

T15.- Otros Recuperadores de Calor

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

T15.- OTROS RECUPERADORES DE CALOR

- 1.- Introducción
- 2.- Intercambiadores de Placas
- 3.- Tubos de Calor
- 4.- Freecooling
- 5.- Baterías y Bomba
- 6.- Circulación y Rociado
- 7.- Evaporativo Indirecto
- 8.- Recuperador Entálpico
- 9.- Agua de Torre de Refrigeración
- 10.- Criterios de Selección
- 11.- Equipos Comerciales de Recuperación

1.- Introducción

Reducir el consumo energético

- Ahorro de energía
- Recuperar energía

Llevan asociado

- Inversión inicial
- Ahorro en operación

RITE obliga a instalar:

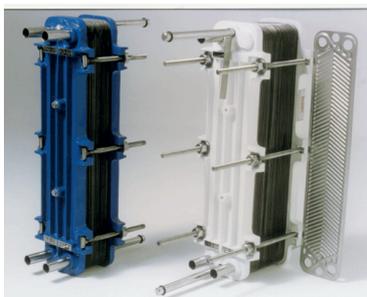
- Freecooling: si $P > 70 \text{ kW}$
- Rec. calor aire extracción si: $Q_{\text{aire}} > 0,5 \text{ m}^3/\text{s}$
(incluido recuperador adiabático en la extracción)

2.- Intercambiadores de Placas (I)

Placas corrugadas (↑área y turbulencia)

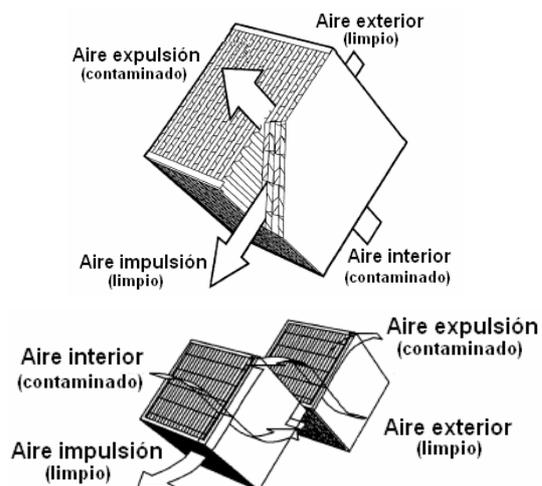
Si se conectan dos en serie, han de estar en contracorriente

- De líquidos



- De aire

Requieren “juntar” los conductos



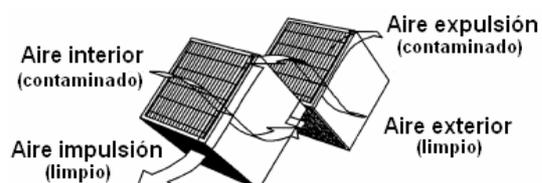
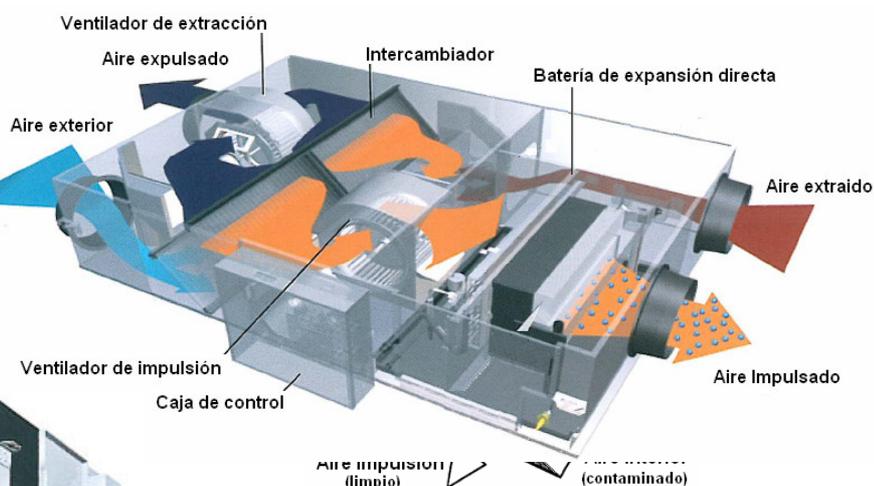
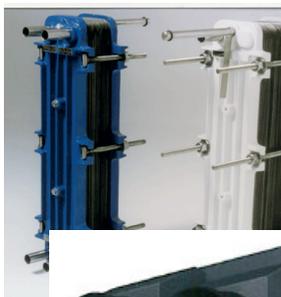
3

2.- Intercambiadores de Placas (I)

Placas corrugadas

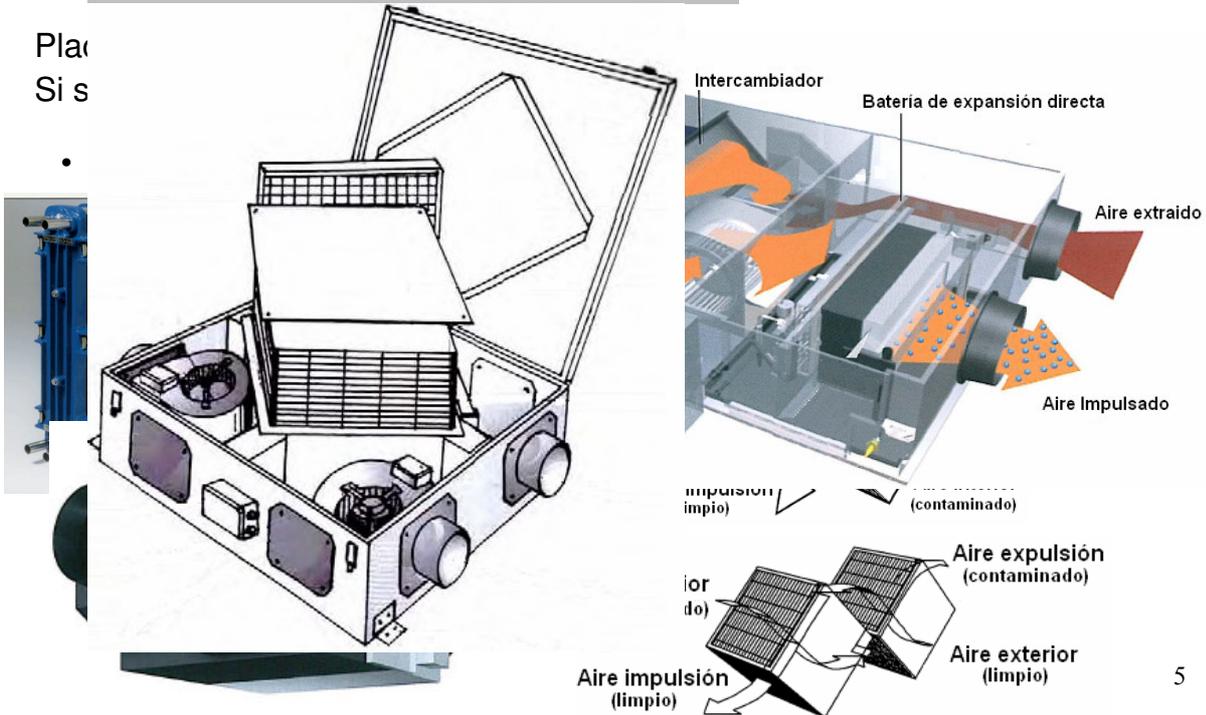
Si se conectan dos en serie, han de estar en contracorriente

