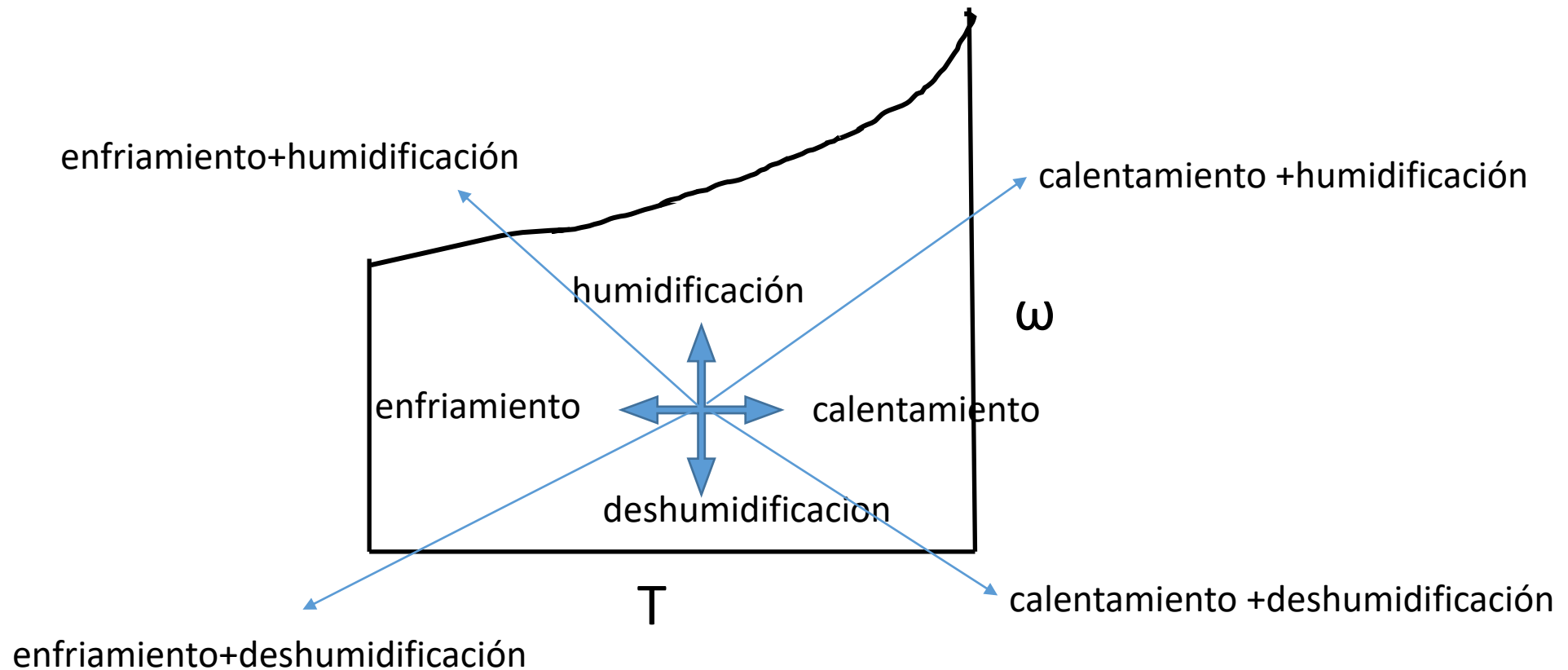
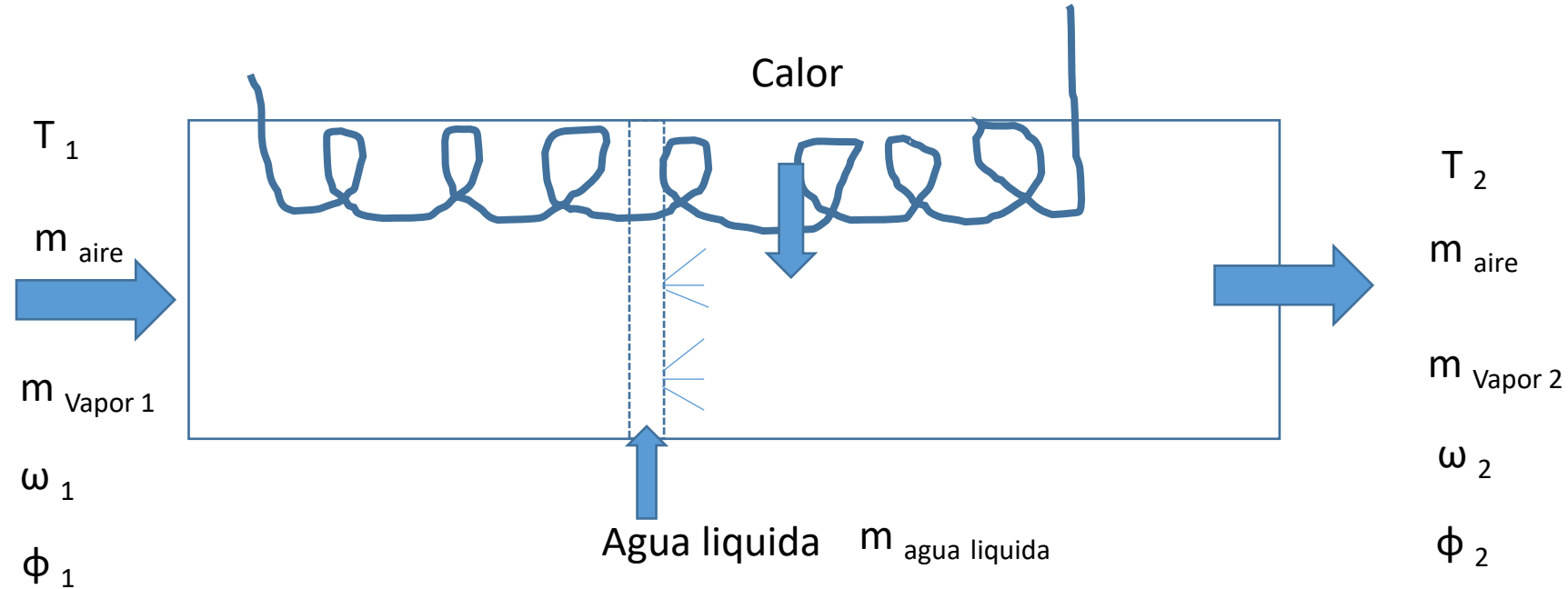


