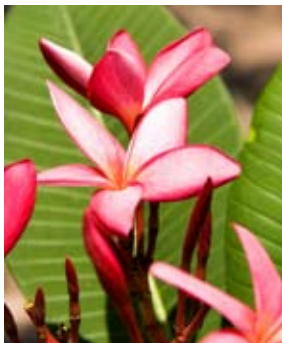
In passato le piante d’appartamento erano ricercate solo per la loro bellezza e per il loro valore terapeutico dal punto di vista psicologico; oggi la loro proprietà di migliorare la qualità dell’aria che respiriamo è un fatto scientificamente accertato.

La formaldeide è la tossina più comune presente nell’aria degli ambienti chiusi, la proprietà di eliminare tale sostanza è stata utilizzata come standard di riferimento per assegnare una valutazione agli esemplari studiati. La tabella seguente mostra i tassi di rimozione di formaldeide di 50 specie di piante studiate da Wolverton.

Pianta	µg/h	Pianta	µg/h
Felce di Boston ( <i>Nephrolepis exaltata</i> )	████████████████████	Aglaomena	████████
Crisantemo ( <i>Chrysanthemum</i> )	██████████████████	Falangio ( <i>Chlorophytum</i> )	████████
Gerbera	██████████████████	Banano nano ( <i>Musa cavendishii</i> )	████████
Palma dattero nana ( <i>Phoenix roebelenii</i> )	██████████████████	Filodendro Emerald ( <i>Philodendron 'Emerald Queen'</i> )	████████
Dracena Janet Craig ( <i>Dracaena deremensis 'Janet Craig'</i> )	██████████████████	Dieffenbachia Camilla	██████
Palma di Bambù ( <i>Chamaedorea seifritzii</i> )	██████████████████	Filodendro Elephant	██████
Felce Kimberly Queen ( <i>Nephrolepis obliterata</i> )	██████████████████	Pothus Aureo	██████
Ficus	██████████████████	Pino Norfolk ( <i>Araucaria heterophylla</i> )	██████
Edera	██████████████████	Begonia	██████
Ficus Beniamino ( <i>Ficus benjamin</i> )	██████████████	Maranta	████
Spatifillo ( <i>Spathiphyllum</i> )	██████████████	Cissus	████
Areca Palmata ( <i>Chrysalidocarpus lutescens</i> )	██████████████	Epiphillum	████
Dracena "Massagena" ( <i>Dracaena massagena</i> )	██████████████	Filodendrum selloum	████
Rhapis Excelsa	██████████████	Singonio ( <i>Syngonium</i> )	████
Schefflera	██████████████	Pathos Verde	████
Dracena Marginata ( <i>Dracaena marginata</i> )	██████████████	Anturio ( <i>Anthurium</i> )	████
Dracena Warnekei	██████████████	Pianta pavone ( <i>Calathea</i> )	████
Liriope	██████████████	Poinsettia ( <i>Euphorbia pulcherrima</i> )	████
Dendrobium	██████████████	Ciclamino ( <i>Cyclamen</i> )	████
Dieffenbachia	██████████████	Phalenopis	███
Tulipano	██████████	Aechmea	███
Ficus Alii	██████████	Croton	███
Homalomena	██████████	Sanseveria	██
Camadorea ( <i>Chamadorea</i> )	██████████	Aloe vera ( <i>Aloe barbadensis Miller</i> )	██
Azalea	██████████	Kalanchoe	██

I test su Xilene e toluene sono stati condotti congiuntamente in quanto tali sostanze presentano proprietà chimiche simili.

