



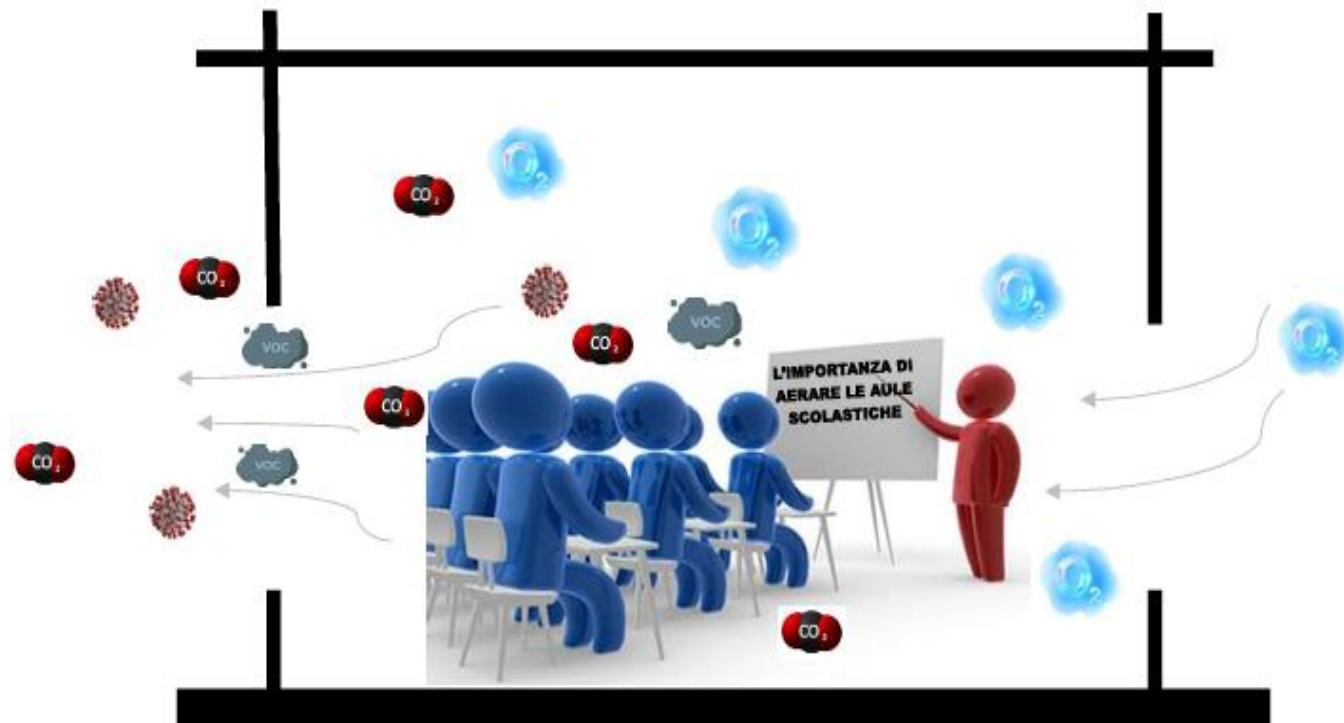
Regione Toscana



REPORT IN ITINERE DEL PROGETTO REGIONALE:

## **“QUALITÀ DELL’ARIA NEGLI AMBIENTI SCOLASTICI”**

*e promozione di buone pratiche per l'aerazione naturale delle aule*



*Evento formativo  
Regione Emilia  
Romagna*

**«Qualità dell'aria  
indoor e salute»**

Mercoledì 4 giugno 2025

Sale B e C presso Terza

Torre, Viale della Fiera 8 –

**Bologna**

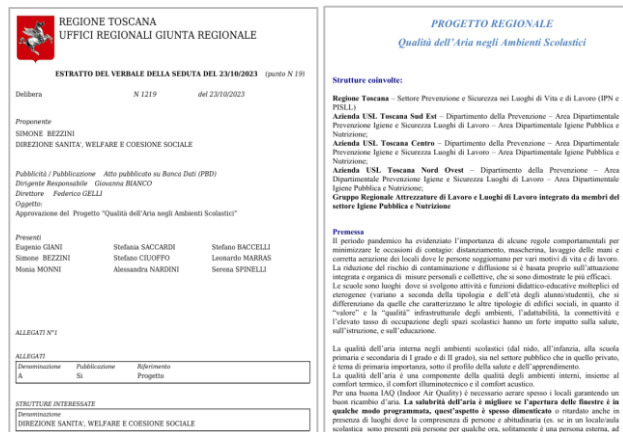
Dalle 9.30 alle 16.00

*Relatore: Dr. Stefano Bassi* Tecnico della Prevenzione, AUSL Toscana Centro  
[stefano.bassi@uslcentro.toscana.it](mailto:stefano.bassi@uslcentro.toscana.it) 0571-704832

# Il Progetto è stato approvato con Delibera Regionale n.1219 del 23-10-2023

## “QUALITÀ DELL’ARIA NEGLI AMBIENTI SCOLASTICI”.

Applicazione in tutto il territorio della Regione Toscana



**Qr-code  
Delibera Regionale  
e Allegato**



Strutture coinvolte nel progetto:

Regione Toscana			Settore PREVENZIONE, SALUTE E SICUREZZA, VETERINARIA	
Dirigente: Ing. Giovanna Bianco				
Azienda USL Toscana Nord Ovest	Area Prevenzione Igiene e Sicurezza luoghi di Lavoro	Area Igiene Pubblica e della Nutrizione		
Dipartimento Prevenzione				
Azienda USL Toscana Centro	Area Prevenzione Igiene e Sicurezza luoghi di Lavoro	Area Igiene Pubblica e della Nutrizione		
Dipartimento Prevenzione				
Azienda USL Toscana Sud Est	Area Prevenzione Igiene e Sicurezza luoghi di Lavoro	Area Igiene Pubblica e della Nutrizione		
Dipartimento Prevenzione				

# L'idea è nata dall'esigenza di controllare i protocolli anticontagio delle scuole durante il periodo pandemico da Covid-19

Il Covid-19 ha evidenziato l'importanza di alcune regole comportamentali per minimizzare le occasioni di contagio: DISTANZIAMENTO, MASCHERINA, LAVAGGIO DELLE MANI E **CORRETTA AERAZIONE DEI LOCALI** dove le persone soggiornavano per vari motivi di vita e di lavoro.

