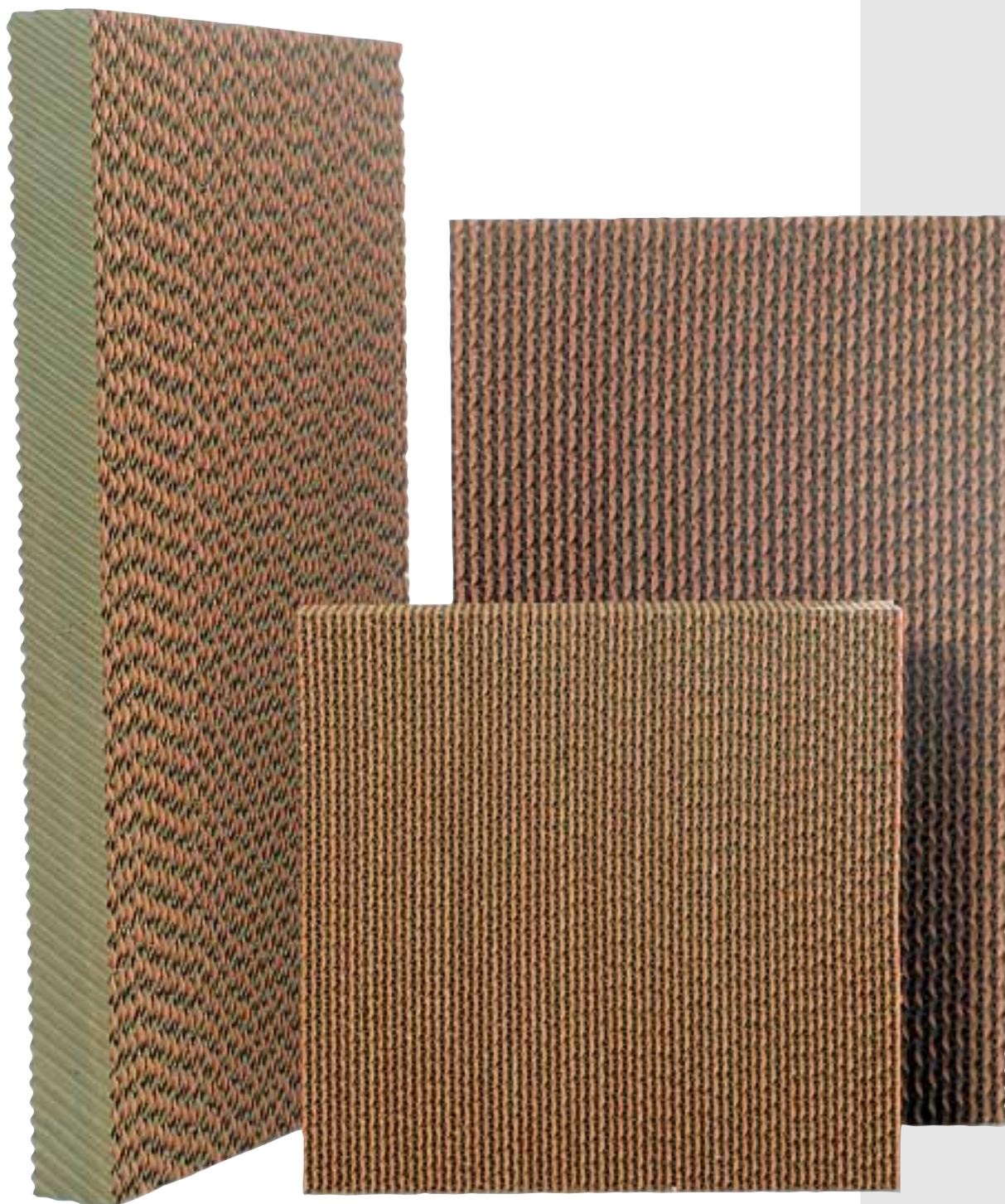


# Sistema di raffreddamento ad evaporazione con CELdek®

Manuale tecnico



# Il raffreddamento naturale

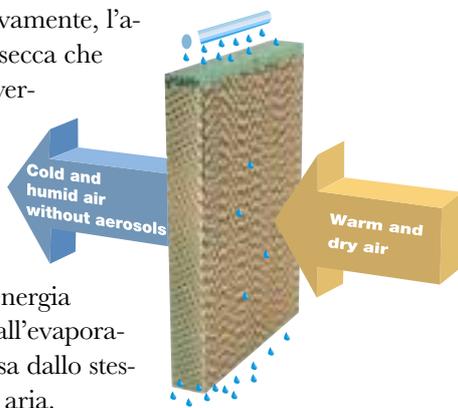
**Quando l'acqua evapora, l'aria circostante diventa più fredda e umida. In natura questo processo di raffreddamento avviene senza l'apporto di energia esterna. Il concetto di raffreddamento CELdek si affida a questo principio amico dell'ambiente.**

## Come funziona

Attraverso un sistema di distribuzione, l'acqua bagna completamente ed uniformemente il pannello di raffreddamento riducendo al minimo il rischio di zone asciutte.