Procesos de aire acondicionado:



Calentamiento evaporativo (con adición de agua líquida)



$$\omega = \frac{m_{\text{vapor}}}{m_{\text{aire}}} = 0.622 \frac{P_v}{P_{\text{atm}} - P_v}$$

$$\phi = \frac{P_v}{P_{\text{Saturacion}}} \quad \text{a la Temperatura } T$$

$$P_{\text{atm}} v_{\text{aire}} = R_{\text{aire}} T$$

$$P_{\text{vapor}} v_{\text{vapor}} = R_{\text{vapor}} T$$

Conservación del flujo de masa aire kg/s:

$$m_{aire} = \dot{constante} = \frac{\dot{V}}{v_{aire}} = \text{flujo volumetrico } [m^3/s] / \text{volumen especifico } [m^3/kg]$$

Conservación del flujo de masa vapor kg/s:

$$m_{vapor\ 1} + m_{water} = m_{vapor\ 2} \quad \omega_1 \dot{m}_a + \dot{m}_W = \omega_2 \dot{m}_a \quad m_W = \dot{m}_a (\omega_2 - \omega_1) \quad kg/s$$

Conservación de la Potencia en W:

$$0 = Q_{vc} + \dot{m}_a h_{a1} + \dot{m}_{v1} h_{v1} + \dot{h}_W m_W - \dot{m}_a h_{a2} - \dot{m}_{v2} h_{v2}$$

$$0 = Q_{vc} + \dot{m}_a (h_{a1} - h_{a2}) + \omega_1 \dot{m}_a h_{v1} + h_W m_W - \omega_2 \dot{m}_a h_{v2}$$

$$0 = Q_{vc} + \dot{m}_a (h_{a1} - h_{a2}) + \omega_1 \dot{m}_a h_{v1} + h_W \dot{m}_a (\omega_2 - \omega_1) - \omega_2 \dot{m}_a h_{v2}$$

$$0 = \frac{\dot{Q}_{vc}}{\dot{m}_a} + (h_{a1} - h_{a2}) + \omega_1 h_{v1} + h_W (\omega_2 - \omega_1) - \omega_2 h_{v2} \quad kW/kg$$

