

REGLAMENTO DE INSTALACIONES TÉRMICAS EN LOS EDIFICIOS

RITE 2007

IT.1.2. EXIGENCIAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA

Con la Colaboración Técnica de



IT 1.2 Exigencia de eficiencia energética

-
- IT 1.2.1 Ámbito de aplicación
 - IT 1.2.2 Procedimiento de verificación
 - IT 1.2.3 Documentación justificativa
 - IT 1.2.4 Caracterización y cuantificación de las exigencias de eficiencia energética
-

IT 1.2 Exigencia de eficiencia energética



**En Europa el
rendimiento de los
equipos se establece en
Normas CEN o en
Directivas, nunca en
Reglamentos.**

IT 1.2.2 Procedimiento de verificación



**Procedimiento
PRESCRIPTIVO**

- **art. 9, apartado 2.a
(IT 1.2.2 punto 1)**

**Procedimiento
PRESTACIONAL**

- **art. 9, apartado 2.b
(IT 1.2.2 punto 2)**

IT 1.2.2 Procedimiento de verificación



Procedimiento prescriptivo (o simplificado)

Se dará cumplimiento a toda y cada una de las exigencias de eficiencia energética especificadas por el RITE.

Este procedimiento está cerrado a la innovación.

IT 1.2.2 Procedimiento de verificación



Procedimiento prestacional (o alternativo)

El técnico podrá apartarse, parcial o totalmente, de las exigencias impuestas por el RITE siempre que las prestaciones energéticas (medidas sobre la base de las emisiones de CO₂) sean equivalentes o mejores de las que se obtendrían con la aplicación del procedimiento prescriptivo.

$$\text{kg de CO}_2 \text{ (prestacional)} \leq \text{kg de CO}_2 \text{ (prescriptivo)}$$

Este procedimiento está abierto a la innovación.

IT 1.2.2 Procedimiento de verificación



El procedimiento prestacional podrá aplicarse a un solo subsistema o a toda una instalación.



El RITE lo exige para el aislamiento térmico de tuberías (IT 1.2.4.2.1) y el fraccionamiento de potencia en generación de calor (IT 1.2.4.1.2.2)

IT 1.2.2 Procedimiento de verificación



Procedimiento prescriptivo



Cumplimiento de los requisitos exigidos por el RITE



Cálculo de consumo anual de energía



Producción de CO₂



Procedimiento prestacional



Libertad de elección de subsistemas

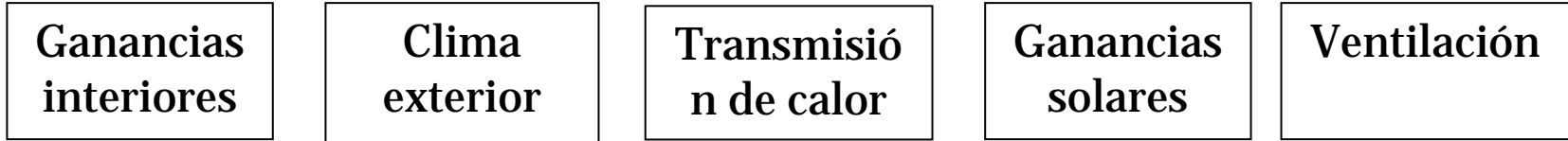


Cálculo de consumo anual de energía



Producción de CO₂

Metodología para ambos procedimientos



Carga y Demanda

Simulación de instalaciones térmicas



Cálculo de consumos

$$C = \frac{D}{\eta}$$



Energía primaria y emisiones de CO₂

obligatorio para instalaciones de más de 70 kW térmicos

IT 1.2.3 Documentación justificativa



Instalaciones de 5 a 70 kW:

Memoria Técnica con estimación del consumo medio anual de energía y las correspondientes emisiones de CO₂

Instalaciones de más de 70 kW:

Proyecto con estimación de los consumos de energía medios mensuales y medio anual y las correspondientes emisiones de CO₂

IT 1.2.3 Documentación justificativa



Para calcular las emisiones de CO₂, función del consumo de energía primaria, la Administración deberá suministrar, con frecuencia anual, los coeficientes de paso para la energía eléctrica.

Guía técnica del IDAE

“CONTABILIZACIÓN DE CONSUMOS”



Emisión de CO₂ de las distintas fuentes de energía

Energía térmica suministrada	g/kWh
Gas natural	204
Gasóleo C	287
GLP	244
Carbón uso doméstico	247
Biomasa	neutro
Biocarburante	neutro
Solar de baja temperatura	0

Guía técnica del IDAE

“CONTABILIZACIÓN DE CONSUMOS”



Emisión de CO₂ de la electricidad (mix para España)

Energía eléctrica suministrada	g/kWh
En Península	649
En islas y Ceuta y Melilla	981
Horas valle nocturnas (peninsular)	517
Horas valle nocturnas (en islas y Ceuta y Melilla)	981
Fotovoltaica	0

Programas de cálculo de reconocida solvencia

Cálculo de cargas térmicas: máximas, intermedias y mínimas

Cálculo de demandas térmicas mensuales y anual

Simulación de sistemas para el cálculo de los consumos de energía convencional (combustible y electricidad) y alternativa

Cálculo de los consumos de energía primaria y de la producción parcial y total de CO₂

(véase mandato de la UE al CEN de las 31 normas)

IT 1.2.3 Documentación justificativa



Lista de equipos
consumidores

Justificación de los
sistemas de HVAC y ACS
desde el punto de vista
de la eficiencia energética

Comparación de sistema
en edificios de más de
1.000 m²

- energía solar térmica, biomasa, cogeneración (más de 4.000 h/año), sistemas urbanos de producción térmica, producción centralizada, bombas de calor, células de combustible, motores Sterling etc.
- Para producción frigorífica es aceptable el cálculo del TEWI (véase norma UNE-EN ISO 378, Anexo B, parte 1).

IT 1.2.4 Caracterización y cuantificación de la exigencia de eficiencia energética



- IT 1.2.4.1 Generación de calor y frío
- IT 1.2.4.2 Redes de tuberías y conductos
- IT 1.2.4.3 Control
- IT 1.2.4.4 Contabilización de consumos
- IT 1.2.4.5 Recuperación de energía
- IT 1.2.4.6 Aprovechamiento de energías renovables
- IT 1.2.4.7 Limitación de la utilización de energía convencional

IT 1.2.4.1 Generación de calor y frío



En cada instante debe ser:

potencia de los equipos de producción térmica

(en las condiciones extremas de diseño, en su caso) \geq

carga térmica total simultánea =

carga térmica simultánea de las instalaciones +

pérdidas o ganancias de calor a través de las redes de transporte de los fluidos portadores \pm

equivalente térmico de la potencia absorbida por los equipos de transporte de los fluidos portadores

Potencias máxima y mínima



Para la parcialización de la central térmica debe ser:

Potencia máxima que pueden suministrar los equipos de producción

\geq carga térmica total simultánea máxima

Potencia mínima que pueden suministrar los equipos de producción

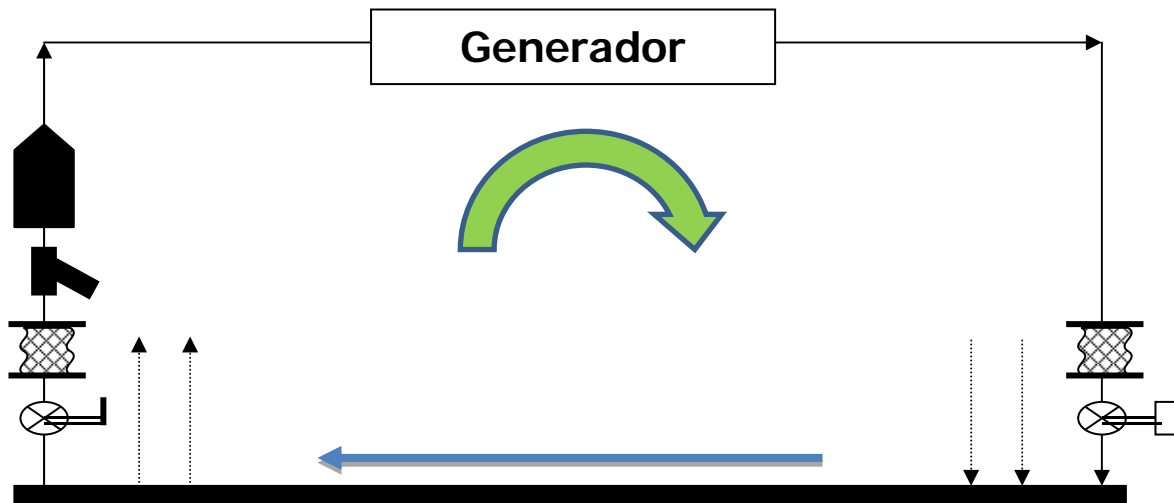
\leq carga térmica total simultánea mínima

DESACOPLAMIENTO HIDRÁULICO

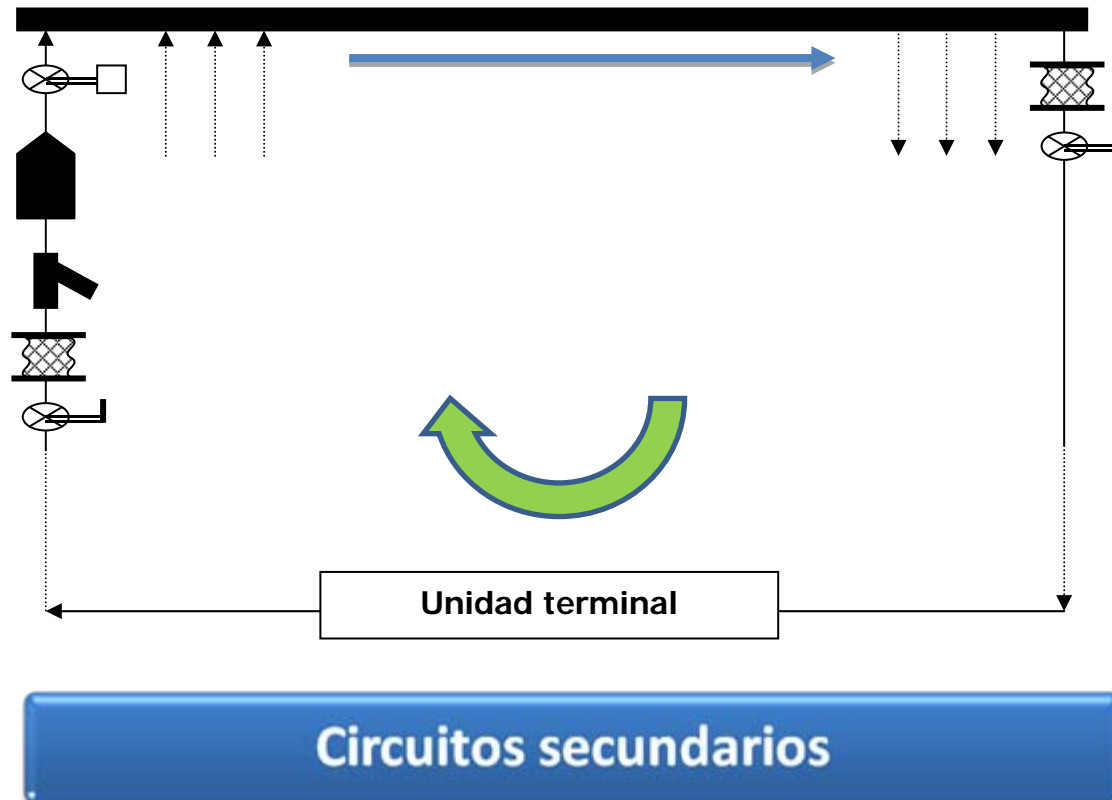
Se otorga una gran flexibilidad al sistema de producción térmica, facilitando la parcialización y, por tanto, el ahorro de energía.

Esquema de principio: desacoplamiento hidráulico

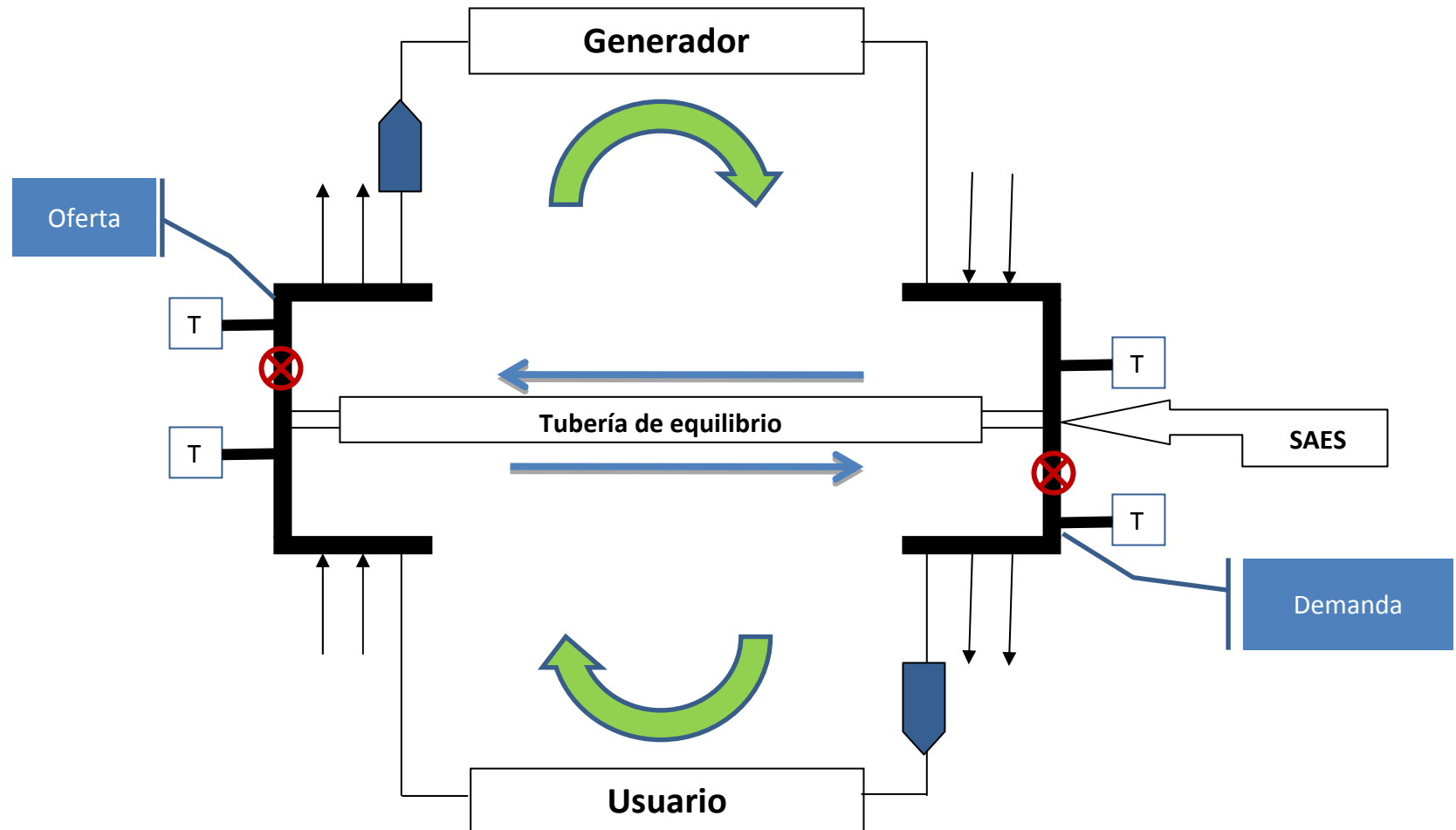
Circuitos primarios



Esquema de principio: desacoplamiento hidráulico



Esquema de principio: desacoplamiento hidráulico



Sistema de acumulación



El sistema de acumulación de energía térmica puede situarse:

