

Capitolo 4

Principali tipi di indagine

4.1 Obiettivi

I bambini spendono la maggior parte il loro tempo a scuola e in classe dove sono esposti a molteplici fattori di rischio ambientali di natura fisica, chimica e biologica; ambienti comuni e affollati dove durante il giorno una popolazione eterogenea di insegnanti, personale scolastico, alunni e gruppi vulnerabili per esempio soggetti allergici, asmatici trascorrono molto tempo insieme in spazi più piccoli rispetto a un normale ufficio in termini di densità abitativa, anche se non è il nostro caso che come vedremo ha aule soffitti alti e non affollate.

Varie sono le sostanze potenzialmente tossiche e allergizzanti e ambienti scolastico, come trattato al capitolo precedente, tra queste possiamo elencare alcune fonti indoor come materiali didattici, da costruzione, di arredo, detersivi chimici, nonché muffe e pollini presenti gli spazi esterni per i bambini giocano e spende 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 tempo e modalità delle pulizie 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.

Nella disamina degli inquinanti che si possono trovare all'interno della scuola e che caratterizzano la qualità dell'aria indoor l'obiettivo della nostra indagine è quella di analizzare con diversi metodi di campionamento la presenza o meno degli inquinanti che causano problemi di salute agli occupanti delle aule (alunni e maestri).

4.2 Metodi di lavoro

L'indagine presso la Biblioteca presa in esame è stata effettuata con due diversi tipi di rilevazione: il metodo diretto (o attivo) e il metodo indiretto (o passivo).

Passiamo ora ad illustrare in dettaglio le operazioni che hanno portato alla risposta in termini di risultati diagnostici.

CAMPIONAMENTO DIRETTO. Rilevazione Radon

Per quanto riguarda la misurazione del Radon, è stata individuata un'area reputata la più svantaggiata, la stanza della direzione, in quanto si tratta di locali esposti a nord e con poca areazione. Il campionamento, per avere un risultato affidabile, si è svolto per 37 gg..



I risultati sono eccellenti al di sotto della media considerato che il limite accettabile è 200 Bq/m³ ed è riscontrabile nel report qui sotto.

Corentium Home Radon Report

Report generated for period 16/12/25 to 22/01/26



Address
Via Passo Gravina
1
95125 Catania CT
Italia

Building type
School

Building year
1950

Room type
Office

Floor
Basement

Measured value
 $68 \pm 14 \text{ Bq/m}^3$

Days measured
37

Radon is a naturally occurring gas that enters buildings through cracks in floors or walls, construction joints, or gaps in foundations around pipes, wires or pumps. If the gas cannot escape from the building, the concentration builds up to dangerous levels. Radon gas exposure is the leading cause of lung cancer among non-smokers.

Radon level



68 Bq/m³

Comment

The Radon level is below the reference level of 100 Bq/m³. You are in the clear and no action is necessary. We recommend that you continue to measure and generate a new report when changes are made to the building or at least within 5 years. For more info on radon in your country check out <https://www.iss.it/radon/>.

Generated: 22/01/26 19:26
Measurement by: BIOFARMLAB45
Report id:

Sampling method: Passive diffusion chamber
Measurement method: Continuous alpha spectrometry
Serialnumber: 2403074150

Measurement value is stated as the measured radon concentration \pm estimated measurement uncertainty (2 Standard Deviations).
Minimum detectable activity concentration is 3 Bq/m³ with 60 days measurement.

The purpose of this report is to provide insight to help optimise radon mitigation actions. There is an uncertainty with any radon measurement result due to statistical variations in radiation, and other factors such as conditions which change daily and seasonally which can cause variations in indoor radon levels. These conditions can change based on the weather, the use or disuse of appliances, systems, and components of the structure or tampering with the radon test.

The end user, who generated this report or who had this report generated on their behalf, hold full liability for any incorrect or inaccurate measurement results, which could be consequent of, but not limited to, use of the measurement device not in accordance with the guidelines issued by Airthings or any guidelines issued from local authorities, and use of the measurement devices that is not fully functional due to misuse or mishandling by the user.

Airthings is not responsible for the usage of this report in connection with any third party agreements or transactions. Airthings does not guarantee that this report will satisfy any regulations required for public use of this report. Airthings, its employees and agents are not responsible for the consequences of any action taken or not taken based upon the results reported or any communicated interpretation of the results.

