

## **PROGETTO TOSCANO INDOOR SU INQUINANTI FISICI E CHIMICI NELLE SCUOLE: risultati e considerazioni epidemiologiche.**

R La Vecchia§§, L. Miligi\*, A. Benvenuti\*, E. Balocchini§§, V. Bianchimani §, P. Cercenà §, C. Aprea\*\*, C. Cassinelli\*\*, G. Sciarra\*\*, I. Pinto\*\*, M. Vicentini \*\*, F. Corsi\*\*, C. De Lucis\*\*, V. Calafiore §§§, F. Pignatelli\*\*, S. Alberghini Maltoni\*, F. Barghini§, M.T. Maurello§ e UF ISP ASL Regione Toscana

\* Unità Operativa di Epidemiologia Ambientale ed Occupazionale, Centro per lo Studio e la Prevenzione Oncologica, Firenze; \*\* Laboratori di Sanità Pubblica-ASL Regione Toscana, § UF Igiene e Sanità Pubblica, ASL Regione Toscana; §§ Diritto alla Salute e politiche di solidarietà – Igiene Pubblica-Regione Toscana , §§§ UF Verifiche Impianti e Macchine, ASL 10 Firenze

### **INTRODUZIONE**

L'inquinamento atmosferico continua a destare l'attenzione e la preoccupazione dei cittadini e dei media, come un nemico subdolo che dall'esterno arriva nelle nostre case ad aggredire la nostra salute, spesso dimenticando che l'aria che respiriamo nelle nostre case o uffici può essere influenzata anche dall'ambiente interno.

Gli ambienti "confinati" o "indoor", luoghi di vita e di lavoro non di carattere industriale, sono infatti avvertiti come luoghi esenti da potenziali rischi che tuttavia espongono la popolazione ed in particolare i gruppi più vulnerabili, quali i bambini, ad un prolungato contatto con agenti fisici (es.: temperatura, illuminazione, rumore), agenti chimici (compresi quelli naturali e quelli derivanti da attività umane) ed agenti biologici (es.: batteri, virus, parassiti, insetti) che possono essere potenziali fonti di inquinamento. L'aria presente negli ambienti confinati è una delle matrici che più influisce sull'insalubrità dell'ambiente in quanto subisce alterazioni e modificazioni dovute ad una serie di fattori, tra i quali emergono la presenza di persone, dei materiali e dei rivestimenti con cui sono costruiti gli edifici, gli arredi, i sistemi di trattamento dell'aria, le operazioni di pulizia dei locali. Altro elemento importante nella valutazione delle possibili fonti di inquinamento è l'interazione indoor-outdoor, ovvero quanto influisce il ruolo dell'inquinamento presente all'esterno, come ad esempio quello derivante da traffico urbano, nell'ambiente confinato. La qualità degli ambienti confinati è quindi di interesse rilevante per la Sanità Pubblica ed il raggiungimento di un ambiente indoor salubre rappresenta una sfida per chi è impegnato a effettuare scelte per i cittadini. E' cresciuta pertanto da parte dell'Igiene e Sanità Pubblica delle AUSL toscane l'attenzione alla tematica dell'inquinamento indoor, anche a fronte di alcuni casi emersi, che hanno stimolato l'approfondimento ed insieme la necessità di capire l'influenza di tale inquinamento sulla popolazione. Il primo progetto è stato ideato pensando ad una comunità che trascorre molte ore al giorno in ambienti confinati e più vulnerabile, individuando così la popolazione scolastica. L'Assessorato al Diritto alla Salute e Politiche di Solidarietà della Regione Toscana attraverso il Progetto Indoor ha promosso nel 2003 un'indagine per monitorare lo stato dell'inquinamento indoor negli edifici scolastici attraverso un campione casuale di 61 scuole, elementari e medie dislocate sul territorio regionale, 5 scuole per ciascuna delle 12 AUSL, ed una in più per l'AUSL fiorentina, conclusosi nel 2006. Il progetto è stato realizzato grazie al lavoro svolto dalle Unità Funzionali di Igiene e Sanità Pubblica e dai Laboratori di Sanità Pubblica dei Dipartimenti di Prevenzione delle Aziende USL toscane e dal Centro per lo Studio e la Prevenzione Oncologica, con il coordinamento del settore Igiene Pubblica della Regione Toscana e la preziosa disponibilità delle autorità scolastiche.

## MATERIALI E METODI

Tra tutti gli edifici scolastici toscani è stato estratto un campione casuale di 61 scuole (elementari e medie inferiori), cinque edifici scolastici per ogni ASL tranne per l'ASL Fiorentina in cui ne sono stati selezionati sei, che avessero la caratteristica di avere almeno 15 aule. In ogni edificio scolastico sono state individuate tre aule in relazione alla maggiore o minore esposizione agli inquinanti esterni (piano di ubicazione, presenza/assenza di finestre sulla strada di maggior traffico): (A) la più esposta all'inquinamento chimico e al rumore esterno, (B) la meno esposta agli agenti chimici ed al rumore esterno, (C) scelta per la valutazione del gradiente altezza rispetto alle fonti degli inquinanti.

In ogni edificio è stato effettuato un *sopralluogo* per verificarne i requisiti igienico sanitari è stato inoltre compilato un *questionario* in cui sono state prese informazioni su ubicazione della scuola (area ad alto/basso traffico), anno di costruzione, composizione edifici, manutenzione, strutture interne, serramenti, mobilia, banchi riscaldamento.

In ognuna delle tre aule sono stati effettuati campionamenti per la misurazione delle concentrazioni di:

PM2.5, Aldeidi (formaldeide, acetaldeide), BTEX (benzene, toluene, etilbenzene, xilene).

La scelta di questi inquinanti è stata determinata dalla loro importanza come agenti che possono avere effetti sulla salute.

*PM2.5*. Le polveri sottili sono costituite dall'insieme di tutto il materiale non gassoso in sospensione nell'aria.

I *BTEX* - benzene, toluene, etilbenzene e xilene - sono presenti nei gas di scarico, ma anche nei prodotti di uso domestico e didattico (escluso il benzene).

Le *aldeidi* sono composti organici presenti in vari prodotti quali adesivi, vernici, resine come anche nei prodotti igienizzanti per la casa.

