



QAES - Qualità dell'Aria negli Edifici Scolastici

Le soluzioni del progetto QAES per le scuole dell'Alto Adige.



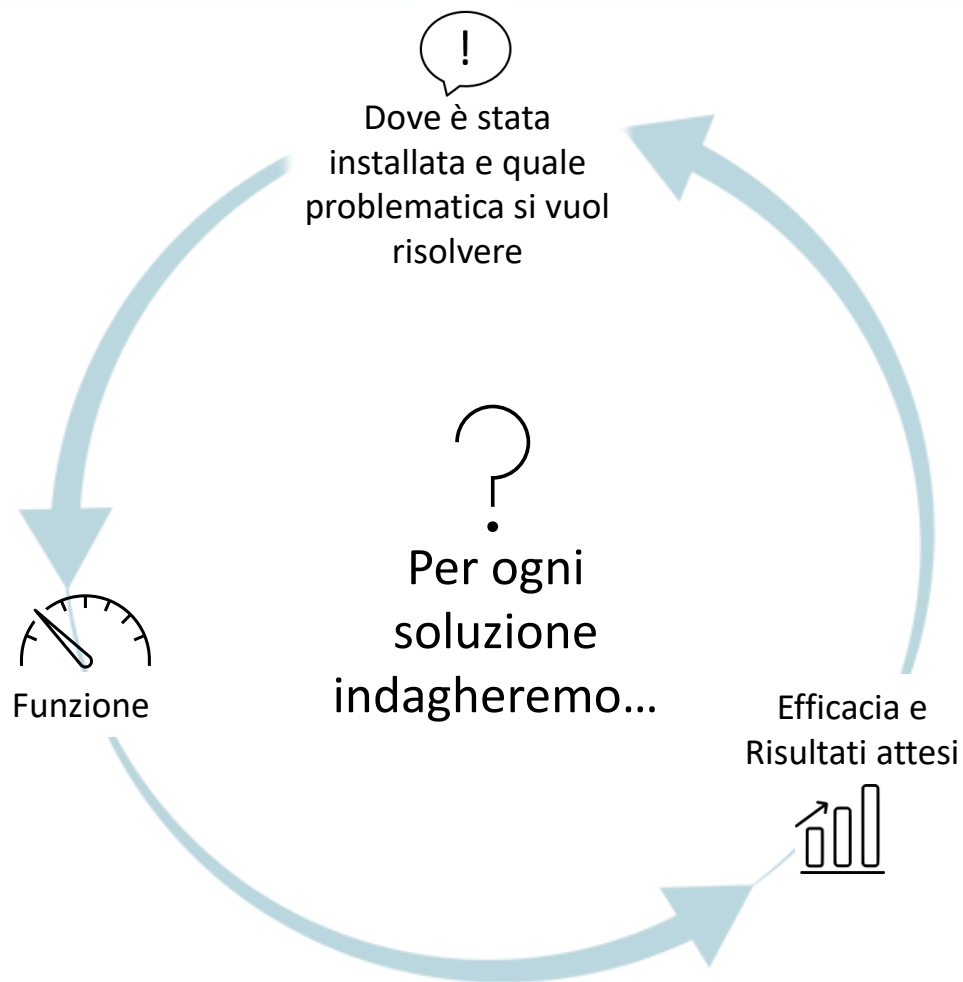
Programma di Cooperazione Interreg V A "Italia – Svizzera 2014-2020"
Progetto "Qualità dell'Aria negli Edifici Scolastici - QAES" (ID n. 613474)

Francesca Avella, Eurac Research



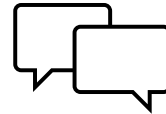
Struttura della presentazione

1. Panoramica delle fasi che hanno portato alla scelta delle soluzioni.
2. Requisiti delle soluzioni.
3. Introduzione alle soluzioni suddivise per gruppi:
 - Sistemi di monitoraggio
 - Purificatori d'aria
 - Sistemi di ricambio d'aria
4. Presentazione delle soluzioni:
 - Dove è stata installata e quale problematica si vuol risolvere;
 - Funzione;
 - Efficacia e risultati attesi.
5. Conclusioni





Bando indetto da IDM
con presentazione
progetto e requisiti
richiesti per le
soluzioni



Risposta delle
aziende
interessate



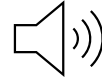
Scelta delle soluzioni
in base ai requisiti
ricercati



QAES



Basso impatto
estetico/architettonico



Basso impatto
acustico



Tempi di installazione
ridotti



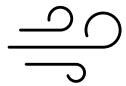
Replicabilità in altri edifici
scolastici



Requisiti delle
soluzioni
QAES



Costi di manutenzione
ridotti



Garanzia delle portate di
ventilazione necessarie alla
diluizione degli inquinanti rilevati
nelle aule



