



## COMUNE DI DIANO D'ALBA Provincia di Cuneo

### BANDO TRIENNALE 2015-16-17 EDILIZIA SCOLASTICA - MUTUI

Ristrutturazione e riqualificazione di scuola dell'infanzia  
sita in Fraz. Valle Talloria - Diano d'Alba (CN)

### PROGETTO ESECUTIVO



OGGETTO: **RELAZIONE GRAVI CRITICITA'**

DATA: GENNAIO 2018

ALLEGATO: **0**

IL COMMITTENTE: **COMUNE DI DIANO D'ALBA**  
Via Umberto I, 22  
12055 Diano d'Alba (CN)

I PROGETTISTI: **Geom. Fabio GIROLAMETTI**  
Studio Girolametti S.r.l., Via Acqui n.13/A - Alba  
**IL CAPOGRUPPO**

**Ing. Roberto FAVA**  
Studio Girolametti S.r.l., Via Acqui n.13/A - Alba

**secem**  
Servizi integrati di certificazione  
in energy management

**Fabio Girolametti**  
Settore CIVILE  
n. 0032-SC-EGE-2016

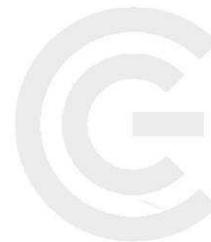
*Fabio Girolametti*

**ORDINE DEGLI INGEGNERI  
DELLA PROVINCIA DI CUNEO**  
*Roberto Fava*  
1341 Dott. Ing. Roberto Fava



## Sommario

1. PREMESSA.....	3
2. QUALITA' DELL'ARIA NELLE SCUOLE: UN DOVERE DI TUTTI, UN DIRITTO DEI BAMBINI "cit. Ministero dell'Ambiente e della tutela del territorio e del mare".....	3
3. LA QUALITÀ DELL'ARIA NELLE SCUOLE: OLTRE I DATI E LE OSSERVAZIONI ( dati del progetto SEARCH).....	3
4. PERCHÉ L'AMBIENTE INDOOR SCOLASTICO È COSÌ IMPORTANTE.....	4
5. LA QUALITÀ DELL'ARIA DIPENDE ANCHE DA SOSTANZE CHE PENETRANO DALL'ESTERNO E SI ACCUMULANO NELL'AMBIENTE INDOOR.....	5
6. LE FONTI INTERNE DI INQUINAMENTO CHIMICO.....	6
7. LE NORME INSUFFICIENTI E I RUOLI ANCORA NON BEN DEFINITI.....	6
8. QUALITÀ DELL'ARIA INDOOR E SALUTE DEI BAMBINI: COSA SAPERE E COSA FARE OGGI.....	7
<u>  </u> Rischi per la salute: cosa sapere.....	7
<u>  </u> Malattie respiratorie infettive.....	7
<u>  </u> Vulnerabilità dei bambini e inquinamento.....	8
<u>  </u> Asma e allergie.....	8
<u>  </u> La correlazione tra malattie allergiche e asmatiche: qualche numero per capire.....	8
9. CONCLUSIONI.....	8
10. LA VENTILAZIONE MECCANICA CONTROLLATA NELLE SCUOLE.....	9
<u>  </u> PREMESSE.....	9
11. IL CONTROLLO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA.....	10
12. TIPOLOGIE DI ARIA.....	10
<u>  </u> Le tipologie dell'aria risultano:.....	11
13. CLASSIFICAZIONE DELL'ARIA ESTERNA E DELL'ARIA INTERNA.....	11
14. ARIA INTERNA IDA.....	12
15. LA FILTRAZIONE IN FUNZIONE DELLA QUALITÀ DELL'ARIA INTERNA ED ESTERNA.....	13
<u>  </u> Implicazioni energetiche.....	14
16. IL RECUPERO DI CALORE.....	16
17. ACUSTICA.....	16



## 1. PREMESSA

*La seguente relazione nasce dalla necessità di risolvere la grave criticità della qualità dell'aria degli ambienti interni dell'edificio scolastico in esame.*

*Effettuando una prima indagine conoscitiva sullo stato dell'edificio, inerente al benessere indoor, si sono riscontrate manifestazioni di macchie di umidità interne derivanti dallo sbalzo termico tra l'ambiente esterno e l'ambiente interno e distaccamenti dell'intonaco; inoltre, dopo un'ulteriore analisi effettuata sui fruitori della scuola (alunni e corpo docenti), si è riscontrata l'esigenza da parte degli stessi, di avere una qualità dell'aria migliore.*

*Nella relazione che segue, andremo a descrivere i motivi di questo discomfort, ad oggi presente nella maggior parte degli edifici scolastici giustificando così la scelta dell'impianto tecnologico che oltre a risolvere questo specifico problema, andrà a gestire meccanicamente la temperatura, il grado di umidità e la qualità dell'aria interna.*

## 2. QUALITÀ DELL'ARIA NELLE SCUOLE: UN DOVERE DI TUTTI, UN DIRITTO DEI BAMBINI

**“cit. Ministero dell'Ambiente e della tutela del territorio e del mare”**

I bambini sono l'indicatore più sensibile delle relazioni tra fattori di rischio ambientale e salute delle popolazioni. La Comunità internazionale ha assunto da tempo l'obiettivo comune della protezione della salute dei bambini dall'inquinamento ambientale e dai relativi fattori di rischio presenti nell'aria, come in quelli degli alimenti e dell'acqua.

## 3. LA QUALITÀ DELL'ARIA NELLE SCUOLE: OLTRE I DATI E LE OSSERVAZIONI (dati del progetto SEARCH)

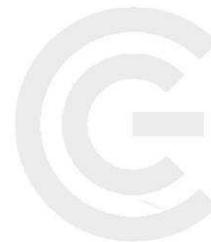
### 3.1 PREMESSA

L'ambiente scolastico può ospitare molte fonti di sostanze tossiche e allergeni, di cui i bambini non sono consapevoli. I bambini sono, inoltre, fisiologicamente molto più vulnerabili degli adulti in quanto il loro sistema immunitario è ancora immaturo, in quanto respirano velocemente e la concentrazione degli inquinanti è relativamente maggiore in un corpo di peso minore.