Successivamente, l'aria calda e secca che passa attraverso il pannello favorisce l'evaporazione dell'acqua. L'energia necessaria all'evaporazione è presa dallo stesso flusso di aria.

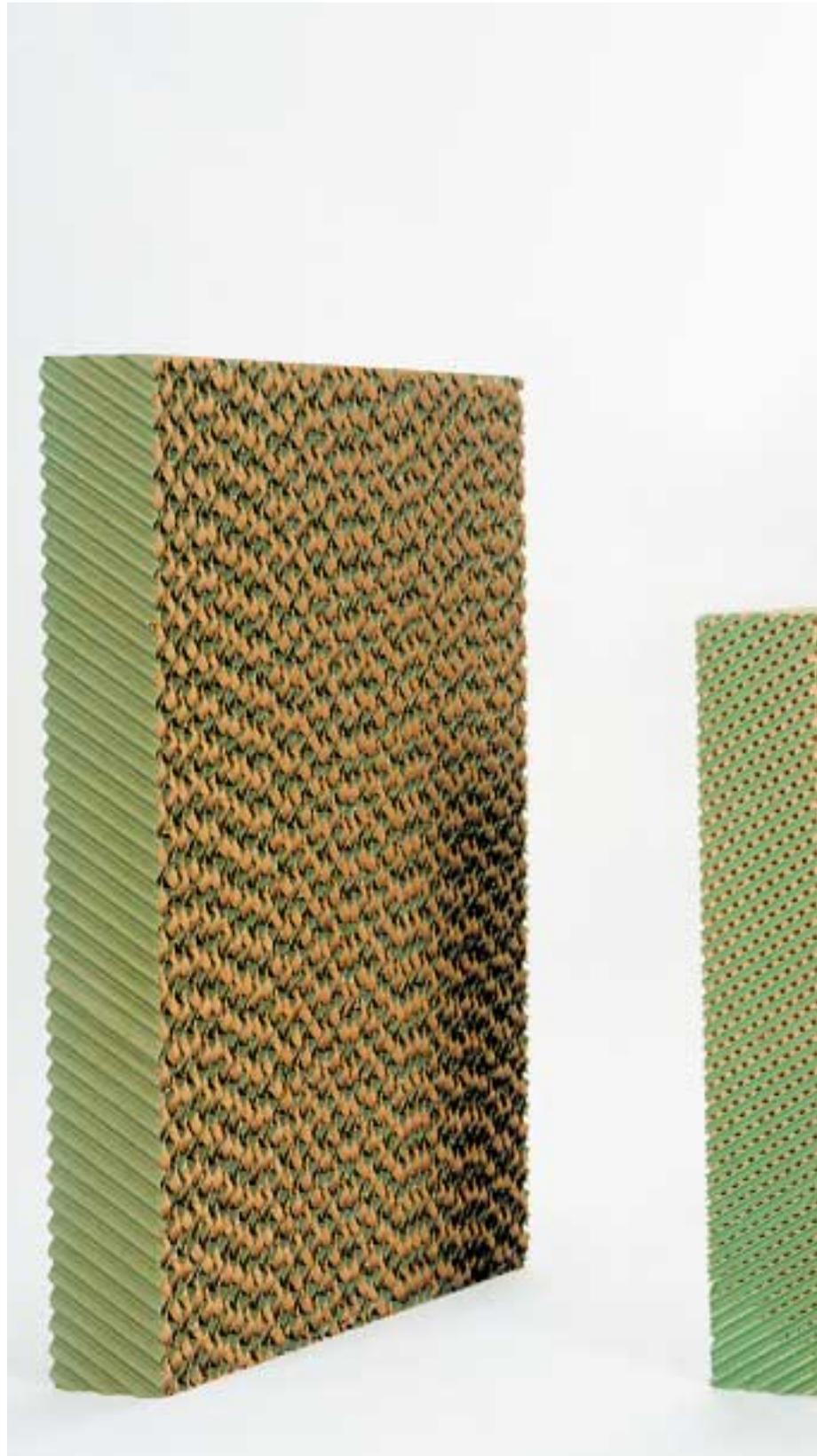
Quindi, l'aria che esce dal pannello si raffredda ed umidifica simultaneamente. L'acqua non evaporata si raccoglie nella vaschetta.



## Elevata capacità di raffreddamento

Al fine di descrivere le caratteristiche peculiari tipiche dei pannelli di raffreddamento Munters, prenderemo come esempio il tipo 7090-15.

Il pannello di raffreddamento è costituito da un insieme di fogli di cellulosa caratterizzati da pieghe con inclinazione differente. Il primo foglio ha una piega inclinata di 60 gradi ed il secondo di 30 gradi. Questa particolare configurazione a flusso incrociato determina un intenso contatto tra aria ed acqua, favorendo una eccezionale evaporazione. Il risultato è un pannello con una capacità di raffreddamento difficilmente superabile ed un processo che opera in modo economico e nel rispetto dell'ambiente.



