Bibliografia essenziale

1. Recommendations on the review of Council Directive 1999/30/EC – Draft 11/05/2004 – CAFE Working Group on Implementation: http://europa.eu.int/comm/environment/air/cafe/.
2. WHO, Evaluation and use of epidemiological evidence for environmental health risk assessment, 2000: http://www.euro.who.int/document/e68940.pdf.
3. WHO, Systematic review of health aspects of air quality in Europe: http://www.euro.who.int/eprise/main/WHO/Progs/AIQ/Activities/20020530_1.
4. APAT, Annuario dei dati ambientali, 2002 – www.apat.it, www.sinanet.apat.it.
5. APAT, Annuario dei dati ambientali, 2003.
6. Biggeri A, Bellini P, Terracini B. Metanalisi italiana degli studi sugli effetti a breve termine dell'inquinamento atmosferico 1996-2002, Epidemiologia & Prevenzione anno 28 (4-5) luglio-ottobre 2004 supplemento.

3.2 Inquinamento dell'aria interna (indoor)

3.2.1 Introduzione

Negli ultimi decenni è maturata una sempre maggiore sensibilità di tutte le componenti del sistema sociale per i problemi di salute e comfort caratteristici degli ambienti confinati, nei quali sono svolte le preminenti attività dell'abitare, del lavorare e le altre espressioni del vivere quotidiano.

L'uomo inala dai 10.000 ai 20.000 litri d'aria al giorno e trascorre dall'80 al 90% della sua giornata in luoghi chiusi, specialmente nella propria abitazione. Per questi motivi l'inquinamento degli ambienti chiusi (non industriali) assume particolare rilievo in sanità pubblica, soprattutto in virtù del fatto che molte delle principali malattie croniche sono correlate a diversi aspetti della qualità dell'aria interna (*Indoor Air Qualità*, IAQ).

I dati circa la misura delle emissioni di inquinanti gassosi e di particolato, supportati anche dalle informazioni sulla composizione di migliaia di prodotti per l'edilizia, evidenziano che le sorgenti interne forniscono un contributo significativo alla concentrazione ed all'esposizione negli ambienti confinati. Molti studi di settore hanno dimostrato che i livelli indoor sono maggiori rispetto a quelli outdoor almeno per molte classi di inquinanti (anche a causa della minore possibilità di diluizione). Uno studio condotto dall'IEMB (*Indoor Environment Management Branch*) dell'United States Enviromentale Protection Agency – EPA ha inteso determinare il rapporto indoor/outdoor (I/O) tra le concentrazioni e tra le esposizioni relativamente a diversi inquinanti dell'aria. L'analisi dei dati ha supportato l'ipotesi che l'esposizione indoor alla maggior parte degli inquinanti considerati supera notevolmente quella outdoor. La presenza di inquinanti negli ambienti confinati può provocare effetti nocivi sulla salute delle persone anche a basse concentrazioni, in presenza di esposizione prolungata.

Tra i principali inquinanti chimici occorre ricordare il fumo di tabacco ambientale (ETS), i prodotti di combustione (ossidi di azoto, di zolfo, di carbonio), gli antiparassitari, i prodotti organici (in particolare composti organici volatili-VOC, formaldeide, benzene ed idrocarburi aromatici policiclici). I VOC sono emessi dai materiali da costruzione e da arredo, mobili, moquettes e tappezzerie, collanti usati per la loro installazione, macchine da ufficio, da un grande numero di prodotti di largo consumo, compresi quelli per le pulizie, nonché dal fumo di sigaretta. Un ruolo preminente è svolto anche dalle polveri (PM), derivate in massima parte dall'ETS. Le PM possono raggiungere elevati livelli non solo nell'ambiente esterno, ma anche in quello interno.

3.2.2 Presentazione dei dati

Per quanto concerne l'ambito nazionale, si segnala uno studio effettuato dalla sezione di Tossicologia Ambientale del Dipartimento di Medicina del Lavoro dell'Università degli Studi di Milano (Carrer et al.). Obiettivo dello studio era valutare l'esposizione personale nell'arco delle 24 ore a inquinanti aerodispersi in lavoratori d'ufficio, con determinazione del ruolo dell'esposizione dell'ambiente di lavoro, dell'abitazione e dell'esterno. Ogni soggetto, residente nell'area metropolitana milanese, è stato monito-

rato per una intera giornata mediante campionamento personale frazionato in più fasi corrispondenti alla permanenza nei vari ambienti di vita (ufficio, abitazione, tragitti abitazione-ufficio e viceversa). Integrando il livello di esposizione del singolo ambiente con il tempo di permanenza nello stesso è stata calcolata l'esposizione media ponderata giornaliera per ciascun inquinante; è stato inoltre determinato il contributo di ogni ambiente rispetto alla esposizione giornaliera complessiva. I risultati dello studio, rappresentativi dell'esposizione dei soggetti residenti in Milano, confermano che: i comparti indoor abitazione ed ufficio determinano la porzione prevalente dell'esposizione personale dei lavoratori d'ufficio ai vari inquinanti indagati; livelli particolarmente elevati di PM10 si rilevano durante i tragitti in tram e metropolitana; l'esposizione a TVOC ed a benzene risulta associata in particolare con il fumo di sigaretta, con alcune caratteristiche degli uffici e con l'uso dell'automobile. Questi risultati sono stati estesi e comparati con quelli del progetto europeo EXPOLIS (*Air Pollution Exposure Distributions of Adult Urban population in Europe*), al quale Milano ha partecipato con altre cinque città europee (Atene, Basilea, Grenoble, Helsinki, Praga).