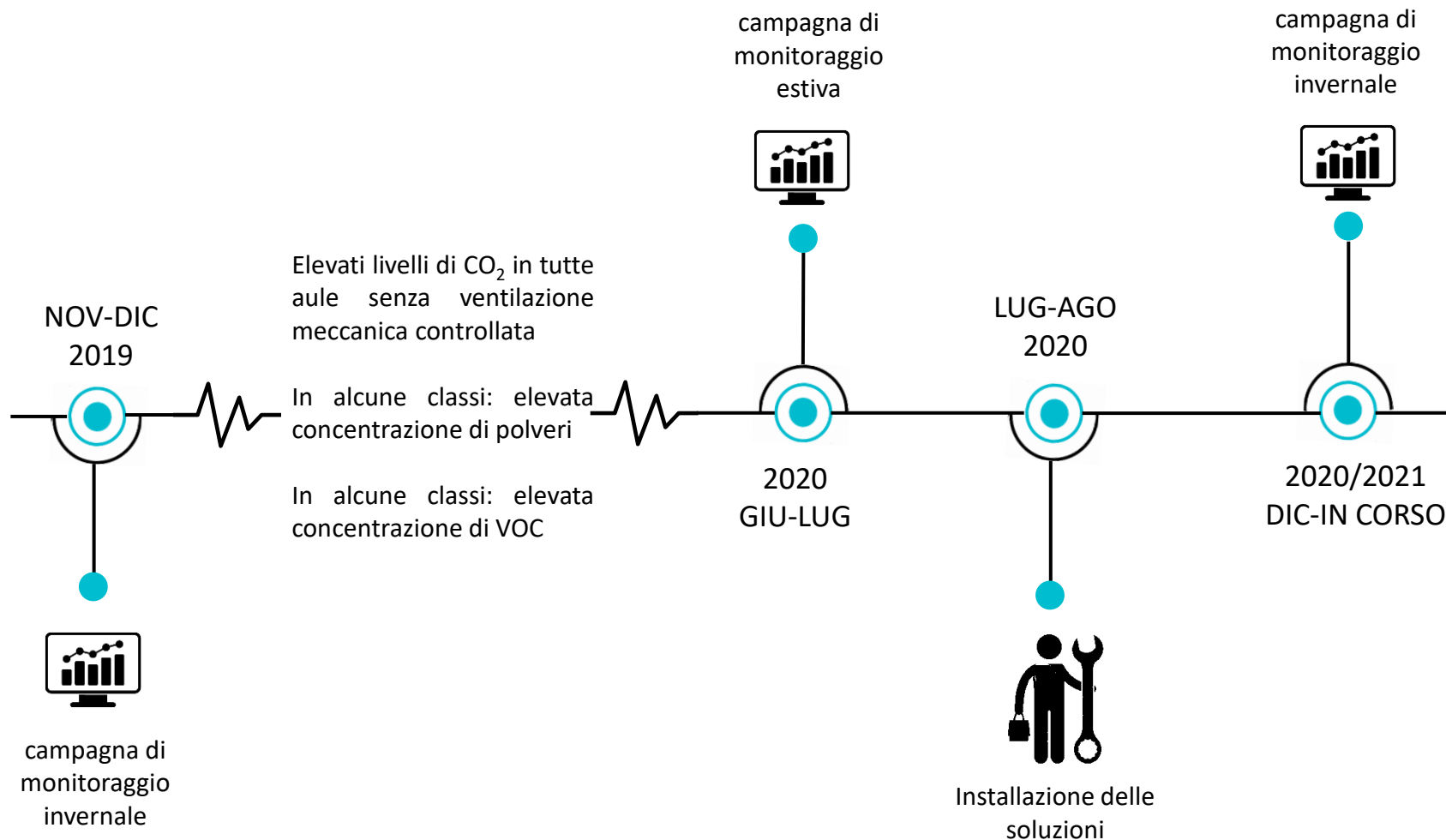
Costi di fornitura e
installazione contenuti



Alte prestazioni
energetiche

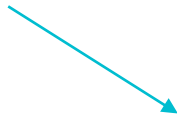


QAES





Soluzioni progettuali QAES



SISTEMI DI RICAMBIO ARIA

- Macchina di ventilazione decentralizzata drexel & weiss aeroschool 600.
- Sostituzione serramenti.

SISTEMI DI MONITORAGGIO

Dispositivi con sistema di allerta

- Dispositivo Fybra_FBP per il monitoraggio della qualità dell'aria con sensore che segnala quando aprire le finestre e per quanto tempo.
- Sistema di gestione dell'edificio (BMS) Kblue/Würth incluso monitoraggio della qualità dell'aria.

Sistemi di monitoraggio

- Dispositivi AirCare ProPlus per il monitoraggio della qualità dell'aria.

PURIFICATORI D'ARIA

Attivi

- Aspirapolvere e purificatore d'aria con filtro ad acqua Delphin S8.
- Sistema di depurazione dell'aria Genano 350.

Passivi

- Totem theBreath per purificazione aria costituito da tessuto adsorbente passivo
- StoColor Climasan: pittura fotocatalitica che si pone l'obiettivo di purificare l'aria negli ambienti grazie all'illuminazione artificiale e naturale.

!! Tutte le soluzioni sono in fase di test e la loro reale efficacia verrà indagata al termine della campagna di monitoraggio e in base alla risposta degli utenti.



SISTEMI DI MONITORAGGIO: Dispositivi con sistema di allerta



Sistema di gestione dell'edificio (BMS) Kblue/Würth per sistema domotico ETH di Kblue incluso monitoraggio della qualità dell'aria.



Il dispositivo è stato installato in una scuola superiore dell'Alto Adige in cui sono stati riscontrati **alti valori di CO2** nelle ore in cui viene svolta lezione.

L'aula ha quindi bisogno di essere **ventilata** allo scopo di ristabilire una **buona qualità dell'aria interna**.

