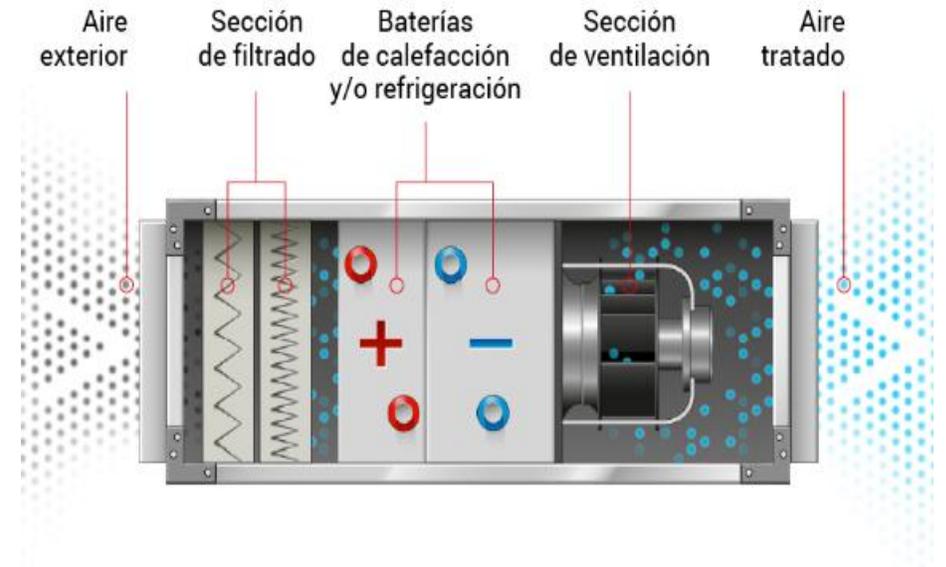




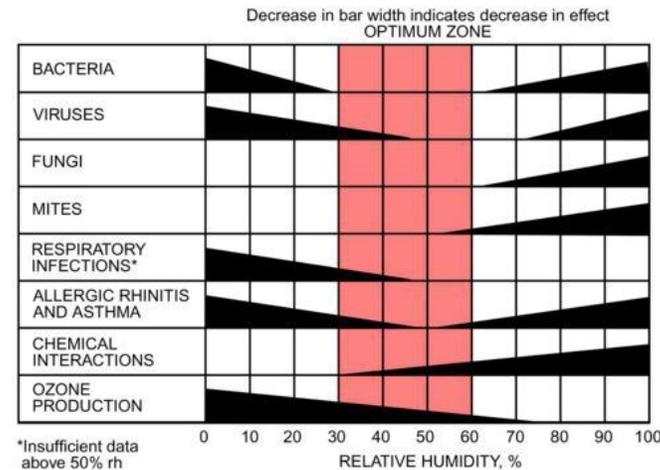
# “TECNOLOGIAS DE CONTROL DE HUMEDAD PARA MEJORAR LA CALIDAD DEL AIRE”

Presentador: Victor Hugo Rodríguez  
04/Sep/2025

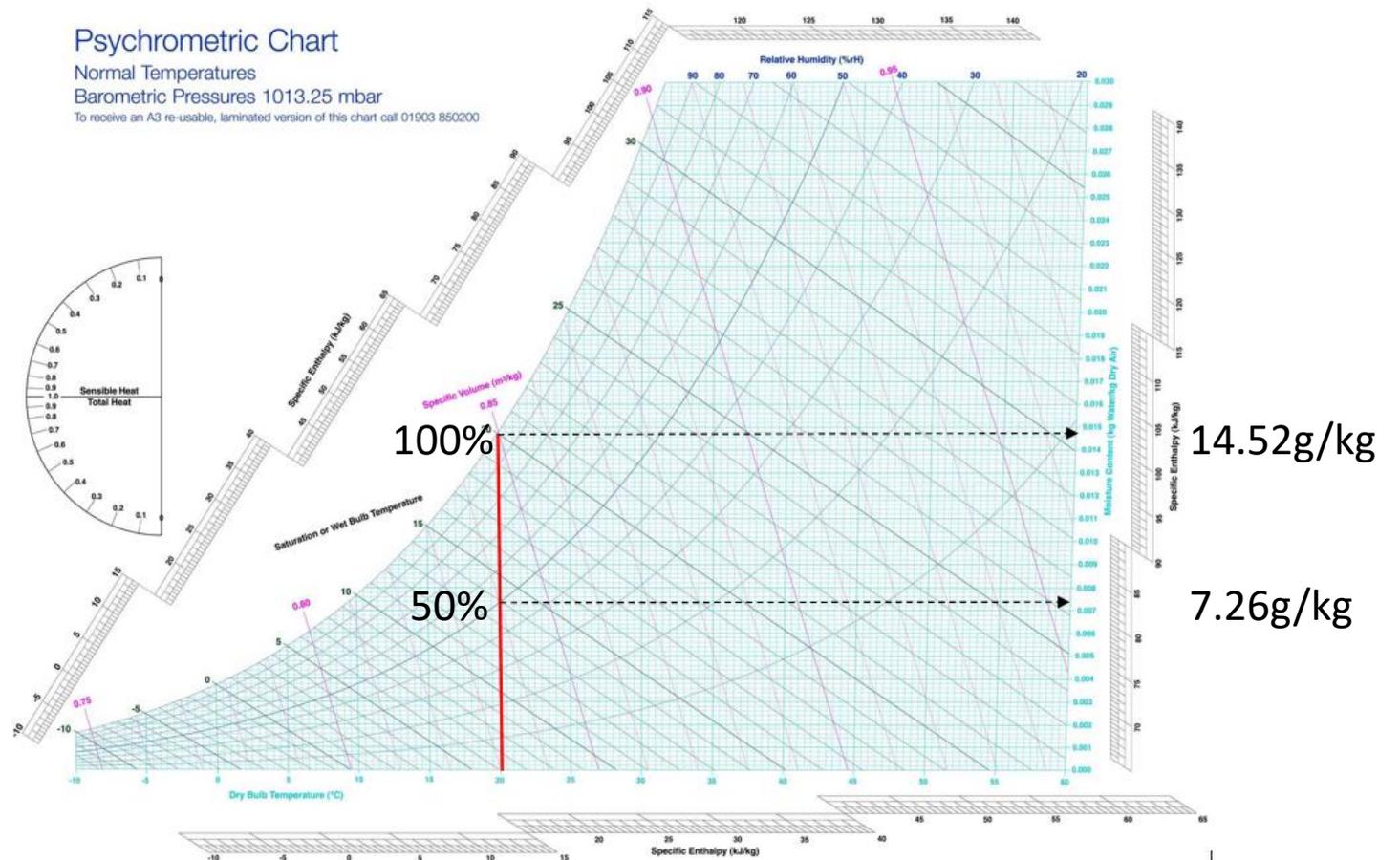
La humidificación del aire acondicionado es necesaria para contrarrestar los efectos desecantes del aire acondicionado, la calefacción, y las condiciones secas del exterior, para poder crear un ambiente productivo, saludable y cómodo.