- De líquidos

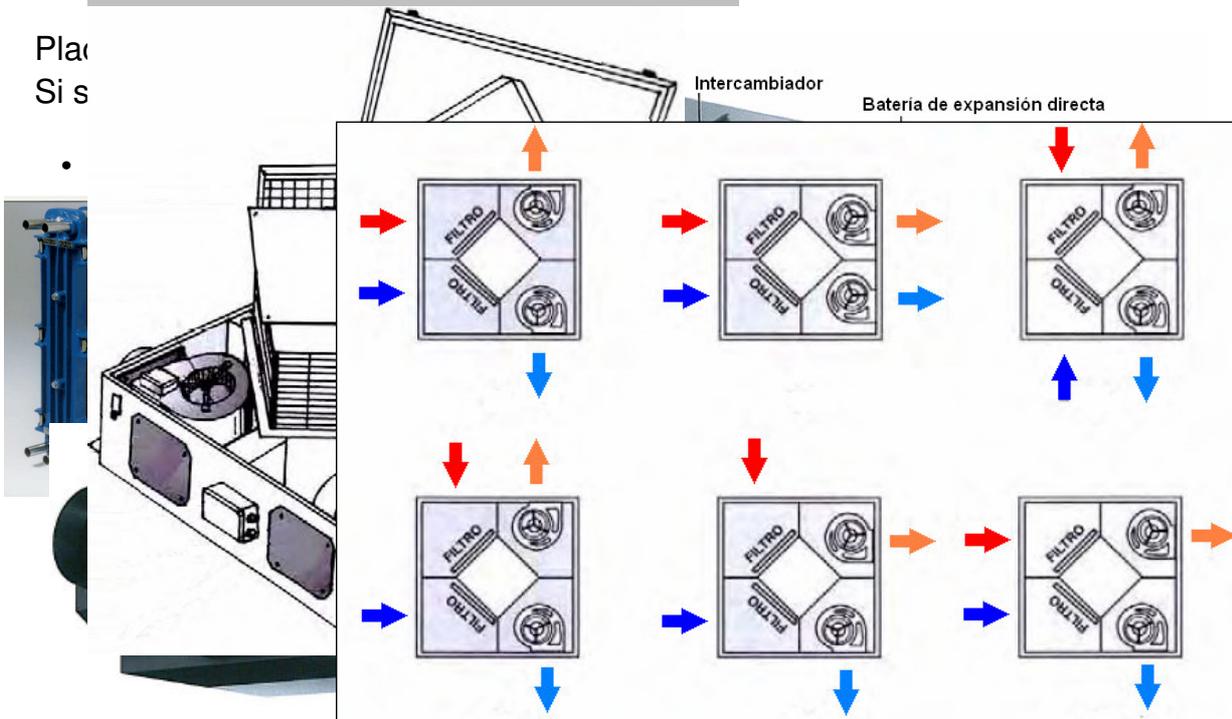


4

2.- Intercambiadores de Placas (I)

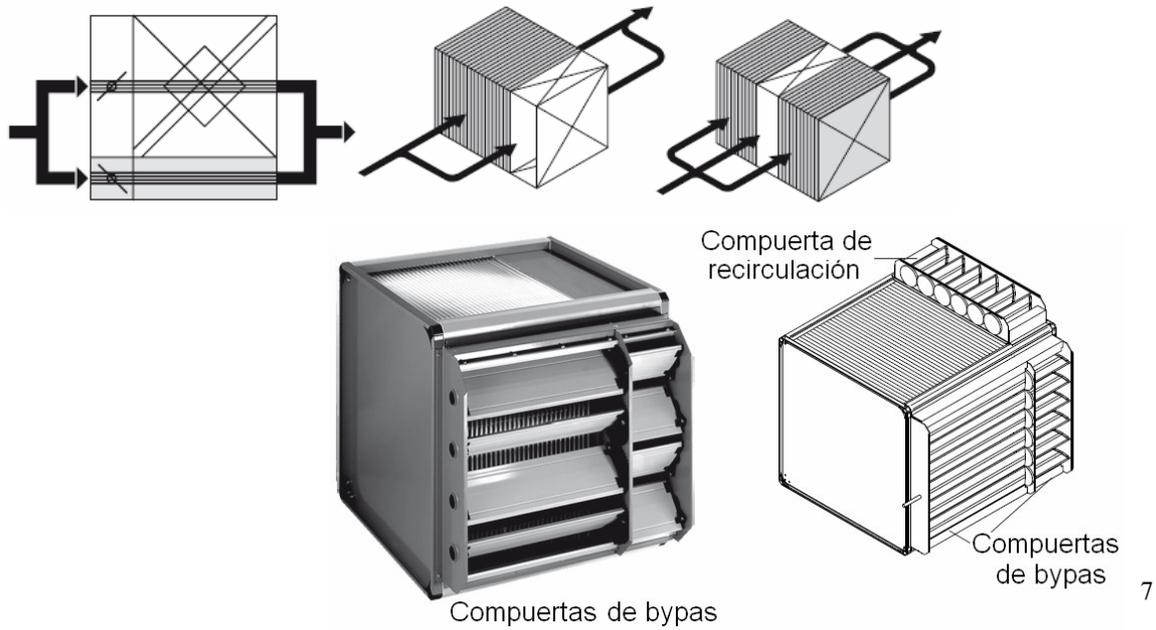


2.- Intercambiadores de Placas (I)