La Biblioteca è stata scelta perché contiene libri ed è di nuova costruzione

4.3 Risultati

Campionamento degli inquinanti Pm2,5 - Pm10 - Formaldeide - Co₂



CAMPIONAMENTO DIRETTO. Risultati del prelievo

DATE	PM2.5	PM10	CO2	HCHO	TEMPERATURE	HUMIDITY
2026-01-13 13:59:44	003.6	005.5	983	5	019.8	064.9
2026-01-13 14:00:44	003.8	005.6	804	1	020.1	062.5
2026-01-13 14:02:07	003.9	006.0	1007	3	020.5	062.3
2026-01-13 14:03:07	003.8	005.9	783	1	020.8	060.6
2026-01-13 14:04:07	003.8	006.0	745	1	020.9	059.6
2026-01-13 14:05:38	003.7	005.2	957	2	021.2	059.6
2026-01-13 14:06:38	004.0	006.4	850	2	021.3	058.8
2026-01-13 14:07:38	003.7	005.5	771	2	021.4	058.0
2026-01-13 14:08:39	003.8	005.9	730	1	021.5	057.4

I risultati confermano una qualità dell'aria ottima in quanto i dati riscontrati non superano i limiti di soglia per ogni inquinante campionato.



Campionamento degli inquinanti Chimici: Formaldeide, TVOC, Monossido di Carbonio Acido solfidrico.

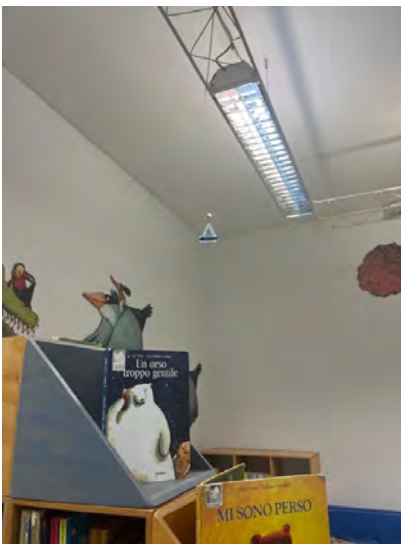
DATE	TVOC	HCHO	CO	O ₂	H ₂ S	HUMIDITY
13/01/26 13:41	0,05	0,017	0	20,9	0	064.9
13/05/25 13:51	0,05	0,019	0	20,9	0	062.5
13/05/25 14:01	0,05	0,017	0	20,9	0	062.3





I risultati mostrano una qualità dell'aria buona rilevando una minima quantità di TVOC e una bassa quantità di formaldeide. Per quanto riguarda l'ossigeno il dato è nella norma il dato del monossido di carbonio è zero e il dato dell'acido solfidrico è 0, pertanto possiamo considerare che anche in prossimità di traffico veicolare è la presenza di un grande polo industriale non vi è un problema di inquinamento caratterizzato da queste fonti inquinanti.

CAMPIONAMENTO INDIRECTO. Rilevamento BTEX con cartuccia a simmetria radiale



Seguono risultati delle analisi di laboratorio

Rapporto di prova n°: **2601158-001**

Identificazione: **Cod.P.706R**

Accettazione: **2601158**

Data Prelievo: **22-gen-26**

Data Arrivo Camp.: **10-feb-26**

Data Rapp. Prova: **24-feb-26**

Data Inizio Prova: **10-feb-26**

Data Fine Prova: **23-feb-26**

Spettabile:

BIOFARMLAB 45 di Massimo Gozzo

Via San Martino della Battaglia, 45

96010 PRIOLO GARGALLO (SR)



Prelevatore: **Prelevato a cura del Committente**

Data e ora inizio campionamento: 13/01/2026 13:30

Data e ora fine campionamento: 22/01/2026 13:30

Risultati delle Prove

Prova	U.M	Metodo	Risultato
SOV (Sostanze Organiche Volatili)	mg/m ³	Campionamento passivo	< 0,001
etilbenzene	mg/m ³	Campionamento passivo	< 0,001
benzene	mg/m ³	Campionamento passivo	< 0,001
toluene	mg/m ³	Campionamento passivo	< 0,001
xileni	mg/m ³	Campionamento passivo	< 0,001

I risultati contenuti nel presente Rapporto di Prova si riferiscono esclusivamente al campione sottoposto alle prove e, ove applicabile, alle attività di campionamento effettuato direttamente dal laboratorio. Il presente Rapporto di prova non può essere riprodotto parzialmente, salvo autorizzazione scritta del laboratorio. (§) = le prove così contrassegnate a fianco del parametro sono subappaltate. (MN) = Le prove sono state eseguite nella sede dell'Istituto di Ricerche Farmacologiche Mario Negri.

