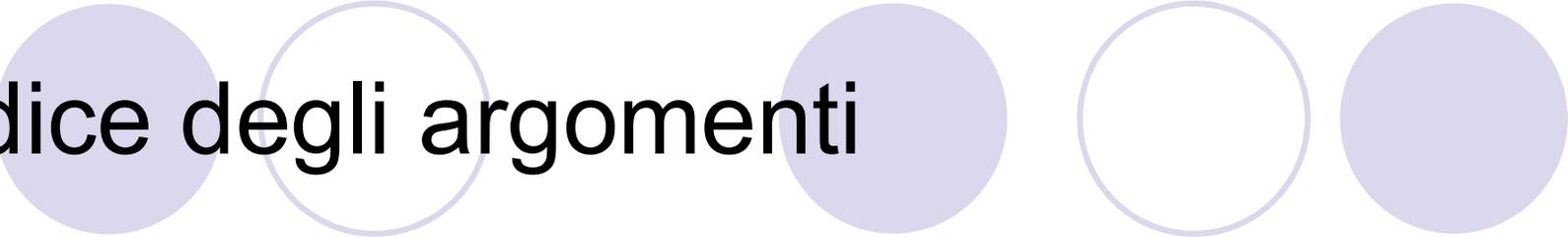
The image features a decorative arrangement of six circles. Three circles are positioned in a top row, and three are in a bottom row. The top row consists of an empty circle with a light purple outline on the left, a solid light purple circle in the middle, and another solid light purple circle on the right. The bottom row consists of a solid light purple circle on the left, a solid light purple circle in the middle, and an empty circle with a light purple outline on the right. The text "Carichi Termici" is centered horizontally between the two rows of circles.

Carichi Termici

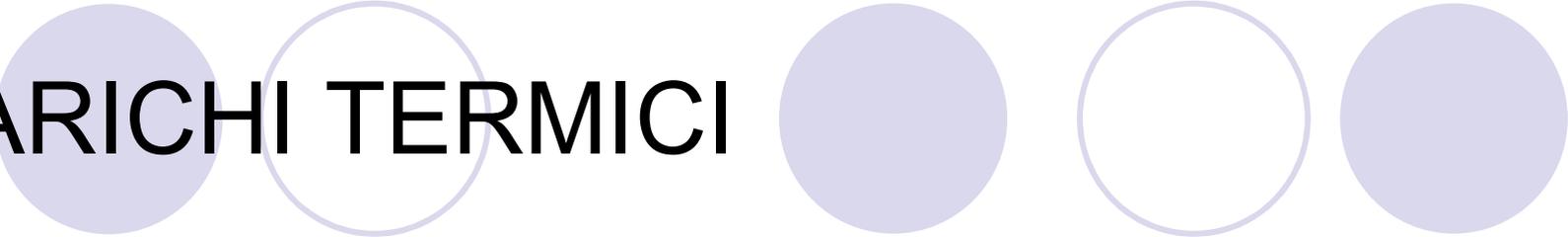


Indice degli argomenti

CARICHI TERMICI

- Scopo del calcolo dei carichi termici
- Tipologie di carichi
- Isolanti termici
- Infiltrazioni

CARICHI TERMICI

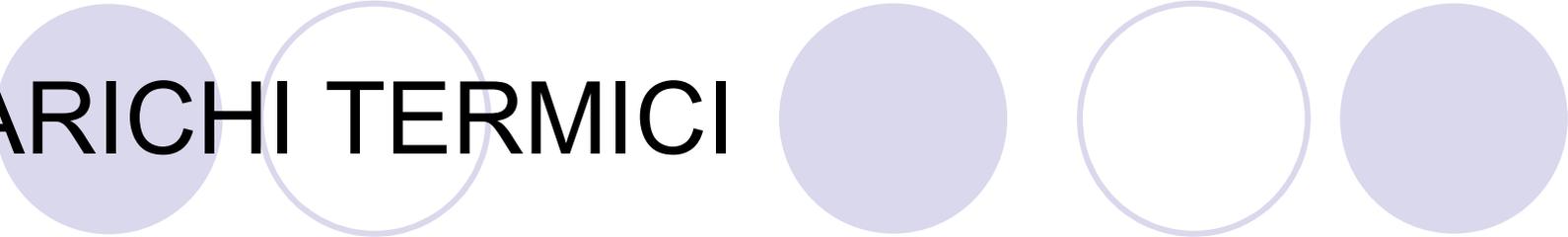


- Fase progettuale
- Valutazione di un impianto esistente per eventuali anomalie o modifiche
- Ottimizzazione dei costi di esercizio

Anche se esistono Software dedicati è indispensabile la valutazione da parte del progettista

L'errore che si commette nella stima dei carichi termici è del 20 – 30%

CARICHI TERMICI



- 1) Calore trasmesso attraverso la struttura: soffitto, pavimento e pareti
- 2) Infiltrazioni attraverso le porte
- 3) Carichi interni: luci, persone, motori, attrezzature
- 4) Calore di sbrinamento
- 5) Carico frigorifero del prodotto

CARICHI TERMICI

Materiale isolante	Conducibilità Termica [W/m K]
Poliuretano espanso in lastre	0.023 – 0.026
Polistirene espanso	0.037
Polistirene estruso	0.035
Schiuma di vetro	0.044
Fibra di vetro	0.036
Poliisocianato	0.020

CARICHI TERMICI

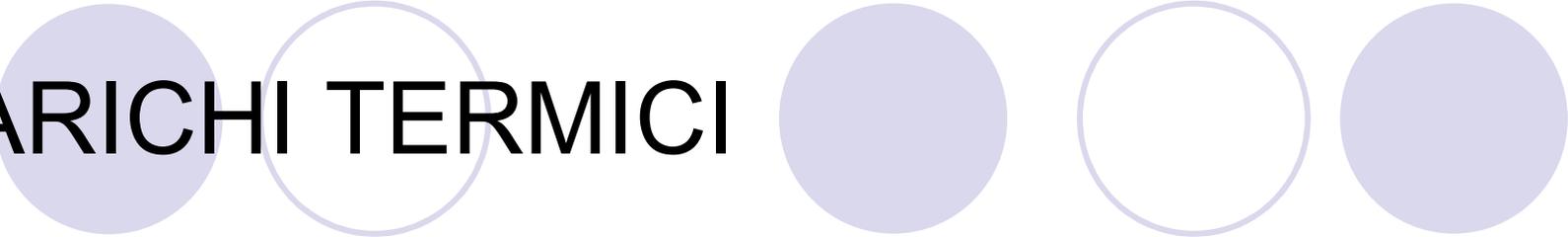
Materiale	Resistenza termica [m ² K/W]
Blocco di cemento di 200 mm	0.30
Mattone di argilla	0.27
Tetto fabbricato in loco 10 mm	0.06
Rivestimento asfaltico del tetto	0.027

CARICHI TERMICI

Spessore di isolamento con Poliisocianato

Temperatura di stoccaggio [°C]	Nord USA [mm]	Sud USA [mm]
10 a 16	50	50
4 a 10	50	50
-4 a 4	50	75
-9 a -4	75	75
-18 a -9	75	100
-26 a -18	100	100
-40 a -26	125	125

