

## AMBIENTE E SALUTE

## Introduzione

In tema di prevenzione dei rischi per la salute derivanti da fattori ambientali, è solo negli ultimi anni che si è guardato con maggiore attenzione all'**inquinamento indoor**, cioè alla qualità degli **ambienti** di vita, quali le abitazioni o le scuole, tecnicamente definiti con il termine di "**confinati o indoor**". In tali ambienti possono crearsi condizioni di inquinamento di diversa natura e origine, che possono risultare dannose per la salute dell'individuo che vi trascorre gran parte del suo tempo. Infatti, si è potenzialmente esposti, quotidianamente e per lunghi periodi, a inquinanti di tipo biologico, chimico o fisico con i quali si entra in contatto prevalentemente attraverso l'aria che si respira. Diversi studi evidenziano non soltanto che la concentrazione di alcuni inquinanti in ambienti confinati è superiore a quella rilevabile all'esterno, confermando che le fonti d'inquinamento sono anche di origine *indoor*, ma che perfino a basse concentrazioni si possono avere effetti sulla salute, specie per persone particolarmente vulnerabili come i bambini e i soggetti allergici e asmatici.

I nostri attuali sistemi di prevenzione e le norme che governano l'inquinamento *indoor* sono strutturati principalmente per alcuni tipi di ambienti confinati, quali i luoghi di lavoro, e per alcuni fattori di rischio quali ad esempio **radon**, amianto, campi elettromagnetici, rumore. Tuttavia la tutela della qualità biologica e chimica dell'aria *indoor* non ha un sistema di riferimento assimilabile a quello previsto per l'inquinamento atmosferico esterno (aria *outdoor*). Ciò vale anche a livello di legislazione comunitaria e per molti altri Paesi al di fuori dell'Unione Europea.

Tale situazione sta portando a una crescente consapevolezza, tra ricercatori e decisori pubblici, determinata non solo dai risultati degli studi epidemiologici che sottolineano la valenza sanitaria dei contaminanti chimici e biologici aerodispersi, ma anche dal fatto che sono sempre più diffuse, qualitativamente e quantitativamente, sia le fonti di **inquinamento outdoor** che rilasciano sostanze chimiche che diffondono nell'ambiente *indoor*, come il traffico autoveicolare, sia le fonti interne proprie degli ambienti confinati ossia mobilio, arredi, materiali da costruzione, detersivi per l'igiene domestica e altri prodotti di consumo. Allo stesso tempo sono mutate anche le condizioni meteorologiche locali – inverni più miti e ondate di calore estive più frequenti, piogge intense o alluvioni alternate a periodi di siccità – che non solo favoriscono la diffusione di altri fattori di rischio biologici quali pollini, insetti vettori, specie infestanti, ma possono anche causare alterazioni del grado di umidità *indoor*, favorendo così il proliferare di muffe o di altri organismi patogeni per l'uomo (Tabella 8.1).

La tutela della **qualità dell'aria indoor** è quindi dipendente da molti

*Negli ambienti di vita "confinati o indoor" quali le abitazioni, le scuole, i luoghi di lavoro, si è quotidianamente esposti a inquinanti di tipo biologico, chimico o fisico con i quali si entra in contatto prevalentemente attraverso l'aria che si respira.*

*Sono sempre più diffuse sia le fonti di inquinamento outdoor che rilasciano sostanze chimiche che diffondono nell'ambiente indoor (traffico autoveicolare), sia le fonti interne proprie degli ambienti confinati, (mobili, arredi, materiali da costruzione, detersivi per l'igiene domestica ecc.).*

*La tutela della*

fattori, che a loro volta sono soggetti a politiche e/o settori diversi quali trasporti, attività produttive e salubrità dei beni di consumo, sistemi di monitoraggio ambientale e di prevenzione sanitaria. A questi si devono aggiungere anche altri elementi potenzialmente perturbativi, quali l'introduzione di nuovi materiali edilizi, la necessità di realizzare un isolamento termo-acustico efficace e l'utilizzo sempre maggiore di impianti di ventilazione forzata e di condizionamento dell'aria negli edifici di nuova costruzione. Queste nuove tecniche, se da un lato rispondono alle moderne esigenze di risparmio energetico, dall'altro possono condurre a una ventilazione insufficiente degli ambienti confinati e a un aumento delle concentrazioni di **inquinanti aerodispersi** in assenza di progettazione e manutenzione adeguate.

Se molti sono i settori coinvolti, altrettanto multiforme è la pluralità dei soggetti responsabili: istituzioni centrali, governi ed enti locali, progettisti e ditte produttrici e, non ultimi, gli individui stessi, con le loro scelte di prodotti di consumo e di arredo. L'*indoor* è quindi una questione complessa sia sotto il profilo scientifico sia per la sua *governance*, che viene complicata ulteriormente dall'esistenza di diversi "tipi" di ambienti *indoor* (uffici, case private, scuole ecc.), i quali si differenziano per i *pattern* espositivi.

In questo documento, come indicato nei maggiori indirizzi europei e nazionali (come si vedrà più avanti), l'attenzione è stata focalizzata sulla qualità dell'ambiente *indoor* nelle scuole, per la prevenzione di malattie respiratorie acute e allergiche nei bambini, ovvero per prevenire le più frequenti cause di assenza e di scarso rendimento scolastico. Non vengono perciò considerati altri classici fattori di rischio, come radon o rumore, già affrontati in altre sedi i quali, come noto, implicano diversi effetti sulla salute.

Come di consueto, il fine ultimo non è solo quello di informare, ma anche di sollecitare riflessioni e considerazioni sul sistema di monitoraggio e controllo ambientale e sul loro ruolo potenziale per la tutela della qualità dell'aria *indoor*.

*qualità dell'aria indoor è dipendente da molti fattori, che a loro volta sono soggetti a politiche e/o settori diversi, quali trasporti, attività produttive e salubrità dei beni di consumo, sistemi di monitoraggio ambientale e di prevenzione sanitaria.*

Tabella 8.1: Qualità indoor e rischi per la salute<sup>1</sup>

*Rischi per la salute determinati dalla presenza di inquinanti in ambiente indoor.*

Inquinanti/Allergeni	Sorgenti	Rischi per la salute	
Agenti biologici	Batteri (endotossine da gram-negativi)	Individui portatori infetti Animali Ambienti con temperatura e umidità favorevoli la diffusione Materiali danneggiati dall'umidità Impianti di condizionamento/ventilazione Climatizzatori Deumidificatori Impianti idro-sanitari contaminati	Affezioni delle vie aeree superiori Polmoniti Affezioni bronchiali
	Acari	Moquettes Tappeti Cuscini, materassi, piumini Mobili imbottiti Giocattoli di stoffa/peluche Polvere	Rino-congiuntiviti Eczemi Asma bronchiale
	Muffe	Ambienti umidi (pareti, pavimenti) Materassi Divani/tappezzerie Carte da parati Sistemi di condizionamento Climatizzatori Umidificatori Guarnizioni degli sportelli dei refrigeratori Alimenti non adeguatamente conservati Piante da appartamento	<b>Effetti acuti:</b> Irritazione delle mucose Emicrania Difficoltà di concentrazione  <b>Effetti cronici:</b> Febbre da fieno Allergie Asma Riniti Ipersensibilità di tipo misto Alveolite allergica estrinseca (EEA) Pneumopatia d'ipersensibilità
	Allergeni di origine animale (forfora di cane, gatto, cavallo)	Polvere Cuscini/materassi Coperte/piumoni Indumenti	Difficoltà respiratoria Irritazione oculare/congiuntiviti Eczema  Rinite allergica
	Pollini	Diffusione dall'ambiente outdoor	Allergie in genere (riniti, congiuntiviti, tosse, dispnea, asma)
Sostanze chimiche	Anidride carbonica (CO <sub>2</sub> )	Veicoli a motore Processi metabolici umani (respirazione)	Disturbi della concentrazione Disturbi respiratori <b>In alte concentrazioni:</b> Perdita di conoscenza Morte
	Monossido di carbonio (CO)	Caldaie/impianti di riscaldamento (a gas, a kerosene, a legna) Forni/fornelli Stufe (a gas, a kerosene, a carbone/legna) Caminetti Fumo passivo Veicoli a motore	Cefalee Nausea Vertigini  <b>In alte concentrazioni:</b> Ipossia Morte
	Biossido di azoto (NO <sub>2</sub> )	Caldaie/impianti di riscaldamento (a gas, a kerosene, a legna) Forni/fornelli Stufe (a gas, a kerosene, a carbone/legna) Processi di saldatura Fumo di tabacco ambientale Veicoli e macchinari a motore	Irritazione delle mucose Edema polmonare Asma Aumento del rischio di infezioni respiratorie
	Biossido di zolfo (SO <sub>2</sub> )	Sorgenti naturali (vulcani/incendi) Combustibili solidi/liquidi Processi industriali Incenerimento rifiuti Stufe/forni Impianti di riscaldamento (gas/cherosene) Fumo di tabacco	Bronchiti croniche Tracheiti Asma Tachipnea, tachicardia Irritazione delle mucose
	Composti	Prodotti per la pulizia	Irritazione delle mucose

<sup>1</sup> Fonte: Elaborazione ISPRA su dati tratti da: *Qualità dell'aria nelle scuole: un dovere di tutti, un diritto dei bambini*, Allegato 1: *Principali inquinanti e allergeni indoor*, MATTM-REC, 2010, <http://www.isprambiente.gov.it/site/it-IT/Progetti/SEARCH/>; US-EPA: *An introduction to Indoor Air Quality (IAQ)*, <http://www.epa.gov/iaq/ia-intro.html>; ISPRA – *Inquinamento indoor: Agenti inquinanti*, [http://www.indoor.apat.it/site/it-IT/AGENTI\\_INQUINANTI](http://www.indoor.apat.it/site/it-IT/AGENTI_INQUINANTI)

Organici Volatili (VOC)	Vernici, colle e adesivi Pesticidi Prodotti cosmetici e per l'igiene personale Prodotti per l'auto Mobili e tessuti Materiali da costruzione Stampanti e fotocopiatrici Fumo di tabacco Emissioni industriali Veicoli a motore	Cefalee Nausea Vertigini Asma  <b>In alte concentrazioni:</b> Insufficienza renale/epatica Danni al sistema nervoso centrale Azione cancerogena
	Formaldeide	Tappezzerie/moquette Truciolato/compensato Isolanti Coloranti Materie plastiche Tessuti Detersivi/prodotti per le pulizie Colle Conservanti Disinfettanti Fumo di tabacco
Benzene	Fumo di tabacco Stufe/impianti di riscaldamento Colle Vernici Cere per mobili Detergenti Veicoli a motore Emissioni industriali	Vertigini Sonnolenza Tachicardia Disturbi neurologici (confusione, disturbi della memoria, svenimenti)  <b>In alte concentrazioni:</b> Effetti tossici acuti <b>Esposizione cronica</b> Azione cancerogena
	Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA)	Forni a legna/caminetti Cibi cucinati/affumicati Fumo di tabacco Processi industriali Combustibili fossili
Ozono (O <sub>3</sub> )	Fotocopiatrici/stampanti laser Lampade ultraviolette Depuratori d'aria Aria esterna	Cefalea/nausea Tosse Irritazione/Infiammazione delle vie aeree Riduzione funzionalità respiratoria Asma
Particolato (PM <sub>10</sub> -PM <sub>2,5</sub> )	Cottura dei cibi Detergenti per la casa/spray Impianti di riscaldamento Fumo di tabacco Batteri Spore/pollini Secrezioni essiccate di animali domestici Traffico veicolare Sabbie/polveri Eruzioni vulcaniche Combustione e processi industriali	Disturbi respiratori Asma Bronchite cronica Disturbi cardiaci Alterazioni del sistema immunitario Aumento della sensibilità agli allergeni
	Fumo di tabacco ambientale (ETS, <i>Environment al Tobacco Smoke</i> ) (Passivo)	Combustione dei prodotti del tabacco
Amianto	Derivante da materiali impiegati in passato in: Edilizia (lastre, pannelli, tubature, serbatoi, canne fumarie, rivestimenti, intonaco, controsoffittature, pavimenti) Industria (materia prima per manufatti/oggetti, isolante termico, materiale fonoassorbente) Prodotti d'uso domestico (asciugacapelli, forni/stufe, ferri da stiro,	Asbestosi  Carcinoma polmonare  Mesoteliomi  Azione cancerogena in generale