Documento firmato digitalmente ai sensi della normativa vigente

Pagina 1 di 2

Campionamento degli inquinanti Fisici: Elettromagnetismo

DATE	m G	V/M	μ T	TEMPERATURE	HUMIDITY
22/01/25 12:51	000.0	000.0	000.0	19,8 gradi	064,9
22/01/25 12:56	000.0	000.0	000.0	19,8 gradi	062.4



I risultati mostrano una totale assenza di elettromagnetismo nella biblioteca ed una totale emissione del campo elettrico.

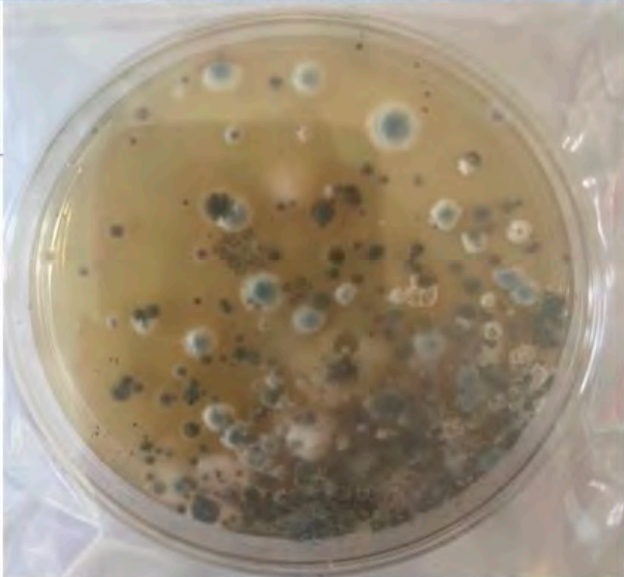


Progetto Scuola in Salute per il nuovo padiglione della biblioteca -
I.I.S.S. Antonello Gagini Siracusa. Relazione finale per la valutazione
della proliferazione muffe

BIOFARMLAB45 via San Martino della Battaglia 47

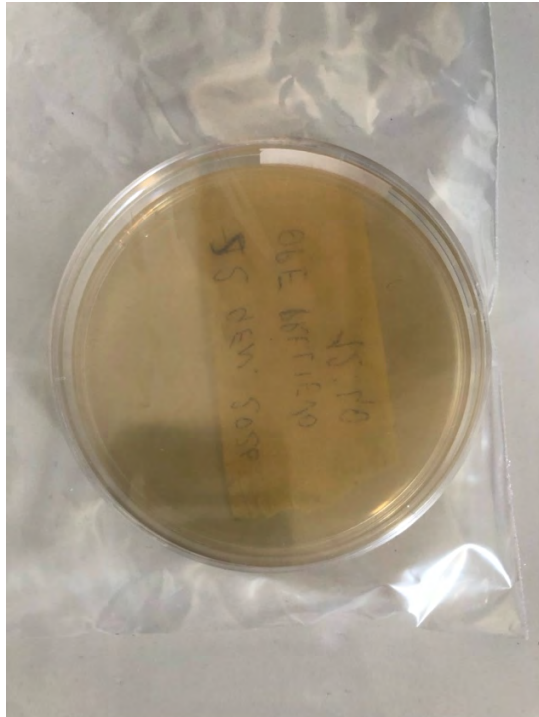
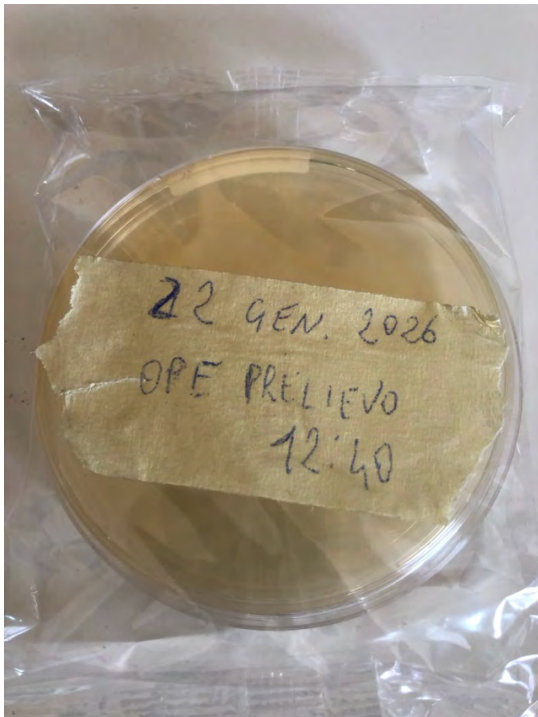
Relazione finale per la valutazione delle proliferazione muffe.

