

**Ambiente e salute****PROGETTO INDOOR: UNO STUDIO SUL COMFORT E SUGLI INQUINANTI FISICI E CHIMICI NELLE SCUOLE TOSCANE****I risultati di un progetto promosso dalla Regione Toscana che ha coinvolto tutte le Aziende Sanitarie Locali della regione.****Introduzione**

L'ambiente in cui la popolazione vive, lavora e trascorre il suo tempo libero svolge un ruolo importante sulla sua salute e sul suo benessere, anche se l'effettivo peso di questo ruolo rimane difficile da quantificare, soprattutto perché l'impatto dei fattori ambientali è nella maggior parte dei casi il prodotto di numerosi potenziali inquinanti, in quantità modesta, e concomitanti. La popolazione oggi trascorre la maggior parte del suo tempo in ambienti chiusi, all'interno degli edifici o dei mezzi di trasporto, pertanto la valutazione degli inquinanti che possono essere presenti in abitazioni, scuole, uffici e in genere nei luoghi di vita e di lavoro non di carattere industriale è di grande interesse per gli operatori di Sanità Pubblica

La qualità dell'aria negli ambienti confinati subisce alterazioni e modifiche dovute ad una serie di fattori quali la presenza e il comportamento degli occupanti, la qualità dei materiali con cui sono costruiti gli edifici, gli arredi, i sistemi di trattamento dell'aria, le operazioni di pulizia dei locali: da prendere in considerazione anche il rapporto fra l'inquinamento interno ed esterno quale quello derivante da traffico urbano.

Fra gli ambienti indoor rivestono particolare interesse per la sanità pubblica le strutture comunitarie, soprattutto quelle scolastiche, in cui bambini, ragazzi e personale addetto trascorrono buona parte del loro tempo: l'esigenza di approfondire la conoscenza sulle condizioni di vita di questa particolare popolazione ha motivato l'Assessorato al Diritto alla Salute della Regione Toscana a promuovere un'indagine su scala regionale con l'obiettivo di disporre di una serie di dati orientativi sulle caratteristiche degli ambienti scolastici, gli studi volti a definire

l'esposizione a inquinanti indoor nelle scuole non sono numerosi, in particolare in Italia. Il Progetto regionale, denominato "[Progetto Indoor: studio sul comfort e sugli inquinanti fisici e chimici nelle scuole](#)" ha avuto inizio nel 2004, ha concluso una prima fase nel 2006 e attualmente è in corso di attuazione la seconda fase di approfondimento. Il progetto è stato attuato dai Dipartimenti della Prevenzione di tutte le Aziende Sanitarie toscane (Unità Funzionali di Igiene Pubblica e Laboratori di Sanità Pubblica) coinvolgendo circa 120 operatori delle 12 Aziende USL, con il supporto del Centro per lo Studio e la Prevenzione Oncologica (CSPO, oggi ISPO) coinvolto soprattutto per gli aspetti di disegno dello studio ed analisi dei dati, la collaborazione delle strutture scolastiche, il coordinamento del settore Igiene Pubblica della Regione Toscana.

L'effettuazione dell'indagine è stata preceduta da una formazione specifica del personale a cui ha contribuito anche ARPAT, successivamente sono stati effettuati nelle scuole sopralluoghi mirati, misure specifiche di inquinanti fisici e chimici e valutazione della percezione della qualità dell'ambiente indoor da parte degli occupanti.

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 (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) l'aula più esposta, B) la meno esposta e C) la più esposta ma ubicata al piano più alto.

In ognuna delle tre aule sono stati effettuati campionamenti per la misurazione delle concentrazioni di: PM_{2.5}, 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.

Le polveri sottili, PM 2,5, 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 ecc. Nelle aree urbane il materiale particolato può avere origine da lavorazioni industriali, dall'usura dell'asfalto, degli pneumatici e dalle emissioni di scarico degli autoveicoli.

I **BTEX** - benzene, toluene, etilbenzene e xilene, sono presenti nei gas di scarico, fumo di sigaretta (in particolare per il benzene), 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. L'origine delle aldeidi è prevalentemente da fonti interne e che il contributo esterno è meno rilevante rispetto ad altri inquinanti.

Modalità di campionamento

Il PM2.5 è stato misurato unicamente in aula nelle 24 ore. I campionamenti per gli altri inquinanti sono stati eseguiti in presenza e in assenza di alunni; nelle 24 ore all'interno ed all'esterno dell'aula. Per il rumore negli stessi ambienti sono stati rilevati: il rumore in facciata, il rumore di fondo, i tempi di riverbero, lo 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.