Tasso di rimozione di Xilene e Toluene		Tasso di rimozione dell'ammoniaca	
Pianta	µg/h	Pianta	µg/h
Areca Palmata ( <i>Chrysalidocarpus lutescens</i> )	████████████████████	Rhapis Excelsa	████████████████████
Palma dattero nana ( <i>Phoenix roebelenii</i> )	██████████████████	Homalomena	██████████████████
Phalenopis	██████████████████	Liriope	██████████████████
Dieffenbachia Camilla	██████████████	Anturio ( <i>Anthurium</i> )	██████████████
Dracena Marginata ( <i>Dracaena marginata</i> )	██████████████	Crisantemo ( <i>Chrysanthemum</i> )	██████████████
Dendrobium	██████████████	Pianta pavone ( <i>Calathea</i> )	██████████████
Dieffenbachia	██████████████	Dendrobium	██████████████
Filodendro Emerald ( <i>Philodendron 'Emerald Queen'</i> )	██████████████	Tulipano	██████████
Felce Kimberly Queen ( <i>Nephrolepis obliterata</i> )	██████████████	Camadorea ( <i>Chamadorea</i> )	██████████
Dracena Warnekei	██████████████	Singonio ( <i>Syngonium</i> )	██████████
Anturio ( <i>Anthurium</i> )	██████████████	Ficus Beniamino ( <i>Ficus benjamin</i> )	██████
Dracena "Massagena" ( <i>Dracaena massagena</i> )	██████████████	Spatifillo ( <i>Spathiphyllum</i> )	██████
Ficus Beniamino ( <i>Ficus benjamin</i> )	██████████████	Dracena "Massagena" ( <i>Dracaena massagena</i> )	███
Spatifillo ( <i>Spathiphyllum</i> )	██████████████	Azalea	███



Le piante da appartamento sono in grado di incrementare la capacità di rimozione delle tossine dall'atmosfera di ambienti isolati dopo 24 ore di esposizione. Le specie vegetali svolgono un ruolo essenziale nella depurazione dell'aria, veicolando le tossine verso i microbi radicali della rizosfera che le demoliscono. L'adattabilità ambientale dei microbi, e dunque la loro specializzazione in questa particolare funzione, rappresenta il motivo per cui le piante d'appartamento combattono l'inquinamento atmosferico in modo efficace e sono in grado di migliorare la loro presentazione con il passare del tempo.

Le piante non solo sono in grado di rimuovere anche i bioeffluenti (etanolo, acetone metanolo, etere acetico) emessi dall'uomo durante il processo di respirazione, ma liberano anche sostanze fitochimiche che sopprimono le spore delle muffe e i batteri ambientali. Le ultime ricerche mostrano che stanze ricche di piante contengono il 50-60% in meno di spore e batteri rispetto a stanze prive di piante, le piante infatti liberano componenti nocivi per proteggersi dagli attacchi di microrganismi nocivi trasportati dalle correnti d'aria.

La maggior parte delle piante ornamentali appartiene a specie originarie delle foreste pluviali tropicali. Il loro habitat è un clima caldo umido scarsamente illuminato, ospitano sulle radici e nel terreno circostante colonie di microbi in grado di decomporre le strutture organiche complesse presenti nelle foglie morte. Il fogliame è in grado di assorbire sostanze organiche gassose che vengono assimilate e trasportate verso le radici come nutrimento per i microbi. Un altro strumento, attraverso cui la pianta veicola gli inquinanti atmosferici verso le colonie di microbi della rizosfera, è la traspirazione. La traspirazione crea correnti di convezione che causano movimenti di aria, così l'acqua viene trasferita alle radici e l'aria viene spinta verso il suolo nella rizosfera. La pianta in questo modo fornisce ossigeno e azoto ai microbi delle radici, questi ultimi invece convertono l'azoto in nitrato, nutrimento per la pianta. A partire dall'introduzione delle piante nella zona individuale di respirazione (area di 0,17-0,23 metri cubi che circonda la persona) fino a giungere ai progressi biotecnologici rappresentati dal sistema contenitori filtro,

le piante stanno contribuendo a vincere la battaglia dell'uomo per un'atmosfera sana e pulita, soprattutto negli ambienti chiusi. Queste ricerche dimostrano che le piante sono efficaci per migliorare la qualità dell'aria negli interni, esse non rappresentano più un lusso ma un fattore essenziale per la salute dell'uomo e sono veri e propri depuratori viventi dell'aria.

Alcune piante d'appartamento sono capaci di metabolizzare le sostanze dannose che contribuiscono a creare l'inquinamento indoor. Piante mangiaveleni, così vengono spesso chiamate. L'ideale sarebbe disporre piante medio-grandi per ogni 9 metri quadrati di superficie del locale.

Le specie più utili sono: gerbere, crisantemi, clorofiti, piante mangiafumo, sanseveria, filodendri, pothos, tronchetti della felicità, in particolare la schefflera è un ottimo rilevatore di aria malsana in quanto dà immediati segni di sofferenza in presenza di inquinanti. Il philodendro invece tollera molti tipi di gas sopravvivendo anche in ambienti lavorativi poco salubri.