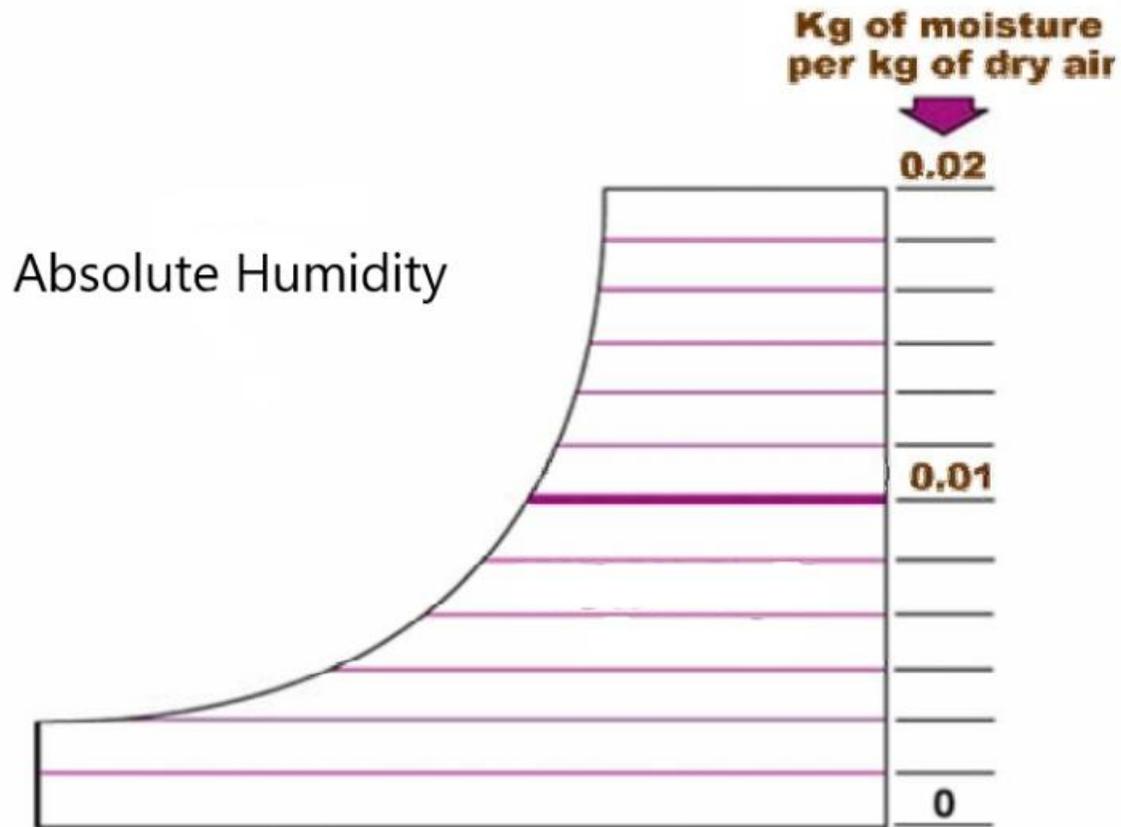


- Mejorar el confort.
- Reducir el riesgo de enfermedades.
- Proteger los materiales.
- Reducir la electricidad estática.
- Aseguramiento de la calidad.



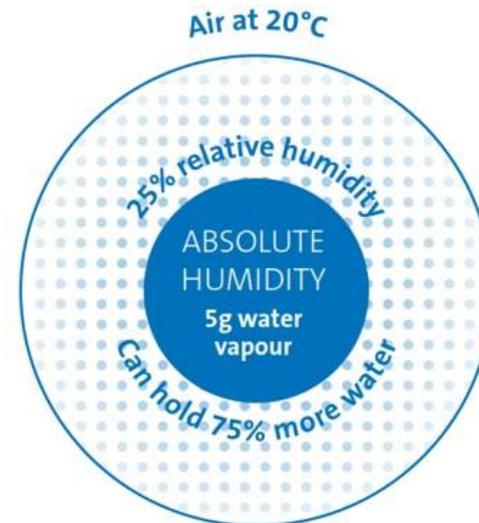
La **humedad relativa** es una relación entre la cantidad de agua que contiene el aire en comparación con el máximo que puede contener a la misma temperatura.





- Es una medida de la masa de agua en una masa definida de aire.
- No hay efecto de la temperatura sobre la humedad absoluta
- Las unidades de medida suelen ser g/Kg, Kg/Kg. Lbs/Lb, Granos/lb
- También conocido como contenido de humedad

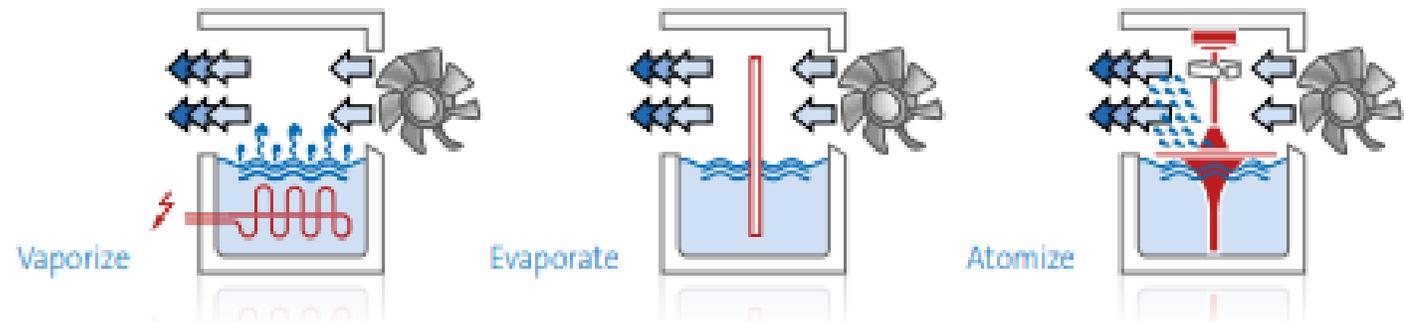
- A una temperatura dada, el aire solo puede contener una cierta cantidad máxima de vapor de agua.
- Cuanto mayor sea la temperatura, mayor será el contenido máximo posible de agua.
- Este contenido máximo de agua para cualquier estado dado del aire se denomina saturación.



Es el proceso mediante el cual se aumenta la humedad específica en el aire.

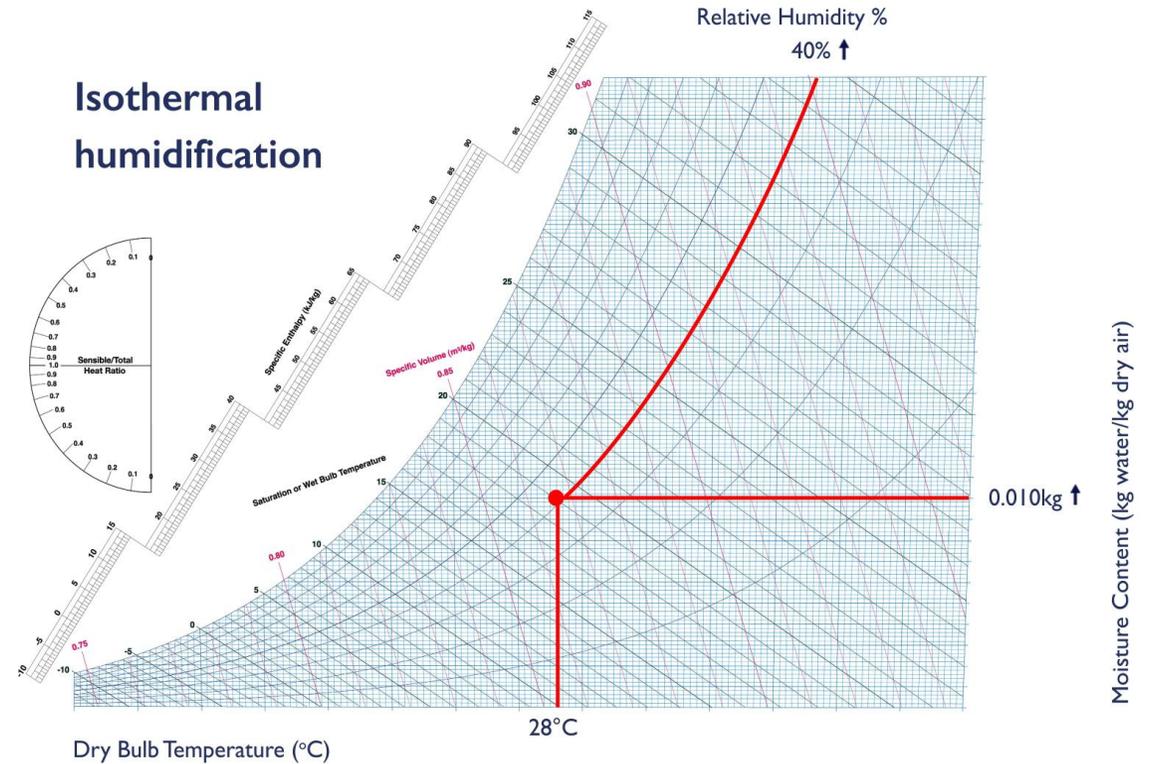
La humidificación se lleva a cabo en base a tres métodos físicos.

- Vaporización
- Atomización
- Evaporación.