Fase di monitoraggio iniziato il: **26/05/2025** ore 08:00 dopo l'esposizione di **2 ore** nella Biblioteca prese a campione per la verifica di contaminazione muffe per mezzo di **Piastre di Pedri**. Grazie al protocollo di riferimento possiamo osservare se vi è una proliferazione di colonie che ci permettono di verificare la contaminazione da muffe come da esempio in figura:

Protocollo muffe

giorno 0	dopo 3 giorni	dopo 6 giorni	dopo 10 giorni
7 giugno ore 15.10	10 giugno ore 16.30	13 giugno ore 16.25	17 giugno ore
/fase di sperimentazione ≈20 colonie verdi/nere		≈50 colonie nere/verdi	
INIZIO CRESCITA COLONIE	COLONIE DI 3 mm	presenza di goccioline di H2O	
			



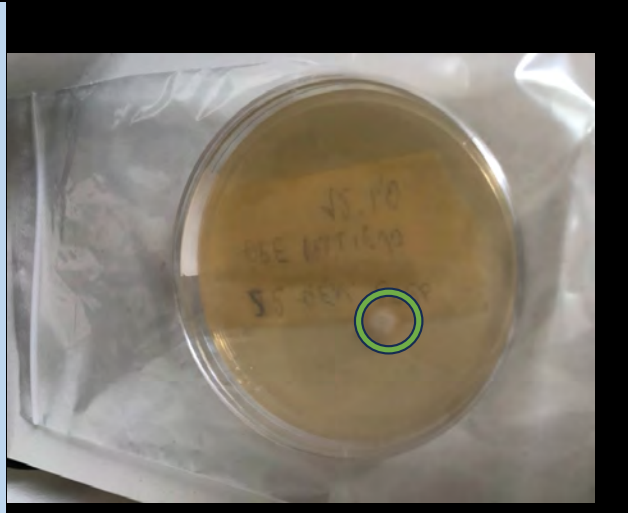
Posizionamento capsula di Petri e successivo prelievo con sigillatura e apposizione della data di prelievo



Tipo di protocollo per i livelli di contaminazione da muffe

Numero di colonie	Livello di contaminazione indicativo	Strumento di valutazione
0 colonie	Scarsa contaminazione	Se non sono cresciute colonie di muffa sui singoli terreni di coltura, ciò può significare che non si sono depositate spore sui terreni di coltura al momento del campionamento. Suggerimento: Non esitate a testare nuovamente l'area in un altro momento per confermare il risultato della misurazione.
1-6 colonie	Scarsa contaminazione	Una contaminazione da muffa scarsa o media nell'aria della stanza è del tutto normale. Poiché le spore della muffa in natura possono essere presenti quasi ovunque, arrivano all'interno anche automaticamente quando si arieggia la stanza, attraverso i vestiti, oppure attraverso i generi alimentari acquistati. In questo caso non c'è alcun motivo di preoccuparsi.
7-11 colonie	Contaminazione media	Valutazione: Si può desumere che non sussiste un caso di muffa grave (nascosta) in questa stanza.
12-21 colonie	Contaminazione leggermente elevata	Una contaminazione leggermente elevata significa che nella vostra stanza c'è un'elevata concentrazione di spore della muffa. Questo può essere un indizio che segnala una contaminazione da muffa (nascosta) già esistente, oppure che può insediarsi della muffa se le condizioni non cambiano. Valutazione: Adattare il riscaldamento e la ventilazione, arieggiando a sufficienza e regolarmente e mantenendo la temperatura ambiente costante a 18-23 °C. Occorre tenere presente che anche gli animali domestici o le piante possono contribuire ad una elevata contaminazione da muffa.
22-51 colonie	Contaminazione elevata	In caso di contaminazione elevata o molto elevata si può desumere che c'è un problema di muffa nella stanza. Spesso una simile infestazione non è riconoscibile a prima vista, poiché la muffa si insedia soprattutto negli angoli, sotto i mobili o nei muri.
52-100 colonie	Contaminazione molto elevata	Valutazione: Controllare i possibili luoghi in cui può verificarsi un'infestazione di muffa. Le cause possono variare dal terriccio delle piante nei vasi alla muffa nascosta sotto la carta da parati. Ulteriori possibili cause sono riportate da pagina 88.

