

Demanda de energía térmica y frigorífica de los edificios

Módulo 2.2

Demanda de calefacción y refrigeración de espacios

SHaKE – Intercambio de calor y conocimientos sobre comunidades energéticas

Erasmus+ KA220-HED: Alianzas de cooperación en la educación superior

Institución responsable: Mines Paris – PSL

Autor: Dr. Antoine Fabre

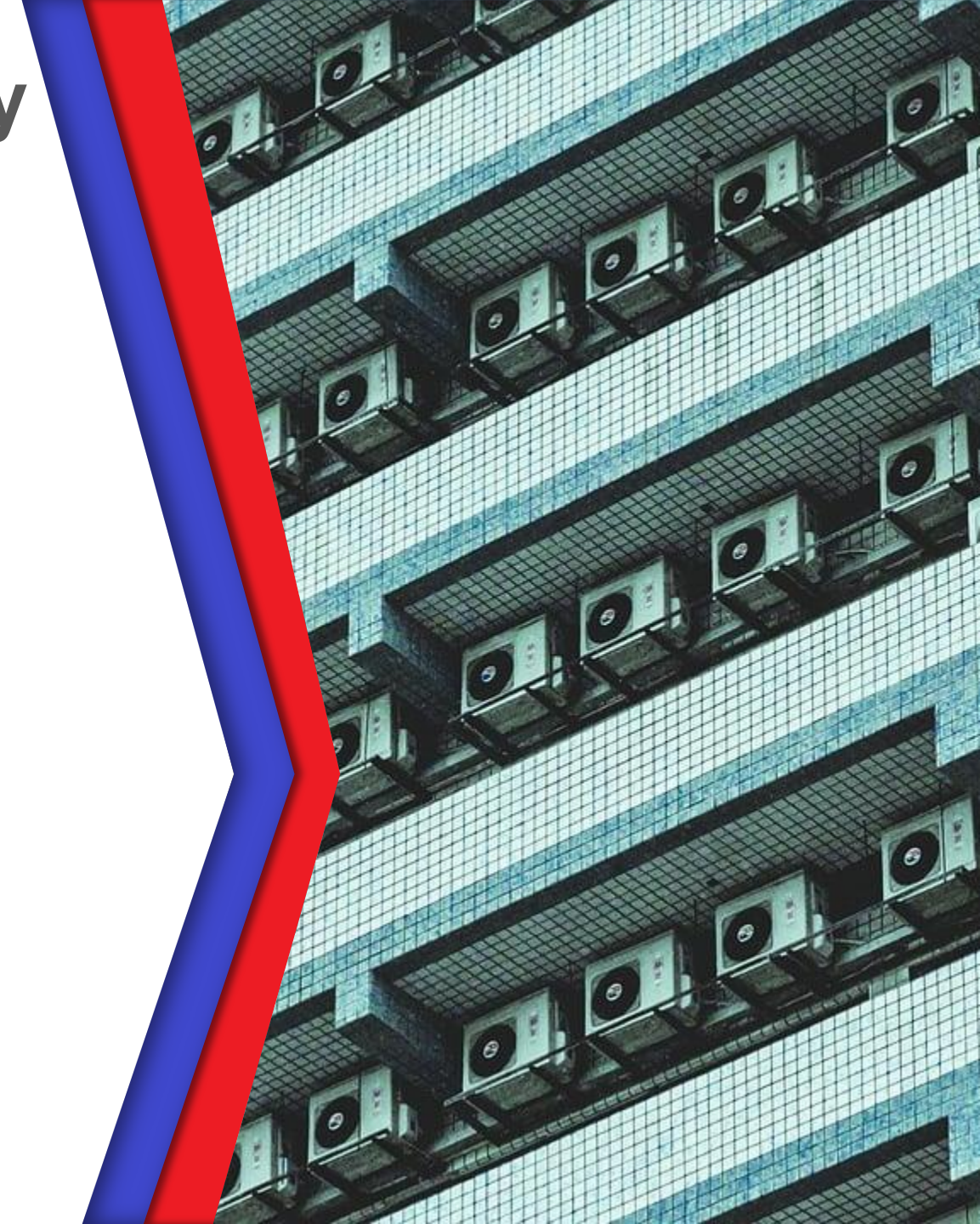
Fecha: marzo de 2026

Versión 1.0



SHaKE

Sharing Knowledge on Energy Communities



1. Introducción

¿Cómo se calcula la demanda de calefacción y de agua caliente sanitaria de un edificio?

Datos históricos de medición

Método rápido arquetípico o Datos de diseño

Método de la huella
térmica

Norma europea

Simulación energética
del edificio

Edificios existentes

Edificios
nuevos

-

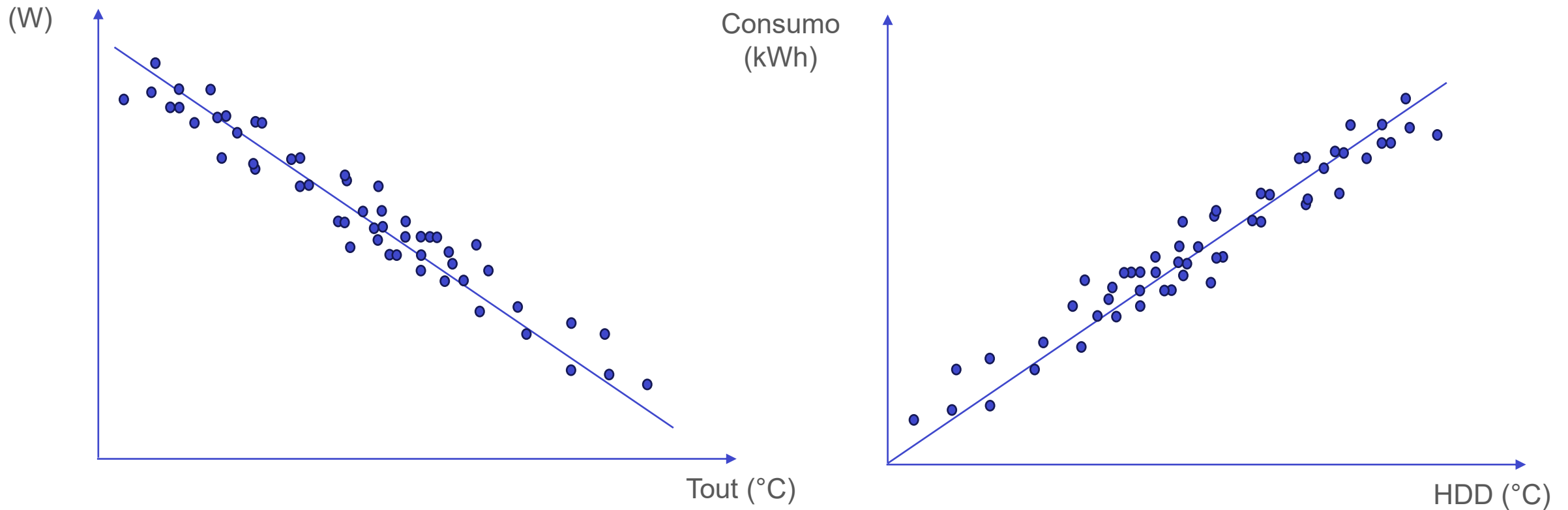
Necesidad de datos

+



2. Método de la firma térmica

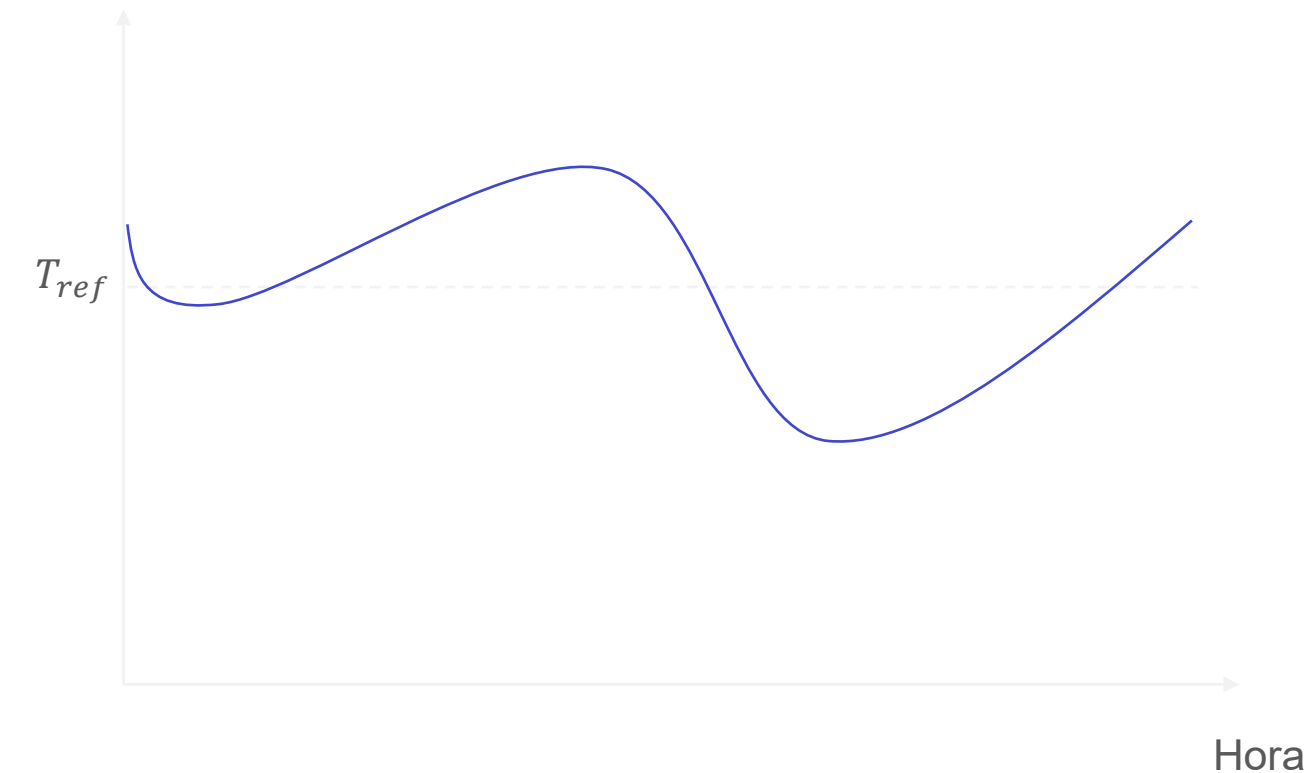
$$\dot{Q} = K (T_{in} - T_{out}) [W]$$



2. Método de la firma térmica

Grados-día de calefacción
(HDD)