CARICHI TERMICI



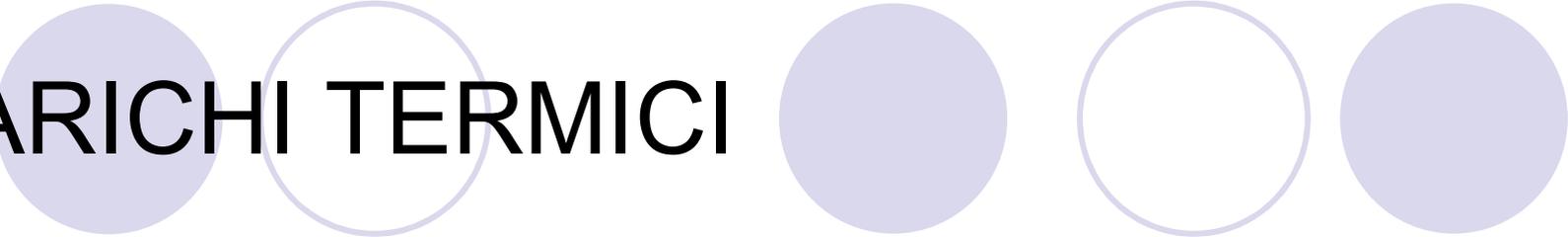
Criteria di scelta dei materiali

- Caratteristiche termofisiche (conducibilità, temperature critiche)
- Temperatura e luogo di esercizio
- Durabilità
- Caratteristiche meccaniche se strutturale
- Densità
- Manutenibilità
- Tossicità
- Sicurezza
- Costo

CARICHI TERMICI

Condizione	Coeff. Conv. h [W/m ² K]
Inverno e vento 7 m/s	34
Estate e vento 3.5 m/s	23
Sup. Vert. e flusso termico orizz.	8.3
Sup. orizz. e flusso termico in alto	9.3
Sup. orizz. e flusso termico in basso	6.1

CARICHI TERMICI



Pannelli isolanti prefabbricati

Sono costituiti da sandwich di diversi materiali:

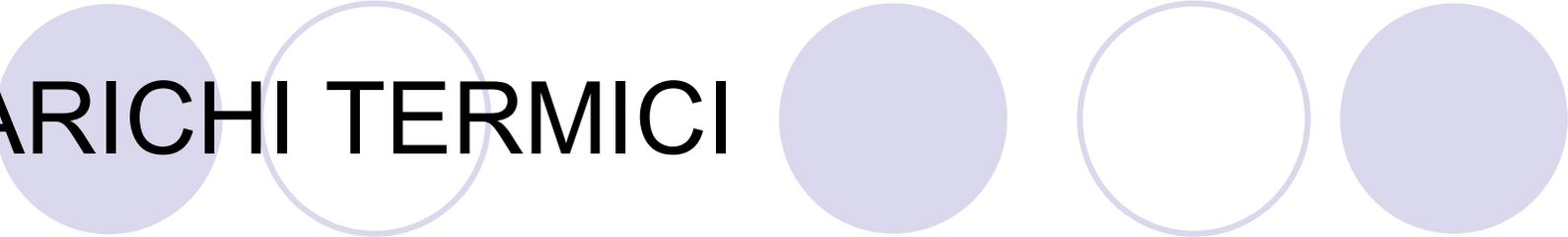
- Strutturali
- Isolanti termici

CARICHI TERMICI

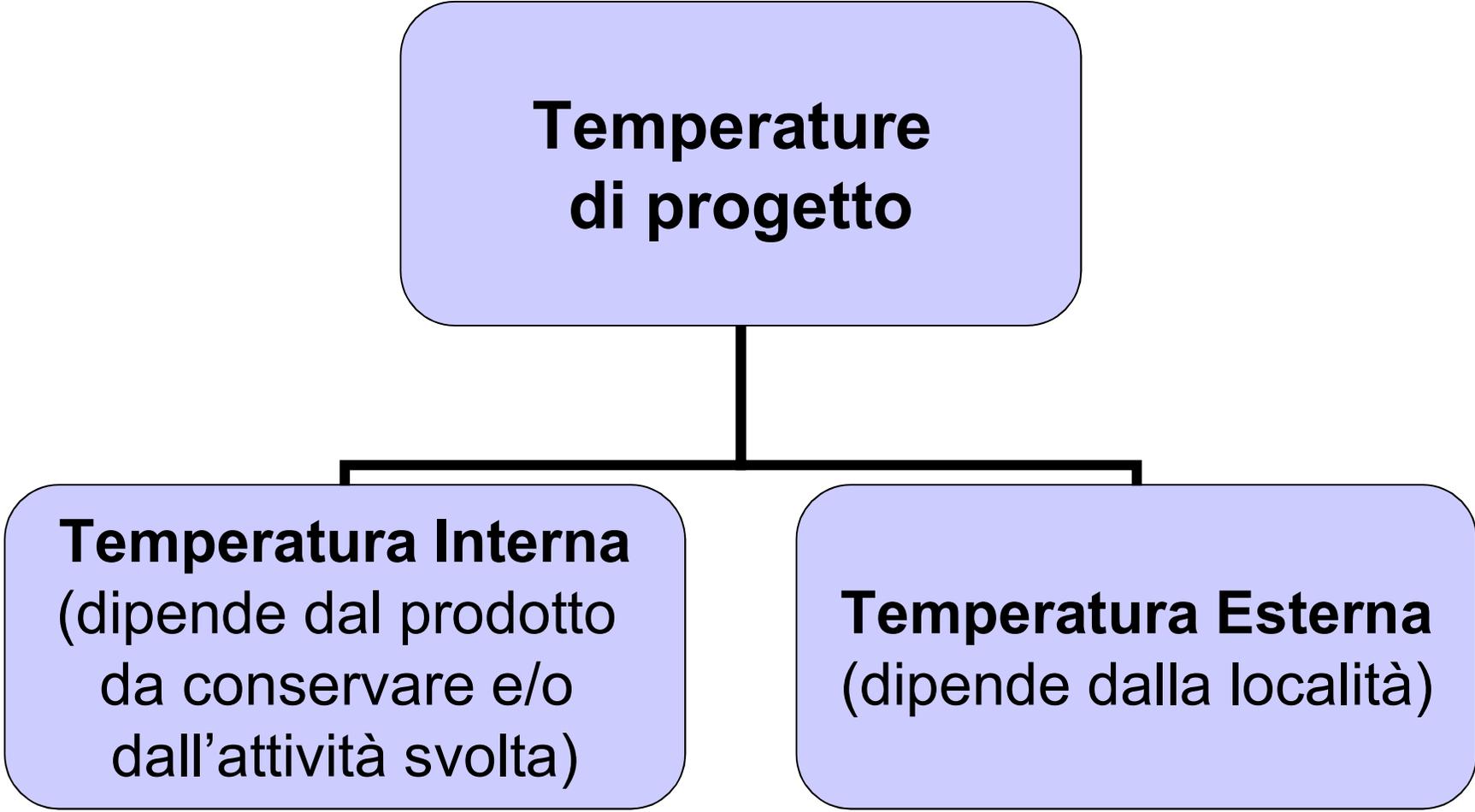
Caratteristiche di pannelli prefabbricati

Spessore [mm]	Resistenza termica [m ² K/W]	Temperatura di esercizio [°C]
50	2.92	Ambiente
75	3.66	0
100	5.87	-30
125	7.33	-45
150	8.81	-60

CARICHI TERMICI

The title 'CARICHI TERMICI' is positioned at the top left. To its right, there are five circles arranged horizontally. The first, third, and fifth circles are solid light purple. The second and fourth circles are hollow with a light purple outline.