**I problemi respiratori e allergici, ovvero le malattie più diffuse tra i bambini, sono tra gli effetti clinici più comuni associati all'esposizione ai fattori presenti in aria indoor.**

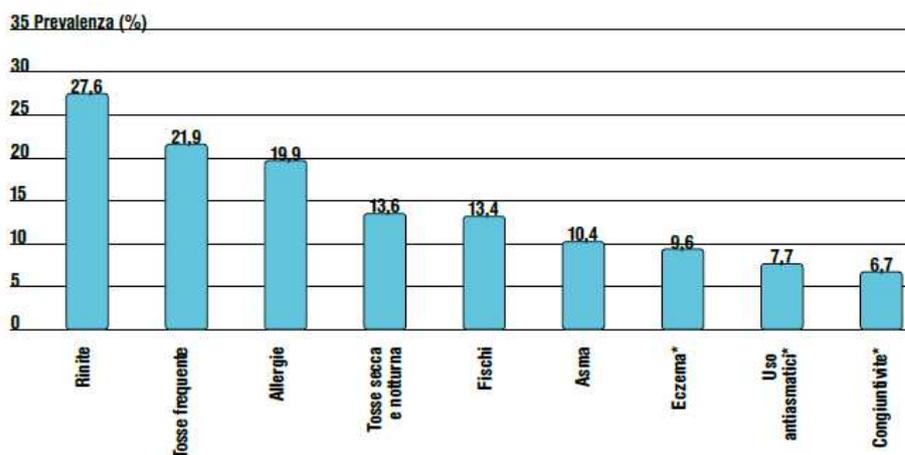
Inoltre esistono forti evidenze scientifiche sull'origine pediatrica delle malattie polmonari dell'adulto: in Italia le allergie sono tra le malattie croniche più diffuse dopo osteoporosi, artropatie e ipertensione. Le malattie respiratorie, inoltre, rappresentano la terza causa di morte (dati ISTAT).

Per i bambini, i dati più recenti sia italiani che internazionali mostrano un aumento delle malattie allergiche e



dell'asma.

Lo studio SIDRIA (Studi Italiani sui Disturbi Respiratori nell'Infanzia e nell'Ambiente) ha stimato che il 20% dei ragazzi con meno di 15 anni ha sofferto o soffre di rinite allergica; il 9.5% dei bambini e il 10.4% degli adolescenti soffrono di sintomi asmatici; il 10% dei bambini (6-14) anni soffre di dermatite atopica.



Salute respiratoria/allergica degli alunni (campione totale n. 939).

Dati SEARCH Italia.

\*negli ultimi 12 mesi

#### 4. PERCHÉ L'AMBIENTE INDOOR SCOLASTICO È COSÌ IMPORTANTE

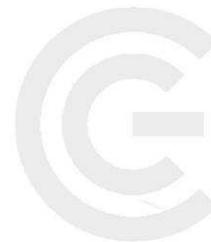
I bambini spendono la maggior parte del loro tempo in un ambiente piuttosto particolare per quanto concerne la gestione della qualità dell'aria indoor: la scuola e la classe.

**I bambini sono esposti a multipli fattori di rischio ambientale di natura fisica, chimica e biologica in ambienti comuni e affollati.**

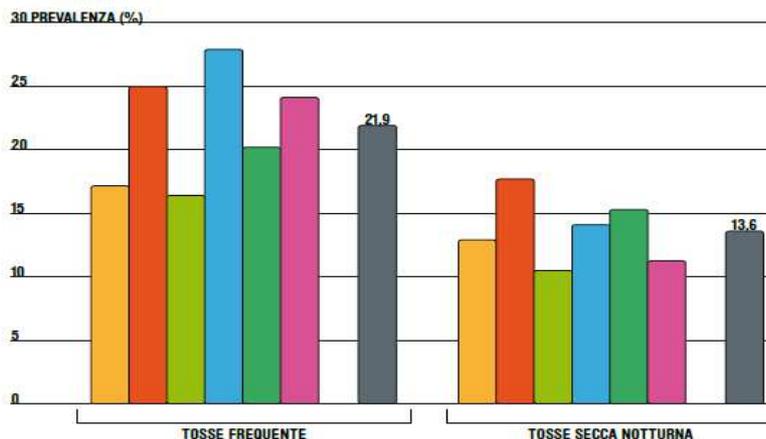
Durante il giorno una popolazione eterogenea (insegnanti, personale scolastico, alunni) e gruppi vulnerabili (per esempio soggetti allergici e asmatici) trascorrono molto tempo insieme in spazi più piccoli rispetto a un normale ufficio in termini di densità abitativa per superficie.

In Italia, secondo i dati ISTAT (2007-2008), i complessivi 6.212.781 alunni di asili, elementari e medie sono ospitati in 307.074 classi insieme a 50.767 insegnanti.

Varie sono le sostanze potenzialmente tossiche e allergizzanti in ambiente scolastico tra queste possiamo elencare alcune fonti indoor come materiali didattici, da costruzione e di arredo, detersivi chimici, nonché muffe e pollini presenti negli spazi esterni dove i bambini giocano e spendono il loro tempo libero. Una inadeguata gestione degli ambienti interni ed esterni alla scuola è di per sé un ulteriore fattore di rischio: per esempio tempi e modalità delle pulizie e dei ricambi d'aria di aule, palestre, servizi igienici, biblioteche, laboratori didattici. Un altro elemento da non sottovalutare è l'interazione indoor-outdoor, ovvero l'influenza dell'inquinamento esterno sull'ambiente confinato.



I sintomi riferiti dagli alunni.  
 Dati SEARCH Italia.

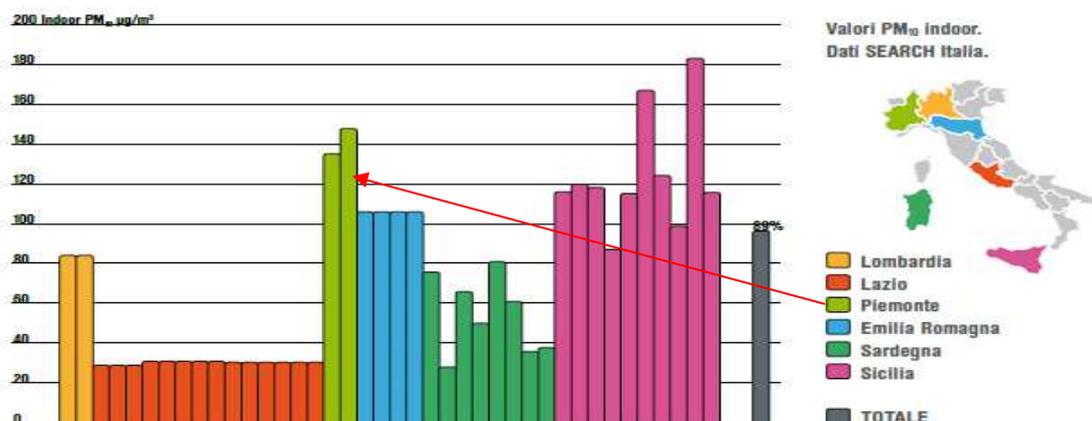


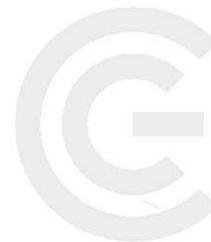
## 5. LA QUALITÀ DELL'ARIA DIPENDE ANCHE DA SOSTANZE CHE PENETRANO DALL'ESTERNO E SI ACCUMULANO NELL'AMBIENTE INDOOR

L'inquinamento indoor dipende quindi anche dalla qualità dell'aria intorno alla scuola. Se per esempio è vicino a un'area molto trafficata le concentrazioni di particolato (PM10) saranno più alte.