Protocollo muffe

<p>dopo 10 giorni</p> <p>DATA __ 01/02/26 ____</p> <p>Ore __ 12,40 ____</p>	<p>dopo 6 giorni</p> <p>DATA __ 28/01/26 ____</p> <p>Ore __ 12,40 ____</p>	<p>dopo 3 giorni</p> <p>DATA __ 25 /01/26 __</p> <p>Ore __ 12,40 ____</p>
<p>N°1 COLONIE Assenza di Muffa</p>	<p>N° 1 COLONIE DI 5 mm</p>	<p>INIZIO CRESCITA COLONIE</p>
		

Capitolo 5

Linee guida e best practices

5.1 Piante da interni con la capacità di migliorare la qualità dell'aria

L'uso sempre più diffuso di sostanze intossicanti nelle nostre case e nei nostri arredi va di pari passo con la necessità della ripulitura degli ambienti in cui viviamo e lavoriamo, considerando il ruolo svolto dalle piante nel modificare l'atmosfera terrestre primordiale gravida di sostanze organiche volatili (VOC) in un ecosistema capace di ospitare le varie specie di vita attualmente presenti, si sono individuate una cinquantina di varietà in grado di svolgere un'azione filtrante particolarmente efficace.

Stanze ricche di verde significano più serenità e meno stress, più ossigeno e meno CO₂, catturata dal fogliame. Ecco delle fedeli complici della nostra personale guerra al **CLIMATE CHANGE**: le piante che sono risultate essere più attive nell'abbattere gli inquinanti ambientali appartengono alla famiglia delle Aracee e delle Liliacee.

Monstera

Questa pianta spettacolare dalle grandi foglie viene dalle foreste dell'America centrale e meridionale. Depura l'aria da formaldeide e benzene e partecipa alla riduzione della CO₂. Molto resistente.



Aloe vera assorbe per ben il 90% formaldeide presente nell'aria indoor.



Philodendron assorbe per ben il 86% formaldeide presente nell'aria indoor



Chlorophytum elatum o comosum assorbe l'86% di formaldeide e il 96% monossido carbonio



Dracaena massangeana 70% formaldeide - 21,4% benzene - 12,5 % tricloroetilene



Ficus benjamina 47,4% formaldeide e il 30% benzene



Hedera heli 89,8% benzene e 10,9% tricloroetilene



Photos aureus 73,2% benzene - 75% monossido carbonio - 9,2% tricloroetilene



Spathiphyllum 50% formaldeide - 79,5% benzene - 32% tricloroetilene



Sanseveria trifasciata 53% benzene e 13,4% tricloroetilene



5.2 Pitture “mangia smog”

The Blue Planet, l’innovativa start-up milanese che produce **Airlite**, la vernice ecologica che purifica l’aria, elimina le muffe e abbatte virus e batteri. Una holding che tramite AM Technology ha sviluppato una tecnologia ecosostenibile già sperimentata con successo su scuole, infrastrutture, negozi, murales e installazioni.