**Temperature
di progetto**

A flowchart diagram with a central box at the top containing the text 'Temperature di progetto'. A vertical line descends from this box to a horizontal line. From this horizontal line, two vertical lines branch out downwards to two separate boxes. The left box contains the text 'Temperatura Interna (dipende dal prodotto da conservare e/o dall'attività svolta)'. The right box contains the text 'Temperatura Esterna (dipende dalla località)'. All boxes have a light purple background and rounded corners.

Temperatura Interna
(dipende dal prodotto
da conservare e/o
dall'attività svolta)

Temperatura Esterna
(dipende dalla località)

CARICHI TERMICI

Prodotto	Temperatura [°C]
Mele	Da -1 a 0.5
Banane	Da 13 a 14
Cavolo	0
Formaggi	0
Pere	Da -2 a 0
Pollame	Da -1 a 2

CARICHI TERMICI

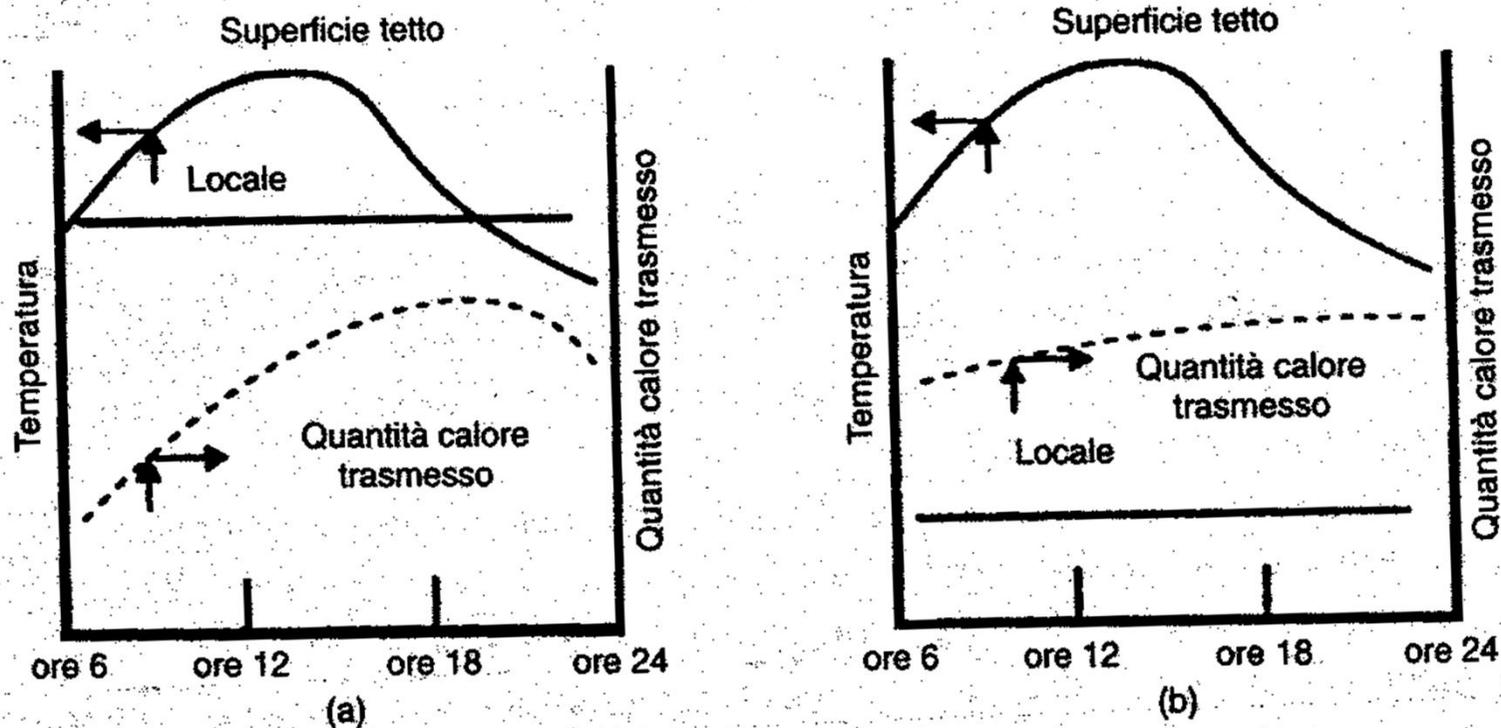
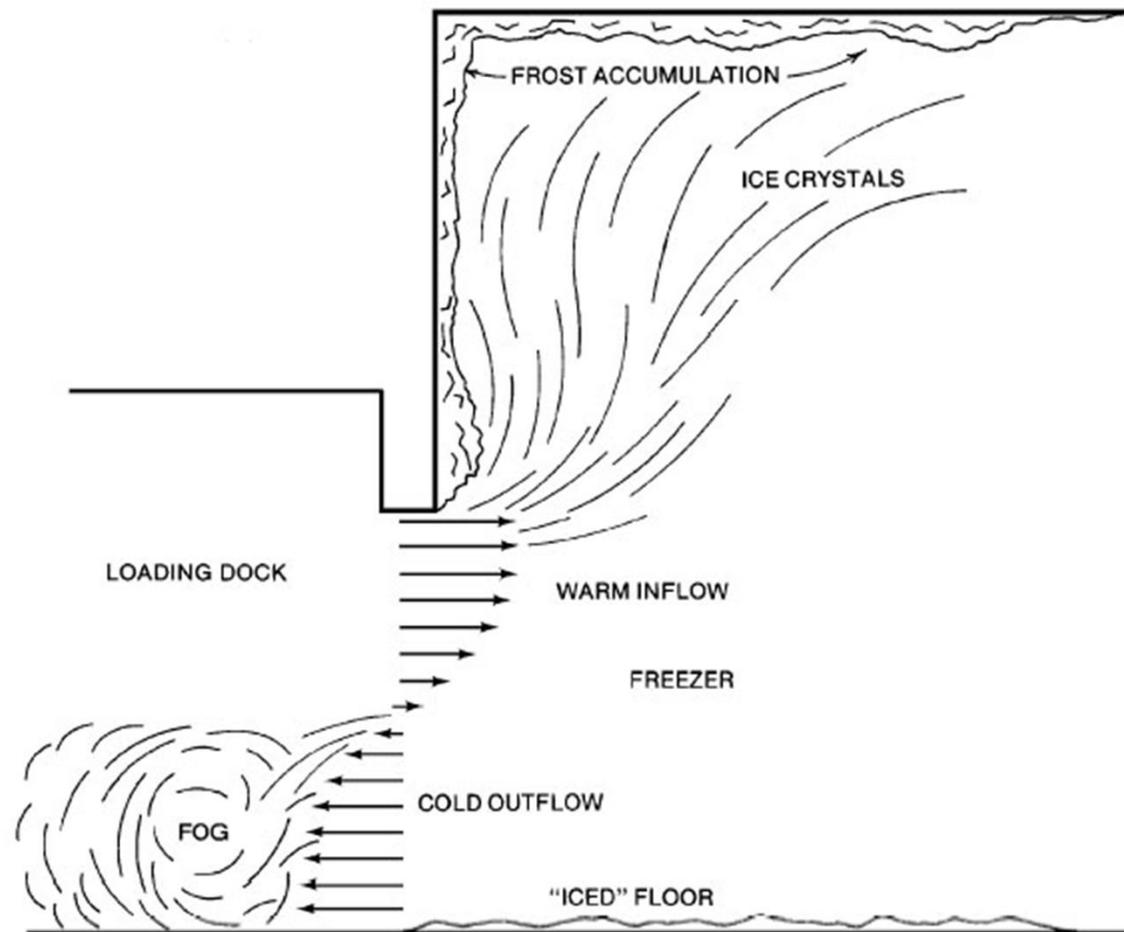


