

## REPRODUCIR EL PROCESO PSICROMÉTRICO “CALENTAMIENTO CON HUMIDIFICACIÓN”

**Resumen:** *En esta guía de laboratorio se encuentra el proceso para reproducir un proceso de calentamiento por humidificación del aire utilizando un calderín para generar vapor de agua, observando los cambios de temperatura y humedad relativa.*

### 1. INTRODUCCIÓN

#### 1.1. La psicrometría.

Esta se puede definir como una parte de la física que estudia las propiedades térmicas del aire húmedo (aire seco y vapor de agua), su regulación, medición y el efecto que la humedad produce en los materiales y confort de las personas.

Mucho del estudio psicrométrico se aplica también a otros gases (distintos al aire seco), ya que las propiedades termodinámicas del vapor de agua son aproximadamente independientes del gas de transporte. Además, como la composición del aire atmosférico es relativamente constante: el aire seco como una masa homogénea con peso molecular 28.96 y el peso molecular del agua de 18.01M.

Con el fin de obtener la mayor cantidad de información de un proceso psicrométrico se hace necesario recurrir a la utilización de las relaciones existentes entre las diferentes propiedades físicas del aire. Al aire atmosférico (aire húmedo) se considera una mezcla de gases ideales, cuyos constituyentes son aire seco (21% oxígeno y 79% nitrógeno aproximadamente), y una cantidad variable de vapor de agua. Dicha mezcla se encuentra a una determinada temperatura  $T$  (K) y presión  $P$  (Pa).

#### 1.2. Carta psicrométrica.

El diagrama de Mollier es útil para encontrar las propiedades termodinámicas de un flujo, se encuentra que una carta psicrométrica es útil cuando se tratan mezclas de aire y vapor de agua.

La carta psicrométrica de aire atmosférico es una gráfica de las propiedades de las mezclas de aire “seco” y vapor de agua a una presión total fija de la mezcla, es decir, una presión atmosférica determinada. Dichas propiedades esenciales del aire son:

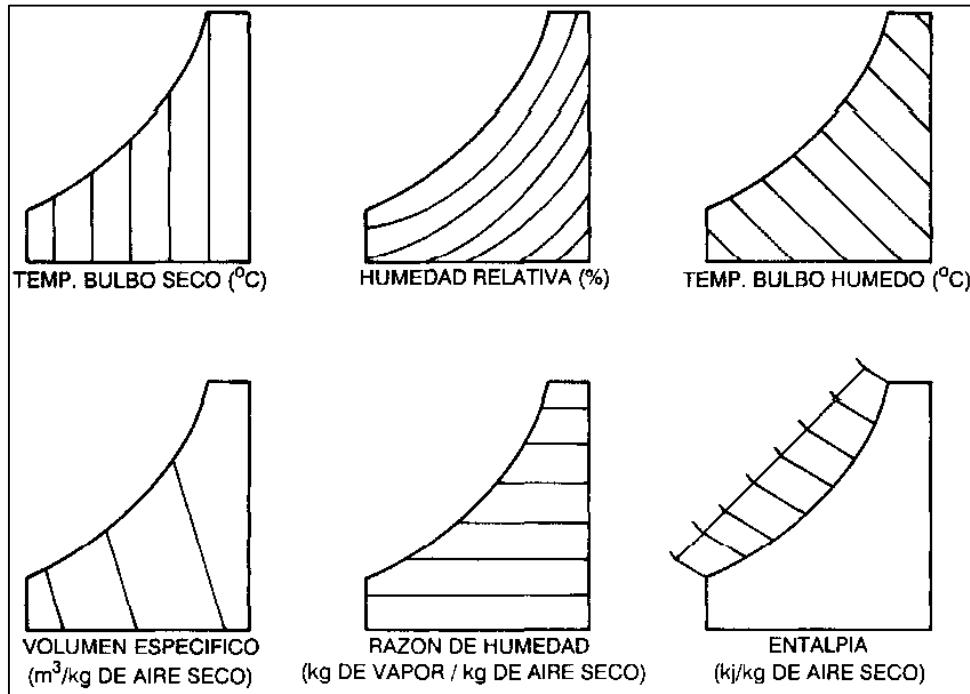


Figura 1. Propiedades mostradas en la carta psicrométrica.

### 1.3. Parámetros de humedad en la carta.

El vapor de agua contenido en el aire se encuentra disuelto, pero la capacidad de disolución del aire no es muy grande; si aumentase la cantidad de vapor llegaría un momento en que este se condensaría para transformarse en agua líquida. Cuando se llega a esta situación se ha alcanzado el estado de saturación.

- Relación o razón de humedad: También se conoce como humedad específica, y es la relación entre la masa de vapor de agua y la masa de aire seco en un volumen dado de mezcla. Se expresa en kg de vapor de agua/kg de aire seco.
- Humedad relativa: Es una relación porcentual entre la presión parcial del vapor de agua y la presión parcial que este ejercería si estuviera saturado a la temperatura actual, o también la relación entre la cantidad de vapor de agua que contiene un volumen dado de aire y la que podría contener si el aire estuviera saturado. Es expresado en decimal o en porcentaje.

#### **1.4. Parámetros de temperatura en la carta.**

Además de la temperatura normal que se le puede tomar al aire (temperatura ambiente), existen otras, muy importantes en la determinación de las condiciones del aire como una mezcla de aire seco y vapor de agua.