Modalità di campionamento:

-Il PM2.5 è stato misurato unicamente in aula nelle 24 ore;

- I campionamenti per gli altri inquinanti sono stati eseguiti:

a) in presenza di alunni

b) in assenza di alunni

c) nelle 24 ore all'interno ed all'esterno dell'aula;

-per il rumore negli stessi ambienti sono stati rilevati:

a) rumore in facciata

b) rumore di fondo

c) tempi di riverbero

d) sforzo vocale dell'insegnante

- Infine sono stati rilevati i parametri essenziali per la valutazione delle condizioni microclimatiche nelle aule.

I campionamenti per la determinazione degli inquinanti chimici ed i rilievi del microclima sono stati effettuati in due periodi dello stesso anno scolastico: inverno e primavera.

Una fase successiva del lavoro ha previsto la preparazione di un questionario rivolto a studenti ed insegnanti con l'obiettivo di valutare la percezione personale dell'inquinamento e del comfort termico all'interno delle aule. Il questionario è strutturato in tre parti, la prima con domande relative alla percezione delle condizioni termiche nelle varie stagioni, una relativa all'origine ed all'intensità dei rumori presenti nell'aula ed una terza, volta a raccogliere informazioni circa l'eventuale presenza di sintomi irritativi con tendenza al peggioramento durante le ore di lezione.

Per quanto riguarda le *analisi statistiche* sono state effettuate descrittive volte ad evidenziare le caratteristiche delle distribuzioni dei singoli inquinanti (media aritmetica [MA], deviazione standard [STD], media geometrica [MG] e percentili). Le distribuzioni dei dati hanno mostrato una buona normalizzazione dopo trasformazione logaritmica.

Per il confronto tra misurazioni in presenza ed in assenza di alunni e all'interno rispetto all'esterno delle aule, è stato applicato il t-test per dati appaiati. Nei confronti a livello stagionale, tra scuole a diverso livello di traffico e tra le tre tipologie di aule è stato applicato il test non parametrico Kruskal-Wallis sulle mediane. Per valutare l'entità delle associazioni tra inquinanti è stato calcolato il coefficiente di correlazione.

## **RISULTATI**

### **Misurazioni degli inquinanti chimici**

Complessivamente sono state effettuate 360 misurazioni degli agenti chimici.

I campionamenti per la determinazione degli inquinanti chimici sono stati effettuati in due periodi dello stesso anno: inverno e primavera.

I primi risultati evidenziano che non vi sono differenze statisticamente significative tra le tre tipologie di aule selezionate (A,B,C) per alcun inquinante.

### **PM2.5**

Le polveri sono costituite dall'insieme di tutto il materiale non gassoso in sospensione nell'aria. La natura delle particelle aerodisperse è molto varia: materiali organici vegetali (pollini e frammenti di piante), materiale inorganico prodotto da vento e pioggia, dall'erosione del suolo o dei manufatti ecc. Nelle aree urbane il materiale particolato può avere origine da lavorazioni industriali, dall'usura di asfalto, pneumatici, freni, e frizioni e dalle emissioni di scarico degli autoveicoli, in particolare quelli dotati di motore diesel. Il traffico è inoltre responsabile della dispersione di particelle carboniose, di composti inorganici e altri inquinanti. Le particelle di diametro compreso tra 10 e 4 µm si fermano di norma nelle prime vie respiratorie per poi essere deglutite, mentre le particelle con diametro uguale o inferiore a 4 µm raggiungono gli alveoli polmonari anche se in percentuali diverse. Si definiscono "PM<sub>2,5</sub>" le particelle che vengono captate da apposito selettore con efficienza del 50% per un diametro aerodinamico di 2,5 µm.

I risultati delle misure effettuate nella regione Toscana, suddivise per periodo di rilevazione, sono riportati nella tabella I.

**Tabella I – Concentrazioni aerodisperse di PM2,5 (µg/m<sup>3</sup>) per stagione.**

<b>Stagione</b>	<b>N</b>	<b>Media aritmetica±DS</b>	<b>Media geometrica</b>	<b>Mediana</b>	<b>Min-Max</b>
Inverno	174	62,5±44,3	51,2	50,8	8,5-270,0
Primavera	172	47,8±37,4	41,2	40,0	11,0-394,8

Tali differenze a carattere stagionale, con valori maggiori nel periodo invernale, risultano statisticamente significative al t-test per dati appaiati ( $p < 0.0001$ ). Il valore limite di legge proposto per il PM2.5 risulta di 20 µg/m<sup>3</sup> (1).

Non è stata osservata alcuna associazione statisticamente significativa tra la polverosità all'interno delle aule e l'intensità di traffico automobilistico (identificata nelle categorie qualitative di scarso e intenso), analogamente l'aula nella quale è stato eseguito il campionamento non influenza i risultati nonostante la scelta e la classificazione (aula A, aula B, aula C) fosse stata fatta sulla base dell'esposizione al traffico.

La tabella II mostra le concentrazioni misurate per stagione ed intensità di traffico veicolare.

**Tabella II – Concentrazioni di PM<sub>2,5</sub> (µg/m<sup>3</sup>) per intensità di traffico e stagione.**

	intenso				scarso			
	N	Media	DS	Mediana	N	Media	DS	Mediana
Inverno	90	57,2	41,7	47,7	82	69,4	46,8	54,7
Primavera	93	45,6	25,8	39,9	79	50,7	47,8	41,2

Tale osservazione risulta confermata dall'assenza di correlazione tra le concentrazioni di polveri sottili e di benzene misurate in aula nelle 24 ore (coefficiente di correlazione=0,08).

### **Aldeidi**

Formaldeide e acetaldeide sono le aldeidi più frequentemente riscontrate in atmosfera e le loro concentrazioni ambientali variano significativamente in funzione della zona geografica considerata. La formaldeide costituisce il composto organico volatile (VOC) più diffuso e più noto. E' un gas incolore e dall'odore acre e irritante, molto solubile in acqua e utilizzato come reattivo in molte sintesi e in molte lavorazioni: fabbricazione di resine sintetiche, colle, solventi, conservanti, disinfettanti e deodoranti, detersivi, cosmetici, tessuti.

Le fonti indoor possono essere rappresentate da adesivi, vernici, impregnanti, resine, numerosi materiali da costruzione, per finitura e per arredamento (pannelli di legno compositi, truciolati, carte, tessuti sintetici, moquette, rivestimenti plastici, isolanti, schiume poliuretaniche e altri), prodotti per l'igiene e per la manutenzione della casa, insetticidi, antitarne, tarmicidi, prodotti per il bricolage. Altre fonti note sono l'evaporazione di derivati del petrolio (benzine) e i processi di combustione.