Gli studi di seguito riportati costituiscono una revisione delle principali indagini condotte in Italia sui più comuni inquinanti presenti negli ambienti indoor.

La revisione è stata effettuata per mezzo di una ricerca bibliografica on-line sulla banca dati Medline. I dati presentati provengono da articoli scientifici pubblicati negli ultimi 10 anni. Alcuni di essi provengono dai Proceedings della 9ª Conferenza Internazionale "Indoor Air" che si è tenuta nel 2002 a Monterey (California, USA). Gli studi effettuati sul territorio italiano forniscono sia dati relativi alla concentrazione di alcuni inquinanti (o alla percentuale di abitazioni caratterizzate dalla presenza di un dato tipo di inquinante, specialmente di tipo biologico) all'interno di ambienti confinati, sia informazioni relative all'interazione tra esposizione e salute umana.

In **Tabella 1** (Revisione studi che riportano dati sulla concentrazione di alcuni inquinanti indoor in Italia) è possibile osservare una serie di studi italiani che riportano le concentrazioni di alcuni inquinanti comunemente presenti nei luoghi confinati, prevalentemente di tipo abitativo.

Nelle **Figure 1** [Concentrazione di biossido di azoto (NO_2 µg/m³)] e **2** [Concentrazione di polvere ultrafine (PM 2,5 µg/m³)] è possibile osservare, anche se con una certa approssimazione, determinata dallo scarso numero di misurazioni, la collocazione dell'Italia nel contesto europeo per ciò che concerne i livelli di PM 2,5 e di NO_2. Come si può notare i livelli di NO_2 risultano più alti in Italia rispetto agli altri Paesi europei (con l'unica eccezione della Francia).

Nella **Tabella 2** (Revisione di studi che riportano dati riguardanti gli effetti sulla salute di alcuni comuni inquinanti indoor in Italia) sono presentati studi che riguardano i possibili effetti sulla salute provocati dall'esposizione ad alcuni inquinanti indoor, compreso il fumo passivo (ETS).

Tabella 1 **Revisione di studi che riportano dati sulla concentrazione di alcuni inquinanti indoor in Italia**

Autore	Area	Ambiente	Concentrationi/Prevalenze	Principali Risultati
Gallelli G et al. 2002	Genova	abitazioni	NO_2: 47,0 (cucina) 24,8 (c.letto) µg/m³	Livelli influenzati dal riscaldamento e dall'aspirazione in cucina
Simoni M et al. 2002	Po Delta Pisa	abitazioni	PM 2,5: media 63 µg/m³ media 57 µg/m³	PM più alte in presenza di fumo di tabacco
	Po Delta Pisa		NO_2: media 34,8 µg/m³ media 27,3 µg/m³	Livelli più alti nella zona rurale ad indicare che il livello outdoor non sempre è indicativo di quello indoor
Maroni M et al. 2002	EXPOLIS Study (Milano)	abitazioni	PM 2,5: media 42,7 µg/m³	PM più alte in presenza di fumo di tabacco
Carrer P et al. 2000	EXPOLIS Study (Milano)	abitazioni	benzene: 21,2 µg/m³ (media geom.) toluene: 35,2 µg/m³ (media geom.)	L'esposizione ai VOC è principalmente a casa e/o al lavoro. Alti livelli sono associati al fumo di tabacco
Facchini U et al. 1997	Lombardia Emilia-Romagna	abitazioni	radon: media 100 Bq/m³ media 50 Bq/m³	I diversi livelli sono dovuti ad un più alto sedimento di di uranio nelle rocce delle Alpi che negli Appennini
Gilli G et al. 1994	Piemonte	ambienti indoor	BTX (benzene-toluene-xilene): rapporto indoor/outdoor >1	L'esposizione avviene principalmente indoor (in casa, ma anche in altri ambienti confinati)

VOC: Composti Organici Volatili; PM 2,5: polvere ultrafine con diametro ≤2,5 micron; NO_2: biossido d'azoto

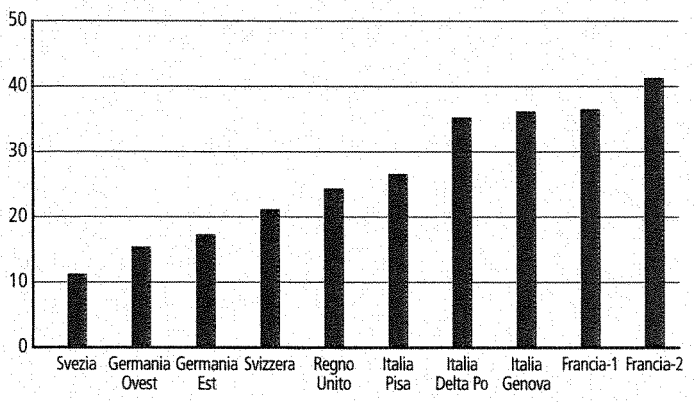
Fonte: La revisione è stata effettuata per mezzo di una ricerca bibliografica on-line sulla banca dati "Medline". I dati presentati provengono da articoli scientifici pubblicati negli ultimi 10 anni. Alcuni di essi provengono dai Proceedings della 9ª Conferenza Internazionale "Indoor Air" che si è tenuta nel 2002 a Monterey (California, USA)

