

QAES - Qualità dell'Aria negli Edifici Scolastici

Strumenti progettuali QAES sviluppati: il tool di progettazione dell'IAQ

Mirko Zancarli, Agenzia per l'Energia Alto Adige-CasaClima



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



Il layout



Tool per la progettazione della qualità dell'aria nelle scuole

Versione 2.0

0. Informazioni

0.1 Versioni e informazioni

0.2 Riferimenti CO₂

1. Calcolo emissione HCHO

1.1 Setup materiali e

1.2 Setup materiali e

2. Design ventilazione

2.1 Design portate

2.2 Design finestre

3. Verifica concentrazione

3.1 Input verifica ventilazione

3.2 Verifica ventilazione

3.3 Verifica ventilazione

3.4 Verifica ventilazione

3.5 Verifica ventilazione

9. Check e output

9.1 Check errori



Il tool in pillole

- **Formato:** excel (.xlsm);
- **Obiettivo:** la corretta progettazione e gestione dell'IAQ negli edifici scolastici;

Output
Calcolo carico interno di formaldeide (HCHO)
Calcolo portate di ventilazione di progetto
Dimensionamento serramenti
Scelta e regolazione impianto VMC
Regolazione ventilazione naturale

Per il calcolo sono state considerate solo quelle sostanze inquinanti che presentano un tasso di emissione pressochè costante nel tempo, ovvero CO₂ e HCHO. Il comportamento di altri inquinanti (vedi VOC) non può essere replicato con altrettanta affidabilità, in quanto caratterizzati da un tasso di emissione decrescente nel tempo in funzione dell'inquinante stesso e del tipo di materiale emittente.

- **Destinatari:** tecnici e professionisti del settore edile, impiantisti, custodi e manutentori di immobili.



0. Informazioni

- **0.1 Versioni ed istruzioni:** vengono riportate alcune informazioni generali, una breve descrizione del tool e i riferimenti sitografici al progetto e al manuale di utilizzo del tool;
- **0.2 Riferimenti CO₂:** in funzione dell'età media degli studenti e del livello di attività fisica, vengono individuati i tassi di generazione di CO₂ necessari al calcolo della portata di ventilazione di progetto e al computo della concentrazione interna di CO₂. È importante precisare come i valori ivi contenuti siano riferiti alla temperatura di 0°C e alla pressione atmosferica (101 kPa).

Males

Age (y)	Mean body mass (kg)	BMR (MJ/day)	CO ₂ generation rate (L/s)						
			Level of physical activity (met)						
			1	1,2	1,4	1,6	2	3	4
<1	8,00	1,86	0,0009	0,0011	0,0013	0,0014	0,0018	0,0027	0,0036
1 to <3	12,80	3,05	0,0015	0,0018	0,0021	0,0024	0,0030	0,0044	0,0059
3 to <6	18,80	3,90	0,0019	0,0023	0,0026	0,0030	0,0038	0,0057	0,0075
6 to <11	31,90	5,14	0,0025	0,0030	0,0035	0,0040	0,0050	0,0075	0,0100
11 to <16	57,60	7,02	0,0034	0,0041	0,0048	0,0054	0,0068	0,0102	0,0136
16 to <21	77,30	7,77	0,0037	0,0045	0,0053	0,0060	0,0075	0,0113	0,0150

Reference: Table 4, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5666301/>



1. Calcolo emissione HCHO

Permette il calcolo del carico inquinante interno di formaldeide associato alle emissioni di materiali a base di legno incollato e di pannelli per isolamento termico ed acustico, sotto forma di un tasso di emissione totale espresso in $\mu\text{g}/\text{h}$ e riferito a condizioni standard di esercizio.

- 1.1 Database materiali e normative**

Materiali
Pannello OSB
Pannello MDF
Pannello grezzo
Pannello rivestito
Pannello di compensato
Pannello microlamellare (LVL)
Pannello in legno massiccio
Pannello grezzo di particelle
Pannello per isolamento acustico
Pannello per isolamento termico
Altro (specificare)

