

Articoli/Articles

INQUINAMENTO INDOOR

GIANFRANCO TARSITANI
Istituto di Igiene G. Sanarelli
Università La Sapienza, Roma, I

SUMMARY

INDOOR POLLUTION

The Author reports more important phases from the beginning of housing to now: the indoor pollution time. Shelter is a basic need; humans require protection against the elements, somewhere to store and prepare the food, and a secure place to raise offspring; but indoor environment is not always safe. It has been known since Hippocrates' time that housing conditions affect health. Today situation starts from the enormous growth of urbanization.

At 1888 in Italy first legislation on health, including healthy building, has been issued. The prevention policies were based on local hygiene regulations. At present housing programmes of who stress the problem in consideration too of the great part of time that, in industrialized Countries, we all pass at home, in the indoor environment.

Following the general introduction the Author relates on the features of indoor climate, that may be identical that out of doors, or may be modified by heating, cooling, humidification and ventilation.

Larger commentaries are reported on indoor pollution and its increasing by modern technology producing several new hazards. Physical, chemical and biological indoor air pollutants, with their principal sources and health damages associated, are analyzed.

In conclusion the Author shows some data from a research on indoor pollution in the houses of Rome.

La casa nella storia dell'uomo: la necessità del ricovero.

Facendo riferimento allo sviluppo delle civiltà mediterranee, i primi aggregati urbani presentano i segni della ricerca di una

Key words: Indoor pollution - Indoor climate - Houses

razionalità sia viaria che distributiva, che poggia sui concetti della salubrità naturale del sito e del non inquinamento dell'aria e del suolo, oltre agli evidenti aspetti difensivi (Civiltà minoica e micenea; Etruschi; Assiri; Greci; Romani, ecc.).

Ippocrate (460-375 circa a. C.) sottolinea l'opportunità della ubicazione delle abitazioni in luoghi asciutti e alti per evitare inondazioni e impaludamenti. Galeno (129-201 d.C.) riprende i dettami di Ippocrate. Vitruvio (88-26 a. C.), primo ingegnere igienista dell'antichità, come amava ricordare Pagliani, raccomanda come cosa essenziale per una costruzione salubre la buona scelta del terreno di fondazione. Columella (I sec. d.C.) consiglia di non costruire edifici vicino alle paludi. Dal Medioevo al Rinascimento si assiste al miglioramento degli schemi urbani. La rivoluzione industriale porta alla crescita esponenziale dell'urbanesimo con la concentrazione della popolazione nei centri abitati. Si accrescono i problemi per un sano abitare; nasce l'inquinamento atmosferico urbano di fondo; si presentano i grandi temi della salute in fabbrica.

Nasce l'igiene edilizia; in Italia verso la fine del secolo scorso vengono emanate le leggi sanitarie (1888) ed i primi regolamenti locali di igiene (1896), che sanciscono l'importanza di criteri edificatori poggiati su basi igienico-sanitarie; la legge per il risanamento della città di Napoli (1885) indica la priorità delle esigenze igienico-sanitarie anche nelle opere di risanamento edilizio.

Nel mondo contemporaneo, nei paesi industrializzati l'abitazione è strumento per il raggiungimento del comfort individuale e sociale, per il pieno sviluppo della persona umana, per assicurare le condizioni di vita sana.

L'approccio dell'igienista alla salubrità dell'ambiente confinato

La vita urbana delle collettività è caratterizzata dall'elevata dimensione temporale di utilizzazione di spazi conclusi, ove vengono ad essere svolte le preminenti attività dell'abitare, del lavorare, delle varie espressioni del vivere quotidiano. Secondo dati dell'OMS gli Europei trascorrono il 90% della vita in ambienti chiusi: entro il 2.000 tutti i popoli della Regione Europa

(obiettivo 24) dovrebbero avere la possibilità di vivere in case e complessi edilizi che offrano un ambiente sano e sicuro¹.

