

- La psicometría se ocupa del estudio de las propiedades del aire húmedo. Las propiedades del aire húmedo se representan en el diagrama psicométrico. Estas propiedades son las siguientes: humedad absoluta o específica (W), humedad relativa (H_r), temperatura de bulbo seco (T_s), temperatura de bulbo húmedo (T_h), temperatura de rocío (T_r), volumen específico (V_{esp}), entalpía del aire húmedo (h) y factor de calor sensible (FCS).
- Para conseguir que el aire alcance las condiciones de confort deseadas, debemos someterlo a distintos tratamientos que permitirán transformar las propiedades del aire húmedo. Estos tratamientos son los siguientes: mezcla de dos caudales de aire húmedo, calentamiento sensible, enfriamiento sensible, humidificación/deshumidificación sin variación de temperatura, humidificación sin aporte o retirada de calor, humidificación con aporte o retirada de calor.
- En las Unidades de Tratamiento de Aire (UTA), se llevan a cabo distintos procesos para tratar el aire con el objetivo de obtener un volumen de aire con las condiciones deseadas de temperatura y de humedad.
- Una UTA puede estar compuesta por: la caja de mezcla, la compuerta de admisión aire exterior, la compuerta de retorno de aire, la batería de enfriamiento, la batería de calentamiento, la batería de humidificación, el filtro y la compuerta de aire de impulsión. La combinación de varias de las anteriores etapas permite adaptar la UTA a las necesidades concretas del local a climatizar.
- El enfriamiento gratuito o *free-cooling* consiste en poder variar el caudal de aire de entrada exterior de una UTA mediante compuertas motorizadas de tal forma que, dependiendo de las condiciones del aire exterior, permitamos entrar un mayor o menor caudal de aire en la UTA.
- Los recuperadores entálpicos permiten recuperar energía del aire de expulsión del local antes de que llegue a la calle. Para ello, cruzan los caudales del aire de expulsión y del aire exterior sin que se mezclen, pero habiendo intercambiado su energía.
- La carga térmica es el calor por unidad de tiempo que entra en el local y sirve para determinar la potencia de los equipos a instalar de forma que se alcancen las condiciones de temperatura y de humedad deseadas en el local.
- A partir de las condiciones interiores, exteriores y del local, se calculan las cargas térmicas de refrigeración, que serán las siguientes:
 - **A través de los cerramientos.** Radiación y transmisión en cerramientos exteriores y transmisión en cerramientos interiores.
 - **A través de cristales (ventanas, lucernarios o claraboyas).** Radiación solar en superficies acristaladas y transmisión en superficies acristaladas.
 - **Por ocupación de personas en el local.** Calor latente por ocupación y calor sensible por ocupación.
 - **Por iluminación y/o maquinaria.** Para lámparas incandescentes y para lámparas fluorescentes.
 - **Por infiltraciones del aire.** Calor latente por infiltraciones del aire y calor sensible por infiltraciones del aire.

■ Actividades de comprobación

- 4.1.** El nombre del diagrama que determina las condiciones del aire es :
- Diagrama de Mollier.
 - Diagrama psicométrico.
 - Diagrama p-h.
 - Diagrama entálpico.
- 4.2.** La densidad del aire a 15 °C y a una humedad relativa del 55 % es:
- De 1,22 kg/m³.
 - De 0,82 kg/m³.
 - De 1 kg/m³.
 - De 2,3 kg/m³.
- 4.3.** El volumen específico de una masa de aire a 21 °C y de un humedad relativa del 45 % es:
- De 0,835 m³/kg.
 - De 0,9 m³/kg.
 - De 1,20 m³/kg.
 - De 2,4 m³/kg.
- 4.4.** Señala la afirmación incorrecta. En el proceso de calentamiento sensible:
- Mantenemos constante la humedad absoluta.
 - Se aumenta la temperatura de un caudal de aire sin quitar o añadir humedad.
 - Se produce un aumento de la entalpía.
 - El volumen específico se mantiene constante.
- 4.5.** El psicrómetro es un aparato que sirve para medir:
- La temperatura de bulbo seco.
 - La temperatura de bulbo húmedo.
 - La humedad relativa.
 - La humedad absoluta.
- 4.6.** El proceso en el que aumenta el contenido de humedad sin variar la temperatura seca del aire es:
- El enfriamiento sensible.
 - La humidificación sin variación de entalpía.
 - La deshumidificación sin variación de temperatura.
 - La humidificación sin variación de temperatura.
- 4.7.** Señala la respuesta correcta:
- En la caja de mezcla de una UTA, se lleva a cabo un aumento de la humedad del aire.
 - El caudal de salida de la caja de mezcla de una UTA es el caudal de entrada exterior menos el caudal de retorno.
 - La temperatura de salida de la caja de mezcla de una UTA es siempre la temperatura del aire de retorno del local.
 - El caudal resultante en una caja de mezcla de una UTA es la suma del aire exterior más el de retorno.
- 4.8.** Para saber si es necesario colocar un recuperador entálpico en una UTA, es necesario saber:
- La potencia necesaria.
 - La temperatura del aire exterior.
 - La temperatura del aire del local.
 - Ninguna es correcta.
- 4.9.** Para realizar el cálculo de cargas térmicas de un local, es necesario conocer:
- Las condiciones de temperatura y de humedad interiores del local.
 - Las condiciones interiores, exteriores y las características del local.
 - Las condiciones de humedad exteriores.
 - Ninguna es correcta.
- 4.10.** La colocación de persianas hace que las cargas térmicas a través de cristales:
- Aumente.
 - Disminuya.
 - No afecta a la carga térmica.
 - Ninguna es correcta.

