

PSICROMETRÍA DEL AIRE

CONDICIONES INTERIORES DE CONFORT

Se denomina condiciones de confort al ambiente en las que las personas tienen la sensación de bienestar.

Las condiciones de confort de las personas dependen de varios factores, pero principalmente de la temperatura, la humedad del aire, y la velocidad del aire. Tenemos que comprender que las personas somos mamíferos con temperatura corporal constante en $36,5^{\circ}\text{C}$. Para mantener esta temperatura independientemente de la exterior, el cuerpo utiliza dos mecanismos:

- Para aumentar la temperatura quemamos grasas.
- Para hacer descender la temperatura evapora sudor. El sudor en la piel se evapora facilitado por el movimiento del aire, y al pasar de líquido a vapor absorbe 540 kcal/kg , que enfrían la piel. Por ello la velocidad del aire produce sensación de confort en verano, pero en invierno perjudica. La humedad aumenta la sensación de calor, y en invierno disminuye la sensación de frío. Pensemos que en el desierto se pueden soportar bien temperaturas de más de 40°C , debido a que el ambiente es muy seco.

PSICROMETRÍA

Se define psicrometría como la ciencia que estudia las propiedades termodinámicas del aire húmedo y el efecto de la humedad atmosférica sobre los materiales y el confort humano, así como los métodos para controlar las características térmicas del aire húmedo.

El aire seco

El aire es una mezcla de gases incolora, inodora e insípida que rodea a la tierra. La densidad del aire (peso por metro cúbico) varía, siendo mayor a nivel del mar (donde es comprimido por todo el aire encima del mismo) que en la cima de una alta montaña. El aire, no es un vapor saturado que esté cercano a temperaturas donde pueda ser condensado. Es siempre una mezcla de gases altamente sobrecalentados. Así, cuando calentamos o enfiamos aire seco, solamente estamos agregando o quitando calor sensible. Podemos enfriar o calentar el aire, limpiarlo y moverlo, pero esto no cambia significativamente sus propiedades, ya que los relativamente pequeños cambios de temperatura que le hagamos, sólo causan pequeñísimos cambios en el volumen y la densidad. Si el aire seco se calienta, se expande; y su densidad disminuye cuando la presión permanece constante. Inversamente, si se enfría el aire seco, aumenta su densidad. Aún más, las temperaturas, densidades, volúmenes y presiones, todas varían proporcionalmente.

La composición del aire seco (sin vapor de agua) es la indicada en la tabla siguiente:

	Símbolo químico	% en peso	% en volumen
Nitrógeno	N ₂	75,47	78,03
Oxígeno	O ₂	232,19	20,99
Dióxido de carbono	CO ₂	0,04	0,03
Hidrógeno	H ₂	0,00	0,01
Otros gases (argón, neón, ozono.....) —		1,30	0,94

En áreas congestionadas o industriales, también puede contener azufre, carbono, plomo y ciertos ácidos, derivados de la contaminación. Cada uno de los gases que componen el aire, se comporta de acuerdo con la ley de Dalton. Brevemente, esta ley nos dice que una mezcla de dos o más gases puede ocupar el mismo espacio al mismo tiempo, y que cada uno actúa independientemente de los otros. Cada uno tiene su propia densidad, su propia presión (presión parcial), y cada uno responde a los cambios

Como ya hemos visto, el aire seco no es un gas puro, ya que es una mezcla, y por lo tanto, no se conforma exactamente según las leyes de los gases, no obstante en la práctica se considera a esta mezcla de gases (aire seco sin vapor de agua) como un solo compuesto, que se rige por la ley de los gases.

El aire húmedo

El aire de la atmósfera contiene una cierta cantidad de humedad, proveniente de la evaporación del agua de los océanos, ríos, el vapor de agua exhalado por las personas, animales y plantas. Al respirar, las personas exhalamos vapor de agua, y también por los poros de la piel al producir sudor. Por ello, en los ambientes cerrados con personas en su interior, el contenido de vapor de agua en el aire va aumentando.

Humedad absoluta

La humedad es un término utilizado para describir la presencia de vapor de agua en el aire, ya sea a la intemperie, o dentro de un espacio, aire y vapor de agua, existen juntos en un espacio dado al mismo tiempo, independientes uno del otro, y que no responden de la misma manera a los cambios de condiciones, especialmente a los cambios de temperatura.

El aire que respiramos contiene una cierta cantidad de vapor de agua que oscila de 0 a 26 gramos de vapor de agua por kg de aire (la densidad del aire se toma 1,2 Kg/m³).

Al contenido de vapor de agua que tiene un kg de aire lo llamamos **humedad absoluta**, y se expresa en kg de agua / kg de aire.

Las palabras "vapor" y "gas", comúnmente las empleamos para referirnos a lo mismo; pero en realidad, un gas es un vapor altamente sobrecalentado, muy lejos de su temperatura de saturación, como el aire. Un vapor está en sus condiciones de saturación o no muy lejos de ellas, como el vapor de agua. Así pues, el vapor de agua o "humedad" en un espacio, puede estar en una condición de saturación o ligeramente arriba de ella. Si lo enfriamos unos cuantos grados, hacemos que se condense, y si le aplicamos calor, lo sobrecalentamos. El agua no tiene que estar en ebullición, aunque si lo está, el vapor de agua es producido con mayor rapidez. El vapor ejerce una presión definida encima del agua, la cual es determinada solamente por la temperatura del agua misma, independientemente de si el agua está o no en ebullición o de si el espacio por encima del agua contiene aire.

