

ESTATE

La portata di aria esterna (RINNOVO) deve sempre garantire la portata minima di rinnovo prevista per legge per le persone presenti nell'ambiente.

Per risparmiare energia si effettua il RICIRCOLO di parte dell'aria immessa nell'ambiente climatizzato.

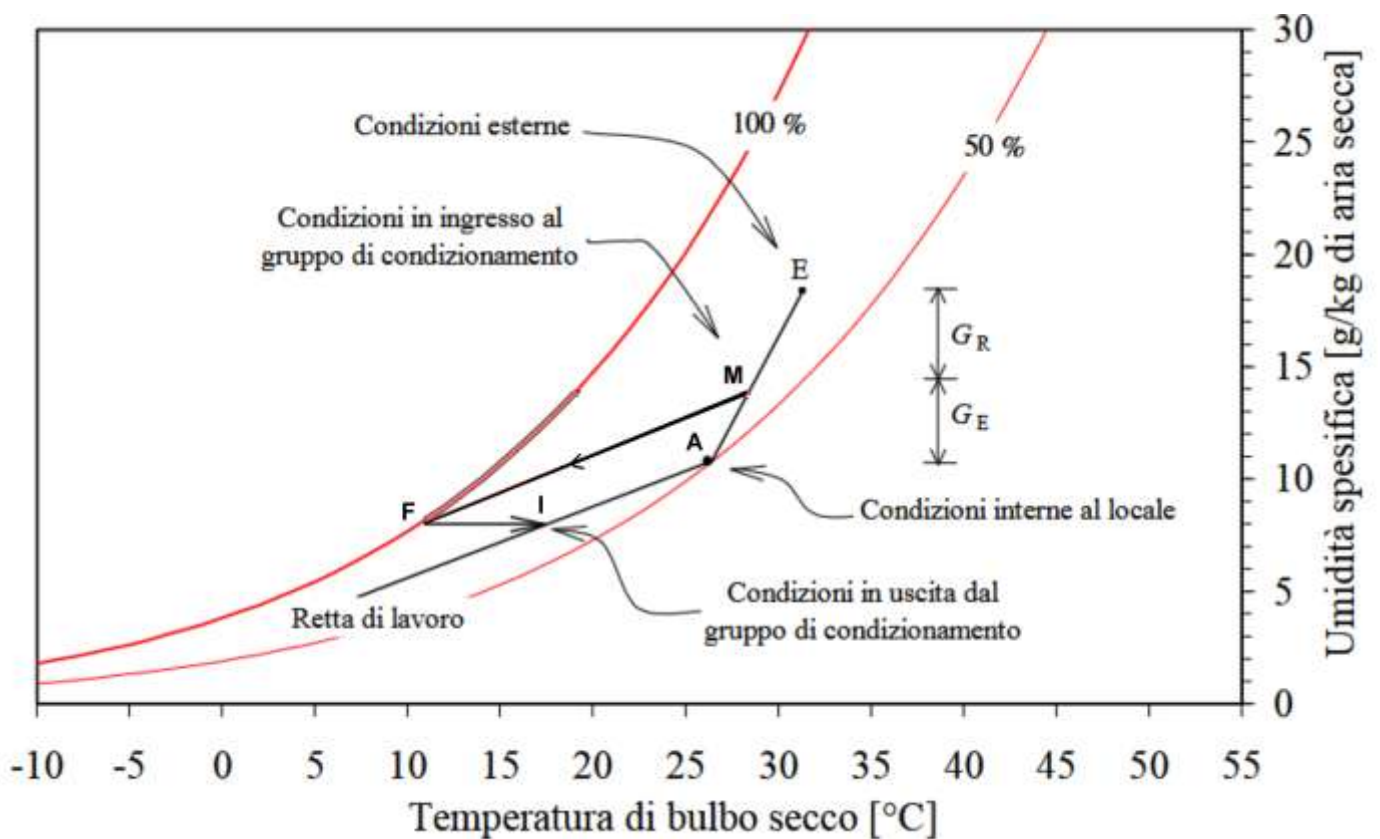
Il punto di miscelazione M fra A e E è più vicino al punto che ha portata maggiore fra ricircolo (esterna) e rinnovo (interna).

La miscela di aria in M deve essere deumidificata e raffreddata tramite una batteria fredda fino al punto F (nell'esempio il fattore di bypass è nullo).

L'acqua refrigerata è fornita da un CHILLER (ciclo frigo con potenza pari a quella della batteria fredda).

L'aria in F viene poi portata alle condizioni di immissione I tramite un postriscaldamento ( si assume un  $\Delta T$  fra A e I di 5-10°C).

L'acqua calda per effettuare il post riscaldamento si ottiene da una pompa di calore se la T massima è inferiore a 40-45°C oppure da una caldaia a condensazione se superiore.



