

# B

# SCHEDA TEMATICA

## Valutazione della qualità dell'aria ambiente e della ventilazione in base al livello di CO<sub>2</sub>

Per il livello di CO<sub>2</sub> in locali abitati, la norma SIA 180:2014 «Isolamento termico, protezione contro l'umidità e clima interno degli edifici» indica come valore generale di riferimento una fascia dai 1000 ai 2000 ppm. Da ciò si evince quindi che la qualità dell'aria dei locali abitati (ovvero oggetto di utilizzo) non dovrebbe superare il valore limite di 2000 ppm. Questa prescrizione è particolarmente rilevante per gli edifici in cui la ventilazione avviene per mezzo di finestre, in quanto solitamente in questi casi il ricambio di aria non è continuo ma irregolare e il livello di CO<sub>2</sub> può di conseguenza oscillare fortemente.

Per gli edifici dotati di ventilazione meccanica, in cui al contrario l'andamento del livello di CO<sub>2</sub> è più stabile, vige invece la norma SIA 382/1:2014 «Impianti di ventilazione e di climatizzazione - Basi generali ed esigenze». Qui sono riportate le classi di aria ambiente con le rispettive quantità di aria fresca necessarie (cioè i flussi di aria esterna). Come standard per il livello di CO<sub>2</sub> nei locali di soggiorno, quali sono tipicamente locali adibiti ad abitazione o ufficio, vige quindi una fascia compresa tra i 1000 e i 1400 ppm, ossia una quantità di aria fra i 18 e i 30 metri cubi all'ora (m<sup>3</sup>/h) pro capite (classe di aria ambiente RAL 3). Se invece i requisiti per i locali di soggiorno sono più elevati, ovvero si hanno speciali esigenze dal punto di vista degli odori in particolare per persone appena entrate nel locale, il livello di CO<sub>2</sub> a cui attenersi è <1000 ppm, ovvero una quantità di aria >30 m<sup>3</sup>/h pro capite (classe di aria ambiente RAL 2).

A completamento di tali standard, il quaderno tecnico SIA 2024:2014 sui requisiti di utilizzo dei locali per l'energia e la tecnica impiantistica indica i criteri di progettazione per gli impianti di ventilazione in base ai diversi utilizzi: per i locali scolastici, in caso di ventilazione per mezzo d'impianto semiautomatico con finestre è indicato un flusso di aria di 25 m<sup>3</sup>/h pro capite, mentre in presenza di una ventilazione per mezzo di apertura manuale delle finestre, il flusso di aria è di 30 m<sup>3</sup>/h.

I requisiti indicati nelle norme SIA riguardano in primo luogo la qualità dell'aria ambiente percepita e interessano quindi esclusivamente il confort e l'igiene. Nel quadro di indagini in merito alla cosiddetta sindrome da edificio malato, già da decenni sono stati svolti rilevamenti scientifici in edifici adibiti ad uffici da cui sono emerse ulteriori corrispondenze significative. <sup>[12,13,14]</sup>

In questo contesto si è infatti rilevato che migliore è il ricambio di aria nei locali interni,

- meno frequentemente si accusano sintomi aspecifici quali irritazioni delle mucose, mal di testa e stanchezza;
- più contenuta è la sintomatologia di asmatici e persone affette da patologie delle vie respiratorie;
- maggiore è la produttività delle persone.

Complessivamente, ciò è riconducibile alla qualità dell'aria ambiente che in base al ricambio attuato può essere più o meno buona. <sup>[15]</sup> Oltre al carico ambientale derivante dalle persone, nell'aria dei locali possono accumularsi diverse esalazioni provenienti da materiali, oggetti e apparecchi. Tali esalazioni rivestono un'importanza maggiore nei locali adibiti ad ufficio e soprattutto in quelli abitativi rispetto a quelli scolastici, perché in questi ultimi il carico ambientale maggiore è esercitato piuttosto dall'indice di occupazione. <sup>[5,10]</sup>

Partendo da questi rilevamenti, negli scorsi anni i ricercatori hanno rivolto un'attenzione sempre crescente alle aule scolastiche.<sup>[6, 16]</sup> Studi svolti per indagare il rendimento intellettuale degli scolari in diverse condizioni di ventilazione, e quindi con un'aria ambiente più o meno viziata, hanno confermato quanto era già stato rilevato per gli uffici: attualmente esistono quindi prove univoche del fatto che un buon ricambio di aria nell'aula migliora il rendimento intellettuale degli scolari.<sup>[1]</sup> Si è infatti constatato che se l'aria era pulita, il tempo di reazione nel dare risposte corrette era più breve: in test standardizzati, per esempio, gli scolari risolvevano un maggior numero di esercizi di calcolo per unità di tempo, ottenendo inoltre risultati decisamente migliori in addizioni, confronti numerici, grammatica, ed esercizi di lettura e comprensione. Il tasso di errore, invece, era rimasto spesso invariato.<sup>[17, 18, 19]</sup> In studi scientifici più accurati dal punto di vista metodologico sinora disponibili, i miglioramenti arrivavano fino al 15 per cento.<sup>[1]</sup> Altri studi, inoltre, hanno evidenziato un migliore stato di salute delle vie respiratorie e minori assenze, oltre che una notevole riduzione dell'incidenza di sintomi come stanchezza, irritazioni delle mucose e mal di testa. Infine, scolari e insegnanti affetti da asma o allergie, in presenza di aria pulita lamentavano decisamente meno disturbi.