3.2.3 Analisi quantitativa

Il fumo di tabacco rappresenta la maggior sorgente di PM indoor (Simoni et al., 2002; Maroni et al., 2002), influenza anche il livello dei VOC, inquinanti presenti ad alte concentrazioni proprio negli ambienti confinati (Carrer et al., 2000; Gilli et al., 1994). La revisione riguardante i livelli indoor di NO_2 conferma che le maggiori sorgenti di questo inquinante sono gli apparecchi domestici che richiedono l'utilizzo di gas (Gallelli et al., 2002). In effetti, valori più elevati sono stati riscontrati nelle cucine. Gli studi effettuati nella zona rurale del delta del Po e nella zona urbana di Pisa hanno mostrato nelle abitazioni della zona rurale livelli più elevati di NO_2, in entrambe le stagioni, e di PM 2,5 in inverno (Simoni et al., 2002).

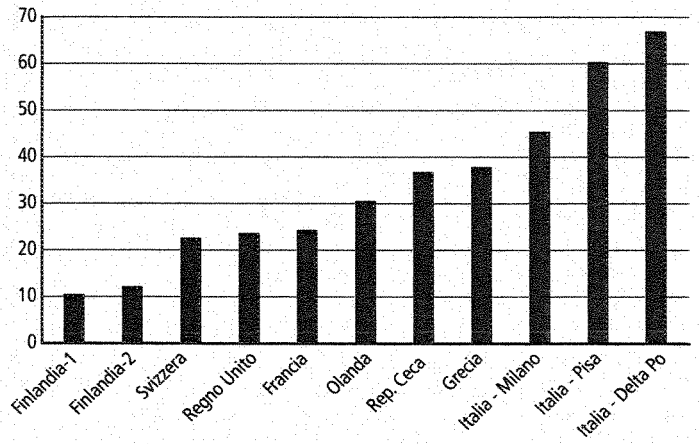
3.2.4 Valutazione critica

Le **Figure 1** e **2**, pur non rappresentando in maniera esaustiva la situazione generale italiana, soprattutto per il fatto che le misurazioni si riferiscono a tre sole aree geografiche, tuttavia evidenziano una minore attenzione alla qualità dell'aria interna rispetto ad altri Paesi europei. È importante sottolineare come i più alti livelli di inquinanti misurati nella zona rurale del delta del Po rispetto alla zona urbana di Pisa (a dispetto di valori outdoor più elevati nella zona urbana), suggeriscano il fatto che non sempre i valori outdoor forniscono una misura indiretta dell'inquinamento indoor. Tale risultato viene giustificato dagli Autori con una significativa maggior pre-



Fonte: I dati presentati provengono da articoli scientifici pubblicati negli ultimi 10 anni. Alcuni di essi provengono dai Proceedings della 9ª Conferenza Internazionale "Indoor Air" che si è tenuta nel 2002 a Monterey (California, USA).

Figura 1 Concentrazione di biossido d'azoto (NO_2 µg/m³).



Fonte: I dati presentati provengono da articoli scientifici pubblicati negli ultimi 10 anni. Alcuni di essi provengono dai Proceedings della 9ª Conferenza Internazionale "Indoor Air" che si è tenuta nel 2002 a Monterey (California, USA).

Figura 2 Concentrazione di polvere ultrafine (PM 2,5 µg/m³)

Tabella 2 **Revisione di studi che riportano dati riguardanti gli effetti sulla salute di alcuni comuni inquinanti indoor in Italia**

Autore	Area	Esposizione a...	Sintomi/Malattie	Principali Risultati
Simoni M et al. 2002	Po Delta-Pisa	NO_2 PM 2,5	malattie respiratorie acute	Maggior rischio per i soggetti più esposti a NO_2 e PM 2,5 anche a relativamente basse dosi di inquinante
		ETS	sintomi acuti resp/irritativi	In maggior prevalenza nei soggetti esposti ad ETS
Farchi S et al. 2001	SEASD Study (Po Delta-Pisa Roma-Viterbo)	ETS dal partner da parte delle donne	livelli di beta-carotene e di acido L-ascorbico	Si è trovata una relazione inversa tra esposizione ad ETS e livello di beta-carotene/acido L-ascorbico. Risultato utile nello studio delle relazioni tra ETS e malattie polmonari/cardiache
Agabiti N et al. 2000	SIDRIA Study (Roma-Viterbo)	ETS dai genitori	asma nei bambini fischi resp. negli adolescenti	15% attribuibile al fumo dei genitori 11% attribuibile al fumo dei genitori
Battistini A 2000	Parma	NO_2	asma infantile	L'eliminazione di NO_2 può ridurre l'incidenza di asma dal 7 al 5%
Forastiere F et al. 2000	Roma	radon e radiaz. gamma	leucemia mieloide	Maggior rischio per chi vive nelle case più nuove
Facchini U et al. 1997	Lombardia Emilia Romagna	radon	mortalità per cancro	È più elevata nelle zone con maggior livello di radon