Il concetto di comfort negli ambienti confinati conosce una continua evoluzione che ha portato a richieste di miglioramento della *qualità* dell'aria indoor in termini di comfort globale, raccordato con le mutate abitudini di vita, di comportamento e di lavoro. Tomaselli e D'Arca² hanno ben descritto questa evoluzione individuando diversi raggruppamenti di esigenze psico-fisiologiche, sociologiche, economiche ed anche estetiche.

Da sempre l'igienista ha prestato attenzione ai caratteri degli spazi confinati e al guasto, o viziatura, che può conseguire ad una loro inadeguata utilizzazione. L'impegno nello studio delle situazioni che portano ad un allontanamento dal comfort ambientale appare evidente se si passano in rassegna gli indici di base che, nell'arco di più di un secolo, sono stati proposti per fornire strumenti adeguati al bisogno: dall'indice antracometrico (concentrazione di anidride carbonica) (1870) capace di mettere in evidenza una situazione di affollamento, al tentativo di misurare l'allontanamento dal benessere termico mediante il cattermometro (misura del potere refrigerante dell'aria) (1912), oppure mediante il rilievo dell'indice di temperatura effettiva (1940), risultante dei 4 fattori fisici che condizionano il microclima, secondo la percezione sensoriale che ne deriva. A questo punto già la teoria degli odori (1936) aveva evidenziato l'estrema importanza di avere ben presenti i fattori sensoriali/soggettivi. Di questo travaglio, più recentemente, si è fatto portatore Fanger quando ha proposto prima gli indici PMV (voto medio previsto) e PPD (percentuale prevista di insoddisfatti) (1973), tarati su comfort termico e situazione microclimatica, e dopo l'Olf (tasso di emissioni di bioeffluenti emanati da una persona standard) e il Decipol (inquinamento causato da 1 Olf ventilato da 10 l/s d'aria; il 100% di insoddisfatti si ha quando l'inquinamento supera 31,3 Decipol) (1988); apposite *giurie*, secondo Fanger, sono in grado di misurare al meglio gli odori da viziatura, e possono essere utilizzate anche per il rilievo degli inquinanti dell'ambiente esterno.

L'esigenza di ricercare nuovi indici trova conferma anche in diversi studi che mettono in evidenza la non soddisfacente defi-

nizzazione del problema. Tra questi citiamo Bellante e coll.³, relativi ad una ricerca condotta in un grande edificio adibito ad uffici in cui è stato misurato strumentalmente un PPD del 12%, contro il fatto che il 40% dell'utenza di impiegati intervistati si era dichiarata insoddisfatta dell'ambiente fisico e quasi il 60% avesse attribuito a quell'ambiente fisico alcuni disturbi, di cui la grande parte interessanti l'organo della vista (Fig. 1).

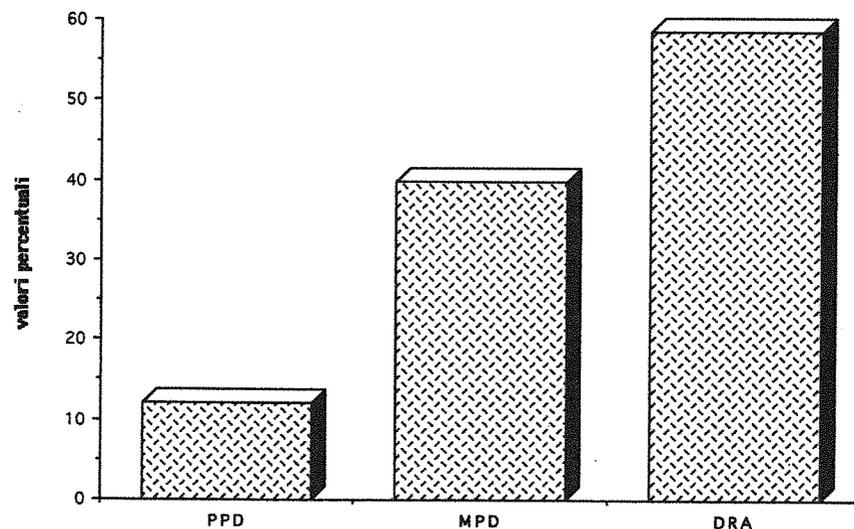


Fig. 1 - Percentuale di insoddisfatti prevista (PPD), misurata (MPD) e disturbi riferiti all'ambiente (DRA) in impiegati di uffici High Tech (Fonte G. Bellante De Martiis e coll. - 1990).