FONTE IMMAGINE: <https://www.kblue.eu/prodotto/eth-web/>



Il sistema di gestione dell'edificio ha le seguenti funzioni:

Monitora **temperatura, umidità relativa, qualità dell'aria (VOC) e biossido di carbonio (CO₂)**. Inoltre ha un sensore **PIR** per rilevare dati su presenza di persone, e correlare i dati alla presenza effettiva.



Aula con:

macchina di ventilazione decentralizzata

1. Tramite modBUS legge i dati di della VMC.
 - la VMC è in funzione;
 - il bypass non è attivo;
 - le finestre sono aperte.
2. Il sistema notifica con segnale LED luminoso:



chiudere le finestre
per ridurre le
dispersioni termiche



Aula con:

sensori finestre

1. Lettura dei parametri grazie all'accesso a database dedicato;
2. In base a determinate soglie dei parametri, il sistema notifica con segnale LED luminoso:



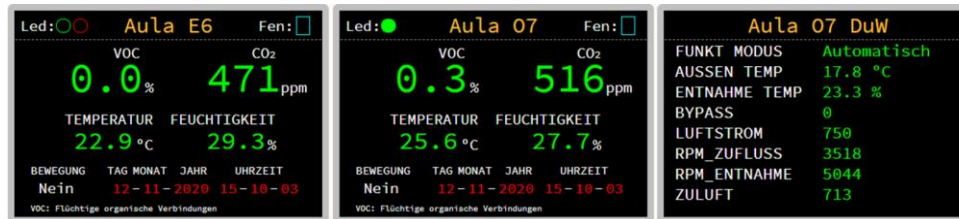
chiudere le finestre
per ridurre le
dispersioni termiche



aprire le finestre
per ridurre la
concentrazione di
contaminanti



Collegamento a interfaccia software per la visualizzazione dei dati da remoto.



Il sistema ETH di Kblue, azienda del gruppo Würth:

- Può implementare tutte le logiche di cui si necessita;
- È in grado di dialogare, controllare e gestire il funzionamento di tutti i dispositivi collegati svolgendo funzioni di programmazione, controllo e diagnostica del sistema.
- Permette di confrontare l'efficacia della macchina di ventilazione a fronte di una ventilazione naturale 'guidata' (in due diverse aule).
- Grazie al sistema di allerta che comunica quando è il momento di aprire o chiudere le finestre, garantirebbe il ricambio d'aria necessario a mantenere una buona qualità dell'aria.
- Può considerarsi uno strumento didattico che sensibilizza al tema della qualità dell'aria interna.



Dispositivo Fybra FBP



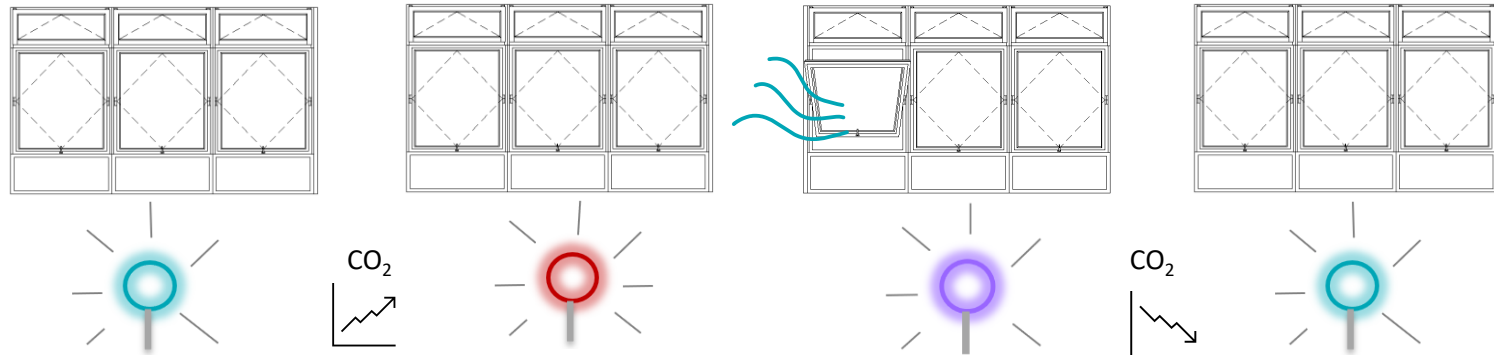
Il dispositivo è stato installato in più scuole dell'Alto Adige, in cui sono stati riscontrati **alti valori di CO₂** nelle ore in cui viene svolta lezione.

L'aula ha quindi bisogno di essere **ventilata** allo scopo di ristabilire una **buona qualità dell'aria interna**.



Fybra è un sensore smart, dotato di intelligenza artificiale, nato per migliorare la qualità dell'aria nelle aule scolastiche fornendo uno strumento educativo digitale.