- En paralelo con los generadores
- En la tubería de equilibrio
- En paralelo con los circuitos de los usuarios

En todos los casos, debe cambiarse el sentido de circulación del agua para los períodos de carga y descarga.

Puede ser conveniente emplear la acumulación de calor.

Sistemas de acumulación



En caso de emplearse un líquido (agua) como medio de acumulación deberá prestarse particular atención a la estratificación, adoptando cabezales de distribución oportunamente diseñados, y al aislamiento térmico.

En caso de emplear agua como medio de acumulación, son preferibles los acumuladores de formas esbeltas para facilitar y mantener la estratificación (p.e.: tuberías).

Otros medios de acumulación son los materiales de cambio de fase (hielo, sales de bajo punto de fusión y otros productos procedentes del petróleo).

Acumulación de energía frigorífica

1- Se reducen las pérdidas de transporte en la red eléctrica

2- Se aumenta la eficiencia de producción (in situ) porque:

2.1- Las plantas enfriadoras trabajan siempre a plena carga (máxima eficiencia)

2.2- Las temperaturas nocturnas son más bajas y, por tanto, se puede trabajar con presiones de condensación menores

Pérdidas por acumulación de energía frigorífica

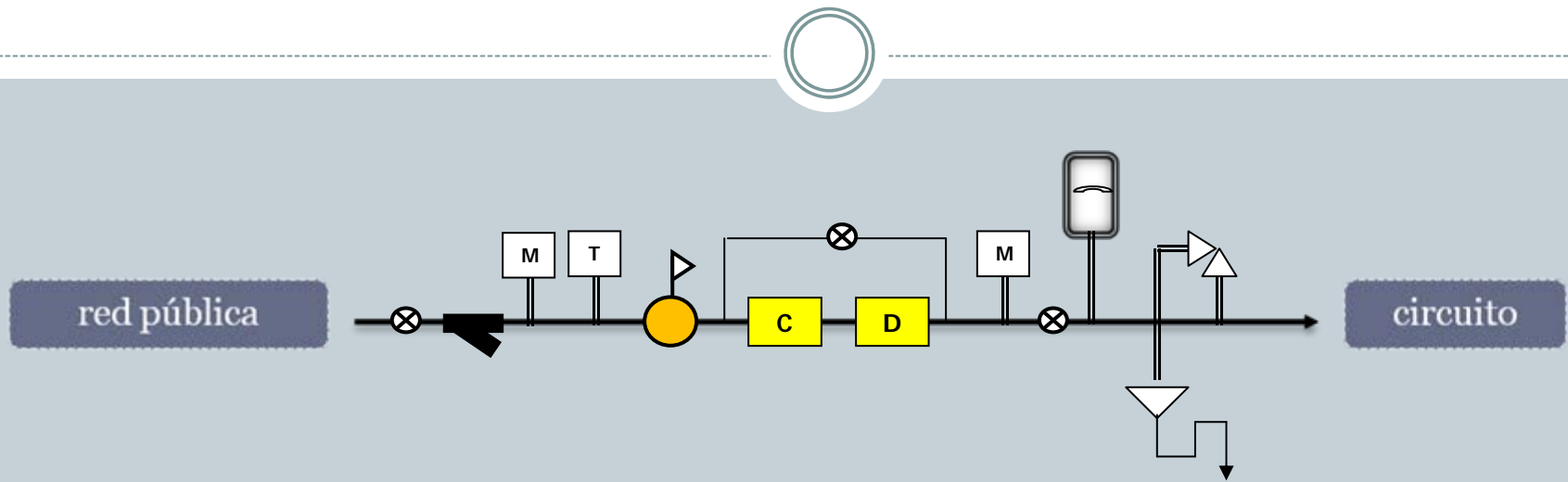
1- Por disponibilidad de servicio

2- Por transferencia de energía

3- Reducción (eventual) de la temperatura de expansión

4- Funcionamiento más largo de los equipos auxiliares

SAES: Sistema de Alimentación, Expansión y Seguridad



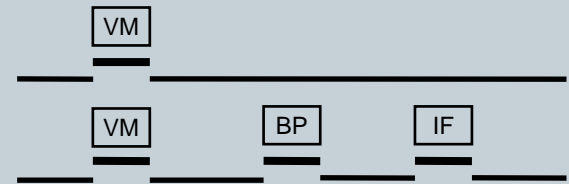
- Válvula de corte (preferentemente de esfera)
- Filtro de partículas
- Manómetro o sonda de presión (presión de la red pública)
- Válvula reductora de presión (en su caso, pero casi siempre necesaria)
- Contador de agua C
- Desconector D según UNE-EN 1717 (¿manual? IT 1.3.4.2.2, punto 2; automático)
- Válvula de llenado rápido en paralelo a contador y desconector
- Manómetro o sonda de presión (presión del circuito)
- Válvula de corte (preferentemente de esfera)
- Vasos de expansión
- Válvula de seguridad con descarga vista

Enclavamientos eléctricos



Alimentación a bomba primaria

Alimentación a quemador o planta enfriadora

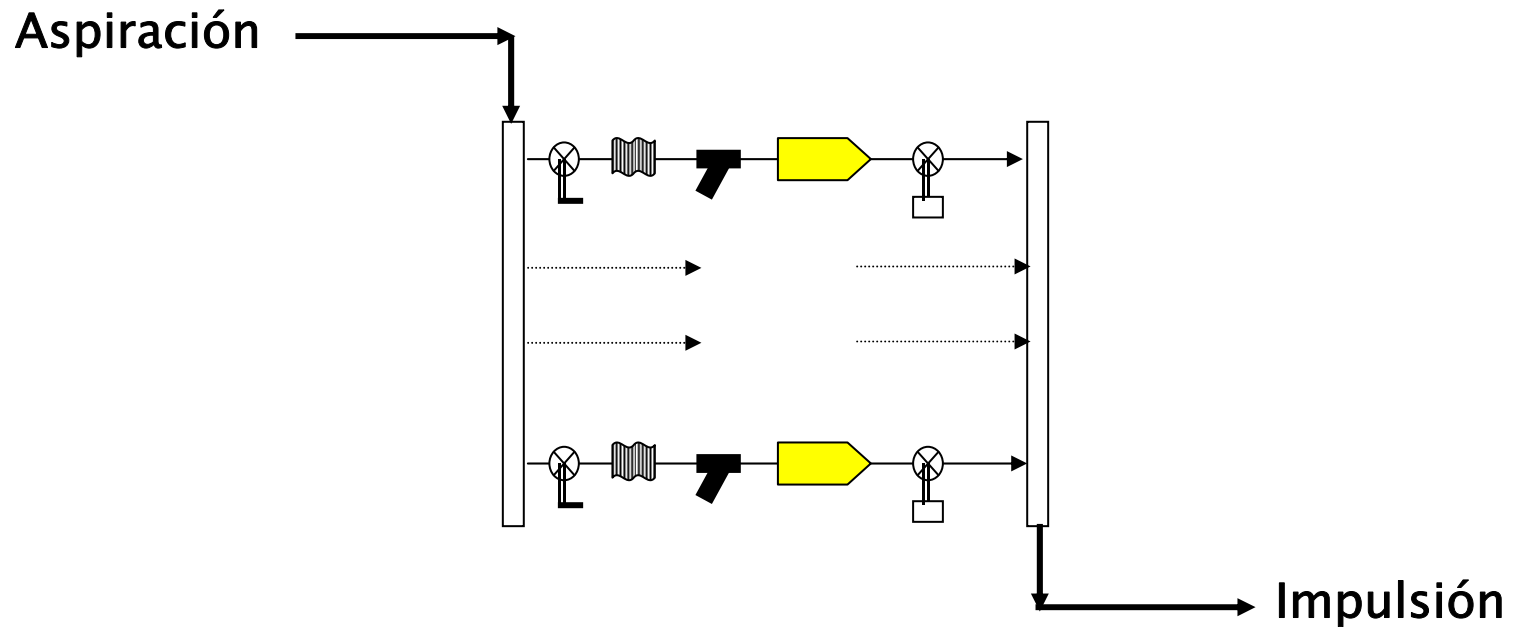


VM Válvula Motorizada

BP Contactor de Bomba Primaria

IF Interruptor de Flujo (o PD Presostato Diferencial)

Grupos de bombeo



Disposición válida para dos (o más) bombas + la bomba de reserva

IT 1.2.4.1.2 Generación de calor

Rendimiento mínimo de calderas con combustible convencional según RD 275/1995 de 24 de febrero

Rendimiento de calderas de biomasa $\geq 75\%$

Quedan prohibidas:

Calderas atmosférica desde
1 de enero de 2010

Calderas de una estrella,
según RD 275, desde 1 de
enero de 2010

Calderas de dos estrellas,
según RD 275, desde 1 de
enero de 2012

IT 1.2.4.1.2 Generación de calor

La marca de prestaciones energéticas no refleja

las prestaciones de una caldera porque

está basada en el rendimiento instantáneo.

Generación de calor

Está en preparación una nueva Directiva que clasificará las calderas en base al rendimiento medio estacional.

Generación de calor

Disminución del nivel térmico del fluido portador para optimizar el empleo de calderas de baja temperatura o de condensación, así como de paneles solares, bombas de calor, recuperación de calor de baja temperatura de equipos de cogeneración etc.

Empleo de **unidades terminales de baja temperatura**, como suelo radiante, baterías, radiadores etc.

IT 1.2.4.1.2.2 Fraccionamiento de potencia



Se podrán adoptar soluciones distintas a las indicadas en el punto 2 (solución prescriptiva)

> 400 kW

Dos o más generadores

≤ 400 kW

Un generador si ...

siempre que se justifique la mejora de la eficiencia energética (solución prestacional).

Estas prescripciones no son aplicables en caso de combustibles como efluentes, subproductos o residuos.

IT 1.2.4.1.2.3 Regulación de quemadores



kW				kW	Marchas
		PN	\leq	70	1
70	<	PN	\leq	400	2
400	<	PN			3

La regulación modulante está admitida para todas las potencias.

IT 1.2.4.1.3 Generación de frío



Indicar los coeficientes de prestaciones energéticas, EER o COP, en las condiciones de proyecto, al variar la carga desde el máximo hasta el límite inferior de parcialización, para cada equipo y para la central en su conjunto.

La temperatura de salida del agua refrigerada deberá ser mantenida constante al variar la carga, salvo excepciones (deseables, sobre todo para equipos de absorción) que se justificarán.

