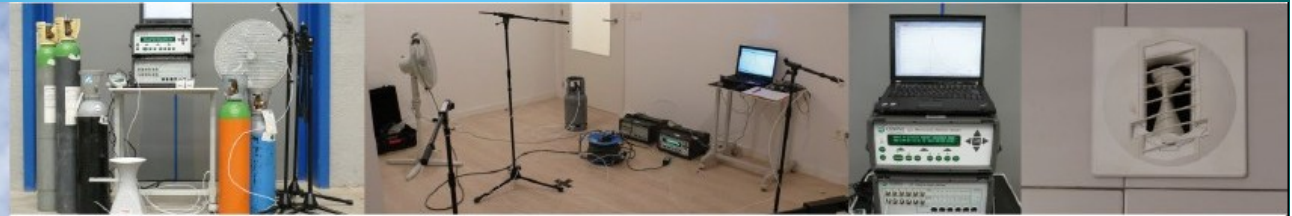


LA VENTILACIÓN
EN LOS EDIFICIOS
Y SUS CONSECUENCIAS
EN LA DEMANDA
DE ENERGÍA, LA ACÚSTICA
Y LA CALIDAD DEL AIRE.



Laboratorio de Control de Calidad en la Edificación
del Gobierno Vasco.
Agirrelanda, 10 · 01013 Vitoria-Gasteiz
21 de noviembre de 2011



La Ventilación y la Calidad del Aire Interior

Dr. F. Javier Rey
Catedrático de Universidad
**Dpto. Máquinas y Motores Térmicos Universidad
de Valladolid**

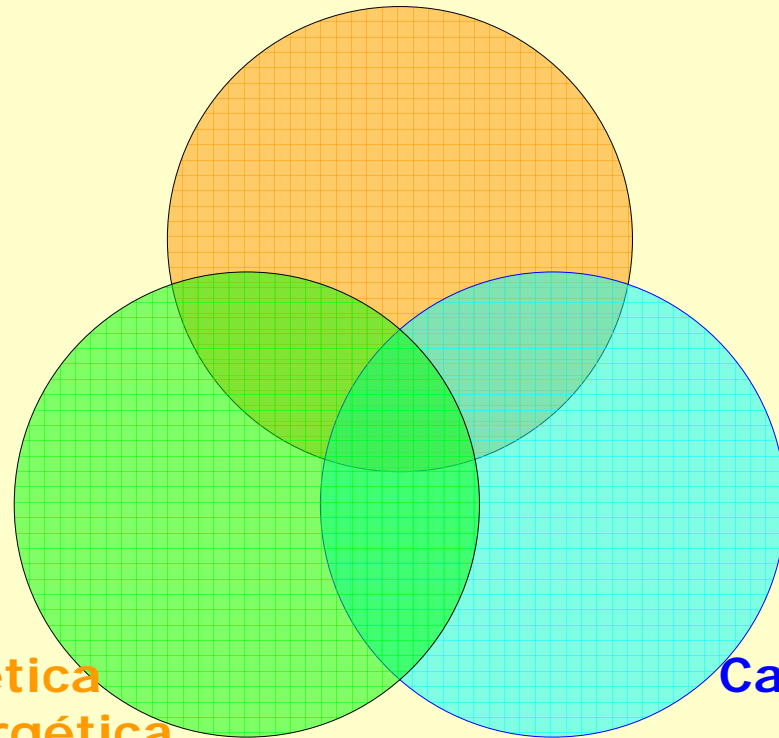
VITORIA-GASTEIZ 2011

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD
EN LA EDIFICACION DEL GOBIERNO
VASCO

EUSKO JAURLARITZAREN ETXEGINTZAREN
KALITATEA KONTROLATZEKO
LABORATEGIA

Sostenibilidad del medio ambiente interior en edificios

Rentabilidad económica
Costo del ciclo de vida



Eficiencia energética
Y certificación energética

Calidad ambiental
interior IEQ

DEFINICION DE I.A.Q.

El nivel de calidad del aire a partir del cual se alcanzan las exigencias de las personas en cuanto a su satisfacción personal y el riesgo sanitario es despreciable



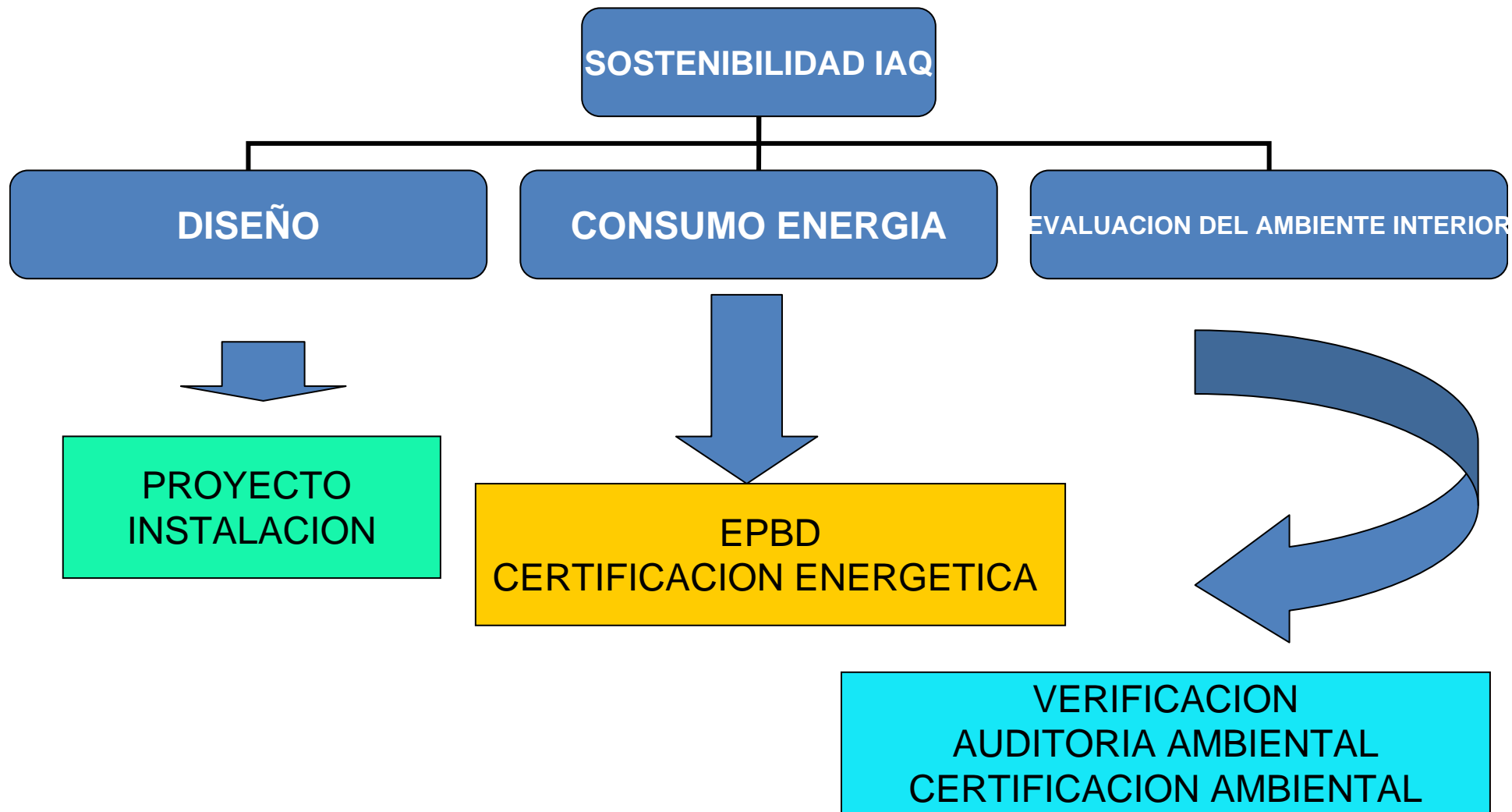
Tabla 1. Contaminación en ambientes interiores.

Tipo de contaminación	Características y elementos relacionados	Origen contaminante	Contaminante
Contaminantes procedentes del ambiente exterior	Ubicación del edificio	Combustión (calderas, tráfico) Actividad Industrial próxima Terreno Vertederos, solares, escombros, cuencas fluviales ,obras...	CO, CO ₂ , NO _x , SO _x , partículas, metales NO _x , SO _x , COVs Radón, polvo Olores, polvo, insectos, roedores, bacterias
Contaminantes generados en el edificio	<p>Uso y distribución del edificio:</p> <ul style="list-style-type: none"> ◆ Zonas reprografía ◆ Restaurantes y cocinas ◆ Zonas de aparcamiento ◆ Aseos y vestuarios ◆ Materiales de construcción y elementos decorativos <p>Instalaciones del edificio:</p> <ul style="list-style-type: none"> ◆ Instalaciones de acondicionamiento de aire. ◆ Instalaciones de agua ◆ Gestión de residuos ◆ Depósitos de combustibles ◆ Almacenes, salas usos especiales ◆ Sistema de saneamiento 	<p>Fotocopiadoras, impresoras láser Combustión Combustión Humedades, desagües</p> <p>Aislantes, conglomerados de madera, moquetas, barnices, pinturas</p>	<p>Ozono</p> <p>NO_x, olores CO, Partículas Mohos, Olores</p> <p>Amianto, radón, COVs, polvo, formaldehído, ácaros, creosota</p> <p>Legionella, olores, fibras, amianto COVs, bacterias, hongos, artrópodos, roedores</p>
Contaminantes generados por los ocupantes y sus actividades	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Ocupantes ◆ Mantenimiento del edificio ◆ Remodelación del edificio 	<p>Tabaco Operaciones de limpieza, desinfección, control de plagas, jardinería y plantas verdes, ambientadores...</p>	<p>CO₂, humo de tabaco, amianto, polvo, plaguicidas, prod. químicos, hongos, ácaros, legionella, bacterias, artrópodos, roedores</p>
Disconfort: factores físicos	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Instalaciones de acondicionamiento de aire ◆ Sistema de calefacción ◆ Equipos y aparatos 	<p>Sist. aire acondicionado, ventilación y calefacción</p> <p>Equipos informáticos Pantallas de visualización Cableado eléctrico</p>	<p>Humedad relativa Temperatura Ruido Vibraciones Campos electromagnéticos</p>

Fuente: Sección Evaluación de Impacto Ambiental en Salud. (EIAS).

Calidad de ambientes interiores. IEQ





La ventilación en edificios



DISEÑO Y
DIMENSIONADO

Clasificación del aire interior (IDA)

IDA	Calidad	Aplicaciones
1	óptima	hospitales, laboratorios, guarderías etc.
2	buena	oficinas, residencias, aulas etc.
3	media	edif. comerciales, cines, restaurantes, gimnasios etc.
4	baja	no se debe aplicar nunca

Clasificación del aire exterior (ODA)

ODA	Definición
1	Aire puro que puede contener partículas sólidas en suspensión de forma temporal
2	Aire con altas concentraciones de partículas
3	Aire con altas concentraciones de contaminantes gaseosos
4	Aire con altas concentraciones de contaminantes gaseosos y partículas
5	Aire con muy altas concentraciones de contaminantes gaseosos y partículas

31 normas del M343 de EPBD

TC 156 “Ventilation for buildings”

Norma UNE-EN 15251:


Indoor environmental input parameters for design and assessment of energy performance of buildings addressing indoor air quality, thermal environment, lighting and acoustics.

Parámetros del ambiente interior para el diseño y la evaluación de la eficiencia energética de los edificios, incluyendo calidad del aire interior, ambiente térmico, iluminación y ruidos.

(se está traduciendo)

CERTIFICACION AMBIENTAL



0-0,5	0 hojitas	
0,5-1,5	1 hojita	
1,5-2,5	2 hojitas	
2,5-3,5	3 hojitas	
3,5-4,5	4 hojitas	
4,5-5	5 hojitas	

Existen diferentes sistemas de certificación ambiental de edificios entre los que destacan:

LEED.- desarrollado por United States Green Building Council **USGBC.**

BREEAM.- desarrollado por **BRE** en Gran Bretaña.

