

Tarea #5: Uso de la Gráfica Psicrométrica

Carlos Vásquez

1155057

May 16, 2019

Resuelva el siguiente problema utilizando la gráfica psicrométrica.

Aire húmedo a 33 °C, 1 atm y 30% de humedad relativa fluye a través de unos serpentines de enfriamiento a $0.47 \frac{m^3}{s}$. El aire sale a 15 °C. Determine a) la humedad relativa a la salida, b) la transferencia de calor desde el aire, en kJ sobre kg de aire seco, c) el flujo másico del aire seco, en kg de aire seco sobre segundo, y d) la tasa de transferencia de calor desde el aire, en kW.

Solución

a) Dado que nuestro aire se encuentra a una presión de 1 atmósfera, podemos utilizar los datos brindados para encontrar la humedad relativa a la salida.

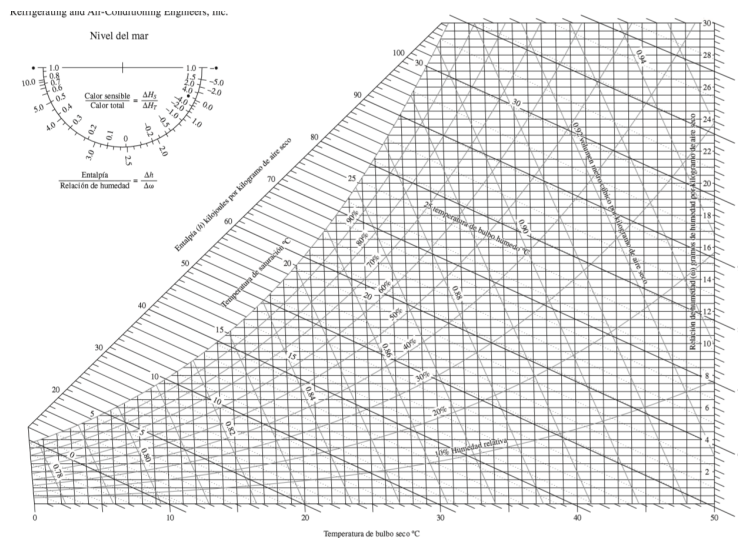


Figure 1: Gráfica psicrométrica utilizada para resolver este ejercicio.

Si analizamos detenidamente la gráfica, podemos observar que a una temperatura de 33 °C y una humedad relativa $\phi_1 = 30\%$ tenemos una humedad específica $\omega_1 = 9.5 \frac{g \text{ de vapor}}{g \text{ de aire seco}} = 0.0095 \frac{kg \text{ vapor}}{kg \text{ aire seco}}$. Dado que en procesos de calentamiento y enfriamiento simple la humedad específica se mantiene constante, podemos decir que $\omega_1 = \omega_2$, por lo que podemos utilizar este dato para encontrar la humedad relativa al final del proceso. Ya que tenemos nuestra temperatura final, $T_2 = 15 \text{ }^\circ\text{C}$, podemos utilizar la gráfica para encontrar la humedad relativa correspondiente a esa temperatura y a esa humedad específica.