Oltre l'80% delle scuole italiane indagate nel progetto SEARCH sono localizzate in aree urbane e l'inquinamento esterno è prevalentemente legato a traffico autoveicolare moderato.

La differente localizzazione delle scuole è la causa delle differenti concentrazioni di PM10 (particolato o "polveri sottili") riscontrati all'interno di tutte le aule indagate. I valori di PM10 indoor misurati sono sempre superiori a quelli esterni anche per il cumularsi di polveri sottili (particolato secondario) provenienti dall'esterno e quelle generate (es. gesso delle lavagne) e presenti all'interno.



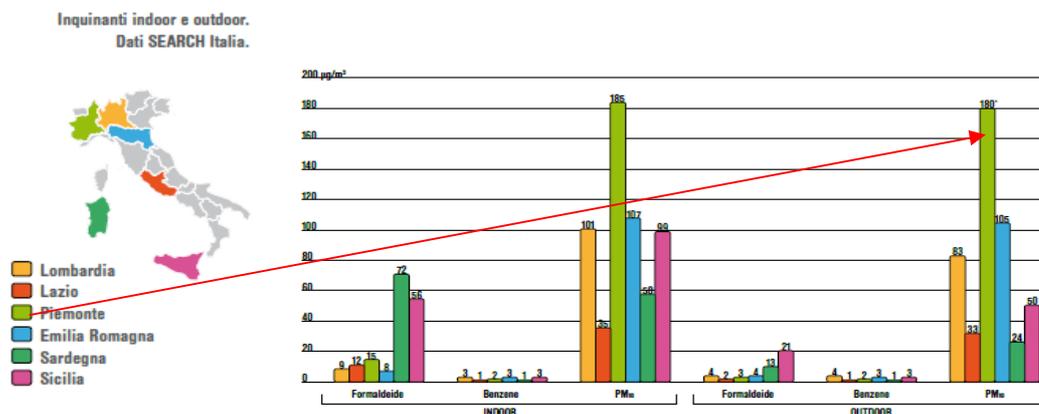


## 6. LE FONTI INTERNE DI INQUINAMENTO CHIMICO

Fra Composti Organici Volatili (VOC), la causa più frequente di disagi negli ambienti interni è la formaldeide, un gas incolore con caratteristico odore pungente e irritante. La formaldeide è molto solubile in acqua e quindi provoca facilmente irritazione alle mucose con cui viene a contatto. Sono così interessati naso, gola e vie respiratorie, occhi, cute. Le fonti principali sono gli arredi interni.

Infatti, spesso il materiale utilizzato per assemblare i mobili d'uso comune come gli adesivi, gli indurenti, i lucidanti ecc. contiene composti tossici come urea-formaldeide, la quale emette formaldeide per un periodo di tempo variabile con maggiori concentrazioni iniziali.

Cambiamenti nella temperatura, umidità e ventilazione possono far variare i livelli di VOC emessi dagli arredi costituiti dai derivati del legno; ad esempio, alti livelli di temperatura e di umidità fanno incrementare il grado di emissione di queste sostanze.



## 7. LE NORME INSUFFICIENTI E I RUOLI ANCORA NON BEN DEFINITI

La legislazione indoor, per la sua complessità, risente anche di carenze legislative nonostante siano molte le iniziative in itinere.

La Commissione Europea (DG Sanco) sta finalizzando Linee Guida sulla qualità dell'aria indoor, mentre l'OMS Europeo ha recentemente fornito Linee Guida su muffe e umidità. Alcuni Paesi hanno delle norme basate su soglie di sicurezza e intervento. In Italia, dopo le Linee Guida per gli ambienti indoor del 2001, il Ministero della Salute ha già portato alla discussione delle autorità regionali le Linee Guida per scuole sicure. La loro attuazione sarà comunque affidata alle autorità

locali. Il Ministero dell'Ambiente promuove l'utilizzo di prodotti "verdi" e sicuri, oltre che progetti sulla mobilità sostenibile per gli studenti e la bioedilizia, ma anche la loro implementazione è sostanzialmente affidata ai decisori locali e ai dirigenti scolastici.

I limiti di sicurezza dell'inquinamento indoor si basano spesso sulle norme che regolano gli inquinanti outdoor.

Teoricamente la scuola è un ambiente di lavoro e come tale, in Italia, è regolato ma diverse sono le deroghe per gli ambienti scolastici rispetto agli altri luoghi di lavoro, comprese le procedure di attuazione di misure preventive per la salute.



In Italia la responsabilità del monitoraggio degli inquinanti in ambiente indoor scolastico e la gestione della rete di monitoraggio indoor è ancora una questione sostanzialmente pendente in molte Regioni.

I Dipartimenti di Prevenzione della sanità sono responsabili della sicurezza dell'ambiente scolastico e la rete dei pediatri del Servizio Sanitario Nazionale ha in pratica sostituito la medicina scolastica.

## **8. QUALITÀ DELL'ARIA INDOOR E SALUTE DEI BAMBINI: COSA SAPERE E COSA FARE OGGI**

In Europa, frequentano la scuola materna, elementare e media 71 milioni bambini e 4,5 milioni di insegnanti, rappresentano più del 20% dell'intera popolazione (EFA 2001).

Nella metà dei paesi europei questi bambini passano a scuola circa 8 ore al giorno (1/3 della loro giornata) e nessuno di loro dovrebbe essere penalizzato nella sintomatologia respiratoria dall'ambiente scolastico che comprende non solo le aule ma tutti i locali, il verde scolastico e anche le sue caratteristiche di costruzione, la sua localizzazione in aree più o meno inquinate.

Alcuni bambini sono più vulnerabili, come gli allergici e gli asmatici, ma pensare a loro è un guadagno per tutti: l'ambiente adatto ai bambini asmatici e allergici è infatti un ambiente sano per tutti. Alcuni fattori di rischio ambientale possono essere migliorati, ma prima bisogna sapere quali e perché.

### **RISCHI PER LA SALUTE: COSA SAPERE**

Negli ultimi anni la scienza ha rivolto molta attenzione al monitoraggio dell'inquinamento ambientale e ai relativi impatti sulla salute umana. Tuttavia l'attenzione è stata prevalentemente concentrata sull'ambiente esterno mentre solo di recente l'attenzione è stata rivolta anche all'ambiente confinato.

