

ISTITUTO SUPERIORE DI SANITÀ

Convegno nazionale

**Inquinamento *indoor* residenziale-abitazione
e qualità dell'aria**

Istituto Superiore di Sanità
Roma, 9 ottobre 2009

RIASSUNTI

A cura di
Anna Santarsiero e Sergio Fuselli

Dipartimento di Ambiente e Connessa Prevenzione Primaria

ISSN 0393-5620
ISTISAN Congressi
09/C7

Istituto Superiore di Sanità

Convegno nazionale. Inquinamento *indoor* residenziale-abitazione e qualità dell'aria. Istituto Superiore di Sanità, Roma, 9 ottobre 2009. Riassunti.

A cura di Anna Santarsiero e Sergio Fuselli

2009, v, 33 p. ISTISAN Congressi 09/C7

Questo volume include i riassunti delle relazioni presentate durante il Convegno su Inquinamento *indoor* residenziale-abitazione e qualità dell'aria; sono inclusi anche i riassunti delle comunicazioni presentate nella Tavola Rotonda. Il Convegno intende fornire una panoramica delle iniziative intraprese, anche a livello europeo (UE), sia in termini di studi in corso che di strategie per la gestione della qualità dell'aria nell'*indoor* residenziale-abitazione; dei criteri e metodi di monitoraggio della contaminazione chimica nelle abitazioni: 1) fattori modificatori dei livelli di concentrazione degli inquinanti (tipologie di abitazioni, ubicazione, *layout* delle abitazioni; 2) metodi di campionamento e di analisi chimica dell'aria. Il Convegno intende inoltre creare un'occasione di dibattito su un tema di crescente rilevanza quale è la gestione della qualità dell'aria nelle abitazioni in termini di: 1) ubicazione e *layout* delle abitazioni; 2) comportamenti-stile di vita nell'abitazione.

Parole chiave: Abitazione, Aria *indoor*, Contaminazione, Composti Organici Volatili (COV), Monitoraggio

Istituto Superiore di Sanità

National Conference. Residential indoor pollution and air quality. Istituto Superiore di Sanità. Rome, October 9, 2009. Abstract book.

Edited by Anna Santarsiero and Sergio Fuselli

2009, v, 33 p. ISTISAN Congressi 09/C7 (in Italian)

This book includes the abstracts of the presentations at the Conference on Residential indoor pollution and air quality; programmed communications presented at the Round Table are also included as abstracts. The Conference aims to provide an overview of initiatives, both at the National and European Union (EU) level, in terms of ongoing studies and strategies for the management of residential indoor air quality; criteria and methods used for the monitoring of indoor air chemical contamination: 1) factors modifying concentration levels of pollutants (types of houses, location, room layout; 2) air sampling and chemical analyses. The Conference will also be an opportunity to discuss on a topic of increasing importance such as the management of indoor air quality in terms of: 1) house location and room layout; 2) occupants' behaviour and life-style.

Key words: House, Indoor air, Contamination, Volatile Organic Compounds (VOCs), Monitoring

Responsabili scientifici: Anna Santarsiero e Sergio Fuselli, Dipartimento di Ambiente e Connessa Prevenzione Primaria, Istituto Superiore di Sanità, Roma

Per informazioni su questo documento scrivere a: anna.santarsiero@iss.it

Il Rapporto è disponibile online sul sito di questo Istituto: www.iss.it

Presidente dell'Istituto Superiore di Sanità e Direttore responsabile: *Enrico Garaci*
Registro della Stampa - Tribunale di Roma n. 131/88 del 1° marzo 1988

Redazione: *Paola De Castro, Egiziana Colletta e Patrizia Mochi*

La responsabilità dei dati scientifici e tecnici è dei singoli autori.

© 2009 Istituto Superiore di Sanità (Viale Regina Elena, 299 - 00161 Roma)

INDICE

Programma	iii
Note per la consultazione	v
Sessione 1	
Politiche sanitarie: obiettivi e indirizzi generali in Italia e nella UE	1
Sessione 2	
Monitoraggio ed analisi di base	7
Tavola Rotonda	
Percorsi per la definizione di linee-guida	15
Indice degli autori	33

PROGRAMMA

Venerdì 9 ottobre

- 8.30 Registrazione dei partecipanti
- 9.00 Indirizzo di benvenuto
Presidente dell'Istituto Superiore di Sanità
Direttore del Dipartimento di Ambiente e Connessa Prevenzione Primaria,
Istituto Superiore di Sanità
- 9.30 Introduzione dei lavori
Sergio Fuselli, Anna Santarsiero
- 10.15 Intervallo

Sessione 1

POLITICHE SANITARIE: OBIETTIVI E INDIRIZZI GENERALI IN ITALIA E NELLA UE

Moderatore: Sergio Fuselli

- 10.45 *Indoor e politiche sanitarie: strategie e indirizzi generali in Italia*
Fabrizio Oleari
- 11.15 *L'attuale stato normativo europeo e le procedure per la determinazione
della qualità dell'aria in ambienti interni*
Dimitrios Kotzias
- 11.55 *Rappresentatività del monitoraggio dell'aria indoor*
Anna Santarsiero
- 12.25 Discussione
- 13.00 Pranzo

Sessione 2

MONITORAGGIO ED ANALISI DI BASE

Moderatore: Anna Santarsiero

- 14.30 *Metodi di campionamento e di analisi dell'aria indoor*
Sergio Fuselli

- 15.00 *Presenza di microinquinanti persistenti nell'aria indoor*
Luigi Turrio Baldassarri
- 15.30 *Qualità dell'aria e normative vigenti*
Giuseppe Viviano
- 16.00 *Aria indoor ed aspetti energetici correlati*
Fabrizio Cumo
- 16.30 Intervallo
- 16.45 **Tavola Rotonda**
PERCORSI PER LA DEFINIZIONE DI LINEE-GUIDA
Sergio Fuselli, Fabrizio Cumo, Annamaria de Martino, Alessandro Di Domenico, Dimitrios Kotzias, Maria Chiara Mura, Fabrizio Oleari, Emanuela Ortolani, Luigi Turrio Baldassarri, Giuseppe Viviano, Anna Santarsiero
- 18.00 Conclusioni
Anna Santarsiero, Sergio Fuselli
- 18.15 Chiusura dei lavori

NOTE PER LA CONSULTAZIONE

Questo volume raccoglie gli abstract delle relazioni presentate durante il Convegno.

La sequenza degli abstract segue l'ordine delle relazioni presentate nelle sessioni riportate nel Programma mentre gli abstract riferiti alla Tavola Rotonda seguono l'ordine di programmati interventi e discussioni. Tutti gli autori degli abstract sono stati elencati alla fine del volume nell'indice degli autori.

Sessione 1

**Politiche sanitarie:
obiettivi e indirizzi generali in Italia e nella UE**

Moderatore

Sergio Fuselli

INDOOR E POLITICHE SANITARIE: STRATEGIE E INDIRIZZI GENERALI IN ITALIA

Annamaria de Martino

*Dipartimento Prevenzione e Comunicazione, Direzione Generale Prevenzione Sanitaria,
Ufficio II, Ministero del Lavoro della Salute e delle Politiche Sociali, Roma*

L'Unione Europea, per ridurre il carico di malattie, invalidità e morti premature nella popolazione europea, propone una Strategia per l'ambiente e salute denominata iniziativa "SCALE" (*Science, Children, Awareness, Legal instrument, Evaluation*). Gli obiettivi di tale strategia sono sviluppati anche nel Piano europeo d'azione per l'ambiente e la salute 2004-2010, che ha costituito un importante contributo alla IV Conferenza intergovernativa Ambiente e Salute, OMS Regione Europa. L'UE raccomanda un'approccio olistico, intersettoriale e multidisciplinare per affrontare in maniera integrata le molteplici problematiche correlate alle matrici ambientali ed agli stili di vita della popolazione europea. Uno degli obiettivi prioritari è migliorare la qualità dell'aria, soprattutto ridurre l'esposizione dei bambini all'inquinamento dell'aria *indoor*, particolarmente negli asili nido e nelle scuole.