VERDE.- desarrollado por **GBCe** específicamente para España.

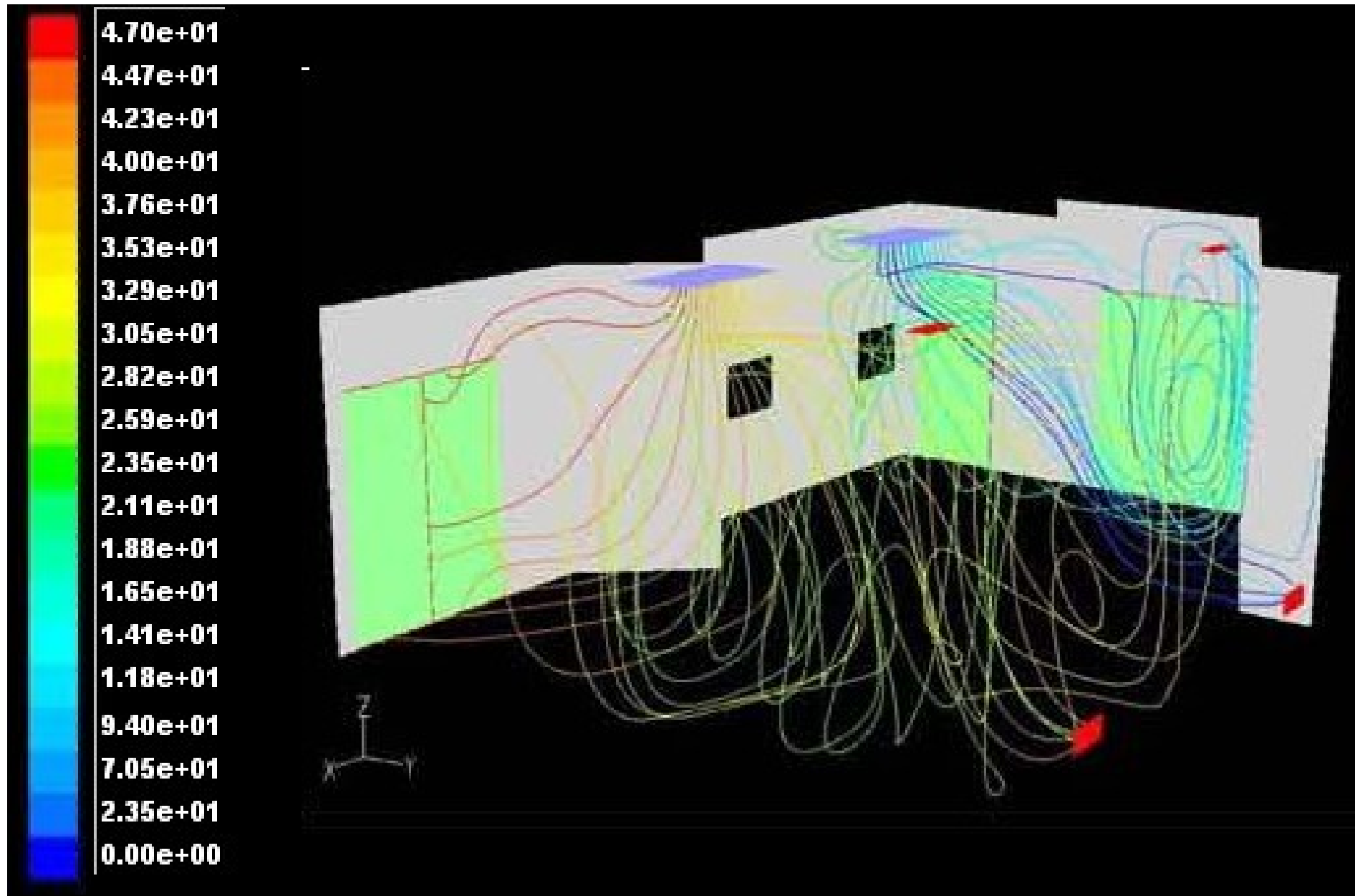
UNE 1171330-2: Certificación de Calidad Ambiental en Interiores

**UNE 171330 de calidad ambiental en interiores:
Diagnóstico de calidad ambiental interior**

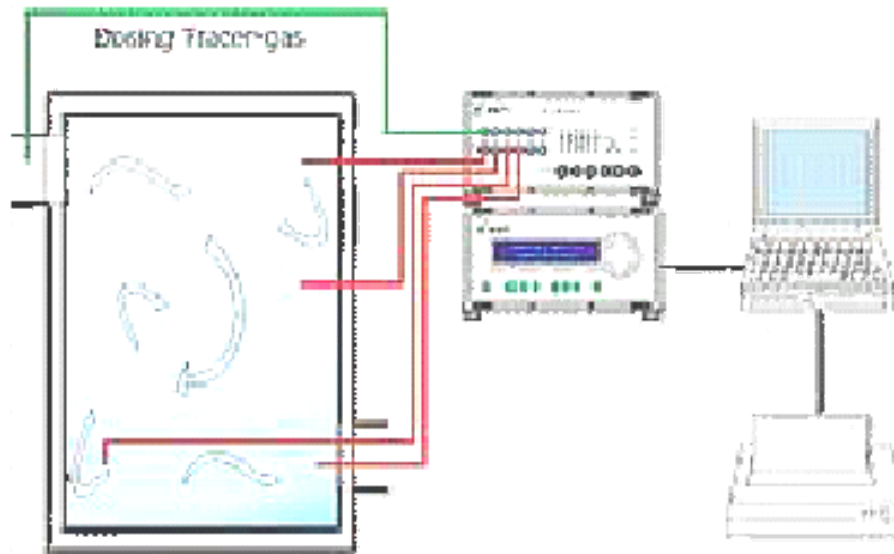
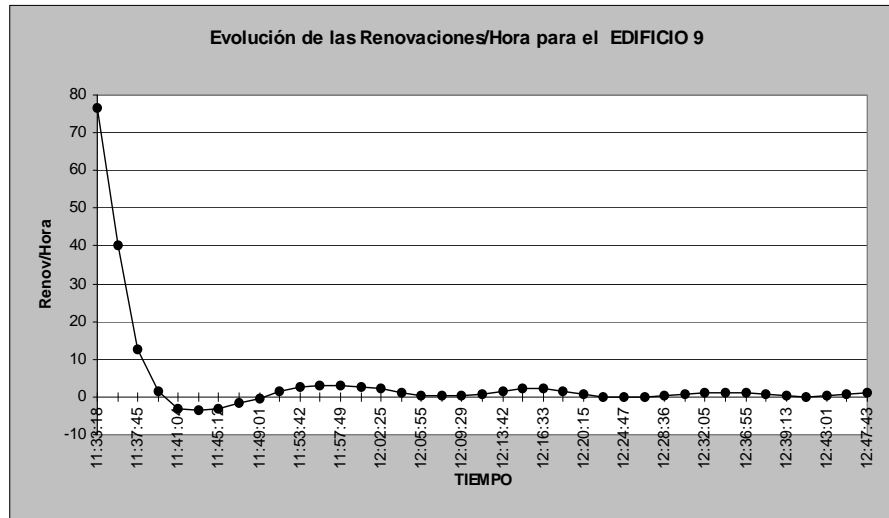
HERRAMIENTAS

- **SIMULACION MEDIANTE FLUENT**
(Dinámica de fluidos computacional)
- **AUDITORIAS DE CALIDAD AMBIENTAL INTERIOR (IAQ)**
- **CERTIFICACION AMBIENTES INTERIORES**

SIMULACION MEDIANTE FLUENT



Medidas experimentales de Ventilación-Auditorias



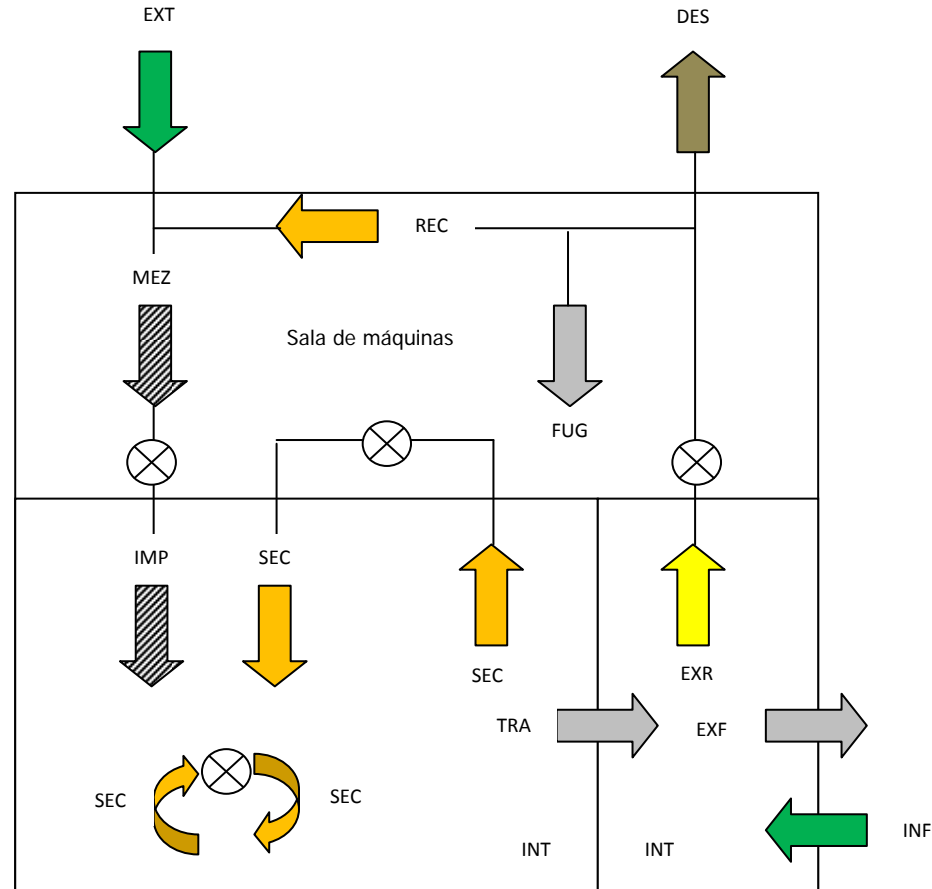
IT 1.1.4.2 Exigencia de calidad del aire interior

Norma UNE-EN 13779

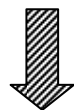
Ventilación de edificios no residenciales.

Requisitos de prestaciones de los sistemas de ventilación y acondicionamiento de recintos.