ETS: fumo di tabacco ambientale; PM 2,5: polvere ultrafine con diametro ≤2,5 micron; NO_2: biossido d'azoto

Fonte: La revisione è stata effettuata per mezzo di una ricerca bibliografica on-line sulla banca dati "Medline". I dati presentati provengono da articoli scientifici pubblicati negli ultimi 10 anni. Alcuni di essi provengono dai Proceedings della 9ª Conferenza Internazionale "Indoor Air" che si è tenuta nel 2002 a Monterey (California, USA)

senza (ed uso) di caldaie e boiler a gas, un maggior uso di fornelli a gas per cucinare, una maggior presenza di finestre con serramenti a tenuta (che impediscono il ricambio d'aria) ed un minor tempo di arieggiamento delle abitazioni attraverso l'apertura delle finestre, nella zona rurale rispetto a quella urbana. Ciò conferma i dati della letteratura scientifica concernenti l'influenza delle cucine e/o stufe e/o caldaie a gas sulla concentrazione di NO_2 e l'importanza del ricambio d'aria nelle case.

È stata evidenziata una forte associazione tra la frequenza di fumatori ed elevati livelli di particolato; tali livelli sono risultati direttamente proporzionali alla quantità di tabacco consumato, confermando i risultati evidenziati da studi realizzati in tutto il mondo sul fumo passivo.

Infine, per il confronto con la situazione di altri Paesi europei appare indicativo evidenziare anche quanto emerso dai dati del progetto europeo EXPOLIS. Il progetto ha rilevato che in generale in Europa gli abitanti dei centri urbani trascorrono il 95-97% del loro tempo negli ambienti indoor, 2,4% negli spostamenti, e l'1% nell'ambiente outdoor. A Milano, Basilea e Praga più del 50% delle persone è esposta al fumo di tabacco ambientale, con i livelli più elevati di PM 2,5 a Milano ed Atene, negli edifici uso ufficio (58,6 e 60,1 μ/m^3). I livelli di TVOC e benzene in tutte le città europee considerate sono risultati più elevati negli ambienti indoor e nelle esposizioni personali rispetto alle concentrazioni outdoor e suggeriscono che la maggior parte delle esposizioni riscontrate sono prevalentemente indoor. In tutte le città l'esposizione a CO è risultata più elevata negli spostamenti casa-ufficio.

Da quanto finora evidenziato si comprende come, per una corretta valutazione dei rischi per la salute correlati all'inquinamento indoor occorra effettuare la caratterizzazione dell'esposizione personale totale ad agenti aerodispersi, tenendo conto sia dell'esposizione nei diversi ambienti confinati che dell'esposizione che si verifica all'esterno; tale approccio consente, rispetto al semplice monitoraggio ambientale, di misurare l'effettiva esposizione delle persone e di individuare le sorgenti di inquinanti che maggiormente possono influenzare la salute della popolazione.

3.2.5 Riferimenti normativi – strumenti organizzativi e tecnologici

In Italia non si dispone ancora di una normativa specifica per il controllo della qualità dell'aria negli ambienti indoor. Le norme per la salubrità delle abitazioni sono fissate, per ogni Comune, dal Regolamento di igiene e sanità. In base al T.U. 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. Essi forniscono indicazioni circa l'allocazione sul territorio, la compatibilità degli edifici (rispetto ai punti di captazione acque ad uso potabile, rispetto ad aree stradali, ferroviarie, fluviali ecc.), l'esposizione, la aerazione degli alloggi, la superficie degli spazi abitativi, le altezze ed i volumi interni dei locali, l'illuminazione naturale, i servizi, il fonoisolamento, la presenza di canne di esalazione, di ventilazione, di canne fumarie e di camini.

Per gli ambienti di lavoro indoor (come gli Uffici) si applicano le norme relative all'igiene del lavoro ed in particolare al D.L.gs. 626/94 (e successiva normativa) riguardante il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori sul luogo di lavoro. In generale gli standard elaborati per gli ambienti di lavoro fanno riferimento all'esperienza specifica degli ambienti industriali e, come tali, non risultano adatti agli ambienti ad uso ufficio cui, di solito, si applicano gli standard per la qualità dell'aria esterna, oppure specifici standard elaborati per gli ambienti indoor di tipo civile.

L'Accordo Ministero della Salute, Regioni e Province autonome del 27.9.2001, recante Linee guida per la tutela e la promozione della salute negli ambienti confinati, pubblicato sulla G.U. del 27 novembre 2001, n. 276 S.G., S.O. n. 252, fornisce le linee di indirizzo tecnico indispensabili alla realizzazione di un Programma Nazionale di Prevenzione negli ambienti indoor. Per facilitare l'attuazione del programma nazionale è stata messa a punto dal Ministero della Salute una serie di documenti tecnici che forniscono indicazioni su alcuni aspetti prioritari dell'indoor; attualmente tali documenti sono ancora in fase di istruttoria presso la Conferenza Stato Regioni, al fine di acquisire la veste giuridica di Accordi.

