

Instalaciones de Aire Acondicionado

Las transparencias son el material de apoyo del profesor para impartir la clase. No son apuntes de la asignatura. Al alumno le pueden servir como guía para recopilar información (libros, ...) y elaborar sus propios apuntes

Departamento: Ingeniería Eléctrica y Energética
Area: Máquinas y Motores Térmicos

CARLOS J RENEDO renedoc@unican.es

Despachos: ETSN 236 / ETSIIT S-3 28

<http://personales.unican.es/renedoc/index.htm>

Tlfn: ETSN 942 20 13 44 / ETSIIT 942 20 13 82

1

- 1.- Introducción
 - 2.- Producción de Frío; Enfriadoras
 - 3.- Bombas de Calor
 - 4.- Tipos de Instalaciones
 - 4.1.- Instalaciones Todo Aire
 - 4.2.- Instalaciones Aire Agua
 - 4.3.- Instalaciones Todo Agua
 - 4.4.- Instalaciones de Expansión Directa
 - 5.- Eficiencia Energética
 - 6.- Comparativa de Sistemas
 - 7.- District Heating y District Cooling
 - 8.- LIDER y CALENER
- Bibliografía

2

• Calefacción

Control de la T^a en “invierno”
Calentamiento del aire



• Refrigeración

Control de la T^a en “verano”
Enfriamiento del aire



• Climatización

Control de las condiciones del aire

- Temperatura
- Humedad
- Calidad del aire
- Velocidad

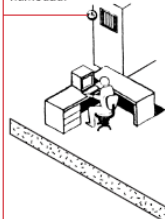


3

Causas de mala IAQ (Indoor Air Quality)

AIRE ACONDICIONADO

En los conductos interiores puede desarrollarse la bacteria Legionella, a causa del exceso de humedad.



En contacto con el ser humano, la bacteria puede producir desde neumonitis infecciosa hasta la muerte. No debe existir ninguna

MALA VENTILACION

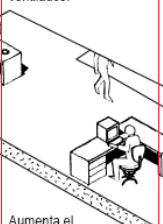
No ventilar los ambientes produce dióxido de carbono.



Puede causar efectos depresores sobre el sistema nervioso central.

HUMO DE CIGARRILLO

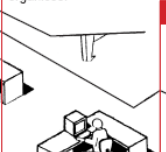
Las concentraciones más altas de nicotina se dan en los ambientes mal ventilados.



Aumenta el riesgo en las enfermedades coronarias. Posibles efectos cancerígenos. También afecta a los fumadores pasivos

MUEBLES, ALFOMBRAS

El pegamento, los barnices y pinturas pueden liberar en el aire compuestos volátiles orgánicos.



Produce irritaciones en la vista, mareos y dificultades en la respiración. Se aconseja no superar 0,03 parte por millón.

ACUMULACION DE PAPEL

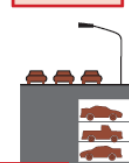
Libera formaldehído, el más peligroso de los compuestos volátiles orgánicos.



Si supera 1 miligaus puede producir liberación de radicales libres, una alteración de oxidación en el colesterol LDL que promueve arteriosclerosis y envejecimiento

En la actualidad los edificios de oficinas se conciben con criterios herméticos, con paredes y ventanas selladas.

Muchos tienen deficiente ventilación



Algunas computadoras que no funcionan correctamente producen excesiva radiación electromagnética

COMPUTADORAS

Los daños en la salud dependen del tipo de bacteria u hongo.



Además de los contaminantes internos, también están los del exterior.

Monóxido de carbono

Producido por los autos de la calle y de los estacionamientos

Ruido

Si no está bien aislado tiene incidencia en los pisos inferiores

Radón

Concentraciones bacterianas. Para no favorecer su formación se recomienda no superar el 75% de humedad ambiente.

BAÑOS

Los daños en la salud dependen del tipo de bacteria u hongo.

4

Composición del aire limpio (1,2 kg/m³, a 0 °C y 760 mm Hg)

Componente	Símb.	% Volumen	% Peso	Contenido en el aire (g/m ³)	Peso específico (g/m ³)
Nitrógeno	N ₂	78.08	75.518	976.3	1.2504
Oxígeno	O ₂	20.94	23.128	299	1.428
Argón	Ar	0.0934	1.287	0.1665	1.7826
Dióxido de Carbono	CO ₂	0.00315	0.46	0.0062	1.964
Otros		0.0145	0.0178	0.0023	
Totales		100	100	1292.8	

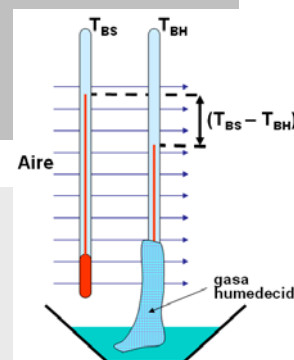
El aire puede presentar **contaminantes** que pueden tener gran incidencia sobre la salud o el confort

- | | | |
|--------------|----------|-----------|
| - calor | - gases | - polvo |
| - vapor | - humo | - pelusas |
| - movimiento | - olores | - ruido |

5

PSICROMETRÍA: propiedades de la mezcla aire-vapor (5 a 10 gr/kg a.s.)

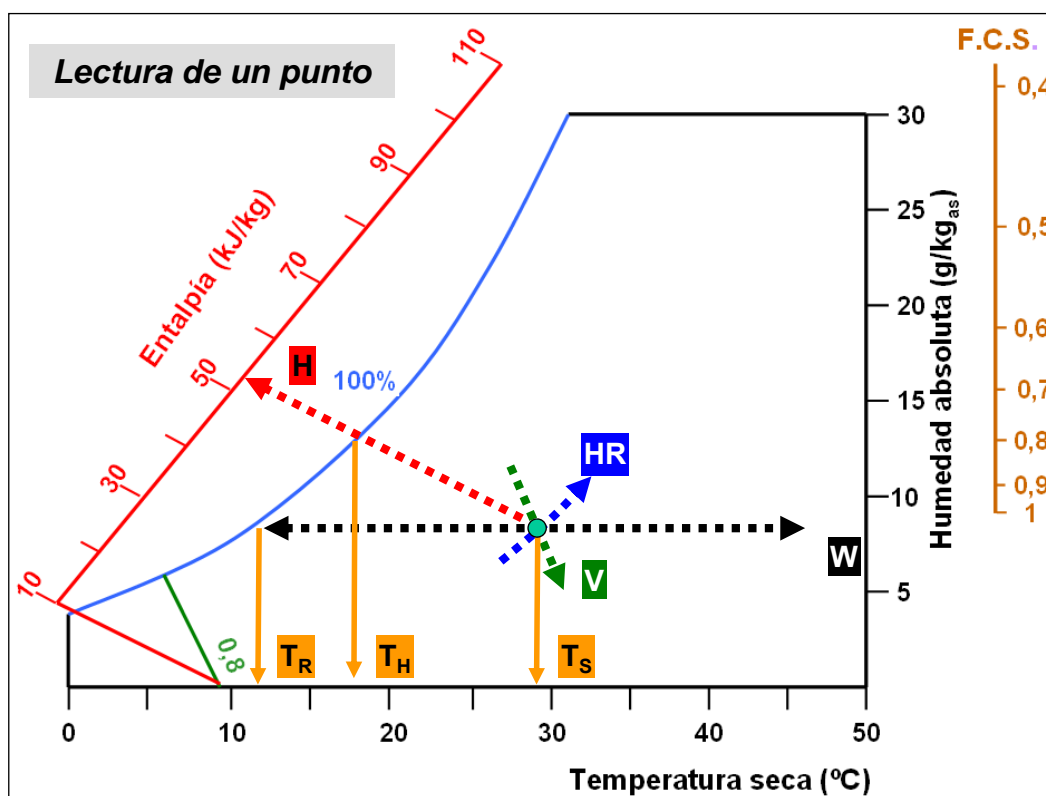
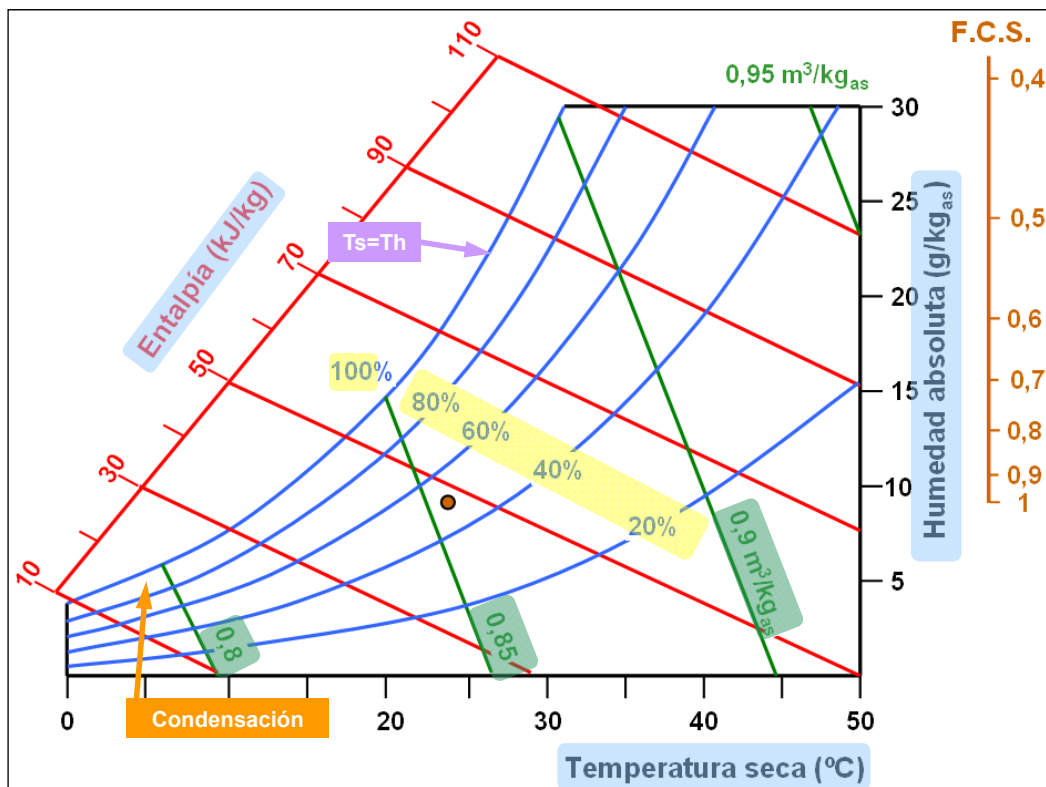
- El volumen específico (kg/m³)
- El calor específico
- La entalpía (temperatura y humedad)



Se establecen unas **definiciones**:

- Temperatura seca, Ts, (termómetro normal)
- T de bulbo húmedo, Th (bulbo sumergido en agua)
- Humedad específica, W (gr/kg a.s.)
- Humedad relativa (HR, % sobre la humedad de saturación)
- Aire saturado (100% humedad, Ts = Th)
- Saturación adiabática (saturar sin aporte de calor)
- Temperatura de rocío (T^a a la cual condensa la humedad)

6



Ventilación: renovación del aire, requerimientos por ocupación

Tipos de ventilación:

- **Natural** (difícil regulación, zonas no accesibles)
- **Forzada** (consume energía, permite presurizar, ruido)

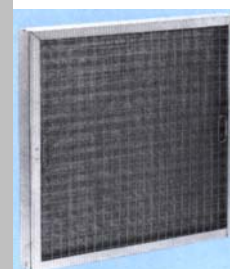
La norma **UNE 100-011-91** fija caudales mínimos en función de la ocupación del local y del número de personas o de los m²

Los catálogos de fabricantes de ventiladores suelen incluir tablas

Tipo de local	Por persona /h	Por m ² /h
Bares	12	12
Gimnasios	12	4
Salas de reuniones	10	5
Supermercados	8	1,5

Filtración de Aire: eliminar impurezas, olores, ...

- Filtros de partículas
- Filtros de gases y vapores (filtro de carbón activo)
- Equipos de ionización (destruyen microorganismos y aglomeran partículas)
- Filtros de agua
- Equipos de ozono



Clase de Filtro	Valor Global		Valor Local	
	Eficacia (%)	Penetración (%)	Eficacia (%)	Penetración (%)
H10	85	15	-	-
H11	95	5	-	-
H12	99,5	0,5	-	-
H13	99,95	0,05	99,97	0,25
H14	99,995	0,005	99,975	0,025
U15	99,9995	0,0005	99,9975	0,0025
U16	99,99995	0,00005	99,99975	0,00025
U17	99,999995	0,000005	99,99999	0,0001



El aire tiene **carga térmica** sensible (T) y carga latente (HR)

- Calor generado por las personas
- Calor ganado/perdido por los cerramientos
- Calor introducido por máquinas (iluminación, ordenadores, ...)
- Carga térmica del aire de renovación
- Humedad introducida por las personas
- Humedad añadida por procesos productivos, corrientes de agua, ...

Para compensar las carga térmicas sensibles y latentes del local, el sistema de aire acondicionado tiene que impulsar aire en condiciones diferentes a las del local

El Confort humano requiere equilibrio térmico

El hombre es una “máquina térmica”: genera calor

Existe equilibrio térmico con el entorno: el calor generado se ha de disipar “sin asimetrías”

Calor se transmite por:

- Conducción
- Convección (aire)
- Radiación (cerramientos)
- Evaporación: respiración, sudoración y difusión, siempre perdida de calor

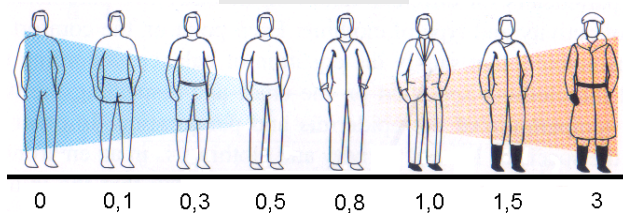


Voto Medio Previsto (VMP)

Estadísticas, voto entre -3 y +3
Tabulado en f(met, clo, T, HR y v)

-3	-2	-1	0	+1	+2	+3
Cold	Cool	Slightly cool	Neutral	Slightly warm	Warm	Hot

Ropa: clo

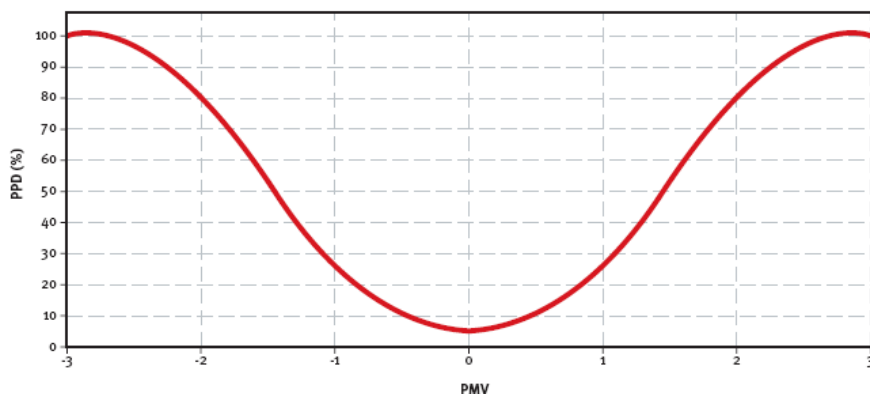


PMV	Ropa (clo)	T _{aire} (°C)	Velocidad del aire (m/s)		
			0,1	0,15	0,2
1 met	0,5	24	-0,74	-0,95	-1,11
		25	-0,38	-0,56	-0,71
		26	-0,01	-0,18	-0,31
	1,0	24	0,2	0,1	0,02
		25	0,48	0,38	0,31
		26	0,75	0,66	0,60
1,5	24	0,74	0,68	0,63	
	26	1,18	1,13	1,09	
	28	1,62	1,58	1,56	

Porcentaje de Personas Insatisfechas (PPI)

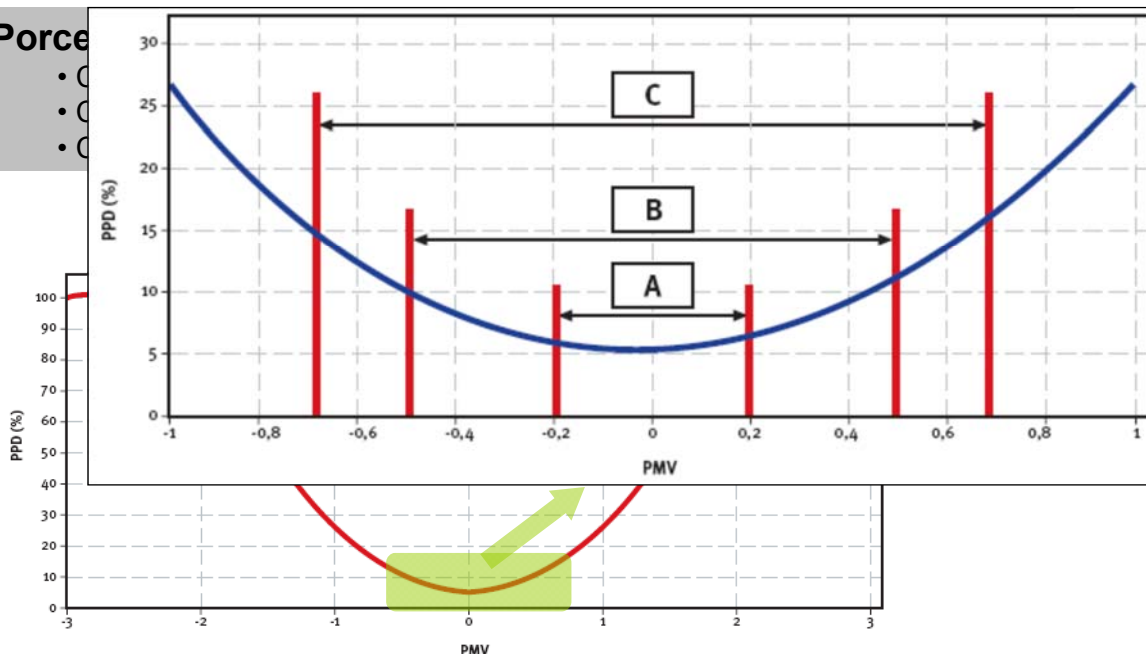
- Categoría A, con un PPI < 6%,
- Categoría B, con un PPI < 10%
- Categoría C, con un PPI < 15%

$$PPD = 100 - 95 e^{-0,03353 PMV^4 + 0,2178 PMV^2}$$



P. O. Fanger

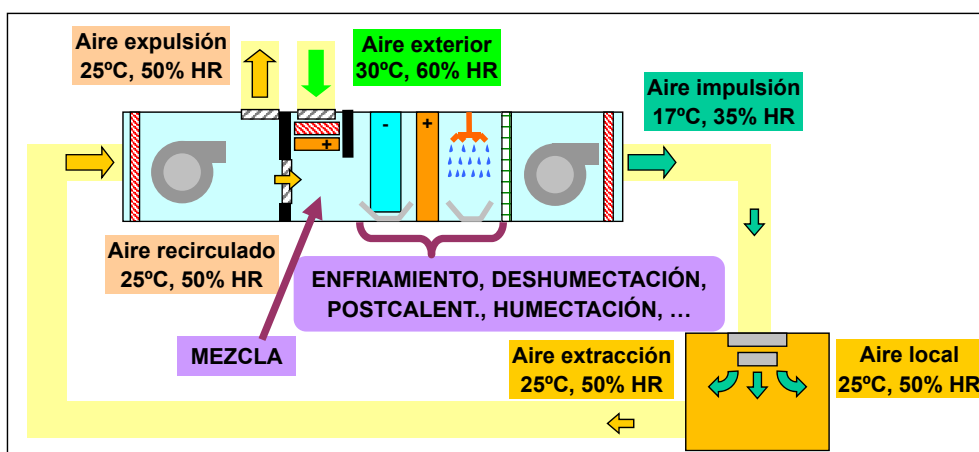
Porcentaje



15

En un **Climatizador** hay que:

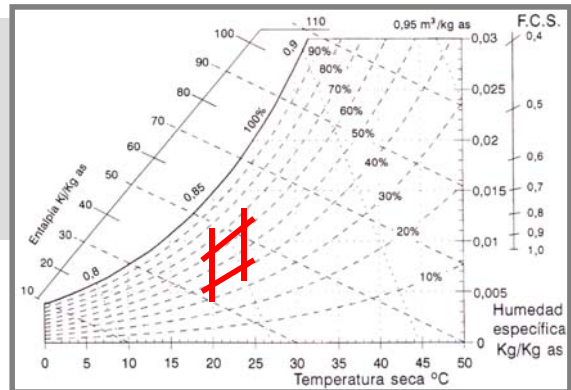
- Mezclar aire exterior con aire de recirculación
- Enfriar aire
- Deshumectar aire
- Calentar aire
- Humectar aire



16

- Confort**

RITE 23-25°C, 45-60%; 0,13 a 0,18 m/s
 21-23°C, 40-50%; 0,11 a 0,16 m/s
 UNE 100-011-91 (ventilación)
 Casos especiales



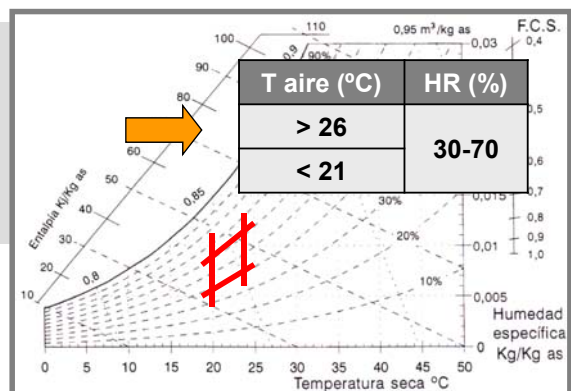
Máxima carga		Mes	C	Hora	15	Verano	(W/at/h)	Sensible	(W/at/h)	Latente	(W/at/h)	Invierno	(W/at/h)
14.0 m ²	MUROS EXTERIORES					56		56				25.7	
2.0 m ²	CRISTALES EXTERIORES					706		706				162	
0.0 m ²	PAREDES INTERIORES					0		0				0	
13.6 m ²	TECHOS					93		93				231	
0.0 m ²	CLARABOYAS					0		0				0	
13.6 m ²	SUELO					93		93				231	
TOTAL CARGAS ESTRUCTURALES						958		958				892	
100 m ³	AIRE		3.2	se/h		749		157		552		753	
3	PERSONAS		0.2	pu/m ²		393		213		180			
0.41 kW	LUCES		30	W/m ²		320		320					
0.00 HP	MOTORES ELECTRICOS					0		0					
	OTRAS CARGAS					0		0					
TOTAL CARGAS INTERNAS						1 470		638		772		753	
CARGAS TOTALES						2 428		1 636		772		1 645	

- Cálculo de la carga térmica**

Condiciones exteriores
 Condiciones interiores
 Epidermis edificio
 Ocupación

- Confort**

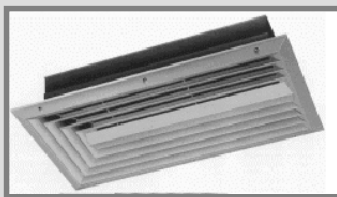
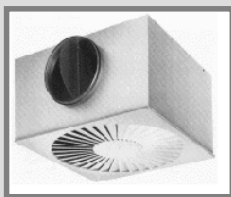
RITE 23-25°C, 45-60%; 0,13 a 0,18 m/s
 21-23°C, 40-50%; 0,11 a 0,16 m/s
 UNE 100-011-91 (ventilación)
 Casos especiales



Máxima carga		Mes	C	Hora	15	Verano	(W/at/h)	Sensible	(W/at/h)	Latente	(W/at/h)	Invierno	(W/at/h)
14.0 m ²	MUROS EXTERIORES					56		56				25.7	
2.0 m ²	CRISTALES EXTERIORES					706		706				162	
0.0 m ²	PAREDES INTERIORES					0		0				0	
13.6 m ²	TECHOS					93		93				231	
0.0 m ²	CLARABOYAS					0		0				0	
13.6 m ²	SUELO					93		93				231	
TOTAL CARGAS ESTRUCTURALES						958		958				892	
100 m ³	AIRE		3.2	se/h		749		157		552		753	
3	PERSONAS		0.2	pu/m ²		393		213		180			
0.41 kW	LUCES		30	W/m ²		320		320					
0.00 HP	MOTORES ELECTRICOS					0		0					
	OTRAS CARGAS					0		0					
TOTAL CARGAS INTERNAS						1 470		638		772		753	
CARGAS TOTALES						2 428		1 636		772		1 645	

- Cálculo de la carga térmica**

Condiciones exteriores
 Condiciones interiores
 Epidermis edificio
 Ocupación

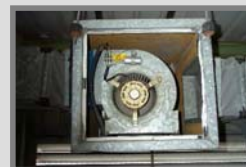


- **Difusión**

Zona ocupada
Velocidad del aire
Orientación
Mezcla/Laminar/Desplazamiento

- **Distribución de aire**

Toma de aire
Filtros
Conductos
Ventiladores ...



Zona	Forma	Columna	Zona Sala	Zona Sala	ALTO	ALTO	Resultado
1	1	1.0 FIBRA + ALUMINIO	1.0	450	150	150	Resultado: 1150 m ³ /h
2	2	1.0 FIBRA + ALUMINIO	1.0 ALON COMEDOR	250	150	150	Caudal: 5.4 m ³ /s
3	3	1.0 FIBRA + ALUMINIO	0.0	200	150	150	V: 5.4 m/s
4	4	2.0 FIBRA + ALUMINIO	2.0	0.4	150	150	P: 0.0716 mca
5	5	2.0 FIBRA + ALUMINIO	1.0	250	150	150	Q: 274 mm
6	6	1.0 FIBRA + ALUMINIO	1.0	0.3	150	150	L: 0.30 m
7	7	1.0 FIBRA + ALUMINIO	0.0	0.2	150	150	Sat: 0.0 m ²
8	8	1.0 FIBRA + ALUMINIO	1.0	0.2	150	150	
9	9	1.0 FIBRA + ALUMINIO	1.0	0.1	150	150	

- **Cálculo de conductos y selección de ventiladores**



- **Distribución de agua**

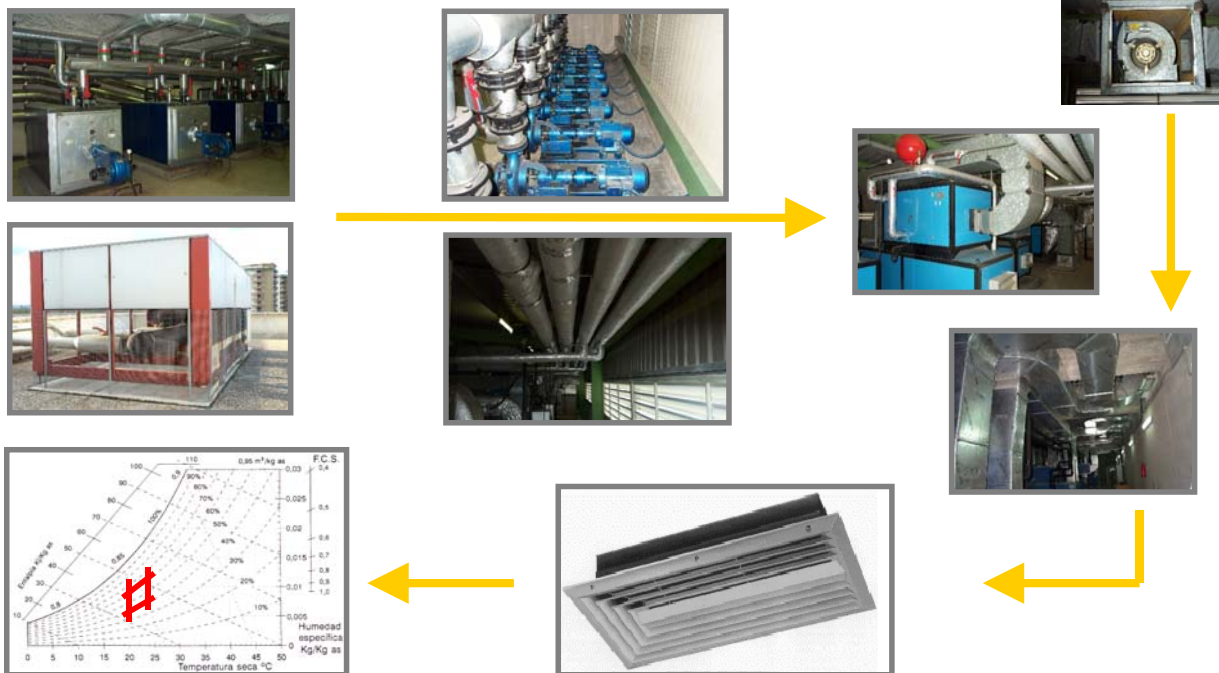
Bombas
Tuberías
Vasos de expansión ...