In Italia negli anni più recenti, di fronte all'accumularsi di informazioni e studi sui danni causati alla salute da una scadente qualità degli ambienti interni, è emerso il ruolo determinante dell'ambiente *indoor* per la salute pubblica ed è aumentata la percezione dell'entità del potenziale impatto che l'ambiente *indoor* può avere sulla salute. Il Piano sanitario 2006-2008, seguendo l'orientamento dei Piani precedenti, ha dato un notevole impulso alle azioni volte a promuovere, nell'arco di un tempo breve e medio, sia la prevenzione sanitaria sia la tutela ambientale. In particolare, il Piano propone, in linea con la strategia "SCALE", una serie di interventi volti a prevenire e sorvegliare le malattie correlate all'ambiente, riservando un'attenzione particolare alla salute dei bambini. La salute dei minori viene indicata come un obiettivo privilegiato su cui si basano le strategie di sanità pubblica, anche garantendo ambienti di vita salubri e sicuri. I Livelli essenziali di assistenza (Lea), individuati nell'area collettiva ambiente di vita e di lavoro si configurano propriamente tra le attività preventive garantite dai Dipartimenti di Prevenzione. Essi, nella loro più recente formulazione includono le attività di sorveglianza e prevenzione e le attività volte a tutelare la salute e la sicurezza della comunità dai rischi presenti negli ambienti confinati.

Con il contributo di una Commissione tecnica nazionale per la prevenzione dell'inquinamento *indoor*, il Ministero della Salute ha anche emanato importanti provvedimenti tecnici per garantire salute e sicurezza negli ambienti di vita *indoor*, fornendo alle autorità regionali indirizzi tecnici per la realizzazione di un programma nazionale di prevenzione negli ambienti confinati.

L'ATTUALE STATO NORMATIVO EUROPEO E LE PROCEDURE PER LA DETERMINAZIONE DELLA QUALITÀ DELL'ARIA IN AMBIENTI INTERNI

Dimitrios Kotzias, Josefa Barrero, Paolo Leva, Otmar Geiss, Salvatore Tirendi, Athanasios Katsogiannis, Arturo Bellintani

Institute for Health and Consumer Protection, European Commission-Joint Research Centre, Ispra, Varese

Una delle principali sfide per l'Europa è la riduzione del consumo energetico negli edifici, senza comprometterne gli ambienti interni e i servizi correlati. Negli ambienti interni sono presenti numerosi composti chimici. Tuttavia, la disponibilità di dati sull'esposizione a specifiche sostanze chimiche, sulla loro tossicità ed il conseguente rischio per la salute non è omogenea. Il progetto INDEX ha valutato i rischi per la salute associati all'esposizione a composti chimici volatili presenti negli ambienti interni sulla popolazione europea e ha stilato una lista delle sostanze di maggior interesse sulla base del loro impatto sulla salute. È emerso che i composti a maggior priorità sono: formaldeide, monossido di carbonio, biossido di azoto, benzene e naftalene. Il progetto *Indoor Air Monitoring and Exposure Assessment* (AIRMEX) (2003-2008) si è prefisso di identificare e quantificare i principali contaminanti presenti nell'aria di ambienti interni in edifici pubblici, scuole e asili, e di valutare l'esposizione delle persone a questi agenti inquinanti durante il lavoro o la permanenza in tali ambienti. In questo contesto, sono state fatte delle campagne di misura in 11 città del Sud, Centro e Nord Europa per valutare la concentrazione interna/esterna e l'esposizione personale a idrocarburi volatili (VOC) selezionati, inclusi carbonili a basso peso molecolare (CARB). I risultati indicano che, per quanto riguarda il gruppo di composti selezionati in questo studio, la loro concentrazione nell'aria interna è superiore ai rispettivi valori esterni. Le concentrazioni riferite all'esposizione personale sono maggiori o simili alle concentrazioni interne e significativamente superiori alle concentrazioni esterne. In alcuni casi, le concentrazioni misurate all'interno delle case private erano di gran lunga superiori ai valori rilevati nelle scuole/asili e giustificavano l'alto valore di esposizione personale, suggerendo la presenza di importanti sorgenti di contaminazione nelle case. Per alcuni composti (*e.g.* benzene e formaldeide) la media, mediana e 95 percentile dei dati relativi all'esposizione personale e alle concentrazioni interne si sono rilevati ben sopra i valori di riferimento per la salute umana. Ciò fa presupporre che le sole misure relative alle concentrazioni esterne sottovaluterebbero il rischio a lungo termine per la salute umana associato all'esposizione a questi inquinanti.

RAPPRESENTATIVITÀ DEL MONITORAGGIO DELL'ARIA INDOOR

Anna Santarsiero

Dipartimento di Ambiente e Connessa Prevenzione Primaria, Istituto Superiore di Sanità, Roma

Il problema della rappresentatività, non solo dei monitoraggi ma di qualsiasi misurazione o dato sperimentale, può solo essere risolto "sul campo", cioè con l'effettivo ripetersi delle stesse periodicità (valori, trend, distribuzioni) in una situazione differente.

Per quanto attiene alla "rappresentatività teorica" data dalla teoria statistica (e misurata dagli errori delle stime) essa ha una validità solo all'interno di campionamenti omogenei ed è esprimibile in termini della teoria statistica dell'intervallo di confidenza.

Il raggiungimento di un "risultato significativo" in uno studio viene identificato con il raggiungimento di un valore numerico di un determinato osservabile (e.g. concentrazione di inquinante) che superi un intervallo di confidenza della stima dello stesso osservabile. L'intervallo di confidenza è tradizionalmente fissato ad una probabilità di errore del primo tipo (affermare che la variabile di interesse sia maggiore (minore) di quanto atteso per puro effetto del caso quando invece l'oscillazione osservata è puramente casuale) pari al 5%.

Le dimensioni di questo intervallo si possono indicare come:

$$DX - T(\alpha/2) * ES < (X(1) - X(2)) < DX + T(\alpha/2) * ES \quad (1)$$

Nella (1) DX = differenza attesa, fra le due popolazioni 1 e 2 in esame; ES = Errore standard cioè $ES = \text{Deviazione Standard} / \sqrt{N}$. La deviazione standard deriva dalla variabilità naturale della popolazione in esame, laddove N è il numero di osservazioni. $T(\alpha/2)$ = percentile al livello di probabilità di errore $\alpha = 5\%$, tipicamente per la distribuzione T di Student (la più diffusa per questo tipo di analisi) corrisponde al valore 1,96.

Questa però è una sorta di "rappresentatività interna dello studio" che, se da una parte ci consente di stimare la valenza probabilistica di un risultato non ci dice nulla sulla sua esportabilità al di fuori del caso particolare (ad esempio in diverse condizioni ambientali, stagionali, geografiche).

Ciò che qui interessa di più è quindi come "massimizzare la probabilità di ricavare indici che poi si riveleranno rappresentativi" (cioè applicabili al di là dello stretto ambito in cui sono stati calcolati) a partire da una rilevazione sul campo. In questo caso potremmo sfruttare un teorema ben noto in teoria dell'informazione che ha che vedere con la definizione stessa della differenza fra segnale e rumore. Segnale è ciò che si ripete uguale a se stesso nello spazio e/o nel tempo, rumore è tutto ciò che ha un comportamento irregolare ed imprevedibile.

Qualsiasi metodo di "filtro" dell'informazione correlata quindi arricchirà l'informazione di "segnale" scartando il "rumore". Proprio per la definizione stessa di segnale possiamo immaginare che la porzione correlata dell'informazione sia allora la più rappresentativa, quella cioè che si può applicare anche al di fuori dello stretto ambito di analisi.

La descrizione dell'applicazione di un classico filtro per l'informazione correlata, l'analisi in componenti principali, ad un caso di monitoraggio di un campione di abitazioni illustrerà i principi della strategia proposta.

Sessione 2
Monitoraggio ed analisi di base

Moderatore
Anna Santarsiero

METODI DI CAMPIONAMENTO E DI ANALISI DELL'ARIA INDOOR

Sergio Fuselli, Marco De Felice, Roberta Morlino
Dipartimento di Ambiente e Connessa Prevenzione Primaria, Istituto Superiore di Sanità, Roma

Campionamenti dell'aria nelle abitazioni. Generalmente i sistemi di campionamento che vengono utilizzati per il monitoraggio dell'aria nelle abitazioni per la determinazione dei Composti Organici Volatili (COV) comprensivi dei Composti Carbonilici (Aldeidi), sono quelli che si utilizzano per il prelievo dell'aria *outdoor*. È da considerare però che le concentrazioni degli inquinanti nelle abitazioni risultano generalmente superiori. Le metodologie di campionamento utilizzate sono sommariamente riferite a tre diverse tipologie, differenziate tra loro secondo l'obiettivo prefissato da raggiungere. I tipi di campionamenti utilizzati, in funzione dell'obiettivo da raggiungere, possono essere così riassunti:

- *Canister*: per campionamento istantaneo (pochi secondi);
- tipo attivo: per campionamenti di durata tra le 2-8 ore;
- tipo passivo: per campionamenti di durata da 1 a più giorni.