Tampoco la presión del aire ejerce efecto alguno sobre la presión del vapor. Si el agua está a una temperatura de 4°C, la presión del vapor de agua sobre la misma es de 0.81 kPa, la cual es una presión menor que la atmosférica (vacío). Si la temperatura del agua aumenta a 15°C, la presión del vapor de agua sobre la misma, aumenta más del doble, es decir, a 1.70 kPa. En la tabla siguiente, se muestran las propiedades del vapor de agua saturado. Los valores de la primera columna son las temperaturas en grados centígrados. Los valores de la segunda y tercera columna, son las presiones del vapor sobre el agua, correspondientes a las temperaturas de la primera columna; este vapor se conoce como "saturado", porque es todo el vapor de agua que puede contener ese espacio a esa temperatura.

Hay que tener en cuenta que no hay diferencia si hay o no aire en ese espacio; la presión del vapor de agua será la misma, ya que ésta depende totalmente de la temperatura del agua. Cuando comúnmente nos referimos a la presión atmosférica o barométrica, estamos incluyendo la presión del aire y la presión del vapor de agua que éste contiene. La presión atmosférica "normal" a nivel del mar, es de 101.325 kPa o de 760 mm. de mercurio. Si la presión del vapor de agua en el aire a 15 °C es 1.70 kPa, entonces, la presión del aire seco sería 99.625 kPa (101.325 - 1.70); ya que, de acuerdo a la ley de Dalton, la presión total es la suma de las presiones parciales de los componentes: la del aire seco y la del vapor de agua. En la cuarta columna de la tabla, tenemos los valores de volumen específico. Estos nos indican el volumen en m³ que ocupa un kilogramo de agua en forma de vapor saturado (*tabla en pag. siguiente*)

Aire saturado

El término de aire saturado se emplea para indicar que el vapor de agua está saturado en la mezcla de aire seco y vapor de agua. Por tanto la presión parcial en la mezcla es igual a la presión de saturación correspondiente a la que se encuentra la mezcla; en este caso dispondremos de aire seco mezclado con vapor de agua saturado. A una temperatura determinada, si el aire está saturado y se aumenta la proporción de vapor se llegará a la condensación o formación de niebla. Si el vapor presente en el aire está sobrecalentado, se le podrá añadir más vapor hasta que se llegue a la saturación..

Humedad relativa

El valor de humedad absoluta no es fijo, sino que depende de la temperatura del aire. A más temperatura de aire, más cantidad de agua admite. **Por ejemplo**, el aire a 10° C puede contener un máximo de 7,5 gr. De agua, y el aire a 25° C un máximo de 18 gr.

Sin embargo, el aire normal ambiente no suele transportar el máximo de agua posible, sino que suele estar más seco. Si un aire tiene la mitad del agua **que puede tener**, decimos que tiene una humedad relativa del 50%. Si tiene el máximo de agua, decimos que tiene una humedad relativa del 100%, y que está **saturado**.

Se denomina humedad relativa al porcentaje de agua que tiene el aire, respecto al máximo que puede tener a su temperatura.

$$H_r = 100 \times \frac{H_{REAL}}{H_{MAXIMA}}$$

Siendo

Hr = Humedad relativa en %.

H REAL = Humedad absoluta que contiene el aire en kg agua/kg aire seco

H MAXIMA = Humedad máxima que puede contener kg agua/kg aire seco.

Cambio de la humedad relativa al cambiar la temperatura

Si tenemos aire a 10° C, con 7,5 gr/kg se encuentra saturado (humedad relativa 100%). Pero si lo calentamos a 32° C, entonces deja de estar saturado, pues a esta temperatura puede contener 26 gr/kg, y como sigue teniendo los 7,5 gr de agua que tenía, su humedad relativa será de:

$$H_r = 100 \times 7,5/26 = 28,8 \%$$

Es decir un aire húmedo (Hr=100%), al calentarlo lo hemos convertido en aire muy seco (Hr=28,8%).

Los secadores de pelo que usamos en el baño funcionan con este principio, calientan el aire y al pasar por el pelo absorben con rapidez su humedad, secándolo. Por el mismo principio, un aire caliente, al enfriarlo se vuelve húmedo, hasta el punto que no puede contener toda la humedad que tiene y empiezan a aparecer gotas de agua, que llamamos **condensación**. Este es el fundamento de la lluvia, las nubes son masas de aire muy húmedo, que cuando se enfrían descargan el agua que le sobra en forma de lluvia o nieve.

Humedad específica

La humedad específica se refiere a la cantidad de humedad en peso que se requiere para saturar un kilogramo de aire seco, a una temperatura de saturación (punto de rocío) determinada. La humedad específica es muy similar a la humedad absoluta, excepto que esta última está basada en gramos por metro cúbico, y la humedad específica, está basada en gramos de humedad por kilogramo de aire seco.