Attenzione però, le piante non devono essere collocate nelle camere da letto, esse infatti hanno bisogno di luce per la fotosintesi e quando sono al buio assorbono ossigeno.

**MIGLIORARE  
LA QUALITÀ DELL'ARIA  
UTILIZZANDO  
LE VERNICI GIUSTE:  
LE VERNICI  
FOTOCATALITICHE**



# MIGLIORARE L'ARIA INDOOR UTILIZZANDO LE VERNICI GIUSTE: LE VERNICI FOTOCATALITICHE

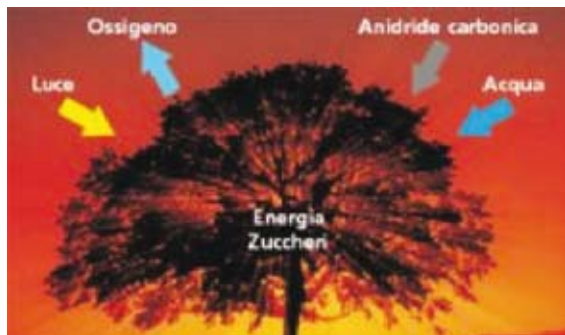
La **fotocatalisi** è il fenomeno naturale in cui una sostanza, detta fotocatalizzatore, attraverso l'azione della luce (naturale o prodotta da speciali lampade) modifica la velocità di una reazione chimica. In presenza di aria e luce si attiva un forte processo ossidativo che porta alla decomposizione delle sostanze organiche ed inorganiche inquinanti che entrano a contatto con tali superfici.

La Città del sogno.

Fonte:  
[www.infinitytio2.com/fotocatalisi.php](http://www.infinitytio2.com/fotocatalisi.php)



Fonte:  
[www.bettinelliluciano.it/materiali/pitturefotocatalitiche.htm](http://www.bettinelliluciano.it/materiali/pitturefotocatalitiche.htm)

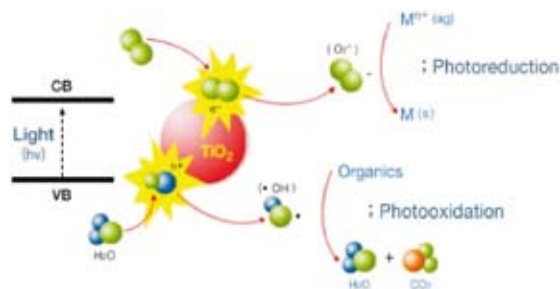




**Come funziona.** Se proviamo a scendere nel dettaglio scopriamo che il suo funzionamento imita un fenomeno naturale: la fotosintesi clorofilliana (trasforma sostanze ritenute dannose per l'uomo in sostanze inerti). Il processo chimico che sta alla sua base è infatti un'ossidazione che si avvia grazie all'azione combinata della luce (solare o artificiale) e dell'aria.

I due elementi (luce ed aria), a contatto con il rivestimento delle superfici, favoriscono infatti l'attivazione della reazione e la conseguente decomposizione delle sostanze organiche e inorganiche (assimilabili a tutte le polveri sottili -  $PM_{10}$ ), dei microbi, degli ossidi di azoto, degli aromatici policondensati, del benzene, dell'anidride solforosa, del monossido di carbonio, della formaldeide, dell'acetaldeide, del metanolo, dell'etanolo, del benzene, dell'etilbenzene, del mexilene, del monossido e del biossido di azoto.

Le sostanze inquinanti e tossiche, come mostra la figura qui sotto, vengono trasformate, attraverso il processo di fotocatalisi, in nitrato di sodio ( $NaNO_3$ ), carbonati di sodio ( $Na_2CO_3$ ) e calcare ( $CaCO_3$ ), innocui e misurabili in ppb (parti per miliardo). Il risultato è una sensibile riduzione degli inquinanti tossici prodotti dalle automobili, dalle fabbriche, dal riscaldamento domestico e da altre fonti.



Fonte:  
[www.infinitytio2.com/fotocatalisi.php](http://www.infinitytio2.com/fotocatalisi.php)

In altre parole la fotocatalisi è un acceleratore dei processi di ossidazione già esistenti in natura, favorisce una più rapida decomposizione degli inquinanti presenti nell'ambiente evitandone l'accumulo.