L'impostazione schiettamente igienistica che ha consentito di inquadrare i problemi del microclima per più di un secolo, deve oggi essere necessariamente dilatata alla luce del concetto di nocività ambientale e non del solo comfort tradizionale.

Infatti, nell'ambiente interno (abitativo, lavorativo, ricreativo, trasporti) vi è sempre maggiore occasione di produzione o di arrivo di numerosi inquinanti sia interni che esterni.

Nell'edilizia tradizionale tali problematiche derivano dai re-flui della vita umana nell'ambiente (guasto fisico e chimico, contaminazione microbica; tutto ben identificato, ad esempio, dal tradizionale rilievo dell'anidride carbonica). Attualmente l'ambiente costruito conosce situazioni di degrado legate ad una non accorta organizzazione degli spazi o ad un'utilizzazione di materiali edilizi non idonei, o caratterizzati da rilasci di particolare nocività o per l'immersione in un contesto territoriale definito da un elevato inquinamento atmosferico urbano di fondo.

Inoltre, da più di un decennio sono in continuo aumento le segnalazioni di ulteriori ed articolati processi negativi a carico degli spazi confinati, specie quelli legati alle attuali scelte progettuali, ai moderni procedimenti costruttivi, all'utilizzazione di arredo di nuova generazione, alla realizzazione di impianti sofisticati e specifici di climatizzazione. Basti citare due soli esempi al riguardo, quali quello della recente identificazione del radon come fattore di nocività e del rilascio di composti organici volatili.

In grande sintesi la presenza di fattori nocivi nell'ambiente indoor può conoscere fattori protettivi di dispersione, conversione o rimozione; se si realizza un meccanismo di concentrazione si verifica l'esposizione ed il danno per l'utenza.

I danni alla salute possono essere immediati, a breve, medio e lungo termine; ad essi concorrono in varia misura quei fattori negativi di natura psicologica, biologica, fisica e chimica che possono essere presenti nell'ambiente confinato. Una particolare attenzione meritano le patologie caratteristiche dell'ambiente indoor quali *building related illness* (quadri patologici specifici correlati ad una specifica eziologia che vanno ad interessare un limitatissimo numero di utenti dell'ambiente confinato: legionellosi, febbre da umidificatori, malattie infettive aerodiffuse ecc.) e *sick building syndrome* (insieme di percezioni multisensoriali, o sensazioni non specifiche di malessere, o precise sintomatologie, di cui le più significative sono: manifestazioni oculari e nasali, dolori muscolari e articolari, disturbi respiratori, patologie cutanee, cefalee, stati ansiosi - essi compaiono più frequentemente nel primo giorno lavorativo della settimana, dopo l'interruzioni

festiva, dopo il periodo di ferie, vanno aumentando nel corso della settimana e parallelamente agli anni di impiego, sono più frequenti nel sesso femminile e sicuramente riconoscono una componente eziopatogenetica di tipo psicosomatico con conseguenti somatizzazioni specie a carico degli apparati cardiocircolatorio e digerente); tale sindrome, ad eziologia non specifica, colpisce la maggioranza degli occupanti di un edificio ed è definita da una palese ripetitività a differenza della *building related illness* che riguarda uno o pochi occupanti di un edificio e che può essere collegata alla presenza di un contaminante, occasionalmente o stabilmente presente in un ambiente confinato.

