

Tema 9. INSTALACIONES DE CLIMATIZACIÓN.

1.	Instalaciones de climatización.....	2
1.1.	Sistemas todo agua.....	2
1.2.	Sistemas aire-agua.....	3
1.3.	Sistemas de expansión directa.....	5
1.4.	Sistemas de expansión directa VRV.....	7
1.5.	Sistemas todo aire.....	8
1.6.	Unidades de tratamiento de aire (UTA).....	13
2.	Distribución de aire en los locales.....	17
2.1	Condiciones de impulsión.....	17
2.2	Distribución del aire.....	18
2.3	Selección de difusores.....	20

1. Instalaciones de climatización.

A la hora de realizar una instalación de climatización se tienen en cuenta las condiciones de confort deseadas (temperatura, humedad, velocidad del aire, etc.) y las condiciones de higiene necesarias (introduciendo un cierto caudal de aire exterior y filtrando el de recirculación).

Para seleccionar un sistema de climatización es necesario conocer previamente una serie de condicionantes de su instalación.

-El funcionamiento del edificio y sus zonas, lo que implica conocer.

- Número y tipo de usuarios del edificio
- Flexibilidad de la instalación.
- Identificación de los usos del edificio.

- Para determinar correctamente las cargas térmicas en cada zona. En general, existen 2 tipos de zonas:

Las **zonas internas** se caracterizan por tener una carga positiva constante durante todo el año dado que no existe transmisión. Su variación depende casi exclusivamente de la ocupación.

Las **zonas perimetrales** se caracterizan por tener cargas fuertemente variables a lo largo del año. Las diferentes cargas pueden ser:

- cargas por transmisión: pueden ser positivas o negativas.
- cargas por radiación son siempre positivas.
- cargas por iluminación son siempre positivas.
- cargas por personas son siempre positivas.
- cargas por equipos eléctricos son siempre positivas.

Podemos distinguir cuatro tipos básicos de sistemas de acondicionamiento de aire, diferenciándose entre ellos por la naturaleza del fluido que utiliza cada uno para frío o calor, estos son:

- Sistemas todo agua
- Sistemas todo aire
- Sistemas aire agua
- Sistema de refrigerante

Cuando un mismo sistema de climatización debe calefactar y enfriar un local al mismo tiempo, se debe utilizar dos fluidos de diferente naturaleza.

1.1. *Sistemas todo agua.*

Son sistemas en los que el fluido empleado para realizar el tratamiento térmico es exclusivamente agua. Puede ser de dos tipos: Sistema de **radiadores o de suelo radiante**. Ambos sistemas permiten la distribución de calor.

El sistema de radiadores únicamente sirve para calefacción. Distribuye agua caliente a alta temperatura a unos emisores que se encargan de calefactar los locales.

El suelo radiante puede utilizarse para calefactar pero también para enfriar los locales. En modo de calefacción consiste en distribuir agua caliente entre 35 y 45 grados a través de un circuito de tuberías enterradas en el suelo, contenidas generalmente por un mortero de cemento. El calor emitido por las tuberías es absorbido por el suelo y luego emitido en forma de energía radiante y en menor medida convectiva.



También puede impulsarse agua fría por esta vía consiguiendo de esta manera un sistema de refrigeración. En este caso es fundamental controlar la temperatura del rocío del aire con el fin de evitar condensaciones sobre el suelo del recinto. La temperatura mínima del suelo queda condicionada por la temperatura de rocío. El control de condensaciones se realiza a través de una sonda que registra continuamente la temperatura y humedad relativa de la habitación más representativa del local. Estas lecturas nos dan datos que determinan una temperatura de rocío en la que se llegaría al punto de saturación.

EJERCICIO. Utilizando un diagrama psicrométrico determina hasta que temperatura se podrá disminuir la temperatura superficial de un suelo radiante si las condiciones interiores son 25 °C y 70% de humedad relativa.

1.2. Sistemas aire-agua.

Los sistemas aire agua son sistemas donde el fluido empleado para el tratamiento térmico es el aire, acondicionado localmente, mediante unas baterías alimentadas con agua (sistemas convectivo). Tiene la ventaja de que podemos eliminar la carga térmica selectivamente, dosificar una parte de aire y otra de agua, esto hace que los niveles de confort se optimicen. Además el aire nos ayuda a resolver problemas de ventilación del local.

Dentro de los sistemas aire-agua podemos distinguir tres tipos principales:

- fan-coils
- inductores
- aerotermos

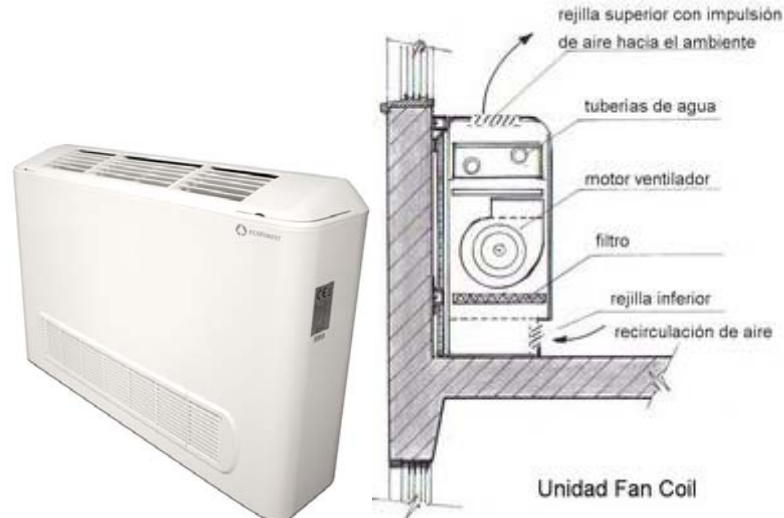
a) Un **fancoil** es un equipo compuesto por un ventilador y una batería para el tratamiento del aire. Básicamente lo que hace es tomar aire del local y hacerlo circular por la batería de frío o calor, según sea el caso. Posteriormente lo envía nuevamente al local en las condiciones termo-higrométricas suficientes para mantener las cargas térmicas. Asimismo este fan-coil puede contar con una toma de aire exterior para renovar el aire del recinto.



Los fan-coil se pueden clasificar dependiendo del número de tuberías que lleguen a ellos. Estas pueden ser:

- **Instalación de dos tubos.** Al fan-coil llegan dos tuberías, una es la tubería de llegada del agua y la otra es la tubería de retorno del agua, ambas referidas al fan-coils. El agua que circula por los 2 tubos es enfriada en verano y calentada en invierno. La conversión de agua fría a agua caliente puede realizarse en forma manual o automática.
- **Instalación a tres tubos.** Los tres tubos son dos tuberías de llegada del agua al fan-coil y una tubería de salida. Las tuberías de llegada son una para el agua fría y la otra para caliente. Posee una válvula de tres vías no mezcladora, es decir, su misión es alternar el paso de agua fría y caliente evitando que estas puedan mezclarse. Permite calefactar o enfriar un local, dependiendo de sus necesidades, independientemente del resto de los locales.

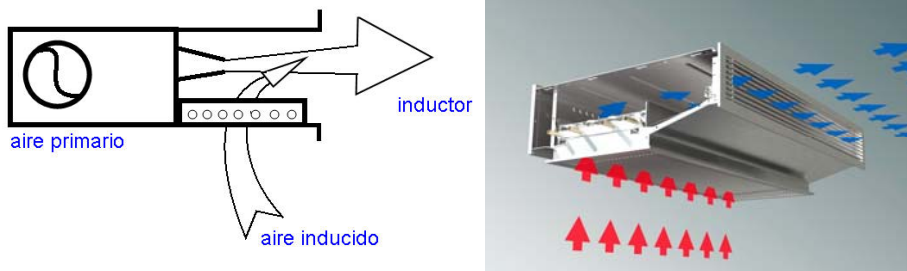
- **Instalación de cuatro tubos.** Técnicamente es la mejor solución desde el punto de vista de regulación y de ahorro energético. Sin embargo es la más costosa en su instalación inicial ya que exige la tirada de cuatro tuberías. Trabaja con dos parejas de tuberías, una para el agua caliente y otra para el agua fría. A diferencia del caso anterior en los retornos no se produce la mezcla de los caudales fríos y los calientes.



b) Los **inductores** son equipos que no poseen ventilador. El "aire primario" llega a estos inductores a alta presión (generalmente por conductos de alta velocidad) y sale al exterior por unas toberas sobre un estrechamiento. Esto crea un efecto venturi, que crea en el aparato una zona de baja presión que induce un cierto caudal de aire del local (secundario), al que se le hace pasar por una batería, por la que circula agua fría. La mezcla de aire primario y secundario es impulsada al local.

Generalmente los inductores suelen estar situados perimetralmente sobre el suelo, impulsando el aire verticalmente hacia arriba. La relación de aire primario a secundario suele estar comprendida entre 1/3 a 1/6. El aire primario provee las necesidades de ventilación de los locales, y frecuentemente de la deshumidificación ya que la mayor parte de la carga latente procede del aire exterior. El aire secundario, compensa la carga sensible a través de la batería por la que circula agua fría, pero a una temperatura prácticamente igual al punto de rocío del aire, con lo que se evita la condensación de humedad.

