



POLITECNICO DI MILANO

Dipartimento di
Scienza e Tecnologie dell'Ambiente Costruito
Building & Environment Science & Technology
BEST



Diagramma dell'aria umida (Carrier)

Corso del **Prof. Arch. Giuliano DALL'Ò**
e-mail: giuldal@polimi.it

Indice

1	Introduzione.....	3
1.1	L'aria atmosferica	3
1.2	L'umidità dell'aria atmosferica.....	3
1.3	Equazioni di stato dei gas perfetti per l'aria secca e l'aria umida	5
1.4	Le temperature di una miscela aria-vapore.....	7
1.5	Entalpia dell'aria umida.....	8
2	Il diagramma psicrometrico	9
2.1	Caratteristiche dei diagrammi psicrometrici	9
2.2	Il diagramma di Mollier	10
2.3	Il diagramma Carrier	11

1 Introduzione

1.1 L'aria atmosferica

L'aria atmosferica, cioè quella che respiriamo, è costituita da un miscuglio di aria secca e vapore acqueo.

Per quanto riguarda l'aria secca, che a sua volta è un miscuglio di vari gas, misure effettuate in modo estensivo hanno dimostrato che la composizione rimane pressoché costante, sebbene piccole variazioni possano intervenire in relazione alla posizione geografica ed alla altitudine. La composizione percentuale in volume dei gas che compongono l'aria secca è la seguente: 78,08% di azoto, 20,95% di ossigeno, 0,93% di argon, 0,03% di anidride carbonica e, per la restante parte, da tracce di gas.

Per semplificare lo studio dei fenomeni fisici, l'aria secca viene considerata un gas perfetto e la costante universale dei gas, riferita all'aria secca, è ricavabile dalla seguente relazione:

$$R_A = \frac{8314,41}{28,9645} = 287,055 \quad (1)$$

dove:

R_A = costante dei gas riferita all'aria secca (J/kg K)

8314,41 = costante universale dei gas (J/kmole K) 28,9645

= peso molecolare dei gas (kg/kmole)

L'aria umida è una miscela di aria secca e vapore d'acqua. La quantità di vapore contenuta nell'aria varia da un minimo di zero ad un valore massimo che dipende dalla temperatura e dalla pressione. La condizione limite è detta saturazione: in questa condizione si crea un equilibrio neutro tra l'aria umida ed il vapore.

La costante dei gas per il vapore d'acqua è la seguente:

$$R = \frac{8314,41}{18,01534} = 461,52 \quad (2)$$

dove:

8314,41 = costante universale dei gas (J/kmole K)

18,01534 = peso molecolare del vapore (kg/kmole)

La temperatura e la pressione dell'aria atmosferica variano in modo considerevole in relazione all'altitudine, così come della località geografica e delle condizioni climatiche.

Per semplificare i calcoli tecnici è stato introdotto, per convenzione, il concetto di "aria atmosferica standard".

Al livello del mare, la temperatura standard considerata è di 15 °C, la pressione atmosferica standard è di 101,325 kPa (760 mm Hg) e la forza di gravità è assunta pari a 9.807 m/s².

1.2 L'umidità dell'aria atmosferica

La presenza del vapore è indispensabile per garantire le condizioni di benessere, tanto che uno dei compiti degli impianti di condizionamento è anche quello di controllare che l'aria trattata mantenga il suo giusto valore di *umidità*.

Per comprendere meglio i fenomeni che regolano la fisica dell'aria è utile introdurre alcuni concetti riguardanti proprio questo parametro.

L'*umidità specifica* X_S di una determinata miscela di aria secca e vapore può essere definita come il rapporto tra la massa del vapor d'acqua e la massa di aria secca contenuta nella miscela, ossia:

$$X_S = \frac{M_V}{M_A} \quad (3)$$

dove:

X_S = Umidità specifica (kg o g di vapore/kg di aria secca)

L'umidità specifica X_S può anche essere definita dalla seguente espressione:

$$X_S = 0,62198 \frac{x_V}{x_A} \quad (4)$$

dove:

x_V = frazione molare del vapore d'acqua contenuto nella miscela

x_A = frazione molare dell'aria secca contenuta nella miscela

0.62198 = rapporto tra le massa molecolare del vapore (18,01534) e quella dell'aria secca (28,9645).

Nella (3) e nella (4) l'umidità specifica ha come riferimento la massa dell'aria secca. Se il riferimento diventa la massa dell'intera miscela, l'umidità specifica, che indicheremo con X_S' , è definita come il rapporto tra la massa del vapor d'acqua e la massa totale della miscela, ovvero:

$$X_S' = \frac{M_V}{M_V + M_A} \quad (5)$$

dove X_S' è espressa in kg o g di vapore/kg di miscela oppure, ricordando la (3):

$$X_S' = \frac{X_S}{1 + X_S} \quad (6)$$

L'*umidità assoluta* X_A è invece definita come il rapporto tra la massa del vapor d'acqua ed il volume totale della miscela:

$$X_A = \frac{M_V}{V} \quad (7)$$

dove l'umidità assoluta X_A è espressa in kg/m^3 .