Temperatura exterior



$$HDD = \sum_{d=1}^{365} \left| T_{ref} - \left(\frac{T_{max}^d + T_{min}^d}{2} \right) \right|_+$$

$$HDD = \sum_{d=1}^{365} 18 - \left(\frac{T_{max}^d + T_{min}^d}{2} \right)$$

Caso contrario

$$HDD = 0$$

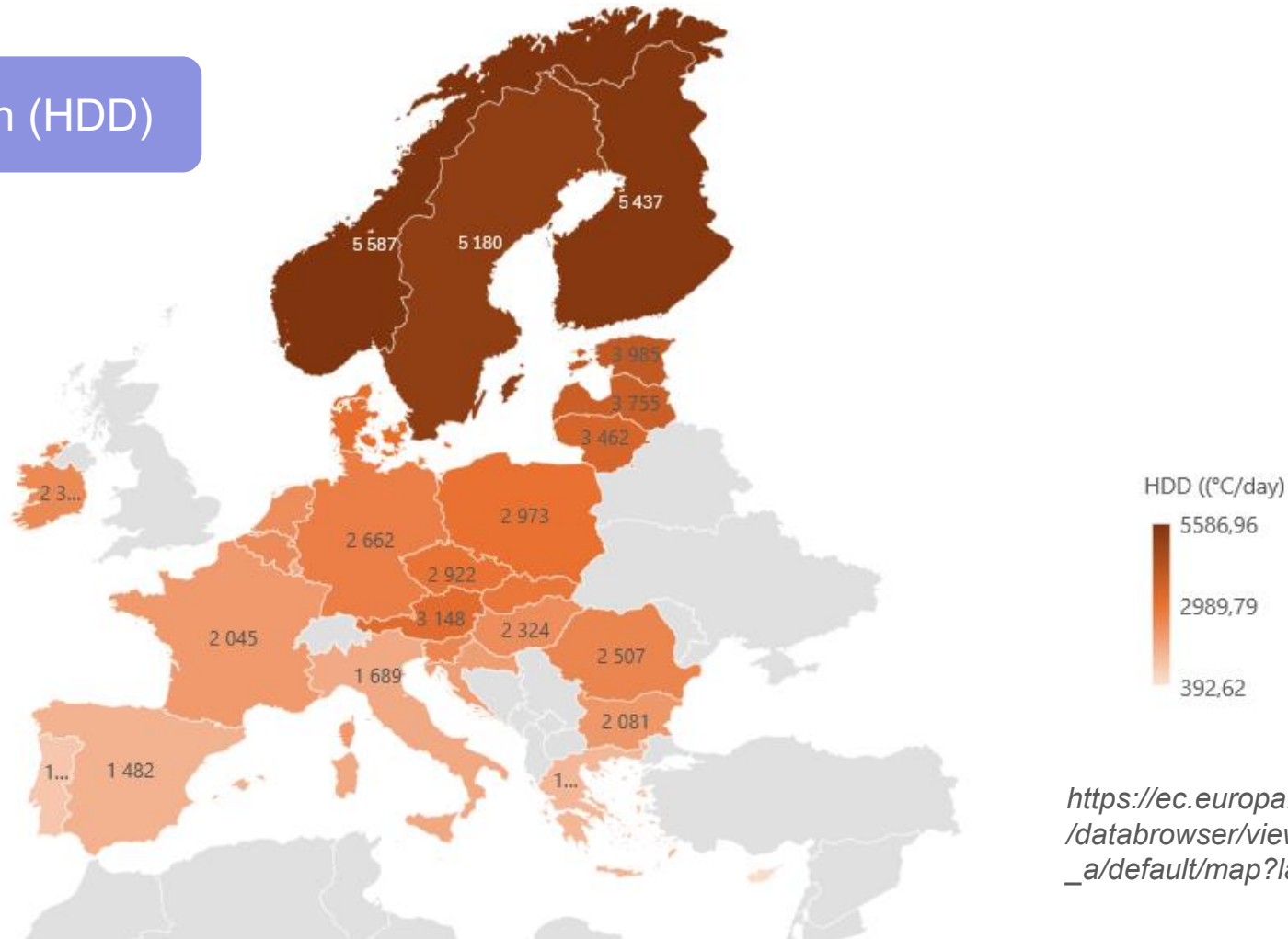
with $T_{ref} = 18^\circ\text{C}$ (EUROSTAT DATA)

https://ec.europa.eu/eurostat/cache/metadata/en/nrg_chdd_esms.htm

2. Método de la huella térmica

Grados-día de calefacción (HDD)

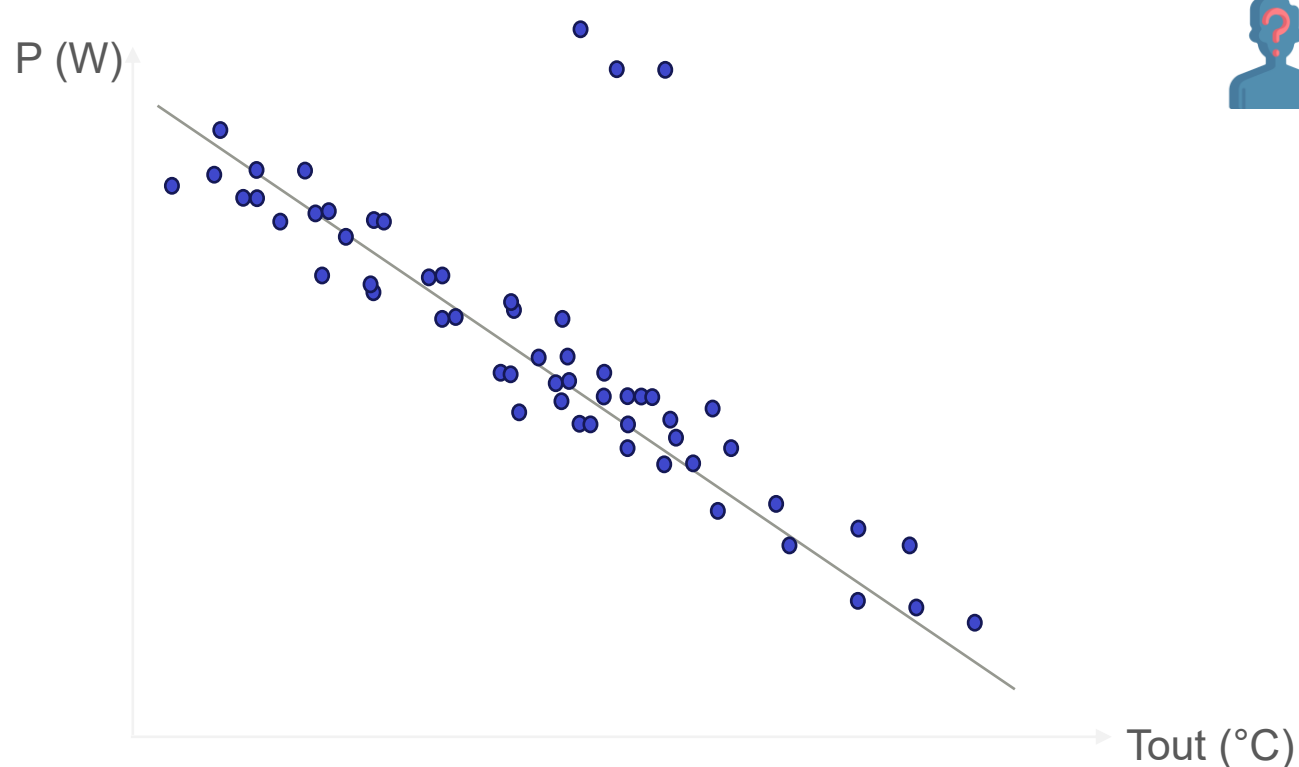
Año 2023, , datos de Eurostat



https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/nrg_chdd_a/default/map?lang=en