Pertanto con l'esperienza emergenziale è fortemente cresciuta la consapevolezza del ruolo della qualità dell'aria indoor in **AMBIENTI DENSAMENTE AFFOLLATI COME LE SCUOLE.**

Si può ritenere che nessun'altra misura di prevenzione della salute abbia avuto un'attenzione simile, rispetto a quella per l'aerazione nei locali attraverso l'apertura degli infissi e/o rimodulando il funzionamento degli impianti di ventilazione ove presenti, *(es. chiusura della quota di ricircolo)*.

A fronte dell'esperienza Pandemica per la stima della corretta aerazione, **viene misurata la concentrazione di Anidride Carbonica "CO2" nelle aule, riportata da più fonti come un buon indicatore della necessità o meno di ricambiare l'aria se viene superato il valore di concentrazione di 1000 ppm, oltre il quale l'aria può ritenersi «viziata»**

Nel caso di un locale densamente affollato come un'aula scolastica, far affluire **"aria fresca esterna di rinnovo"**, permette oltre al fatto di migliorare la concentrazione, l'attenzione e lo stato di benessere generale, di diluire/ridurre le concentrazioni di inquinanti (es. COV, PM10, batteri, virus, ecc.), di CO2, di umidità relativa e contenere il rischio di esposizione e contaminazioni per alunni e personale.

# Livelli di concentrazione di CO2 e salute

400 (ppm)	Valore medio di concentrazione in aria esterna
1000	Livello/soglia di CO2 indoor consigliato, indicato da molti stati a livello mondiale e anche dall'ISS nella monografia del Luglio 2022 per la limitazione della trasmissione del covid-19 nelle scuole.
1200	Range indicato dalla UNI EN 16798-1 per la classe II di qualità dell'aria (DM 23.06.2022 – CAM) - $\Delta\text{CO}_2 = 800$ (ppm rispetto all'esterno)
1000-2000	Primi segnali a livello cognitivo, riduzione della concentrazione, sensazione di aria viziata
2000-5000	Più fonti indicano che livelli superiori a 2000 ppm non sono accettabili...malessere, mal di testa..
5000	Massima concentrazione ammessa nei luoghi di lavoro,
15000	Problemi respiratori
40000	Perdita di coscienza/morte

# Obiettivo generale del progetto

Progetto Regionale «QUALITÀ DELL'ARIA NEGLI EDIFICI SCOLASTICI»

**Migliorare la corretta aerazione delle aule scolastiche, informando tutti i soggetti (responsabili, operatori e studenti) sull'attuazione di buone pratiche in materia di aerazione dei locali,**



Il progetto, volto a coprire la più ampia porzione del territorio regionale, anche con modulazione pluriennale, darà precedenza alle istituzioni scolastiche che avranno manifestato interesse per lo stesso, fino al completamento del campione individuato dalle Aziende USL.

# Obiettivi specifici



- **Promuovere le metodiche per aerare correttamente le aule scolastiche tramite l'apertura degli infissi (porte e finestre) dimostrandone l'efficacia con misure spot della concentrazione di Anidride Carbonica «CO<sub>2</sub>».**
- *E' frequente dimenticarsi di aerare i locali in luoghi dove sono presenti molte persone, solitamente è una persona che entrando dall'esterno, magari il docente al cambio dell'ora si accorge della necessità di ricambiare l'aria percependola viziata.*

- **Rilevare i tempi necessari per ricambiare l'aria nelle aule scolastiche al fine di poter fornire utili indicazioni alle scuole**

*in funzione:*

- *condizioni di affollamento,*
- *tipologia e posizione degli infissi,*
- *differenziale temperatura interna/esterna*
- *etc).*





# TEORIA IAQ, PROCEDURA, ISTRUZIONE OPERATIVA PER LE ATTIVITA' DI MISURA

[illegible][illegible][illegible][illegible]

## ADDESTRAMENTO MISURE STRUMENTALI



**impegno  
economico circa  
10.000 Euro**



# Schema riassuntivo dell'attività nelle aule scolastiche

**OPERATORE 1;** tiene in mano lo strumento e si occupa di tutta l'attività informativa con la classe



## MISURA SPOT CO<sub>2</sub>

Arrivo in classe  
presentazione e inizio  
spiegazione attività  
informativa dimostrativa

Apertura  
infissi

## DIMINUZIONE CO<sub>2</sub>

Aerazione aula  
e proseguo attività informativa  
-porta/finestra corridoio aperta  
-Porta aula aperta  
-2/3 ante di 2/3 finestre aperte)

Chiusura  
infissi

## AUMENTO CO<sub>2</sub>

Aula chiusa e  
proseguo attività  
informativa  
Chiusura porta e  
finestre dell'aula

Rilevazione dei dati  
dell'aula,  
registrazione valori  
spot prima  
dell'apertura degli  
infissi CO<sub>2</sub>-T-Hr%  
registrazione orario.

Registrazione valori CO<sub>2</sub>,T,HR%  
ad aula aerata, registrazione  
orario, arrivando ad un valore  
minore o prossimo a 700 ppm,  
comunque < di 1000 ppm. A  
registrazione avvenuta procedere  
alla chiusura degli infissi.