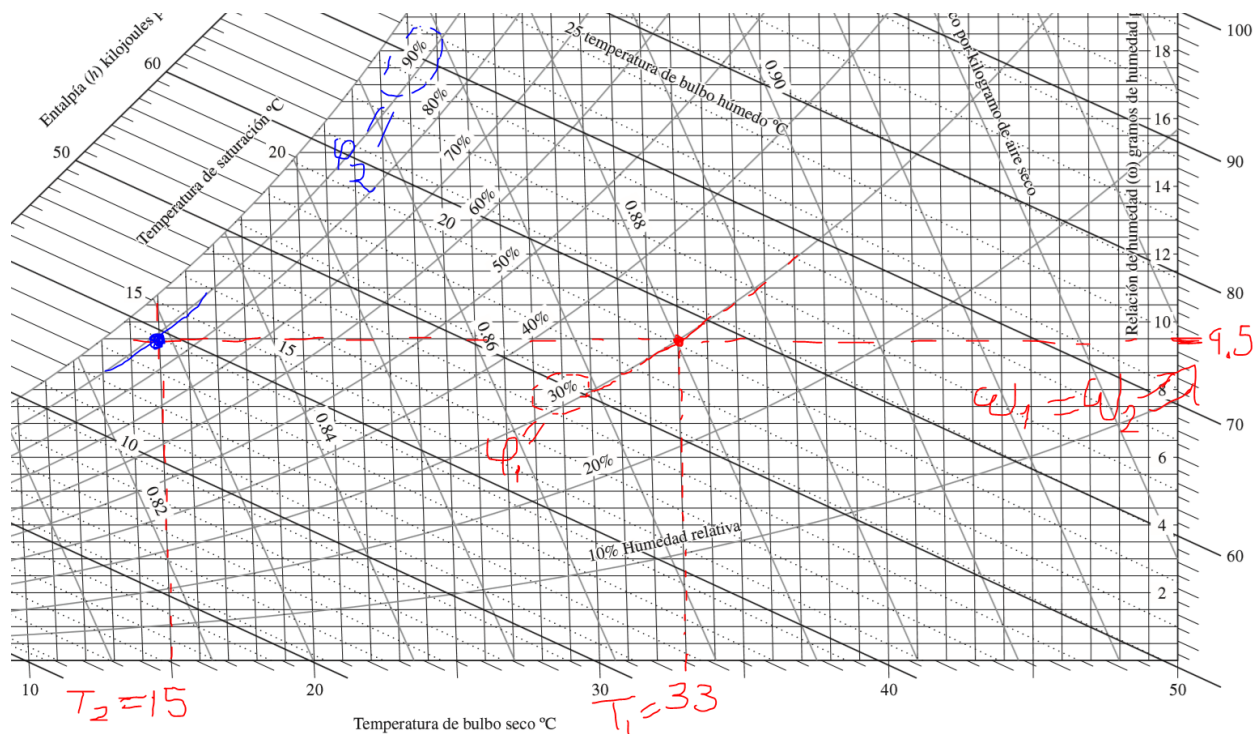


Figure 2: Método por el cual hallamos ϕ_2

Por lo tanto, podemos estimar gracias a la gráfica psicrométrica que la humedad relativa al final del proceso será

$$\boxed{\phi_2 = 90\%} \quad (1)$$

Esta humedad relativa es menor a 100%. En este caso el aire no sale saturado debido a que no se alcanza a llegar a la temperatura del punto de rocía, la cual es aproximadamente 13 °C con las condiciones a las que se encuentra el aire que estamos analizando. Si se hubiese llegado a la temperatura del punto de rocío entonces hubiésemos obtenido un aire saturado

y la humedad relativa hubiese sido 100%.

b) La transferencia de calor que se nos solicita es desde el aire al ambiente, en otras palabras, dado que es un proceso de enfriamiento, podemos calcular el calor de *salida* como

$$q_{out} = h_1 - h_2 \quad (2)$$

Y dado que conocemos las condiciones iniciales y finales de nuestro proceso, entonces podemos obtener las entalpías mencionadas anteriormente para calcular el calor de salida.