Este sistema presenta ventajas tales como proporcionar un mejor control de la humedad y de la ventilación.



c) Los **aeroterms** son aparatos para calentamiento mediante proyección de aire, destinados a salas de gran tamaño y ambientes industriales. Se compone de una batería de calor y de un ventilador. A la hora de calcular la instalación es importante conocer la temperatura del agua. Se suelen dimensionar para altas temperaturas e incluso para instalaciones de vapor. También existen versiones con calentamiento eléctrico.



1.3. Sistemas de expansión directa.

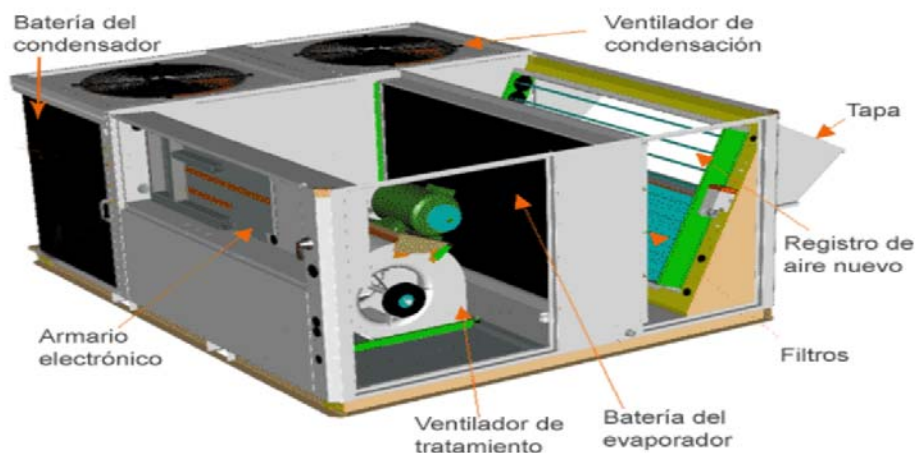
En los sistemas de expansión directa las baterías de agua son sustituidas por un sistema frigorífico, la batería de frío es el evaporador y la de calor el condensador.

En los sistemas de expansión directa los podemos encontrar los siguientes tipos:

- roof-top
- domésticos
- volumen de refrigerante variable

a) Roof top. llamado igualmente unidad de climatización en tejado, es una solución técnica adecuada para superficies comerciales o locales de oficinas.

Para las superficies comerciales, el concepto de confort es diferente con relación a edificios terciarios o residenciales. Son lugares de paso con un fuerte potencial de frecuentación y dónde se admite que haya corrientes de aire pequeñas sin que afecte al confort del individuo, que en este caso será un consumidor o un comprador. Los roof top permiten tratar de grandes volúmenes sin entorpecer la superficie del suelo puesto que se instalan sobre el techo de los edificios. Todas las operaciones de funcionamiento y mantenimiento se realizan en el exterior. Son rápidos de instalar y poner en marcha ya que basta con colocarlos sobre una plataforma fijada en el techo. La red de conductos interiores se realiza rápidamente; la puesta en marcha de un roof top para 400 m² de superficie se realiza en una jornada. El roof top es compacto e integra todos los componentes que permiten calentar, climatizar, y ventilar el aire nuevo a partir de una simple acometida eléctrica.



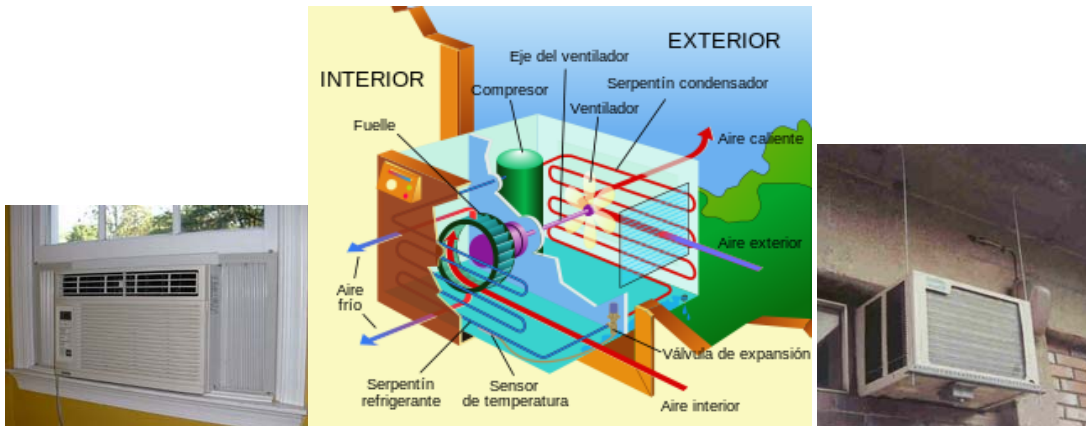
b) Equipos domésticos. Son pequeñas máquinas compactas que se utilizan para climatizar viviendas. El enfriamiento se realiza sin control de humedad ni renovación de aire. Estos equipos pueden ser portátiles, de ventana o split.

- Los **portátiles** tienen como ventaja que se pueden desplazar de local sin ninguna instalación adicional. Como desventaja es que necesitan una toma de aire exterior, mediante una manguera, que se suele

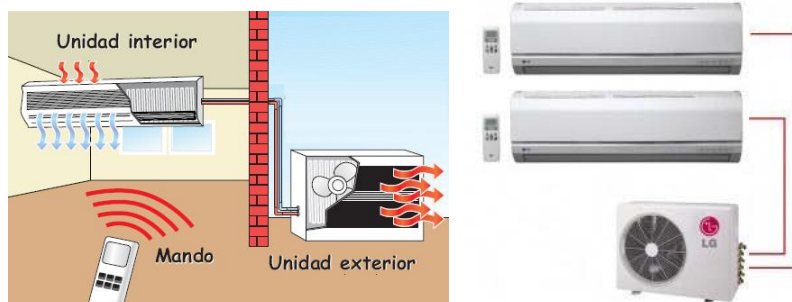
sacar dejando una ventana o puerta de balcón entreabierta. En la imagen puedes ver un portátil funcionando en una habitación.

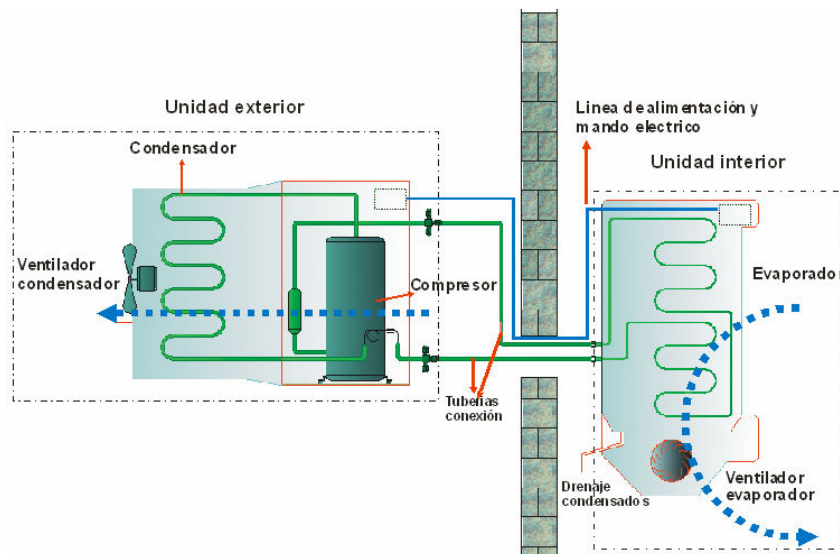


- Los **equipos de ventana** son los primeros equipos domésticos que se instalaron, antes de la llegada de los split. Se trata de equipos compactos que se colocan en un hueco de la fachada, normalmente una parte de la ventana. De esta forma el equipo tiene una forma en el exterior y otra en el interior. Como ventaja tiene la posibilidad de utilizarse como ventilación. Como desventaja es la de necesitar un hueco en la fachada.



- Los **splits** como su nombre en inglés indica son equipos partidos. Constan de dos partes, una unidad exterior y otra interior. Si se trata de equipos de sólo frío la unidad interior es el evaporador del sistema, quedando el resto de los componentes en la unidad exterior. Si se trata de bomba de calor, la unidad interior actuará de condensador en invierno y de evaporador en verano. La válvula de cuatro vías se encarga de seleccionar una u otra opción. Aunque hay disposición de una unidad interior y una exterior, también se puede disponer de una unidad exterior que sirva a múltiples unidades interiores (Multisplit).