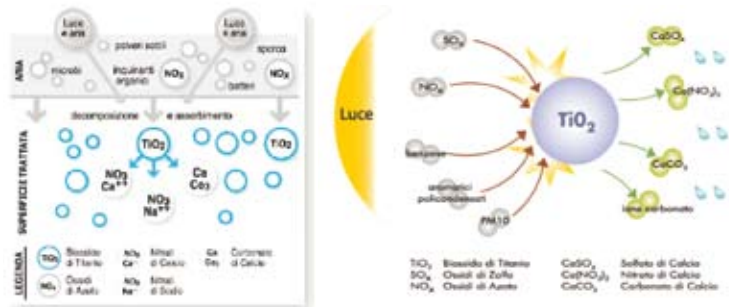
Il processo si rivela efficace nei confronti di ossidi di azoto, aromatici

policondensati, anidride solforosa, particolato fine, monossido di carbonio, formaldeide, acetaldeide, metanolo, etanolo, benzene, etilbenzene, toluene, xilene, sostanze organiche e inorganiche. Funziona anche contro microbi e batteri. Tutte queste sostanze, attraverso la reazione di foto-ossidazione si trasformano in comuni sali inorganici (Nitrati di sodio -  $\text{NaNO}_3$ ; carbonati di sodio -  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ; calcare  $\text{CaCO}_3$ ).

I fotocatalizzatori non perdono le loro proprietà con il passare del tempo, poiché agiscono solo da attivatori del processo, non si legano agli inquinanti, restando a disposizione per nuovi cicli di fotocatalisi. Basta un irraggiamento di luce di tre minuti per ridurre del 75% gli inquinanti. I fotocatalizzatori sono efficaci sia per l'inquinamento esterno che per quello interno. Per la corretta attivazione delle superfici fotocatalitiche si prevede l'installazione di un adeguato impianto di illuminazione che permetta l'emissione di luce nella lunghezza d'onda compresa tra 380 e 400 nm (Ultra Violetta).

Processo fotocatalitico di trasformazione delle sostanze inquinanti. Fonte: <http://www.bettinelliluciano.it/materiali/pitturefotocatalitiche.htm>

$\text{TiO}_2$  riesce ad attaccare e decomporre composti organici e gas inquinanti. Fonte: <http://www.rinnovabili.it/presidio-antismog-nelle-nostre-citta-500311>



Tra i materiali fotocatalitici più usati, il Biossido di Titanio ( $\text{TiO}_2$ ) presenta caratteristiche molto peculiari che lo rende molto adatto alla preparazione di malte cementizie che possono trovare applicazione immediata come rivestimento o decorazione di pareti che come sostanza da applicare su superfici precedentemente disponibili.

L'ecorivestimento associato a sorgenti di luce consente l'utilizzo di questa tecnica anche in ambienti chiusi e costituisce uno strumento

che in modo semplice e diretto, senza nessun particolare intervento tecnologico può fornire un importante contributo alla soluzione del problema dell'inquinamento atmosferico indoor.

## VANTAGGI REALI E IMMEDIATI

Il vantaggio dell'utilizzo della fotocatalisi comporta realmente il verificarsi di tre realtà:

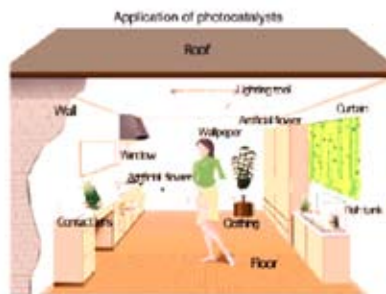
- ✓ Antinquinamento
- ✓ Antisporcamento
- ✓ Antibattericità

Queste proprietà, che volutamente abbiamo esplicitato in termini pratici, sono il semplice frutto dell'ossidazione delle sostanze che entrano a contatto con una superficie fotocatalitica. Se sono sostanze inquinanti (Biossido di azoto, Biossido di Zolfo, Monossido di carbonio, particolato fine) si può parlare di reazione antinquinamento, se sono sostanze sporcanti (nerofumo, coloranti) possiamo parlare di reazione antisporcamento, se sono batteri, muffe, funghi e microrganismi, possiamo parlare di reazione antibatterica.