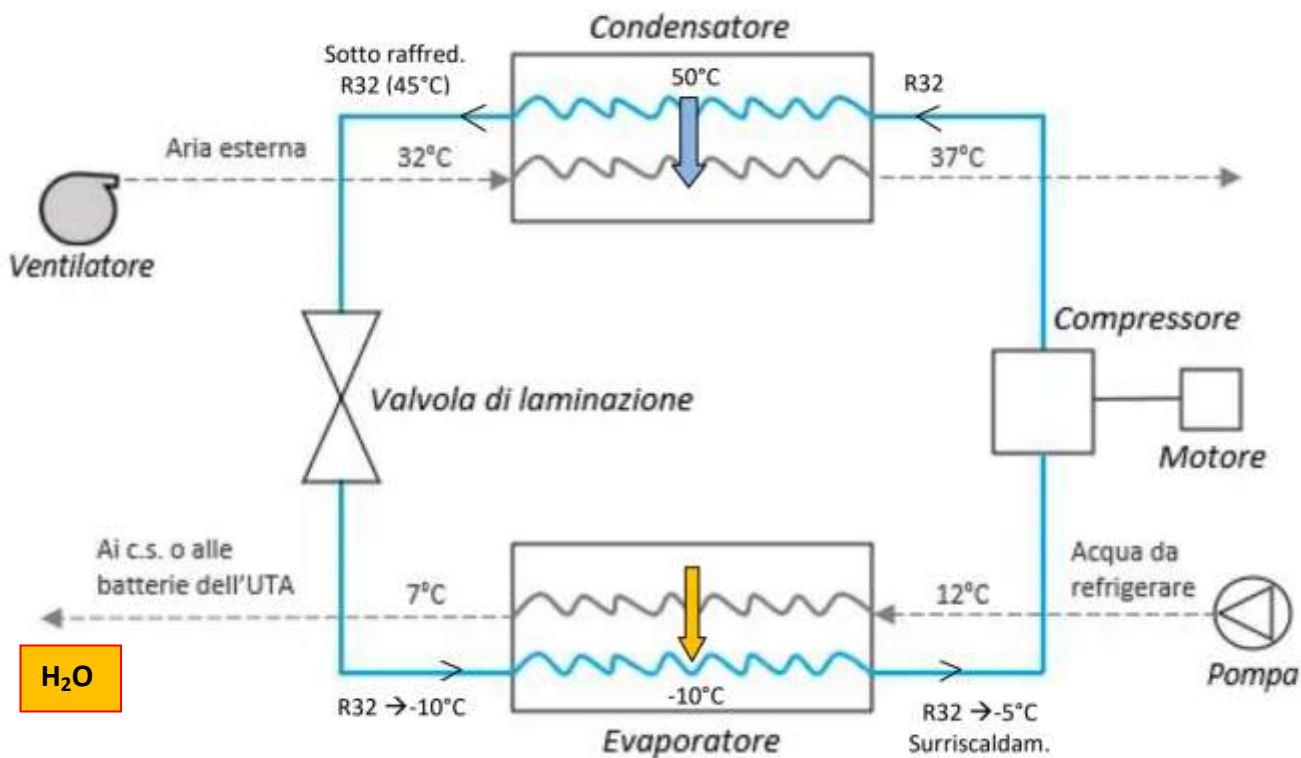
La potenza termica da sottrarre da M a F è quella necessaria al dimensionamento del chiller :

$$P = m a \Delta h_{MF}$$

Nel dimensionamento del CHILLER e della POMPA DI CALORE che devono produrre l'acqua refrigerata e l'acqua calda per l'UTA si devono assumere delle temperature di lavoro del GAS FRIGO compatibili le condizioni ambientali.

Il fluido refrigerante nell'evaporatore sottrae calore all'acqua che passa da 12°C a 7°C e viene mandata ai fan-coil o alle batterie dell'UTA.

Successivamente al condensatore il fluido refrigerante condensa cedendo calore all'aria esterna, spinta all'interno dello scambiatore da un ventilatore, che si riscalda e passa da circa 32°C a 37°C.



## INVERNO

La portata di aria esterna (RINNOVO) deve sempre garantire la portata minima di rinnovo prevista per legge per le persone presenti nell'ambiente.

Per risparmiare energia si effettua il RICIRCOLO di parte dell'aria immessa nell'ambiente climatizzato.

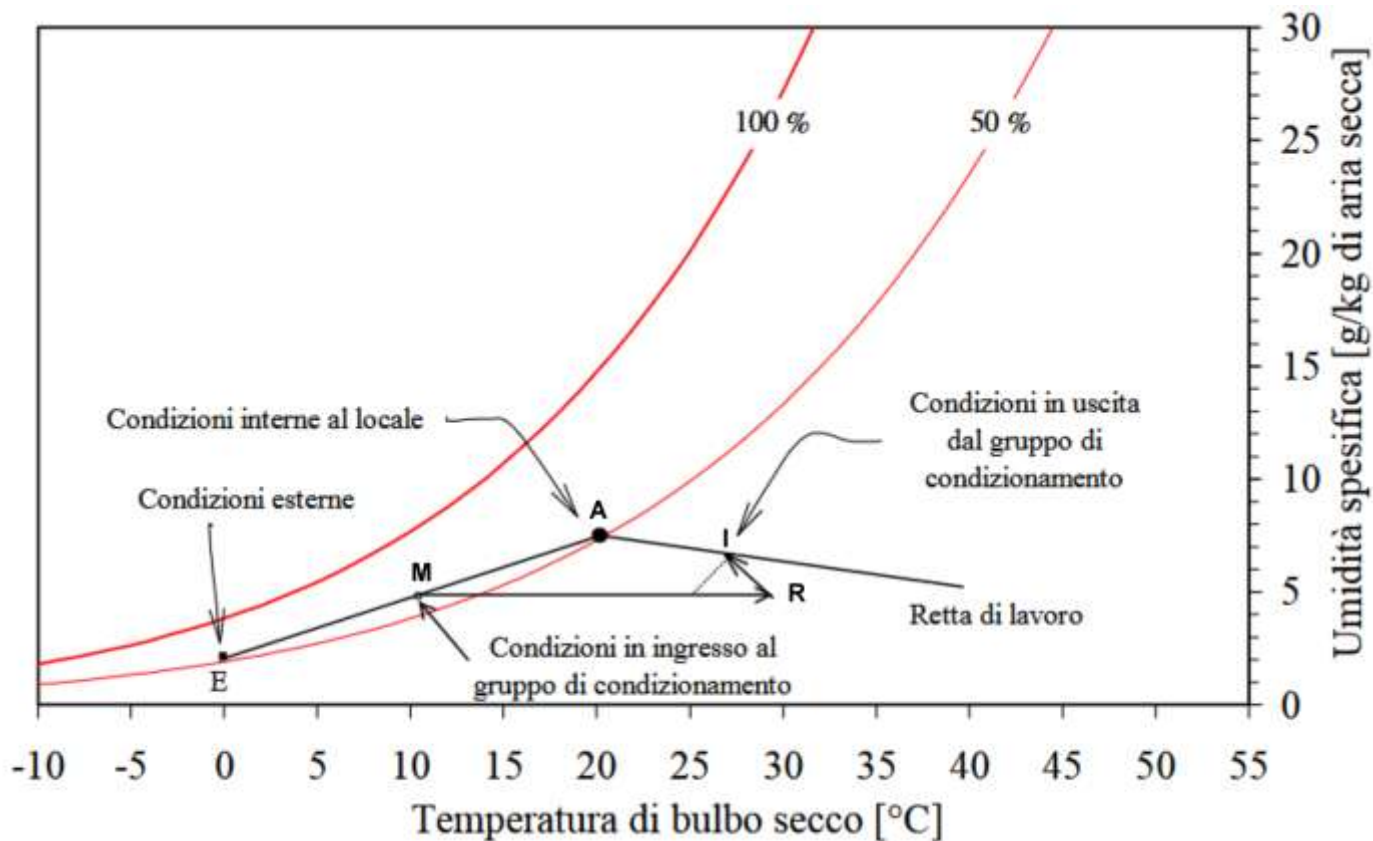
Il punto di miscelazione M fra A e E è più vicino al punto che ha portata maggiore fra ricircolo (esterna) e rinnovo (interna).