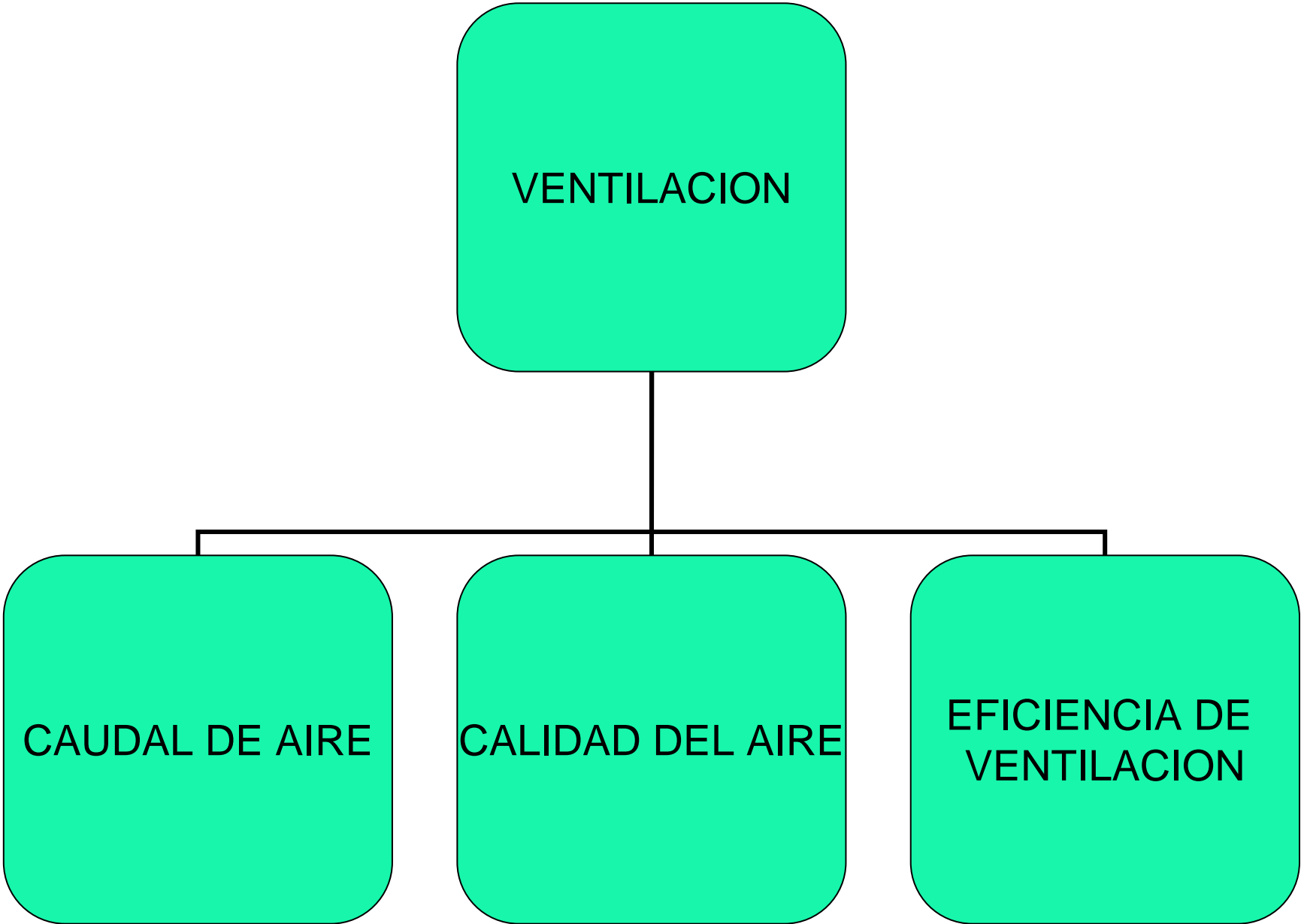
Tipos de aire y colores



⊗ Ventilador



Véase Tabla 13 de UNE-EN 13779



Determinación del caudal de aire de ventilación

- 1) Método indirecto de caudal de aire exterior por persona, L/(s·persona)
- 2) Método directo por calidad de aire percibido, dp
- 3) Método directo por concentración de CO₂, ppm
- 4) Método indirecto de caudal de aire por unidad de superficie, L/(s·m²)
- 5) Método directo por dilución

Caudal de aire de dilución

$$C = \frac{Q}{c_a - c_i} \cdot \frac{1}{\varepsilon_v}$$

Caudal emitido de una sustancia contaminante

Eficiencia de ventilación

Concentraciones de la sustancia contaminante en el ambiente y en el aire de impulsión

Relación entre IDA y PPD según UNE-EN 15251

IDA	PPD (%)
1	15
2	20
3	30

Para obtener PPD \ll 15% y, por tanto, concentraciones de CO₂ del orden de 500 ppm, es necesario emplear un sistema de tipo “a todo aire” diseñado para funcionar con todo aire exterior (\approx 5 o más renovaciones por hora).

Caudales mínimos de aire de ventilación

IDA	L/(s·persona)‡	dp	ppm CO ₂ ‡‡	L/(s·m ²)
1	20,0	0,8	+350	N.A.
2	12,5	1,2	+500	0,83
3	8,0	2,0	+800	0,55
4	5,0	3,0	+1.200	0,28

‡ para una actividad metabólica de 1,2 met

‡ ‡ concentración por encima de la concentración en el aire exterior

Aire exterior de ventilación según UNE-EN 15251

Para una densidad de ocupación de 1 persona cada 10 m²

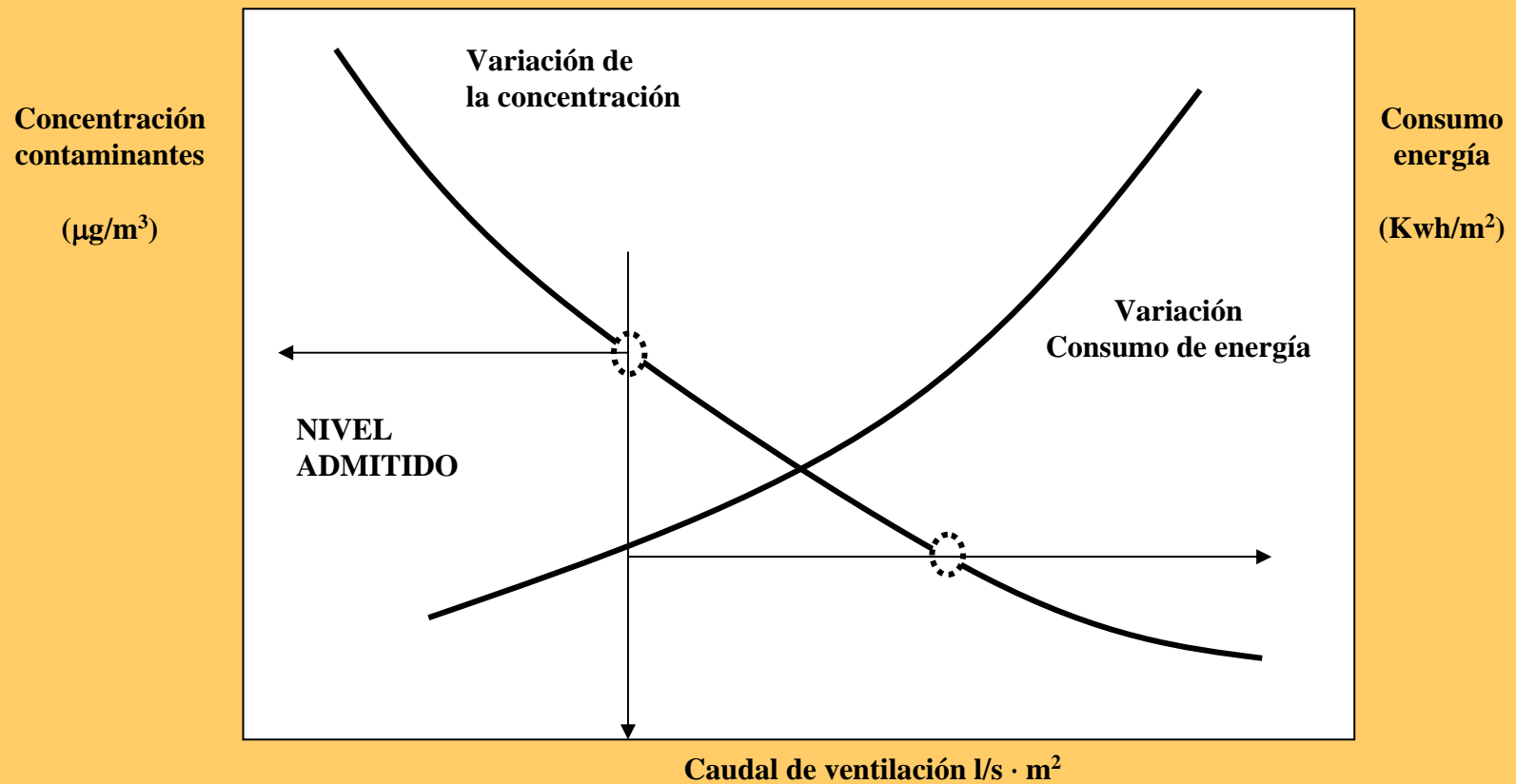
Categoría	Personas L/(s·m ²)	Polución muy baja L/(s·m ²)	Polución baja L/(s·m ²)	No polución baja L/(s·m ²)
I	1	0,50	1,0	2,0
II	0,7	0,35	0,7	1,4
III	0,4	0,20	0,4	0,8

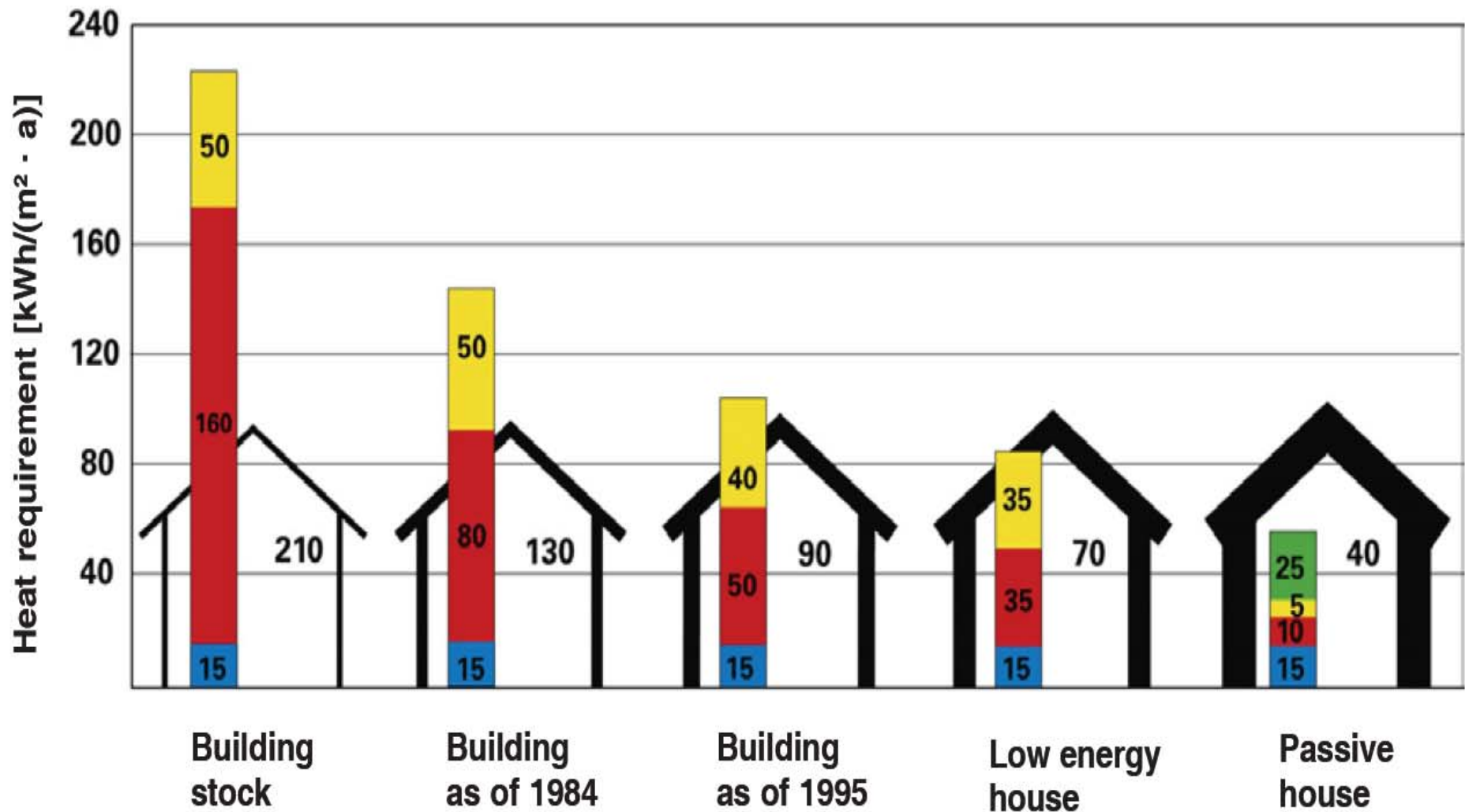
Categoría	Polución muy baja L/(s·m ²)	Polución baja L/(s·m ²)	No polución baja L/(s·m ²)
I	1,50	2,0	3,0
II	1,05	1,4	2,1
III	0,6	0,8	1,2

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.

