



L'aria atmosferica che respiriamo è costituita da un insieme di componenti gassosi e da altre sostanze in genere inquinanti

L'aria atmosferica contiene anche vapore d'acqua

L'aria che prendiamo in considerazione è una miscela binaria composta da:

ARIA SECCA + **VAPOR D'ACQUA**

ARIA UMIDA

Il vapor d'acqua presente nella miscela è ad una temperatura inferiore a quella critica, quindi a seconda della trasformazione subita dalla miscela può condensare.

Si ipotizza per l'aria secca un
comportamento di GAS IDEALE

Ciò è possibile avendo alcune condizioni:

- **PRESSIONE ATMOSFERICA COSTANTE**
- **$-10^{\circ}\text{C} < T < 50^{\circ}\text{C}$**

L'aria atmosferica può essere trattata come una miscela di gas perfetti la cui pressione è, per la legge di Dalton, la somma delle pressioni parziali dell'aria secca e di quella del vapore.

$$P_{tot} = P_a + P_v$$

In maniera analoga tutte le altre proprietà possono essere sommate, quindi l'entalpia totale:

$$H = m_a h_a + m_v h_v$$

Per caratterizzare lo stato termodinamico dell' ARIA UMIDA si considerano varie grandezze, fra cui:

- ✓ TITOLO o umidità specifica
- ✓ GRADO IGROMETRICO o umidità relativa
- ✓ ENTALPIA
- ✓ TEMPERATURA

TITOLO x = massa di vapore/massa di aria secca
g/kg

$$x = mv/ma$$

In che proporzione il vapor d'acqua è contenuto nella massa d'aria secca

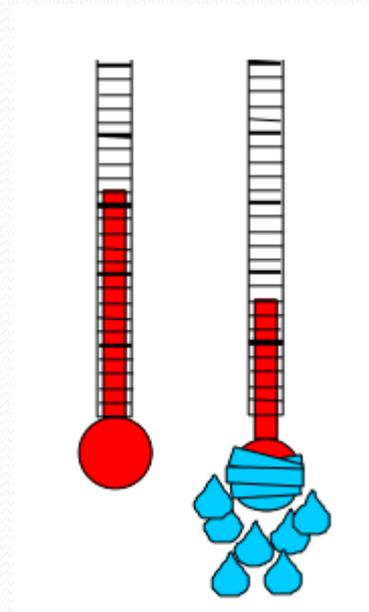
GRADO IGROMETRICO o umidità relativa (ϕ)

$$UR = \phi = mv/ma$$

Le condizioni di benessere di un ambiente vengono riferite all'umidità relativa (UR) o grado igrometrico

TEMPERATURA a bulbo umido T_{bu} (T saturazione)

E' la temperatura misurata con un termometro il cui bulbo sia stato ricoperto con una garza bagnata con acqua pura ed esposto ad una corrente d'aria.



TEMPERATURA DI RUGIADA T_r

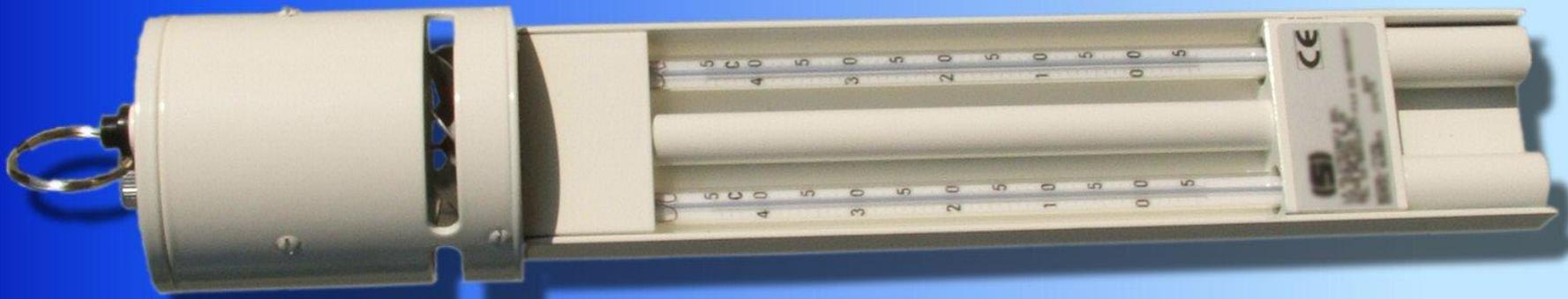
La temperatura alla quale si raggiunge la condizione di saturazione attraverso un processo di raffreddamento a pressione (isobaro) e titolo costante.