Norme/sigilli	T [°C]	UR [%]	n [h ⁻¹]	L [m ² /m ³]	u.m.
UNI EN 717-1	23	45	1	1	mg/m ³
UNI EN ISO 16000-9	23	50	***	***	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
UNI EN 717-2	60	3	1	1	mg/m ² h
UNI EN ISO 12460-3	60	3	1	1	mg/m ² h
UNI EN 16516	23	50	0,5	*	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
Emissions dans l'air interieur	23	50	0,5	*	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
GEV-EMICODE	23	50	0,5	*	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
The Blue Angel	23	45	1	1	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
Natureplus	23	45	1	1	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
EU Ecolabel	23	45	1	1	mg/m ³
M1	23	50	0,5	*	mg/m ² h
Declare	23	50	1	**	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
Altro (specificare)					

* L è discretizzato in funzione della superficie di installazione: 1 per pareti, 0,4 per pavimenti e soffitti, 0,05 per porte e finestre e 0,007 per superfici molto piccole

** $0,3 < L < 1$

*** Non esistono valori predefiniti



1. Calcolo emissione HCHO

• 1.2) Setup materiali e normative

Procedura operativa:



- Inserimento dei materiali interni che emettono HCHO attingendo al database o specificando altri materiali/prodotti;
- Inserimento della norma o del sigillo rispetto al quale sono state determinate le emissioni di HCHO utilizzando il database o specificando altre norme/sigilli;
- Inserimento delle relative condizioni di prova utilizzando i valori di default o riportando i valori indicati sul certificato di emissione qualora differenti;
- Inserimento del valore di emissione di HCHO indicato sul certificato di emissione del materiale, utilizzando l'unità di misura di default o riportando l'u.m. indicata sul certificato di emissione (scelta vincolata tra mg/m^3 , ug/m^3 , $\text{mg}/\text{m}^2\text{h}$).

INPUT TABLE

Material	Norme/sigilli	T [°C]	UR [%]	n [h ⁻¹]	L [m ² /m ³]	Valore di emissione	u.m.
Pannello OSB	UNI EN 717-1	23	45	1	1	0,01	mg/m ³
Pannello MDF	UNI EN ISO 12460-3	60	3	1	1	0,1	mg/m ² h



1. Calcolo emissione HCHO

- **1.3) Calcolo tasso di emissione totale di formaldeide**

Per ogni materiale inserito in precedenza il tool restituisce il fattore di emissione (EF) in $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}$ nelle condizioni di riferimento ($T=23^\circ\text{C}$, $UR=45\%$, $n=1\text{ h}^{-1}$, $L=1\text{ m}^2/\text{m}^3$).

A questo punto è sufficiente inserire i rispettivi m^2 di superficie installata nella "summary table" così da determinare il tasso di emissione in $\mu\text{g}/\text{h}$. Infine, dalla sommatoria dei tassi così calcolati, si ottiene il **tasso di emissione totale di formaldeide** in $\mu\text{g}/\text{h}$.

SUMMARY TABLE

Materiale	EF nelle c.d.r. [$\mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}$]	m^2 installati	Tasso di emissione [$\mu\text{g}/\text{h}$]
Pannello OSB	10,00	10	100,00
Pannello MDF	21,56	5	107,80
TASSO DI MISSIONE TOTALE [$\mu\text{g}/\text{h}$]			207,80

2. Design ventilazione

Il calcolo è conforme al **Method 2 using criteria for individual substances** della UNI EN 16798-1

2.1 Design portate ventilazione

Viene calcolata la portata di ventilazione di progetto in funzione dei carichi inquinanti interni di CO₂ e di HCHO e delle relative concentrazioni limite prefissate.

Input condizioni interne

Temperatura di progetto [T]	23	°C
Umidità relativa di progetto [UR]	45	%

Input CO₂

Età media studenti	11	anni
Numero studenti	25	
Level of physical activity [met]	1,2	
Concentrazione di CO ₂ esterna (media) [Ch,o]	400	ppm
Concentrazione di CO ₂ limite [Ch,i]	1200	ppm

Input formaldeide

Concentrazione di formaldeide esterna (media) [Ch,o]	2	µg/m ³
Concentrazione di formaldeide limite [Ch,i]	100	µg/m ³
Concentrazione di formaldeide esterna (media) [Ch,o]	0,0016283	ppm
Concentrazione di formaldeide limite [Ch,i]	0,081416	ppm
Massa molare formaldeide [Mm]	30,031	g/mol
Densità dell'aria [ρ]	1,204	kg/m ³

