



I Congreso Climatización Eficiente



Fundación de la Energía de
la Comunidad de Madrid

Energy Management Agency

Intelligent Energy Europe

www.fenercom.com



La Suma de Todos

Comunidad de Madrid

www.madrid.org



GOBIERNO
DE ESPAÑA



MINISTERIO
DE INDUSTRIA, TURISMO
Y COMERCIO



IDA E Instituto para la
Diversificación y
Ahorro de la Energía



ahorra
energía

Eficiencia energética en conductos de climatización

Claire Plateaux

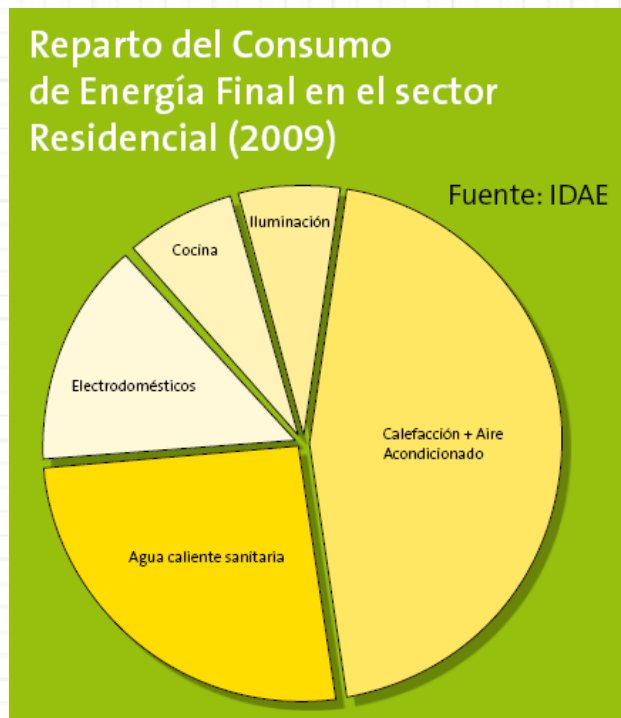
ISOVER
SAINT-GOBAIN



Introducción

Informe Anual De Consumos Energéticos IDAE - 2009

- Sector Residencial + Servicio : 27% del consumo total
- Acondicionamiento Térmico : 48% del consumo residencial



RITE 2007 :

Eficiencia Energética de las instalaciones térmicas

Real Decreto 1826/2009 :

Limitación temperaturas de los locales climatizados

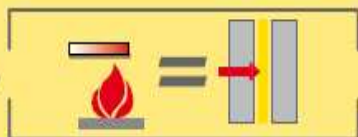


Contribución de los conductos de climatización



Aislamiento Térmico: Conceptos

CONDUCCIÓN



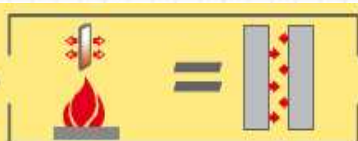
Transmisión de calor a través de las moléculas en sólidos, líquidos y gases producida por un gradiente de temperatura

CONVECCIÓN



Transmisión de calor con existencia de un movimiento microscópico natural o provocado de los materiales, se realiza a través de los líquidos o gases

RADIACIÓN



Transferencia de calor entre superficies sin necesidad de presencia de un medio material entre ambas

Los 3 mecánicas intervienen en las instalaciones de conductos de aire acondicionado



Aislamiento Térmico: Pérdidas estimadas

Estimación de las pérdidas térmicas a lo largo de un conducto de climatización

1. Transmisión térmica total en conducto U (W/m²)

Sesión rectangular

$$U = \frac{q}{A} = \frac{T_{\text{int}} - T_{\text{ext}}}{\frac{1}{h_{\text{int}}} + R + \frac{1}{h_{\text{ext}}}}$$

$$R = \frac{d}{\lambda}$$

$$h = h_{\text{radiación}} + h_{\text{convección}}$$

q : flujo de calor, W

A : Área del conducto, m²

T_{ext} : temperatura del aire exterior a la red de conductos (°C)

T_{int} : temperatura del aire interior a la red de conductos (°C)

h_{int} : coeficiente superficial interior de transmisión de calor

h_{ext} : coeficiente superficial exterior de transmisión de calor

R : resistencia térmica del material del conducto, (m²K)/W

λ : conductividad térmica del material, W/(mK)

d : espesor del material, m

2. Temperatura del aire de climatización a la salida del conducto T_{fluido, sal}

$$T_{\text{fluido, sal}} = T_{\text{ext}} + (T_{\text{fluido, ent}} - T_{\text{ext}}) e^{\frac{-L}{S \rho_{\text{fluido}} v_{\text{fluido}} C_{p\text{fluido}} R_{\text{total}}}}$$