- **Cálculo de tuberías y selección de bombas**

Nodo	Nodo	Longitud	Diámetro	Caudal	Pérdida	Vel. Agua	Velocidad	Long. Eq.	g
1	2	1.0	0.1	0.0	0.00	0.00	0.00	1.0	
2	3	0.5	0.1	0.0	0.00	0.00	0.00	0.5	
3	4	0.5	0.1	0.0	0.00	0.00	0.00	0.5	
4	5	1.0	0.1	0.0	0.00	0.00	0.00	1.0	
5	6	0.5	0.1	0.0	0.00	0.00	0.00	0.5	
6	7	0.5	0.1	0.0	0.00	0.00	0.00	0.5	
7	8	0.5	0.1	0.0	0.00	0.00	0.00	0.5	
8	9	0.5	0.1	0.0	0.00	0.00	0.00	0.5	
9	10	0.5	0.1	0.0	0.00	0.00	0.00	0.5	



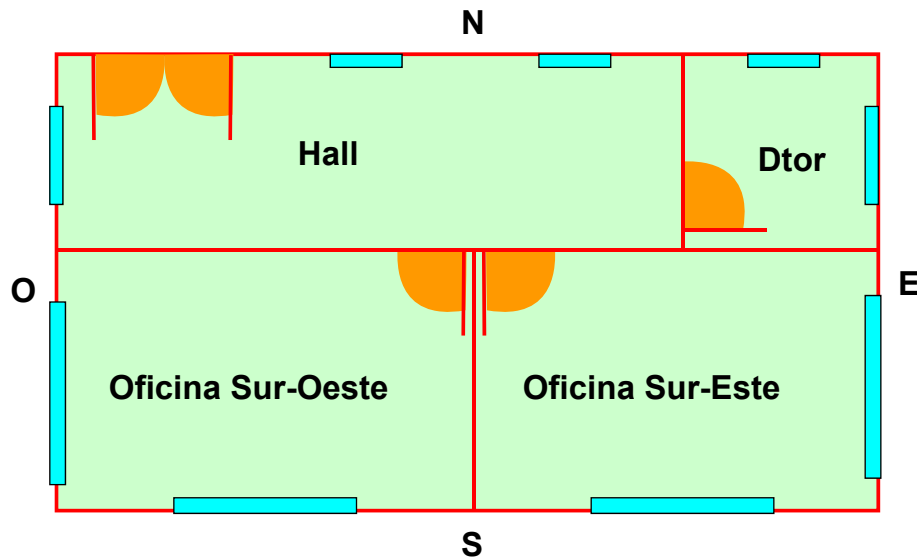
- **Producción térmica**
Servicios auxiliares ...



- **Local:** cada uno de los espacios climatizados
- **Zona:** conjunto de locales servidos por un climatizador
- **Edificio:** conjunto de zonas servidas por una sala de máquinas

- **Carga térmica de un local**
Dimensionar los servicios del local (conductos, difusores, tuberías, ...)
- **Carga térmica de una zona: máximo simultáneo de los locales**
Dimensionar la climatizadora
- **Carga térmica de un edificio: máximo simultáneo**
Dimensionar la sala de máquinas

Para dimensionar correctamente hay que conocer la carga horaria

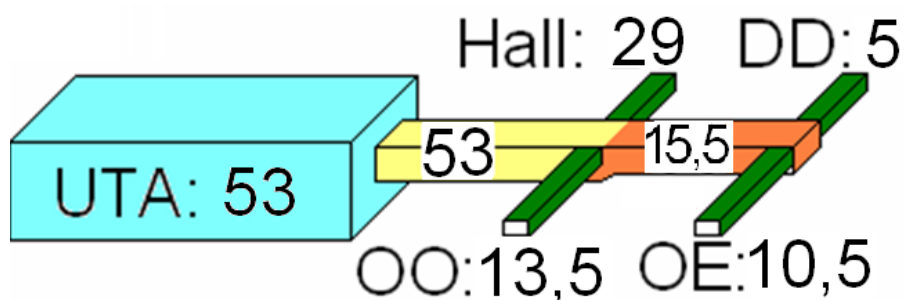


	Hall	Dtor	O E	O O
Max	29.000	5.000	10.500	13.500
TOT	58.000			

	9:00	11:00	13:00	15:00	17:00
Hall	20.000	23.000	25.000	27.000	29.000
Dtor	4.000	5.000	4.000	3.500	2.500
O E	8.000	9.000	10.000	10.500	0
O O	8.000	9.000	10.000	12.000	13.500
TOT	40.000	46.000	49.000	53.000	45.000

Climatizador único para los 4 locales de 53.000
 Servicios del Hall de 29.000
 Servicios D. Dtor 5.000
 Servicios O E 10.500
 Servicios O O 13.500

	MAX	15:00
Hall	29.000	27.000
Dtor	5.000	3.500
OE	10.500	10.500
OO	13.500	12.000
TOT	58.000	53.000



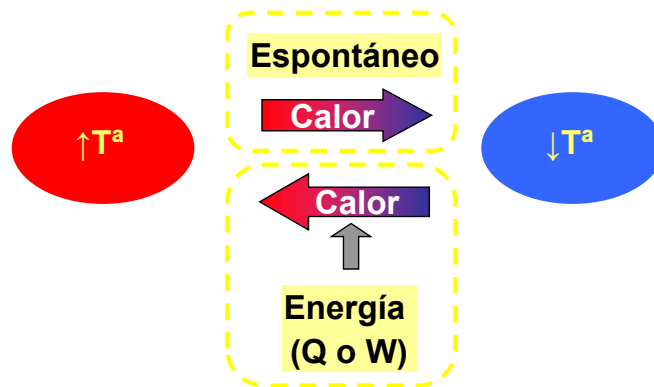
Efecto similar entre climatizadores y enfriadoras y/o calderas

“La Energía ni se crea ni se destruye”

“El Calor es Energía”

¿Podemos hacer Frío?

NO, sólo podemos extraer calor



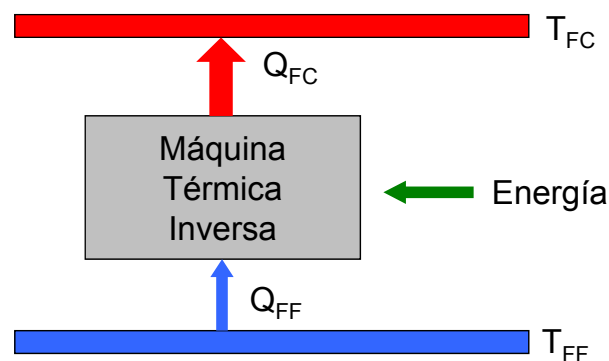
La “**Producción de Frío**”:

- Se realiza en las “Máquinas Térmicas Inversas”
- Interviene un fluido, refrigerante, que sufre una serie de transformaciones termodinámicas

27

En una Máquina Térmica Inversa:

- Se comunica energía a la máquina, W
- Se extrae calor, Q_{FF} de un foco térmico a baja temperatura, T_{FF}
- Se cede calor, Q_{FC} , a un foco a mayor temperatura, T_{FC} , típicamente es el aire ambiente, el agua de un río,



28

El ciclo de **frío por compresión**:

- Cada refrigerante tiene un diagrama con sus propiedades termodinámicas
- Basado en los cambios de estado (líquido-vapor y vapor-líquido) del refrigerante
 T de cambio de estado = $f(p)$ (si $p \downarrow$ la $T \downarrow$, si $p \uparrow$ la $T \uparrow$)

AGUA



P (atm)	T (°C)
1	100
2	120
3	133

Altitud (m.s.n.m.)	P (atm)	T (°C)
0	1	100
935	0,9	96,7
1.880	0,8	93,5
2.900	0,7	90
4.105	0,6	86
5.510	0,5	81,3

31

El ciclo de **frío por compresión**:

- Cada refrigerante tiene un diagrama con sus propiedades termodinámicas
- Basado en los cambios de estado (líquido-vapor y vapor-líquido) del refrigerante
 T de cambio de estado = $f(p)$ (si $p \downarrow$ la $T \downarrow$, si $p \uparrow$ la $T \uparrow$)
 Calores latente >> Calor sensibles \Rightarrow \downarrow la cantidad refrig y tamaño maquina

Calentar 1°C 1 gr de agua	1 caloría
Evaporar 1gr de agua a 100°C	590 calorías

32

El ciclo de **frío por compresión**:

- Cada refrigerante tiene un diagrama con sus propiedades termodinámicas
- Basado en los cambios de estado (líquido-vapor y vapor-líquido) del refrigerante
 T de cambio de estado = $f(p)$ (si $p \downarrow$ la $T \downarrow$, si $p \uparrow$ la $T \uparrow$)
 Calores latente \gg Calor sensibles $\Rightarrow \downarrow$ la cantidad refig y tamaño maquina
- Se busca tener un líquido a baja p y T para evaporarlo
 El calor requerido lo toma de los alrededores \Rightarrow los enfría
- En un sistema abierto el refrigerante se perdería en la atmósfera; lo normal es trabajar con ciclos de refrigeración

Los **elementos requeridos** son:

- Evaporador, intercambiador de calor situado en la cámara y en el que refrigerante absorbe calor



Los **elementos requeridos** son:

- Evaporador, intercambiador de calor situado en la cámara y en el que refrigerante absorbe calor
- Compresor, eleva la p y T del refrigerante



Los **elementos requeridos** son:

- Evaporador, intercambiador de calor situado en la cámara y en el que refrigerante absorbe calor
- Compresor, eleva la p y T del refrigerante
- Condensador, intercambiador de calor en el que el refrigerante desprende calor al medio exterior (aire)

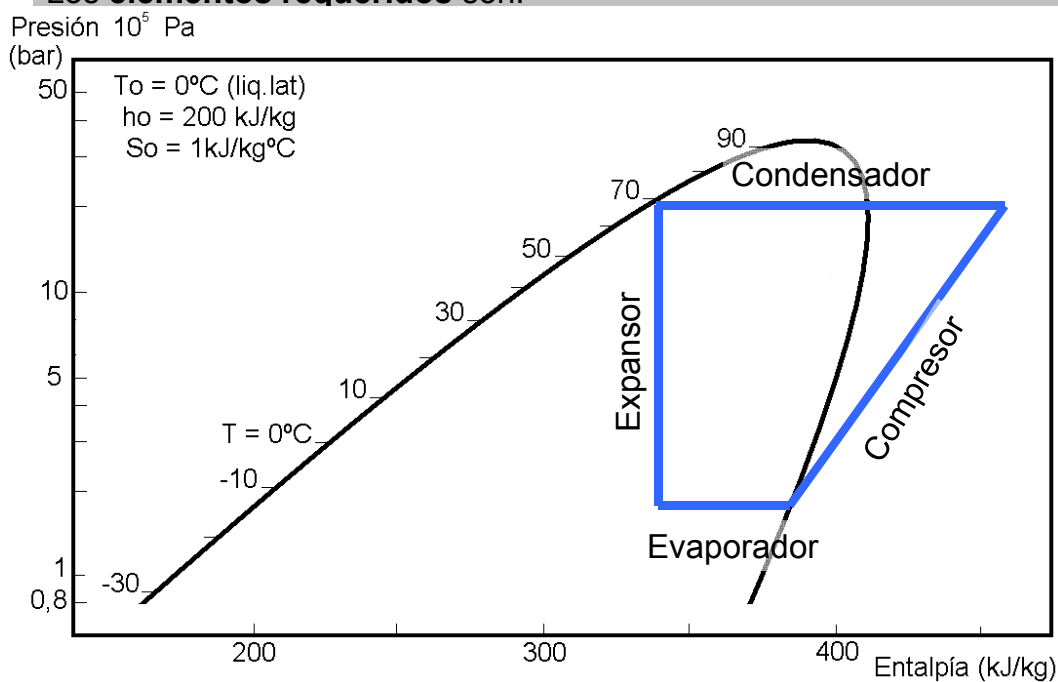


Los **elementos requeridos** son:

- Evaporador, intercambiador de calor situado en la cámara y en el que refrigerante absorbe calor
- Compresor, eleva la p y T del refrigerante
- Condensador, intercambiador de calor en el que el refrigerante desprende calor al medio exterior (aire)
- Expansión, disminuye la p y la T del refrigerante, y dosifica la entrada de refrigerante al evaporador

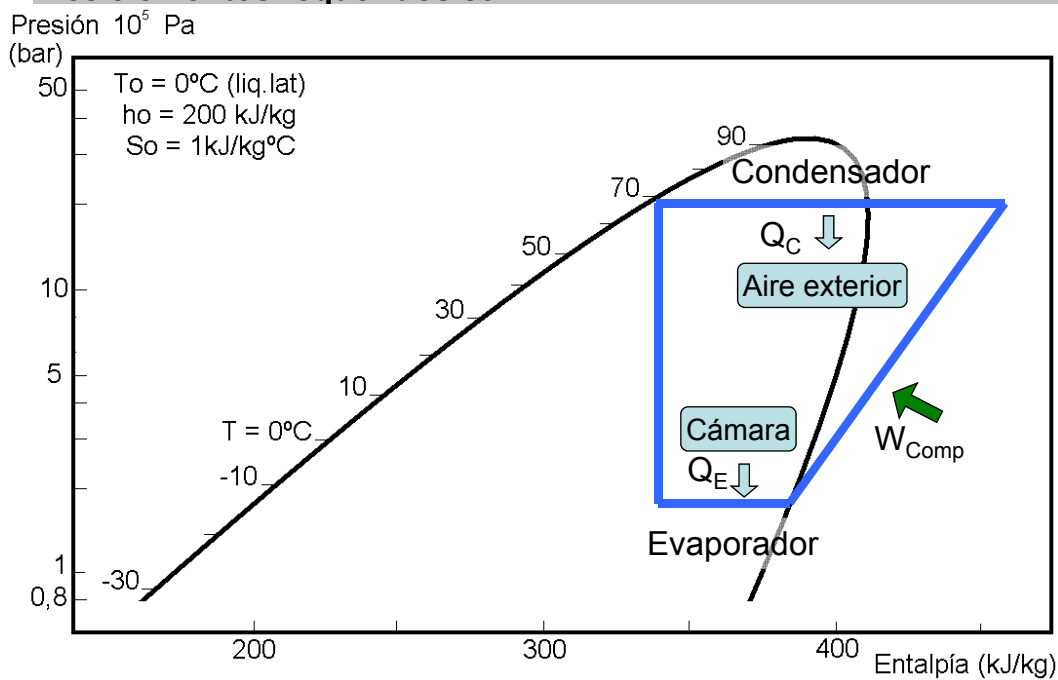


Los **elementos requeridos** son:



el que
prende
ada de

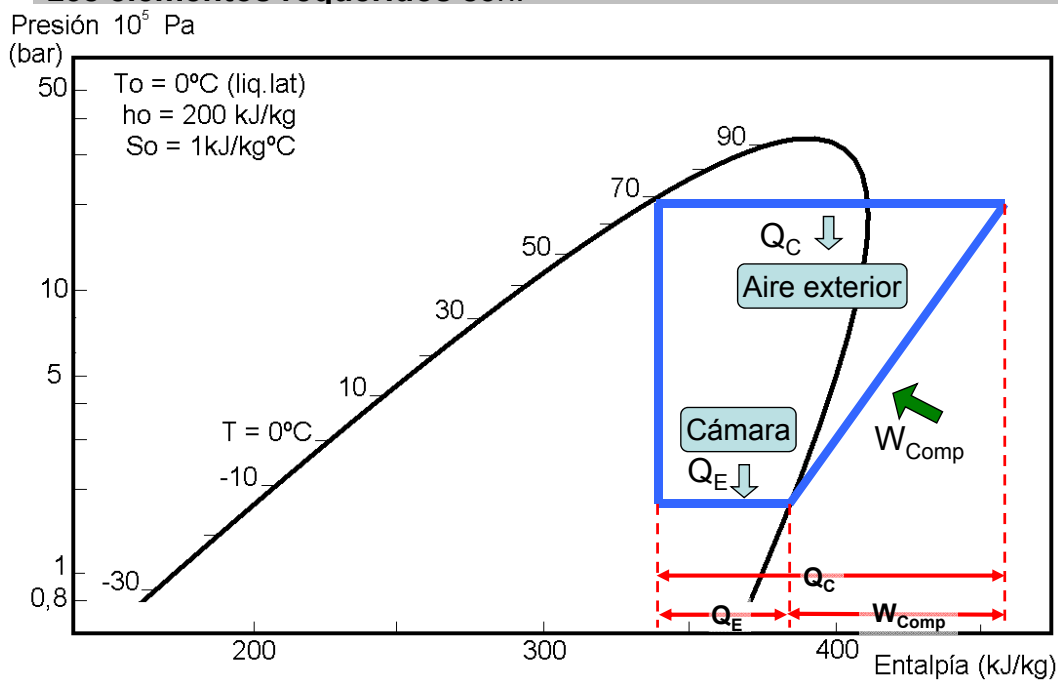
Los elementos requeridos son:



el que
prende
ada de

39

Los elementos requeridos son:



el que
prende
ada de

40

COP (coefficient of performance)

$$\text{COP} = \frac{\text{Calor Extraído (} Q_E \text{)}}{\text{Trabajo Compresor (} W_C \text{)}}$$

El rendimiento máximo teórico

$$\eta_{\text{Carnot Refrigeración}} = \frac{T_{\text{Evap}}}{T_{\text{Cond}} - T_{\text{Evap}}} \quad [T \text{ en K, } ^\circ\text{C} + 273]$$

El rendimiento aumenta si:

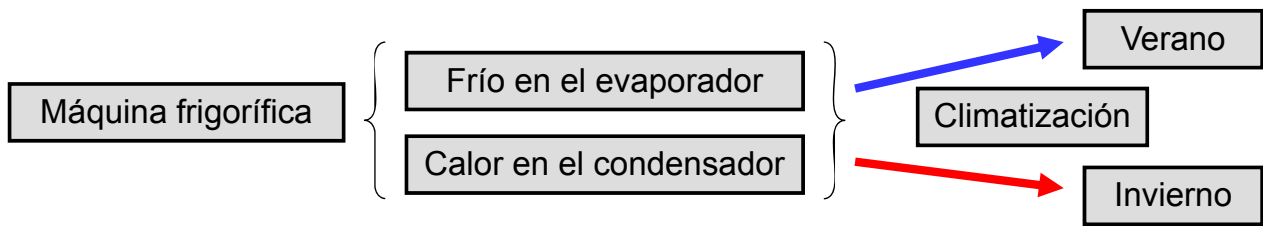
- Aumenta la T_{FF}
- Disminuye la T_{FC}

$T_{\text{FC}} (^\circ\text{C})$	35	35	25
$T_{\text{FF}} (^\circ\text{C})$	0	10	10
$\eta_{\text{C.R.}} (\%)$	7,8	11,3	18,8

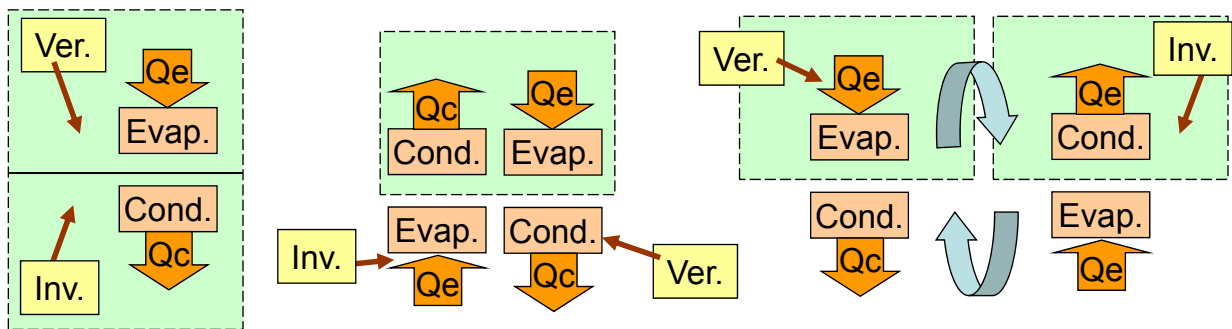
Las **Enfriadoras** son las unidades destinadas a conseguir agua fría, el evaporador es un intercambiador (mejor de tubos) en contracorriente

Se han de evitar las congelaciones por lo que la temperatura de salida del agua esté comprendida entre 4 y 6°C. Si el agua lleva algún anticongelante esta temperatura puede ser hasta -5°C



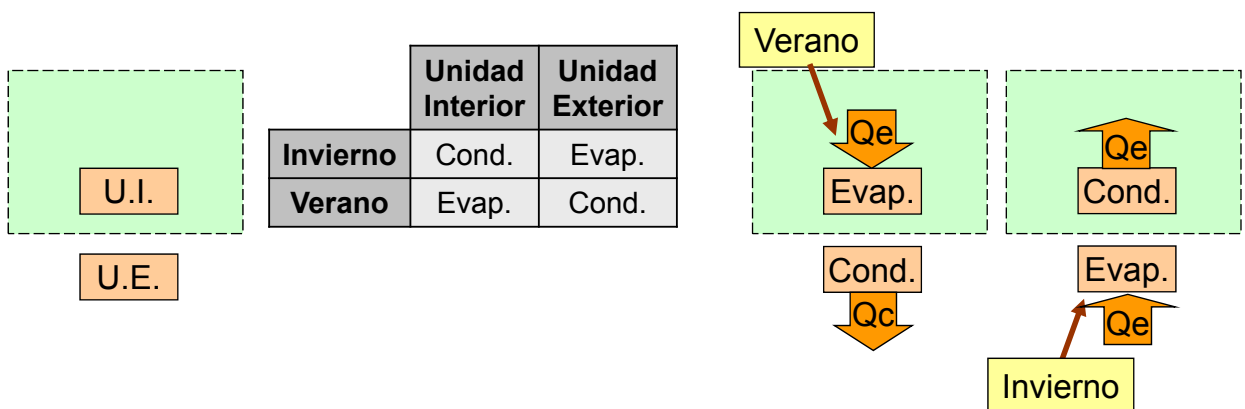


Bompear calor del exterior al interior en invierno
Bompear calor del interior al exterior en de verano

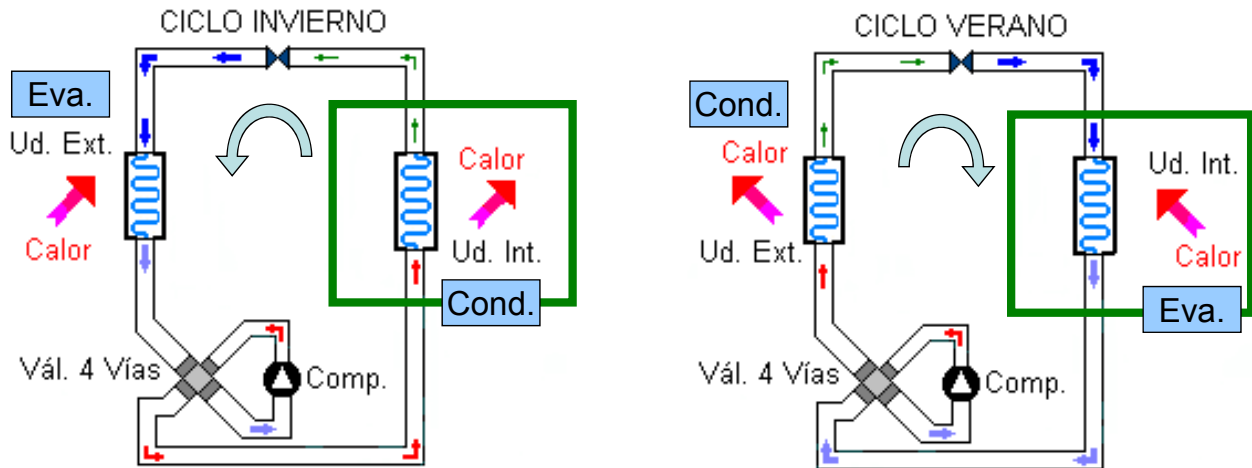


La **Bomba de Calor** es una M.F. que aprovecha el calor del condensador

Pueden ser **reversibles**: aprovechar calor o frío (calefacción en invierno y refrigeración en verano, aptas para climatización)

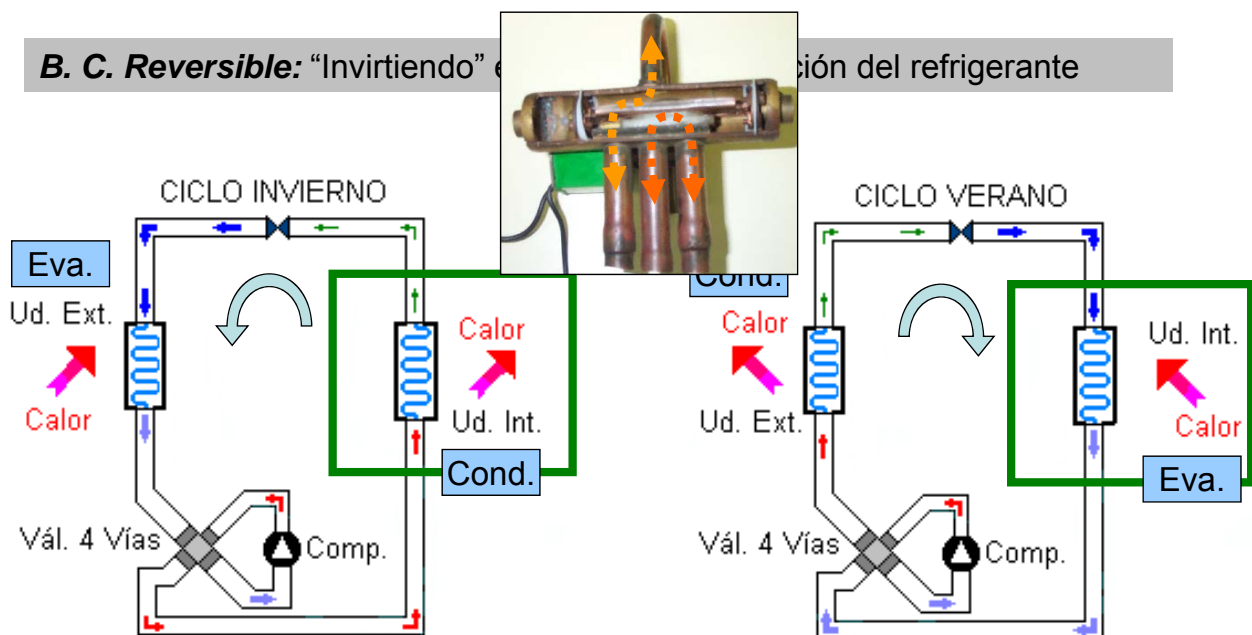


B. C. Reversible: "Invirtiendo" el sentido de circulación del refrigerante



Δcoste 20%

B. C. Reversible: "Invirtiendo" el sentido de circulación del refrigerante



$$COP_{INVIERNO} = \frac{Q_{COND}}{W_{COMP}}$$

	COP típico
Calefacción	3 a 4
Refrigeración	2,5 a 3,5

$$COP_{VERANO} = \frac{Q_{EVAP}}{W_{COMP}}$$

Tipos de B. C.

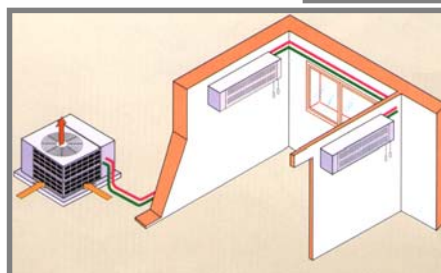
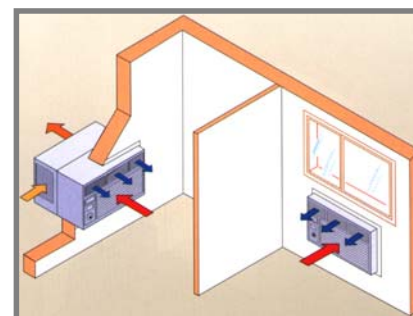
Origen del Calor	Destino del Calor
Aire	Aire
Aire	Agua
Agua	Aire
Agua	Agua
Tierra	Aire
Tierra	Agua

Funcionamiento

Reversibles
No reversibles
Termofrigobombas

Construcción

Compacta
Split o partida
Multi split

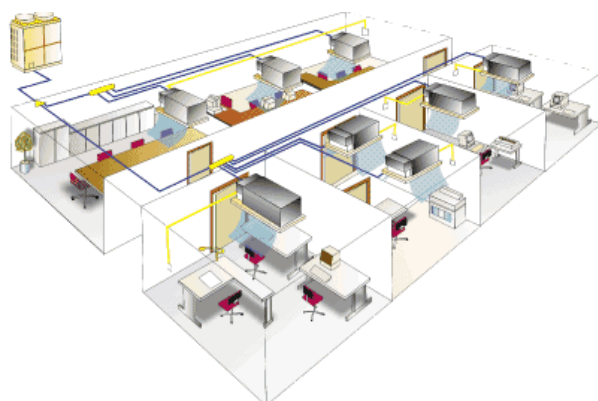
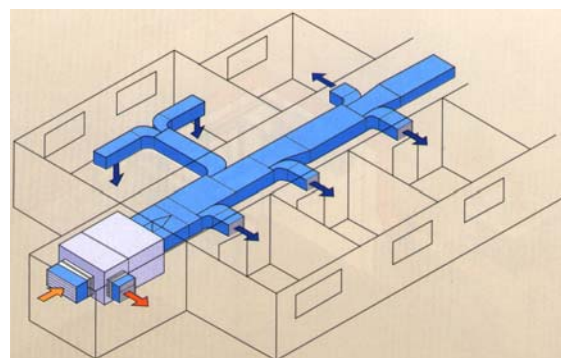


47

Aplicaciones de B. C.

Sector residencial

- Climatización de viviendas
- A.C.S.