È da evidenziare che per ogni tipo di campionamento è necessario applicare successivamente metodologie analitiche appropriate, specifiche e differenziate tra loro.

Campionamento Canister "istantaneo": è il prelievo di un campione di aria in un'unica soluzione in un punto determinato ed in un tempo più o meno breve. È da considerarsi rappresentativo delle condizioni presenti all'atto del prelievo. Si può utilizzare tale tipo di campionamento per controlli estemporanei derivanti da necessità contingenti o per determinare effetti istantanei sull'ambiente. È da considerare inoltre che tale tipo di campionamento è utilizzabile anche per tempi più prolungati.

Campionamento di tipo "attivo": il prelievo dei campioni di aria viene effettuato con l'ausilio di campionatori di aria calibrati (*personal-pump*) a flusso regolabile, utilizzando per i campionamenti trappole costituite da fiale contenenti solidi adsorbenti, come per esempio carbone attivo. Questo tipo di campionamento può definirsi come "medio-continuo" poiché viene effettuato prelevando in maniera continua e per un dato intervallo di tempo (4-8 ore) un volume di aria proporzionale al valore del flusso impostato.

Campionamento di tipo "passivo": questo tipo di campionamento viene effettuato senza far uso di aspirazione forzata e controllata. Il tipico campionatore passivo (radiello) è un tubo di diffusione (cartuccia) che utilizza il processo fisico di diffusione (campionamento) degli inquinanti, è costituito da una cartuccia cilindrica in rete di acciaio inossidabile contenente carbone attivo o altro tipo di adsorbente. Durante il campionamento la cartuccia viene collocata all'interno di un corpo diffusivo cilindrico microporoso e montato su un supporto. I campionatori passivi forniscono valori di concentrazione mediati su uno o più giorni e comunque rappresentano un'ottima soluzione per risalire ad una concentrazione media degli inquinanti (per un tempo più o meno prolungato).

Metodologie analitiche sviluppate per la determinazione dei composti organici volatili e carbonilici nell'aria indoor. In funzione del tipo di campionamento utilizzato per il prelievo dell'aria nelle abitazioni (*Canister*, passivo e attivo), viene utilizzata una metodologia analitica specifica che tiene conto della natura chimico-fisica degli analiti da determinare.

Campionamento di tipo Canister: l'analisi dell'aria campionata con tale tipologia di campionamento richiede apposita attrezzatura per il trattamento del campione e per la successiva analisi gas-cromatografica. Infatti la metodologia applicata prevede una fase preliminare di prelievo di un volume noto di aria campionata 400-600 mL su 5 L totali (volume del *Canister*), che viene sottoposto inizialmente ad una procedura di *clean-up*. Lo stesso volume d'aria viene poi sottoposto ad una procedura di crio-focalizzazione e, previo riscaldamento istantaneo, sottoposto a gas-cromatografia (rivelatore FID/MS).

Campionamento passivo (determinazione delle Aldeidi): il campionatore passivo specifico per le Aldeidi (radiello) è costituito da una cartuccia chemiadsorbente in rete cilindrica d'acciaio inossidabile (100 mesh) con un diametro pari a 5,9 mm, rivestita con uno specifico adsorbente. Alla cartuccia, dopo il campionamento, vengono aggiunti 2 mL di Acetonitrile, quindi il tutto viene desorbito in bagno a ultrasuoni per 30 minuti. La determinazione delle Aldeidi nell'estratto viene effettuata con il metodo dello standard esterno mediante cromatografia liquida (HPLC).

Campionamento passivo (determinazione COV): al campionatore passivo specifico per COV (radiello), costituito anch'esso da una cartuccia in rete cilindrica d'acciaio inossidabile rivestita di carbone attivo, vengono aggiunti 2 mL di disolfuro di carbonio (CS₂) a cui sono stati aggiunti 100 µL di standard interno. Il desorbimento della cartuccia di carbone viene effettuato tramite bagno a ultrasuoni, per la durata di 30 minuti. L'analisi degli estratti dei COV viene effettuata tramite GC-FID/MS.

Campionamento attivo (determinazione Aldeidi): sono stati utilizzati campionatori attivi, con sistema di prelievo, a flusso costante (500 mL/min.), collegati a fiale contenenti uno specifico adsorbente. Dopo il campionamento, l'adsorbente contenuto nella fiala viene versato in un *vial* a cui si aggiungono 3 mL di Acetonitrile, il tutto viene desorbito in bagno a ultrasuoni per 30 minuti. La determinazione viene effettuata mediante cromatografia liquida (HPLC).

Campionamento attivo (determinazione COV): vengono usati campionatori attivi, con sistema di prelievo a flusso costante (300 mL/min.), muniti di trappola costituita da fiale in vetro contenenti carbone attivo. Dopo il campionamento il carbone attivo, viene versato in un *vial* a cui viene aggiunto un volume noto di disolfuro di carbonio. Dopo desorbimento per 30 minuti in bagno a ultrasuoni aliquote di 1 µL di soluzione vengono analizzate tramite GC FID/MS.

PRESENZA DI MICROINQUINANTI PERSISTENTI NELL'ARIA *INDOOR* (ASPETTI RELATIVI ALLE MISURE)

Luigi Turrio Baldassarri

Dipartimento di Ambiente e Connessa Prevenzione Primaria, Istituto Superiore di Sanità, Roma

La presenza di microcontaminanti persistenti, quali Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA) Policlorobifenili (PCB) e Polibromodifenileteri (PBDE) nell'aria *indoor* rappresenta, dal punto di vista tecnico, un complesso problema di procedure analitiche e di campionamento dati i bassi valori di concentrazione che si vogliono misurare. Le concentrazioni *indoor* tipiche per i maggiori congeneri sono dell'ordine del ng/m^3 per gli IPA, delle centinaia di pg/m^3 per i PCB e delle decine di pg/m^3 per i PBDE. Diverse sono anche le ripartizioni tra materiale particolato e fase vapore per le tre classi di composti: mentre infatti gli IPA di maggior interesse tossicologico si trovano in pratica solo nel materiale particolato, i PCB e i PBDE si trovano prevalentemente in fase vapore. Nel primo caso è necessario un filtro, nel secondo un materiale adsorbente.

Per quanto riguarda la tecnica di campionamento, da quanto premesso consegue che i prelievi *indoor* degli IPA devono giovare di campionatori ad aspirazione; possono essere raggiunti limiti di quantificazione sufficienti a rilevare le concentrazioni di interesse e le loro variazioni significative mediante campionatori a basso volume con flussi di campionamento dell'ordine delle decine di litri al minuto.

Per i PCB e i PBDE sono possibili sia tecniche di campionamento attive che passive; per una adeguata sensibilità del metodo è però necessario, soprattutto per i secondi, che il flusso di campionamento sia dell'ordine di alcuni litri al secondo.

La procedura analitica per tutte le tre classi di composti prevede un'estrazione, un processo di purificazione, che può implicare vari stadi, e la determinazione strumentale, generalmente tramite GC-MS.

Il processo di purificazione è di fondamentale importanza per la qualità dell'analisi e può essere semplificato, nel caso dei composti organo-alogenati, dalla loro inerzia chimica che permette un trattamento di semplificazione della matrice con acido solforico concentrato.

In tutti i casi è fondamentale l'adozione di una serie di misure che consentano di ottenere dei bianchi procedurali trascurabili ai livelli analitici di interesse.

QUALITÀ DELL'ARIA E NORMATIVE VIGENTI

Giuseppe Viviano, Gaetano Settimo

Dipartimento di Ambiente e Connessa Prevenzione Primaria, Istituto Superiore di Sanità, Roma

L'evoluzione dell'inquinamento atmosferico negli anni, causato da attività antropiche, e l'approfondimento delle conoscenze sul suo effetto sulla salute e l'ambiente, ha comportato periodici aggiornamenti di standard di qualità e valori limite. In tale campo alcuni organismi scientifici internazionali, tra questi l'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS), mettono a punto linee guida per la protezione della salute umana che derivano dalle conoscenze dei rapporti causa/effetto sull'uomo; queste sono relative solo ad un certo numero di inquinanti, per i quali si hanno sufficienti conoscenze scientifiche.

Nella nostra legislazione, per la prima volta con il DPCM 28/3/1983, sono stati adottati valori limite di qualità dell'aria, ovvero limiti per la concentrazione degli inquinanti dell'aria nell'ambiente da rispettare su tutto il territorio nazionale (definiti come: livelli fissati in base alle conoscenze scientifiche al fine di evitare, prevenire o ridurre gli effetti dannosi sulla salute umana o per l'ambiente nel suo complesso - DLgs 4/8/99, n. 351). Tali valori sono stati aggiornati con il DM aprile 2002, n. 60 e con il DLgs 3/8/2007, n. 152 recependo le relative Direttive europee; si sono così aggiornati alcuni limiti e se ne sono introdotti altri per nuovi inquinanti.