Allo scopo di fornire un possibile parametro di quantizzazione dei fenomeni di cui si tratta, si può ricordare la stima US-EPA⁴ sugli effetti degli inquinanti indoor sulla popolazione nord-americana. Si tratta infatti di dati che da una parte forniscono elementi di riflessione e dall'altra mettono in evidenza le ancora numerose lacune sull'argomento denunciando migliaia di decessi e fino a un milione di ricoveri per effetti gravi e diffusi da inquinanti indoor, senza però riuscire a misurare in molti casi il rischio individuale e la quota di popolazione esposta (Tabella 1).

Tabella 1 - Impatto sulla salute degli inquinanti indoor:
Stima US-EPA sulla popolazione USA (240 milioni).

EFFETTI GRAVI E DIFFUSI			
	popolazione esposta	impatto (casi/anno)	rischio individuabile
contaminanti biologici	>10%	0,5-1 milione ricoveri	?
radon	>25%	5-20 mila cancro polmone	$10^{-2}/10^{-3}$
ETS	>75%	3-5 mila decessi	$10^{-2}/10^{-3}$
benzene	>50%	>300 leucemie	10^{-5}
formaldeide	>20%	>300 cancro	10^{-5}

Vedi pag. seguente

Tabella 1 - Segue

EFFETTI GRAVI MA LIMITATI			
	popolazione esposta	impatto (casi/anno)	rischio individuabile
CO	>5%	1.500 decessi	?
amianto	>2%	>200 cancro	10^{-6}
stufe a cherosene	>2%	malattie respiratorie	?
radiazioni non-ionizzanti	>10%	tumori	?
EFFETTI LIEVI MA DIFFUSI			
	popolazione esposta	impatto (casi/anno)	rischio individuabile
disturbo da composti organici	>75%	fastidio, cefalea, irritazione occhi	?
scarsa ventilazione	>5%	fastidio, astenia, minor produttività	?
EFFETTI LIEVI E LIMITATI			
	popolazione esposta	impatto (casi/anno)	rischio individuabile
odori, composti sintetici	>10%	fastidio, lamentele	?
affollamento	>5%	mis-comfort, stress	?

(Fonte: Min. Ambiente - Comm. Naz. IAC, 1991. Modificata)

Inquinamento indoor a Roma

Nell'autunno del 1994 Micali e coll.⁵ hanno condotto uno studio campionario nella città di Roma mediante questionario postale: i dati, relativi a 122 abitazioni, sommariamente mettono in evidenza quanto segue:

- l'ubicazione delle abitazioni, distribuite in quartiere del centro storico e periferia, è risultata, per il 58,2%, su strade a traffico intenso e, per il 40,2%, su vie considerate a scarso traffico;
- i fabbricati avevano in media 6,6 piani, variando da 1 a 15; la superficie media degli appartamenti è risultata pari a 87,8 mq. (da 12 a 200) con, in media 3,4 vani per abitazione;
- nelle 122 abitazioni vivono 340 soggetti (52,1% di sesso femminile) con un'età media di 37 anni e sei mesi (variando da pochi mesi a 84 anni);
- l'indice di affollamento medio è risultato pari a 0,96 abitanti/vano;
- i 263 soggetti di età compresa tra 14 e 84 anni sono così distribuiti, rispetto al titolo di studio: il 4,2% nessuno, il 14,8% licenza elementare, il 30,4% licenza media inferiore, il 35% diploma media superiore e il 14,1% laurea;
- la popolazione in studio trascorre in media ogni giorno più di 15 ore in casa; questo dato è più elevato per anziani e casalinghe;
- tra i 258 soggetti di età compresa tra 16 e 84 anni il 31% è fumatore; il consumo medio giornaliero è pari a 15 sigarette di cui 6 all'interno dell'abitazione.