Sector terciario

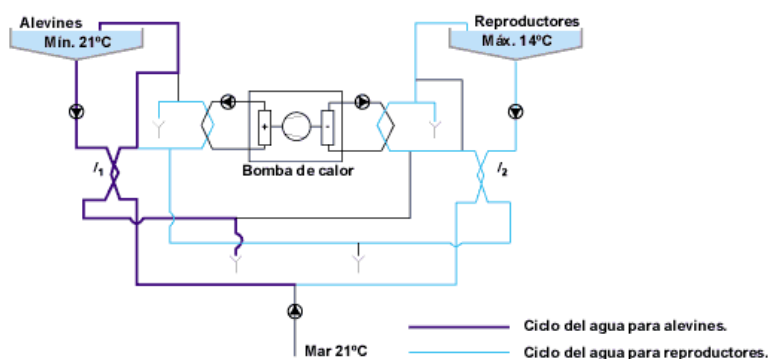
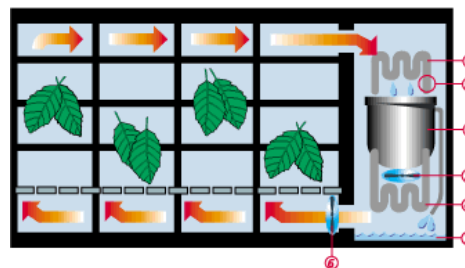
- Climatización de locales
- Climatización de piscinas

48

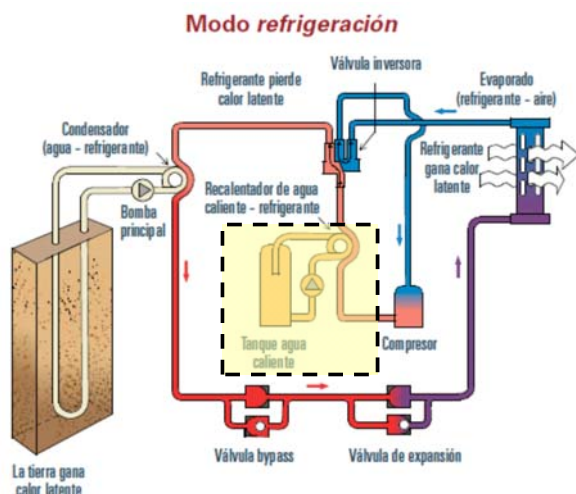
Aplicaciones de B. C.

Sector industrial

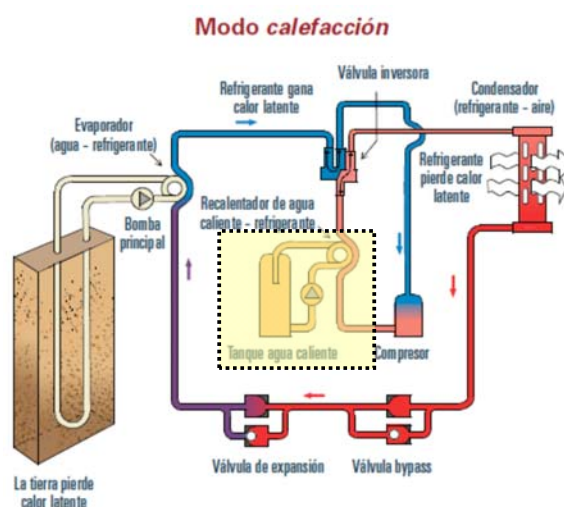
- Climatización de locales industriales
- A.C.S.
- Agua caliente
- Secaderos
- Destilación
- Invernaderos
- Piscifactorías
- Fermentación pan
- ect



B. C. con A.C.S.

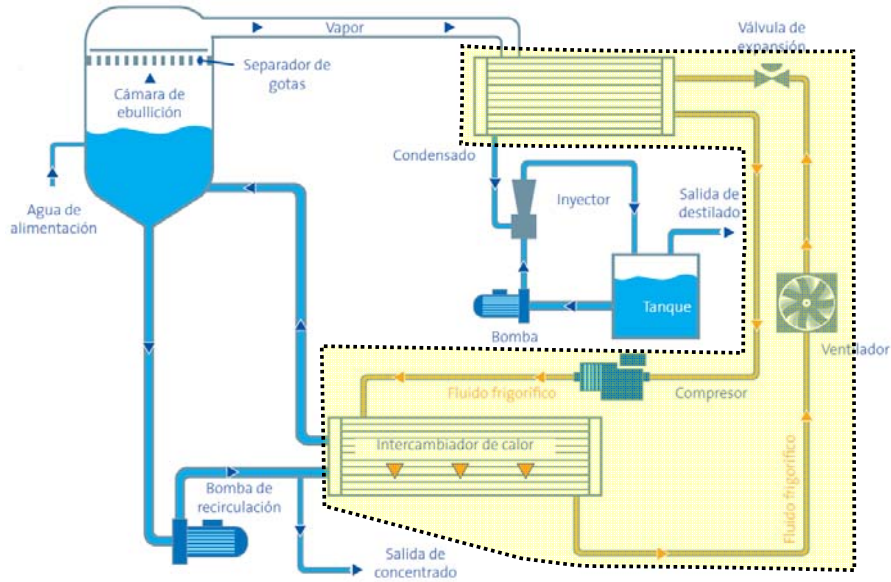


- Vapor caliente
- Líquido caliente
- Vapor frío
- Líquido frío
- Agua caliente
- Solución anticongelante

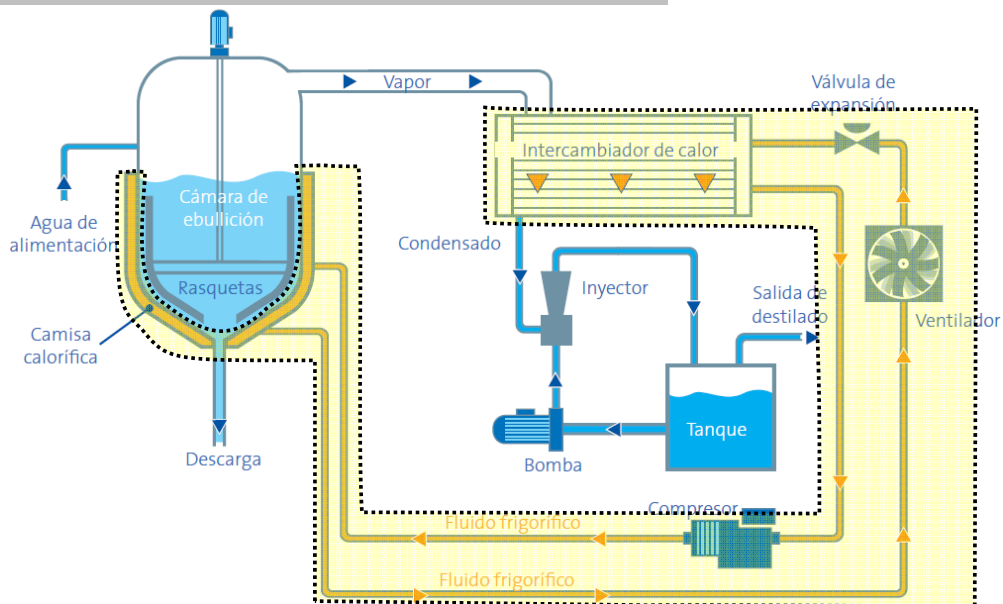


- Vapor caliente
- Líquido caliente
- Vapor frío
- Líquido frío
- Agua caliente
- Solución anticongelante

B. C. para tratamiento de aguas residuales (I)



B. C. para tratamiento de aguas residuales (II)



Existen multitud de tipos de instalaciones

Cada una de ellas tiene unas características propias; el control sobre los parámetros (T, HR, pureza del aire,...) no todas lo efectúan

Se clasifican en cuatro grandes grupos por los **fluidos que transportan la energía** (calor y/o frío) **a los locales**

- *Instalaciones todo aire*
- *Instalaciones todo agua*
- *Instalaciones agua-aire*
- *Instalaciones con fluido refrigerante*

Es posible que coexistan varios sistemas, por ejemplo una eliminando la carga térmica perimetral, y otra la del “interior” del local

VENTAJAS

- Servicios están fuera de zonas ocupadas
- Facilita IAQ, zonificación, recuperación de energía

INCONVENIENTES

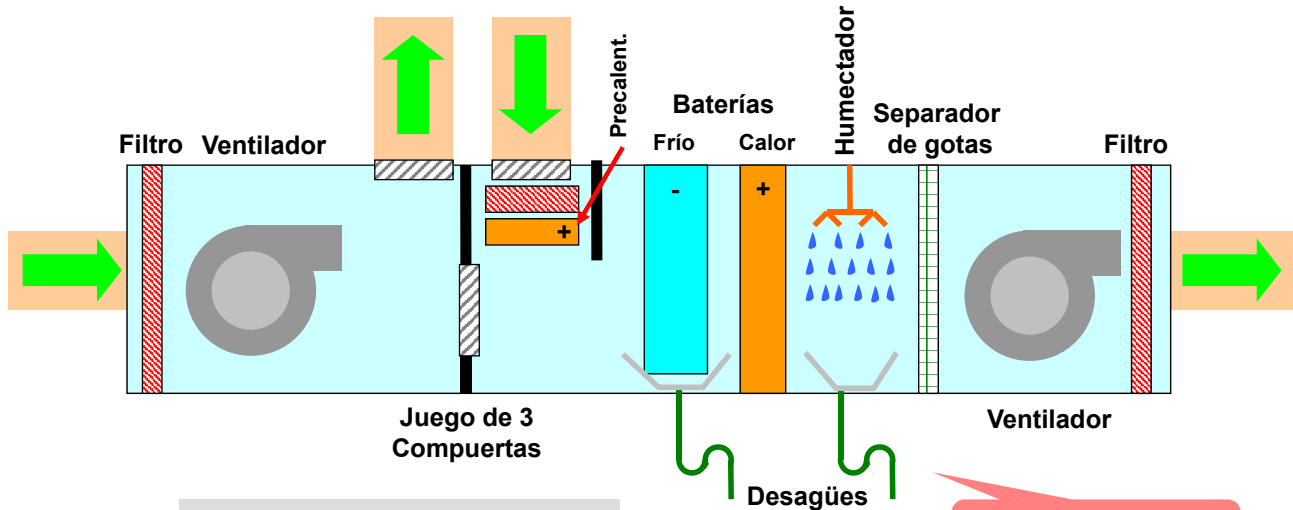
- Necesita falsos techos amplios
- Requiere coordinar Ingenieros y Arquitectos

Existen varios subtipos:

- | | |
|-----------------------|-------------------|
| • Con recalentamiento | • Una Zona |
| • Doble conducto | • Múltiples Zonas |
| • Caudal variable | • Doble conducto |
| • ... | • Conducto Dual |

Climatizadoras, UTAs o AHU

Son espacios destinados al acondicionamiento central del aire

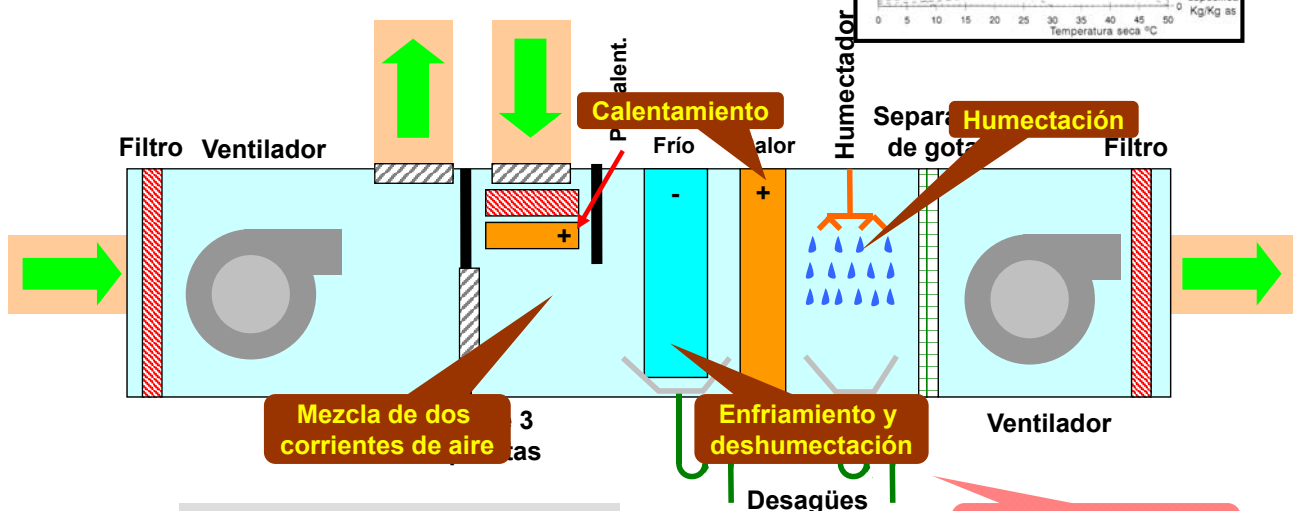


Toma de aire limpio
Compuertas de acceso
Sifones en desagües (min 50 mm)

Llenado en la puesta en marcha

Climatizadoras, UTAs o AHU

Son espacios destinados al acondicionamiento central del aire

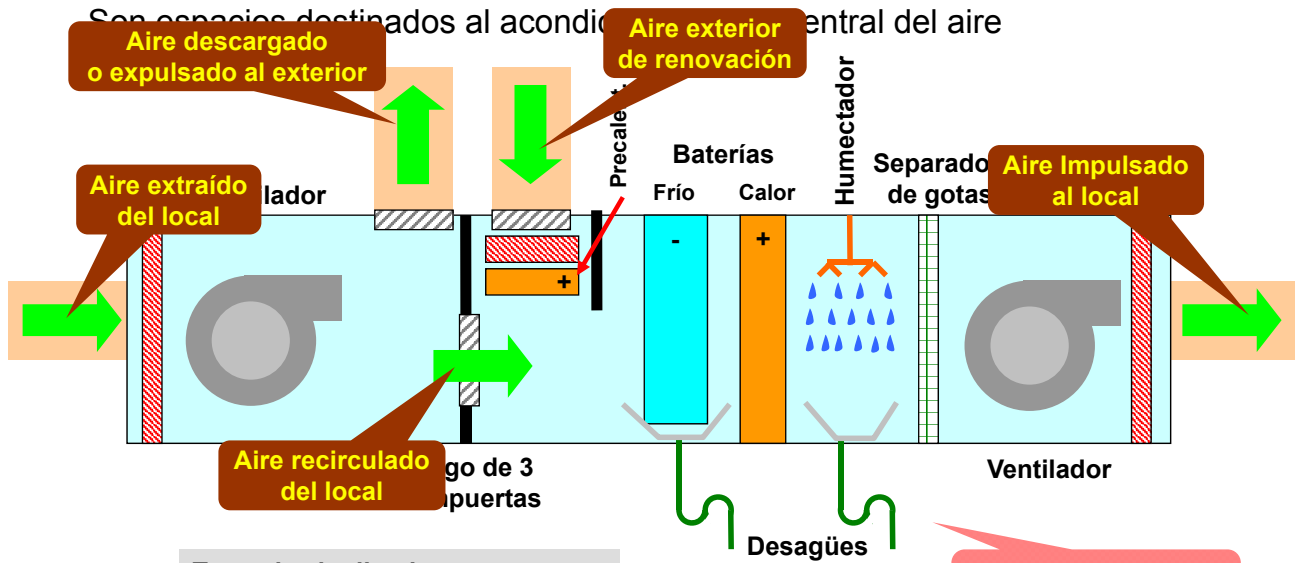


Toma de aire limpio
Compuertas de acceso
Sifones en desagües (min 50 mm)

Llenado en la puesta en marcha

Climatizadoras, UTAs o AHU

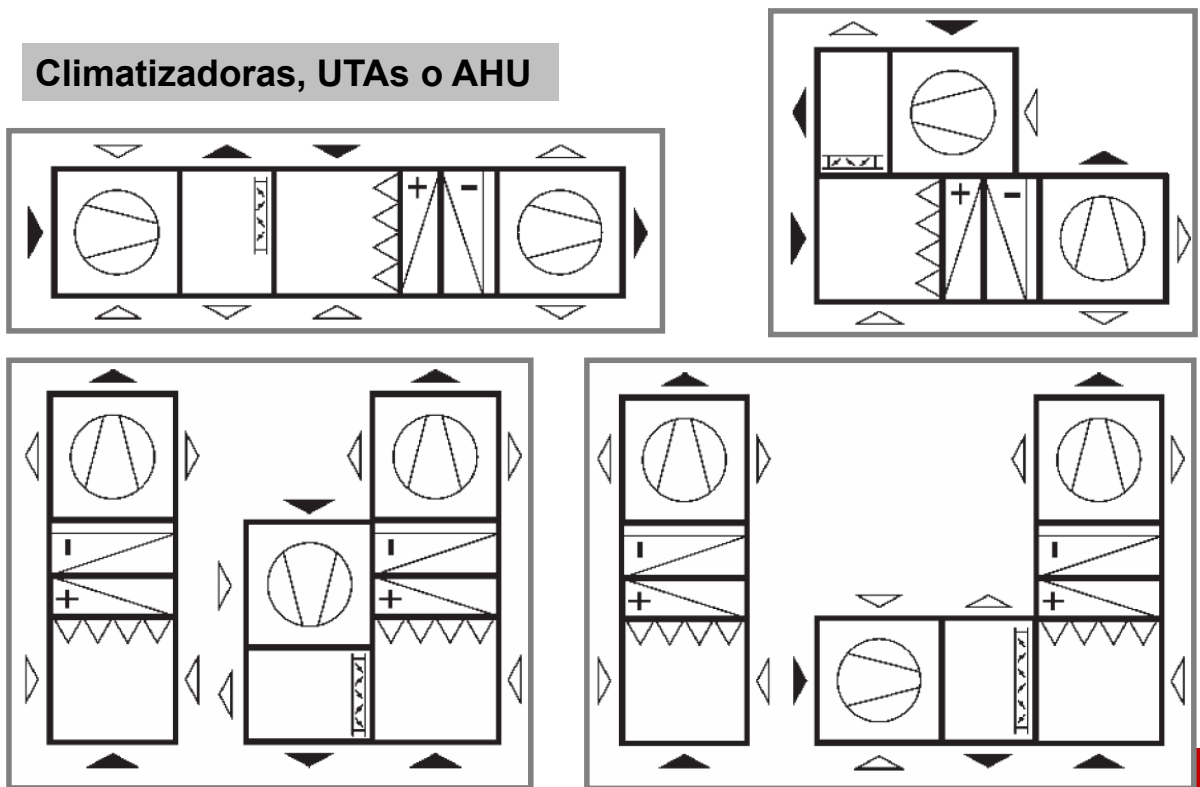
Son equipos destinados al acondicionamiento central del aire



Toma de aire limpio
Compuertas de acceso
Sifones en desagües (min 50 mm)

Llenado en la puesta en marcha

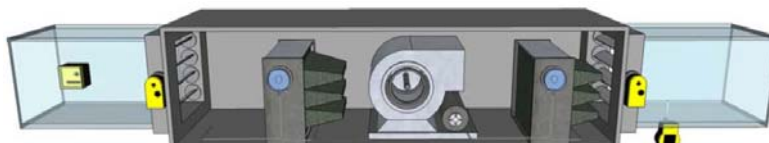
Climatizadoras, UTAs o AHU



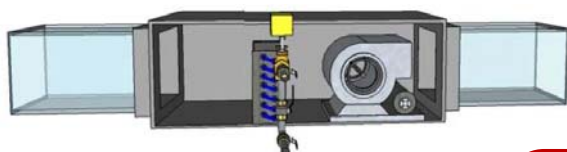
Climatizadoras, UTAs o AHU



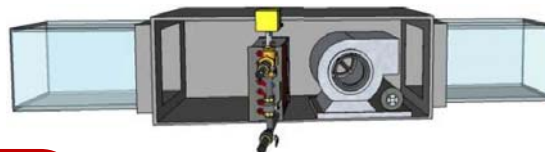
UTA Ventilación



UTA Filtración

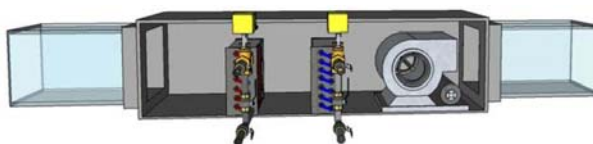


UTA Refrigeración



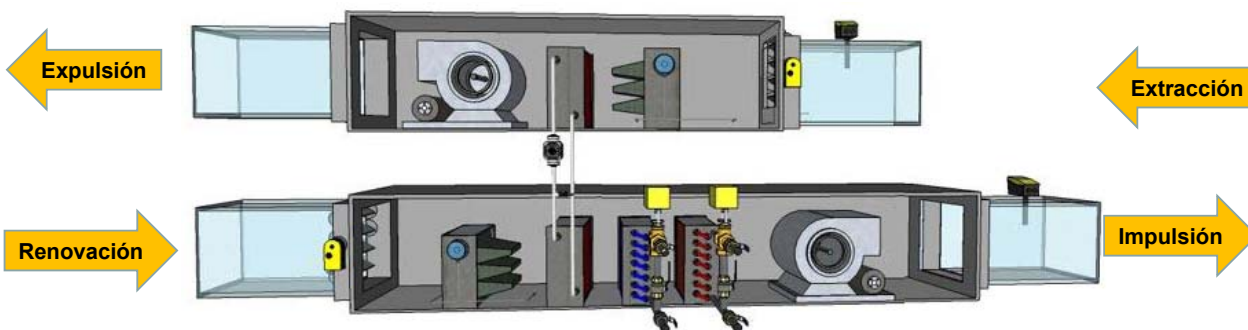
UTA Calentamiento

Podrían incluir
filtros



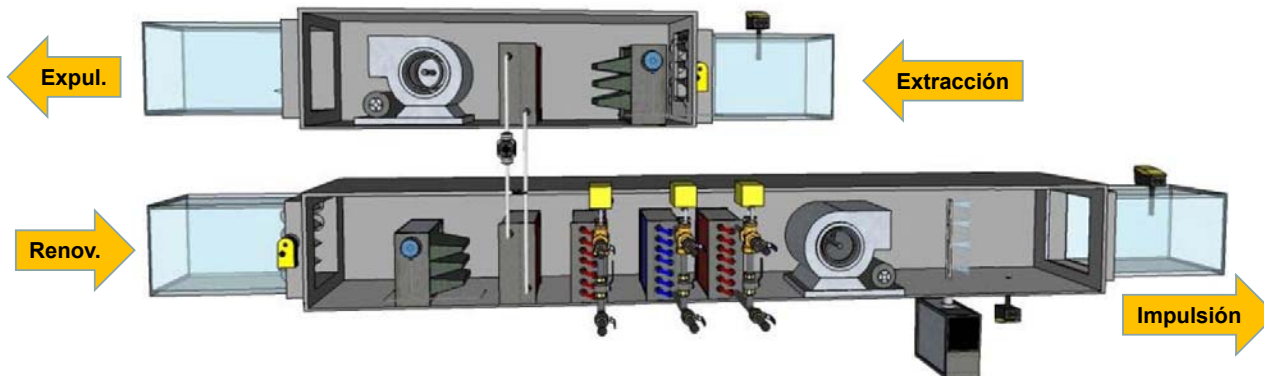
UTA Calent. / Refrig.

Climatizadoras, UTAs o AHU



UTA con Filtración, Recuperación de calor del aire de expulsión, Calent. / Refrig.

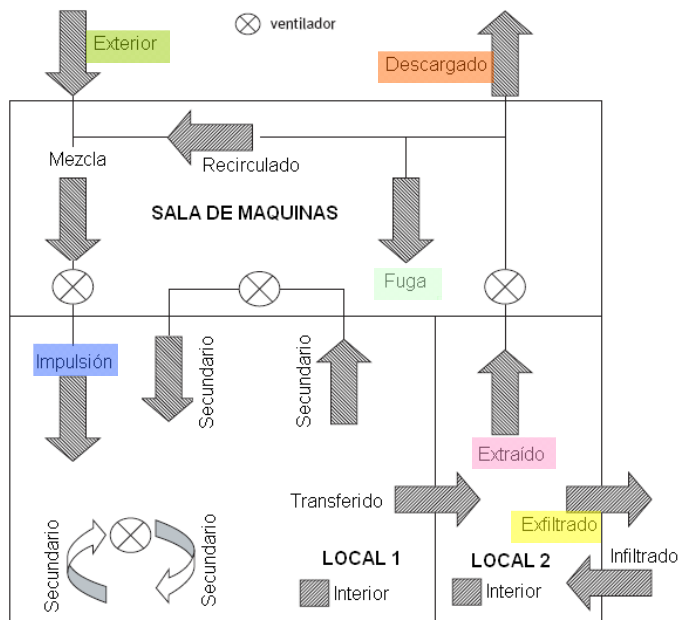
Climatizadoras, UTAs o AHU



UTA con Filtración, recuperación de calor del aire de expulsión, precalentamiento, Calent. / Refrig. y Humectación

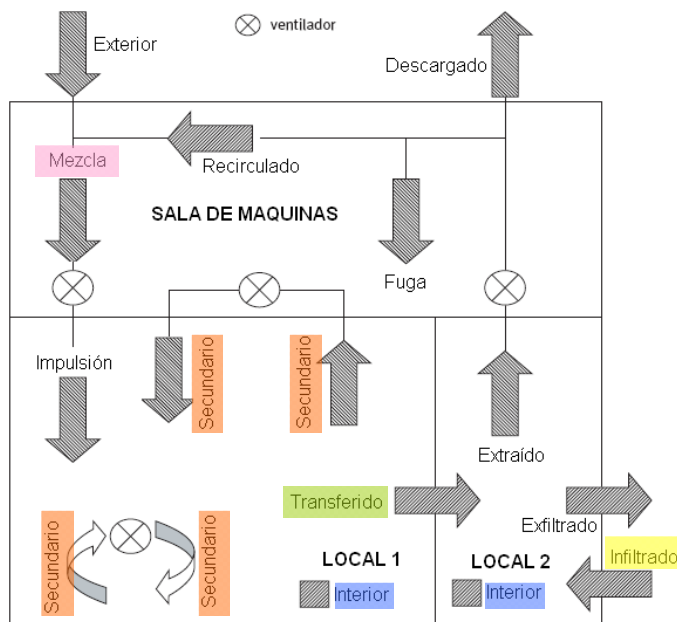
Tipos de aire (I)

- Descargado:** hacia el exterior
- Exfiltrado:** hacia el exterior
- Exterior:** que entra al sistema desde el exterior
- Extraído:** hacia el sistema de tratamiento
- Fuga:** a través de las juntas del sistema
- Impulsión:** que entra tratado al local
- Infiltrado:** desde el exterior
- Interior:** en el local
- Mezcla:** entre dos o más flujos de aire
- Secundario:** aire retornado al propio recinto
- Transferido:** entre locales tratados



Tipos de aire (II)

- Descargado: hacia el exterior
- Exfiltrado: hacia el exterior
- Exterior: que entra al sistema desde el exterior
- Extraído: hacia el sistema de tratamiento
- Fuga: a través de las juntas del sistema
- Impulsión: que entra tratado al local
- Infiltrado: desde el exterior
- Interior: en el local
- Mezcla: entre dos o más flujos de aire
- Secundario: aire retornado al propio recinto
- Transferido: entre locales tratados



Partes de una UTA (I)

a) La Toma de Aire Exterior

- Colocada en zona de aire limpio
- Debe llevar rejillas y filtros
- Mejor un *PLENUM* que toma directa del local
- Puede tener un recuperador de calor
- Debe permitir el free-cooling



b) Sección de entrada

- Filtros
- Ventilador
- Batería de precalentamiento (evitar condensación), ...



c) Sección de mezcla

Partes de una UTA (II)

d) Sección de Acondicionamiento

Baterías y/o resistencias eléctricas

Deshumidificador

Humectador y filtro anti gotas, ...

e) Sección de Salida

Ventilador y filtros

Constructivamente:

Compuertas de acceso

Uniones flexibles

Soportes elásticos

Compuestas corta fuegos, ...



Partes de una UTA (II)

d) Sección de Acondicionamiento

Baterías y/o resistencias eléctricas

Deshumidificador

Humectador y filtro anti gotas, ...

e) Sección de Salida

Ventilador y filtros

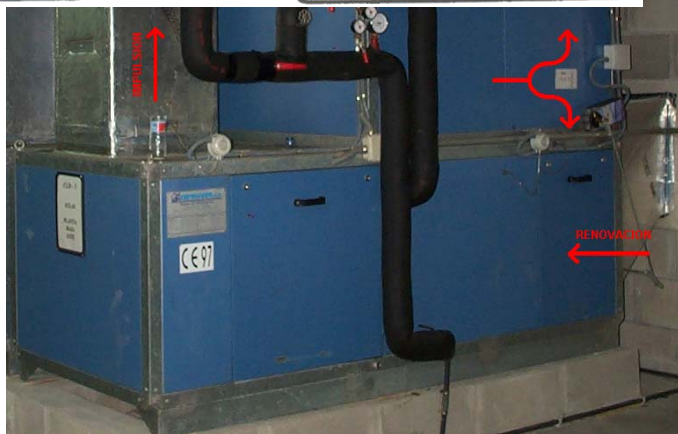
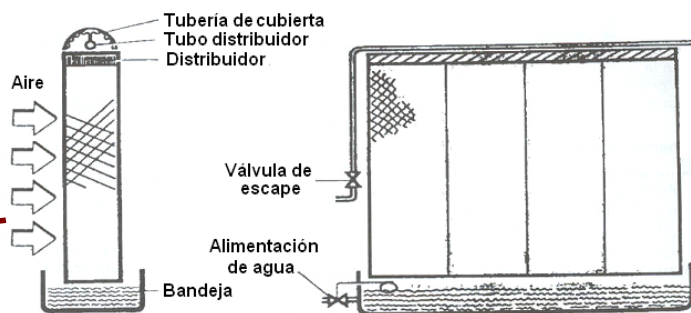
Constructivamente:

Compuertas de acceso

Uniones flexibles

Soportes elásticos

Compuestas corta fuegos, ...