Punto de rocío

El punto de rocío se define como: la temperatura debajo de la cual el vapor de agua en el aire comienza a condensarse. También es el punto de 100% de humedad. La humedad relativa de una muestra de aire puede determinarse por su punto de rocío. Existen varios métodos para determinar la temperatura del punto de rocío. Un método para determinar el punto de rocío con bastante precisión es colocar un fluido volátil en un recipiente de metal brillante; después, se agita el fluido con un aspirador de aire. Un termómetro colocado dentro del fluido indicará la temperatura del fluido y del recipiente. Mientras se está agitando, debe observarse cuidadosamente la temperatura a la cual aparece una niebla por fuera del recipiente de metal. Esto indica la temperatura del punto de rocío. La niebla por fuera del recipiente no es otra cosa que la humedad en el aire, que comienza a condensarse sobre el mismo. No deben emplearse fluidos inflamables o explosivos para esta prueba. Otro medio para determinar el punto de rocío indirectamente es con un instrumento llamado Psicrómetro, el cual se describirá más adelante. Este método se basa en las temperaturas de "bulbo húmedo" y la de "bulbo seco", las cuales también se definirán más adelante. Durante la temporada de invierno, una ventana ofrece un buen ejemplo del punto de rocío. En la tabla siguiente, se muestran las temperaturas de superficie, las cuales causarán condensación (punto de rocío) para varias condiciones de humedad. Las temperaturas interiores utilizadas son 21°C y 27 °C.

Higrómetros

El más simple de todos es el higrómetro de cabello, con sus variantes a base de una cinta higroscópica o de un haz de hilos de algodón. El higrómetro de cabello estaba basado en la cualidad que tiene el cabello de alargarse en presencia de la humedad; este tipo de higrómetros no resulta preciso.

Actualmente, para mediciones precisas, se emplea el higrómetro electrónico, que permite tomar mediciones al instante, y precisas, del punto de rocío, humedad relativa, temperatura o presión.

Psicrómetros

El psicrómetro está formado por un conjunto de dos termómetros, termómetro seco y un termómetro húmedo. Los dos termómetros, colocados uno al lado del otro en la misma corriente de aire. Debido a la evaporación de agua, el termómetro de bulbo húmedo indicará una temperatura inferior a la del termómetro de bulbo seco; la diferencia de temperaturas se llama depresión de bulbo húmedo. Las demás propiedades del aire podrán determinarse entrando con las temperaturas seca y húmeda en un diagrama psicrométrico o bien por vía analítica. El psicrómetro se usa principalmente para medir las condiciones del aire de un ambiente interior o exterior.

A fin de obtener resultados correctos en la utilización de estos aparatos es necesario respetar las siguientes condiciones:

- Emplear agua destilada para humidificar el bulbo del termómetro húmedo
- Emplear agua destilada a temperatura muy próxima a la de la atmósfera controlada
- Asegurar una ventilación constante del bulbo húmedo.

Bulbo seco

El confort humano y la salud, dependen grandemente de la temperatura del aire. En el acondicionamiento de aire, la temperatura del aire indicada es normalmente la temperatura de «bulbo seco» (bs), tomada con el elemento sensor del termómetro en una condición seca. Es la temperatura medida por termómetros ordinarios en casa. Hasta este punto, todas las temperaturas a que nos hemos referido han sido temperaturas de bulbo seco, tal como se leen en un termómetro ordinario, excepto donde nos hemos referido específicamente a la temperatura del punto de rocío.

Bulbo húmedo

Básicamente, un termómetro de bulbo húmedo no es diferente de un termómetro ordinario, excepto que tiene una pequeña mecha o pedazo de tela alrededor del bulbo y esta mecha se humedece con agua limpia; la evaporación de este agua disminuirá la lectura (temperatura) del termómetro. Esta temperatura se conoce como de «bulbo húmedo» (bh). Si el aire estuviese saturado con humedad (100% hr), la lectura de la temperatura en el termómetro de bulbo húmedo, sería la misma que la del termómetro de bulbo seco. Sin embargo, la hr normalmente es menor de 100% y el aire está parcialmente seco, por lo que algo de la humedad de la mecha se evapora hacia el aire. Esta evaporación de la humedad de la mecha provoca que la mecha y el bulbo del termómetro se enfríen, provocando una temperatura más baja que la del bulbo seco.

Mientras más seco esté el aire, más rápida será la evaporación de la humedad de la mecha. Así que, la lectura de la temperatura del bulbo húmedo, varía de acuerdo con lo seco que esté el aire. La precisión de la lectura del bulbo húmedo, depende de lo rápido que pase el aire sobre el bulbo. Las velocidades hasta de 1,500 m/min (90 km/ hr), son mejores pero peligrosas, si el termómetro se mueve a esta velocidad. También, el bulbo húmedo deberá protegerse de superficies que irradian calor (sol, radiadores, calentadores eléctricos, calderas, etc.). Se pueden tener errores hasta del 15% si el movimiento de aire es muy lento, o si hay mucha radiación presente. Cuando la hr es de 100% (saturación), las temperaturas de bulbo seco, bulbo húmedo y del punto de rocío son todas la misma. Abajo de 100% de hr, la temperatura del bulbo húmedo es siempre algo menor que la del bulbo seco y mayor que el punto de rocío. En la figura, se ilustran los termómetros de bulbo seco y bulbo húmedo. "A" representa la temperatura de bulbo seco, "B" la temperatura de bulbo húmedo y "C" la mecha que envuelve al bulbo húmedo. Nótese que la temperatura mostrada en el termómetro de bulbo húmedo es considerablemente menor que la del termómetro de bulbo seco.



También, la temperatura de bulbo húmedo varía de acuerdo con la temperatura del cuarto; así que es afectada tanto por el calor sensible del aire en el cuarto, como por el calor latente de la humedad del aire. Por lo tanto, la temperatura de bulbo húmedo es una indicación del calor total en el aire y la humedad

Volumen específico del aire

El volumen específico es la relación entre el volumen de un cuerpo y su masa.

$$V_e = \frac{\text{Volumen}[m^3]}{\text{Masa}[Kg]}$$

El corcho tiene un volumen específico alto, el plomo tiene un volumen específico bajo.