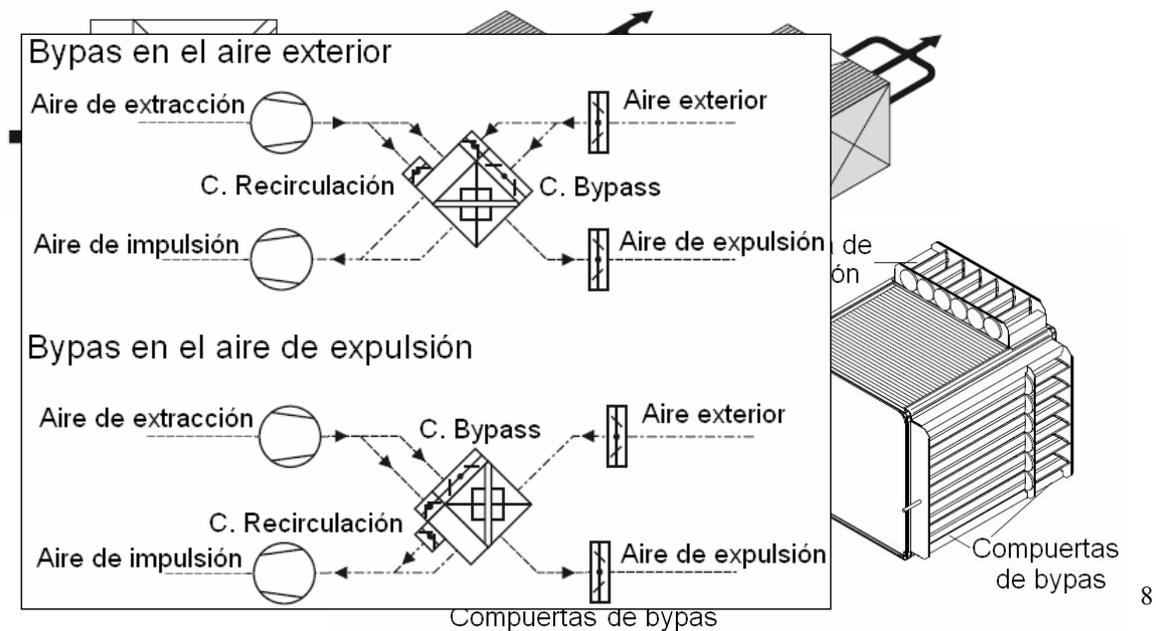
2.- Intercambiadores de Placas (II)

Bypass en el intercambiador



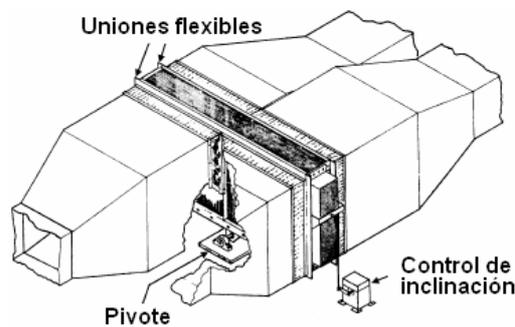
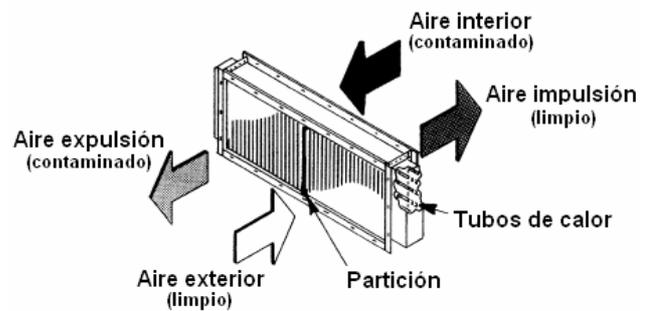
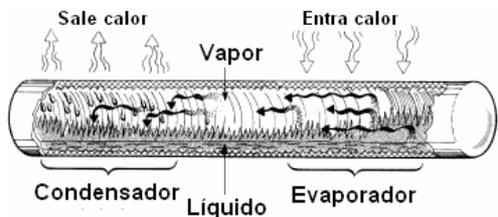
2.- Intercambiadores de Placas (II)

Bypass en el intercambiador



3.- Tubos de Calor

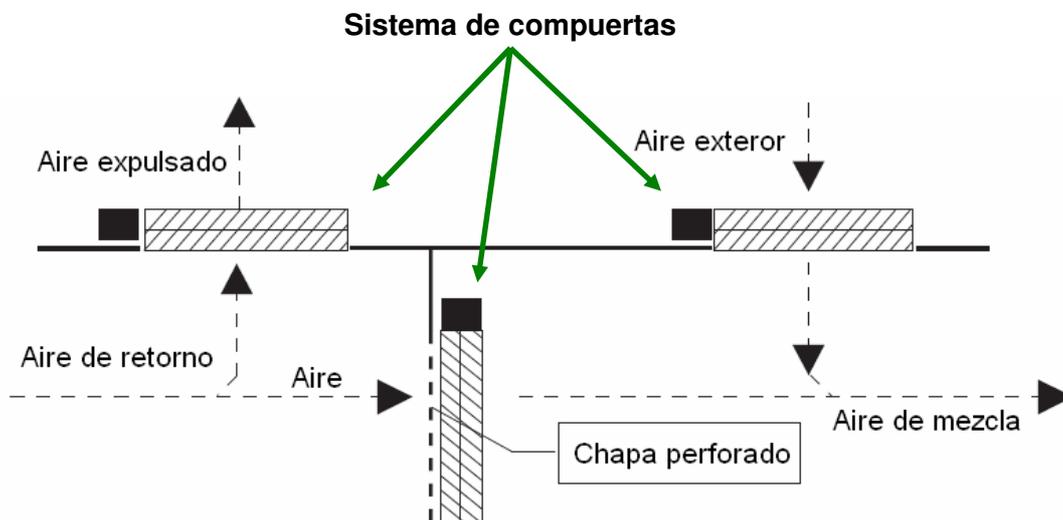
Evaporador y condensación de un fluido contenido en un tubo "hueco"
La inclinación puede favorecer el retorno del condensado



9

4.- Sistema de freecooling (I)

- En sistemas aire-aire

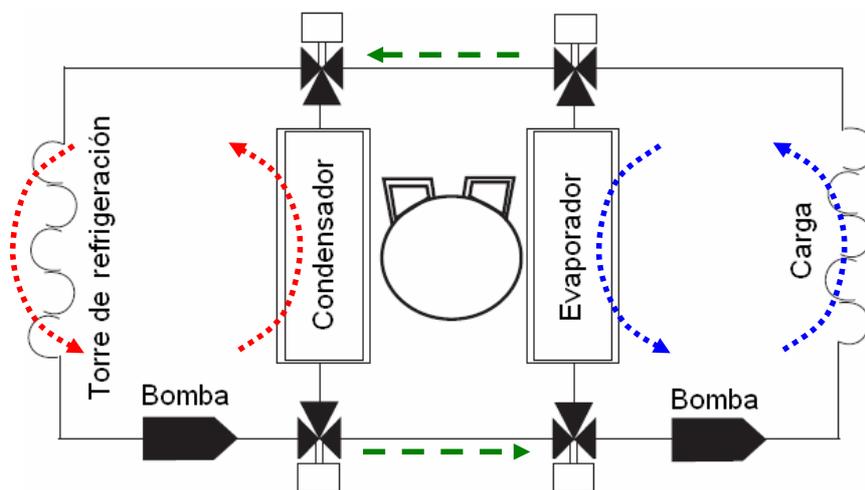


10

4.- Sistema de freecooling (II)