Una pittura speciale in grado di assorbire gli agenti inquinanti purificando l’aria che respiriamo. Una soluzione molto semplice per ridurre lo smog. La tecnologia AIRLITE funziona attivando un processo simile a quello della fotosintesi clorofilliana, ossia quell’operazione naturale attraverso cui le piante assorbono anidride carbonica ed emettono ossigeno. Si tratta di una vernice in polvere a cui, aggiungendo una soluzione liquida che contiene biossido di titanio e che è in grado di attivarsi a contatto con la luce, sia naturale sia artificiale, riesce a trasformare gli agenti inquinanti in molecole di sale. Stando ai risultati, AIRLITE ha effetto sia sugli inquinanti che fanno male alla salute, sia su quelli che causano l’effetto serra: in particolare elimina i pericolosi gas, gli ossidi di azoto (NO_x) e di zolfo (SO_x). La riduzione dell’inquinante NO₂, in particolare, è di oltre l’80% in laboratorio e del 50% in ambiente reale. Riduce significativamente la CO₂, elimina il problema delle muffe grazie alle sue proprietà alcaline rende le pareti degli ambienti inospitali alla crescita di funghi e microorganismi.



Inoltre, Airlite non solo non aggiunge VOC nell'aria, come fanno le altre pitture tradizionali, ma permette di ridurre la concentrazione. Tra i benefici di AIRLITE c'è anche il fatto di riuscire a eliminare, stando ai test, il **99,9% di batteri presenti presenti sulla superficie**, compresi i cosiddetti superbatteri. I batteri vengono eliminati dalla doppia azione dell'ossidazione superficiale e dall'elevata alcalinità della superficie, che combinate impediscono ai batteri di sopravvivere. Questo permette di ridurre in modo significativo la carica batterica totale in ogni ambiente, rendendo possibile una elevata salubrità ambientale, unita a un maggiore benessere e confort abitativo. Una soluzione particolarmente indicata per ambienti, come quelli scolastici. Altra caratteristica della vernice mangia smog è quella di impedire allo sporco di depositarsi sulle pareti. Infatti, l'azione di AIRLITE, da una parte decompone le sostanze oleose depositate sulla superficie, impedendo alle polveri e alla sabbia di aderire alla parete. Dall'altra, crea un sottile strato superficiale di acqua (grazie a una proprietà chiamata idrofilia), che impedisce alle polveri e alle altre particelle di sedimentare sulla superficie, facendole rimbalzare via. In poche parole l'innovazione smog e pittura assorbente crea un invisibile film protettivo che impedisce allo sporco e alla polvere presenti nell'aria di depositarsi sulle superfici. Inoltre la pittura mangia smog aiuta a ridurre i consumi energetici. La vernice può anche essere vista come un ottimo alleato per ridurre i consumi energetici legati al raffrescamento. Airlite riflette la maggior parte della radiazione solare infrarossa, impedendo il passaggio eccessivo di calore. Questo si traduce in ambienti molto più freschi nella stagione estiva con un risparmio di energia elettrica per il condizionamento dell'aria stimato tra il 15 e il 50%.

Conclusioni

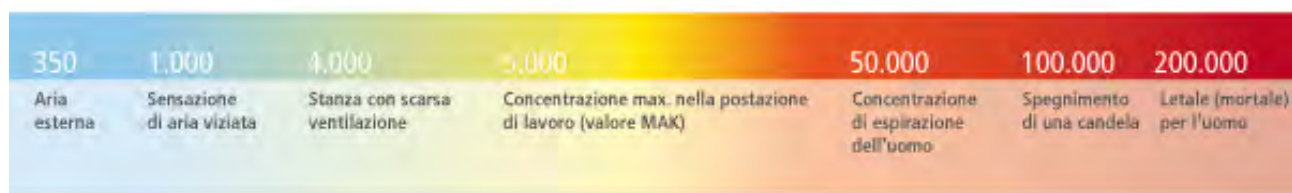
Come si è potuto rilevare dai risultati del campionamento per gli inquinanti chimici Fisici E biologici vi è una scarsa rilevanza pertanto possiamo affermare che la sala lettura dei bambini della Biblioteca V. Bellini è in linea con il protocollo di BIOFARM pertanto può essere certificato con il nostro protocollo rilasciando la targa da applicare fuori all'entrata della sala lettura della Biblioteca. Per quanto riguarda l'anidride carbonica possiamo ritenere il dato rilevato accettabile vista l'attività umana svolta all'interno della sala lettura che con un'opportuna apertura delle finestre può ritenersi buona con un ricambio dell'area.

Inoltre con le dovute precauzioni si può migliorare il ricambio dell'aria con stratagemmi meno costosi della ventilazione meccanica controllata e con l'inserimento di piante "mangia anidride carbonica" insieme a vernici "mangia smog".