T_{fluido, ent} : temperatura del aire a la entrada del conducto, °C

S : sección del conducto, m²

ρ_{fluido} : densidad del aire, kg/m³

C_p : calor específico, kJ·kg⁻¹·K⁻¹

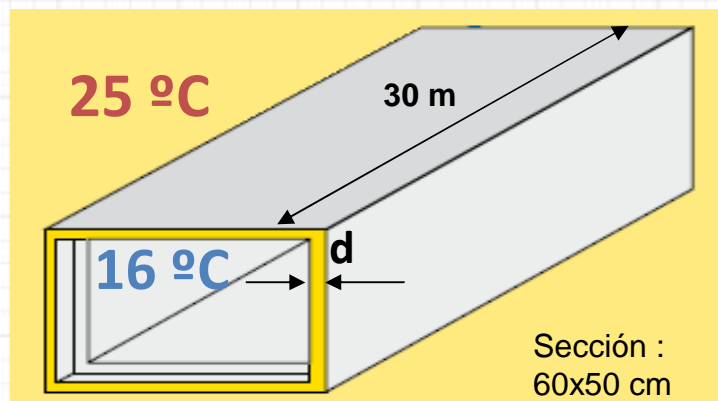
R_{total} : resistencia térmica total, (m²K)/W



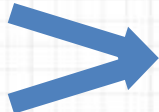
L : longitud total del conducto, m

3. Flujo de calor total transferido a lo largo de la longitud L del conducto

$$q = S \rho_{\text{fluido}} v_{\text{fluido}} C_{p\text{fluido}} (T_{\text{fluido, ent}} - T_{\text{fluido, sal}})$$

Aislamiento Térmico: Ahorro Energético



 Conductividad λ
 Espesor d
  **AHORRO €**

$\lambda = 0,032 + d = 40 \text{ mm} \rightarrow 30\% \text{ de ahorro}$

Data	Unidad	Aislamiento Mínimo según RITE (interior)	Panel de Lana de vidrio	Panel de Lana de vidrio	Panel de Lana de vidrio
Conductividad λ a 10°C	W/(m.K)	0,04	0,033	0,032	0,032
Espesor d	mm	30	25	25	40
Flujo de calor total q	W	557	549	538	392
Perdidas energéticas (12 h)	kWh	6,68	6,59	6,46	4,7
Coste (0.18 €/kWh)	€/12h	1,2	1,19	1,16	0,85
Ahorro vs RITE	%	0%	1%	3%	30%



Estanqueidad: Fugas minimizadas

El RITE define clases de estanqueidad por nivel de fuga existente a una presión estática determinada

$$f = c \cdot p^{0.65}$$

Clase	Coefficiente c
A	0,027
B	0,009
C	0,003
D	0,001

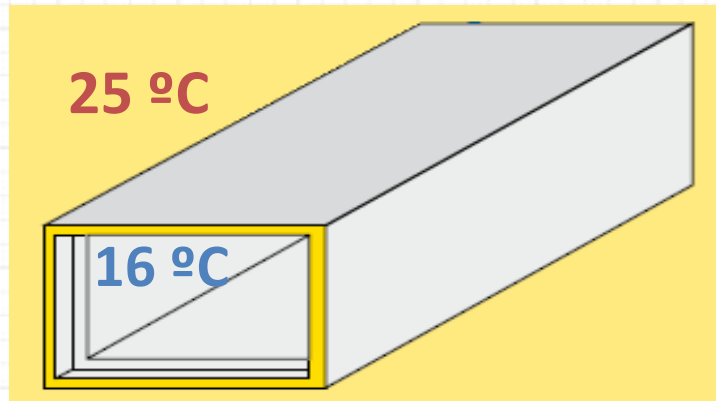
Limite del factor de fuga por clase de estanqueidad según la norma UNE-UN 12237

Clase de estanqueidad	Limite de presión estática Pa		Limite del factor de fuga de aire (f_{max})	Fugas de aire para la presión estática máxima permitida
	Positiva	Negativa	$m^3 \cdot s^{-1} \cdot m^{-2}$	$L \cdot s^{-1} \cdot m^{-2}$
A	500	500	$0,027 \cdot p^{0.65} \cdot 10^{-3}$	1,53
B	1000	750	$0,009 \cdot p^{0.65} \cdot 10^{-3}$	0,8
C	2000	750	$0,003 \cdot p^{0.65} \cdot 10^{-3}$	0,42
D	2000	750	$0,001 \cdot p^{0.65} \cdot 10^{-3}$	0,14

Requisitos RITE: Clase B mínimo

Estanqueidad : Fugas minimizadas

El RITE define clases de estanqueidad por nivel de fuga existente a una presión estática determinada



Presión estática: 300 Pa

Caudal: 54.000 m³/h

Superficie de conducto: 200 m²

Clase B: Fugas = 5% del caudal total

Clase de Estanqueidad	Fugas Autorizadas	% del caudal total representado por las fugas	Perdidas Energéticas Equivalentes (12 horas)	Coste Equivalente	Ahorro vs RITE
-	L/(s.m ²)	%	kWh	€	%
B (RITE)	0,37	5%	9,63	1,73	0%
C	0,12	1,6%	3,21	0,58	67%
D	0,04	0,5%	1,07	0,19	90%