■ Actividades de aplicación

- 4.11.** Calcula la cantidad de agua que hay que añadir para pasar aire atmosférico de 2 °C y al 60 % de humedad a 26 °C y al 40 % de humedad.
- 4.12.** A una caja de mezclas de un equipo de acondicionamiento de aire, llegan dos caudales de aire, uno a 20 °C y al 60 % de humedad relativa y otro a 18 °C y al 55 %

de humedad relativa. Sabiendo que los caudales son de 700 m³/h y de 1.500 m³/h, respectivamente. Determina los siguientes valores para la mezcla resultante: temperatura seca, temperatura húmeda, humedad absoluta y humedad relativa.

4.13. Por la parte superior de una torre de refrigeración, entran 50 m³/h de agua a 45 °C y se desea que el agua de salida descienda su temperatura en 25 °C. Para ello, el aire que entra por la parte inferior está a 25 °C y al 50 % de humedad y saldrá por la parte superior saturado a 30 °C.

Averigua la densidad del aire a la entrada y a la salida.

4.14. En un proceso típico de acondicionamiento de aire, se requiere que, dentro del recinto, el aire llegue a las siguientes condiciones: de 11 °C de temperatura seca y del 90 % de humedad relativa. El ventilador del equipo tiene una capacidad para impulsar 60 m³/min. El aire de retorno sale del recinto con una temperatura seca de 27 °C y una temperatura húmeda de 18 °C. El aire exterior tiene unas condiciones de 34 °C de temperatura seca y 24 °C de temperatura húmeda. Para obtener las condiciones deseadas en el recinto, la mezcla de aire debe llegar al equipo con una temperatura seca de 30 °C.

- Indica qué cantidad de aire de retorno debe recircularse.

- Establece qué cantidad de aire exterior debe mezclarse con el aire de retorno.

4.15. Explica los procesos de tratamiento del aire que existen.

4.16. A un secador de alimentos, llega aire a una temperatura de 35 °C y una temperatura de rocío de 15,6 °C. Usa el diagrama psicrométrico y determina: la humedad absoluta, la humedad relativa y el volumen específico.

4.17. Un flujo de 10 m³/s de aire húmedo a 30 °C y al 80 % de humedad relativa se calienta hasta 50 °C de tal forma que, durante su calentamiento, la humedad absoluta permanece constante. Usa el diagrama psicrométrico y calcula la cantidad de energía térmica requerida para efectuar el calentamiento.

4.18. Busca fabricantes de unidades de tratamiento de aire e indica las baterías que les colocan (frío, calor, humidificación, etc.).

4.19. Un caudal de 500 m³/s de aire a 50 °C y una temperatura de bulbo húmedo de 30 °C se mezcla con aire exterior que está a 15 °C y al 50 % de humedad relativa. La mezcla resultante tiene una temperatura de 25 °C.

Calcula la humedad absoluta de la mezcla resultante, el caudal de aire exterior y el caudal de mezcla resultante.

Actividades de ampliación

4.20. Las unidades de tratamiento de aire son climatizadores destinados a tratar grandes caudales de aire y son empleados en multitud de aplicaciones, como puede ser en gimnasios, en hospitales, etc. En el caso concreto de los hospitales, la normativa nos indica los caudales mínimos de renovación de aire exterior dependiendo del uso del local, como podemos ver a continuación:

Área	Tipo de local	Caudal mínimo de aire exterior m ³ /(h·m ²)	T° mín. (°C)	T° máx. (°C)	Hr (%)	Presión sonora máxima dB(A)
Quirófanos	Quirófanos tipo A y B, incluso accidentes y partos.	Se recomienda que la totalidad del aire impulsado sea del exterior.	22	26	45-55	40
	Pasillos, almacén, material estéril, entrada y salida.	15	22	26	45-55	40
	Sala despertar.	15	22	26	45-55	35
Partos	Paritorios.	15	24	26	45-55	40
	Pasillos.	10	24	26	45-55	40

Averigua cuál es el rango de valores entre los que debe estar el contenido de humedad en cada uno de los locales de la tabla.

4.21. Los filtros utilizados en los climatizadores tienen diferentes clases de filtración (F6, F7, F8, etc.) en función de la calidad de aire exterior y de la calidad de aire interior exigida. Busca en el RITE en qué situaciones se emplean cada una de las clases de filtración y realiza una tabla resumen con los datos obtenidos.