Risultati

I risultati ottenuti dal progetto hanno validità scientifica solo se osservati nel loro complesso, mentre i dati relativi alle singole scuole, seppur indicativi del momento in cui sono stati campionati, possono non rappresentare l'effettiva situazione della scuola stessa.

Indipendentemente dall'esistenza di linee guida e limiti normativi, dove presenti, al fine della valutazione dei risultati è stato fatto riferimento alla media geometrica (MG) regionale dei dati.

Caratteristiche delle scuole

Le 61 scuole campionate sono ubicate per il 51% (31) in aree ad alto traffico ed il restante 49% (30) in zone a scarso traffico.

Le date di costruzione degli edifici scolastici sono molto diverse e variano dal 1200 al 1998, il 50% delle scuole è stata costruita prima del 1970.

Gli edifici risultano quasi esclusivamente in muratura. Le pareti esterne sono costituite da intonaco per il 77% (47) delle scuole in condizioni di mantenimento almeno sufficienti nel 90% dei casi. I serramenti risultano per un 70% (43) in metallo mentre gli altri sono in legno, in condizioni buone solo per il 37% delle scuole.

Le strutture interne alle aule risultano piuttosto omogenee con pareti interne in intonaco e pavimenti in ceramica. Il riscaldamento è fornito principalmente da termosifoni alimentati a metano.

Per quanto riguarda le caratteristiche delle aule in termini di superficie, si osserva che l'82% (212) delle classi ha una dimensione di almeno 1.80 mq per alunno.

Oltre il 90% delle aule utilizza la lavagna tradizionale con il gesso e circa la metà delle classi campionate dispone di un attaccapanni all'interno dell'aula.

Misurazioni degli inquinanti chimici e fisici

Sono state effettuate nelle due stagioni un totale di 360 misurazioni degli agenti chimici, 153 misurazioni del rumore e 308 per il microclima, a cui sono seguiti l'inserimento e l'elaborazione dei dati.

I primi risultati evidenziano che non vi sono differenze significative tra le tre tipologie di aule selezionate per alcun inquinante.

PM2.5

Per quanto riguarda il PM2.5 si registra un valore a livello regionale elevato con una variabilità piuttosto alta all'interno della regione (MG 46 µg/mc). Sono state registrate differenze stagionali MG 51.2 in inverno e MG 41.3 in primavera. Non è, invece, risultata significativa l'associazione con l'intensità di traffico.

Aldeidi

Nel grafico 1 sono riportate le medie geometriche regionali distintamente per inquinante e stagione di rilevazione.

Tra le aldeidi la formaldeide presenta una concentrazione media, in aula con alunni, pari a MG 15.8. Per la formaldeide si registrano differenze stagionali significative, con valori pari a MG 14.0 in inverno e 17.9 in primavera. Le concentrazioni di aldeidi risultano più elevate in presenza che non in assenza di alunni e all'interno delle aule rispetto all'esterno.

BTEX

Per quanto riguarda i BTEX la concentrazione media del benzene (grafico 2 pagina seguente) risulta più elevata in aula in presenza di alunni con concentrazioni pari a MG 3.8.

Un risultato importante si riferisce alle differenze, statisticamente significative, tra le concentrazioni in aula con alunni rispetto alle misurazioni in aula senza alunni 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. Un altro risultato interessante evidenzia che la concentrazione di benzene risulta aumentare al crescere del numero di alunni presenti in aula, inoltre concentrazioni di benzene e di etilbenzene sia in aula che fuori, misurate nei mesi invernali, risultano statisticamente più elevate nelle scuole ubicate in aree ad intenso traffico.

Misurazioni sul rumore e microclima

Per quanto riguarda le misure il dato più rilevante si riferisce ai tempi di riverbero in cui si osservano eccessi statisticamente significativi rispetto a valori di riferimento nella maggioranza dei casi trattati. 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 (grafico 3 pagina seguente). Non si osservano differenze statisticamente significative tra le tre aule campionate. Il rumore di fondo nelle aule, misurato ad aula vuota, invece non evidenzia situazioni anomale.

Il microclima non presenta valori discordanti dagli standard di riferimento all'interno dell'aula.

Questionario percezione del rischio

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 la valutazione soggettiva del comfort termico in aula, 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.

