



20  
24



a

**20-22 MARZO 2024**  
**FORTEZZA DA BASSO**  
**FIRENZE**

# Smartbuilding.edu

TECNOLOGIE PER LA SCUOLA DEL PRESENTE E DEL FUTURO

## Il monitoraggio della qualità dell'aria nei luoghi di studio



**ING. TOMMASO BALSAMO**  
Nanotechnologies & Materials Engineer  
Project Manager

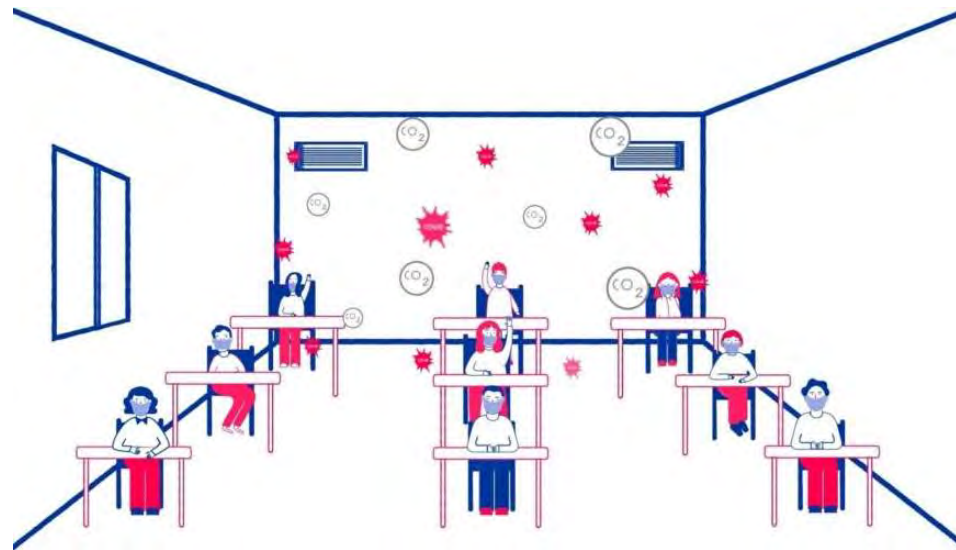


## QUALITA' ARIA INTERNA (IAQ)

“Caratteristica dell’aria trattata che risponde ai requisiti di purezza.

Essa non contiene contaminanti noti tali da arrecare danno alla salute e causare condizioni di malessere per gli occupanti.

I contaminanti, contenuti sia nell’aria di rinnovo che in quella di ricircolo, sono gas, vapori, microrganismi, fumo e altre sostanze particolate.”



## QUALITA' ARIA INTERNA (IAQ)

Attualmente si trascorre fino al **90%** del proprio tempo in **luoghi chiusi**: per questo motivo l'inquinamento indoor risulta essere potenzialmente più pericoloso **dell'inquinamento outdoor**.





## I FATTORI CHE INFLUENZANO L'IAQ



### **SORGENTI INQUINANTI ESTERNE**

Specie gassose/ materiale particolato aerodisperso

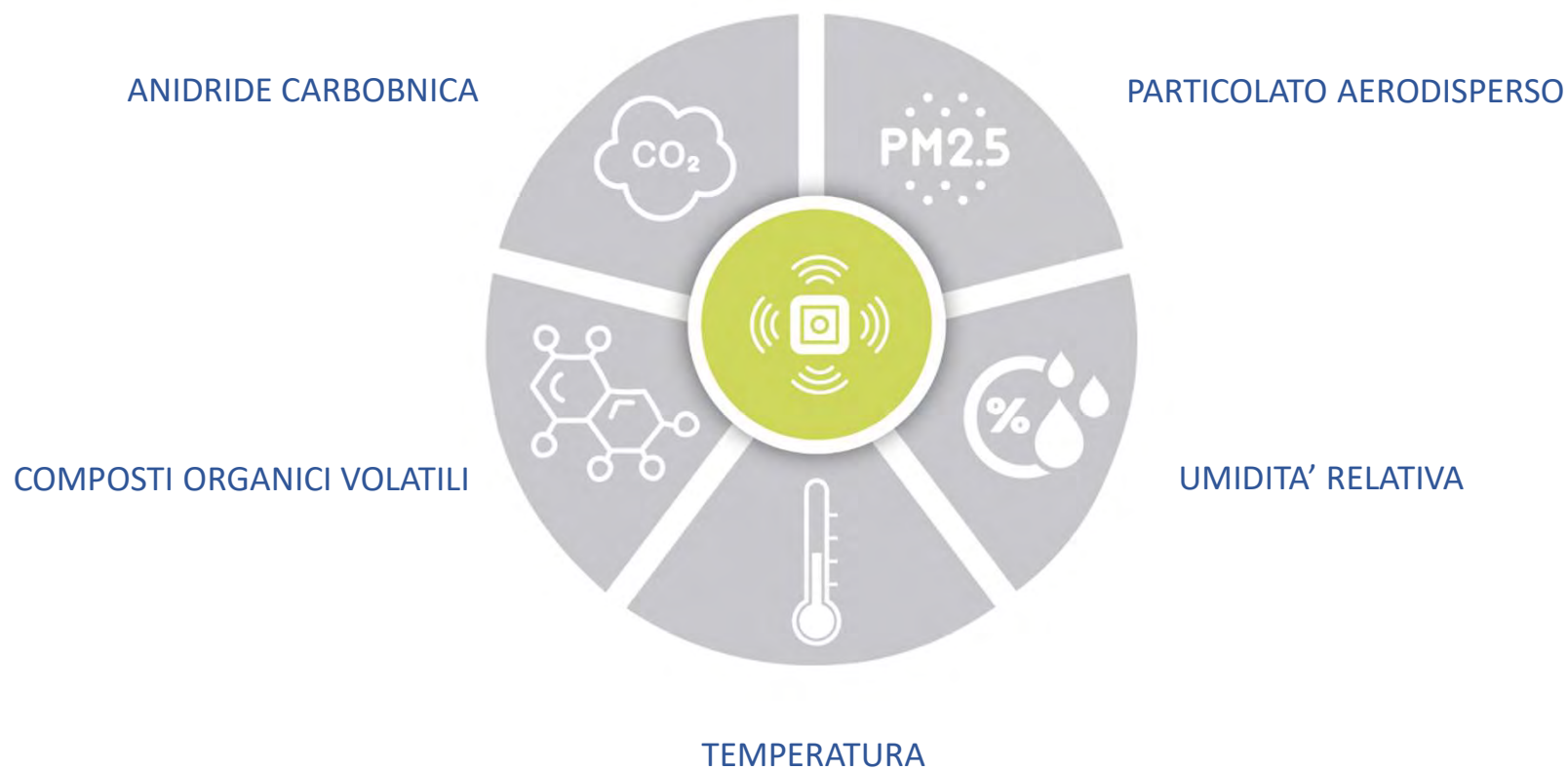
### **AMBIENTE FISICO INTERNO**

Materiali da costruzione / arredamento ...