2. Método de la firma térmica

Interpretación de la firma térmica



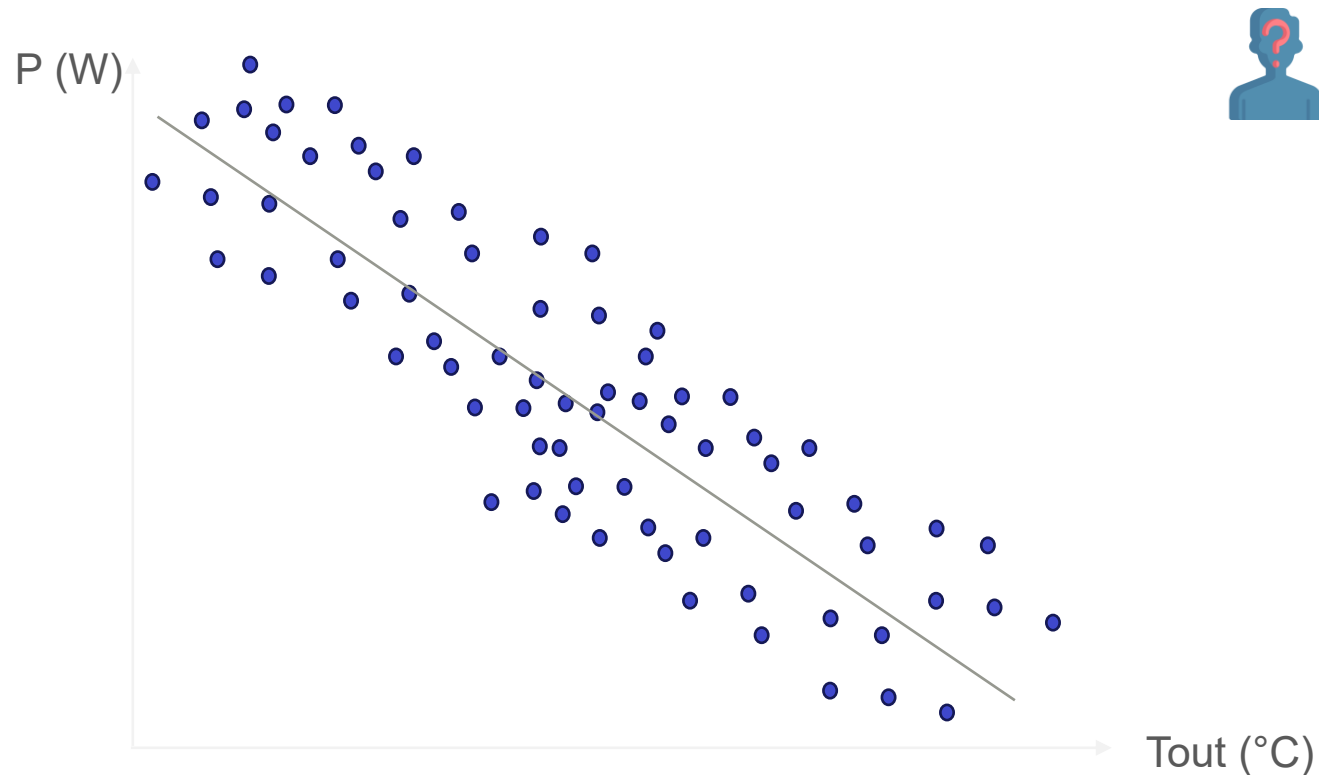
Pocos puntos que se desvían del funcionamiento de referencia



- Errores de medición (valores atípicos)
- Errores de lectura
- Errores de codificación de datos
- Desviación repentina

2. Método de la firma térmica

Interpretación de la firma térmica



Una amplia distribución de los puntos de medición

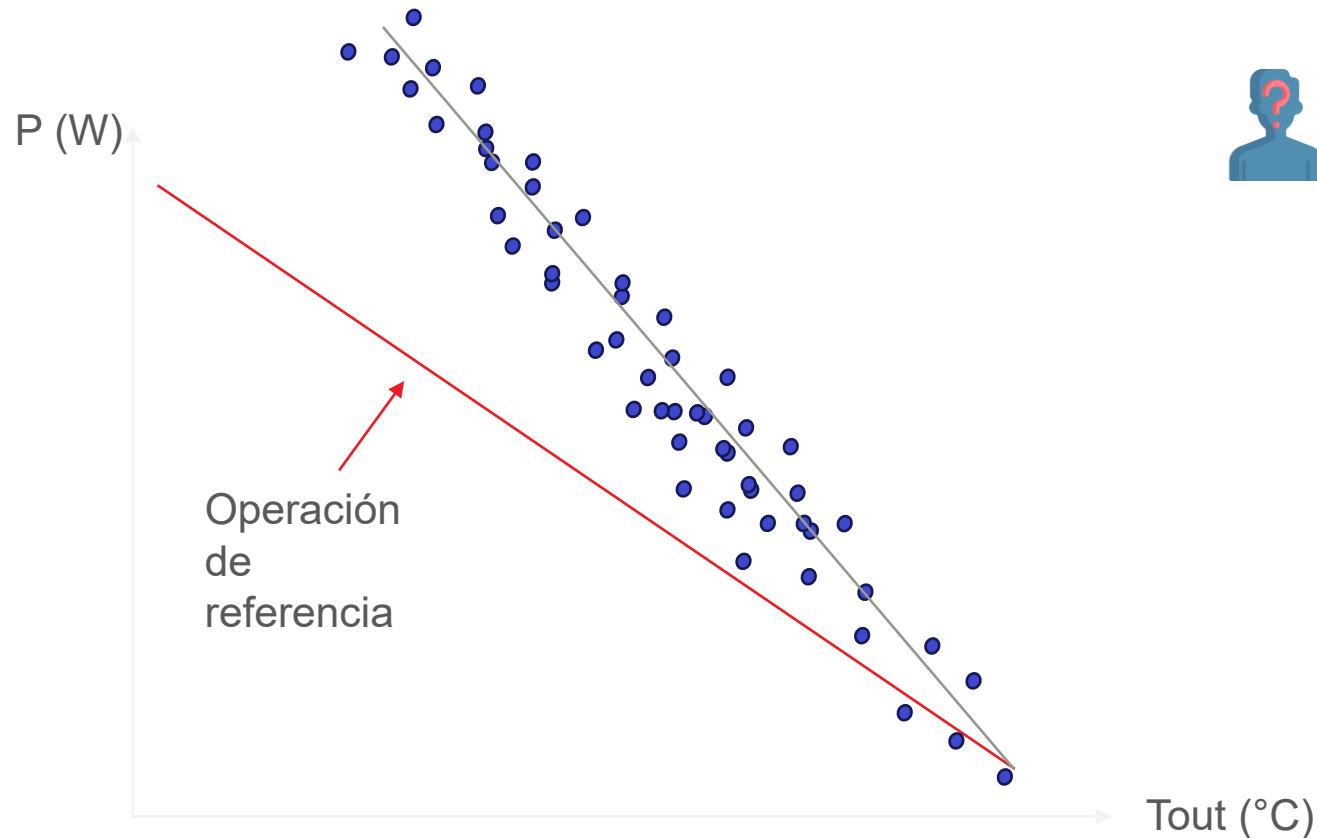


Problemas de control

- Válvulas
- Sensores
- Controlador

2. Método de la firma térmica

Interpretación de la firma térmica



Desviación progresiva de los puntos de medición

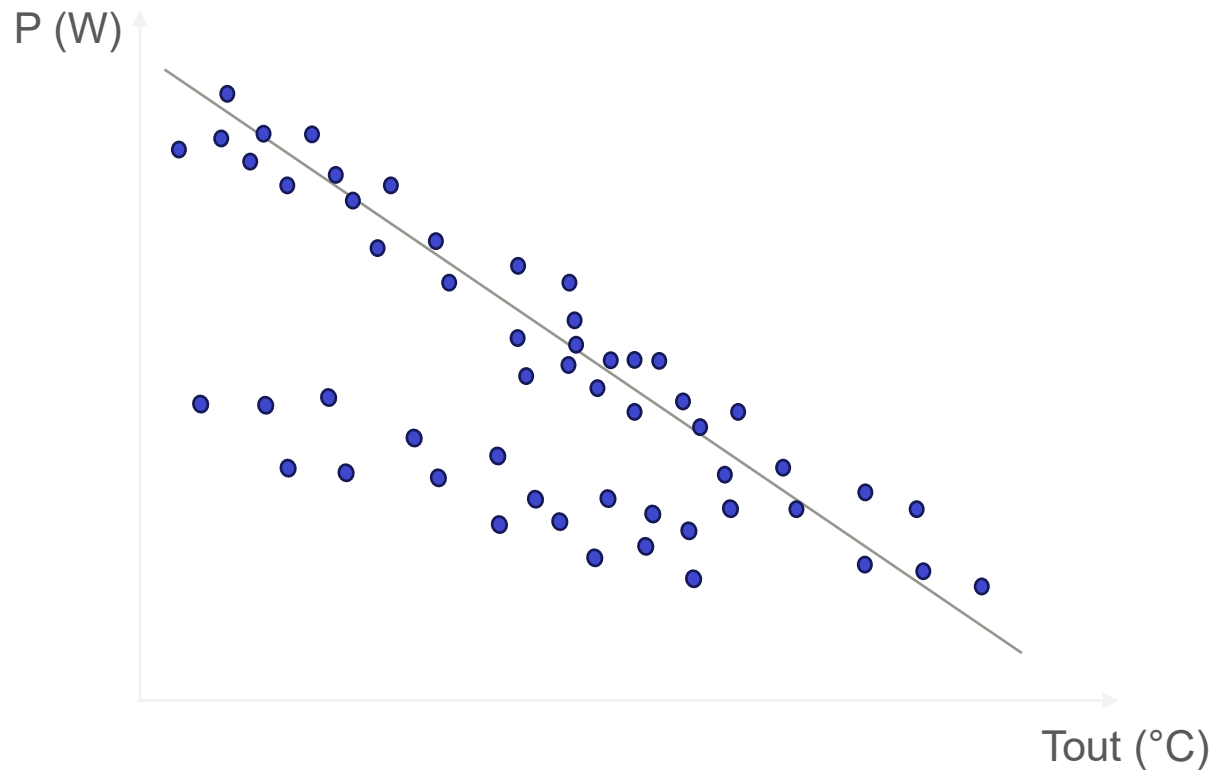


Cambio de comportamiento

- Sobrecalentamiento del edificio
- Envoltente con fugas
- Problema de suministro de calefacción