Rispetto ai temi qui trattati i soggetti intervistati hanno riferito sensazioni di benessere termico e disturbi riportabili a inquinamento indoor, secondo quanto esposto di seguito:

- le sensazioni microclimatiche sgradevoli riferite con maggiore frequenza riguardano prima di tutto la rumorosità, seguita da polverosità e cattivi odori; più bassa la lamentala rispetto ai fattori termogrometrici e all'illuminazione (Fig. 2);
- nell'ultimo mese il 54,9% degli intervistati non riferisce nessuno disturbi tra quelli richiesti; il 16,8% lamenta mal di testa; seguono tosse, stanchezza non abituale, insonnia, bruciore agli occhi ecc. (Fig. 3);
- il disturbo stanchezza è significativamente più presente tra chi si lamenta del caldo, dell'aria umida e della presenza di cattivi odori (Fig. 4);
- parimenti il mal di testa è più diffuso fra chi avverte l'eccessiva umidità dell'aria, la scarsa luminosità e i cattivi odori (Fig. 5);

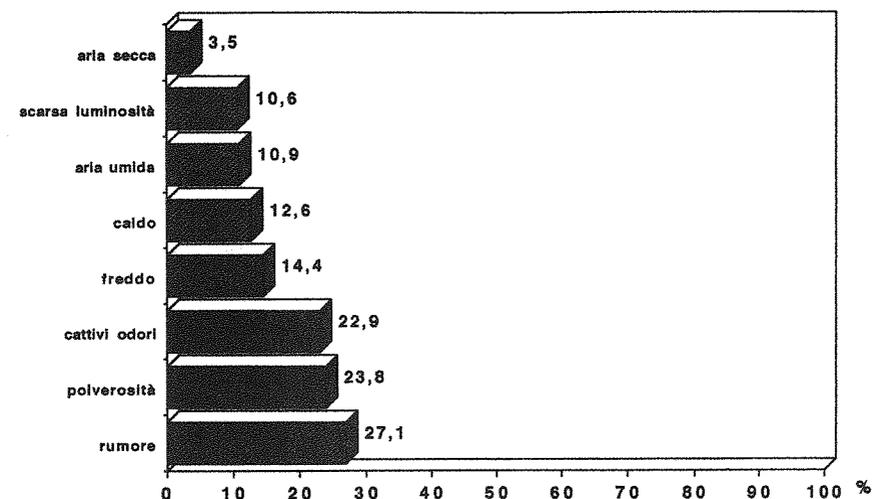


Fig. 2 - Distribuzione percentuale delle sensazioni sgradevoli, relative all'ambiente domestico, avvertite dagli intervistati nell'ultimo mese (Fonte: O. Micali e coll. - 1995).

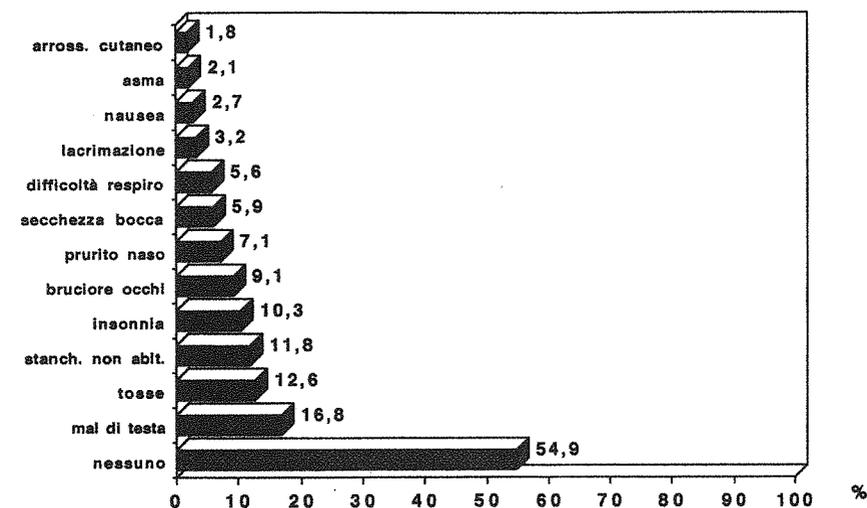


Fig. 3 - Distribuzione percentuale dei disturbi sofferti dagli intervistati nell'ultimo mese (Fonte: O. Micali e coll. - 1995).