Partes de una UTA (II)

d) Sección de Acondicionamiento

Baterías y/o resistencias eléctricas

Deshumidificador

Humectador y filtro anti gotas, ...

e) Sección de Salida

Ventilador y filtros

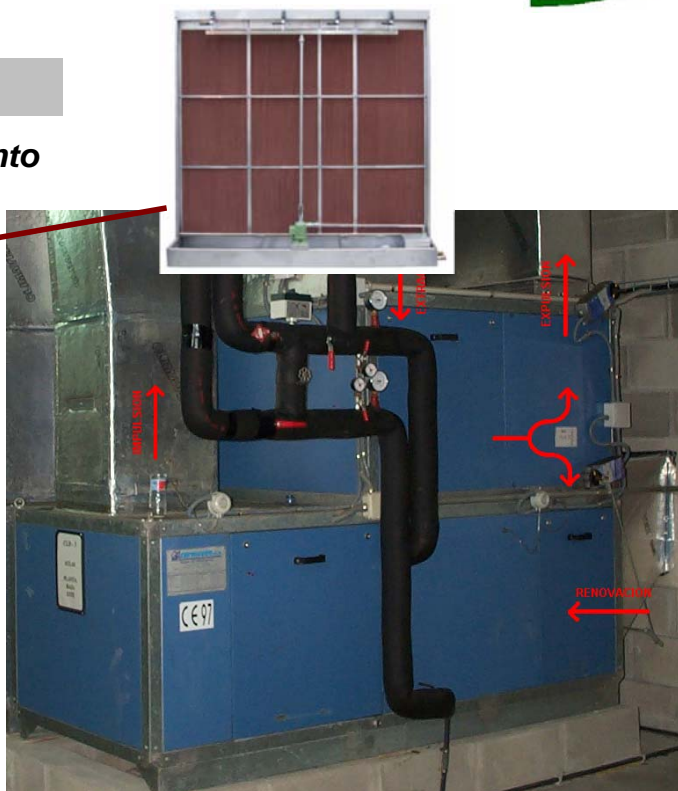
Constructivamente:

Compuertas de acceso

Uniones flexibles

Soportes elásticos

Compuestas corta fuegos, ...



Partes de una UTA (II)

d) Sección de Acondicionamiento

Baterías y/o resistencias eléctricas

Deshumidificador

Humectador y filtro anti gotas, ...

e) Sección de Salida

Ventilador y filtros

Constructivamente:

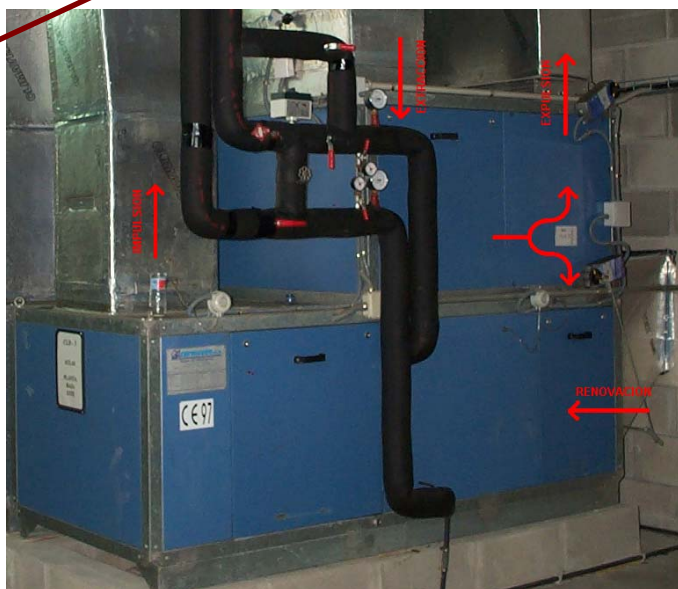
Compuertas de acceso

Uniones flexibles

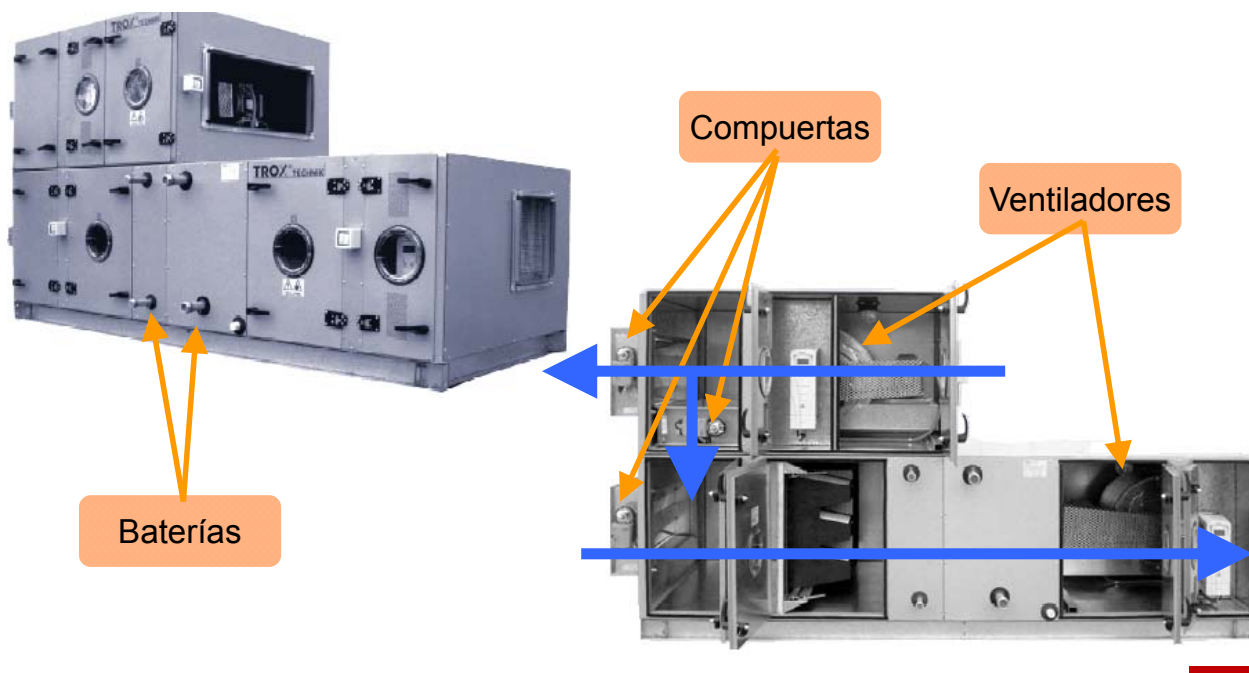
Soportes elásticos

Compuestas corta fuegos, ...

El RITE elimina el separador de gotas
Exige velocidades del aire < 2,5 m/s

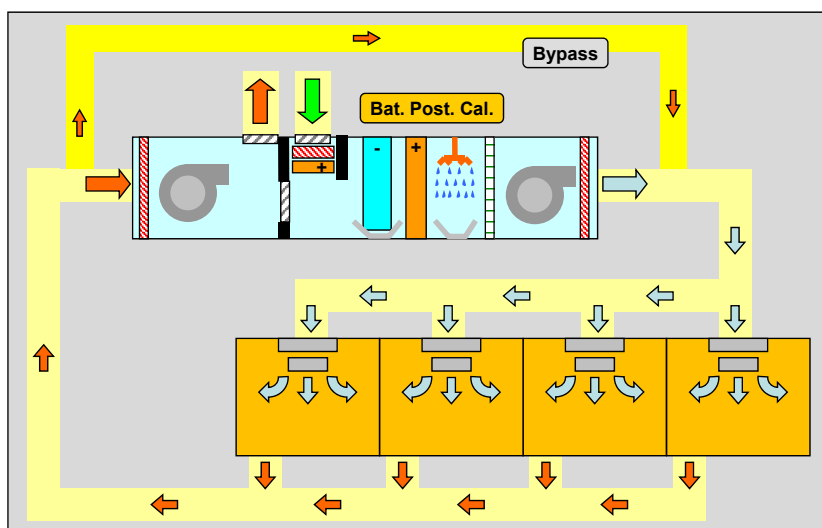


Climatizadoras, UTAs o AHU



Una Zona; control de T^a de impulsión con termostato actuando sobre:

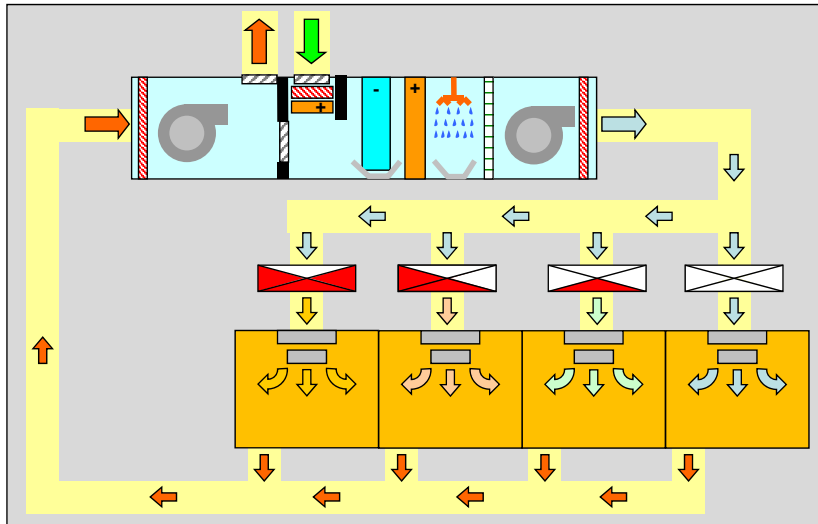
- a) La enfriadora y/o la caldera, parando y deteniendo el fluido.
- b) Un bypass hace que el aire de recirculación no pase por la batería
- c) Sobre la batería de postcalentamiento; control independiente T y humedad pero costes de instalación y operación elevados



Baratas
Bajos costes de operación
Control único de T^a

Zonas Múltiples; control de T^a actuando sobre (I):

- a) Con **caudal constante y temperatura variable**. El aire es tratado centralmente en función del local con demanda de aire a menor temperatura, y posteriormente es terminado de acondicionar en una batería instalada en cada zona; tiene altos costes de instalación y de operación

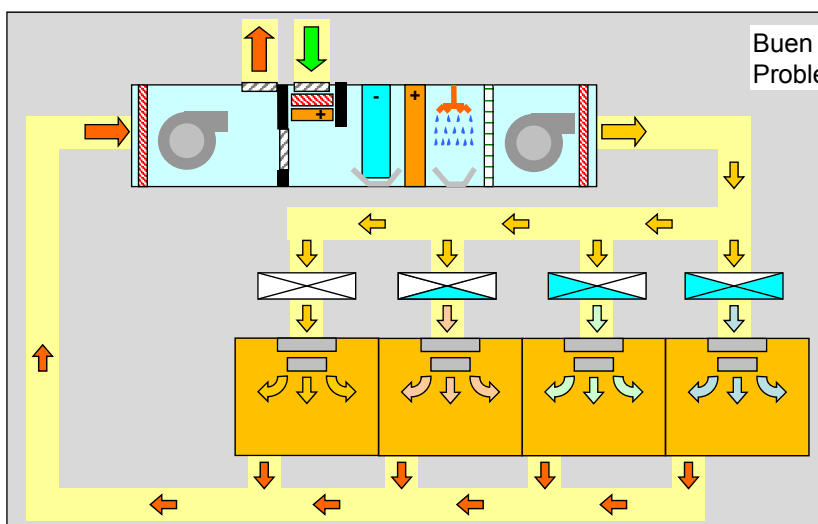


Buen control de T^a
Gran derroche energético

71

Zonas Múltiples; control de T^a actuando sobre (II):

- b) Con **caudal constante y temperatura variable**; si el control de la T^a del aire de impulsión se hace en función del local con demanda de aire a mayor temperatura, y se post-enfría en una batería; se mejora energéticamente



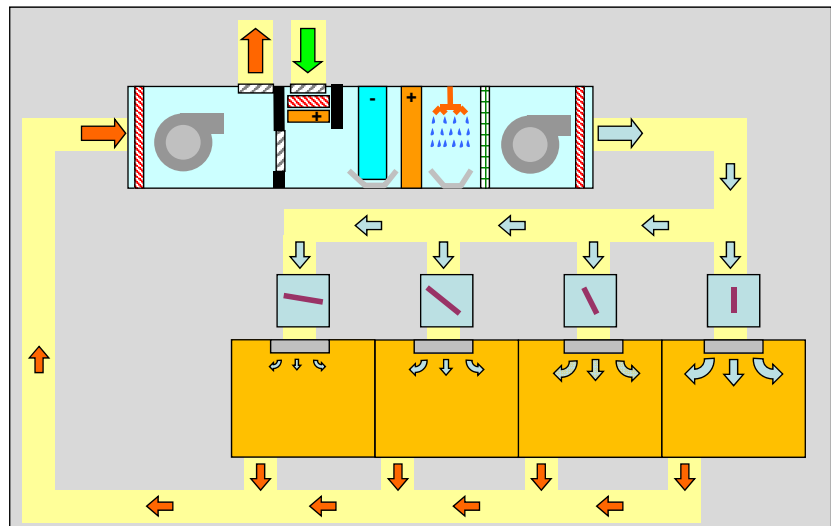
Buen control de T^a
Problema por control local de humedad

72

Zonas Múltiples; control de T^a actuando sobre (III):

- c) Con **temperatura constante y caudal variable**. El aire es tratado centralmente, y en cada zona se regula el caudal introducido en función de las necesidades; problema la interacción de caudales

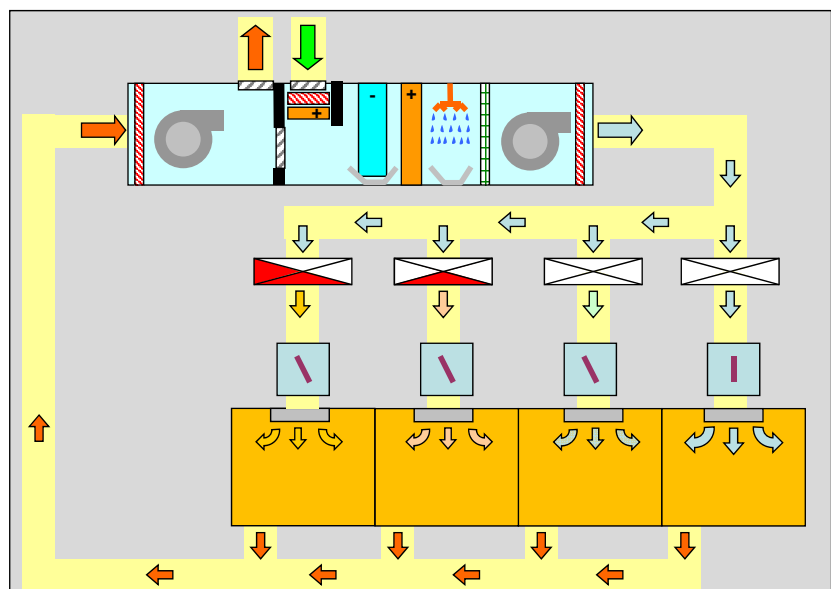
Excelentes resultados energéticos
Buen control de T^a
Mala difusión con bajos caudales



Zonas Múltiples; control de T^a actuando sobre (IV):

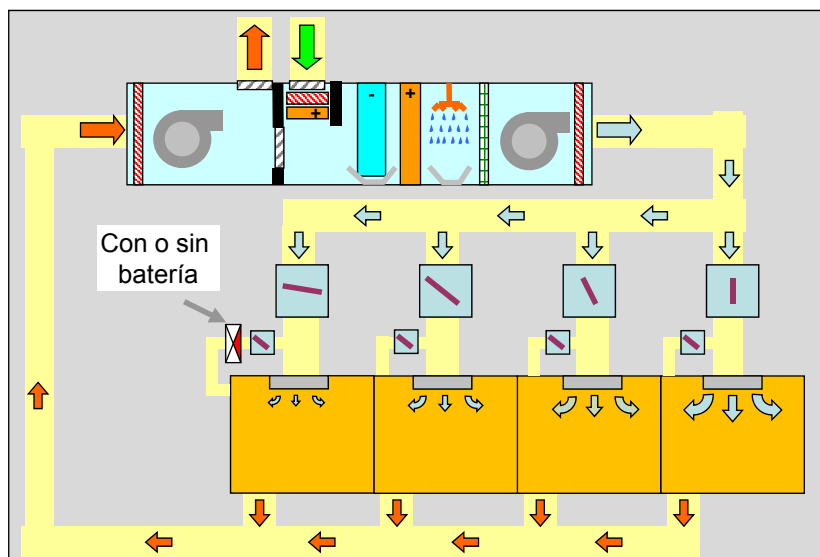
- d) Con **temperatura y caudal variables**. Es la unión de los dos sistemas anteriores, primero se regula el caudal y después la temperatura de impulsión al local

Aceptables resultados energéticos
Muy buen control de T^a
Elimina la difusión a bajos caudales



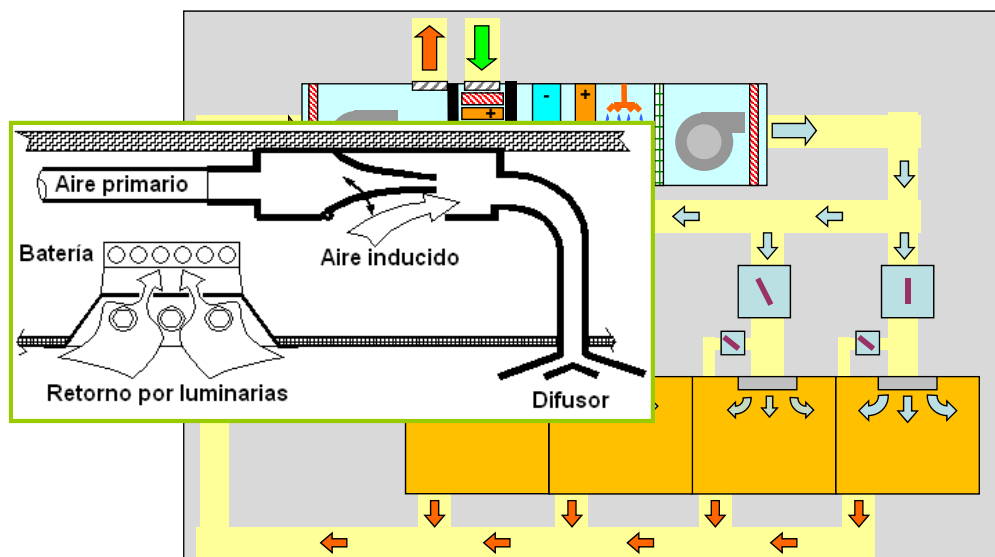
Zonas Múltiples; control de T^a actuando sobre (V):

- e) Con **caudal variable y recirculación local**; un climatizador central sirve a varias zonas, en las que se toma aire de recirculación local
- f) Con **caudal variable, recirculación local y T variable**; igual al anterior, pero en cada zona además incorpora baterías propias



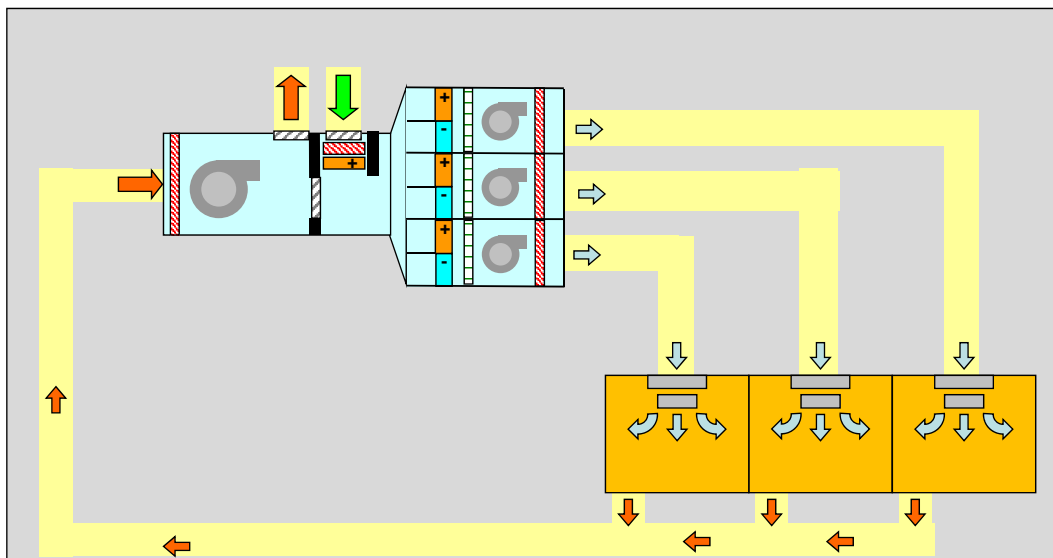
Zonas Múltiples; control de T^a actuando sobre (V):

- e) Con **caudal variable y recirculación local**; un climatizador central sirve a varias zonas, en las que se toma aire de recirculación local
- f) Con **caudal variable, recirculación local y T variable**; igual al anterior, pero en cada zona además incorpora baterías propias



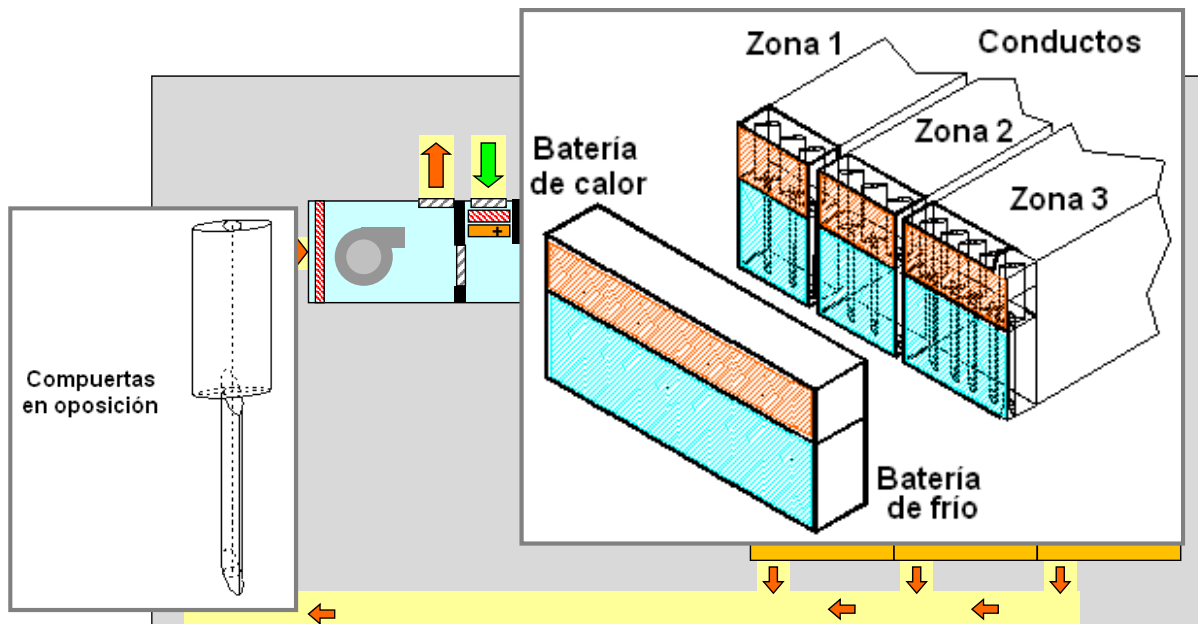
Zonas Multizona

En la práctica muy raro, sólo permite dos o tres zonas por volumen de conductos



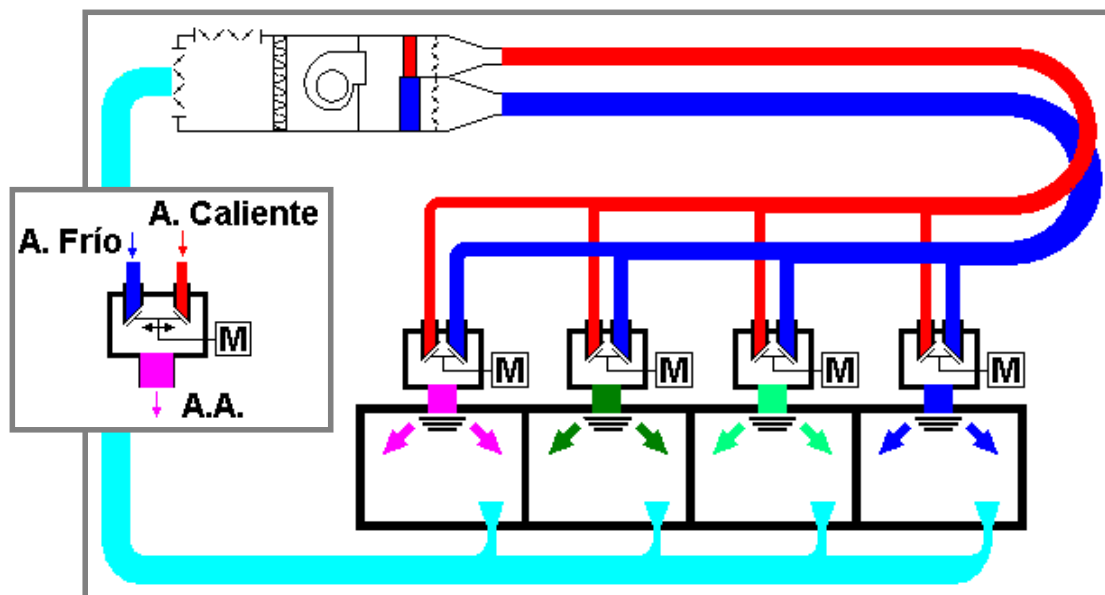
Zonas Multizona

En la práctica muy raro, sólo permite dos o tres zonas por volumen de conductos



Zonas Multizona y Doble Conducto (I)

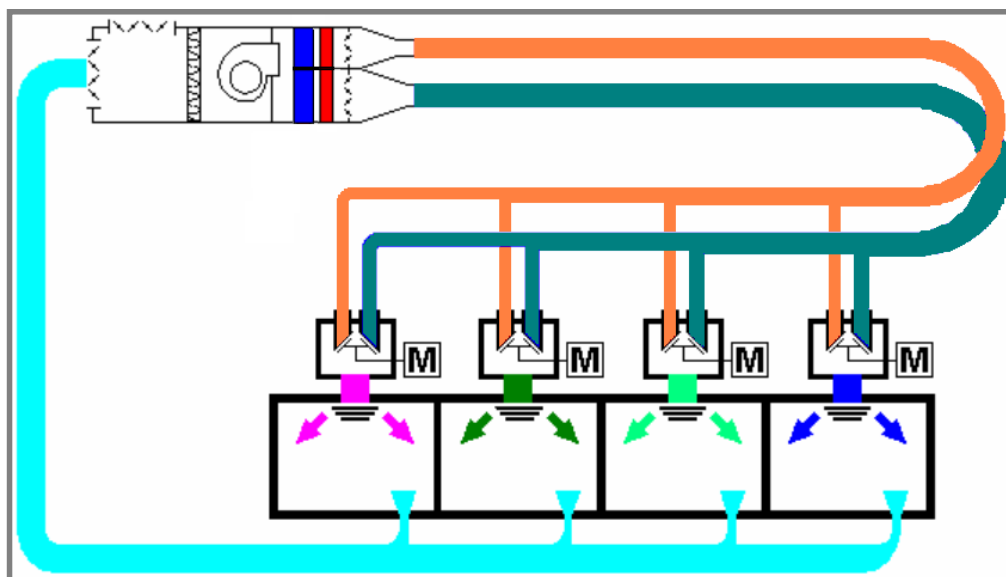
a) Conductos de frío y calor; muy caro en instalación y funcionamiento



79

Zonas Multizona y Doble Conducto (I)

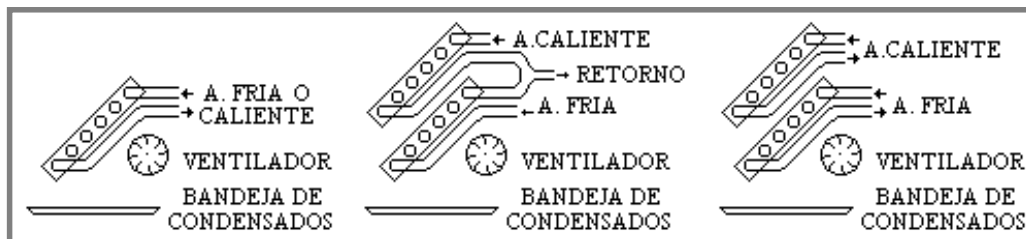
- a) Conductos de frío y calor; muy caro en instalación y funcionamiento
- b) Conducto dual: los dos conductos pueden llevar frío o calor



80

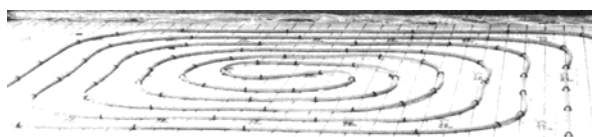
a) Fancoils: la T se regula en cada local

- a dos tubos: es necesario parcializar las zonas con distinto tipo de carga; ofrece un bajo coste de instalación
- a tres tubos: gran gasto energético si hay consumo simultáneo
- a cuatro tubos:



b) Instalaciones de paneles radiantes

- Sonda de T anti rocío



81

Una instalación central de aire controla la calidad del aire

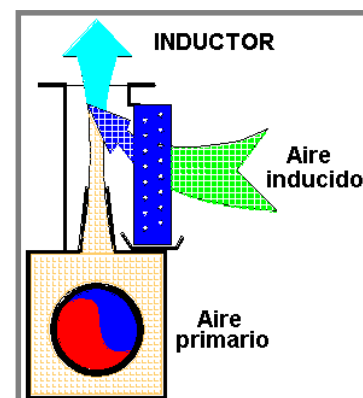
Una enfriadora elimina la carga térmica del local

(conductos de aire son menores)
(no siempre tienen aire de retorno)

a) Instalaciones de inducción

El aire tratado centralmente (primario) induce a que parte del aire del local (secundario) pase por una batería alimentada con agua caliente o fría

Muy larga duración, bajo mantenimiento local



82

b) Fancoils con aire primario

Una o dos baterías con un ventilador y con apertura en la pared para toma de aire exterior; le pueden llegar 2, 3 o 4 tubos (requieren válvulas muy estancas para evitar mezcla del agua)