2. Método de la firma térmica

Interpretación de la firma térmica



Desviación progresiva de los puntos de medición

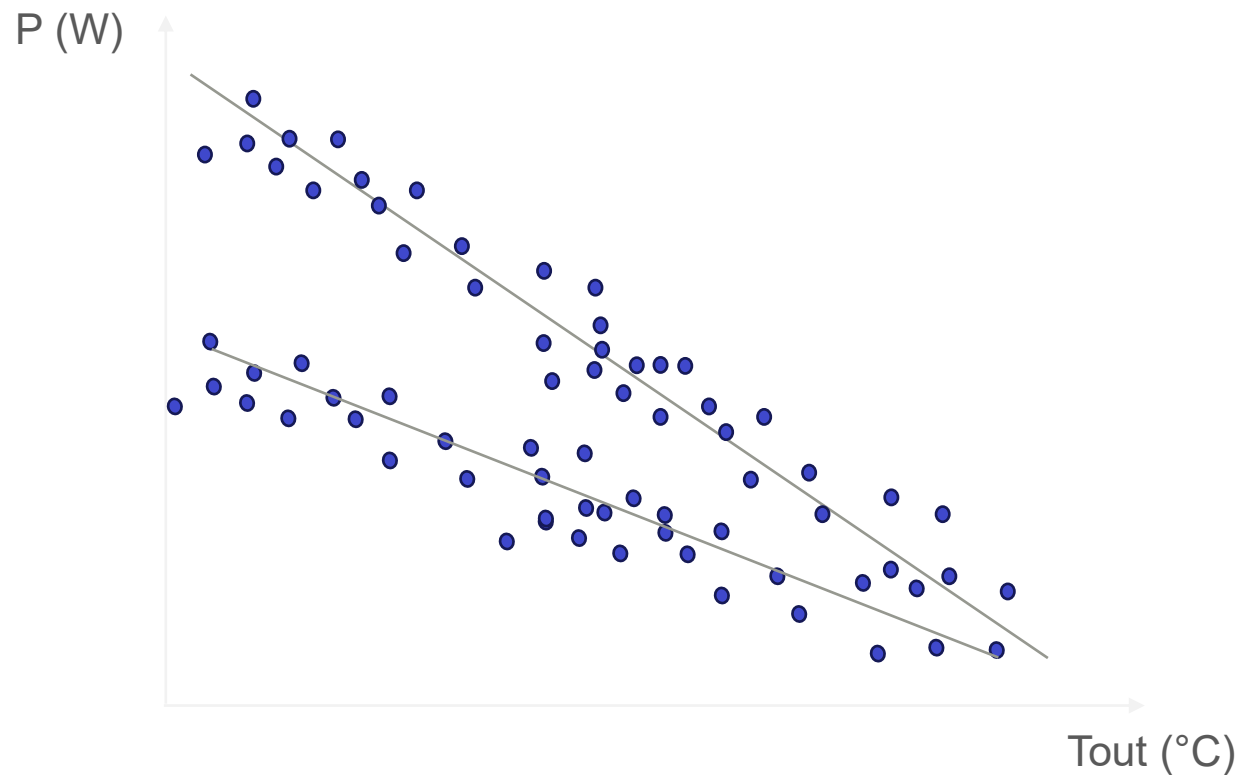


Cambio de comportamiento

- Sobrecalentamiento del edificio
- Infiltraciones en la envolvente
- Problema en el suministro de calefacción

2. Método de la firma térmica

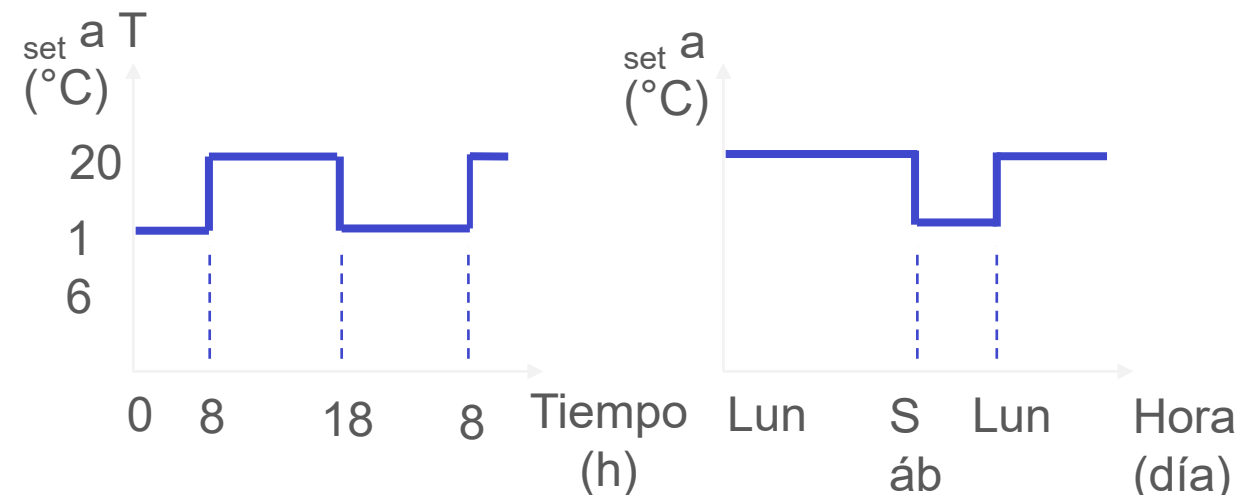
Interpretación de la firma térmica



Dos modos de funcionamiento distintos



Funcionamiento con reloj programador
(edificios terciarios)



3. Arquetipo de método rápido

Partiendo del concepto común de TABULA, los socios del proyecto desarrollaron tipologías de edificios nacionales que representan el parque inmobiliario residencial de sus respectivos países. Las tipologías constan de los siguientes elementos:



Un concepto de clasificación de los edificios residenciales existentes según su antigüedad, tamaño y otros parámetros,



un conjunto de edificios de ejemplo que representan tipos específicos de edificios del parque nacional,



Valores típicos de consumo energético para los edificios de ejemplo,



Cálculos ilustrativos del posible ahorro energético,



Datos estadísticos sobre edificios y sistemas de suministro.



3. Arquetipo de método rápido



Hungría

Építési idő / Construction period

	1944 előtt / Before 1944	1945- 1979	1980 -1989	1990 - 2005	2006 után / After 2006
Családi ház / Single family house (>80m2)	 SFH.01.	 SFH.02.	 SFH.03.	 SFH.04.	 SFH.05.
Családi ház / Single family house (>80m2)	 SFH.01.Bel80	 SFH.02.Bel80			
Társas ház / Multi family house (4-9 flats)	 MFH.01.	 MFH.02.	 MFH.03.	 MFH.04.	 MFH.05.
Középmagas társasház / Apartment block (>10 flats)		 AB.02.Ind	 AB.03.Ind		 AB.05.



Francia

Classe bâtiment	Maison individuelle détachée SFH	Maison individuelle mitoyenne TH	Petit logement collectif (<10 log.) MFH	Grand logement collectif (≥10 log.) AB
Période constructive				
1 Avant 1915				
2 1915 - 1948				
3 1949 - 1967				
4 1968 - 1974				
5 1975 - 1981				
6 1982 - 1989				
7 1990 - 1999				
8 2000 - 2005				
9 2006 - 2012				
10 après 2012				

3. Arquetipo de método rápido



Hungria

SFH.02.
Single family house, built between 1945-1979



Külső határoló szerkezetek Elements of the building envelope		U (W/m²K)	SFH.02
Fal - Wall			
	Eredeti állapot		Existing state
	vakolat (1.5cm); tömör téglafal (38cm vagy 25cm); vakolat (3cm)	1,36 (1,77)	plaster (1.5cm); solid brick wall (38cm or 25cm); plaster (3cm)
	Általános felújítás		Standard refurbishment
	meglévő szerkezet külső oldalára, 5cm hőszigetelés	0,50	Additional 5 cm external insulation on existing structure
	Mélyfelújítás		Ambitious refurbishment
	meglévő szerkezet külső oldalára, 20cm hőszigetelés	0,17	Additional 20 cm external insulation on existing structure
	Padlásfödém - Attic slab (top ceiling)		Existing state
	Borított gerendás fafödém: agyagterítés (6cm); deszkaborítás (2,5cm); fagerenda (80-90cm-ként); deszkázat (2cm); nádszövet (1,5); vakolat (2cm)	1,30	Wooden slab: clay (6cm); wooden planks (2.5cm); wooden beams (at every 80-90cm); planks (2cm); reed (1.5cm); plaster (2cm)
	Általános felújítás		Standard refurbishment
	meglévő szerkezetre, felül 12cm hőszigetelés	0,27	Additional 12 cm external insulation on top of existing structure
	Mélyfelújítás		Ambitious refurbishment
	meglévő szerkezetre, felül 24cm hőszigetelés	0,14	Additional 24 cm external insulation on top of existing structure
Talajon fekvő padló - Floor above ground			
	Eredeti állapot		Existing state
	hajópadió (3cm); aljzatbeton (8cm); vízszigetelés; aljzatbeton (10cm); kavicsfeltöltés (15cm)	0,98	wood (3 cm); concrete (8 cm); waterproofing; concrete (10cm); gravel (15cm)
	Általános felújítás		Standard refurbishment
	nincs változás	0,98	no changes
	Mélyfelújítás		Ambitious refurbishment
	nincs változás	0,98	no changes
	Ablak - Window		Existing state
	Kapcsolt gerébtkos vagy pallótkos fa ablak	3,00	Box-type wooden window with single glazing
	Általános felújítás		Standard refurbishment
	Hőszigetelt, kétszeres üvegezésű (fa vagy műanyag) ablak, low-e bevonattal, argon gáz töltéssel	1,60	Wooden or PVC window with double-glazing, low-e coating and argon gas filling
	Mélyfelújítás		Ambitious refurbishment
	Fa-alumínium ablak, háromrétegű üvegezéssel, low-e bevonattal, argon gáz töltéssel	1,00	Composite system: timber-alum. window with triple-glazing, low-e coating and argon gas filling
Ajtó - Door			
	Eredeti állapot		Existing state
	Fa bejárati ajtó	3,50	Old wooden entrance door
	Általános felújítás		Standard refurbishment
	Új hőszigetelt ajtó	1,80	New door
	Mélyfelújítás		Ambitious refurbishment
	Új hőszigetelt ajtó	1,30	New door