Calcolo ventilazione CO₂

			CO ₂
Concentrazione limite [Ch,i]	vol/vol		0,0012
Concentrazione aria di mandata [Ch,o]	vol/vol		0,0004
Efficienza di ventilazione [ε,v]	-		1,0
Tasso di emissione [Ch]	L/s		0,111135531
Portata di ventilazione richiesta [Q]	L/s		138,919414
Portata di ventilazione richiesta [Q]	m ³ /h		500,11

Calcolo ventilazione HCHO

			Formaldeide
Concentrazione limite [Ch,i]	vol/vol		0,000000081
Concentrazione aria di mandata [Ch,o]	vol/vol		0,000000002
Efficienza di ventilazione [ε,v]	-		1,0
Tasso di emissione totale [Ch]	µg/h		207,8
Tasso di emissione totale [Ch]	kg/s		0,0000000001
Portata di ventilazione richiesta [Q]	kg/s		0,00072345
Portata di ventilazione richiesta [Q]	m ³ /h		2,160
Portata di progetto [Q _{max}]	m ³ /h		500,11

2. Design ventilazione

• 2.2 Design finestre

Sulla base della portata di progetto calcolata in precedenza e in funzione dei parametri di input settati dall'utente vengono dimensionati i serramenti.

Input

Portata di progetto		500,11	m ³ /h
Altezza ambiente [H]		3	m
Profondità ambiente [D]		4	D < 2H
Strategia di ventilazione		Single-sided: buoyancy only	
Tipo di apertura		A battente	
Angolo di apertura [α]		20	°
Coefficiente di scarico [C_d]		0,6	
Temperatura esterna [T_e]		22	°C
Temperatura interna [T_i]		25	°C
Differenza tra temperatura interna ed esterna [ΔT]		3	°C
Velocità del vento [v_{ref}]		0	m/s
Presenza di zanzariera		No	
Distanza in verticale tra due aperture [d_v]		1	m
Coefficiente di pressione del vento - finestra 1 [C_{p1}]		0,4	
Coefficiente di pressione del vento - finestra 2 [C_{p2}]		-0,2	

4 strategie:

Single-sided: buoyancy only (se $D < 2H$)
 Single-sided: buoyancy + wind (se $D < 2.5H$)
 Stack ventilation (se $2H < D < 5H$)
 Cross ventilation (se $2H < D < 5H$)

3 tipologie:
 A battente
 A vasistas
 A bilico

I coefficienti di pressione sono discretizzati in funzione della tipologia di edificio (*low-rise o high-rise buildings*), della parete considerata (*exposed, semi-exposed o sheltered wall*) e della direzione del vento (*angle of attack*). Si rimanda alle tabelle proposte nel **manuale di utilizzo del tool**.



2. Design ventilazione

• 2.2 Design finestre

La portata q_i in ingresso o in uscita dall' i -esimo serramento, caratterizzato da un coefficiente di scarico C_{div} , può essere espressa in funzione della differenza di pressione Δp_i che insiste su di esso come:

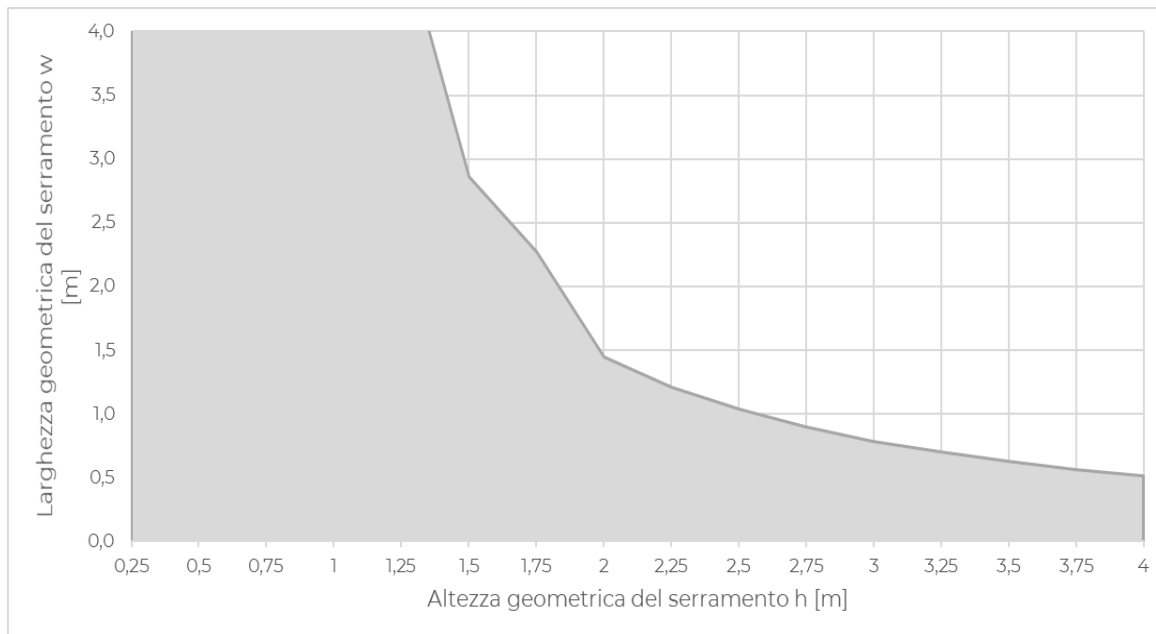
$$q_i = C_{di} A_i S_i \sqrt{\frac{2|\Delta p_i|}{\rho_0}} \quad [m^3/s]$$