Per le emissioni industriali il DPR 203/88 e, successivamente, il DM 12/7/90 hanno introdotto le "Linee guida per il contenimento delle emissioni inquinanti degli impianti industriali e la fissazione dei valori minimi di emissione"; aggiornate con il DLgs 3 aprile 2006, n. 152 "Norme in materia ambientale". In questo campo viene applicato il concetto di "migliore tecnologia" secondo le indicazioni comunitarie e nazionali sulle *Best Available Techniques* (BAT) di riferimento (BRef).

Nell'ambito dell'inquinamento dell'aria particolare attenzione viene dedicata agli aspetti sanitari legati all'esposizione a Materiale Particellare (PM) che viene definito in base a classi granulometriche: frazione "ultrafine" (inferiore a $0,1 \mu\text{m}$); frazione "fine" (tra $0,1$ e $2,5 \mu\text{m}$); frazione "coarse" (tra $2,5$ e $10 \mu\text{m}$). L'ultima Direttiva, 2008/50/CE del 21/5/2008, relativa alla qualità dell'aria ambiente ha introdotto limiti anche per il PM_{2,5}, che entreranno in vigore nel 2020.

La OMS nel suo più recente aggiornamento delle linee guida (2006) ha introdotto, per la prima volta, valori relativi al PM₁₀ e PM_{2,5}, sia sul breve termine (media giornaliera) che sul lungo termine (media annuale). Per quanto riguarda le particelle ultrafini, il cui rilevamento viene effettuato come numero per unità di volume, l'attuale insufficienza di evidenze epidemiologiche, la OMS non fornisce per il momento specifici valori di linea guida.

ARIA INDOOR ED ASPETTI ENERGETICI CORRELATI (UNO STUDIO SPERIMENTALE)

Fabrizio Cumo (a), Fabio Fraticelli (a), Sergio Fuselli (b)

(a) *Dipartimento di Fisica Tecnica, Università di Roma Sapienza, Roma*

(b) *Dipartimento di Ambiente e Connessa Prevenzione Primaria, Istituto Superiore di Sanità, Roma*

Il presente articolo riguarda l'analisi dei risultati della sperimentazione condotta presso i Laboratori del Dipartimento di Fisica Tecnica della "Sapienza" Università di Roma sul comportamento in condizioni di *free cooling* di un recuperatore di calore entalpico, confrontato con quello di una unità di trattamento aria convenzionale. Non risulta infatti che esistano dati sull'efficienza di questo componente innovativo in tale condizione di funzionamento che, in climi come quelli del Centro e Sud Italia, può verificarsi per almeno quattro mesi l'anno. I test comparativi sono stati portati avanti all'interno di due ambienti identici adibiti ad uffici per tutto il periodo primaverile e per quello autunnale, per avere una base di dati sulle condizioni esterne sufficientemente vasta ed affidabile, e hanno portato all'individuazione delle seguenti caratteristiche funzionali:

- la temperatura media dell'ambiente raffrescato dal recuperatore di calore risulta leggermente più elevata rispetto a quella dell'unità di trattamento dell'aria convenzionale, mentre le oscillazioni di temperatura dovute alla variazione della temperatura esterna risultano minori di circa il 20%;
- l'umidità relativa dell'ambiente raffrescato dal recuperatore di calore risulta più bassa rispetto a quella dell'unità di trattamento dell'aria convenzionale, e le sue oscillazioni, sempre dovute alla variazione della condizione igrometrica esterna, risultano minore di circa il 25%.

Parallelamente ai test di laboratorio sono state sviluppate delle simulazioni mediante codice fluidodinamico per validare l'affidabilità dei risultati di tali codici in condizioni di estrema variabilità degli input, come tipicamente avviene nelle condizioni di *free cooling* dove i parametri termo igrometrici degli ambienti interni sono regolati esclusivamente dalle condizioni esterne che variano in continuazione.

La comparazione dei risultati sperimentali e di quelli provenienti dalle simulazioni ha mostrato come ci sia una sostanziale coincidenza di dati compatibilmente con i limiti di precisione degli strumenti di misura utilizzati, permettendo quindi di affermare come i codici fluidodinamici utilizzati possano essere un affidabile strumento di ausilio alla progettazione anche in condizioni di *free cooling*.

Tavola Rotonda
Percorsi per la definizione di linee-guida

Moderatori

Sergio Fuselli, Anna Santarsiero

INFLUENZA DEL LAYOUT E DELL'ATTIVITÀ SVOLTA SULL'INQUINAMENTO DELL'AMBIENTE *INDOOR* DI MISURA

Anna Santarsiero (a), Sergio Fuselli (a), Roberta Morlino (a), Marco De Felice (a), Emanuela Ortolani (b)

(a) *Dipartimento di Ambiente e Connessa Prevenzione Primaria, Istituto Superiore di Sanità, Roma*

(b) *Pronto Soccorso, Ospedale Odontoiatrico George Eastman, Roma*

Scopo di questo studio è la stima del legame tra attività svolta, livelli di concentrazione di Composti Organici Volatili (COV) e *layout* dell'ambiente di misura. L'ambiente *indoor* monitorato è il Pronto Soccorso dell'Ospedale Odontoiatrico George Eastman che, come noto, rientra tra gli ambienti di vita e di lavoro di tipo non-industriale.

Campionamenti simultanei di aria *indoor/outdoor* di 7 giorni consecutivi (settimanali) su base mensile per un anno, sono stati effettuati in 2 postazioni (*indoor*) del pronto soccorso ed una esterna per la misura di Benzene, Toluene, Etilbenzene, Xileni (BTEX), Metilmetacrilato (MMA), ed alcune aldeidi (formaldeide, acetaldeide, propionaldeide, benzaldeide, n-butirraldeide, valeraldeide ed isovaleraldeide). Le postazioni interne sono relative a 2 comparti operativi, ciascuno munito di poltrona odontoiatrica con relativi strumenti ed apparecchiature per il trattamento dei pazienti che afferiscono al pronto soccorso. I due comparti sono separati da pannelli alti 1,50 m solo ai fini della privacy del paziente.

Per il campionamento sono stati utilizzati campionatori passivi, il radiello codice n.165 e n.130 rispettivamente per le aldeidi e per BTEX e MMA, posizionati nel seguente modo:

- 2 campionatori, di cui uno per BTEX e MMA e l'altro per le aldeidi, installati l'uno accanto all'altro a circa 1,70 m dal pavimento e distante circa 1,0 m dalla poltrona odontoiatrica (PIN1);
- 2 campionatori, di cui uno per BTEX e MMA e l'altro per le aldeidi, installati l'uno accanto all'altro a circa 1,70 m dal pavimento e distante circa 1,0 m dalla poltrona odontoiatrica (PIN2);
- 2 campionatori, di cui uno per BTEX e MMA e l'altro per le aldeidi, installati l'uno accanto all'altro sul davanzale esterno di una finestra di una stanza separata dall'ambiente di misura (PEX).

L'identificazione e la determinazione di BTEX e MMA è stata effettuata sulla base dei tempi di ritenzione e confermata con gascromatografia-spettrometria di massa (GC6890 HP-MS 5973 HP), mentre la determinazione delle aldeidi è stata effettuata con HPLC.

Durante ciascuna settimana monitorata sono state registrate:

- le patologie dentali trattate;
- le sostanze ed i materiali utilizzati nelle procedure di trattamento odontoiatrico;
- il numero di pazienti che ha subito un trattamento odontoiatrico con uso di trapano;
- il numero totale di pazienti afferiti.

Tramite l'analisi delle Componenti Principali (PCA - *Principal Component Analysis*), sono state individuate le sorgenti *indoor/outdoor* dei 2 comparti; di queste sorgenti alcune

sono specifiche del solo comparto (PIN1). Ciò evidenzia l'importanza del *layout* dell'ambiente di misura e degli ambienti annessi.

L'uso estensivo dell'analisi delle Componenti Principali, la valutazione delle correlazioni mediante l'analisi di regressione multipla, e delle correlazioni parziali ha consentito, inoltre, di costruire un modello che evidenzia un bilancio tra attività odontoiatrica svolta e livelli di concentrazioni di COV.