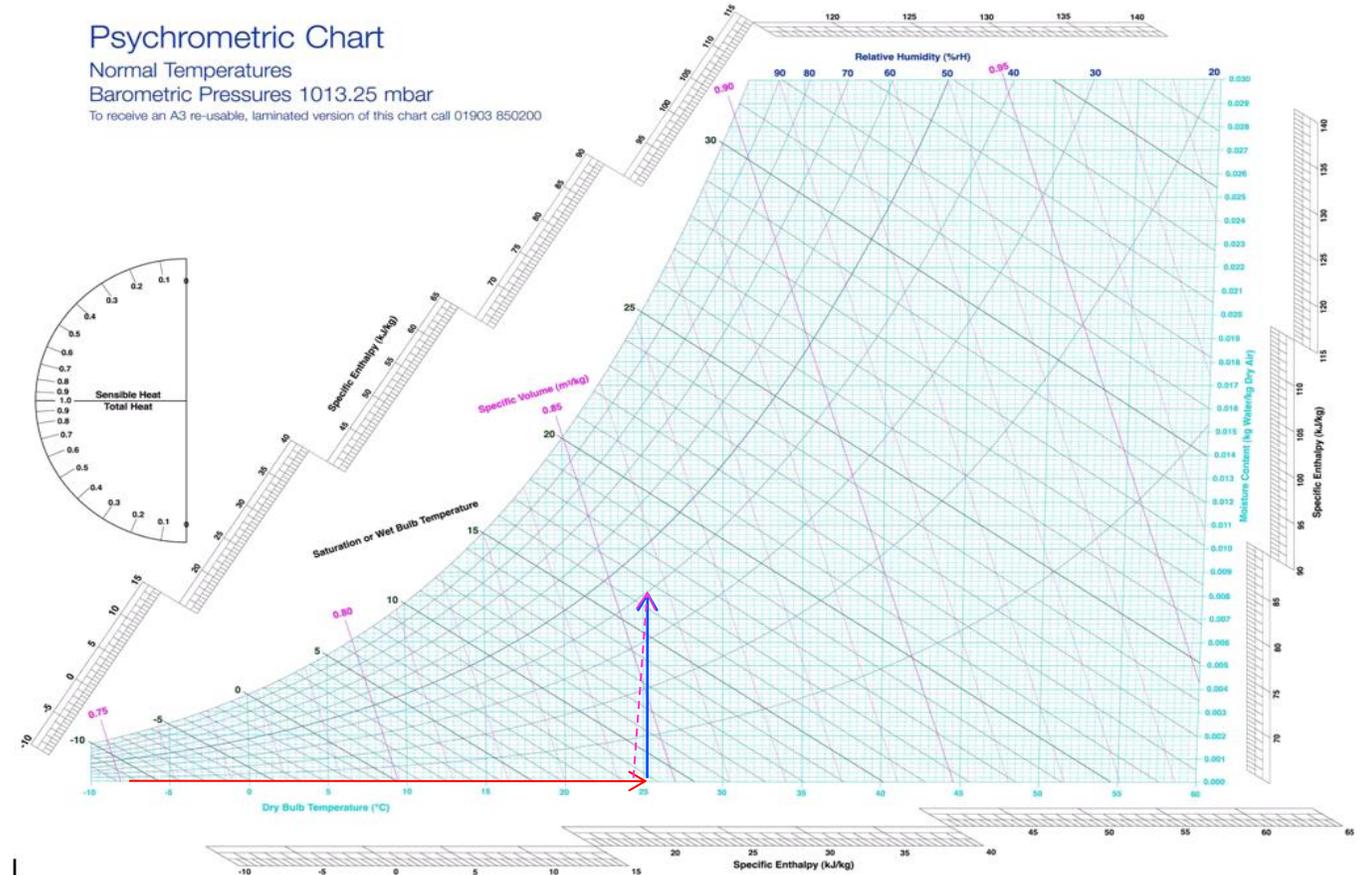
La humidificación por vaporización es el método donde utilizamos vapor de agua para aumentar el contenido de humedad en el aire.

Este proceso se conoce como humidificación isotérmica, el nombre se debe a que la temperatura del aire se mantiene prácticamente constante.



La energía añadida al agua para provocar el cambio de estado líquido a gaseoso se puede obtener por ejemplo con energía eléctrica, gas, o vapor desde una caldera.

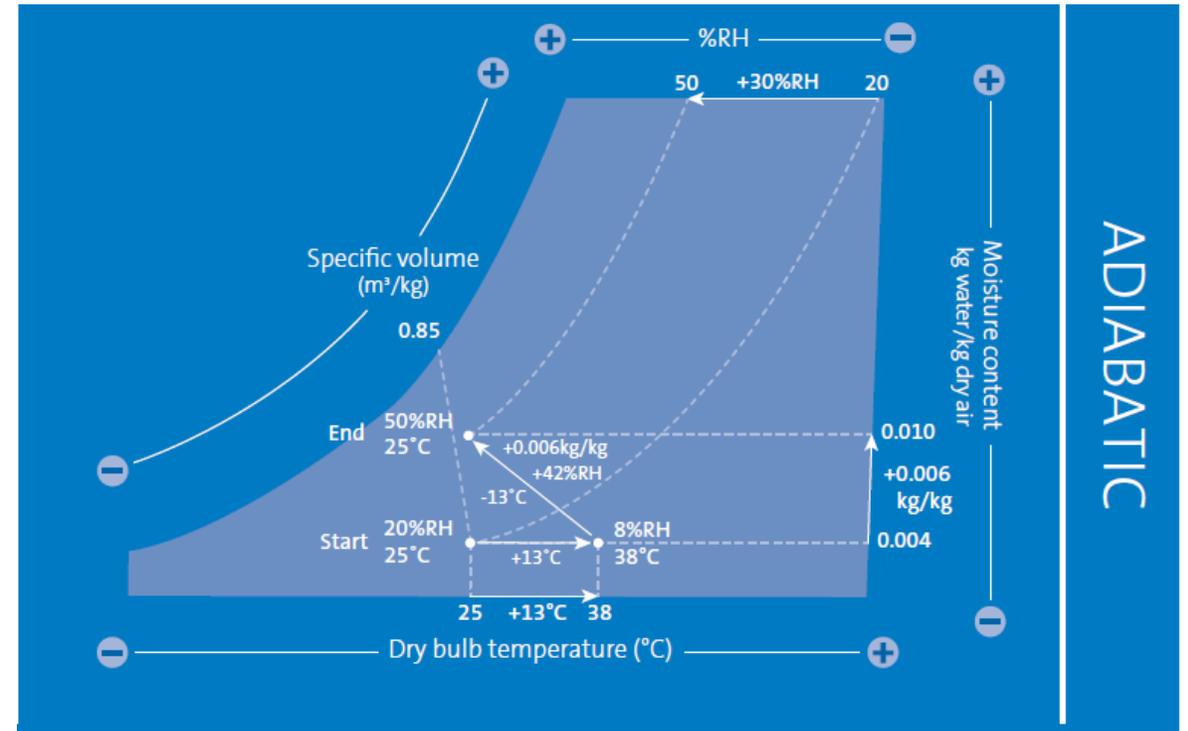
Con este tipo de humidificación hay una ligera ganancia de calor debido al uso de tubos de distribución en acero, que al calentarse por la temperatura del vapor transfieren este al aire.



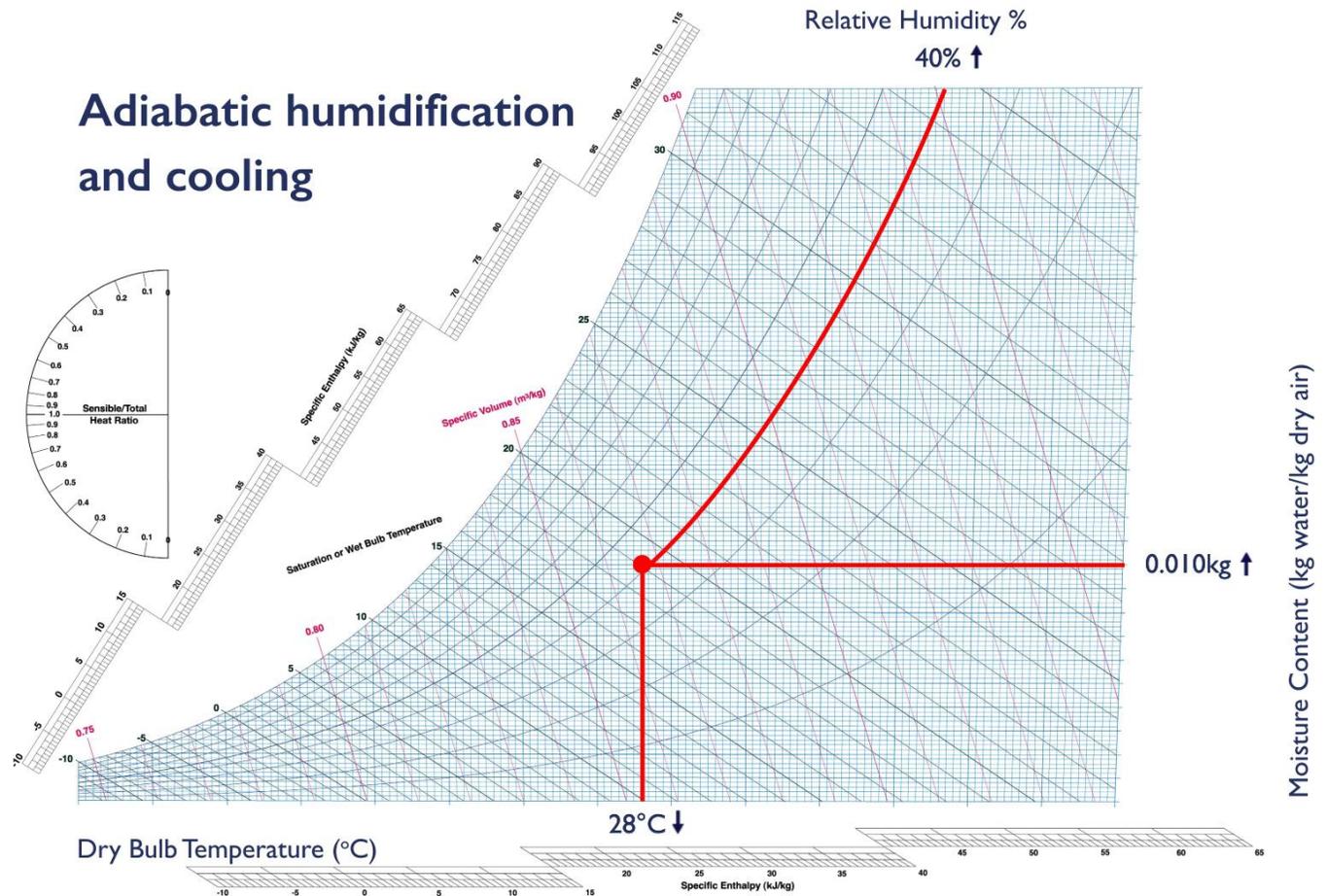
Aumento de la humedad absoluta y la humedad relativa, a la vez que disminuye la temperatura sin que exista aportación de energía.