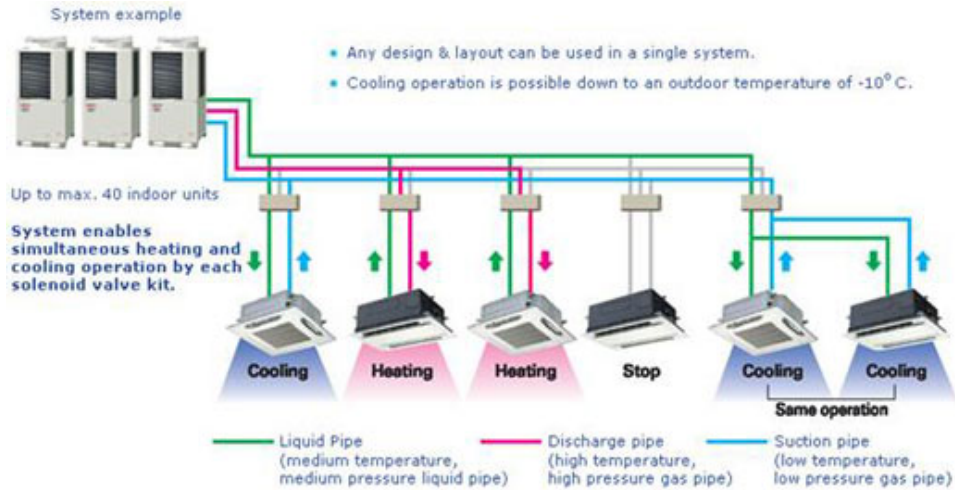
Los splits han desarrollado una tecnología de control llamada inverter. Un **inverter** es un equipo electrónico que sirve para regular el voltaje, la corriente y la frecuencia de un aparato. De esta manera se ajusta mucho más a la temperatura deseada en el local, minimizando las oscilaciones. Para un sistema tradicional el control se realiza mediante continuos ciclos de encendido/apagado, mientras que uno con tecnología inverter llevará más rápidamente la habitación a la temperatura de confort sin necesitar después esos ciclos. Estos continuos ciclos acortan la vida de las máquinas y provocan consumos mayores, mientras que con la tecnología inverter se puede ahorrar desde un 25% hasta un 50%, dependiendo de su uso. Además, las bombas de calor con esta tecnología son también más eficientes, pues pueden seguir operando en óptimas condiciones incluso cuando la temperatura exterior es mucho menor a 6°C.

1.4. Sistemas de expansión directa VRV.

Otro sistema de expansión directa lo constituyen los equipos de volumen de refrigerante variable VRV. Son una evolución de los equipos multi-split ligados a patentes de fabricantes que han dado origen a esa denominación. La gran ventaja de estos sistemas es que una única unidad externa pueden operar en estos momentos con más de 60 unidades internas, las cuales pueden ser controladas individualmente. La mayor diferencia entre VRV y las aplicaciones con equipos split convencional es que con este último caso, cada unidad interna debe estar conectada directamente a la unidad externa.

Los sistemas de VRV pueden ser de dos tubos o de tres tubos. En el primer caso la instalación puede funcionar para refrigeración o para calefacción pero no pueden ser simultáneas. La gran ventaja de la instalación con tres tubos es cuando se necesita disponer simultáneamente de ambientes refrigerados y ambientes calefactados. Con el sistema de tres tubos es posible actuar en cada una de las unidades

terminales de forma individual. Además a la unidad exterior únicamente le llegará el balance global de necesidades. Esto quiere decir que las demandas de signo contrario de las diversas unidades se compensan y la unidad exterior solo debe hacer frente a la resultante de las cargas. Puede llegar el caso de que la demanda de frío sea igual a la de calor, por lo que la unidad exterior no tendría que actuar salvo para el movimiento del refrigerante por las tuberías.



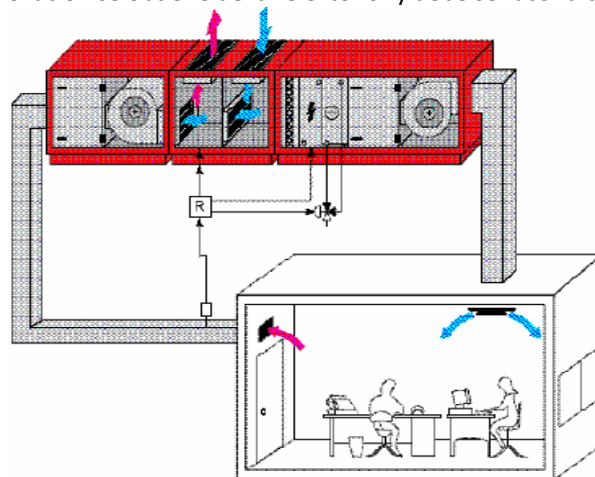
CUESTIÓN. ¿Es posible refrigerar y calentar simultáneamente locales mediante equipos multi-split?

1.5. Sistemas todo aire.

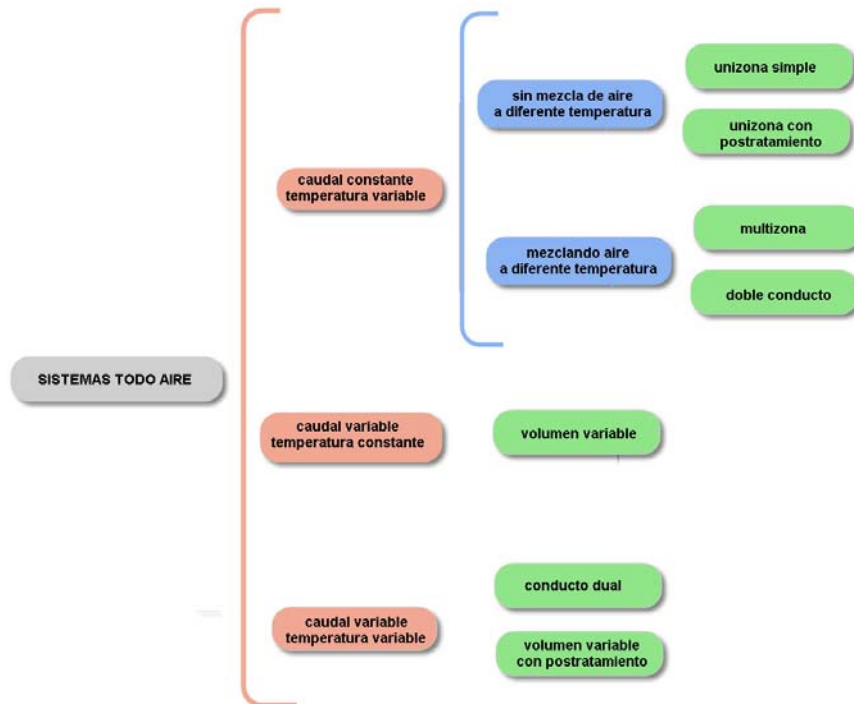
Estos sistemas de climatización se basan en el acondicionamiento de los locales exclusivamente mediante aire aclimatado que se impulsa desde las unidades de tratamiento de aire hasta los terminales. La distribución por los conductos puede hacerse a alta o baja presión; la introducción del aire en los locales se suele realizar a baja velocidad. El aire introducido debe compensar las cargas indeseadas del local, de temperatura, humedad y pureza del aire, para mantenerlo en situación de confort.

Tan importante como la introducción de aire es retirar un caudal equivalente, de forma que no se formen sobrepresiones en los locales. Por lo tanto a cada local llegará un conducto de impulsión y también dispondrá de un conducto de retorno.

Ese aire que se extrae del local en condiciones muy próximas a las de confort no debe ser evacuado al exterior en su totalidad. Sólo una parte se desecha, únicamente la necesaria para asegurar la renovación del aire. Ese aire de renovación se obtiene del aire exterior y debe ser acondicionado.



Dentro del grupo de sistemas todo-aire hay bastantes tipos distintos de instalaciones:



A) SISTEMAS TODO AIRE CAUDAL CONSTANTE TEMPERATURA VARIABLE

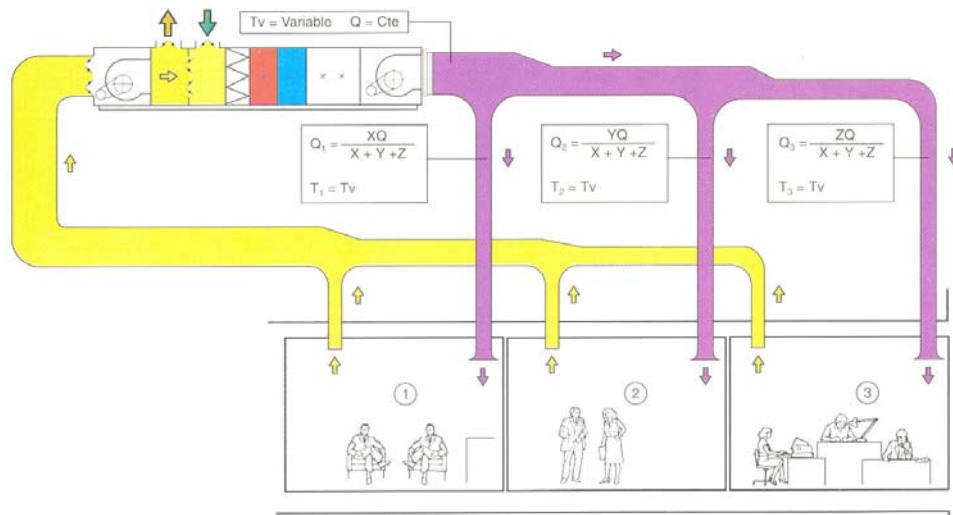
- **Sistema unizona simple.**

Se utiliza para locales que constituyan una única zona higrotérmica. Son instalaciones de bajo costo inicial, mantenimiento centralizado y económico, bajo coste de operación y posibilidad de funcionar con aire exterior (**free-cooling**) en la época marginal.