Figura 18.7 – Temperature superficiali del tetto e quantità di calore che entra nel locale in (a) una applicazione di condizionamento d'aria, e (b) in una applicazione di refrigerazione industriale.

CARICHI TERMICI

Infiltrazioni attraverso le porte

Costituiscono circa il 30% del carico totale



CARICHI TERMICI

Formula di Gosney e Olama per la portata volumetrica delle infiltrazioni:

$$Q = C_{\text{inf}} A \sqrt{H} \left(\frac{\rho_i - \rho_o}{\rho_i} \right)^{1/2} \left[\frac{2}{1 + \left(\frac{\rho_i}{\rho_o} \right)^{1/3}} \right]^{3/2}$$

Dove:

Q : portata volumetrica

$C_{\text{inf}} = 0.692 \sqrt{m/s}$: coefficiente di infiltrazione

A : area frontale porta

H : altezza porta

CARICHI TERMICI

- La portata massica di aria infiltrata è:

$$\dot{m} = Q \left(\frac{\rho_i + \rho_o}{2} \right)$$

- Il carico termico dovuto all'aria infiltrata è:

$$q = \dot{m}(h_o - h_i)$$

CARICHI TERMICI

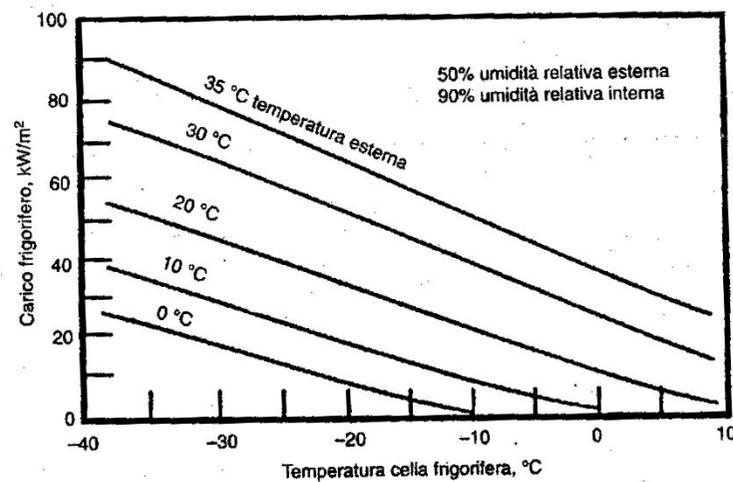
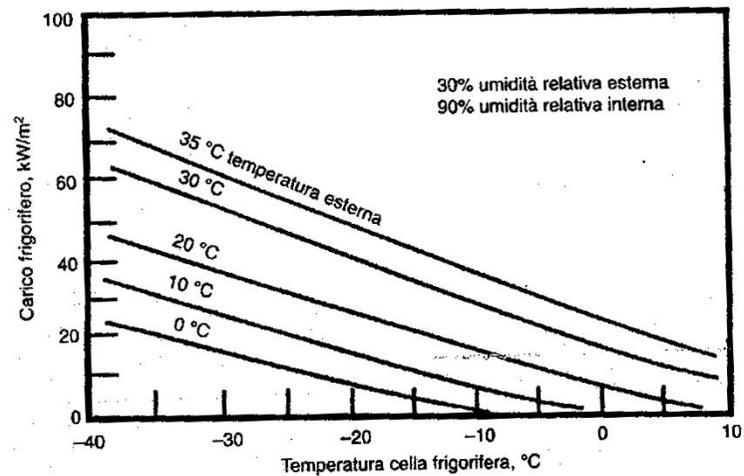


Figura 18.9 – Carichi frigoriferi attraverso porte aperte per umidità relative esterne di 30 e 50%. Nel caso di altezza della porta diversa da 3 m, moltiplicare il carico per $H/3$.