La humidificación puede conseguirse pulverizando agua líquida en el aire o bien haciendo que el aire pase a través de un tejido que se mantiene constantemente mojado con agua.

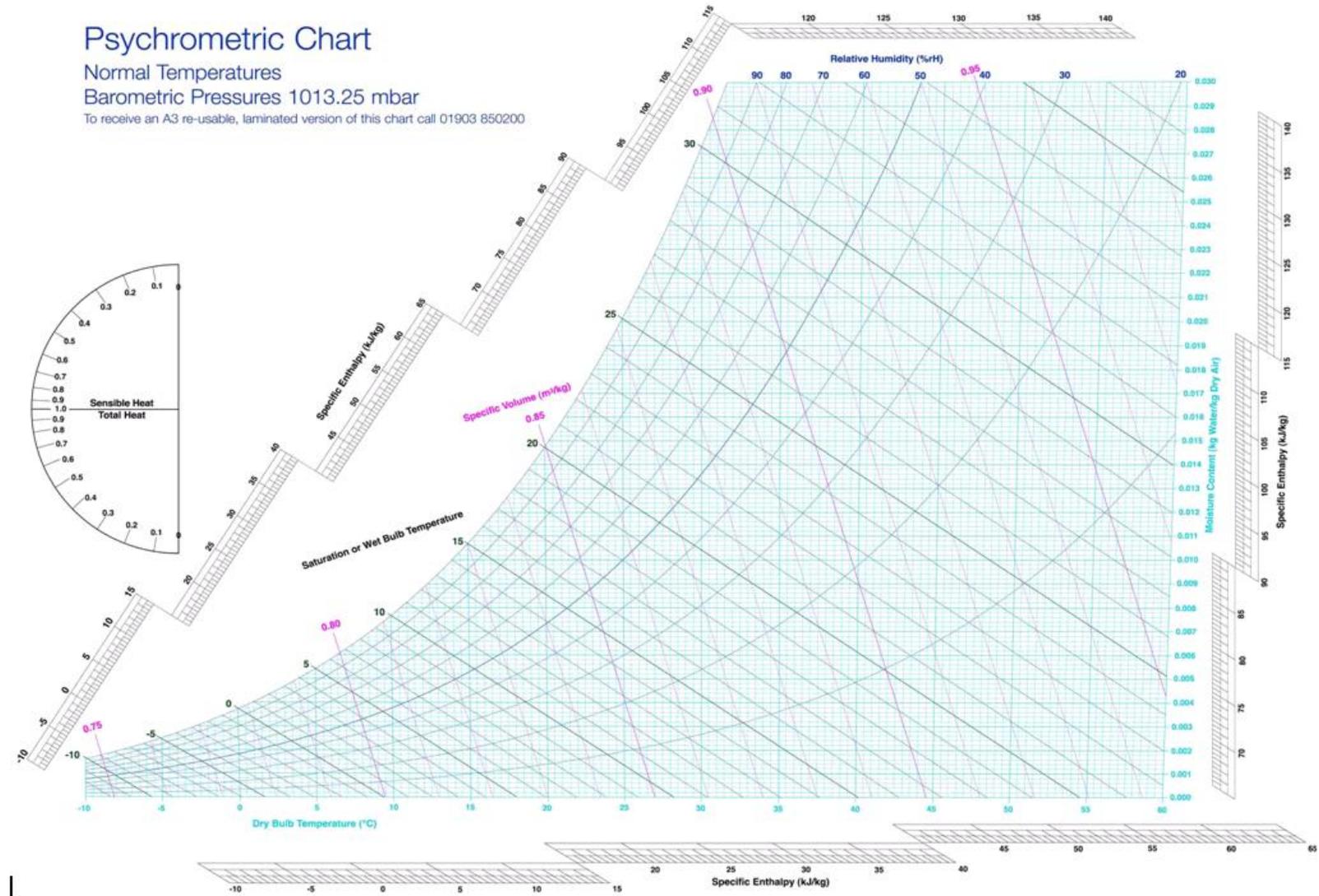
Este proceso se suele denominarse “enfriamiento evaporativo”.



- El agua se suministra al aire en forma líquida y, por lo tanto, debe transferirse al estado gaseoso.
- Para ello se necesita energía, que se extrae del aire circundante, lo que produce una disminución de la temperatura.



- Recuerde que en climas fríos el serpentín de calentamiento debe tener el tamaño adecuado para la temperatura entrada del aire, no para la temperatura ambiente.
- El beneficio del enfriamiento directo del aire es mucho menor en climas húmedos.



$$mw = \dot{m} * (x_s - x_e) = (\dot{V} * \rho_E * (x_s - x_e))$$

Dónde:

$mw$  = Flujo de masa de agua kg/s, kg/hr

$m$  = Flujo de masa de aire kg/s, kg/hr

$x_e$  = Humedad especifica de entrada de aire kg/kg

$x_s$  = Humedad especifica de salida del aire kg/kg

$\dot{V}$  = Volumen del aire m<sup>3</sup> /s

$\rho_E$  = Densidad del aire en la entrada kg/m<sup>3</sup>

$$mw = \frac{\dot{V} * \Delta M}{\bar{v}}$$

Dónde:

$\dot{V}$  = Volumen del aire m<sup>3</sup> /s

$\Delta M$  = Diferencial de humedad absoluta  
( $x_s - x_e$ )

$\bar{v}$  = Volumen especifico del aire m<sup>3</sup> /kg

- En sistema inglés tenemos:

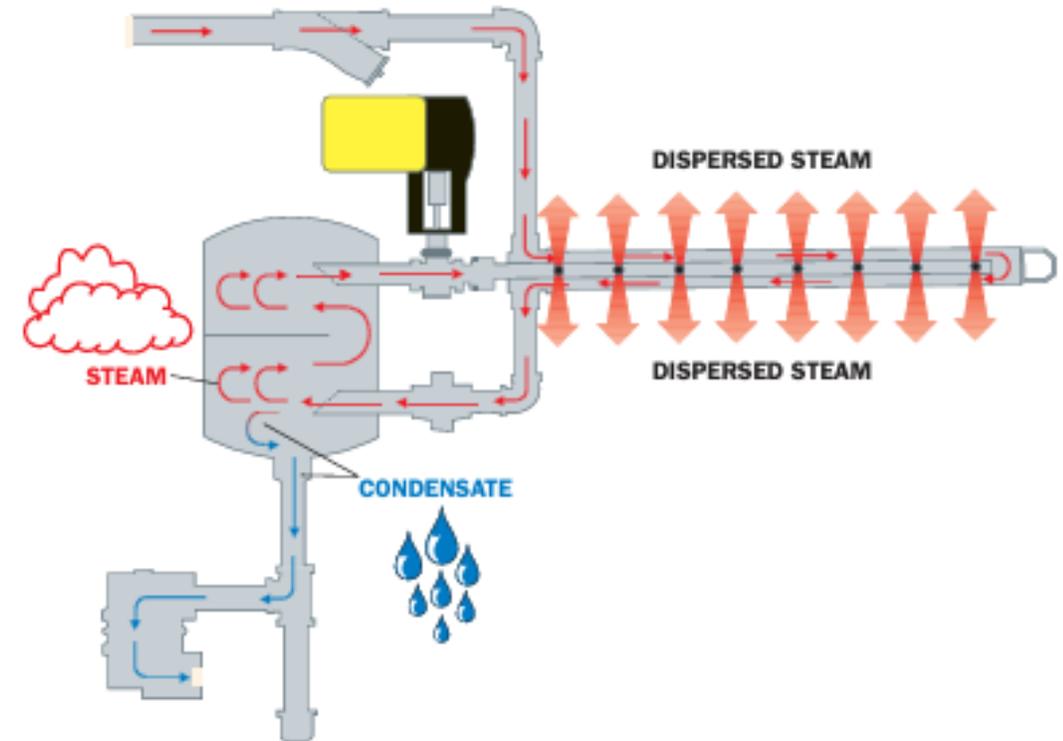
$$\text{Gr per hr} = \text{CFM} * 4.5 * \Delta g$$