Il grafico 4 riporta la proporzione di soggetti che soffrono di sintomi irritativi agli occhi o alle vie respiratorie che si presentano o aumentano durante le ore scolastiche. Tra i sintomi irritativi che si manifestano o peggiorano durante le ore scolastiche sono indicati gli occhi arrossati con lacrimazione (9% dei soggetti) e naso e gola irritati (12%).

Per quanto riguarda le domande sulle patologie di cui soffre il soggetto, si rileva che l'asma risulta presente nell'11% degli intervistati, il raffreddore allergico viene riportato dal 29% dei soggetti e l'eczema dal 13%.

Considerazioni conclusive

I risultati del presente studio mettono in risalto, congruentemente con altri studi, che il livello di una serie di inquinanti è più elevato in ambiente indoor rispetto all'esterno.

Lo studio mostra inoltre che valori più elevati si osservano nelle aule quando i bambini sono presenti.

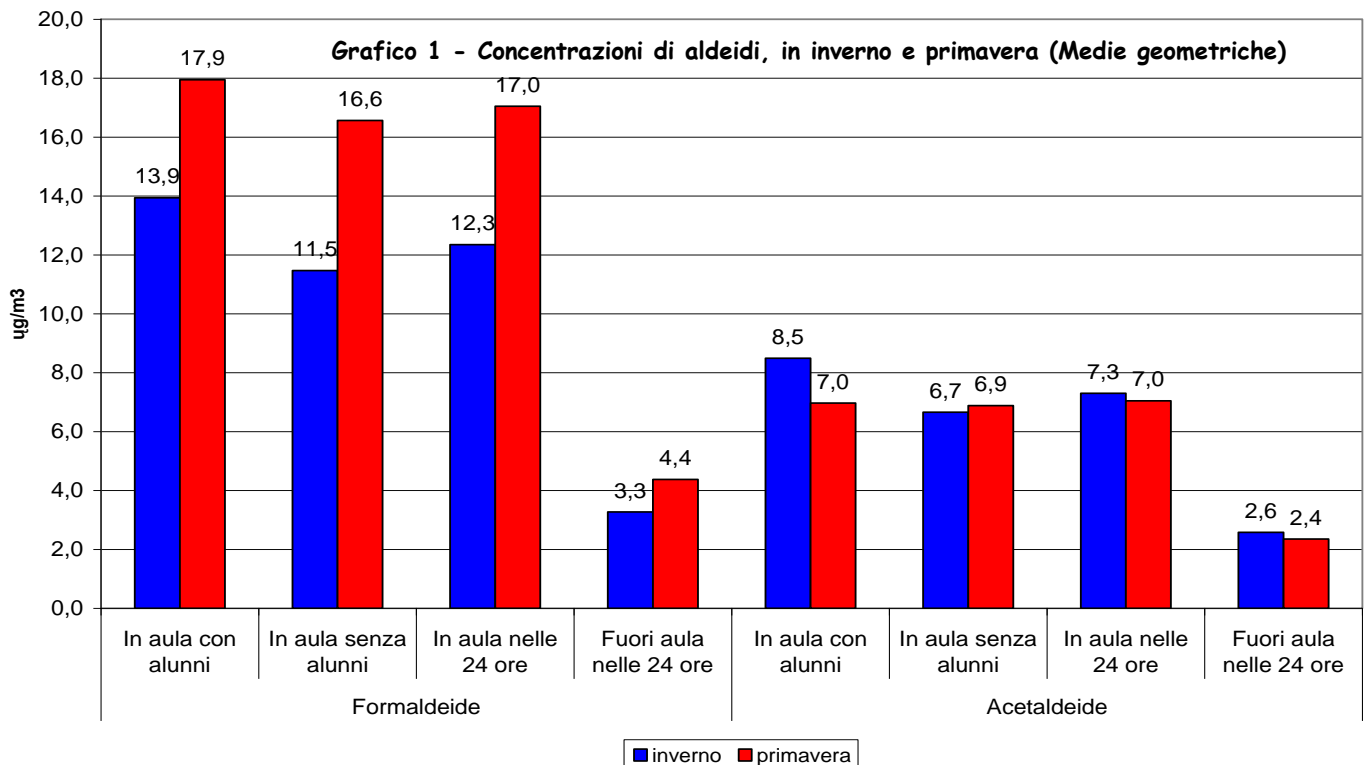
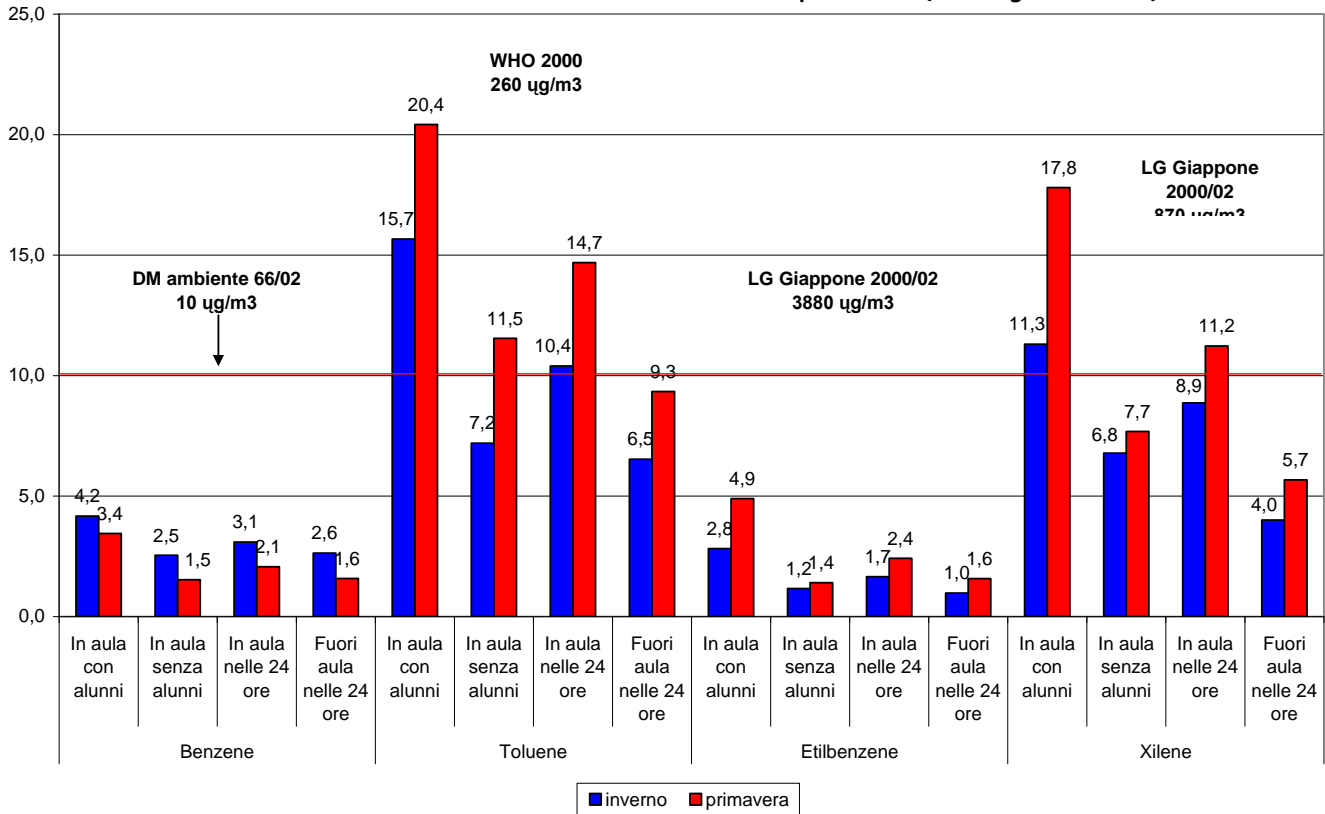