L'inquinamento viene rilevato in genere in concentrazioni superiori all'interno degli edifici rispetto all'ambiente esterno.

Gli effetti della formaldeide sul breve periodo di esposizione sono irritazioni e infiammazioni, in particolare delle vie respiratorie e delle mucose oltre a disturbi della vista, nausea ed eczemi. L'assorbimento prolungato può dare effetti genotossici e forme tumorali. L'Agenzia Internazionale per la Ricerca sul Cancro (IARC) ha classificato la formaldeide come "cancerogeno per l'uomo" (gruppo 1) (2).

I risultati delle misurazioni di formaldeide ottenute nei campionamenti effettuati nelle aule delle scuole toscane sono riportati nella tabella III suddivisi per stagione e tipologia di campionamento. Per quanto riguarda l'acetaldeide si è registrata una media su tutte le scuole toscane di 10.4±7.0 in inverno e di 8.4±6.6 in primavera in aula con alunni. Sono risultate invece molto più basse le concentrazioni misurate all'esterno dell'aula con valori di 3.0±1.6 in inverno e di 2.6±1.1 in primavera.

**Tabella III – Concentrazioni aerodisperse di formaldeide (µg/m<sup>3</sup>)**

Stagione	N dati	Media±DS	Media Geometrica	Mediana	Min-Max
Campionamento in aula in presenza di alunni					
Inverno	180	15,2±6,1	13,9	14,8	2,1-39,0
Primavera	180	19,6±8,0	18,0	18,3	6,0-47,4
Campionamento in aula in assenza di alunni					
Inverno	179	12,6±5,5	11,5	11,8	1,7-32,6
Primavera	180	18,2±8,0	16,5	16,4	3,1-55,1
Media ponderata nelle 24 ore all'interno dell'aula					
Inverno	181	13,3±5,1	12,3	12,6	3,3-30,1
Primavera	180	18,4±7,4	17,0	16,8	6,6-50,2

Campionamento nelle 24 ore all'esterno dell'aula					
Inverno	180	3,7±1,8	3,3	3,4	0,5-8,7
Primavera	178	4,8±1,9	4,4	4,8	1,5-9,2

La stragrande maggioranza dei dati di formaldeide rilevati sia a livello indoor che outdoor risultano inferiori al valore guida canadese per gli ambienti residenziali di  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (3). Solo in due casi relativi a campionamenti eseguiti in assenza di alunni si osservano valori di  $51,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$  e  $55,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  rispettivamente in una scuola dell'area vasta nord e in una dell'area vasta sud; nel primo dei due casi si osserva un valore di  $50,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$  anche per la media ponderata nelle 24 ore all'interno dell'aula. Al valore elevato di formaldeide è associato anche il dato più elevato di acetaldeide di  $189,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$  e  $146,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$  rispettivamente per il campionamento in aula in presenza di alunni e per la media ponderata nelle 24 ore all'interno dell'aula.

Per quanto riguarda l'acetaldeide, il valore guida giapponese di  $48 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (4) risulta superato in due casi in inverno e in 7 casi in primavera solo per i dati relativi al campionamento in aula eseguito in assenza di alunni. La media ponderata nelle 24 ore all'interno dell'aula supera  $48 \mu\text{g}/\text{m}^3$  solo in un caso in inverno e in 4 casi in primavera. Per la formaldeide, le differenze in base alla stagione risultano statisticamente significative al Test "t" di Student per dati appaiati ( $p < 0,0001$ ) in presenza e in assenza di alunni, esternamente alle aule e come medie ponderate nelle 24 ore all'interno delle aule.

Da un'analisi della relazione tra concentrazioni di formaldeide in aula con alunni e condizioni atmosferiche nella classe, si osserva una correlazione tra formaldeide ed umidità relativa (coefficiente di correlazione  $r=0,43$   $p < 0,001$ ), mentre non risulta alcuna associazione con la temperatura ( $r=0,01$   $p=0,93$ ).

### **BTEX**

I BTEX sono presenti nei gas di scarico autoveicolare. Il benzene, noto per le sue caratteristiche di tossicità (cancerogeno certo per l'uomo, Gruppo 1 IARC) è uno dei costituenti del petrolio ed è presente nei fumi derivanti dal traffico autoveicolare sia per combustione incompleta sia a causa della sua formazione per riarrangiamento molecolare durante il processo di combustione, di altri composti, soprattutto aromatici, presenti nel carburante. Uno studio del CONCAWE (Conservation of Clean Air and Water Europe) afferma che le emissioni legate all'impiego di carburanti sono dovute per il 15% a perdite evaporative (1% al momento del rifornimento, 14% da serbatoio, carburatore e condotti di adduzione) e per l'85% ai gas di scarico (5).

Il microinquinamento da benzene è presente a livello indoor, spesso in concentrazioni maggiori di quelle rilevabili all'esterno (6,7,8,9).

Tra le fonti indoor di BTEX nelle scuole possiamo individuare come principali il riscaldamento degli ambienti, la pulizia dei locali con detergenti contenenti residui di questi composti, la ristrutturazione dei locali con materiali capaci di emettere vapori di composti organici volatili, la fumigazione a scopo di disinfezione o disinfestazione, l'uso di pitture e solventi vari (10,11). L'uso di certi materiali didattici quali pennarelli, pitture, colle, prodotti di gomma, può comportare esposizione a queste sostanze.

Il Decreto ministeriale n. 60 del 2-4-2002 (recepimento della Direttiva 2000/69/CE) ha stabilito per il benzene fino al 31 dicembre 2005 ai fini della protezione della salute umana un valore limite annuale di  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . A partire da 1 Gennaio 2010 tale limite diverrà  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  con riduzione graduale negli anni 2006-2010.

Per quanto riguarda il toluene l'OMS (12) riporta il valore guida di  $260 \mu\text{g}/\text{m}^3$  come valore medio settimanale per effetti diversi dal cancro e da odore o fastidio, mentre per effetti sensoriali o di fastidio il valore guida è di  $1000 \mu\text{g}/\text{m}^3$  come media di 30 minuti. Valori guida

di 1447  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  per etilbenzene e xileni sono stati riportati per uffici e luoghi pubblici a Hong Kong (13).