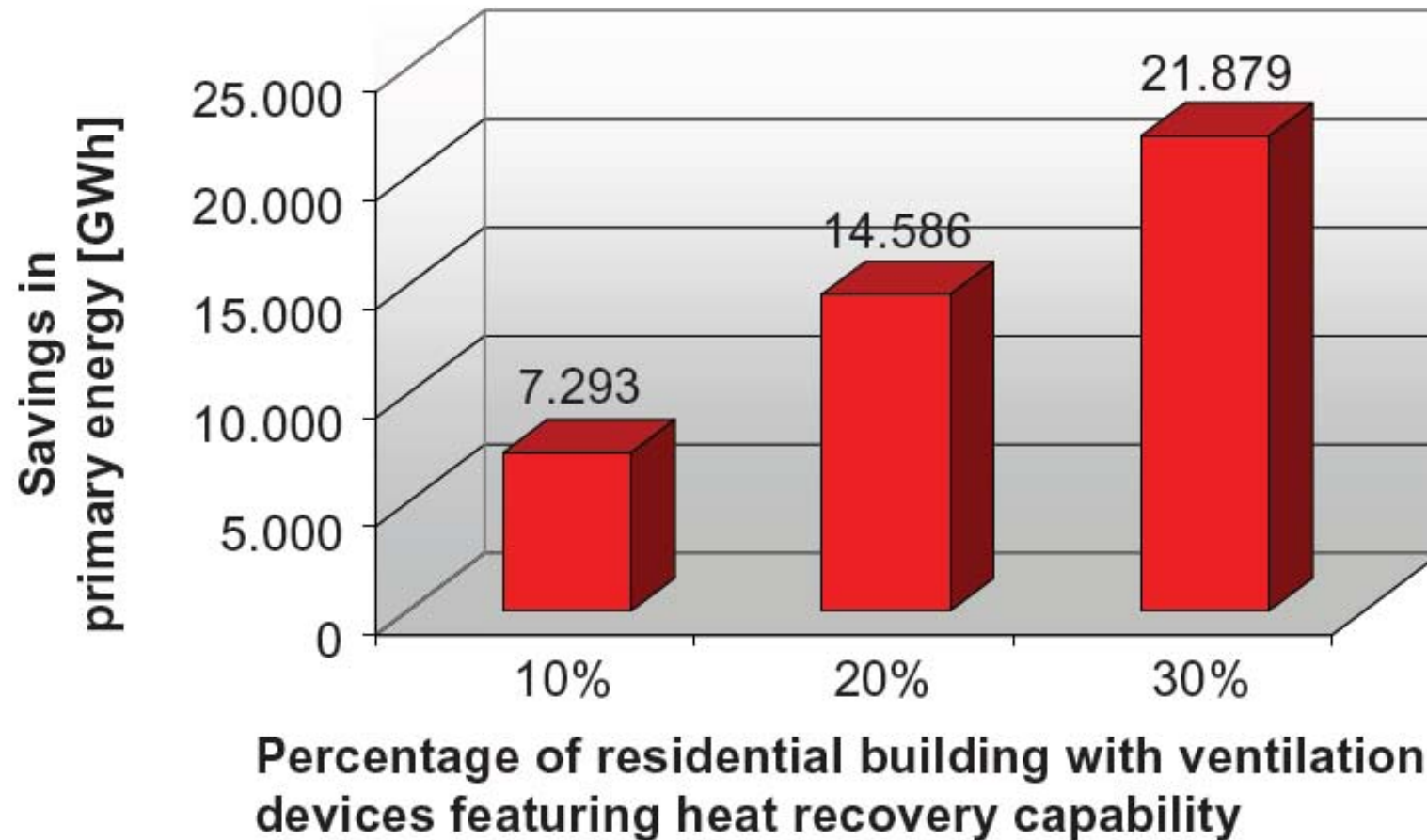
Consumo de energía y calidad de aire interior





- Percentage of heat recovery
- Ventilation heat requirement (loss due to air exchange)
- Transmission heat requirement (loss via the building envelope)
- Heat requirement

La ventilación puede suponer extendida a EU hasta 2020 el 3% del 20% de ahorro energía



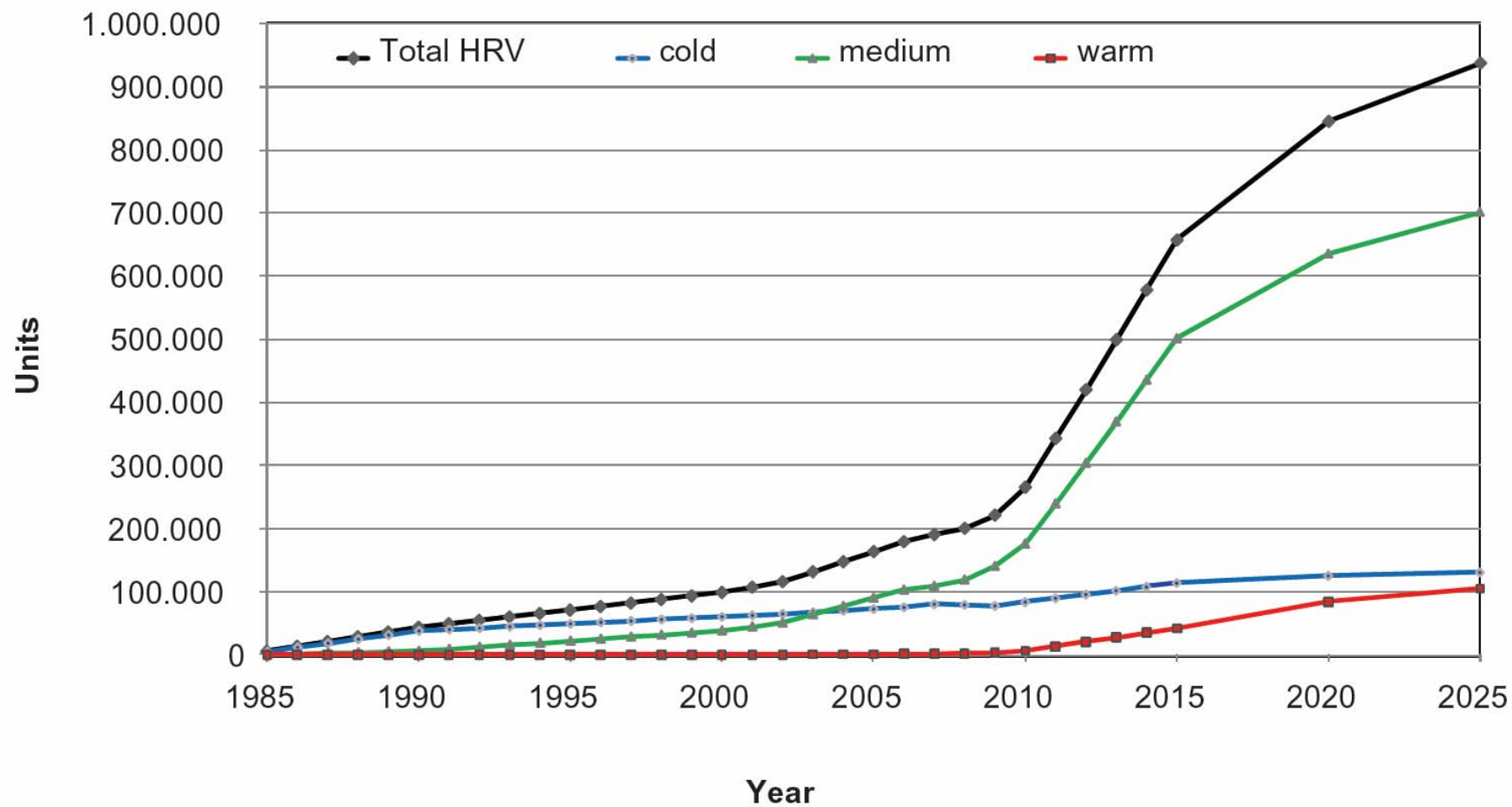
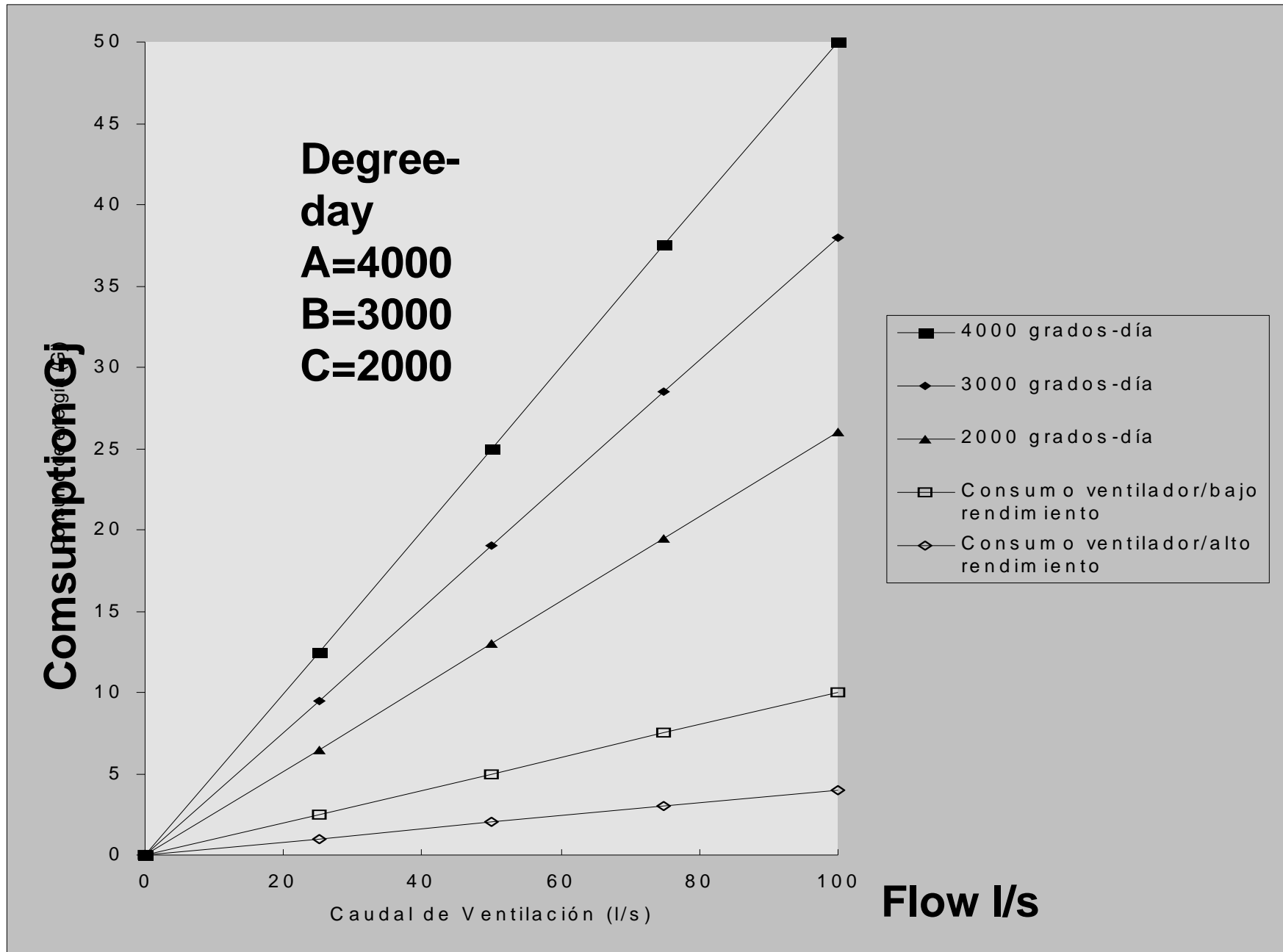


Figure 4. Estimated market for single dwelling ventilation units with heat recovery [3] and EVIA.

