

**Esercizio n° 1**

Si consideri un ciclo frigorifero “*semplificato*” per il fluido refrigerante R410a, che attui la condensazione a 30bar e l’evaporazione a 8bar.

Considerando un sottoraffreddamento e un surriscaldamento di 5K, tracciare graficamente il ciclo termodinamico nel diagramma di stato e descriverne in forma didascalica le trasformazioni.

Calcolare quindi, supposte condizioni isoentropiche al compressore:

1. la massima temperatura raggiunta nel ciclo termodinamico;
2. il lavoro specifico compiuto dal compressore;
3. il calore specifico scambiato all’evaporatore;
4. il calore specifico scambiato al condensatore;
5. il COP frigorifero e quello in pompa di calore.

**Esercizio n° 2**

Per mantenere la temperatura media di 26°C in un edificio di 5.000m<sup>3</sup>, una unità di trattamento aria condiziona la miscela d’aria tra ricircolo e aria ambientale esterna a 35°C e UR 60%, immettendola internamente a 12°C e UR 80%. In queste condizioni, la potenza termica scambiata tra l’involucro dell’edificio e l’ambiente esterno è pari a 15.7kW. Per esigenze di salubrità e comfort, il ricambio orario è prescritto pari a 0,5 volte il volume dell’ambiente.

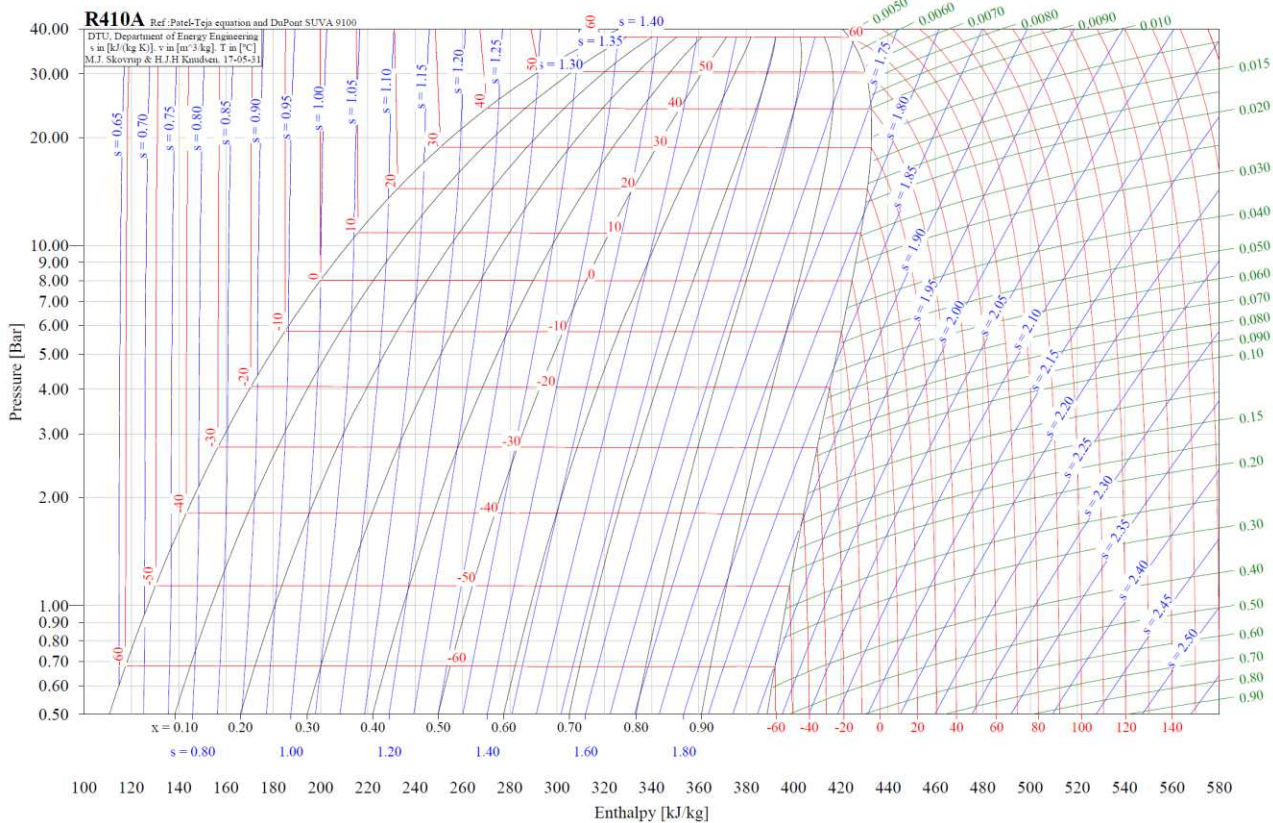
Con l’ausilio del diagramma psicrometrico, calcolare:

1. le portate massiche di aria di rinnovo e di riciclo;
2. la potenza termica complessiva dell’impianto di raffrescamento.

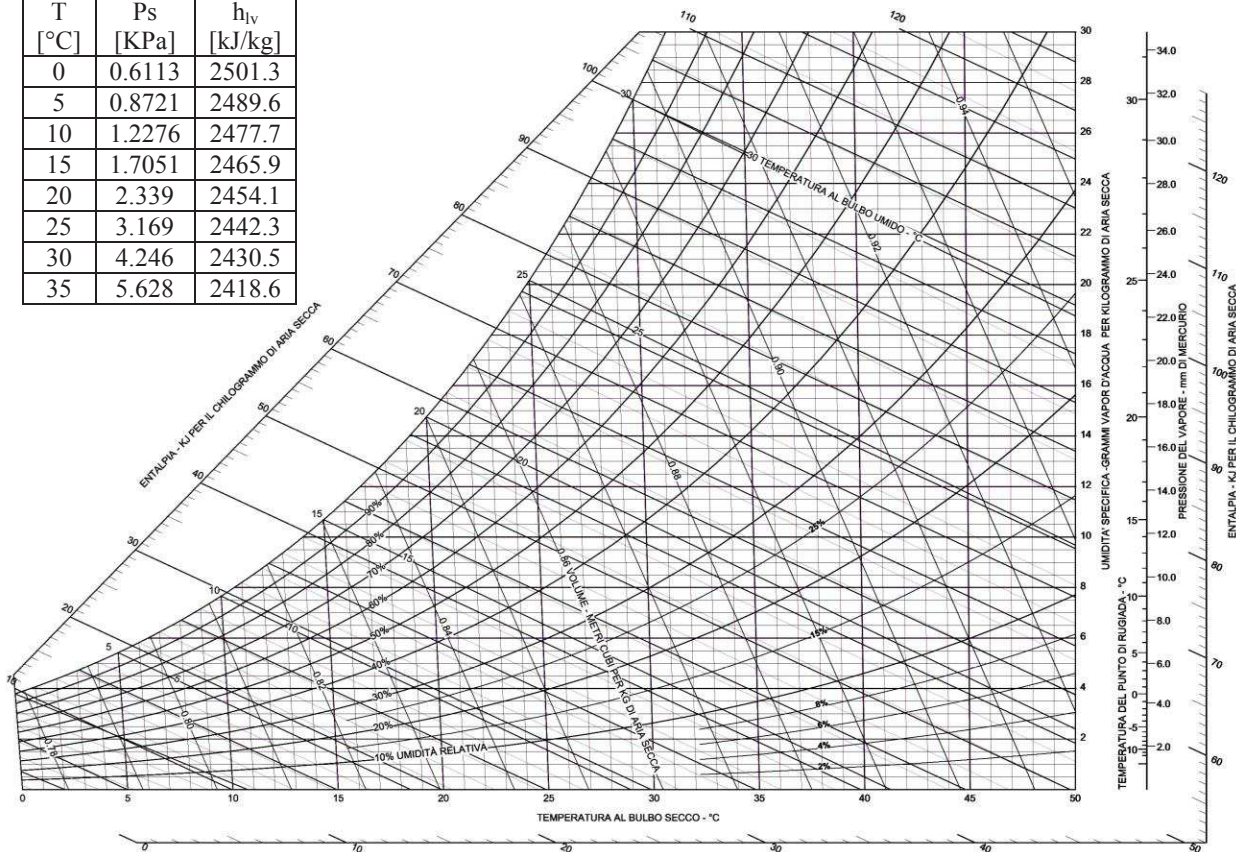
**Esercizio n° 3**

Il progetto di una piccola malga prevede la valorizzazione di una riserva idrica per produzione di energia elettrica (1kW) e uso zootecnico (massima portata pari a 2.0 l/s a 2.0 bar). La rispettiva distanza è pari a 550m, mentre il dislivello geodetico netto è pari a 70m.