dove A_i è l'area di apertura in $[m^2]$, ρ_0 è la densità dell'aria in $[kg/m^3]$, Δp_i è la differenza di pressione in $[Pa]$ e S_i è il segno che indica il verso del flusso (+1 se entrante, -1 se uscente).

Dopodichè, viene calcolata l'area geometrica del serramento in funzione del parametro C_v , che tiene conto dell'angolo di apertura del serramento nelle condizioni di progetto:

$$A_{geo} = A_i / C_v \quad [m^2]$$

Output



Definizione dimensioni geometriche

Altezza geometrica	[h]	2	m
Larghezza geometrica	[w]	1,4475	m



3. Verifica concentrazione

Vengono determinati gli andamenti nel tempo della concentrazione interna di CO₂ e di HCHO in funzione di alcuni parametri di input. Il calcolo viene applicato ad una giornata scolastica tipo (di progetto), dalle ore 7:00 alle ore 20:00, suddivisa in intervalli temporali discreti con una durata pari a 15 minuti.

- 3.1 Input verifica ventilazione



Input verifica CO₂

Area netta del locale	30	m ²
Altezza netta del locale	3	m
Volume netto del locale	90	m ³
Età media studenti	11	anni

Concentrazione di CO ₂ esterna (media)	400	ppm
Concentrazione interna limite di CO ₂	1200	ppm
Portata di infiltrazione	45	m ³ /h
Densità dell'aria	1,204	kg/m ³

Input ventilazione naturale CO₂

Larghezza geometrica serramento	1,45	m
Altezza geometrica serramento	2,00	m
Area geometrica	2,89	m ²
w/h geometrico	0,72	

Input verifica HCHO

Area netta del locale	30	m ²
Altezza netta del locale	3	m
Volume netto del locale	90	m ³
Concentrazione di HCHO esterna (media)	2	µg/m ³
Concentrazione interna di HCHO limite	100	µg/m ³
Concentrazione HCHO esterna (media)	0,00163	ppm
Concentrazione interna limite di HCHO	0,08142	ppm
Portata di infiltrazione	45,0	m ³ /h
Densità dell'aria	1,204	kg/m ³
Massa molare HCHO	30,031	g/mol
Limite massimo esposizione HCHO circ. 57/83	123,00	µg/m ³



3. Verifica concentrazione

La concentrazione interna di un inquinante raggiunta al termine di un dato intervallo di tempo viene determinata attraverso il bilancio di massa dell'inquinante:

$$C(t) = C_{t-1} \cdot e^{-Q \cdot t / \rho \cdot V} + \left(\frac{C_{out}}{10^6} + \frac{G}{Q} \right) \left(1 - e^{-Q \cdot t / \rho \cdot V} \right) \quad [kg/kg]$$

dove Q è la portata di ventilazione e infiltrazione in [kg/s], G è il tasso di generazione totale dell'inquinante in [kg/s], C_{out} è la concentrazione esterna dell'inquinante in [kg/kg], t è il tempo in [s], ρ è la densità dell'aria in [kg/m³], V è il volume del locale occupato in [m³], mentre $C(t)$ e C_{t-1} corrispondono, rispettivamente, alla concentrazione interna di CO₂ al tempo t e $t-1$, entrambe espresse in [kg/kg].