Liddament (1996)



Tipos de sistemas

Según UNE-EN 13779, sólo existen dos tipos de sistemas de acondicionamiento de aire:

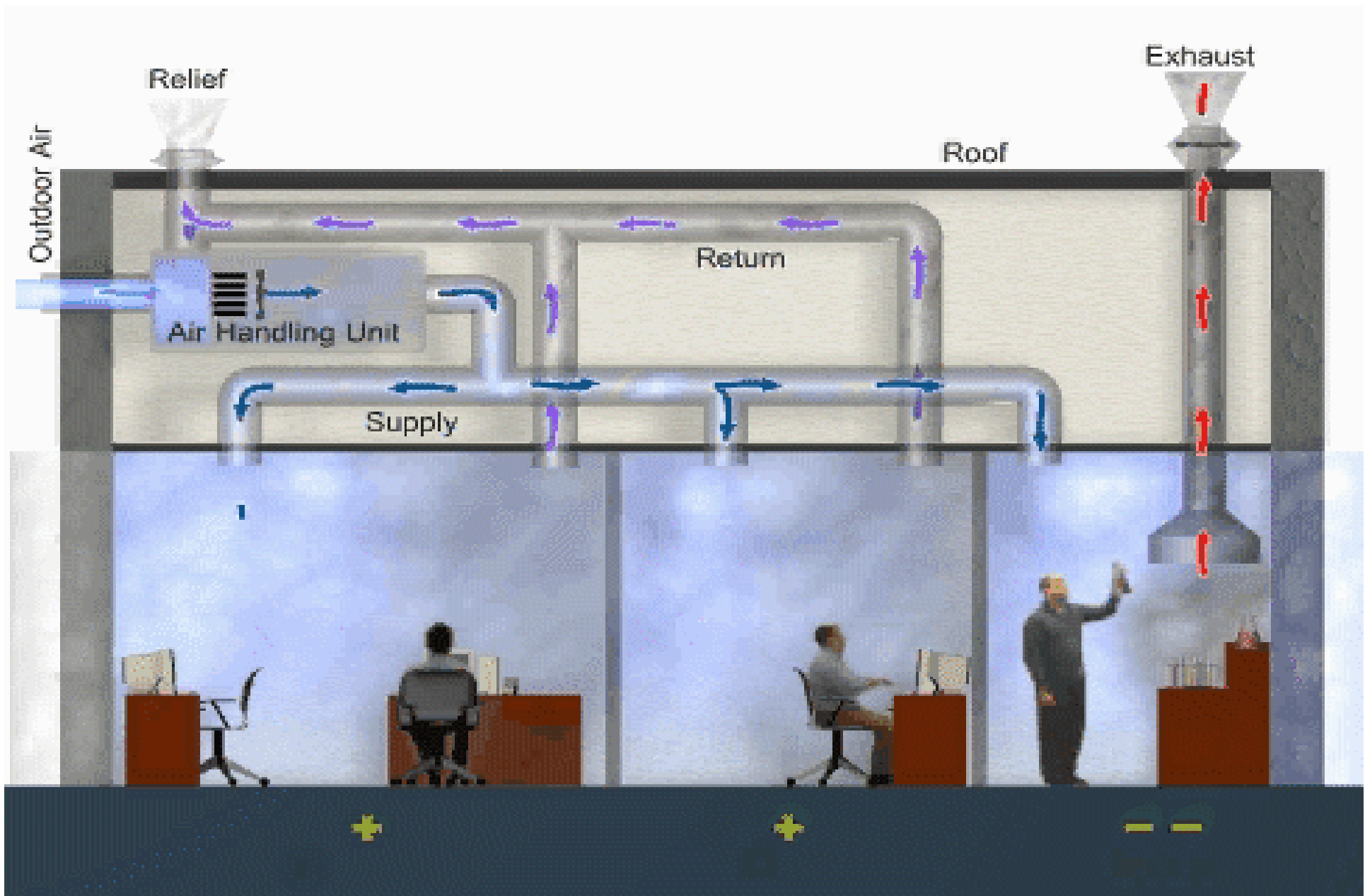
a)- Sistemas a todo aire

b)- Sistemas mixtos, constituidos por dos subsistemas:

b.1- uno de aire de ventilación, térmicamente tratado hasta cerca de la neutralidad térmica

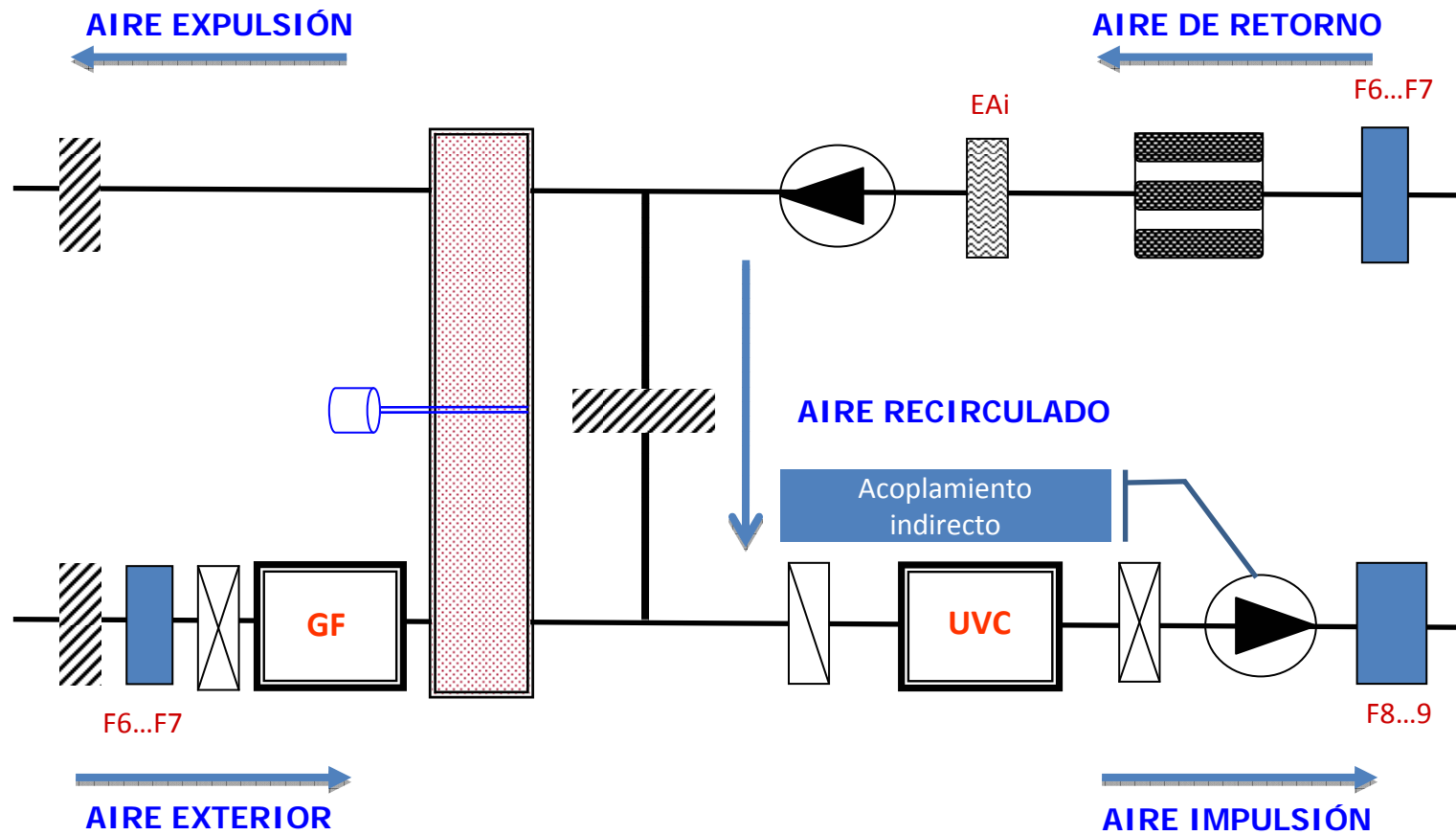
b.2- uno para el tratamiento térmico, con fluido portador como agua o refrigerante

CONSUMO DE ENERGIA POR LA VENTILACIÓN





Disposición de filtros en una UTA



Filtración de partículas

	IDA 1	IDA 2	IDA 3	IDA 4
ODA 1	F9	F8	F7	F6
ODA 2	F7...F9	F8	F7	F6
ODA 3	F7...F9	F6...F8	F6...F7	G4...F6
ODA 4	F7...F9	F6...F8	F6...F7	G4...F6
ODA 5	F6/GF/F9	F6/GF/F9	F6...F7	G4...F6

GF = **Gas Filter** (filtro de gas: carbón activado o filtro químico)

- **Error: en IDA1 y ODA2 debe ser F8...F9 en lugar que F7...F9**
- Donde se indican dos clases de filtro debe entenderse que se podrá elegir entre una u otra clase.
- Siempre se debe poner un filtro previo con el fin de alargar la vida útil de los filtros de calidad.
- Los filtros situados en las unidades terminales (clase G) que recirculan aire del ambiente (fancoils, consolas, inductores etc.) sólo sirven para retener polvo y microorganismos en los locales.

Ventiladores

Emplear acoplamiento directo con motor para:

1- reducir las pérdidas en la transmisión

2- evitar la formación de partículas por desgaste de las correas

3- facilitar el control para el mantenimiento del caudal al aumentar las pérdidas de presión de los filtros

Nota: el VFD (variador de frecuencia) tiene pérdidas de energía

RITE

- IT 1.2.4.5 de Recuperación de energía:

IT 1.2.4.5.1 Enfriamiento gratuito por aire exterior.

Todo aire > 70 kW.

Agua-aire, por torres de refrigeración.

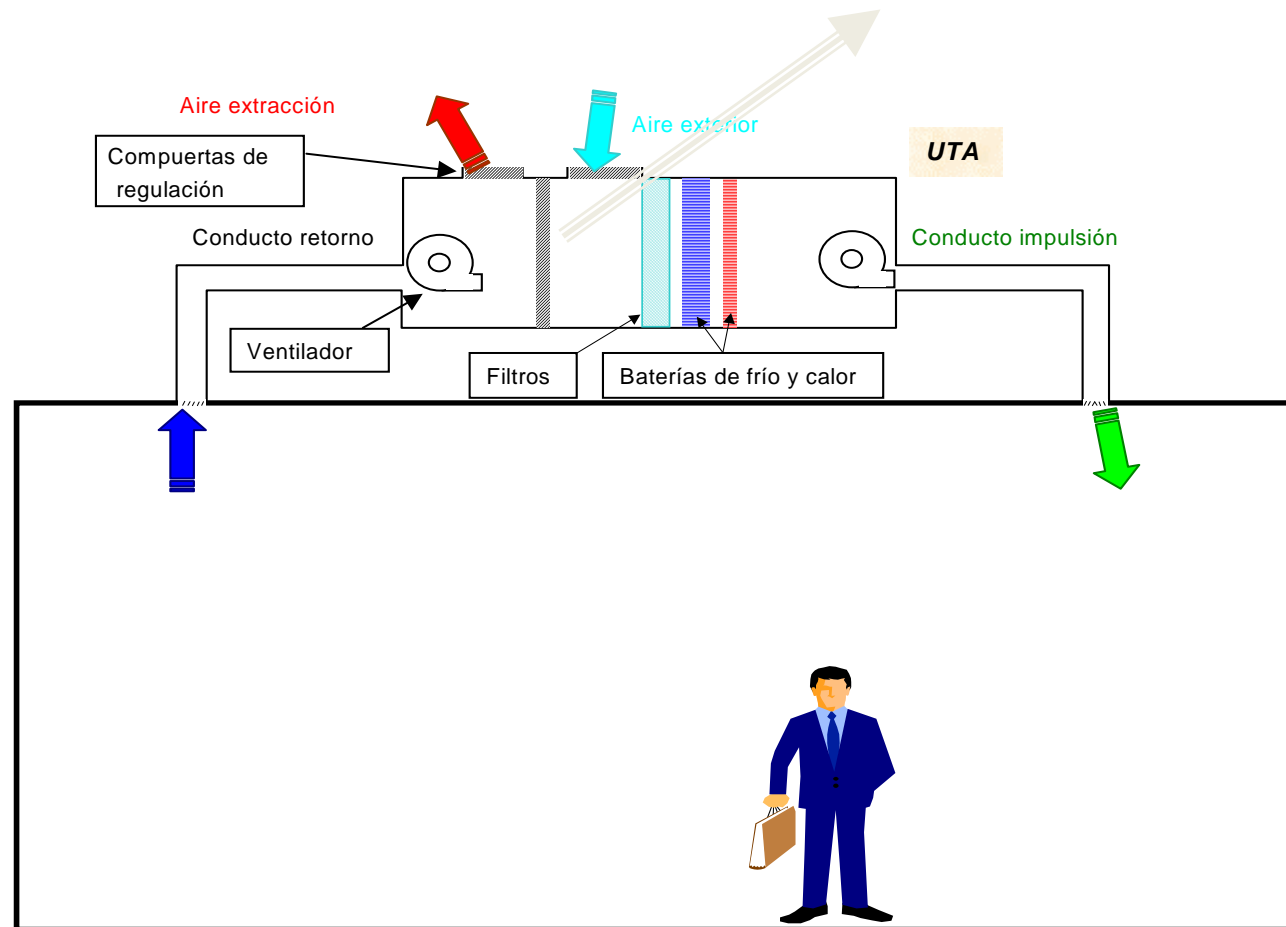
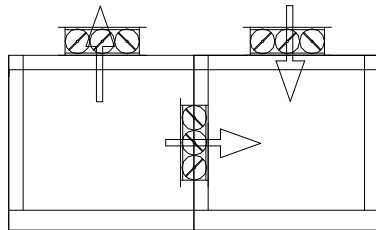
IT 1.2.4.5.2 Recuperación de calor del aire de extracción.