I risultati delle misure eseguite nella Regione Toscana suddivise in base alla stagione e alla tipologia di campionamento sono riportati nelle tabelle IV, V e VI rispettivamente per benzene, toluene e xileni.

Un risultato importante si riferisce alle differenze, statisticamente significative, tra le concentrazioni in aula con alunni rispetto alle misurazioni in aula senza alunni ( $p < 0.05$  t-test dati appaiati) con valori sempre più elevati in presenza dei bambini. Il confronto sulle 24 ore in aula o fuori aula presenta differenze significative con valori più elevati in aula rispetto alle misurazioni esterne ( $p < 0.05$  del t-test per dati appaiati). Per quanto riguarda l'etilbenzene si sono osservati valori di  $4.8 \pm 7.4$  in inverno e di  $17.1 \pm 47.5$  in primavera in aula con alunni.

**Tabella IV – Concentrazioni aerodisperse di benzene ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )**

Stagione	N dati	Media $\pm$ DS	Media Geometrica	Mediana	Min-Max
Campionamento in aula in presenza di alunni					
Inverno	179	5,8 $\pm$ 6,7	4,2	4,2	0,4-67,2
Primavera	178	5,0 $\pm$ 5,7	3,5	3,5	0,6-51,6
Campionamento in aula in assenza di alunni					
Inverno	177	3,4 $\pm$ 2,9	2,5	2,7	0,5-20,9
Primavera	179	2,1 $\pm$ 1,8	1,5	1,6	0,2-10,6
Media ponderata nelle 24 ore all'interno dell'aula					
Inverno	178	4,0 $\pm$ 3,1	3,1	3,3	0,7-14,8
Primavera	177	2,7 $\pm$ 2,2	2,1	1,9	0,6-13,2
Campionamento nelle 24 ore all'esterno dell'aula					
Inverno	179	3,4 $\pm$ 2,4	2,6	2,7	0,1-12,5
Primavera	173	2,1 $\pm$ 1,8	1,6	1,6	0,3-11,4

**Tabella V – Concentrazioni aerodisperse di toluene ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )**

Stagione	N dati	Media $\pm$ DS	Media Geometrica	Mediana	Min-Max
Campionamento in aula in presenza di alunni					
Inverno	179	33,2 $\pm$ 69,7	15,7	15,6	0,6-555,1
Primavera	178	39,5 $\pm$ 89,6	20,4	19,6	0,5-1049,5
Campionamento in aula in assenza di alunni					
Inverno	177	13,7 $\pm$ 22,6	7,2	8,1	0,1-157,8
Primavera	179	24,7 $\pm$ 66,4	11,5	10,3	0,3-662,8
Media ponderata nelle 24 ore all'interno dell'aula					
Inverno	178	18,6 $\pm$ 31,0	10,5	11,5	0,3-205,6
Primavera	177	27,0 $\pm$ 57,2	14,7	14,6	1,1-556,7
Campionamento nelle 24 ore all'esterno dell'aula					
Inverno	179	14,2 $\pm$ 60,6	6,5	6,6	0,2-808,1
Primavera	173	17,5 $\pm$ 30,9	9,3	8,9	0,7-234,4

**Tabella VI – Concentrazioni aerodisperse di xileni ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )**

Stagione	N dati	Media $\pm$ DS	Media Geometrica	Mediana	Min-Max
Campionamento in aula in presenza di alunni					
Inverno	179	17,6 $\pm$ 16,9	11,6	10,9	1,4-103,5
Primavera	178	39,5 $\pm$ 79,7	17,8	16,0	0,6-569,4
Campionamento in aula in assenza di alunni					
Inverno	177	19,7 $\pm$ 49,9	6,8	7,1	0,6-352,8
Primavera	179	22,1 $\pm$ 53,2	7,7	6,3	0,2-518,2
Media ponderata nelle 24 ore all'interno dell'aula					
Inverno	178	18,4 $\pm$ 35,1	9,0	9,8	1,3-267,3
Primavera	177	24,4 $\pm$ 44,7	11,2	9,9	0,9-392,0
Campionamento nelle 24 ore all'esterno dell'aula					
Inverno	179	5,8 $\pm$ 4,9	4,0	4,1	0,4-26,5
Primavera	173	9,2 $\pm$ 11,4	5,7	5,3	0,8-64,6

### Misurazioni inquinanti fisici e microclima

Sono state effettuate 153 misurazioni del rumore e 308 per il microclima

Le misure di rumore di fondo effettuate a finestre chiuse, ad aula vuota, in posizione di centro ambiente, mentre nel resto della scuola si svolgeva la regolare attività didattica, hanno fornito i valori riportati nella tabella VII. I valori più elevati si sono registrati nell'area vasta centro che presenta il maggior numero di scuole in area urbana. Non esistono valori di riferimento per quanto riguarda il rumore di fondo nelle scuole, lo standard normativo vigente in Gran Bretagna e lo standard ANSI degli Stati Uniti (14), riportano un valore limite di 35 dB(A)

Il valore di 35 dB(A) è suggerito anche dall'OMS, ma esso è inteso durante l'attività didattica, ai fini di un'ideale intelligibilità della parola, considerando un livello di parlato ad 1 metro di distanza, di 50dB(A).

**Tabella VII – Rumore di fondo misurato a finestra chiusa in posizione centro ambiente**

Area vasta	Rumore di fondo dB(A)
Nord-ovest	44,5
Centro	47,5
Sud	44,0
<b>Totale</b>	<b>45,5</b>

Tra le altre misurazioni effettuate il dato più rilevante risulta il tempo di riverbero in quanto si osservano eccessi statisticamente significativi rispetto ai valori di riferimento nella maggioranza dei casi trattati. Per quanto riguarda le misure del rumore di facciata, effettuate nel vano finestra aperta, si sono registrati superamenti del livello di classificazione acustica del territorio in circa 1/3 dei casi.

Per quanto le misurazioni effettuate sul microclima all'interno delle aule non si osservano valori anomali rispetto agli standard di riferimento.

## **Questionario percezione del rischio nelle aule**

Hanno risposto al questionario sulla percezione dell'inquinamento indoor 3772 alunni e 302 insegnanti.

Tra gli alunni intervistati circa il 50% è costituito da ragazzi ed il restante da ragazze. Tra gli insegnanti si registrano l'87% di donne ed il restante di uomini.