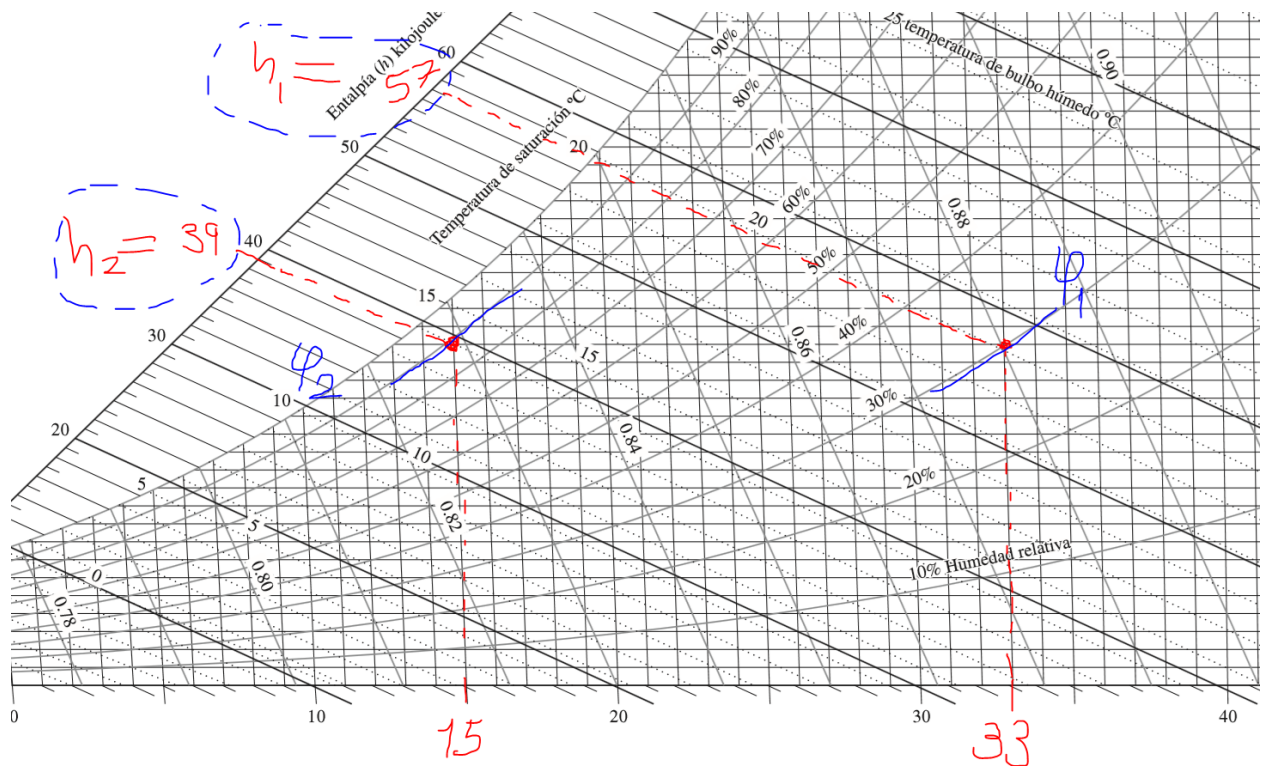


Figure 3: Estimación de las entalpías h_1 y h_2 .

Como podemos observar en la figura 3, las entalpías son, aproximadamente, $h_1 = 57 \frac{kJ}{kg \text{ aire seco}}$ y $h_2 = 39 \frac{kJ}{kg \text{ aire seco}}$. Por tanto, el calor de salida será

$$\begin{aligned} q_{out} &= \left(57 \frac{kJ}{kg \text{ aire seco}} \right) - \left(39 \frac{kJ}{kg \text{ aire seco}} \right) \\ q_{out} &= 18 \frac{kJ}{kg \text{ aire seco}} \end{aligned} \quad (3)$$

c) Para encontrar el flujo másico de nuestro fluido debemos encontrar el volumen específico en el estado inicial. Ya que tenemos el flujo volumétrico, el flujo másico es la relación

$$\dot{m}_a = \frac{\dot{V}}{\nu_1} \quad (4)$$

Para encontrar el volumen específico bastará con ver la gráfica psicrométrica y estimarlo.