		guanti da forno, teli da stiro, elementi frangi-fiamma e ignifughi) Mezzi di trasporto (coibentazione di treni/navi/autobus, freni/frizioni, schermi parafiamma, guarnizioni)		
	Pesticidi	Prodotti di uso domestico (agenti preservanti il legno, prodotti per le piante, prodotti per la cucina, prodotti per la pulizia/disinfezione) Prodotti per giardini e per l'agricoltura		Cefalee/vertigini  Contrazioni muscolari/formicolio Debolezza Nausea Irritazione delle mucose Danni al sistema nervoso centrale Danni epatici Danni renali  Alcuni pesticidi sono classificati come probabili o possibili cancerogeni
	Piombo	Acqua potabile (tubature) Alimenti Vernici		Danni cerebrali Danni al sistema nervoso centrale Danni ai reni Danni ematici  <b>Nei bambini:</b> Ritardo nello sviluppo Basso livello intellettivo Diminuzione dell'attenzione Problemi comportamentali
Radon		Sorgenti naturali (lave, tufi, graniti, ecc.)		Azione cancerogena (in particolare neoplasia polmonare)
Campi elettromagnetici (CEM)	Campi statici (0 Hz)	Treni a levitazione magnetica Dispositivi elettrolitici industriali	Apparecchiature di diagnostica per immagini (RM)	L'argomento è ancora controverso
				<b>ELF:</b> classificati dallo IARC come <b>possibilmente cancerogeni per l'uomo</b> , sulla base degli studi epidemiologici relativi alla leucemia infantile <b>Frequenze intermedie:</b> allo stato attuale non viene ancora espresso un giudizio definitivo
	Frequenze estremamente basse (ELF) da >0 a 300 Hz	Dispositivi per la produzione di energia elettrica (50-60 Hz) Elettrodomestici Treni	<b>Radiofrequenze:</b> allo stato attuale viene confermato il solo effetto termico	
	Frequenze intermedie (IF) da >300 a 10 MHz	Dispositivi antifurto Caloriferi a induzione Unità display video		
	Radiofrequenze e microonde da >10 MHz a 300 GHz	Telefoni cellulari Apparecchi per telecomunicazioni Radar Apparecchiature mediche Unità diatermiche Forni a microonde		
	Rumore	Traffico stradale Traffico ferroviario Traffico aereo Attività lavorative rumorose (industriali e artigianali) Discoteche/locali notturni Fonti interne (elettrodomestici, impianti di servizio, sistemi di riscaldamento ecc.)		<b>Effetti uditivi:</b> Progressiva perdita dell'udito  <b>Effetti extrauditivi:</b> <i>Annoyance</i>  Effetti psicofisiologici  Effetti su prestazioni e apprendimento Effetti cardiovascolari (adulti) Effetti cardiovascolari (adulti)

## QUALITÀ DELL'AMBIENTE *INDOOR* NELLE SCUOLE E SALUTE DEI BAMBINI

### La qualità dell'aria *indoor* a scuola e la salute respiratoria dei bambini

La qualità dell'aria negli edifici scolastici, ovvero quella determinata da condizioni di *comfort microclimatico* e concentrazioni di alcuni inquinanti, è importante sia per il lungo tempo di esposizione dei bambini legato alla permanenza (6-8 ore al giorno in media), sia per la maggiore suscettibilità dei bambini stessi e degli adolescenti all'esposizione a tali fattori ambientali. Pertanto è considerata un importante fattore di prevenzione per malattie respiratorie e allergiche.

Il problema ha anche aspetti quantitativi: è stato stimato che il 15% della popolazione, ossia circa 10.000.000 persone fra alunni e docenti, studia o lavora ogni giorno in circa 45.000 edifici pubblici su tutto il territorio nazionale<sup>2</sup>.

Diversi studi hanno dimostrato un'associazione positiva tra malattie respiratorie acute, asma, *allergie* e numerosi fattori presenti nell'ambiente scolastico, fra cui l'umidità, inquinanti come particolato, ozono, composti organici volatili (COV), CO<sub>2</sub>, *formaldeide* e *allergeni*.

Gli studi hanno anche evidenziato che una cattiva qualità dell'aria unita a condizioni microclimatiche non ottimali possono influenzare negativamente la *performance* del lavoro scolastico degli studenti, nonché la loro continuità didattica.

In uno dei documenti istituzionali nazionali più recenti, l'Accordo del 18 ottobre 2010<sup>3</sup>, tra Governo, Regioni, Province autonome di Trento e Bolzano, Province, Comuni e Comunità montane, concernente "Linee di indirizzo per la prevenzione nelle scuole dei fattori di rischio *indoor* per allergie ed asma"<sup>4</sup>, viene focalizzata l'attenzione sull'importanza, per la salute dei bambini, delle condizioni di igiene e di qualità dell'aria negli ambienti scolastici. Si sottolinea, inoltre, l'inadeguatezza del quadro normativo disciplinante molti aspetti dell'edilizia scolastica, della qualità dell'aria *indoor* e del microclima, il quale risulta carente o non aggiornato rispetto alle ultime evidenze scientifiche e non rispondente alle esigenze degli edifici in rapporto al risparmio energetico, ai requisiti bio-climatici e alle caratteristiche di salubrità e sicurezza dei materiali e degli arredi<sup>5</sup>.

In tale orientamento preventivo di malattie allergiche e respiratorie, si è visto che la qualità dell'aria negli ambienti confinati dipende da vari fattori quali:

- le caratteristiche dell'edificio (architettoniche, edilizie e impiantistiche) che influenzano il microclima (temperatura,

*La qualità dell'aria negli edifici scolastici è importante sia a causa della lunga esposizione legata alla permanenza, sia per la maggiore suscettibilità dei bambini e adolescenti all'esposizione agli inquinanti.*

*Nell'Accordo del 18 ottobre 2010 si focalizza l'attenzione sull'importanza che hanno per la salute dei bambini le condizioni di igiene e di qualità dell'aria negli ambienti scolastici.*

<sup>2</sup> GARD Italia – *La qualità dell'aria indoor nelle scuole e rischi per malattie respiratorie e allergiche - Quadro conoscitivo sulla situazione italiana e strategie di prevenzione*, 2011

<sup>3</sup> G.U. del 13 novembre 2011, S.G. n. 9

<sup>4</sup> [http://www.normativasanita.it/normsan-pdf/2001/36589\\_1.pdf](http://www.normativasanita.it/normsan-pdf/2001/36589_1.pdf)

<sup>5</sup> GARD Italia – *La qualità dell'aria indoor nelle scuole e rischi per malattie respiratorie e allergiche - Quadro conoscitivo sulla situazione italiana e strategie di prevenzione*, 2011

umidità, ventilazione) e quindi anche il *comfort*;

- la presenza di fonti di inquinanti *indoor* di origine biologica (acari, muffe) e chimica (fumo di tabacco, COV, PM<sub>2,5</sub> e PM<sub>10</sub>);
- l'ingresso in aria *indoor* di inquinanti provenienti dall'esterno come particolato, NO<sub>x</sub>, benzene, IPA e ozono.

In Europa sono numerose le iniziative e i progetti che affrontano la problematica dell'inquinamento *indoor*.

Tali iniziative hanno come scopo lo studio degli inquinanti, delle sorgenti, degli effetti sulla salute, delle metodologie di misura e l'elaborazione di soluzioni più efficaci atte a contrastare e limitare l'impatto del fenomeno.

Tuttavia, gli studi che si sono occupati specificatamente di inquinamento *indoor* scolastico e salute dei bambini non sono frequenti (Tabella 2). In tal senso il Progetto SEARCH (*School Environment and Respiratory Health of Children*, 2007-2010) rientra tra le prime esperienze europee multicentriche.

*Tra le iniziative e i progetti europei che si occupano di inquinamento indoor scolastico e salute dei bambini, il Progetto SEARCH (2007-2010) rientra tra le prime esperienze europee multicentriche.*

Il Progetto, promosso e finanziato dal Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare attraverso l'*Italian Trust Found* del REC (*Regional Environmental Centre for Central and Eastern Europe*), è stato condotto contemporaneamente in 6 Paesi europei (Italia, Albania, Bosnia-Erzegovina, Serbia, Slovacchia, Ungheria): sono stati eseguiti, in 60 scuole e 243 classi, sopralluoghi e misurazioni dei principali inquinanti ambientali rilevanti per il rischio respiratorio e allergico quali PM<sub>10</sub>, NO<sub>x</sub>, aldeidi, tra cui la formaldeide e i cosiddetti BTEX (benzene, etil- benzene, toluene e xileni).

*Il Progetto ha previsto il monitoraggio degli inquinanti rilevanti per il rischio respiratorio e allergico e la somministrazione di questionari.*

Attraverso questionari e analisi spirometriche sono stati studiati oltre 5.000 ragazzi tra gli 11 e i 12 anni<sup>6</sup>.

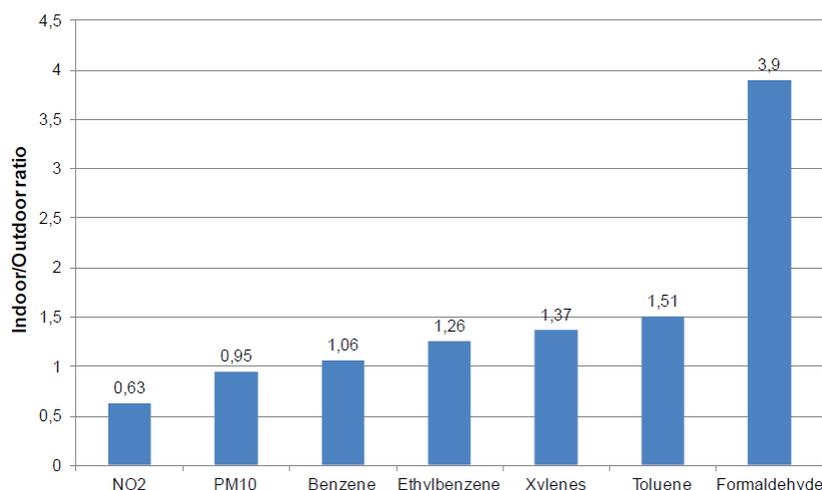
Il gruppo "SEARCH Italia" (coordinato dal MATTM e da ISPRA) ha coinvolto le ARPA di 6 regioni italiane (Piemonte, Lombardia, Emilia-Romagna, Lazio, Sicilia, Sardegna), la Fondazione Maugeri e l'associazione onlus Federasma.

Le indagini sono state svolte in 55 classi di 13 scuole medie e sono stati studiati oltre 1.100 alunni.

I risultati principali del progetto, presentati da ISPRA in un convegno nazionale<sup>7</sup>, hanno registrato nelle aule italiane per gli stessi inquinanti concentrazioni *indoor* più alte rispetto a quelle esterne (Figura 8.1), a conferma del contributo "proprio" di fonti interne nel rilascio di sostanze chimiche.