# ...con CELdek



## Umidificazione efficace

I nostri esperti hanno sviluppato un processo speciale di impregnazione e trattamento del materiale di cellulosa CELdek in grado di fornire un eccezionale livello di bagnatura delle grandi superfici di contatto del pannello. Questa è una caratteristica fondamentale per assorbire e disperdere grandi quantità di acqua, riducendo al minimo i rischi di gocciolamenti e mantenendo la capacità di umidificazione ad alti livelli e per lunghi periodi.

## Lunga durata

L'impregnazione conferisce al materiale una rigidità tale da renderlo autoportante. Allo stesso tempo, è efficacemente protetto da eventuali processi di decomposizione causati dall'aria e dall'acqua.

Il pannello è disposto in modo tale che la parte bassa della piega di 60 gradi sia rivolta verso l'aria in ingresso.

Il flusso d'acqua viene pertanto indirizzato verso il lato investito dall'aria in ingresso, dove avviene la maggior parte dell'evaporazione. Ciò limita al minimo la formazione di depositi di calcare. La particolare conformazione minimizza anche la possibilità di una ostruzione del lato ammissione aria causata dal deposito di eventuale polvere.

Conclusione: un pannello di lunga durata e con costi di manutenzione molto ridotti.

## CELdek - la scelta di qualità

CELdek è il pannello di raffreddamento originale, prodotto da oltre 30 anni, costantemente migliorato e mai superato dalla concorrenza. CELdek

viene prodotto in conformità con i nostri elevati standard di qualità previsti dalle norme ISO-9001.

Scegliere CELdek significa scegliere prestazioni elevate e altissima qualità.



# Informazioni Guida –aria

## Come calcolare le condizioni dell'aria dopo il pannello e la portata di acqua evaporata.

Per questo esempio sono stati utilizzati i seguenti dati di base per un'industria:

Flusso d'aria q	720 000 m <sup>3</sup> /h
Lunghezza pannello L	100 m
Altezza pannello H	2 m
Profondità pannello D	0.1 m
Tipo di pannello	7090-15
<i>Condizioni ambientali:</i>	
Temperatura a bulbo secco, t <sub>1db</sub>	40 °C
Temperatura a bulbo umido, t <sub>1wb</sub>	19 °C

### 1. Calcolo della velocità dell'aria v

$$v = \frac{q}{L \cdot H \cdot 3600} \quad \text{m/s}$$

$$v = \frac{720\,000}{100 \cdot 2 \cdot 3600} = 1.0 \quad \text{m/s}$$

### 2. Lettura della perdita di carico Δp e dell'efficienza di saturazione η

Dal diagramma per il pannello tipo 7090-15 (pagina 6) si legge η = 78% e Δp = 9 Pa con v = 1,0 m/s.

### 3. Calcolo della temperatura a bulbo secco t<sub>2db</sub>

$$t_{2db} = t_{1db} - \frac{\eta \cdot (t_{1db} - t_{1wb})}{100} \quad \text{°C}$$

$$t_{2db} = 40 - \frac{78 \cdot (40 - 19)}{100} = 23.6 \quad \text{°C}$$

Ciò significa che l'aria si raffredda di 16,4 °C! (Da 40 °C a 23,6 °C).