CARICHI TERMICI

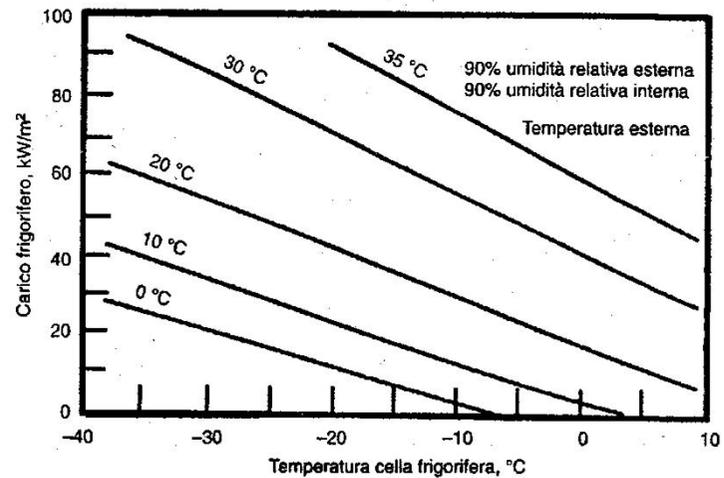
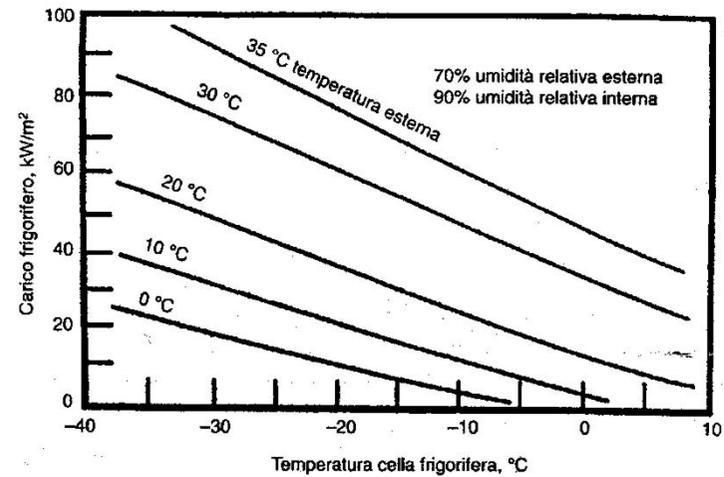
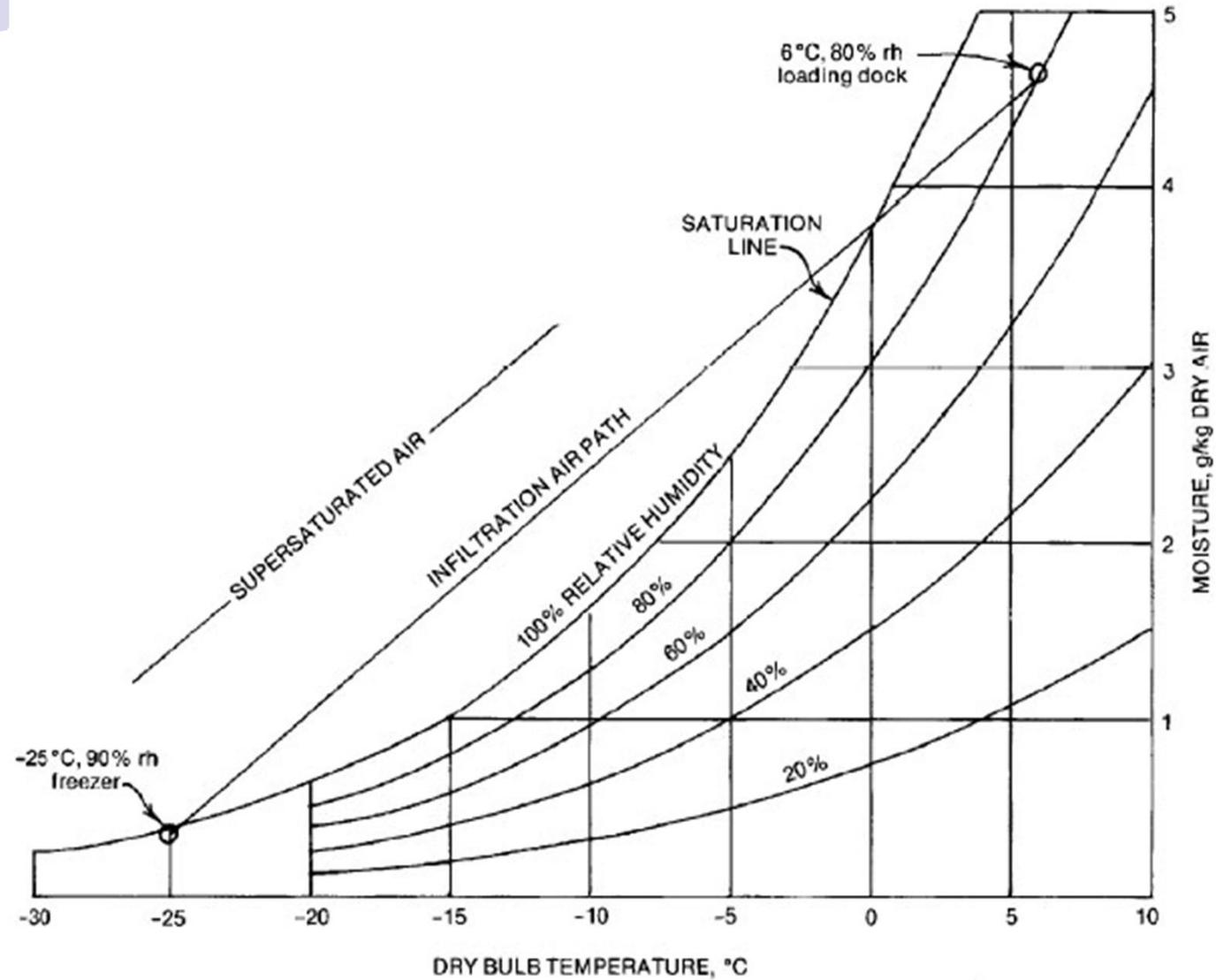
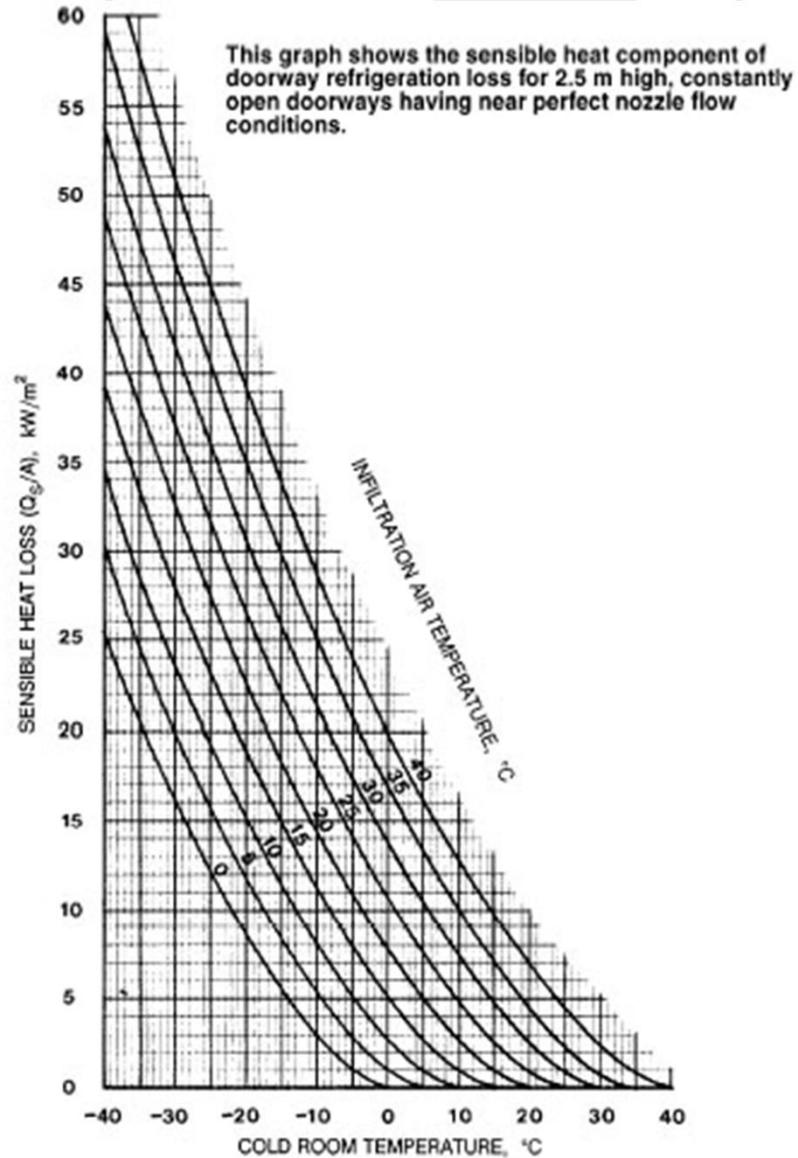


Figura 18.10 – Carichi frigoriferi attraverso porte aperte per umidità relative esterne di 70 e 90%. Nel caso di altezza della porta diversa da 3 m, moltiplicare il carico per H m/3.