<sup>6</sup> I risultati internazionali sono stati presentati alla V Conferenza Interministeriale "Ambiente e Salute" di Parma organizzata dall'OMS e dal Governo italiano <http://www.salute.gov.it/salaStampa/dettaglioEvento.jsp?id=47>

<sup>7</sup> [http://www.isprambiente.gov.it/site/it-IT/Progetti/SEARCH/ISPRA\\_per\\_indoor\\_scuole/Progetto\\_SEARCH\\_I/](http://www.isprambiente.gov.it/site/it-IT/Progetti/SEARCH/ISPRA_per_indoor_scuole/Progetto_SEARCH_I/)



*Nelle aule italiane le concentrazioni indoor degli inquinanti monitorati sono risultate più alte delle concentrazioni outdoor degli stessi inquinanti.*

**Figura 8.1: Progetto SEARCH-I: relazione tra le concentrazioni dei contaminanti in ambiente scolastico indoor/outdoor<sup>8</sup>**

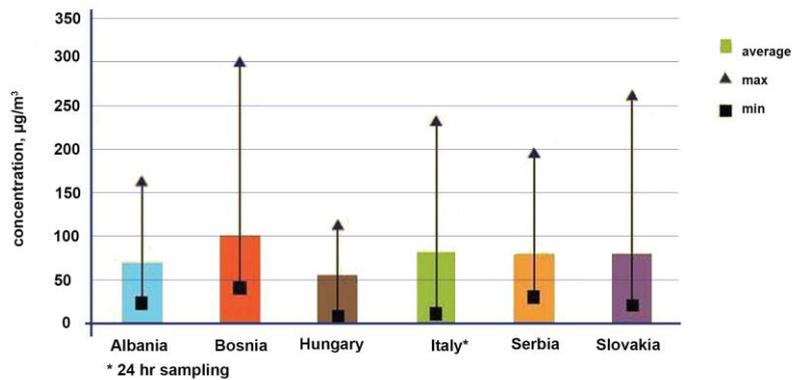
In particolare, la concentrazione di PM<sub>10</sub> all'interno delle scuole risulta superiore alla concentrazione in aria esterna (media 80 µg/m<sup>3</sup>).

Inoltre, i valori di formaldeide riscontrati nelle scuole italiane sono risultati quelli più elevati tra tutte le scuole europee indagate (Figura 8.2)<sup>9</sup>.

<sup>8</sup> Fonte: *School environment and respiratory health of children (SEARCH). International research project report within the Indoor air quality in European schools: Preventing and reducing respiratory diseases program*. Edited by Eva Csobod, Peter Rudnay, Eva Vaskovi, Szentendre, Hungary, February 2010

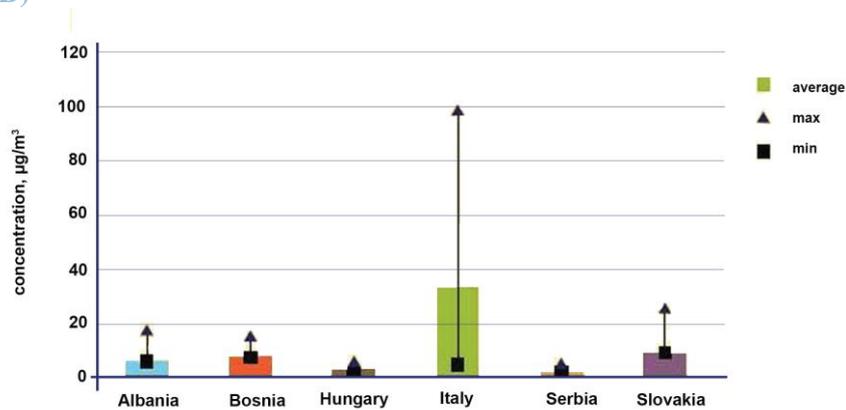
<sup>9</sup> <http://www.isprambiente.gov.it/site/it-IT/Progetti/SEARCH/>

(A)



(A) La concentrazione media di  $PM_{10}$  nelle scuole italiane risulta superiore alla concentrazione outdoor del medesimo inquinante.

(B)



(B) Nelle scuole italiane i livelli di concentrazione della formaldeide sono risultati i più elevati tra tutte le scuole europee monitorate.

Figura 8.2: Progetto SEARCH-I: concentrazioni di  $PM_{10}$  (A) e formaldeide (B) nelle aule scolastiche<sup>10</sup>

Lo studio della salute respiratoria dei ragazzi ha anche confermato la prevalenza di alcune sintomatologie, come già riscontrato in altri studi epidemiologici (Figura 8.3).

<sup>10</sup> Fonte: *School environment and respiratory health of children (SEARCH). International research project report within the Indoor air quality in European schools: Preventing and reducing respiratory diseases program*. Edited by Eva Csobod, Peter Rudnay, Eva Vaskovi, Szentendre, Hungary, February 2010

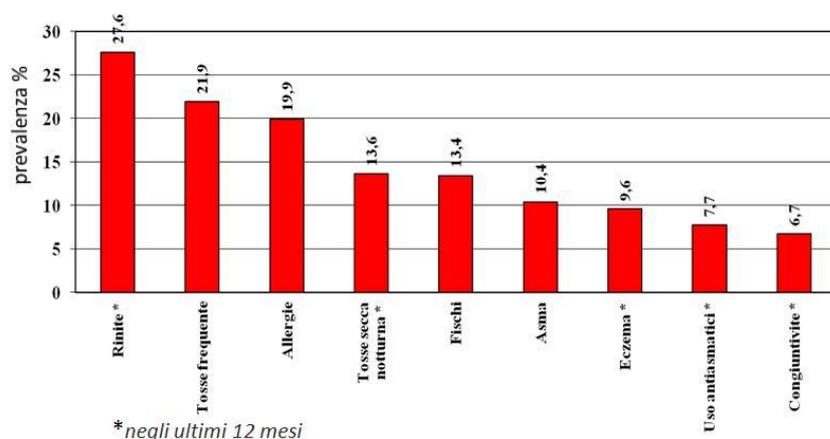


Figura 8.3: Progetto SEARCH in Italia. Prevalenza sintomi respiratori negli alunni<sup>11</sup>

Il Progetto SEARCH-I ha inoltre segnato l'inizio di altre attività progettuali, attualmente in corso, che vedono il REC tra i coordinatori e l'Italia come *partner*, i cui risultati si attendono per il 2013:

- il Progetto SEARCH-II
- il Progetto SINPHONIE.

Il Progetto SEARCH-II<sup>12</sup>, a cui partecipano i Paesi del SEARCH-I e alcuni Paesi dell'Asia centrale, ha lo scopo di proseguire e completare lo studio e l'analisi dei rischi *indoor* nelle scuole.

Con la fase II del Progetto SEARCH si vuole indagare più a fondo anche su altri fattori di rischio, quali ad esempio l'uso e il fabbisogno energetico che, insieme alle caratteristiche di costruzione degli edifici scolastici, influiscono su variabili importanti per il benessere degli individui come temperatura e umidità. In Italia questo dato rappresenta un'informazione importante, in quanto a breve ogni scuola dovrà dotarsi di una certificazione energetica, come già avvenuto in molte regioni.

Il Gruppo di lavoro italiano del SEARCH-II è stato individuato anche come *leader*, in collaborazione con altri esperti dei Paesi partecipanti, nella definizione di un documento di lavoro su cause, rischi ed effetti sulla salute da inquinamento *indoor*, con particolare riferimento alla salubrità di prodotti chimici per le pulizie e dei materiali di costruzione e arredo, compresi i materiali usati per ottenere una migliore prestazione energetica.

Al Progetto SINPHONIE (*Schools Indoor Pollution and Health: Observatory Network in Europe*)<sup>13</sup>, che è promosso e finanziato

*Altri progetti attualmente in corso, aventi il REC tra i coordinatori e l'Italia come partner, sono il Progetto SEARCH-II e il Progetto SINPHONIE.*

<sup>11</sup> Fonte: *Qualità dell'aria nelle scuole: un dovere di tutti, un diritto dei bambini*. Pubblicazione MATTM-REC, 2010, <http://www.isprambiente.gov.it/site/it-IT/Progetti/SEARCH/>

<sup>12</sup> [http://www.isprambiente.gov.it/site/it-IT/Progetti/SEARCH/ISPRA\\_per\\_indoor\\_scuole/Progetto\\_SEARCH-II/](http://www.isprambiente.gov.it/site/it-IT/Progetti/SEARCH/ISPRA_per_indoor_scuole/Progetto_SEARCH-II/)

<sup>13</sup> <http://www.rec.hu/sinphonie/about.html>. Il progetto rientra nel Piano d'azione europeo su Ambiente e Salute 2004-2012

dalla Commissione Europea per il tramite della DG SANCO (Direzione Generale per la Salute e i Consumatori) partecipano 38 istituzioni operanti in materia di ambiente e salute di 25 Paesi. Con lo speciale *focus* sulle scuole e le strutture per l'infanzia, tale progetto ha lo scopo di definire raccomandazioni per le politiche di riqualificazione dell'ambiente scolastico e la prevenzione di malattie respiratorie e allergiche dei bambini.

**Tabella 8.2: Qualità dell'aria *indoor*: principali progetti e surveys in ambito europeo**<sup>14</sup>

*Principali progetti e surveys aventi come oggetto di studio la qualità dell'aria negli ambienti confinati promossi nell'ultimo decennio sul territorio europeo.*

Aree di studio	Progetti e surveys
<i>Policy-Science framework</i>	EnVIE ( <i>Co-ordination action on IAQ &amp; Health Effects</i> ) – Univ. Porto (2004-2008) IAIAQ ( <i>Impact Assessment of IAQ</i> ) – JRC (2009-2011)
Identificazione inquinanti prioritari/rischi per la salute	THADE ( <i>Towards Healthy Indoor Air in Dwellings in Europe</i> – EFA (2002-2004) INDEX (2005), SCHER <i>report</i> (2007), WHO (2007 – <i>dampness/mould, 2010 – chemicals</i> )
Definizione di standard/valori guida per inquinanti prioritari	WHO IAQ (2007 – <i>dampness/mould, 2010 – chemicals</i> ) INDEX and INDEX-UPRIC – JRC (2003-2005, 2009-2010) HEALTH-VENT ( <i>Health based ventilation guidelines</i> ) – DTU (2010-2012)
<i>Pattern</i> di esposizione per inquinanti prioritari	<i>Danish EPA national survey of Chemical Substances in Consumer Products</i> (2006) CLEAR-UP ( <i>Clean and resource efficient buildings for real life</i> ) – Univ. of Tübingen (2008-2012) RADPAR ( <i>Radon Prevention and Remediation</i> ) – UoWM (2009-2012) OFFICAIR ( <i>On the reduction of health effects from combined exposure to indoor air pollutants in modern offices</i> ) – UoWM (2010-2013) EFHECT ( <i>Exposure Patterns and Health Effects of Consumer Products in the EU</i> ) – VITO (2010-2013)
<i>Indoor setting</i> e gruppi vulnerabili: <i>indoor</i> scuola e salute dei bambini	HESE ( <i>Health Effects of Schools Environment</i> ) – Univ. Siena HESE-INT ( <i>Interventions on Health Effects of School Environment</i> ) – Univ. Siena (2009) EFA <i>project</i> ( <i>Indoor Air Pollution in Schools</i> ) (2003) BIBA ( <i>Indoor Air Pollution in Schools</i> ) – VITO <i>French Schools Monitoring</i> – <i>French Observatory for Indoor Air Quality</i> (OQAI) 2001-2005 SEARCH ( <i>School environment and respiratory health of children</i> ) – ITF Ministero Ambiente italiano/REC (2007-2009) SINPHONIE ( <i>Schools Indoor Pollution and Health: Observatory Network in Europe</i> ) – REC 2010 SEARCH II ( <i>energy and comfort assessment in schools/children's health</i> ) – ITF MATTM/REC (2010-2013)
Fonti <i>indoor</i> /prevenzione emissioni inquinanti	BUMA ( <i>Building materials prioritization as indoor pollution sources</i> ) – JRC/UoWM (2006-2009) HEALTHY AIR ( <i>Effects of building materials on indoor air quality, health and comfort</i> ) – TNO (2008-2010) <i>European Collaborative Action: Urban air, Indoor Environment and Human exposure</i> (JRC Ispra): <i>Report 18: Evaluation of VOC emissions from building products</i> (1997) <i>Report 24: Inventory of existing emission labelling schemes in the EU</i> (2005) <i>Germany research project</i> (BAM, TU Berlin, UBA): <i>Building products: Determining and avoiding pollutants and odours</i>

<sup>14</sup> Fonte: Elaborazione ISPRA su dati tratti da JRC, *Promoting actions for healthy indoor air* (IAIAQ) Director Generals Health & Consumer, 2011

## La qualità dell'ambiente *indoor* e la salute dei bambini negli indirizzi europei e nazionali

### Policy e indirizzi europei

L'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS) ha evidenziato l'importanza e l'urgenza per ogni Paese di dotarsi di un "Piano nazionale per la creazione di un ambiente *indoor* sostenibile" e, a tal fine, ha diffuso già nel 1999 una pubblicazione destinata specificamente a indicare le strategie ottimali per la realizzazione di tale Piano. Nell'ultimo decennio ha inoltre definito una serie di linee guida di riferimento per la gestione della qualità dell'ambiente *indoor*:

- WHO *Air quality guidelines for particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur* (2005)<sup>15</sup>: applicabili ad ambienti *indoor* inclusi azioni, scuole e mezzi di trasporto;
- WHO *Guidelines for indoor air quality: dampness and mould* (2009)<sup>16</sup>: umidità e muffe negli edifici rischi sanitari e misure di prevenzione;
- WHO *Guidelines for indoor air quality: selected pollutants* (2010)<sup>17</sup>: definiscono i limiti per alcuni inquinanti chimici *indoor* prioritari.