### **OCCUPANTI**

Trasmissione agenti patogeni/ emissione CO<sub>2</sub> ...

## PRINCIPALI PARAMETRI IAQ



## ANIDRIDE CARBONICA

**CO<sub>2</sub>**: È un gas normalmente presente in ambiente e viene emesso da numerosi processi fisiologici degli esseri viventi o durante processi di combustione. In funzione della sua concentrazione questo gas agisce sulle nostre funzioni fisiche e vitali in molti modi: può modificare la normale ossigenazione del sangue, e quindi di cellule e tessuti, influenzando la frequenza ed il ritmo cardiaco, ed alterare l'acidità dei fluidi del corpo. Elevate concentrazioni di CO<sub>2</sub> negli ambienti chiusi sono responsabili della riduzione delle **capacità cognitive** nelle persone esposte.



## PARTICOLATO AERODISPERSO

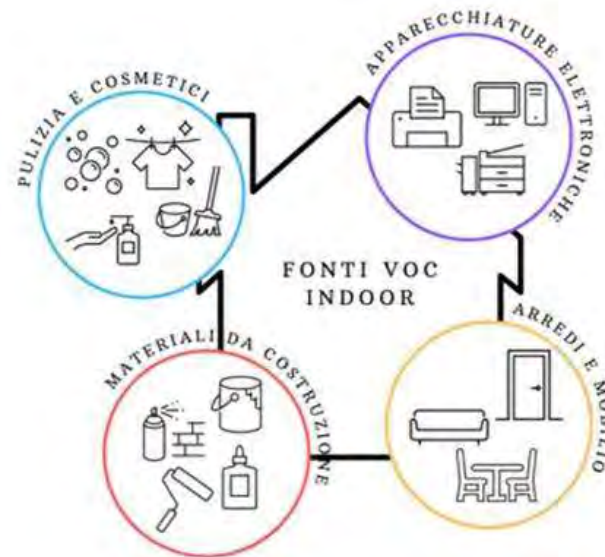
**PM:** Rappresentano l'insieme di particelle che costituiscono l'aerosol in grado di penetrare nell'apparato respiratorio (dal naso alla trachea,  $PM_{10}$  e fino ai polmoni ed alveoli polmonari  $PM_{2.5}$   $PM_1$  UFP). Fanno parte di questi inquinanti sia particelle solide sia particelle liquide, di origine naturale (tra cui materiale di origine biologica) o antropica (derivanti principalmente da processi di combustione da candele, incensi, cottura dei cibi o sistemi di riscaldamento a fiamma viva).  $PM_{10}$  e  $PM_{2.5}$  sono presenti sia a livello industriale che a livello domestico.





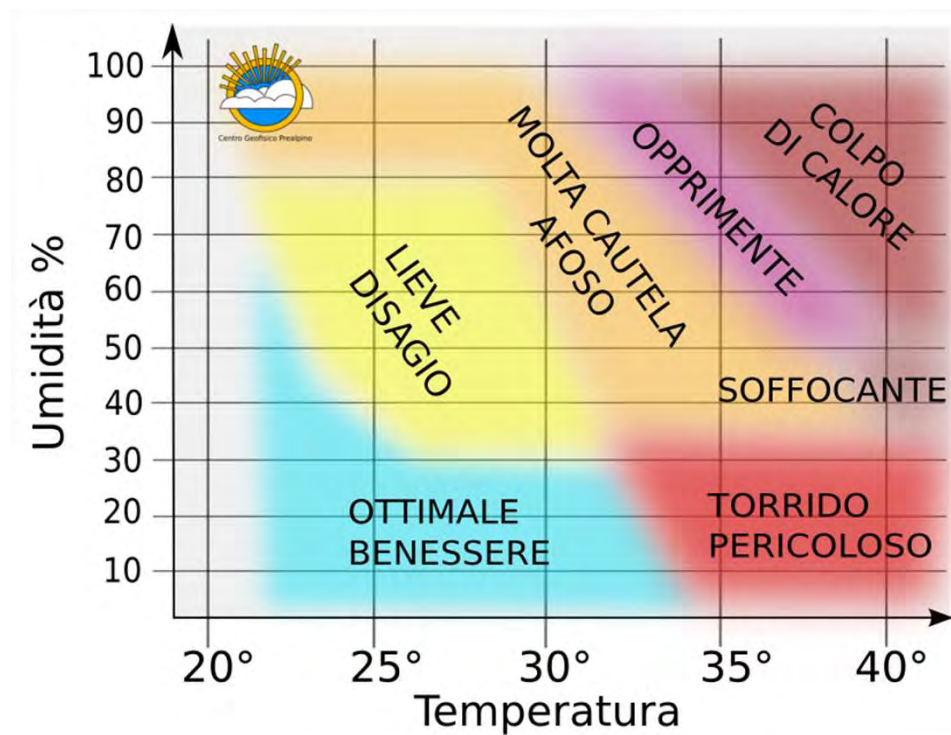
## COMPOSTI ORGANICI VOLATILI

**COV:** Sono una classe molto complessa ed eterogenea di composti, emessi sia da sorgenti naturali (piante) sia da sorgenti antropiche (sostanze contenute in pitture, lacche, pesticidi, prodotti per la pulizia, in alcuni materiali da arredamento, materiali di costruzione). I COV (o VOCs come da acronimo in inglese) sono una, se non la fonte principale di scarsa qualità dell'aria indoor, e alcuni di essi hanno comprovati effetti cancerogeni sull'uomo (Formaldeide -1B UE n.605/2014, Benzene - A1 IARC).



## TEMPERATURA E UMIDITA' RELATIVA

La temperatura e l'umidità relativa vanno a definire il comfort termo-igrometrico. Le condizioni microclimatiche possono costituire un rischio per la salute e influenzano la sensazione di benessere.



## STANDARD DI RIFERIMENTO

- **PM:** Le soglie di PM10 e PM2.5 seguono gli standard dell'Agenzia Europea dell'Ambiente (EEA).
- **VOC:** le soglie VOC si basano sugli standard dell'Agenzia tedesca per l'ambiente (UBA) e dell'Istituto nazionale per la sicurezza e l'igiene sul lavoro (INSHT).
- **CO<sub>2</sub>:** Le soglie di CO<sub>2</sub> non sono regolamentate, ma solo consigliate con valori molto diversi, poiché la CO<sub>2</sub> non rappresenta un rischio diretto per la salute alle concentrazioni abituali negli edifici. Servono solo a stimare l'occupazione e ad agire di conseguenza sul sistema per garantire il comfort diluendo gli odori umani e i bio-effluenti e riducendo il rischio di diffusione di virus. Le nostre soglie di CO<sub>2</sub> sono una combinazione dei livelli di comfort ASHRAE.
- **Comfort termico** (umidità relativa e temperatura): Le indicazioni di comfort termico seguono lo standard ASHRAE 55-1992.