Nel 2000 l'Organizzazione Mondiale della Sanità ha riconosciuto come un diritto fondamentale quello di "Respirare aria sana negli ambienti confinati (indoor)", evidenziando come sia necessario programmare e mettere in atto misure tese a ridurre le concentrazioni indoor di inquinanti chimici e allergeni per contrastare l'insorgere di disturbi respiratori e allergici e contenerne gli effetti. Recentemente a livello mondiale ed europeo si sta rivolgendo particolare attenzione alla salute ambientale dei bambini, specie alle malattie respiratorie e alle allergie considerata la loro alta incidenza. In passato parlando di indoor ci si rivolgeva prevalentemente ad ambienti di lavoro comuni, come gli uffici.

Ultimamente invece, l'interesse per la salute dei bambini ha portato ad una maggiore attenzione lo studio dei rischi per la salute respiratoria derivanti dalla qualità dell'ambiente indoor scolastico.

### **MALATTIE RESPIRATORIE INFETTIVE**

Gli inquinanti presenti all'esterno influiscono sulla qualità indoor delle scuole e sulla suscettibilità dei bambini a contrarre malattie respiratorie. I comuni inquinanti atmosferici hanno un'azione irritante autonoma diretta sulle mucose respiratorie e, inoltre, possono influenzare frequenza e decorso delle comuni malattie respiratorie dell'età pediatrica. Tutto ciò può facilitare le infezioni acute delle alte (es. riniti, laringiti) e delle basse vie respiratorie (bronchiti, bronchioliti e broncopolmoniti) sino a configurare il quadro delle cosiddette Infezioni Respiratorie Ricorrenti (I.R.R.) dell'età pediatrica.



Indagini epidemiologiche hanno dimostrato che la richiesta di prestazioni mediche in età pediatrica ha un andamento che segue la maggiore o minore presenza di inquinanti nell'aria.

## VULNERABILITÀ DEI BAMBINI E INQUINAMENTO

Il bambino è esposto a un maggiore rischio di danni da inquinamento ambientale: mentre gioca tende a respirare con la bocca aperta rendendo inefficace il filtro nasale, ha una maggiore frequenza respiratoria rispetto all'adulto e un minore peso corporeo, ha ridotte capacità di difesa a causa di un sistema immunitario e difensivo ancora immaturo e, soprattutto, non è consapevole dei rischi a cui potrebbe esporsi e quindi non li evita.

## ASMA E ALLERGIE

Negli ultimi venti anni, indagini cliniche e di laboratorio hanno dimostrato che esiste una stretta correlazione tra le varie forme di malattie allergiche e asma. Vi è una grande percentuale di bambini con allergie alimentari, il cui trend è in crescita, che sviluppano una sensibilizzazione agli allergeni inalatori, inoltre vi è una grande percentuale di bambini che soffre di rinite allergiche nell'infanzia e che svilupperanno l'asma. La rinite allergica è considerata da molti "l'anticamera dell'asma" e inoltre è stato osservato come l'asma possa essere anche una manifestazione sintomatica di allergie alimentari.

## LA CORRELAZIONE TRA MALATTIE ALLERGICHE E ASMATICHE: QUALCHE NUMERO PER CAPIRE

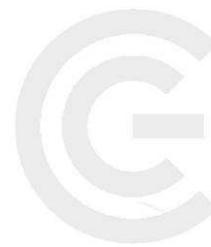
- Circa l'80% dei pazienti asmatici soffre di rinite allergica concomitante.
- Circa il 40% dei pazienti con rinite allergica presenta un'asma clinica.
- Il 33-56% dei pazienti con rinite allergica presenta sintomi di congiuntivite allergica.
- Circa il 10% dei pazienti con dermatite atopica sviluppa congiuntivite atopica.
- Circa il 50% dei bambini con dermatite atopica nella prima infanzia e con entrambi i genitori affetti da malattie atopiche sviluppano asma all'età di 5 anni.
- Oltre il 40% dei pazienti affetti da allergie ai pollini è positivo ad uno o più allergeni alimentari.
- Il 40% dei neonati e dei bambini con dermatite atopica di grado moderato-severo soffre di allergia alimentare.

## 9. CONCLUSIONI

L'aria indoor è una miscela complessa di fattori chimici, biologici e fisici che interagiscono in maniera sinergica e possono insidiare la salute respiratoria dei bambini.

Tra gli ambienti indoor la scuola è di particolare interesse poiché i bambini vi trascorrono la maggior parte del loro tempo e non sono consapevoli dei rischi per la loro salute; tra l'altro in molti Paesi l'ambiente scolastico è spesso regolamentato con poca chiarezza rispetto ad altri ambienti di vita e di lavoro.

Ma una scuola sana non è solo un problema di standard ambientali o sorveglianza sanitaria, proprio per la complessità dei fattori di rischio e dei soggetti responsabili dei determinanti di salute.



Il progetto che si propone, prevede l'installazione di un sistema di ventilazione meccanico controllato per garantire una qualità indoor adeguata per il tipo di attività svolta all'interno dell'ambiente stesso per regolare temperatura, grado di umidità e gestire la qualità dell'aria interna in modo da evitare rischi per la salute degli occupanti dell'ambiente scolastico ma soprattutto tutelare la salute degli alunni.

## 10. LA VENTILAZIONE MECCANICA CONTROLLATA NELLE SCUOLE

### PREMESSE

Tra le condizioni di benessere del vivere quotidiano, la salute riveste naturalmente un ruolo fondamentale. Oggi più che mai, salute è praticamente sinonimo di salubrità dell'aria che respiriamo, tanto negli spazi aperti quanto, ed in misura più accentuata, negli ambienti chiusi e negli spazi confinati. Diventa quindi basilare garantire adeguati ricambi d'aria e/o idonei trattamenti sulla stessa, in modo che il grado di inquinamento interno degli ambienti sia ridotto in maniera tale che esso sia ritenuto "accettabile".

La ventilazione meccanica, assistita dalla presenza di sensori, è quindi il miglior mezzo per raggiungere lo scopo, in più, può diventare anche il "vettore" per la rimozione o l'apporto di carichi termici, contribuendo alla sensazione di "benessere".

### 10.1 LA QUALITÀ DELL'ARIA

Il livello di qualità dell'aria in un'ambiente si può definire quantitativamente attraverso il "carico inquinante residuo": più questo è elevato, minore è il livello della qualità dell'aria.