Francia

05 - MFH	Classe bâtiment Immeuble collectif (<10 log.)	Période constructive De 1975 à 1981	Code TABULA FR.N.MFH.05.Gen.ReEx.001
----------	--	--	---



Description générale du type

Petit immeuble collectif, aligné sur rue avec mitoyenneté ou isolé (plus souvent). Construction massive (grande majorité) en poteau-dalle et maçonnerie de remplissage, en parpaing ou brique creuse, panneau sandwich préfabriqué, avec ou sans revêtement extérieur. Taux de vitrage moyen à élevé. Menuiseries bois, aluminium ou PVC double vitrage. Toiture double pente ou toiture terrasse. Sur terre-plein, sur cave, sur passage ou parking. Avec isolation thermique selon RT 74.

Données statistiques pour ce type de logement en France

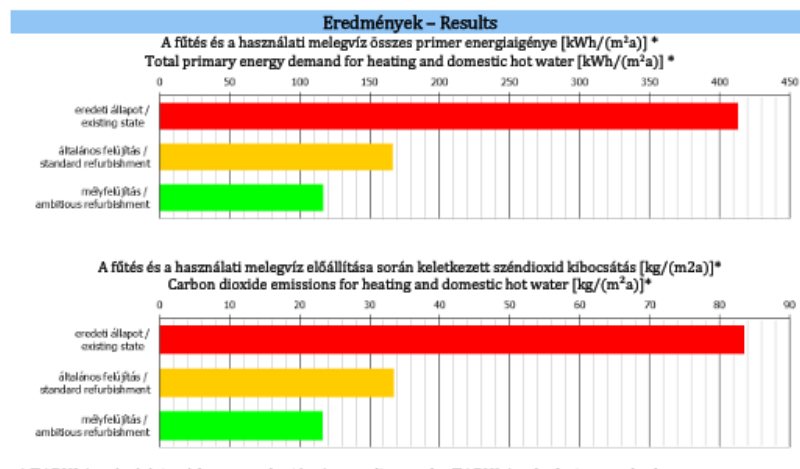
Nombre de logements en milliers :	208	Surface habitable en millions de m² :	14,0
Part du parc existant :	0,7%	Part du parc existant :	0,6%

Éléments du bâti	Surface (m²)	ÉTAT INITIAL		RÉNOVATION STANDARD		RÉNOVATION PERFORMANTE	
		Description	Coef. U W/m²K	Description	Coef. U W/m²K	Description	Coef. U W/m²K
Toiture / plancher haut	126	Plancher léger vers combles + 10 cm Laine minéral Th60	0,49	Isolation 22 cm LM sur plancher haut	0,14	Isolation 30 cm LM sur plancher haut	0,10
Façades	145	Parpaing 20 cm + ITI 4 cm PSE Th40 + BA13	0,61	ITE avec 12 cm PSE	0,26	ITE avec 16 cm PSE	0,19
Baies vitrées	40	Menuiserie bois avec DV, 4/6/4, air	2,80	Menuiserie bois ou PVC avec DV ITR Ug=1,1	1,40	Menuiserie bois ou PVC avec TV ITR Ug=0,8	1,00
Porte d'entrée	4	Porte pleine bois ancienne	3,10	Remplacement par porte isolée Ud=2,0	2,00	Remplacement par porte isolée Ud=1,5	1,50
Plancher bas	126	Dalle béton 15 cm + 2 cm PSE Th40	1,25	Isolation sous chape avec 7 cm PUR	0,32	Isolation sous chape avec 10 cm PUR	0,23

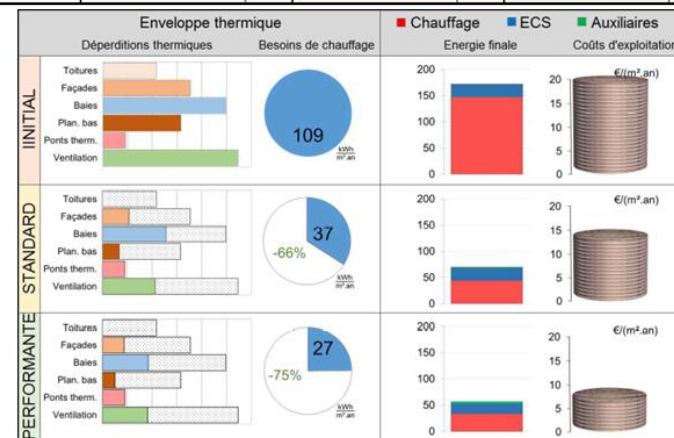
3. Arquetipo de método rápido



Heating and hot water systems		expend.coeff.
Fűtés - Heating system		
	Eredeti állapot	Existing state
	állandó hőmérsékletű gázkazán	constant temperature non-condensing boiler
	1,24	
	Általános felújítás	Standard refurbishment
	kondenzációs gázkazán, fűtött térben	condensing boiler, internal
	1,05	
	Mélyfelújítás	Ambitious refurbishment
	kondenzációs gázkazán	condensing boiler
	1,05	
Használati melegvíz - Hot water system		
	Eredeti állapot	Existing state
	állandó hőmérsékletű gázkazán, puffertartály nélkül	constant temperature non-condensing boiler, without buffer tank
	1,82	
	Általános felújítás	Standard refurbishment
	kondenzációs gázkazán, puffertartály nélkül	condensing boiler, internal, without buffer tank
	1,19	
	Mélyfelújítás	Ambitious refurbishment
	kondenzációs gázkazán, napkollektoros rásegítéssel (60%)	heat generation combined with heating system + solar thermal system (60%)
	1,19	

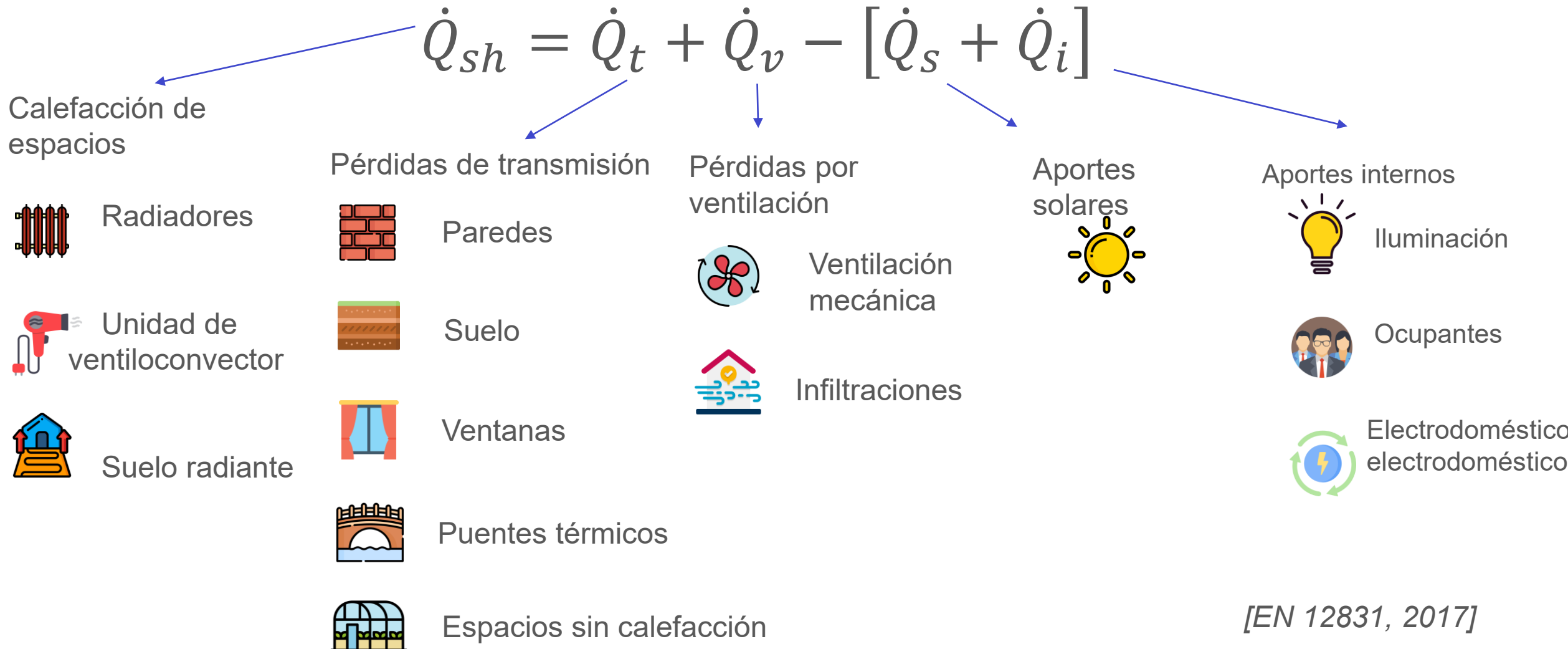


Éléments des systèmes techniques	Description	Coef. Effort	Description	Coef. Effort	Description	Coef. Effort
Chauffage	Chaudière gaz à condens. individ. >2000 / Radiateurs + RTh / Réseau individuel (<65°C) isolé	1,23	Chaudière gaz à condens. individ. >2012 grd. modul. / Radiateurs + RTh / Réseau individuel (<55°C) isolé	1,32	Chaudière gaz à condens. collective, >2012 / Radiateurs + RTh / Réseau collectif (<55°C) isolé	1,54
Ventilation	Ventilation naturelle		VMC SF hygro B collective		VMC SF hygro B collective	
Eau chaude sanitaire	Chaque-eau gaz individuel / Distribution individ., sans bouclage	1,45	ECS instantanée par chaudière individ. / Distribution individ., sans bouclage	1,10	ECS par chaudière collective + ballon ECS / Distribution collective, bouclage	1,26
Production d'électricité sur site						