FORMALDEIDE NELLE ABITAZIONI

Sergio Fuselli, Marco De Felice, Roberta Morlino

Dipartimento di Ambiente e Connessa Prevenzione Primaria, Istituto Superiore di Sanità, Roma

La formaldeide è una delle sostanze organiche volatili, di natura carbonilica, presente nell'aria degli ambienti abitativi. Le fonti emmissive principali sono rappresentate dal mobilio in legno, dalle suppellettili in resine ureiche e melaminiche e dal fumo di sigaretta. La formaldeide è presente nei materiali da costruzione, nei prodotti utilizzati per la cosmesi, per la pulizia e nei deodoranti per ambienti.

La ricaduta sulla salute umana è stata oggetto di numerosi studi dell'Organizzazione Mondiale della Sanità che, tramite l'Agenzia Internazionale per la Ricerca sul Cancro, la classifica come cancerogeno di classe 1 per l'uomo.

La pericolosità della formaldeide è legata prevalentemente alla sua volatilità, infatti, la via di penetrazione principale è quella respiratoria. La suscettibilità individuale è molto ampia e in conseguenza della sua elevata solubilità in acqua riguarda soprattutto le prime vie aeree (naso, gola). L'esposizione, specie se prolungata a concentrazioni superiori a $0,1 \text{ mg/m}^3$, può provocare anche effetti sul sistema nervoso centrale, con stanchezza, emicranie, nausea, sonnolenza, vertigini, inoltre può diventare un allergene, scatenando una reazione immunitaria con relativo edema ed infiammazione.

Il rilascio di formaldeide nelle abitazioni dal mobilio e dalle varie suppellettili, è dovuto principalmente alla sua presenza nei pannelli utilizzati per la fabbricazione degli stessi. Infatti, in tutte le tipologie di pannelli (particellari, MDF, compensati, ecc.) sono utilizzate resine a base di formaldeide, che gradualmente viene rilasciata nel tempo, in funzione anche del microclima ambientale (calore, umidità, ventilazione). Come per altri inquinanti l'emissione della formaldeide può essere limitata nelle abitazioni riducendo o eliminando l'uso dei prodotti che la contengono e utilizzando materiali a bassa emissione, codificati in classe E1. È buona norma favorire il più possibile il ricambio di aria per abbassare le relative concentrazioni. Inoltre è da evidenziare che talune piante da interno contribuiscono a diminuire la concentrazione della formaldeide, tra le quali ad esempio la felce di Boston, l'areca palmata, il ficus, lo spatafilo, la dracena.

Il rapporto tra la concentrazione della formaldeide negli ambienti di vita (abitazioni) e l'esterno (*outdoor*) è di circa 6-10 volte superiore. Tale rapporto, oltre che da fonti emmissive interne, è influenzato dalle abitudini delle persone (fumo, combustioni di vario genere) e dal periodo dell'anno. Infatti anche i fattori climatici quali vento, calore, umidità e pioggia influenzano i valori di concentrazione di formaldeide presente nell'abitazione.

BENZENE E COV: UN ESEMPIO DI MONITORAGGIO NELL'AREA URBANA DI ROMA

Sergio Fuselli, Marco De Felice, Roberta Morlino, Anna Santarsiero
Dipartimento di Ambiente e Connessa Prevenzione Primaria, Istituto Superiore di Sanità, Roma

L'obiettivo dello studio è stato la valutazione dei livelli di concentrazione del benzene e di alcuni composti organici volatili (COV) nell'aria *indoor/outdoor* di abitazioni di aree di Roma, caratterizzate da diverse intensità di traffico veicolare. Sono stati selezionati 16 siti di campionamento: 15 in differenti aree della città e 1 in una zona rurale. La selezione delle abitazioni è stata fatta in base alla distanza da semafori al fine di evitare che rallentamenti del traffico compromettessero, la comparabilità tra i dati delle misure di concentrazioni. Le abitazioni, situate in palazzi condominiali dal primo al quarto piano, erano occupate da nuclei familiari con un numero variabile di componenti (da due a quattro). La scelta del piano è stata casuale, poiché in studi effettuati precedentemente non si erano riscontrate variabilità significative delle concentrazioni dei COV con l'altezza. Il campionamento dell'aria è stato effettuato contemporaneamente all'interno e all'esterno delle abitazioni, con campionatore passivo (radiello) nelle 4 stagioni (primavera, estate, autunno ed inverno) senza interferire con le normali abitudini di vita degli occupanti. I campionatori sono stati posizionati all'interno ed all'esterno della abitazione in corrispondenza della strada selezionata in base alla intensità di traffico (alta, media e bassa), lontani da sorgenti note di COV.

Si riportano i valori dei rapporti delle concentrazioni medie *Indoor/Outdoor* (I/O) di benzene, toluene, etilbenzene e xileni riscontrate nelle differenti situazioni di traffico:

- intensità di traffico elevata: benzene I/O=0,8-1,4; toluene I/O=1,1-1,2; etilbenzene I/O=0,9-1,2; xileni I/O=0,9-1,2;
- intensità di traffico moderata: benzene I/O=0,9-2,3; toluene I/O=1,1-1,4; etilbenzene I/O=1,2-1,6; xileni I/O=1,1-1,6;
- intensità di traffico bassa: benzene I/O=0,9-2,0; toluene I/O=1,2-1,9; etilbenzene I/O=1,0-1,1; xileni I/O=1,0-1,1.

In genere le concentrazioni degli inquinanti considerati sono risultate più alte nelle zone a maggior intensità di traffico veicolare, tuttavia non sempre è emersa una differenza netta tra le concentrazioni dei COV nei siti caratterizzati da una diversa situazione di traffico veicolare.

In questo articolo vengono discussi gli andamenti stagionali delle concentrazioni *indoor/outdoor* dei BTEX relativi alle differenti situazioni di traffico ed evidenziati i fattori da considerare nella progettazione del monitoraggio necessari per individuare le correlazioni tra situazioni di traffico, sorgenti *indoor/outdoor* di BTEX e le concentrazioni misurate.

FORMALDEIDE E COMPOSTI CARBONILICI: ESEMPIO APPLICATIVO IN UNA ZONA URBANA DI MEDIE DIMENSIONI

Sergio Fuselli, Marco De Felice, Roberta Morlino, Maria Chiara Mura
*Dipartimento di Ambiente e Connessa Prevenzione Primaria, Istituto Superiore di Sanità,
Roma*

La Formaldeide e gli altri composti carbonilici, rientrano nella classificazione dei Composti Organici Volatili largamente studiati dall'OMS dati i loro aspetti tossicologici. Infatti la Formaldeide è classificata come cancerogeno di gruppo 1 e l'acetaldeide di gruppo 2B. L'EPA ha calcolato un fattore di rischio per la Formaldeide a seguito di un'esposizione inalatoria di $1,3 \times 10^{-5} \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Il lavoro è stato approntato in un'area urbana di medie dimensioni, che risulta essere meno dispersiva nella scelta della strategia di campionamento, piuttosto che in un'area urbana di grosse dimensioni.

Il monitoraggio è stato effettuato per 30 giorni consecutivi in abitazioni private opportunamente selezionate in modo da rappresentare al meglio il tessuto urbano. Le caratteristiche delle abitazioni e le abitudini delle persone sono state accuratamente controllate, ad esempio i materiali da costruzione, il tipo di arredamento, il fumo e l'intensità del traffico veicolare.

I campionatori utilizzati sono di tipo passivo (radiello). Le determinazioni analitiche delle aldeidi sono state effettuate mediante cromatografia liquida (HPLC).

L'analisi dei dati ottenuti (*indoor vs outdoor*) è stata effettuata considerando i valori medi delle concentrazioni espressi in $\mu\text{g}/\text{m}^3$: Formaldeide 19,5 vs 6,9; Acetaldeide 11,0 vs 4,2; Acetone + Acroleina 20,5 vs 6,7; Propionaldeide 2,7 vs 1,2; Butiraldeide 11,2 vs 6,3; Benzaldeide 2,1 vs 0,1; Isovaleraldeide 1,1 vs 0,2; Valeraldeide 2,5 vs 0,5.

La variabilità della Formaldeide è maggiore nell'*indoor* (202,3) che nell'*outdoor* (95,8) e come già ampiamente dimostrato i valori di concentrazione *indoor* sono maggiori che nell'*outdoor* (19,5 vs 6,9). C'è una differenza significativa tra Formaldeide *indoor-outdoor*. Tutto ciò indica che l'*indoor* è caratterizzato da proprie fonti emissive estranee all'*outdoor*. C'è da considerare che si sono ottenuti valori di concentrazione di Formaldeide altamente distanti dalla media ($40-80 \mu\text{g}/\text{m}^3$) in abitazioni in cui vi era presenza di fumatori. Gli altri Composti Carbonilici non hanno mostrato invece una differenza significativa tra *indoor-outdoor*.