MISURA DEL GRADO IGROMETRICO

Per la misura del grado igrometrico si usano vari strumenti quali il termoigrometro a capello e lo **PSICROMETRO**. Quest'ultimo strumento è fra i più impiegati ed è costituito da due termometri di cui uno misura la temperatura a bulbo secco o asciutto (b.s.) e l'altro la temperatura a bulbo umido o bagnato (b.u.), così denominata in quanto il bulbo del termometro è rivestito da una garza mantenuta umida con acqua durante la rilevazione.

Una ventolina richiama l'aria dell'ambiente e la forza a passare lungo i contenitori dei bulbi, che sono schermati all'irraggiamento. L'aria, lambendo la garza inumidita, fa evaporare l'acqua con un processo ad entalpia costante provocando il raffreddamento del bulbo a scapito quindi del solo calore latente di vaporizzazione. Si rileverà che tanto più l'aria è secca tanto maggiore è la differenza tra le temperature di bulbo secco e umido essendo maggiore l'evaporazione e quindi l'abbassamento di temperatura al b.u. Viceversa tale differenza si ridurrà all'aumentare dell'umidità dell'aria.

PSICROMETRO



IL DIAGRAMMA PSICOMETRICO

Il diagramma psicrometrico viene utilizzato ai fini del calcolo delle trasformazioni subite dalle miscele d'aria e vapor d'acqua ed è riferito alla pressione atmosferica standard

$$P = 101325 \text{ Pa}$$

$$P = 101325 / 10^5 = 1 \text{ bar}$$

L'aria umida è un fluido termodinamico **trivariante**, ovvero sono necessarie tre variabili per determinarne lo stato. Tuttavia, se si fissa la pressione totale della miscela rimangono da precisare due sole variabili di stato e si può rappresentare lo stato del sistema su diagrammi piani.

Nello studio dei problemi relativi al condizionamento dell'aria si ricorre ai cosiddetti diagrammi psicrometrici (riferiti normalmente alla pressione di $1 \text{ atm} = 101325 \text{ Pa}$) che consentono una risoluzione grafica dei problemi stessi. Questi diagrammi permettono, note due grandezze tra t , t_{bu} , t_r , ϕ , x e h del miscuglio aria-vapore, di identificare tutte le altre grandezze.

I diagrammi psicrometrici più comunemente usati sono due.