Il *grado di saturazione* di una miscela aria secca- vapore dell'aria X_S e l'umidità della stessa X_{SAT} in condizioni di pressione:

μ è il rapporto tra l'umidità specifica saturazione alla stessa temperatura e

$$\mu = \frac{x_S}{x_{SAT}} \quad (8)$$

L'umidità relativa U_R è definita come il rapporto tra la frazione molare del vapor d'acqua x_V di una determinata miscela e la frazione molare della stessa x_{VS} in condizione di saturazione alla stessa temperatura e pressione:

$$U_R = \frac{x_V}{x_{VS}} \quad (9)$$

L'umidità relativa può variare da 0 a 1 oppure, se espressa in rapporto percentuale, dallo 0 % al 100 %. In quest'ultimo caso la (9) diventa:

$$U_R = \frac{x_V}{x_{VS}} \cdot 100 \quad (10)$$

A chiarimento della (9) e della (10) si ricorda che con il termine *condizione di saturazione* ci si riferisce a quelle particolari condizioni nelle quali la pressione parziale del vapore è uguale alla pressione di saturazione del vapore alla temperatura del miscuglio. In questi casi, se si aggiunge vapore al miscuglio si avrà condensazione o formazione di nebbia nell'ambiente.

Se una miscela di aria e vapore d'acqua subisce un raffreddamento a pressione costante, la temperatura alla quale il vapore è saturo viene definita *temperatura o punto di rugiada*.

1.3 Equazioni di stato dei gas perfetti per l'aria secca e l'aria umida

Considerando l'aria umida come una miscela di due gas perfetti (aria secca e vapore d'acqua) è possibile, commettendo errori trascurabili, utilizzare l'equazione di stato dei gas perfetti.

Per l'aria secca si avrà che:

$$P_A V = n_A R T \quad (11)$$

dove:

P_A = pressione parziale dell'aria (kPa)

V = volume totale (m^3)

n_A = numero di moli dell'aria secca

R = costante universale dei gas (8,31441 J/gmole K)

T = temperatura assoluta (K)

Mentre per il vapore si avrà che:

$$P_V V = n_V R T \quad (12)$$

dove:

P_V = pressione parziale del vapore (kPa)

e gli altri simboli rimangono gli stessi della (11).

Secondo la legge di Dalton, la pressione globale di un miscuglio di gas è uguale alla somma delle pressioni parziali che i gas componenti eserciterebbero se ciascuno occupasse da solo, a parità di temperatura, il volume occupato dal miscuglio.

In una miscela di aria secca e vapor d'acqua sia l'uno che l'altro componente del miscuglio occupano lo stesso volume totale alle rispettive pressioni parziali, ovvero:

$$P = P_A + P_V \quad (13)$$

dove:

P = pressione totale della miscela

P_A = pressione parziale dell'aria secca

P_V = pressione parziale del vapor d'acqua

L'equazione di stato dei gas perfetti può essere applicata anche all'aria umida (miscela tra aria secca e vapore) anche nella seguente forma:

$$P V = (n_A + n_V) R T \quad (14)$$

dove:

P = pressione totale della miscela

n = $(n_A + n_V)$ è il numero totale di moli della miscela.

Dalle equazioni (3) e (6) è possibile ricavare le frazioni molari di aria secca e di vapore che risultano rispettivamente:

$$x_A = \frac{P_A}{(P_A + P_V)} = \frac{P_A}{P} \quad (15)$$

e

$$x_V = \frac{P_V}{(P_A + P_V)} = \frac{P_V}{P} \quad (16)$$

Dalla (4), dalla (15) e dalla (16) è possibile esprimere l'umidità specifica U_S di una miscela con la seguente espressione:

$$U_S = 0,62198 \frac{P_V}{P - P_V} \quad (17)$$

Ricordando la (8), la (17) diventa:

$$U_{SAT} = 0,62198 \frac{P_{VS}}{P - P_{VS}} \quad (18)$$

dove

U_{SAT} = umidità della miscela in condizioni di saturazione

P_{VS} = pressione di saturazione del vapor d'acqua ad una determinata temperatura.

La pressione di saturazione del vapor d'acqua P_{VS} dipende unicamente dalla temperatura. Per valori compresi tra 0 °C e 200 °C, può essere calcolato con la seguente espressione :

$$\ln (P_{VS}) = C_1/T + C_2 + C_3 T + C_4 T^2 + C_5 T^3 + C_6 \ln (T) \quad (19)$$

dove:

$$C1 = - 5,8002206 \cdot E^3$$

$$C2 = - 5,5162560$$

$$C3 = - 4,8640239 \cdot E^{-2}$$

$$C4 = 4,1764768 \cdot E^{-5}$$

$$C5 = - 1,445209 \cdot E^{-8}$$

$$C6 = 6,5459673$$

e

$$\ln = \log_e$$

PVS = pressione di saturazione (Pa)

T = temperatura assoluta (K) ($K = ^\circ C + 273.15$)

Può essere utile ricavare l'espressione che definisce il volume specifico v (m^3 /kg di aria secca) di una miscela aria-vapore.

Partendo dalla definizione generale, che esprime il volume specifico v come rapporto tra il volume totale della miscela V (m^3) e la massa totale dell'aria secca (kg), con semplici passaggi si ottiene la seguente espressione:

$$v = \frac{R_A T (1 + 16078, U_s)}{P} \quad (20)$$

dove:

v = volume specifico del vapore (m^3 /kg di aria secca)

R_A = costante dei gas riferita all'aria secca (287,055 J/kg K)

T = temperatura della miscela aria- vapore (K)

U_s = umidità specifica della miscela aria-vapore (kg di vapore/kg di aria secca)

P = pressione totale della miscela

Per l'aria atmosferica standard ($t = 15 ^\circ C$ e $P = 101,325$ kPa) il volume specifico varia in funzione dell'umidità specifica U_s e si attesta su un valore medio di $0,823$ m^3 /kg di aria secca. La densità media della miscela, nelle stesse condizioni, risulta pari all'incirca a $1/0,823 = 1,215$ kg / m^3 di aria secca.