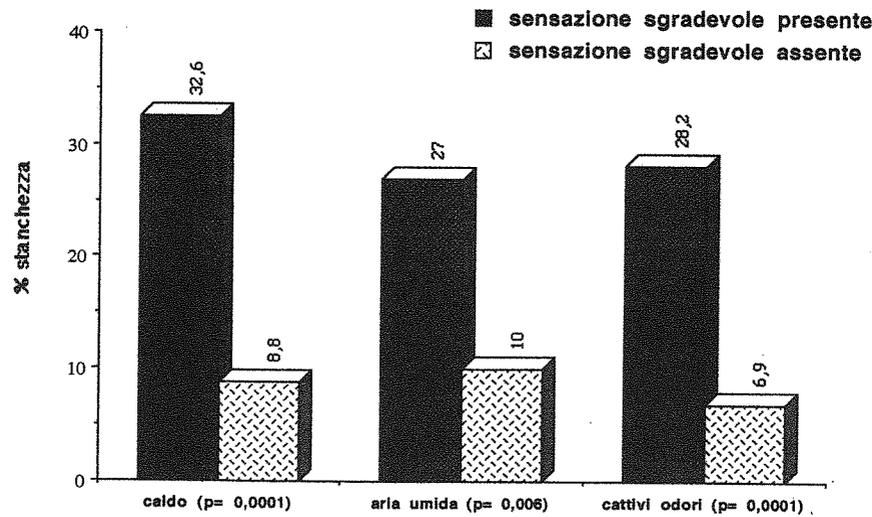


Fig. 4 - Prevalenza percentuale del sintomo "stanchezza" in relazione ad alcune sensazioni sgradevoli riferite dagli intervistati (Fonte: O. Micali e coll. - 1995).

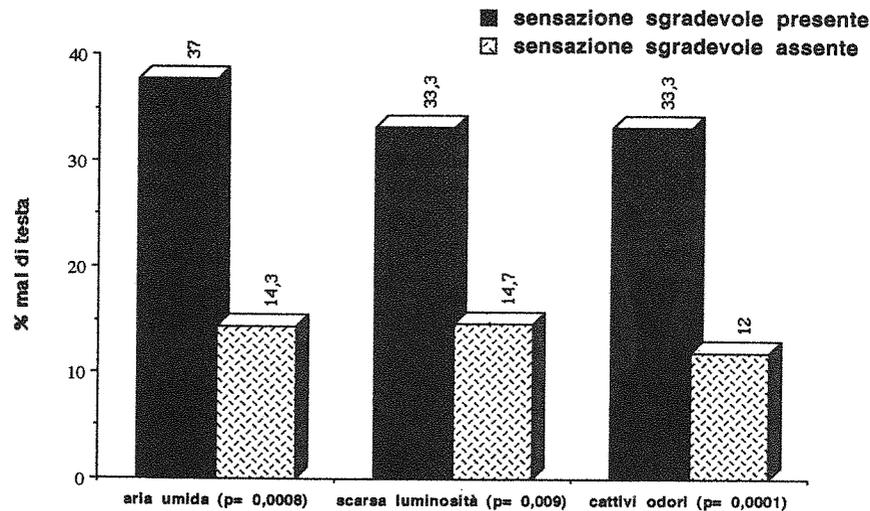


Fig. 5 - Prevalenza percentuale del sintomo "mal di testa" in relazione ad alcune sensazioni sgradevoli riferite dagli intervistati (Fonte: O. Micali e coll. - 1995).