Al centro delle più recenti politiche dell'OMS per la regione europea vi è anche la tutela della salute dei bambini da fattori di rischio ambientali.

L'Italia è stato uno dei Paesi firmatari della Dichiarazione di Parma su "Ambiente e Salute" sottoscritta a marzo 2010, in occasione della V Conferenza Interministeriale, dai Ministri della Salute e dell'Ambiente dei 53 Paesi della regione europea dell'OMS. Con questo documento i governi hanno ribadito gli impegni assunti nella precedente Conferenza di Budapest (giugno 2004), dove si sottolineava l'importanza che riveste la protezione della salute dei bambini dalle minacce dell'ambiente, obiettivo riproposto con maggiore enfasi tra le priorità del CEHAPE (*Children's Environment and Health Action Plan for Europe*)<sup>18</sup>. Il terzo obiettivo prioritario del CEHAPE è, infatti, quello di garantire a tutti i bambini, entro il 2020, una buona qualità dell'aria *indoor*, in particolare a casa, a scuola e negli asili nido, per prevenire le principali malattie dell'infanzia correlate all'inquinamento dell'aria (asma bronchiale, allergie e malattie respiratorie).

Negli ultimi anni anche l'Unione Europea ha promosso numerose iniziative<sup>19</sup> per la lotta alle malattie croniche dell'infanzia e per sensibilizzare le istituzioni, in particolare quelle sanitarie, al fine di promuovere politiche intersettoriali tra salute, istruzione, ambiente, lavoro e ricerca. Tra queste le più rilevanti sono:

*L'OMS sottolinea l'importanza e l'urgenza per ogni Paese di dotarsi di un "Piano Nazionale per la creazione di un ambiente indoor sostenibile".*

*Nella Dichiarazione di Parma su "Ambiente e Salute", sottoscritta in occasione della V Conferenza Interministeriale è stata sottolineata l'importanza che riveste la protezione della salute dei bambini dalle minacce ambientali.*

*Sono numerose le iniziative promosse negli ultimi anni dall'Unione Europea finalizzate alla promozione di*

<sup>15</sup> [http://whqlibdoc.who.int/hq/2006/WHO\\_SDE\\_PHE\\_OEH\\_06.02\\_eng.pdf](http://whqlibdoc.who.int/hq/2006/WHO_SDE_PHE_OEH_06.02_eng.pdf)

<sup>16</sup> [http://www.euro.who.int/\\_\\_data/assets/pdf\\_file/0017/43325/E92645.pdf](http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0017/43325/E92645.pdf)

<sup>17</sup> <http://www.euro.who.int/en/what-we-publish/abstracts/who-guidelines-for-indoor-air-quality-selected-pollutants>

<sup>18</sup> <http://www.hpa.org.uk/AboutTheHPA/WhatTheHealthProtectionAgencyDoes/InternationalWork/ChildrensEnvironmentAndHealthActionPlanForEuropeCEHAPE/>

<sup>19</sup> *Childhood asthma the Council's Conclusions*, 2 giugno 2004 [9507/04 (Press 163)]; Conferenza di Varsavia, *Prevention and control of childhood asthma and allergy in EU from public health point of view: urgent need to fill the gaps*, Ossa (Polonia), 21-22 settembre 2011

- La Strategia SCALE<sup>20</sup> per l'ambiente e la salute dell'Unione Europea, il cui obiettivo prioritario è la prevenzione delle malattie respiratorie, dell'asma e delle allergie nell'infanzia.
- Il Sesto Programma Comunitario di Azione in Materia di Ambiente e Salute (2001-2012)<sup>21</sup>, in cui viene ribadita la necessità “di ridurre l'inquinamento dell'ambiente a livelli tali da limitare al minimo gli effetti nocivi per la salute umana con particolare riferimento alle popolazioni sensibili, e per l'ambiente nel suo complesso”.
- Il Piano di Azione Ambiente e Salute 2004-2010 che, nel punto di azione 12 riguardante la qualità dell'aria, evidenzia la necessità di sviluppare un *network* di linee guida sui fattori che determinano un peggioramento della qualità dell'aria *indoor* (umidità, muffe, materiali da costruzione, inquinanti *indoor*) attraverso la ricerca e lo scambio di informazioni e buone pratiche.
- Il Rapporto e Risoluzione del Parlamento Europeo sul Piano d'Azione (2005)<sup>22</sup>, che individua tra le aree prioritarie di ricerca l'impatto dei nuovi materiali da costruzione sulla salute, invitando la Commissione, in cooperazione con gli Stati membri, a introdurre un sistema di etichettatura ambientale e sanitaria dei prodotti e dei materiali da costruzione stessi. Il Rapporto, inoltre, sottolinea che la qualità all'interno degli edifici non può essere migliorata senza un approccio multidisciplinare che prenda in considerazione le numerose fonti di inquinamento presenti al loro interno (sistema di riscaldamento, attrezzature, arredamento, attività svolte).

*politiche  
intersettoriali tra  
salute, istruzione,  
ambiente, lavoro e  
ricerca.*

#### L'indoor nelle politiche sanitarie nazionali: norme e iniziative

Allo stato attuale, nel nostro Paese non si dispone ancora di una normativa organica volta a garantire, di fatto, la tutela della salute dai rischi correlati agli ambienti confinati. Le norme in vigore per la salubrità delle abitazioni sono fissate, per ogni comune, dal Regolamento di igiene e sanità (Tabella 8.3).

In base al Testo Unico delle leggi sanitarie (R.D. 27 luglio 1934, n. 1265 – Titolo III, Cap. IV, dell'Igiene degli abitati urbani e rurali e delle abitazioni), i Regolamenti locali di igiene e sanità stabiliscono le norme per la salubrità dell'aggregato urbano e rurale e delle abitazioni, secondo le istruzioni di massima emanate, nei tempi attuali, dal Ministero della salute. Il Regolamento comunale rappresenta, quindi, un importante strumento normativo in materia di salubrità negli ambienti di vita confinati, conservando una sua specifica utilità anche dopo l'attuazione della riforma sanitaria (Legge 833/78), che attribuisce alle regioni la competenza di regolamentare l'esercizio delle funzioni in materia di igiene e sanità pubblica.

Il D.Lgs. 502/92 (modificato dal D.Lgs 517/93) ha introdotto

*Nel nostro Paese  
non è ancora  
disponibile una  
normativa che  
garantisca di fatto  
la tutela della  
salute dai rischi  
correlati agli  
ambienti confinati.*

<sup>20</sup> [http://europa.eu/legislation\\_summaries/environment/general\\_provisions/128133\\_en.htm](http://europa.eu/legislation_summaries/environment/general_provisions/128133_en.htm)

<sup>21</sup> [http://europa.eu/legislation\\_summaries/agriculture/environment/128027\\_it.htm](http://europa.eu/legislation_summaries/agriculture/environment/128027_it.htm)

<sup>22</sup> <http://www.europarl.europa.eu/sides/getDoc.do?type=REPORT&reference=A6-2005-0008&language=IT#title1>

sostanziali novità sia all'assetto complessivo del sistema sanitario pubblico, sia allo specifico settore della prevenzione, stabilendo che le regioni istituiscano un Dipartimento di Prevenzione (DP) presso ogni USL, cui sono attribuite le funzioni in materia di igiene e sanità pubblica, già svolte dai servizi delle USL stesse, istituiti dalla Legge 833/78. Successivamente, il D.Lgs. 229/99 ridefinisce le funzioni dei Dipartimenti di Prevenzione, l'organizzazione, il coordinamento interno ed esterno con altri enti e istituti (Agenzie regionali per l'ambiente, Istituti zooprofilattici, ispettori del lavoro e INAIL ecc.) e attribuisce ai Dipartimenti anche i compiti relativi all'individuazione e alla rimozione delle cause di nocività e di malattie di origine ambientale, per lo svolgimento dei quali possono avvalersi delle Agenzie regionali e provinciali per la protezione dell'ambiente. Stabilisce, inoltre, che le funzioni di prevenzione collettiva e di controllo ambientale, esercitate dal DP e dalle ARPA, debbano prevedere azioni coordinate e integrate. Tali disposizioni, operativamente, a oggi, sono realizzate con strumenti e modalità diverse nelle varie realtà locali e, in tema *indoor*, non sono ancora ben definite competenze, individuazione di settori di azione congiunta e relativi programmi operativi.

Il Piano Sanitario Nazionale (PSN) per il triennio 1998-2000<sup>23</sup>, seguendo i *target* e gli indicatori sanitari internazionali (“*Health for All-21*”), ha affrontato per la prima volta (rispetto ai precedenti documenti di programmazione) le principali tematiche sanitarie con una visione multidisciplinare e intersettoriale, all'interno della quale i problemi inerenti la salute e l'ambiente sono stati visti congiuntamente. L'obiettivo III del PSN, “miglioramento del contesto ambientale”, ha indicato la riduzione dei rischi per la salute correlati all'inquinamento degli ambienti *indoor*, come una priorità da realizzare nel triennio di riferimento, nell'ambito delle competenze del SSN e di concerto con le istituzioni non sanitarie.

Già nel 1998, il Ministero della sanità, per dare attuazione agli obiettivi del PSN, costituì con DM 8 aprile 1998 la “Commissione nazionale *indoor*”, con il compito di elaborare linee di indirizzo tecnico volte a ridurre i rischi per la salute correlati all'inquinamento degli ambienti confinati. La Commissione a carattere multidisciplinare, in quanto composta da ingegneri, architetti, medici del lavoro, igienisti, oncologi, allergologi, epidemiologi, fisici, chimici, biologi ecc., nel luglio del 1999 elaborò il primo rapporto sulle principali problematiche sanitarie presenti in Italia correlabili all'inquinamento *indoor* e fornì una serie di indicazioni generali per la realizzazione di un programma nazionale per la prevenzione e promozione della salute negli ambienti confinati.