La fotocatalisi dà un'opportunità eccezionale allo sviluppo di applicazioni pratiche che possono essere in grado di inserirsi nel contesto di tutti i giorni. Dalle prime timide applicazioni giapponesi di massetti autobloccanti fotocatalitici per pavimentazione, siamo arrivati oggi a prevedere una serie lunghissima di prodotti che utilizzano il concetto della fotocatalisi per migliorare l'ambiente in cui viviamo, e nel contempo essere compatibili con le necessità e lo stile del mondo moderno. L'elenco va dai vetri fotocatalitici, rivestiti con film trasparenti al Biossido di Titanio che rendono il vetro brillante senza aloni, e purificano l'acqua all'interno dei contenitori a quei materiali che eliminano odori nell'aria e che abbattano la produzione di inquinamento negli interni, decomponendo inoltre lo sporco che si accumula sulle luci stesse, dando loro piena potenzialità illuminante. Dalle piante fotocatalitiche, ovviamente finte, ma additivate di Biossido di titanio per la riduzione dell'inquinamento indoor al filtro deodorante di carta contenente  $TiO_2$  quattro volte più attivo dei convenzionali filtri contenenti carbone attivo, sviluppato dalla K.G. Pack. Dalle camere fotochimiche per abbattimento dei batteri, al film

in poliestere antiscorco e antinebbia. E ancora le vernici protettive per le carrozzerie delle auto, tessuti autopulenti, piastrelle o ceramiche in genere fotocatalitiche o il trattamento delle acque per effetto di filtri fotocatalitici e superfici attive.

Come si può notare dall'immagine sottostante, sono svariati i prodotti che potrebbero potenzialmente essere inseriti nell'uso quotidiano e che darebbero notevoli vantaggi al miglioramento dell'aria che respiriamo.



Fonte:  
La Fotocatalisi al servizio  
dell'ambiente.  
Global Engeniring and Trade

## ECOPITTURA FOTOCATALITICA

Le idropitture sono il più semplice e al tempo stesso il più efficace metodo per introdurre la fotocatalisi nell'ambito dell'architettura ecoattiva, ovvero l'architettura che utilizza prodotti in grado di reagire attivamente per l'ambiente.

Sono oggi disponibili pitture ai silicati di potassio, silossaniche, lavabili ognuna indicata per tipo di superficie sia esterna sia interna, con molteplici colorazioni, purché tenui (n.d.r. per garantire la massima efficacia della fotocatalisi le superfici devono essere di colore chiaro)

Le loro applicazioni, come le loro caratteristiche fisiche, ricalcano quelle delle normali vernici comunemente utilizzate, quindi con una resa, un grado di elasticità e una traspirabilità garantite, ma in più con le proprietà fotocatalitiche. Così come le idropitture anche gli intonaci fotocatalitici possiedono quelle caratteristiche tipiche dei tradizionali intonaci, ma con una marcia in più.

Sono tutti realmente in grado di ridurre l'inquinamento presente in



una casa, mantenere il colore nel tempo all'esterno o all'interno di un edificio, o sulla volta di una galleria, e generare processi antibatterici che si traducono in un importante riduzione degli odori e delle muffe che proliferano nell'ambiente.

Ad oggi, diverse applicazioni sono già state condotte con tali pitture per il rivestimento di stazioni ferroviarie, per l'esterno o l'interno di complessi residenziali, in uffici, in locali pubblici quali ristoranti o palestre, e non ultimo, negli ospedali.

Possiamo quindi concludere dicendo che i principali benefici che ci si attende di ottenere con l'impiego di materiali fotocatalitici sono:

1. purificazione dell'aria - trasformano le sostanze inquinanti in residui innocui;
2. estetica degli edifici - riducono lo sporco da inquinamento (abbattimento degli ossidi di azoto e del benzene; decomposizione di grassi, polveri e pioggia e altri agenti che sporcano gli edifici);
3. azione deodorante - decomposizione di gas tossici organici che vengono percepiti dall'olfatto;
4. azione antimicrobica - abbattimento di batteri e funghi.

## LUNGA VITA

Un aspetto interessante è che i fotocatalizzatori non perdono le loro proprietà funzionali con il passare del tempo, poiché agiscono solamente da agenti attivatori del processo; non legandosi con gli inquinanti restano sempre a disposizione per nuovi cicli di fotocatalisi.