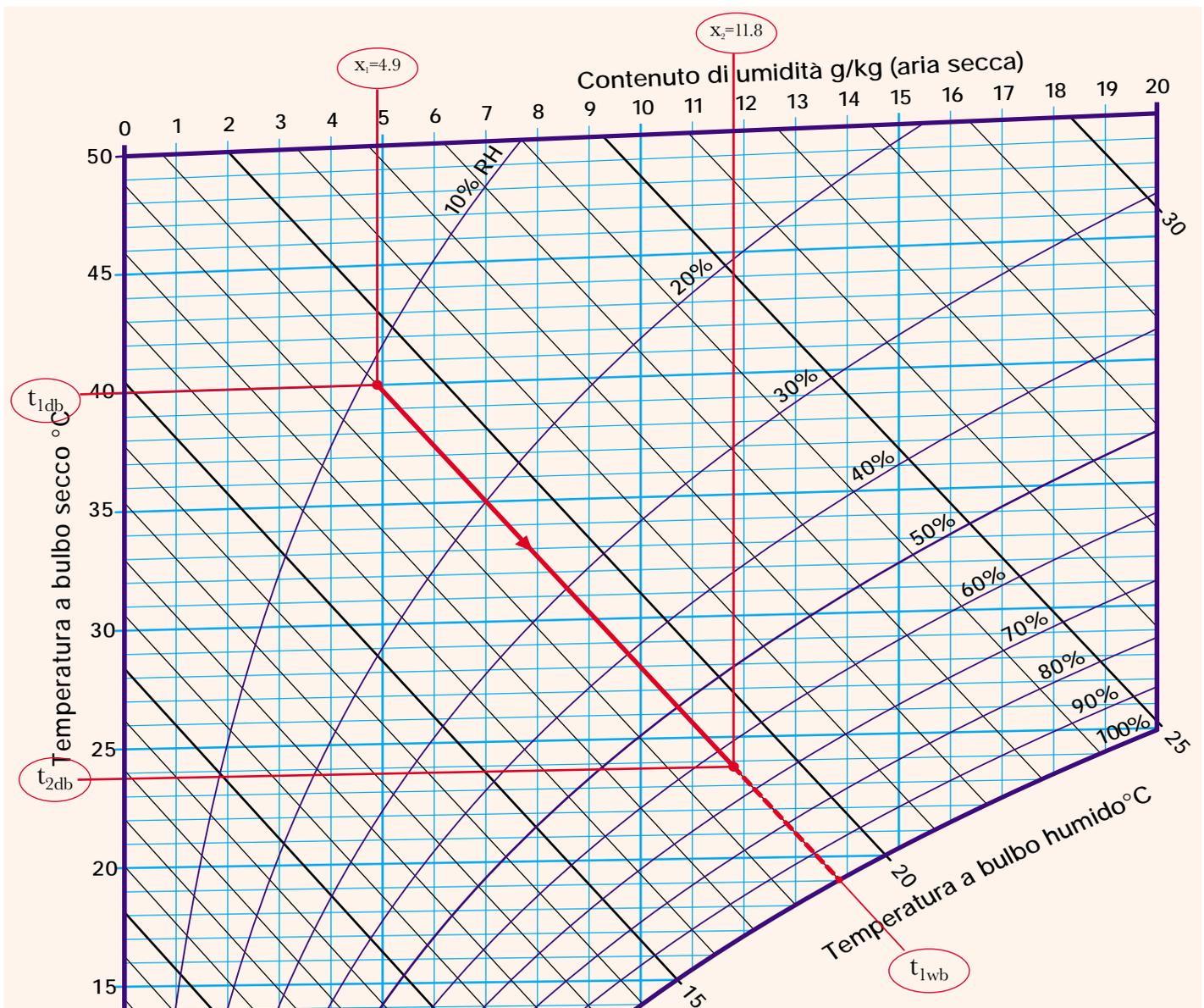
### 4. Calcolo dell'acqua evaporata E

Rilevare le temperature a bulbo secco t<sub>1db</sub> = 40 °C e t<sub>2db</sub> = 23,6 °C sulla linea per la temperatura a bulbo umido t<sub>1wb</sub> = 19 °C.

Leggere il contenuto di umidità della corrente di aria prima e dopo il pannello, x<sub>1</sub> = 4,9 g/kg e x<sub>2</sub> = 11,8 g/kg. Calcolare quindi la portata di acqua evaporata E:

$$E = \frac{1.2 \cdot q \cdot (x_2 - x_1)}{1000 \cdot 60} \quad \text{l/min}$$

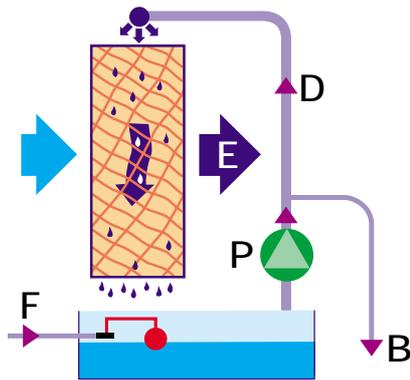
$$E = \frac{1.2 \cdot 720\,000 \cdot (11.8 - 4.9)}{1000 \cdot 60} = 99 \quad \text{l/min}$$



# Informazioni Guida - acqua

## Come calcolare il consumo d'acqua di reintegro e la portata della pompa.

Nel sistema di distribuzione dell'acqua sono presenti cinque diversi flussi d'acqua, come specificato nella seguente figura.



E = Evaporazione    B = Bleed-off  
P = Portata pompa    D = Distribuzione  
F = Acqua di reintegro

## 5. Calcolo della portata di Bleed-off B

Per calcolare la portata di Bleed-off B occorre eseguire una analisi dell'acqua di rete. Se non conoscete la qualità dell'acqua, possiamo aiutarvi con una analisi. Inviata un piccolo campione d'acqua al nostro rappresentante locale. A seconda della qualità dell'acqua la

costante di Bleed-off  $c_B$  può essere letta dal grafico qui sotto riportato.