3.2.6 Healt impact assessment

Se escludiamo le relazioni che intercorrono tra particolari esposizioni lavorative e la salute uma-

na, gli effetti dei più comuni inquinanti indoor esplicano la loro azione, in modo particolare, sull'apparato respiratorio. Il sistema respiratorio nell'infanzia, in particolare nei primi 6-12 mesi di vita, è più suscettibile ai danni legati all'esposizione ad inquinanti ambientali e, parimenti, nelle persone anziane, specialmente se con una funzione polmonare già compromessa.

La valutazione dell'impatto della esposizione agli inquinanti sulla popolazione in termini di effetti sanitari – ma anche di costi diretti per l'assistenza medica e di impatto economico generale – necessita di molte informazioni sui livelli di esposizione della popolazione, sui rischi individuali ad essi associati, sul costo unitario dell'attività assistenziale sanitaria, sul valore "economico" da assegnare agli anni di vita perduta. È inoltre indispensabile applicare metodologie quantitative rigorose e scientificamente corrette, in gran parte mutuate dalle discipline epidemiologiche. Sono tutte condizioni difficili da realizzare, specie nel nostro Paese che non ha una tradizione specifica nelle valutazioni quantitative di impatto.

Vi sono, infatti, diversi esempi della applicazione di metodologie di "impact assessment" nella valutazione dell'effetto a livello di popolazione degli inquinanti ambientali, in particolare dei contaminanti degli ambienti confinati, tuttavia vi sono poche applicazioni della analisi comparativa delle stime di impatto per il complesso degli inquinanti indoor in grado di fornire indicazioni operative sulla dimensione del fenomeno e utili per stabilire le priorità degli interventi di prevenzione.

In un quadro italiano ancora estremamente carente e frammentario, vengono di seguito illustrati gli elementi iniziali per una valutazione comparativa dei rischi e dei costi di vari fattori ambientali.

Dagli studi italiani riportati nella **Tabella 1** (Revisione studi che riportano dati sulla concentrazione di alcuni inquinanti indoor in Italia) si evince che a dosi maggiori di esposizione, anche per bassi livelli di inquinanti, corrispondono rischi più elevati di comparsa di sintomi e malattie respiratorie (Simoni et al., 2002; Battistini et al., 2000).

Si conferma, anche per la popolazione italiana, sia adulta sia infantile, che l'ETS è un elevato fattore di rischio per la presenza di sintomi/malattie respiratori acuti e cronici, patologie allergiche ed irritative (Simoni et al., 2002; Farchi et al., 2001; Agabiti et al., 2000).

3.2.7 Indicazioni per la programmazione

Gli interventi di prevenzione per il miglioramento dell'IAQ sono necessariamente a carattere multisettoriale e coinvolgono numerose istituzioni ed una pluralità di soggetti; essi si fondano sul presupposto che i risultati di salute e di miglioramento delle condizioni ambientali dipendono in gran parte dalla responsabilizzazione dei soggetti coinvolti, in particolare gli occupanti degli edifici, e dalla loro capacità di collaborare.

È fondamentale, ai fini di un'efficace realizzazione di un programma di prevenzione indoor, anche l'adeguato coinvolgimento dei lavoratori, gestori degli stabili, progettisti, costruttori, aziende interessate alla produzione di materiali e di attrezzature per la casa e aziende che sovrintendono alla manutenzione degli stabili; nonché il coinvolgimento ed il coordinamento di soggetti e realtà operative interne ed esterne al SSN. È inoltre indispensabile, per valutare l'esposizione e le tecniche di prevenzione, programmare l'addestramento specifico del personale tecnico e sanitario circa le metodologie di valutazione del rischio e le tecniche di misurazione. Un altro strumento importante da sviluppare è quello normativo. Non esistono, per l'Italia, valori di riferimento per gli inquinanti indoor, né una normativa che regolamenti in maniera organica tutti i vari aspetti della IAQ, nonostante ci siano alcune disposizioni nazionali e direttive comunitarie su argomenti diversi riguardanti la qualità dell'aria in una gestione unitaria della materia.

È opportuno programmare azioni specifiche per le condizioni igieniche delle scuole e degli ospedali ed un importante obiettivo è la definizione di procedure tecniche standard di saggio delle emissioni, classificazione dei materiali per le proprietà igieniche e ambientali, etichettatura e marchi di qualità dei prodotti per l'orientamento dei professionisti del settore e dei consumatori, tenendo conto anche di quanto previsto dalla Direttiva 89/106/CEE, concernente i materiali da costruzione e dalla normativa concernente la limitazione dell'immissione sul mercato e dell'uso di talune sostanze e preparati pericolosi.