La densità ed il volume specifico variano in funzione dei parametri sopra elencati. Rimanendo nei range di temperatura compresi tra gli 0 ed i $40 ^\circ C$, la densità dell'aria varia rispettivamente da $1,298$ a $1,086$ kg / m^3 di aria secca mentre il volume specifico varia rispettivamente da $0,77$ a $0,92$ m^3 /kg di aria secca.

1.4 Le temperature di una miscela aria -vapore

Nella fisica dell'aria la temperatura assume evidentemente un significato importante.

Nella definizione dei parametri è necessario fare una distinzione tra tre temperature: la temperatura a bulbo asciutto, la temperatura a bulbo umido e la temperatura di rugiada

La temperatura a bulbo asciutto, o a bulbo secco, di una ambiente (t_a) è quella che viene misurata con un normale termometro.

La temperatura a bulbo umido (t_u), invece, è quella che viene misurata in un ambiente con un termometro ricoperto da una pezzuola imbevuta di acqua e viene definita come la temperatura raggiunta dall'aria saturandosi senza sottrazione di calore. La saturazione dell'aria si ottiene

aumentando la quantità assoluta di vapore all'interno dell'ambiente, quindi aumentando l'umidità specifica U_S .

La *temperatura di rugiada* (t_r) è la temperatura alla quale, in un determinato ambiente, si raggiungono le condizioni di saturazione. La differenza tra la temperatura a bulbo umido e la temperatura di rugiada, sta nel fatto che in quest'ultimo caso le condizioni di saturazione si raggiungono raffreddando l'ambiente ma mantenendo costante l'umidità specifica U_S .

1.5 Entalpia dell'aria umida

In una miscela di gas perfetti l'entalpia (calore totale o contenuto termico) è data dalla somma delle entalpie parziali dei singoli componenti.

L'entalpia di una miscela di gas può quindi essere espressa dalla seguente equazione:

$$J = J_{AS} + X_S J_{VS} \quad (21)$$

dove:

J = entalpia della miscela (kJ/kg di aria secca)

J_{AS} = entalpia specifica dell'aria secca (kJ/kg di aria secca)

J_{VS} = entalpia specifica del vapore saturo alla temperatura della miscela (kJ/kg di vapore)

X_S = Umidità specifica della miscela (kg vapore/kg di aria secca)

L'entalpia specifica dell'aria secca e quella del vapore saturo possono essere calcolate secondo le seguenti equazioni:

$$J_{AS} = 1,006 t_a \quad (22)$$

dove:

1,006 = calore specifico a pressione costante dell'aria secca (kJ/kg K)

t_a = temperatura a bulbo asciutto dell'aria (°C)

$$J_{VS} = 2501 + 1.805 t_a \quad (23)$$

dove:

2501 = calore latente di vaporizzazione dell'acqua a 0 °C (kJ/kg)

1,805 = calore specifico del vapore acqueo (kJ/kg °C)

La [1.22], quindi, assume la seguente forma:

$$J = 1,006 t_A + X_S (2501 + 1.805 t_A) \quad (24)$$

La quantità di calore da fornire o da sottrarre ad una miscela aria-vapore può essere calcolata, in funzione della differenza dell'entalpia prima e dopo la trasformazione, attraverso la relazione:

$$W = \rho V (J_b - J_a) / 3,6 \quad (25)$$

dove:

- W = quantità di calore da fornire alla miscela aria-vapore (W)
 ρ = densità specifica della miscela aria- vapore ($\cong 1,215 \text{ kg /m}^3$ di aria secca)
 V = volume orario della portata (m^3/h)
 J_a = entalpia iniziale della miscela aria-vapore (kJ/kg)
 J_b = entalpia finale della miscela aria-vapore (kJ/kg)

oppure utilizzando la relazione:

$$W = \rho V [1,006 (t_b - t_a) + U_S (2501 + 1.805 (t_b - t_a))] / 3,6 \quad (26)$$

La quantità di calore da fornire o da sottrarre al vapore è in genere trascurabile se paragonata a quella da fornire o da sottrarre all'aria secca. Assumendo per l'aria secca una densità media di $1,215 \text{ kg/m}^3$, La (25) viene perciò così semplificata:

$$W = 0,34 V (t_b - t_a) \quad (27)$$

2 Il diagramma psicrometrico

2.1 Caratteristiche dei diagrammi psicrometrici

Nel paragrafo precedente sono state illustrate le funzioni che legano i parametri caratteristici dell'aria atmosferica che, come abbiamo visto, è un miscuglio aria- vapore. Nel calcolo dei sistemi di condizionamento risulta senz'altro più agevole l'uso di particolari diagrammi di stato, chiamati *diagrammi dell'aria umida* o *diagrammi psicrometrici*, che consentono, note due sole grandezze (ad esempio la temperatura dell'aria e l'umidità relativa) di ricavare tutte le altre (umidità specifica, volume specifico, temperatura di rugiada, ecc.).