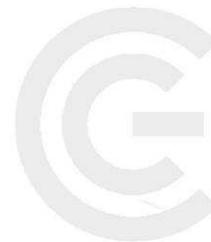
Per poter, quindi, valutare quanto è salubre l'aria che respiriamo negli ambienti è necessario preventivamente individuare i "fattori inquinanti", la loro "concentrazione" e stabilire una relazione tra questa e i diversi livelli di qualità.

### 10.2 GLI INQUINANTI NELL'ARIA E LA LORO CONCENTRAZIONE

L'aria che respiriamo, utopicamente miscela di ossigeno ed azoto più una manciata di gas nobili, ha in realtà anche componenti assai meno nobili, quasi tutti "clandestini" del progresso tecnologico riconducibili, direttamente od indirettamente, all'opera dell'uomo.

Questi "passeggeri indesiderati", sono acerrimi nemici della salute pubblica ed il loro esercito, per quanto minuscolo, produce una carica devastante. Emergono, tra i più "valorosi" :

- il monossido di carbonio (CO), residuo venefico della combustione, abile nel "mimetismo" in quanto incolore ed inodore e, caratteristica non secondaria, letale
- le polveri fini note come PM10, ossia particelle con diametro medio inferiore a 10 millesimi di millimetro, piccole "granate" residue anch'esse della combustione (specialmente dei motori a scoppio, degli impianti di riscaldamento e delle centrali termoelettriche), che, lanciate nei polmoni, si "limitano" a provocare asma ed affezioni cardio-polmonari
- le polveri sottili note come PM2,5, ancora più subdole, perché più piccole delle precedenti, il cui collegamento agli attacchi cardiaci è scientificamente comprovato
- l'ozono troposferico (O3) che, per la sua naturale instabilità chimica, tenta di accoppiarsi, anche in concentrazioni bassissime e senza mezzi termini, con tutto quello che incontra, incluso le cellule



dei nostri polmoni; uno dei suoi più validi sponsor è il CO

- i composti organici volatili (COV), agguerrito squadrone costituito da un migliaio di sostanze (HC, CFC, HCFC ed altri poco simpatici commilitoni), presenti in tutto ciò che ci circonda e sempre pronte a colpire le vie respiratorie, il sistema nervoso centrale e gli occhi
- l'anidride solforosa (SO<sub>2</sub>), fetido gas incolore frutto anche della combustione di impianti domestici, che produce, solo per elencare i danni diretti alla salute umana, irritazione delle mucose nasali e polmonari, vomito, spasmi gastrici e, se inalato in forti concentrazioni, una prematura scomparsa
- gli ossidi di azoto (NO<sub>x</sub>), generati dalle alte temperature dei processi di combustione; di questi, nonostante ne rappresenti solo il 5% dei totali emessi, l'NO<sub>2</sub> è il più cattivo in quanto tossico e corrosivo, per non essere da meno dei suoi colleghi.

In virtù degli "effetti collaterali" di queste sostanze, l'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS) raccomanda il non superamento dei valori limite di concentrazione per i seguenti inquinanti indoor :

Inquinante	Tempo di esposizione	Limite di concentrazione in aria	
		µg/m <sup>3</sup>	ppm
CO	8 ore	10000	9
PM <sub>10</sub>	1 anno	40	-
PM <sub>2,5</sub>	1 anno	15	-
PM totale	1 anno	100	-
O <sub>3</sub>	8 ore	120	0,06
COV	1 ora	500	-

## 11. IL CONTROLLO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA

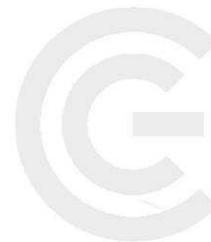
Controllare la qualità dell'aria significa poter innalzare e tarare un'efficace barriera contro gli attacchi di questo "esercito" tanto microscopico quanto dannoso alla salute umana.

Grazie alle attuali norme tecniche, la ventilazione meccanica ed i trattamenti operabili sull'aria, possono permettere il controllo delle concentrazioni dei contaminanti di origine sia interna che esterna, garantendo il livello di qualità dell'aria richiesto.

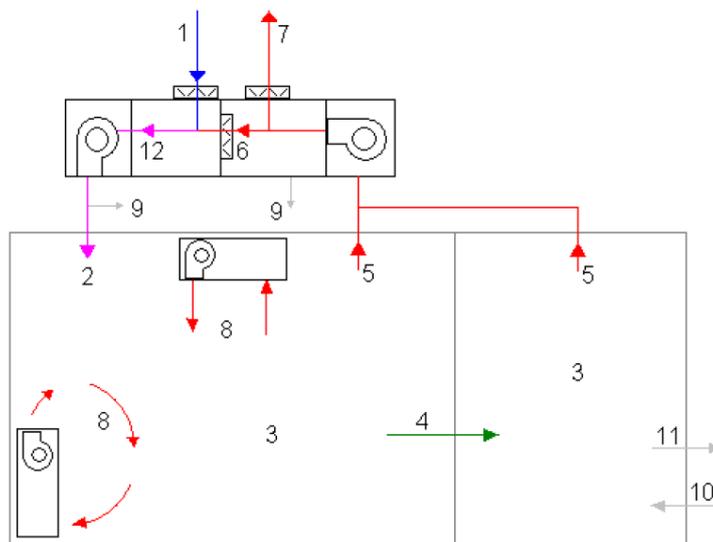
In ambito di ventilazione e qualità dell'aria, in questo specifico caso riferita a edifici non residenziali, la nuova norma Europea EN 13779 è lo strumento più completo a disposizione di noi progettisti per individuare le soluzioni impiantistiche più appropriate. Essa è integralmente recepita dall'UNI come UNI EN 13779 e la stessa UNI 10339, ancora in fase di revisione, nei suoi ultimi aggiornamenti si rivela strettamente connessa con la norma europea sopra citata, risultando modificata ed implementata rispetto alla precedente edizione, soprattutto per quanto riguarda la qualità dell'aria ed il suo controllo negli ambienti confinanti.

## 12. TIPOLOGIE DI ARIA

Per entrambe le norme, è possibile individuare e denominare 12 differenti tipologie di aria relative all'ambiente o a gli ambienti sottoposti a trattamento.



Con riferimento al seguente schema:



Le tipologia dell'aria risultano:

- Aria esterna ( ODA outdoor air), ovvero aria entrante nel sistema impianto-ambiente proveniente dall'esterno non ancora sottoposta a trattamento
- Aria immessa (SUP supply air), aria immessa nell'ambiente dopo la serie prevista di trattamenti
- Aria ambiente (IDA indoor air), aria nelle zone o negli ambienti trattati
- Aria di trasferimento ( TRA transferred air), aria che abbandona l'ambiente trattato
- Aria di estrazione (ETA extract air), aria di estrazione che abbandona l'ambiente trattato
- Aria ricircolata ( RCA recirculation air), aria di estrazione che viene ritrattata dal sistema
- Aria di espulsione ( EHA exhaust air), aria scaricata in atmosfera
- Perdita per trafileamento dal sistema trattamento
- Trafileamento dall'esterno verso l'interno attraverso le strutture dell'edificio
- Trafileamento dall'interno verso l'esterno attraverso le strutture dell'edificio
- Aria di miscela ( MIA mixed air), aria che proviene dalla miscelazione di due o più flussi d'aria.