L'importanza e l'urgenza per ogni Paese di dotarsi di un Piano nazionale di prevenzione dell'inquinamento indoor è stata sottolineata con forza dall'Organizzazione Mondiale della Sanità che ha diffuso nel 1999 una pubblicazione

specificamente destinata alle strategie con le quali tale Piano dovrebbe essere sviluppato. Il problema dell'inquinamento indoor figura tra gli obiettivi prioritari contenuti nella Dichiarazione politica che i Ministeri della Sanità e dell'Ambiente dei Paesi della Regione ONUECE hanno adottato a Budapest nel giugno 2004.

Bibliografia essenziale

1. United States Environmentale Protection Agency, Office of Research and Development, "Inside IAQ. EPA's Indoor Air Quality Update" (1998).
2. Agabiti N, et al. The impact of parental smoking on asthma and wheezing. SIDRIA Collaborative Group. Studi Italiani sui Disturbi respiratori nell'Infanzia e l'Ambiente. Epidemiology 1999;10:692-8.
3. Carrer P, et al. Assessment through environmental and biological measurements of total daily exposure to volatile organic cpimpouds of office workers in Milan, Italy. Indoor Air 2000; 10:258-268.
4. Maroni M, de Martino A. "The Italian policy on indoor and outdoor air quality" (EUR 19646 EN) Atti del Workshop on Urban air, indoor environment and human exposur-Future Needs for Policy Science interface in the EU, (European Commission) Environment Institute, Thessaloniki, Grece, 16-18 April 2000.
5. De Martino A. "Linee.guida per la tutela e la promozione della salute negli ambienti confinati" Igiene e Sanità Pubblica, Vol LVII-N.4 luglio/agosto 2001.
6. De Martino A, Pompa MG. "Impianti di condizionamento e salubrità degli ambienti confinati"-Atti 4° Convegno Nazionale dell'Associazione ARIA, Roma 12/14 giugno 1996 – Rapporti ISTISAN 98/3.
7. Facchini U, et al. The radon risk in Lombardy. Radiol Med 1997; 94:376-84.
8. Gallelli G, et al. Factors affecting individual exposure to NO_2 in Genoa (northern Italy). Sci Total Environ 2002; 287:31-6.
9. Gilli, et al. Geographical distribution of benzene in air in northwestern Italy and personal exposure. Environ Health perpect 1996; 104:1137-40.
10. Maroni M, et al. Air Pollution exposure of adult population in Milan (Expolis Study). Proceedings Carrer P, Cavallo D Indoor Air 2002; 4:455-60.
11. Simoni M, et al. Acute Respiratory Effects of Indoor Pollutants in two General Population Samples living in a Rural and in an Urban Area of Italy. Proceedings of Indoor Air 2002; 1:119-24.
12. Troiano P, et al. Assessment of the eye irritation in office workers after combined exposure to volatile organic compounds and other work-related factors. In: Yoshizawa, S. (ed.) *Proceedings of Indoor Air '96*, International Conference on Indoor Air Quality and Climate, Nagoya, Vol. 2, 1996; pp. 297-302.
13. Carrer P, Cavallo D, Maroni M, Foà V. Airborne particles and human health: state of the knowledge and research perspectives. Europ J of Oncology, 1999; 4, 5, pp. 545-51.
14. Carrer P, Alcini D, Cavallo D, et al. Esposizione personale giornaliera ad agenti aerodispersi in lavoratori d'ufficio. Acta Medica Mediterranea, 1997; 13S:165-170.
15. Cavallo D, Alcini D, De Bortoli M et al. Chemical contamination of indoor air in schools and office buildings in Milan, Italy. In: Seppanen O (ed.) *Proceedings of Indoor Air '93*, International Conference Indoor Air Quality and Climate, Helsinki, 1993; 2: pp. 45-9.
16. Folinsbee LJ. Human health effects of air pollution. Envir Health Persp, 1993; 100: pp. 45-56.
17. Georgoulis LB, Hänninen O, Samoli E, et al. 2001. Personal CO Exposures in Five European Cities and Its Determinants. Submitted to Atmos. Environ.
18. WHO – Strategic approaches to indoor air policymaking. WHO European Centre for Environment and Health, Bilthoven 1999.

3.3 Radiazioni

3.3.1 Introduzione

La radiazione ultravioletta (RUV) è un noto fattore di rischio sia per gli effetti sanitari acuti a breve termine per i quali è possibile stabilire una "dose soglia", sia per gli effetti conseguenti ad una esposizione cronica che, per la loro diversa natura, presentano indici di probabilità e gravità tanto maggiore quanto più è elevata la dose accumulata dall'individuo.

Il sole rappresenta certamente la fonte naturale più significativa di esposizione alla RUV, anche se negli ultimi anni sono andate grandemente aumentando sorgenti artificiali di radiazione ultravioletta, come le lampade abbronzanti.

I costi umani, sociali ed economici derivanti dai vari effetti dannosi, per i quali il contributo della RUV dipende dalla dose accumulata dall'individuo nel corso della sua vita, assumono certamente maggiore rilevanza quanto più è elevata l'età media della popolazione. Inoltre l'esposizione eccessiva alla RUV è in grado di accelerare molti processi degenerativi sia a carico della cute (melanomi, carcinomi spinocellulari e basaliomi, nonché invecchiamento precoce del tessuto cutaneo) sia nei confronti delle strutture dell'occhio anche con manifestazioni patologiche precoci.