IT 1.2.4.1.3 Generación de frío



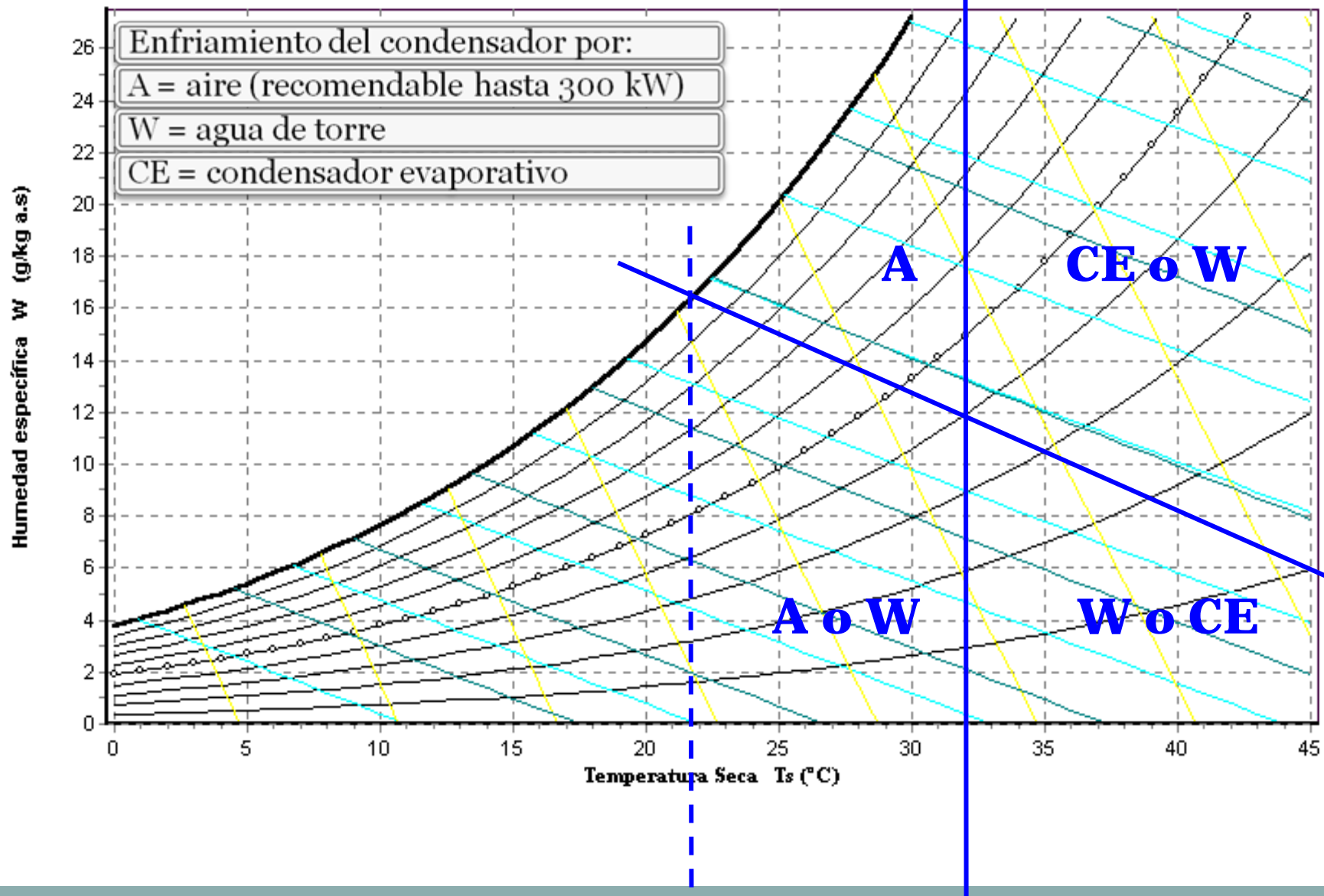
La parcialización de potencia de las centrales frigoríficas se adaptará al perfil de la carga manteniendo una eficiencia próxima al máximo.

Si la carga puede ser menor que el límite de parcialización de una máquina, se dispondrá de un sistema (p.e. acumulación u otro equipo) capaz de cubrir esa carga durante su tiempo de duración a lo largo de un día.

Condensación de la maquinaria frigorífica

Aumentar las dimensiones del intercambiador en contacto con el exterior para reducir la temperatura de condensación o aumentar la temperatura de evaporación y, por tanto, aumentar la eficiencia energética.

Medios de enfriamiento de maquinaria frigorífica



1.2.4.1.3.3 Máquinas enfriadas por aire



Los condensadores de los equipos enfriados por aire se dimensionarán para la temperatura seca del aire exterior del nivel percentil más exigente (0,4% anual o 1% estacional) más 3°C.

Los equipos estarán dotados de control de la presión de condensación, salvo cuando indicado en el RITE.

En equipos reversibles, la temperatura mínima de diseño del evaporador será la temperatura húmeda del nivel percentil más exigente, menos 2°C.

1.2.4.1.3.3 Máquinas enfriadas por aire



Para mejorar la eficiencia energética de estos equipos se recomienda pulverizar agua desmineralizada (a alta presión 70 a 80 bar o con aire comprimido) delante de las baterías del condensador para reducir la temperatura de condensación, de la seca a “casi” la húmeda.

La finísima pulverización evita la propagación de legionela.

El condensador se dimensionará para la temperatura húmeda del nivel percentil más exigente, 0,4% anual o 1% estacional, más 1° o 2°C.

El sistema funcionará solamente cuando la temperatura seca exterior sea mayor que el valor de la temperatura húmeda de proyecto.

1.2.4.1.3.4 Máquinas enfriadas por W o CE



Los condensadores de los equipos enfriados por agua a través de torres o por condensador evaporativo se dimensionarán para una temperatura de bulbo húmedo igual a la del nivel percentil más exigente (0,4% anual o 1% estacional) más 1°C.

Los ventiladores de las torres serán de bajo consumo (tiro inducido, cuando sea posible).

1.2.4.1.3.4 Máquinas enfriadas por W o CE



Con el fin de reducir el volumen de agua expuesto al ensuciamiento y, por tanto, a la contaminación por legionela y, al mismo tiempo, evitar la congelación, se podrán adoptar estas soluciones:

1- el agua de la bandeja se protegerá del ambiente exterior recogiénolo, por ejemplo, en un depósito

2- las torres serán, preferentemente, de tipo cerrado.

Reducción de las pérdidas del sistema eléctrico

Fomentar la producción descentralizada de energía eléctrica mediante equipos de cogeneración.

Eficiencias de plantas de generación de e. e.

Carga básica: 43% (horas nocturnas)

Carga punta: 31% (horas diurnas)

más las pérdidas de la red de distribución

ASHRAE Journal octubre 2006

Cogeneración

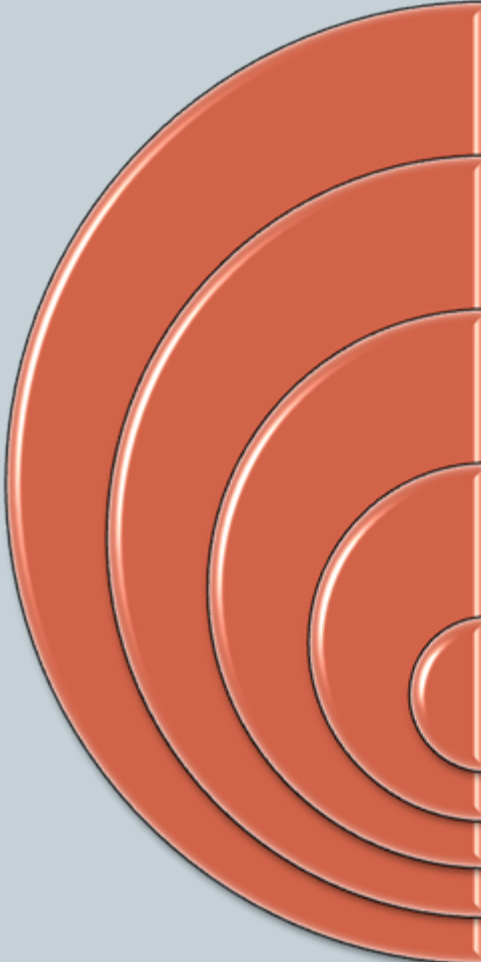


RD 616/2007 de 11 de mayo,

sobre fomento de la cogeneración

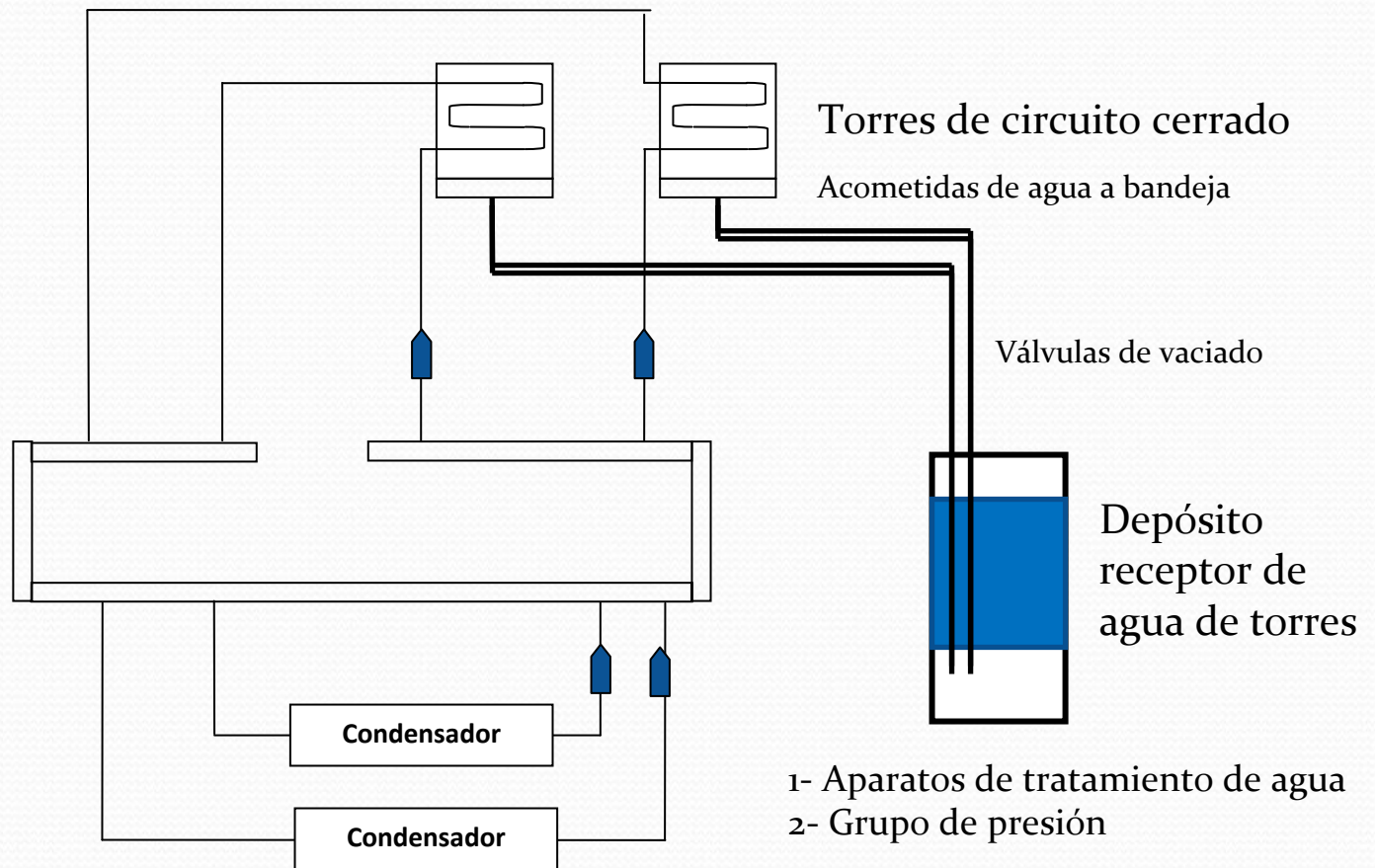
(BOE 114 de 12 de mayo)

Cogeneración

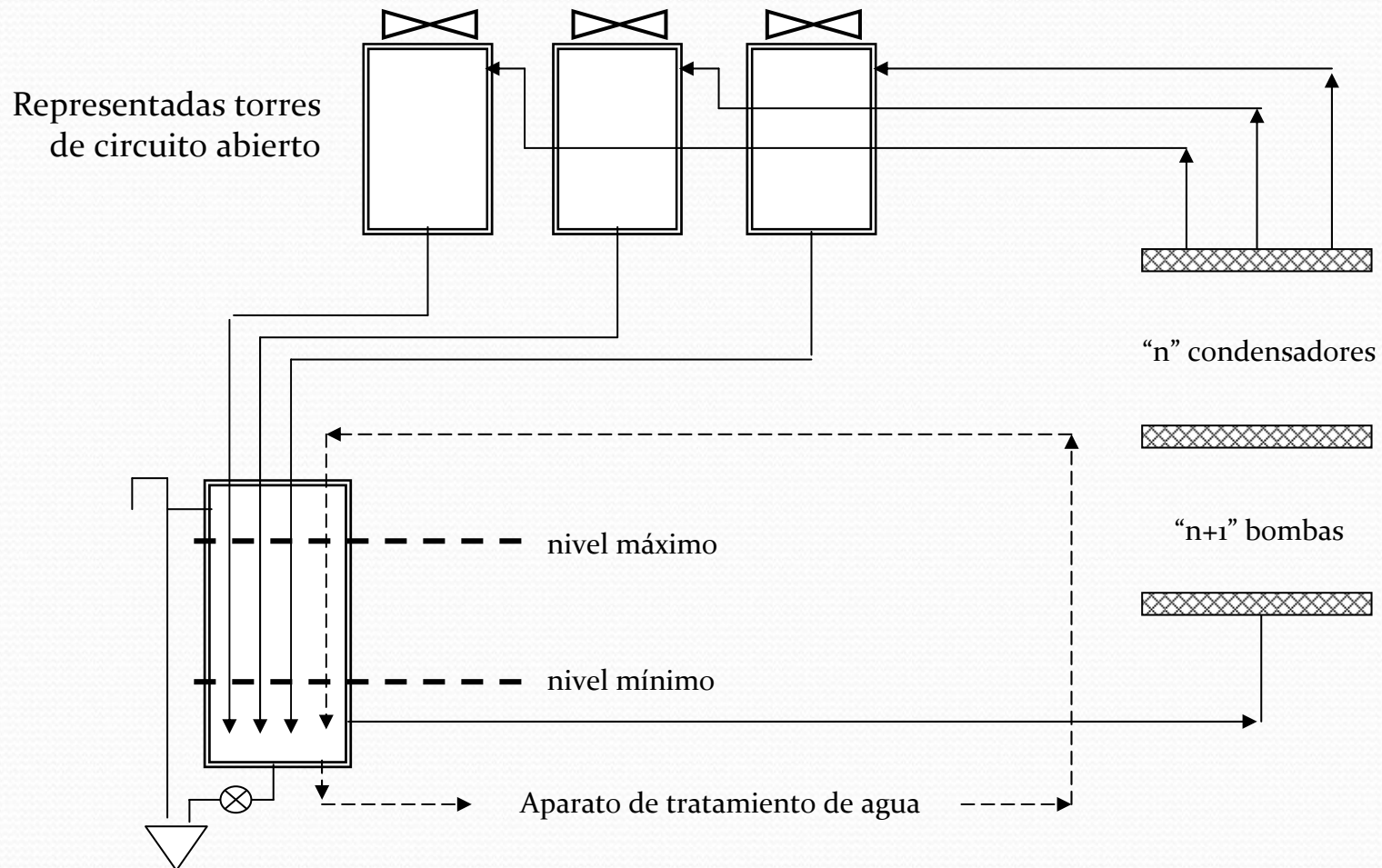
A decorative graphic element on the left side of the text area, consisting of several concentric semi-circles of varying radii, all in a reddish-brown color, resembling a stylized fan or a series of overlapping arcs.