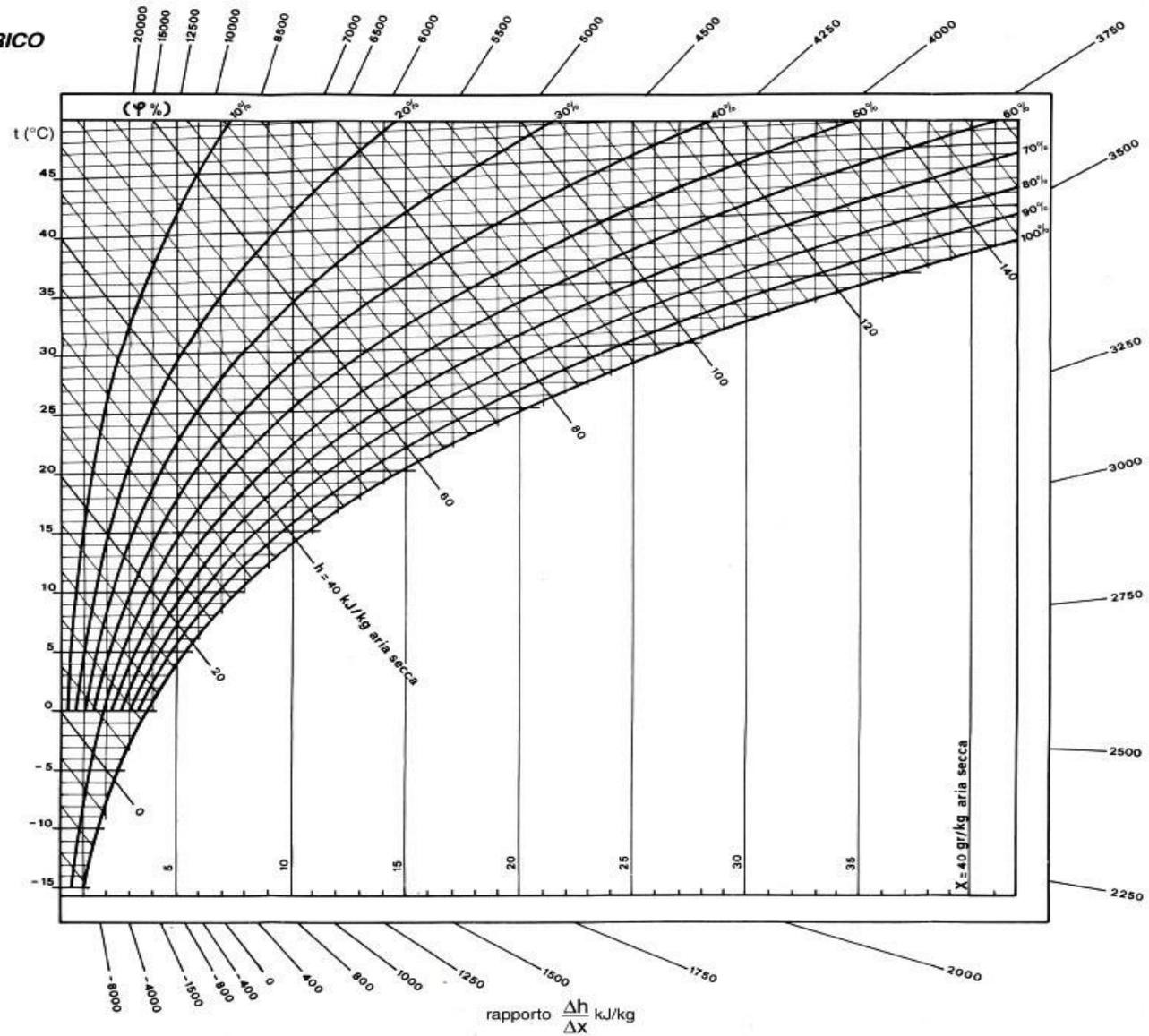
- Si dice **diagramma psicrometrico** la rappresentazione grafica della proprietà termodinamiche dell'aria umida.
- Su tali diagrammi è possibile rappresentare graficamente le trasformazioni che l'aria umida subisce nelle varie fasi di processo quali l'essiccamento o il condizionamento dell'aria e leggere i valori dei parametri in gioco.
- Poiché l'aria umida nelle più comuni applicazioni subisce trasformazioni a pressione totale costante, i diagrammi psicrometrici sono bidimensionali (ossia piani). Sono cioè tracciati per un dato valore della pressione totale e riportano famiglie di curve a temperatura, entalpia, umidità relativa e umidità assoluta costanti.

$$X_r = \frac{X}{X_0} \cdot 100$$

- Le relazioni tra i tre tipi di umidità si possono dedurre dal diagramma

Diagramma Psicrometrico : Mollier (Diagramma dell'aria umida)

DIAGRAMMA PSICROMETRICO
($p = 101,325 \text{ kPa}$)