### Esempio

Supponendo che l'analisi dell'acqua indichi:

Valore pH acqua dolce	7.1
Concentrazione di bicarbonato: $\text{HCO}_3^-$	200 mg/l
Concentrazione di ioni calcio: $\text{Ca}^{2+}$	20 mg/l

Avvalendosi del grafico relativo alla qualità dell'acqua, la costante di Bleed-off  $c_B = 0.2$ . La portata di Bleed-off B sarà dunque così calcolata:

$$B = c_B \cdot E \quad \text{l/min}$$

$$B = 0.2 \cdot 99 = 20 \text{ l/min}$$

## 6. Calcolo del consumo di acqua di reintegro F

Il consumo di acqua di reintegro F è così calcolato:

$$F = E + B \quad \text{l/min}$$

Il nostro esempio indica:  
 $F = 99 + 20 = 119 \text{ l/min}$

## 7. Calcolo della portata di acqua di distribuzione D

Per ottenere una umidità sufficiente e una prestazione ottimale, è necessaria una portata d'acqua minima per  $\text{m}^2$  di superficie superiore del pannello. La portata specifica  $c_D$  per i diversi tipi di CELdek® è la seguente:

Tipo di pannello	Flusso di acqua specifico, $c_D$ , per $\text{m}^2$ di superficie superiore di distribuzione
7060-15	60 l/min
7090-15	60 l/min
5090-15	90 l/min

La portata di distribuzione D relativa alla lunghezza totale del pannello è calcolata come segue:

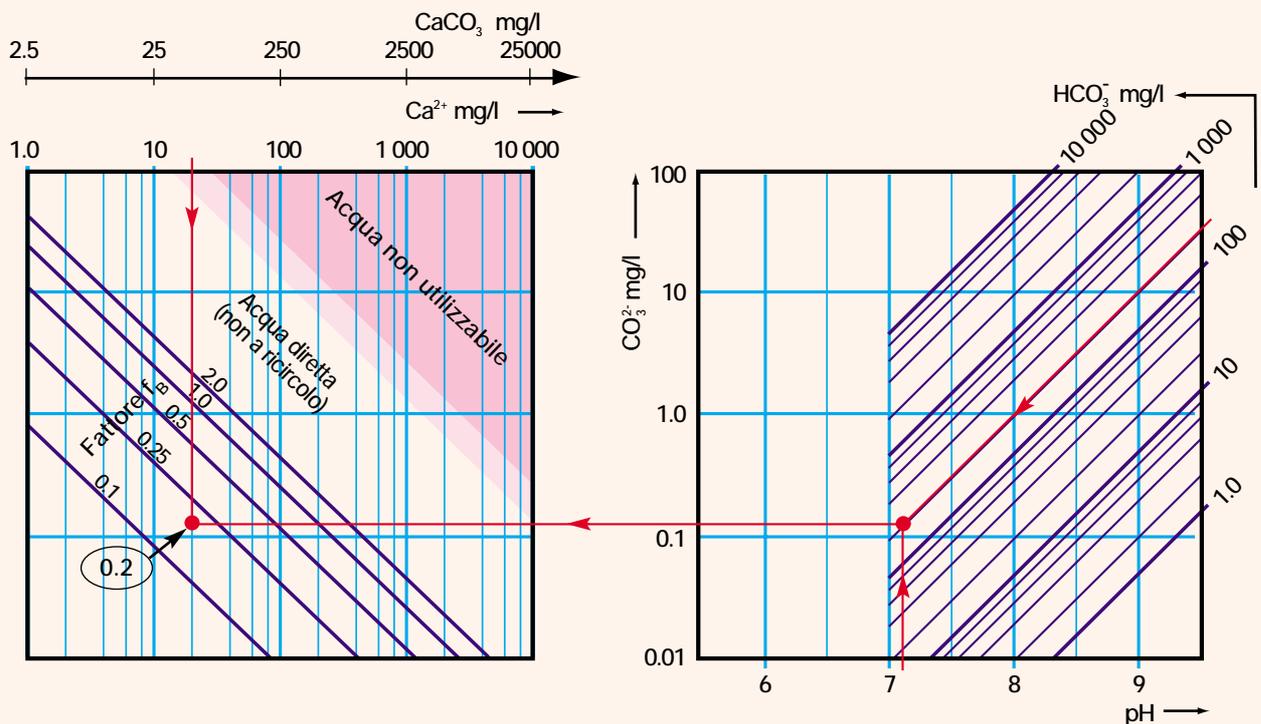
$$D = c_D \cdot L \cdot D \quad \text{l/min}$$

Il nostro esempio con un pannello CELdek tipo 7090-15,  $L = 100 \text{ m}$  e  $D = 0,1 \text{ m}$  mostra:  
 $D = 60 \cdot 100 \cdot 0,1 = 600 \text{ l/min}$