Nel complesso l'ambiente scolastico risulta confortevole per il 73% degli intervistati.

Per quanto riguarda il comfort termico per circa il 9% degli intervistati la temperatura non è mai adeguata al normale svolgimento delle lezioni. Durante i mesi invernali, con il riscaldamento acceso, il 17% degli intervistati dichiara che in aula vi è troppo caldo.

Per quanto riguarda la percezione dei rumori, il 60% degli intervistati considera l'aula non silenziosa. Il 12% dei ragazzi dichiara di sentire bene la voce dell'insegnante solo a volte. Nel questionario viene anche chiesto se gli intervistati percepiscono odori fastidiosi. Il 17% afferma di avvertire odori frequentemente. Di questi il 21% ne attribuisce la causa ad aria viziata, il 17% a prodotti di pulizia ed un 5% a fumo di sigaretta. Il 16% degli intervistati afferma che le finestre, durante i mesi invernali, non vengono mai aperte.

L'ultima parte del questionario è volta ad indagare la proporzione di patologie associate all'apparato respiratorio o alla pelle e di sintomi irritativi con peggioramento durante le ore scolastiche.

Per quanto riguarda le domande sulle patologie di cui il soggetto soffre o ha sofferto, si rileva che l'asma risulta presente nell'11% degli intervistati, con percentuale maggiore negli alunni (11.1%) rispetto agli insegnanti (8.9%), il raffreddore allergico viene riportato dal 29% dei soggetti e l'eczema dal 13%, più frequente negli insegnanti rispetto agli alunni .



## CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Come ricordato nell'Accordo tra il Ministro della Salute, le Regioni e le Province autonome sul documento concernente "Linee guida per la tutela e la promozione della salute negli ambienti confinati", pubblicato nel 2001, la qualità dell'aria indoor rappresenta un importante tema di sanità pubblica in quanto nei paesi industrializzati la popolazione trascorre fino al 90% del proprio tempo in ambienti confinati. La permanenza nell'ambiente scolastico assume una grande rilevanza soprattutto quando interessa gruppi più suscettibili quali i bambini. Attualmente in Italia non è disponibile una normativa specifica per quanto riguarda la presenza di BTEX, PM 2,5 e aldeidi in ambiente di vita indoor. Esistono comunque dati di letteratura e linee guida internazionali fra cui quelle del WHO sulla qualità dell'aria, inoltre in Italia sono state emanate le "Linee guida per la tutela e la promozione della salute in ambienti confinati" con l'accordo Stato Regioni del 27/09/2001.

### Aspetti Epidemiologici

Lo studio indoor ci ha fornito una descrizione rilevante di quelli che possono essere i livelli di inquinanti in un ambiente confinato come quello scolastico.

Lo studio è caratterizzato da un alto numero di misure fatte e relative sia ad inquinanti fisici che chimici, inoltre il disegno adottato (scelta di misurare più aule all'interno delle singole scuole secondo criteri stabiliti, scelta di misurare sia l'ambiente outdoor che indoor e correlarli con variabili esplicative, scelta in ambiente indoor di misurare sia in presenza che in assenza di bambini, l'analisi statistica effettuata) sembra dare tutte quelle garanzie necessarie di affidabilità dei risultati e una conseguente ricchezza di informazioni.

Pochi sono gli studi che hanno preso in esame l'ambiente indoor, ma la crescente emergenza di alcune patologie infantili quali quelle respiratorie (in particolare l'asma) impone di guardare con maggiore attenzione gli inquinanti a cui i bambini possono essere esposti nell'ambiente di vita, tra cui quello scolastico, in cui passano la maggior parte della loro giornata.

*Studi sull'ambiente indoor.* È stato evidenziato come l'inquinamento indoor nelle scuole sia responsabile di un aumento ed un aggravamento delle malattie respiratorie. Ciò ha portato numerose organizzazioni a promuovere progetti atti a migliorare la qualità dell'aria indoor nelle scuole.

Una recente pubblicazione della "European Federation of Asthma and Allergy Association" ha evidenziato come i dati presenti in letteratura sull'argomento ed i programmi vigenti in Europa siano comunque scarsi (15).

I pochi esempi di studi condotti fino ad oggi possono comunque essere presi in esame per dare un'idea di dove si può collocare lo studio Toscano, qui di seguito vengono brevemente presentati alcuni tra i progetti più rilevanti alcuni dei quali sono stati oggetto di pubblicazione. Lo studio SHIELDS (School Health Initiative: Environment, Learning, and Disease) condotto in Minnesota che ha preso in considerazione misure di 15 composti volatili organici (VOC) in diverse situazioni: outdoor, indoor a scuola ed a casa, e su campioni personali. Dallo studio emerge che i livelli di esposizione in casa sono più elevati che negli altri ambienti e anche del livello personale. Dallo studio emerge inoltre sui 113 soggetti presi in esame che la percentuale di tempo passata in ambiente indoor, tra casa e scuola, è la più elevata (media 65 a casa e 25 a scuola di una giornata tipo) ribadendo l'importanza nell'esposizione complessiva del bambino dell'ambiente confinato.

I livelli di VOC presi in considerazione nello studio e corrispondenti a quelli valutati nel progetto indoor, sono globalmente più elevati nelle scuole toscane. Infatti la mediana dei

livelli dello studio SHIELDS del benzene in ambiente scolastico è di 0.6 in inverno e di 0.6 in primavera, per l'etilbenzene 0.6 e 0.3, per il toluene 2.9 e 1.6, per lo xilene 0.8 e 0.4 rispettivamente (16).

Un altro progetto sempre condotto negli USA e relativo al problema dell'inquinamento indoor, è il RIOPA.

Il progetto comprende tre studi stagionali, ha analizzato le concentrazioni di 16 VOC, 10 carbonyls e PM<sub>2.5</sub> con due campionamenti di 48 ore in diverse stagioni tra il 1999 ed il 2001 all'interno ed all'esterno delle case. Lo studio ha incluso numerose abitazioni nelle seguenti tre città: Los Angeles, Houston and Elizabeth.