*Gli studi del chimico Pettenkofer – internazionalmente riconosciuti e considerati come standard - hanno dimostrato che le persone che si trovano in stanze con una concentrazione di CO₂ sotto lo 0,1% (1.000 ppm) si sentono a loro agio, mentre con concentrazioni al di sopra dello 0,2% (2000 ppm) si sentono chiaramente a disagio, con diminuzione dell'attenzione, della capacità produttiva e del benessere generale.

Il D.lgs. 81/2008 definisce per periodi di riferimento di 8 ore come valore limite di esposizione professionale (VLEP) per la CO₂ 5000 ppm. La linea guida CasaClima School indica, in caso di ventilazione naturale, di non superare la soglia di 1500 ppm all'interno delle aule scolastiche e consiglia di mantenere il livello inferiore ai 1000 ppm. Secondo l'agenzia federale dell'ambiente tedesca: CO₂ < 1000 ppm -> ottima qualità dell'aria indoor CO₂ tra 1000 e 2000 ppm -> livello accettabile CO₂ > 2000 ppm -> ambiente insalubre.

Concentrazione di CO₂



Le concentrazioni di CO₂ sono misurate in parti per milione (ppm). Le concentrazioni di 250-350 ppm si trovano comunemente all'aperto. Le concentrazioni di CO₂ nell'intervallo di 350-1.000 ppm sono considerate tipiche negli spazi occupati con ventilazione decente. Le concentrazioni di CO₂ nell'intervallo da 1.000 a 5.000 ppm sono considerate malsane e le concentrazioni superiori a 5.000 ppm potrebbero essere pericolose.

Concentrazioni tra 1.000 e 2.000 ppm

Quando le concentrazioni di CO₂ sono oltre 1.000 ppm, ciò può portare a sentimenti di sonnolenza, pieghe e lieve confusione (1,2).

Concentrazioni tra 2.000 e 5.000 ppm

A concentrazioni tra 2.000 e 5.000 ppm, può esserci un aumento dei sintomi associati a un'esposizione elevata di CO₂, tra cui:

- Cattiva concentrazione e attenzione
- Aumento della frequenza cardiaca
- Nausea lieve

Concentrazioni oltre 5.000 ppm

Le concentrazioni di CO₂ oltre 5.000 ppm sono pericolose e potrebbero portare a tossicità e privazione di ossigeno.

Perché i particolati inquinanti contano?

Mentre semplicemente l'installazione di monitor CO₂ può aiutare a proteggere gli studenti e i docenti dall'accumulo di CO₂ in classe, non dovrebbe essere l'unica considerazione della qualità dell'aria degli amministratori. Il monitoraggio della CO₂ indoor da solo non farà abbastanza per avvisare le scuole degli inquinanti atmosferici più pericolosi e pervasivi e non notificherà agli insegnanti e alla facoltà di alti livelli di inquinanti aerei esterni.

La CO₂ è un inquinante importante per misurare e controllare. Tuttavia, gli inquinanti delle particelle sono più diffusi e pericolosi. Sia gli inquinanti di CO₂ che di particelle sono importanti per il controllo e, se lasciati non indirizzati, sono pericolosi in classe.

Una delle principali fonti di inquinanti delle particelle è l'incendio. Il cambiamento climatico si è intensificato e allungato gli incendi storici. Nel 2023, gli incendi hanno influenzato la qualità dell'aria in tutto il mondo, con milioni di persone che vivono condizioni aeree malsane a causa dell'inquinamento da fumo.

Quando le scuole si trovano vicino alle principali strade e industria, gli studenti possono essere regolarmente esposti a inquinanti di particolato. Secondo uno studio del 2014 pubblicato in *Journal of Exposure Science & Environmental Epidemiology*, 6,4 milioni di bambini statunitensi frequentavano scuole entro 250 metri da una strada principale (3). La vicinanza agli inquinanti delle particelle dalle strade può danneggiare il rendimento accademico. Secondo i dati del file *National Bureau of Economic Research*, Gli studenti che si sono trasferiti da una scuola elementare o media in una scuola media o al liceo nello stesso codice postale che è stato sottovento dall'inquinamento del traffico ha avuto punteggi di test più bassi, più assenze e più problemi comportamentali segnalati (4).