## 8. Calcolo della portata della pompa P

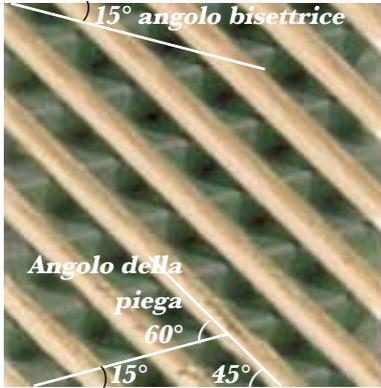
$$P = D + B \quad \text{l/min}$$

Il nostro esempio indica:  
 $P = 600 + 20 = 620 \text{ l/min}$

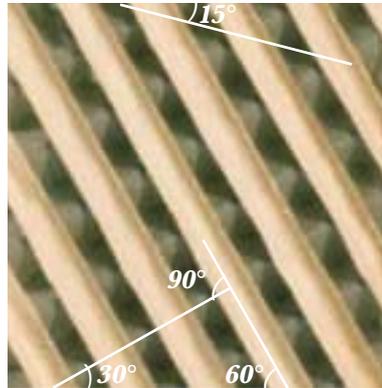


# Curve di resa

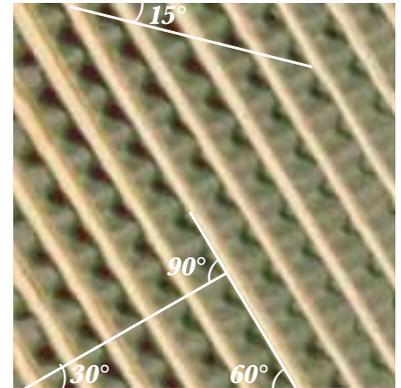
CELdek®, tipo 7060-15



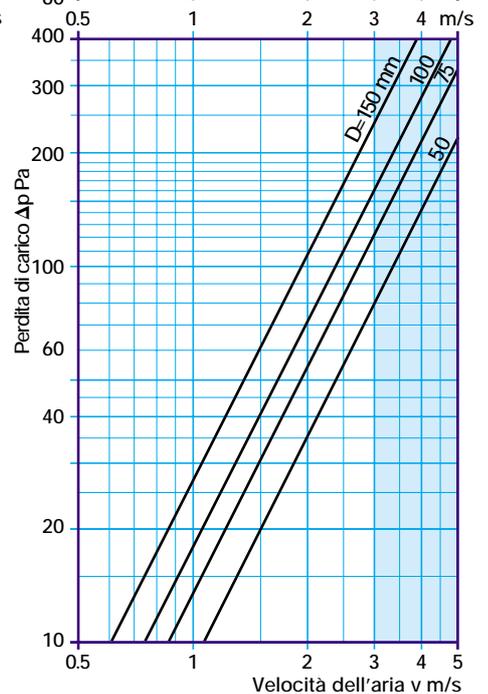
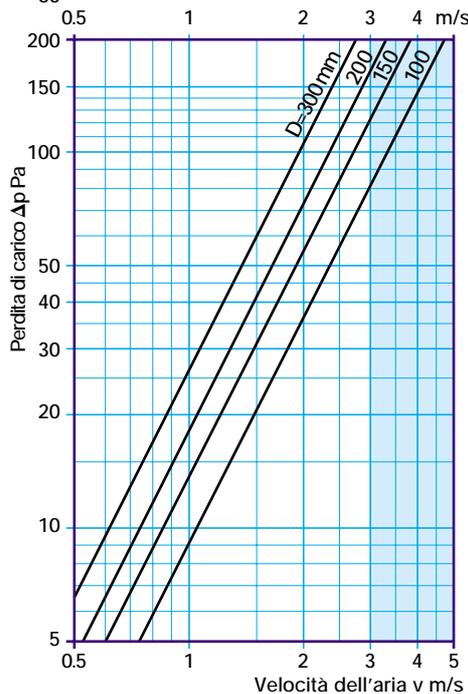
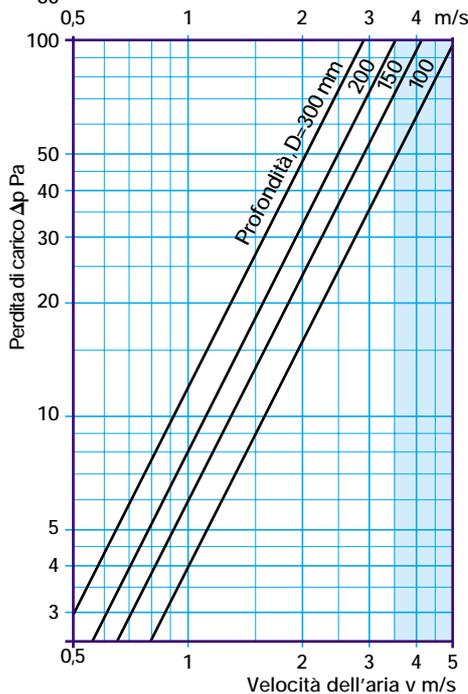
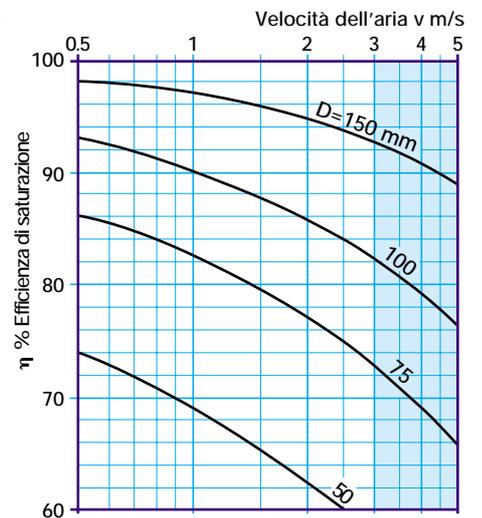
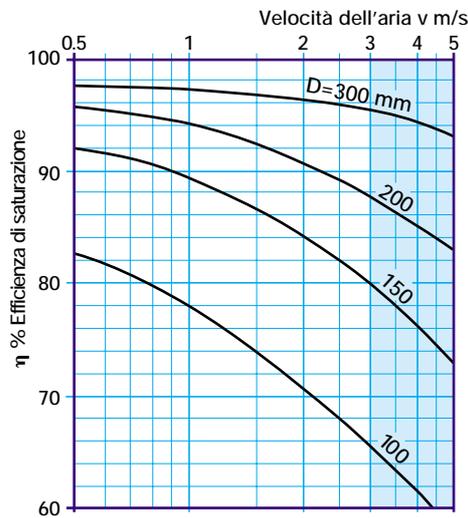
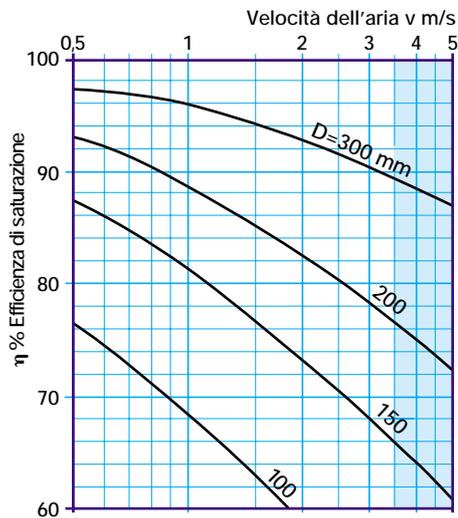
CELdek®, tipo 7090-15