Sebbene la diffusione degli elaboratori personali privilegi l'approccio analitico ai calcoli psicrometrici attraverso l'utilizzo di software di calcolo diffusi e semplici da realizzare, l'utilizzo dei diagrammi dell'aria umida consente ai progettisti una migliore comprensione dei vari fenomeni ed uno schema mentale che non potrebbe esistere utilizzando delle informazioni sicuramente precise ma più difficili da comprendere.

La diffusione di interfacce grafiche consente di utilizzare programmi di calcolo che, oltre ad eseguire i conti in modo preciso, riportano a video, su un diagramma psicrometrico, lo schema delle trasformazioni.

I diagrammi psicrometrici più diffusi sono tre: il diagramma di Mollier, il diagramma Carrier ed il diagramma sviluppato dell'ASHRAE,

Una caratteristica comune è quella che tutti e tre i diagrammi, nella versione standard, sono riferiti ad una pressione atmosferica al livello del mare di 101.325 kPa (760 mm Hg) e ad 1 kg di aria secca che a sua volta conterrà una quantità variabile di vapor d'acqua.

L'altezza della località considerata ovviamente influisce sul valore della pressione e per questo motivo tutti i diagrammi riportano normalmente i valori della pressione cui si riferiscono.

Sebbene i diagrammi standard siano quelli generalmente più utilizzati, per quote e per pressioni diverse (o range di temperatura diversi) da quelle standard sono disponibili diagrammi appositamente realizzati che possono essere richiesti direttamente all'ASHRAE o alla Carrier.

2.2 Il diagramma di Mollier

In questo tipo di diagramma, riportato schematicamente in figura 1.1 ed integralmente in allegato, gli assi di riferimento sono quello delle temperature t (isoterme) e quelle delle entalpie J (isoentalpiche).

Per ottenere una migliore chiarezza nella rappresentazione, gli assi formano tra loro un angolo di 40° anzichè 90° ; in questo modo le curve isoentalpiche risultano inclinate rispetto all'asse delle ordinate.

Fissato un punto A nel diagramma (fig. 1.1) le varie grandezze relative al miscuglio aria secca-vapor d'acqua possono essere lette nelle diverse scale di riferimento.

- Le linee a *temperatura costante* (isoterme) hanno un andamento quasi orizzontale. Partendo da un punto generico A , sulla scala di riferimento a sinistra si leggono direttamente i valori della temperatura a bulbo secco t_a .
- Alla base del diagramma è riportata la scala dei valori dell'*umidità specifica* X (grammi di vapore per kg di aria secca); le linee a contenuto di vapore acqueo costante sono verticali e parallele.
- Le rette ad *entalpia* J costante sono parallele ed inclinate verso sinistra.
- I punti ad *umidità relativa* U_r costante formano delle curve. La curva che delimita l'area di interesse del diagramma, detta curva di saturazione, corrisponde ad un valore dell'umidità relativa pari al 100%; La curva di saturazione divide il diagramma in due zone: quella superiore, o zona del vapore surriscaldato, e quella inferiore o zona della nebbia. Il vapore nella zona della nebbia è detto vapore saturo-umido.