Classification selon consommations en énergie primaire et émissions CO ₂					
ETAT INITIAL		RÉNOVATION STANDARD		RÉNOVATION PERFORMANTE	
kWh _{ep} /(m².an)	kg _{CO2} /(m².an)	kWh _{ep} /(m².an)	kg _{CO2} /(m².an)	kWh _{ep} /(m².an)	kg _{CO2} /(m².an)
≤ 50 A	≤ 5 A	≤ 50 A	≤ 5 A	≤ 50 A	≤ 5 A
51 à 90 B	6 à 10 B	51 à 90 B	6 à 10 B	51 à 90 B	6 à 10 B
91 à 150 C	11 à 20 C	91 à 150 C	11 à 20 C	91 à 150 C	11 à 20 C
151 à 230 D	21 à 35 D	151 à 230 D	21 à 35 D	151 à 230 D	21 à 35 D
231 à 320 E	36 à 55 E	231 à 320 E	36 à 55 E	231 à 320 E	36 à 55 E
321 à 450 F	56 à 80 F	321 à 450 F	56 à 80 F	321 à 450 F	56 à 80 F
> 450 G	> 80 G	> 450 G	> 80 G	> 450 G	> 80 G

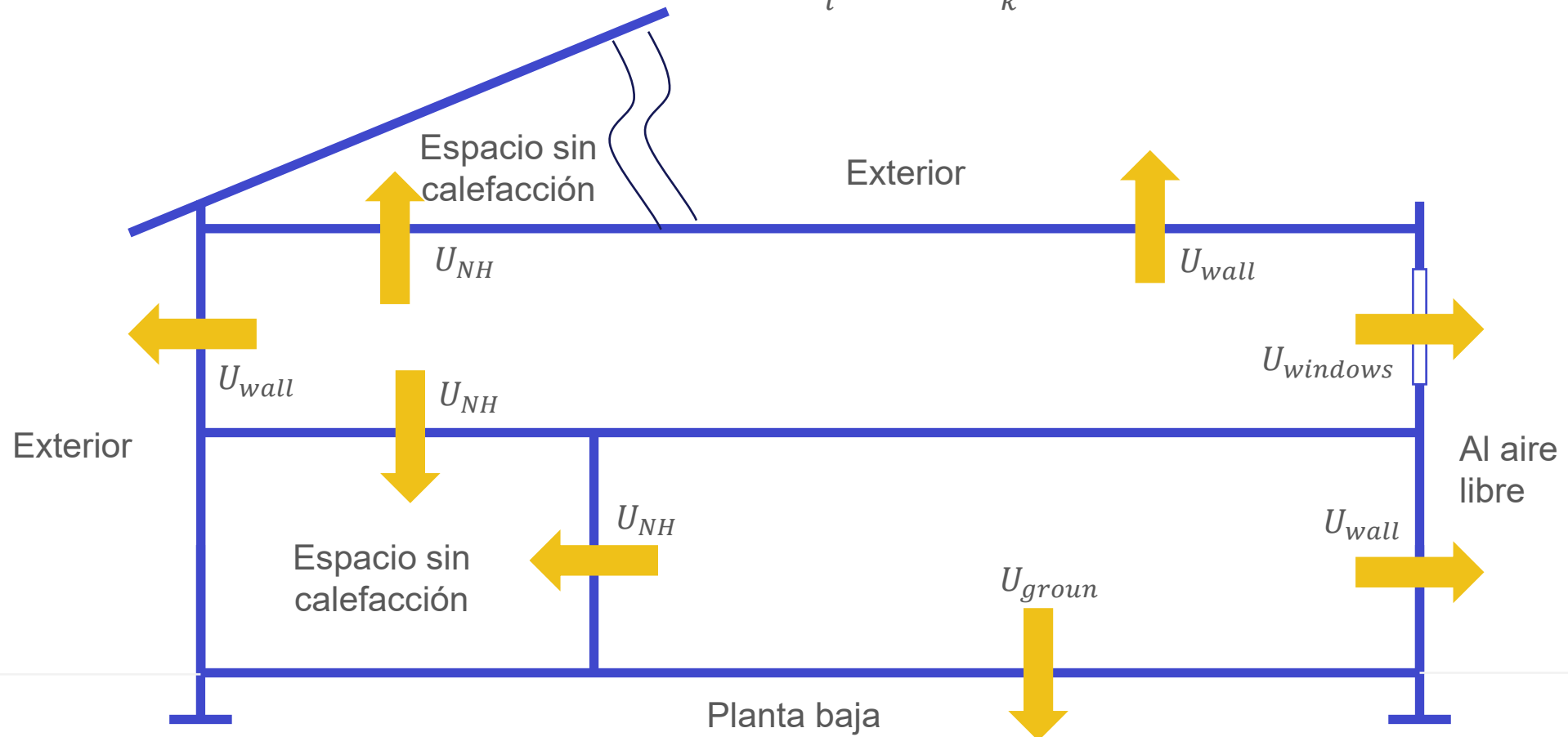
4. Norma europea



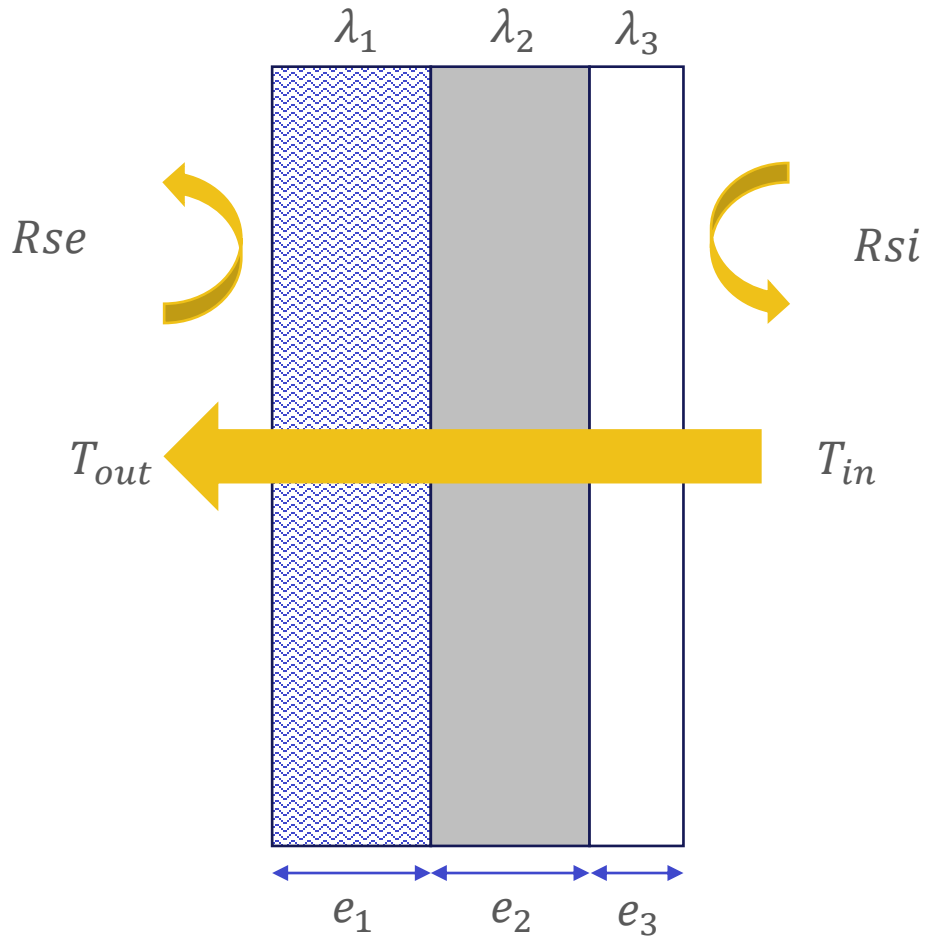
[EN 12831, 2017]

