



Fondamenti di Climatizzazione Ambientale
Prof. C.M. JOPPOLO
Prova scritta 05/07/2010

Nome.....Cognome.....Matricola.....

Quesito n° 1 - CICLO DI CONDIZIONAMENTO PER IMPIANTO TUTT'ARIA

Un edificio ad uso uffici è servito da un impianto di condizionamento tutt'aria. Quando le condizioni dell'aria esterna sono $t_{BS} = 31\text{ °C}$ e $RH = 50\%$ e le condizioni dell'aria interna sono $t_{BS} = 26\text{ °C}$ e $RH = 50\%$, i carichi termici ammontano a $Q_{SENS} = + 60\text{ kW}$ e $Q_{LAT} = + 40\text{ kW}$. L'impianto è realizzato utilizzando un recuperatore di calore sensibile di efficienza $\epsilon_{REC} = 0,6$ ed impiegando, per la trasformazione di raffreddamento e deumidificazione, una batteria caratterizzata da $t_{ADP} = 10\text{ °C}$. Per incrementare l'efficienza energetica dell'impianto, prima di entrare nel recuperatore di calore l'aria estratta dall'ambiente attraversa un umidificatore a liquido di efficienza $\epsilon_{SAT} = 1$. La minima temperatura di immissione dell'aria negli uffici è $t_{BS,MIN} = 22\text{ °C}$.

Si richiede di:

1. Tracciare lo schema di impianto.

2. Determinare portata e stato dell'aria umida in ciascun punto del ciclo di condizionamento.

| Punto | Γ [kg/s] | t_{BS} [°C] | t_{BU} [°C] | UR [%] | x [g/kg _{AS}] | h [kJ/kg _{AS}] |
|-------|--------------------|------------------|------------------|-----------|----------------------------|-----------------------------|
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |

| | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|--|
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |

3. Calcolare le potenze (sensibili e latenti) scambiate dall'aria umida in ciascuna trasformazione.

| Trasformazione | Q _s [kW] | Q _L [kW] |
|----------------|------------------------|------------------------|
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |

Quesito n° 2 – QUALITA' DELL'ARIA

Per il controllo della IAQ si utilizzano tre schemi generali di diffusione dell'aria in ambiente. Descrivere tali schemi illustrandone principi e modalità di realizzazione e fornire una possibile definizione dell'efficienza di ventilazione mettendola in relazione con le caratteristiche dei sistemi generali di diffusione trattati.

Quesito n° 3 – TERMOFISICA DELL'EDIFICIO

La stanza rappresentata nella Figura 1 confina a Sud ed Ovest con l'ambiente esterno che si trova alla temperatura $t_{BS} = -5 \text{ °C}$ mentre a Nord ed a Est con un locale che si trova alla temperatura $t_{BS} = 20 \text{ °C}$. Sapendo che la temperatura interna di progetto dell'ambiente è $t_{BS,A} = 20 \text{ °C}$, che gli ambienti sovrastante e sottostante quello considerato si trovano alla temperatura $t_{BS,A} = 20 \text{ °C}$ e che la parete Ovest è investita da un'irradianza solare $G = 200 \text{ W/m}^2$, calcolare il carico termico di riscaldamento di progetto. Per il calcolo dei ponti termici, si utilizzi un coefficiente di trasmissione lineare $\psi = 0,2 \text{ W/m} \cdot \text{K}$.

La trasmittanza termica delle pareti divisorie è pari a $U_{DIV} = 2 \text{ W/m}^2\text{K}$, quella della finestra è pari a $U_{FIN} = 2,4 \text{ W/m}^2\text{K}$ e quella del soffitto/pavimento è pari a $U_{PAV} = 1,2 \text{ W/m}^2\text{K}$. Per il calcolo della trasmittanza delle pareti perimetrali, considerare un coefficiente di scambio termico convettivo esterno pari a $h_E = 25 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$, un coefficiente di scambio termico convettivo interno pari a $h_A = 8 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ e la stratigrafia secondo la seguente tabella:

| Parete perimetrale | | | |
|------------------------|--------|--|---|
| Materiale | s [mm] | k [$\text{W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$] | R [$\text{m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$] |
| Intonaco calce e gesso | 15 | 0,7 | |
| Mattone forato | 80 | | 0,2 |
| Intercapedine | 95 | | 0,18 |
| Intonaco calce e gesso | 10 | 0,7 | |
| Mattone forato | 120 | | 0,31 |
| Intonaco calce e gesso | 15 | 0,7 | |

Per il calcolo del carico per ventilazione, si consideri una densità dell'aria pari a $\rho = 1,2 \text{ kg/m}^3$, un calore specifico pari a $c_p = 1 \text{ kJ/(kg}\cdot\text{K)}$ ed un tasso di ricambio pari a $n = 0,3 \text{ vol/h}$.