Registrazione valori CO<sub>2</sub>,T,HR%  
ad aula chiusa dopo circa 10-  
15 minuti arrivando se possibile  
ad un valore prossimo a 1000  
ppm o comunque facendo  
vedere l'incremento della CO<sub>2</sub>.  
Registrazione orario e del valore  
di CO<sub>2</sub> raggiunto.

**OPERATORE 2 ;** si occupa di tutta la fase di registrazione e rilevazione dei dati e delle misure dell'aula



# OPERATORE 2:

# Rilevamento dati in aula

**TABELLA RIASSUNTIVA DEI DATI** e misure delle aule, raccolti allo scopo di analizzare i tempi di ricambio aria naturale in funzione delle dimensioni, età alunni, affollamento, stato e tipologia infissi, temperatura esterna, etc.

**Istituto Tecnico Industriale XXXX?**

Nome scuola: .....

indirizzo: ..... Via ..... (FI)

MISURE ESTERNO SCUOLA: T 14 °C °C UR 40 °C % CO<sub>2</sub> 420 ppm

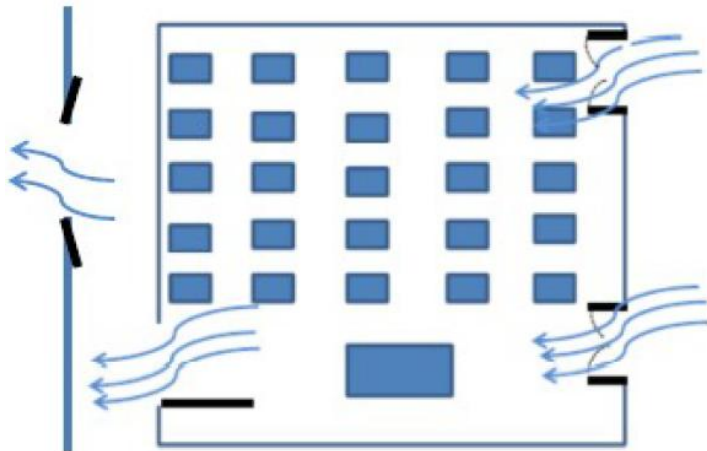
Classe: 5° A ; Piano: 1° Superficie (m<sup>2</sup>): 50 ; Volume (m<sup>3</sup>): 150 ; Persone presenti: 24 (alunni, docenti)

Impianto ricambio aria/VMC: ☐ Si ☒ No ; Funzionante: ☐ Si ☒ No

	Porta/Finestra Corridoio	Porta Aula	Finestre a Battente	Finestre a Vasistas	Finestre Scorrevoli
Al momento dell'accesso:	n.....Aperta n.....Semiap. n. 1.....Chiusa	n.....Aperta n.....Semiaperta n. 1.....Chiusa Vasistas sopra porta? <input type="checkbox"/> Si <input checked="" type="checkbox"/> No	n.....Aperta n. 1.....Semiap. n. 2.....Chiusa Sup. tot. Aprib: 6 m <sup>2</sup> Tendaggi: <input type="checkbox"/> Si <input checked="" type="checkbox"/> No	n.....Aperta n.....Semiap. n.....Chiusa Sup. tot. Aprib:..... Tendaggi: <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No	n.....Aperta n.....Semiap. n.....Chiusa Sup. tot. Aprib:..... Tendaggi: <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No
Aerazione eseguita con:	n.....Aperta n.....Semiap. n.....Chiusa	n.....Aperta n.....Semiaperta n.....Chiusa	n..... finestre ap. tot superficie aperta: .....m <sup>2</sup>	n..... finestre ap. tot superficie aperta: .....m <sup>2</sup>	n..... finestre ap. tot superficie aperta: .....m <sup>2</sup>
N. Misura e orario			CO <sub>2</sub> (ppm)	T (°C)	UR (%)
1° Mis. SPOT ingresso aula	Ora: 09: 32		1109 ppm	20°C	65%
2° Misura ad Aula Aerata	Ora: 09: 38		650 ppm	19°C	40%
3° Misura con finestre chiuse	Ora: 09: 50		830 ppm	20°C	50%

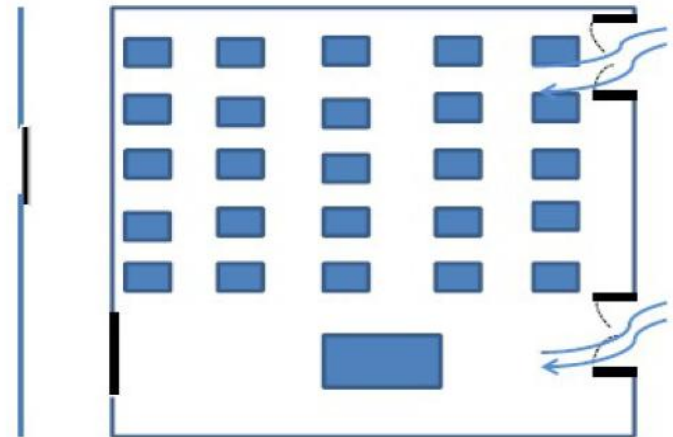
# Alcune delle informazioni fornite in aula ad alunni e docenti

**Ventilazione incrociata o  
contrapposta con corrente d'aria**  
**«CROSS VENTILATION»**



**Metodo con generazione di corrente  
d'aria (ricambio più veloce)** aprendo  
almeno due ante di due finestre dell'aula,  
scelte tra le più distanti tra loro se sulla  
stessa parete, la porta dell'aula e almeno una  
finestra nel corridoio al fine di creare  
corrente d'aria.