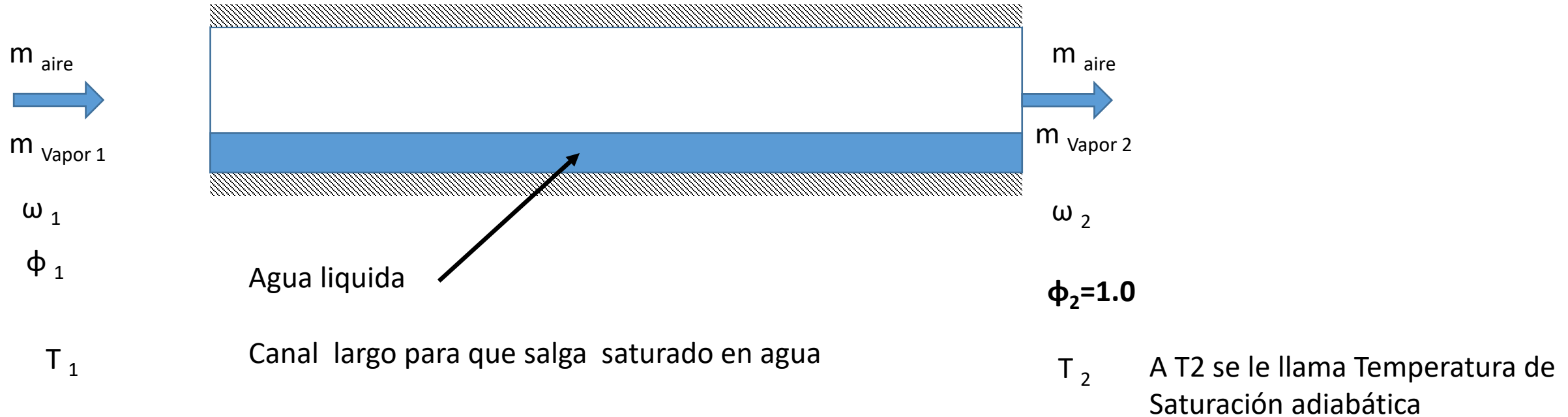
$$0 = \frac{\dot{Q}_{vc}}{\dot{m}_a} + \frac{7}{2} R_a (T_1 - T_2) + \omega_1 \dot{m}_a h_{v sat 1}(T_1) + \dot{m}_w h_w(T_w)(\omega_2 - \omega_1) - \omega_2 \dot{m}_a h_{v sat 2}(T_2)$$

Tabla de vapor
se aproxima asi

$H_w = C_p * T_w$

Tabla de vapor
se aproxima asi

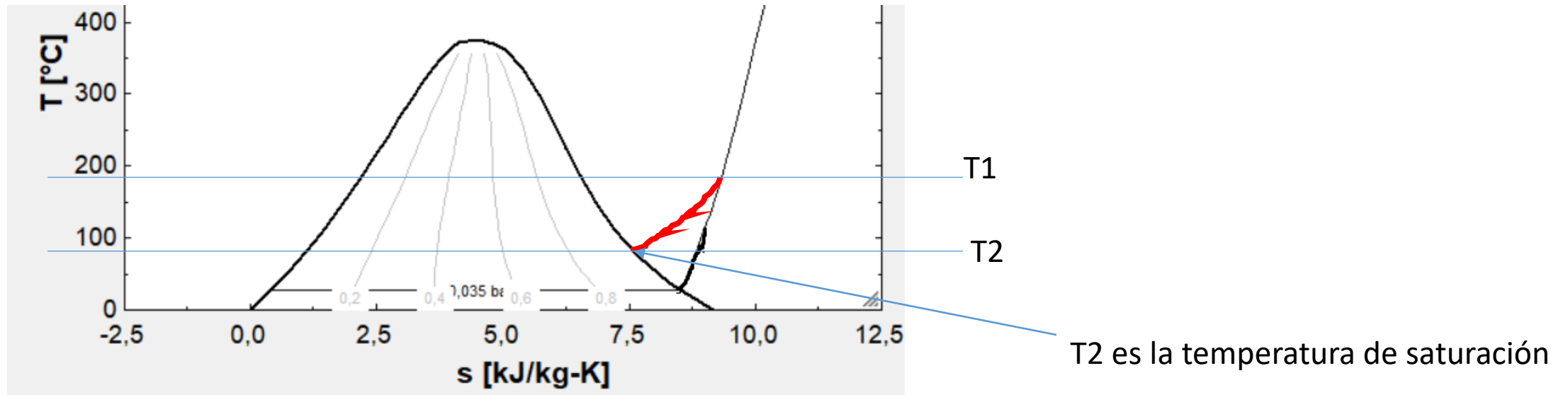
Proceso de Saturación adiabático:



$$\omega_2 = 0.622 \frac{P_{v2}}{P_{atm} - P_{v2}}$$

$$\omega_2 = \frac{0.622 * 1 * P_{Saturacion}(T_2)}{(P_T - 1 * P_{Saturacion}(T_2))}$$

$$0 = \frac{7}{2} R_a (T_1 - T_2) + \dot{\omega}_1 h_{v \text{ sat } 1}(T_1) + h_W(T_w)(\dot{\omega}_2 - \dot{\omega}_1) - \dot{\omega}_2 h_{v \text{ sat } 2}(T_2)$$

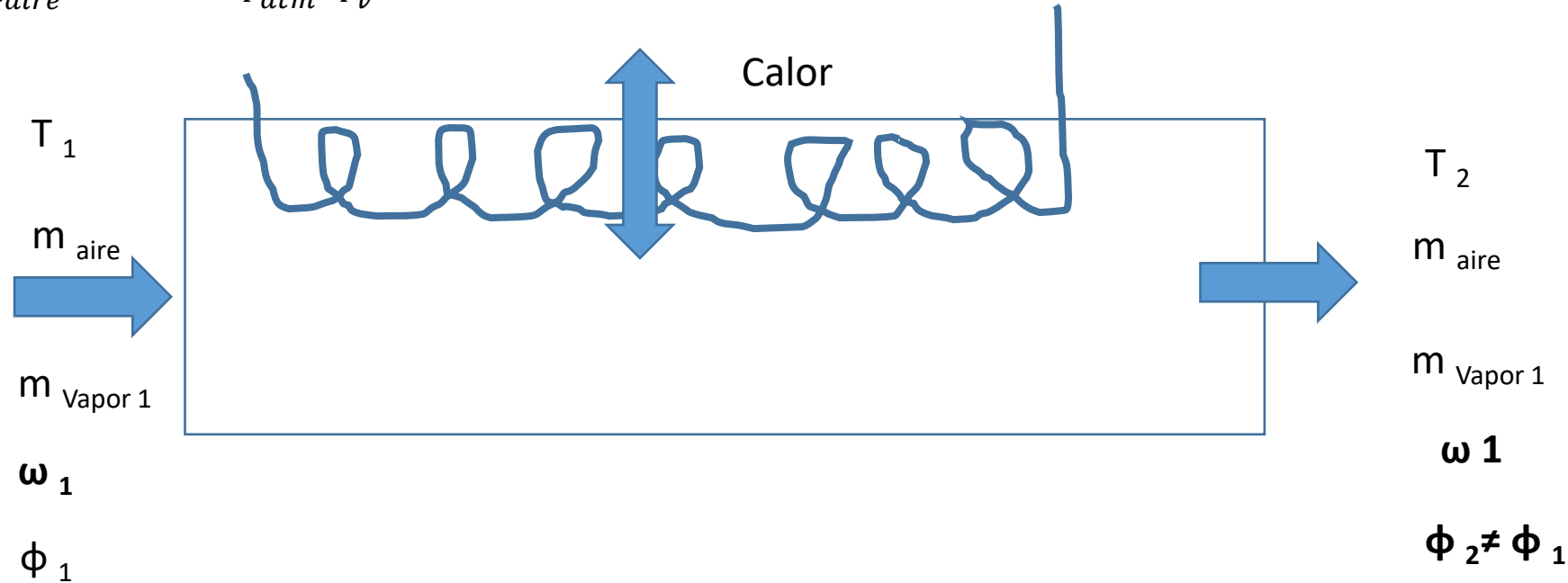


$$C_{P \text{ aire}} = \frac{7}{2} R_a = 1 \frac{\text{kJ}}{\text{kgK}} \quad h_{\text{aire}} = 1 * T [\text{K}] \quad \text{kJ/kg}$$