L'aria miscelata in M viene riscaldata fino in R dove interseca la isoentalpica passante per I (si assume un  $\Delta T$  fra A e I di 5-10°C).

Da R l'aria passa alle condizioni di immissione I tramite una umidificazione isoentalpica.

L'acqua calda per effettuare il riscaldamento dell'aria si ottiene da una pompa di calore se la T massima è inferiore a 40-45°C oppure da una caldaia a condensazione se superiore.

Se è previsto solo l'uso di pompe di calore si deve spezzare in 2 parti (Z) la fase di riscaldamento.



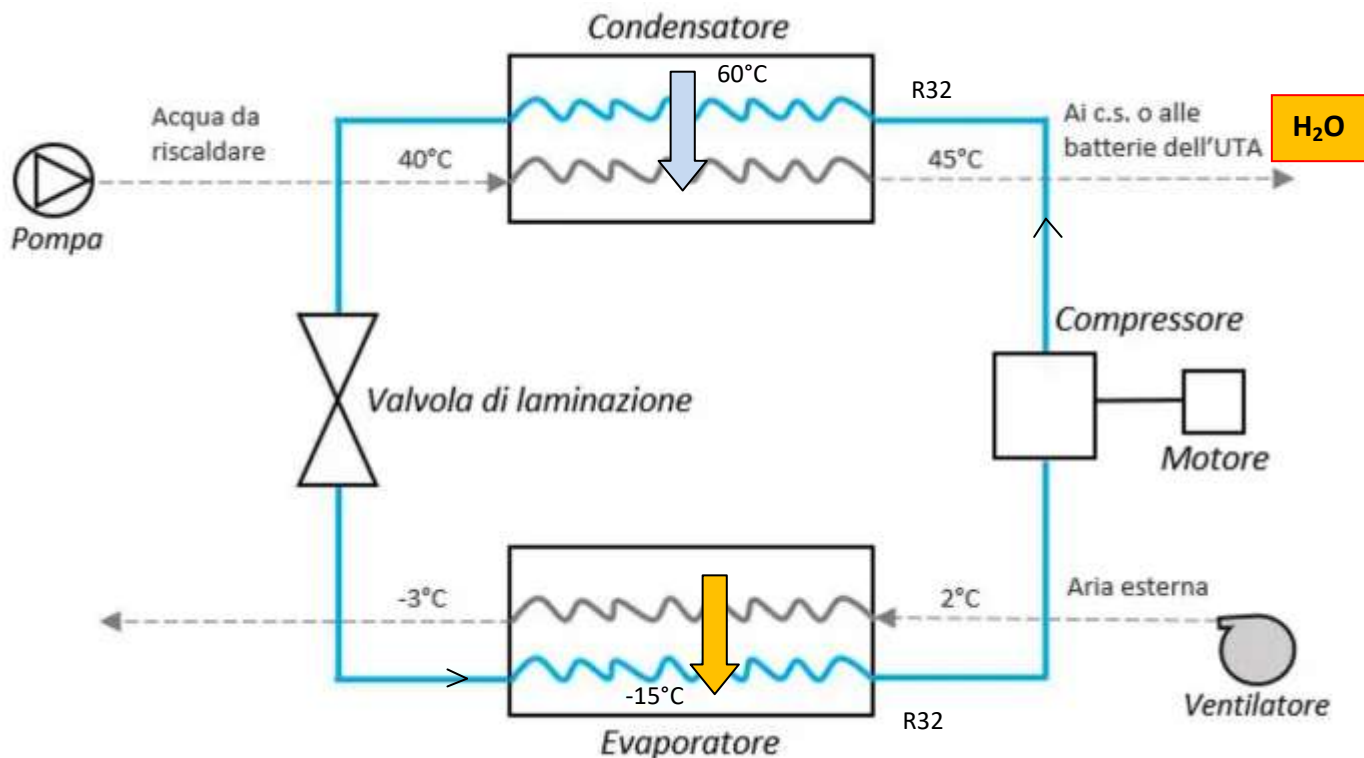
La potenza termica da fornire da M a R è quella necessaria al dimensionamento della pompa di calore:

$$P = ma \Delta h_{RM}$$

La pompa preleva l'acqua di ritorno dalle batterie dell'UTA, che attraversando il condensatore si riscalda passando da 40°C-45°C a 45°C-50°C per essere poi rimandata all'impianto.