Sulla base delle indicazioni contenute nel rapporto è stato emanato l'Accordo Stato-Regioni del 27 novembre 2001<sup>24</sup> recante “Linee guida per la tutela e la promozione della salute negli ambienti confinati”<sup>25</sup> con il quale il Ministero della salute propone di avviare

*Le tematiche sanitarie sono state affrontate per la prima volta con una visione multidisciplinare e intersettoriale nel Piano Sanitario Nazionale del triennio 1998-2000.*

*Nelle “Linee Guida per la tutela e la promozione della salute negli ambienti confinati”*

<sup>23</sup> [http://www.salute.gov.it/imgs/C\\_17\\_pubblicazioni\\_947\\_allegato.pdf](http://www.salute.gov.it/imgs/C_17_pubblicazioni_947_allegato.pdf)

<sup>24</sup> G.U. del 27 novembre 2001, n. 276 S.G., S.O. n. 252

<sup>25</sup> <http://www.radon.it/site/download/lineeguida.pdf>

nel Paese un “patto” per la prevenzione dei rischi *indoor*, che impegni congiuntamente le istituzioni sanitarie e i soggetti interessati. Il provvedimento prevede interventi di tipo normativo basati su *standard* di sanità pubblica, la predisposizione di strumenti tecnici, campagne formative del personale tecnico del Servizio Sanitario Nazionale e di quello operante in altri settori, e il supporto di un piano nazionale finalizzato di ricerca, oltre all’informazione e all’educazione della popolazione (per aumentarne la consapevolezza del proprio ruolo nella prevenzione e promozione della salute) e al coinvolgimento di parti sociali e associazioni.

Per favorire la realizzazione del programma nazionale di prevenzione *indoor*, all’Accordo del 27 novembre 2001 hanno fatto seguito provvedimenti e linee guida nazionali, tra cui:

- Linee guida per la prevenzione e il controllo della legionellosi, del 4 aprile 2000<sup>26</sup> ;
- Accordo Stato-Regioni del 13 gennaio 2005, che ha portato le “Linee Guida recanti indicazioni sulla legionellosi per i gestori di strutture turistico-recettive e termali”<sup>27</sup>;
- Accordo Stato-Regioni del 5 ottobre 2006, recante “Linee Guida per la definizione di protocolli tecnici di manutenzione predittiva sugli impianti di climatizzazione”<sup>28</sup>;
- Piano Nazionale Radon (PNR)<sup>29</sup> “per la riduzione del rischio di tumore polmonare in Italia da esposizione a radon”, un insieme organico e coordinato di azioni volte alla riduzione del rischio radon in Italia (incluse normative, mappature, informazione, formazione). Il PNR ha acquisito il parere favorevole del Consiglio Superiore di Sanità e della Conferenza Stato-Regioni e, a partire dal 2006, è stato parzialmente finanziato nell’ambito del progetto del Centro di Prevenzione e Controllo delle Malattie (CCM);
- Accordo del 18 ottobre 2010<sup>30</sup> tra Governo, Regioni, Province autonome di Trento e Bolzano, Province, Comuni e Comunità montane, concernente “Linee di indirizzo per la prevenzione nelle scuole dei fattori di rischio *indoor* per allergie ed asma”<sup>31</sup>, che focalizza l’attenzione sull’importanza, per la salute dei bambini, delle condizioni di igiene e di qualità dell’aria negli ambienti scolastici. Nell’Accordo, il quadro normativo che disciplina molti aspetti dell’edilizia scolastica, della qualità dell’aria *indoor* e del microclima, risulta carente o non aggiornato rispetto alle ultime evidenze scientifiche e non rispondente alle esigenze degli edifici in rapporto al risparmio energetico, ai requisiti bio-climatici e alle caratteristiche di salubrità e sicurezza dei materiali e degli arredi.
- Legge 16 gennaio 2003<sup>32</sup>, n.3 “Disposizioni ordinamentali in materia di pubblica amministrazione”. All’art.51 “Tutela della

*contenute nell’Accordo Stato Regioni del 27 novembre 2001, il Ministero della salute propone di avviare un “patto per la prevenzione dei rischi indoor.*

*All’Accordo Stato Regioni del 27 novembre 2001 hanno fatto seguito provvedimenti e linee guida nazionali aventi lo scopo di favorire la realizzazione del programma nazionale di prevenzione indoor.*

<sup>26</sup> G.U. del 5 maggio 2000, S.G. n. 103

<sup>27</sup> G.U. del 4 febbraio 2005, S.G. n. 28

<sup>28</sup> G.U. del 3 novembre 2006, S.G. n. 256

<sup>29</sup> <http://www.iss.it/binary/tesa/cont/PNR-Testo%20completo.1195145887.pdf>

<sup>30</sup> G.U. del 13 novembre 2011, S.G. n. 9

<sup>31</sup> [http://www.normativasanitaria.it/normsan-pdf/2001/36589\\_1.pdf](http://www.normativasanitaria.it/normsan-pdf/2001/36589_1.pdf)

<sup>32</sup> <http://www.parlamento.it/parlam/leggi/030031.htm>

salute dei non fumatori” la legge ha esteso il divieto di fumo a tutti i locali chiusi, con le sole eccezioni dei locali riservati ai fumatori e gli ambiti strettamente privati e, inoltre, per tutelare la salute dei bambini e dei nascituri ha introdotto sanzioni più gravi per chi fuma in presenza di bambini o di donne incinte.

La lotta al fumo passivo è un altro obiettivo importante del programma nazionale di prevenzione *indoor* sviluppato dal Ministero della salute.

Inoltre, in questi ultimi anni sono state promosse importanti iniziative per contrastare i principali fattori di rischio ambientali per le malattie respiratorie croniche, attraverso progetti e programmi specifici promossi nell’ambito delle attività dal Piano nazionale di Prevenzione, dal Centro per la Prevenzione e Controllo delle Malattie<sup>33</sup> e dalla GARD<sup>34</sup> Italia.

- Il progetto triennale (2009-2012) finanziato dal CCM, “Esposizione ad inquinanti *indoor*: linee guida per la valutazione dei fattori di rischio in ambiente scolastico e definizione delle misure per la tutela della salute respiratoria degli scolari e degli adolescenti” (*Indoor-School*), è coordinato dall’Istituto Superiore di Sanità e include nello studio le scuole di 7 regioni italiane (Lombardia, Friuli, Toscana, Lazio, Puglia, Sardegna, Sicilia).
- Le attività della GARD Italia sono coordinate dal Ministero della salute assieme al CCM. La GARD è un’associazione volontaria, nata nel giugno 2009 a Roma in occasione della IV assemblea generale della *International Global Alliance Against Chronic Respiratory Diseases*, fondata dall’OMS con lo scopo di promuovere strategie comuni per la riduzione dell’impatto delle malattie respiratorie croniche. Nell’ambito della GARD italiana è stato istituito il Gruppo di lavoro *ad hoc* “per la prevenzione *indoor* nelle scuole”, con il compito specifico di facilitare l’attuazione dell’Accordo Stato-Regioni del 18 novembre 2010 per la prevenzione nelle scuole dei fattori di rischio *indoor* per allergie e asma. Al Gruppo di lavoro partecipano esperti di università e istituzioni tra cui rappresentanti del Ministero della pubblica istruzione, dell’ambiente, dell’ISPRA e dell’ISS.
- Infine, con l’intesa Stato Regioni del 29 aprile 2010 è stato varato il nuovo Piano Nazionale della Prevenzione 2010-2012<sup>35</sup>, in cui sono state inserite alcune linee strategiche specifiche, volte a migliorare i requisiti igienici di qualità dell’aria *indoor* nelle scuole e negli altri ambienti frequentati dai bambini, sulla base delle quali numerose regioni hanno predisposto i rispettivi Piani regionali di prevenzione.

*Negli ultimi anni sono stati promossi una serie di importanti progetti e programmi volti a contrastare i principali fattori di rischio ambientali per le malattie respiratorie croniche.*

*Nel nuovo Piano Nazionale della Prevenzione 2010-2012 sono state inserite specifiche linee strategiche volte a migliorare i requisiti igienici di qualità dell’aria indoor in tutti gli ambienti frequentati dai bambini.*

<sup>33</sup> <http://www.ccm-network.it>

<sup>34</sup> <http://www.salute.gov.it/gard/gard.jsp>

<sup>35</sup> Con l’intesa Stato Regioni del 29 aprile 2010, le regioni e le province autonome hanno destinato, analogamente al 2005, 200 milioni di euro per la completa attuazione del Piano di prevenzione per il triennio 2010-2012

**Tabella 8.3: Attuali norme nazionali e internazionali inerenti la qualità dell'aria indoor<sup>36</sup>**

Tematica	Norma	Sintesi
Norme e <i>standard</i> tecnici internazionali per il controllo del microclima e della ventilazione	Standard ISO/FDIS 7730	Indicazioni per la qualificazione e valutazione del <i>comfort</i> .
	UNI EN 13779	Ventilazione edifici non residenziali.
	UNI 15251	Valutazione della prestazione energetica degli edifici.
Controllo degli impianti	Linee-guida per la prevenzione e il controllo della legionellosi 4 aprile 2000	Fornisce indicazioni per la gestione degli impianti per la prevenzione della legionellosi.
Normativa sul fumo passivo	Legge del 16 gennaio 2003 n. 3	Vieta il fumo negli ambienti pubblici.
Regolamento sulle sostanze chimiche e preparati pericolosi	Regolamento REACH <i>Registration, Evaluation, Authorisation of Chemicals</i> (CE) n. 1907/2006	Registrazione, valutazione, autorizzazione e restrizione di tutte le sostanze prodotte o importate nell'Unione Europea.
Regolamento d'igiene	Decreto Ministero Sanità 05/07/1975	Stabilisce i requisiti igienico-sanitari principali dei locali delle abitazione, precisando i requisiti minimi di superficie degli alloggi in relazione al numero previsto degli occupanti.
Direttive sui prodotti da costruzione	89/106/CEE recepita in Italia con il DPR n. 246 del 21 aprile 1993	Richiede la conformità dei prodotti da costruzione ai requisiti essenziali di salubrità.
	Regolamento 305/2011 sui prodotti da costruzione	
Norme sulla <i>performance</i> ambientale, sostenibilità e risparmio energetico ambientale degli edifici	ISO 21931-1:2010	Mira a migliorare le prestazioni degli edifici fornendo un quadro di riferimento unico sui metodi utilizzati per la valutazione del loro impatto.
	ISO 13823:2008	Definisce i principi generali e le procedure idonee per la verifica della durabilità/resistenza delle strutture edilizie a eventi di tipo naturale.
	Decreto 2002/91/CE recepito D.Lgs.192 del 19 agosto 2005	Metodologia per il calcolo del rendimento energetico degli edifici.
	Norme UNI TS 11300	Specifiche tecniche per il calcolo del fabbisogno energetico degli edifici.
	Direttiva 2010/31/CE	Promuove il miglioramento della prestazione energetica degli edifici.
Ecolabel	Regolamento CE n. 66/2010	Marchio comunitario di qualità ambientale di un prodotto.
Radon	D. L. 241/2000	Il decreto ha fissato un livello di riferimento di 500 Bq/m <sup>3</sup> , oltre il quale il datore di lavoro deve intervenire con più approfondite valutazioni ed eventualmente con azioni di bonifica per gli ambienti di lavoro, scuole comprese.
	Raccomandazione 143/Euratom del 1990	Ha fissato dei valori di riferimento della concentrazione di radon nelle abitazioni oltre i quali raccomandano interventi di bonifica per la riduzione della

*Norme promosse negli ultimi anni, a livello sia nazionale sia internazionale, ed attualmente in vigore, volte alla prevenzione della qualità dell'aria negli ambienti confinati.*

<sup>36</sup> Fonte: ISPRA

		concentrazione di radon: 400 Bq/m <sup>3</sup> per edifici esistenti 200 Bq/m <sup>3</sup> per edifici da costruire.
	Piano Nazionale Radon	Piano coordinato di azioni rivolte a ridurre il rischio di effetti sanitari connessi all'esposizione al radon.
Rumore	Legge n.447 del 26/10/1995	Legge quadro sull'inquinamento acustico e successivi decreti attuativi.
	Direttiva 2002/49/CE del 25 giugno 2002, recepita con Decreto Legislativo 19 agosto 2005, n. 194	Relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale. Prevede azioni di risanamento in presenza di rischi per la salute.