$$C_{P \text{ Water liquida}} = 4.18 \left[\frac{\text{kJ}}{\text{kg} \mathbf{C}} \right] \quad h_{\text{Water liquida}} = 4.18 * T [\text{C}] \quad \text{kJ/kg}$$

CALENTAMIENTO O ENFRIAMIENTO PURO

$$\omega = \frac{m_{vapor}}{m_{aire}} = 0.622 \frac{P_v}{P_{atm} - P_v} \rightarrow P_v$$



Si $T_2 > T_1$ entonces $\phi_2 < \phi_1$ ya que P_{sat} sube si T sube

Si $T_2 < T_1$ entonces $\phi_2 > \phi_1$

$$0 = \frac{\dot{Q}_{vc}}{\dot{m}_a} + \frac{7}{2} R_a (T_1 - T_2) + \omega_1 \dot{h}_{v\ sat\ 1}(T_1) - \omega_1 \dot{h}_{v\ sat\ 2}(T_2)$$

$$0 = \frac{\dot{Q}_{vc}}{\dot{m}_a} + (T_1 - T_2) + \omega (\dot{h}_{v\ sat\ 1}(T_1) - \dot{h}_{v\ sat\ 2}(T_2)) \quad \text{en kJ/kg}$$

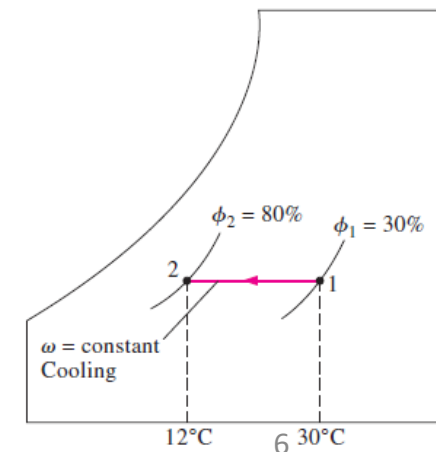
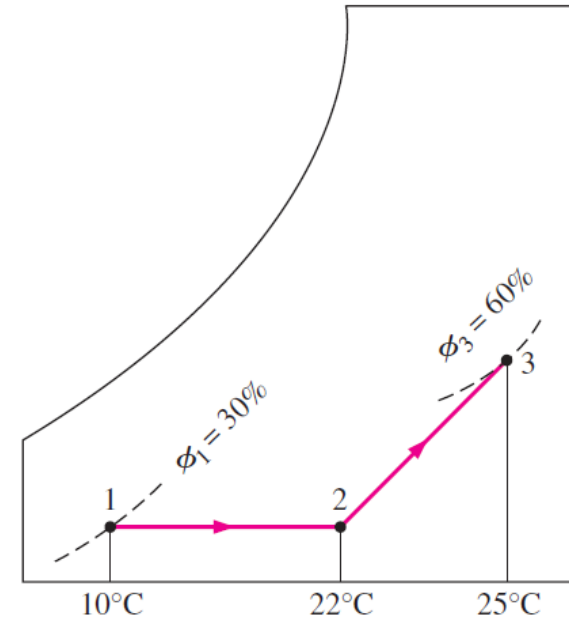
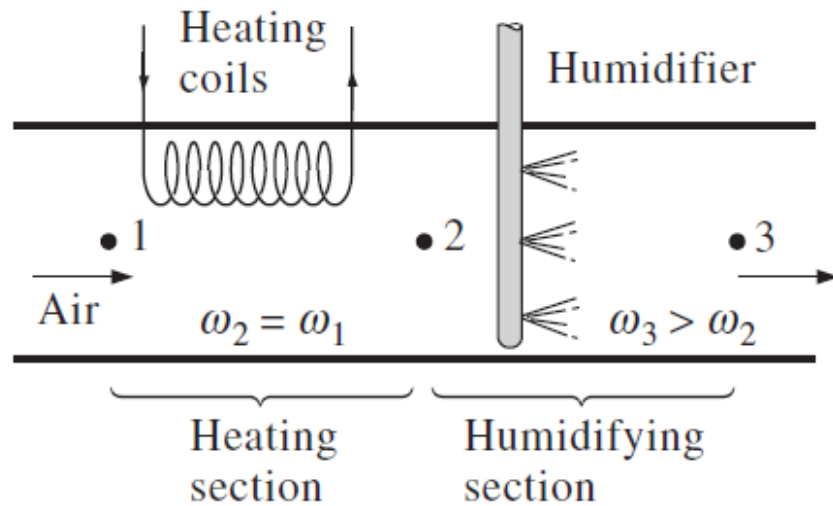