La qualità dell'aria di apporto destinata all'edificio oggetto di tale intervento dovrà essere tale che, considerate le emissioni previste da parte delle fonti interne ( metabolismo umano, attività e processi, materiali da costruzione, arredamento) e dallo stesso sistema di ventilazione, sia raggiunto il livello prefisso di qualità dell'aria interna.

### 13. CLASSIFICAZIONE DELL'ARIA ESTERNA E DELL'ARIA INTERNA

La qualità dell'aria esterna, nei dintorni dell'edificio, ha un'elevata influenza sulla progettazione del sistema di ventilazione; per questo motivo le prese d'aria: ODA, saranno posizionate dove questa è meno inquinata.



A tal riguardo, la futura UNI 10339 identificherà i seguenti cinque livelli di qualità:

Categoria	Descrizione
ODA 1	Aria esterna pura che può presentare polveri occasionali (es. pollini)
ODA 2	Aria esterna con alta concentrazione di sostanze particolate
ODA 3	Aria esterna con alta concentrazione di inquinanti gassosi
ODA 4	Aria esterna con alta concentrazione di particelle solide e inquinanti gassosi
ODA 5	Aria esterna con altissima concentrazione di particelle solide e inquinanti gassosi

La classificazione viene effettuata in relazione agli agenti inquinanti gassosi ed alla sostanza particolata maggiormente critici: l'aria è definita "pura" qualora siano rispettate:

- Le direttive dell'OMS
- Gli standard nazionali relativi alla qualità dell'aria
- I regolamenti locali di qualità dell'aria.

Le concentrazioni si definiscono "alte" qualora superino i limiti espressi dal regolamento applicato di un fattore massimo pari a 1.5 ed "altissime" qualora eccedano gli stessi di un valore superiore a 1.5.

Gli inquinanti gassosi **tipici** da tenere in considerazione nella valutazione del livello di qualità dell'aria esterna ai fini del dimensionamento del VMC sono il CO, la CO<sub>2</sub>, la SO<sub>2</sub>, gli No<sub>x</sub> come NO<sub>2</sub>) e i COV.

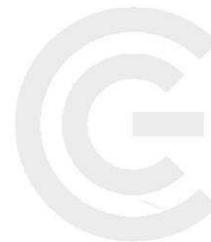
Per sostanza particolata si intende il quantitativo totale di particelle solide o liquide nell'aria; a titolo orientativo si allega la tabella sottostante che identifica il legame del livello della qualità dell'aria esterna alla concentrazione (annua) degli inquinanti citati ed alla zona geografica:

Categoria	Zona geografica	Concentrazione					
		CO mg/m <sup>3</sup>	CO <sub>2</sub> ppm	SO <sub>2</sub> µg/m <sup>3</sup>	NO <sub>2</sub> µg/m <sup>3</sup>	PM tot. mg/m <sup>3</sup>	PM <sub>10</sub> µg/m <sup>3</sup>
ODA 1	Zona rurale	< 1	350	< 5	5 ÷ 35	< 0,1	< 20
ODA 2	Area suburbana (o piccola città)	1 ÷ 3	375	5 ÷ 15	15 ÷ 40	0,1 ÷ 0,3	10 ÷ 30
ODA 3	Centro città inquinata	2 ÷ 6	400	10 ÷ 50	30 ÷ 80	0,2 ÷ 1,0	20 ÷ 50

#### 14. ARIA INTERNA IDA

Per l'aria di tipo IDA all'interno della zona occupata (volume convenzionale secondo UNI 10339 e EN 13779), la classificazione è quella che segue:

Categoria	Livello qualità aria
IDA 1	Alta
IDA 2	Media
IDA 3	Modesta
IDA 4	Bassa



Sulla base della classificazione, effettuata secondo il metodo della qualità percepita e attraverso indagine conoscitiva effettuata su una percentuale, pari all'80% degli occupanti divisi proporzionalmente per età, possiamo identificare la qualità dell'aria all'interno degli ambienti scolastici dell'edificio oggetto di studio come categoria IDA 4 corrispondente ad un livello basso.

Il metodo utilizzato consente di identificare la categoria di appartenenza secondo indagini statistiche relative alla percentuale di insoddisfatti in funzione del tasso di ventilazione, in un paniere di persone, (alunni e insegnanti) in attività sedentaria rappresentato nella tabella che segue:

Categoria	Qualità percepita dell'aria	
	Range tipico [decipol]	Valore di default [decipol]
IDA 1	≤ 1,0	0,8
IDA 2	1,0 ÷ 1,4	1,2
IDA 3	1,4 ÷ 2,5	2,0
IDA 4	> 2,5	3,0

## 15. LA FILTRAZIONE IN FUNZIONE DELLA QUALITÀ DELL'ARIA INTERNA ED ESTERNA

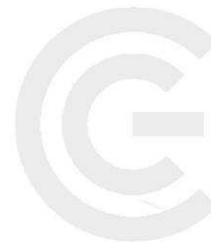
Oltre che all'opportuno tasso di ventilazione, il raggiungimento del desiderato livello di qualità dell'aria negli ambienti deve essere perseguito anche attraverso un'adeguata filtrazione dell'aria primaria SUP1.

La revisione della norma UNI 10339 stabilisce la classe minima di filtrazione non soltanto in base alla destinazione d'uso dell'edificio, ma anche in funzione del livello di qualità voluto per l'aria interna e del livello di qualità dell'aria esterna disponibile; inoltre, in presenza di inquinanti specifici noti, nel sistema di abbattimento correlato al circuito della ventilazione supplementare deve essere compreso almeno un filtro caratterizzato da certificata efficacia su tali inquinanti.