$$\text{Lbs per hr} = \frac{\text{Gr per hour}}{7000}$$

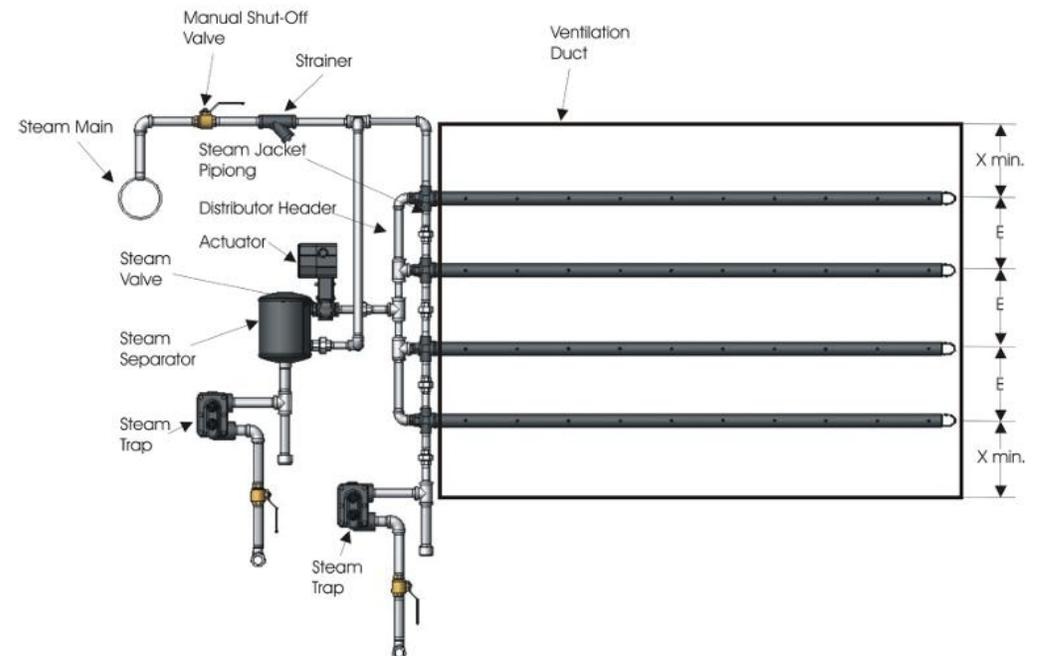
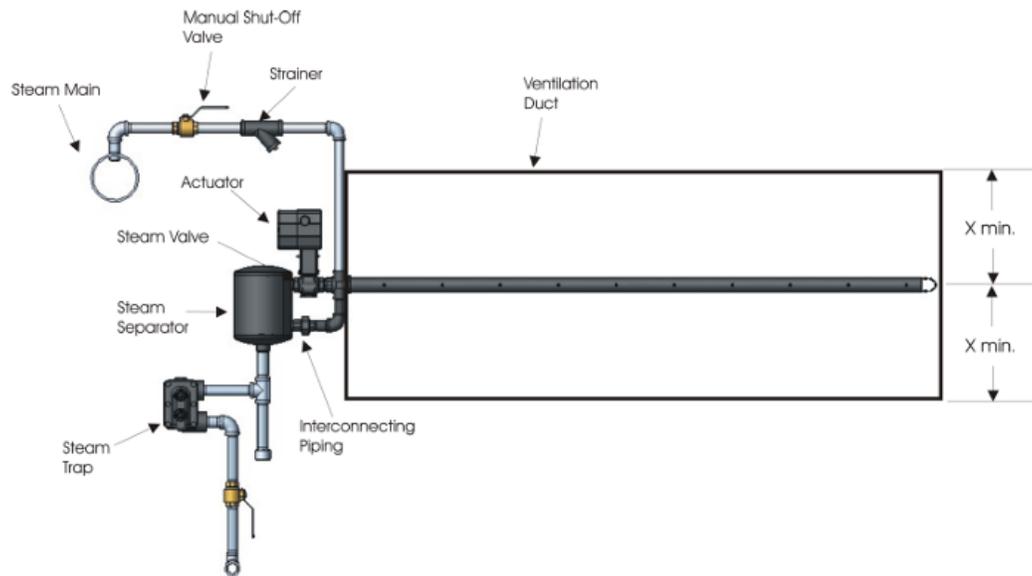
- Dónde:
- Gr per hr = Contenido de humedad en granos por hora
- CFM= Flujo de aire en ft<sup>3</sup>/min      ΔM = Diferencial de humedad absoluta
- 4.5= Constante de 60 min/hr x 0.075lb/ ft<sup>3</sup>
- "Δg" = Incremento de contenido de humedad en grains/lb
- Lbs per hr = Contenido de humedad en lb/hr
- 7000 = Granos de gua en 1lb

## Humidificadores de inyección directa de vapor de caldera.

- Cubren un rango amplio de capacidades de humidificación.
- Se utiliza vapor desde una caldera, a baja presión pero alta temperatura.
- Rangos de presión de 2 a 50 PSIG (14 a 345 kPa).
- La humidificación responde rápidamente a la demanda del sistema a través de una válvula de control en respuesta a un sensor/controlador de humedad.

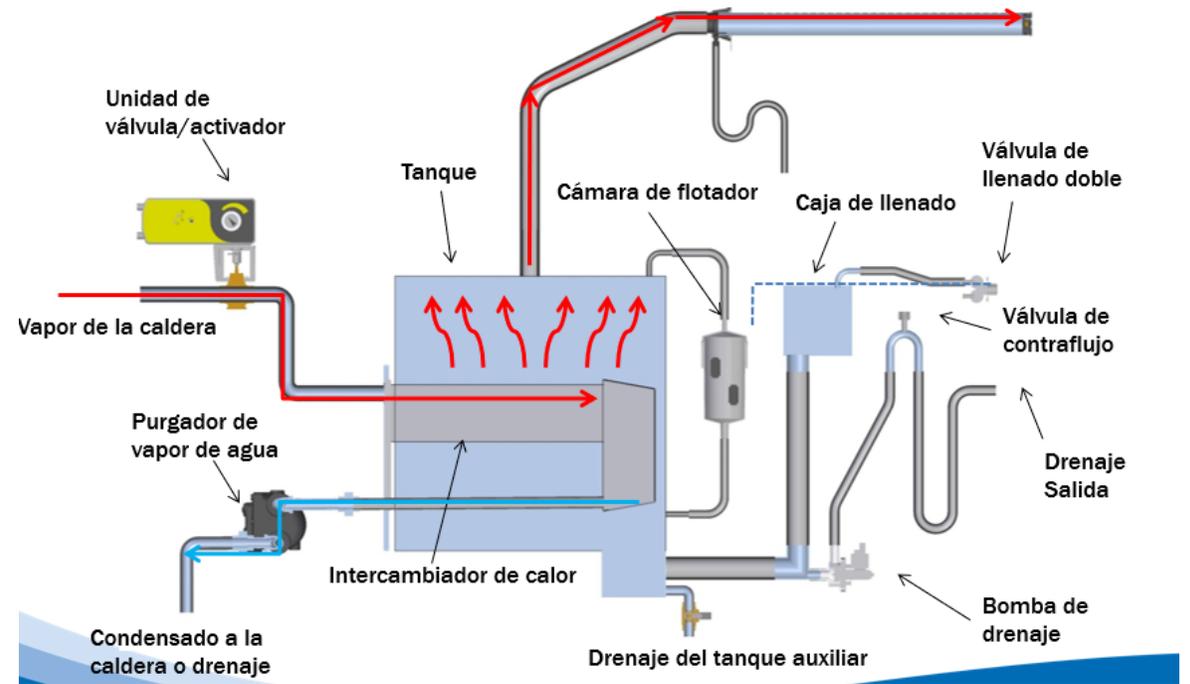


- El vapor puede ser con colectores de vapor con o sin camisa, o sistemas de distribución tipo panel.
- Los productos químicos para el tratamiento de calderas que se descargan en el sistema de aire pueden comprometer la calidad del aire interior.
- Verifique la seguridad de los productos químicos y evite cuidadosamente la contaminación de los suministros de agua o vapor.