Verificare che la posa di un DN50 in HDPE con spessore 3mm e scabrezza equivalente pari a 300µm soddisfi contemporaneamente le due esigenze, assumendo trascurabile ogni perdita di carico concentrata e un rendimento omnicomprensivo della turbina idraulica pari all’unità.

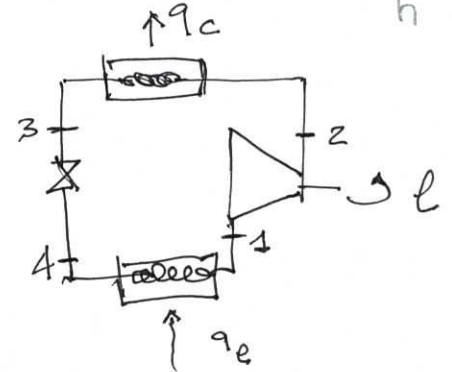
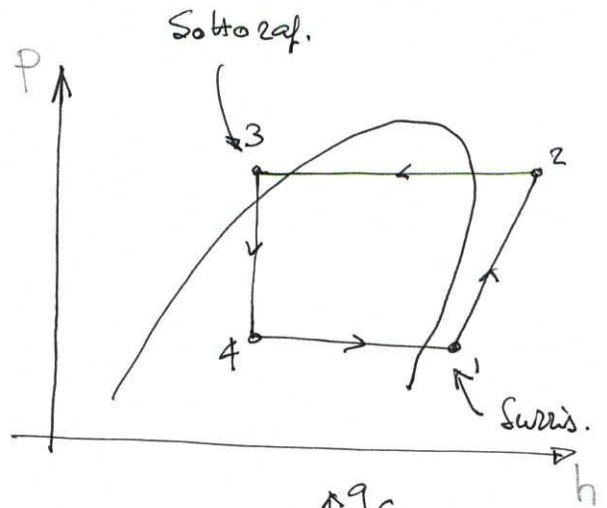


T [°C]	Ps [KPa]	h <sub>V</sub> [kJ/kg]
0	0.6113	2501.3
5	0.8721	2489.6
10	1.2276	2477.7
15	1.7051	2465.9
20	2.339	2454.1
25	3.169	2442.3
30	4.246	2430.5
35	5.628	2418.6



Es. n. 1

	1	2	3	4
$T, ^\circ\text{C}$	5	78	45	0
$P, \text{bar}$	8	30	30	8
$h, \text{kJ/kg}$	430	468	280	280



- 1 → 2 compressione isentropica
- 2 → 3 condensazione isobara
- 3 → 4 laminazione adiabatica (isoentalpica)
- 4 → 1 evaporazione isobara

1) Massima temperatura :  $78^\circ\text{C}$  (punto 2)

2)  $|l| = h_2 - h_1 = 38 \text{ kJ/kg}$

3)  $|q_e| = h_1 - h_4 = 150 \text{ kJ/kg}$

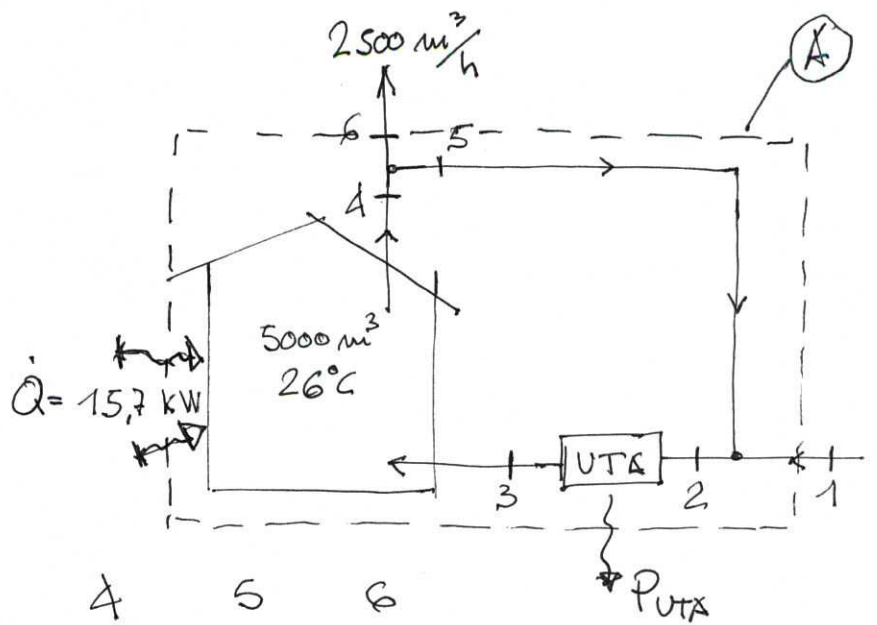
4)  $|q_c| = h_2 - h_3 = 128 \text{ kJ/kg}$