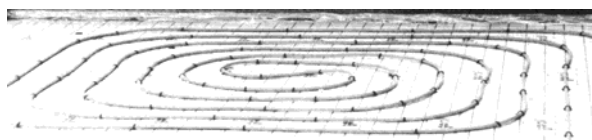


Fan coil (2 tubos)



c) Instalaciones de paneles radiantes y aire primario

Son instalaciones con aire primario de renovación y paneles radiantes alimentados con agua para la carga térmica
 Con sonda de T^a anti rocío



83

d) Vigas Frías:

- **Activas:** con aire primario ("inductor")
- **Pasivas:** sin aire primario ("fan coil")
- Cierta aspecto estético
- A lo largo de todo la estancia
- Pueden tener incorporada la luminaria



84

Acondicionamiento individualizado en cada local; bajo coste inicial, y fácil instalación, sobre todo cuando el edificio está ya construido; pero su coste de operación y su mantenimiento son costosos

No aportan aire de renovación, y gran impacto estético exterior

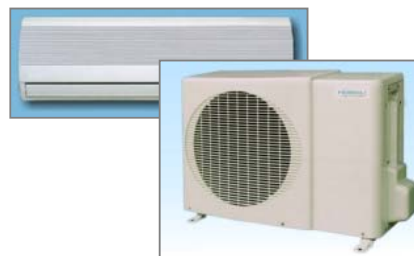
a) Acondicionadores de ventana

Condensador en el exterior y evaporador en el interior



b) Split o partidos

- Unidad interior o evaporadora (v. expansión o capilar, bandeja de condensados). Adicionalmente una resistencia eléctrica y “filtros”
- Unidad exterior o condensadora, (compresor); si el equipo es bomba de calor incluye la válvula de 4 vías y la botella antigolpe de líquido



c) Equipos compactos

En una unidad incluyen todo el equipo frigorífico
Internamente están divididos en dos partes independientes y aisladas térmicamente
Pueden estar diseñados para instalarse directamente en el local o para conectarse a conductos

Se pueden destacar dos tipos según sea la refrigeración del condensador:

- Por agua; suele llevar incorporada una válvula presostática para limitar el consumo de agua



c) Equipos compactos

En una unidad incluyen todo el equipo frigorífico
Internamente están divididos en dos partes
independientes y aisladas térmicamente
Pueden estar diseñados para instalarse directamente
en el local o para conectarse a conductos

Se pueden destacar dos tipos según sea la
refrigeración del condensador:

- Por agua; suele llevar incorporada una válvula presostática para limitar el consumo de agua
- Por aire, necesita de una toma de aire para el condensador, desde y hacia el exterior

Ej: Roof Top o unidad de cubierta



d) Portátiles

Conexiones flexibles o toma de aire exterior



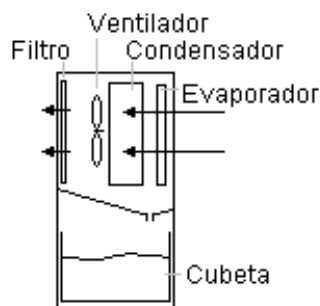
e) Máquinas de hielos

Depósito para cubitos y un ventilador



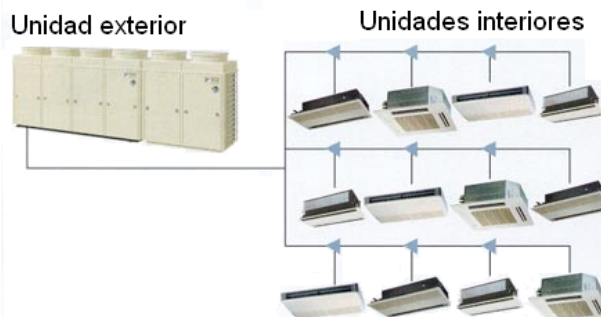
f) Equipos deshumidificadores

Un ventilador forzando el paso de aire por
un evaporador y un condensador en serie



g) VRV (¿Volumen? Caudal de Refrigerante Variable)

Una unidad exterior y múltiples interiores unidas por tuberías de refrigerante
Regulación de velocidad en el compresor y válvulas de expansión electrónicas



El RITE exige sistema auxiliar de ventilación

89

g) VRV (¿Volumen? Caudal de Refrigerante Variable)

Una unidad exterior y múltiples interiores unidas por tuberías de refrigerante
Regulación de velocidad en el compresor y válvulas de expansión electrónicas

Hay varios **tipos de VRV**

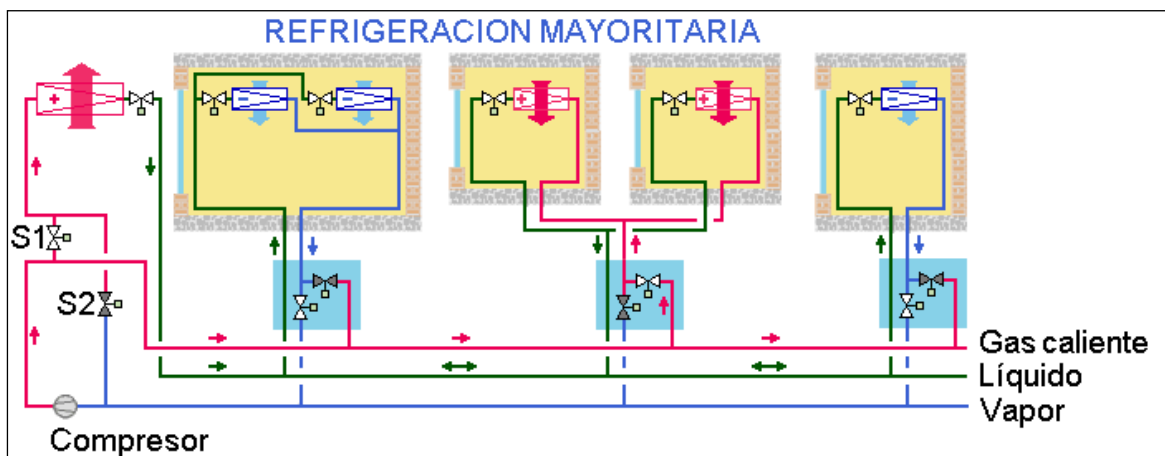
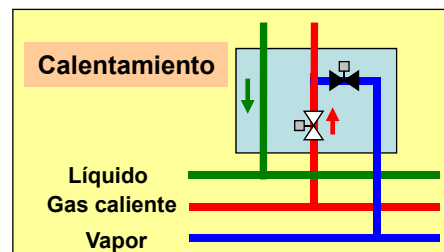
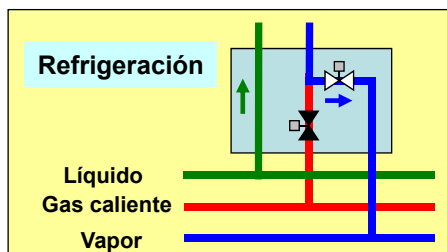
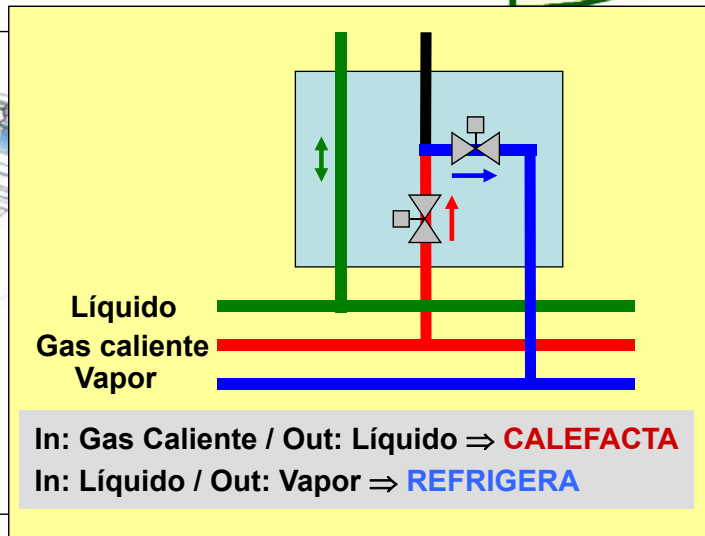
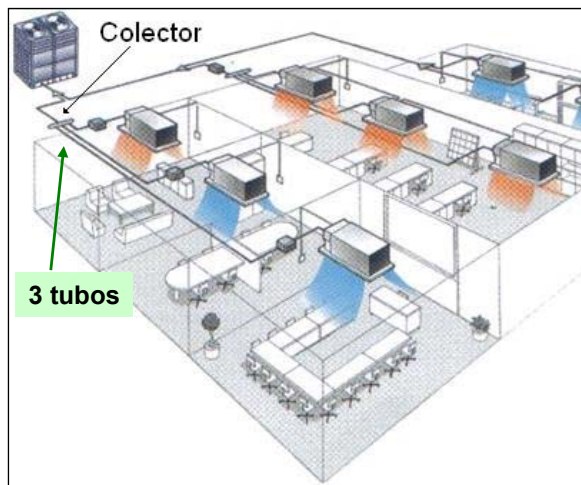
Según el modo de suministro térmico

- **sólo frío**, a las unidades interiores sólo pueden refrigerar
- **bomba de calor**, todas las unidades interiores funcionan simultáneamente en modo frío o en modo calor
- **recuperación de calor**, todas las unidades interiores (o agrupadas por bloques) disponen simultáneamente de la posibilidad de refrigerar o calentar

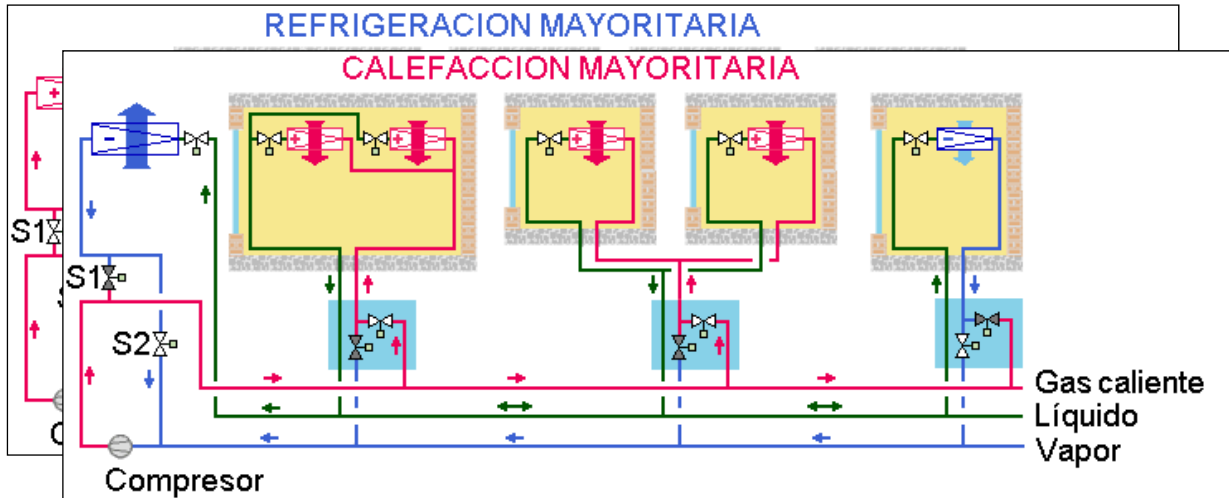
Según el modo de distribución del refrigerante

- **a dos tubos** [sólo frío o B.C.], una tubería es de líquido, y la otra de succión de gas (en modo refrigeración) o de descarga (en modo calefacción)
- **a tres tubos** [rec. calor], una es de líquido, otra de succión de gas y la tercera de descarga

90



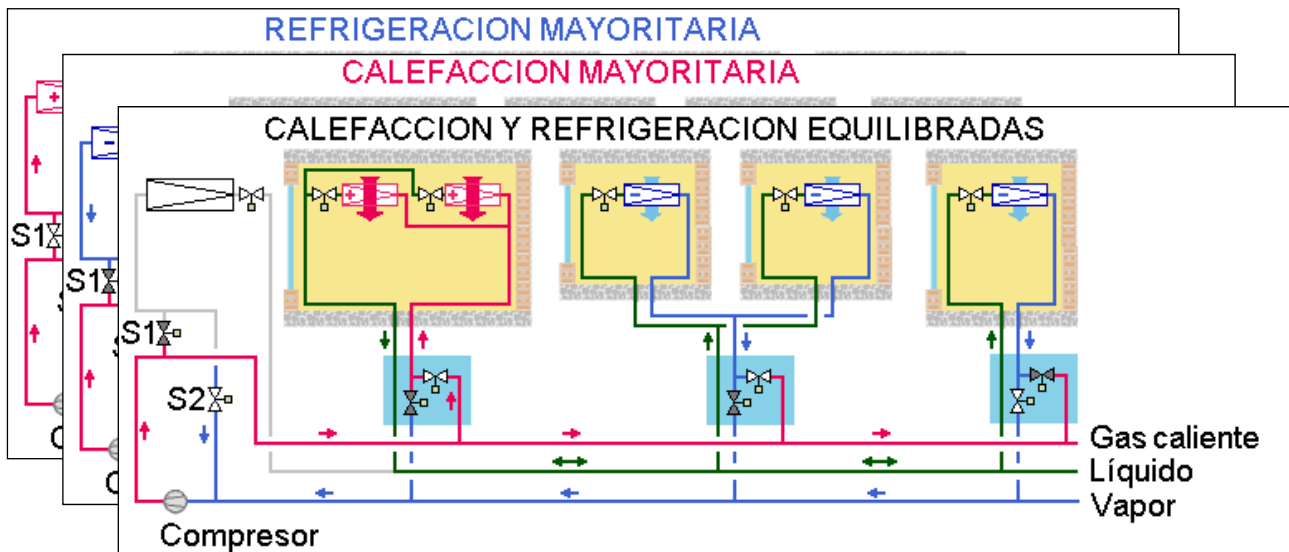
In: Gas Caliente / Out: Líquido ⇒ **CALEFACTA**
In: Líquido / Out: Vapor ⇒ **REFRIGERA**



In: Gas Caliente / Out: Líquido ⇒ **CALEFACTA**

In: Líquido / Out: Vapor ⇒ **REFRIGERA**

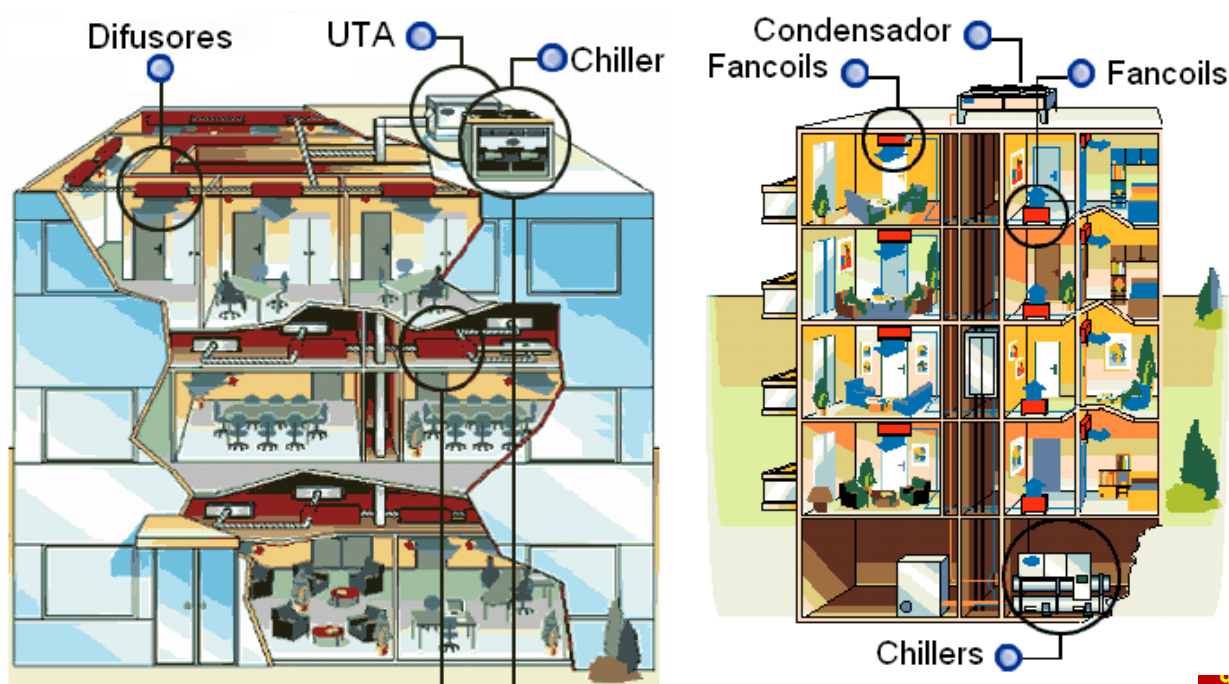
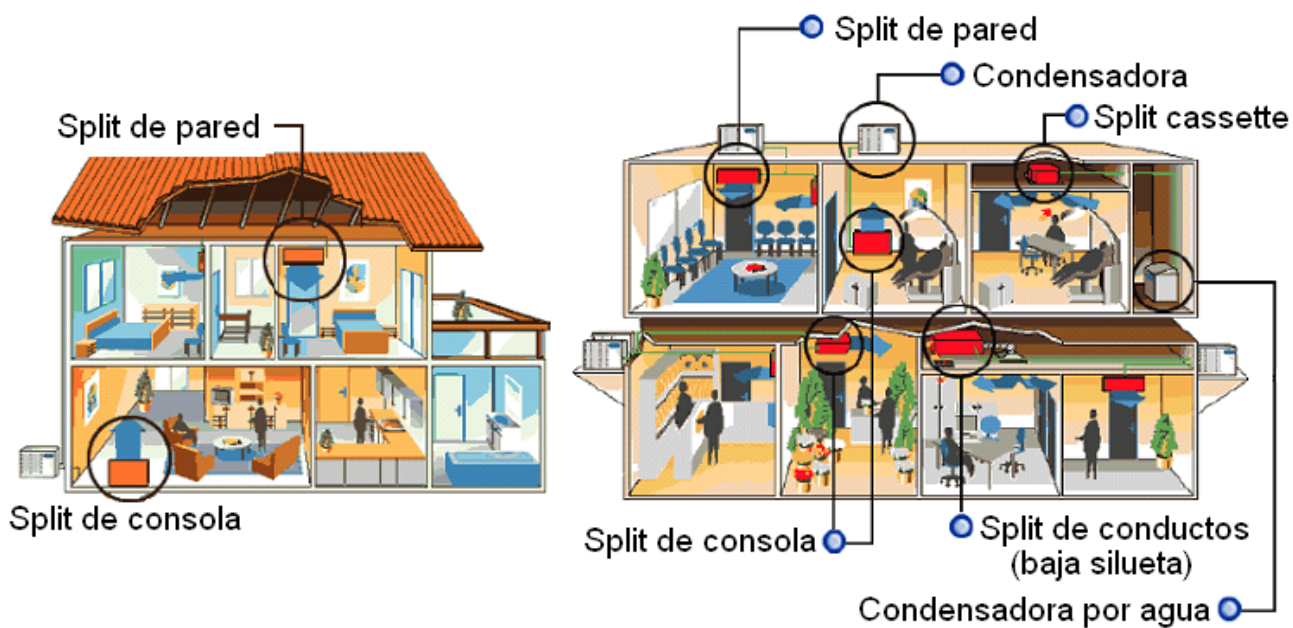
93



In: Gas Caliente / Out: Líquido ⇒ **CALEFACTA**

In: Líquido / Out: Vapor ⇒ **REFRIGERA**

94



El RITE dice:

No se permite el mantenimiento de las condiciones termo-higrométricas de los locales mediante:

- a) procesos sucesivos de enfriamiento y calentamiento
- b) la acción simultánea de dos fluidos con T de efectos opuestos

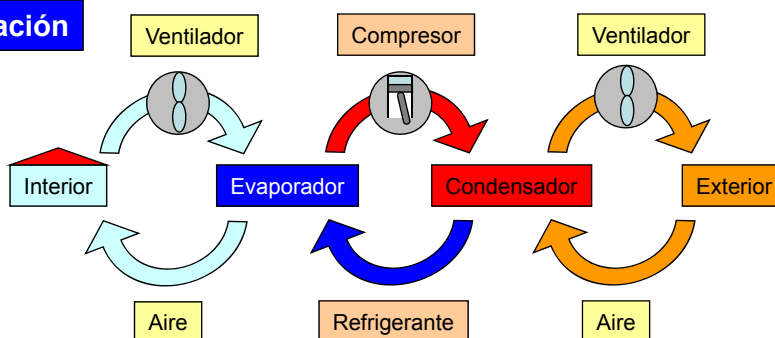
Se exceptúa de lo anterior siempre que se justifique la solución adoptada en los siguientes casos:

- a) se realice por una fuente de energía gratuita o el calor sea recuperado del condensador de un equipo frigorífico
- b) sea imperativo el mantenimiento de la HR dentro de intervalos muy estrechos
- c) se necesite mantener los locales acondicionados con presión positiva con respecto a los locales adyacentes
- d) se necesite simultanear las entradas de caudales de aire a T antagonista para mantener el caudal mínimo de ventilación
- e) la mezcla de aire tenga lugar en dos zonas diferentes del mismo ambiente

Sistemas de Climatización

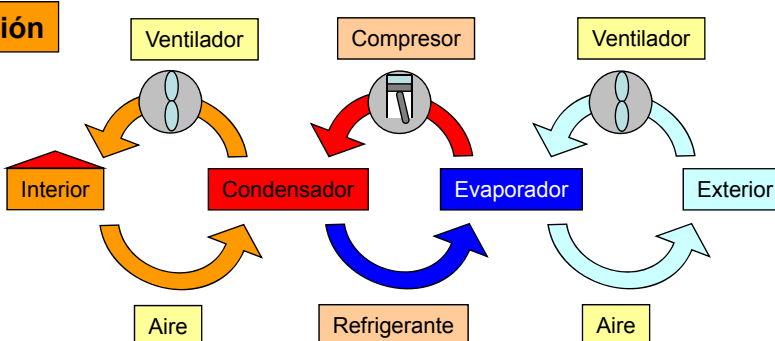
Sistema autónomo aire-aire

Modo Refrigeración



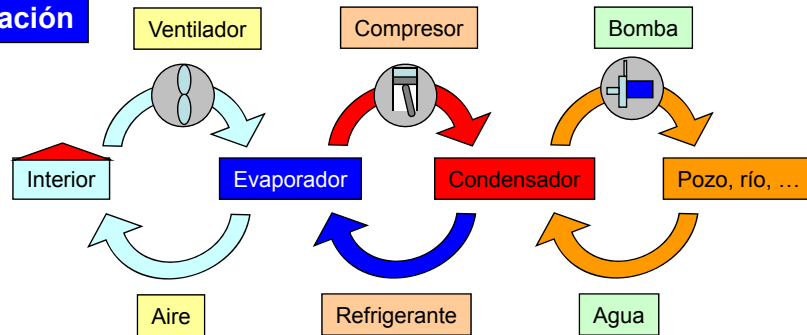
Puede ser una B.C. aire-aire reversible

Modo Calefacción



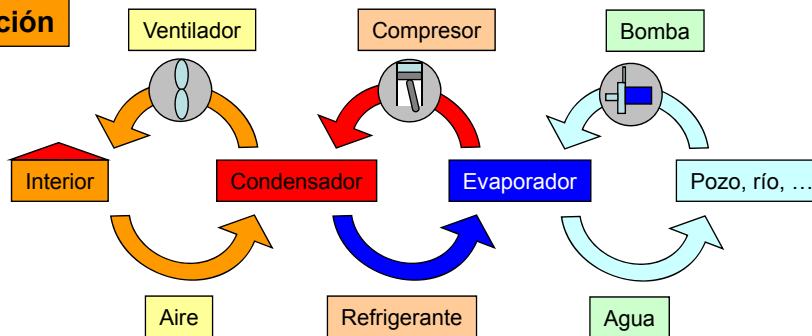
Sistema autónomo por aire con condensación por agua

Modo Refrigeración



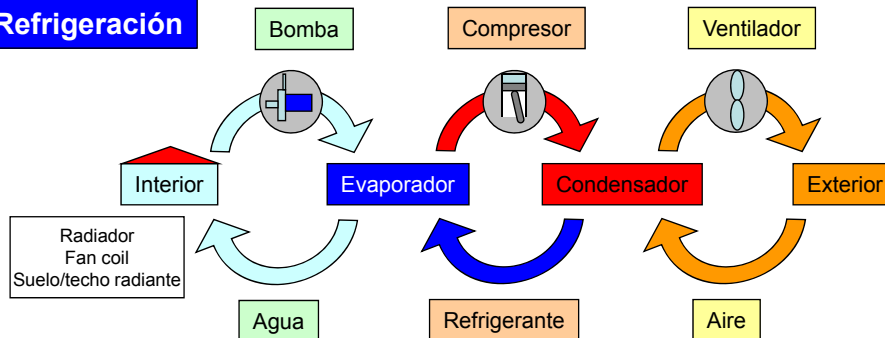
Puede ser una B.C. agua-aire reversible

Modo Calefacción



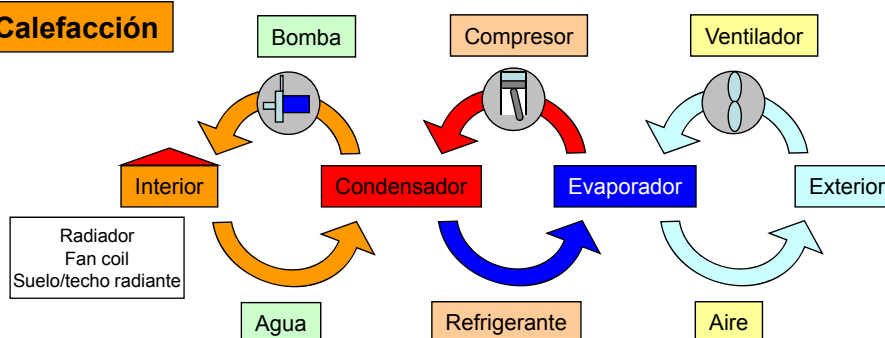
Sistema por agua con condensación por aire

Modo Refrigeración



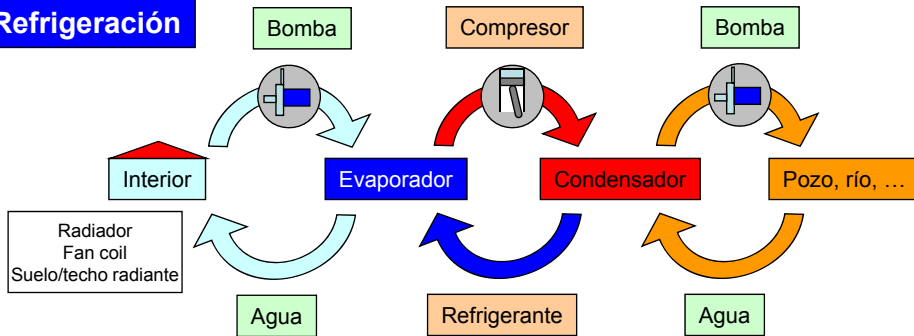
Puede ser una B.C. aire-agua reversible

Modo Calefacción



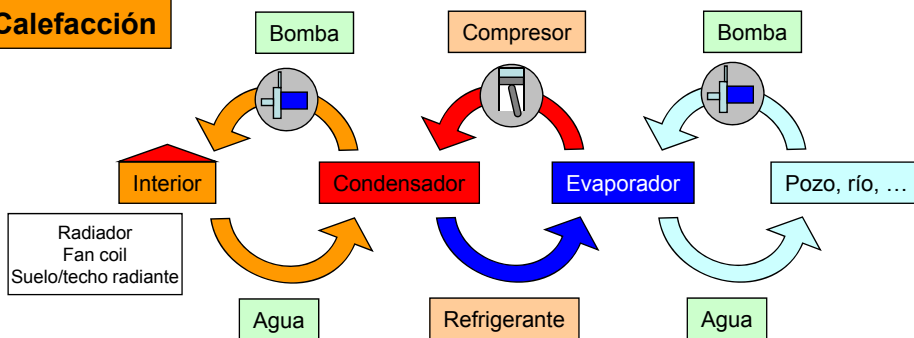
Sistema por agua con condensación por agua

Modo Refrigeración



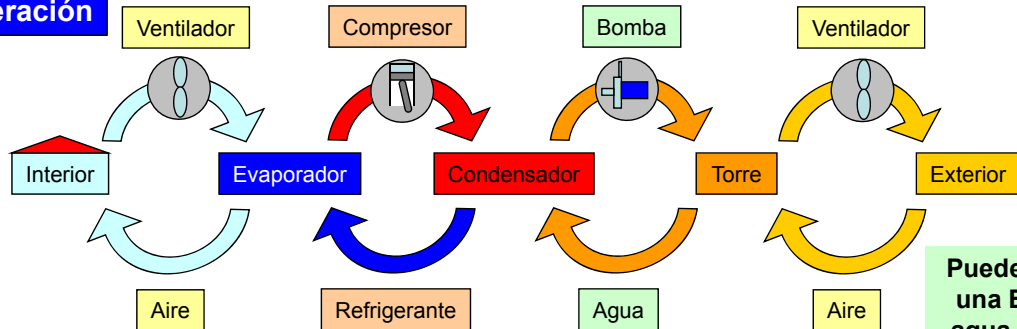
Puede ser una B.C. agua-agua reversible

Modo Calefacción



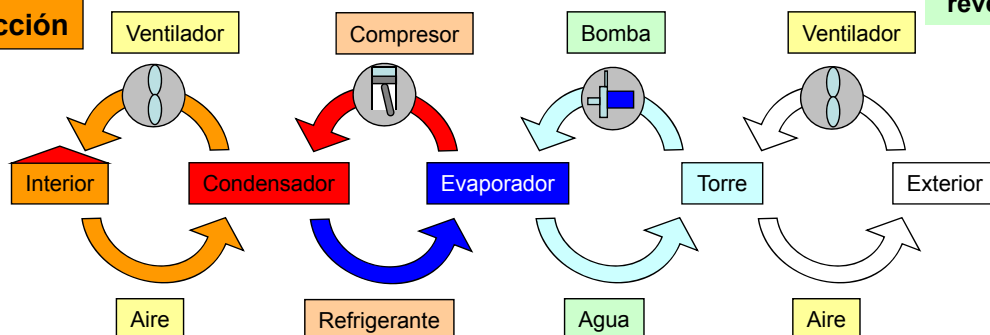
Sistema por aire con condensación por agua de torre