### La prevenzione della qualità dell'aria *indoor* nelle politiche di settore: il ruolo delle politiche ambientali

Come già accennato, la prevenzione della qualità dell'aria *indoor* coinvolge molti settori quali, ad esempio, le attività produttive e i sistemi di certificazione, le politiche di mobilità urbana, le politiche climatiche ed energetiche.

In alcuni di questi settori le politiche ambientali svolgono un ruolo proprio, contribuendo alla prevenzione della qualità dell'aria *indoor* attraverso due gruppi principali di norme e regolamenti:

- quelle che limitano le emissioni in atmosfera di inquinanti derivanti da attività industriali, trasporti, agricoltura, gestione rifiuti, attività domestiche, quali ad esempio il Decreto legislativo 13 agosto 2010, n.155, le Direttive IPPC, AIA, EMAS, la normativa che fissa e aggiorna gli *standard* di prestazione delle autovetture nuove e degli autoveicoli commerciali, le politiche di mobilità sostenibile;
- quelle deputate al controllo diretto delle sorgenti presenti in ambienti *indoor*, responsabili del rilascio di inquinanti e sostanze pericolose, e incentivanti l'impiego di prodotti ecologici e di edilizia sostenibile, quali: il Regolamento REACH, il Regolamento Ecolabel (marchio di qualità ecologica dell'UE), il recente Regolamento 305/2011 riguardante i prodotti di costruzione, le strategie e i piani di azione per la promozione di prodotti eco-compatibili (Politica Integrata di Prodotto, Piano di Azione per gli acquisti verdi, Strategia per l'uso sostenibile delle risorse, Piano dell'Eco-innovazione), la normativa relativa alla progettazione ecologica dei prodotti nonché all'elaborazione di specifiche utili alla progettazione ecocompatibile dei prodotti che consumano energia (ECODESIGN), le politiche di incentivi all'acquisto di prodotti puliti (come autoveicoli, motoveicoli, elettrodomestici ecc.) e al miglioramento ecologico degli edifici.

*La prevenzione della qualità dell'aria indoor coinvolge una serie di settori nei confronti dei quali le politiche ambientali svolgono un ruolo mediante norme e regolamenti che limitano le emissioni in atmosfera di inquinanti, e deputati al controllo diretto delle sorgenti presenti in ambienti indoor.*

Un ruolo importante rivestono anche le politiche relative all'efficienza energetica degli edifici, diffuse a livello UE con il Piano efficienza energetica UE-COM (2011) 109, che sta avendo nel nostro Paese un progressiva applicazione e che, se da una parte contribuisce alle riduzioni delle emissioni in atmosfera (quindi alla prevenzione dell'inquinamento *outdoor*), dall'altra dovrebbe comunque garantire un miglior *comfort* microclimatico *indoor* in

*Attualmente rivestono un ruolo importante anche le politiche concernenti l'efficienza energetica degli edifici, diffuse a*

presenza di progettazione (compresa la scelta di materiali salubri per la costruzione e l'arredo) e manutenzione adeguate, per evitare effetti negativi sulla qualità dell'aria negli ambienti confinati. Infatti, i sistemi di climatizzazione/riscaldamento che utilizzano il ricircolo dell'aria per evitare la dispersione termica, in associazione all'impiego di tecniche preposte all'isolamento dell'edificio (es. utilizzo di infissi speciali per l'isolamento termico e/o acustico), anche se nell'ottica di un corretto risparmio energetico, possono influenzare negativamente la ventilazione interna, riducendo la dispersione degli inquinanti e favorendo la concentrazione di agenti patogeni (es. legionella, infezioni virali e batteriche in genere) e l'aumento della concentrazione di polveri e inquinanti aerodispersi (CO<sub>2</sub>, CO, PTS, ecc.) negli ambienti chiusi, con ripercussioni sulla loro salubrità.

In ultimo, come già accennato, nel nostro Paese andranno meglio definite le competenze e i sistemi di monitoraggio dell'aria *indoor* per i quali, a oggi, non è ancora disponibile un sistema di conoscenza e riferimento come per l'inquinamento atmosferico *outdoor*.

In generale il ruolo delle politiche citate non è secondario nella tutela della salute respiratoria.

Come riepilogato nella Figura 8.4 e nella Tabella 8.4, in un recente studio del JRC<sup>37</sup> è stato analizzato l'impatto della qualità dell'aria *indoor* (IAIAQ) sulla salute, valutando le principali patologie attribuibili all'esposizione a inquinanti *indoor* (asma, carcinoma polmonare, bronchite cronica ostruttiva, infezioni/sintomi respiratori, intossicazione acuta).

Nello studio in oggetto è stato quantificato l'impatto attribuibile all'inquinamento *indoor* in circa 2 milioni di DALY<sup>38</sup> per anno.

È stato successivamente valutato l'effetto benefico in termini di salute (guadagno di DALY per anno) delle politiche dell'UE dal 2004 al 2010 (il regolamento REACH, le normative sui prodotti da costruzione, sull'efficienza energetica degli edifici, sull'etichettatura dei prodotti, il *green paper* sul fumo di tabacco, le linee guida dell'OMS sull'*indoor*).

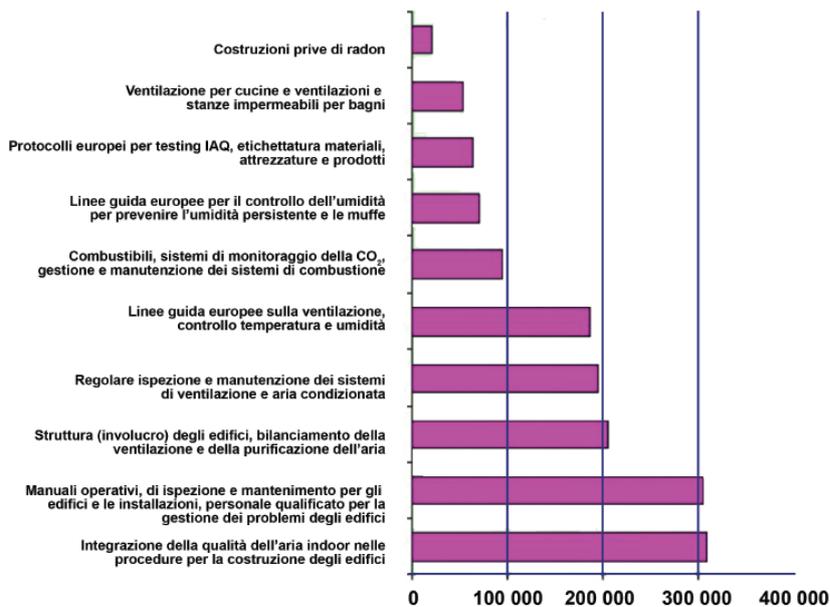
Infine sono stati presi in considerazione diversi scenari a seconda delle applicazioni delle politiche europee.

*livello europeo con il Piano di efficienza energetica UE-COM (2011) 109 che si stanno progressivamente applicando anche in Italia.*

*In un recente studio del JRC è stato analizzato l'impatto della qualità dell'aria indoor sulla salute, valutando le principali patologie legate all'esposizione a inquinanti indoor, quantificando l'impatto attribuibile all'inquinamento indoor e i benefici in termini di salute derivanti dalle politiche UE 2004-2010.*

<sup>37</sup> JRC, *Promoting actions for healthy indoor air (IAIAQ)*, Director Generals Health & Consumer, 2011

<sup>38</sup> DALY (*Disability-Adjusted Life Year*): anni di vita vissuti al netto della disabilità. Il DALY quantifica il peso di una malattia e è il risultato della somma degli anni di vita persi (YLL) in seguito a mortalità prematura con gli anni vissuti in disabilità o malattia (YLD). Tale metodo è stato sviluppato dall'Università di Harvard nel 1990 e adottato nel 2000 dall'OMS



*Valutazione degli effetti benefici in termini di salute (espressa come il guadagno di DALY per anno) derivanti dall'implementazione delle politiche dell'UE sulla qualità dell'aria negli ambienti confinati.*

**Figura 8.4: Benefici in termini di guadagno di DALY a 10 anni dall'implementazione delle politiche sulla qualità dell'aria indoor<sup>39</sup>**

<sup>39</sup> Fonte: Elaborazione ISPRA su dati tratti da: JRC, *Promoting actions for healthy indoor air* (IAIAQ), Director Generals Health & Consumer, 2011

**Tabella 8.4: Incremento temporale dei benefici per la salute pubblica in termini di DALY grazie all'implementazione delle politiche sull'efficienza energetica degli edifici e sui materiali da costruzione<sup>40</sup>**

*Incremento nel tempo dei benefici ottenuti per la salute pubblica (espressi in termini di DALY) derivanti dall'implementazione delle politiche dell'UE riguardanti l'efficienza energetica degli edifici e i materiali da costruzione.*

Regolamenti europei e scenari di IAIAQ		Anno di inizio	Benefici annui in DALY/anno					∞
			2000	2005	2010	2015	2020	
<b>Scenario 1</b>	CPD (86/106/EEC prodotti da costruzione)	2000	0	35	70	100	120	400
	GPSD (2001/195/EC sicurezza prodotti da costruzione)	2002		2	5	6	7	9
	EPBD (2002/91/EC performance edifici)	2003		60	190	300	400	800
	REACH EC1907/2006 chimica)	2007			5	10	13	17
<b>Scenario 2</b>	Implementazione REACH	2011				10	15	30
	CPD + GPSD + integrazione dell'impatto IAQ dei sistemi di combustione <i>indoor</i>	2011				100	180	600
<b>Scenario 4</b>	Protocolli europei per IAQ per gli edifici, i prodotti e i materiali <i>indoor</i>	2011				60	120	300
<b>Scenario 5</b>	Combustibili, sistemi di monitoraggio della CO, gestione/manutenzione dei sistemi di combustione	2011				100	180	300
<b>Scenario 6</b>	EPBD + integrazione IAQ	2011				160	350	1.200
<b>Scenario 7</b>	Integrazione IAQ nelle CLIMT ACT europee e nelle politiche energetiche	2011				300	600	2.000

<sup>40</sup> Fonte: Elaborazione ISPRA su dati tratti da: JRC, *Promoting actions for healthy indoor air (IAIAQ)*, Director Generals Health & Consumer, 2011

## Possibili indicatori per l'ambiente *indoor* nelle scuole (schema DPSIR)

Allo stato attuale non è ancora disponibile un *set* di indicatori concretamente popolabili per la caratterizzazione dello stato dell'ambiente *indoor*, delle pressioni e dei relativi impatti sulla salute, in quanto manca un sistema di rilevazione strutturato dei dati sui determinanti e sulla qualità *indoor*.

Nel tentativo di descrivere in particolare l'ambiente *indoor* scolastico, si è cercato quindi di identificare una serie di possibili indicatori, che potrebbero essere sviluppati efficacemente se supportati da dati disponibili e aggiornati.

Ciò necessiterebbe l'impegno, da parte delle istituzioni coinvolte sia a livello nazionale (Ministero della pubblica istruzione, Ministero della salute, Ministero dell'ambiente, ecc.), sia a livello locale (Comuni, ARPA e Dipartimenti sanità), a rendersi disponibili a raccogliere e rendere fruibili i dati e le informazioni necessarie allo scopo, mediante la realizzazione di strumenti istituzionali (norme, regolamenti, linee guida ecc.) e l'implementazione di *database ad hoc*.

Come indicato nella Tabella 8.5, è possibile suddividere gli indicatori per la caratterizzazione della qualità dell'aria *indoor* in due categorie: la prima relativa agli inquinanti (PM, COV, benzene, radon ecc.), la seconda relativa al *comfort* microclimatico (CO<sub>2</sub>, temperatura, umidità, ventilazione, rumore, illuminazione ecc.).