## MECCANISMO DI DEGRADAZIONE DEGLI INQUINANTI DA PARTE DELL'ECORIVESTIMENTO

Le reazioni superficiali coinvolgono i radicali ossidrilici e altre particelle reattive che hanno come conseguenza la formazione di frammenti molecolari (tipo R) a loro volta trasformati o trasformabili in composti inerti. La degradazione del **Biossido di Azoto** forma nitrati solubili in acqua ed eventualmente nitriti, la quantità di questi è molto contenuta. Le molecole di nitrato di calcio, risultanti dalla reazione di foto ossidazione, rimangono nell'ecorivestimento come sostanze inerti.

La **formaldeide** viene degradata a monossido di carbonio o biossido di carbonio. L'eventuale ossidazione della formaldeide porterebbe alla formazione di biossido di carbonio e tracce di acido formico sarebbero assorbite dal substrato alcalino dell'ecorivestimento.

Il **diossido di zolfo** viene ossidato ad acido solforico assorbito dal substrato alcalino dell'ecorivestimento. Il risultato è la formazione di solfato di calcio, debolmente solubile in acqua. Il solfato di calcio (gesso) non costituisce un problema per l'ambiente. L'ossidazione del **monossido di carbonio** porta alla formazione di biossido di carbonio, sostanza inerte. Il CO potrebbe essere ossidato anche dai radicali OH formando radicali idrogeno (H), questi reagiscono velocemente con l'ossigeno formando radicali idroperossido ( $H+O_2 \rightarrow H_2O_2$ ), questo radicale possiede proprietà antiossidanti più spiccate del OH, per cui il monossido di carbonio potrebbe amplificare le proprietà ossidanti dell'ecorivestimento. Riguardo l'**ozono** l'ecorivestimento potrebbe influire sulla sua formazione o distruzione. In relazione alla formazione è molto remota tale possibilità. L'ozono deriva dalla fotolisi del diossido di azoto, le cui molecole reagiscono velocemente con i radicali OH presenti sulla superficie dell'ecorivestimento, per cui la velocità di formazione dell'ozono è inferiore o uguale a quella presente in atmosfera. È più probabile che l'ecorivestimento contribuisca a distruggere l'ozono sulla superficie. La disponibilità di cariche elettriche e di radicali liberi provoca reazioni che portano alla degradazione dell'ozono con probabile formazione di ossigeno.

La degradazione del **benzene** su superficie fotocatalitiche procede a velocità molto basse. Le molecole ossidate possono trasformarsi in composti più semplici quali aldeidi o acidi bivalenti che non costituiscono alcun problema per l'ambiente. Il benzene potrebbe anche aggiungere radicali OH e trasformarsi in fenolo, sostanza solubile in acqua e di scarso interesse ambientale per le basse concentrazioni.

La reazione del **particolato** sull'ecorivestimento non è ancora nota. Le particelle, attratte dalla superficie per la presenza di cariche libere, potrebbero reagire con i radicali liberi o con molecole di acqua e di ossigeno, degradandosi a sostanze organiche ossigenate solubili in acqua. La parte inorganica non dovrebbe alterarsi.

**PREVENZIONE E GESTIONE  
PER L'AMBIENTE INDOOR  
SCOLASTICO:  
PRINCIPALI MISURE  
LEGISLATIVE IN ITALIA**



# PREVENZIONE E GESTIONE PER L'AMBIENTE INDOOR SCOLASTICO: PRINCIPALI MISURE LEGISLATIVE IN ITALIA



L'Italia non dispone di una normativa specifica sulla qualità dell'ambiente e sull'assistenza sanitaria nelle scuole anche se negli ultimi anni qualche cosa sta iniziando a muoversi.

Per quanto concerne le abitazioni, i **Comuni** possono fissare norme specifiche nel **“Regolamento di igiene e sanità”** secondo le istruzioni di massima emanate dal Ministero della Salute.

Per ciò che riguarda invece la salubrità dell'aria negli ambienti di lavoro si applicano le norme indicate dal **D.Lgs 81/08 “Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro”**, che identifica nei datori di lavoro i responsabili della sicurezza.

Le strutture scolastiche sono considerate “ambienti di lavoro” e come tali i “datori di lavoro” sono i dirigenti scolastici, individuati dal Decreto del Ministro dell'Istruzione 21 giugno 1996, n. 292, sono quindi loro i responsabili delle misure di sicurezza e di salute di tipo “gestionale”.