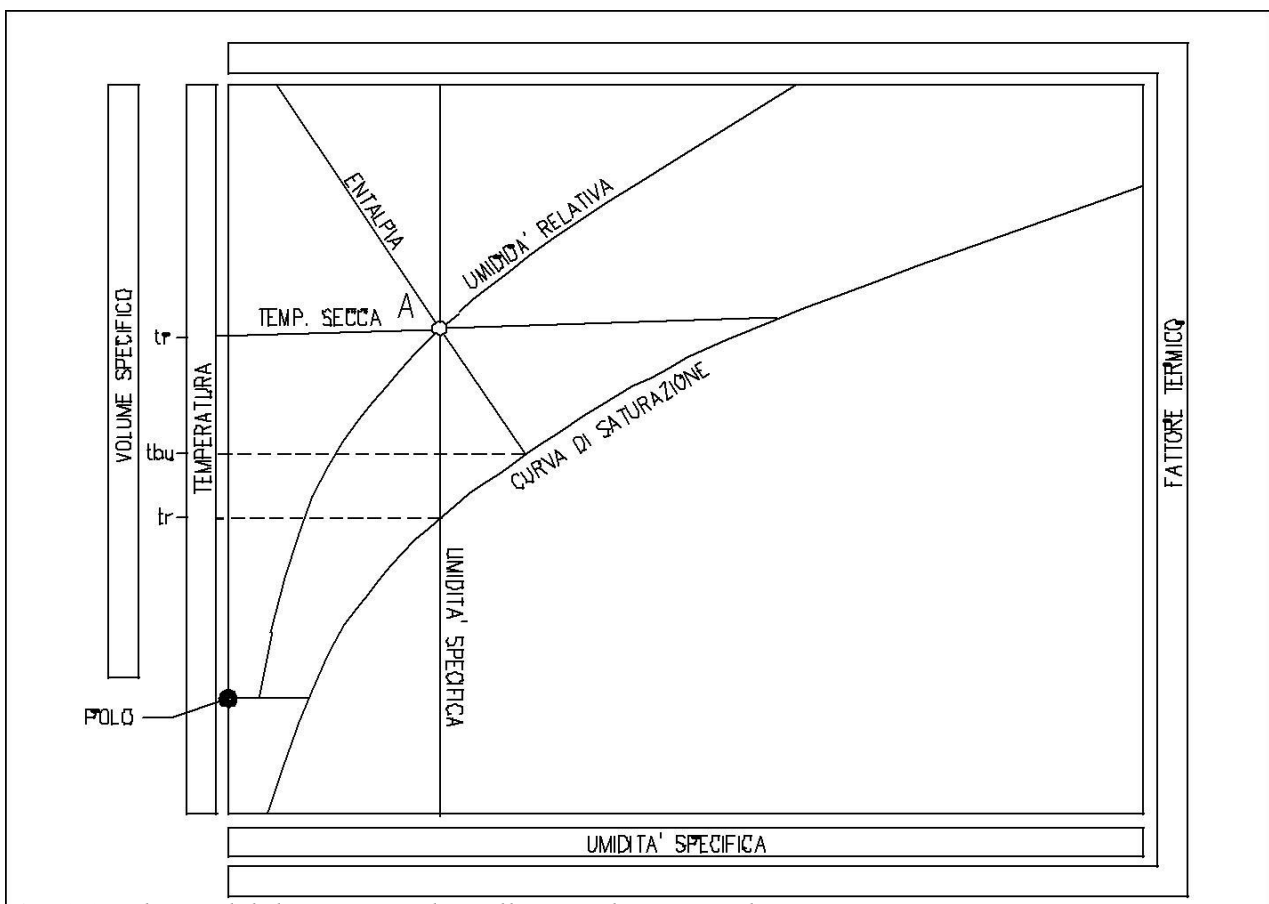


Fig. 1.1 Schema del diagramma di Mollier per l'aria umida

- Sulla prima scala verticale a sinistra del diagramma sono riportati i valori del *volume specifico* della miscela v (volume di 1 kg di aria secca + x grammi di vapore, al 50% di U_F). Per il calcolo della massa d'aria corrispondente m ad un determinato volume V si usa la relazione $m=V/v$.
- Il *fattore termico* R , definito il rapporto fra il calore sensibile ed il calore totale assorbiti o ceduti dall'aria durante un processo psicrometrico è dato dalla parallela al corrispondente raggio del radiante con centro nella scala delle temperature (polo) in corrispondenza di $t = 0^\circ\text{C}$. Per maggiore chiarezza la graduazione è riportata nella cornice del diagramma.

Sulla scala delle temperature è possibile anche leggere i valori della temperatura di rugiada (t_r) e della temperatura a bulbo umido (t_{bu}) della miscela.

Temperatura di rugiada

La temperatura di rugiada è la temperatura che si ottiene raffreddando una miscela di aria e vapore mantenendo invariata la sua umidità specifica. Il raffreddamento così ottenuto, detto anche *raffreddamento sensibile*, comporta un aumento della umidità relativa U_F della miscela. Quando l'aria raggiunge le condizioni di saturazione, ossia quando $t_s = t_r$, ogni successivo abbassamento della temperatura comporta la formazione di condensa superficiale. Per questo motivo ogni superficie che si trova ad una temperatura inferiore a t_r risulta bagnata.

Per ricavare direttamente dal diagramma il valore della *temperatura di rugiada* della miscela t_r è necessario, sempre partendo dal punto A, spostarsi verso il basso lungo la retta ad umidità specifica costante fino ad intersecare la curva di saturazione. La temperatura di rugiada t_r si legge, con riferimento al punto di intersezione, sulla scala delle temperatura posta alla base del diagramma.

Temperatura a bulbo umido

La temperatura a bulbo umido di una miscela aria secca-vapore, definita al § 1.2.4 può essere ricavata direttamente dal diagramma dell'aria umida.

Fissato un punto generico A della miscela, per leggere il valore *della temperatura a bulbo umido* t_{bu} è necessario percorrere la retta ad entalpia costante fino all'intersezione della curva di saturazione. Il valore cercato della t_{bu} lo si può leggere sempre nella scala delle temperature.

2.3 Il diagramma Carrier

Attualmente è uno dei diagrammi psicrometrici più diffusi tra i tecnici del settore. Molto simile al diagramma ASHRAE (riportato in allegato), ha riportate nei due assi le scale della temperatura a bulbo secco (ascissa) e l'umidità specifica.

Nella figura 1.2 è riportato lo schema del diagramma. Il diagramma completo è invece riportato in allegato.