- En sistemas de agua-agua

Conexión directa alternativa entre la Torre y la Carga

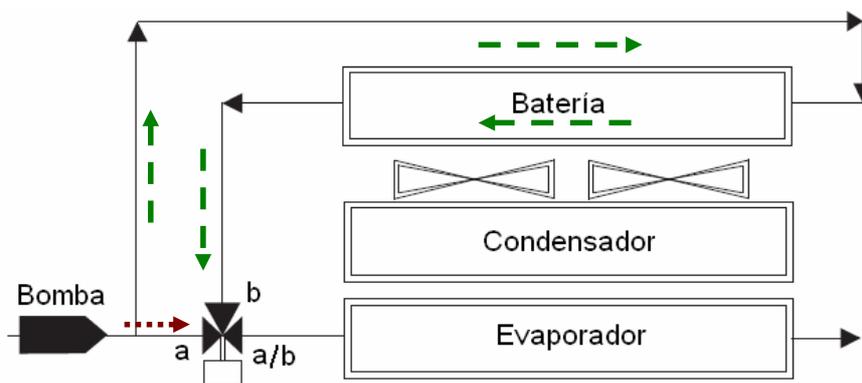


11

4.- Sistema de freecooling (III)

- En sistemas de aire-agua (I)

Alternativa de preenfriamiento del agua en una batería

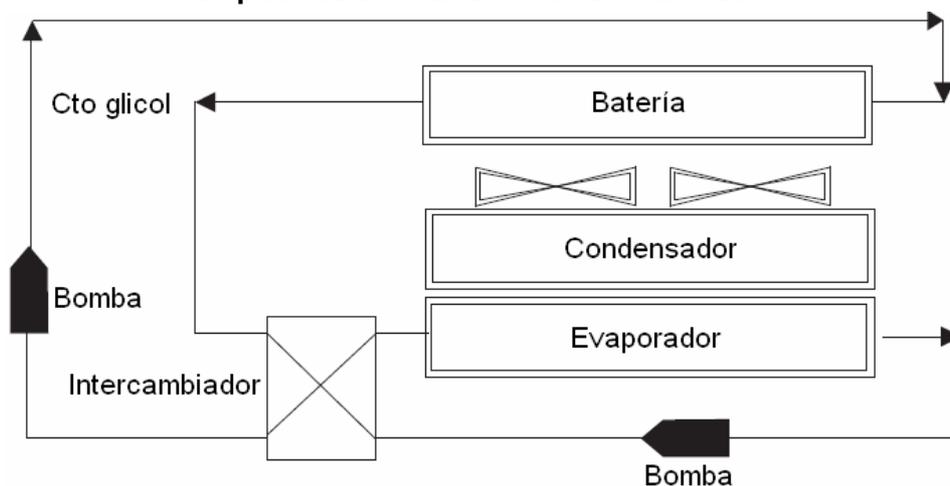


12

4.- Sistema de freecooling (IV)

- En sistemas de aire-agua (II)

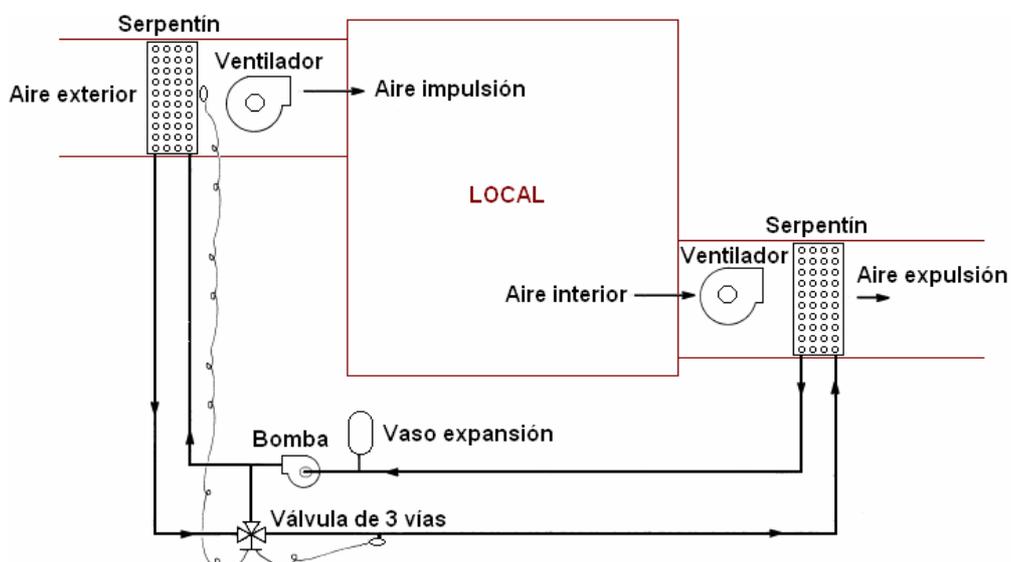
Alternativa de preenfriamiento del agua en una batería, empleando un intercambiador intermedio



13

5.- Baterías con Bomba

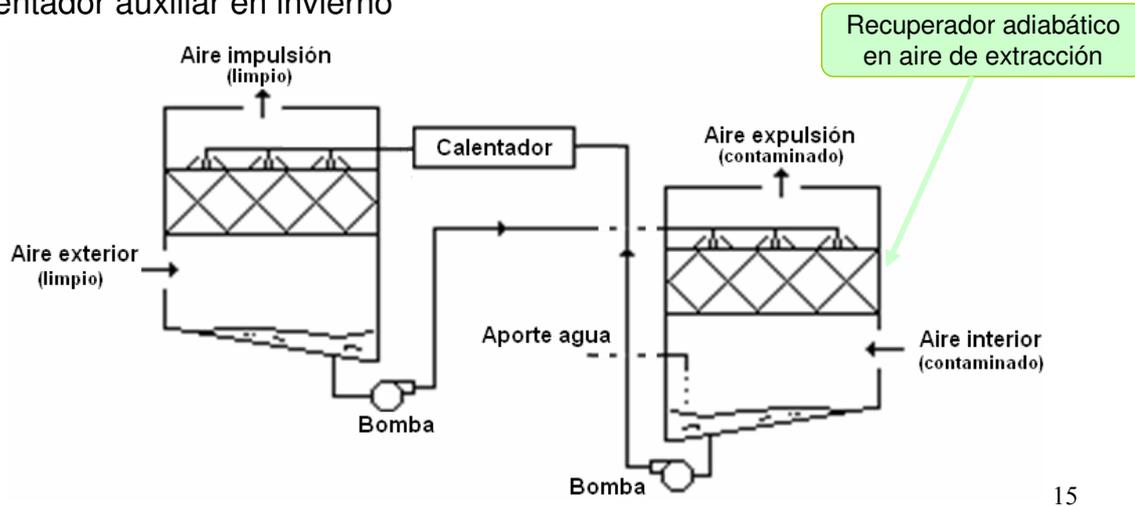
No requiere juntar los conductos
Menor eficacia térmica