- il bruciore agli occhi è significativamente correlato alla polverosità e alla presenza di cattivi odori (Fig. 6);

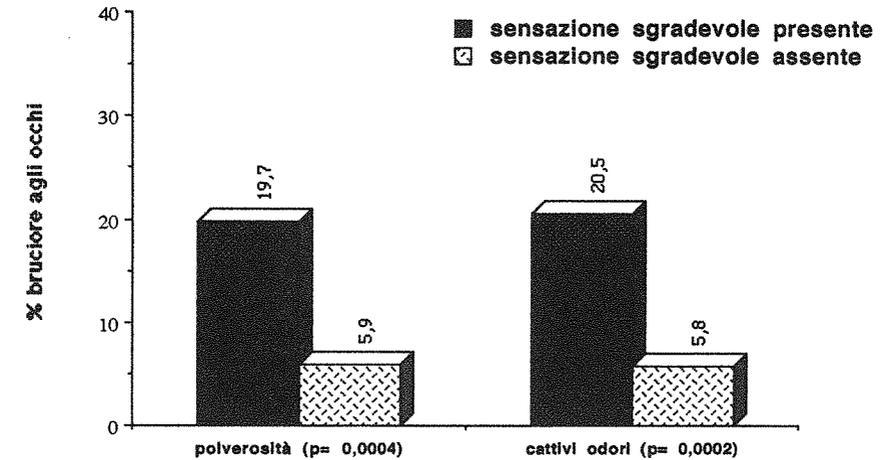


Fig. 6 - Prevalenza percentuale del sintomo "bruciore agli occhi" in relazione ad alcune sensazioni sgradevoli riferite dagli intervistati (Fonte: O. Micali e coll. - 1995).

- il prurito al naso è correlato agli stessi fattori del punto precedente e in più alla presenza di mobili restaurati di recente (Fig. 7);
 - infine la tosse risulta statisticamente associata alla presenza di macchie di umidità nell'abitazione e alla polverosità eccessiva (Fig. 8).

Conclusioni

Le problematiche elencate pongono il ricercatore di fronte ad alcune situazione ben delineate:

- esistono numerosi e storici studi sul disturbo in ambiente confinato legato precipuamente ai fattori del clima interno;
- esistono evidenze epidemiologiche per una nocività dell'a-

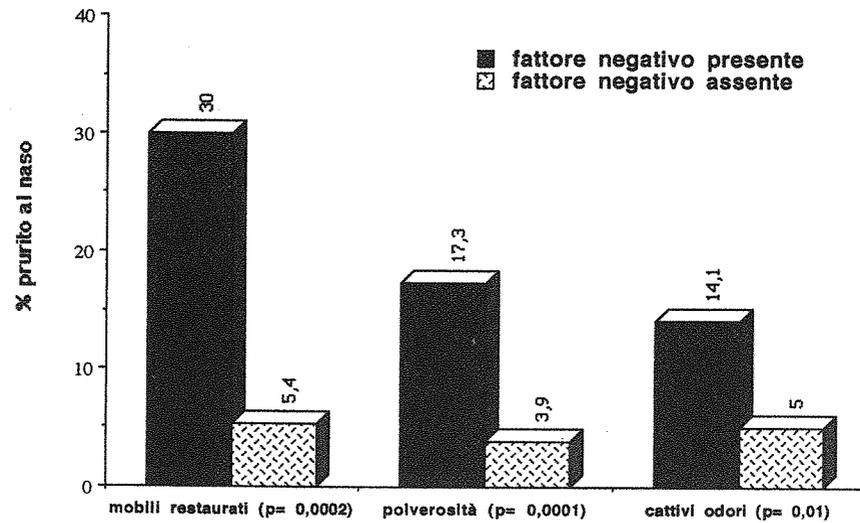


Fig. 7 - Prevalenza percentuale del sintomo "prurito al naso" in relazione ad alcune sensazioni sgradevoli riferite dagli intervistati (Fonte: O. Micali e coll. - 1995).

