

CALCOLO DELLA POTENZA FRIGORIFERA

Simbologia. Q_e (W) potenza frigorifera; m (kg/s) portata fluido da raffreddare; γ (kg/m³) massa volumica (densità); M (kg) massa da raffreddare; τ (s) tempo di raffreddamento; c_1 (J/kg K) calore massico prima del cambiamento di stato; t_1 (°C) temperatura iniziale; t_2 (°C) temperatura finale; r (J/kg) calore latente di cambiamento di stato; t_l (°C) temperatura di liquefazione; t_c (°C) temperatura di congelazione; c_2 (J/kg K) calore massico dopo il cambiamento di stato; t_3 (°C) temperatura di sottoraffreddamento; t_a (°C) temperatura ambiente esterno; t_i (°C) temperatura interna locale raffreddato; h_e (J/kg) entalpia aria esterna; h_i (J/kg) entalpia aria interna; N (W) potenza pompa o ventilatore di circolazione o altre macchine; S (m²) superficie; k (W/m² K) coefficiente di trasmissione termica totale; V (m³) volume locale raffreddato; n numero rinnovi aria giornalieri; P (kg/m³) massa di prodotto contenuto per m³ di cella; c_m (W/kg) calore di metabolismo.

Casi fondamentali. Nel raffreddamento di *solidi, liquidi, gas*, si usa la formula: $Q_e = m c (t_1 - t_2) + N$. Nella condensazione (liquefazione) di *gas o vapori*, si usa la formula: $Q_e = m [c_1 (t_1 - t_l) + r + c_2 (t_l - t_3)] + N$. Nel congelamento di *acqua o prodotti alimentari*, si usa la formula: $Q_e = m [c (t_1 - t_c) + r + c_2 (t_c - t_3)] + N$. Praticamente per acqua e generi alimentari: $Q_e = 130$ W/kg.

Cella frigorifera, magazzini frigoriferi. (fig. A) Calore entrante da pareti, pavimento, soffitto: $q_1 = k S (t_a - t_i)$; calore da sottrarre alla merce introdotta nella cella: $q_2 = M c (t_1 - t_2) / \tau$; calore di metabolismo della merce (solamente per frutta e verdure): $q_3 = P V c_m$; calore da sottrarre all'aria di rinnovo: $q_4 = n V \gamma (h_e - h_i) / 3600 \times 24$; fonti di calore interne alla cella (illuminazione, ventilatori ecc.): $q_5 = N$. In totale: $Q_e = q_1 + q_2 + q_3 + q_4 + q_5$ (aumentare il risultato di circa il 10%).

Valori pratici. Celle a 0°C per frutta e verdura con introduzione giornaliera di merce da raffreddare in 24 ore pari al 10% della capacità della cella: per celle di volume $V < 100$ m³: $Q_e = 60$ W/m³; per celle di volume maggiore: $Q_e = 35$ W/m³. Celle a 0°C per carne e pesce fresco con introduzione come sopra: $Q_e = 55 \div 30$ W/m³. Celle a temperatura di ≈ -25 °C, per conservazione di prodotti già congelati, $Q_e = 17$ W/m³.

Esempio di calcolo della potenza frigorifera Si prendono in considerazione le celle frigorifere per frutta indicate nella figura A. Volume $V = 3150$ m³; $P = 350$ kg/m³; $t_a = 30$ °C; $t_i = 0$ °C; $t_{\text{terreno}} = 15$ °C; $k = 0,30$ W m⁻² K⁻¹; $M = 10\%$ del contenuto di una cella $M = 0,10 \times 3150 \times 350 / 3 = 36750$ kg; $c = 3650$ J/kg; $\tau = 24$ h; $t_1 = 25$ °C; $t_2 = 0$ °C; $c_m = 0,02$ W/kg; $n = 2$; $\gamma = 1,20$ kg/m³; $h_e = 67000$ J/kg; $h_i = 8000$ J/kg; $N = 7000$ W. Calcolo dei diversi elementi che compongono la potenza frigorifera:

q_1	Pavimento + pareti e soffitto	$0,30 \times (30 \times 15) \times (15 - 0) + 0,30 \times [2 \times (30 + 15) \times 7 + 30 \times 15] \times (30 - 0) =$	11 745 W +
q_2	Aperture	$36750 \times 3650 \times (25 - 0) / (24 \times 3600) =$	38 813 W +
q_3	Derrate	$350 \times 3150 \times 0,020 =$	22 050 W +
q_4	Aria di rinnovo	$2 \times 3150 \times 1,20 \times (67000 - 8000) / (24 \times 3600) =$	5 162 W +
q_5	Luci		7 000 W =
Q'_e	Totale		84 770 W
Q_e	Totale	+10%	93 247 W

Poiché è previsto un funzionamento di 20 h/24 h, si ha: $24/20 \times 93\,247 \approx 112\,000$ W.