FIGURE 14.22

Combinaciones



Entre calentamiento puro entre 1-2:

$$0 = \frac{\dot{Q}_{vc}}{\dot{m}_a} + (T_1 - T_2) + \omega_1 (h_{v \text{ sat } 1}(T_1) - h_{v \text{ sat } 2}(T_2)) \quad \text{en kJ/kg}$$

$$P_{v1} = \phi_1 P_{\text{sat}}(T_1) \qquad P_{v2} = \phi_2 P_{\text{sat}}(T_2) \qquad \phi_1 = \frac{\omega_1 P_{\text{atmosferica}}}{(0.622 + \omega_1) P_{\text{Saturacion}}(T_1)}$$

Entre 2 y 3 tenemos solo humidificación:

$$0 = (T_2 - T_3) + \omega_2 \dot{m}_a h_{v \text{ sat } 2}(T_2) + h_W(T_W)(\omega_3 - \omega_2) - \omega_3 \dot{m}_a h_{v \text{ sat } 2}(T_3) \text{ en kJ/kg}$$

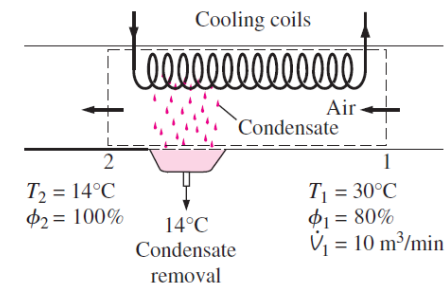
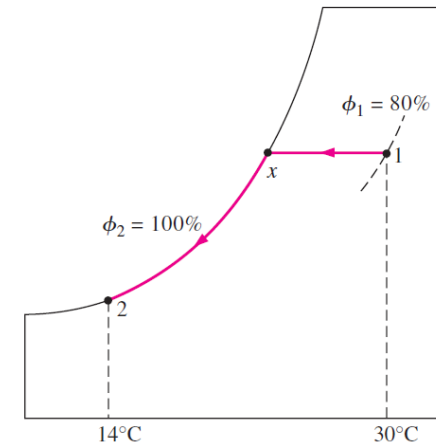
$$m_{\text{vapor } 2} + m_{\text{water}} = m_{\text{vapor } 3} \quad \omega_2 \dot{m}_a + \dot{m}_W = \omega_3 \dot{m}_a \quad m_W = \dot{m}_a(\omega_3 - \omega_2)$$