SOGLIE DEI PARAMETRI IAQ

QUALITÀ DELL' ARIA INTERNA	PM1 (ug/m <sup>3</sup> )	PM2.5 (ug/m <sup>3</sup> )	PM10 (ug/m <sup>3</sup> )	VOC (ppb)	VOC (mg/m <sup>3</sup> )	CO2 (ppm)
Excellente	8	10	20	93	0.3	550
Buona	16	20	40	310	1	800
Discreta	20	25	50	929	3	1300
Scarsa	40	50	100	3097	10	2500
Pessima	1600	2000	4000	29206	94.3	5000

(I valori sono "fino a", cioè PM10 è scarsa da 51 a 100, e pessima da 101 a 4000).



Eccellente



Buono



Discreto



Scarso



Pessimo

## QUADRO NORMATIVO IN ITALIA

- Con il DM 18/12/1975 “Norme tecniche aggiornate relative all’edilizia scolastica” prevede specifiche portate di ricambio orarie e la norma UNI 10339 (1995) sugli impianti aeraulici che, nel caso specifico delle scuole, definisce i valori minimi di ricambio aria per alunno presente all’interno dell’aula.
- Con il D.M. 8/04/1998 viene instaurata la «Commissione tecnico-scientifica per l’elaborazione di proposte d’intervento in materia di inquinamento indoor»
- Nel 2000 la commissione invia al Ministro della Sanità il suo report «Piano nazionale di prevenzione per la tutela e la promozione della salute negli ambienti confinati»
- Il 27/09/2001 viene stipulato l’accordo tra il Ministero della salute, le Regioni e le Province autonome «Linee guida per la tutela e la promozione della salute negli ambienti confinati.»
- Il 16/01/2003 viene approvata la legge n. 3/2003 «Disposizioni ordinamentali in materia di pubblica amministrazione» in cui, a partire dal 10/01/2005 diventa vietato fumare nei luoghi pubblici chiusi.
- Il 01/06/2006 il tecnico per la sicurezza nei luoghi di lavoro delle Regioni e Province autonome presenta il documento «Linee guida su microclima, aerazione e illuminazione nei luoghi di lavoro».
- Il 09/04/2008 viene approvato il Decreto Legislativo 81/08 «Testo Unico sulla Salute e Sicurezza nei Luoghi di Lavoro» dove viene menzionata la responsabilità del datore del lavoro e dell’RSPP sull’attenzione alla qualità dell’aria.
- Il 23/06/2022 viene approvato il decreto CAM il quale ribadisce come sia necessario garantire l’adeguata qualità dell’aria interna in tutti i locali abitabili tramite la realizzazione di impianti di ventilazione meccanica, con riferimento alle norme vigenti.



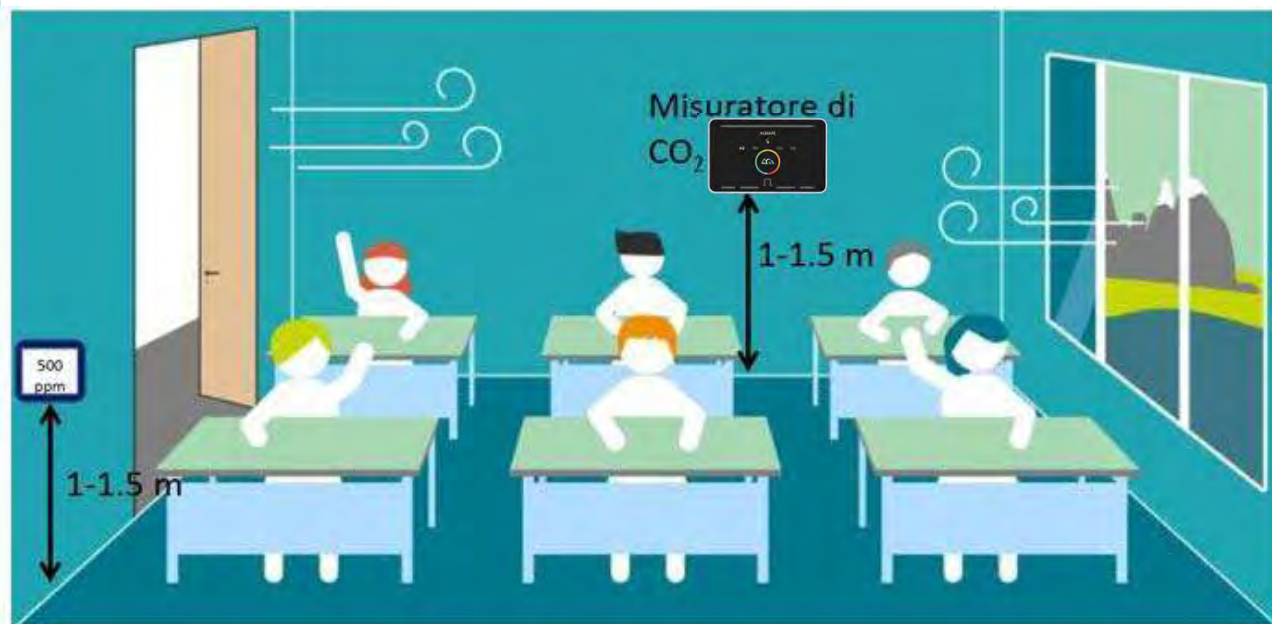
## DPCM 26 luglio 2022: scuole, le linee guida per l'aria indoor

Il DPCM 26 luglio 2022 si pone in particolare l'obiettivo di fornire indicazioni operative relativamente a specifiche tecniche in merito all'adozione di dispositivi mobili di purificazione e impianti fissi di aerazione; standard minimi di qualità dell'aria negli ambienti scolastici e in quelli confinati degli stessi edifici. Il richiamo alla necessità di monitorare la qualità dell'aria negli ambienti scolastici e le indicazioni fornite volte al controllo e miglioramento della IAQ vanno a comprendere un ampio ventaglio di soluzioni tecniche e organizzative, quali:

- **misurazione degli inquinanti;**
- **ottimizzazione dei ricambi dell'aria attraverso ventilazione meccanica ma anche naturale;**
- **implementazione di apparecchi/ dispositivi di sanificazione;**
- **igienizzazione e purificazione dell'aria.**



IL MOTIVO PER IL QUALE E' IMPORTANTE MONITORARE LA QUALITA' DELL'ARIA



GRAZIE



Phone +39 0245482147

[www.aircontrolclima.it](http://www.aircontrolclima.it)

[info@aircontrolclima.it](mailto:info@aircontrolclima.it)