## Humidificadores vapor - vapor.

- Utiliza el vapor de la caldera como fuente de energía para generar vapor limpio para la humidificación desde 35 a 105 kPa.
- Estos equipos integran un intercambiador de calor de vapor.
- Cuentan con regulación de agua y algún sistema de drenaje o limpieza.





# Humidificadores con intercambiador de calor con vapor , (vapor-vapor).



- Se debe asegurar que el equipo drene cuando el sistema no esté en uso.
- Cuando se utiliza agua cruda, se requiere limpieza periódica para eliminar la acumulación de minerales. (Utilizar agua suavizada o desmineralizada puede extender considerablemente el tiempo entre limpiezas).



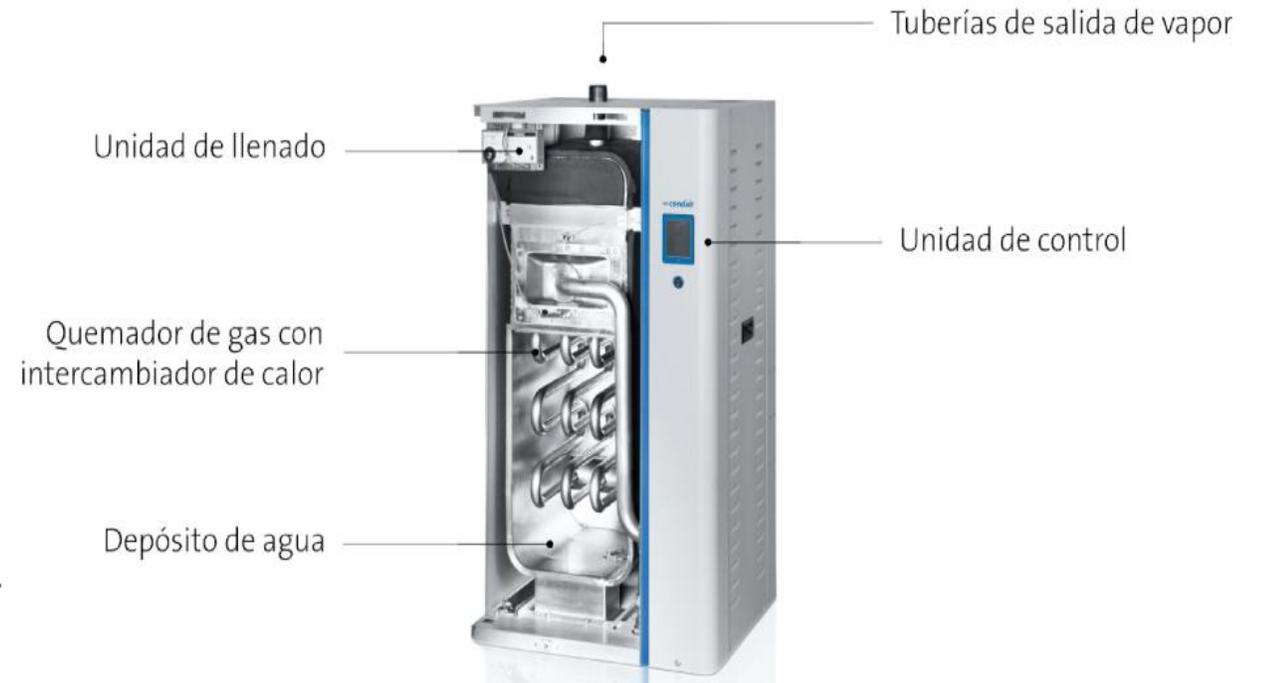
- Funcionan haciendo pasar una corriente eléctrica directamente al agua corriente, lo que genera energía térmica para hervir el agua y producir vapor.
- El humidificador tiene una botella de plástico desechable o lavable, que se alimenta con agua a través de una válvula solenoide.
- Tiene drenajes periódicos y parciales que mantienen una concentración de sólidos adecuada y un flujo eléctrico correcto.



- Los humidificadores de resistencia utilizan uno o más elementos eléctricos que calientan el agua directamente para producir vapor.
- El agua puede estar contenida en una carcasa de acero inoxidable o revestido. El elemento y la carcasa deben ser accesibles para limpiar los depósitos minerales.
- Los niveles altos y bajos de agua deben controlarse con sondas o flotadores, y debe incorporarse un sistema de purga, especialmente durante los períodos de inactividad, o para evitar la concentración de minerales.

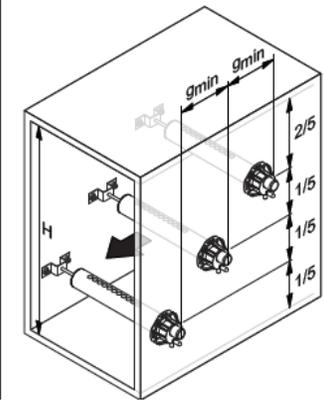
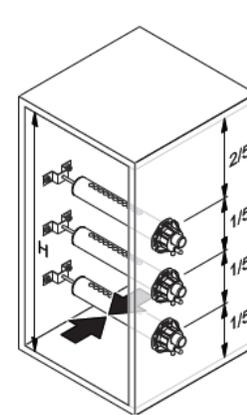
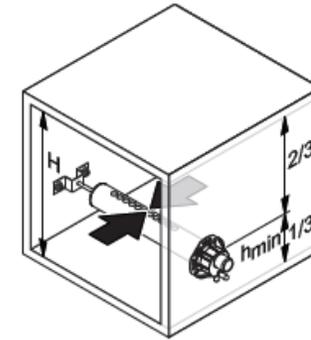


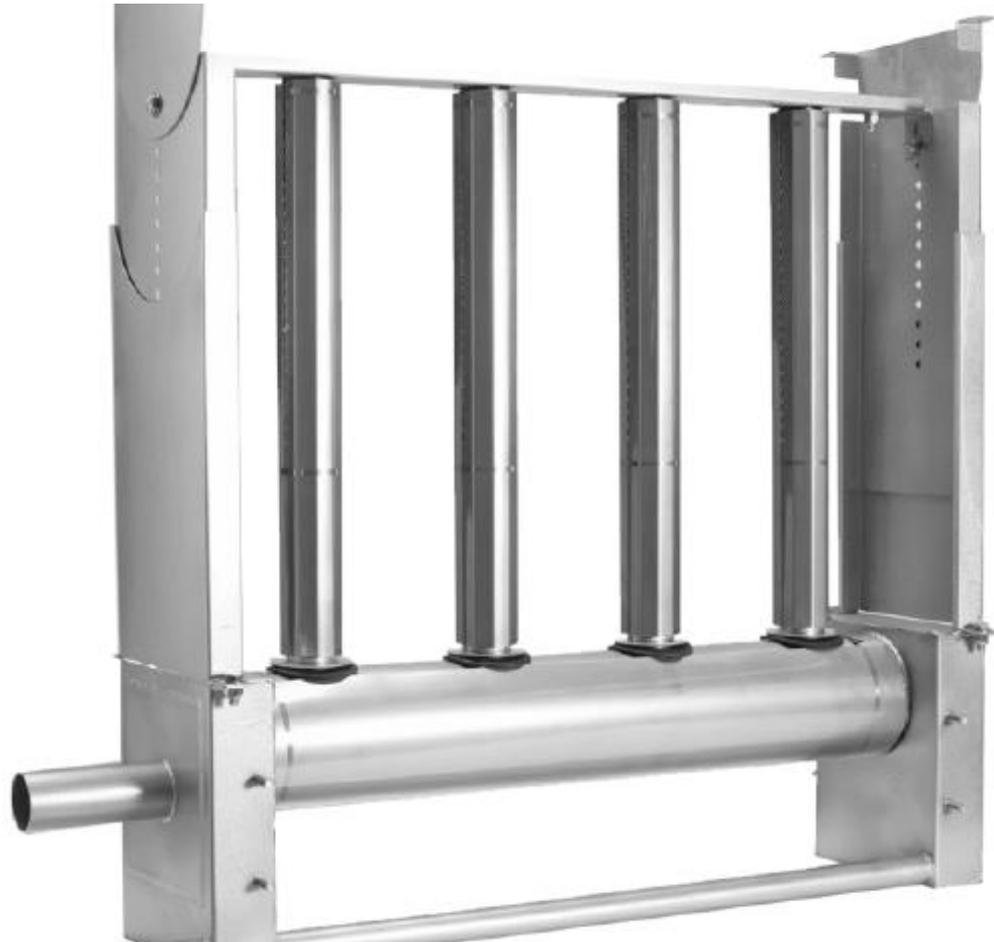
- El humidificador a gas, es un equipo que produce vapor limpio, inodoro y libre de minerales a partir de cualquier tipo de agua, el vapor se genera a presión atmosférica, este no es un equipo que produzca vapor a presión.
- Utilizan uno o más quemadores de combustión de aire forzado y intercambiadores de calor para calentar agua y producir vapor.
- El agua generalmente se encuentra en un tanque de acero inoxidable, y los intercambiadores de calor pueden estar hechos de acero inoxidable o aluminio.
- El intercambiador de calor y el tanque deben ser accesibles para limpiar depósitos minerales.
- Los niveles de agua altos y bajos son controlados con sondas o dispositivos de flotación, y cuentan con sistema de drenaje de purga, especialmente para períodos de inactividad.