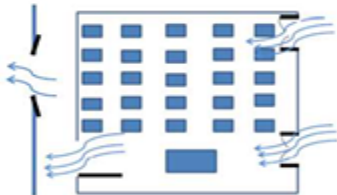

**Ventilazione unilaterale, senza  
corrente d'aria**  
**«SINGLE SIDE VENTILATION»**



**Metodo senza generazione di  
corrente d'aria**  
**(ricambio più lento)**

# Alcune delle informazioni fornite in aula ad alunni e docenti

- a) **metodo di apertura dell'infixo**, le finestre ad anta/battente o scorrevole consentono un ricambio più veloce rispetto alle finestre a ribalta (vasistas);
- b) **stagione**, in inverno la differenza di temperatura tra interno ed esterno riduce il tempo necessario;
- c) **presenza di vento**, il vento favorisce il ricambio d'aria più velocemente;
- d) **corrente d'aria, che si riesce a creare nella stanza adottando il metodo della ventilazione incrociata/contrapposta (CROSS VENTILATION)**, aprendo porte e finestre (almeno due ante per ogni aula scelte tra le più distanti tra loro), la porta dell'aula e una porta o finestra nel corridoio.

	<b>VENTILAZIONE SENZA CORRENTE D'ARIA</b> <i>finestre aperte, porta chiusa</i>
	Tempo medio necessario al ricambio aria: 4-6 minuti in Inverno 25-30 minuti in Estate
	<b>VENTILAZIONE CON CORRENTE D'ARIA</b> <i>Finestre, porta aula aperte e finestre corridoio aperte.</i>
	Tempo medio necessario al ricambio aria: 2-4 minuti in inverno 12-20 minuti in estate
	<b>NEL CASO D'INFISSO A RIBALTA/VASISTAS IL TEMPO DI RICAMBIO ARIA AUMENTA:</b> Ventilazione con corrente d'aria: 4-6 min. in inverno; 25-30 in estate  Ventilazione senza corrente d'aria: 30 -75 minuti inverno; 3-4 ore estate

la presenza di tende aumenta del 50% il tempo di ricambio aria, fonte OMS<sup>12</sup>

## Fase sperimentale (2021-2022)

### ASL Toscana Centro, 44 scuole coinvolte:

4 Nidi	(17 aule);
15 Scuole infanzia	(13 aule);
15 Primarie	(75 aule);
13 Secondarie 1° grado	(64 aule);
7 Secondarie 2° grado	(61 aule);

**Tot. 230 aule**

**4525 Alunni/Docenti informati sulle  
metodiche di aerazione naturale**

**61 le Aule con  $\text{CO}_2 > 1000$  ppm**

**Tempo medio di aerazione aule, 5 minuti**

## Fase operativa (2024-2025)

### AUSL Toscana Nord Ovest (98 Aule)

**21 scuole**

7 Primarie	(16 Aule)
5 Secondarie 1° grado	(20 Aule)
9 Secondarie 2° grado	(52 Aule)

### AUSL Toscana Centro (76 Aule;

**21 Scuole**

10 Primarie	(32 Aule)
9 Secondarie 1° grado	(34 Aule)
2 Secondarie 2° grado	(10 Aule)

### AUSL Toscana Sud Est (78 Aule)

*Non pervenuti dati su numero e tipologia scuole*

**Tot. 252 aule**

**5079 Alunni/Docenti informati sulle  
metodiche di aerazione naturale**

**201 le aule con  $\text{CO}_2 > 1000$  ppm**

**Tempo medio di aerazione aule, 8 minuti**

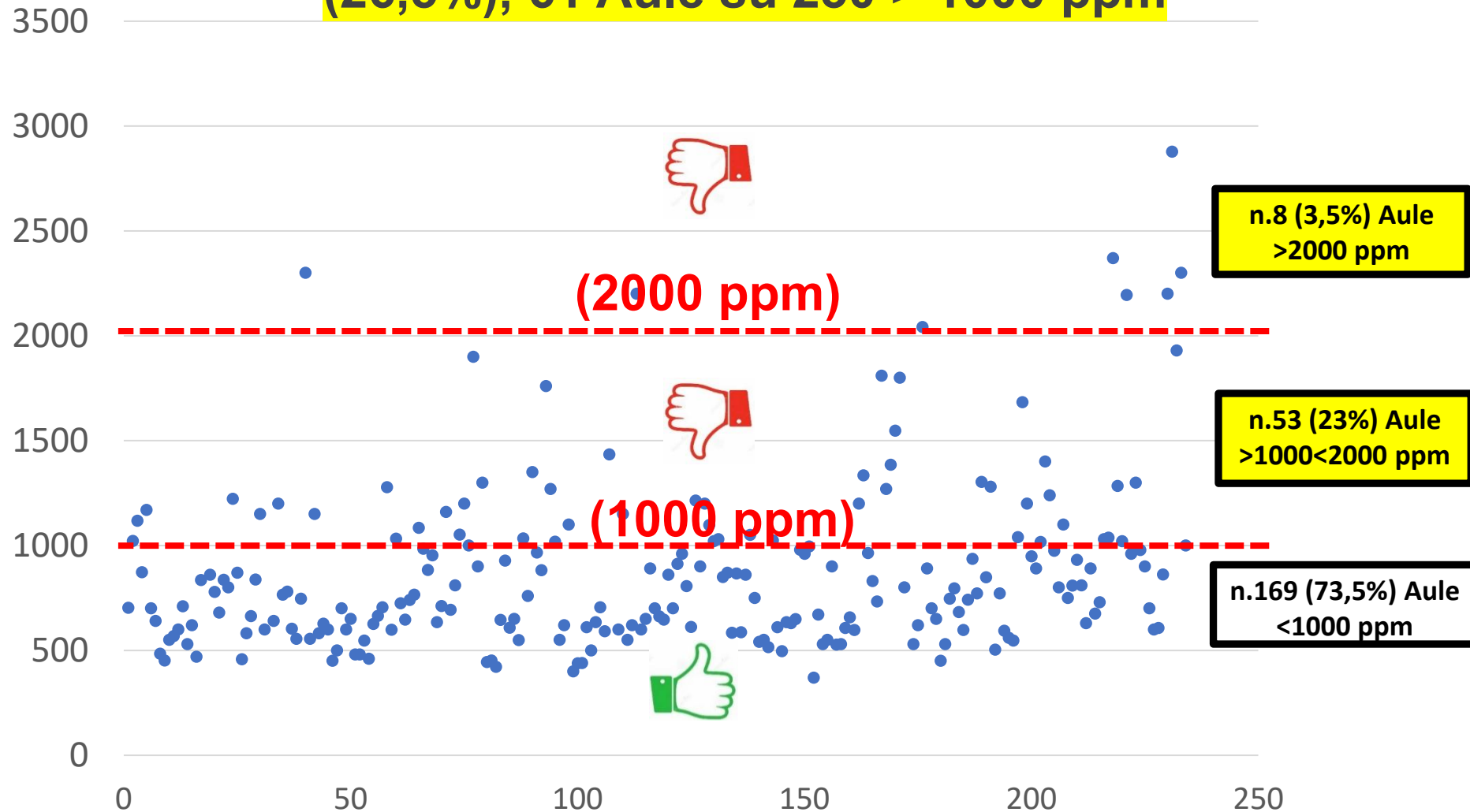
**I tempi di ricambio aria mostrano che circa 5-8 minuti di apertura metodica degli infissi sono sufficienti per riportare i valori di  $\text{CO}_2 < 1000$  ppm.**