A tal proposito si riporta la tabella che segue:

Categorie degli edifici	Livello ODA	Classe finale di filtrazione			Numero minimo stadi di filtrazione
		IDA 1	IDA 2	IDA 3	
<b>EDIFICI ADIBITI A RESIDENZA e assimilabili</b>					
- abitazioni civili	1	F6	F5	G4	1
- collegi e luoghi di ricovero, case di pena, caserme, conventi	2 3	F7 F8*	F6 F7	F5 F6	1 2
<b>STRUTTURE ALBERGHIERE</b>					
- alberghi	1	F7	F6	F5	1
- pensioni e residence	2 3	F8 F9*	F7 F8*	F6 F7	2 2
<b>EDIFICI PER UFFICI e assimilabili</b>					
- uffici in genere	1	F7	F6	F5	1
- locali riunione	2	F8	F7	F6	2
- CED	3	F9*	F8*	F7	2
<b>OSPEDALI, CLINICHE e assimilabili</b>					
- degenze, corsie, visite mediche, soggiorni, terapie fisiche	1 2 3	F7 F8 F9*	F6 F7 F8*	F5 F6 F7	1 2 2
<b>EDIFICI PER ATTIVITA' SCOLASTICHE</b>					
- aule in genere	1	F6	F5	G4	1
- laboratori	2 3	F7 F8*	F6 F7*	F5 F6	1 2

(\*) preceduti od integrati da filtri a carbone attivo per inquinanti gassosi



## Implicazioni energetiche

Premesso che qualsiasi impianto deve essere progettato e realizzato nel totale rispetto delle prestazioni stabilite con la più elevata efficienza ed utilizzo delle fonti energetiche, un'ulteriore novità presente nella norma UNI 10339 riguarda il vincolo della regolazione manuale o automatica della portata d'aria immessa proporzionalmente al numero di persone effettivamente presenti.

Ne deriva che, compatibilmente con le esigenze dettate dal livello di qualità d'aria prescelto, ai fini del risparmio energetico è necessario:

- Contenere le portate d'aria in genere, riducendo soprattutto alla fonte le emissioni inquinanti che, come visto, incidono moltissimo sui tassi di ventilazione
- Contenere la portata d'aria esterna cercando di utilizzare il più possibile altri flussi "utili" come ad esempio i flussi dell'aria di trasferimento
- Dimensionare macchine di trattamento e sistemi di distribuzione dell'aria in modo da limitare le resistenze aerauliche
- Scegliere componenti d'impianto a più elevata efficienza
- Mantenere puliti i filtri attraverso adeguati interventi di manutenzione.

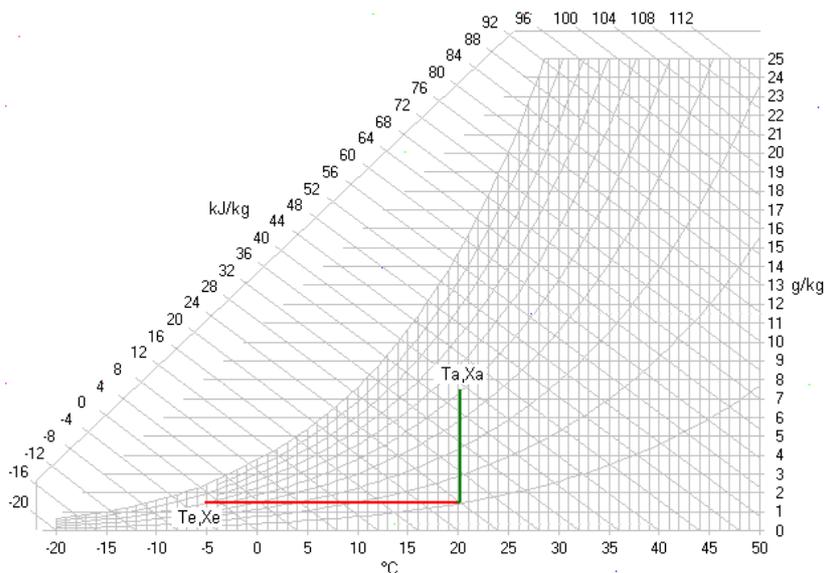
È importante, inoltre, sottolineare che verranno presi in considerazione tutti gli accorgimenti necessari per il beneficio del comfort acustico riducendo le potenze assorbite utilizzando inoltre componenti ad alta efficienza in modo da ridurre le emissioni sonore contenute negli stessi; si consideri infatti che, per soddisfare le condizioni acustiche indoor (vd. UNI 8199), più un impianto è rumoroso alla fonte più è necessario ricorrere a sistemi supplementari di attenuazione sonora, i quali, oltre a rappresentare un costo addizionale incrementano a loro volta l'energia assorbita per la ventilazione.

L'aria esterna necessaria alla ventilazione ha un doppio costo energetico perché da un lato incide sulla potenza assorbita dal sistema, dall'altro perché è generalmente disponibile a condizioni termo igrometriche assai diverse da quelle richieste per l'ambiente.

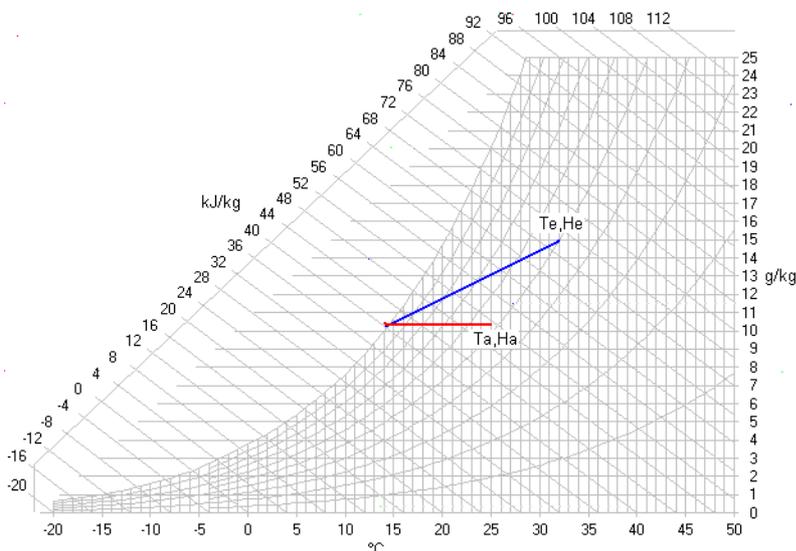


Quindi, prima della sua immissione nell'ambiente verranno neutralizzati i carichi termici connessi all'aria esterna; questo sta a significare che:

- Nella stagione invernale, l'aria immessa dovrà essere riscaldata ed eventualmente umidificata dalle condizioni iniziali fino alle condizioni desiderate in ambiente



- Nella stagione estiva, l'aria dovrà essere raffreddata, deumidificata ed eventualmente post-riscaldata, dalle condizioni iniziali a quelle richieste per l'ambiente