Il COP si riduce all'aumentare della temperatura cui si intende portare l'acqua di mandata e di conseguenza aumenta il consumo energetico della macchina; in alcuni casi diminuisce anche la potenza della macchina che talvolta rischia di andare in blocco.

Per città molto fredde si può usare anche un doppio generatore (sistema IBRIDO = caldaia + pompa di calore) in modo tale che la caldaia entri in funzione solo quando l'aria esterna è molto fredda, cioè quando la temperatura esterna scende al di sotto della soglia di temperatura dalla quale dipende l'efficienza della pompa di calore.



## IMPIANTI MISTI ARIA ACQUA (ARIA PRIMARIA)

Ai locali da climatizzare è fornita sia aria che acqua, entrambi fluidi termovettori.

L'aria, detta aria primaria, è costituita da sola aria esterna, in quantità sufficiente a soddisfare il richiesto livello di qualità dell'aria in ambiente.

Tale portata d'aria esterna viene opportunamente trattata in una U.T.A. ed inviata ai locali da climatizzare in modo che bilanci il carico termico latente.

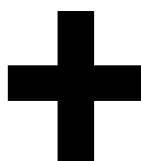
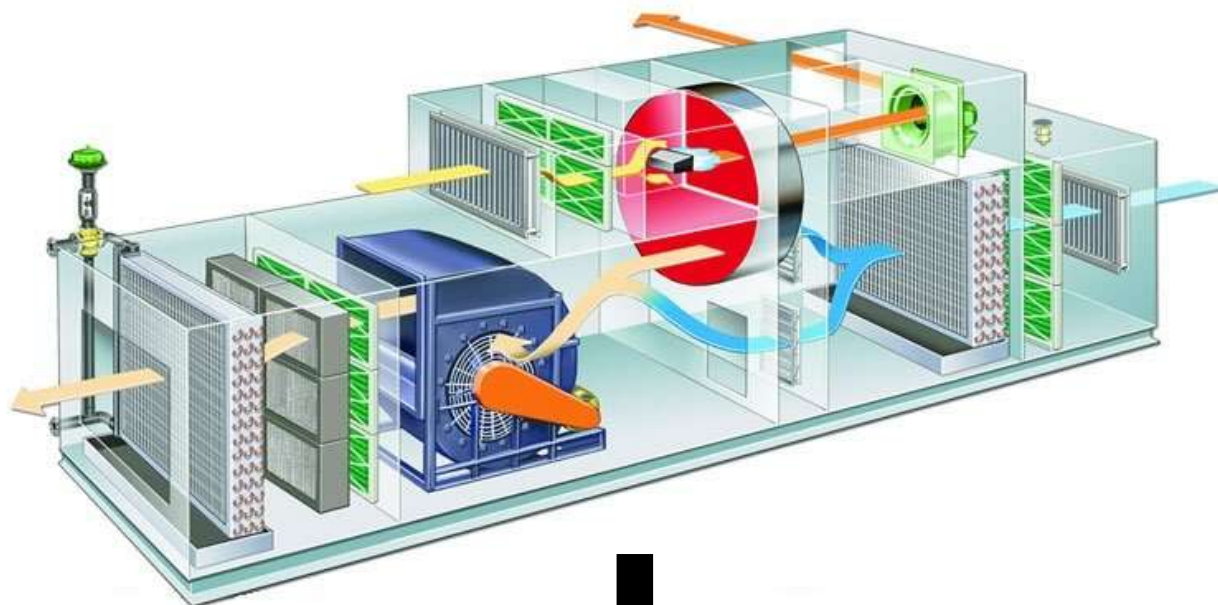
Spesso, soprattutto in regime estivo, l'aria primaria consente di bilanciare anche parte del carico termico sensibile.

Il secondo fluido termovettore, l'acqua, viene inviato mediante tubazioni ai terminali idraulici (generalmente ventilconvettori).

Ai ventilconvettori viene quindi inviata acqua calda in regime invernale, fredda in regime estivo.

E' buona norma che il fan-coil riscaldi e raffreddi senza variare l'umidità (in regime estivo, senza operare deumidificazioni).

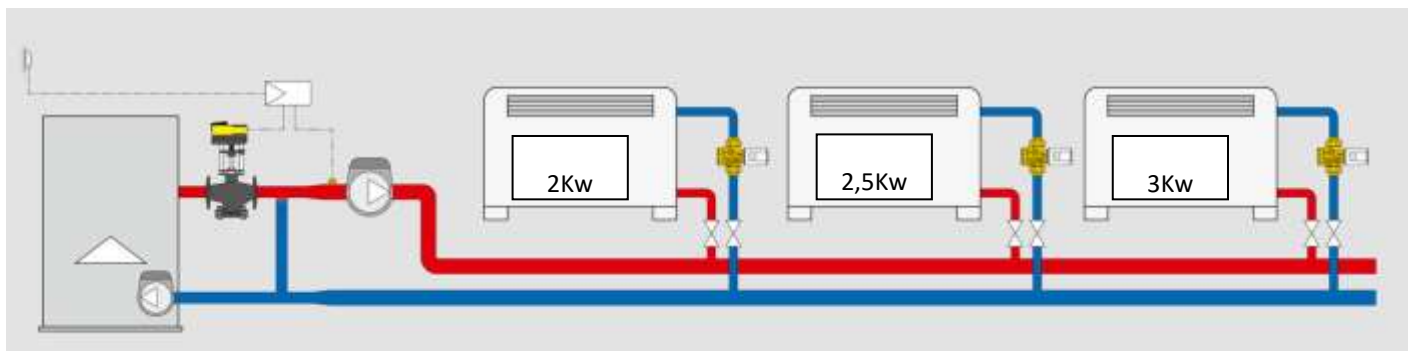
Le portate di aria sono ridotte rispetto agli impianti a tutt'aria, poiché l'aria necessaria per il ricambio è circa il 10-40 % di quella corrispondente ad un eventuale impianto a tutt'aria. Di conseguenza si riducono anche gli ingombri dei canali.