CELdek®, tipo 5090-15



Flusso d'aria



Se il valore della velocità dell'aria si trova nella parte ombreggiata del diagramma si deve usare un separatore di gocce.

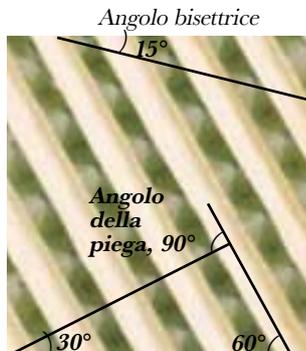
# Specifiche del prodotto

## Pannelli di raffreddamento CELdek®

Ciascun tipo di pannello è disponibile nelle altezze e profondità standard. La larghezza standard è di 600 mm.

Per meglio comprendere il codice d'ordine nei dettagli, prendiamo come esempio il tipo 7090-15.

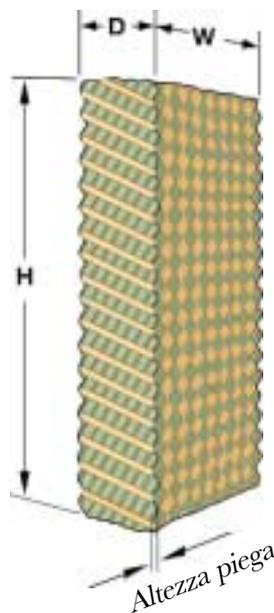
Tipo 70 90-15  
 Altezza piega-mm  
 Angolo della piega-gradi  
 Angolo bisettrice-gradi



## Codice d'ordine (pannelli di raffreddamento)

CELdek XXXX-XX - H x D x W  
 Tipo 7060-15  
 Tipo 7090-15  
 Tipo 5090-15  
 Altezza, mm  
 Profondità, mm  
 Larghezza, mm

Altezze standard	
H, mm	
500	
600	
900	
1000	
1200	
1500	
1800	
2000	



Profondità standard			
D, mm	Tipo		
	7060-15	7090-15	5090-15
50			•
75			•
100	•	•	•
150	•	•	•
200	•	•	•
300	•	•	•

• = Disponibili con queste profondità

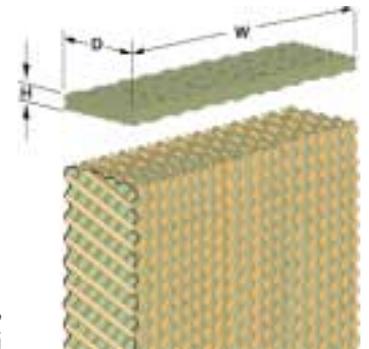
## Pannelli di Distribuzione Acqua CELdek®

Il pannello di distribuzione è stato realizzato con un angolo speciale per disperdere l'acqua, garantendo quindi un flusso uniforme di acqua ai pannelli di raffreddamento. In questo modo si elimina il rischio di zone asciutte che potrebbero essere presenti nel caso di un flusso d'acqua non uniforme. Si consiglia di utilizzare sempre un pannello di distribuzione. Il pannello di distribuzione deve essere ordinato singolarmente ed è disponibile nelle altezze e profondità standard. La larghezza standard è di 600 mm.