Caudal superior de $0,5$ m³/s

Aire de extracción: enfriamiento adiabático.

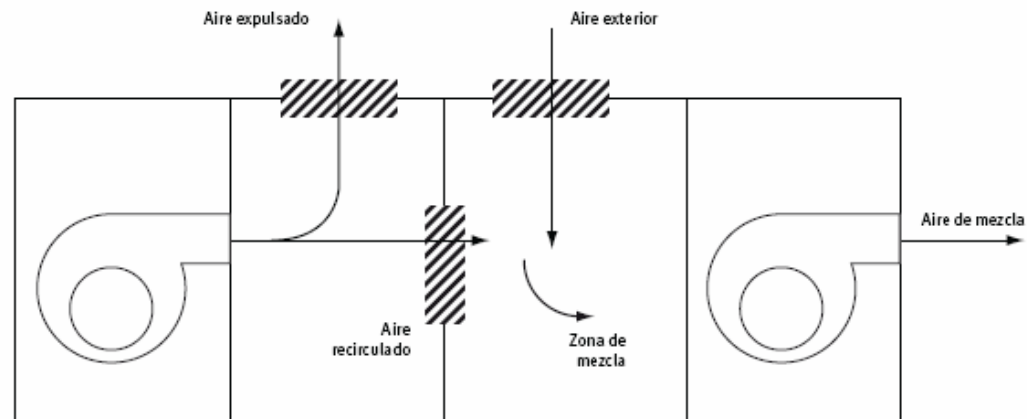
Recuperación de energía

- ENFRIAMIENTO GRATUITO DE AIRE (FREE-COOLING) Obligatorio en instalaciones de climatización de más de 70 kW



- **Sistemas de enfriamiento gratuito por aire (free-cooling)**

- *“Utilizar el aire exterior cuando necesitamos refrigeración y el aire exterior tiene menos energía que el interior.”*

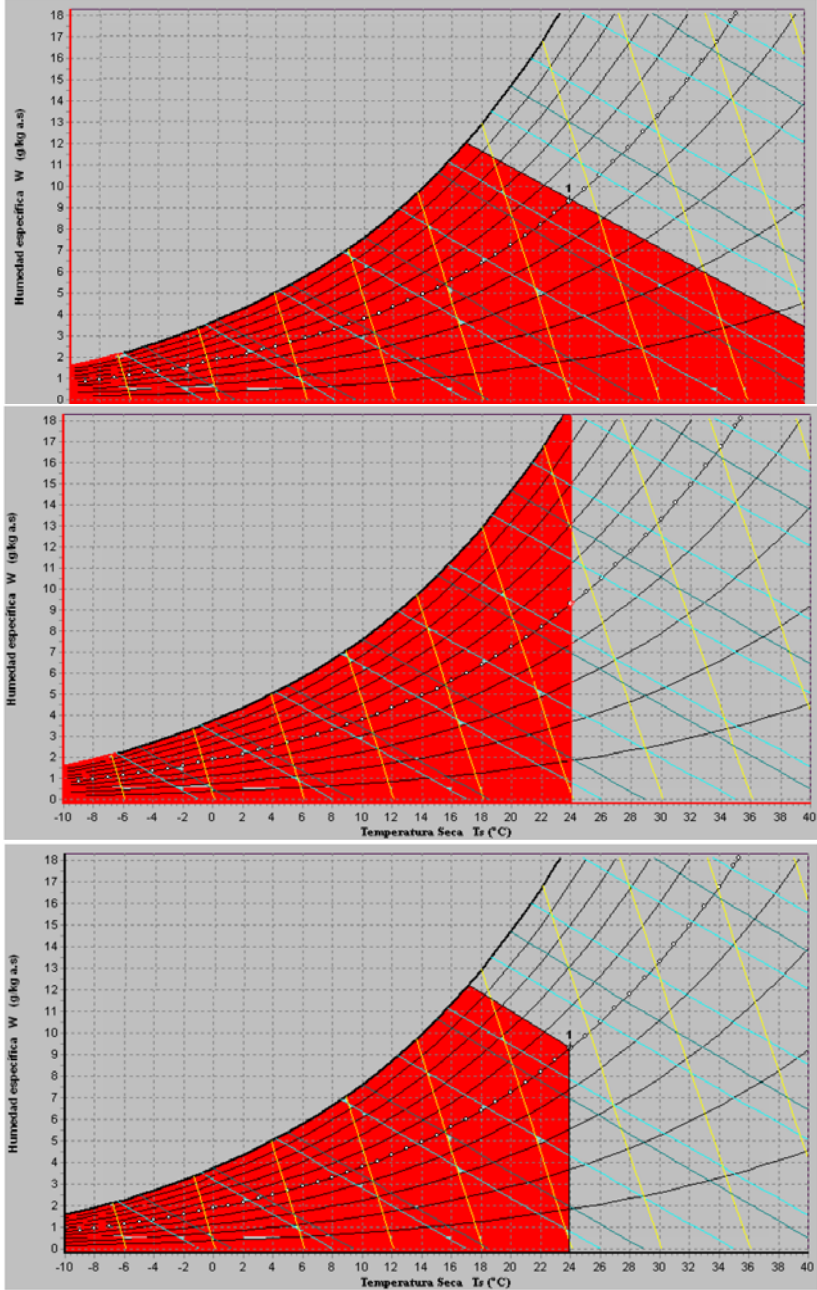


2.1.3.1 Control por entalpía puro

2.1.3.2 Control por temperatura seca

2.1.4 Control entálpico mejorado

ENFRIAMIENTO GRATUITO (FREE-COOLING)