RD 661/2007 de 25 de mayo,
por el que se regula la actividad
de producción de energía eléctrica
en régimen especial
(BOE 126 de 26 de mayo)

Desacoplamiento hidráulico en torres



Desacoplamiento hidráulico en torres



IT 1.2.4.2 Redes de tuberías y conductos



Las tuberías, accesorios, equipos, aparatos y depósitos de las instalaciones térmicas dispondrán de aislamiento térmico cuando contengan fluidos con:

Temperatura menor que la del local donde discurren

Temperatura mayor que 40°C cuando estén instalados en locales no calefactados, como pasillos, galerías, patinillos, aparcamientos, salas de máquinas, falsos techos y suelos técnicos.

Excepciones:

1- tuberías de torres de refrigeración

2- tuberías de descarga de equipos frigoríficos (salvo cuando estén al alcance de las personas)

IT 1.2.4.2 Redes de tuberías y conductos



Aislamiento térmico

Si se opta por el procedimiento prescriptivo, se emplearán los espesores de las tablas.

Si se opta por el procedimiento prestacional, se deberá justificar que las pérdidas totales no sean mayores que el 4% de la potencia máxima transportada.

Cálculos a efectuar según UNE-EN ISO 12241.

IT 1.2.4.2 Redes de tuberías y conductos



Cuando las tuberías estén empotradas en tabiques y suelos, o sean instaladas en canaletas interiores, el espesor mínimo puede reducirse a 10 mm, siempre que la longitud sea menor que 5 m y la sección de la tubería sea \leq que 20 mm. Se comprobará que no haya riesgo de condensaciones.

IT 1.2.4.2 Redes de tuberías y conductos



Redes de conductos

Potencia menor o igual que 70 kW: se aplicarán los valores indicados en la tabla 1.2.4.2.5 del RITE.

Potencia mayor que 70 kW: las pérdidas o ganancias serán menores que el 4% de la potencia transportada. Para ello, se deberá aplicar el método prestacional.

IT 1.2.4.2 Redes de tuberías y conductos



Los conductos de retorno se aislarán cuando estén situados al exterior o en locales no climatizados (p.e., aparcamientos) o cuando exista riesgo de condensaciones.

Se debe reducir, en lo posible, la instalación de conductos al exterior, por la dificultad de diseñar e instalar adecuadamente la protección contra la intemperie. Son preferibles las formas circulares a las rectangulares.

Estanquidad de la red de conductos

f fugas de aire, $\text{m}^3 / (\text{s} \cdot \text{m}^2)$ (m^2 de superficie exterior de conductos), m / s

p presión estática, Pa

c coeficiente de fugas (cuatro clases A, B, C y D según tabla 2.4.2.6)

0,65 es el exponente universalmente aceptado para el cálculo del paso de aire a través de aperturas de pequeño tamaño

$$f = c \cdot p^{0,65} \cdot 10^{-3}$$

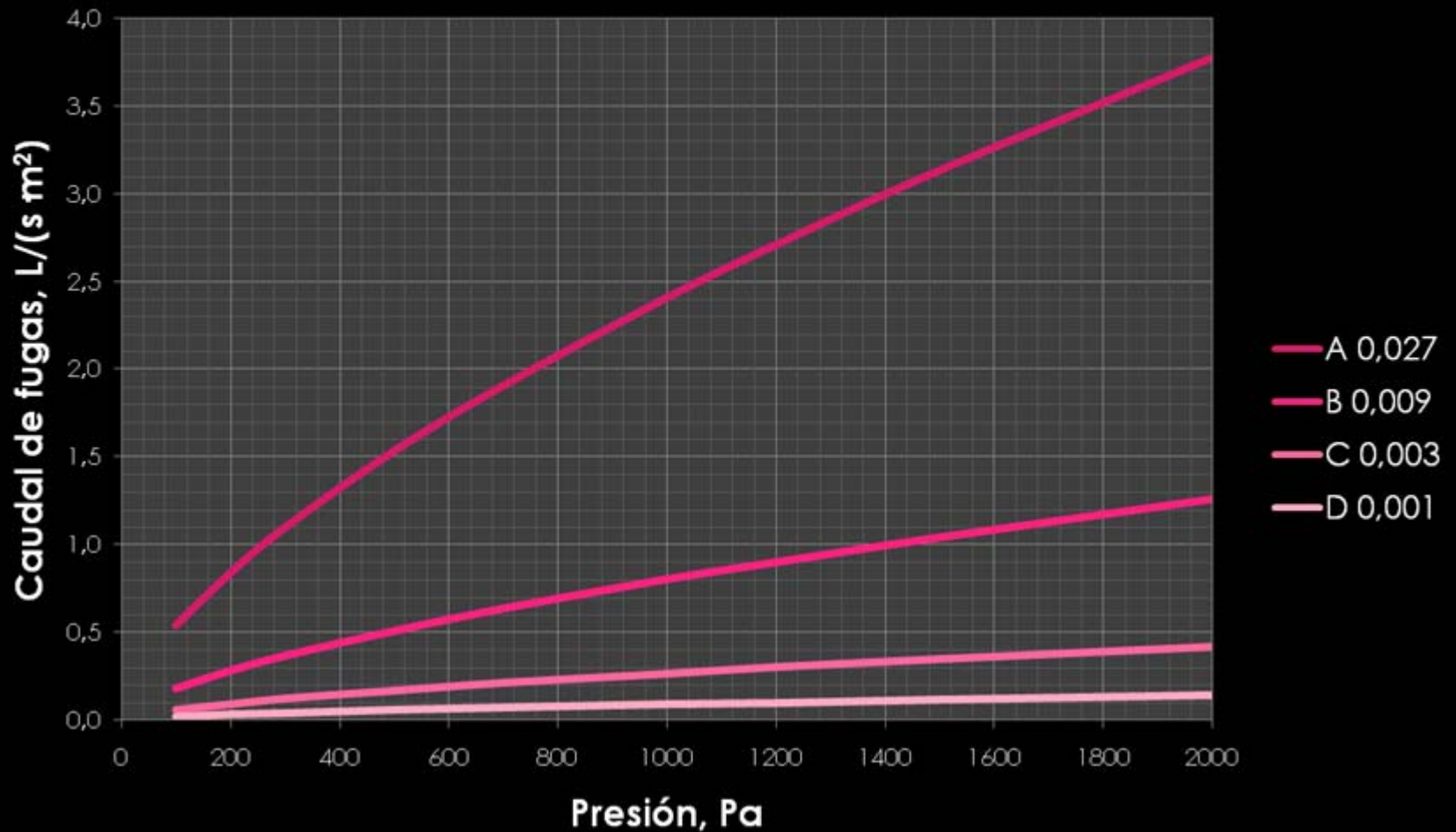
Estanquidad de la red de conductos

prEN 15727-2007 (Anexo A)

Clasificación de la estanquidad (Tabla 2.4.2.6 del RITE)

Clase de estanquidad	Límites de la presión estática		Coef. de fugas
	Pa	Pa	
A	+500	-500	0,027
B	+1.000	-750	0,009
C	+2.000	-750	0,003
D	+2.000	-750	0,001

Fugas de aire en conductos



Estanquidad de la red de conductos

Las redes de conductos se someterán a una prueba de estanquidad, con la que se deberá alcanzar, por lo menos, la clase B de la Tabla 2.4.2.6 del RITE.

Caídas de presión en componentes

Los valores de caídas de presión máximas admisibles, indicados en la tabla del apartado 1.2.4.2.4, deben ser considerados orientativos y podrán ser justificadamente superados en función de las prestaciones del componente.

Para los recuperadores de calor son válidos los valores máximos de la tabla 2.4.5.1.

No se deben emplear separadores de gotas, salvo en casos excepcionales, que deberán documentarse.

Caídas de presión en componentes

COMPONENTE	Caída de presión, Pa
Baterías de calentamiento	40
Baterías de refrigeración en seco	60
Baterías de refrigeración y deshumectación	120
Recuperadores de calor	80...120
Atenuadores acústicos	60
Unidades terminales de aire	40
Elementos de difusión de aire	40...200
Rejillas de retorno de aire	20
Secciones de filtración	(*)

(*) La pérdida de presión de los filtros para calcular la presión estática del ventilador debe ser igual a la suma de la pérdida de presión del filtro que la tiene mayor (admitida por el fabricante), más las pérdidas de presión media de las otras secciones de filtración.

EFICIENCIA EN DISTRIBUCIÓN

Empleo de ventiladores y bombas con acoplamiento directo al motor y VFD (Variable Frequency Driver).

La eliminación de la transmisión por poleas y correas reduce las pérdidas de energía y la producción de partículas por desgaste de las correas.

Por el contrario, se introduce la ineficiencia del VFD.

Potencia específica de ventiladores (UNE-EN 13779)

Categoría	Potencia específica SFP	
	$W/(m^3/s)$	$W/(m^3/s)$
SFP 1		$W_{\text{esp}} \leq 500$
SFP 2	500	$< W_{\text{esp}} \leq 750$
SFP 3	750	$< W_{\text{esp}} \leq 1.250$
SFP 4	1.250	$< W_{\text{esp}} \leq 2000$
SFP 5	2.000	$< W_{\text{esp}}$

SFP Potencia Específica de Ventiladores

La potencia absorbida por los ventiladores por unidad de caudal transportado [potencia específica SFP en $W/(m^3/s)$] cumplirá con las siguientes clases de la tabla 2.4.2.7:

1- para sistemas de ventilación y de extracción

• $\leq 750 W/(m^3/s)$ [SFP₁ y SFP₂]

2- para sistemas de climatización

• $\leq 2.000 W/(m^3/s)$ [SFP₃ y SFP₄]

SPP Potencia Específica de Bombas

No se exigen valores mínimos para la potencia absorbida por las bombas por unidad de caudal transportado [Specific Pump Power, SPP, en $W/(L/s)$], pero se deberá indicar, en la memoria del proyecto, el valor en cada circuito.

EFICIENCIA EN DISTRIBUCIÓN

Empleo de ventiladores y bombas

con acoplamiento directo al motor

con mando por variador de velocidad
VFD (Variable Frequency Driver)

Rendimiento de motores eléctricos

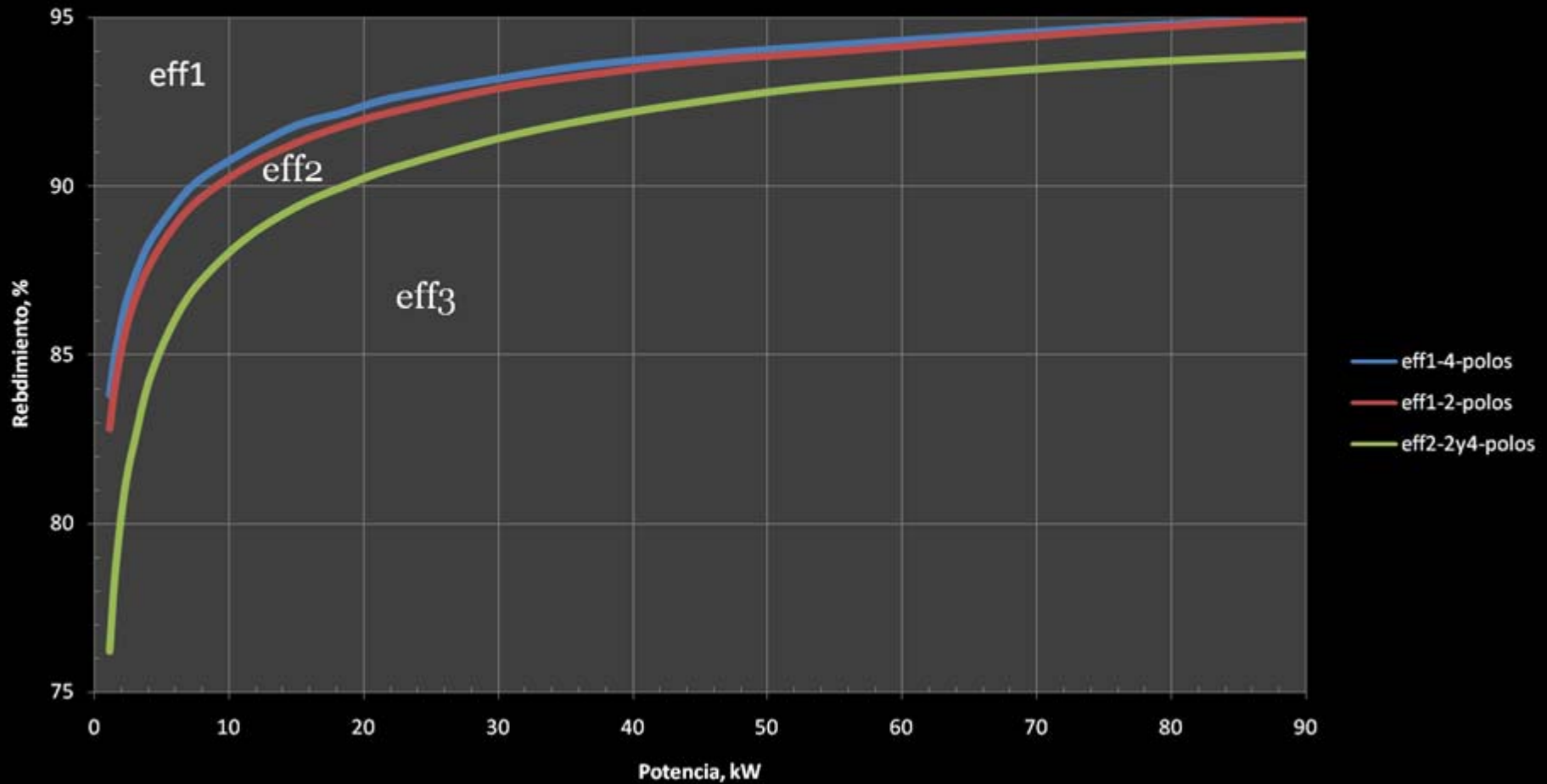
Los motores eléctricos de inducción, de jaula de ardilla, trifásicos, de 2 o 4 polos, protección IP 54 o IP 55, de diseño estándar, de 1,1 a 90 kW de potencia, 400 V, 50 Hz, a plena carga, tendrán el rendimiento mínimo indicado en la tabla 2.4.2.8 (clase eff2 del acuerdo entre la UE y el CEMEP).