Gli Enti locali (Comuni e Province), sono preposti in ordine alla fornitura dei locali da adibire a uso scolastico e agli obblighi di manutenzione ordinaria o straordinaria, finalizzata alla “messa a norma” degli edifici, regolata dalla Legge 11 gennaio 1996, n. 23.

Questa suddivisione di competenze e responsabilità può generare, come è facilmente intuibile, consistenti problemi quanto alla reale possibilità di intervento, da parte dei dirigenti scolastici, sulla “gestione” della “messa a norma” e dell'adeguamento delle strutture scolastiche a essi assegnate.



Situazione emersa ancora più chiaramente dal rapporto del Ministero dell'Istruzione dell'Università e della Ricerca che con [Circolare n. 85 dell'8 maggio 2001](#) “[Monitoraggio sulla sicurezza nelle scuole](#)”, [febbraio 2002](#), pubblica i risultati del monitoraggio (effettuato attraverso la somministrazione di questionari ai Dirigenti Scolastici), nel fascicolo dal titolo “[la cultura della sicurezza nella scuola, il punto sullo stato di applicazione della legge 626/94](#)”.

Il monitoraggio, al quale ha risposto significativamente il 98% degli Istituti scolastici autonomi di ogni ordine e grado (10.800 Istituzioni scolastiche ubicate in 41.000 edifici, frequentati giornalmente da circa 8.000.000 di alunni/studenti e da 1.000.000 di operatori), evidenzia come l'ingente patrimonio dell'edilizia scolastica italiana non godesse di buona salute, situazione che persiste ancora oggi come si evince dai risultati dei monitoraggi effettuati negli ultimi anni da organizzazioni civiche a tutela dei cittadini e dai recenti fatti di cronaca che testimoniano come in moltissime scuole esistono condizioni igienico-ambientali decisamente non ideali e accompagnati spesso da gravi problemi strutturali.

Con lo scopo di indicare gli strumenti per ridurre la concentrazione degli inquinanti indoor ed attenuarne quindi gli effetti nocivi, nel 1998 con DM 08/04/1998 è stata istituita presso il Ministero della Salute una Commissione tecnico-scientifica che ha redatto le “[Linee Guida per la tutela e la promozione della salute negli ambienti confinati](#)” pubblicate sulla G.U. del 27 novembre 2001, n. 252; all'interno di tale Commissione, è stato costituito un [Gruppo di Lavoro “Allergie”](#) che ha formulato criteri per il controllo di qualità dell'aria indoor relativamente al rischio allergologico negli ambienti domestici e pubblici e ha elaborato una proposta di un programma specifico per le scuole.

Da sottolineare il Piano sanitario 2006-2008, in linea con la strategia europea “SCALE” (Science Children Awareness Legislation Evaluation) in materia di ambiente e salute, che ha avviato un percorso orientato alla prevenzione delle malattie croniche, riservando un'attenzione particolare ai bambini, in quanto più vulnerabili degli adulti alle

esposizione ambientali. Il piano propone quali prioritari, **interventi** per migliorare la qualità dell'aria degli ambienti confinati, in particolare nelle scuole dove i bambini trascorrono da 4 a 8 ore al giorno per almeno 10 anni.

Con l'obiettivo di favorire l'attuazione del Piano sanitario 2006-2008, il Ministero della Salute ha prodotto nel 2008, un aggiornamento delle **"linee di indirizzo per la realizzazione nelle scuole di un programma di prevenzione dei fattori di rischio indoor per allergie e asma"**, attualmente all'attenzione della Conferenza Stato-Regioni.

Se questo documento verrà adeguatamente recepito nei piani e regolamenti regionali si configurerebbe come un ottimo contributo alla programmazione, al finanziamento e alla realizzazione di azioni volte a favorire una sana qualità dell'aria e la messa a norma del patrimonio immobiliare scolastico italiano.



Per quanto concerne **l'assistenza** sanitaria presso le scuole, a livello nazionale sono ancora poche le misure previste.

In ogni caso, il numero di bambini affetti da allergie è piuttosto elevato il che dovrebbe comportare un'adeguata assistenza sanitaria negli edifici scolastici, in grado ovviamente anche di fronteggiare eventuali altri "imprevisti sanitari".