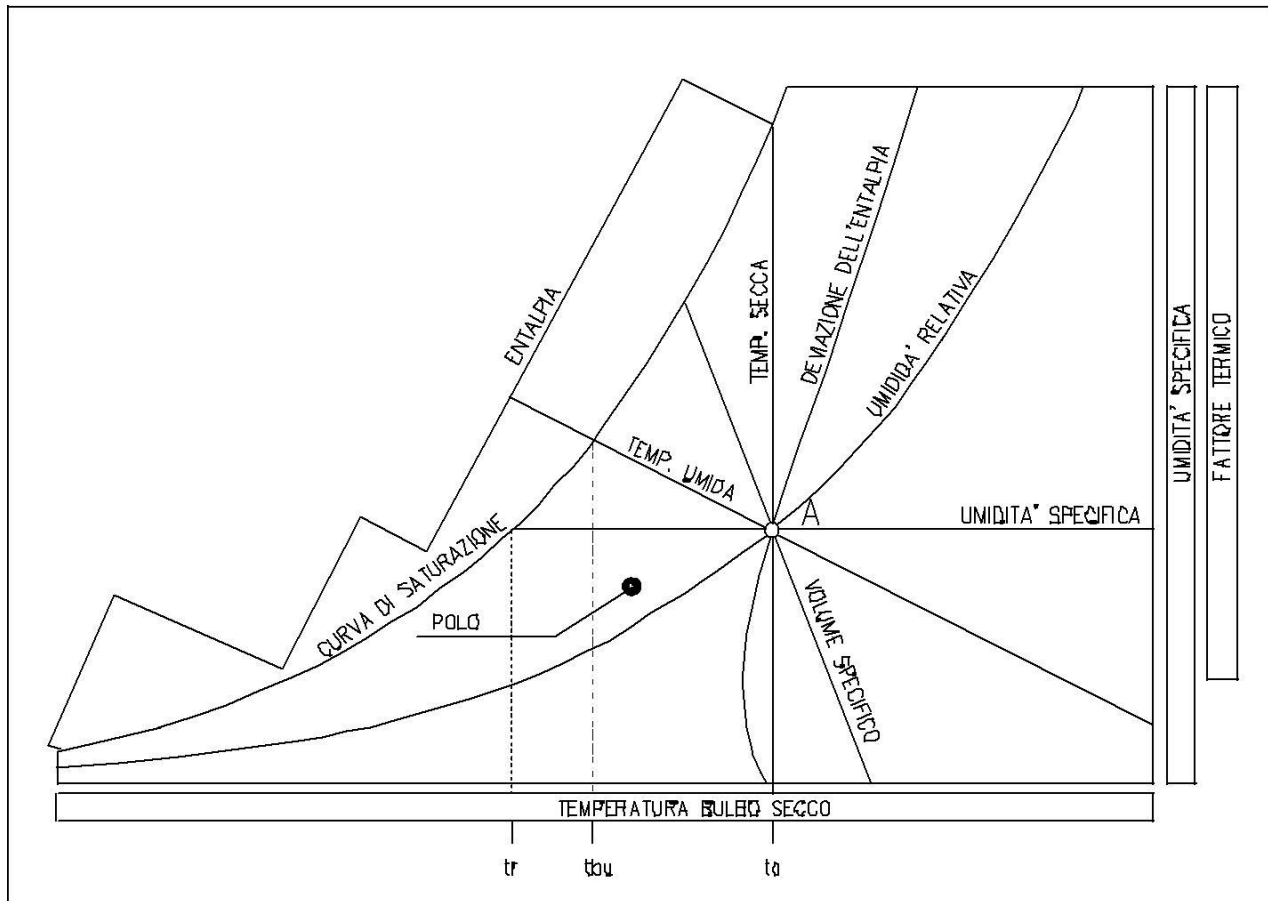


Fig. 1.2 Schema del diagramma psicrometrico Carrier

Fissato un punto A nel diagramma (fig. 1.2) le varie grandezze relative al miscuglio aria secca-vapor d'acqua possono essere lette nelle diverse scale di riferimento.

- Le linee a *temperatura costante* (isoterme) hanno un andamento verticale (quasi verticale nel diagramma ASHRAE). Partendo da un punto generico A, sulla scala di riferimento in basso si leggono direttamente i valori della temperatura a bulbo secco t_a .
- Sulle ordinate (lato destro del diagramma) sono riportati i valori dell'*umidità specifica* X_S (grammi di vapore per kg di aria secca); le linee a contenuto di vapore acqueo costante sono orizzontali e parallele.
- Le rette ad *entalpia* J costante sono parallele ed inclinate verso sinistra. L'entalpia letta sul diagramma, qualunque siano le temperature considerate, si intende alle condizioni di saturazione. Per l'aria non satura può essere necessario applicare la correzione ricavabile, sempre sul diagramma, dalle curve di deviazione dell'entalpia. La deviazione di entalpia (espressa in kJ/kg di aria secca) si applica in tutti i casi quando si ricerca una estrema precisione di calcolo e non se ne terrà conto, invece, nei normali problemi di condizionamento dell'aria.
- I punti ad *umidità relativa* U_r costante formano delle curve. La curva che delimita l'area di interesse del diagramma, detta curva di saturazione, corrisponde ad un valore dell'umidità relativa pari al 100%; la curva di saturazione divide il diagramma in due zone: quella inferiore, o zona del vapore surriscaldato, e quella superiore o zona della nebbia. Il vapore nella zona della nebbia è detto vapore saturo-umido.

- Le linee di uguale volume specifico v sono parallele ed hanno una inclinazione simile a quella delle linee isoentalpiche ma di un angolo inferiore. Per il calcolo della massa d'aria corrispondente m ad un determinato volume V si usa la relazione $m=V/v$.
- Il *fattore termico* R , ovvero il rapporto fra il calore sensibile ed il calore totale assorbiti o ceduti dall'aria durante un processo psicrometrico è dato dalla parallela al corrispondente raggio del radiante con centro nel "polo" situato all'incirca al centro del diagramma. La lettura del fattore è può essere fatta sulla apposita scala a destra del diagramma. Nel diagramma ASHRAE il fattore R è ricavabile da un nomogramma semicircolare posto in alto a destra.
- Per ricavare direttamente dal diagramma il valore della *temperatura di rugiada* della miscela t_r è necessario, sempre partendo dal punto A, scendere lungo la retta ad umidità specifica costante fino ad intersecare la curva di saturazione. La temperatura di rugiada t_r si legge, con riferimento al punto di intersezione, sulla scala delle temperatura.
- La *temperatura a bulbo umido* di una miscela aria secca-vapore, definita al § 1.2.4 può essere ricavata direttamente dal diagramma dell'aria umida. Fissato un punto generico A della miscela, per leggere il valore *della temperatura a bulbo umido* t_{bu} è necessario percorrere la retta ad entalpia costante fino all'intersezione della curva di saturazione. Il valore cercato della t_{bu} lo si può leggere sempre nella scala delle temperature.