Lo studio RIOPA non ha preso in considerazione gli ambienti scolastici, ma ha preso in considerazione solo le abitazioni (in totale 306) oltre che l'ambiente outdoor e l'esposizione personale ed inoltre ha preso in considerazione sia i bambini che gli adulti. La mediana dei livelli misurati di benzene in ambiente indoor risultano essere per il benzene 2.19 (media 3.50 DS  $\pm$ 5.15), per toluene 10.1 (media 15.4 DS  $\pm$ 24.4), per gli Xileni (o e p) 4.07 (media 7.33 DS  $\pm$ 15.9); formaldeide 23.4 (media 25.2 DS  $\pm$ 13.5); PM 2.5 14.4 (media 17.6 DS  $\pm$ 12.6). I risultati relativi ai livelli di esposizione al particolato, mostrano che il PM<sub>2.5</sub> a livello personale risulta significativamente più elevato dei livelli di PM in ambiente outdoor ed indoor e presenta maggiore variabilità. Un'altra indicazione importante dello studio RIOPA è stato di studiare il contributo quantitativo outdoor sul PM indoor mostrando che contribuisce per il 73% per quanto riguarda l'indoor ed il 26% per quanto riguarda l'esposizione personale. Il particolato organico è il maggior costituente del PM generato a livello indoor. Almeno il 40% ma probabilmente più del 75% di questo particolato organico è emesso da fonti interne (17).

Uno studio Italiano condotto nella città di Ferrara presenta dati in situazioni indoor quali le abitazioni mostrando livelli indoor di formaldeide di 15.5 (mediana)(18).

A livello europeo sono in corso alcuni studi che prendono in esame il problema indoor. Infatti l'unione Europea ha promosso lo studio HESE (Health Effect of School Environment), in considerazione dei livelli spesso elevati di inquinanti specie VOC allergeni e muffe che possono esservi in ambiente indoor.

Lo studio, che è di tipo osservazionale, ha come obiettivo principale quello di valutare gli effetti sulla salute dell'ambiente scolastico ed in particolare di valutare l'impatto di inquinanti indoor ed outdoor sulla prevalenza di malattie respiratorie e sulla funzionalità respiratoria.

Gli obiettivi del progetto sono di ottenere dati sulla presenza di allergeni e inquinanti nell'aria all'interno ed all'esterno delle scuole europee, valutare l'impatto degli allergeni nell'ambiente scolastico e la presenza di malattie respiratorie, identificare le condizioni ambientali necessarie per una buona funzionalità respiratoria, porre attenzione sull'importanza di una buona qualità dell'aria nell'ambiente scolastico sulla salute dei bambini e fornire a organizzazioni europee, enti locali ed organizzazioni scolastiche strumenti pratici per valutare, migliorare e mantenere una buona qualità dell'aria nelle scuole (19).

Menzioniamo inoltre il nuovo progetto Europeo SEARCH (School Environment And Respiratory Health in Children) che rientra nel programma operativo CEHAPE (Children's Environment and Health Action Plan for Europe del WHO (World Health Organization)). Il Progetto multicentrico Europeo "SEARCH" è curato e finanziato dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare - MATTM, in collaborazione con il REC (Regional Environmental Center for Central e Western Europe-organizzazione internazionale con sede a Budapest), con l'APAT, le ARPA, la Fondazione Maugeri. Al progetto partecipano anche altri Paesi Albania, Austria, Bosnia Erzegovina, Montenegro,

Norvegia, Repubblica Slovacca, Serbia e Ungheria. Il Progetto SEARCH ha come obiettivo la valutazione dell'associazione tra l'ambiente scolastico e salute respiratoria dei bambini anche al fine di suggerire le modalità di mitigazione dell'esposizione ai rischi ambientali indoor. I risultati del progetto verranno presentati alla V Conferenza Ministeriale su Ambiente e Salute (Roma, 2009) e si prefiggono, attraverso il monitoraggio di un campione di studenti di prima media, di far conoscere la situazione della qualità dell'aria negli ambienti scolastici, favorendo lo sviluppo di una consapevolezza ambientale, ma anche per evidenziare il ruolo della prevenzione delle malattie respiratorie legate all' ambiente di vita (20).

*Commenti ai risultati dello studio indoor toscano.* Tornando al progetto indoor della Regione Toscana e alle indicazioni che i risultati ottenuti possono fornire, va sottolineato in primo luogo che i risultati del presente studio mettono in risalto, congruentemente con altri studi scientifici che il livello di inquinanti quali aldeidi e BTEX è più elevato in ambiente indoor rispetto all'esterno.

Inoltre i valori più elevati di aldeidi e BTEX riscontrati nelle aule in presenza di bambini lascia presupporre che la presenza stessa, le attività svolte e i materiali didattici impiegati siano una fonte di inquinamento da non trascurare.

Il sopralluogo nella scuola e nelle singole aule campionate ha consentito di raccogliere diverse informazioni circa le caratteristiche dei pavimenti, degli impiantiti, della tipologia dell'arredo nell'aula (banchi, armadi e presenza di attaccapanni).

Queste informazioni hanno permesso di effettuare analisi descrittive che tenessero conto di eventuali differenze nelle concentrazioni dei diversi inquinanti in relazione alle caratteristiche dell'aula.

Questo ha portato ad osservare valori statisticamente più elevati di formaldeide in presenza dell'attaccapanni nelle misurazioni effettuate nell'aula con gli alunni. La significativa influenza della presenza dell'attaccapanni posto all'interno dell'aula, sui dati invernali di formaldeide in presenza di alunni, pone il problema dei residui di tale inquinante negli abiti che meriterebbe un ulteriore approfondimento.

Analogamente dovrebbe essere approfondita la presenza di BTEX, soprattutto toluene e xileni, nei prodotti impiegati a scopo didattico e per la pulizia dei locali che potrebbero spiegare alcuni dati eccessivamente elevati riscontrati per questi due inquinanti all'interno delle aule sia in presenza che in assenza di alunni.

La non significativa influenza del tipo di aula (A, B,C) nel determinare la concentrazione di tutti gli inquinanti chimici misurati lascia presupporre un inquinamento diffuso nell'ambiente scolastico indipendentemente dalla posizione delle aule rispetto all'esposizione a traffico autoveicolare.

I livelli osservati di  $PM_{2,5}$  risultano molto elevati, specialmente nella stagione invernale. La mancanza di associazione statisticamente significativa tra le polveri presenti all'interno delle aule e l'intensità del traffico esterno, fatta secondo la classificazione qualitativa in traffico intenso o scarso, lascia ipotizzare che la natura chimica delle polveri possa essere diversa da quella outdoor (polvere inorganica, polvere di gesso, ecc.) e ciò è avvalorato dalla mancata correlazione con le concentrazioni di benzene che invece è influenzato dalla variabile traffico esterno. Rimane da approfondire la natura chimica delle  $PM_{2,5}$ , indispensabile anche per individuare i possibili rischi specifici per la salute.