En el caso del aire el volumen de un kg de aire cambia mucho dependiendo de su temperatura, pues el aire caliente se dilata y el frío se contrae. El aire caliente, como tiene un menor peso por m³, tiende a elevarse, y el aire frío tiende a bajar. Para realizar los cálculos de humedad, etc., se utiliza el aire normalizado, que a 20° C tiene un volumen específico de 1,20 m³/kg.

Para pasar un caudal de m³/h a kg/h simplemente lo dividiremos por el volumen específico del aire, que es 1,2.

Entalpía del aire húmedo

La Entalpía es la energía total que tiene el aire, y se expresa en Julios o Calorías. Como el aire está húmedo, la energía total será la suma de la energía del aire más la energía del agua (vapor).

$$H_{aH} = Q_{SA} + (Q_{SV} + Q_{LV})$$

Siendo:

Q_{SA} = Calor sensible del aire seco.

Q_{SV} = Calor sensible del vapor de agua.

Q_{LV} = Calor latente del vapor de agua.

La energía del aire se denomina sensible, y sabemos que se calcula con:

$$Q_{SA} = m \times C_e \times (T_1 - T_2)$$

Tomando:

m = masa de aire seco en Kg.

T_1 = Temperatura de referencia = 0° C.

T_2 = Temperatura del aire.

C_e = Calor específico del aire = 1 kJ/kg °C = 0,239 Kcal/Kg °C.

La energía del vapor de agua será la suma del calor latente y del calor sensible.

$$Q_{SV} = m \times C_e \times (T_1 - T_2)$$

Donde:

m = masa de vapor de agua en Kg.

T_1 = Temperatura de referencia = 0° C

T_2 = Temperatura del vapor de agua = Temperatura del aire.

C_e = Calor específico del vapor de agua = 1,805 kJ/kg °C = 0,431 Kcal/Kg °C.

$$Q_{LV} = m \times C_L$$

m = masa de vapor de agua en Kg.

C_L = Calor latente del agua = 2260 kJ/kg °C = 540 Kcal/Kg °C.

Recordemos que cuanto más caliente está un aire, más entalpía tiene, y cuanto más humedad relativa, más entalpía también.

Concepto de calor latente y calor sensible

Si calentamos o enfriamos aire húmedo, y se produce condensación de su humedad, o inyectamos agua al aire (lo humedecemos), el calor necesario para el proceso lo dividimos en **calor sensible** y **calor latente**:

- Calor sensible es el necesario para llevar la temperatura del aire.
- Calor latente es el necesario para evaporar el agua (hay que aportar calor), o condensar el agua (hay que quitar calor).

En Climatización tenemos que tener claro que la potencia frigorífica de una máquina de aire acondicionado se reparte entre enfriar el aire (calor sensible), y quitarle humedad (calor latente). En los

equipos pequeños esta proporción se establece al diseñarlo, para unas condiciones medias; pero en grandes climatizadores, hay que valorar las condiciones ambientales exteriores e interiores, y ajustar el equipo para obtener el aire interior con el máximo de confort, y el mínimo de gasto.

El porcentaje de calor latente / sensible que proporciona un equipo se puede ajustar con el tamaño de la batería enfriadora, y con el caudal de aire del ventilador.

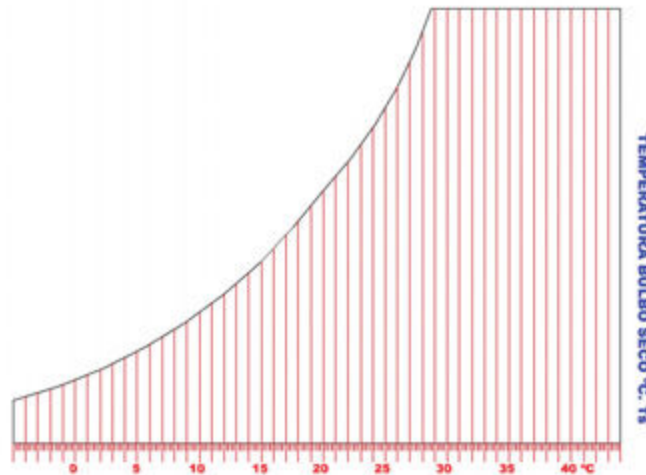
En el estudio de las unidades de tratamiento de aire UTA estudiaremos con mayor precisión su ajuste para obtener las condiciones interiores de confort requeridas.

En los equipos que tienen varias velocidades de ventilador (Alta-Media Baja) resulta que con las velocidades bajas la batería se enfría más, y aumenta la condensación de agua. La potencia del equipo se desperdicia en calor latente.