# Valori spot di CO2 misurati in 44 scuole (230 aule)

## Periodo Pandemico 2021/2022 (ASL Toscana Centro)

(CO2 ppm)

(26,5%), 61 Aule su 230 > 1000 ppm

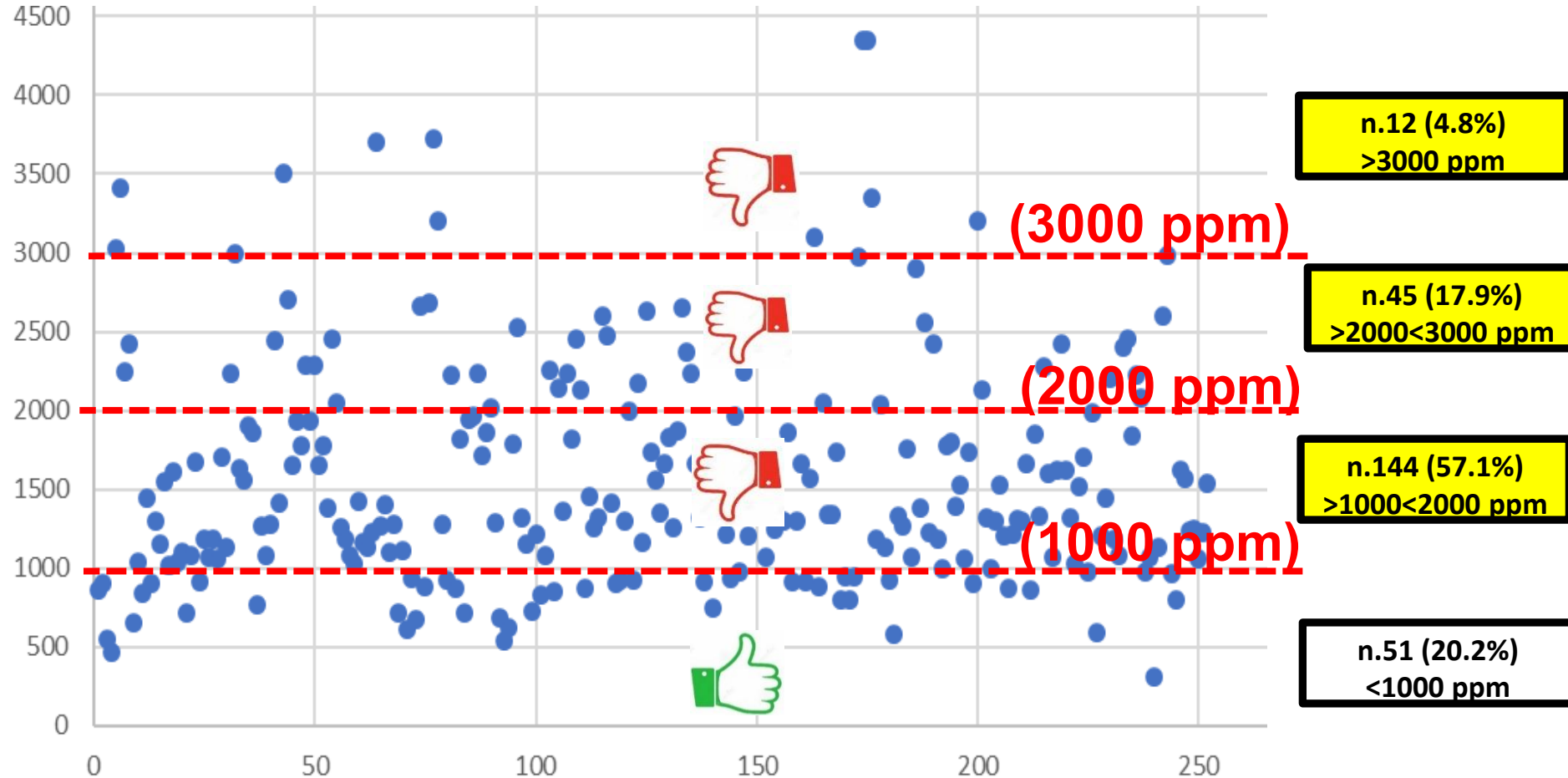


# Valori spot CO2 in 252 aule scolastiche

## Periodo Post Pandemico 2024/2025

(79,8%) 201 Aule su 252 > 1000 ppm

(CO2 ppm)