Infatti la sola prevenzione ambientale non risulta sufficiente ad assicurare la tutela dei soggetti affetti da malattie allergiche e respiratorie e in particolare, la necessità di somministrazione di farmaci in orario scolastico rappresenta nel nostro Paese un problema molto difficile da risolvere in quanto non esiste una legge che preveda la presenza, durante l'orario scolastico, di personale abilitato alla somministrazione dei farmaci, attività permessa solo a personale abilitato professionalmente come invece accade in altri Paesi in Europa e negli Stati Uniti.

Anche il Decreto Legislativo 9 aprile 2008, n. 81 (ex D.Lg 626/94) "Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro" pubblicato nella Gazzetta Ufficiale n. 101 del 30 aprile 2008 - Supplemento Ordinario n. 108, che definisce i criteri per la tutela della salute e sicurezza sui luoghi di lavoro non è di aiuto nel risolvere tale problema.

La nostra legislazione, equiparando le scuole alle aziende (luoghi di lavoro), viene regolamentata dalle norme previste dal D.Lgs 81/08 (già D.Lgs. 626/94) sopra indicato, la cui applicazione è regolamentata dal Decreto D.Lgs.388/2003 “regolamento recante disposizioni sul pronto soccorso aziendale, in attuazione all’art. 15 comma 3 del D.Lgs. 626/94” pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n. 27 del 3 febbraio 2004 e non prevede tra le mansioni e competenze del personale addetto al primo soccorso la possibilità che questo possa effettuare la somministrazione di farmaci. Il decreto prevede:

- primo soccorso da attuare in attesa dell’arrivo delle unità di emergenza/urgenza (118);
- caratteristiche minime delle attrezzature di pronto soccorso;
- requisiti del personale addetto e la sua formazione.

Il regolamento classifica le aziende in tre gruppi, tenendo conto della tipologia di attività svolta, del numero dei lavoratori occupati e dei fattori di rischio:

- Gruppo A: aziende a rischio rilevante (per esempio centrali termoelettriche), le aziende con oltre cinque lavoratori appartenenti o riconducibili ai gruppi tariffari INAIL con indice infortunistico di inabilità permanente superiore a quattro e le aziende o unità produttive con oltre cinque lavoratori a tempo indeterminato del comparto dell’agricoltura;
- Gruppo B: aziende con tre o più lavoratori che non rientrano nel Gruppo A;
- Gruppo C: aziende con meno di tre lavoratori che non rientrano nel Gruppo A.

A partire dal 3 agosto 2004, data di entrata in vigore del regolamento, nelle aziende o unità produttive di Gruppo A e di Gruppo B, il datore di lavoro deve garantire una cassetta di pronto soccorso contenente la dotazione minima (indicata nell’allegato 1 del Decreto). L’organizzazione del pronto soccorso e la formazione degli addetti variano in base alla categoria di appartenenza. Gli addetti al pronto soccorso devono essere formati con istruzione teorica e pratica per l’attuazione delle misure di primo intervento interno e per l’attivazione degli interventi di pronto soccorso.

**Le scuole sono inserite nelle aziende del Gruppo B, in ragione dell'indice infortunistico di riferimento che l'INAIL e come tali devono garantire: le cassette di pronto soccorso, un mezzo di comunicazione idoneo ad attivare rapidamente il sistema di emergenza del SSN, la nomina degli addetti che devono essere adeguatamente formati.**

**Il regolamento prevede per la formazione i seguenti criteri minimi:**

- corso di 3 moduli da 4 ore ciascuno = totale 12 ore (di cui 8 teoriche e 4 pratiche);
- il modulo di 4 ore di pratica ripetuto ogni 3 anni;
- la formazione effettuata fino all'entrata in vigore è comunque valida;
- per coloro che l'hanno effettuata prima del febbraio 2002 devono essere programmati almeno i moduli da 4 ore (pratica).

**Di fatto, essendo in capo al SSN la competenza per l'assistenza sanitaria, il compito della scuola in caso di necessità si limita a mettere in atto le manovre di primo soccorso previste nei corsi di formazione indicati per le aziende in classe B, senza prevedere la somministrazione di farmaci, e ad effettuare la chiamata al servizio di emergenza/urgenza 118.**