14

6.- Circulación y Rociado

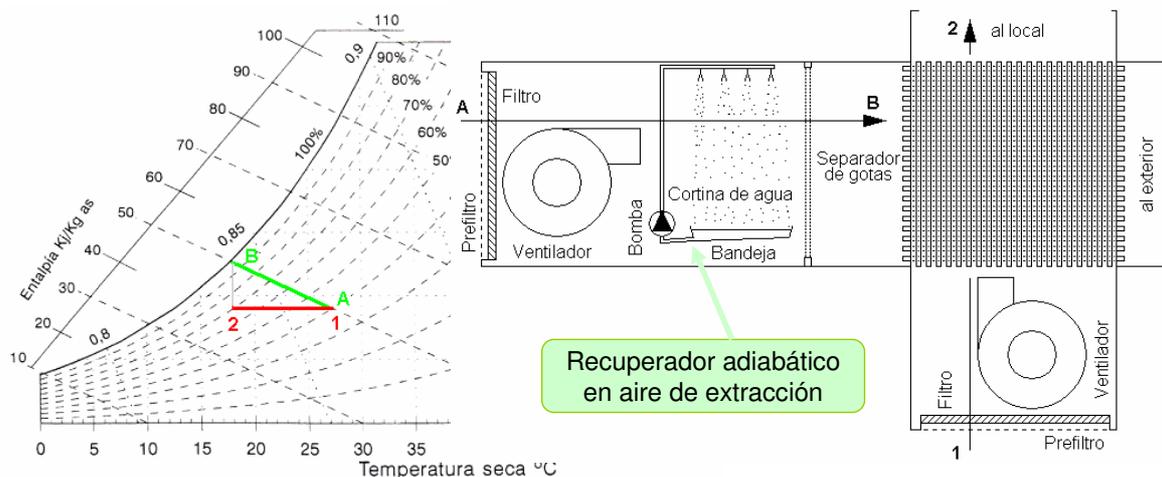
- No requiere juntar los conductos
- Menor eficacia térmica
- Permite humectar
- Calentador auxiliar en invierno



15

7.- Refrigeración Evaporativa (I)

- **Indirectos**

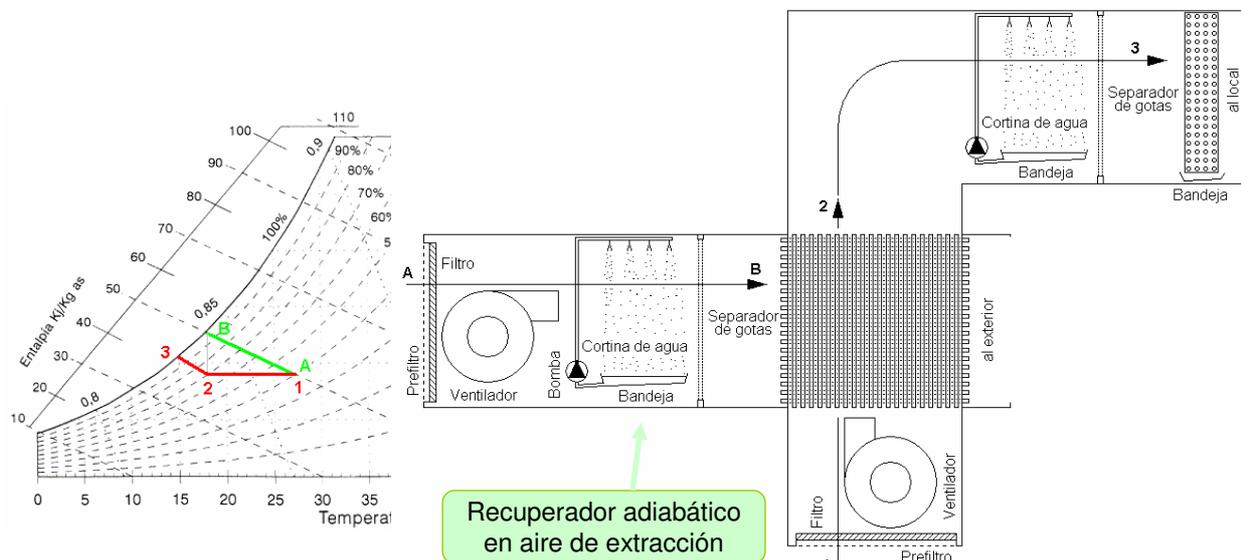


Recuperador adiabático en aire de extracción

16

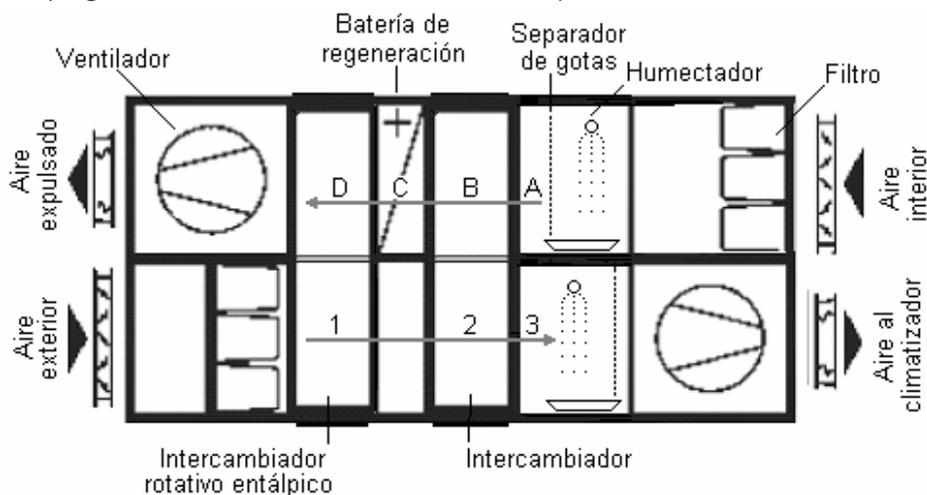
7.- Refrigeración Evaporativa (II)

- **Indirectos** (y Mixtos)