Via Colico, 10 20158 Milan, Italy







20  
24



a

**20-22 MARZO 2024**  
**FORTEZZA DA BASSO**  
**FIRENZE**

# Smartbuilding.edu

TECNOLOGIE PER LA SCUOLA DEL PRESENTE E DEL FUTURO



## L'importanza di rinnovare l'aria nei luoghi di studio



**ING. TOMMASO BALSAMO**  
Nanotechnologies & Materials Engineer  
Project Manager

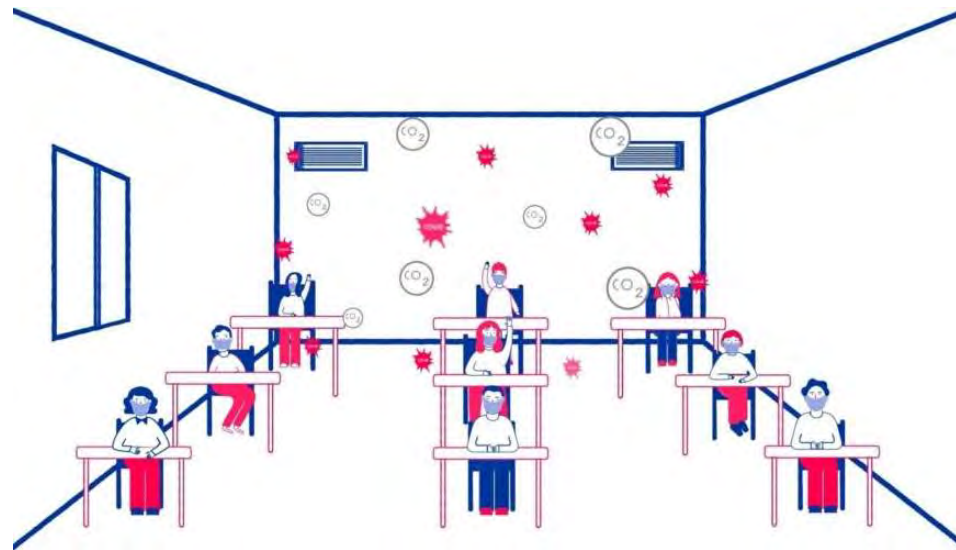


## QUALITA' ARIA INTERNA (IAQ)

“Caratteristica dell’aria trattata che risponde ai requisiti di purezza.

Essa non contiene contaminanti noti tali da arrecare danno alla salute e causare condizioni di malessere per gli occupanti.

I contaminanti, contenuti sia nell’aria di rinnovo che in quella di ricircolo, sono gas, vapori, microrganismi, fumo e altre sostanze particolate.”



## QUALITA' ARIA INTERNA (IAQ)

Attualmente si trascorre fino al **90%** del proprio tempo in **luoghi chiusi**: per questo motivo l'inquinamento indoor risulta essere potenzialmente più pericoloso **dell'inquinamento outdoor**.



## L'importanza di rinnovare l'aria nei luoghi di studio

Nel 1998 l'EPA (Environmental Protection Agency - USA), attraverso l'IEMB (Indoor Environment Management Branch) ha confrontato il **livello di concentrazione/esposizione** a numerosi inquinanti dell'aria registrato in ambiente indoor con il livello registrato in ambiente outdoor. L'analisi dei dati ha confermato che le **concentrazioni indoor** rispetto a quelle outdoor sono generalmente **da 1 a 5 volte maggiori**.

### AMBIENTE OUTDOOR



X 1 Inquinante

### AMBIENTE INDOOR



X 5 Inquinanti

## EFFETTI SULLA SALUTE

Assenza degli alunni:  
correlazione tra cattiva qualità dell'aria interna  
e frequenza alle lezioni

+1000 ppm



CO2- aumento di  
livello

+10÷20%



Assenza

Effetti sulla salute  
legati alla mancanza di ventilazione



Mal di testa  
Aumento degli attacchi di asma e  
dei farmaci  
Problemi respiratori  
Tosse  
Rinite  
Sintomi della mucosa



## QUADRO NORMATIVO IN ITALIA

- Con il DM 18/12/1975 “Norme tecniche aggiornate relative all’edilizia scolastica” prevede specifiche portate di ricambio orarie e la norma UNI 10339 (1995) sugli impianti aeraulici che, nel caso specifico delle scuole, definisce i valori minimi di ricambio aria per alunno presente all’interno dell’aula.
- Con il D.M. 8/04/1998 viene instaurata la «Commissione tecnico-scientifica per l’elaborazione di proposte d’intervento in materia di inquinamento indoor»
- Nel 2000 la commissione invia al Ministro della Sanità il suo report «Piano nazionale di prevenzione per la tutela e la promozione della salute negli ambienti confinati»
- Il 27/09/2001 viene stipulato l’accordo tra il Ministero della salute, le Regioni e le Province autonome «Linee guida per la tutela e la promozione della salute negli ambienti confinati.»
- Il 16/01/2003 viene approvata la legge n. 3/2003 «Disposizioni ordinamentali in materia di pubblica amministrazione» in cui, a partire dal 10/01/2005 diventa vietato fumare nei luoghi pubblici chiusi.
- Il 01/06/2006 il tecnico per la sicurezza nei luoghi di lavoro delle Regioni e Province autonome presenta il documento «Linee guida su microclima, aerazione e illuminazione nei luoghi di lavoro».
- Il 09/04/2008 viene approvato il Decreto Legislativo 81/08 «Testo Unico sulla Salute e Sicurezza nei Luoghi di Lavoro» dove viene menzionata la responsabilità del datore del lavoro e dell’RSPP sull’attenzione alla qualità dell’aria.
- Il 23/06/2022 viene approvato il decreto CAM il quale ribadisce come sia necessario garantire l’adeguata qualità dell’aria interna in tutti i locali abitabili tramite la realizzazione di impianti di ventilazione meccanica, con riferimento alle norme vigenti.