Nel diagramma Carrier, i valori della temperatura di rugiada e della temperatura a bulbo umido possono essere letti anche in una apposita scala riportata in corrispondenza della curva di saturazione.

Esempi di trasformazioni

1. Miscela di due quantità d'aria

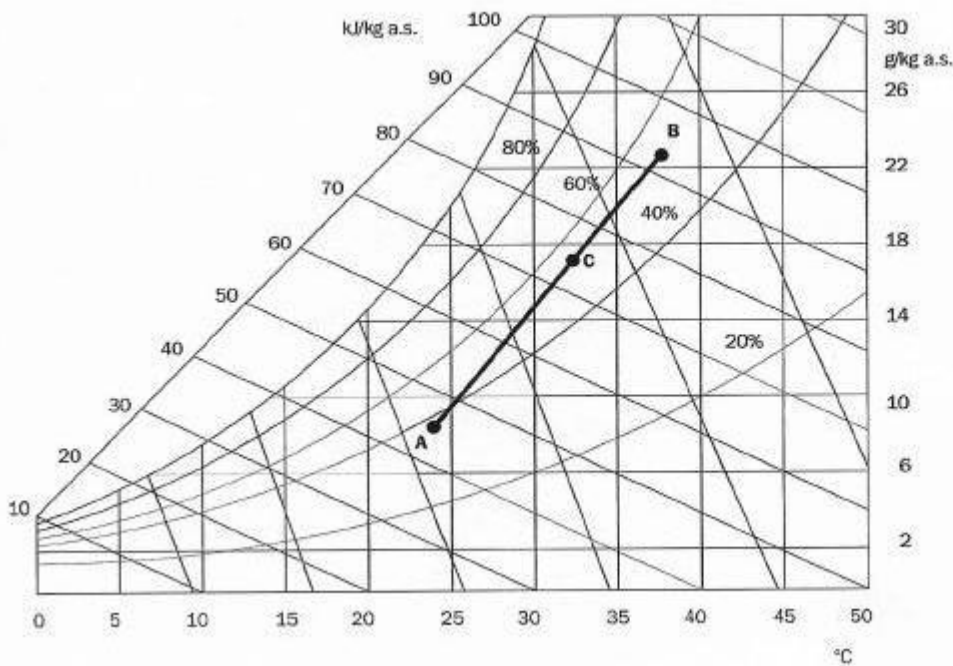


Fig. 91 Schema nel diagramma psicrometrico della miscela di due quantità d'aria. Le condizioni dell'aria miscelata (punto C) possono essere individuate in uno dei punti del segmento di retta che congiunge i punti A e B.

2. Riscaldamento sensibile

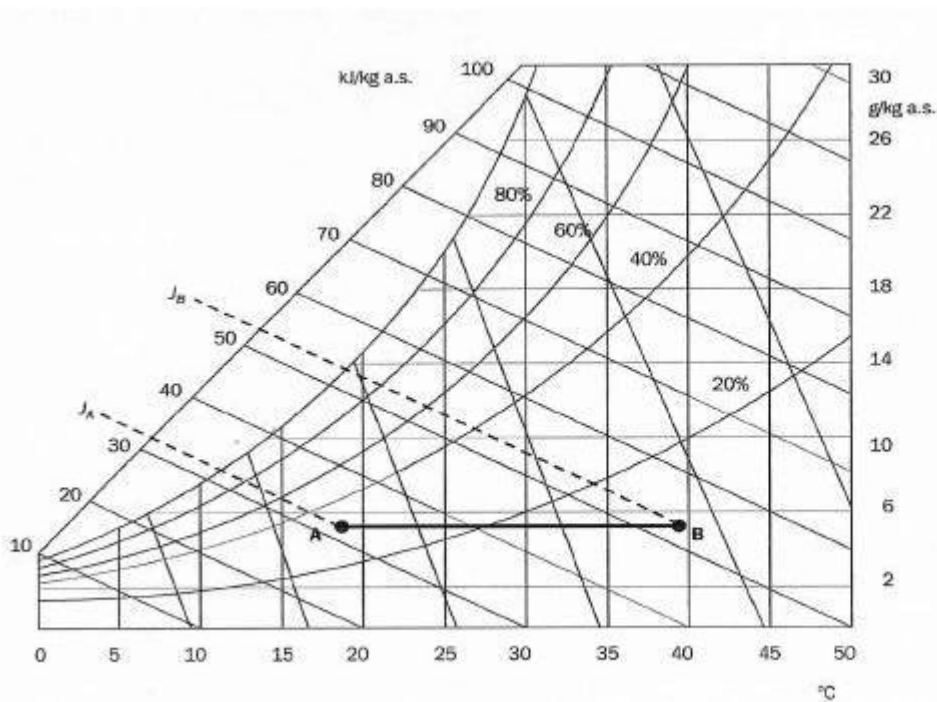


Fig. 92 Rappresentazione sul diagramma psicrometrico del trattamento di riscaldamento sensibile. Passando dal punto A (ingresso batteria) al punto B (uscita batteria) l'aria subisce un aumento di temperatura e una diminuzione della sua umidità relativa. Rimane invariata, invece, l'umidità specifica.