ESEMPIO 1

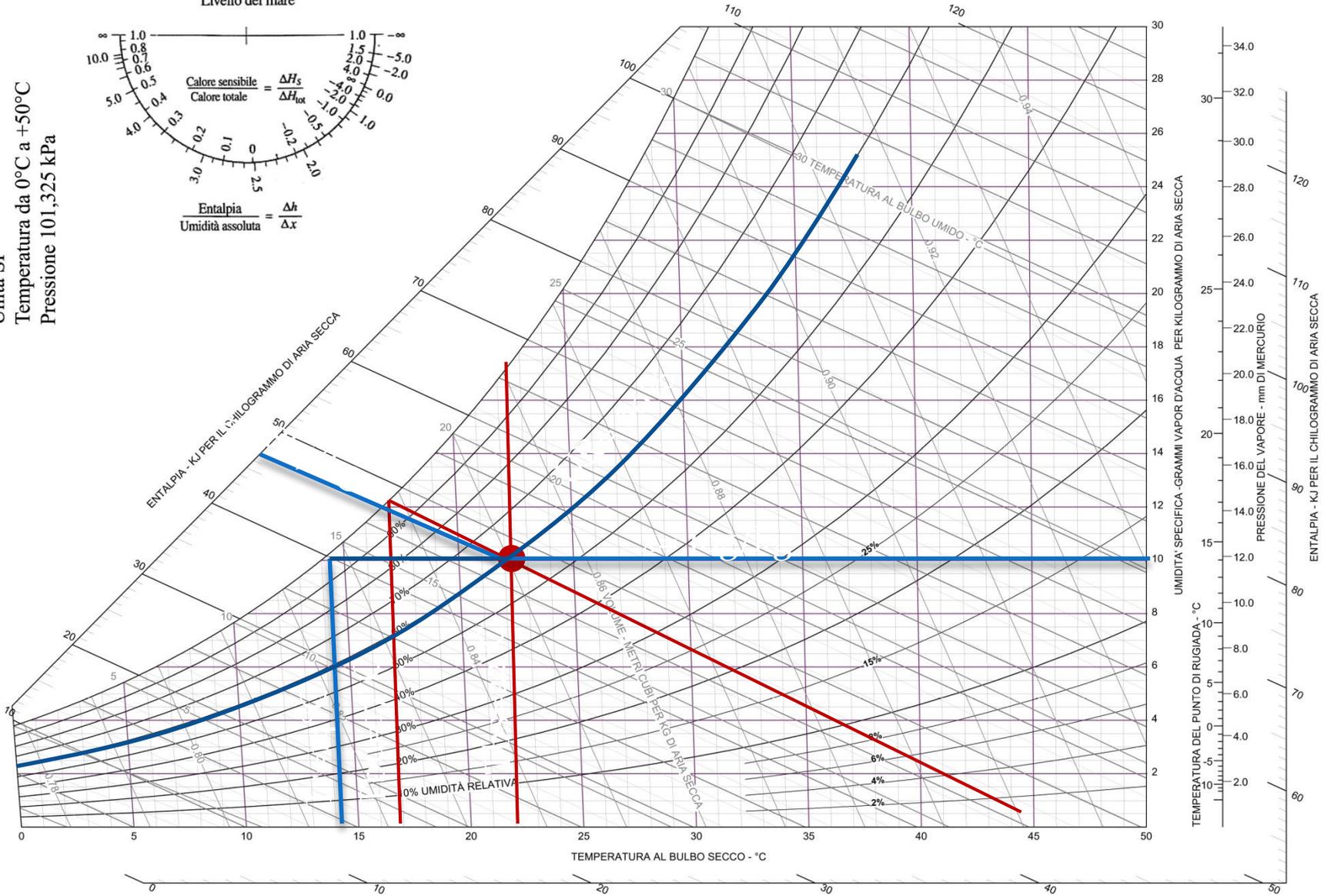
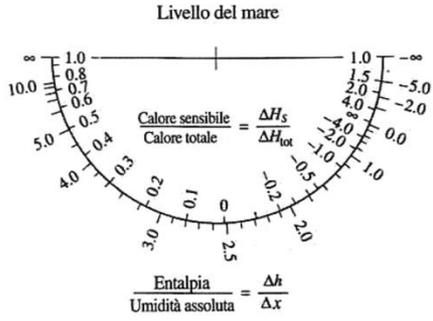
Sia data una massa di aria umida, una misura effettuata con uno psicrometro fornisce una temperatura di bulbo secco di 22°C e una temperatura di bulbo umido di 17°C . Utilizzando il diagramma psicrometrico determinare le proprietà di massa d'aria