## DPCM 26 luglio 2022: scuole, le linee guida per l'aria indoor

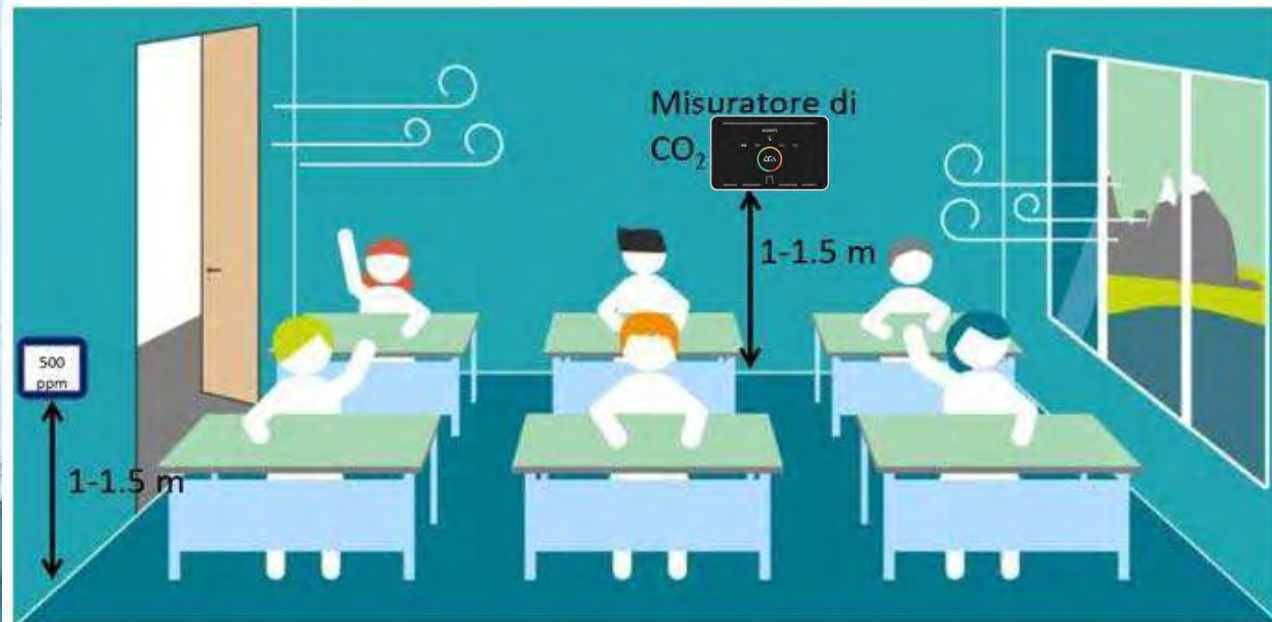
Il DPCM 26 luglio 2022 si pone in particolare l'obiettivo di fornire indicazioni operative relativamente a specifiche tecniche in merito all'adozione di dispositivi mobili di purificazione e impianti fissi di aerazione; standard minimi di qualità dell'aria negli ambienti scolastici e in quelli confinati degli stessi edifici. Il richiamo alla necessità di monitorare la qualità dell'aria negli ambienti scolastici e le indicazioni fornite volte al controllo e miglioramento della IAQ vanno a comprendere un ampio ventaglio di soluzioni tecniche e organizzative, quali:

- **misurazione degli inquinanti;**
- **ottimizzazione dei ricambi dell'aria attraverso ventilazione meccanica ma anche naturale;**
- **implementazione di apparecchi/ dispositivi di sanificazione;**
- **igienizzazione e purificazione dell'aria.**

## PER PRIMA COSA MISURIAMO

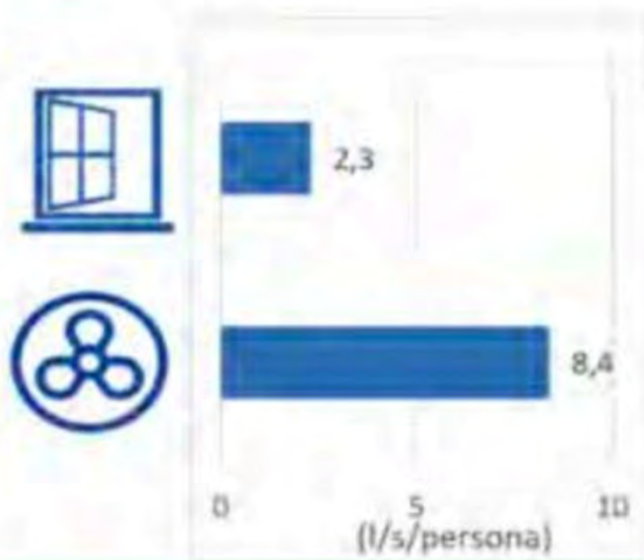
Normalmente negli ambienti scolastici, l'inquinamento è causato essenzialmente dalle persone.

La concentrazione di anidride carbonica (CO<sub>2</sub>) può essere utilizzata come indicatore della qualità della ventilazione e della qualità dell'aria, anche perché gli effetti degli altri bio-effluenti (odori corporei) possono essere correlati alle concentrazioni di CO<sub>2</sub>. Pertanto, diversi regolamenti e standard stabiliscono valori dei livelli di concentrazione di CO<sub>2</sub> per decidere l'accettabilità della ventilazione interna.

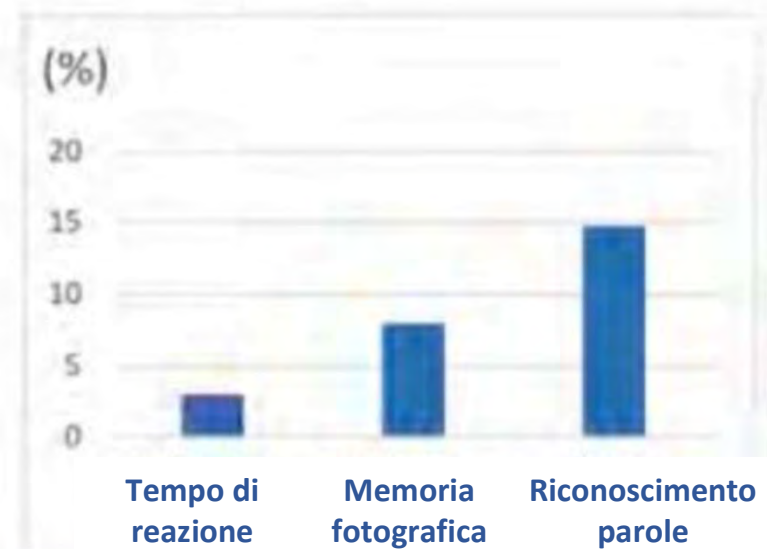


## VENTILAZIONE NATURALE E MECCANICA

a) Differenza nel rapporto di ventilazione:  
confronto tra la finestra con utilizzo manuale e  
un sistema di ventilazione meccanica bilanciata