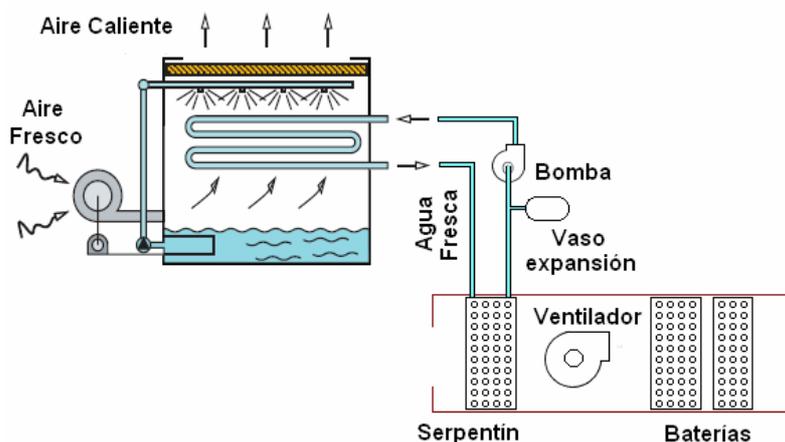
8.- Recuperador Entálpico

- Intercambiador de calor
- Sistema de humectación
- Intercambiador rotativo (recubierto de material adsorbente)
- Batería (regenerador, calientes hasta 70°C)



9.- Agua de Torre de Refrigeración

Batería en la UTA por la que circula agua enfiada procedente en circuito cerrado de una torre de refrigeración (cualquier tipo)



19

10.- Criterios de Selección (I)

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		

20

10.- Criterios de Selección (II)

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 $>75\%$)

El 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

10.- Criterios de Selección (III)

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

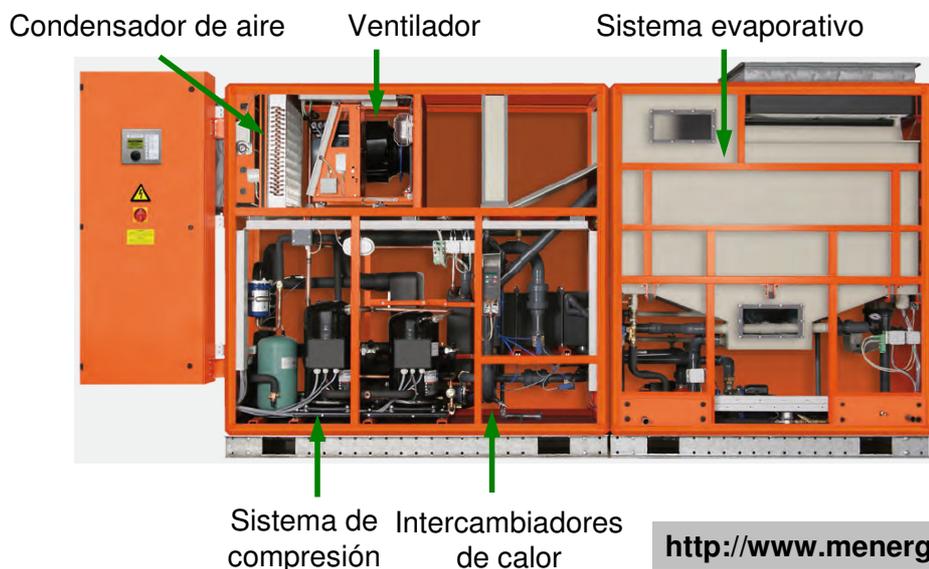
Las eficiencias mínimas y las pérdidas de presión máximas serán:

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

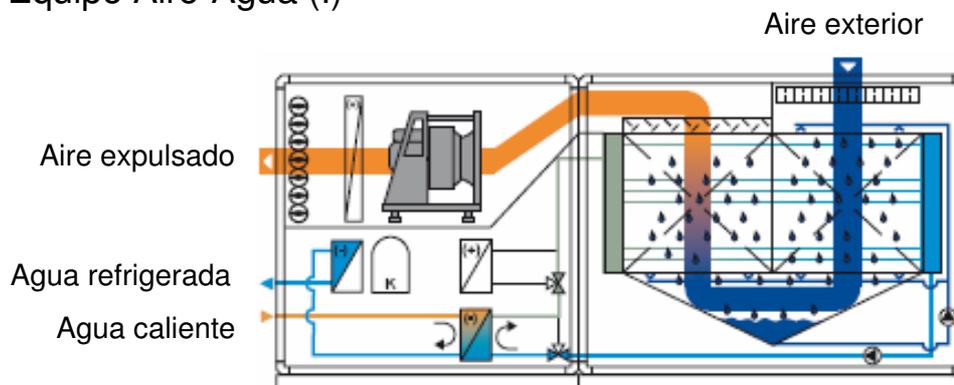
11.- Equipos Comerciales de Recuperación (I)

Equipo Aire-Agua (I)



11.- Equipos Comerciales de Recuperación (II)

Equipo Aire-Agua (I)



Enfriamiento evaporativo

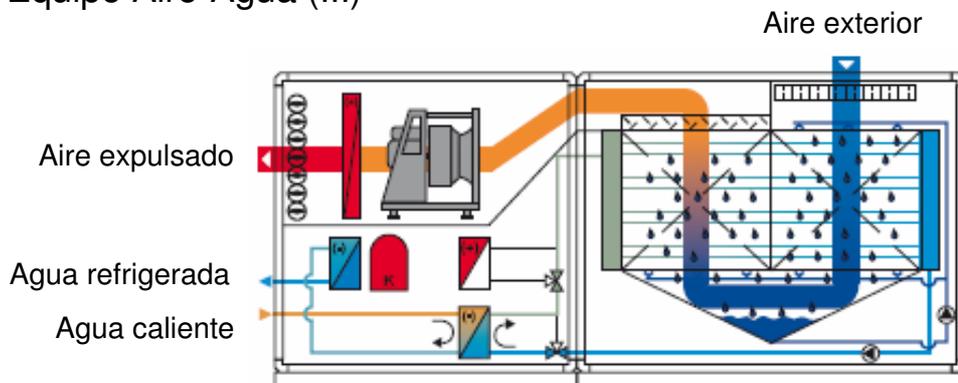
Con temperatura y humedad exterior bajas se refrigera aire evaporativamente

En un intercambiador de calor intermedio se aprovecha este aire para refrigerar agua

La capacidad de refrigeración se controla con el caudal de aire

11.- Equipos Comerciales de Recuperación (III)

Equipo Aire-Agua (III)



Enfriamiento evaporativo con apoyo de compresión con refrigeración del condensador con el aire de expulsión