Otro ejemplo: Enfriamiento y dehumidificación

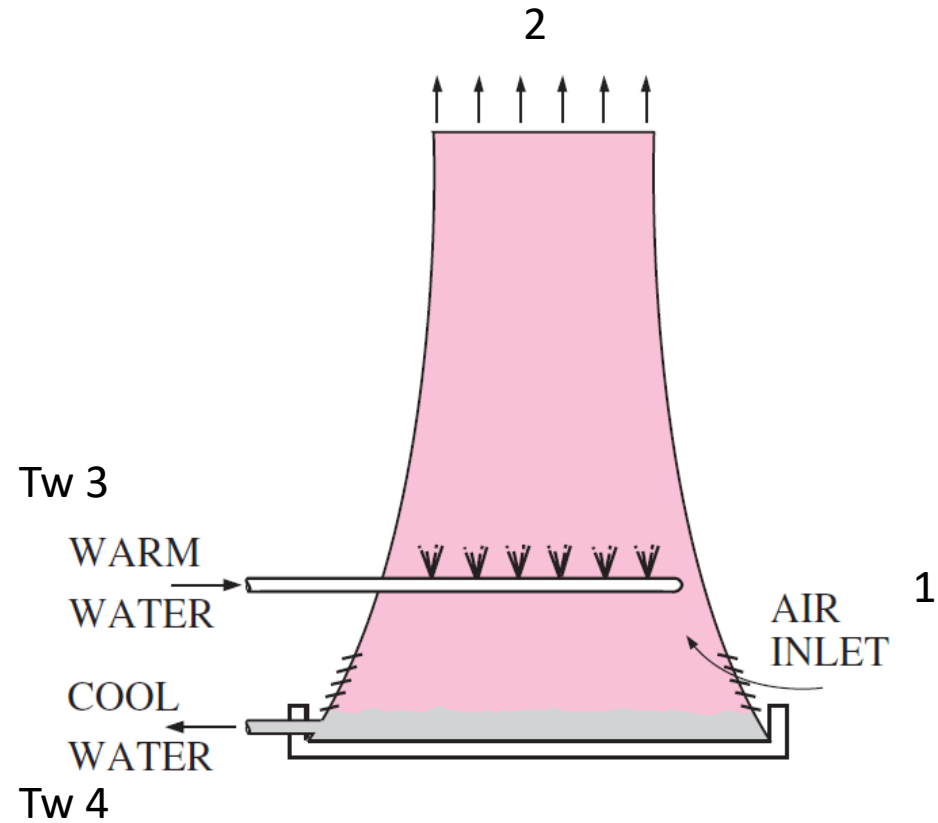
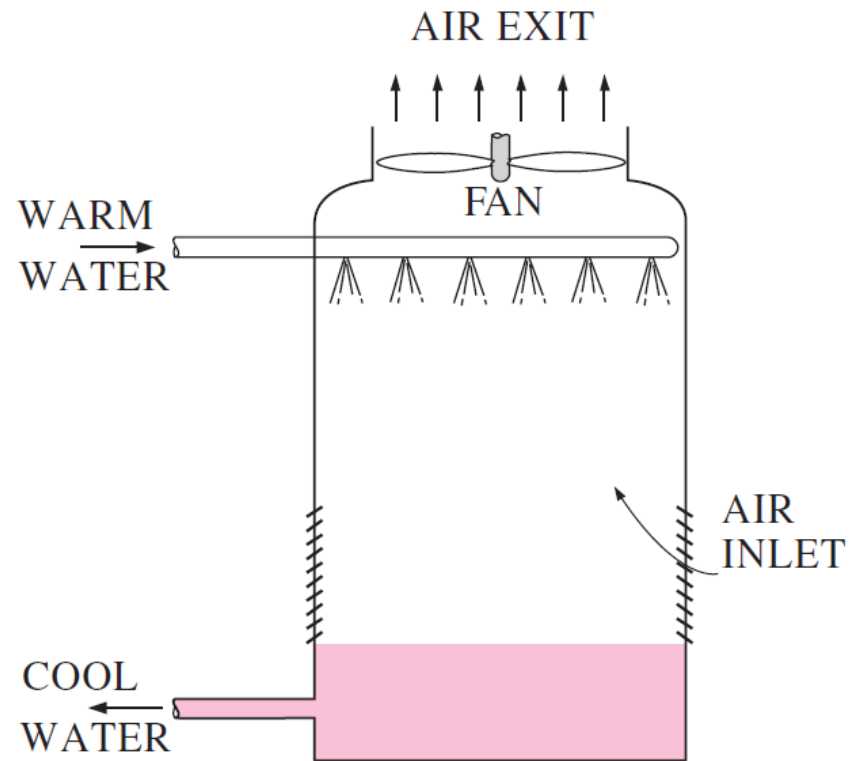
$$m_{\text{vapor } 1} = m_{\text{water}} + m_{\text{vapor } 2} \quad \omega_1 \dot{m}_a = \dot{m}_W + \omega_2 \dot{m}_a$$

$$m_W = \dot{m}_a(\omega_1 - \omega_2)$$

$$0 = \frac{\dot{Q}_{vc}}{\dot{m}_a} + (T_1 - T_2) + \omega_1 h_{v \text{ sat } 1}(T_1) - h_W(T_W)(\omega_1 - \omega_2) - \omega_2 h_{v \text{ sat } 2}(T_2)$$