Clase D → 90 % de ahorro

Pérdidas de carga: Rugosidad y Diseño

PÉRDIDAS POR ROZAMIENTO Δp_r

$$\Delta p_r = f \frac{L}{D_h} \frac{1}{2} \rho v^2 = f \frac{L}{D_h} p_0$$

Factor de fricción f:

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log_{10} \left(\frac{\epsilon/D_h}{3.7} + \frac{2.51}{Re \sqrt{f}} \right)$$

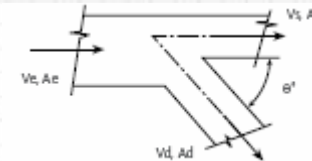
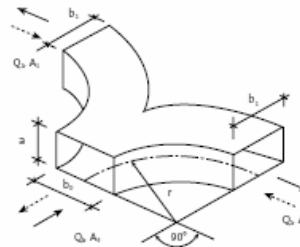
$$f' = 0.11 \left(\frac{\epsilon}{D_h} + \frac{68}{Re} \right)^{0.25}$$

Una vez calculado f' , el coeficiente de fricción f se calcula mediante:
 si $f' \geq 0,018 \implies f = f'$ si $f' \leq 0,018 \implies f = 0,85 f' + 0,0028$

Tipo de Material	Rugosidad Absoluta (mm)
Chapa de acero al carbono	0,03
Plancha de aluminio	0,03
Panel de fibras con aluminio interior	0,08
Panel de fibra de vidrio con tejido interior	0,09
Chapa de acero galvanizado	0,09
Panel de fibra de vidrio con velo interior	0.9
Conductos metálicos flexibles	3

PÉRDIDAS DINÁMICAS

$$\Delta p_{ac} = C_o \frac{1}{2} \rho v^2 = C_o p_0$$



C_o : coeficiente de pérdidas en conducto por características de geometría

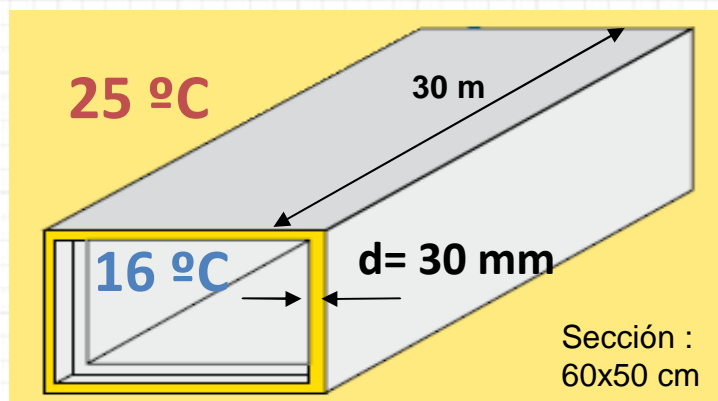
Fuentes posibles : Fundamentals ASHRAE

Manual de conductos de aire acondicionado Climaver

Conclusión

Además de limitar la rugosidad y diseñar una red con pérdida de carga limitada,

Requisitos del RITE 2007



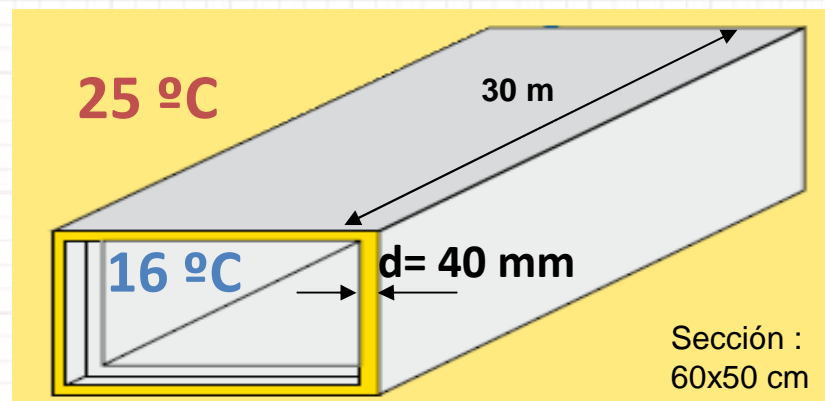
d = 30 mm

$\lambda = 0,04 \text{ W}/(\text{m.K})$

Estanqueidad = Clase B

Referencia

Producto "Eficiencia Energética"



d = 40 mm

$\lambda = 0,032 \text{ W}/(\text{m.K})$

Estanqueidad = Clase D

50% ahorro en kWh de más

La eficiencia energética de una instalación térmica se garantiza con una red de conductos con baja conductividad térmica, alto espesor y máxima estanqueidad



Fundación de la Energía de
la Comunidad de Madrid

Energy Management Agency
Intelligent Energy Europe

www.fenercom.com



La Suma de Todos

Comunidad de Madrid

www.madrid.org



GOBIERNO
DE ESPAÑA



MINISTERIO
DE INDUSTRIA, TURISMO
Y COMERCIO



IDAIE Instituto para la
Diversificación y
Ahorro de la Energía



ahorra
energía

Gracias por su atención