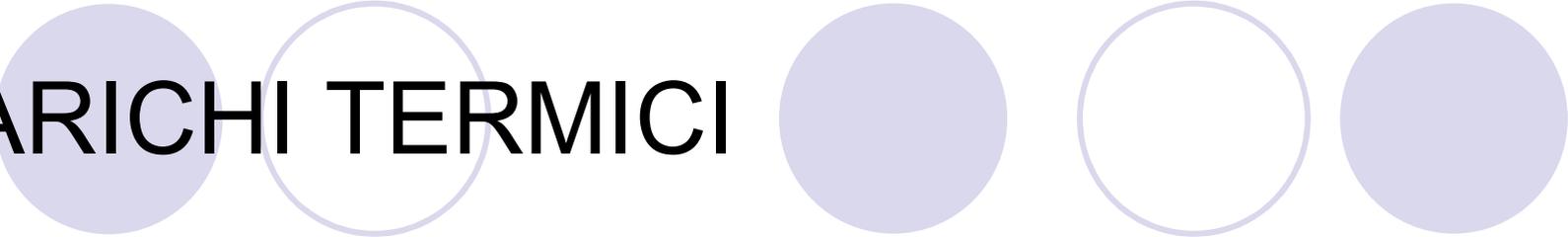
CARICHI TERMICI



CARICHI TERMICI



CARICHI TERMICI

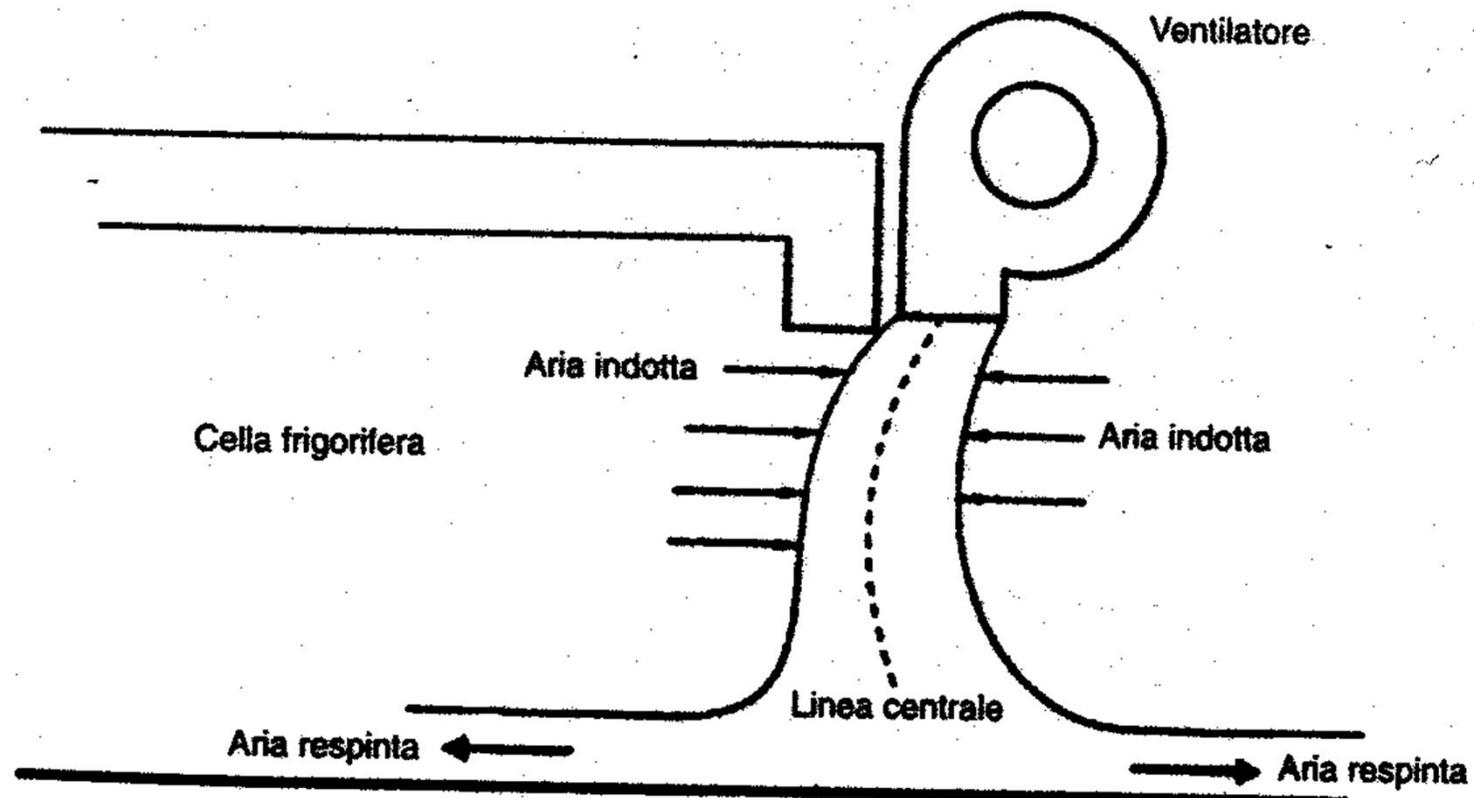


Riduzione delle infiltrazioni dalle porte:

- cortine di aria
- vestiboli
- strisce di plastica
- dock intermedi

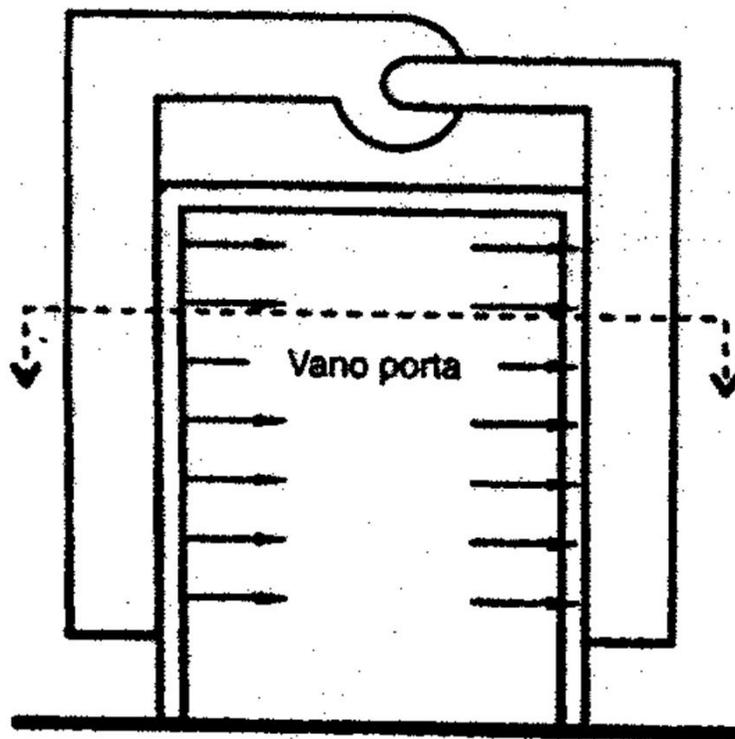
CARICHI TERMICI

Cortine di aria verticali

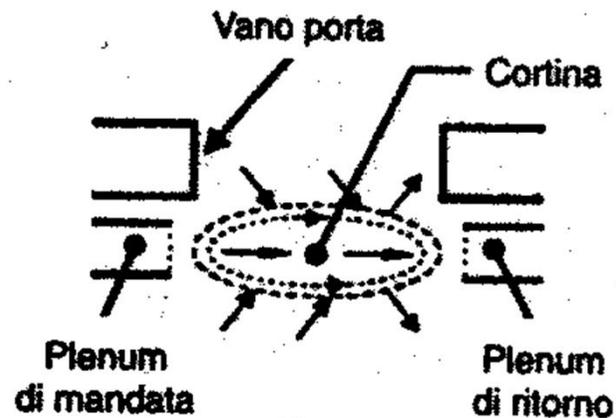


CARICHI TERMICI

Cortine di aria orizzontali



(a)



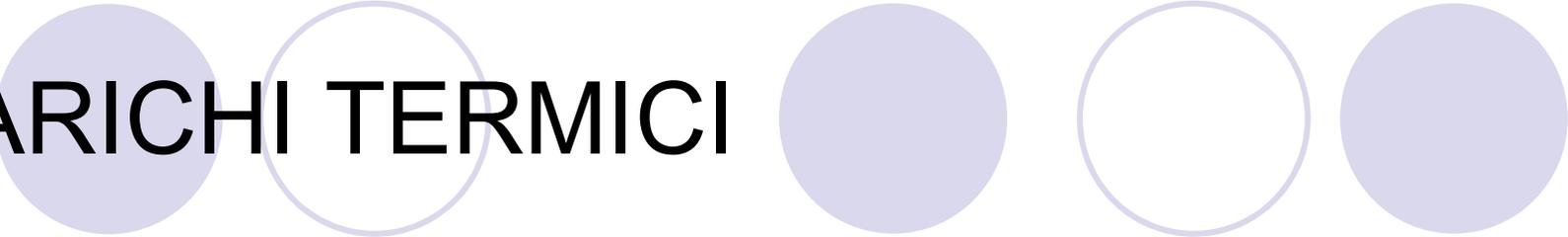
(b)

CARICHI TERMICI

Cortine di aria

- Pro:
riduzione fino all'80% delle infiltrazioni
flessibilità ed autoadattamento del getto
- Contro:
rottura del getto di aria
costo

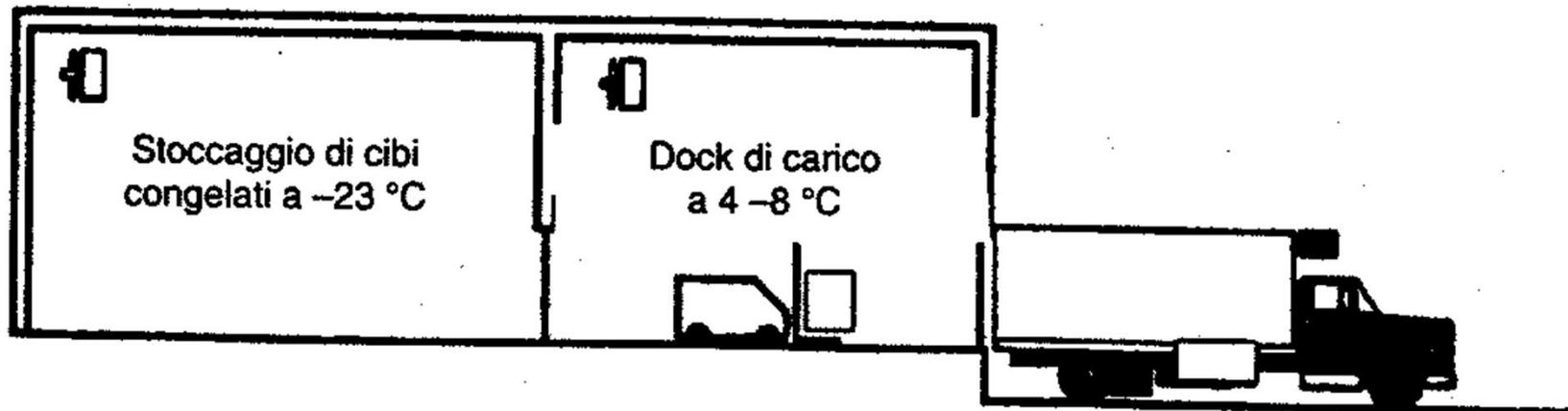
CARICHI TERMICI



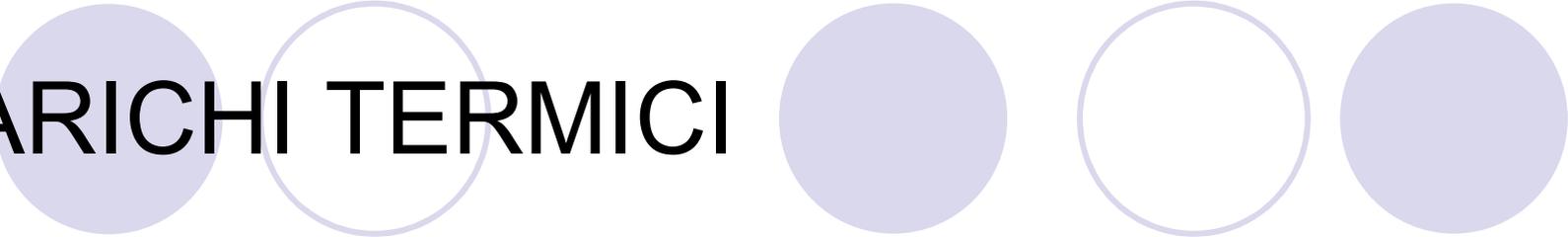
Strisce di plastica

- Pro:
 - riducono le infiltrazioni fino al 90%
 - costo contenuto
 - facilità di installazione
- Contro:
 - rottura dovuta alle basse temperature
 - intolleranza da parte degli operatori

CARICHI TERMICI



CARICHI TERMICI



Carichi interni:

- Attrezzature elettriche: motori, luci, ecc.
- Macchine di movimentazione carichi
- Macchinari di processo: miscelatori, impacchettatori, tranciatori, seghe.
- Personale: calore latente e sensibile
- Calore latente