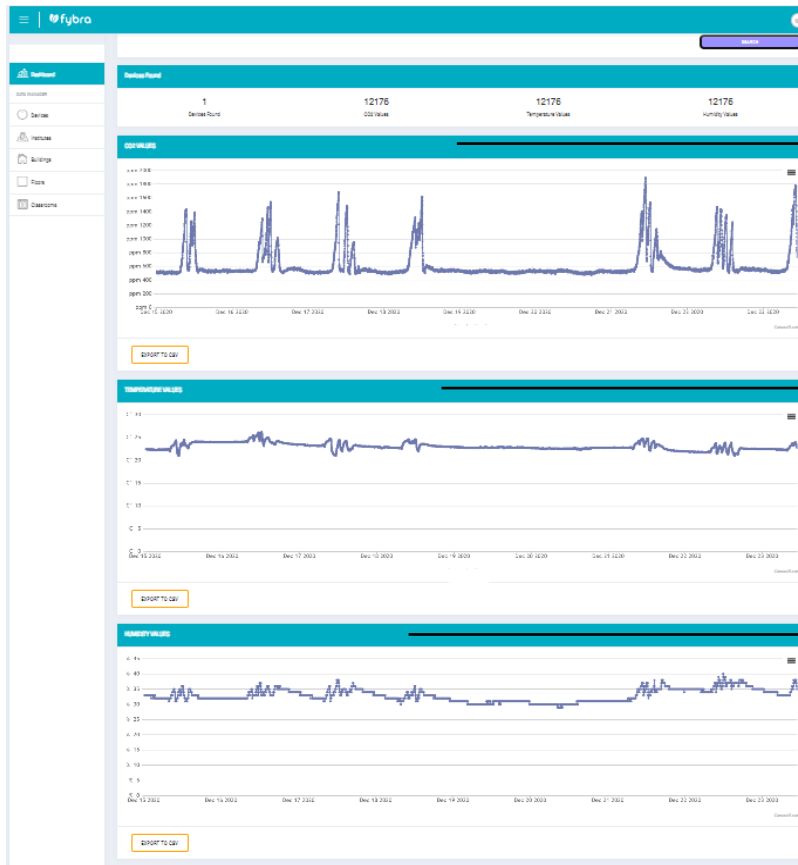
1. Il dispositivo monitora in maniera costante la **CO₂, temperatura interna e umidità relativa**.
2. Invia i dati ad un server esterno dove vengono elaborati attraverso un **algoritmo di intelligenza artificiale**.
3. Ad elaborazione eseguita, vengono inviati dei segnali che si traducono in una **colorazione del dispositivo**.



4. Il dispositivo impara autonomamente i comportamenti dei parametri monitorati creando di prevederne l'andamento nel tempo. In questo modo sa in anticipo **quando** l'aria è deteriorata e per **quanto** tempo aprire le finestre evitando così inutili dispersioni termiche.



Collegamento in cloud via Wi-Fi o GSM sulla piattaforma/app «my Fybra» per la visualizzazione dei dati da remoto, visualizzazione storico e creazione di report.



Andamento CO₂

Andamento temperatura interna

Andamento umidità relativa

FONTE IMMAGINE: <https://fybra.app/#/pages/dashboard>



Fybra:

- Grazie al sistema di allerta che comunica quando è il momento di aprire o chiudere le finestre, garantirebbe il ricambio d'aria necessario a mantenere una buona qualità dell'aria.
- Può considerarsi uno strumento didattico che sensibilizza al tema della qualità dell'aria interna.
- Permette l'elaborazione dei dati grazie alla piattaforma/app consentendo quindi la creazione di report a scopo di ricerca.

Le campagne di monitoraggio QAES in corso permetteranno di verificare l'efficacia della soluzione.



SISTEMI DI MONITORAGGIO



Dispositivi AirCare ProPlus per il monitoraggio della qualità dell'aria



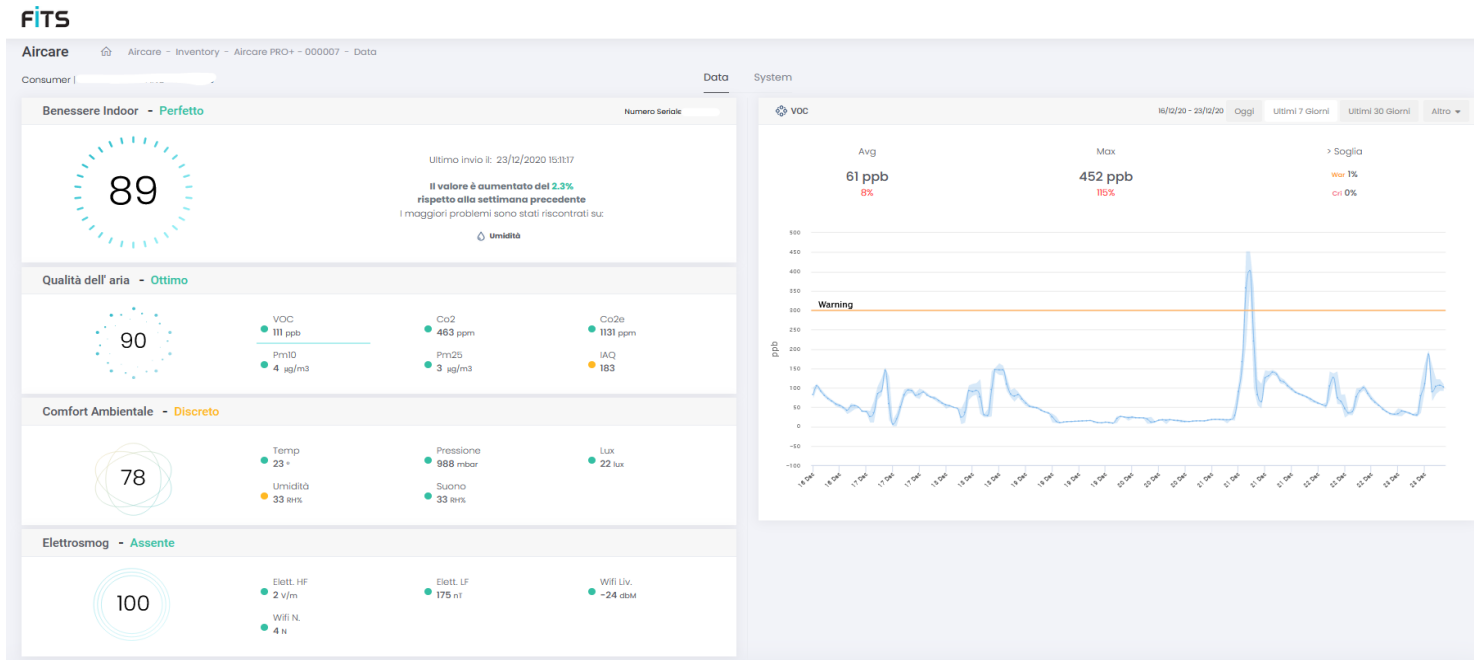
Il sistema è stato installato in un asilo e in una scuola superiore in Alto Adige.