## Distribuidores de tubos individuales

- Los distribuidores de tubos individuales constan de uno o más tubos perforados que se insertan en una sección del conducto.
- El vapor del humidificador escapa a través de agujeros en los tubos mientras se recoge y se drena el condensado.
- Los tubos generalmente están diseñados para abarcar el ancho del conducto y pueden usarse individualmente o en grupos.





## Distribuidores de corta absorción.

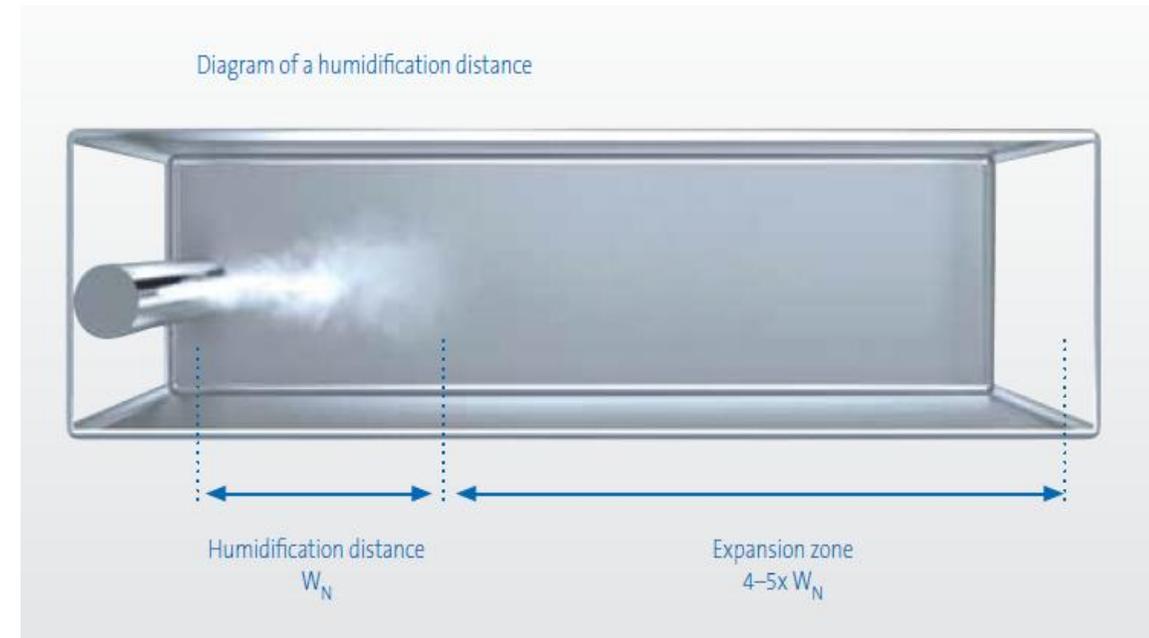
- Se utilizan en aplicaciones en ductos o unidades de tratamiento de aire.
- Consiste en múltiples tubos distribuidores perforados conectados a un cabezal central.
- Los múltiples tubos distribuyen el vapor a través de la mayor parte del flujo de aire posible, reduciendo así el tiempo y la distancia que necesita el vapor para ser absorbido.

## Distribuidor de ventilador.

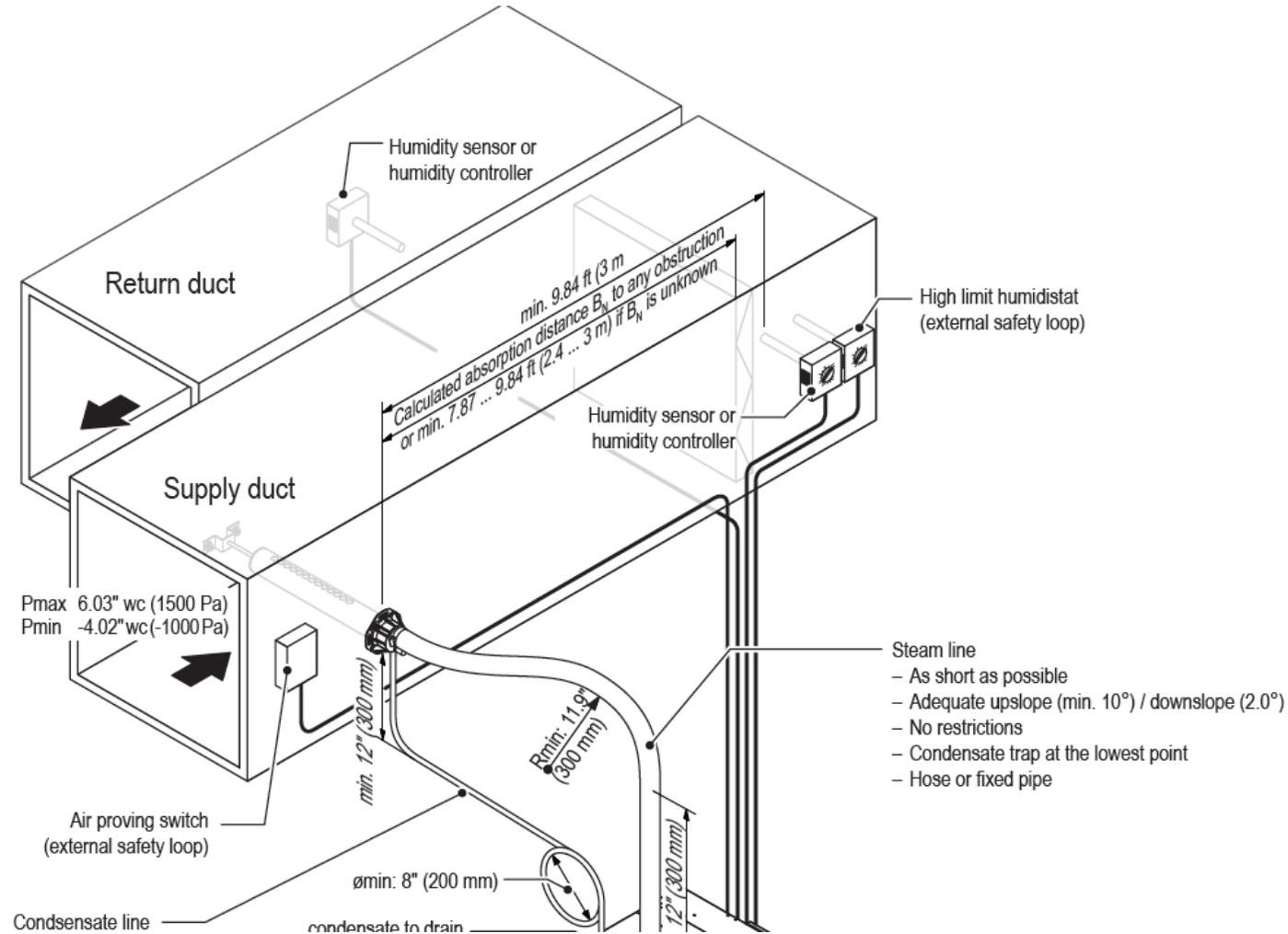
- Se utilizan para la humidificación directa de la habitación sin depender de un sistema HVAC central.
- Se pueden construir directamente en un humidificador o montarse de forma remota para distribuir vapor en una ubicación deseada.
- Estos requieren cierta distancia para que el vapor se absorba de manera eficiente, por lo que deben posicionarse con suficiente distancia de los ocupantes, paredes, techos y equipos.