Se recomienda el empleo de la clase eff1 para motores de potencias de más de 60 kW.

Para cada punto de mejora de la eficiencia y cada 1.000 horas anuales de funcionamiento, un motor de 1 kW deja de consumir 10 kWh/año.

Rendimiento de motores eléctricos

Acuerdo UE-CEMEP



IT 1.2.4.3 Control



El control del funcionamiento de los generadores térmicos se hará:

1- en secuencia, cuando la eficiencia del generador disminuya al disminuir la demanda

2- en paralelo, cuando la eficiencia del generador aumente al disminuir la demanda

Sistemas de Climatización

Sistemas a todo aire: el control de las condiciones térmicas ambientales está a cargo del sistema de ventilación

Sistemas mixtos: el control de las condiciones térmicas ambientales está a cargo de un subsistema con fluido portador agua o refrigerante (como fancoils, inductores, radiadores, convectores, techo o suelo radiante, vigas frías, equipos autónomos etc.) en combinación con un subsistema de ventilación

Control de la calidad del aire interior

Categoría	Descripción
IDA- C1	Sin control; el sistema funciona constantemente.
IDA- C2	Funcionamiento manual, controlado por un interruptor.
IDA- C3	Funcionamiento de acuerdo a un horario determinado.
IDA- C4	Funcionamiento controlado por una señal de presencia (encendido de luces, infrarrojos etc.).
IDA- C5	Funcionamiento en función del número de personas presentes.
IDA- C6	Funcionamiento controlado por sensores de CO ₂ o COV.

Control de las condiciones ambientales

Categoría	Ventilación	Calentamiento	Refrigeración	Humidificación	Deshumectación
THM-C ₀	#	-	-	-	-
THM-C ₁	#	#	-	-	-
THM-C ₂	#	#	-	#	-
THM-C ₃	#	#	#	-	(#)
THM-C ₄	#	#	#	#	(#)
THM-C ₅	#	#	#	#	#

Notas:

- no influenciado por el sistema
- # controlado por el sistema y garantizado en el local
- (#) efectuada por el sistema pero HR no garantizada en el local

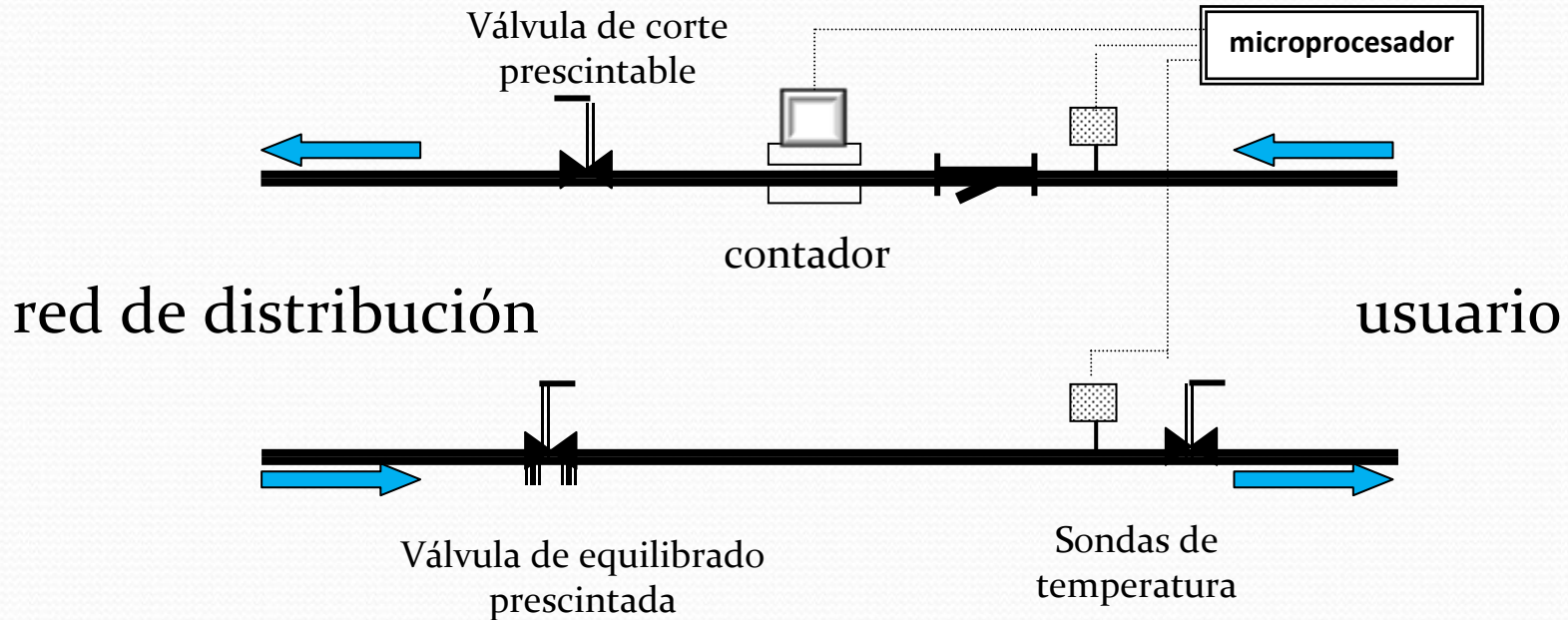
¡La ventilación siempre está presente!

IT 1.2.4.4 Contabilización de consumos

Toda instalación térmica que dé servicio a más de un usuario dispondrá de algún sistema que permita el reparto, proporcional al consumo, de los gastos correspondientes a cada servicio (calor, frío y ACS) entre los diferentes usuarios.

El sistema previsto, instalado en el tramo de acometida a cada unidad de consumo, permitirá regular y medir los consumos, así como interrumpir los servicios desde el exterior de los locales.

IT 1.2.4.4 Contabilización de consumos



$$P = c_p \cdot C \cdot (T_e - T_s)$$

$$E = \int_{t_i}^{t_f} P = c_p \cdot \int_{t_i}^{t_f} C \cdot (T_e - T_s)$$

IT 1.2.4.4 Contabilización de consumos

Las instalaciones de potencia mayor que 70 kW, en régimen de refrigeración o calefacción, dispondrán de dispositivos que permitan efectuar la medición y registrar el consumo de combustible y electricidad de forma separada del consumo debido a otros usos del edificio.

En centrales con potencia mayor que 400 kW, en régimen de calefacción o refrigeración, se dispondrán dispositivos para la medición de la energía térmica generada; estos dispositivos se podrán emplear para el escalonamiento de potencia.

En centrales de refrigeración con potencia mayor que 400 kW se medirán y registrarán los consumos eléctricos de la central (plantas enfriadoras, torres y bombas de agua refrigerada) de manera independiente al resto de equipos de la instalación.

IT 1.2.4.4 Contabilización de consumos

Los generadores de calor y frío de potencia mayor que 70 kW tendrán un registro de las horas de funcionamiento.

Las bombas y ventiladores con motores de potencia eléctrica mayor que 20 kW tendrán un registro de las horas de funcionamiento.

Los compresores frigoríficos de potencia térmica mayor que 70 kW tendrán un registro del número de arrancadas.

IT 1.2.4.5 Recuperación de energía



IT 1.2.4.5.1- Enfriamiento gratuito por aire exterior

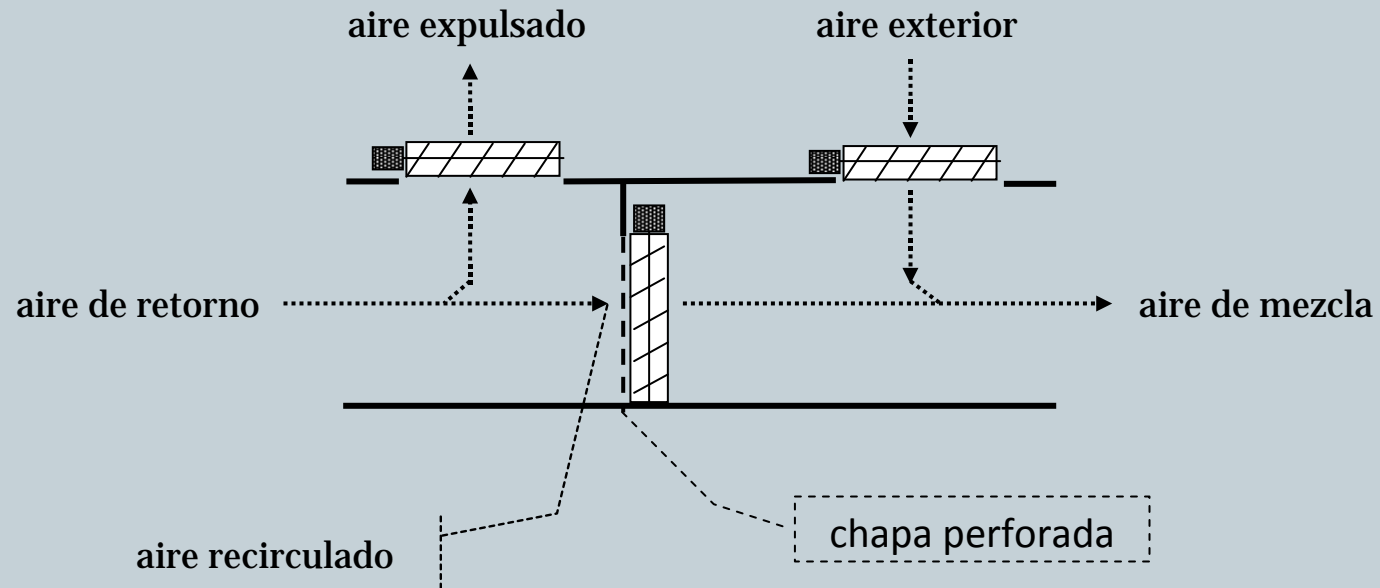
IT 1.2.4.5.2- Recuperación de calor del aire de extracción

IT 1.2.4.5.3- Estratificación

IT 1.2.4.5.4- Zonificación

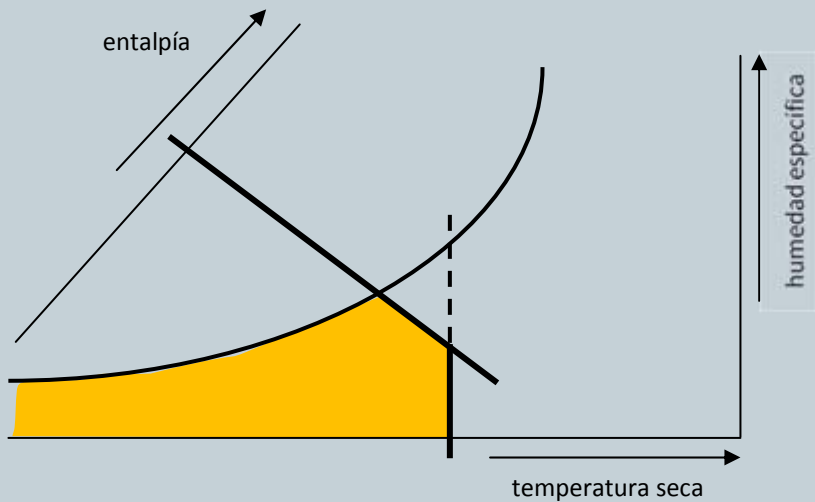
IT 1.2.4.5.5- Ahorro de energía en piscinas