Se trata de un sistema de caudal constante y de temperatura variable. La regulación de la temperatura se puede hacer actuando sobre la batería de enfriamiento o mediante un by-pass. Para la regulación se utiliza un termostato que mide la temperatura del aire de retorno.

El primer tipo utiliza este valor para regular la potencia frigorífica de la batería de enfriamiento. Esta regulación puede ser todo o nada o puede también ser una regulación proporcional o por etapas

El segundo tipo lo que hace es regular el caudal de aire que atraviesa la batería fría y el caudal de by-pass, actuando sobre un servomotor. En este caso se consigue un mejor control de la humedad relativa.

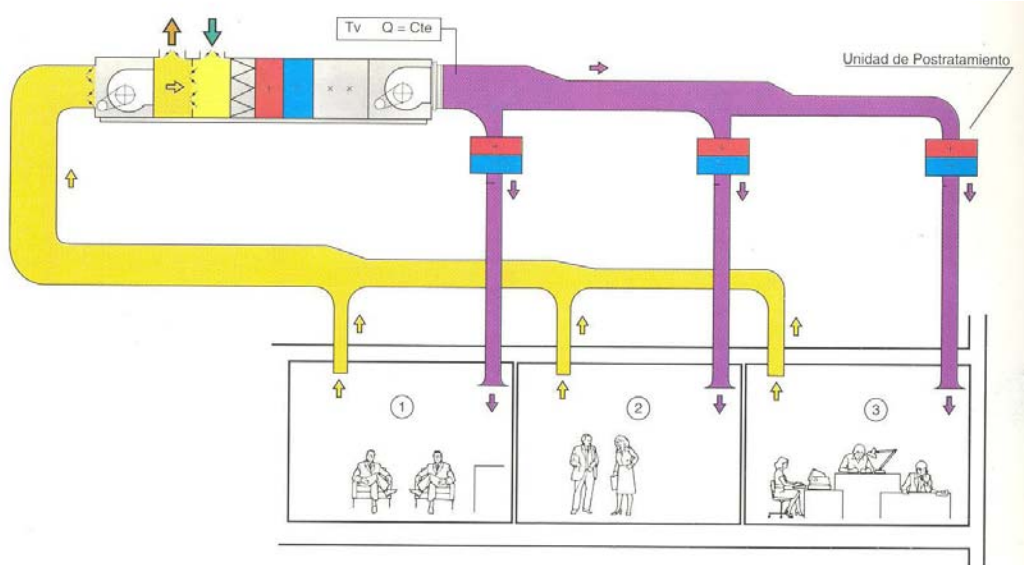


UNIZONA SIMPLE

- **Central unizona con postratamiento local.**

Para instalaciones en edificios grandes con varias zonas higrotérmicas no es económicamente rentable disponer de sistemas unizona distintos para cada una de ellas. En estos casos una posibilidad es realizar en cada zona un tratamiento local. En este sistema, en verano, todo el aire se enfría y deshumidifica. En

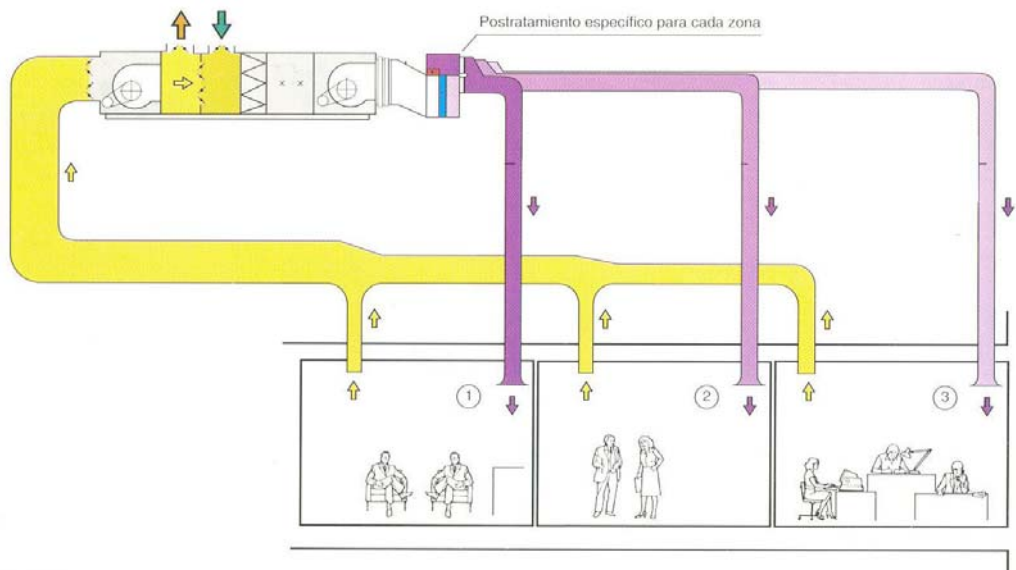
invierno lo que se hace es calentarlo y humidificarlo. Este aire se envía a volumen constante a cada una de las unidades de postratamiento. No se suelen utilizar baterías de postenfriamiento ya que eso supondría la instalación de drenajes para el agua de condensación. Las baterías de esas unidades suelen ser de post calentamiento. Lo que se hace es enviar un aire unos 8 grados por debajo de la temperatura de confort para contrarrestar las cargas térmicas. En verano no se utiliza ningún postratamiento. En invierno ese aire se utiliza para las zonas interiores o soleadas, con carga de refrigeración. En las zonas que necesitan calor ese aire se calienta en las baterías de post calentamiento. Esto va en contra de lo que marca el RITE. (El RITE no admite que para el mantenimiento de las condiciones termohigrométricas de un local se mezclen dos caudales de aire, uno frío y otro caliente o se someta el aire a dos procesos sucesivos de enfriamiento y calentamiento)



CENTRAL UNIZONA CON POSTRATAMIENTO LOCAL

- Sistema multizona.

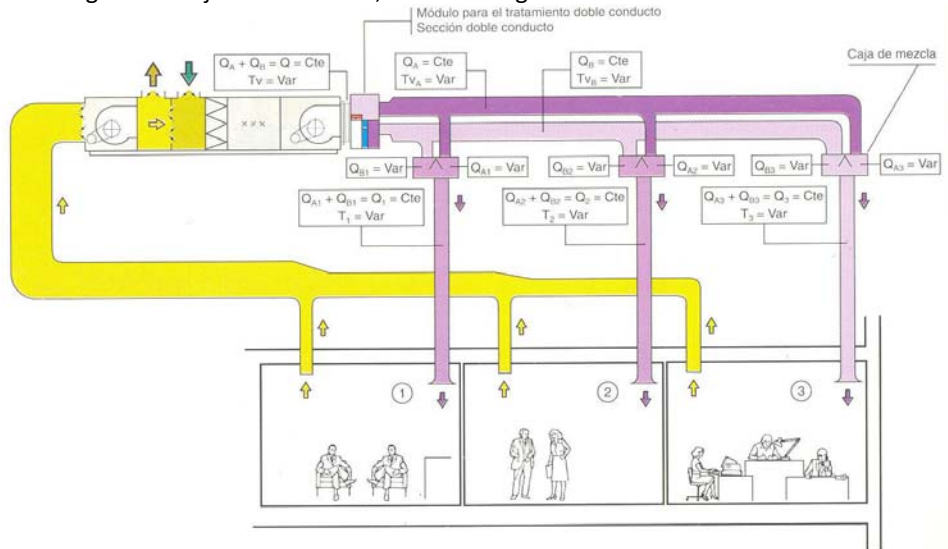
Se trata de un sistema que centraliza la climatización de varias zonas higtotérmicas diferentes. El principio es el de mezclar dos caudales de aire en paralelo por cada zona, uno proveniente de una batería de frío y el otro de una batería de calor que se mezclan adecuadamente para cada zona. A partir de la unidad de tratamiento de aire sale un único conducto para cada zona. Los retornos son comunes. Dado que el RITE prohíbe la mezcla de dos aires de signo distinto no es posible utilizar este sistema con las dos baterías activadas a la vez. Lo que se hace es utilizar la batería de frío para verano dejando la de calor en by-pass. En invierno es a la inversa, se utiliza la batería de calor y se hace by-pass por la de frío. Las baterías se dimensionan para las condiciones más extremas tanto de verano como de invierno. Los locales que tengan una carga menor reciben un aire mezclado,



MULTIZONA

- **Doble conducto**

En este sistema también se mezclan dos caudales para conseguir dar servicio a varias zonas termohigrométricas. A diferencia del caso anterior aquí desde la unidad central parten dos conductos, y la mezcla se hace en unas cajas de mezclas dispuestas para cada zona. La unidad central dispone de sección de tratamiento del doble conducto, con plenums de frío y de calor, que embocan en los conductos que llevan el aire a las cajas mezcladoras. Como en el caso anterior, no es posible la utilización simultánea de aires de distinto signo, por lo que lo habrá que hacer las mezclas con aire neutro, el que pasa por la batería desactivada. La distribución puede hacerse a alta o media presión hasta llegar a las cajas mezcladoras, con el consiguiente ahorro en los diámetros de conducto.