## DIMENSIONAMENTO RETE FAN COILS A VELOCITÀ COSTANTE

Per impianti di una certa dimensione non si utilizza un collettore complanare come per i radiatori ma una linea principale di mandata e una di ritorno dalle quali "staccano" le linee secondarie che arrivano ai terminali radianti.

Il dimensionamento delle tubature si può effettuare a velocità costante oppure a perdita di pressione costante.



Si fissa la velocità nei vari tratti del circuito e si trova il diametro commerciale idoneo sulla base della portata di competenza del tratto considerato. Tramite opportune valvole di dovrà poi effettuare il bilanciamento dei terminali. Per evitare di avere un sistema molto sbilanciato è consigliabile ridurre i diametri dei condotti man mano si arriva al terminale più sfavorito.

Velocità consigliate (m/s)			
	Tubazioni principali	Tubazioni secondarie	Terminali d'impianto (ventilconvettori etc...)
Tubi in acciaio	1,2+2,5	0,5+1,5	0,2+0,7
Tubi in PEX (polietilene reticolato)	1,2+2,5	0,5+1,5	0,2+0,7
Tubi in rame	0,7+1,2	0,5+0,9	0,2+0,5

Valori del coefficiente di perdita concentrata k (adimensionale)				
Diametro interno (tubi in rame e tubi in PEX)	8+16 mm	18+28 mm	30+54 mm	> 54 mm
	3/8" ÷ 1/2"	3/4" ÷ 1"	1 1/4" ÷ 2"	> 2"
Diametro esterno (tubi in acciaio)				
Tipologia di accidentalità				
Curva larga a 90° con rapporto R/D > 3,5	1,0	0,5	0,3	0,3
Curva normale a 90° con rapporto R/D = 2,5	1,5	1,0	0,5	0,4
Curva stretta a 90° con rapporto R/D = 1,5	2,0	1,5	1,0	0,8
Allargamento di sezione			1,0	
Restringimento di sezione			0,5	
Diramazione o confluenza a T			3,0	
Valvola a sfera a passaggio totale	0,2	0,2	0,1	0,1
Valvola a sfera a passaggio ridotto	1,6	1,0	0,8	0,6
Valvola a ritegno	3,0	2,0	1,0	1,0
Valvola a tre vie	10,0	10,0	8,0	8,0