IT 1.2.4.5.1 Enfriamiento gratuito por aire exterior

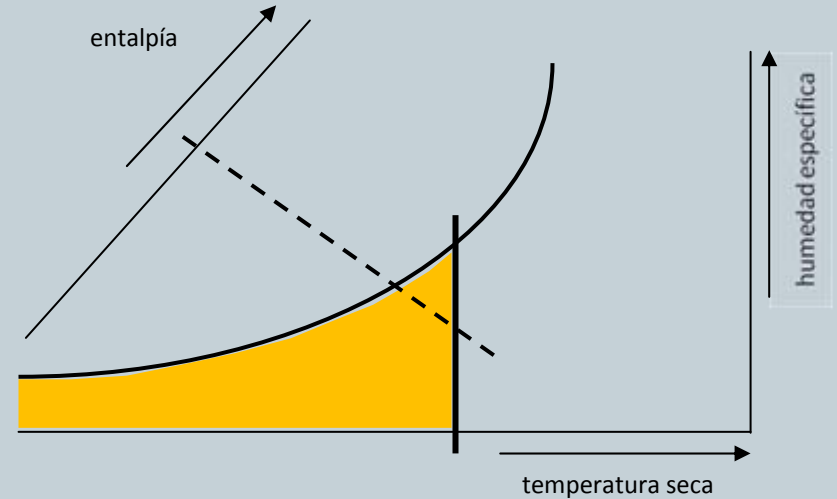


lamas paralelas, no en oposición

IT 1.2.4.5.1 Enfriamiento gratuito por aire exterior



Control por entalpía



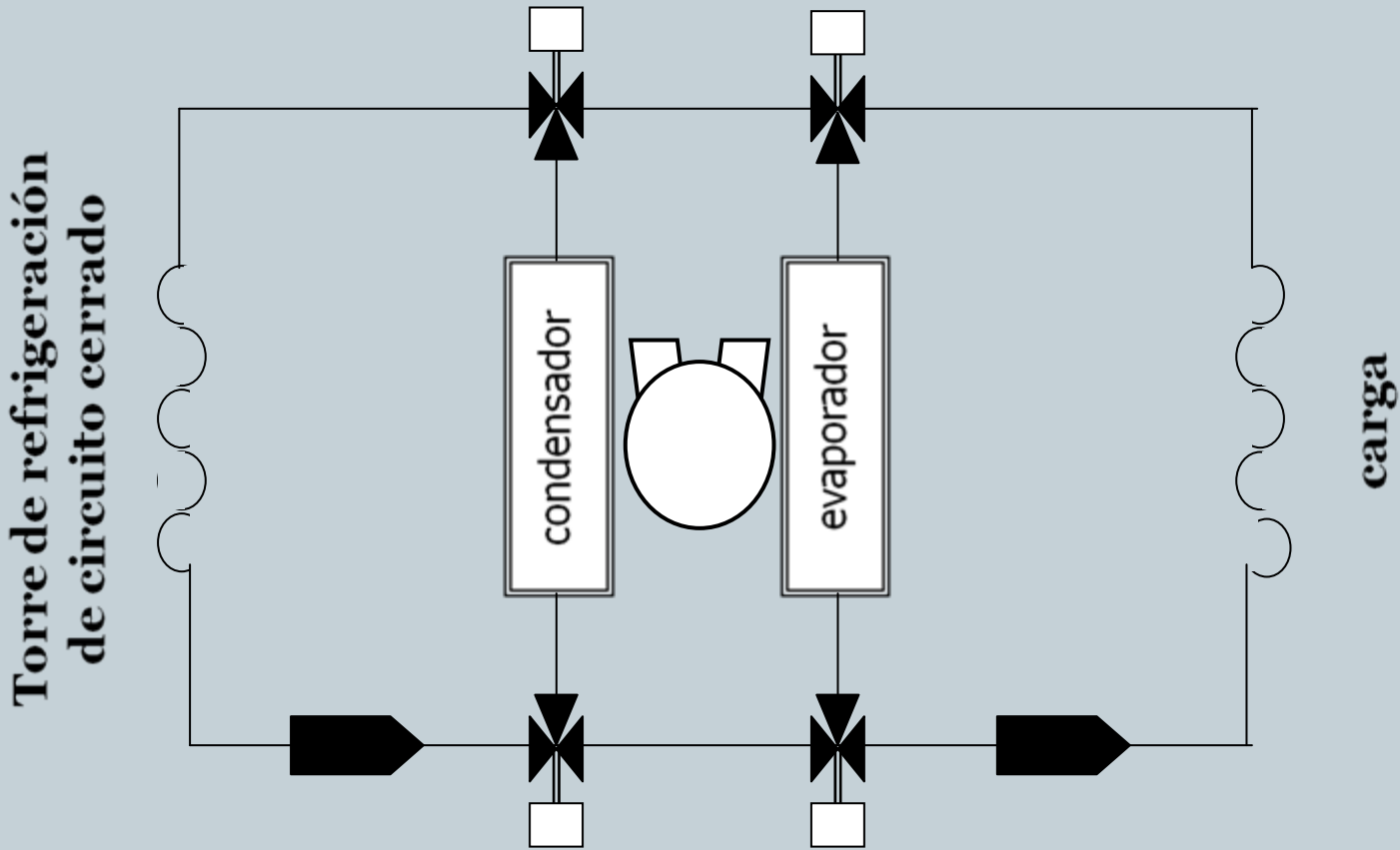
Control por temperatura

Enfriamiento gratuito

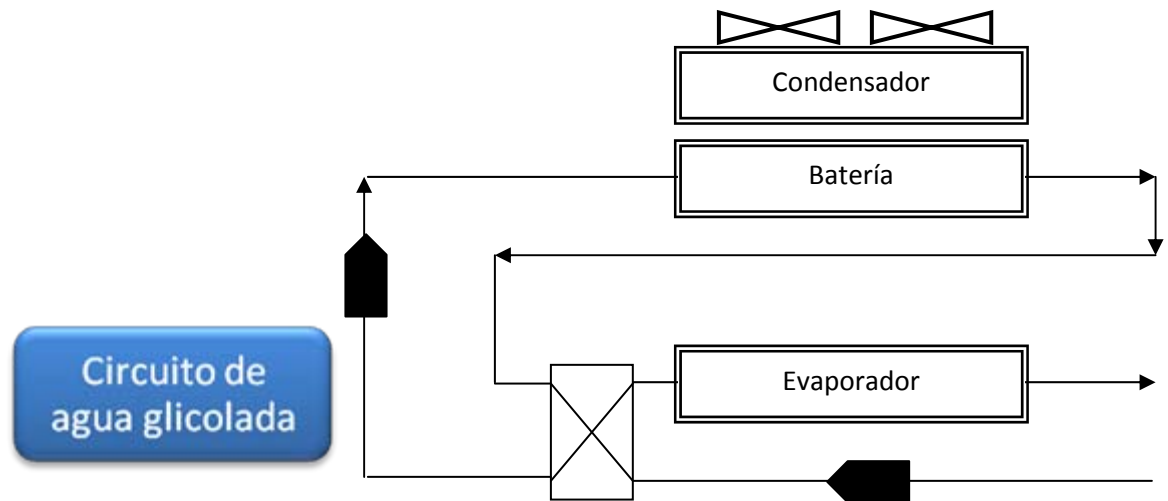
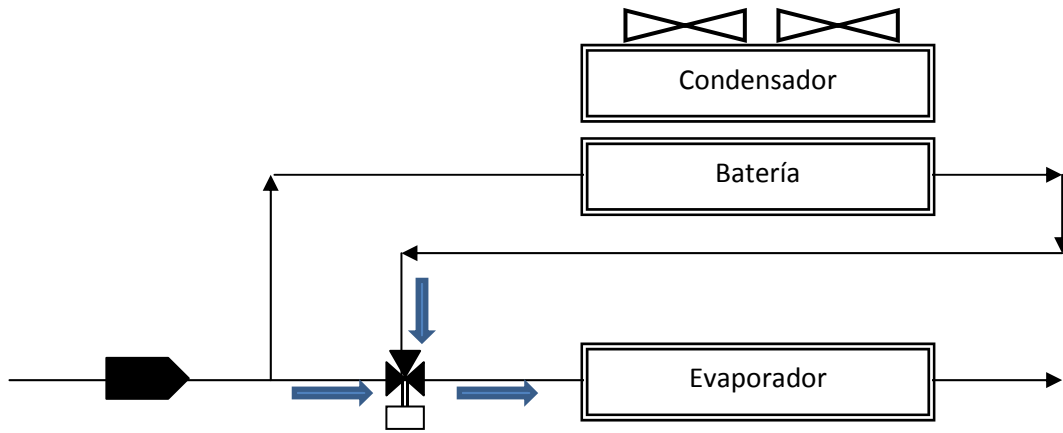
En sistemas mixtos agua-aire se exige que el enfriamiento gratuito se realice mediante el agua procedente de torres de refrigeración, preferentemente de circuito cerrado, o, en caso de empleo de plantas enfriadoras aire-agua, mediante baterías puestas hidráulicamente en serie con el evaporador.

En todos los casos, será conveniente aumentar la temperatura del agua refrigerada para alargar el tiempo de funcionamiento en régimen gratuito, aprovechando el hecho de que la carga térmica, en particular la carga latente, suele ser bastante menor.

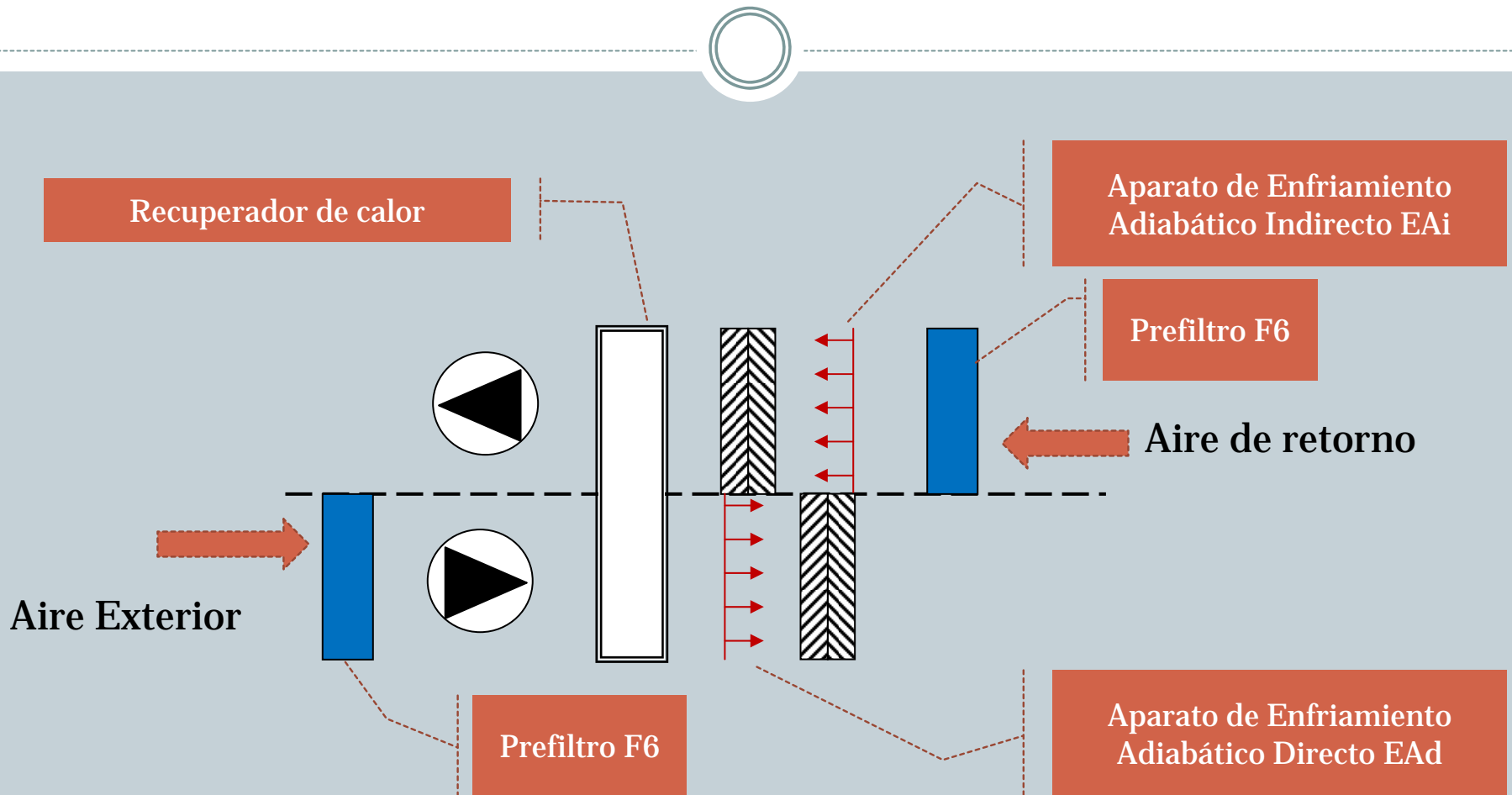
Enfriamiento gratuito con torre de circuito cerrado



Enfriamiento gratuito con equipos aire-agua



IT 1.2.4.5.2 Recuperación del aire de extracción



Enfriamiento adiabático indirecto EAi

Sobre el aire de extracción se instalará un aparato de enfriamiento adiabático (indirecto) que precederá el recuperador de calor, con una eficiencia mínima de un 90%.

Enfriamiento adiabático directo EAd

Sobre el aire de impulsión se podrá instalar un aparato de enfriamiento adiabático (directo) que precederá la batería de refrigeración, con una eficiencia de un 90%.