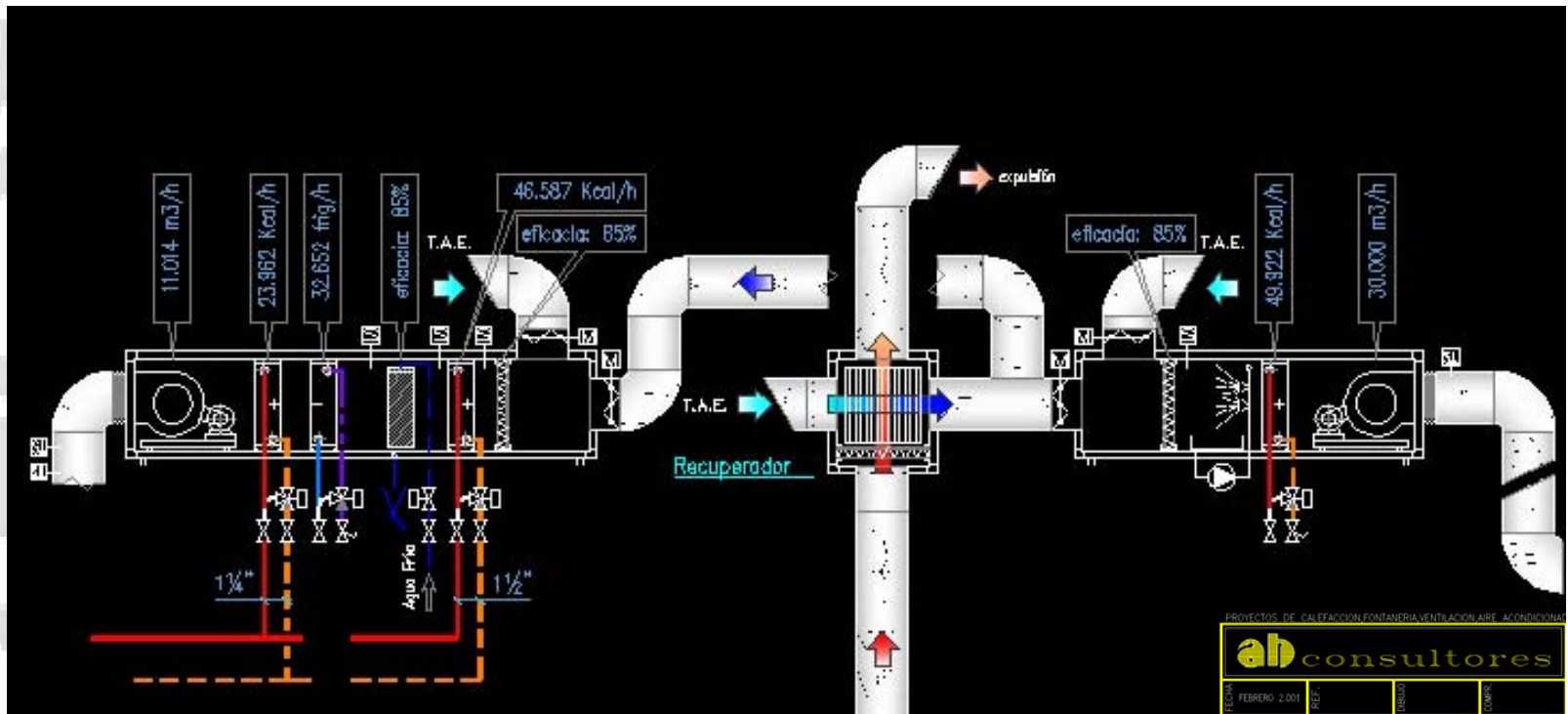


Recuperación de energía

■ Recuperación de calor del aire de extracción

Obligatorio a partir de un caudal de expulsión por medios mecánicos de 0,5 m³/s

✚ Enfriamiento adiabático en el lado de extracción

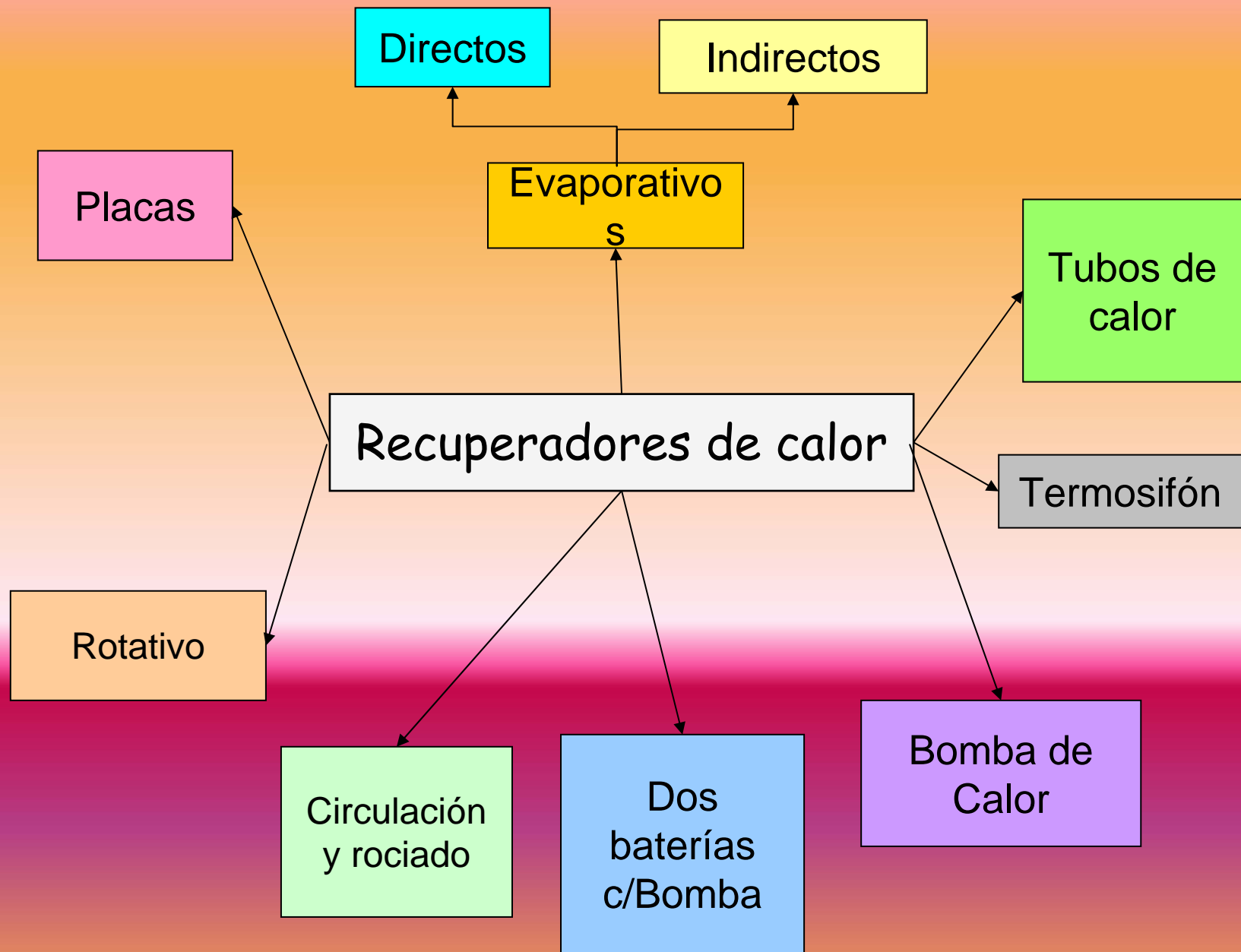


Eficiencia de la recuperación

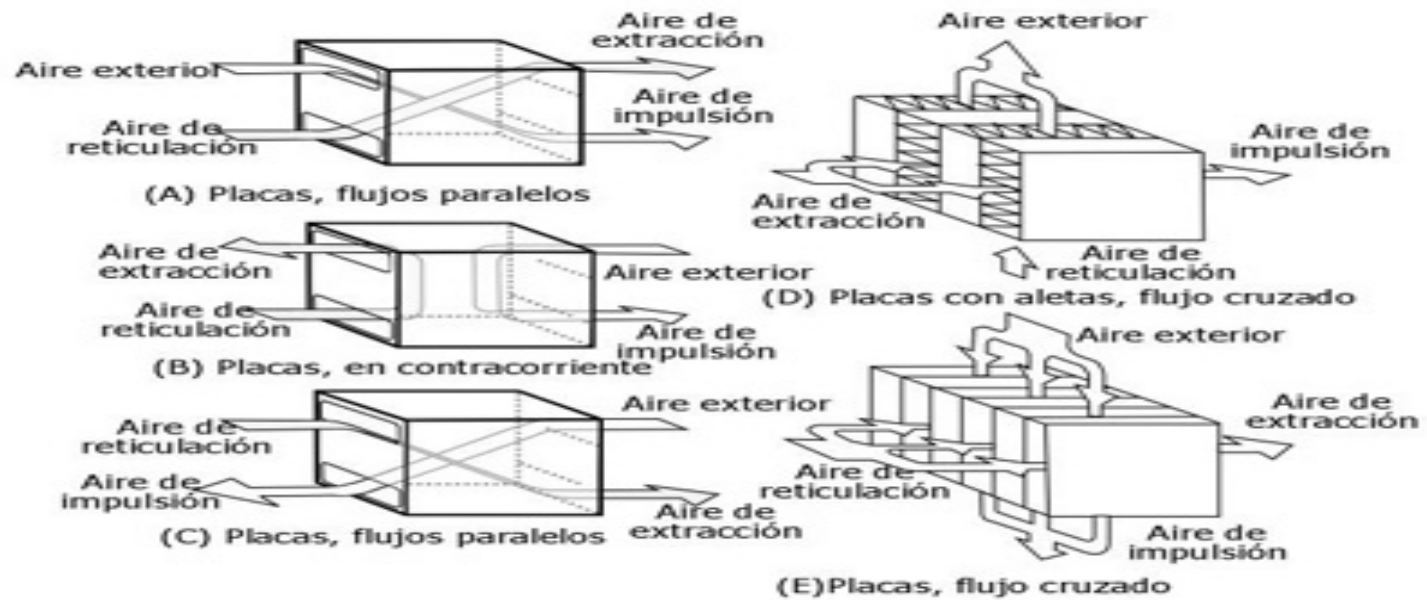
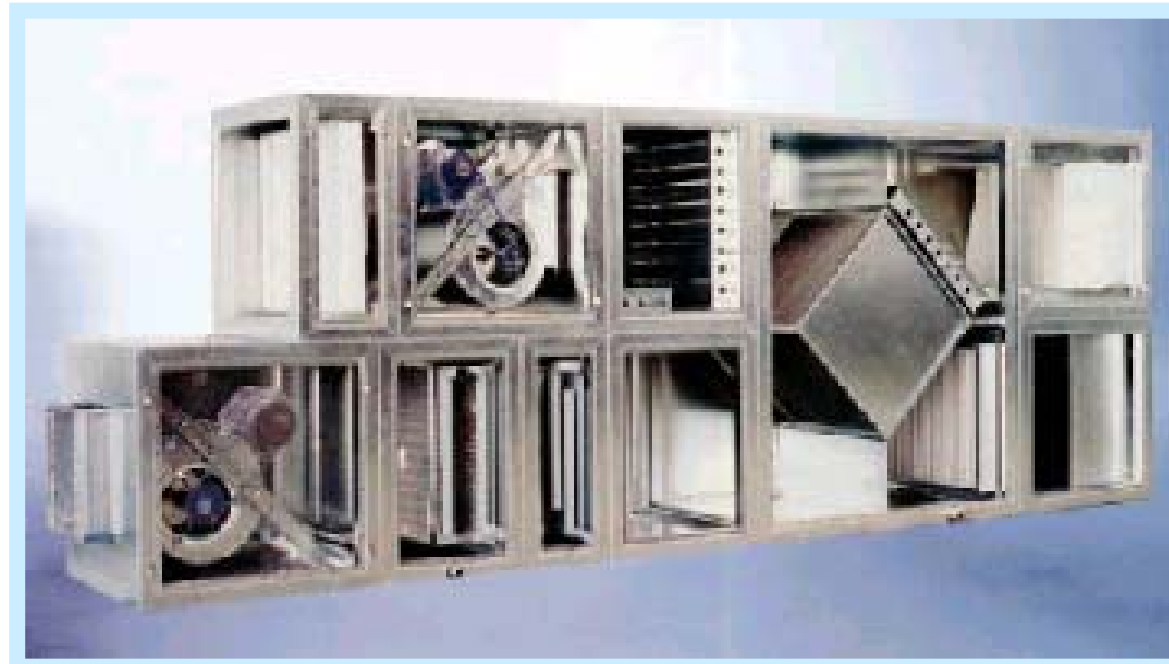
EFICIENCIA DE LOS SISTEMAS DE RECUPERACION DE AIRE										
HORAS ANUALES FUNCIONAMIENTO	CAUDAL DE AIRE EXTERIOR (m ³ /s)									
	> 0,5 a 1,5		> 1,5 a 3,0		> 3,0 a 6,0		> 6,0 a 12		> 12	
	%	Pa	%	Pa	%	Pa	%	Pa	%	Pa
$H_{\text{año}} \leq 2.000$	40	100	44	120	47	140	55	160	60	180
$2.000 < H_{\text{año}} \leq 4.000$	44	140	47	160	52	180	58	200	64	220
$4.000 < H_{\text{año}} \leq 6.000$	47	160	50	180	55	200	64	220	70	240
$6.000 < H_{\text{año}}$	50	180	55	200	60	220	70	240	75	260

Tabla 2.4.5.1.

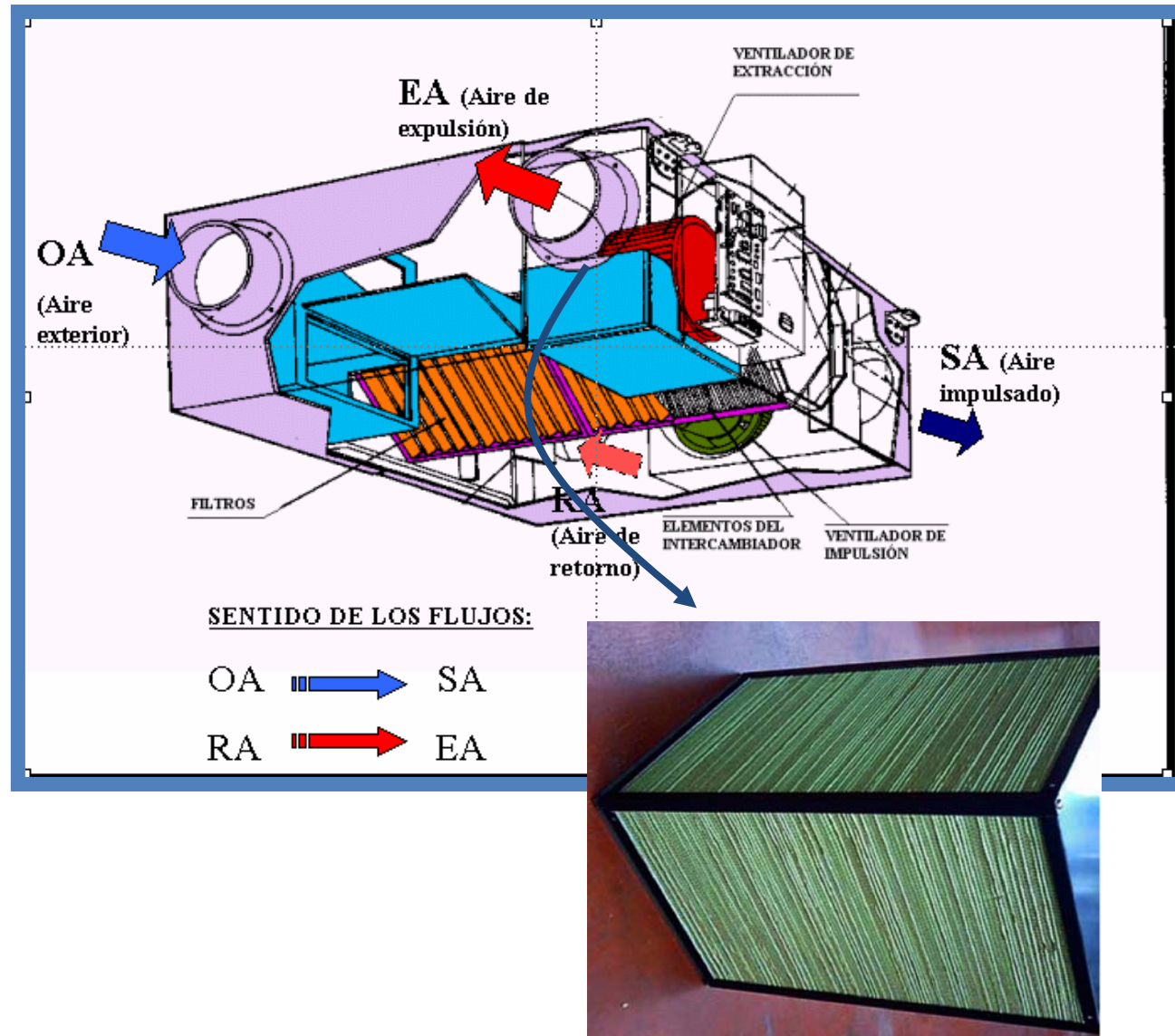
- En piscinas climatizadas, la eficiencia se tomará de la tabla para más de 6000 horas de funcionamiento.
- El mantenimiento de la humedad relativa puede hacerse por bomba de calor que enfríe, seque y recaliente el mismo aire en ciclo cerrado