Ulteriori input da inserire ogni 15 minuti:

- Temperatura interna in °C;
- Temperatura esterna in °C (solo per ventilazione naturale);
- Velocità del vento in m/s (solo per ventilazione naturale);
- Numero di studenti;
- Portata di ventilazione in m³/h; → Da garantire con **ventilazione meccanica** o con **ventilazione naturale**

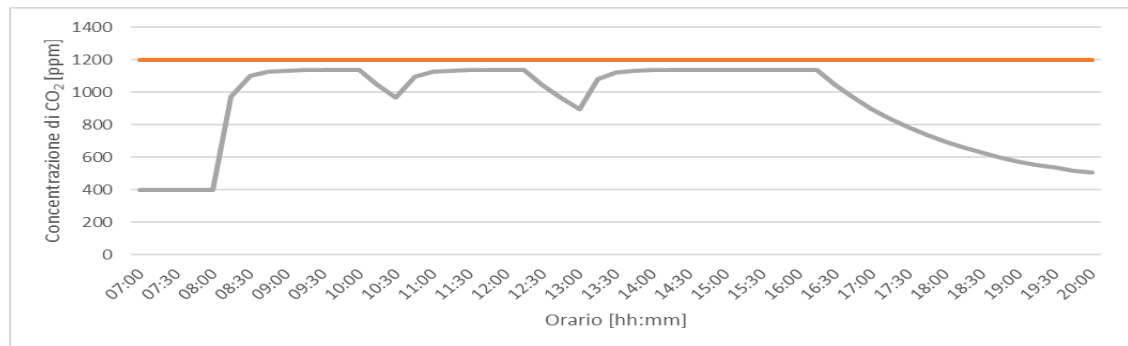
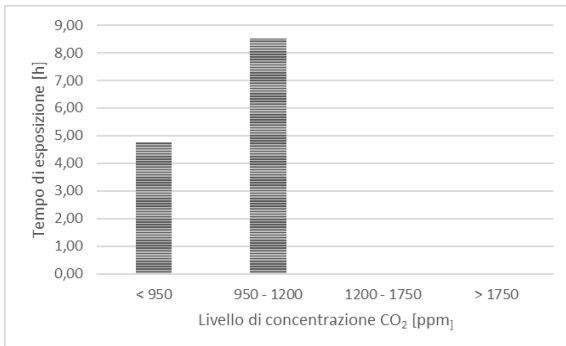
3. Verifica concentrazione

- 3.2 Regolazione ventilazione meccanica (CO₂)

GOALS: ALTA IAQ E BASSO CONSUMO ENERGETICO

Regolazione ventilazione meccanica

Orario	T interna [°C]	Numero studenti	Portata di ventilazione [m³/hr]	Portata di ventilazione e infiltrazione [m³/s]	Concentrazione interna limite di CO ₂ [ppm]	Concentrazione interna di CO ₂ [ppm]
07:00	23,0	0	2	0,0 131	1200	400,000
07:15	23,0	0	2	0,0 131	1200	400,000
07:30	23,0	0	2	0,0 131	1200	400,000
07:45	23,0	0	2	0,0 131	1200	400,000
08:00	23,0	25	500	0,1514	1200	400,000
08:15	23,0	25	500	0,1514	1200	972,498
08:30	23,0	25	500	0,1514	1200	1098,439
08:45	23,0	25	500	0,1514	1200	1126,145
09:00	23,0	25	500	0,1514	1200	1132,239
09:15	23,0	25	500	0,1514	1200	1133,580
09:30	23,0	25	500	0,1514	1200	1133,875
09:45	23,0	25	500	0,1514	1200	1133,940
10:00	23,0	0	2	0,0 131	1200	1133,954
10:15	23,0	0	2	0,0 131	1200	1044,124
10:30	23,0	25	500	0,1514	1200	965,288

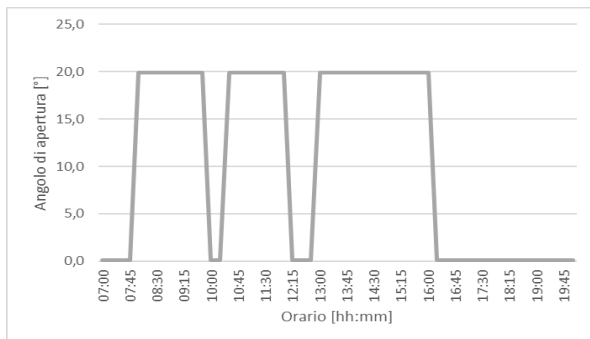


3. Verifica concentrazione

• 3.3 Regolazione ventilazione naturale (CO₂)