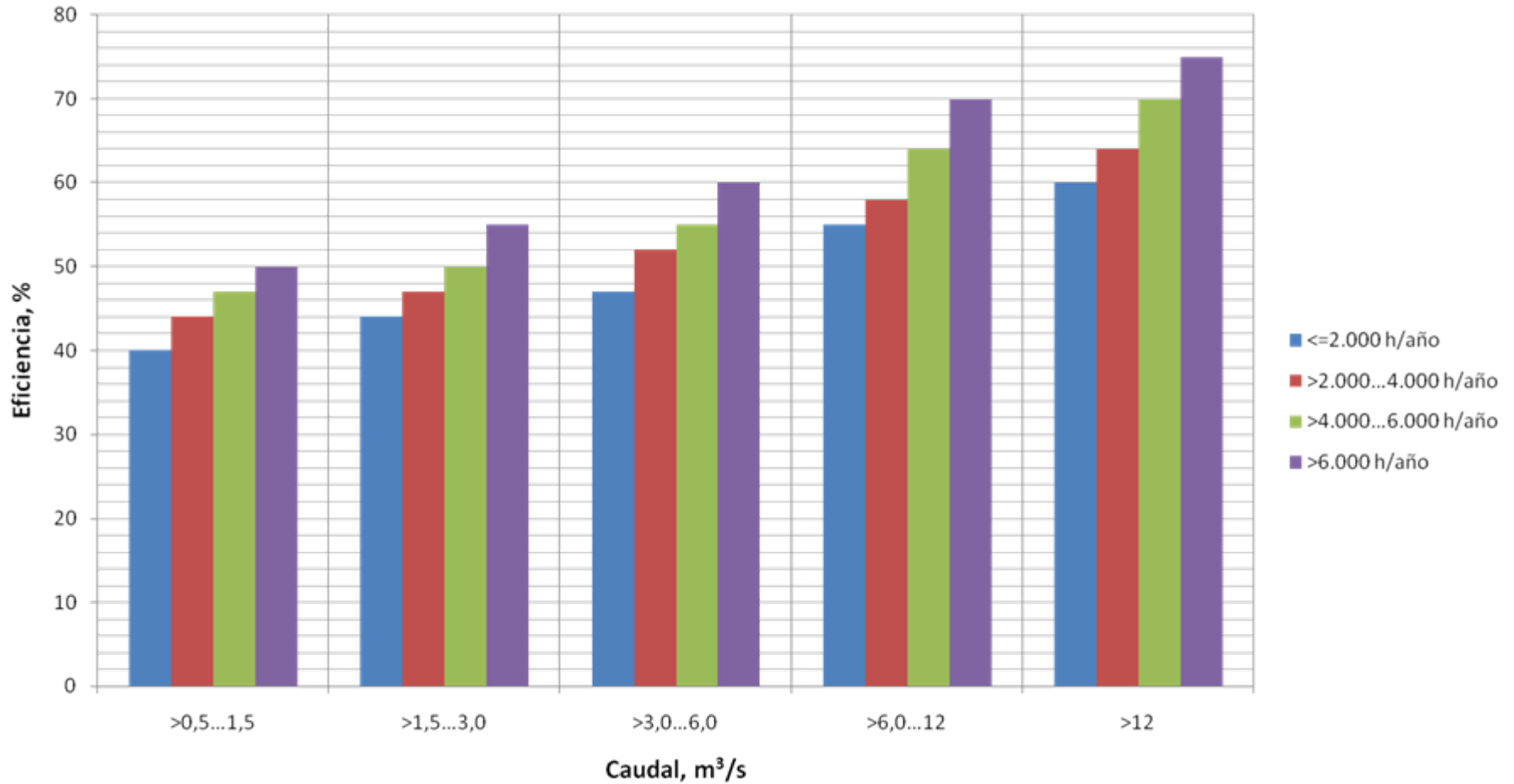
Tabla 2.4.5.1 Eficiencia de la recuperación

Eficiencia mínima y pérdida de presión máxima

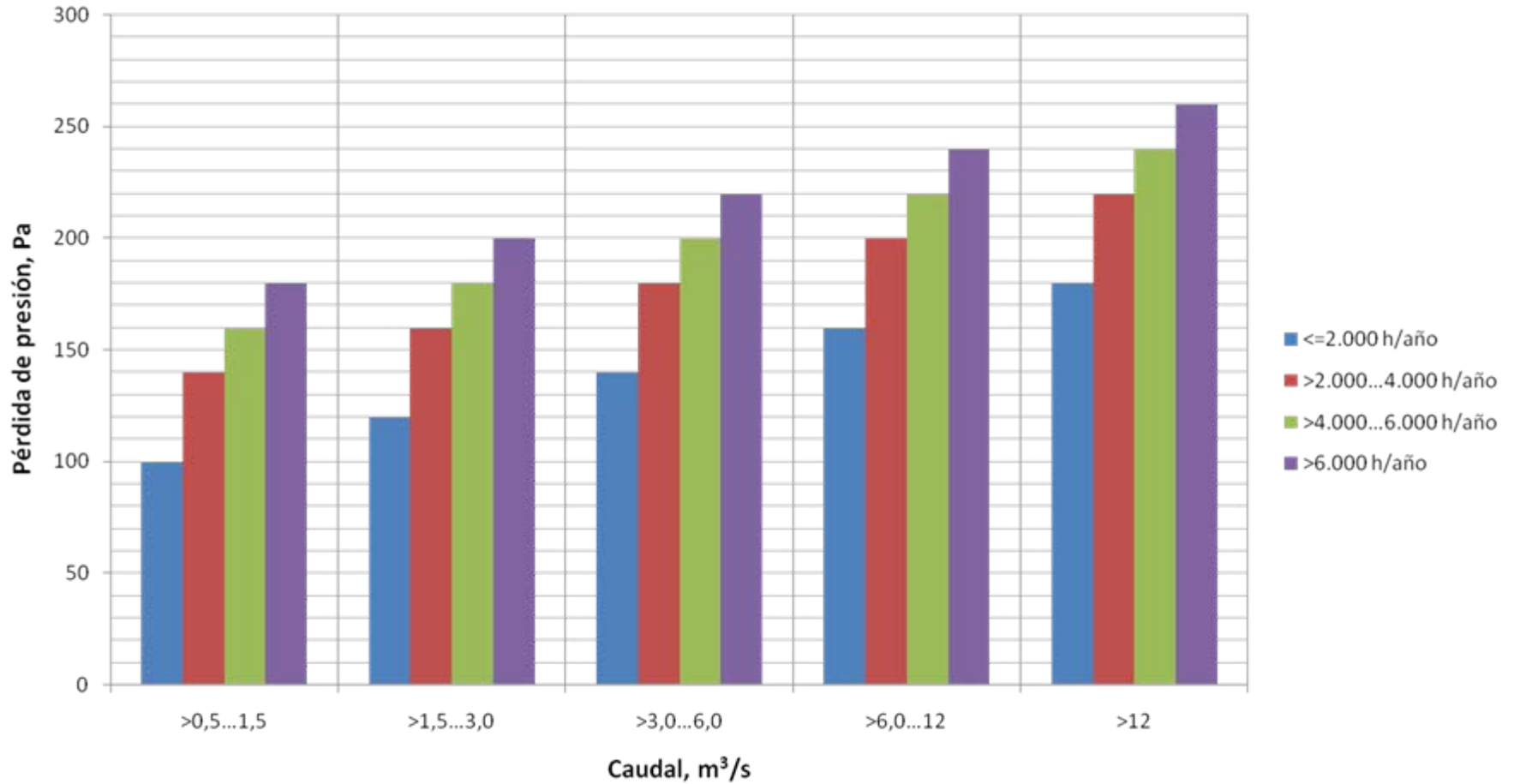
Horas	Caudal de aire exterior (m ³ /s)									
	0,5 ... 1,5		1,5 ... 3,0		3,0 ... 6,0		6,0 ... 12		> 12	
(miles)	%	Pa	%	Pa	%	Pa	%	Pa	%	Pa
≤2	40	100	44	120	47	140	55	160	60	180
> 2 ... 4	44	140	47	160	52	180	58	200	64	220
> 4 ... 6	47	160	50	180	55	200	64	220	70	240
> 6	50	180	55	200	60	220	70	240	75	260

La eficiencia indicada es la del recuperador de calor solamente, no del conjunto aparato de enfriamiento adiabático indirecto y recuperador.