Modo Refrigeración



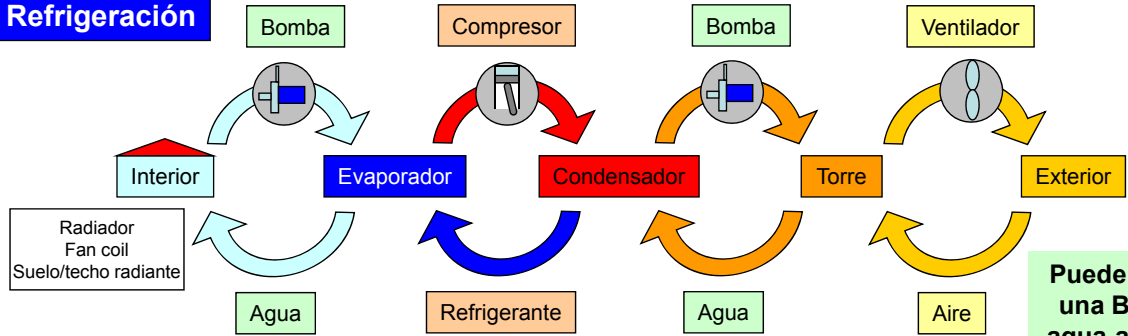
Puede ser una B.C. agua-aire reversible

Modo Calefacción



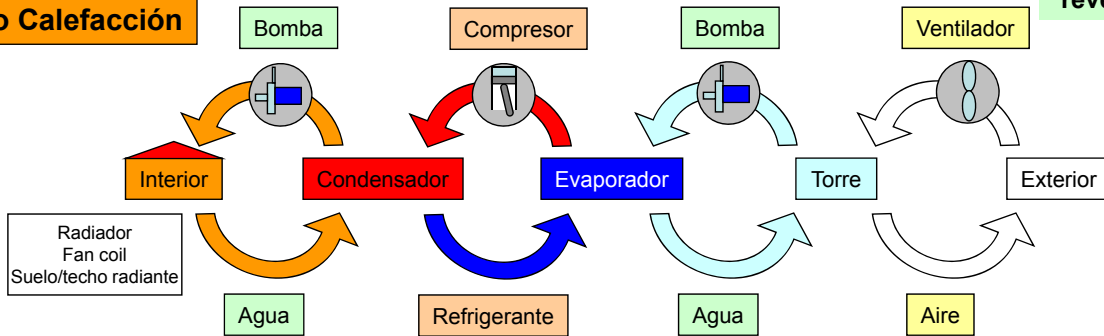
Sistema por agua con condensación por agua de torre

Modo Refrigeración



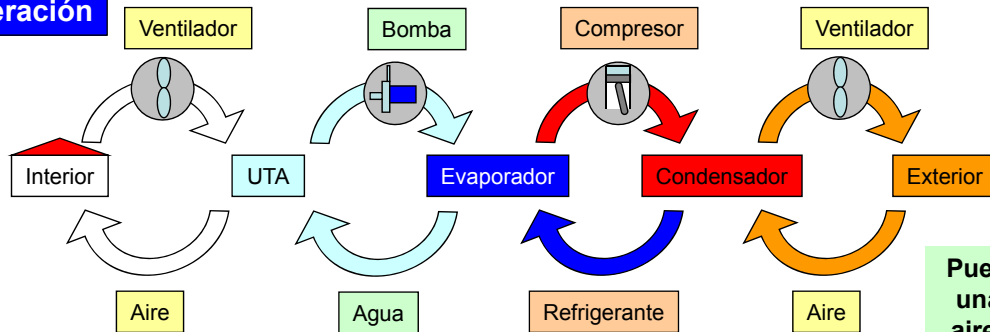
Puede ser una B.C. agua-agua reversible

Modo Calefacción



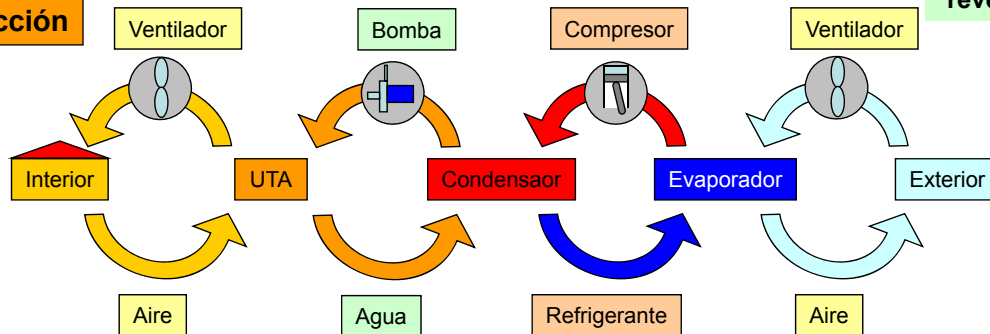
Sistema con UTAs con condensación por aire

Modo Refrigeración



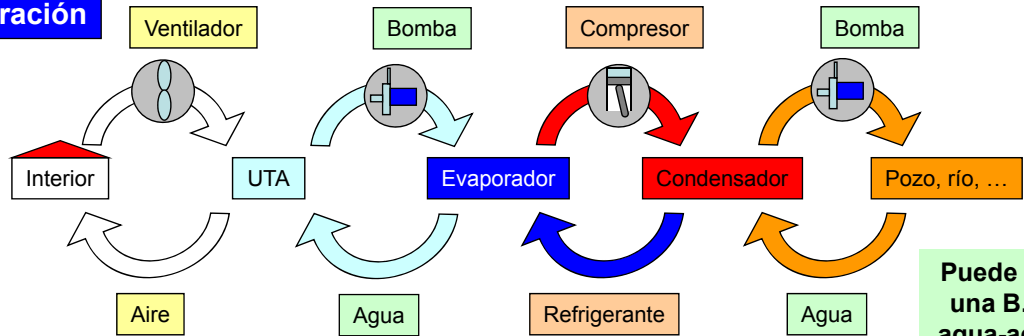
Puede ser una B.C. aire-agua reversible

Modo Calefacción



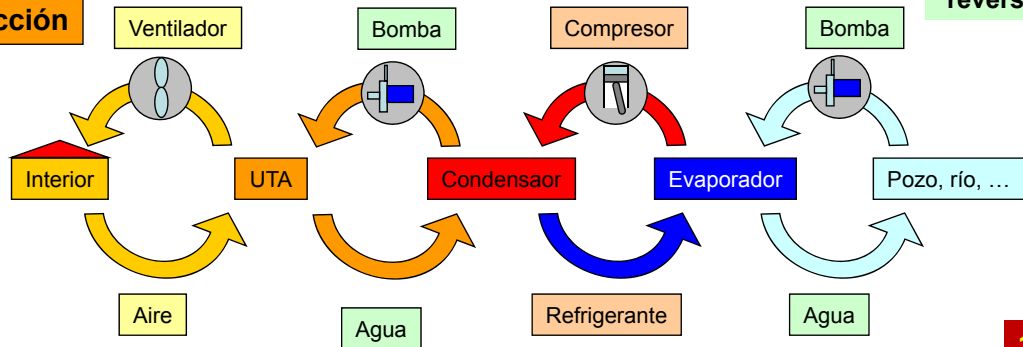
Sistema con UTAs con condensación por agua de pozo

Modo Refrigeración



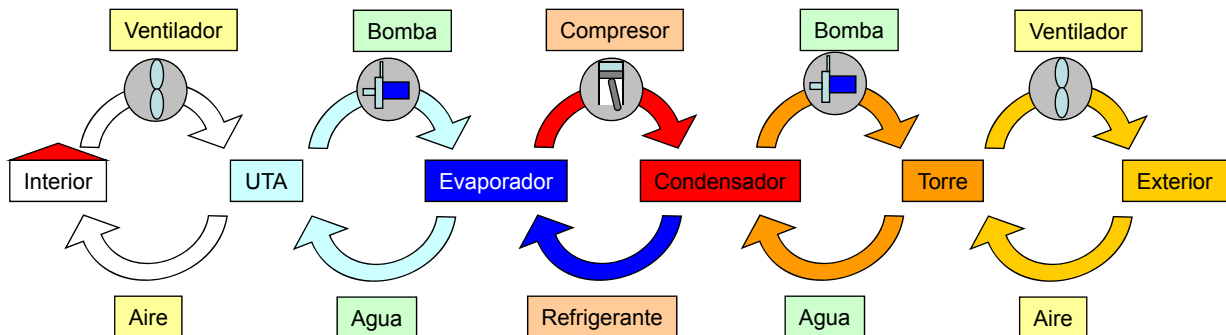
Puede ser una B.C. agua-agua reversible

Modo Calefacción



Sistema por UTAs con condensación por agua de torre

Modo Refrigeración



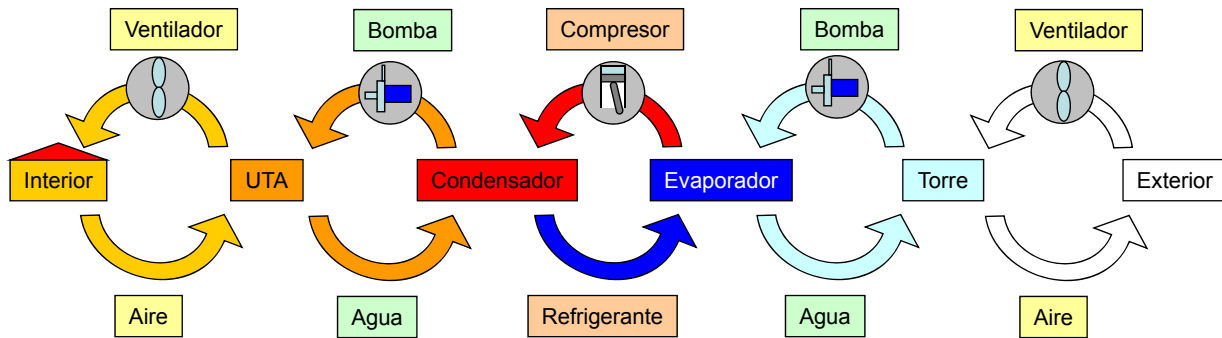
Puede ser una B.C. agua-agua reversible

Sistema por UTAs con condensación por agua de torre

Modo Refrigeración

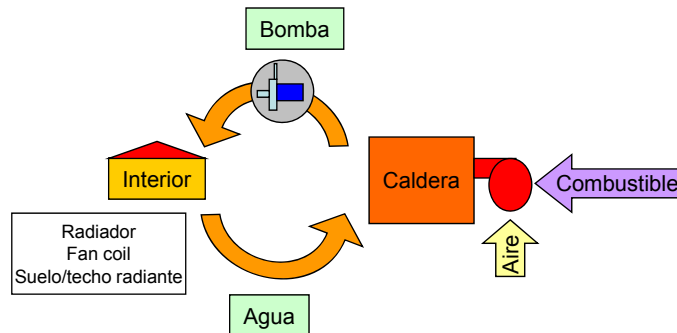
Modo Calefacción

Puede ser una B.C. agua-agua reversible

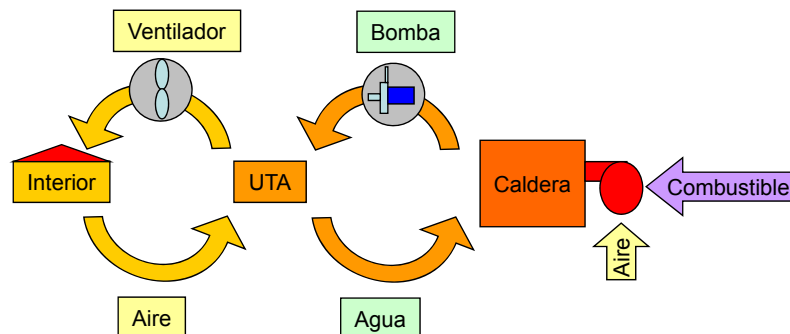


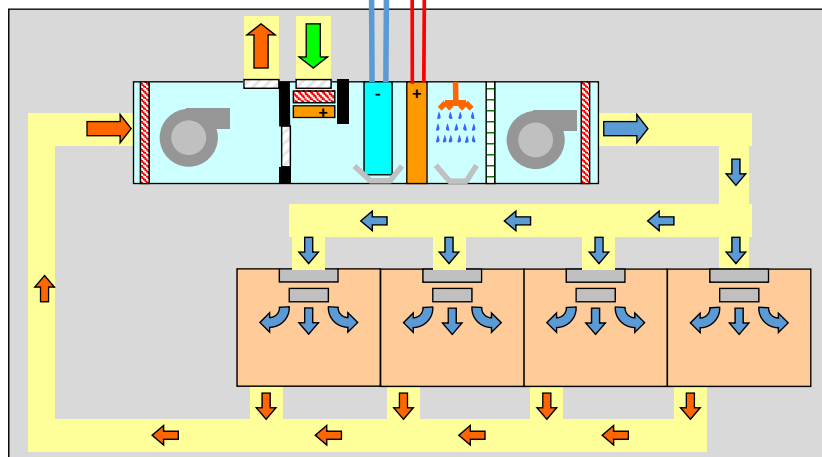
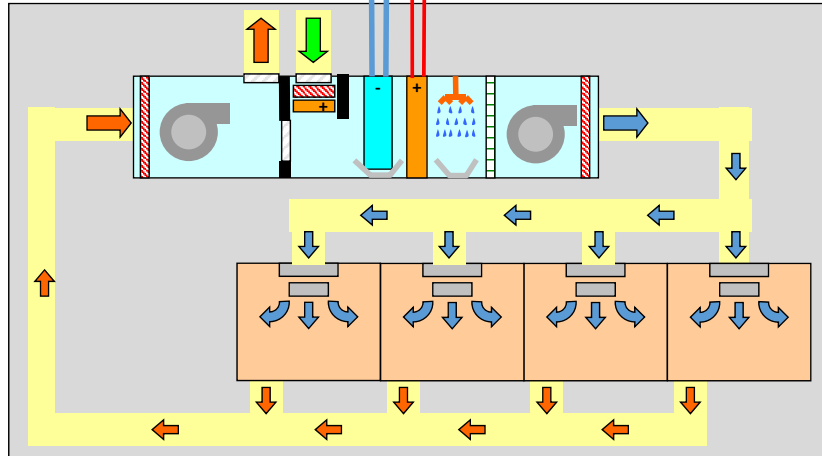
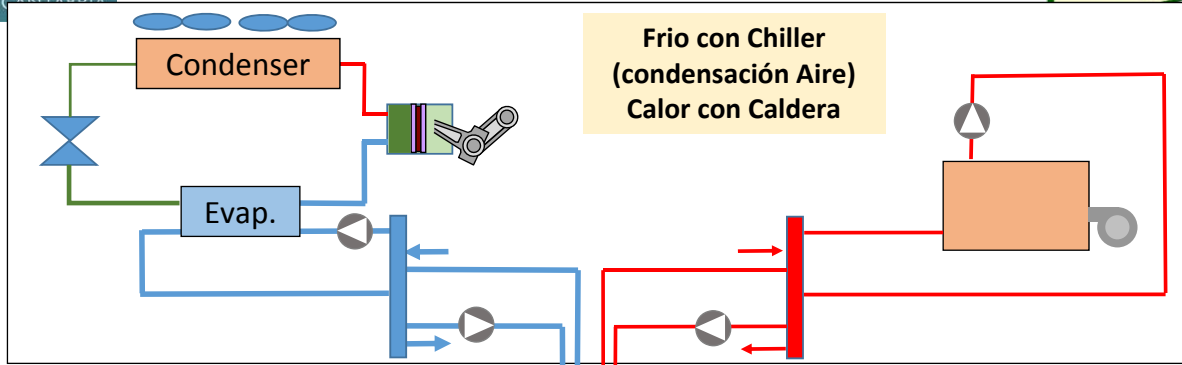
Sistema de calefacción con caldera como generador térmico

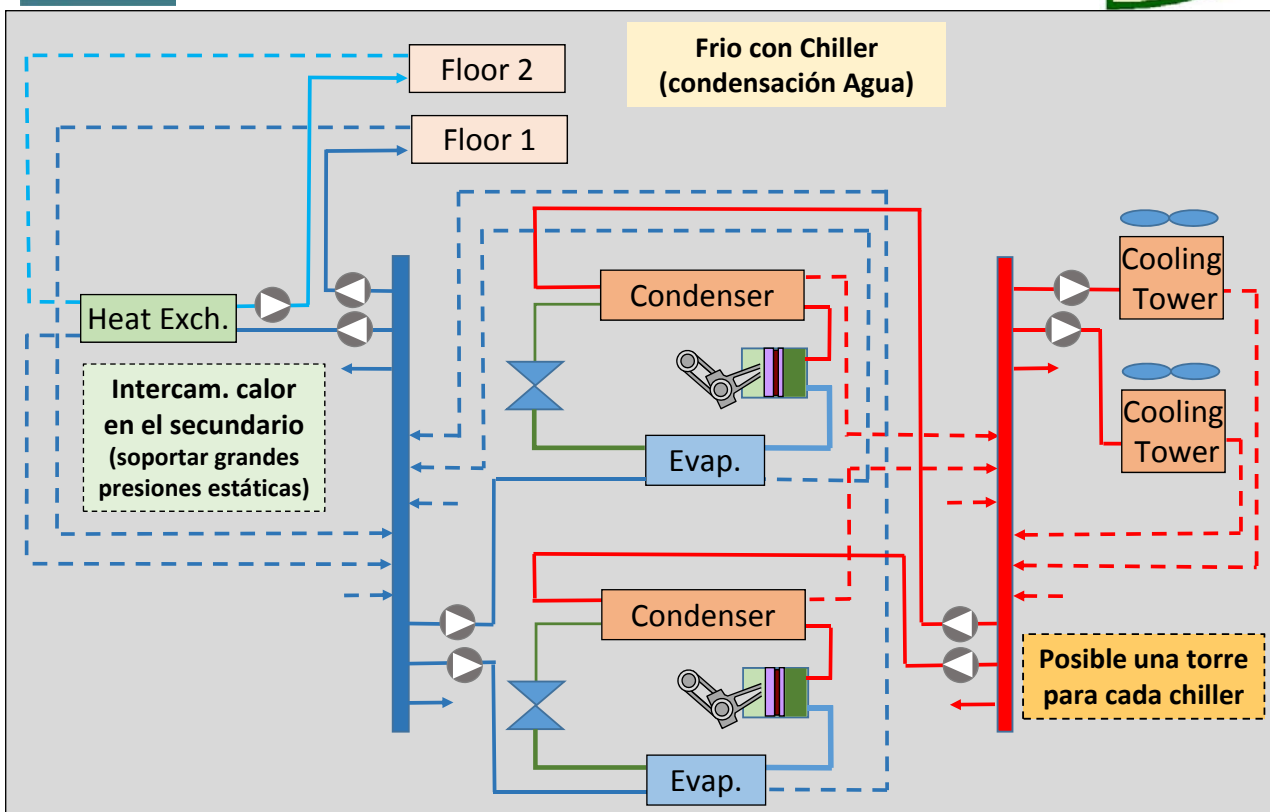
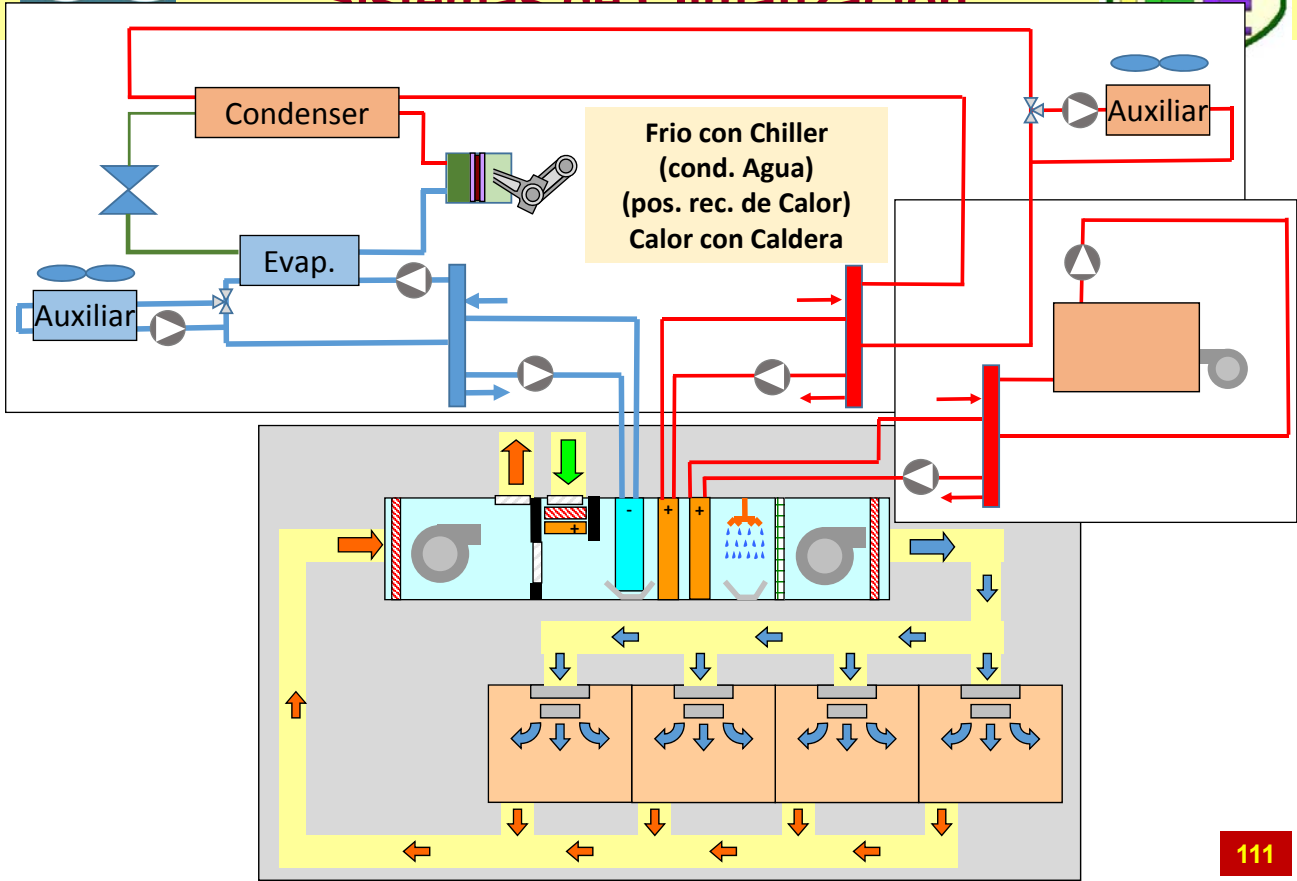
Por agua



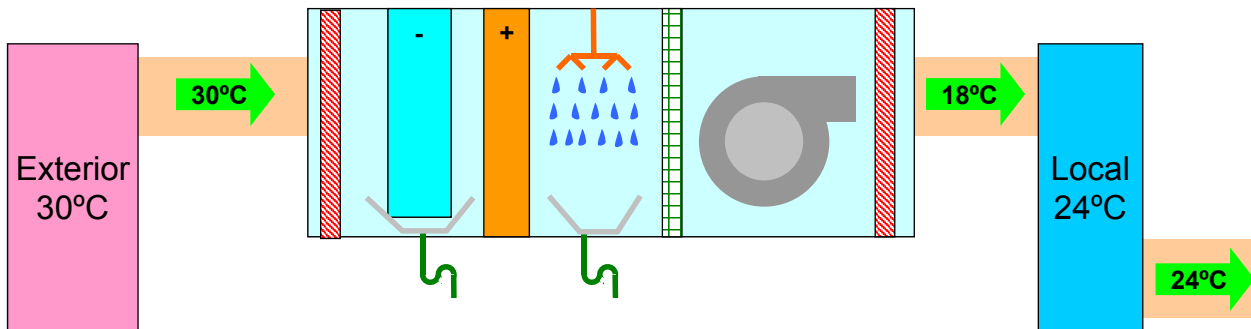
Por UTA







Las 1^{as} instalaciones de A.A. funcionaban con todo aire exterior

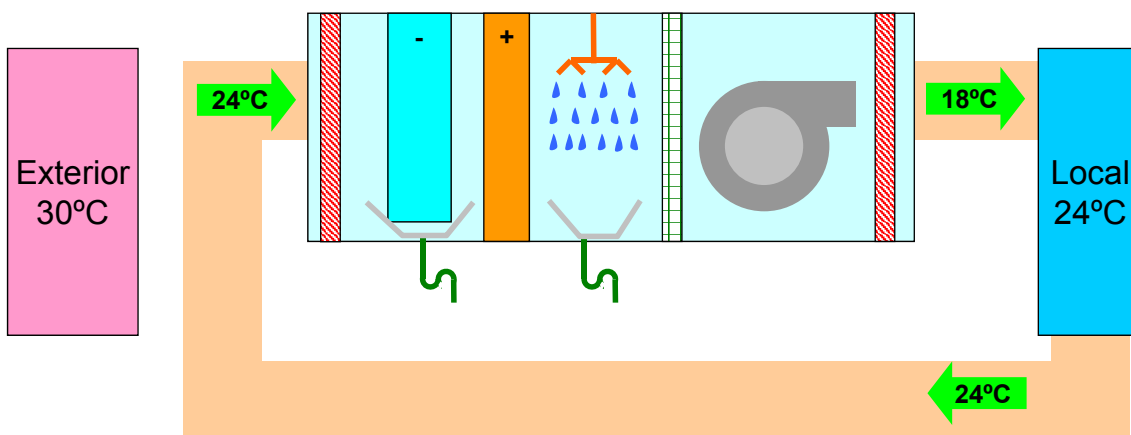


$$Q = M_{\text{aire}} \cdot (h_{30} - h_{18})$$

El gasto energético obliga a recircular aire ya que enfriar aire el aire del local es más barato que enfriar el aire exterior

113

La 2^{da} generación trabajaba con todo aire de recirculación



$$Q = M_{\text{aire}} \cdot (h_{30} - h_{18})$$



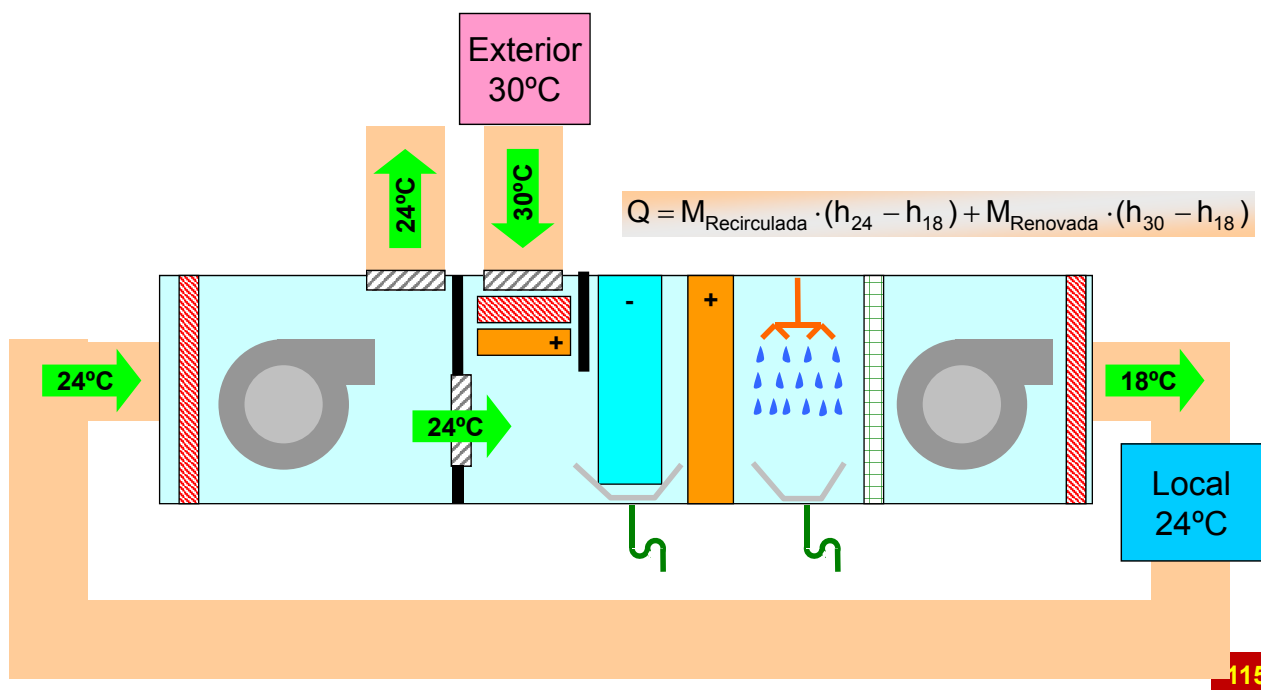
$$Q = M_{\text{aire}} \cdot (h_{24} - h_{18})$$

≈ 50% Energía

Síndrome del edificio enfermo; se necesita ventilación

114

La 3ª generación tiene que considerar aire exterior y de recirculación



La 4ª generación considera:

- **Freecooling:**

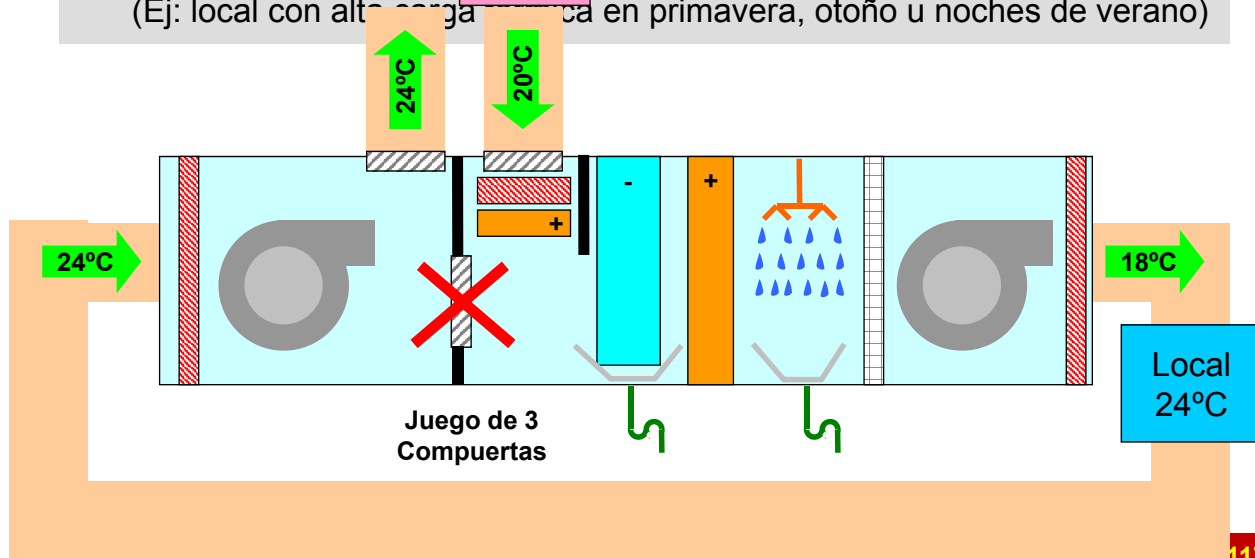
Cuando las condiciones exteriores son más ventajosas que las interiores (Ej: local con alta carga térmica en primavera, otoño u noches de verano)

La 4ª generación considera:

$$Q = M_{\text{aire}} \cdot (h_{20} - h_{18})$$

- **Freecooling:**

Cuando las condiciones exteriores son más ventajosas que las interiores (Ej: local con alta carga térmica en primavera, otoño u noches de verano)



La 4ª generación considera:

- **Freecooling:**

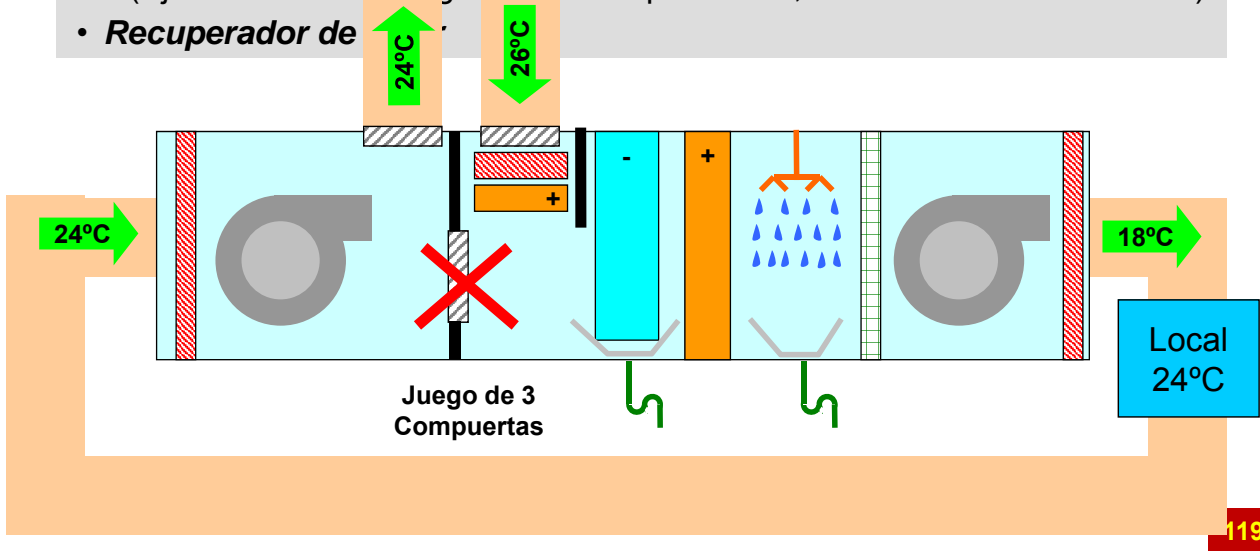
Cuando las condiciones exteriores son más ventajosas que las interiores (Ej: local con alta carga térmica en primavera, otoño u noches de verano)

- **Recuperador de calor**

La 4ª generación de climatización

$$Q = M_{\text{aire}} \cdot (h_{26} - h_{18})$$

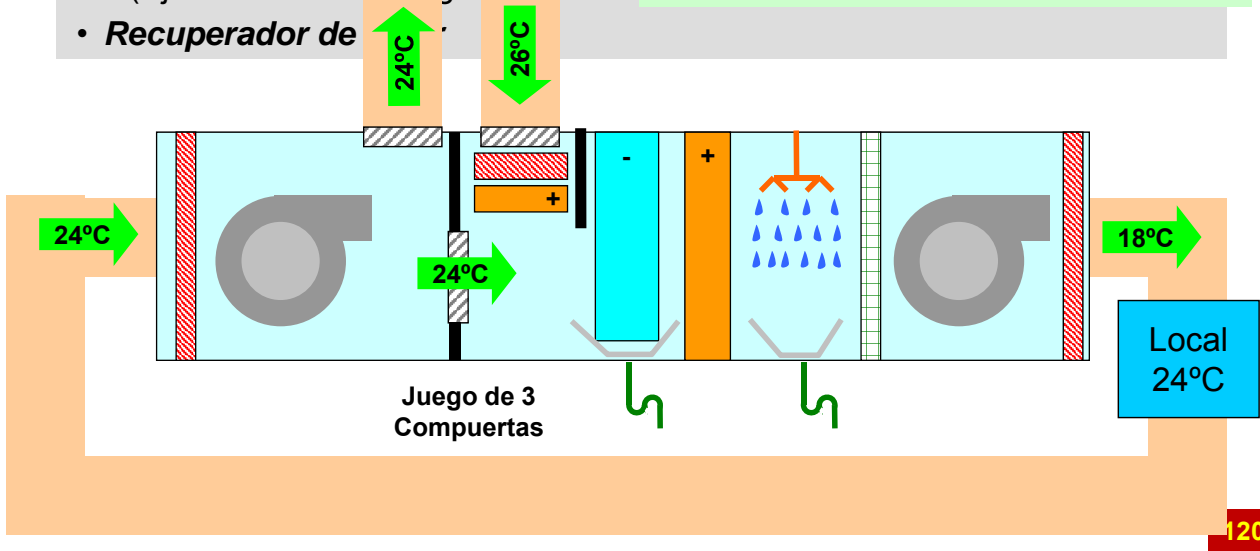
- **Freecooling:**
Cuando las condiciones exteriores son más ventajosas que las interiores (Ej: local con climatización en primavera, otoño u noches de verano)
- **Recuperador de calor:**



La 4ª generación de climatización

$$Q = M_{\text{Reciclada}} \cdot (h_{24} - h_{18}) + M_{\text{Renovada}} \cdot (h_{26} - h_{18})$$

- **Freecooling:**
Cuando las condiciones exteriores son más ventajosas que las interiores (Ej: local con climatización en primavera, otoño u noches de verano)
 - **Recuperador de calor:**
- ¿Que cantidad de aire se debe recircular?
¿Se debe utilizar el recuperador de calor?



La 5ª generación incluye:

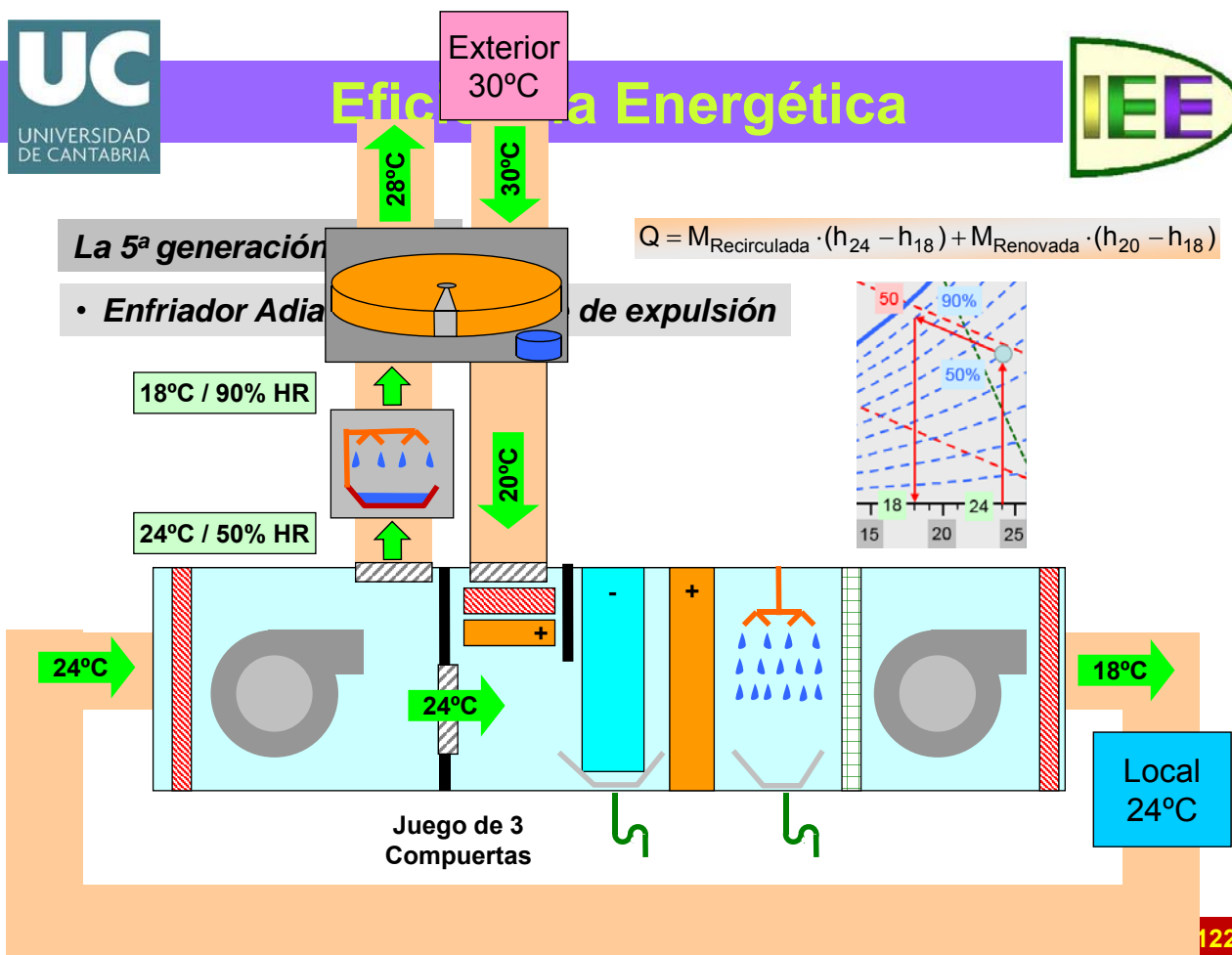
- Enfriador Adiabático en el aire de expulsión

121

La 5ª generación

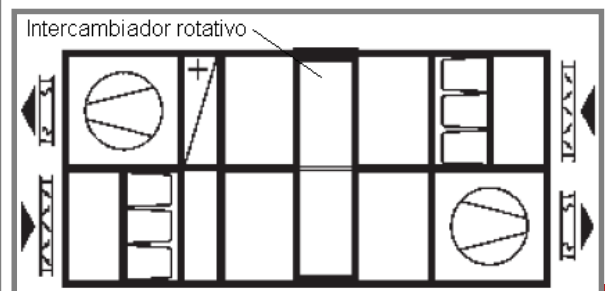
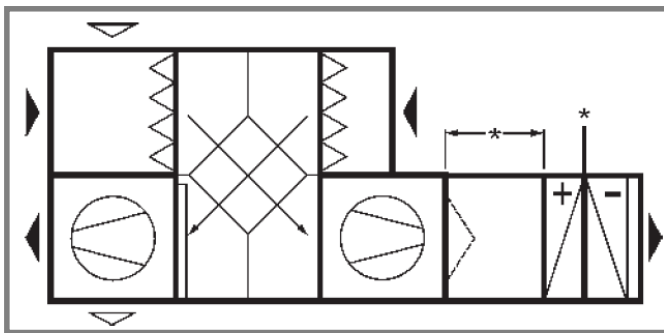
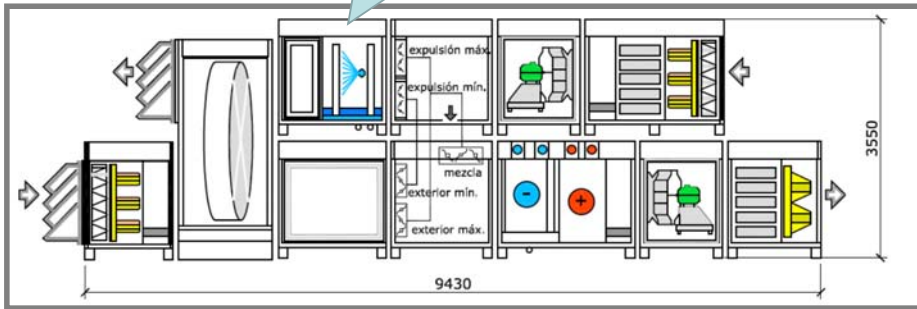
- Enfriador Adiabático en el aire de expulsión

$$Q = M_{\text{Recirculada}} \cdot (h_{24} - h_{18}) + M_{\text{Renovada}} \cdot (h_{20} - h_{18})$$

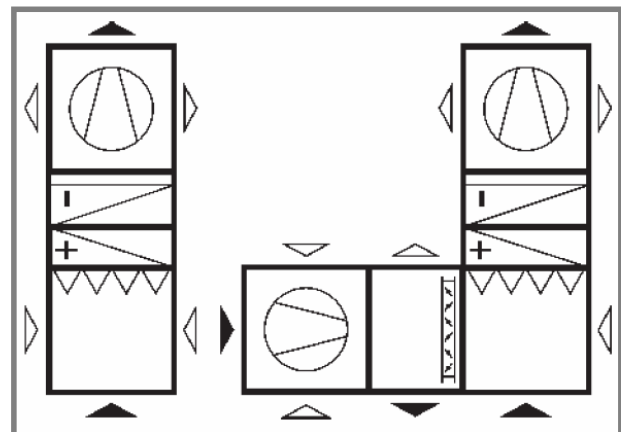
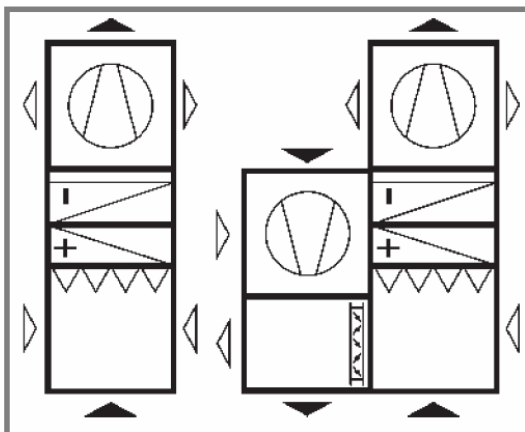
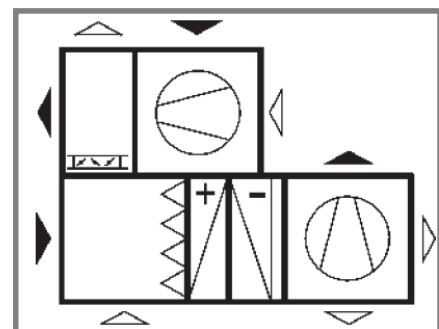
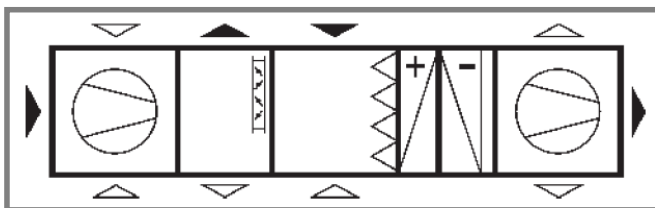


122

Humectar y enfriar el aire expulsado



Climatizadoras, UTAs o AHU



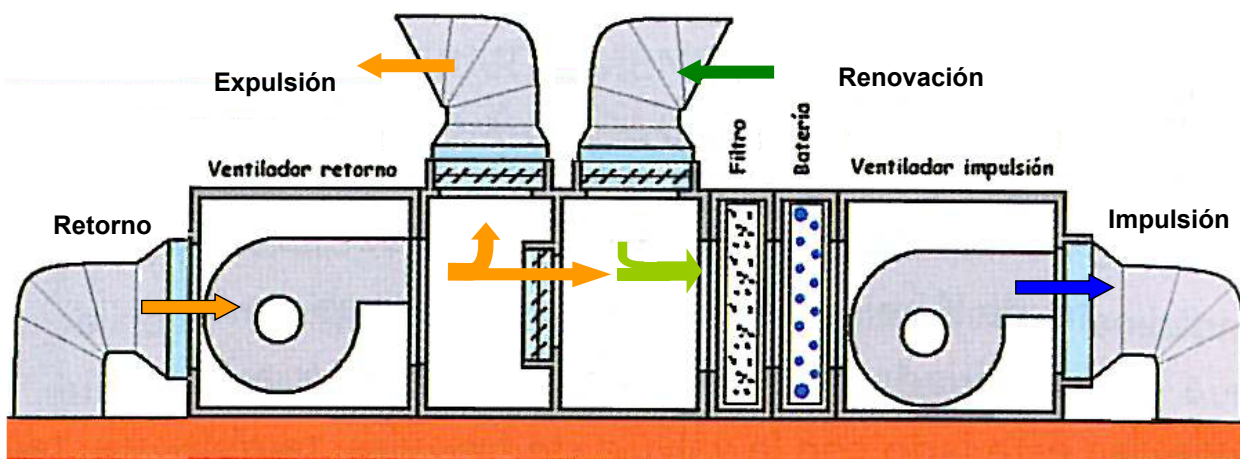


CERTIFICACION EUROVENT DE EFICIENCIA ENERGETICA PARA UTASs

	v (m/s)	Recuperación de calor		Pot. Abs.
		η (%)	Δp (Pa)	f _{clase de ref}
A	1,8	75	280	0,9
B	2	67	180	0,95
C	2,2	57	150	1
D	2,5	47	125	1,06
E	2,8	37	100	1,12

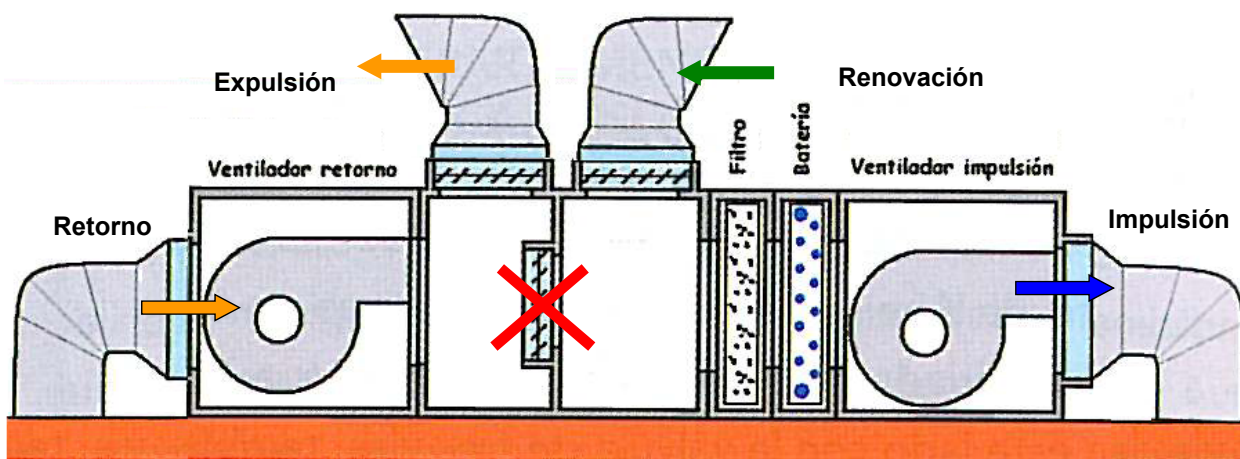
UTA Roof Top:

Sección de Free-cooling



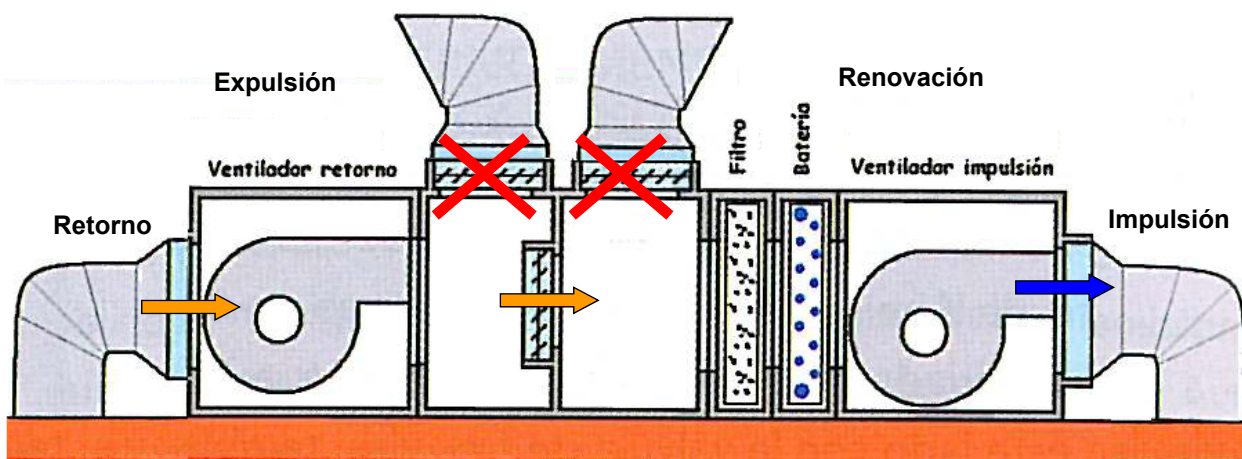
UTA Roof Top:

Sección de Free-cooling



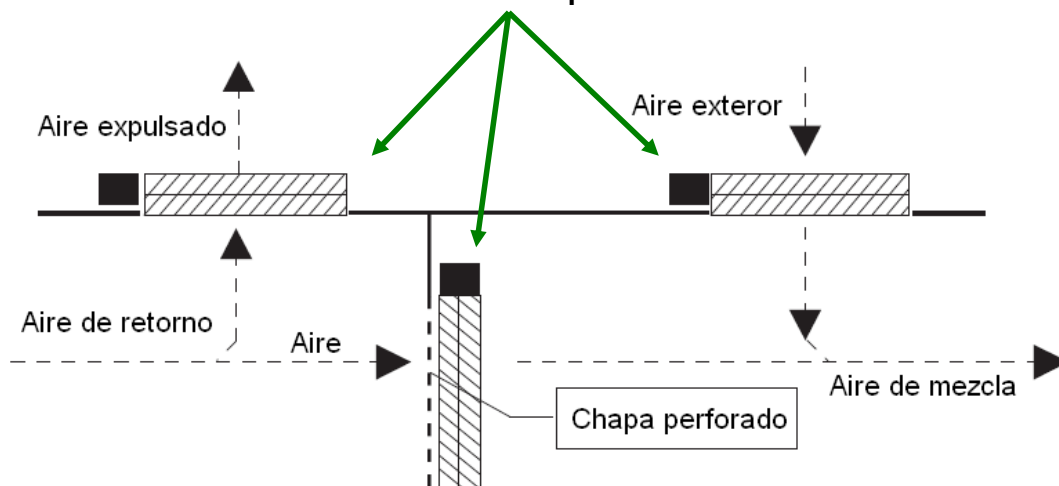
UTA Roof Top:

Sección de Free-cooling



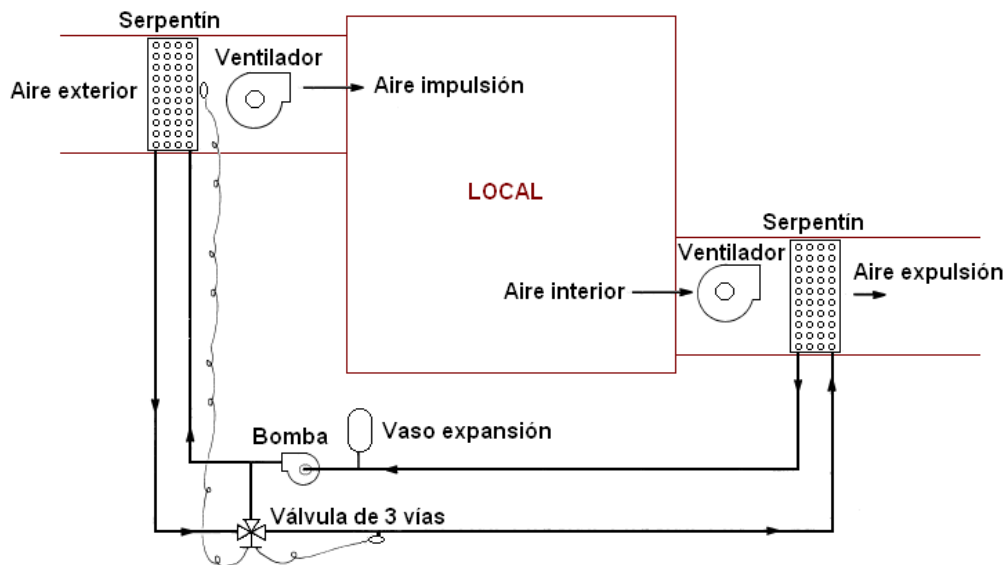
Freecooling en sistemas aire-aire (I)

Sistema de compuertas



Freecooling en sistemas aire-aire (II)

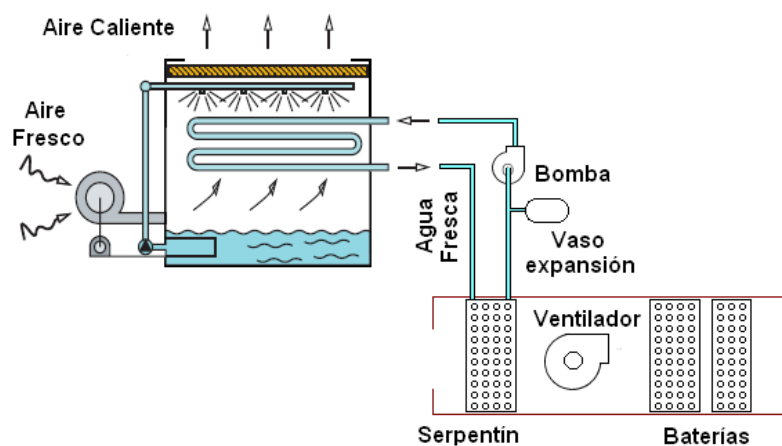
- Baterías con recirculación { No requiere juntar los conductos
Menor eficacia térmica



131

Freecooling en sistemas aire-aire (II)

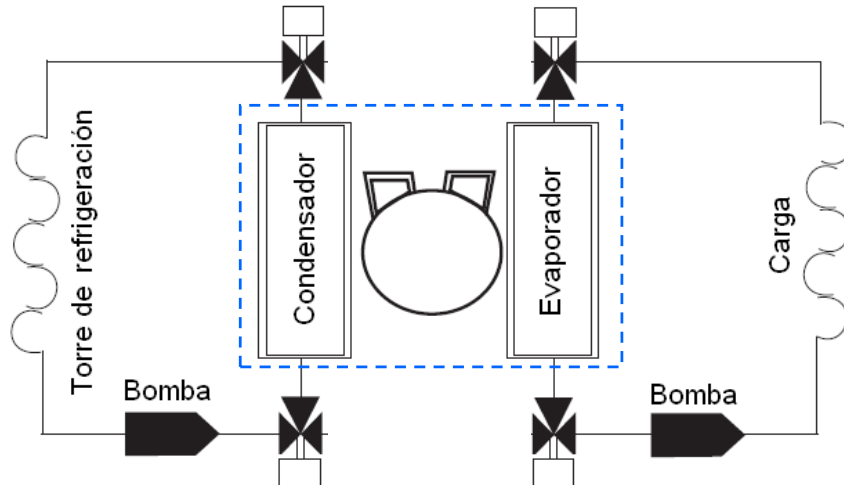
- Baterías con recirculación { No requiere juntar los conductos
Menor eficacia térmica
- Agua de Torre de Refrigeración



132

Freecooling en sistemas agua-agua

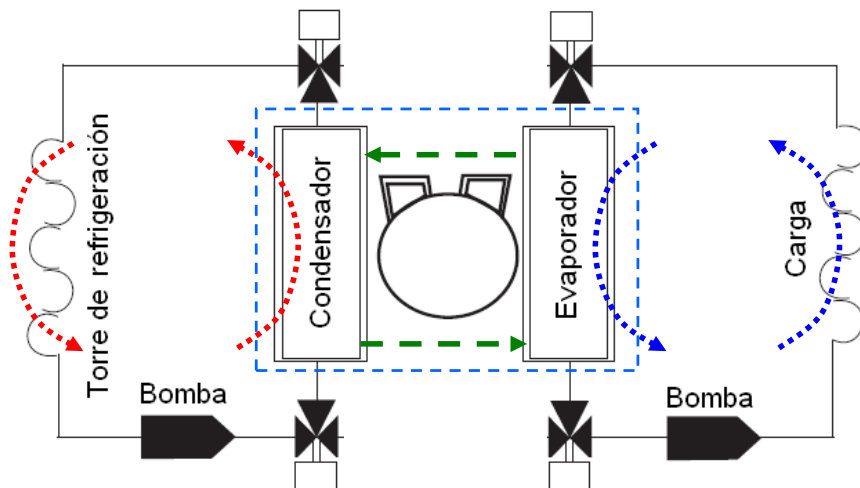
Conexión directa alternativa entre la Torre y la Carga