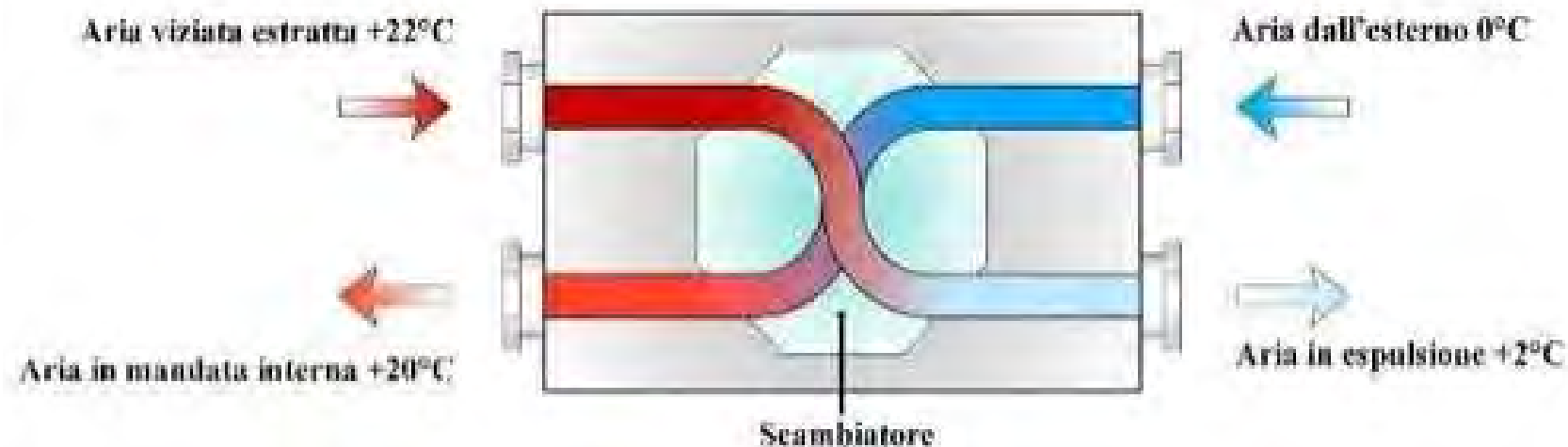
b) Miglioramento % dei risultati dei test con  
l'aumento della portata di ventilazione  
da 1 → 8 l/s/persona



## RISPARMIO ENERGETICO

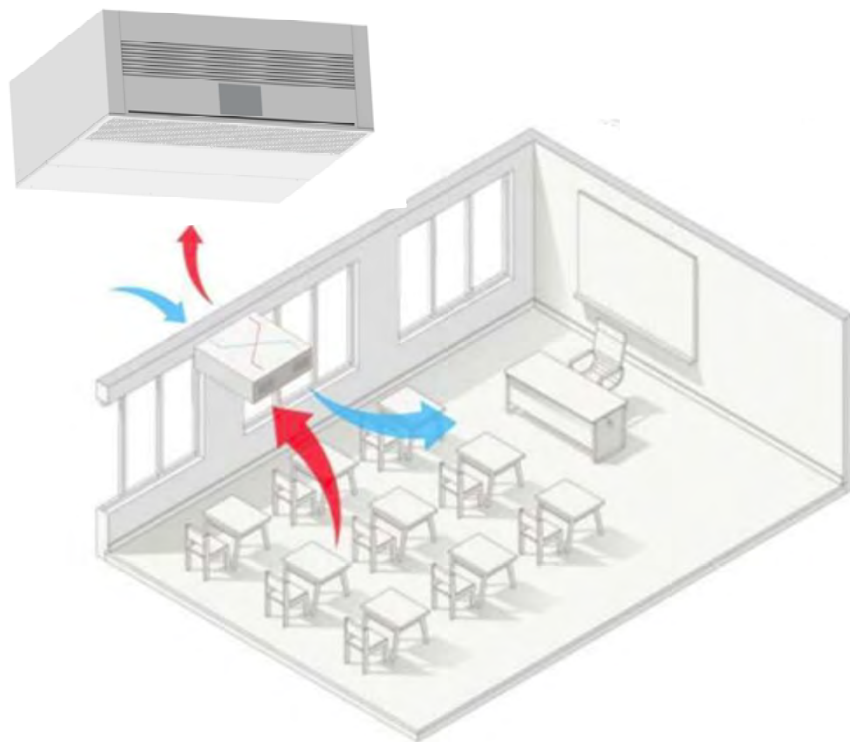
La VMC grazie allo scambiatore di calore permette di rinnovare l'aria conservando la maggior parte dell'energia/calore.

Esempio in inverno:

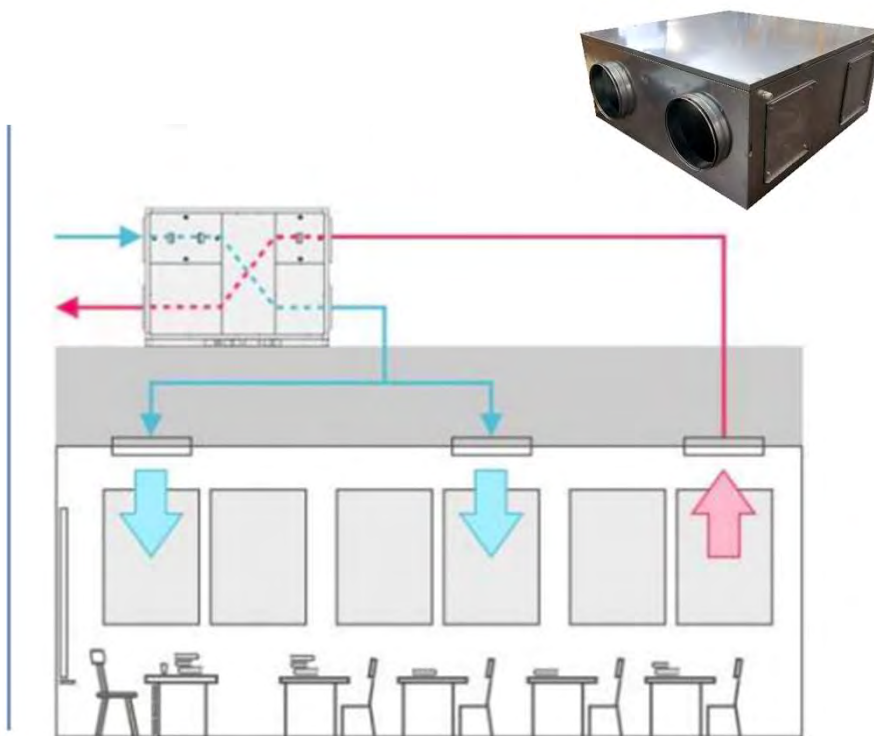


## TIPOLOGIE DI VENTILAZIONE MECCANICA

DECENTRALIZZATO



CENTRALIZZATO





## UNI EN 16798-1:2019

- Metodo 1: metodo basato sulla qualità dell'aria percepita
- Metodo 2: metodo basato sul valore limite di concentrazione di un inquinante di riferimento
- Metodo 3: metodo basato su valori di portata predefiniti





**RESPIRA MEGLIO,  
RICAMBIA L'ARIA!**

GRAZIE



Phone +39 0245482147

[www.aircontrolclima.it](http://www.aircontrolclima.it)

[info@aircontrolclima.it](mailto:info@aircontrolclima.it)

Via Colico, 10 20158 Milan, Italy





20  
24



a

**20-22 MARZO 2024**  
**FORTEZZA DA BASSO**  
**FIRENZE**

# Smartbuilding.edu

TECNOLOGIE PER LA SCUOLA DEL PRESENTE E DEL FUTURO

## La sanificazione attiva dell'aria nei luoghi ad alta frequentazione



**ING. TOMMASO BALSAMO**  
Nanotechnologies & Materials Engineer  
Project Manager





## QUALITA' ARIA INTERNA (IAQ)

Attualmente si trascorre fino al **90%** del proprio tempo in **luoghi chiusi**: per questo motivo l'inquinamento indoor risulta essere potenzialmente più pericoloso **dell'inquinamento outdoor**.