Tra gli obiettivi quello di confrontare le performance di due edifici con utilizzo simile, in quanto entrambe scuole, ma con caratteristiche progettuali e costruttive differenti.



Aircare® Pro+ è un piccolo dispositivo IoT progettato allo scopo di migliorare il benessere indoor attraverso il **monitoraggio della qualità dell'aria, del comfort ambientale e dell'inquinamento elettromagnetico** grazie alla presenza al suo interno di **15 sensori** che monitorano alcuni degli inquinanti indoor più comuni come **CO₂, VOC, PM 2.5, PM 10**.

Collegamento alla piattaforma/app FITS per la visualizzazione dei dati da remoto, visualizzazione storico e creazione di report.



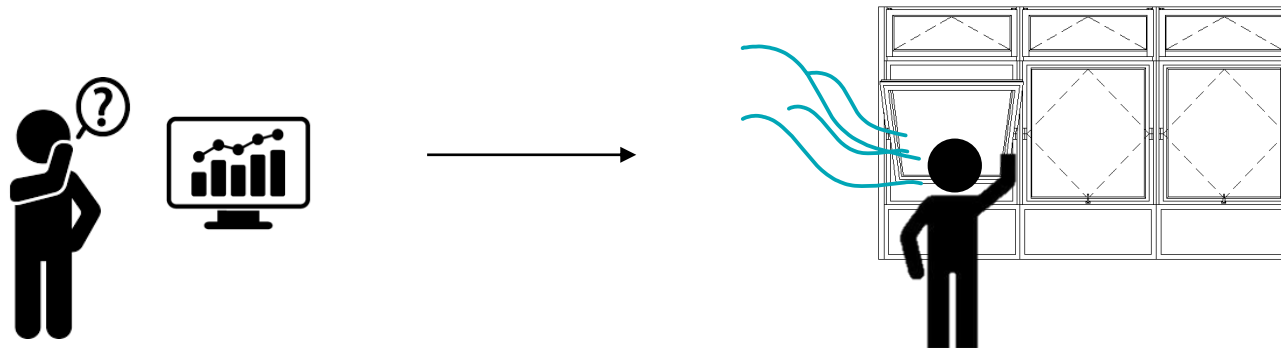
Fonte immagine: <https://fits.harपालia.it/aircare>



Aircare® Pro+:

- Non è possibile conoscere nell'immediato il momento esatto per effettuare un ricambio d'aria.
- La consultazione regolare della **piattaforma/app FITS** però permette di avere un quadro generale dell'andamento della qualità dell'aria portando nel tempo a comportamenti volti a ripristinare una buona qualità dell'aria interna.
- Permette l'elaborazione dei dati grazie alla piattaforma/app FITS consentendo quindi la creazione di report a scopo di ricerca

Le campagne di monitoraggio QAES in corso permetteranno di verificare l'efficacia della soluzione.





SISTEMI DI RICAMBIO ARIA



Sistema di ventilazione meccanica decentralizzato con recuperatore di calore «aeroschool 600» di drexel und weiss



dispositivo è stato installato in una scuola superiore dell'Alto Adige in cui sono stati riscontrati **alti valori di CO2** nelle ore in cui viene svolta lezione.

L'aula ha quindi bisogno di essere **ventilata** allo scopo di ristabilire una **buona qualità dell'aria interna**.



'aeroschool 600' è un' apparecchio di **ventilazione meccanica controllata decentralizzato** studiato appositamente per gli ambienti scolastici.

- Modula la portata di ventilazione fino a 800 m³/ora in funzione della concentrazione di CO₂
- É dotato di un recuperatore di calore e permette il raffrescamento notturno
- Certificata PHI: se ben progettata non vi è nessun rischio di tiraggio nella zona occupata e livello di pressione sonora nel locale di installazione < 30 dB(A)



La macchina di ventilazione:

- Permette di regolare le portate in base alla concentrazione di CO₂
- Presenta un silenziatore acustico integrato
- Basso impatto estetico
- Brevi tempi di installazione (1 ½ giorni)
- Permette l'integrazione con il sistema BMS di Kblue grazie al modulo modBUS

L'efficacia della macchina di ventilazione meccanica in termini di qualità dell'aria verrà valutata anche confrontando l'utilizzo corretto della ventilazione naturale all'interno della classe in cui è presente il solo sistema Kblue che suggerisce l'apertura delle finestre per consentire un corretto ricambio d'aria.