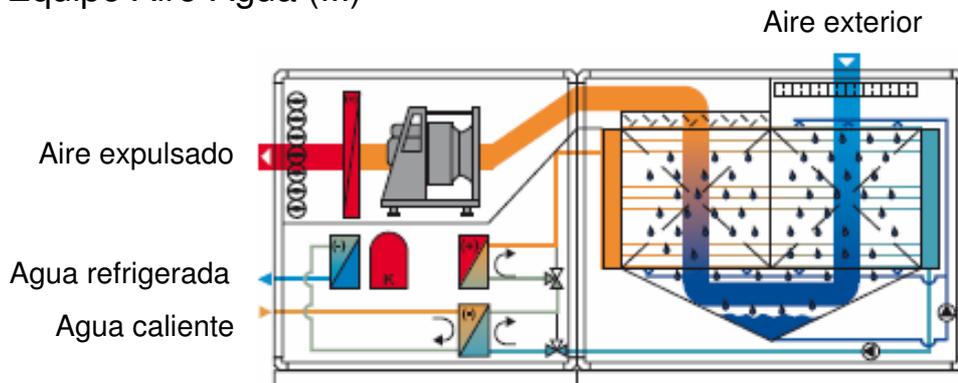
Cuando aumentan la temperatura y humedad exterior la refrigeración evaporativa no es suficiente, y se pone en marcha el equipo auxiliar de compresión

La condensación de este equipo se refrigera con la corriente de aire expulsada

25

11.- Equipos Comerciales de Recuperación (IV)

Equipo Aire-Agua (III)



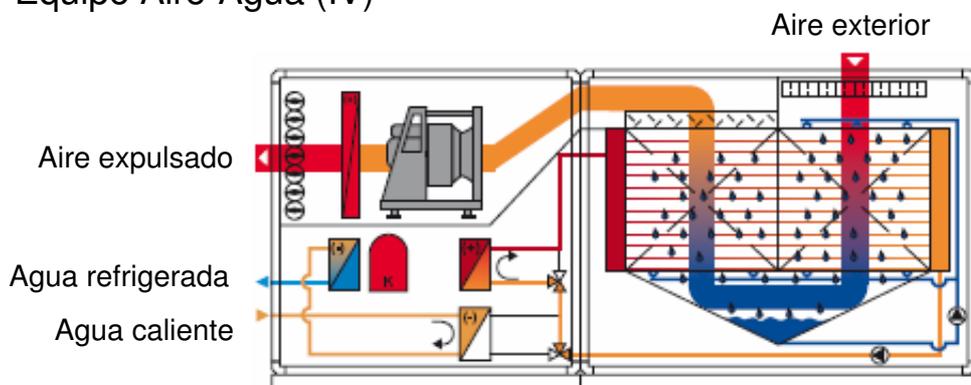
Refrigeración evaporativa, apoyo por compresión con condensación mixta (en aire de expulsión y en la torre evaporativa)

Cuando crecen las necesidades de refrigeración y el aire de expulsión no es suficiente para condensar, se realiza una condensación mixta aprovechando la torre de condensación

Una válvula controla la presión de condensación regulando el calor disipado en cada condensador

11.- Equipos Comerciales de Recuperación (V)

Equipo Aire-Agua (IV)



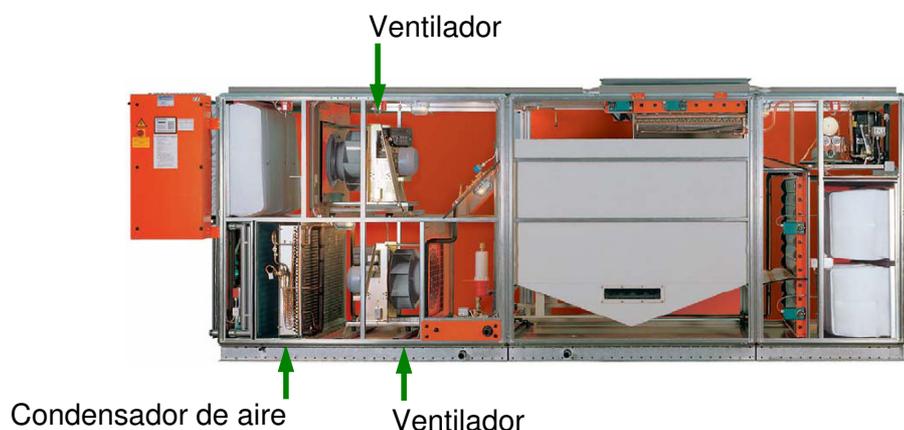
Enfriamiento por el compresión con condensación mixta (en aire de expulsión y en la torre evaporativa)

Si la refrigeración evaporativa no logra un enfriamiento apreciable en el aire exterior (gran humedad, ...), la refrigeración se realiza únicamente por compresión

Una válvula controla la presión de condensación regulando el calor disipado en cada condensador

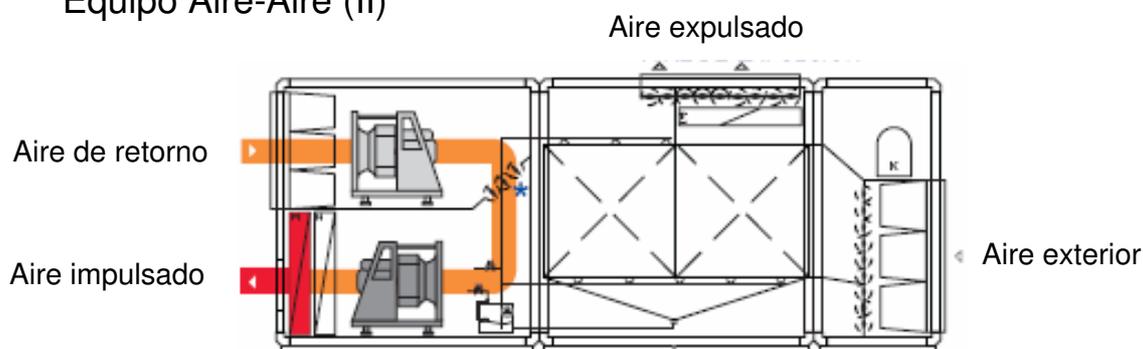
11.- Equipos Comerciales de Recuperación (VI)

Equipo Aire-Aire (I)



11.- Equipos Comerciales de Recuperación (VII)

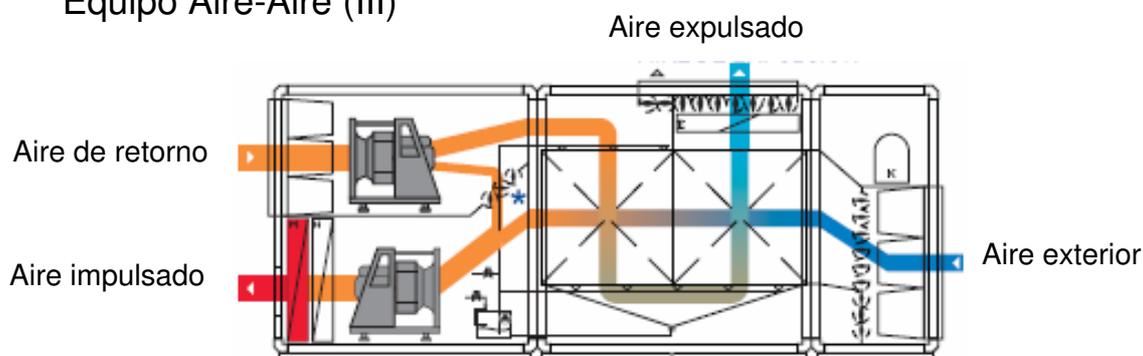
Equipo Aire-Aire (II)