- Temperatura de bulbo seco: Es la temperatura de la mezcla de aire y vapor de agua en reposo. Se mide directamente con un termómetro ordinario, el cual no se ve afectado por la cantidad de humedad del aire ni por las radiaciones térmicas. Es un indicativo de la medida de calor sensible del aire expresado en °C o en °F.
- Temperatura de bulbo húmedo: Es la temperatura más baja a la cual se puede enfriar una cantidad de aire, isobáricamente (sin variar la presión), mediante la evaporación del agua líquida existente dentro de ella. Esto supone que el calor necesario para la evaporación se toma del mismo aire. Para medir esta temperatura se cubre el bulbo de un termómetro corriente con una gasa o mecha empapada en agua y se le proporciona un flujo de aire atmosférico con un ventilador o haciéndose girar con una manivela. La temperatura de bulbo húmedo será menor que la de bulbo seco, a menos que el aire esté 100% saturado (humedad relativa de 100%), en cuyo caso serían iguales. Es un indicativo de la cantidad de calor total del aire en °C o en °F.
- Temperatura de punto de rocío: Es la temperatura a la cual el aire queda saturado por enfriamiento sin adición de vapor de agua y a presión constante (proceso isobárico). Cualquier disminución posterior de temperatura (enfriamiento) produce condensación, así se forma la niebla y el rocío. También puede decirse que es la temperatura a la que el vapor de agua de la atmósfera empieza a condensarse (la temperatura del termómetro seco y húmedo del psicrométrico son iguales) sin variar la presión. Se da en °C o en °F.

#### **1.5. Otros parámetros.**

- Volumen específico: Es el volumen ocupado por la mezcla de aire seco – vapor de agua por unidad de masa de aire seco. En general, es el recíproco de la densidad. Se expresa en m<sup>3</sup>/kg de aire seco o pie<sup>3</sup>/Lb de aire seco.
- Entalpía: Es la energía del aire húmedo por unidad de masa de aire seco, sobre una temperatura de referencia. Se da en J/kg o en Btu/Lb.

## 2. MATERIALES REQUERIDOS

### 2.1. Equipo 4000 (banco de psicrometría).



**Figura 2. Equipo 4000 (banco de psicrometría).**

### 2.2. Anemómetro.



**Figura 3. Anemómetro**

### 2.3. Data-logger.



**Figura 4. Data-logger.**

#### 2.4. Computador con software RHT10.



**Figura 5. Computador.**

- 2.5. Carta psicrométrica del lugar (Bogotá D.C.). por ejemplo <https://efrainpuerto.files.wordpress.com/2011/12/bogotc3a1-psychrometric-chart.pdf> (Ver anexo I)

### 3. OBJETIVOS

- 3.1. Reproducir el proceso de calentamiento del aire con aporte de agua vaporizada.
- 3.2. Conocer los métodos utilizados para realizar este proceso.
- 3.3. Observar los cambios producidos en un recinto al aumentar la temperatura y humedad del fluido.
- 3.4. Determinar el cambio de energía sufrido.

### 4. PROCEDIMIENTO

- 4.1. Encienda el ventilador y verifique que todas las rejillas se encuentran cerradas.
- 4.2. Calcule el flujo másico de aire que ingresa al ducto midiendo su área transversal y la velocidad del aire con un anemómetro.

- 4.3. Programe el data-logger en el computador de modo que pueda tomar lecturas de temperatura y humedad relativa en intervalos de 2 segundos por un minuto y medio.
- 4.4. Mida la humedad relativa y la temperatura del aire que ingresa al ducto.
- 4.5. Encienda el calderín verificando que las dos válvulas (conducción al ducto y purga) se encuentran cerradas.
- 4.6. Espere unos minutos hasta que se genere vapor, compruebe abriendo brevemente la válvula de purga.
- 4.7. Abra suavemente la válvula de conducción de vapor al ducto.
- 4.8. Programe el data-logger en el computador de modo que pueda tomar lecturas de temperatura y humedad relativa en intervalos de 2 segundos por un minuto y medio.
- 4.9. Tome los datos de temperatura y humedad relativa con el data-logger midiendo en la rejilla intermedia.
- 4.10. Descargue los datos en el computador y observe la diferencia en las propiedades del aire al cruzar el evaporador.
- 4.11. Programe el data-logger en el computador de modo que pueda tomar lecturas de temperatura y humedad relativa en intervalos de 2 segundos por un minuto y medio.
- 4.12. Tome los datos de temperatura y humedad relativa con el data-logger midiendo en la última rejilla.
- 4.13. Descargue los datos en el computador y observe la diferencia en las propiedades del aire al cruzar por el vapor de agua.
- 4.14. Con los datos obtenidos observe la carta psicrométrica del lugar para calcular el cambio en la entalpía del aire.
- 4.15. Apague el calderín y el ventilador.

## 5. RECOMENDACIONES

- 5.1. Verifique que todas las conexiones visibles de la máquina se encuentran en perfecto estado antes de iniciar la práctica.
- 5.2. Antes de encender el calderín verifique que las válvulas (conducción al ducto y purga) se encuentran cerradas.

Proyectó	Nicolás Muñoz	Auxiliar laboratorista
Revisó	Luini Hurtado	Coordinador Laboratorios y Talleres de Mecánica
Aprobó	Luini Hurtado	Coordinador Laboratorios y Talleres de Mecánica
Fecha	22/02/2017	Versión 02