4. Norma europea

$$U_{tot} = \sum U * A * f_i + \sum_i \psi_i L_i + \sum_k X_k$$



4. Norma europea



Transferencia térmica por conducción:

$$\dot{Q}_{wall} = \frac{\lambda_i S}{e_i} \Delta T \quad [W]$$

Transferencia térmica por convección:

$$\dot{Q}_{wall} = h_i S \Delta T \quad [W]$$

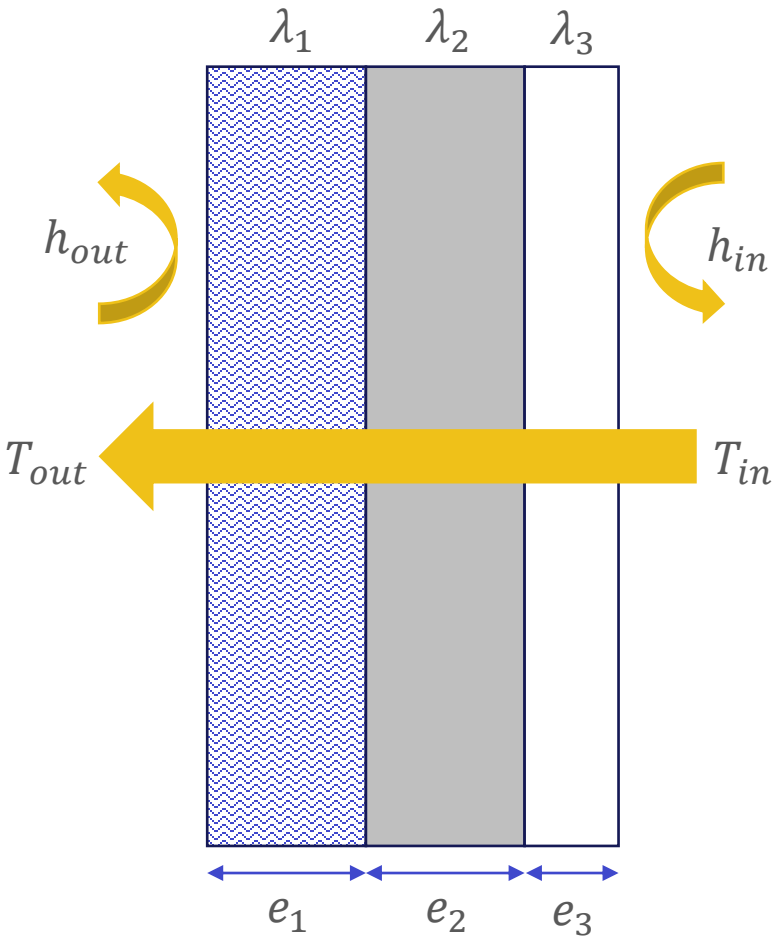
Transferencia térmica a través de la pared:

$$\dot{Q}_{wall} = U A_{wall} (T_{in} - T_{out}) \quad [W]$$

Con

$$U_{wall} = \left(R_{se} + R_{si} + \sum_i \frac{e_i}{\lambda_i} \right)^{-1} \quad [W/K]$$

4. Norma europea



Transferencia térmica a través de la pared:

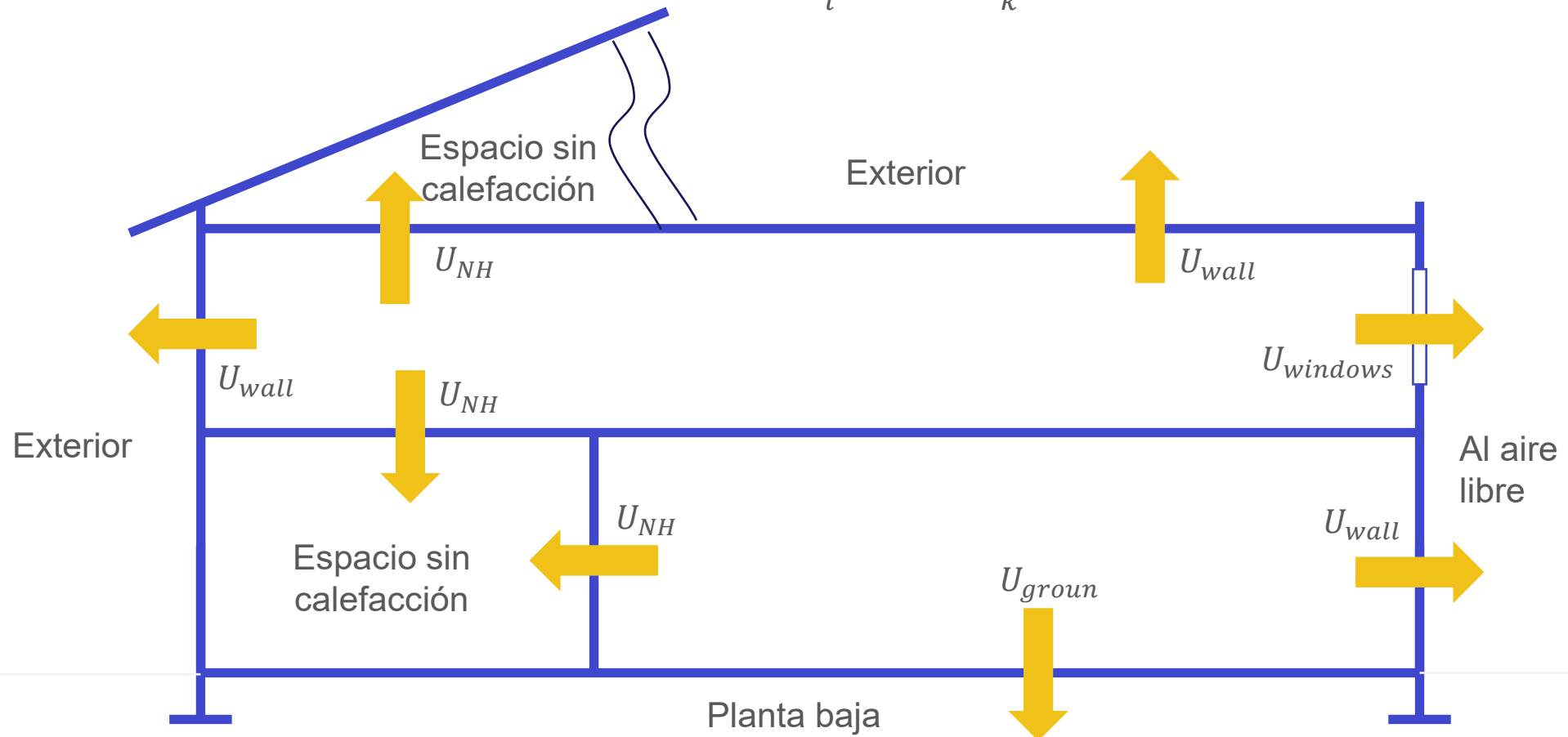
Con

$$\dot{Q}_{wall} = UA_{wall} (T_{in} - T_{out}) \quad [W]$$
$$U_{wall} = \left(R_{si} + R_{se} + \sum_i \frac{e_i}{\lambda_i} \right)^{-1} \quad [W/K]$$

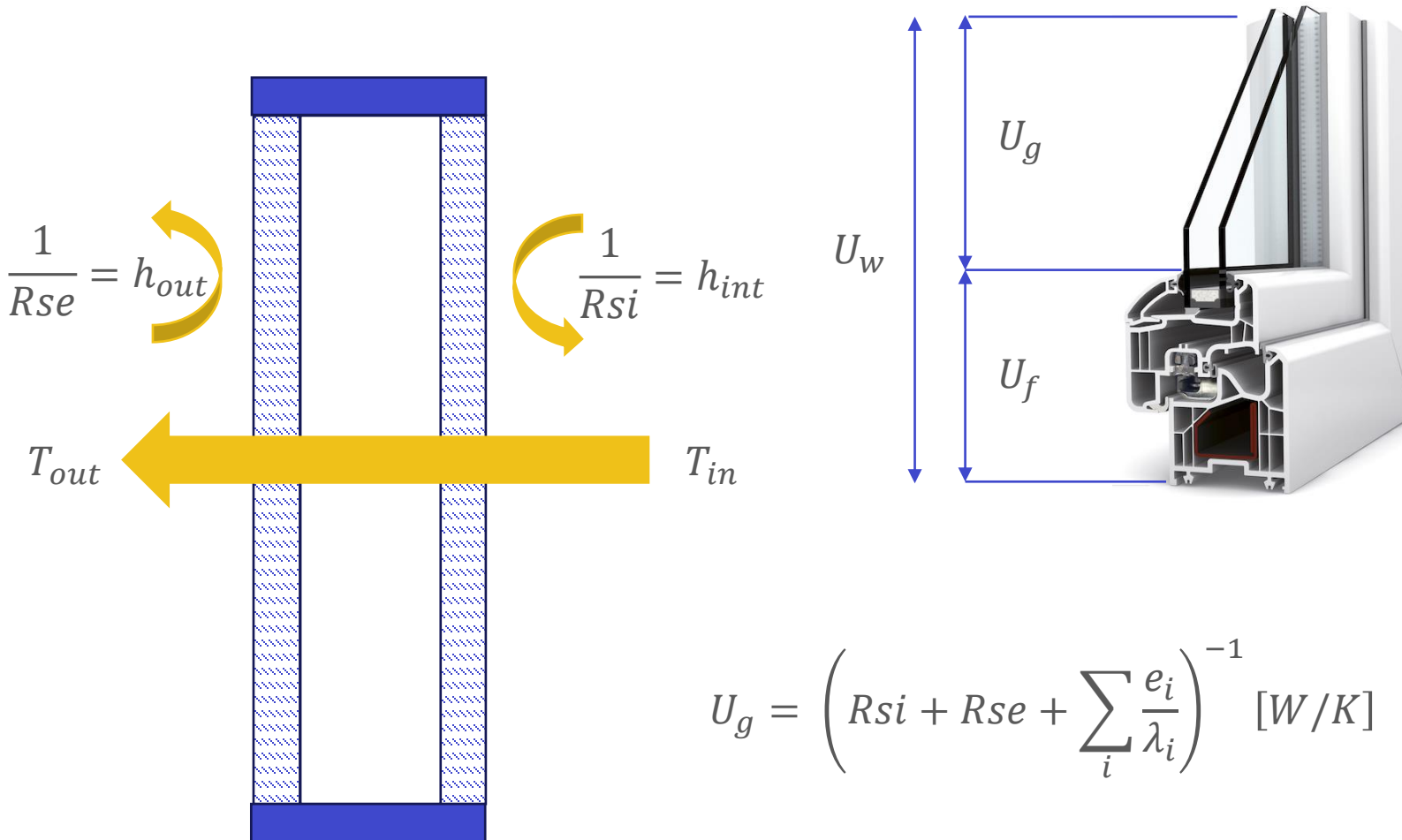
Resistencia térmica superficial (m².K/W)			
Tipo de pared y dirección del flujo	R _{si}	R _{se}	R _{si} +R _{se}
Flujo horizontal (>60°) (pared)	0,13	0,04	0,17
Corriente ascendente (techo)	0,1	0,04	0,14
Corriente descendente (suelo)	0,17	0,04	0,21