Calentamiento de aire por la batería de postcalentamiento con agua procedente de una caldera (u otro medio exterior)

11.- Equipos Comerciales de Recuperación (VIII)

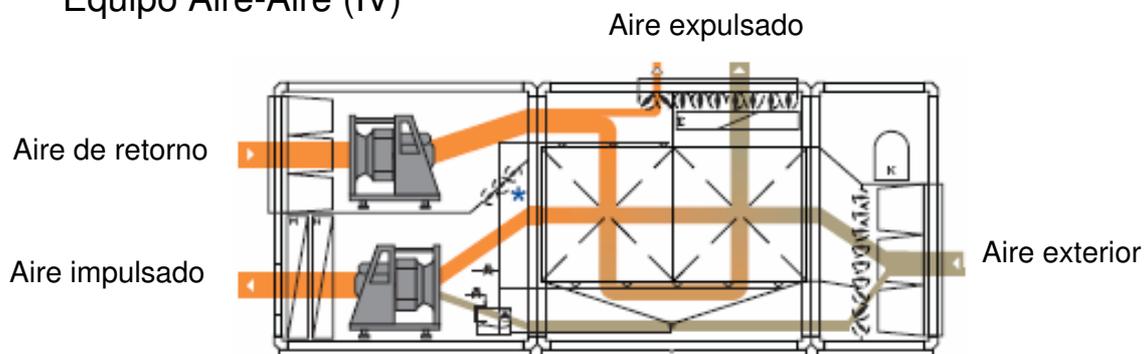
Equipo Aire-Aire (III)



Ventilación con aire exterior y recuperación de calor del aire de retorno (verano o invierno)

11.- Equipos Comerciales de Recuperación (IX)

Equipo Aire-Aire (IV)

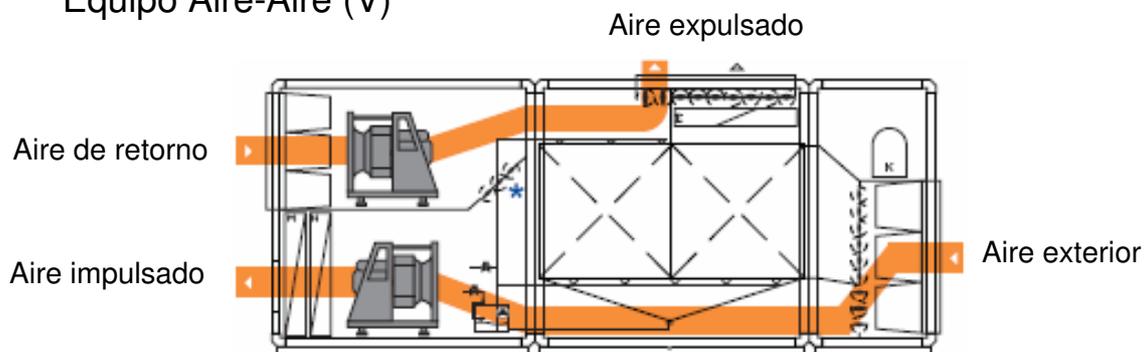


Ventilación con aire exterior y recuperación parcial de calor del aire de retorno (épocas intermedias)

31

11.- Equipos Comerciales de Recuperación (X)

Equipo Aire-Aire (V)

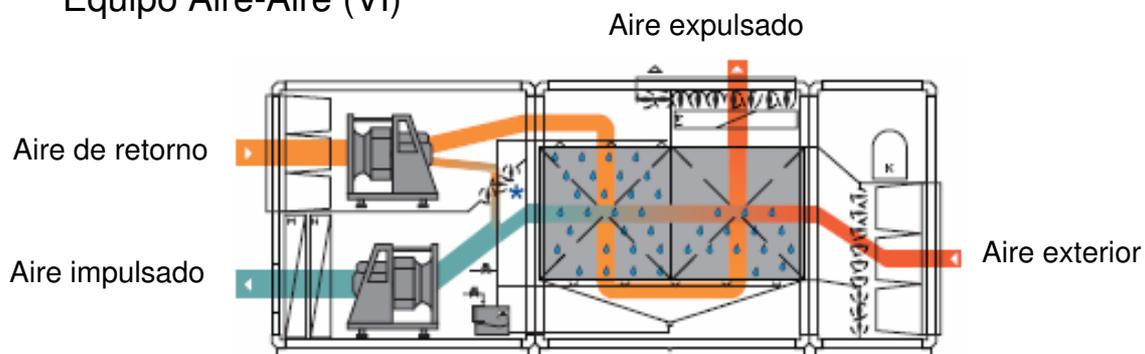


Freecooling sin recuperación de calor

32

11.- Equipos Comerciales de Recuperación (XI)

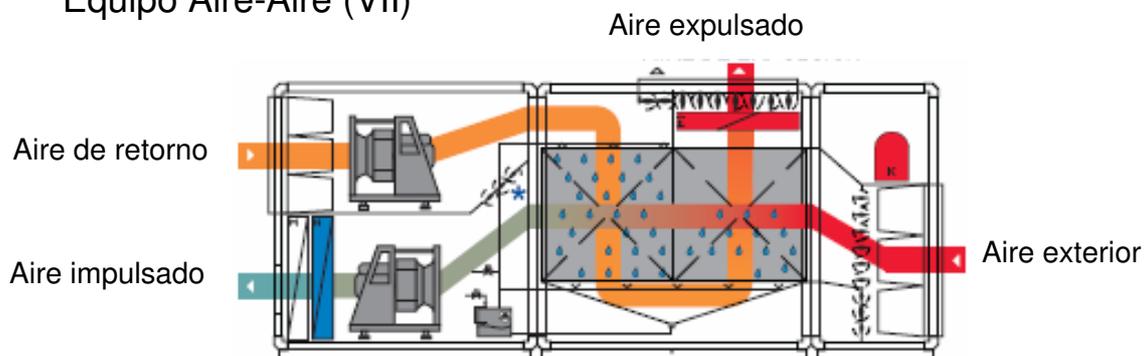
Equipo Aire-Aire (VI)



Ventilación con enfriamiento evaporativo indirecto

11.- Equipos Comerciales de Recuperación (XII)

Equipo Aire-Aire (VII)



Ventilación con enfriamiento evaporativo indirecto y apoyo con equipo de compresión

Bibliografía del Tema



**Comentarios al RITE 2007
IDAE**



Revistas nacionales:

- El Instalador
- Montajes e Instalaciones

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

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

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



DTIE 8.01 Recuperación de Energía en Sistemas de Climatización
F.J. Rey, E. Velasco