Regolazione ventilazione naturale

Orario	T interna [°C]	T esterna [°C]	Velocità del vento [m/s]	Numero studenti	Portata di ventilazione [m ³ /hr]	Area effettiva di apertura [m ²]	Angolo di apertura in funzione di apertura e w _{fittizio} /h	Portata di ventilazione e infiltrazione [m ³ /s]	Concentrazione limite di CO ₂ [ppm]	Concentrazione interna di CO ₂ [ppm]
07:00	23,0	20,0	0,0	0	2	0,0062	0,1	0,0131	1200	400,00
07:15	23,0	20,0	0,0	0	2	0,0062	0,1	0,0131	1200	400,00
07:30	23,0	20,0	0,0	0	2	0,0062	0,1	0,0131	1200	400,00
07:45	23,0	20,0	0,0	0	2	0,0062	0,1	0,0131	1200	400,00
08:00	23,0	20,0	0,0	25	500	1,5580	19,9	0,1514	1200	400,00
08:15	23,0	20,0	0,0	25	500	1,5580	19,9	0,1514	1200	972,50
08:30	23,0	20,0	0,0	25	500	1,5580	19,9	0,1514	1200	1098,44
08:45	23,0	20,0	0,0	25	500	1,5580	19,9	0,1514	1200	1126,14
09:00	23,0	20,0	0,0	25	500	1,5580	19,9	0,1514	1200	1132,24
09:15	23,0	20,0	0,0	25	500	1,5580	19,9	0,1514	1200	1133,58
09:30	23,0	20,0	0,0	25	500	1,5580	19,9	0,1514	1200	1133,88
09:45	23,0	20,0	0,0	25	500	1,5580	19,9	0,1514	1200	1133,94
10:00	23,0	20,0	0,0	0	2	0,0062	0,1	0,0131	1200	1133,95
10:15	23,0	20,0	0,0	0	2	0,0062	0,1	0,0131	1200	1044,12
10:30	23,0	20,0	0,0	25	500	1,5580	19,9	0,1514	1200	965,29



GOALS: CALCOLO DEGLI ANGOLI DI APERTURA NELLE CONDIZIONI DI OFF-DESIGN E DEFINIZIONE DEL PIANO OTTIMO DI VENTILAZIONE NATURALE IN FUNZIONE DEL CLIMA ESTERNO E DELLE ABITUDINI DEGLI UTENTI

3. Verifica concentrazione

In modo analogo a quanto visto per la CO₂, viene applicato il bilancio di massa per determinare l'andamento nel tempo della concentrazione interna di HCHO.

Orario	T interna [°C]	UR interna [%]	Tasso di emissione totale HCHO [kg/s]	Portata di ventilazione [m ³ /hr]	Portata di ventilazione e infiltrazione [m ³ /s]	Concentrazione interna limite di HCHO [µg/m ³]	Concentrazione interna di HCHO [µg/m ³]
07:00	23,0	45%	0,00000000006	2	0,0131	100	2,00
07:15	23,0	45%	0,00000000006	2	0,0131	100	2,55
07:30	23,0	45%	0,00000000006	2	0,0131	100	3,04
07:45	23,0	45%	0,00000000006	2	0,0131	100	3,46
08:00	23,0	45%	0,00000000006	500	0,1514	100	3,83
08:15	23,0	45%	0,00000000006	500	0,1514	100	2,71
08:30	23,0	45%	0,00000000006	500	0,1514	100	2,46
08:45	23,0	45%	0,00000000006	500	0,1514	100	2,40
09:00	23,0	45%	0,00000000006	500	0,1514	100	2,39
09:15	23,0	45%	0,00000000006	500	0,1514	100	2,39
09:30	23,0	45%	0,00000000006	500	0,1514	100	2,39
09:45	23,0	45%	0,00000000006	500	0,1514	100	2,39
10:00	23,0	45%	0,00000000006	2	0,0131	100	2,39
10:15	23,0	45%	0,00000000006	2	0,0131	100	2,89
10:30	23,0	45%	0,00000000006	500	0,1514	100	3,34

In questo caso abbiamo un input in più, ovvero l'umidità relativa interna, per tenere conto dell'influenza di T e UR sul tasso di emissione di HCHO.