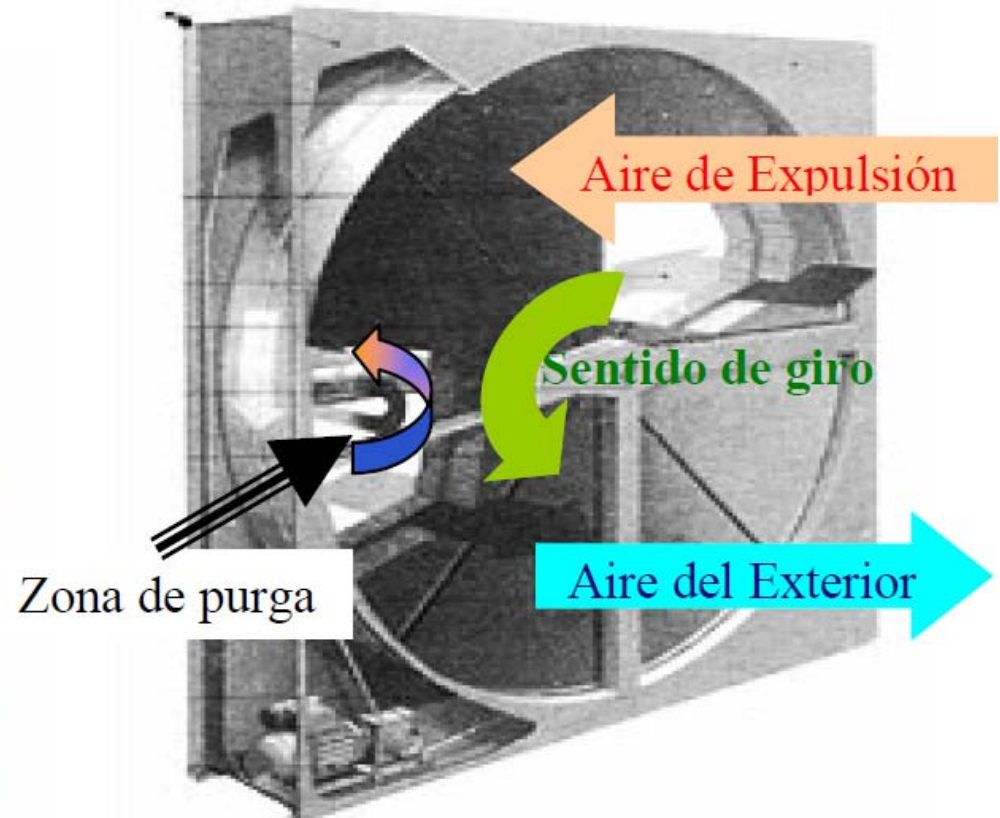
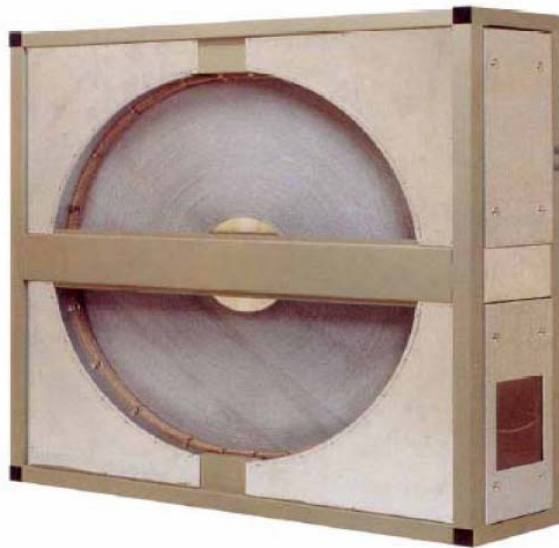
RECUPERADOR DE PLACAS SENSIBLE



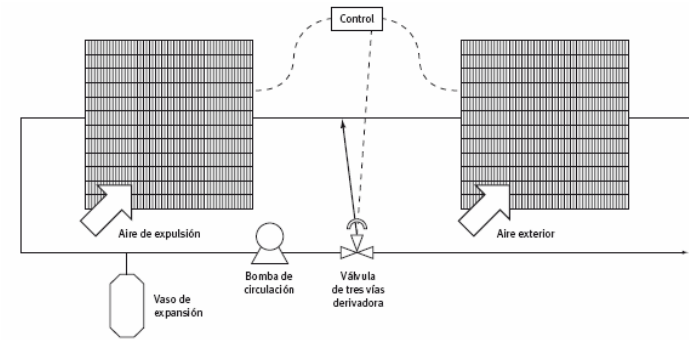
RECUPERADOR DE PLACAS ENTÁLPICO



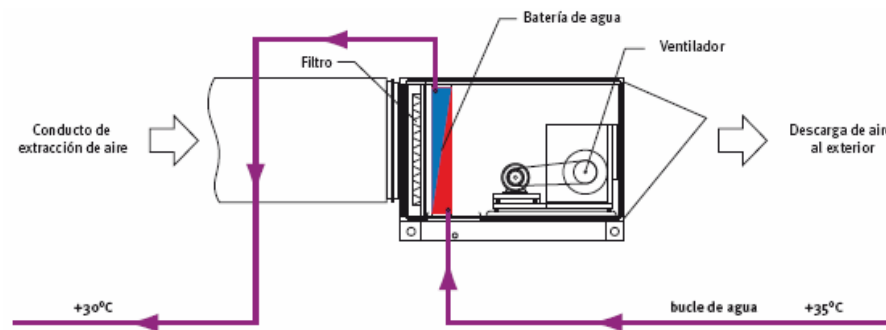
RECUPERADOR ROTATIVO



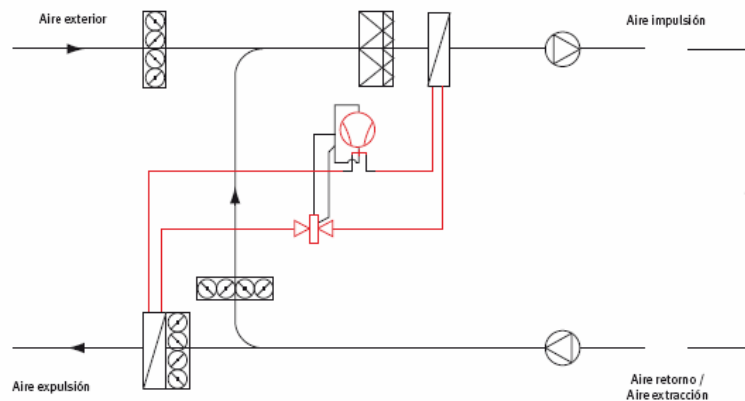
4.1.2.4 Recuperador de dos baterías con bomba



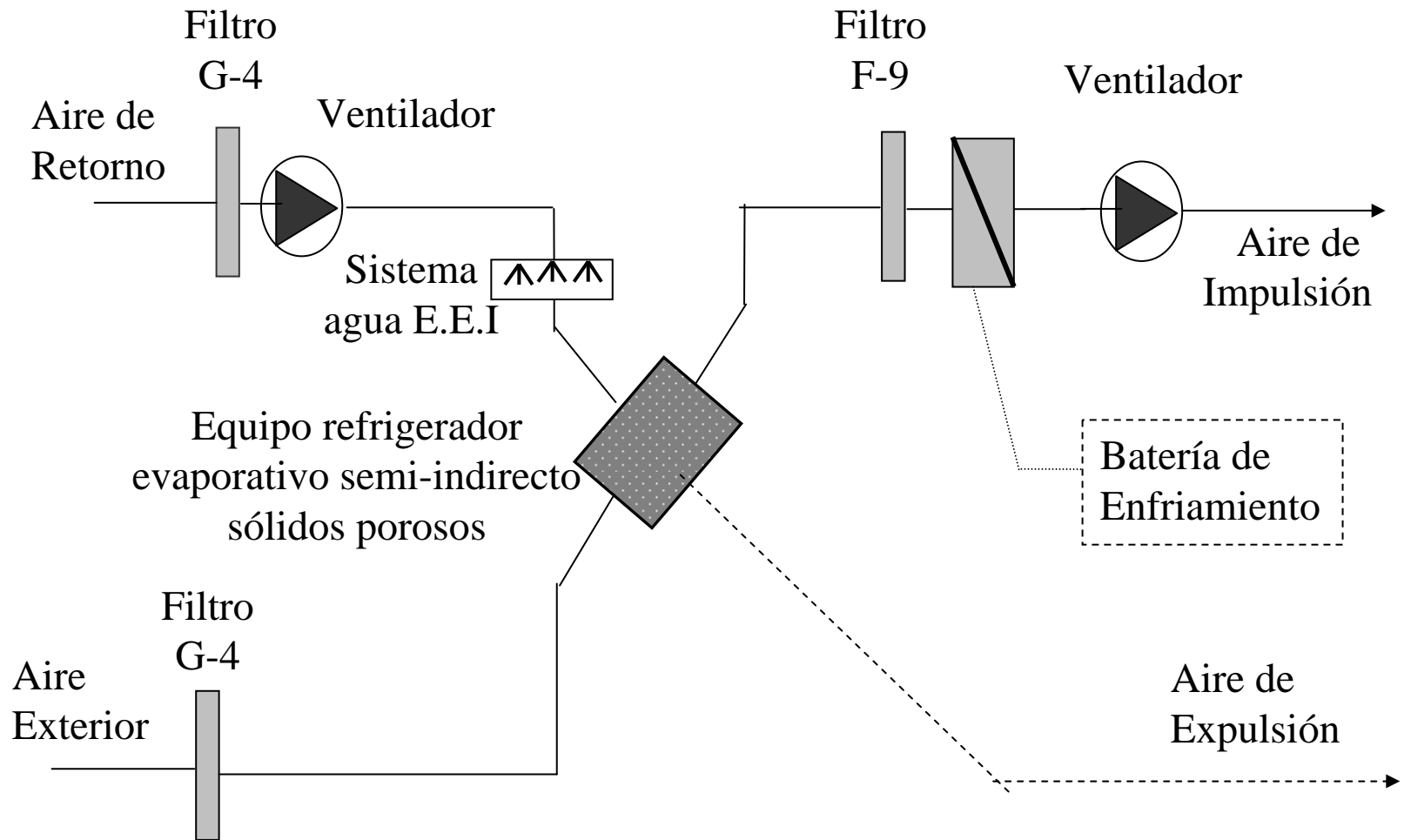
4.1.2.5 Batería en bucle de agua



4.1.2.6 Recuperación activa por circuito frigorífico



REFIGERACION ADIABATICA EN MODO RECUPERATIVO



Criterios a considerar en la selección

- **EFICIENCIA**
- **PÉRDIDA DE CARGA**
- **CALIDAD DEL AIRE INTERIOR**
- **INSTALACIONES Y LOCALIZACIÓN. TAMAÑO**
- **IMPACTO MEDIOAMBIENTAL**
- **COSTE ECONOMICO**

THOMSON

Calidad de ambientes interiores

*Francisco Javier Rey Martínez
Eloy Velasco Gómez*

Guía técnica

Ahorro y recuperación de energía en instalaciones de climatización



GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE INDUSTRIA, TURISMO Y COMERCIO



Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía

Gracias por su atención

rey@eis.uva.es