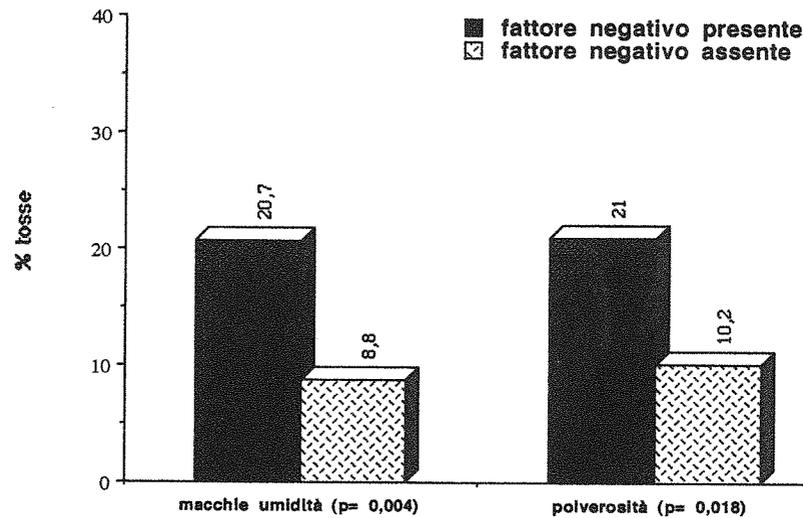


Fig. 8 - Prevalenza percentuale del sintomo "tosse" in relazione a fattori di rischio e sensazioni sgradevoli riferite dagli intervistati (Fonte: O. Micali e coll. - 1995).

ria indoor, sia globalmente intesa, sia per particolari inquinanti biologici, fisici e chimici, anche se, queste ultime conoscenze, sono ancora limitate;

- esiste una normativa italiana ed internazionale che indica alcuni standard e apre la strada all'opportunità dei controlli; tale normativa in Italia è limitata agli inquinanti asbesto, formaldeide e rumore, anche se ulteriori misure sono allo studio da parte dei Ministeri della Sanità e dell'Ambiente.

Da quanto detto risulta che siamo ancora privi delle capacità e delle conoscenze per affrontare in modo completo la valutazione del rischio indoor ed il suo controllo. Serve una grande mobilitazione in questa direzione per finanziare le indagini epidemiologiche sulla nocività indoor, per definire metodiche e livelli di riferimento per ambienti residenziali, per misurare presenza di inquinanti e danno sull'uomo, per misurare la probabilità di rischio e, in ultima analisi, per essere in grado di fornire vere direttive di politica sanitaria per il controllo della patologia indoor.

Nel frattempo, alla luce delle conoscenze attuali, con la guida della pur carente normativa italiana e delle più ampie indicazioni internazionali si può procedere, in parallelo, ad applicare gli interventi di controllo e prevenzione possibili.

BIBLIOGRAFIA E NOTE

1. Organizzazione Mondiale della Sanità, *Gli obiettivi della salute per tutti*. Roma, Ragnano Ed., 1986.
2. TOMASELLI S., D'ARCA S.U., *L'evoluzione del concetto di comfort nell'edilizia*. N. Ann. Ig. 1974; 25: 334-379.
3. BELLANTE DE MARTIS G., GOLETTI M., DAMIANI G., LE CALZE M., TARSITANI G., *La valutazione della qualità dell'aria negli uffici: problemi sanitari ed aspetti metodologici. Risultati di un'esperienza*. Atti del 53° Congresso Nazionale della Società Italiana di Medicina del Lavoro e Igiene Industriale. Stresa 10-13 ottobre 1990, 1: 181-186.
4. Ministero dell'Ambiente, *Piano decennale per l'Ambiente*. 1992.
5. MICALI O., FUSILLO C., DE MICHELE S., RICOTTI D., TARSITANI G., *La qualità dell'aria indoor in abitazioni romane. Studio mediante questionario*. Ann. Ig., in corso di stampa.

Correspondence should be addressed to:

Gianfranco Tarsitani, Istituto di Igiene G. Sanarelli, Università degli Studi di Roma "La Sapienza", Piazzale Aldo Moro 5 - 00185 Roma, I.