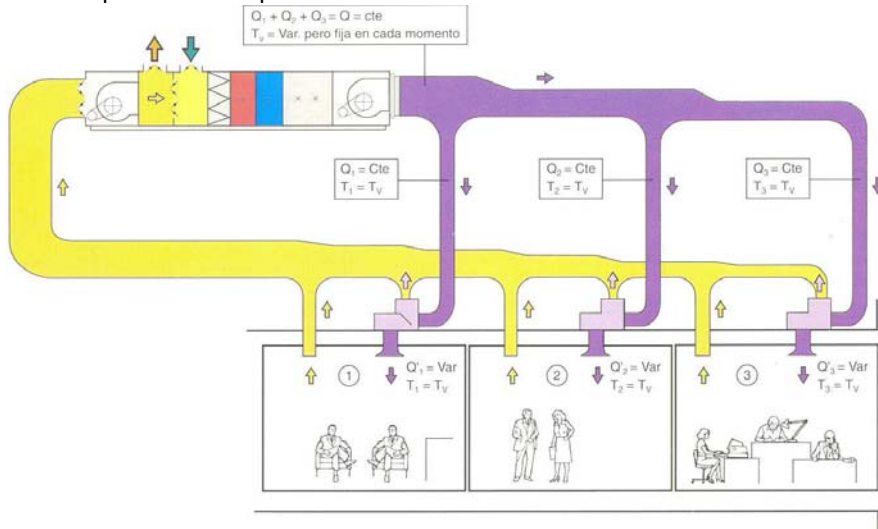
DOBLE CONDUCTO

B) SISTEMAS TODO AIRE CAUDAL VARIABLE TEMPERATURA CONSTANTE

- **Volumen variable**

En este sistema la respuesta a la demanda en cada espacio se establece variando el caudal de aire impulsado. El aire es tratado centralmente y es enviado con las mismas características a todas las zonas. Allí según sea la carga se utilizará más o menos cantidad. El control puede ser individual, en cada uno de los locales, o zonal disponiendo de una unidad de volumen variable montada para varios locales.

Para conseguir regular el aire se suele utilizar principalmente tres métodos, uno es el empleo de compuertas que supongan la suficiente pérdida de carga, el segundo es mediante bypass de parte del aire y la tercera es actuando sobre el ventilador, mediante variadores de velocidad. Los dos primeros son energéticamente poco eficientes ya que los ventiladores tienen que actuar a plena potencia. El tercero adapta la potencia, reduciendo mucho el consumo. Otro punto clave es el equilibrado de la instalación ya que al haber caudales variables las pérdidas de carga también serán variables. Se deben instalar dispositivos de equilibrado.

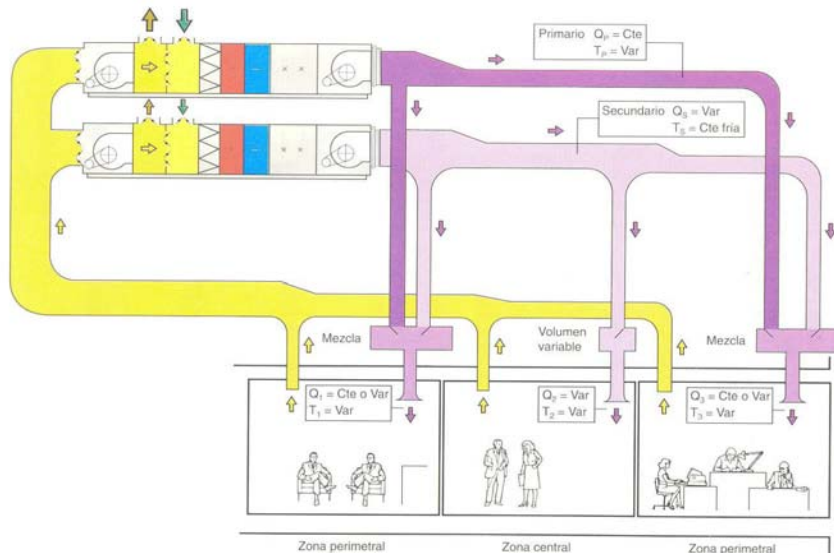


VOLUMEN VARIABLE CON REGULACIÓN DE CAUDAL MEDIANTE COMPUERTAS DE BY-PASS

C) SISTEMAS TODO AIRE CAUDAL VARIABLE TEMPERATURA VARIABLE

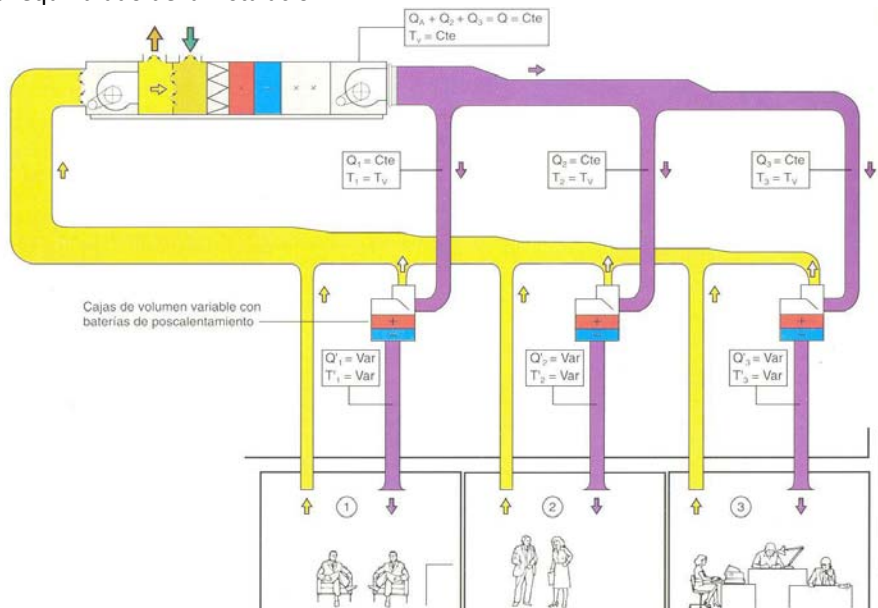
- Conducto dual

El conducto dual emplea dos unidades para el tratamiento de zonas muy diferenciadas. Permite abordar muchas de las posibilidades que se plantean en la climatización de edificios complejos. Cada una de las centrales se utiliza para el tratamiento de aires con distintas funciones. Una de las unidades centrales, que funciona a caudal variable y temperatura constante, asume las cargas positivas tanto en la zona interior como en la perimetral. Debe hacerse cargo de la renovación de aire de la zona interior. Este aire siempre es frío y puede utilizarse el free cooling si las circunstancias térmicas son propicias. La otra unidad central funciona a caudal constante y temperatura variable y se ocupa de la regulación de temperatura y humedad en la zona perimetral. En este caso será aire caliente en invierno y frío en verano. Para utilizar este sistema hay que hacer un estudio de cargas perimetrales e interiores por separado. Con este sistema se puede dar servicio de calefacción y de refrigeración simultáneamente a dos zonas que precisen aire de signo contrario.



- Volumen variable con postratamiento

Este sistema es similar al de volumen variable pero incorpora un tratamiento final del aire en las unidades terminales. La regulación se hace como en el caso anteriormente descrito mediante la variación del caudal de aire, ya sea mediante compuertas, bypass o variación de velocidad del ventilador. Si el caudal de aire es insuficiente para hacer frente a la demanda se pone en marcha una batería en la unidad terminal. Esa batería tiene que ser del mismo signo del aire impulsado por la unidad central. Al ser un sistema de volumen variable habrá que tener en cuenta las consideraciones en cuanto al equilibrado de la instalación.

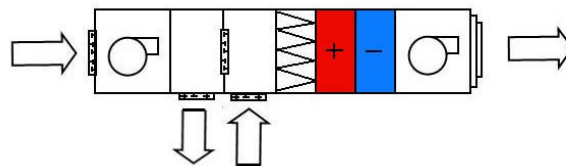


1.6. Unidades de tratamiento de aire (UTA)

Una unidad de tratamiento de aire (UTA) es el equipo en donde podemos darle al aire unas determinadas condiciones de Humedad relativa, Temperatura y calidad del mismo. El climatizador es donde se modifican las condiciones del aire para el tratamiento final de los locales a tratar.