3. Riscaldamento e umidificazione

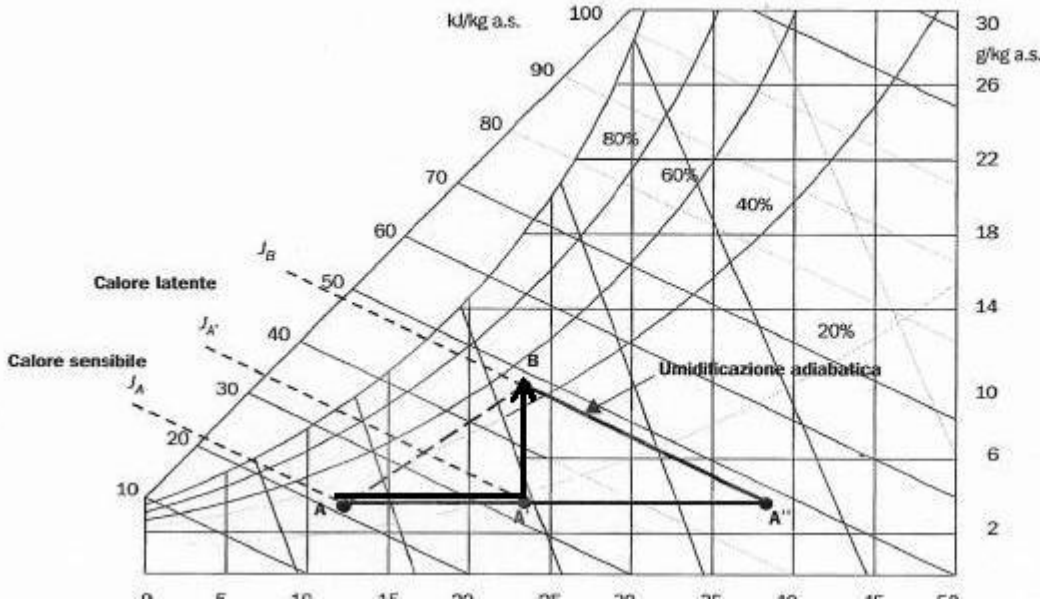


Fig. 93 Rappresentazione sul diagramma psicrometrico di un processo di riscaldamento e umidificazione. Passando dal punto A (ingresso batteria di riscaldamento) al punto B (uscita sezione di umidificazione adiabatica) l'aria subisce un aumento della temperatura e un aumento dell'umidità specifica.

4. Raffreddamento e deumidificazione

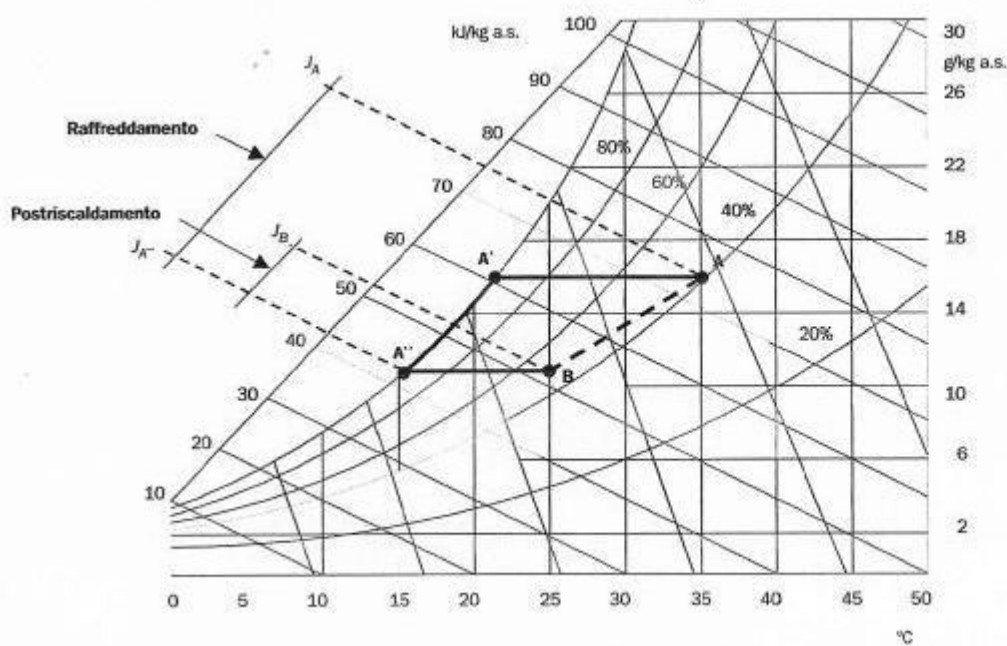


Fig. 94 Rappresentazione sul diagramma psicrometrico di un processo di raffreddamento e deumidificazione. Passando dal punto A (ingresso batteria di riscaldamento) al punto A'' (uscita batteria di raffreddamento) l'aria subisce una diminuzione della temperatura e una diminuzione dell'umidità specifica. Per portare l'aria ai parametri termoigrometrici rappresentati dal punto B è necessario prevedere un processo di postriscaldamento.

DIAGRAMMA PSICROMETRICO

TEMPERATURE NORMALI

SI - METRICO
Pressione Barometrica 101325 hPa
LIVELLO DEL MARE