Sensori KBlue

Sensore di:

- Temperatura
- Umidità Relativa
- CO₂
- VOC

→ Sensore di presenza

Led:

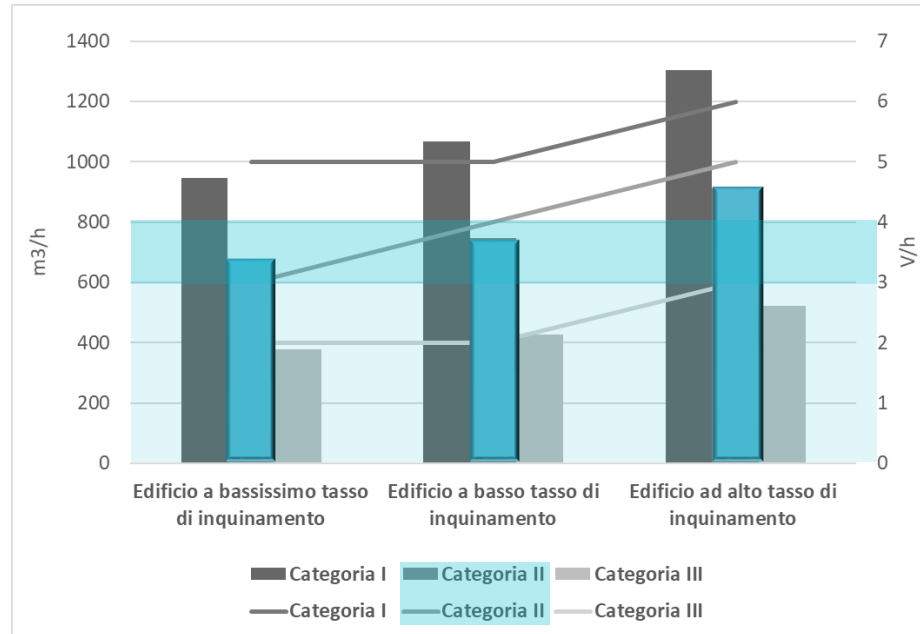
Verde → chiudere le finestre
Rosso → aprire le finestre

Sensori VMC drexel und weiss

→ Sensore di CO₂

→ Interfaccia per l'utente

→ mostra tramite luce LED il livello di velocità/portata impostato



Portate di aria garantite da 'Aeroschool 600'

Categorie di qualità dell'aria UNI EN 16798-1.



Nell'aula in cui è stata installata la macchina di ventilazione, è stato effettuato uno studio teorico preliminare sulle portate di aria minime necessarie a garantire una buona qualità dell'aria interna in base al numero di alunni e dei materiali utilizzati (secondo la UNI EN 16798-1).

L'utilizzo della macchina di ventilazione 'Aeroschool 600' garantisce le portate di aria necessarie per portare un qualunque edificio in categoria II (categoria accettabile di IAQ).



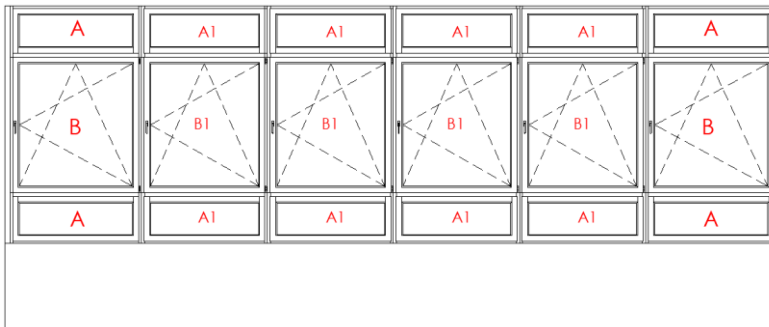
Sostituzione serramenti



Uno studio preliminare della qualità dell'aria interna in una classe di una scuola dell'Alto Adige, ha permesso di evidenziare come un intervento di sostituzione delle finestre possa permettere di migliorare la qualità dell'aria interna, limitando i consumi e permettendo una configurazione ottimale delle stesse conforme alla destinazione d'uso dell'ambiente.

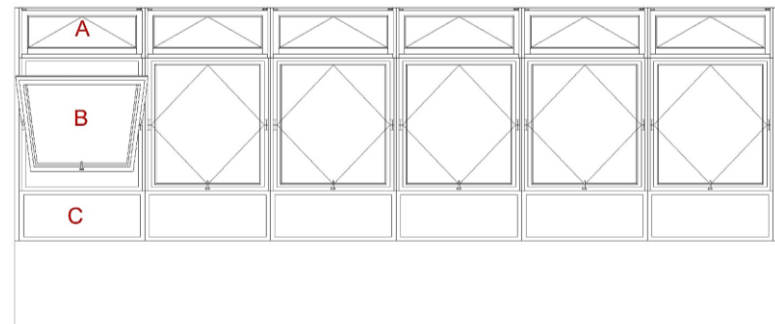


prima



A = fisse
 B= battente o vasisats

dopo



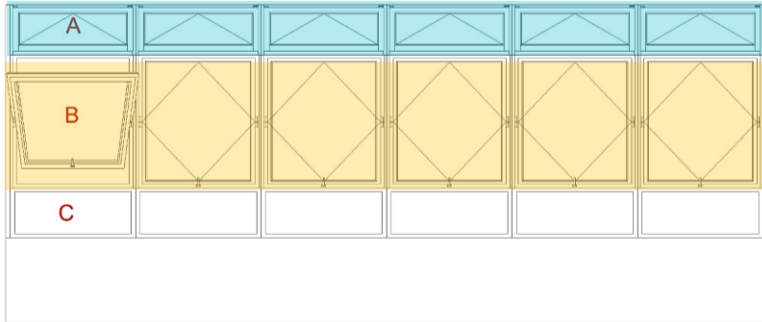
A = a vasistas automatizzate
 B= a bilico
 C=fisse