EL ÁBACO PSICROMÉTRICO

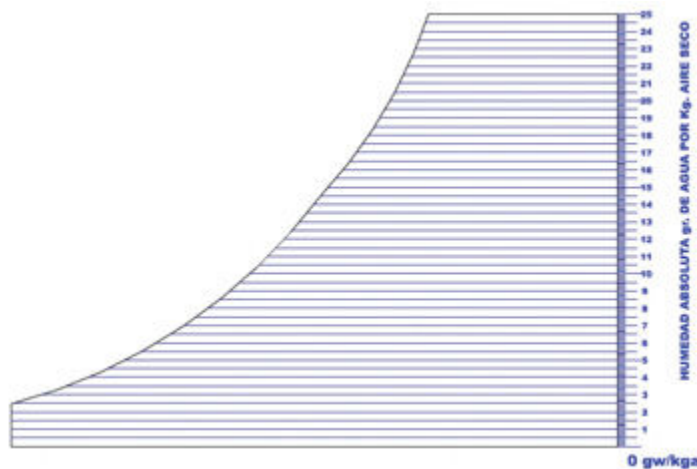
El ábaco psicrométrico es un diagrama que muestra las condiciones del aire para temperaturas normales de aire acondicionado y calefacción. En la parte horizontal la escala representa la temperatura seca en °C, es decir la temperatura que muestra un termómetro normal de ambiente.

Temperatura seca:



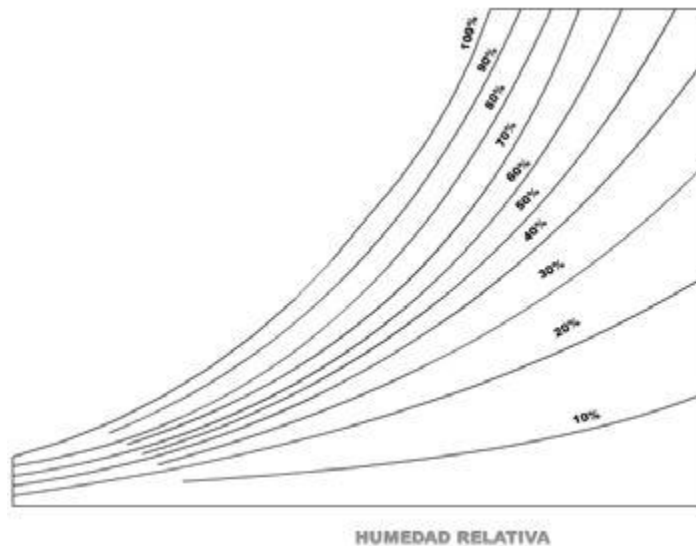
En las abscisas se indica el contenido de humedad específica en gr/kg.

Humedad absoluta:



La curva de izquierda a derecha representan la humedad relativa en %, siendo la última más exterior la saturación o 100%.

Humedad relativa:



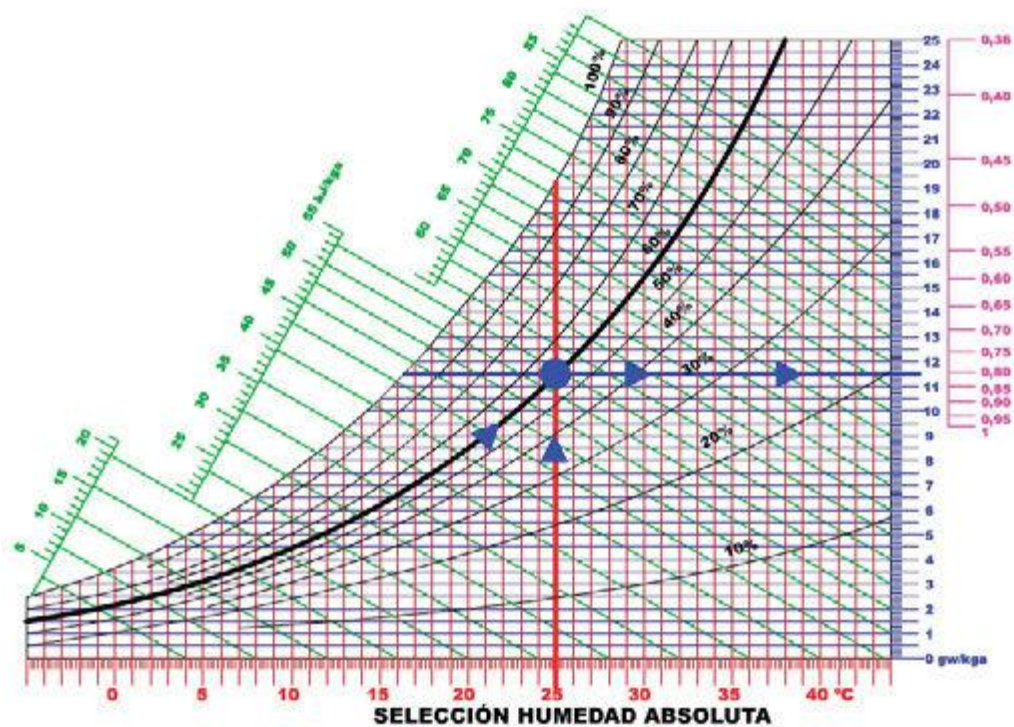
Encontrar la humedad absoluta para unas condiciones dadas

Si conocemos la temperatura del aire, y su humedad relativa en %, utilizando el ábaco psicrométrico de la forma siguiente hallaremos el contenido total de agua por kg de aire:

Por ejemplo: aire a 25° C y 60% de humedad.