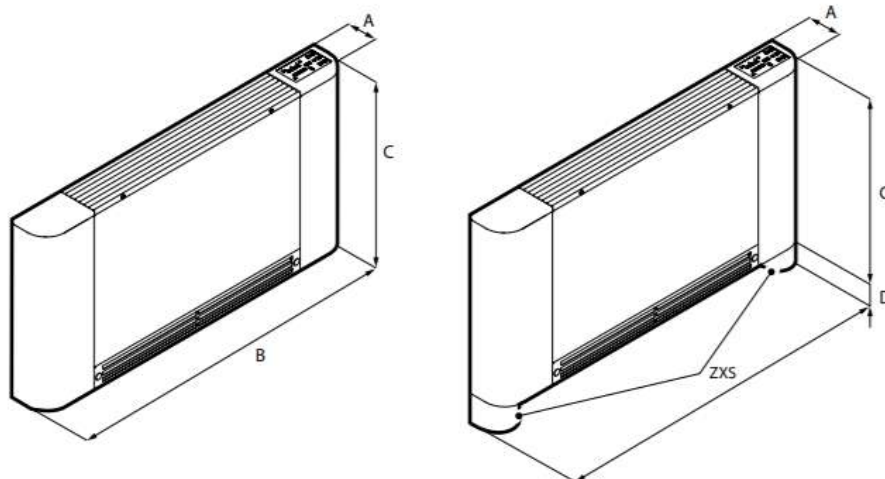
**DATI PRESTAZIONALI**

2 tubi

	ULS10			ULS20			ULS30			ULS40			ULS50				
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3		
	L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H		
<b>Prestazioni in riscaldamento 70 °C / 60 °C (1)</b>																	
Potenza termica	kW		0,61	1,16	1,64	1,14	2,18	3,08	1,48	2,84	4,00	1,89	3,64	5,13	2,27	4,37	6,15
Portata acqua utenza	l/h		53	102	144	99	191	269	129	248	350	166	318	448	199	382	538
Perdita di carico lato utenza	kPa		1	4	7	4	11	21	3	8	15	4	13	25	3	9	16
<b>Prestazioni in riscaldamento 45 °C / 40 °C (2)</b>																	
Potenza termica	kW		0,30	0,58	0,82	0,56	1,09	1,53	0,73	1,41	1,99	0,94	1,81	2,55	1,13	2,17	3,06
Portata acqua utenza	l/h		52	101	142	98	189	266	128	245	346	164	315	443	196	378	532
Perdita di carico lato utenza	kPa		1	4	7	4	12	22	3	9	16	4	14	26	3	9	17
<b>Prestazioni in raffreddamento 7 °C / 12 °C (3)</b>																	
Potenza frigorifera	kW		0,30	0,57	0,80	0,55	1,07	1,50	0,72	1,38	1,95	0,92	1,78	2,50	1,11	2,13	3,00
Potenza frigorifera sensibile	kW		0,22	0,43	0,62	0,42	0,81	1,17	0,54	1,05	1,52	0,69	1,35	1,95	0,83	1,62	2,34
Portata acqua utenza	l/h		51	97	137	95	183	257	124	238	335	158	305	429	190	366	515
Perdita di carico lato utenza	kPa		1	4	8	4	13	25	3	10	18	5	16	29	3	10	19
<b>Ventilatore</b>																	
Tipo	tipo		Tangenziale														
Motore ventilatore	tipo		Asincrono														
Numero	n°		1			1			1			2			2		
Portata aria	m³/h		47	86	115	87	158	210	111	203	270	144	263	350	161	293	390
Potenza assorbita	W		9	16	21	15	21	32	17	32	42	22	40	53	18	26	56
Collegamenti elettrici			V1	V2	V3	V1	V2	V3	V1	V2	V3	V1	V2	V3	V1	V2	V3
<b>Dati sonori ventilconvettori (4)</b>																	
Livello di potenza sonora	dB(A)		42,0	49,0	52,0	42,0	49,0	52,0	43,0	50,0	53,0	44,0	51,0	54,0	45,0	52,0	55,0
<b>Batteria ad acqua</b>																	
Contenuto acqua batteria principale	l		0,5			0,9			1,2			1,8			1,5		
<b>Diametro raccordi</b>																	
Batteria principale	Ø		1/2"														
<b>Alimentazione</b>																	
Alimentazione			230V~50Hz														

- (1) Aria ambiente 20 °C b.s.; Acqua (in/out) 70 °C/60 °C
- (2) Aria ambiente 20 °C b.s.; Acqua (in/out) 45 °C/40 °C; EUROVENT
- (3) Aria ambiente 27 °C b.s./19 °C b.u.; Acqua (in/out) 7 °C/12 °C; EUROVENT
- (4) Aermec determina il valore della potenza sonora sulla base di misure effettuate in accordo con la normativa UNI EN 16583:15, nel rispetto della certificazione Eurovent.

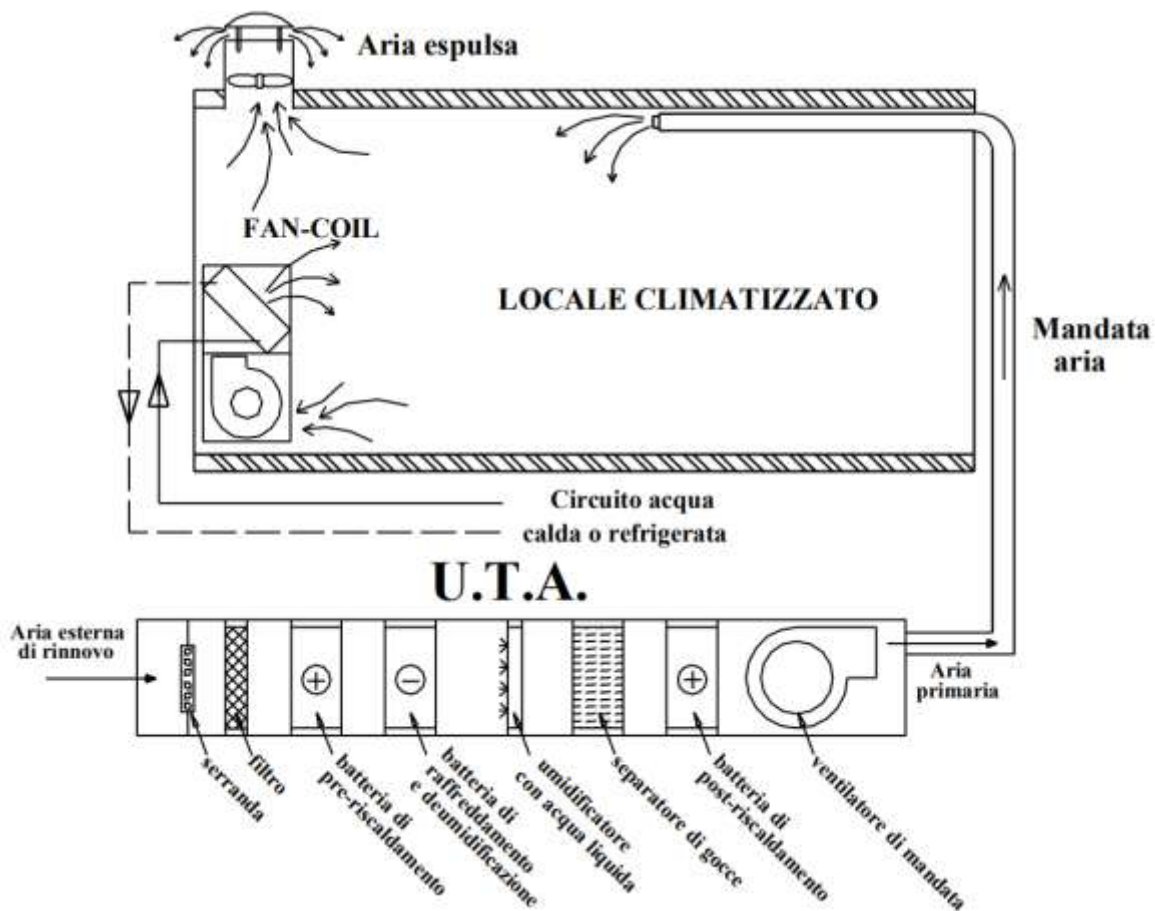
**DIMENSIONI**



Taglia			10	20	30	40	50
<b>Dimensioni e pesi</b>							
A	ULS,ULS_C	mm	130	130	130	130	130
B	ULS,ULS_C	mm	745	940	1134	1328	1524
C	ULS,ULS_C	mm	580	580	580	580	580
D	ULS,ULS_C	mm	80	80	80	80	80
Peso a vuoto	ULS,ULS_C	kg	11	13	15	17	19