3. Verifica concentrazione

• 3.4 Regolazione ventilazione meccanica (HCHO)

Il calcolo della concentrazione interna di HCHO avviene anche in condizioni di equilibrio per verificare che i livelli interni raggiunti non superino il valore massimo imposto dalla legislazione vigente (Circolare Min. Sanità 57/83).

Con VMC in funzione la verifica va effettuata ad **aula vuota** e con l'impianto esercito alla **portata nominale**

Regolazione ventilazione meccanica con VMC in funzione

Orario	T interna [°C]	UR interna [%]	Numero di studenti	Tasso di emissione totale HCHO [kg/s]	Portata di ventilazione [m³/h]	Limite massimo di esposizione di HCHO da Circ. 57/83 [µg/m³]	Concentrazione interna di HCHO [µg/m³]	
07:00	23,0	45%	0	0,00000000006	500,11	123,00	0,0000	●
07:15	23,0	45%	0	0,00000000006	500,11	123,00	1,8633	●
07:30	23,0	45%	0	0,00000000006	500,11	123,00	2,2732	●
07:45	23,0	45%	0	0,00000000006	500,11	123,00	2,3634	●
08:00	23,0	45%	0	0,00000000006	500,11	123,00	2,3833	●
08:15	23,0	45%	0	0,00000000006	500,11	123,00	2,3876	●
08:30	23,0	45%	0	0,00000000006	500,11	123,00	2,3886	●
08:45	23,0	45%	0	0,00000000006	500,11	123,00	2,3888	●
09:00	23,0	45%	0	0,00000000006	500,11	123,00	2,3888	●
09:15	23,0	45%	0	0,00000000006	500,11	123,00	2,3888	●
09:30	23,0	45%	0	0,00000000006	500,11	123,00	2,3889	●
09:45	23,0	45%	0	0,00000000006	500,11	123,00	2,3889	●
10:00	23,0	45%	0	0,00000000006	500,11	123,00	2,3889	●

3. Verifica concentrazione

- 3.4 *Regolazione ventilazione naturale (HCHO)*

Il calcolo della concentrazione interna di HCHO avviene anche in condizioni di equilibrio per verificare che i livelli interni raggiunti non superino il valore massimo imposto dalla legislazione vigente (Circolare Min. Sanità 57/83).

Con ventilazione naturale la verifica va effettuata ad **aula vuota con porte e finestre chiuse per almeno 12 ore**

Regolazione ventilazione naturale

Orario	T interna [°C]	UR interna [%]	Numero di studenti	Tasso di emissione totale HCHO [kg/s]	Portata di ventilazione [m ³ /h]	Portata di ventilazione e infiltrazione [m ³ /s]	Limite massimo di esposizione di HCHO da Circ. 57/83 [µg/m ³]	Concentrazione interna di HCHO [µg/m ³]	
07:00	23,0	45%	0	0,00000000006	0,00	0,0 125	123,00	0,0000	●
07:15	23,0	45%	0	0,00000000006	0,00	0,0 125	123,00	0,7885	●
07:30	23,0	45%	0	0,00000000006	0,00	0,0 125	123,00	1,4843	●
07:45	23,0	45%	0	0,00000000006	0,00	0,0 125	123,00	2,0984	●
08:00	23,0	45%	0	0,00000000006	0,00	0,0 125	123,00	2,6403	●
18:30	23,0	45%	0	0,00000000006	0,00	0,0 125	123,00	6,6890	●
18:45	23,0	45%	0	0,00000000006	0,00	0,0 125	123,00	6,6915	●
19:00	00:00	45%	0	0,00000000006	0,00	0,0 125	123,00	6,6937	●



Per ulteriori approfondimenti consultare:

Qualità dell'Aria negli Edifici Scolastici
WPS. Sviluppo e implementazione delle soluzioni
Task 5.2 - Sviluppo di linee guida di progettazione sulla qualità dell'aria all'interno degli edifici scolastici

Data: 13.07.2021
Task Leader: Agenzia per l'Energia Alto Adige - CasaClima
Autore: Zancarli Mirko
Co-autori: Bancher Mariadonata, Atzeri Anna Maria

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale

www.qaes.it



Grazie per l'attenzione!

Mirko Zancarli

Agenzia per l'Energia Alto Adige - CasaClima
Mirko.Zancarli@klimahausagentur.it