133

Freecooling en sistemas agua-agua

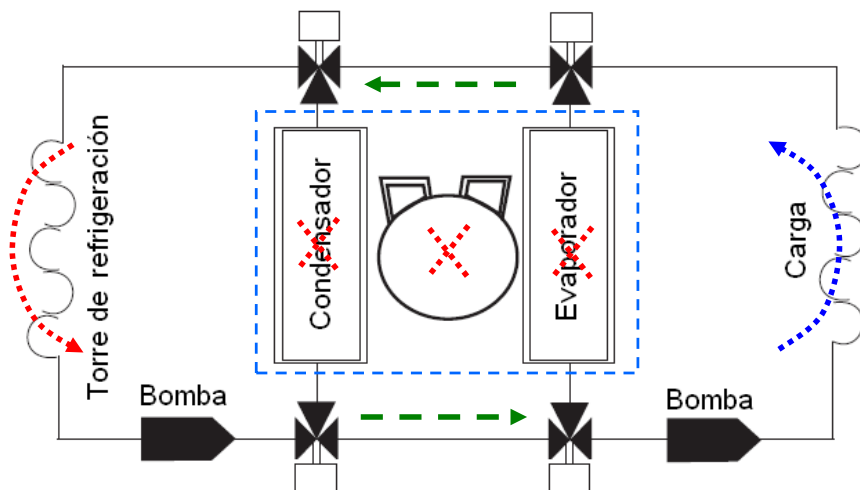
Conexión directa alternativa entre la Torre y la Carga



134

Freecooling en sistemas agua-agua

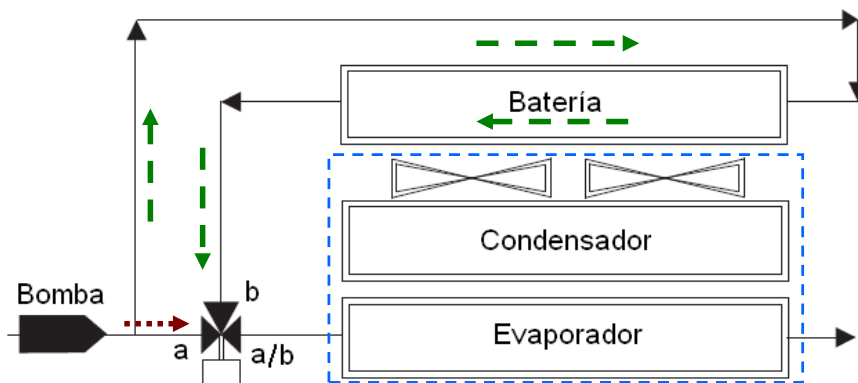
Conexión directa alternativa entre la Torre y la Carga



135

Freecooling en sistemas aire-agua (I)

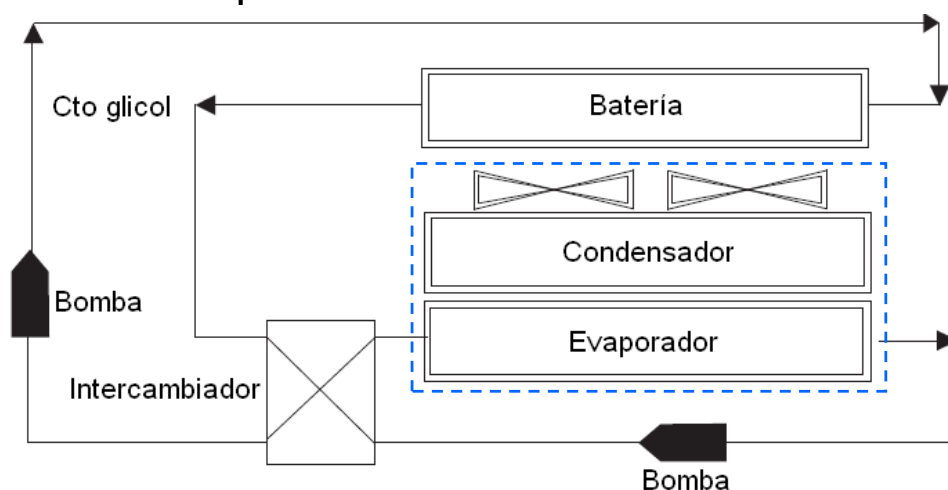
Alternativa de preenfriamiento del agua en una batería



136

Freecooling en sistemas aire-agua (II)

Alternativa de preenfriamiento del agua en una batería, empleando un intercambiador intermedio



137

Eficiencia
Caudales
Estudio energía / economía
Pérdidas de carga
Localización
Impacto medioambiental

**Catálogos de
Fabricantes**

Recuperador	Eficiencia %	Per Pres (Pa)	Elemento	Per Pres (Pa)
Rotativo	70 a 90 %	100 a 180	Batería de frío	80 a 150
Placas	45 a 65 %	120 a 400	Batería de calor	20 a 80
Tubos de calor	50 a 80 %	100 a 500	Difusores	45 a 120
Dos baterías	40 a 60 %	150 a 300	Filtros	40 a 80
Circulación y rociado	60 a 70 %	150 a 300	Filtros de alto rend.	100 a 250
Evaporativo indirecto	50 a 70 %	50 a 350		

138

El RITE dice sobre recuperación de energía:

Los subsistemas de climatización del tipo todo aire y $P_{ref} > 70$ kW dispondrán de un subsistema de enfriamiento gratuito

En los sistemas todo aire es válido el sistema de compuertas (UNE EN 13053 y UNE EN 1751, v_{max} compuertas < 6 m/s, eficiencia sección mezcla $>75\%$)

En los sistemas agua-aire se obtendrá mediante agua procedente de torres de refrigeración (preferible cto cerrado), o en caso de máquinas aire-agua mediante baterías hidráulicas puestas en serie con el evaporador

El RITE dice sobre recuperación de energía:

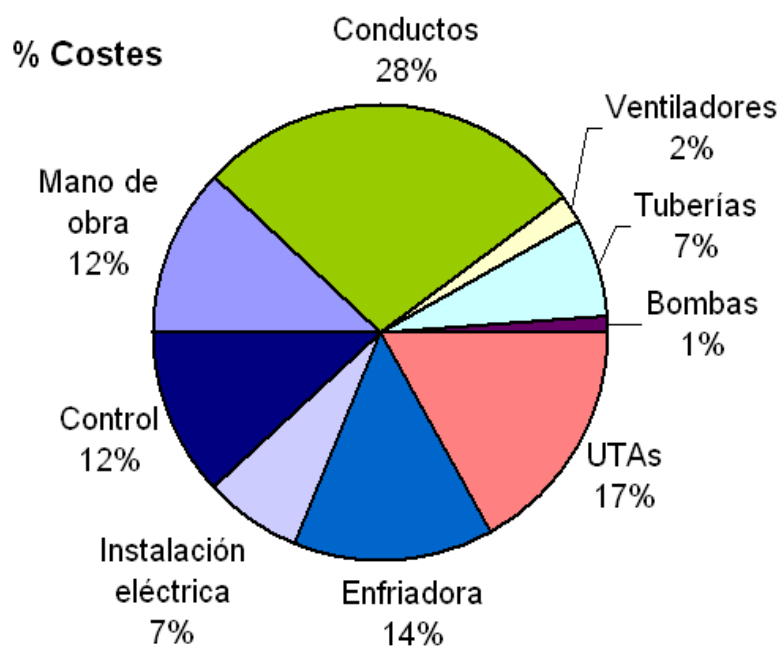
Se recuperará energía del aire de extracción cuando el caudal sea mayor de $0,5$ m³/s

En el aire expulsado se instalará un enfriamiento adiabático

Las eficiencias mínimas y las pérdidas de presión máximas serán:

H anuales de funcionamiento	Caudal de aire exterior (m ³ /s)									
	< 1,5		1,5 a 3		3 a 6		6 a 12		12 <	
	%	Pa	%	Pa	%	Pa	%	Pa	%	Pa
< 2.000	40	100	44	120	47	140	55	160	60	180
2.000 a 4.000	44	140	47	160	52	180	58	200	64	220
4.000 a 6.000	47	160	50	180	55	200	64	220	70	240
6.000 <	50	180	55	200	60	220	70	240	75	260

El mantenimiento de la HR puede hacerse con una bomba de calor específica



141

Sistema	€/kW
Partido unizona todo-nada	450
Partido unizona Inverter	600
Partido Multioinverter	750
Compacto (Roof rop)	850
Fancoil 2T con aire primario, enfriadora y caldera de gas	1.000
Todo aire Caudal cte con enfriadora y caldera de gas	1.100
Todo aire Caudal variable con enfriadora y caldera de gas	1.250
Fancoil 4T con aire primario, enfriadora y caldera de gas	1.300
VRV	1.300
Inductores con aire primario, enfriadora y caldera de gas	1.400
Bomba de calor individual en anillo de agua templada	1.700

Ingeniería	2%
Mantenimiento	2 al 10%

142

Sistema	Relación de coste
Compacto (Roof rop)	0,85
Fancoil 2T con aire primario, bomba de calor reversible	1,00
VRV	1,10
Todo aire Caudal variable con enfriadora y caldera de gas	1,35
Fancoil 4T con aire primario, bomba de calor reversibles	1,48
Inductores con aire primario, enfriadora y caldera de gas	1,54
Bomba de calor individual en anillo de agua templada	2,20
Todo aire Caudal cte con enfriadora y caldera de gas	2,24
Todo aire Caudal cte con enfriadora de absorción y caldera de gas	2,90

Sistema	Pot. (kW)	Espacio (m ²)	Altura (m)
Chiller de compresión condensada por agua	1.000	50	3
Chiller de compresión condensada por agua	2.000	63	3
Chiller de absorción de llama directa condensada por agua	17,5	10	2,5
Chiller de absorción alimentada por vapor de agua condensada por agua	300	20	2,5
Chiller de absorción alimentada por vapor de agua condensada por agua	3.000	70	3,5
Chiller de compresión condensada por aire	200	39	
Chiller de compresión condensada por aire	600	75	
Chiller de compresión condensada por aire	1.000	98	
Sala de calderas	100	15	3
Sala de calderas	1.000	80	4
Torre de refrigeración		50 + (66 x kW)	
UTA con recirculación		8 x m ³ /s	
UTA todo aire exterior		5 x m ³ /s	

	Diámetro de tubería (mm/kW)
Refrigerante	1,5
Agua	1,6
Aire	32

Unidad terminal	Altura (mm)
Caudal de aire variable	350-750
VRV	350-450
Techo frío	250
Fancoil	450
Difusor rotacional	250-650
Difusor lineal	150-400
Suelos radiantes	40
Difusor de suelo	60-150

Es necesario distribuir la energía térmica desde la producción hasta los locales

Para un "calor" dado: Volumen de conductos >> Volumen de tuberías

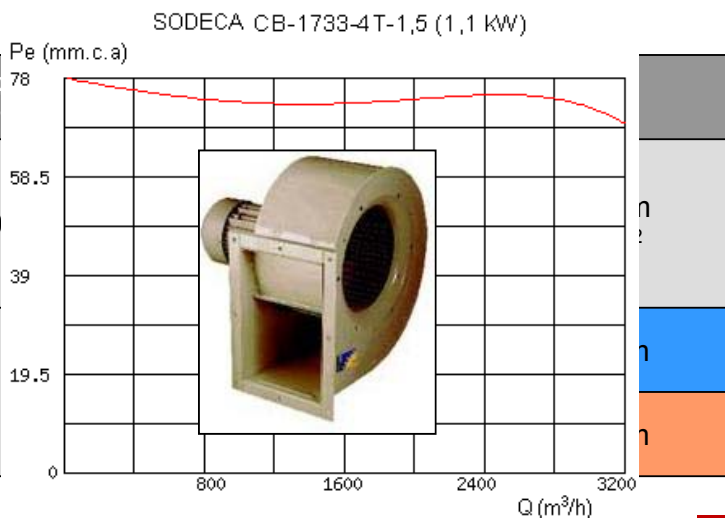
Los ventiladores dan presiones limitadas \Rightarrow Longitudes de conductos pequeñas

	c_p (kJ/kg°C)	ρ (kg/m ³)	$c_p \cdot \rho$ (kJ/ m ³ °C)	ΔT (°C)	ΔVol	Vel (m/s)	Dim.
Agua	4,2	1.000	4.200	5 (7-12)	100	0,5	r = 2,5 cm 19,6 cm ²
				20 (80-60)	100		
Aire	1	1,2	1,2	7 (17-24)	2.500	5	L = 50 cm
				16 (40-24)	4.375		L = 92 cm

Es necesario distribuir la energía térmica desde la producción hasta los locales

Para un "calor" dado: Volumen de conductos >> Volumen de tuberías

Longitudes limitadas \Rightarrow Longitudes de conductos pequeñas

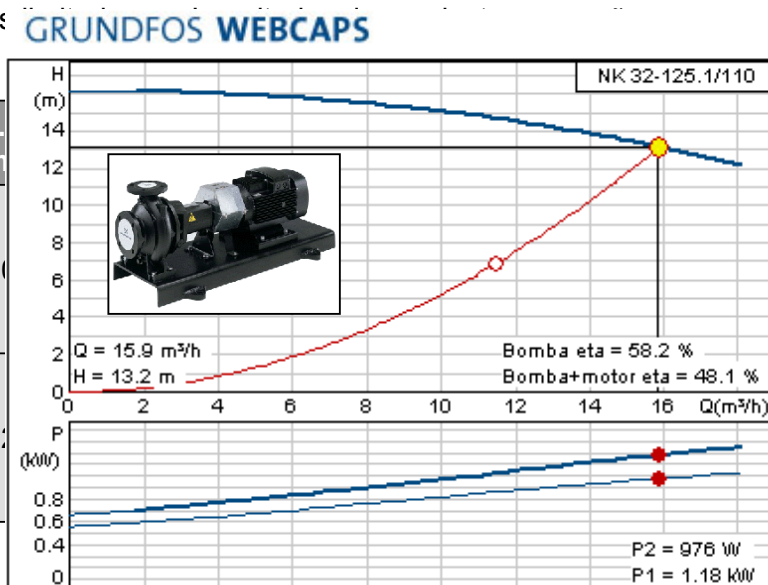


147

Es necesario distribuir la energía térmica desde la producción hasta los locales

Para un "calor" dado: Volumen de conductos >> Volumen de tuberías

Longitudes limitadas \Rightarrow Longitudes de conductos pequeñas



Unidad terminal	Ruido	Distribución de aire	Uniformidad de T
Expansión directa	Elevado	Deficiente	Adecuada
Boca de impulsión (rejilla, difusor, tobera, ...)	Bajo	Buena	Excelente
Suelo o techo radiante	Nulo	Buena	Excelente
Fan coil	Medio	Buena	Buena
Inductor	Medio	Buena	Buena
Bomba de calor en zona no conducida	Medio-Elevado	Regular	Adecuada

Equipo	dbA
Unidad exterior de compresión hasta 12 kW	62-73
Unidad interior de hasta 12 kW	48-75
Rejillas, difusores o toberas	25-42
Ventiloconvector	26-64
Inductor de techo	25-38
Caja de caudal variable	31-72
Chiller condensada por aire y compresor scroll	65-92
Chiller compresor alternativo	
Chiller condensada por aire y compresor de tornillo	89-96
Chiller de absorción	44-62
Roof top	77-90

GRUPO	TIPO INSTALACION	REG T°	%HR	MOV. AIRE	PUREZA AIRE	RUIDO	OCUP	COSTE INICIAL	COSTE FUNC.
TODO AIRE	Un conducto, zona única								
	a) reg. sobre batería enfriamiento	9	5	9	9	9	Con	Mod	Mod
	b) reg. by-pass aire	9	7	9	9	9	Con	Mod	Mod
	c) reg. batería poscalentamiento	9	9	9	9	9	Con	Mod	Ele
	Un conducto, zonas múltiples								
	a) caudal cte, regulación T	9	9	9	9	8	Ele	Ele	Ele
	b) T cte y regulación C	6	6	5	7	6	Bajo	Bajo	Bajo
	c) reg de C y T	8	7	7	8	7	Bajo	Mod	Ele
	d) reg C y recirc local	7	6	9	8	9	Mod	Mod	Mod
	e) reg C y recir. local y reg T	9	7	9	9	9	Mod	Mod	Ele
	Instalación multizona								
	Instalación multizona (dos conductos)	9	7	9	9	9	Mod	Mod	Mod
	Instalación de doble conducto								
	a) 1 vent y deshu en impulsión	9	7	9	9	8	Ele	Ele	Mod
	b) 1 vent y desh en impul y a. ext	9	9	9	9	8	Ele	Ele	Ele
c) 2 vent y desh en impulsión de un vent	9	8	9	9	8	Ele	Ele	Mod	
d) 1 vent y desh en aspir del vent	9	9	9	9	8	Ele	Ele	Ele	
Conducto dual	8	9	8	8	8	Con	Mod	Mod	
AIRE-AGUA	Inducción o Fancoils con aire primario								
	a) a dos tubos	9	9	9	8	8	Mod	Mod	Mod
	b) a tres tubos	9	9	9	8	8	Con	Con	Mod
	c) a cuatro tubos	9	9	9	8	8	Ele	Ele	Bajo
	Paneles radiante con aire primario	8	8	5	5	9	Mod	Ele	Ele
TODO AGUA	Fancoils (con toma aire exterior)								
	a) a dos tubos	6	4	8	5	7	Bajo	Bajo	Mod
	b) a tres tubos	8	4	8	5	7	Mod	Mod	Mod
	c) a cuatro tubos	8	4	8	5	7	Mod	Con	Bajo
FLUIDO REFRIG	Acondic. ventana calef por radiadores	7	4	7	4	5	Bajo	Bajo	Ele
	Acondic. ventana calef bomba calor	8	4	7	4	4	Bajo	Mod	Ele

Comparativa de Sistemas

Posibilidades de satisfacer algunas de las exigencias de los sistemas de acondicionamiento

Sistema	Temperatura	Humedad	Renovación de aire	Filtración	Nivel sonoro	Integración	Flexibilidad	Coste de instalación	Coste de funcionamiento	Coste de mantenimiento	Friabilidad
Aparatos de ventana	%	%	B	0	0	0	B	E	B	E	E
Portátil	%	%	0	0	0	0	%	B	%	%	0
Mini split – mural	%	%	0	0	B	0	B	B	B	E	B
Mini split – cassette	%	%	%	0	B	B	B	B	B	E	B
Mini split – conductos	E	%	B	%	E	E	E	E	B	E	B
Multi split 1 compresor – cassette	B	%	%	B	B	B	%	0	B	%	%
Split conductos	B	B	B	%	E	E	B	E	%	E	B
Compacto	B	B	B	%	E	B	B	E	%	E	E
Central unizona	B	E	E	E	E	B	0	0	E	E	E
Fancoil	E	B	0	0	B	B	E	%	E	E	E
inductores	E	E	E	B	B	B	0	0	%	E	E

E = Excelente
 B = Bien
 % = Regular
 0 = Mal

Sistemas de climatización normalmente utilizados para (I):

Edificio de oficinas

Si el tamaño del edificio es importante la instalación a realizar suele ser del tipo aire-agua (fan-coils):

- Por medio del agua como transporte de energía podemos climatizar todas las zonas respondiendo a cada necesidad
- La central de producción aprovecha la simultaneidad de necesidades
- Sistema flexible que permite realizar modificaciones y ampliaciones

Si el edificio es grande otros sistemas son difíciles de utilizar

EL RITE exige incluir un sistema de ventilación



153

Sistemas de climatización normalmente utilizados para (II):

Reforma interior en edificio singular

VRV con aportación de aire exterior por las razones siguientes:

- La tubería es de cobre de pequeño diámetro y se puede acceder fácilmente a todas las dependencias
- Este sistema optimiza el ahorro energético en su concepción
- Proporciona soluciones individuales a cada tipo de estancia

VRV es caro, pero en estos edificios el precio no suele haber problema presupuestario



154

Sistemas de climatización normalmente utilizados para (III):

Agencias bancarias

La oficina se climatiza con un equipo aire-aire a conductos; el aire del condensador se toma y tira por una rejilla en fachada

En el despacho del director se instala un equipo autónomo



Sistemas de climatización normalmente utilizados para (IV):

Centros comerciales

La zona de supermercado y pasillos con aire-aire tipo Roof-top

Para las tiendas se instala un sistema de renovación y extracción de aire acompañado de un anillo de agua con dos opciones:

- a) agua enfriada/calentada centralmente para equipos tipo fancoil
- b) agua de recirculación para los condensadores/evaporadores de equipos agua-aire de cada tienda

En el resto de estancias con equipos autónomos tipo split

Sistemas de climatización normalmente utilizados para (V):

Piscinas

Instalación de calderas como sistema de producción central de calor (agua del vaso de la piscina y duchas)

Máquina deshumectadora con aprovechamiento energético del calor de la condensación

Para el resto de salas (cafetería, etc) equipos aire-aire autónomos

Sistemas de climatización normalmente utilizados para (VI):

Hospitales

El edificio tiene gran demanda de calor (ACS, lavanderías, ...)

En la producción térmica se utilizan chillers y calderas

Sistema de climatización con UTAs específicos para cada zona tratada, (zonas especiales como quirófanos, y salas con equipos médicos)

La humedad se aporta en las UTAs con sistemas independientes (pequeñas calderas eléctricas de vapor)

Sistemas de climatización normalmente utilizados para (VII):

Chalets particulares

Sistema split o multisplit para acondicionar las zonas más usadas como salones y dormitorios (dormitorio principal)

Si los equipos no son bomba de calor, se requiere un sistema de calefacción tradicional (caldera y radiadores) para toda la casa (en zonas cálidas splits con resistencias eléctricas)

Actualmente se debe realizar aporte solar para el ACS

Sistemas de climatización normalmente utilizados para (VIII):

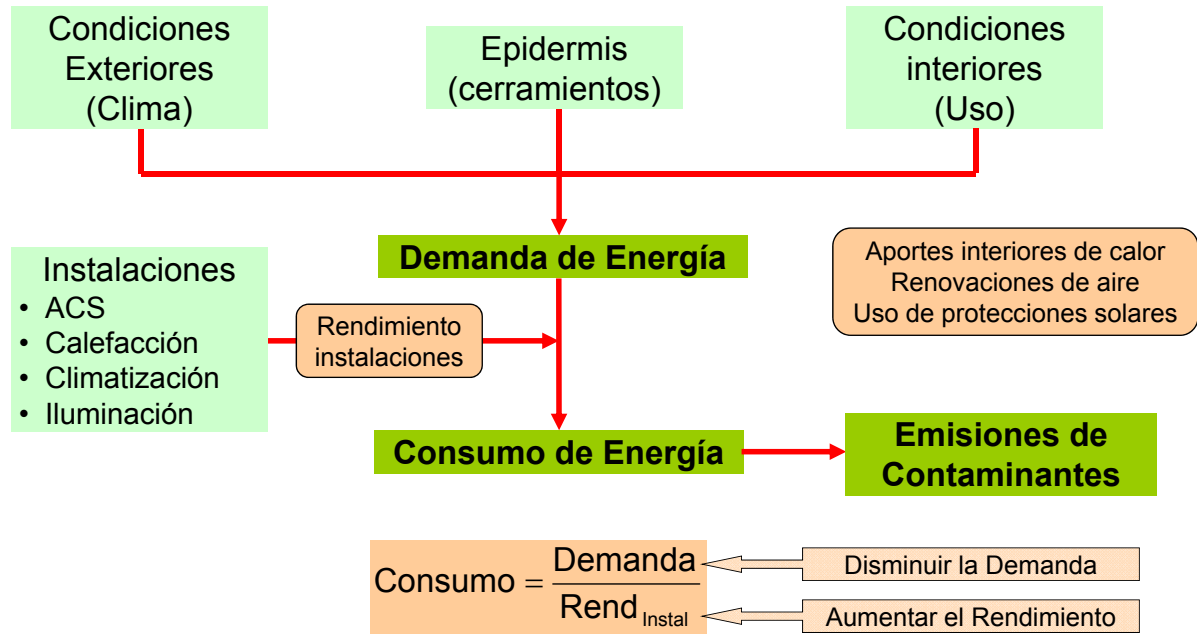
Industrias

Calefacción de las naves con aerotermos, generadores de aire caliente, climatizadores quemando gas, placas radiantes etc.

Dependiendo del proceso industrial, el sistema de calefacción queda integrado dentro del mismo

Las oficinas se climatizan con un sistema split o multi split

EDIFICIO = Consumo de Energía



EDIFICIO = Consumo de Energía

$$\text{Consumo} = \frac{\text{Demanda}}{\text{Rend}_{\text{Instal}}}$$

Disminuir la Demanda (points to numerator)

Aumentar el Rendimiento (points to denominator)

El Código Técnico de la Edificación (CTE) ⇒ Demanda

El Reglamento de Instalaciones Térmicas en la Edificación ⇒ Rend.

Certificación de Eficiencia Energética en Edificios

M. Vivienda

M. Industria

CTE

CÓDIGO TÉCNICO
DE LA EDIFICACIÓN

LIDER

DOCUMENTO
BÁSICO HE
AHORRO DE ENERGÍA

HE1: LIMITACIÓN
DE DEMANDA
ENERGÉTICA



MINISTERIO
DE INDUSTRIA, TURISMO
Y COMERCIO

IDA E Instituto para la
Diversificación y
Ahorro de la Energía



MINISTERIO
DE VIVIENDA

DIRECCIÓN GENERAL
DE ARQUITECTURA
Y POLÍTICA DE VIVIENDA



Definiendo los cerramientos

En CALENER hay que definir los SISTEMAS ENERGETICOS

Calener YYP - prueba 1 transparencias hoy

Base de Datos | Proyecto

Equipo caldera eléctrica o combustible

Nombre: EQ_Caldera-ACS-Convencional-Defecto

Propiedades básicas | Propiedades avanzadas

Capacidad Total: 10,0 kW

Rendimiento nominal: 0,90

Tipo energía: Gas Natural

Importar

167

Calener YYP - prueba 1 transparencias hoy2

Resultados

Certificación Energética de Edificios	Edificio Objeto	Edificio Referencia
Indicador kgCO ₂ /m ²		
<4,9 A	4,9 A	
4,9-9,4 B		
9,4-15,9 C		
15,9-25,5 D		20,6 D
>25,5 E		
F		
G		
Demanda calefacción kWh/m ²	D 44,3	D 44,8
Demanda refrigeración kWh/m ²	C 13,7	B 11,4
Emisiones CO ₂ calefacción kgCO ₂ /m ²	A 2,9	D 14,3
Emisiones CO ₂ refrigeración kgCO ₂ /m ²	A 0,8	C 4,3
Emisiones CO ₂ ACS kgCO ₂ /m ²	A 1,2	D 2,0

Informe

168

**CALENER
GT**

**CALIFICACIÓN
ENERGÉTICA
DE EDIFICIOS**

Edición:
**GRANDES
EDIFICIOS
TERCIARIOS**

Partes de este Software tienen copyright de James J. Hirsh & Associates y del consejo rector de la Universidad de California
Todos los derechos reservados. para más información ver licencia

 **MINISTERIO DE INDUSTRIA, TURISMO Y COMERCIO**

 **IDAIE** Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía

 **MINISTERIO DE VIVIENDA**

DIRECCIÓN GENERAL DE ARQUITECTURA Y POLÍTICA DE VIVIENDA

Herramienta Unificada LIDER - CALENER

Herramienta Unificada para la Verificación del Documento Básico HE del CTE y la Certificación Energética de Edificios

 **MINISTERIO DE FOMENTO**

DIRECCIÓN GENERAL DE ARQUITECTURA VIVIENDA Y SUELO

 **MINISTERIO DE INDUSTRIA, ENERGIA Y TURISMO**

 **IDAIE**



Fundamentos de Climatización ATECYR

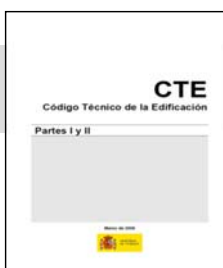
DTIE 9.1 Sistemas de Climatización

A. Cabetas

DTIE 9.3 Sistemas para Viviendas, Residencias
y Locales Comerciales, F. Cebrián

DTIE 9.5 Sistemas de Climatización

J.M. Cejudo

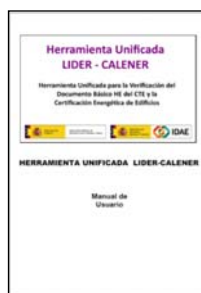
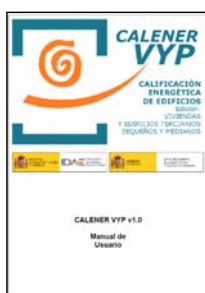
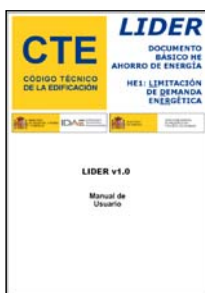


Código Técnico de la Edificación Ministerio de Vivienda

Comentarios al RITE 2007
IDAE



171



<http://www.mityc.es/>

<http://www.codigotecnico.org>

Manuales de LIDER, CALENER VyP, CALENER GT y HULC

Revistas nacionales:

- El Instalador
- Montajes e Instalaciones



172