QAES



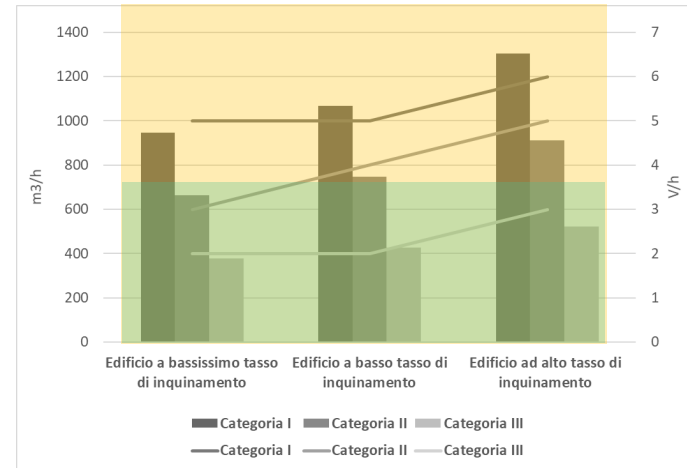
dopo



A = a vasistas automatizzate

B = a bilico

C = fisse



Categorie di qualità dell'aria UNI EN 16798-1.



- La nuova configurazione di infissi garantisce la portata di aria necessaria a garantire una buona qualità dell'aria interna.
- Durante il periodo invernale l'automazione delle finestre a vasistas della parte superiore (A), permetterà l'apertura delle stesse in base alle concentrazioni di CO₂ e temperatura solo il tempo strettamente necessario per limitare i consumi di riscaldamento e per permettere un corretto ricambio di aria.
- Durante le mezze stagioni, la nuova configurazione di finestre a bilico (B) permetterà di aprirle senza occupare spazio nella stanza consentendo il normale svolgimento della lezione, aumentando le portate di aria e migliorando il comfort termico.



PURIFICATORI D'ARIA: attivi



Aspirapolvere e purificatore d'aria con filtro ad acqua Delphin S8



L'aspirapolvere e purificatore d'aria Delphin S8 viene utilizzato in una o più classi di una scuola in Alto Adige.

Le campagne di monitoraggio che seguiranno permetteranno il confronto della qualità dell'aria in una classe in cui non viene utilizzata la macchina, con quella oggetto di studio.



Delphin è un **aspirapolvere e purificatore d'aria con filtro ad acqua** in grado di bloccare macro e micro polveri fino a **PM1, acari, pollini, batteri e virus**.



- Il dispositivo è semplice da spostare grazie alla presenza di ruote sottostanti;
- Dal punto di vista acustico il dispositivo produce un range tra i 50 e i 74 decibel. Non è consigliabile quindi utilizzare Delphin per purificare l'aria mentre si fa lezione o mentre si lavora;
- Si consiglia un momento di preparazione all'utilizzo al personale scolastico in modo da spiegarne in corretto meccanismo e il valore aggiunto rispetto ad un tradizionale aspirapolvere.



Sistema di depurazione dell'aria Genano 350



Il dispositivo è stato installato in un asilo dell'Alto Adige, alternativamente in due classi allo scopo di rimuovere le **polveri** prodotte in questi ambienti.

FONTE IMMAGINE: <https://www.genano.com/products/350>



Il dispositivo Genano 350® è un **purificatore d'aria** che permette il completo trattamento dell'aria (fino a 300 m³/h) grazie alla rimozione di impurità di dimensione nanometrica come **virus, batteri, spore di muffa e fuliggine dell'aria interna e particolato fino a 0.003µm**



Genano 350 :

- Ha tempi di installazione immediati in quanto, deve essere solo collegato alla presa di corrente, acceso e impostati i settaggi desiderati di velocità del ventilatore.
- Permette di regolare la velocità del ventilatore (fino a 10) ma l'aumento della stessa è direttamente proporzionale al rumore emesso dal dispositivo.
- È abbastanza compatto, consentendo così di essere posizionato anche negli angoli delle stanze. Il trattamento dell'aria avviene infatti tramite la parte superiore del dispositivo, che deve quindi essere lasciata libera.
- Ha la possibilità di essere personalizzato permettendo così l'adattamento estetico in qualsiasi tipo di ambiente.

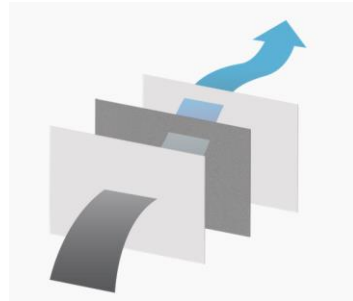
L'efficacia del purificatore in termini di qualità dell'aria verrà, verrà valutato a seguito delle campagne di monitoraggio QAES.