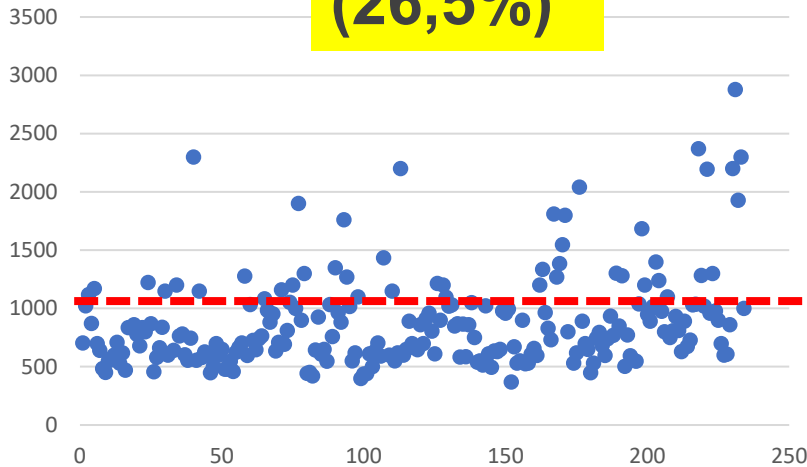
# Valori spot di CO2 a confronto, pre/post pandemia



## Periodo Pandemico 2021/2022

61 Aule su 230 > 1000 ppm

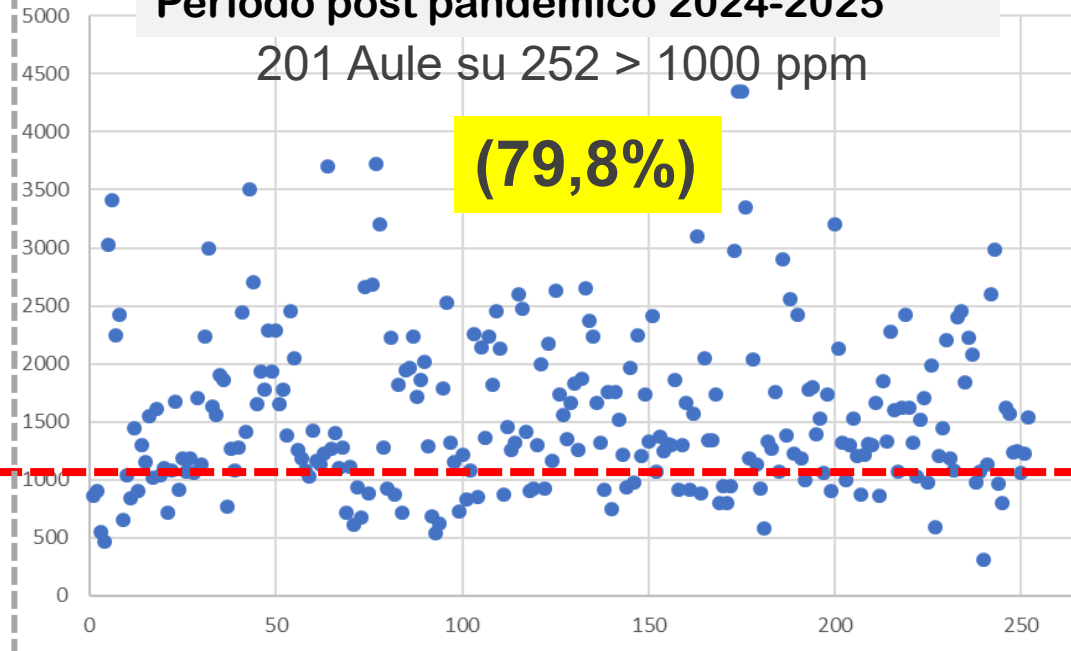
(26,5%)



## Periodo post pandemico 2024-2025

201 Aule su 252 > 1000 ppm

(79,8%)



In Toscana vi sono 465.685 alunni (infanzia, Primarie, Sec 1° e Sec 2°) con 22.163 classi. Considerando tutte le n.482 classi oggetto d'intervento dagli anni 2021 al 2025, gli interventi sono stati eseguiti nel 2,2% delle classi, un campione troppo piccolo ma indicativo di una tendenza a non operare idonei e programmati ricambi d'aria naturali, utilizzando gli infissi.



**La spinta pandemica si è esaurita ed assieme anche i comportamenti virtuosi, dimenticando l'importanza di ricambiare l'aria, in modo programmato e metodico.**

# Conclusioni e proposte di miglioramento

1- La quasi totalità delle scuole visionate (circa il 98%) realizza i ricambi d'aria naturali, utilizzando gli infissi.

Pertanto è necessario che le scuole adottino un

**PROGRAMMA STANDARDIZZATO E QUOTIDIANO PER L'AERAZIONE NATURALE DELLE AULE,** tramite

l'apertura degli infissi, verificandone periodicamente l'attuazione da parte dell'istituto scolastico coinvolgendo tutto il personale docente, non docente e gli alunni. (Da informazioni assunte dal personale ATA nel 50% delle scuole le aule non vengono arieggiate prima dell'inizio delle lezioni alla mattina).

*-Inserimento delle buone pratiche per l'aerazione naturale nei protocolli d'igiene pulizia della scuola. -Realizzazione di infografiche (Poster) sulle metodiche corrette per realizzare efficacemente i ricambi d'aria nelle aule scolastiche.*

2-Verifica della facile manovrabilità in sicurezza di tutte le finestre presenti nelle aule e dove necessario installazione di sistemi di bloccaggio per finestre e porte nella posizione di apertura desiderata.

3-Manutenzione e pulizia degli impianti di ricambio aria dove presenti (meno del 5% delle aule/scuole è risultato dotato di impianto di ricambio aria, rotto/non funzionante/da mantenere in 2 casi su 3).