Per i BTEX e per le aldeidi è stata osservata una differenza significativa tra le misurazioni invernali e primaverili, con valori maggiori in inverno. Per il benzene indoor, l'associazione statisticamente significativa con la variabile "traffico" è confermata dalla buona correlazione

con la concentrazione outdoor. L'associazione con la variabile "traffico" non si riscontra invece per aldeidi, toluene e xileni e la correlazione con i rispettivi dati outdoor risulta scarsa mettendo in evidenza la prevalente origine indoor di questi inquinanti.

Riguardo al rumore lo studio ha messo in evidenza, per quanto riguarda i tempi di riverbero, valori in molti casi in eccesso statisticamente significativi rispetto ai valori di riferimento. Per quanto riguarda le misure del rumore in facciata, effettuate nel vano finestra aperta, si sono registrati superamenti del livello di classificazione acustica del territorio in circa 1/3 dei casi. Lo sforzo vocale dell'insegnante è risultato leggermente superiore al livello considerato normale, tuttavia non alto.

Il rumore di fondo nelle aule, misurato ad aula vuota, non evidenzia situazioni anomale.

Per quanto riguarda il microclima nelle aule, la situazione generale è da considerarsi soddisfacente in quanto i parametri misurati non si discostano generalmente dagli standard di riferimento, definendo una situazione generale di comfort, anche se la percezione dei ragazzi che hanno risposto al questionario evidenzia degli aspetti critici che vanno ulteriormente indagati.

Dal questionario relativo alla percezione individuale del rischio emerge un livello di soddisfazione di alunni ed insegnanti, per quanto riguarda le condizioni complessive interne all'aula, del 73%.

Nonostante questo vengono segnalate diverse cause di disagio tra cui viene maggiormente citata l'inadeguatezza della temperatura al normale svolgimento delle lezioni, soprattutto dovuta ad eccesso di caldo in inverno con il riscaldamento acceso. Altro problema risulta essere l'inadeguata pulizia delle aule che vengono considerate eccessivamente polverose e spesso con aria viziata, a causa della rara apertura delle finestre.

Altro motivo frequente di disagio è l'eccesso di rumore all'interno delle aule, proveniente sia dall'interno che dall'esterno, che rende difficile per i ragazzi poter seguire il normale svolgimento delle lezioni.

Dal questionario sulla percezione dei rischi emerge che circa l'11% dei bambini dichiara di soffrire di asma. Anche se lo studio non aveva come obiettivo quello di indagare aspetti sanitari, e quindi il dato presentato non è stato oggetto di validazione, comunque il dato sembra congruente con i risultati rilevati nello studio SIDRIA (Studi Italiani sui disturbi respiratori nell'infanzia e l'ambiente) dove emerge che la prevalenza di asma tra i bambini (6-7 anni) è del 9.3% e 10.3% tra gli adolescenti (21).

In conclusione l'indagine ha permesso di fare emergere il problema indoor ancora poco conosciuto e poco indagato soprattutto in ambito scolastico.

I risultati si mostrano rilevanti sia per quanto riguarda possibili interventi di prevenzione sia per la ricerca epidemiologica anche se l'influenza del microinquinamento indoor sulla salute risulta difficile da quantificare in quanto nella maggior parte dei casi è il prodotto di numerosi potenziali inquinanti concomitanti e non completamente noti.

Va ricordato inoltre che i bambini, ma anche gli adolescenti, sono più sensibili dell'adulto a tutta una serie di agenti. Dobbiamo quindi fare il meglio in termini preventivi e questo comporta l'identificazione precoce dei possibili rischi e la pronta traduzione di queste conoscenze in politiche preventive.

La scarsità di dati sull'esposizione reale della popolazione da una parte e la problematicità di studiarne i possibili effetti aggiunge un ulteriore grado di incertezza per molte matrici

ambientali, soprattutto all'interno degli edifici. Gli ambienti confinati infatti non sono sottoposti a specifiche norme che limitino l'esposizione degli occupanti a fattori di rischio.

Il progetto indoor ha inoltre prodotto molteplici risultati: il gruppo di lavoro ideatore del progetto, comprendente varie professionalità, ha stilato protocolli e metodologie di lavoro condivise, con il reale confronto tra sistemi lavorativi diversi; sono state formate competenze e sono state messe in rete le conoscenze acquisite, adottando così una metodologia di lavoro omogenea da parte degli operatori sanitari delle dodici AUSL toscane e dei tre Laboratori di Sanità Pubblica delle Aree Vaste; la presenza nel gruppo di lavoro del Centro per lo Studio e la Prevenzione Oncologica, ha valorizzato e reso possibile ricavare uno studio indoor dal progetto; i risultati analitici dei campionamenti delle rilevazioni microclimatiche ed acustiche, hanno contribuito alla conoscenza delle problematiche indoor, diventando essi stessi un punto di riferimento per i futuri casi di esposti. I contatti e i sopralluoghi nelle scuole effettuati dagli operatori sanitari, hanno permesso di informare e far conoscere la tematica dell'inquinamento indoor agli insegnanti, agli operatori scolastici, agli studenti e questi tramite il questionario sulla percezione di alcune problematiche, hanno permesso di capire quanto è sentito il fenomeno; i sopralluoghi, i campionamenti ed i rilievi eseguiti nelle aule, in alcuni casi hanno promosso successivi atti ed adempimenti, come indicazioni o prescrizioni mirate a migliorare o adeguare a livello strutturale alcuni ambienti, e per indicare le buone pratiche di pulizia.

La determinazione della reale consistenza sull'inquinamento indoor e del comfort microclimatico, emersa dallo studio, ha permesso l'individuazione di alcune soluzioni dell'ambiente indoor scolastico e la predisposizione di reports di sintesi del progetto messo a disposizione dei comuni, delle autorità scolastiche e del Ministero della Salute.