CARICHI TERMICI

Table 4 Heat Gain from Typical Electric Motors

Motor Rated, kW	Motor Type	Nominal rpm	Full Load Motor Effi- ciency, %	Location of Motor and Driven Equipment with Respect to Conditioned Space or Airstream		
				A	B	C
				Motor in, Driven Equip- ment in, W	Motor out, Driven Equip- ment in, W	Motor in, Driven Equip- ment out, W
0.04	Shaded pole	1500	35	105	35	70
0.06	Shaded pole	1500	35	170	59	110
0.09	Shaded pole	1500	35	264	94	173
0.12	Shaded pole	1500	35	340	117	223
0.19	Split phase	1750	54	346	188	158
0.25	Split phase	1750	56	439	246	194
0.37	Split phase	1750	60	621	372	249
0.56	3-Phase	1750	72	776	557	217
0.75	3-Phase	1750	75	993	747	249
1.1	3-Phase	1750	77	1453	1119	334
1.5	3-Phase	1750	79	1887	1491	396
2.2	3-Phase	1750	81	2763	2238	525
3.7	3-Phase	1750	82	4541	3721	817
5.6	3-Phase	1750	84	6651	5596	1066
7.5	3-Phase	1750	85	8760	7178	1315
11.2	3-Phase	1750	86	13 009	11 192	1820
14.9	3-Phase	1750	87	17 140	14 913	2230
18.6	3-Phase	1750	88	21 184	18 635	2545
22.4	3-Phase	1750	89	25 110	22 370	2765
30	3-Phase	1750	89	33 401	29 885	3690
37	3-Phase	1750	89	41 900	37 210	4600
45	3-Phase	1750	89	50 395	44 829	5538
56	3-Phase	1750	90	62 115	55 962	6210
75	3-Phase	1750	90	82 918	74 719	8290
93	3-Phase	1750	90	103 430	93 172	10 342
110	3-Phase	1750	91	123 060	111 925	11 075
150	3-Phase	1750	91	163 785	149 135	14 738
190	3-Phase	1750	91	204 805	186 346	18 430

CARICHI TERMICI

Carichi termici medi prodotti da una persona a diverse temperature

Refrigerated Space Temperature, °C	Heat Equivalent/Person, W
10	210
5	240
0	270
-5	300
-10	330
-15	360
-20	390

Note: Heat equivalent may be estimated by $q_p = 272 - 6t(^{\circ}\text{C})$

CARICHI TERMICI

Potenza termica prodotta dai ventilatori di una macchina frigorifera

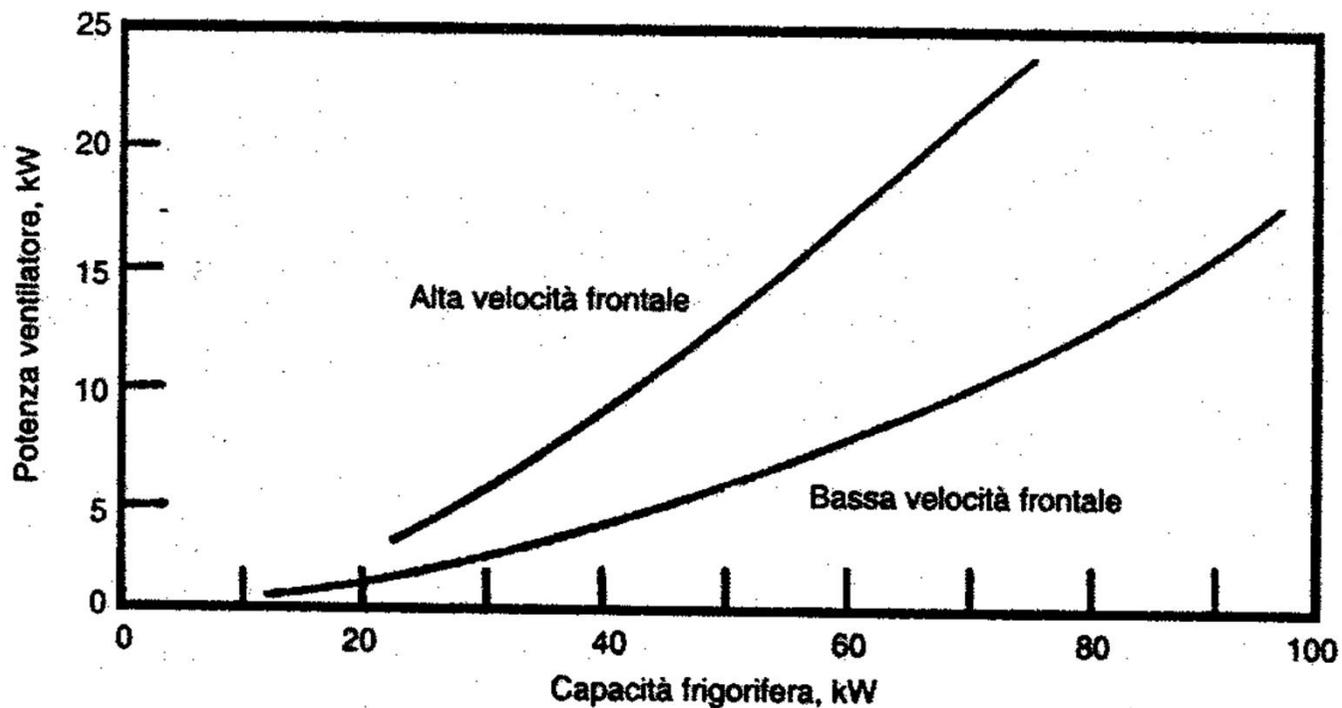


Figura 18.15 – Potenza assorbita da una determinata famiglia di aereoevaporatori, funzionanti con due diverse velocità frontali dell'aria. La differenza di temperatura fra l'aria entrante e il refrigerante è di 5 °C.

CARICHI TERMICI

Carichi frigoriferi dei prodotti

$$Q_{tot} = Q_{ov} + Q_{freeze} + Q_{und}$$

$$Q_{ov} = m c_{ov} (T_{in} - T_{freeze})$$

$$Q_{freeze} = m h_f$$

$$Q_{und} = m c_{und} (T_{freeze} - T_{final})$$

CARICHI TERMICI

Carichi termici medi da considerare per differenti situazioni

Tipo di stoccaggio	Carico frigorifero, kW ogni 1000 m ³
Stoccaggio cibi congelati, livello unico	da 7,5 a 1,5
Stoccaggio congelatore	da 2,5 a 7,5
Stoccaggio prodotti agricoli	da 9,9 a 13,7
Dock di spedizione	da 13,7 a 25
Zona di lavorazione	da 20 a 60

CARICHI TERMICI

Carichi termici medi da considerare per differenti situazioni

Table 1 Refrigeration Design Load Factors for Typical 10 000 m² Single-Floor Freezer

Refrigeration Load Factors	Long-Term Storage		Short-Term Storage		Distribution Operation	
	Cooling Capacity		Cooling Capacity		Cooling Capacity	
	kW	Percent	kW	Percent	kW	Percent
Transmission losses	343	49	343	43	343	36
Infiltration	35	5	70	9	140	15
Internal operation loads	175	25	196	24	217	22
Cooling of goods received	24	3	53	6	105	11
Other factors	123	18	143	18	158	16
Total design capacity	700	100	805	100	963	100

Note: Based on a facility located in the southern United States using a refrigerated loading dock, automatic doors, and forklift material handling.