Regione Toscana

SS1 Azienda USL Toscana nord ovest  
SS1 Azienda USL Toscana centro  
SS1 Azienda USL Toscana sud est

**VADEMECUM PER LA CORRETTA AERAZIONE NATURALE DELLE AULE SCOLASTICHE**  
Il presente Vademecum è stato redatto con lo scopo di fornire utili indicazioni per un regolare ed efficace ricambio d'aria naturale nelle aule, (in assenza di idoneo impianto meccanico di ricambio aria, funzionante) in modo da favorire la diluizione degli inquinanti chimici, fisici e biologici, migliorando le condizioni generali di salubrità dell'aria ed al contempo riducendo la possibilità di contaminazione da batteri e virus sospesi in aerosol come ad esempio il Covid-19.

**IL TEMPO NECESSARIO PER CAMBIARE L'ARIA IN UN LOCALE DIPENDE DA:**

- a) metodo di apertura dell'infisso, le finestre ad anta/battente o scorrevole consentono un ricambio più veloce rispetto alle finestre a ribalta (vasistas);
- b) stagione, in inverno la differenza di temperatura tra interno ed esterno riduce il tempo necessario;
- c) presenza di vento, il vento favorisce il ricambio d'aria più velocemente;
- d) corrente d'aria, che si riesce a creare nella stanza adottando il metodo della ventilazione incrociata/contrapposta (CROSS VENTILATION), aprendo porte e finestre (almeno due ante per ogni aula scelte tra le più distanti tra loro), la porta dell'aula e una porta o finestra nel corridoio.

	<b>VENTILAZIONE SENZA CORRENTE D'ARIA</b> <i>finestre aperte, porta chiusa</i>  Tempo medio necessario al ricambio aria: 4-6 minuti in inverno 25-30 minuti in estate
	<b>VENTILAZIONE CON CORRENTE D'ARIA</b> <i>Finestre, porta aula aperte e finestre corridoio aperte.</i>  Tempo medio necessario al ricambio aria: 2-4 minuti in inverno 12-20 minuti in estate
	<b>NEL CASO D'INFISSO A RIBALTA/VA SISTAS IL TEMPO DI RICAMBIO ARIA AUMENTA:</b> Ventilazione con corrente d'aria: 4-6 min. in inverno; 25-30 in estate  Ventilazione senza corrente d'aria: 30-75 minuti inverno; 3-4 ore estate

**COSA FARE?**  
TENERE APERTE "LEGGERMENTE" E CONTEMPORANEAMENTE UNA O PIÙ ANTE DELLE FINESTRE DELL'AULA, LA PORTA DELL'AULA E LE FINESTRE PORTA NEL CORRIDOIO IN MODO INTERMITTENTE O CONTINUO, COME MISURA FINALIZZATA A MANTENERE UN COSTANTE E CONTINUO INGRESSO D'ARIA DI RINNOVO.  
DURANTE L'INVERNO SE LA TEMPERATURA ESTERNA È MOLTO FREDDA E NON È POSSIBILE LASCIARE APERTE SEMPRE LE FINESTRE E LE PORTE, ANCHE LEGGERMENTE, RIMODULARE LA FREQUENZA E I PERIODI DI APERTURA DELLE STESSA CHE PER COMPENSARE DEVONO ESSERE PIÙ FREQUENTI PROGRAMMANDONE L'APERTURA REGOLARMENTE PER CIRCA 2-4 MINUTI CON IL METODO CON CORRENTE D'ARIA, AFRANDO ALMENO NELLE SEGUENTI OCCASIONI: PRIMA DELL'INIZIO DELLE LEZIONI AL MATTINO E AL POMERIGGIO, OGNI 20-30 MINUTI DI LEZIONE, AL CAMBIO INSEGNANTE E ALL'INTERVALLO RICREATIVO.  
Se la scuola è limitrofa ad una strada ad intenso traffico, evitare l'apertura delle finestre nei momenti di punta.

1

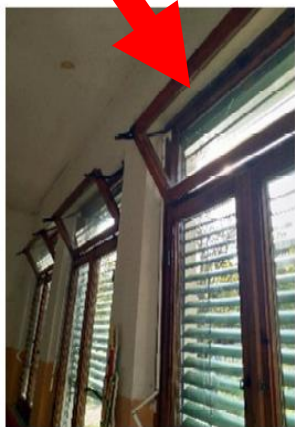
## 4-Utilizzo delle finestre a ribalta sulle porte delle aule, ove presenti.

Alcune scuole (circa il 5-7% del campione) hanno già infissi utilizzabili per una migliore aerazione naturale delle aule, in molti casi mai utilizzati per mancanza di conoscenza sull'importanza di aerare i locali e sulle metodiche.