Grafico 2 - Concentrazioni di BTEX in inverno e primavera (Medie geometriche)



Dall'elaborazione dei dati non emerge una differenza significativa tra le aule scelte per esposizione al traffico come se l'inquinamento fosse diffuso nell'ambiente indipendentemente dalla posizione delle aule relativamente alle scelte operate.

Per quanto concerne gli agenti indagati nelle scuole prese in esame sono stati osservati livelli elevati di **PM2.5** specie nella stagione invernale, nonostante tali eccessi non risultino essere dovuti al traffico.

Nello studio però non è emersa alcuna associazione statisticamente significativa tra le polveri presenti all'interno delle aule e l'intensità del traffico esterno, secondo la classificazione qualitativa fatta durante il sopralluogo (traffico intenso o scarso).

Si ipotizza quindi che la natura chimica delle polveri possa avere una diversa origine (polvere inorganica, polvere di gesso, ecc.), ciò è avvalorato dalla mancata correlazione con le concentrazioni di benzene che invece è correlato alla variabile traffico.

Emerge dallo studio la necessità di approfondire la natura chimica delle PM2.5, anche

perché l'informazione sui possibili componenti potrebbe aiutare a individuare gli eventuali rischi per la salute.

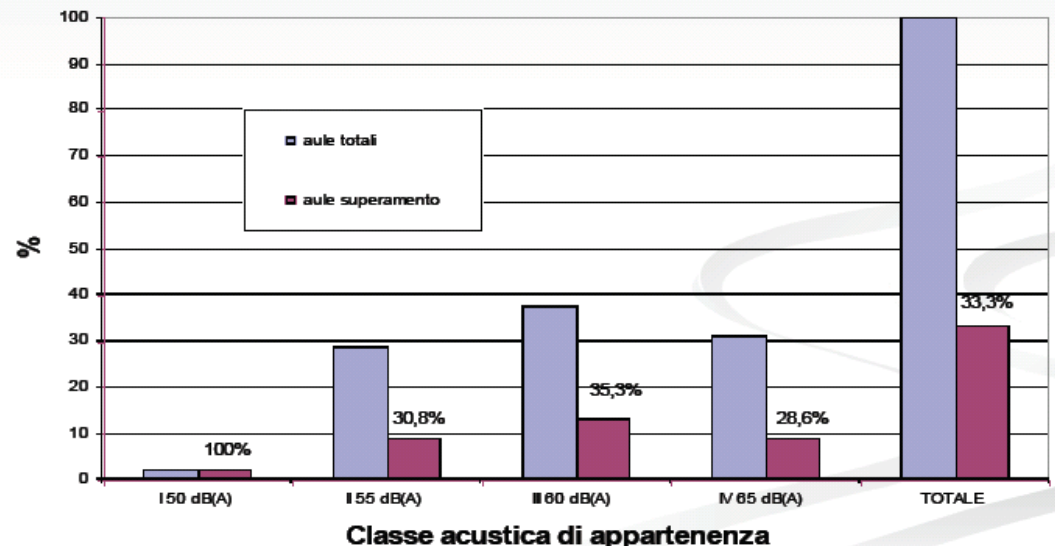
Per quasi tutti i **BTEX** è stata osservata una differenza significativa tra le misurazioni invernali e primaverili, con valori maggiori in inverno.

Vi è una associazione statisticamente significativa tra il benzene presente all'interno delle aule e l'intensità di traffico automobilistico ed una buona correlazione tra benzene interno ed esterno nelle 24 ore.

Per quanto riguarda le aldeidi, si può osservare come la formaldeide sia sempre più elevata in aula rispetto alle misure rilevate in esterno e come il toluene, xilene e l'acetaldeide non siano associati al traffico o al valore riscontrato fuori aula.

Rumore di facciata delle aule di tipo "A": superamento dei limiti relativi alla classe acustica di appartenenza (nord-ovest e centro; 45 aule)

Grafico 3



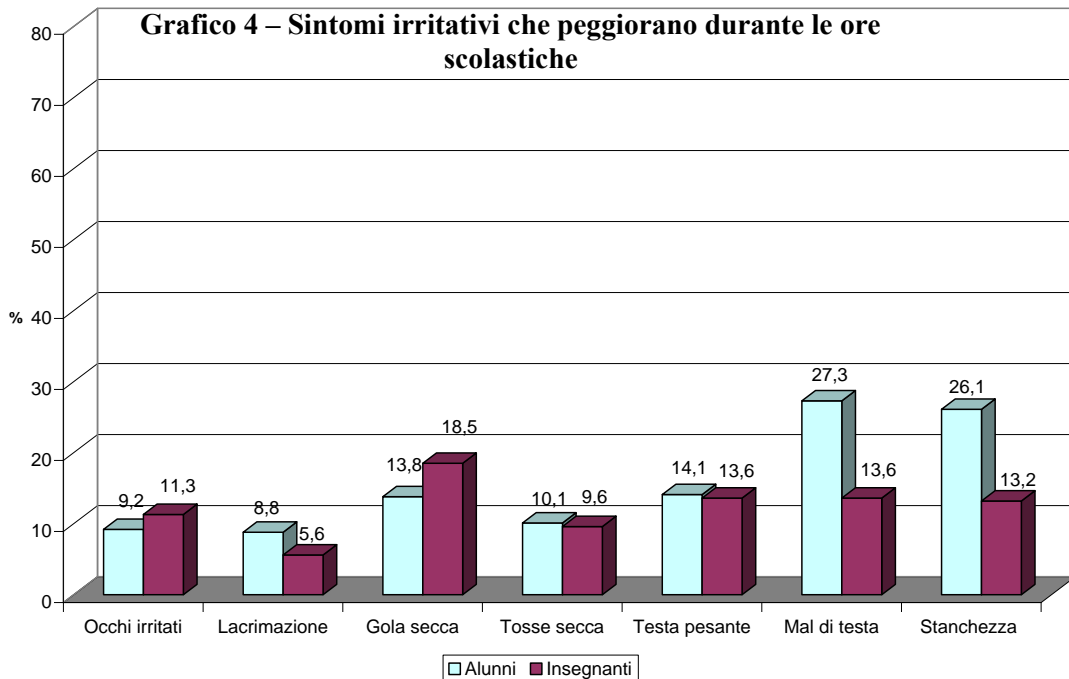
Non è disponibile una normativa specifica italiana per l'ambiente indoor per quanto riguarda la presenza di BTEX, PM2.5 e Aldeidi: esistono linee guida internazionali e dati derivanti dalla letteratura scientifica.