Torres de enfriamiento



Los flujos de agua 3 y 4 SON distintos se pierde agua a la atmosfera enfriando la mayoría del agua del proceso

$$0 = \dot{m}_{v1} + \dot{m}_{W3} - \dot{m}_{v2} - \dot{m}_{W4}$$

$$0 = \omega_1 \dot{m}_a + \dot{m}_{W3} - \omega_2 \dot{m}_a - \dot{m}_{W4}$$

$$0 = \dot{m}_a(\omega_1 - \omega_2) + \dot{m}_{W3} - \dot{m}_{W4}$$

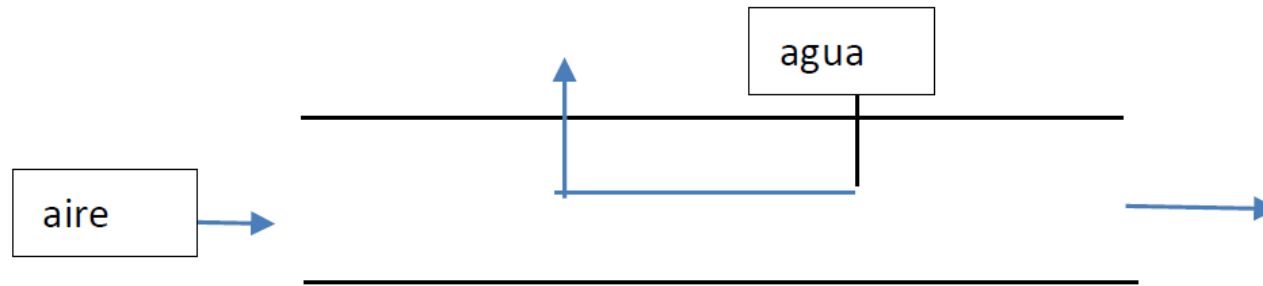
Balance de Potencia:

$$0 = \dot{m}_a h_{a1} + \dot{m}_{v1} h_{v1} + \dot{m}_{W3} h_{W3} - \dot{m}_a h_{a2} - \dot{m}_{v2} h_{v2} - \dot{m}_{W4} h_{W4}$$

$$0 = \dot{m}_a(h_{a1} - h_{a2}) + \omega_1 \dot{m}_a h_{v1} + C_{PW} T_3 \dot{m}_{W3} - \omega_2 \dot{m}_a h_{v2} - C_{PW} T_4 \dot{m}_{W4}$$

$$0 = \dot{m}_a(h_{a1} - h_{a2}) + \dot{m}_a(\omega_1 h_{v1} - \omega_2 h_{v2}) + C_{PW} T_3 \dot{m}_{W3} - C_{PW} T_4 \dot{m}_{W4}$$

2. En una sección de enfriamiento de 30 cm de diametro entra aire a 1 atm , 35 C y 60% de humedad relativa a 2 m/s. El aire se enfria mediante un serpentín por el cual fluye agua líquida fria. El agua aumenta su temperatura en 8 C. El aire abandona la sección saturado a 20 C. Determine el flujo de calor. Determine la cantidad de condensado que sale del equipo, y el flujo de agua de refrigeración requerida.



La temperatura del agua de refrigeración es de 10 C

Datos: $R=8.314 \text{ J/molK}$, $PM \text{ aire}=0.029\text{kg/molK}$, $R_{\text{aire}}=287 [\text{Pa}\cdot\text{m}^3/\text{kgK}]$, $P_{\text{atm}}= 101325 \text{ Pa}$.

$C_p \text{ del agua}=4.18 \text{ kJ/kgC}$

$$\phi = \frac{\omega P_T}{(0.622 + \omega) P_{\text{Saturacion}}}$$

$$\omega = \frac{0.622 \phi P_{\text{Saturacion}}}{(P_T - \phi P_{\text{Saturacion}})}$$