Se trata de una composición modular realizada en base a secciones. Lo que define el tamaño que debe tener el climatizador a instalar, es el caudal de aire. Si la capacidad de paso es limitada generará problemas de ruido y pérdidas por transmisión de calor. La UTA se compone, a manera de un puzzle, de varias secciones.



- Sección envolvente.

Un climatizador puede instalarse a la intemperie o a techo cubierto, para esto lleva una envolvente metálica que cumple la función de dar soporte a los módulos que forman el equipo y de servir de aislamiento térmico y acústico al mismo tiempo. La envolvente incluye un bastidor por secciones, compuesto por perfiles de acero para darle mayor resistencia.

Los perfiles van unidos entre sí por medio de piezas de ensamblaje y tornillos. El cerramiento es de paneles formados por dos chapas de acero galvanizado, y con poliuretano que se coloca en los huecos entre las chapas como aislante térmico.

En el caso que se haga la instalación a la intemperie, debe reforzarse el acabado para evitar daños por inclemencias climáticas. Para mejorar el aislamiento acústico se puede realizar algunas perforaciones a la chapa interior. El climatizador, finalmente, debe colocarse directamente en el suelo con apoyos antivibratorios.

- Sección de entrada de aire.

Se utiliza para la entrada de aire, ya sea exterior o de recirculación. Debe estar en condiciones de ser conectada a un conducto o protegida contra pájaros y disponer de visera anti lluvia. Lleva incorporada una compuerta para la regulación del caudal y de cierre total que puede ser accionada manualmente, o a través de un motor.

Las compuertas pueden ser de dos tipos: con aletas paralelas o en contraposición. Las de aletas paralelas se utilizan para cierre, todo o nada y ocasionan menor pérdida de presión. Las de contraposición son utilizadas para regulación. A mayor longitud de las aletas menor presión soportarán. Por ejemplo, con longitud de 400 mm la presión diferencial máxima es de 340 mm cda., una compuerta de iguales características pero de 2.000 mm de longitud solo soporta 180 mm cda.

- **Sección de ventilación.**

En las UTA, el ventilador más empleado es el centrífugo. Aunque se pueden emplear otros tipos de ventiladores (axiales) sobre todo si se puede hacer una conexión con cambios de sección y de forma suficientemente suave y si, por imposición del espacio disponible o del recorrido, es conveniente separar el ventilador y la UTA.

Dentro de los ventiladores centrífugos, podemos tener álabes curvados hacia delante, radiales y álabes curvados hacia atrás

Es muy importante contemplar debidamente el diseño del acoplamiento entre el ventilador y el conducto. Un mal diseño puede producir unas caídas de presión estática considerables. Cobran también mucha importancia las características constructivas de la UTA: un buen recubrimiento interior de la sección de ventilación, con materiales absorbentes acústicos ayudará a reducir la reverberación y, por tanto el nivel sonoro en el interior de la sección.

- **Sección de filtraje.**

Un buen sistema de aire acondicionado debe ocuparse también de la calidad del aire. La calidad del aire se consigue con un nivel de ventilación adecuado y un correcto filtrado de las partículas contaminantes. El filtrado del aire se realiza mediante filtros de diversos tipos. Los filtros pueden ser, de mayor a menor eficacia de filtrado, los siguientes:

- Filtros planos: están montados verticalmente unos sobre otros, el aire pasa a gran velocidad y por tanto la eficacia del filtrado es baja, aunque suficiente para la mayoría de aplicaciones de confort humano. Son bastante eficaces en lugares donde no hay grandes contaminantes.
- Dependiendo del tipo de manta que use será más o menos eficaz en el filtrado. Puede ser una manta regenerable o de un solo uso.
- Filtros en V: van montados en pliegues con forma de V tumbada. Esto aumenta la superficie de filtrado y la velocidad del aire. Es más eficaz que el filtro plano pero igualmente bajo en eficacia de filtrado.
- Filtros rotativos: la manta filtrante avanza desde un tambor superior a otro inferior. Este movimiento puede ser manual o automático. La automatización se realiza mediante un presostato diferencial que mide presión antes y después del filtro. Cuando la diferencia entre ambas lecturas supera un valor dado, el presostato pone en funcionamiento un motor que arrastra la manta filtrante y presenta una superficie limpia preparada para el filtrado del aire.
- Filtro de bolsa: son muy eficaces, con una gran superficie de filtrado. El aire entra por la boca de la bolsa y es expulsado por la superficie lateral. Para evitar que las bolsas se colmaten conviene colocarles un prefiltro que elimine las impurezas. En este caso la sección es de mayor longitud. En la imagen puedes ver como es un filtro de este tipo.

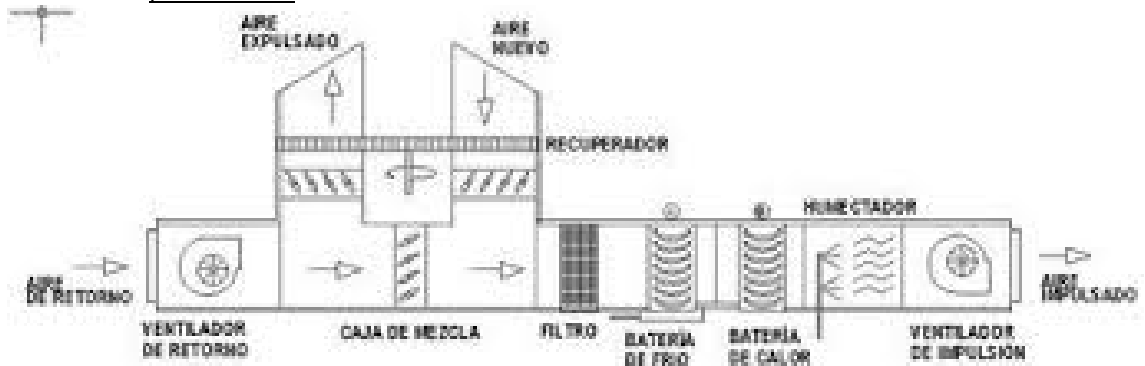


- Filtros absolutos. Estos tienen un grado de filtración del 99,99%. Son utilizados en la climatización de quirófanos, laboratorios o locales donde la exigencia de filtración es muy alta. Están contruidos con pliegues de papel de fibra de vidrio, y deben complementarse con un prefiltro. Suelen ir montados en impulsión del ventilador para disminuir la pérdida de presión que ocasionan al aire.

- **Sección de mezclas.**

Se trata siempre de secciones prácticamente vacías, dotadas de compuertas motorizadas que permiten cumplir diversas funciones:

- Ahorro energético, tomando del exterior mayor proporción de aire (o la totalidad del caudal movido) cuando su entalpía sea más conveniente que la del aire de retorno. Es lo que se denomina como enfriamiento gratuito (free-cooling en inglés).
- Asegurar un caudal mínimo de aire exterior para renovación.
- Impedir la entrada de aire exterior.
- Controlar la presurización de la zona acondicionada.



PARTES DE UNA UTA

- Secciones de humectación

Al utilizar baterías de calefacción reducimos el nivel de humedad relativa del aire lo que disminuye la sensación de confort. Por esta razón es necesario aumentar el contenido de vapor de agua en la corriente de aire tratada.

Para realizar la humectación del aire podemos utilizar el sistema de “paneles higroscópicos” contruidos de celulosa. Son altamente eficaces y de bajo coste operativo. Este sistema consiste en un relleno de celulosa en forma de panel poroso y húmedo, muy semejante a un panel de abejas, abierto a la corriente de aire.

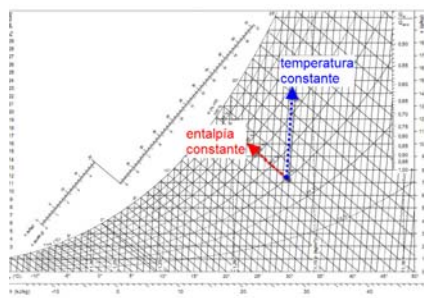
En la parte inferior de la sección hay una bandeja con agua, desde donde se aspira agua con una bomba pequeña, dejándola caer por la parte superior de los paneles, impregnándolos. Al pasar el aire por éstos los va secando, captando agua.

Otra técnica para humectar el aire es el “lavador de aire”. Consiste en pulverizar agua sobre la corriente de aire, utilizando una electrobomba potente con boquillas de pulverización. La pulverización se recomienda hacerla contra la corriente ya que de este modo es más eficaz.

Este sistema tiene el inconveniente de requerir de un separador de gotas a continuación, para evitar el arrastre de agua que pueda corroer las partes metálicas del equipo. Por otra parte requiere de un volumen amplio para la balsa de agua, red de tubos y boquillas, así como de una potente bomba.

“La humectación por vapor” teóricamente es la forma ideal de humectar el aire ya que la afinidad del aire por el vapor de agua es máxima al encontrarse en el mismo estado gaseoso ambos, sin embargo requiere de una gran potencia. Para incrementar de 5 gr. de agua por Kg de aire se requiere del orden de 3 W/Kg, lo que en un climatizador no demasiado grande, por ejemplo 10.000 m³/h, supondría una instalación de unos 35 kW.