## IMPIANTO AD ARIA PRIMARIA ESTIVO

Condizioni benessere:  $T_A = 25-26^\circ\text{C}$   $UR_A = 50\%$



Prestazioni tipiche dei FAN COILS in mancanza di schede tecniche dei costruttori.

FAN COILS	Modello	
	Piccolo	Grande
<b>70° RISCALDAMENTO</b>		
Potenza kW	1,2	4,5
Portata l/h	102	400
<b>45°C (PDC)</b>		
Potenza kW	0,6	2,2
Portata l/h	100	380
<b>7°C RAFFRESCAMENTO</b>		
Potenza kW	0,45	1,6
Portata l/h	100	350
<b>Ventilatore</b>		
Portata m <sup>3</sup> /h	90	300



## IMPIANTO AD ARIA PRIMARIA ESTIVO

Condizioni benessere:  $T_A = 25^\circ\text{C}$   $UR_A = 50\%$ .

La  $T_i$  viene generalmente fissata, compresa tra i 13 ed i 18 °C.

Dal punto di vista economico sarebbe conveniente sceglierla più bassa possibile in modo da minimizzare il post-riscaldamento dell'aria primaria e la potenza dei ventilconvettori. Ciò però non deve creare DISCOMFORT alle persone.

La portata di aria  $m_a$  è quella minima di rinnovo e tale da vincere  $Q_{L\text{ tot}}$  latente immesso dalle persone nell'ambiente.

**$m_a = \text{portata di rinnovo} \times n^\circ_{\text{persone}}$  (kg/s)**

Noto il  $Q_{L\text{ tot}}$  si ricava la portata di vapore equivalente immessa nell'ambiente  $m_v$ .

Nota  $m_v$  e  $m_a$  si ricava la variazione di umidità assoluta nell'ambiente:  $\Delta w = m_v/m_a$  (kgv/ kga)

Nota la variazione  $\Delta w$  si ricava l'umidità assoluta del punto di immissione I:  $w_i = w_A - \Delta w$

Quindi l'aria primaria sottrae all'ambiente il carico latente  $Q_{L\text{ tot}}$  e una parte di carico sensibile pari a  $Q_{s\text{ aria}} = m_a C_T (T_A - T_i)$

### Batteria fredda (ideale con bypass 0)

$$Q_{BF} = m_a (T_E - T_F) \quad (\text{W})$$

### Batteria calda

$$Q_{BC} = m_a (h_F - h_i) = m_a C_t (T_F - T_i) \quad (\text{W})$$

### FAN COILS

La quantità di calore sensibile sottratta all'ambiente dall'aria primaria  $m_a$  vale:

$$Q_{s\text{ aria}} = m_a C_T (T_A - T_i)$$

La parte di calore sensibile che resta da sottrarre all'aria ambiente viene trattata dai FAN COIL

$$Q_{FC} = Q_{s\text{ tot}} - Q_{s\text{ aria}} \quad (\text{W})$$

Nota la quantità di calore  $Q_{FC}$  si può procedere alla scelta dei FAN COIL da catalogo.

La scelta dei FC va fatta verificando che siano in grado di aspirare tutta l'aria presente nell'ambiente in almeno in 1 ora.