Si può concludere che lo stile di vita, le abitudini e il tipo di arredamento sono sorgenti emissive che influenzano l'esposizione inalatoria alla Formaldeide nelle abitazioni, più delle immissioni provenienti dall'*outdoor*, ad esempio dal traffico veicolare.

MONITORAGGIO DEI COMPOSTI CARBONILICI IN ABITAZIONI RESIDENZIALI DI ROMA

Anna Santarsiero, Sergio Fuselli

Dipartimento di Ambiente e Comessa Prevenzione Primaria, Istituto Superiore di Sanità, Roma

Obiettivo di questo studio è l'acquisizione di informazioni preliminari sui livelli di concentrazione di alcuni composti carbonilici (acetaldeide, acetone + acroleina, propionaldeide, butirraldeide, benzaldeide, isovaleraldeide, valeraldeide, formaldeide) nelle abitazioni della città di Roma.

Il monitoraggio di aria *indoor* ha riguardato un campione di 10 abitazioni selezionate sulla base di fissate caratteristiche:

- standard abitativo;
- indice di affollamento;
- ubicazione;
- zona urbana residenziale;
- presenza di riscaldamento centrale;
- aerazione naturale dell'ambiente;
- assenza di fumatori abituali.

Il campionamento dell'aria *indoor/outdoor* della durata di 10 giorni è stato effettuato in 4 periodi dell'anno (estate, autunno, inverno e primavera), simultaneamente nel locale interno (cucina) ed all'esterno. Il campionamento è stato effettuato con campionatori passivi (radiello 165).

Vengono qui di seguito riportati i valori di concentrazione ($\mu\text{g}/\text{m}^3$), espressi in termini di concentrazioni totali (Totin) dei composti carbonilici investigati in ciascuna abitazione (A1, A2, A3, A4, A5, A6, A7, A8, A9, ed A10), nelle 4 stagioni e relative al locale cucina.

Estate: A1 Totin=41,1; A2 Totin=47,5; A3 Totin=27,1; A4 Totin=15,9; A5 Totin=37,5; A6 Totin=55,5; A7 Totin=63,6; A8 Totin=37,8; A9 Totin=62,4; A10 Totin=47,8.

Autunno: A1 Totin=62; A2 Totin=53,8; A3 Totin=56,4; A4 Totin=59,2; A5 Totin=103,7; A6 Totin=51,8; A7 Totin=36,9; A8 Totin=42,5; A9 Totin=57,3; A10 Totin=69,45.

Inverno: A1 Totin=67,75; A2 Totin=51,65; A3 Totin=54,15; A4 Totin=49,35; A5 Totin=70,1; A6 Totin=61,95; A7 Totin=46,5; A8 Totin=68,8; A9 Totin=55,6; A10 Totin=38,8.

Primavera: A1 Totin=30,2; A2 Totin=57,9; A3 Totin=39,6; A4 Totin=61,4; A5 Totin=43,9; A6 Totin=37,2; A7 Totin=34,4; A8 Totin=51,9; A9 Totin=45,3; A10 Totin=28,2.

L'analisi dei dati con la tecnica delle Componenti Principali (PCA: *Principal Component Analysis*) e del Modello Lineare Generale (GLM: *General Linear Model*) non ha evidenziato alcun "effetto abitazione".

In questo articolo viene esaminato e discusso questo particolare aspetto "effetto abitazione" che è importante ai fini della verifica del processo di selezione delle unità abitative per la formazione del campione (10 abitazioni) oggetto del monitoraggio.

LOCALI (PUNTI) DI CAMPIONAMENTO ARIA IN UNA ABITAZIONE

Anna Santarsiero, Sergio Fuselli

Dipartimento di Ambiente e Comunità Prevenzione Primaria, Istituto Superiore di Sanità, Roma

I requisiti igienico-sanitari previsti dal Decreto 05.07.1975 del Ministero della Sanità, determinano in ciascuna unità abitativa una distinzione tra i tipi di locali in base ad una previsione di permanenza di tipo continuativo o limitata nel tempo e dedicata a specifiche attività:

- locali di abitazione: camere da letto, sale soggiorno, sale da pranzo/salotto e cucine;
- locali di servizio: bagni, corridoi, ripostigli, ecc.

In questo articolo vengono riportati i risultati di un monitoraggio delle concentrazioni di alcune aldeidi misurate contemporaneamente nella cucina e nel soggiorno di 10 abitazioni.

I risultati espressi come rapporto ($\text{Totald}_{\text{cuc}}/\text{Totald}_{\text{sogg}}$) tra la concentrazione totale di aldeidi cucina e la concentrazione totale aldeidi soggiorno hanno mostrato una concentrazione in cucina circa il doppio del soggiorno ($\text{Totcuc}/\text{Totsogg} \approx 2$) per tutti i periodi monitorati. Un tale risultato orienterebbe verso la scelta di un solo locale per il campionamento, tuttavia una tale scelta va valutata caso per caso in funzione dell'ubicazione e del *layout* dell'abitazione che potrebbe in alcuni casi, a parità di altri fattori (standard abitativo, indice di affollamento, attività ecc.) comportare la necessità di considerare altri locali per il campionamento. Infatti le vie di accesso degli inquinanti possono essere diverse a cominciare dall'ingresso, finestrate, materiali da costruzione ecc. Vengono discussi i fattori alla base della scelta dei punti di campionamento in una abitazione.

MONITORAGGIO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA NELLE ABITAZIONI DI UN TERRITORIO

Anna Santarsiero

Dipartimento di Ambiente e Connessa Prevenzione Primaria, Istituto Superiore di Sanità, Roma

Nel caso di monitoraggio finalizzato ad integrare/implementare la normativa in materia di qualità dell'aria *indoor*, il numero di variabili da monitorare è notevole e la gestione dei dati ottenuti dalle misure richiede la costruzione di un database *ad hoc* contenente distinte tipologie di osservazioni:

- quelle derivanti dal monitoraggio ambientale: misure dei parametri ambientali associati alla qualità dell'aria: temperatura, umidità relativa, CO, CO₂; e concentrazione di inquinanti (es. Particolato, Sostanze Organiche Volatili, Contaminanti Biologici, Radon, ecc.);
- quelle derivanti dal questionario somministrato agli occupanti (raccolta informazioni circa: genere, età, fumatori/non fumatori, caratteristiche delle attività svolte nell'abitazione, le attività domestiche, lo stile di vita degli occupanti, le caratteristiche impiantistiche e modelli d'uso degli impianti domestici (riscaldamento, condizionamento, cottura cibi ecc.), manutenzione e gestione dell'ambiente di misura, comfort percezioni/sintomi);
- quelle derivanti dalle caratteristiche costruttive e di ubicazione dell'abitazione (ubicazione, stato dei luoghi, caratteristiche edilizie, impiantistiche e modelli d'uso degli impianti centralizzati dell'edificio di appartenenza (riscaldamento, condizionamento, manutenzione e gestione), sorgenti *indoor/outdoor* di inquinanti ecc.

Nella progettazione di uno studio di monitoraggio, i punti più rilevanti sono i seguenti:

1. disegno del campionamento in termini di abitazioni prese in considerazione:

- quale tipo di abitazione(i) (palazzi di quanti piani, appartenenti a quale area) e di quale dimensione (n. di vani, superficie, standard abitativo ecc.) prendere in considerazione;
- quanti e quali fattori prendere in considerazione come possibili modificatori della qualità dell'aria/concentrazione inquinanti (ubicazione, stato dei luoghi, manutenzione e gestione dell'ambiente di misura, stile di vita degli occupanti ecc.);
- quante unità abitative reclutare, da ciascuna area di un territorio preso a base del monitoraggio, nel campione;
- il numero di abitazioni da includere nel campione;

2. disegno del campionamento dell'aria:

- quali e quanti punti (locali) *indoor* e punti *outdoor* di campionamenti;
- che tipo di campionamento (attivo/passivo) e quanti campioni *indoor/outdoor*;
- strumentazione di rilevamento automatico;
- durata di ciascun tipo di campionamento;
- frequenza di campionamento.

Le domande riportate sopra si ascrivono al dettaglio "microscopico" dello studio, cioè alla caratterizzazione delle unità statistiche del database. Oltre a questo dettaglio però, nella progettazione di uno studio, dobbiamo prendere in considerazione la sua rappresentatività

in termini macroscopici, quanto cioè il campionamento eseguito costituisca una efficace rappresentazione della situazione dell'area (Nazione, Regione o Comune) di studio di cui si vogliono conoscere le caratteristiche.