## Codice d'ordine (pannelli per distribuzione acqua)

CELdek 70120 - 0 - W x D x H

Larghezza -mm  
 Profondità -mm  
 Altezza -mm



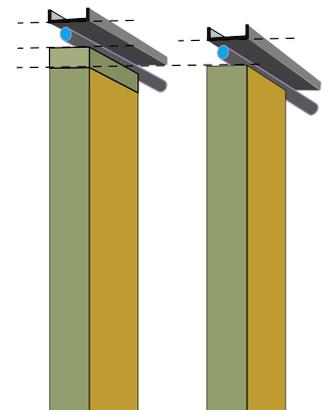
### Altezze standard

H, mm
30
50

Per le profondità standard, vedi il paragrafo Pannelli di raffreddamento.

## Altezza dei pannelli di raffreddamento e di distribuzione

In caso di utilizzo dei pannelli di distribuzione, non dimenticatevi di includere l'altezza nella vostra struttura.





## Munters Europe AB - HumiCool Division

Homepage: [www.munters.com](http://www.munters.com)

**FINLAND**  
Munters Oy  
PL 4  
FIN-01301 Vantaa  
Tel: +358 9 83 860 330  
Fax: +358 9 83 860 336

**FRANCE**  
Munters S.A  
142-176 Av. de Stalingrad  
Bâtiment 5  
F-92712 Colombes Cedex  
Tel: +33 1 41 19 24 51  
Fax: +33 1 41 19 00 17

**GERMANY**  
Munters Euroform GmbH  
Division HumiCool  
Postfach 1089  
D-52011 Aachen  
Tel: +49 241 8900 0  
Fax: +49 241 8900 189

**ITALY**  
Munters S.r.l  
Division HumiCool  
P O Box 73  
I-20090 ASSAGO  
Tel: +39 02 488 67 81  
Fax: +39 02 488 11 71

**ITALY**  
Munters euroemme S.p.A  
Strada Piani, 2  
I-18027 CHIUSAVECCHIA (Imperia)  
Tel: +39 0183 52 11  
Fax: +39 0183 52 13 33

**KINGDOM OF SAUDI ARABIA**  
Hawa Munters Co. Ltd  
P O Box 3790  
Riyadh 11481  
Tel: +966 1 477 1514  
Fax: +966 1 476 0936

**SCANDINAVIA AND EXPORT**  
Munters Europe AB  
HumiCool Division  
P O Box 434  
S-191 24 Sollentuna  
Tel: +46 8 626 63 00  
Fax: +46 8 754 56 66

**SOUTH AFRICA**  
Munters (Pty) Ltd.  
P O Box 4539  
Edenvale 1610  
Tel: +27 11 455 2550  
Fax: +27 11 455 2553

**SPAIN**  
Munters Spain S.A  
Europa Empresarial, Ed. Londres  
c/Playa de Liencres no. 2  
E-28230 Las Rozas de Madrid  
Tel: +34 91 640 0902  
Fax: +34 91 640 1132

**UNITED KINGDOM**  
Munters Ltd.  
Blackstone Road  
Huntingdon Cambs PE29 6EE  
Tel: +44 1480 442 340  
Fax: +44 1480 411 332

The Humidity Expert

HC/MIT/CIT-0060-05/00

## Perché è necessario il Bleed-off?

L'acqua contiene sempre una certa quantità di minerali.



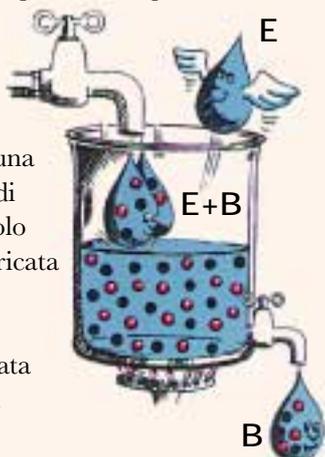
Quando l'acqua evapora, la concentrazione dei minerali nell'acqua di ricircolo aumenta.



Per compensare l'acqua evaporata E, si aggiunge acqua di rete introducendo però altri minerali nel sistema.



Per evitare l'accumulo di minerali insolubili sulla superficie del pannello (incrostazione) che possono causare una maggiore perdita di carico, una certa quantità di acqua di ricircolo deve essere scaricata e sostituita con acqua di rete. L'acqua eliminata viene chiamata Bleed-off B.



## L'importanza del Bleed-off

La portata di Bleed-off è il flusso d'acqua che deve essere costantemente spurgata al fine di mantenere ad un livello ottimale la concentrazione dei minerali presenti nell'acqua. Un Bleed-off insufficiente è la causa di incrostazioni e ostruzioni eccessive. Se il Bleed-off è troppo alto, non solo i costi per l'acqua risulteranno più elevati, ma sarà necessaria una sostituzione più frequente dei pannelli che tenderanno a deteriorarsi a causa di modifiche strutturali. E' pertanto di estrema importanza calcolare la portata ottimale di Bleed-off, al fine di assicurare una lunga durata del pannello e prestazioni elevate.