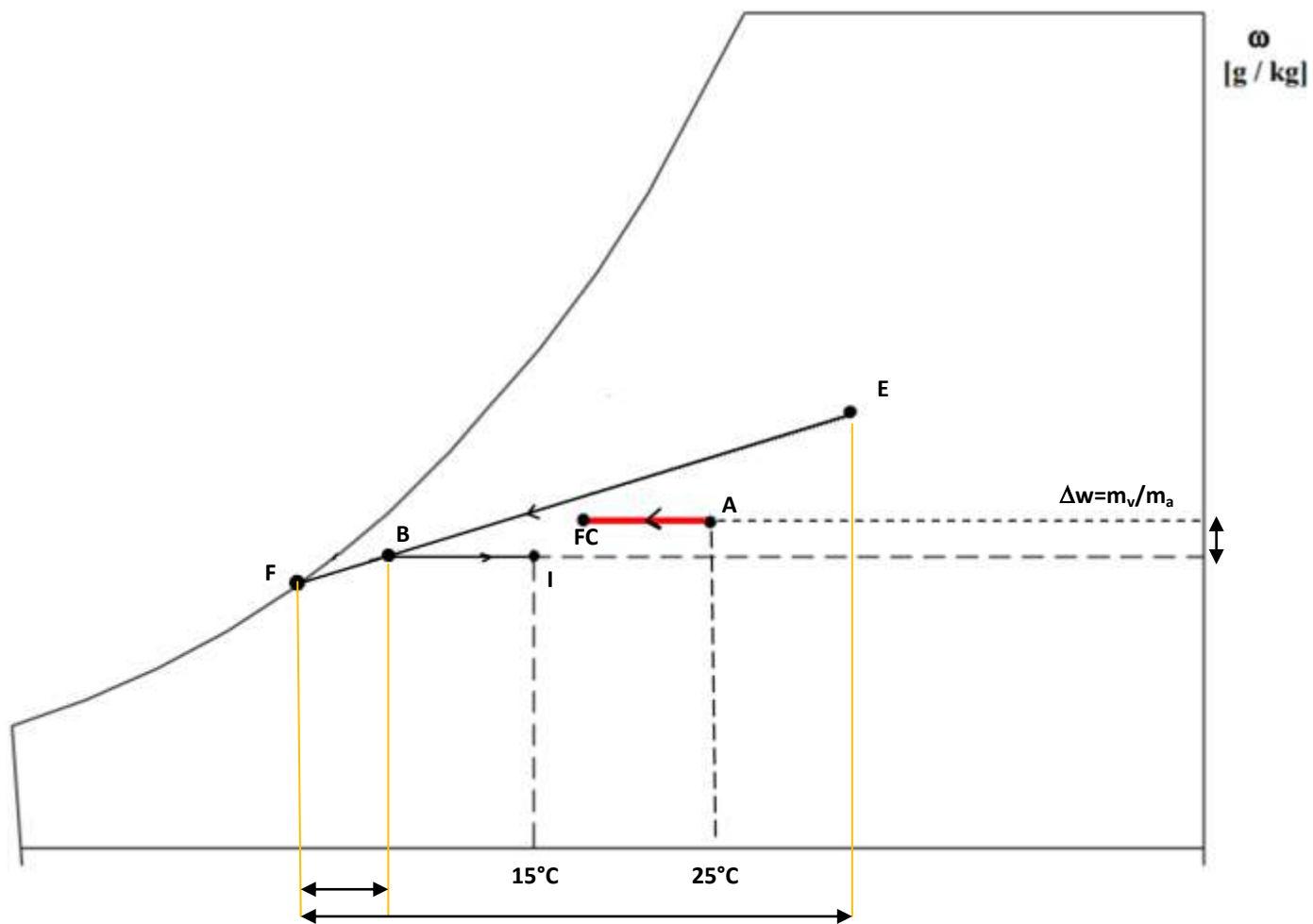
$$Q_{FC} = m_{aFC} C_T (T_A - T_{FC}) \rightarrow T_{FC} = \text{temperatura dell'aria all'uscita dal FAN COIL}$$

Nota la  $Q_{FC}$  e nota la portata di acqua indicata dal costruttore si calcola anche la  $T_R$  in uscita dell'acqua dal FAN COIL

$$Q_{FC} = m_{H2OFC} C_T (T_R - T_M) \rightarrow T_R = \text{temperature dell'acqua in uscita dal FC}$$

La temperatura media della batteria dei FC deve essere maggiore della temperatura di rugiada  $T_R$  dell'aria ambiente in modo da non causare condensazione del vapore presente nell'aria (solo raffreddamento sensibile).

# DIAGRAMMA PSICROMETRICO ESTIVO



$BPS = FB / FE =$  fattore di by-pass batteria

## IMPIANTO AD ARIA PRIMARIA INVERNALE

Condizioni benessere:  $T_A = 20^\circ\text{C}$   $UR_A = 50\%$ .

La  $T_1$  viene posta uguale a  $T_A$ , cioè l'aria primaria è immessa termicamente NEUTRA con il solo compito di controllare l'umidità specifica e la qualità dell'aria ambiente.

La portata di aria  $m_a$  è quella minima di rinnovo e tale da vincere  $Q_{L\text{ tot}}$  latente immesso dalle persone nell'ambiente.

$$m_a = \text{portata di rinnovo} \times n^\circ_{\text{persone}} \quad (\text{kg/s})$$

Nota il  $Q_{L\text{ tot}}$  si ricava la portata di vapore equivalente immessa nell'ambiente  $m_v$ .

$$\text{Nota } m_v \text{ e } m_a \text{ si ricava la variazione di umidità assoluta nell'ambiente: } \Delta w = m_v/m_a \quad (\text{kgv/ kga})$$

Nota la variazione  $\Delta w$  si ricava l'umidità assoluta del punto di immissione I:  $w_I = w_A - \Delta w$

Quindi l'aria primaria fornisce all'ambiente solo il carico latente  $Q_{L\text{ tot}}$ .

Le condizioni del punto di immissione si possono raggiungere con

- preriscaldamento fino a C  $\rightarrow Q_{\text{pre}} = m_a C_T (T_C - T_E)$
- umidificazione adiabatica ideale fino a S  $\rightarrow m_{\text{H}_2\text{O}} = m_a \Delta w_{\text{IC}}$
- post riscaldamento finale fino a I  $\rightarrow Q_{\text{post}} = m_a C_T (T_I - T_S)$

Tutto il calore sensibile da fornire all'ambiente viene emesso dai FAN COIL:  $Q_{\text{FC}} = Q_{\text{S tot}} \text{ (W)}$

Nota la quantità di calore  $Q_{\text{FC}}$  si può procedere alla scelta dei FAN COIL da catalogo.

La scelta dei FC va fatta verificando che siano in grado di aspirare tutta l'aria presente nell'ambiente in almeno 1 ora.

$$Q_{\text{FC}} = m_{\text{aFC}} C_T (T_{\text{FC}} - T_A) \rightarrow T_{\text{FC}} = \text{temperatura dell'aria all'uscita dal FAN COIL}$$

Nota la  $Q_{\text{FC}}$  e nota la portata di acqua indicata dal costruttore si calcola anche la  $T_R$  in uscita dell'acqua dal FAN COIL

$$Q_{\text{FC}} = m_{\text{H}_2\text{O FC}} C_T (T_M - T_R) \rightarrow T_R = \text{temperature dell'acqua in uscita dal FC}$$

DIAGRAMMA PSICROMETRICO INVERNALE