Nell'ambito dei fattori fisici di rischio, la protezione dalla RUV rappresenta una problematica

sanitaria e ambientale fra le più articolate e complesse, in quanto si caratterizza per le molteplicità delle situazioni potenzialmente dannose che devono essere prese in considerazione nonché per lo straordinario intreccio di competenze interdisciplinari che essa richiede e coinvolge contemporaneamente (medici, biologi, fisici, epidemiologi, ambientalisti ecc.).
Nel corso degli ultimi anni, diverse istituzioni scientifiche nazionali ed internazionali di grande prestigio, come l'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS), la Commissione Internazionale per la Protezione dalle Radiazioni Non Ionizzanti (ICNIRP), l'Ufficio internazionale del Lavoro (BIT), nonché gli Istituti di Sanità pubblica e le varie Società di dermatologia e oftalmologia, hanno ripetutamente invitato i governi, le autorità sanitarie e gli stessi cittadini a considerare con maggiore attenzione gli effetti negativi sulla salute derivanti da una eccessiva o incontrollata esposizione alla radiazione ultravioletta (RUV) di origine solare. In particolare l'OMS, con il progetto INTERSUN avviato negli ultimi anni, ha fornito linee guida per consentire alle autorità sanitarie nazionali di mettere a punto adeguati programmi di protezione dalla radiazione ultravioletta al fine di ridurre al minimo l'incidenza e la gravità dei danni derivanti dall'esposizione a tale specifico agente fisico.
Occorre tenere presente inoltre che la quantità di radiazione ultravioletta che giunge al livello del suolo è peraltro notevolmente influenzata dallo spessore, a volte decisamente ridotto, dello strato di ozono stratosferico che impedisce il passaggio attraverso la biosfera della radiazione RUV-C e protegge dalle dosi eccessive di RUV-B, trattenendo di norma la parte più energetica di quest'ultima. Nessuna influenza esercita in ogni caso lo strato di ozono nei confronti della RUV-A che giunge inalterata fino al suolo.

3.3.2 Presentazione dei dati

In base ai propri criteri di valutazione, la IARC include la radiazione solare fra i cancerogeni certi (gruppo 1) e la RUV-A, RUV-B, RUV-C nonché le modalità di esposizione alle lampade ed ai lettini solari (abbronzatura artificiale della pelle) fra i cancerogeni probabili (gruppo 2A). I danni da esposizione alla RUV sono documentati, anche se in misura incompleta o parziale, soltanto per le neoplasie cutanee correlate o correlabili con l'esposizione alla RUV. In particolare, per i carcinomi (basaliomi e spinaliomi) ed i melanomi della pelle i dati di mortalità della banca dati ISTAT sono aggiornati fino al 1998. Per i melanomi sono disponibili i dati di incidenza di alcuni registri tumori dai quali è possibile stimare l'incidenza in alcune regioni del Paese.
Alcuni lavori epidemiologici hanno analizzato l'associazione fra fattori di rischio quali: fototipo, numero dei nevi, esposizione intermittente e cumulativa al sole esposizioni acute nell'infanzia ecc. (Zanetti et al., 1996; CEI, 1998: Naldi et al., 2000; Brenner et al., 2002).
Per quanto riguarda in particolare l'incidenza del melanoma, si stima che in Italia si verifichino circa 7.000 casi all'anno; nell'ultimo quinquennio inoltre i decessi attribuiti a tale patologia sono stati 4.000 nei maschi e oltre 3.000 nelle femmine, corrispondenti a tassi medi di mortalità rispettivamente di 5 e 6 su 100.000 abitanti all'anno.
Si sono osservate inoltre punte di incidenza superiori a 10 per 100.000 abitanti in ambedue i sessi a Trieste e superiori a 6-7 per 100.000 a Genova, in Veneto e in Emilia Romagna.
Da osservare infine che nelle regioni settentrionali la mortalità per melanoma cutaneo è, per entrambi i sessi, circa il doppio di quella registrata nelle regioni meridionali, mentre nelle popolazioni europee o di origine europea, tra il 1980 e il 2000 l'incidenza del melanoma è aumentata ad un ritmo del 4-8% all'anno.
A livello delle diverse sedi anatomiche, il maggior aumento dell'incidenza è stato per i melanomi del tronco e il minimo per quelli della testa e del tronco, mentre quelli delle gambe sono stati più marcati nel sesso femminile.
Per quanto riguarda l'esposizione professionale, si tratta di problematica che viene sottovalutata nonostante le attività occupazionali outdoor possano implicare esposizioni significative soprattutto in particolari periodi dell'anno.
In realtà è stato stimato che nei Paesi ad alto sviluppo economico circa il 95% dell'esposizione radiante media accumulata annualmente da ogni individuo è dovuta all'esposizione al sole e soltanto il rimanente 5% è dovuta all'esposizione a sorgenti artificiali di UV.
Nel febbraio 2001 è stata condotta da Eurisko – Dipartimento sulla Salute – un'indagine quantitativa – Gli italiani e la fotoprotezione – su un campione rappresentativo della popolazione italiana di età superiore a 14 anni costituito da 1800 individui nell'ambito dei quali sono stati estrapolati 231 casi di individui con più di 18 anni esposti all'aria aperta a causa della professione svolta, ai quali sono stati aggiunti 100 casi di so-