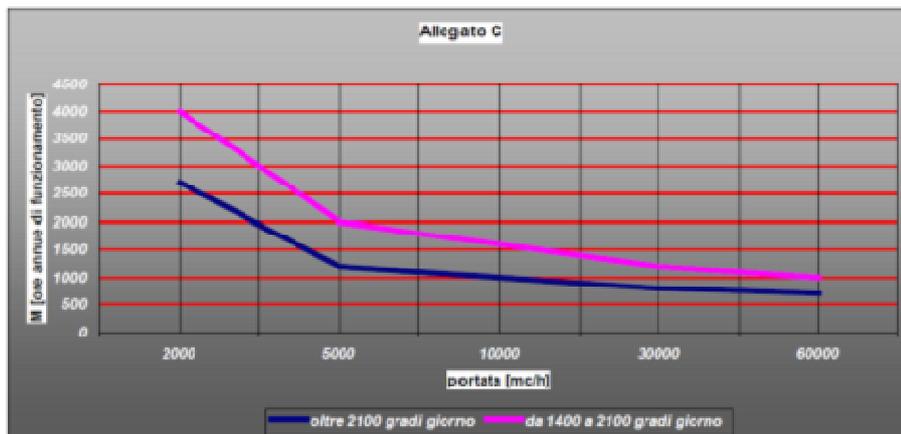
Questi carichi sono proporzionali alla quantità d'aria esterna di apporto ed ai salti entalpici in gioco per ciascuna trasformazione.

L'entità di questi carichi sarà valutata per l'impiego di idonei sistemi di recupero del calore, altrimenti perso durante la fase di estrazione ed espulsione dall'ambiente.



## 16. IL RECUPERO DI CALORE

Nel caso in cui si renda necessario il prelievo meccanico controllato di aria esterna per eseguire un ricambio d'aria ambientale con conseguente emissione in atmosfera di aria interna a differente contenuto energetico, la legge 10/91 - DPR 412 prescrive l'adozione di sistemi di recupero del calore qualora la portata totale dell'aria di rinnovo ed il numero di ore annue di funzionamento del sistema di ventilazione siano superiori ai valori limite riportati nell'allegato C del presente decreto, in funzione della zona climatica di appartenenza.



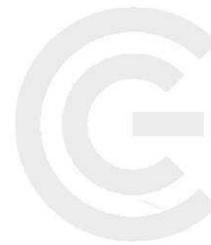
Al di là dell'obbligatorietà o meno, è stato impiegato il recupero del calore alla luce di considerazioni inerenti l'investimento, i costi di esercizio supplementari (dovuti, ad esempio, all'incremento delle resistenze aerauliche sia nel circuito di presa aria esterna/immissione che in quello di ripresa/estrazione) ed i risparmi economici conseguibili nel corso del periodo di funzionamento.

## 17. ACUSTICA

L'Organizzazione Mondiale della Sanità (WHO) con la pubblicazione "Noise in schools:2001" ha individuato i requisiti acustici minimi per la salute, oltre a fornire alcune linee guida per gli interventi di bonifica acustica. Nello specifico prevede che il tempo di riverberazione, nelle aule scolastiche, sia pari a 0,6 s o, inferiore, se in presenza di bambini con problemi di udito; mentre fissa a 35 dB(A) il livello massimo di rumore ammissibile durante l'attività didattica, valore, questo, che va ridotto, se in presenza di bambini con problemi di udito.

La normativa italiana si esplica nel D.P.C.M. 05/12/1997 "Determinazione dei Requisiti Acustici Passivi negli Edifici", che prescrive la verifica dei seguenti indici di valutazione:

- A. Isolamento dai rumori aerei tra differenti unità immobiliari
- B. Isolamento dai rumori provenienti dall'esterno (isolamento di facciata)
- C. Isolamento dai rumori di calpestio
- D. Isolamento dai rumori degli impianti a funzionamento continuo e discontinuo
- E. Tempo di riverberazione di aule scolastiche e palestre.



In merito ai primi 4 punti i valori limite, determinati in funzione della destinazione d'uso, sono indicati nella tabella B del suddetto Decreto e riportata di seguito.

**Rif. Tabella B - Requisiti acustici passivi degli edifici, dei loro componenti e degli impianti tecnologici del D.P.C.M. 05/12/1997**

Destinazione d'uso (rif. categorie tabella A)	Indice di potere fono isolante apparente $R'_w$	Indice d'isolamento acustico di facciata $D_{2mnTw}$	Indice del livello di rumore da calpestio dei solai $L'_{nw}$	Liv. max di rumore di impianti a funzionamento discontinuo $L_{Asmax}$	Liv. Continuo eq. di rumore di impianti a funzionamento continuo $L_{Aeq}$
D	55	45	58	35	25
A, C	50	40	63	35	35
E	50	48	58	35	25
B, F, G	50	42	55	35	35



Obbligatorio

**Tabella A - Classificazioni, degli ambienti abitativi (art. 2) del D.P.C.M. 05/12/1997**

- categoria A: edifici adibiti a residenza o assimilabili;
- categoria B: edifici adibiti ad uffici e assimilabili;
- categoria C: edifici adibiti ad alberghi, pensioni ed attività assimilabili;
- categoria D: edifici adibiti ad ospedali, cliniche, case di cura e assimilabili;
- categoria E: edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli e assimilabili;
- categoria F: edifici adibiti ad attività ricreative o di culto o assimilabili;
- categoria G: edifici adibiti ad attività commerciali o assimilabili.

Il D.P.C.M. 05/12/1997 fa riferimento, per i valori ottimali del tempo di riverbero, alla Circolare del Ministero dei Lavori Pubblici n. 3150 del 22/05/1967, secondo cui la media dei valori di tempo di riverbero a 250, 500, 1000 e 2000 Hz deve essere  $\leq 1,2$  s ad aula arredata, con la presenza di 2 persone al massimo.

Un corretto tempo di riverbero consente di ottenere una buona intelligibilità del parlato, con un livello sonoro sufficiente per un'audizione senza sforzo. A partire dalle caratteristiche geometriche dell'ambiente e dalla tipologia dei materiali utilizzati per le finiture di pareti e solai, si può fornire una stima sommaria del tempo di riverbero dell'aula.

In riferimento alla Scuola per l'Infanzia di Frazione Valle Talloria, Diano D'Alba, si sono verificati i Requisiti Acustici Passivi di tutti i locali in cui sia previsto lo stazionamento di persone, ossia i locali definiti abitabili ai sensi dell'Art.2 comma 1 lettera b) della L. 447/1995, identificabili con Aula 1 (Dormitorio), Aula 2



(A.Ordinate), Aula 3 (Mensa), Aula 4 (A. Gioco) e Aula 5 (Multimediale). Si rimanda alle tavole di progetto per l'analisi dei locali oggetto di verifica. Si specifica che i lavori previsti interessano principalmente le pareti perimetrali, la copertura e la sostituzione/revisione degli impianti tecnologici, oltre al trattamento fonoassorbente degli ambienti identificati come abitabili.

Si rimanda alle relazioni specialistiche per dettagli in merito.