Diagramma Psicrometrico

Unità SI

Temperatura da 0°C a +50°C

Pressione 101,325 kPa



ESEMPIO 2

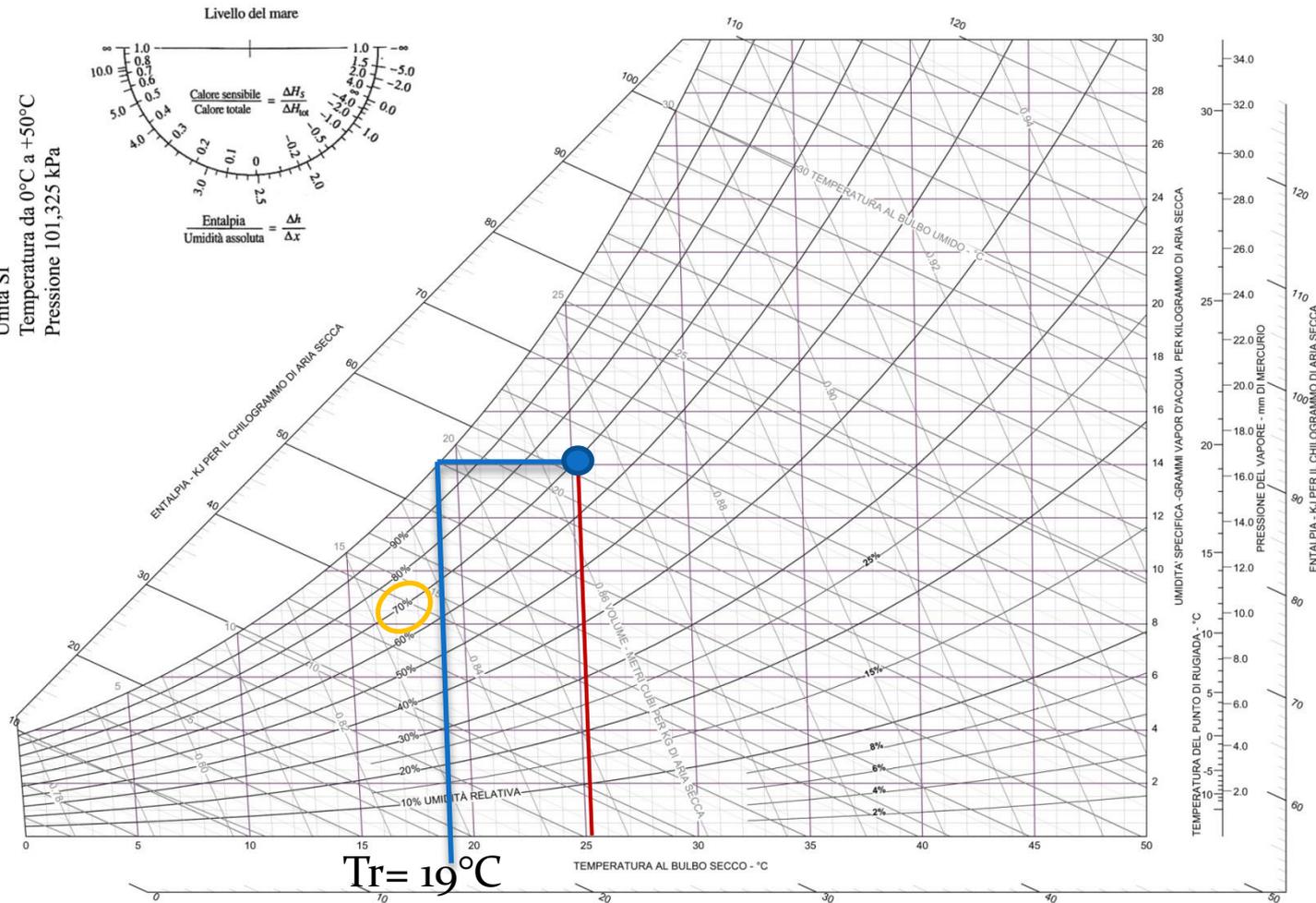
Supponiamo di avere aria alle condizioni di temperatura a bulbo secco $T_{bs} = 25^\circ\text{C}$ e di umidità relativa $U.R. = 70\%$. Vogliamo conoscere la temperatura di rugiada T_r