*Prosecuzione del progetto indoor toscano.* Il progetto indoor significa per l'Igiene Pubblica l'aver sperimentato un metodo di lavoro nuovo ed innovativo che necessita di continuità e non di un singolo progetto fine a se stesso. Per tale motivazione, per i risultati raggiunti dal progetto, e per le criticità rilevate, hanno nuovamente spinto l'Assessorato al Diritto alla salute e Politiche di Solidarietà della Regione Toscana a continuare l'esperienza con il progetto indoor per gli anni 2008-2010. Nel nuovo progetto saranno approfondite le conoscenze già acquisite sui principali inquinanti chimico-fisico, nelle aule delle scuole già campionate, con l'estensione della ricerca alle abitazioni degli studenti, per acquisire conoscenze sulla presenza dei principali allergeni in ambienti scolastici e in abitazioni.

Le criticità rilevate dallo studio indoor verranno affrontate dal nuovo progetto i cui obiettivi principali sono:

1) ottenere informazioni più specifiche sulle caratteristiche delle polveri sottili nelle aule scolastiche, ipotizzando una composizione in larga parte di origine organica. A tale scopo è prevista la ricerca nel particolato di IPA, metalli pesanti, gesso, silice ecc. (da alcuni studi risulta che circa il 70% del particolato organico indoor ha una fonte interna);

2) ottenere maggiori informazioni circa gli aldeidi ed i BTEX.

Per tali inquinanti verrà effettuata una misurazione in alcune aule precedentemente campionate, ma sono anche previste misurazioni in un campione di abitazioni dove risiedono gli alunni. Tali informazioni consentiranno di calcolare, per alcuni bambini, una misura complessiva dell'esposizione a tali inquinanti nei luoghi dove trascorrono la maggior parte del loro tempo;

3) effettuare misurazioni dei principali allergeni nelle aule ed in un campione di abitazioni dove i bambini risiedono.

Questo obiettivo nasce dall'esigenza di identificare i livelli di allergeni che rappresentano una delle maggiori cause scatenanti l'asma nei bambini (articolo allergens in school).

Tale indagine può consentire di avere una misura complessiva dell'esposizione ad allergeni cui il bambino è esposto.

4) Sono previste ulteriori misurazioni per quanto riguarda le indagini sui requisiti acustici passivi degli edifici scolastici. Per tale motivo sono previste misurazioni in locali scolastici ad uso collettivo (mensa ecc.). Questo consentirà di avere una valutazione complessiva dell'esposizione acustica all'interno della scuola.

## BIBLIOGRAFIA

1. World Health Organization. Air Quality Guidelines for particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulphur dioxide. Global update 2005. Copenhagen: WHO 2006.
2. International Agency For Research on Cancer: IARC Monographs on the evaluation of carcinogenic risk to humans. Formaldehyde, 2-butoxyethanol and 1-tert-butoxypropan-2-ol IARC Monographs Vol 88. Dicembre 2006.
3. Residential Indoor Air Quality Guidelines: Formaldehyde. Canada 15 Aprile 2006.
4. Japanese Committee on Sick House Syndrome: Indoor Air Pollution. Progress Report No. 4. 22 Gennaio 2002.
5. Tims S.M. Benzene emission from passengers cars. CONCAWE report n. 12/83. The Hague, 1983.
6. Imbriani M., Fiorentino M.L., Maestri L., Marsilio M.G., Ghittori S. Indoor pollution e monitoraggio biologico di composti organici volatili (COV). *G. Ital. Med. Lav*, 18: 151-160, 1996.
7. Carletti R., Romano D. Assessing health risk from benzene pollution in an urban area. *Environ. Monit. Asses.* 80: 135-148, 2002.
8. Cocheo V., Sacco P., Boaretto C., De Saeger E., Ballista P.P., Skov H., Goelen E., Gonzalez N., Saracena A.B. Urban benzene and population exposure. *Nature* 404: 141-142, 2000.
9. Gilli G., Scursatone E., Bono R. Benzene, toluene and xylenes in air, geographical distribution in the Piedmont region (Italy) and personal exposure. *Sci. Tot. Environ.* 148: 49-56, 1994.
10. Kim M.Y., Harrad S., Harrison R.M. Concentrations and sources of VOCs in urban domestic and public microenvironments. *Environ. Sci. Technol.* 35: 997-1004, 2001.
11. Schneider P., Lorinci G., Gebefugi L., Heinrich J., Kettrup A., Wichmann H.E.: Vertical and horizontal variability of volatile organic compounds in homes in Eastern Germany. *J. Exp. Anal. Environ. Epidemiol.*, 9: 282-292, 1999.
12. World Health Organization. Air Quality Guidelines for Europe. 2<sup>nd</sup> edition. WHO Regional Office for Europe, European series n. 91, Copenhagen 2000.
13. A guide on indoor air quality certification scheme for offices and public places. Indoor Air Quality Management Programme. The Government of the Hong Kong special administrative region, China, Settembre, 2003
14. Acoustical performance criteria, design requirements, and guidelines for schools, ANSI 2002.
15. European Federation of Asthma and Allergy Association, Allergy, 2006, J Bousquet ed
16. Adgate JL, Church TR, Ryan AD, Ramachandran G, Fredrickson AL, Stock TH, Morandi MT, Sexton K Outdoor, indoor, and personal exposure to VOCs in children. *Environ Health Perspect.* 2004 Oct;112(14):1386-92.
17. Turpin BJ, Weisel CP, Morandi M, Colome S, Stock T, Eisenreich S, Buckley B. Relationships of Indoor, Outdoor, and Personal Air (RIOPA): part II. Analyses of concentrations of particulate matter species. *Res Rep Health Eff Inst.* 2007 Aug;(130 Pt 2):1-77; discussion 79-92. Links
18. Fuselli S, Zanetti C. Formaldehyde in air of indoor and outdoor environments of urban area, relationships man's exposure. *Ann Ist Super Sanita.* 2006;42(3):365-8.
19. disponibile su [www.hese.info](http://www.hese.info)
20. disponibile su [http://www.arpa.emr.it/pubblicazioni/modena/notizie\\_816.asp](http://www.arpa.emr.it/pubblicazioni/modena/notizie_816.asp)
21. Galassi C, Forastiere F, Biggeri A, Gabellini C, De Sario M, Ciccone G, Biocca M, Bisanti L; Gruppo Collaborativo SIDRIA-2. SIDRIA second phase: objectives, study design and methods. *Epidemiol Prev.* 2005 Mar-Apr;29(2 Suppl):9-13.