VASISTAS FINESTRE  
ATRIO/CORRIDOIO



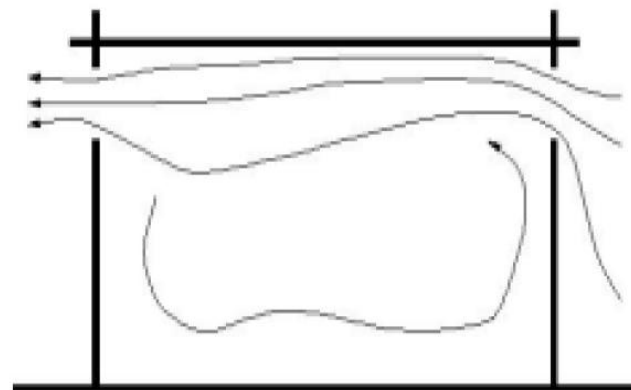
VASISTAS SOPRA  
FINESTRE AULA



VASISTAS SOPRA  
PORTA AULA



ANDAMENTO CORRENTE D'ARIA  
CON RIDOTTO DISCOMFORT  
TERMICO. Rapporto ISS 15/4



## 5-Misure di CO<sub>2</sub>, in autonomia da parte delle scuole



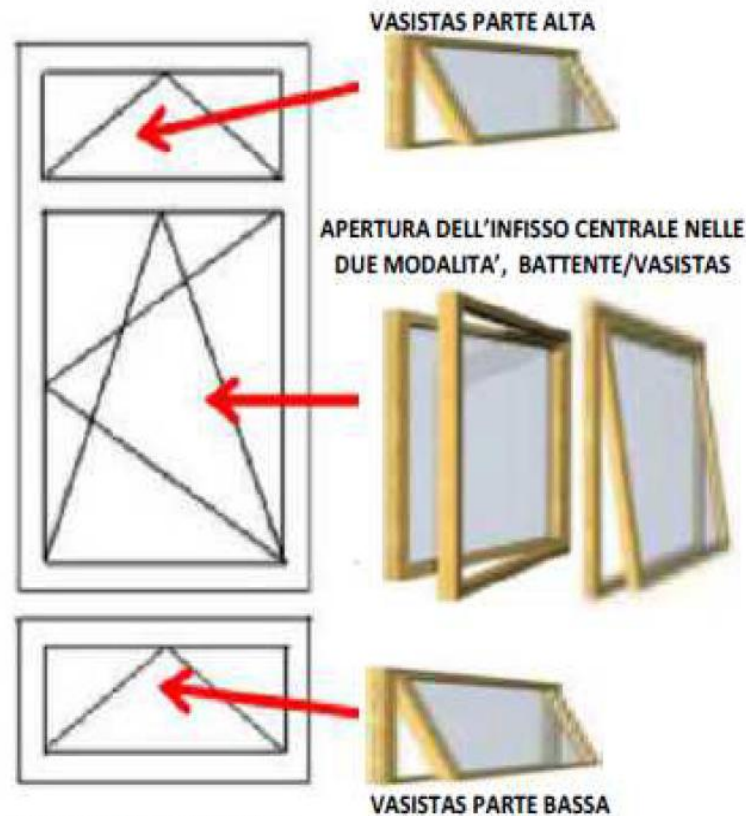
## 6- Suggerimenti in caso di sostituzione degli infissi; *es. di tipologia integrata di infissi efficaci per migliorare i ricambi d'aria e diminuire il discomfort*

(fonte progetto QUAES Bolzano)

Disegni ripresi dalle pubblicazioni ;

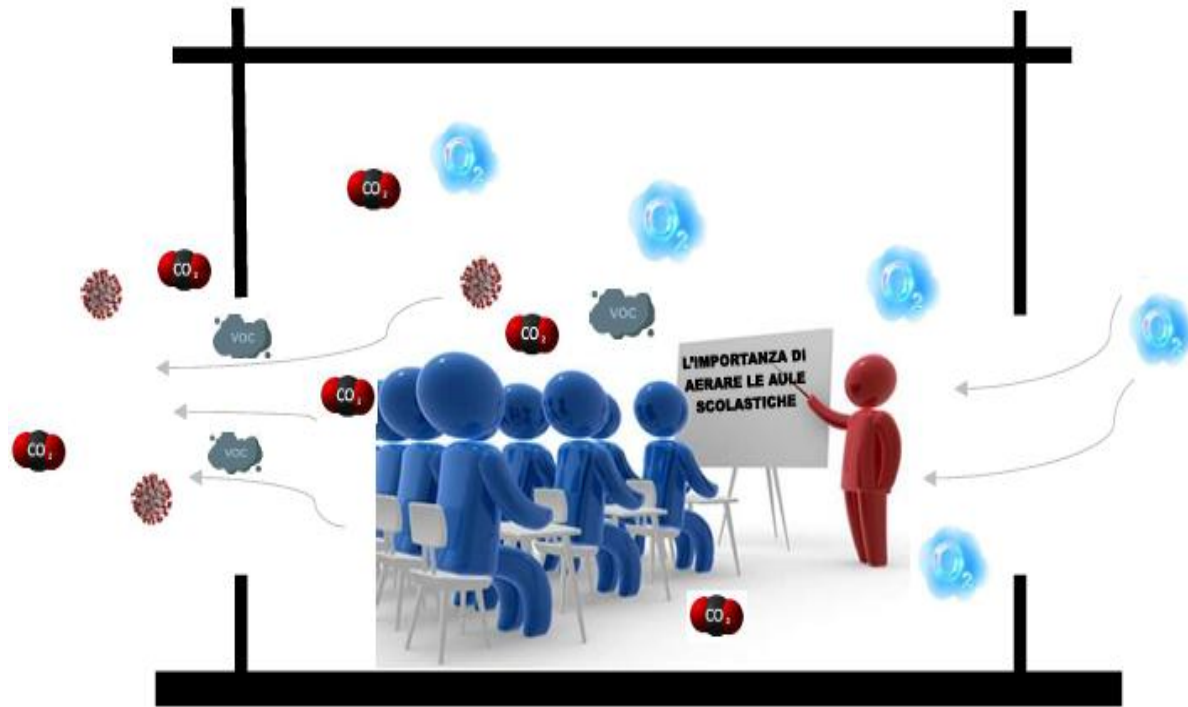
1) Fraunhofer-Institut für Bauphysik, S. Steiger, R. T. Hellwig, Hybride Lüftungssysteme für Schulen, Abschlussbericht zum Förderkennzeichen AZ 0327387A, 2011.

2) Window ventilation efficiency in the case of buoyancy ventilation  
Jorn van Grabeu, Petr Svoboda, Armin Baumler



**N.B.** Molte delle proposte di miglioramento sopra descritte sono comportamenti da modificare le restanti sono sostenibili nel tempo con investimenti di media entità comunque duraturi e senza manutenzione annuale, come la sostituzione di una finestra.

Promuovere e migliorare la salubrità dell'aria indoor, tramite l'apertura programmata degli infissi, come elemento non solo irrinunciabile per la salute ma fondamentale per il benessere in un luogo di vita e di lavoro come la scuola



Grazie per l'attenzione