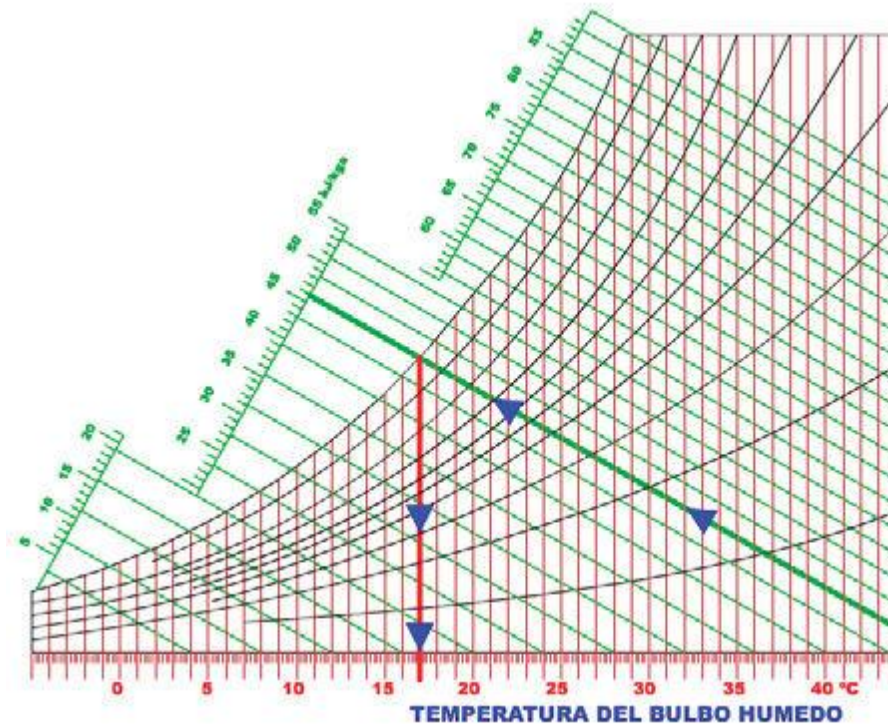
- Situar en el eje horizontal en la temperatura de 25° C.
- Subir hasta tocar la curva de humedad 60%.
- Horizontalmente a la derecha leeremos su humedad absoluta en gr/kg resultando de 11,5 gr/kg.

Selección humedad absoluta:



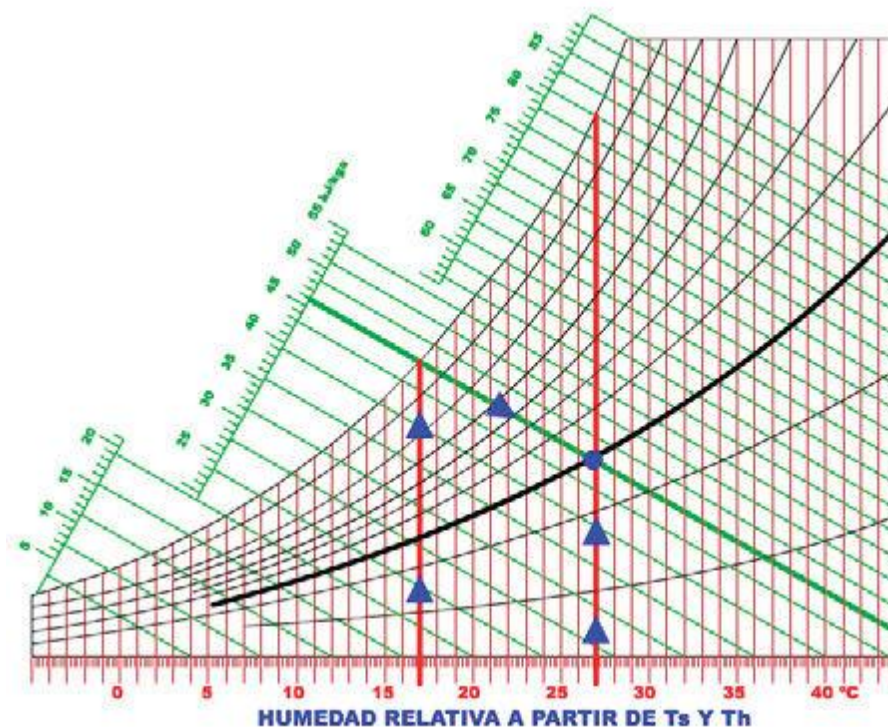
Temperatura húmeda

La humedad relativa la podemos hallar exactamente mediante dos termómetros, uno normal, que llamaremos de **bulbo seco**, y otro con el bulbo envuelto en un paño mojado, que llamaremos de **bulbo húmedo**. Sus lecturas se denominan T_s (temperatura seca) y T_h (temperatura húmeda). Al provocar una corriente de aire, el termómetro con el bulbo húmedo muestra una temperatura inferior que la que tiene del bulbo seco, ya que el agua al evaporarse precisa calorías, y hace que descienda la temperatura.



En el ábaco psicrométrico las temperaturas de bulbo húmedo son líneas inclinadas hacia la izquierda, y que se leen en la curva de humedad 100% o saturación. Es decir con humedad 100% coincide la temperatura seca y húmeda.

Selección de la temperatura húmeda, T_h .