Es importante señalar que mientras la humectación por vapor mantiene la temperatura seca del aire, tanto el lavador como los paneles realizan la humectación sobre una línea de entalpía constante (esto supone que la temperatura seca descende).



- **Sección de calentamiento.**

Aquí el aire pasa a través de una batería de calefacción que esta recorrida interiormente por un fluido calefactor, lo que da como resultado un calentamiento sensible del aire. Normalmente se utiliza agua caliente procedente de una caldera, aunque también se puede utilizar aceite térmico, baterías de calefacción por vapor, baterías eléctricas. Otra alternativa es utilizar una batería de expansión directa utilizándose el calor de condensación. Las baterías para agua caliente más comunes son de tubo de cobre con aletas de aluminio. Para altas temperaturas se utilizan baterías de tubo y aletas de acero. En el caso de usar una batería eléctrica, deberá incorporarse un interruptor de flujo de aire y termostato de seguridad. Se recomienda una velocidad de aire de 2 a 3 m /s cuidando que la temperatura del aire una vez pasado por la batería no supere los 45 grados, para garantizar la refrigeración del motor eléctrico instalado corriente arriba.

- **Sección de enfriamiento.**

En este caso el aire hace su recorrido por una batería que contiene un fluido mas frío que el aire, experimentando un enfriamiento y posible deshumidificación si la temperatura superficial de las aletas y la tubería es inferior a la del punto de rocío del aire que circula por el climatizador, condensándose de este modo el vapor de agua sobre las aletas.

Estas baterías se construyen en tubo de cobre y aletas de aluminio o puede ser totalmente de cobre. Los fluidos más utilizados para el enfriamiento son agua fría proveniente de una enfriadora o directamente en el evaporador de una maquina frigorífica.

Como suele haber problemas de formación de agua, estas baterías llevan en su parte inferior material impermeable para la evacuación del agua condensada. Es un aspecto problemático ya que a pesar de la aparente sencillez provoca numerosos problemas. Para paliar estas situaciones se debe de tener en cuenta los siguientes aspectos:

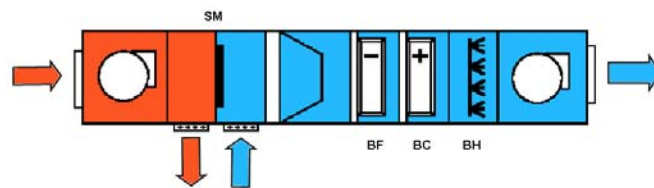
- Respetar el diámetro de la tubería recomendada por el fabricante.
- Al momento de instalar, considerar la pendiente necesaria hacia el conducto de evacuación evitando las acumulaciones de agua.
- Aislar los tubos para evitar condensaciones en las paredes del mismo.
- Instalar un sifón de altura mínima dos veces la depresión existente en la bandeja, para evitar la entrada de aire y permitir la libre evacuación de agua.

- **Otras secciones.**

Existen otros elementos como silenciadores de ruido que se transmite al exterior de la UTA y del ruido transmitido a través de la corriente de aire por las secciones del sistema de climatización. Estos silenciadores se construyen a partir de materiales absorbentes, como la lana de vidrio.

- **Enfriamiento gratuito free-cooling**

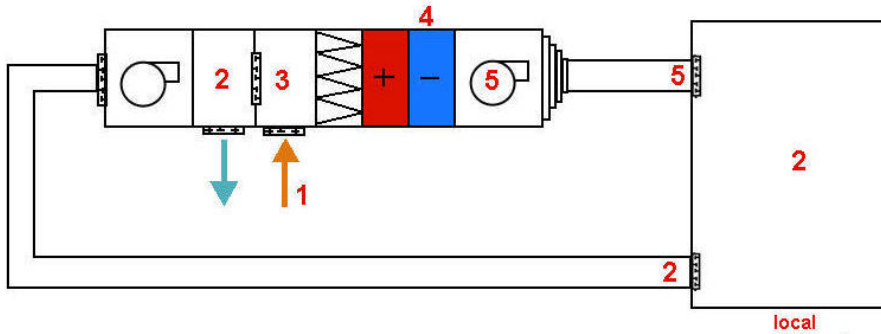
Si las condiciones externas son favorables, la UTA permite la climatización sin hacer un gran gasto energético, simplemente introduciendo aire exterior y expulsando todo el aire de retorno-



La sección de mezclas se compone de 2 secciones vacías, con tres compuertas motorizadas. El controlador de la UTA actúa sobre las tres compuertas utilizando la mejor combinación entre aire recirculado y aire exterior. Cuando las condiciones exteriores son desfavorables introducirá la menor cantidad posible de aire exterior para asegurar la ventilación del local. Pero cuando las condiciones son favorables lo que hace es cerrar la compuerta intermedia y abrir completamente las de aire descartado y aire exterior. Así, el aire interior se renueva completamente y no es necesario utilizar las baterías de tratamiento del aire.

- **Cálculo de la potencia de una UTA.**

Para el cálculo de una instalación de aire acondicionado se debe calcular la potencia frigorífica de la batería que tiene que acondicionar los locales.



En el dibujo previo se representa una UTA que climatiza un local. La numeración corresponde a las distintas etapas por las que pasa el aire.

- El punto **1** es el aire exterior de renovación.
- El punto **2** es el aire interior que retorna por el conducto de retorno y se expulsa, en parte, para renovar el aire.
- El aire **2** que no se ha expulsado se mezcla con el aire **1** exterior dando lugar a una mezcla **3**.
- Esa mezcla **3** se pasa por la batería de frío. Allí, idealmente se podría llegar a un aire **4**, pero la eficacia de esa batería no es el 100%, tiene un factor de by-pass, y lo que realmente se obtiene es un aire **5**.
- Ese aire **5** es el que se introduce en el local para hacer frente a las cargas térmicas.

2. Distribución de aire en los locales.

El aire llega a los locales a través de dispositivos llamados en forma genérica **Unidades Terminales de Impulsión (UTI)**. Pueden tener formas diversas pero todos deben facilitar la llegada del aire tratado y su posterior difusión con el aire del local. Para experimentar sensación de confort necesitamos que el aire tenga cierto grado de humedad y una cierta velocidad de impulsión. Además de las unidades de impulsión en un sistema de aire acondicionado disponemos de unos conductos de retorno. La entrada a estos conductos se hace por medio de **bocas de unidades terminales de extracción**.

2.1 Condiciones de impulsión

El RITE en su instrucción técnica 1.1.4.1 Exigencia de calidad térmica del aire, establece los valores para los parámetros que definen el bienestar térmico, como la temperatura seca del aire y operativa, humedad relativa, temperatura radiante media del recinto, velocidad media del aire y la turbulencia en la zona ocupada.

Para la temperatura y humedad relativa establece unos límites generales que se refieren a una actividad típica de verano o de invierno. Estas condiciones son:

- personas con actividad metabólica sedentaria de 1,2 met,
- con grado de vestimenta de 0,5 clo en verano y 1 clo en invierno (*CLO = unidad que se define como el aislamiento térmico proporcionado por una determinada vestimenta*)
- un PPD (porcentaje de personas insatisfechas) entre el 10 y el 15%,

En estos casos las condiciones serán las que se recogen en la tabla:

Estación	Temperatura operativa °C	Humedad relativa %
Verano	23...25	45...60
Invierno	21...23	40...50

El sistema de distribución de aire debe conseguir que la temperatura en los locales climatizados se mantenga dentro de los límites tolerables. En una habitación se admite una variación de máximo 1°C entre distintos puntos.

En un conjunto de habitaciones situadas dentro de un espacio lo admitido es un máximo de 1,7 °C. Generalmente las diferencias de temperatura se producen más en la época de calefacción que en la de refrigeración, provocando sensación de incomodidad por causa de las corrientes de aire.

Las fluctuaciones de temperatura se notan más que una simple variación, estas fluctuaciones dependen en gran medida del sistema de control de temperatura.

Velocidad del aire

En la siguiente tabla se reflejan las velocidades recomendadas del aire en espacios acondicionados. En este aspecto también influyen las reacciones de los ocupantes a distintas velocidades de aire dentro de una zona ocupada.

Velocidad del aire (m/s)	Reacción	Aplicación Recomendada
0-0,08	Quejas por estancamiento del aire	ninguna
0,12	Proyecto ideal –favorable	Todas las aplicaciones comerciales.
0,12-0,25	Probablemente favorable, pero la máxima velocidad admisible para personas sentadas es 0,25 m/s aproximadamente.	Todas las aplicaciones comerciales.
0,35	Desfavorable, los papeles ligeros colocados en las mesas son insuflados.	No hay registro.
0,4	Límite máximo para personas que se desplazan lentamente –favorable	Velocidades más altas de acondicionamiento.
0,40-1,50	Instalaciones de acondicionamiento de aire de alguna: fabricas-desfavorable.	Velocidades más altas de acondicionamiento para refrigeración de punto o localizada.