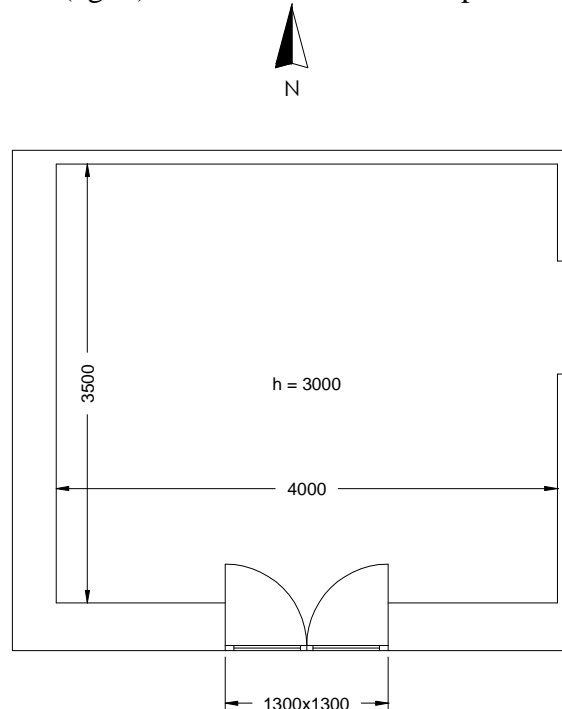


Figura 1 - Layout dell'ambiente. Quote in millimetri

| Parete | ϵ_K [-] | Q_{MURI} [W] | Q_{FIN} [W] | Q_{TOT} [W] |
|---------------------------------------|---------------------|-------------------|------------------|------------------|
| N | 1,20 | | | |
| E | 1,15 | | | |
| S | 1 | | | |
| O | 1,10 | | | |
| Pavimento | 1 | | | |
| Soffitto | 1 | | | |
| Totale carico per trasmissione | | | | |
| Carico per ventilazione | | | | |
| Carico termico di progetto | | | | |

Quesito n° 4 – CIRCUITI AERAILICI

Determinare i diametri, le perdite di carico distribuite, concentrate e totali ed individuare posizione e perdita di carico delle serrande di bilanciamento per il circuito aeraulico rappresentato nella Figura 2. Sapendo che il ventilatore è dotato di un silenziatore (posizionato all'ingresso del ventilatore) che causa una perdita di carico $\Delta p = 50 \text{ Pa}$, si richiede di determinare inoltre la prevalenza del ventilatore e la potenza elettrica da esso consumata. Dati:

- Massima velocità dell'aria nei canali 01 e 02 $v_{MAX1} = 7,5 \text{ m/s}$.
- Massima velocità dell'aria nei canali 23, 24 e 25 $v_{MAX2} = 5,25 \text{ m/s}$.
- Densità dell'aria $\rho = 1,2 \text{ kg/m}^3$.
- Pressione statica all'uscita dei diffusori $p = p_A = 101325 \text{ Pa}$.
- Pressione statica in ingresso al silenziatore $p = p_A = 101325 \text{ Pa}$.

- Coefficiente di perdita di carico localizzata della curva $C_{CURVA} = 0,25$.
- Coefficiente di perdita di carico localizzata $C_{23} = 2,1$.
- Coefficiente di perdita di carico localizzata $C_{24} = 0,2$.
- Coefficiente di perdita di carico localizzata $C_{25} = 1,3$.
- Coefficiente di perdita di carico localizzata dei diffusori $C_{DIFFUSORI} = 0,25$.
- Rendimento elettromeccanico del ventilatore $\eta_{ELM} = 0,75$.

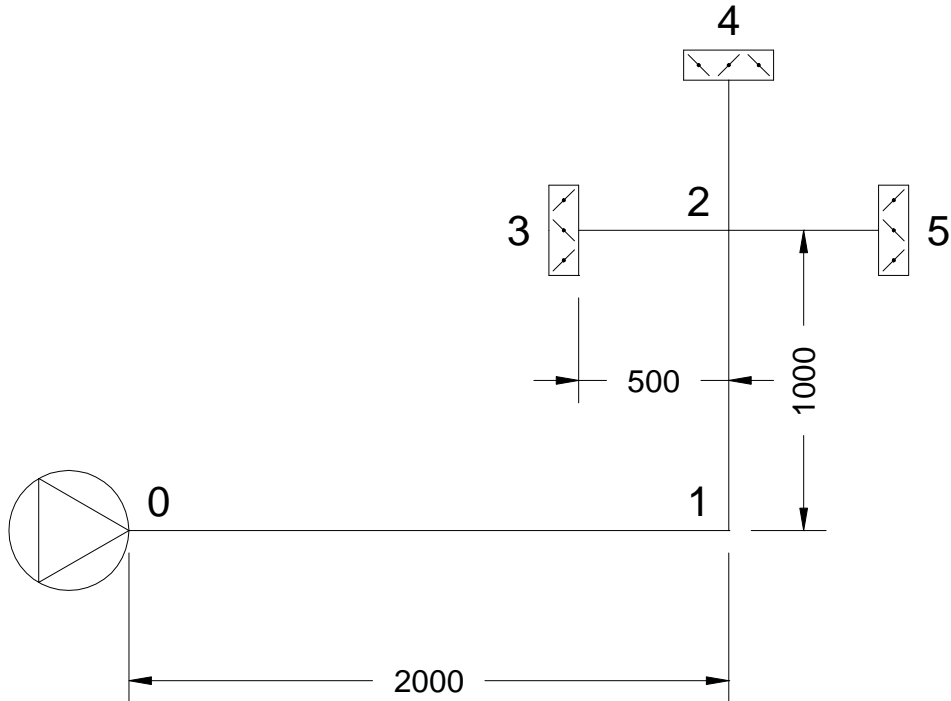


Figura 2 - Layout del circuito. Quote in millimetri

| Ramo | l [m] | Q [m ³ /h] | d _{COMM} [mm] | Δp_{DIST} [Pa] | Δp_{CONC} [Pa] | Δp_{DIFF} [Pa] |
|------|-------|-----------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| 01 | 2 | | | | | |
| 12 | 1 | | | | | |
| 23 | 0,5 | 1260 | | | | |
| 24 | 0,5 | 3600 | | | | |
| 25 | 0,5 | 1260 | | | | |

| Ramo | Δp_{TOTALE} [Pa] | $\Delta p_{BILANCIAMENTO}$ |
|------|--------------------------|----------------------------|
| 03 | | |
| 04 | | |
| 05 | | |

| | |
|-------------------------------|--|
| $\Delta p_{VENTILATORE}$ [Pa] | |
| $W_{VENTILATORE}$ [W] | |