PURIFICATORI D'ARIA: passivi



Totem theBreath per purificazione aria costituito da tessuto adsorbente passivo



Il sistema è stato installato in più due asili dell'Alto Adige, allo scopo di testarne l'effettiva efficacia in due edifici con lo stesso utilizzo ma con caratteristiche progettuali e costruttive differenti.

Le aule monitorate, non presentavano particolari problemi di qualità dell'aria.



theBreath® è un **innovativo materiale tessile** progettato allo scopo di **purificare l'aria** in maniera totalmente **passiva**.

Il totem è costituito da un tessuto a 3 strati:

- Due strati esterni battericidi che fungono da membrana perimetrale avvolgente/filtrante;
- Uno strato interno costituito da nano particelle carboniche che adsorbono e disgregano gli inquinanti e i cattivi odori (**formaldeide, benzene, VOC, idrocarburi policiclici aromatici, Ossido di azoto, ossido di zolfo, Ozono, PM10, PM2**).



theBreath®:

- Grazie ad una successiva analisi laboratoriale del tessuto, permette di identificare quali sono le maggiori fonti di inquinamento indoor permettendo quindi analisi sulla qualità dell'aria;
- Non necessitando di alcuna fonte energetica per essere alimentato, non vi sono consumi ad esso correlati;
- Può essere integrato in accessori comunemente utilizzati come quadri, totem, borse, arredamento ed essere personalizzato.
- Si consiglia di ponderare la scelta del sistema in cui verrà integrato in quanto deve rispondere alle esigenze degli utenti.
- Non emette alcun rumore, è velocissimo da installare e molto leggero.



Pittura fotocatalitica StoColor Climasan



La pittura è stata applicata in un'aula di una scuola dell'Alto Adige allo scopo di migliorare la qualità interna dell'aria.



StoColor Climasan è una **pittura per interni** che si pone l'obiettivo di purificare l'aria negli ambienti sia con **illuminazione artificiale** che con quella **naturale**.



- La pittura è stata applicata in soli due giorni lavorativi e naturalmente è un'installazione permanente a differenza delle altre soluzioni.

Le campagne di monitoraggio QAES in corso permetteranno di verificare l'efficacia della soluzione.



Conclusioni

- Tutte le soluzioni sono state indagate in modo critico allo scopo di evidenziarne i punti di forza e i limiti;
- La scelta di ogni soluzione è stata ponderata in base allo specifico caso studio, all'effettiva problematica riscontrata nelle campagne di monitoraggio, alle esigenze dei docenti e degli alunni, agli spazi disponibili. L'installazione di ogni soluzione è quindi il risultato della sinergia di questi parametri;
- Per testare l'effettiva efficacia della soluzione, verranno confrontati:
 - i risultati dei monitoraggi pre e post installazione dispositivo;
 - dati dello stesso periodo di misura tra aule con e senza soluzione installata;
- L'attuale situazione legata al COVID-19 potrebbe influire sui risultati attesi (chiusura periodica scuole, attitudine maggiore all'apertura delle finestre, ecc).



Dispositivo	prezzo indicativo - esclusa IVA
(BMS) Kblue/Würth incluso monitoraggio della qualità dell'aria.	Su richiesta. Da valutare in base al progetto.
Dispositivo Fybra FBP per monitoraggio qualità dell'aria.	~ 300 €
Dispositivi AirCare ProPlus per monitoraggio qualità dell'aria.	590 €
Macchina di ventilazione decentralizzata drexel & weiss " aeroschool 600 ".	8,000.00 - 9,000.00 € (in base alla presenza o meno del silenziatore integrato) ~ 14,000.00 € (completa installazione, controllo, sensori e servizio)
Aspirapolvere e purificatore d'aria con filtro ad acqua Delphin S8 .	~ 1,700.00 €
Sistema di depurazione dell'aria Genano 350 .	5,600.00 €
Totem TheBreath per purificazione aria.	450 €
Pittura fotocatalitica StoColor Climasan per purificazione aria	13 - 14 €/mq (in base alla colorazione)



Riferimenti e fonti utili

- EN 16798-1, *Energy Performance of Buildings - Ventilation for Buildings - Part 1: Indoor Environmental Input Parameters for Design and Assessment of Energy Performance of Buildings Addressing Indoor Air Quality, Thermal Environment, Lighting and Acoustic*, 2019.
- EN 16798-, *Energy performance of buildings - Ventilation for buildings - Part 7: Calculation methods for the determination of air flow rates in buildings including infiltration (Modules M5-5)*, 2017
- P. Holzer and T. Psomas, *Ventilative Cooling Sourcebook: Energy in Buildings and Communities Programme. March 2018*, no. 1. 2018.
- <https://www.qaes.it/news>
- <https://www.kblue.eu/>
- <https://fybra.co/>
- <https://www.aircare.it/>
- <https://www.drexel-weiss.at/>
- <https://www.delphinitalia.it/>
- <https://www.genano.com/it/>
- <https://www.thebreath.it>
- <https://www.stoitalia.it/>
- <https://eshop.wuerth.it/it/IT/EUR/>
- <https://www.newenergyorganism.com/>
- <https://www.tbz.bz/>



Grazie per la vostra attenzione

Francesca Avella

Eurac Research

Francesca.Avella@eurac.edu

Tel: 0471 055731