## I FATTORI CHE INFLUENZANO L'IAQ



### **SORGENTI INQUINANTI ESTERNE**

Specie gassose/ materiale particolato aerodisperso

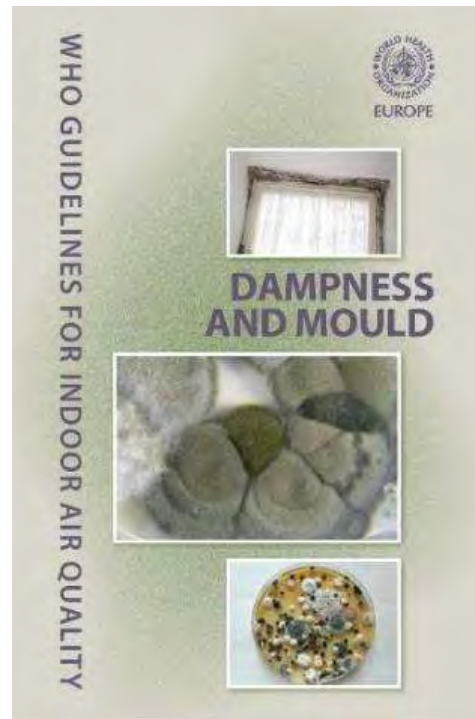
### **AMBIENTE FISICO INTERNO**

Materiali da costruzione / arredamento ...

### **OCCUPANTI**

Trasmissione agenti patogeni/ emissione CO<sub>2</sub> ...

## SINDROME DELL'EDIFICIO MALATO



### “SINDROME DELL'EDIFICIO MALATO”

L'inquinamento da polveri sottili, polvere, polline, fibre e spore può rendere davvero difficile la vita a chi soffre di **allergie** (danni alle mucose oculari, alla cute, all'apparato respiratorio) accelerando inoltre il deterioramento delle apparecchiature presenti all'interno dei locali.

Batteri, virus e funghi, potenzialmente patogeni, sono la causa di **contaminazione di malattie**.

## QUADRO NORMATIVO IN ITALIA

- Con il DM 18/12/1975 “Norme tecniche aggiornate relative all’edilizia scolastica” prevede specifiche portate di ricambio orarie e la norma UNI 10339 (1995) sugli impianti aeraulici che, nel caso specifico delle scuole, definisce i valori minimi di ricambio aria per alunno presente all’interno dell’aula.
- Con il D.M. 8/04/1998 viene instaurata la «Commissione tecnico-scientifica per l’elaborazione di proposte d’intervento in materia di inquinamento indoor»
- Nel 2000 la commissione invia al Ministro della Sanità il suo report «Piano nazionale di prevenzione per la tutela e la promozione della salute negli ambienti confinati»
- Il 27/09/2001 viene stipulato l’accordo tra il Ministero della salute, le Regioni e le Province autonome «Linee guida per la tutela e la promozione della salute negli ambienti confinati.»
- Il 16/01/2003 viene approvata la legge n. 3/2003 «Disposizioni ordinamentali in materia di pubblica amministrazione» in cui, a partire dal 10/01/2005 diventa vietato fumare nei luoghi pubblici chiusi.
- Il 01/06/2006 il tecnico per la sicurezza nei luoghi di lavoro delle Regioni e Province autonome presenta il documento «Linee guida su microclima, aerazione e illuminazione nei luoghi di lavoro».
- Il 09/04/2008 viene approvato il Decreto Legislativo 81/08 «Testo Unico sulla Salute e Sicurezza nei Luoghi di Lavoro» dove viene menzionata la responsabilità del datore del lavoro e dell’RSPP sull’attenzione alla qualità dell’aria.
- Il 23/06/2022 viene approvato il decreto CAM il quale ribadisce come sia necessario garantire l’adeguata qualità dell’aria interna in tutti i locali abitabili tramite la realizzazione di impianti di ventilazione meccanica, con riferimento alle norme vigenti.

## DPCM 26 luglio 2022: scuole, le linee guida per l'aria indoor

Il DPCM 26 luglio 2022 si pone in particolare l'obiettivo di fornire indicazioni operative relativamente a specifiche tecniche in merito all'adozione di dispositivi mobili di purificazione e impianti fissi di aerazione; standard minimi di qualità dell'aria negli ambienti scolastici e in quelli confinati degli stessi edifici. Il richiamo alla necessità di monitorare la qualità dell'aria negli ambienti scolastici e le indicazioni fornite volte al controllo e miglioramento della IAQ vanno a comprendere un ampio ventaglio di soluzioni tecniche e organizzative, quali:

- **misurazione degli inquinanti;**
- **ottimizzazione dei ricambi dell'aria attraverso ventilazione meccanica ma anche naturale;**
- **implementazione di apparecchi/ dispositivi di sanificazione;**
- **igienizzazione e purificazione dell'aria.**



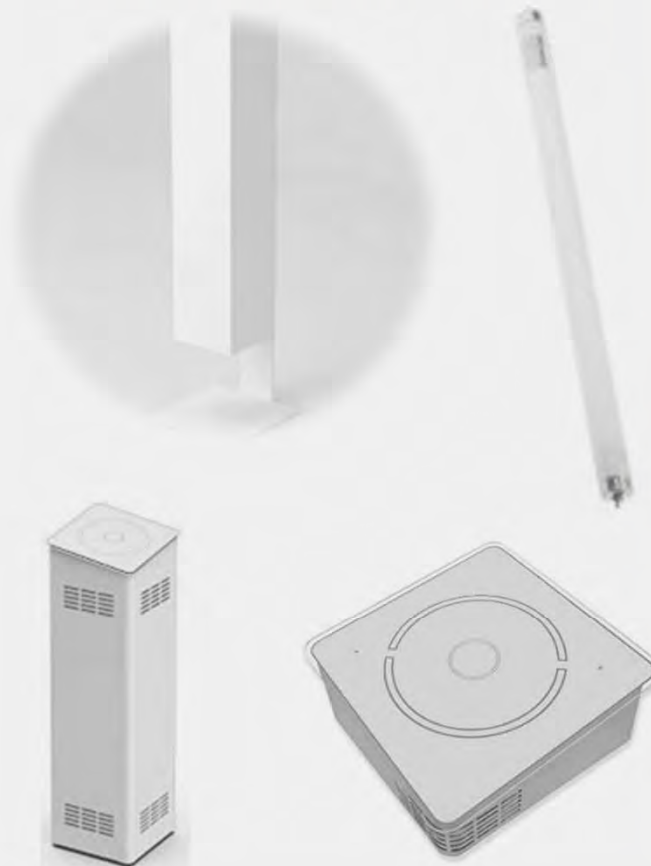
## Purificatori d'aria

Tradizionali per  
filtrazione polveri



## Sanificatori Passivi

Biocidi (lampade UVC)



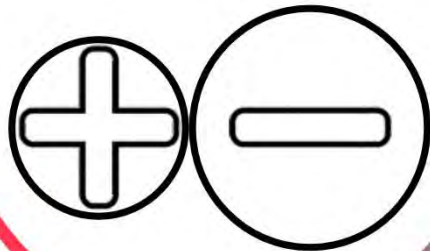
## Sanificatori Attivi

Biocidi PCO™



LE TECNOLOGIE DI SANIFICAZIONE DELL'ARIA

IONIZZAZIONE



La ionizzazione è un processo che consente di generare ioni, positivi e negativi, che caricano elettricamente il particolato rendendolo più grossolano. Inoltre, recenti studi hanno dimostrato un'azione battericida.