La strategia di campionamento degli edifici deve prevedere quindi un processo di selezione degli edifici che includa tutta l'area (Nazione, Regione o Comune) senza immettere distorsioni dovute a criteri di inclusione che diano un peso sproporzionato a determinate condizioni ambientali piuttosto che ad altre in maniera tale che il campione sia rappresentativo dell'intero territorio.

Le informazioni che possono derivare da tale monitoraggio, se attuato in maniera non distorta nel tempo e nello spazio sono: effetto clima; effetto Regione/Comune; effetto edificio; effetto caratteristiche abitazione; effetto livello concentrazione inquinante/i sulla percezione/sintomi degli occupanti; ecc.

Il rispetto del rigore statistico sia nelle fasi di campionamento delle abitazioni che di campionamento ed analisi dell'aria può consentire la estrapolazione dei risultati con un certo livello di significatività alle abitazioni di un territorio.

UN CONTROLLO DI COV IN AMBIENTE INDOOR

Elena Dell'Andrea (a), Gianni Formenton (a), Anna Santarsiero (b)

(a) *Dipartimento di Venezia, ARPAV Veneto, Mestre, Venezia*

(b) *Dipartimento di Ambiente e Connessa Prevenzione Primaria, Istituto Superiore di Sanità, Roma*

A seguito segnalazione di odori in 2 abitazioni distinte ed adiacenti, di recente ristrutturazione ed in particolare con pareti esterne trattate con un prodotto idrorepellente iniettabile con base solvente (nafta solvente + butilacetato), è stato disposto un campionamento di alcuni Composti Organici Volatili (COV) nelle abitazioni.

È stato effettuato un campionamento medio di circa 40 minuti dell'aria con *Canister* per una immediata risposta qualitativa.

L'analisi qualitativa, eseguita mediante tecnica gascromatografica accoppiata a spettrometria di massa (GC-MS), ha evidenziato la presenza di derivati alchilici del cicloesano (metilcicloesano, dimetilcicloesano, trimetilcicloesano, metiletilcicloesano, propilcicloesano, isopropilcicloesano, dimetietilcicloesano) e di idrocarburi alifatici (C8-C11) come ottano, metilottano, dimetilottano nonano, dimetilottano, etilottano, 4-metilnonano, decano, 4metil decano, undecano.

Successivamente è stato effettuato un campionamento (di tipo attivo con fiale di carbone attivo) della durata di un'ora e sono stati pertanto prelevati 10 campioni di COV così come segue:

- nell'abitazione 1: un campionamento in 2 punti del locale cucina e 2 campionamenti nell'ingresso;
- nell'abitazione 2: 3 campionamenti nel locale cucina e 3 campionamenti nell'ingresso.

L'analisi quantitativa eseguita mediante tecnica gascromatografica con rivelatore FID, ha evidenziato una concentrazione di idrocarburi totali (espressi come C) compresa tra 2,3 e 3,8 mg/m³ in una abitazione, e tra 2,7 e 7,3 mg/m³ nell'altra abitazione.

Ulteriori campionamenti, hanno evidenziato concentrazioni di idrocarburi totali (espressi come C) nel *range* 3,2-5,0 mg/m³ e quindi dello stesso ordine di grandezza.

È stata rilevata anche la presenza di BTEX in concentrazione (benzene: 5 µg/m³, toluene: 16 µg/m³, etilbenzene: 3 µg/m³, xileni: 14 µg/m³) confrontabile con quella derivante da traffico veicolare.

L'analisi qualitativa del prodotto, utilizzato per il trattamento delle pareti, eseguita mediante tecnica gascromatografica accoppiata a spettrometria di massa, ha evidenziato una composizione qualitativa sovrapponibile (derivati alchilici del cicloesano e di idrocarburi alifatici (C8-C11)) alle sostanze riscontrate nelle due abitazioni. Pertanto si presume che il livello di concentrazione di idrocarburi totali sia derivato dal prodotto utilizzato per il trattamento idrorepellente delle pareti. Infatti, all'inizio dell'inverno (la segnalazione risale al mese di novembre), l'accensione del riscaldamento può aver favorito la diffusione delle sostanze idrocarburiche odorigene nell'ambiente.

SIGNIFICATO DELLA PRESENZA DI MICROINQUINANTI PERSISTENTI NELL'ARIA *INDOOR*

Luigi Turrio Baldassarri

Dipartimento di Ambiente e Connessa Prevenzione Primaria, Istituto Superiore di Sanità, Roma

Nel momento in cui si effettua una determinazione di microcontaminanti persistenti nell'aria *indoor* è necessario conoscere quali, oltre al contributo dell'aria esterna, siano le sorgenti che possono trovarsi all'interno di un appartamento.

Per quanto riguarda gli IPA le fonti principali sono il fumo di sigaretta, di legna (caminetti o stufe) o di candele, le attrezzature per la cottura; escluse le possibili fonti interne, la principale fonte di IPA *indoor* è l'aria esterna che trasporta il particolato emesso dai motori, in special modo dai diesel. Tuttavia, proprio per la presenza degli IPA sul materiale particellare, può accadere che questo si accumuli all'interno dell'edificio rendendo i livelli *indoor* maggiori di quelli *outdoor*, come è accaduto in un nostro studio condotto in un edificio dotato di riscaldamento a carbone. I livelli di benzo(a)pirene presenti nell'aria *indoor* possono essere superiori a quelli fissati come obiettivi di qualità dell'aria urbana.

I PCB, nonostante la loro produzione sia terminata da più di 25 anni, sono stati impiegati in talmente tanti usi che è impossibile pensare di individuarne le fonti interne. Certamente in edifici costruiti recentemente, arredati con materiali di fresca fabbricazione e dotati di elettrodomestici nuovi, la presenza di fonti di PCB è improbabile, e questo è confermato da studi effettuati in queste condizioni. Tuttavia, anche un nostro studio abbastanza recente ha confermato che in molte case sono tuttora presenti fonti rilevanti di PCB, tanto che la concentrazione *indoor* è spesso molto più elevata di quella *outdoor*; è stato ipotizzato che una delle fonti più rilevanti dei PCB presenti nell'aria urbana possa essere proprio l'aria *indoor*. Tuttavia l'esposizione inalatoria umana è molto ridotta rispetto all'esposizione alimentare causata dalla contaminazione della catena alimentare.

I PBDE sono utilizzati principalmente come ritardanti di fiamma e si trovano principalmente negli apparecchi elettronici, ma possono essere presenti anche in plastiche e tessili. Il loro uso è in costante aumento. Nei pochissimi studi effettuati finora sulla presenza nell'aria di questi composti, la presenza nell'aria *indoor* è risultata nettamente maggiore di quella *outdoor* e si stima che l'apporto dell'esposizione inalatoria a questi composti non sia trascurabile rispetto all'esposizione alimentare.

PROTOCOLLO DI MISURA DI QUALITÀ DELL'ARIA IN AMBIENTI DI VITA: TRASPORTO NAVALE

Fabrizio Cumo (a), Sergio Fuselli (b), Giuseppe Piras (a)

(a) Dipartimento di Fisica Tecnica, Università di Roma Sapienza, Roma

(b) Dipartimento di Ambiente e Connessa Prevenzione Primaria, Istituto Superiore di Sanità, Roma

Il presente lavoro analizza le problematiche di inquinamento interno dell'aria all'interno di navi e traghetti; riguardo alle emissioni dei motori marini e più in generale all'inquinamento dei mari e dell'aria causato da scarichi di sostanze pericolose infatti oggi esiste solo una regolamentazione internazionale, sottoscritta da un numero consistente di Paesi (oggi ne conta più di 150), denominata Marpol 73/78. Tale Convenzione, stipulata nel 1973 inizialmente da 15 Stati e modificata dal Protocollo del 1978, è in continuo aggiornamento, in particolare l'annesso VI che nello specifico regola esattamente le emissioni in aria che tali motori devono avere affinché rimangano al di sotto di un limite tollerabile, anche quando le navi si trovano ancorate in porto a motori funzionanti per motivi di carattere energetico.

Nello svolgimento del lavoro sperimentale sono state trattate le seguenti tematiche:

- una analisi della letteratura tecnica esistente relativa all'esposizione ad agenti chimici pericolosi da parte degli addetti al trasporto pubblico, in particolare navale a bordo e in ambiente portuale;
- l'individuazione dei principali parametri di rischio significativi tra gli inquinanti da traffico marittimo;
- la descrizione di un protocollo di misura atto alla valutazione del rischio tramite confronto con valori di legge o comunque di riferimento universalmente adottati;
- l'applicazione e la validazione del protocollo adottato sul caso reale di un traghetto operante sulla rotta tra Francia e Corsica.