La velocidad a través de las rejillas de retorno depende de la pérdida de presión estática admisible y el efecto sobre los ocupantes o materiales de construcción del recinto.

Para determinar la pérdida de carga, los cálculos deben estar basados en la velocidad libre a través de la rejilla, y no en la velocidad frontal, ya que el coeficiente de orificio es aproximadamente de 0,7.

La siguiente tabla muestra las **velocidades** recomendadas para las **rejillas de retorno**:

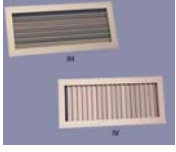
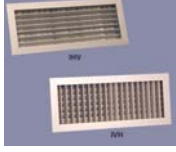
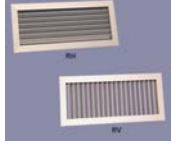


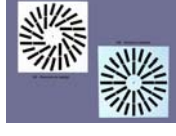
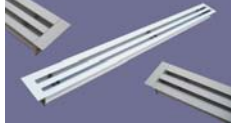

Colocación de la rejilla	Velocidad (m/s)
Locales comerciales	
Por encima de zonas ocupadas	4 o mas
Dentro de zona ocupada, no cerca de asientos	3-4
Dentro de zona ocupada , cerca de asientos	2-3
Locales industriales	4 o mas
Locales residenciales	2

Manual de climatización muy completo sobre estos aspectos.

http://www.airflow.es/media/manual_difusion.pdf

2.2 Distribución del aire

Hay muchos tipos de bocas de aire. En las imágenes siguientes se reflejan algunas de ellas:

			
rejilla simple	rejilla doble deflexión	rejilla de retorno	difusor de conos fijos
			
difusor de conos regulables	difusor rotacional	difusor lineal	tobera

- El primer grupo lo componen las **rejillas**. Disponen de unos elementos móviles que permiten corregir la forma y dirección de los chorros de aire. Pueden ser sencillas, tanto en vertical como en horizontal o de doble deflexión. Otro tipo de rejillas son las de retorno. En este caso su función consiste en aislar el conducto del local, evitando el paso de cuerpos extraños.

- Los **difusores** son bocas con varios separadores que dividen la masa de aire y la ralentizan desde la propia boca. Esto provoca una mayor superficie de contacto con el aire del local, lo que aumenta la inducción. Esa ralentización del aire permite también que la velocidad en el conducto sea mayor que en el caso anterior. Los difusores pueden ser de diversas formas. Lo más habitual es que sean circulares, pero también los hay cuadrados. Pueden ser de conos fijos o de conos regulables, lo que nos permite adaptar la difusión del aire.

Los difusores rotacionales constituyen una innovación importante en comparación con los difusores circulares tradicionales, especialmente en lo concerniente a su alta capacidad de inducción. La turbulencia rotacional producida, provoca una rápida mezcla del aire impulsado con el inducido, y al mismo tiempo consigue una rápida mezcla de temperaturas, acortando considerablemente el alcance de las venas de aire.

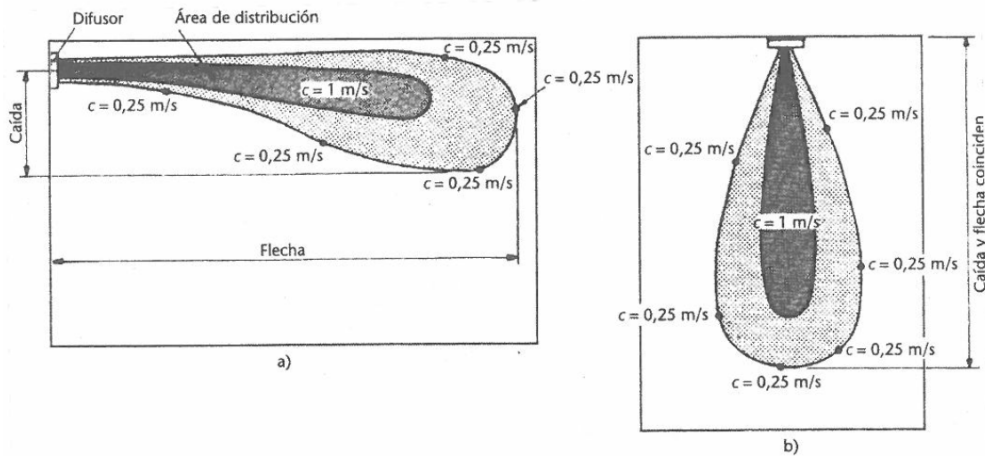
Los difusores lineales combinan la estética con las prestaciones técnicas. Su montaje se realiza en falsos techos o suspendidos del techo. Posibilitan la formación de líneas continuas de difusor, con zonas activas e inactivas, sin romper la uniformidad estética del conjunto. Mediante la regulación de sus aletas, orientables individualmente, se puede obtener una distribución horizontal del aire en una u otra dirección o una proyección vertical del mismo sin modificar el volumen del aire.

- Las **toberas** se utilizan para lanzar aire a gran velocidad con una pérdida de carga reducida. Se consigue una gran alcance y una gran inducción. Son adecuadas para grandes superficies.

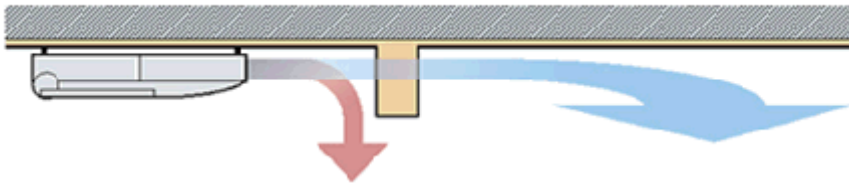
A la hora de seleccionar la boca de aire adecuada debes tener en cuenta los siguientes parámetros:

- **Alcance o flecha:** Es la distancia horizontal que recorre una corriente de aire desde su boca de salida hasta un punto donde la velocidad del aire alcanza un valor de 0.25 m/s a 2,1 metros por encima del suelo. Depende de la velocidad del aire primario a la salida de la boca.
- **Caída:** es la distancia vertical que se desplaza el aire desde la boca de salida hasta el final de su trayectoria de propulsión.
- **Inducción:** Es el arrastre de aire procedente del espacio a acondicionar por el aire impulsado por la boca. Depende de la velocidad del aire de impulsión. El aire de impulsión se denomina primario, mientras que el aire que será aspirado y arrastrado a lo largo de la trayectoria del aire primario se llama secundario. La corriente total, formada por la mezcla, se denomina aire total. La pérdida de velocidad del aire depende de la relación de inducción por lo que cuanto mayor sea ésta menor será el alcance. Si disponemos de dos bocas de salida con la misma área, la de mayor perímetro tiene mayor inducción y, por tanto, su alcance es más corto.

- **Dispersión:** Es el ángulo de divergencia de la corriente de aire después de salir de la boca de impulsión. Hay una dispersión en el plano horizontal y otra en el plano vertical. Una boca de salida sin ninguna rejilla que haga convergir o divergir el flujo produce una dispersión de unos 20°. El tipo y la forma de la boca de impulsión hacen variar este ángulo, pero lo habitual son valores entre 15° y 25°.



A la hora de diseñar un sistema de difusores es necesario tener en cuenta un efecto aerodinámico llamado **efecto Coanda**.



CUESTIÓN. Busca información sobre como influye el Efecto Coanda en la distribución del aire.

2.3 Selección de difusores.

Las instalaciones en las que se emplean difusores de techo dan lugar, normalmente, a menos quejas por corrientes de aire que las que emplean bocas de salida en paredes laterales. Para evitar corrientes de aire molestas, deben ser tenidas en cuenta las siguientes recomendaciones.

- **Alcance.** Elegir difusores de techo de alcance moderado, generalmente menor o igual al 75% del valor indicado en las tablas. Una distancia de propulsión excesiva puede plantear problemas en muchas instalaciones, lo que no suele ocurrir con distancias cortas.
- **Pérdidas de carga.** La mayoría de las tablas de especificación indican la pérdida de carga a través de la rejilla únicamente, sin incluir la presión necesaria para expulsar el aire del conducto e introducirlo en la habitación a través del cuello y la rejilla. Conviene, pues, hacer un cuidadoso estudio de las pérdidas de carga y aplicar un factor de seguridad.
- **Limitación de ruido.** Un buen criterio para cumplir con los niveles de ruido aceptables es seguir las recomendaciones de velocidades de salida de la tabla siguiente, que proporcionan niveles de ruido aceptables para varias aplicaciones.



Velocidades recomendadas para la impulsión en locales:

Aplicación	Velocidad (m/s)
Estudios de radiodifusión	1.5 ÷ 2.5
Residencias, apartamentos	2.5 ÷ 4
Dormitorios (hotel)	2.5 ÷ 4
Teatros	2.5 ÷ 4
Oficinas particulares	2.5 ÷ 4
Salas de cine	5
Oficinas públicas	5 ÷ 6.5
Almacenes comerciales	7.5 ÷ 10