*Attualmente non è ancora disponibile un set di indicatori popolabile per la caratterizzazione della qualità dell'ambiente indoor, delle pressioni e degli impatti sulla salute.*

**Tabella 8.5: Indicatori della qualità dell'aria indoor classificati nelle categorie inquinamento e *comfort* microclimatico<sup>41</sup>**

*Gli indicatori per la caratterizzazione della qualità dell'aria indoor possono essere suddivisi in due categorie: la prima relativa agli inquinanti (PM, COV, benzene, radon ecc.), la seconda relativa al comfort microclimatico (CO<sub>2</sub>, temperatura, umidità, ventilazione, rumore, illuminazione ecc.).*

	<b>Inquinamento</b>	<b>Comfort</b>
<b>Determinanti/Pressioni</b>	Sorgenti di inquinamento (strade/complessi industriali ) in prossimità di scuole/poli didattici  Esistenza di protocolli scolastici per uso di detergenti, arredi e materiali didattici atossici	Affollamento aule n. di scuole in classe energetica A
<b>Stato</b>	Concentrazioni PM, O <sub>3</sub> , NO <sub>x</sub> , COV, benzene, radon, <i>survey</i>	CO <sub>2</sub> , temperatura, umidità, ricambio d'aria, muffe ( <i>survey</i> ), Illuminazione, rumore
<b>Impatto</b>	Affezioni respiratorie non infettive (asma, allergie, BPO)	Affezioni virali/batteriche (influenza, bronchiti, polmoniti, malattie esantematiche ecc.), cefalee
<b>Risposte</b>	n. di aziende/produttori di arredi e materiali scolastici e di consumo con certificazione Ecolabel Protocolli di monitoraggio/sorveglianza sanitaria nelle scuole  n. di politiche per migliorare la qualità dell'aria a scuola ( <i>survey</i> )	n. di regioni che ha legiferato sull'efficienza energetica degli edifici scolastici (obbligo di certificazione energetica)

<sup>41</sup> Fonte: ISPRA

## DETERMINANTI-PRESSIONI

### Possibili indicatori correlati agli agenti inquinanti

Le varie tipologie di materiali di arredo e di accessori didattici, nonché di prodotti utilizzati per l'igiene e le pulizie, possono essere responsabili dell'emissione di sostanze inquinanti quali PTS, COV, IPA e POPs<sup>42</sup> negli ambienti frequentati dagli scolari. Ad esempio, l'utilizzo di gesso per le lavagne tradizionali favorisce la dispersione e l'accumulo di polvere, soprattutto se durante l'orario scolastico non viene applicata un'opportuna areazione delle aule a intervalli regolari.

*I materiali di arredo, gli accessori didattici, i prodotti per l'igiene e la pulizia, possono essere responsabili dell'emissione di sostanze inquinanti (PTS, COV, IPA, POPs).*

In quest'ottica diventa importante anche una corretta organizzazione e gestione degli interventi di igiene ambientale i quali, se non programmati al di fuori dell'orario delle lezioni, senza adeguata aerazione dei locali e senza l'utilizzo di prodotti specifici il più possibile atossici che non rilasciano inquinanti in aria dopo l'uso, favoriscono la dispersione di sostanze potenzialmente tossiche, aumentando quindi l'esposizione degli alunni che soggiornano nei locali scolastici.

Anche la scelta di arredi certificati a bassa emissione di formaldeide e altri COV è importante per favorire l'eliminazione dall'ambiente *indoor* di questi inquinanti.

Allo stesso modo l'ubicazione degli edifici scolastici, e quindi un'adeguata pianificazione urbanistica, rappresentano dei determinanti per la qualità dell'ambiente *indoor*: una scuola ubicata in un'area a elevato traffico veicolare, o nelle vicinanze di un'area industriale, presenterà concentrazioni di inquinanti *indoor* (PM<sub>10-2,5</sub>, NO<sub>2</sub>, IPA, CO<sub>2</sub> ecc.) più elevate rispetto a scuole ubicate in aree meno inquinate.

### Possibili indicatori correlati al *comfort*

L'affollamento delle aule<sup>43</sup> può essere considerato un determinante della qualità ambientale: diversi studi hanno infatti dimostrato che un numero elevato di alunni per m<sup>3</sup> è associato sia a più elevate concentrazioni di CO<sub>2</sub>, sia a un aumento del rischio di diffusione di infezioni batteriche e virali negli ambienti chiusi, oltre che a una diminuzione dell'attenzione (e apprendimento) e all'insorgenza di cefalea.

L'indicatore del *comfort* è anche descritto dalla classe energetica

<sup>42</sup> PTS: particolato totale sospeso; COV: composti organici volatili; IPA: idrocarburi policiclici aromatici; POPs: *Persistent Organic Pollutants* (inquinanti organici persistenti)

<sup>43</sup> Decreto del Ministero dell'interno (norme di prevenzione incendi per l'edilizia scolastica) del 26/08/92 che, oltre a indicare le caratteristiche dell'edificio, ha previsto "un massimo affollamento" in un numero massimo di 26 persone ad aula (compresi alunni, insegnanti, sostegno, ecc.) ma senza indicare alcunché in merito alla superficie minima

	ELEMENTARI	MEDIE	MATERNE/ SEZIONI	SUPERIORI
Mq lordi per classi	da 153 a 167	da 201,50 a 275,50	da 198 a 210	da 166 a 307
Mq lordi totali per alunno	da 6,11 a 6,68	da 8,06 a 11,02	da 6,06 a 7	da 6,65a 12,28

Tecnologia e Disegno Prof. Rosario Berardi, 2010

degli edifici scolastici che si acquisisce attraverso la certificazione energetica che si sta portando avanti progressivamente nelle diverse realtà regionali.

La certificazione prevede una valutazione per la classe di isolamento termico e per la qualità dell'impiantistica ad alta efficienza energetica. Gli edifici a basso consumo energetico devono quindi coniugare *comfort* abitativo a risparmio energetico.

## STATO

### Possibili indicatori correlati agli agenti inquinanti

Elevate concentrazioni di inquinanti *indoor*, sia di origine chimica sia di origine biologica, possono causare in soggetti predisposti allergie, irritazioni oculari e dermiche, malattie infettive oppure sintomatologie aspecifiche quali cefalea, disturbi della concentrazione, ecc.

In tale ambito, uno degli indicatori proposti dall'OMS per la valutazione della qualità dell'ambiente *indoor* è costituito dalla misura dell'esposizione a specifici inquinanti *indoor* (PM, O<sub>3</sub>, NO<sub>x</sub>, COV, benzene, radon, rumore) nelle scuole, tramite *survey*<sup>44</sup> che prevedano il monitoraggio dei valori delle concentrazioni degli inquinanti stessi.

La metodologia proposta per queste *survey* prevede il campionamento *indoor* mediante diffusione passiva in almeno tre aule scolastiche e una misura *outdoor* (concentrazione media della settimana), analisi in laboratori accreditati per QA/QC.

Le tre aule andrebbero monitorate nel periodo in cui è in funzione il riscaldamento e le scuole dovrebbero essere selezionate in aree geografiche diverse in relazione al clima, considerando edifici scolastici urbani e rurali, in un numero compreso tra un minimo di 100 e un massimo di 300.

### Possibili indicatori correlati al *comfort*

Il microclima, ossia l'insieme di fattori fisici e chimici (quali elevate concentrazioni di CO<sub>2</sub>, condizioni non ottimali di temperatura, umidità, illuminazione, rumore) che caratterizzano l'aria negli ambienti confinati, contribuisce a sua volta al benessere psicofisico dell'individuo, basato su un delicato equilibrio tra individui e ambiente.

Alterazioni di questo equilibrio possono avere ripercussioni sugli alunni, influenzandone negativamente la *performance* scolastica e lo stato di salute. Per la valutazione del *comfort* microclimatico vengono spesso utilizzati due indici: l'indice Katatermometrico che valuta gli scambi termici e l'indice di temperatura effettiva.

Tra gli indicatori proposti dall'OMS per la valutazione della qualità dell'ambiente *indoor* è compresa l'aerazione insufficiente nelle aule

*Inquinanti indoor possono essere causa, in soggetti predisposti, di allergie, irritazioni oculari e dermiche, malattie infettive, nonché di sintomatologie aspecifiche quali cefalea, disturbi della concentrazione, ecc.*

---

<sup>44</sup> M. Krzyzanowski, *Current WHO activities on IAQ*, WHO European Centre for Environment and Health, Bonn Office, 2011

scolastiche<sup>45</sup>. La caratterizzazione di tale indicatore può essere condotta tramite *survey* che prevedano la misura nelle aule scolastiche dei valori di CO<sub>2</sub>, temperatura, umidità, ventilazione, nonché della presenza di muffe.

L'anidride carbonica è uno degli inquinanti che più comunemente può trovarsi in elevate concentrazioni in ambiente *indoor*, in quanto proveniente dai normali processi di inspirazione/espirazione delle persone presenti in ambiente chiuso.

L'impiego di semplici dispositivi per il monitoraggio della CO<sub>2</sub> potrebbe costituire un valido aiuto nella gestione della qualità dell'aria *indoor*. La CO<sub>2</sub> rappresenta, infatti, un indicatore della qualità dell'aria e può di conseguenza essere utilizzata per valutare le prestazioni degli impianti di trattamento dell'aria. Gli effetti sulla salute si manifestano solo a concentrazioni elevate di CO<sub>2</sub> (3.500 ppm), mentre gli effetti nocivi si manifestano oltre i 5.000 ppm, ma in genere già al superamento *indoor* di 600 ppm di CO<sub>2</sub> si inizia ad avere una percezione negativa della qualità dell'aria. Per questo motivo, di solito a partire da una concentrazione di 800 ppm, è consigliabile aumentare la ventilazione.

Le temperature degli ambienti interni dovrebbero risentire il meno possibile delle variazioni di temperatura esterne, in modo da favorire la presenza costante di condizioni di benessere termico. I valori ottimali di temperatura sono compresi tra i 20-25 gradi in inverno e di qualche grado inferiori in estate.

Anche l'umidità è un importante determinante del *comfort* ambientale: valori inferiori al 12% danno luogo a sintomi quali secchezza delle mucose, mentre all'opposto valori superiori all'80% vengono avvertiti come un senso di disagiata umidità. I valori ottimali di umidità relativa sono infatti compresi tra 30-60%<sup>46</sup>, e sono influenzati dai livelli igrometrici presenti nei vani degli edifici, dal numero di persone presenti nell'ambiente e dalla corretta struttura delle mura degli edifici (es. umidità che trasuda da pareti non correttamente impermeabilizzate).

Altro parametro microclimatico da prendere in considerazione è la ventilazione: la scarsa ventilazione causa in un ambiente chiuso un incremento del tasso di umidità e delle temperature, nonché un accumulo di CO<sub>2</sub>, provocando una sintomatologia variabile che comprende cefalea, malessere generalizzato, stanchezza, irritabilità. Di contro, anche una ventilazione eccessiva può risultare sgradevole e/o dannosa, specialmente se correlata a temperature troppo elevate o troppo basse o, comunque, a differenze notevoli tra la temperatura interna e quella esterna.