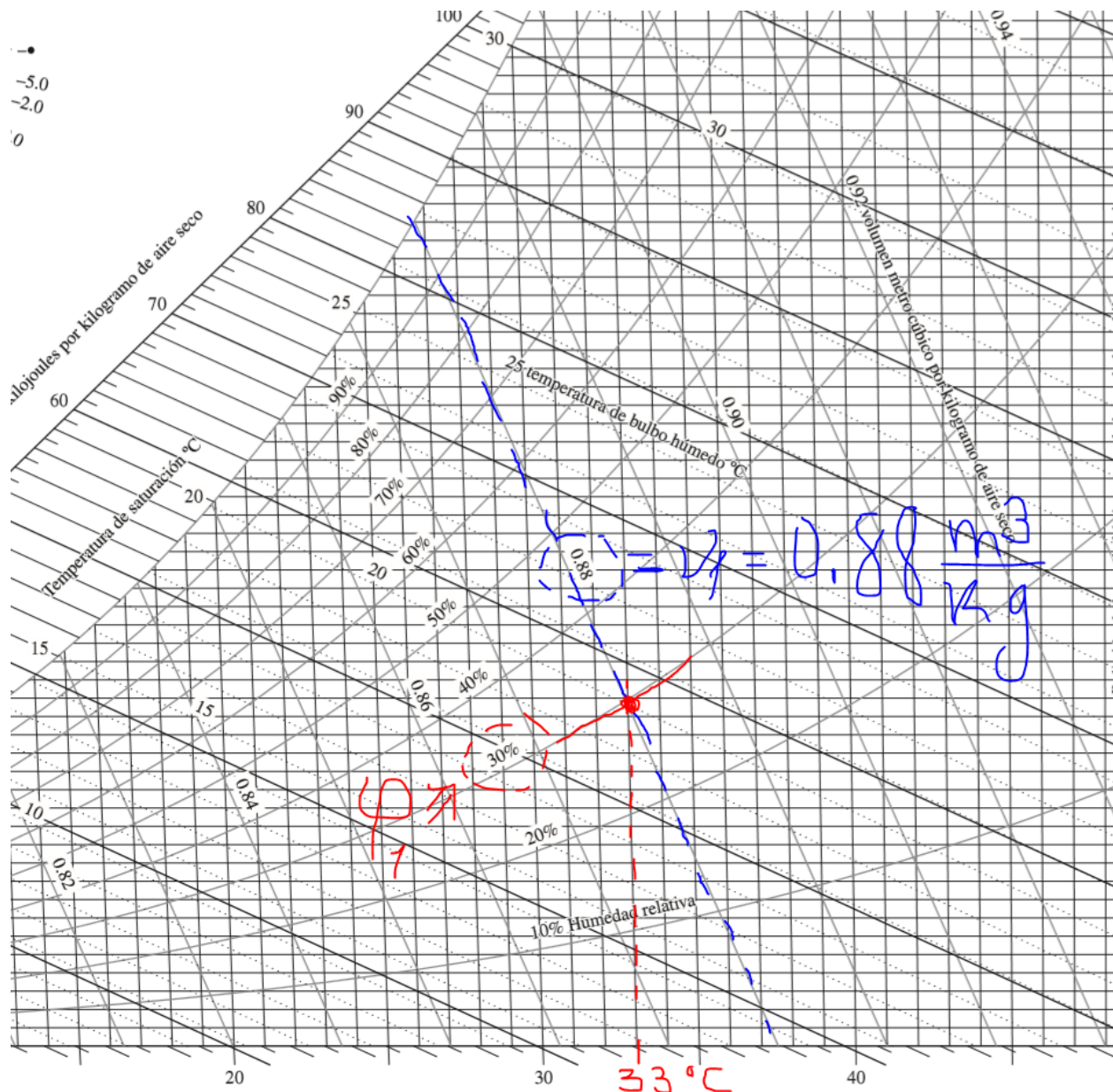


Figure 4: Estimación de ν_1 .

Gracias a la gráfica nos percatamos que el volumen específico es aproximadamente $\nu_1 =$

$0.88 \frac{m^3}{kg \text{ aire seco}}$. Con esto es posible calcular el flujo másico.

$$\begin{aligned} \dot{m}_a &= \frac{0.47 \frac{m^3}{s}}{0.88 \frac{m^3}{kg \text{ aire seco}}} \\ \dot{m}_a &= 0.5341 \frac{kg}{s} \end{aligned} \quad (5)$$

d) Finalmente, para calcular la tasa de transferencia de calor la podemos obtener mediante los datos que ya hemos calculado. La tasa de transferencia de calor la podemos expresar como

$$\begin{aligned} \dot{Q}_{out} &= \dot{m}_a(h_1 - h_2) \\ \dot{Q}_{out} &= \dot{m}_a q_{out} \end{aligned} \quad (6)$$

Por tanto, con los datos obtenidos anteriormente para q_{out} y \dot{m}_a , la tasa de transferencia de calor, \dot{Q}_{out} será

$$\begin{aligned} \dot{Q}_{out} &= (0.5341 \frac{kg}{s})(18 \frac{kJ}{kg \text{ aire seco}}) \\ \dot{Q}_{out} &= 9.6136 \text{ kW} \end{aligned} \quad (7)$$