UV-C

raggi ultravioletti



L'UV-C è una radiazione elettromagnetica, la cui energia è tale da inattivare batteri, virus e microrganismi, modificandone il DNA o RNA.

FOTOCATALISI  
OSSIDATIVA

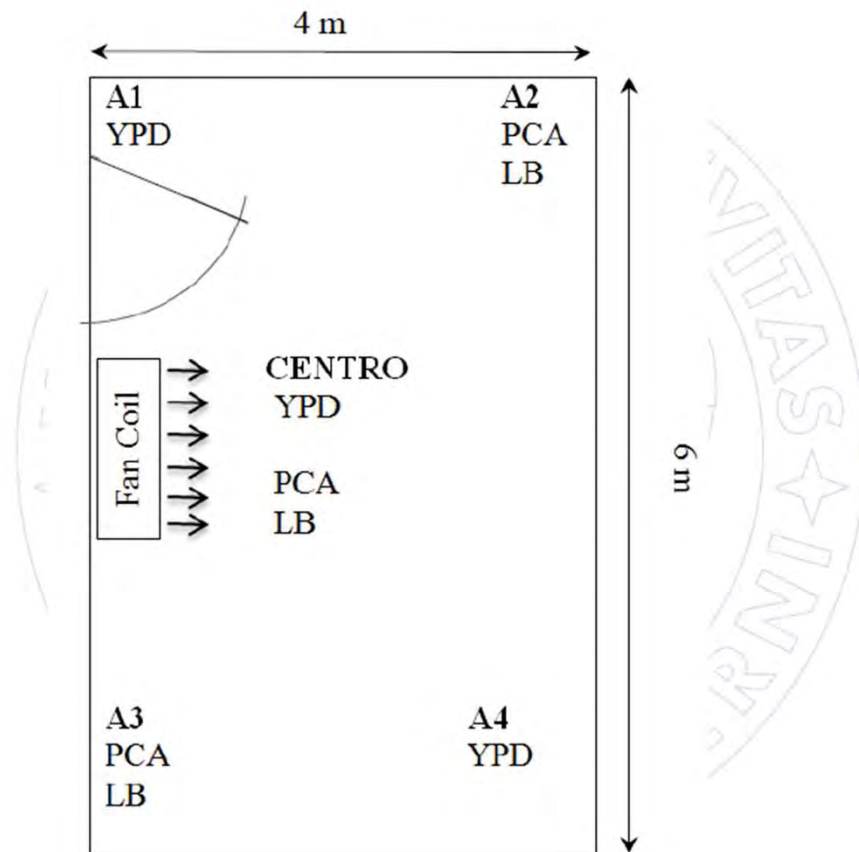
PCO



Chiamata anche PCO, è un processo fotochimico grazie al quale si ha un'azione battericida e si riesce a migliorare la qualità dell'aria.

## CASO STUDIO: AULA UNIVERSITARIA

SCHEMA DELLA STANZA E POSIZIONE DELLE PIASTRE POSTE IN ESSA



Il dipartimento di ingegneria industriale dell'università degli studi di Salerno, dispone di laboratori certificati secondo la norma UNI EN ISO 9001-2000, dotati di strumenti analitici avanzati e impianti pilota per lo studio dei materiali e dei nanomateriali, l'analisi di processo, la sperimentazione di nuove tecnologie e materiali.

Le prove effettuate hanno dimostrato che il sistema fotocatalitico fornito da Air Control è riuscito a limitare significativamente la crescita dei microrganismi aerodispersi presenti nell'ambiente investigato su terreni di coltura di tipo LB, PCA e YPD.



**L'European Medical Association (EMA)** è un'organizzazione senza scopo di lucro che consente ai medici europei di partecipare a una rete chiave e contribuire allo sviluppo dell'assistenza sanitaria europea.

Il 6 Giugno 2021 l'EMA valuta e dichiara che i prodotti Air Control con la tecnologia **PCO™ DUST FREE®** soddisfano i criteri di qualità, salubrità e tutela della salute.



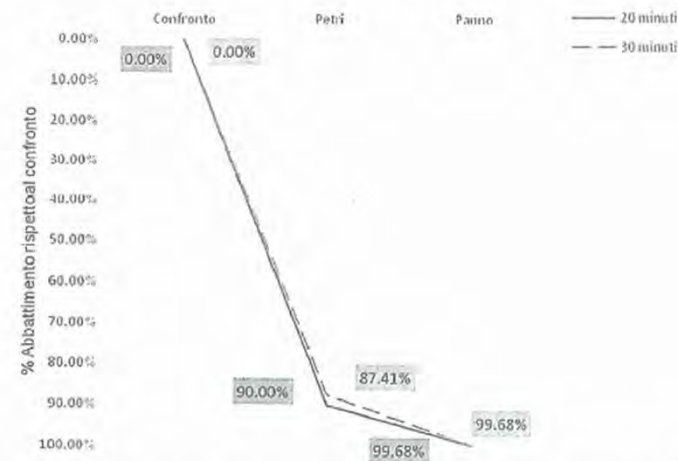
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO  
DIPARTIMENTO DI SCIENZE BIOMEDICHE E CLINICHE "LUIGI SACCO"



TEST SU SARS-CoV-2



Abbattimento % del SARS-CoV-2 tramite tecnologia Dust Free



PROTOCOLLO DI VALUTAZIONE DELL'ATTIVITA' VIRUCIDA DEL DISPOSITIVO NEVOLA SU SARS-CoV-2

Dipartimento di Scienze biomediche e cliniche "Luigi Sacco"  
Via G.B. Grassi, n°74 - 20157 Milano, Italy

8  
*[Handwritten signatures]*

GRAZIE



Phone +39 0245482147

[www.aircontrolclima.it](http://www.aircontrolclima.it)

[info@aircontrolclima.it](mailto:info@aircontrolclima.it)

Via Colico, 10 20158 Milan, Italy