---

<sup>45</sup> M. Krzyzanowski, *Current WHO activities on IAQ*, WHO European Centre for Environment and Health, Bonn Office, 2011

<sup>46</sup> P. Marinelli, *Igiene, medicina preventiva e sanità pubblica*, Piccin, Padova, 2002

**Tabella 8.6: Valori microclimatici ottimali**<sup>47</sup>

Periodo	Temperatura	Umidità	Ventilazione
inverno	19-22°C	40-50%	0,05-0,1 m/s
estate	24-26°C	50-60%	0,1-0,2 m/s

*Valori microclimatici ottimali di temperatura, umidità e ventilazione riferiti ai periodi invernale ed estivo.*

Un altro determinante di stato che ha effetti sul benessere e la salute degli individui che vivono in un particolare ambiente confinato è il rumore: è documentato, infatti, che valori di rumore superiori ai 65 Db(A) causano disturbo, affaticamento e possono provocare danni psichici e neurovegetativi. Nello specifico, numerosi studi hanno evidenziato come l'esposizione al rumore possa causare un calo della *performance* scolastica, disturbando la comunicazione verbale, i processi di memorizzazione e di comprensione del testo scritto (disturbi dell'apprendimento), arrivando anche a provocare alterazioni comportamentali, con un incremento dell'aggressività. I bambini sono un gruppo particolarmente vulnerabile a tali effetti: essi non possiedono, in genere, ancora gli strumenti cognitivi adeguati per comprendere e anticipare gli *stressors* e non hanno sviluppato strategie per fronteggiarli. Inoltre, il fatto che i bambini siano in pieno sviluppo cognitivo e psichico fa sì che *stressors* come il rumore possano determinare conseguenze negative irreversibili. Va comunque ricordato che gli effetti descritti non si manifestano in maniera uniforme in tutti i soggetti esposti<sup>48</sup>.

*È stato documentato che valori di rumore superiori ai 65Db(A) causano disturbo, affaticamento e possono provocare danni psichici e neurovegetativi. Nei bambini, particolarmente vulnerabili, l'esposizione al rumore può causare un calo della performance scolastica fino a indurre alterazioni comportamentali.*

### **IMPATTO (esposizione/effetti)**

L'esposizione a inquinanti aerodispersi negli ambienti *indoor* di solito non è tale da determinare effetti acuti, tuttavia può causare una serie di effetti avversi per la salute (comparsa di malattie specifiche o aggravamento di patologie preesistenti), la cui gravità dipende dalle caratteristiche personali (stato di salute, predisposizione genetica, sensibilità ecc.), dalla tipologia dell'inquinante, dalle sue concentrazioni, dalla modalità e dal tempo di esposizione.

I bambini che trascorrono gran parte della loro giornata a scuola (in media dalle 6 alle 8 ore giornaliere) sono esposti a una serie di fattori di rischio multipli quali:

- inquinanti chimici, biologici e fisici, a volte in alte concentrazioni;
- *comfort* microclimatico non conforme (temperatura, ventilazione, illuminazione e umidità inadeguate);

*Anche se l'esposizione a inquinanti indoor aerodispersi non è di solito tale da determinare effetti acuti, può tuttavia essere causa di effetti avversi per la salute la cui gravità dipende dalle caratteristiche personali, dal tipo di inquinante e dalla sua concentrazione, dalla modalità e*

<sup>47</sup> Fonte: Elaborazione ISPRA su dati tratti da: P. Marinelli, *Igiene, medicina preventiva e sanità pubblica*, Piccin, Padova, 2002

<sup>48</sup> S. A. Stansfeld, B. Berglund, C. Clark, I. Lopez-Barrio, P. Fischer, E. Ohrstrom, M. M. Haines, J. Head, S. Hygge, I. van Kamp, *Aircraft and road traffic noise and children's cognition and health: a cross-national study*, Lancet, 2005, vol. 365, no. 9475, pp. 1942-1949

- ambiente eccessivamente rumoroso;
- affollamento delle aule.

*dal tempo di esposizione.*

Gli effetti sulla salute conseguenti alla permanenza in ambienti che presentano tali problematiche possono essere distinti in due tipologie: malattie correlate all'edificio o *Building Related Illness* (BRI); sindrome dell'edificio malato o *Sick-Building Syndrome* (SBS).

#### Possibili indicatori correlati agli agenti inquinanti

Le malattie correlate all'edificio (BRI) sono patologie chiaramente definite dal punto di vista clinico e sono la conseguenza di una determinata contaminazione all'interno dei locali. Tra queste troviamo le affezioni respiratorie non infettive, come le allergie da ambienti interni (ad esempio quelle all'acaro della polvere domestica, ai peli dei gatti o alle muffe) e le affezioni respiratorie causate dall'umidità, che possono aggravare condizioni patologiche preesistenti quali asma, BPCO, ecc.

#### Possibili indicatori correlati al *comfort*

Correlate agli edifici, e in particolare all'affollamento degli ambienti *indoor*, sono anche una serie di affezioni virali/batteriche dell'apparato respiratorio, come la cosiddetta legionellosi (causata dai batteri legionella), il «polmone da umidificatore» (una forma di alveolite allergica) e la «febbre da umidificatore». Tali patologie sono in genere conseguenti a una non corretta manutenzione degli impianti di umidificazione, ventilazione e climatizzazione.

**Tabella 8.7: Relazione tra esposizione e effetti sulla salute<sup>49</sup>**

Patologia/sintomi	Esposizione	Modello
Allergia o asma	Bioaerosol, PM, COV, ETS	Frazione attribuibile
Cancro al polmone	Radon	Dose/risposta
	PM da fonti di combustione <i>indoor</i> , ETS	Frazione attribuibile
Malattia cardiovascolare	PM da fonti di combustione <i>indoor</i> , ETS	Dose/risposta
Bronchite cronica ostruttiva	PM da fonti di combustione <i>indoor</i> , ETS	Frazione attribuibile
Infezioni respiratorie	Umidità, ETS	Frazione attribuibile
Intossicazione	CO	Incidenza

*Correlazione esistente tra l'esposizione ai diversi tipi di inquinanti e gli effetti sulla salute umana.*

La Sindrome dell'edificio malato (SBS) è una sindrome diffusa, a eziologia non definita e con sintomatologia aspecifica. Mentre le BRI colpiscono un numero limitato di soggetti, la SBS è accusata da un gran numero di soggetti (50-60%) che frequentano ambienti confinati insalubri. In questo tipo di disturbo la sintomatologia

*La sindrome dell'edificio malato è una sindrome diffusa, a eziologia non definita e con sintomatologia*

<sup>49</sup> Fonte: Elaborazione ISPRA su dati tratti da: JRC, *Promoting actions for healthy indoor air* (IAIAQ), Director Generals Health & Consumer, 2011

scompare con l'allontanamento dall'edificio.

La SBS comprende una serie di disturbi dello stato generale di salute: irritazioni agli occhi, al naso, alle vie respiratorie e cutanee nonché sintomi generali come cefalea, astenia, malessere, vertigini e difficoltà di concentrazione. Le cause sono molteplici e di norma provocate da vari fattori. Tra questi figurano una ventilazione insufficiente, climatizzatori poco igienici, emissione di sostanze odorose e irritanti da parte di materiali e apparecchi, danni dovuti all'umidità e ancora: un clima sgradevole nel locale, rumori fastidiosi permanenti, postazioni di lavoro al videoterminale installate in modo inadeguato. Purtroppo non vi sono in Europa dati sull'incidenza o sulle cause della SBS<sup>50</sup>.

*aspecifica, che viene accusata da circa il 50-60% di soggetti che frequentano ambienti confinati insalubri.*

## RISPOSTE

### Possibili indicatori correlati agli agenti inquinanti

È possibile avere un quadro dell'efficacia degli accorgimenti messi in atto per minimizzare i fattori di rischio all'esposizione *indoor*, identificando una serie di indicatori di risposta che vanno dalla gestione dell'igiene e dell'edilizia ambientale (materiali da costruzione/ristrutturazione) delle scuole, alla scelta ragionata di prodotti di consumo e di arredo certificati. La qualità ambientale dei materiali/prodotti segue attualmente il regolamento Ecolabel (Regolamento CE 66/2010). Quest'ultimo riveste particolare importanza nell'identificare i prodotti di consumo e di arredo e i materiali edilizi a bassa emissione che dovrebbero essere preferiti nei programmi di gestione delle scuole. Un indicatore di risposta potrebbe essere, quindi, rappresentato dal numero di aziende e di produttori di materiali da costruzione, arredi, prodotti scolastici e di consumo dotati di certificazione Ecolabel.

*Identificando una serie di indicatori di risposta che vanno dalla gestione dell'igiene e dell'edilizia ambientale delle scuole alla scelta ragionata di prodotti di consumo e di arredo certificati, è possibile avere un quadro dell'efficacia degli accorgimenti messi in atto allo scopo di minimizzare i fattori di rischio all'esposizione indoor.*

In questo ambito un altro indicatore potrebbe essere rappresentato dal numero di politiche messe in atto per migliorare la qualità dell'aria nelle scuole. Il *survey* dovrebbe identificare e censire, sul territorio nazionale, tutti i Piani e Programmi urbanistici che prevedano l'ubicazione/zonizzazione strategica dei nuovi edifici scolastici in aree lontane da fonti di inquinamento atmosferico e acustico, e i Piani di qualità dell'aria e di *mobility management* che prevedano, possibilmente, interventi di mitigazione e riorganizzazione della viabilità nelle aree in cui sono già presenti edifici scolastici.

### Possibili indicatori correlati al *comfort*

Attualmente vanno tenute in considerazione anche le nuove direttive sull'efficienza energetica degli edifici (Decreto 2002/91/CE recepito D.Lgs. 192 del 19 Agosto 2005; Norme UNI TS 11300; Direttiva 2010/31/CE). Tale normativa richiede, comunque, un'attenta

<sup>50</sup> M. Jantunen, THL, E. Oliveira Fernandes, FEUP, P. Carrer, *Promoting actions for healthy indoor air* (IAIAQ), Università degli studi di Milano, Kephelopoulos S., EC/JRC/IHCP, 2011

valutazione e applicazione per evitare che la *performance* energetica degli edifici venga raggiunta a scapito della qualità dell'aria *indoor*. L'indicatore di risposta utilizzabile in questo ambito potrebbe essere rappresentato dal numero di regioni che ha legiferato in merito all'efficienza energetica degli edifici scolastici (obbligo di certificazione energetica).

## GLOSSARIO

### **Allergeni:**

Sostanze riconosciute come estranee a un dato organismo (antigeni) in grado di produrre immediata ipersensibilità.

### **Allergie:**

Reazioni di ipersensibilità dell'organismo su base immunitaria verso varie sostanze (allergeni).

### **Ambienti confinati o indoor:**

Ambienti interni di vita e di lavoro non industriali quali abitazioni, uffici, scuole, biblioteche, ospedali, caserme, alberghi, locali di svago, mezzi di trasporto.

### **Comfort microclimatico:**

Stato psico-fisico in cui il soggetto esprime soddisfazione nei riguardi del microclima caratterizzante l'ambiente in cui soggiorna.

### **Formaldeide:**

Sostanza organica volatile, di natura carbonilica, occasionalmente presente nell'aria degli ambienti abitativi. È un gas incolore con un odore forte e pungente. Le fonti emmissive principali sono rappresentate da tappezzerie, truciolari, isolanti, coloranti, materie plastiche, moquette, tessuti, detersivi, conservanti, disinfettanti e fumo di tabacco.

### **Inquinamento indoor:**

Inquinamento che interessa gli ambienti confinati, derivante dall'accumulo di inquinanti, generalmente aeriformi, emessi da sorgenti di varia natura sia *indoor* sia *outdoor*.

### **Inquinamento outdoor:**

Inquinamento atmosferico dell'ambiente esterno.

### **Inquinanti aerodispersi:**

Sostanze chimiche che possono essere presenti nell'aria a una concentrazione tale da arrecare possibili effetti nocivi alla salute umana, alle altre forme di vita o ai materiali.

### **Qualità dell'aria indoor:**

Valutazione quantitativa dell'inquinamento dell'aria negli ambienti confinati.

**Radon:**

Gas nobile o inerte radioattivo di origine naturale. Viene prodotto dal radio presente ovunque nei suoli per “decadimento nucleare” ed è presente nell’ambiente soprattutto nelle aree di origine vulcanica. La sua pericolosità è maggiore negli ambienti confinati, perché ne ostacolano la dispersione in atmosfera.