Diagramma Psicrometrico

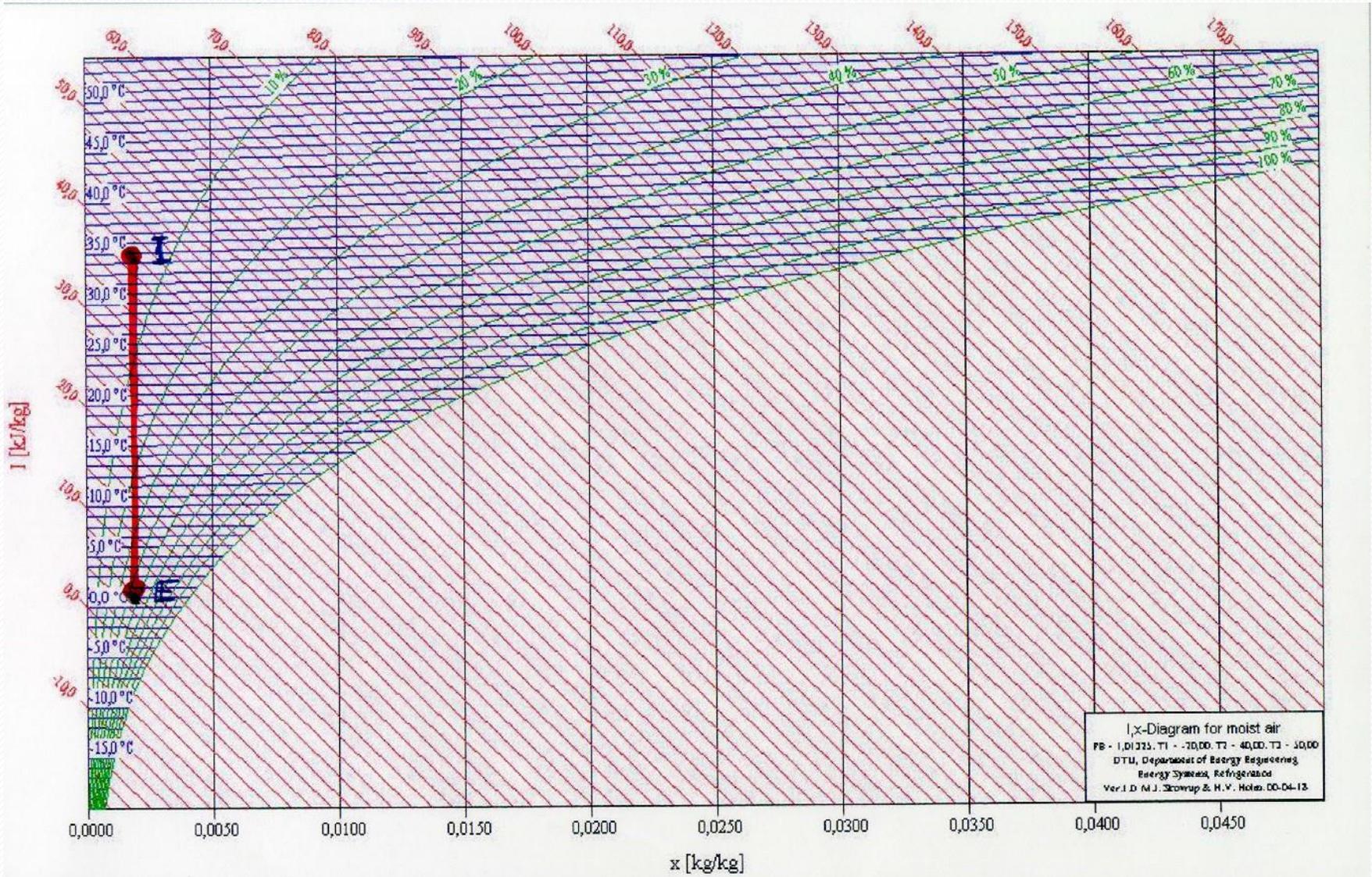
Unità SI

Temperatura da 0°C a $+50^\circ\text{C}$

Pressione 101,325 kPa



Riscaldamento: l'aria si secca



Climatizzazione estiva: l'aria deumidificata