vracampionamento selezionati sulla base della domanda "Lei svolge un lavoro per cui sta molto tempo all'aria aperta?".
Del 14% che ha risposto positivamente a questa domanda il 13% corrispondeva a condizioni professionali.
Nel gruppo dei lavoratori outdoor è risultata una media di esposizione giornaliera al sole e tempo trascorso all'aria aperta nei giorni feriali di 7,7 ore in estate e di 6,4 ore in inverno, alle quali vanno aggiunte le ore di esposizione nei fine settimana e durante le vacanze.
I lavoratori che si trovano spesso a lavorare in ambienti outdoor sono: agricoltori, floricoltori, giardinieri, operai in edilizia stradale e ferroviaria, lavoratori edili, addetti ad operazioni di carico e scarico in ambiente esterno, forestali, marinai e addetti a lavori in mare, lavoratori in cave a cielo aperto, operatori ecologici, parcheggiatori, bagnini e istruttori di sport all'aperto, vigili urbani, benzinai, portalettere ecc.

3.3.3 Analisi quantitativa

Secondo la IARC e la OMS, negli ultimi decenni l'incidenza e la mortalità per tumori cutanei sono aumentate in misura considerevole in tutte le popolazioni di razza bianca. L'incremento è più evidente nelle popolazioni con predominanza di fototipi sensibili, in particolare nei Paesi dove la RUV solare è più intensa. Un andamento analogo è tuttavia riscontrabile anche nell'area del Mediterraneo e in Italia.
Tra il 1970 e il 1990 la mortalità per melanoma della cute in Italia è triplicata (da circa 400 a 1200 decessi/anno) mentre il numero dei deceduti per carcinomi della pelle nello stesso intervallo è rimasto sostanzialmente stabile (400÷500/anno).
La comunità scientifica è abbastanza concorde nell'individuare l'eccessiva esposizione alla RUV quale fattore di rischio per i tumori cutanei. Alcuni aspetti importanti della problematica non sono stati ancora sufficientemente chiariti. Per il melanoma, ad esempio, non è ancora noto lo spettro d'azione ed il rapporto tra modalità di esposizione e risposta. Anche il peso relativo dell'esposizione alla RUV nell'indurre i vari effetti è ancora oggetto di studio e valutazione.
Numerosi studi dimostrano un'incidenza maggiore nei lavoratori outdoor dei tumori cutanei di origine non-melanocitaria, nonostante sia difficile stimarne l'incidenza effettiva (sorge infatti un problema di sottoregistrazione nelle aree geografiche coperte dai registri tumori, essendo gli epiteliomi tumori a bassa letalità, in genere non registrati e talora neppure sottoposti ad esame istologico). Ricordiamo, comunque, a questo proposito lo studio multicentrico europeo Helios, l'indagine di Rafnsson su pescatori e marinai e lo studio condotto in Finlandia sugli appartenenti al Fondo Pensioni Naviganti, nei quali è stato dimostrato un incremento significativo di neoplasie cutanee non melanoma.

3.3.4 Valutazione critica

Nell'ambito delle radiazioni non ionizzanti, alla luce delle attuali conoscenze, il danno sanitario prodotto dall'eccessiva esposizione alla RUV è di gran lunga il più rilevante sotto il profilo sia dei costi economico-sociali che dei costi umani. Molti effetti dannosi della RUV sono associabili al valore della dose complessiva accumulata da ogni individuo. Al progressivo invecchiamento della popolazione, come nel caso dell'Italia, se non cambieranno abitudini e comportamenti più a rischio, corrisponderà un inevitabile aumento della dose, degli effetti fotoindotti e dei costi predetti. Tale considerazione prescinde da eventuali mutamenti ambientali che possano comportare un aumento dell'intensità della RUV solare al suolo (buco dell'ozono).
Gli incrementi dei tassi di mortalità per il melanoma cutaneo, ancorché modesti, dimostrano che tale patologia ha subito, in questi ultimi anni, un aumento nelle popolazioni europee o di origine europea e che le recenti flessioni di mortalità, con particolare riguardo all'età giovanile, sono ascrivibili essenzialmente ai risultati favorevoli della diagnosi precoce.
Negli ultimi anni inoltre, mentre le modalità di trattamento non sono molto cambiate, risulta aumentato considerevolmente il numero dei melanomi asportati in fase precoce, aspetto questo particolarmente evidente in quelle aree geografiche in cui sono state condotte delle campagne mirate di prevenzione secondaria. Ciò in considerazione del fatto che il melanoma cutaneo presenta un'evoluzione nel tempo, e quindi una prognosi, strettamente dipendente dallo spessore raggiunto nella pelle al momento della sua diagnosi e successiva asportazione.
Pertanto, grazie alle campagne di educazione sanitaria finalizzate ad incrementare nella popolazione la sensibilità alle eventuali modificazioni morfologiche dei nevi cutanei, la quota di melanomi individuati precocemente risulta attual-