- La distancia de humidificación se compone de la zona de neblina y la zona de expansión y mezcla posterior. La zona de neblina es el trayecto aguas abajo del sistema de humidificación, desde la inyección hasta la admisión completa de la cantidad de vapor por el aire del sistema. A continuación, sigue la zona de expansión y mezcla.
- El correcto dimensionamiento de la distancia de humidificación es extraordinariamente importante para prevenir fenómenos de condensación dentro de las líneas de aire.
- El conocimiento de esta distancia también es de fundamental importancia para un correcto control de humedad, ya que los sensores de control solo deben instalarse donde haya valores de humedad equilibrados.



# Instalación típica en ducto o manejadora de aire



Aplicación en ducto.

Aplicación directa en cuarto.



Condair HP  
high pressure spray



Condair ME  
evaporative humidifier



JetSpray  
compressed air & water spray



Condair DL  
hybrid humidifier



ML Princess  
high pressure spray



ML Solo  
high pressure spray



ML Flex  
high pressure spray



JetSpray  
compressed air & water spray



Draabe NanoFog Evolution  
high pressure spray



Defensor PH  
mobile humidifiers



Farmacéutica  
30-60%

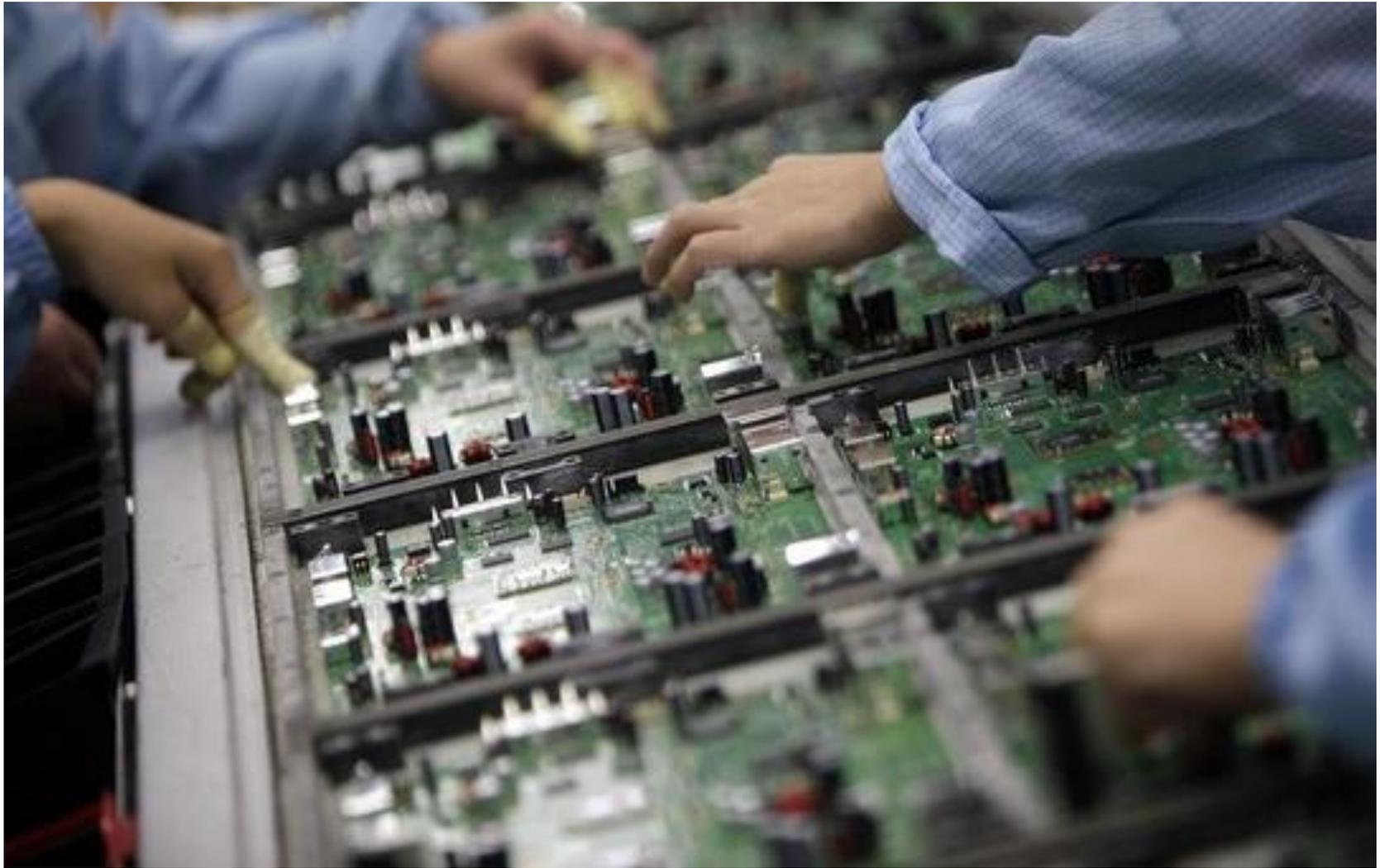
\* Procesos de fabricación  
30% HR máx.



Laboratorios  
30-65%



Hospitales  
30-60%



**Ensamblaje de dispositivos electrónicos  
30 - 60%**



Automotriz  
30-80%



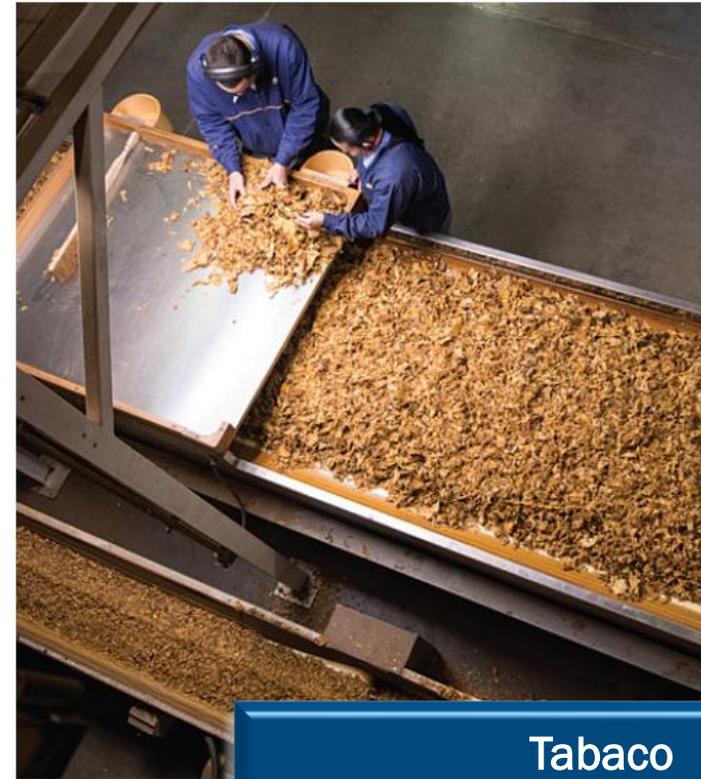
Imprentas  
45-55%



Centros de datos  
20 – 80%



**Textiles**  
**50-70%**



Tabaco  
60-70%



Vinicola  
60-70%



Carpintería / Madera / Muebles  
\*15-60%

- ✓ La humedad relativa se puede lograr con ayuda de humidificadores o deshumidificadores.
- ✓ El manejo de la psicrometría es fundamental para el dimensionamiento de los humidificadores o deshumidificadores.
- ✓ La temperatura juega un papel importante en el control de la humedad relativa.
- ✓ Los rangos de humedad varían dependiendo el tipo de industria, ya sea por proceso, cumplimiento regulatorio, calidad del producto o confort.
- ✓ Los sistemas de control como , PLC's, DDC's, BMS, son complementarios para el correcto control y monitoreo de la humedad relativa.

## Condair es...



- Una organización mundial
- Línea completa de productos de humidificación
- Soluciones de enfriamiento evaporative
- Línea de deshumidificación
- Herramientas integrales y software HVAC
- Programas de educación en el aula y en línea
- Programa de servicio completo con técnicos expertos



Gte. Ingeniería Latam.

Victor Hugo Rodríguez Hernández

victor.rodriguez@condair.com

Representante regional.

**PRIMELINES**

Juan Carlos Malaga

juanc@primelines-hvac.com

*Condair takes care of it all!*