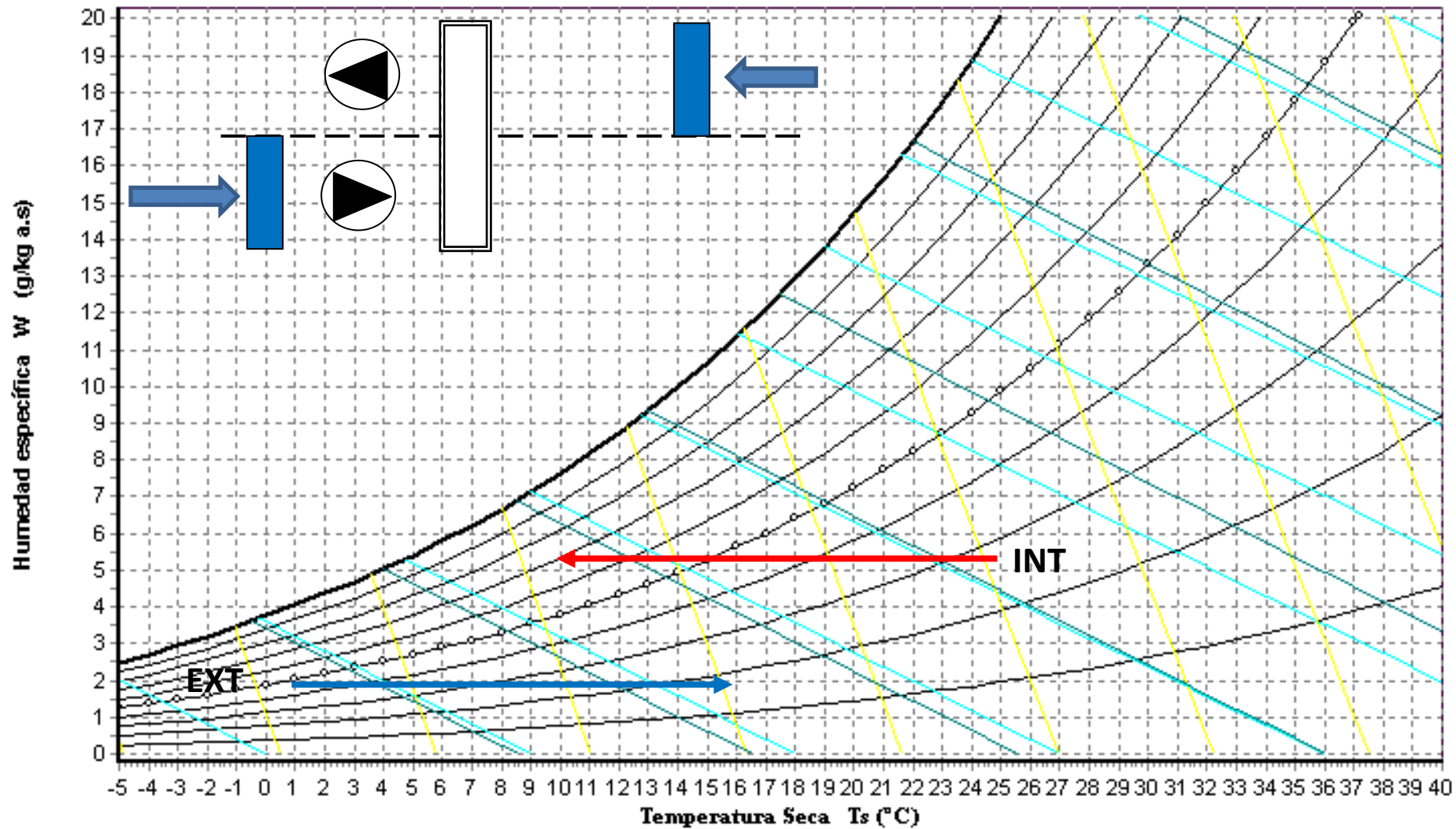
Eficiencia mínima, %



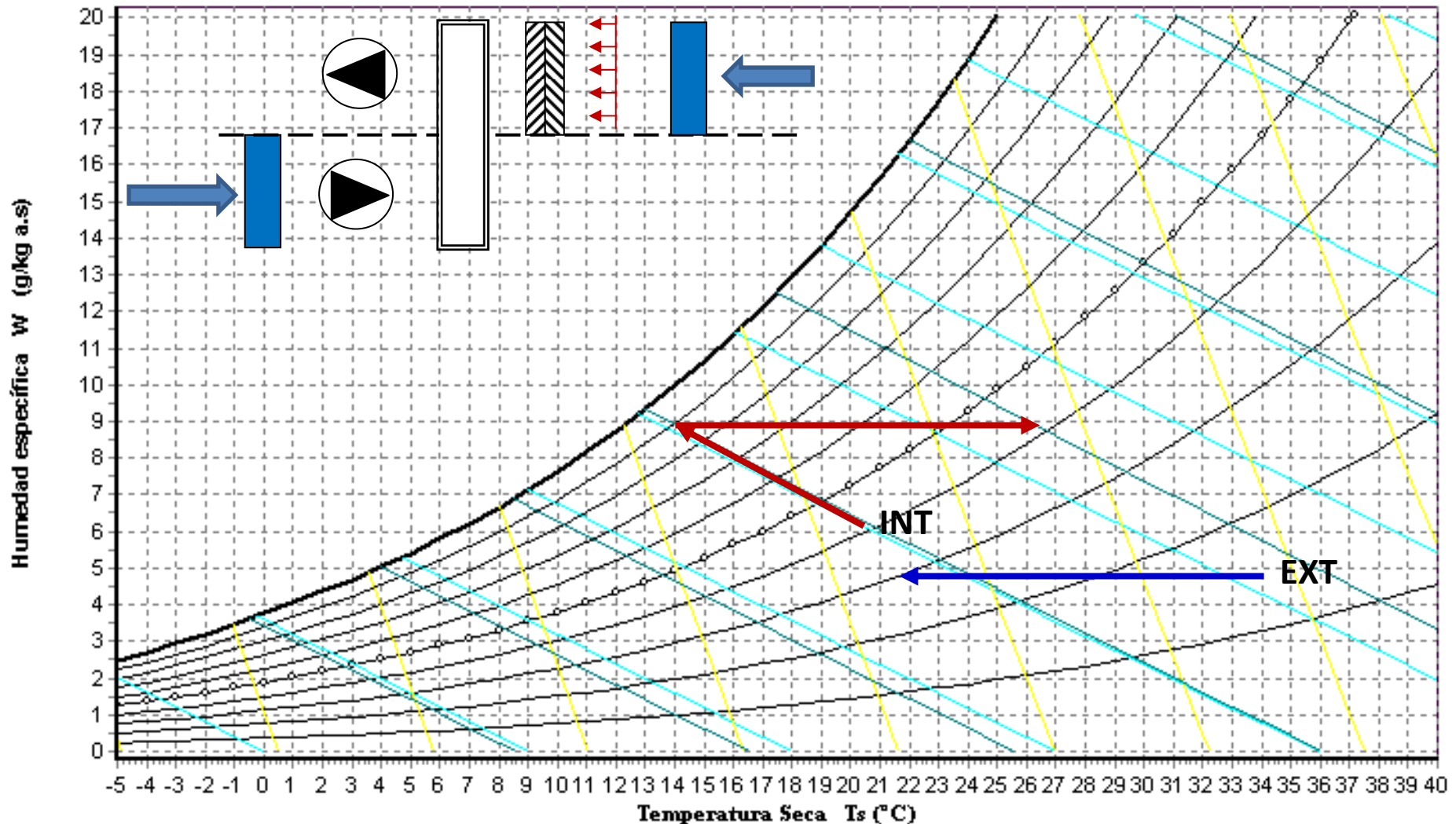
Pérdida de presión máxima, Pa



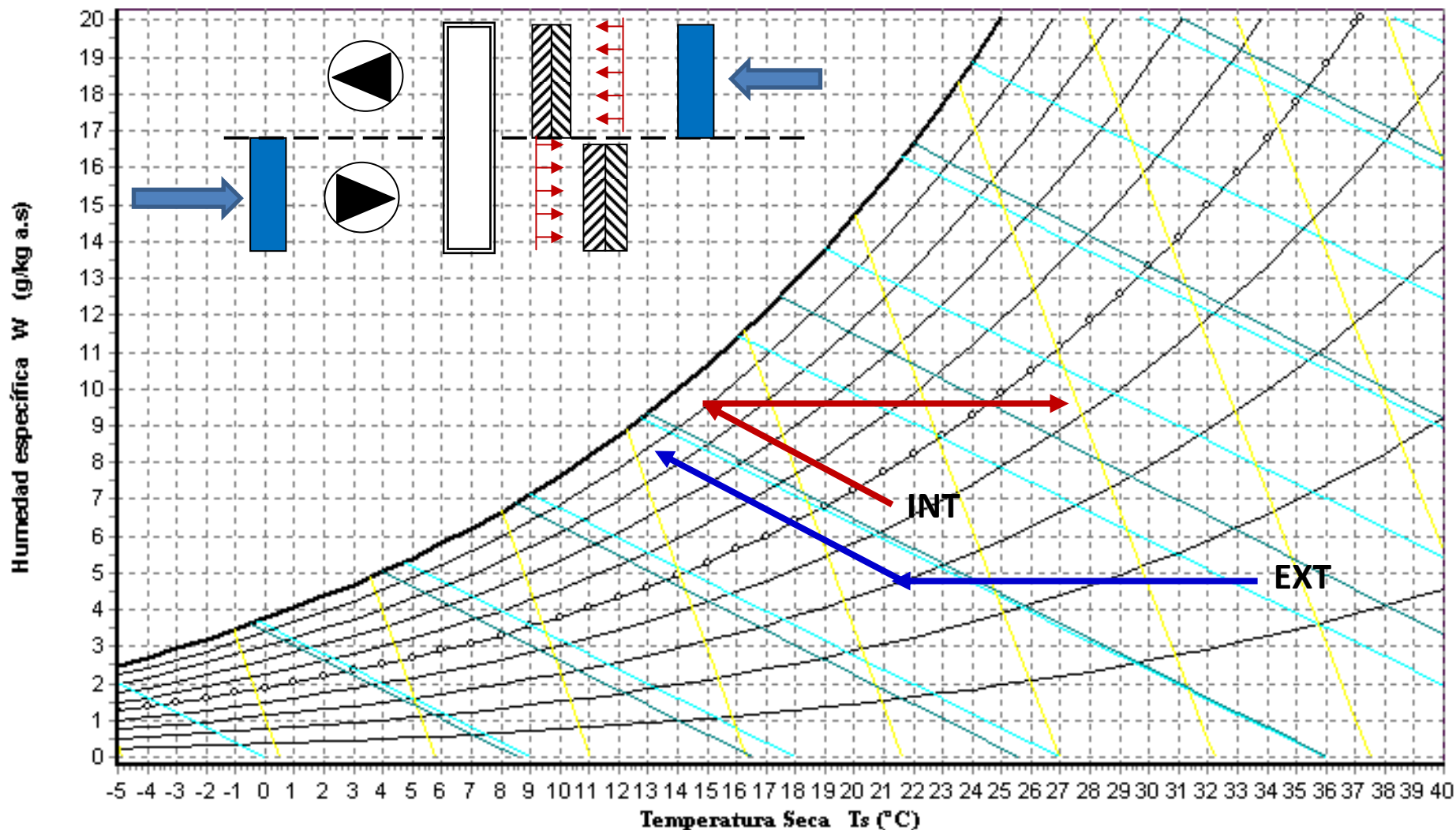
Recuperación de calor sensible



Recuperación de calor sensible con EAi



Recuperación de calor sensible con Eai y EAd



1.2.4.5.3 Estratificación

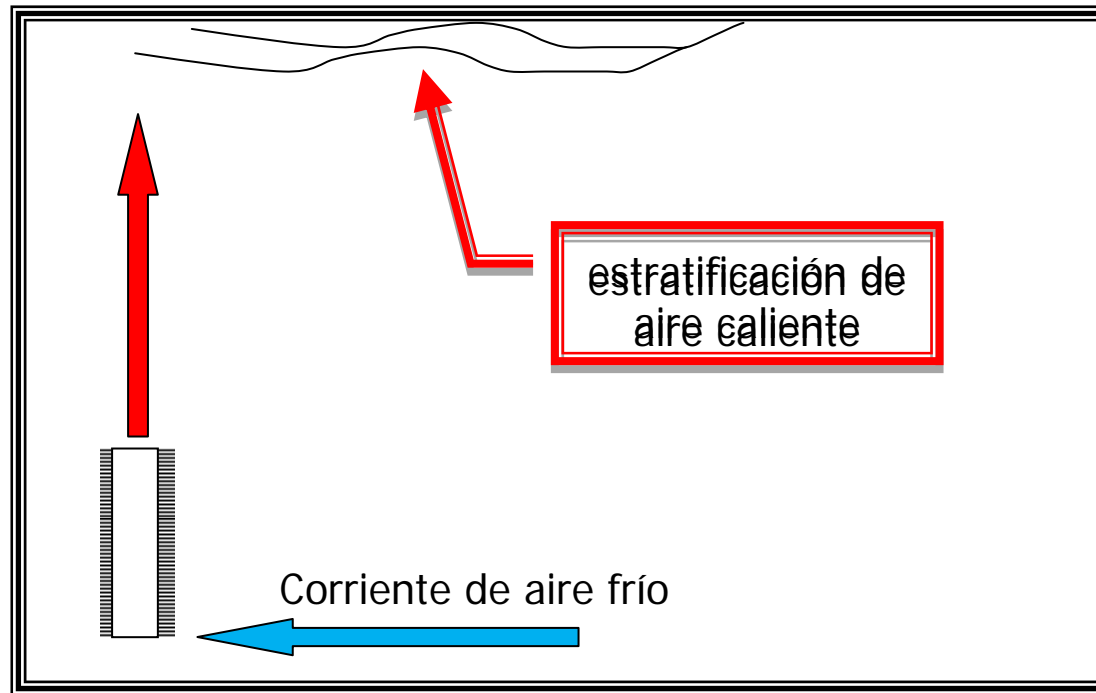


En los locales de gran altura el fenómeno de la estratificación debe ser estudiado para:

1- favorecer la estratificación durante los períodos de demanda térmica positiva

2- combatir la estratificación durante los períodos de demanda térmica negativa

Estratificación



1.2.4.5.4 Zonificación



La compartimentación térmica de los espacios es muy importante para lograr las condiciones termohigrométricas adecuadas y el ahorro de energía.

Los criterios de zonificación a seguir son:

- | | |
|---|---------------------------|
| 1 | orientación |
| 2 | uso |
| 3 | situación en el espacio |
| 4 | horario de funcionamiento |

1.2.4.5.5 Ahorro de energía en piscinas



La lámina de agua de las piscinas climatizadas deberá estar protegida con barreras térmicas contra las pérdidas de calor del agua por evaporación durante el tiempo en que estén fuera de servicio.

La distribución de calor para el calentamiento del agua y la climatización del ambiente de piscinas será independiente de otras instalaciones térmicas.

1.2.4.5.5 Ahorro de energía en piscinas



Temperatura del agua 24°...28°C (¿30°C?); la temperatura del agua es variable según la actividad (deporte, chapoteo, recreo, enseñanza)

Tolerancia de temperatura del agua $\pm 1,5^{\circ}\text{C}$

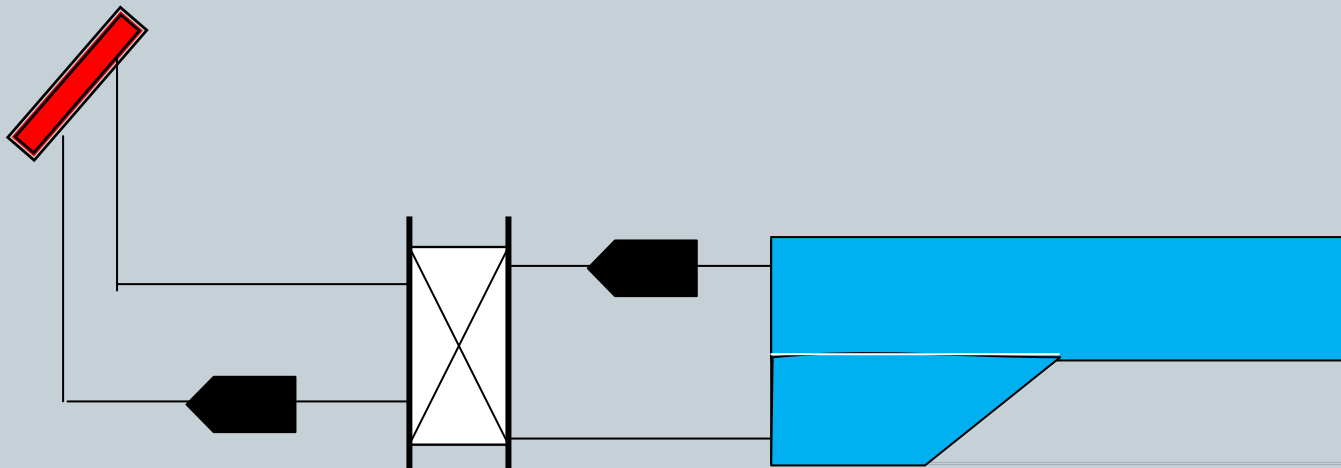
En piscinas cubiertas mantener el aire a una temperatura de 2° ... 3°C más que el agua, con un mínimo de 26° y un máximo de 29°C (agua entre 24° y 27°C)

HR máxima entre 60 y 65%

Las condiciones de 30°C con el 60% o más de HR son inaceptables desde el punto de vista del bienestar y sanitario

Contribución solar mínima del 30% hasta el 70%, según zona climática

1.2.4.5.5 Ahorro de energía en piscinas



El agua caliente debería introducirse siempre en la parte inferior del vaso, para romper la estratificación.

Por tanto, esta red debería ser independiente de la red de tratamiento de agua.

IT 1.2.4.6 Aprovechamiento de energías renovables



IT 1.2.4.6.1 AGUA CALIENTE PARA USOS SANITARIOS: se cumplirán los requisitos de HE4

IT 1.2.4.6.2 PISCINAS CUBIERTAS: se cumplirán los requisitos de HE4

IT 1.2.4.6.3 PISCINAS DESCUBIERTAS: para el calentamiento del agua no se podrá emplear ningún tipo de energía convencional (sólo renovables o residuales)

IT 1.2.4.6.4 ESPACIOS ABIERTOS: para la generación de energía térmica destinada a la climatización de espacios abiertos no se podrá emplear ningún tipo de energía convencional (sólo renovables o residuales)

IT 1.2.4.7 Limitación de la utilización de energía convencional



-
- IT 1.2.4.7.1** Limitación de la utilización de energía convencional para la producción de calor (efecto Joule)
 - IT 1.2.4.7.2** Locales sin climatización
 - IT 1.2.4.7.3** Acción simultánea de fluidos con temperatura opuesta
 - IT 1.2.4.7.4** Limitación del consumo de combustibles sólidos de origen fósil (desde 1 de enero de 2012)
-

1.2.4.7.1 Limitación de la utilización de energía convencional para la producción de calor



Potencia eléctrica/potencia en bombas de calor $\leq 1,2$

Grado de cubrimiento de energía renovable o residual mayor que $2/3$

Locales servidos por generadores de calor por acumulación: sin acoplamiento a la red eléctrica durante las horas del día

1.2.4.7.2 Locales sin climatización



No se deben climatizar los locales no habitables, salvo cuando se empleen fuentes de energías renovables o residuales.

IT 1.2.4.7.3 Acción simultánea de fluidos con temperatura opuesta

No se permite el mantenimiento de las condiciones interiores de los locales mediante procesos sucesivos de enfriamiento y calentamiento o la acción simultánea de dos fluidos con temperaturas de efectos opuestos, salvo cuando:

IT 1.2.4.7.3 Acción simultánea de fluidos con temperatura opuesta

1- Se utilicen fuentes de energía gratuita o recuperada

2- Sea imperativo mantener la HR dentro de márgenes muy estrechos

3- Se necesite mantener los locales acondicionados con presión positiva respecto a los locales adyacentes

4- Se necesite simultanear la entrada de caudales de aire de temperaturas antagonistas para mantener el caudal mínimo de aire de ventilación

5- La mezcla de aire tenga lugar en dos zonas diferentes del mismo ambiente

IT 1.2.4.7.3 Acción simultánea de fluidos con temperatura opuesta

También puede considerarse válida la aplicación del sistema de caudal variable con post-calentamiento cuando haya una gran diversidad de demandas térmicas desde una sola UTA, teniendo en cuenta que el post-calentamiento se necesita solamente en algunos puntos y a tiempo parcial.

El poscalentamiento se debe limitar a un caudal de aire del 35 a 40% del caudal máximo de diseño que suele coincidir con el caudal mínimo admitido por la caja y/o el difusor y suele ser un poco mayor que el caudal mínimo de ventilación.