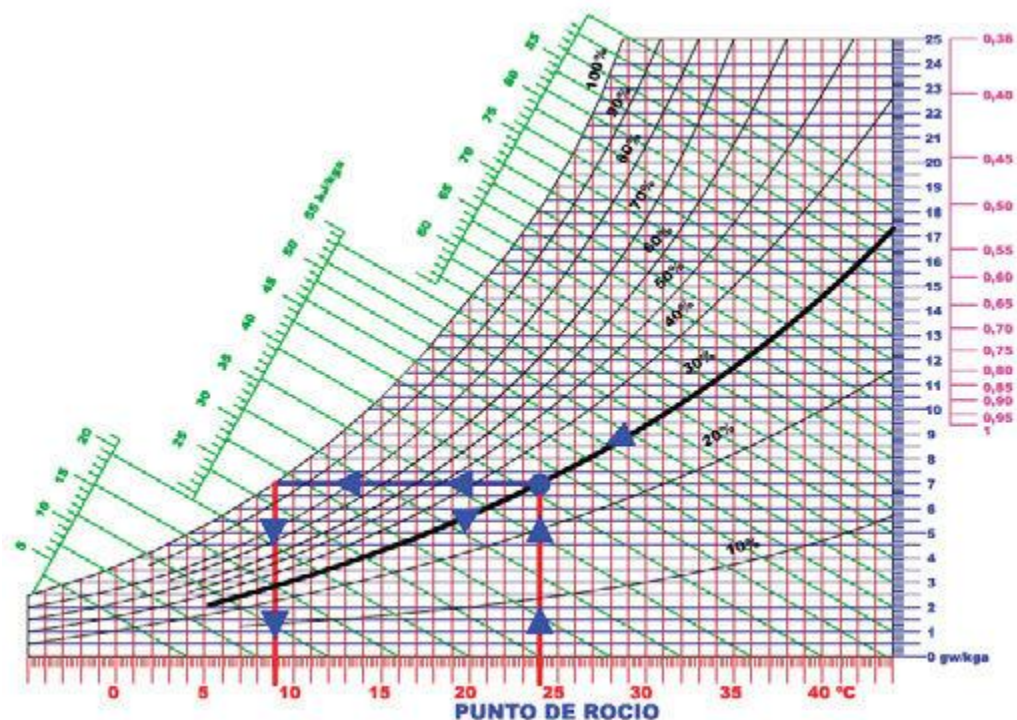
Conociendo la T_s y la T_h , la intersección entre ambas nos da la humedad relativa en %, y hacia la derecha leeremos la humedad absoluta en gr/kg. Este ha sido el método preciso de medir la humedad relativa en aire acondicionado. Modernamente existen aparatos denominados **higrómetros**, que nos indican directamente la humedad relativa en % y la absoluta en gr/kg.

Punto de rocío

El rocío es la lluvia finísima que aparece durante las noches sin viento. Durante la noche el aire se va enfriando, descendiendo, y estratificándose en las capas inferiores, y llega al punto en que no puede contener el agua que tenía cuando estaba caliente, apareciendo una condensación que va depositando pequeñas gotas de agua por los árboles y objetos. Decimos que el punto de rocío es aquel en el que el aire se enfría hasta estar saturado.

En el ábaco psicrométrico, para unas condiciones de temperatura y humedad, el punto de rocío lo encontramos en la línea horizontal hacia la izquierda, hasta llegar a la curva de saturación, es decir su temperatura húmeda.

Selección de la temperatura de rocío, T_r :



Por ejemplo, para aire a 24°C y H_r 30%, la temperatura del punto de rocío es de 9°C .

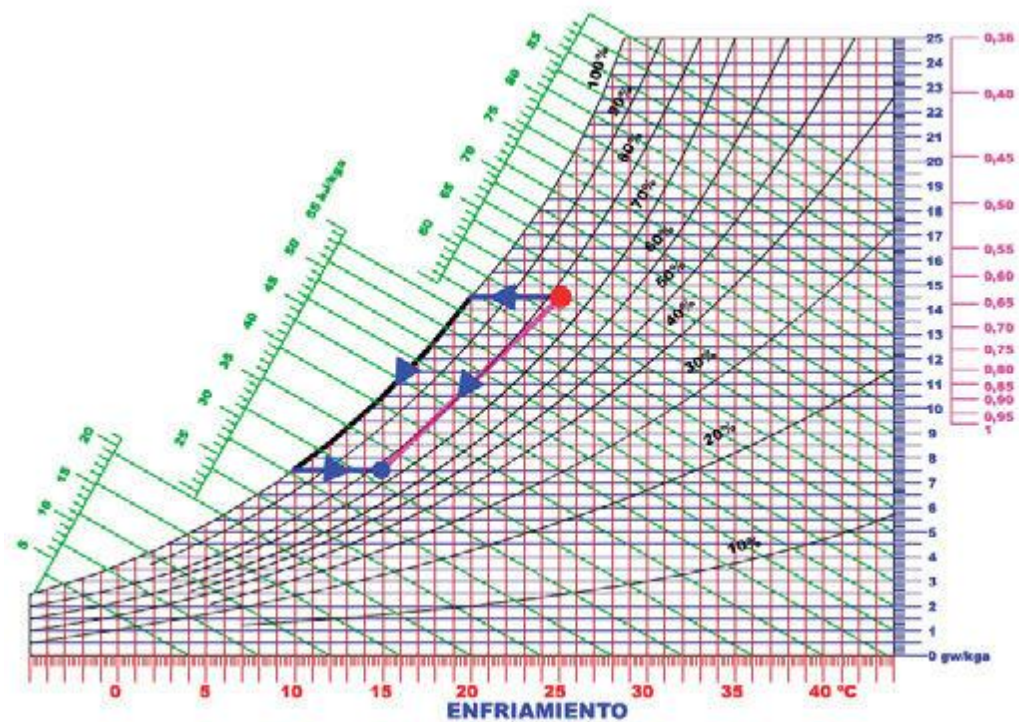
PROCESOS DE CAMBIO DE AIRE

Con el ábaco psicrométrico podemos estudiar las transformaciones del aire mas frecuentes, sin necesidad de fórmulas, trazando líneas desde un estado a otro.