5)  $\text{COP}_F = \frac{|q_e|}{|l|} = 3,95$

6)  $\text{COP}_{\text{Pdc}} = \frac{|q_c|}{|l|} = 4,95$

Es. n. 2

$$P_s^A = 2,505 \text{ kPa}$$



	1	2	3	4	5	6
$T, ^\circ\text{C}$	35		12	26	26	26
UR, %	60		80	33	33	33
$Y, \frac{\text{g}}{\text{kgas}}$	21,1	15,9	7,0	7,0	7,0	7,0

$$P_v \quad 3,3768$$

$$0,8267 \quad 0,8267 \quad 0,8267$$

$$P_a \quad 97,3482$$

$$\text{---} 100,4993 \text{---}$$

$$J \frac{\text{kJ}}{\text{kgas}} \quad 90,0$$

$$30,0$$

$$\text{---} 44,0 \text{---}$$

$$\dot{m}_a^6 = \dot{m}_a^1$$

$$P_a^6 \cdot \frac{V}{\dot{m}_a^6} = R_a \cdot T_a^6 \Rightarrow \dot{m}_a^6 = \frac{P_a^6 \cdot V}{R_a \cdot T_a^6}$$

$$= 2947,2 \frac{\text{kgas}}{\text{h}}$$

$$\dot{m}_a^3 = \dot{m}_a^1 + \dot{m}_a^5 = \dot{m}_a^2 = \dot{m}_a^4$$

$$|\dot{Q}| = \dot{m}_a^3 \cdot (J_4 - J_3) \Rightarrow \dot{m}_a^3 = \frac{|\dot{Q}|}{J_4 - J_3} = 4037,9 \frac{\text{kgas}}{\text{h}}$$

Portata di rinnovo: 2947,2 kgas/h

Portata di ricambio: 1089,9 kgas/h

$$\text{Potenza termica UTA} = \dot{Q} + \dot{m}_a^6 \cdot (J_4 - J_6) = 15,7 + 34,6 \text{ kW}$$

$$\downarrow 50,3 \text{ kW}$$

Bilancio energetico  
nel confine A

Es. n. 3

Diametro interno 44 mm

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \lg \left( \frac{\frac{\epsilon}{D}}{3,71} \right)$$

ipotesi di completo turbolento

$$\Rightarrow \lambda = 0,0334$$

$$v = \frac{\dot{V}}{S} = \frac{0,002}{\frac{\pi}{4} 0,044^2} = 1,316 \text{ m/s}$$

$$P_{\text{Turbina}} = \gamma \dot{V} \Delta H_p \Rightarrow \Delta H_p = \frac{P_{\text{Turb}}}{\gamma \dot{V}} = \frac{10000}{9,81 \cdot 1000 \cdot 0,002} = 50,97 \text{ m}$$

$$\frac{P}{\gamma Q} + \frac{v_1^2}{2g} + z_1 + \Delta H \leq \frac{v_3^2}{2g} + z_3 - \frac{\lambda}{D} \frac{v_2^2}{2g} \cdot L$$

$v_3 = 0$

$$z_3 - z_1 \geq \frac{P}{\gamma Q} + \frac{v_1^2}{2g} + \Delta H_p + \frac{\lambda}{D} \frac{v_1^2}{2g} \cdot L$$

$v_2 = v_1$

$$70 \geq \frac{20,39}{\gamma Q} + 50,97 + 36,85$$

NON  
SODDISFATTO