Per quanto riguarda il **rumore**, il dato più interessante riguarda i tempi di riverbero in cui si osservano eccessi rispetto ai valori di riferimento nella maggioranza dei casi.

Per quanto riguarda il **microclima** 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 da approfondire.

In conclusione l'indagine ha permesso di fare emergere il problema indoor ancora poco conosciuto e poco indagato e rilevante sia per quanto riguarda possibili interventi di prevenzione sia per la ricerca epidemiologica.

Va ricordato 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 con riferimento ai soggetti più vulnerabili. Questo comporta l'identificazione precoce dei possibili rischi e la pronta traduzione di queste conoscenze in politiche preventive e di intervento. Si è conclusa la prima parte del progetto che, avendo rilevato alcune criticità, ha reso necessaria l'organizzazione di una nuova campagna di misure volte a raccogliere ulteriori informazioni per consentire alcuni ulteriori approfondimenti.

Tale operazione è attualmente in fase di realizzazione ed in questa seconda fase (Progetto INDOOR 2008-2010), a cui partecipano anche l'Azienda Ospedaliera Universitaria Meyer e ARPAT, Articolazione Funzionale regionale di Aereobiologia del Dipartimento Provinciale ARPAT di Pistoia, vengono approfondite le indagini della prima fase, ampliandole alle abitazioni degli alunni, e viene svolta un'indagine conoscitiva sugli allergeni nelle scuole e nelle abitazioni.

Hanno partecipato al progetto:

Per il gruppo studio Progetto Indoor: L. Miligi*, A. Benvenuti*, E. Balocchini§§, V. Bianchimani §, P. Cercenà §, R La Vecchia§§, C. Aprea**, C. Cassinelli**, G. Sciarra**, I. Pinto**, M. Vincentini **, F. Corsi**, C. Delucis**, V. Calafiore §§§, F. Pignatelli**, R., S. Alberghini Maltoni*, F. Barghini§, M.T. Maurello§.

2) Referenti Progetto Indoor della Regione Toscana: E. Balocchini§§, R La Vecchia§§.

3) Referenti AUSL Progetto Indoor: V. Bianchimani AUSL1 Massa e Carrara §; L. Ricci AUSL2 Lucca §, L. Marino AUSL 3 Pistoia §, P. Casonato AUSL 4 Prato §, L. Carneglia AUSL 5 Pisa §, A. Barbieri AUSL 6 Livorno §, S. Ganghini AUSL 7 Siena §, M.T. Maurello AUSL 8 Arezzo §, M. Spagnesi AUSL 9 Grosseto §, P. Cercenà AUSL 10 Firenze §, S.V. Errico AUSL 11 Empoli §, F. Barghini AUSL 12 §.

*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 Settore Igiene Pubblica della Regione Toscana ,

§§§ UF Verifiche Impianti e Macchine, ASL 10 Firenze

Direttore responsabile: Marco Talluri
 Redazione: ARPAT, Via Ponte alle Mosse 211—50144 FIRENZE - tel. 055-3206285 — fax. 055-3206218
 comunicazione .fi@arpat.toscana.it

Autorizzazione del Tribunale di Firenze n. 5396 del 14 febbraio 2005

Siamo su internet: <http://www.arpat.toscana.it/arpatnews>

E' possibile ricevere regolarmente Arpatnews, personalizzandone le modalità (periodicità, temi, ecc.) all'indirizzo:

<http://www.arpat.toscana.it/arpatnews/riciesta>