Diversamente rispetto a valutazioni tossicologiche di singole sostanze nocive nell'aria ambiente, quando si valutano dal punto di vista sanitario la qualità dell'aria dei locali (la CO<sub>2</sub> e la ventilazione), non esiste una linea di demarcazione netta tra nocivo e non nocivo, in quanto il confine è variabile. L'attuale stato delle conoscenze scientifiche tuttavia dimostra chiaramente che i requisiti imposti dalle vigenti norme edilizie e sulla ventilazione sono corretti e devono necessariamente essere rispettati.

Per questo motivo, dopo aver accuratamente visionato la letteratura scientifica, il Comitato per i valori di riferimento dell'aria ambiente dell'Umweltbundesamt tedesco ha pubblicato una raccomandazione sulla valutazione igienica della concentrazione di CO<sub>2</sub> nei locali interni che si allinea con la fascia dei valori di riferimento citati nella norma SIA 180: le concentrazioni al di sotto di 1000 ppm sono quindi considerate «igienicamente innocue», quelle tra i 1000 e i 2000 ppm «igienicamente precarie» e quelle che superano i 2000 ppm come «igienicamente insufficienti».<sup>[20]</sup>

Alla luce delle conoscenze scientifiche disponibili in merito a qualità dell'aria ambiente, salute e rendimento intellettuale e in considerazione delle vigenti norme SIA per la qualità dell'aria ambiente, l'UFSP raccomanda quanto segue:

**1. Superamenti del livello di CO<sub>2</sub> oltre i 2000 ppm devono essere assolutamente evitati.**

In caso di superamenti frequenti, vanno adottate misure tempestive per migliorare la ventilazione.

**2. Per un'aria ambiente salubre e buone condizioni di apprendimento, il livello di CO<sub>2</sub> nelle aule scolastiche non deve mai superare i 1400 ppm.**

Per ogni nuova costruzione o risanamento di edifici scolastici deve essere attuato un piano di ventilazione che permetta di raggiungere il succitato obiettivo.

La presente raccomandazione presuppone che non sussista alcun ingente carico ambientale dovuto a sostanze nocive o odori provenienti da materiali da costruzione, arredamento o apparecchi. Tali fattori, deleteri per la qualità dell'aria ambiente, devono infatti essere eliminati in primo luogo non attraverso una maggiore ventilazione, ma minimizzati con misure alla fonte. Se in virtù del loro utilizzo questi elementi non possono essere eliminati o ne è possibile solo un'eliminazione parziale, come per esempio in laboratori o aule d'informatica, va pianificato un corrispettivo aumento del flusso di aria fresca.

Nel nuovo commento all'ordinanza 3 del 18 agosto 1993 concernente la legge sul lavoro (OLL 3; RS 822.113), la Segreteria di Stato dell'economia (SECO) prevede di fornire un'esaustiva panoramica sotto forma di tabella sulla classificazione della qualità dell'aria ai sensi della norma SN546382/1 abbinata alla valutazione delle diverse concentrazioni di CO<sub>2</sub> dal punto di vista sanitario.

Sulla base di tale commento, la qualità dell'aria all'interno di locali abitati sarà categorizzata secondo il suo contenuto di CO<sub>2</sub> come riportato di seguito (fig. 316-1):

Contenuto di CO <sub>2</sub> nell'aria ambiente (ppm)	Classificazione della qualità dell'aria ai sensi della norma SN546382/1	Qualità dell'aria (CO <sub>2</sub> ): Definizione di «tutela della salute»
≤ 1000	Da «buona» a «media» RAL 1 + RAL 2	<b>Qualità dell'aria da buona a ottima<sup>1</sup></b> Assenza di pericoli dal punto di vista igienico
> 1000–1400	«Scarsa» RAL 3	<b>Qualità dell'aria scarsa</b> Crescente incidenza di sintomi quali stanchezza, irritazioni, disturbi della concentrazione
> 1400–2000	«Bassa» RAL 4	<b>Qualità dell'aria bassa</b> Elevata incidenza dei sintomi succitati e crescente peggioramento del rendimento
> 2000	–	<b>Qualità dell'aria insufficiente dal punto di vista igienico</b> Possibile disturbi alla salute  A 2000 ppm (valore limite) necessità d'intervento in locali per mezzo di ventilazione naturale: → arieggiare completamente e creare corrente; → esaminare la possibilità di migliorare la ventilazione dei locali.  Locali con ventilazione meccanica: concentrazioni insufficienti → verifica tecnica dell'impianto, della progettazione, della pianificazione ecc.

Fig. 316-1. Classificazione della qualità dell'aria (RAL = qualità dell'aria ambiente); definizioni ai sensi della norma SN 546382/1 e tutela della salute valore di riferimento «Pettenkofer».<sup>1</sup>

Nota al valore di riferimento Pettenkofer: già 160 anni fa, il chimico igienista tedesco Max von Pettenkofer aveva individuato il «contenuto di acido carbonico», cioè di anidride carbonica, dell'aria ambiente e si era dedicato allo studio della ventilazione necessaria per una buona qualità dell'aria ambiente. In particolare, si era focalizzato sulla ventilazione degli ospedali: dalle sue esperienze basate sulle misurazioni del contenuto di CO<sub>2</sub> e partendo da dichiarazioni e lamentele delle persone sulla qualità dell'aria, elaborò la raccomandazione secondo cui, in locali destinati alla permanenza continua di persone come abitazioni, ospedali, case di riposo e di cura, l'aria non doveva contenere più di 1 milionesimo (1000 ppm) di CO<sub>2</sub> «per via della respirazione e della traspirazione delle persone». <sup>[21]</sup>