Enfriamiento en una batería de un climatizador

Es el proceso que ocurre con el aire al pasar por un aparato de aire acondicionado en modo frío. El aire que viene del local con una temperatura alta, y humedad media, se enfría al contacto con las aletas de la batería, y llega hasta el punto de rocío (línea horizontal hacia la izquierda). Una vez allí, sigue enfriándose y perdiendo humedad, descendiendo por la curva de saturación (H_r 100%), hasta un valor de temperatura de salida del serpentín, con humedad 100%.

Proceso de enfriamiento del aire



La humedad sobrante cae de la batería a una bandeja de recogida, y la llamamos agua de condensación o **condensados**.

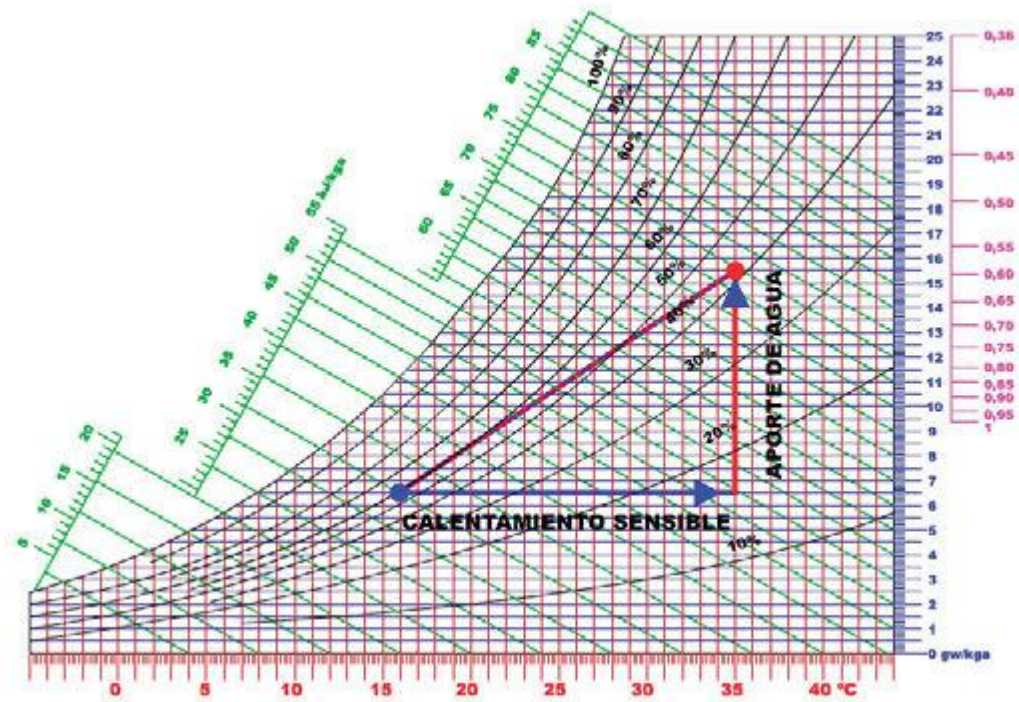
Una parte del calor absorbido por la batería ha sido usado para enfriar el aire, y lo llamaremos **"calor sensible"** (que se nota o siente), y otra parte se ha usado en condensar la humedad sobrante, y lo llamaremos **"calor latente"**.

El calor latente es importante cuando hay muchas personas en el local (salas de reunión), o hay fuentes de humedad (piscinas climatizadas). Las personas al respirar desprenden vapor de agua, y también por transpiración (sudor), tanto más cuanto mayor sea su actividad física.

Calentamiento en una batería de calor

El aire, con unas condiciones de temperatura y humedad, se calienta al contacto con la batería. En el ábaco psicrométrico nos desplazamos horizontalmente hasta la temperatura de salida. La humedad final será la indicada por la curva de Hr interseccionada entre la línea horizontal y la temperatura de salida. La Hr del aire final suele quedar muy baja (aire seco muy seco).

Proceso de calentamiento del aire



Esto es lo que ocurre en las calefacciones normales con radiadores, que calientan el aire, pero queda seco y produce una sensación de sequedad en la garganta.

Para que el aire quede con unas condiciones adecuadas es necesario aportar agua mediante inyectores de agua a presión, o un vaporizador, que es lo que se realiza en las buenas instalaciones de tratamiento de aire.

Este aporte de agua precisa de un calor para vaporizarse, que recordemos que llamamos **calor latente** y que es:

$$CL = \text{Calor latente del agua} = 2260 \text{ kJ/kg } ^\circ\text{C} = 540 \text{ Kcal/Kg } ^\circ\text{C}.$$

Mezcla de aires

Si mezclamos dos volúmenes de aire con unas condiciones de de temperatura y humedad, dará como resultado en la mezcla unas condiciones que podemos hallar fácilmente con el diagrama psicrométrico:

- Representamos el aire 1 con un punto definido por su temperatura T_1 y humedad relativa Hr_1 .
- Representamos el aire 2 con un punto definido por su temperatura T_2 y humedad relativa Hr_2 .
- El aire de mezcla está en la recta que une ambos puntos.
- Si los volúmenes (o caudales) son iguales, las condiciones se situarán el punto medio de la recta anterior. Si los caudales son distintos el punto estará proporcionado los caudales de cada aire, quedando más cerca del punto de caudal mayor.

Proceso de mezcla de dos corrientes de aire