I risultati più rilevanti che provengono dall'esame dei dati rilevati sono la rilevazione della presenza dei COV nell'aria presa in esame in ogni ambiente considerato ampiamente al di sotto dei limiti fissati; pertanto è possibile parlare di rischio lieve di esposizione degli operatori mentre in ambiente *outdoor* i valori sono pressoché trascurabili. Invece per quanto concerne gli IPA si può parlare di rischio basso per la sicurezza e irrilevante per la salute, così anche per le polveri presenti in sala macchine, la cui presenza probabilmente è dovuta alle altre varie lavorazioni che ivi si effettuano.

INQUINAMENTO *INDOOR* RESIDENZIALE: ALCUNI RIFERIMENTI NORMATIVI

Anna Santarsiero, Sergio Fuselli

Dipartimento di Ambiente e Connessa Prevenzione Primaria, Istituto Superiore di Sanità, Roma

L'attenzione all'inquinamento *indoor* risulta evidente da norme emanate dai Comuni, nell'ambito del Regolamento di Edilizia e di Igiene, che fissano dei parametri di salubrità delle abitazioni e degli abitati, sulla base delle indicazioni emanate dal Ministero della Sanità (DM 05.07.1975 e successivi aggiornamenti e modifiche) e raccomandazioni obbligatorie relative alla ventilazione, alla presenza delle canne fumarie, alla volumetria degli alloggi, ecc.

Nell'allegato 1 al DPR 246/93 (recepimento direttiva 89/106/CEE del Consiglio Europeo sui materiali da costruzione) vengono fissati i requisiti di igiene, salute ed ambiente ai quali debbono rispondere le opere: "... *per soddisfare questa esigenza l'opera deve essere concepita e costruita in modo da non costituire una minaccia per l'igiene o la salute degli occupanti o dei vicini, causata, in particolare, dalla formazione di gas nocivi, dalla presenza nell'aria di particelle o di gas pericolosi, dall'emissione di radiazioni pericolose, dall'inquinamento o dalla contaminazione dell'acqua o del suolo, da difetti di evacuazione delle acque, dai fumi e dai residui solidi o liquidi e dalla formazione di umidità in parti o sulle superfici interne dell'opera...*".

Nel 2001 sono state emanate le "Linee Guida per la Tutela e la Promozione della Salute negli Ambienti Confinati" (GU n. 276 del 27.11.2001) - Accordo, nell'ambito della Conferenza permanente Stato-Regioni, tra il Ministro della Salute e le Regioni e le Province autonome.

Il 10/01/2005 entra in vigore il DL n. 3 del 16 gennaio 2003 - Tutela della salute dei non fumatori.

L'allegato 1 al Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 23 dicembre 2003 definisce i requisiti tecnici dei locali per fumatori, dei relativi impianti di ventilazione e di ricambio d'aria e dei modelli dei cartelli connessi al divieto di fumare.

Sono importanti riferimenti anche il DLvo 19 agosto 2005, n. 192. Attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia ed il Decreto 10 ottobre 2008 - Disposizioni atte a regolamentare l'emissione di aldeide formica da pannelli a base di legno e manufatti con essi realizzati in ambienti di vita e soggiorno.

Importante riferimento è anche il DLvo 9 aprile 2008 n. 81 - Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro.

REQUISITI IGIENICO-SANITARI DELLE ABITAZIONI

Simona Di Cicco (a), Anna Santarsiero (b)

(a) Unità di Gestione Tecnica, Patrimonio Immobiliare e Tutela della Sicurezza e Salute dei Lavoratori, Istituto Superiore di Sanità, Roma

(b) Dipartimento di Ambiente e Connessa Prevenzione Primaria, Istituto Superiore di Sanità, Roma

Le abitazioni devono possedere i requisiti stabiliti dai Regolamenti Comunali di Igiene sulla base di norme nazionali, cioè i requisiti-igienico-sanitari fissati con Decreto 05.07.1975 e successivo Decreto 09.06.1999 del Ministero della Sanità che riguardano:

1. l'abitazione che deve essere necessariamente dotata di stanza da letto di superficie minima non inferiore a mq 9 per una persona ed a mq 14 per due persone; almeno un bagno con vaso, bidet, vasca da bagno o doccia, lavabo; una stanza di soggiorno di almeno mq 14;
2. la superficie minima dell'abitazione che è fissata come segue: non inferiore a mq 14 a persona per i primi 4 abitanti, ed a mq 10 per ciascuno dei successivi; nel caso di abitazione monolocale (comprensivo dei servizi) non inferiore a mq 28 per una persona e non inferiore a mq 38 se per due persone;
3. l'altezza minima interna utile dei locali adibiti ad abitazione che è fissata in m. 2,70; per i corridoi, i disimpegni in genere, i bagni, i gabinetti ed i ripostigli in m. 2,40, salvo specifiche eccezioni (Decreto 9 giugno 1999);
4. l'illuminazione e ventilazione naturale che sono previste in tutti i locali adeguatamente alla destinazione d'uso; fanno eccezione gli ambienti destinati a servizi igienici, disimpegni, corridoi, vani scala e ripostigli; in particolare le stanze da letto, il soggiorno e la cucina devono essere provvisti di finestra apribile; l'ampiezza della finestra deve assicurare un valore di fattore luce diurna medio non inferiore al 2%; superficie finestrata apribile non deve essere inferiore a 1/8 della superficie del pavimento;
5. la ventilazione meccanica che subentra dove non si può usufruire di ventilazione naturale; l'aspirazione di fumi, vapori ed esalazioni è prevista nei punti di produzione (cucine, gabinetti, ecc.); in particolare è obbligatorio l'impianto di aspirazione forzata sui fornelli e nei bagni senza apertura verso l'esterno (in cui è inoltre proibita l'installazione di apparecchi a fiamma libera);
6. l'impianto di riscaldamento (ove le condizioni climatiche lo richiedano) che deve produrre una temperatura interna compresa tra i 18°C ed i 20°C negli ambienti abitati e servizi, esclusi i ripostigli; indispensabile l'assenza di tracce di condensazione permanente sulle superfici interne delle parti opache delle pareti nelle condizioni di occupazione e di uso degli alloggi;
7. i materiali da costruzione e messa in opera che devono garantire adeguata protezione acustica dell'abitazione a rumori provenienti da traffico, calpestio, impianti o apparecchi comunque installati nel fabbricato, locali e spazi destinati a servizi comuni, ecc.

Tali requisiti evidenziano in realtà come la qualità dell'aria nell'abitazione è legata oltre che all'aerazione naturale/meccanica e riscaldamento (punti 4-5-6 sopra citati), anche alle dimensioni ed organizzazione degli spazi (punti 1-2-3 sopra citati). Naturalmente, esulano da tale contesto normativo (Decreto 05.07.1975) altri fattori (materiali da costruzione, rifinitura ed arredo, *layout* di ciascun locale, manutenzione/gestione abitazione, sorgenti *outdoor* di inquinanti ecc.) che influiscono sulla qualità dell'aria *indoor*.

INDICE DEGLI AUTORI

Barrero, J.; 4
Bellintani, A.; 4
Cumò, F.; 13; 28
De Felice, M.; 9; 17; 19; 20; 21
de Martino, A.; 3
Dell'Andrea, E.; 26
Di Cicco, S.; 30
Formenton, G.; 26
Fratlicelli, F.; 13
Fuselli, S.; 9; 13; 17; 19; 20; 21; 22; 23;
28; 29
Geiss, O.; 4
Katsogiannis, A.; 4
Kotzias, D.; 4
Leva, P.; 4
Morlino, R.; 9; 17; 19; 20; 21
Mura, M.C.; 21
Ortolani, E.; 17
Piras, G.; 28
Santarsiero, A.; 5; 17; 20; 22; 23; 24; 26;
29; 30
Settimo, G.; 12
Tirendi, S.; 4
Turrio Baldassarri, L.; 11; 27
Viviano, G.; 12

*La riproduzione parziale o totale dei Rapporti e Congressi ISTISAN
a stampa o online deve essere preventivamente autorizzata.
Le richieste possono essere inviate a: pubblicazioni@iss.it.*

*Stampato da Tipografia Facciotti srl
Vicolo Pian Due Torri 74, 00146 Roma*

Roma, luglio-settembre 2009 (n.3) 8° Suppl.