4. Norma europea

$$U_{tot} = \sum U * A * f_i + \sum_i \psi_i L_i + \sum_k X_k$$



4. Norma europea



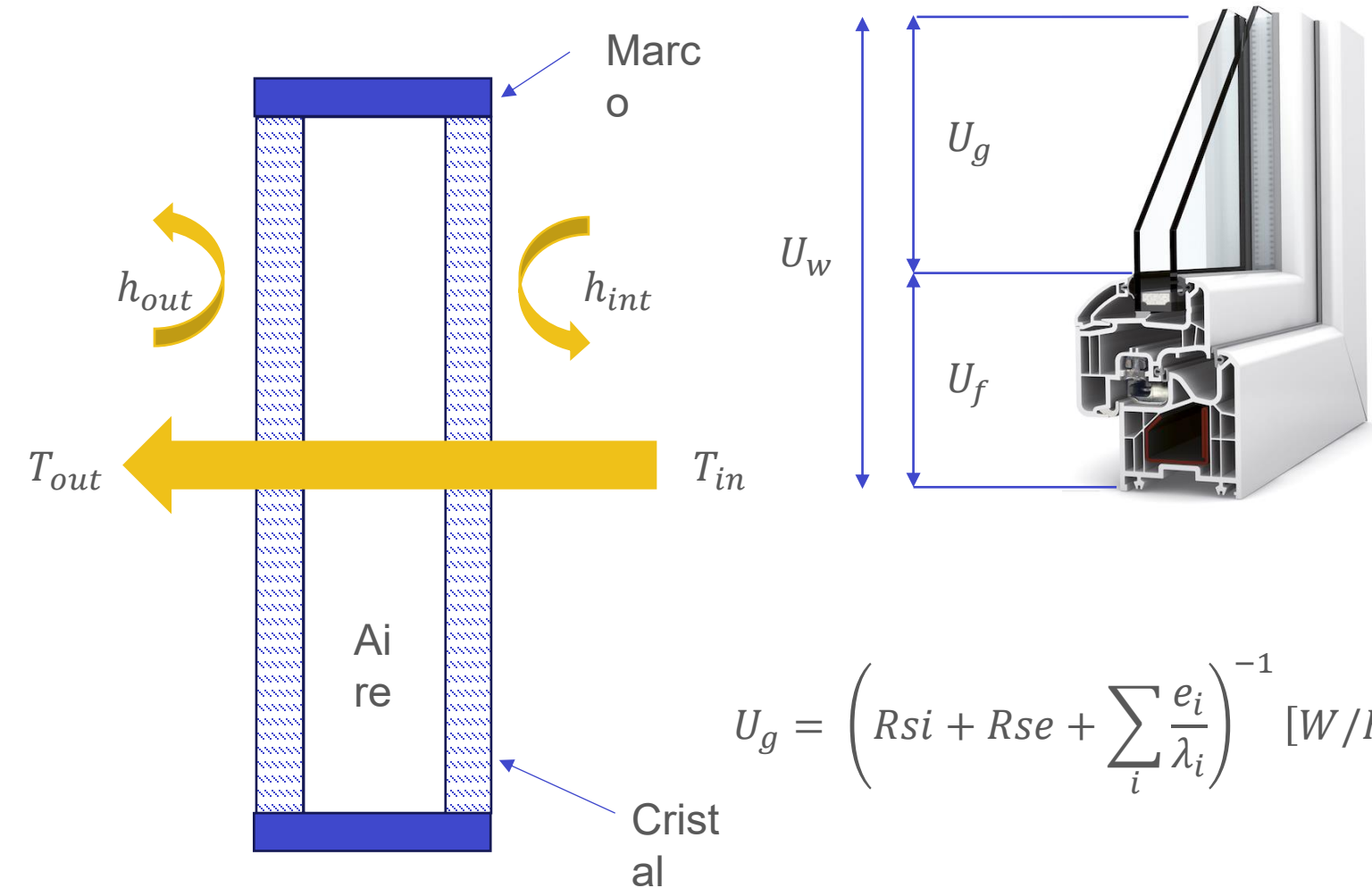
$$U_{windows} = \frac{U_g A_g + U_f A_f}{A_g + A_f}$$

$$\dot{Q}_{window} = U A_{windows} (T_{in} - T_{out}) \quad [W]$$

$$U_g = \left(R_{si} + R_{se} + \sum_i \frac{e_i}{\lambda_i} \right)^{-1} [W/K]$$

y figuran en la ficha
técnica del fabricante

4. Norma europea



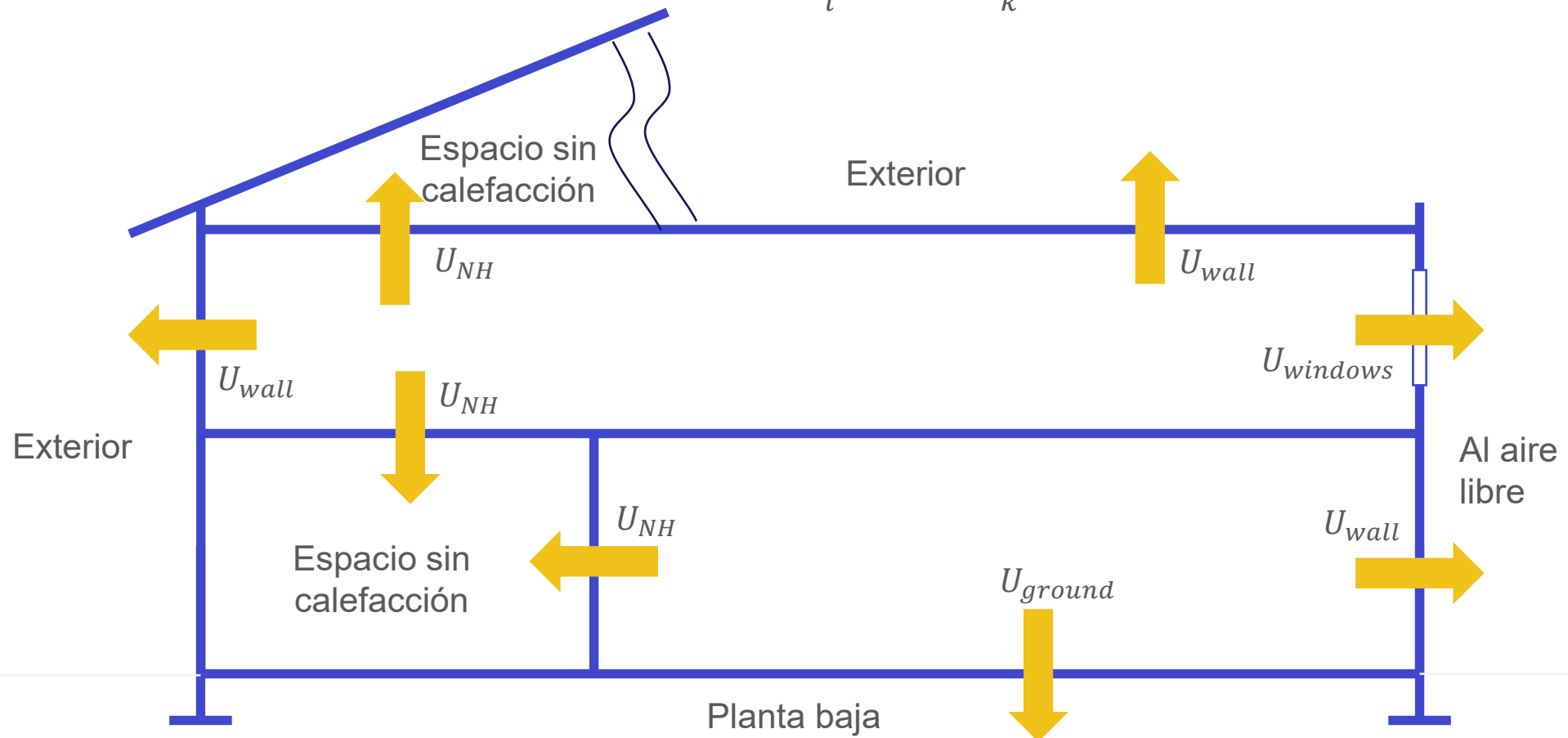
$$U_{windows} = \frac{U_g A_g + U_f A_f}{A_g + A_f}$$

$$\dot{Q}_{window} = U A_{windows} (T_{in} - T_{out}) \text{ [W]}$$

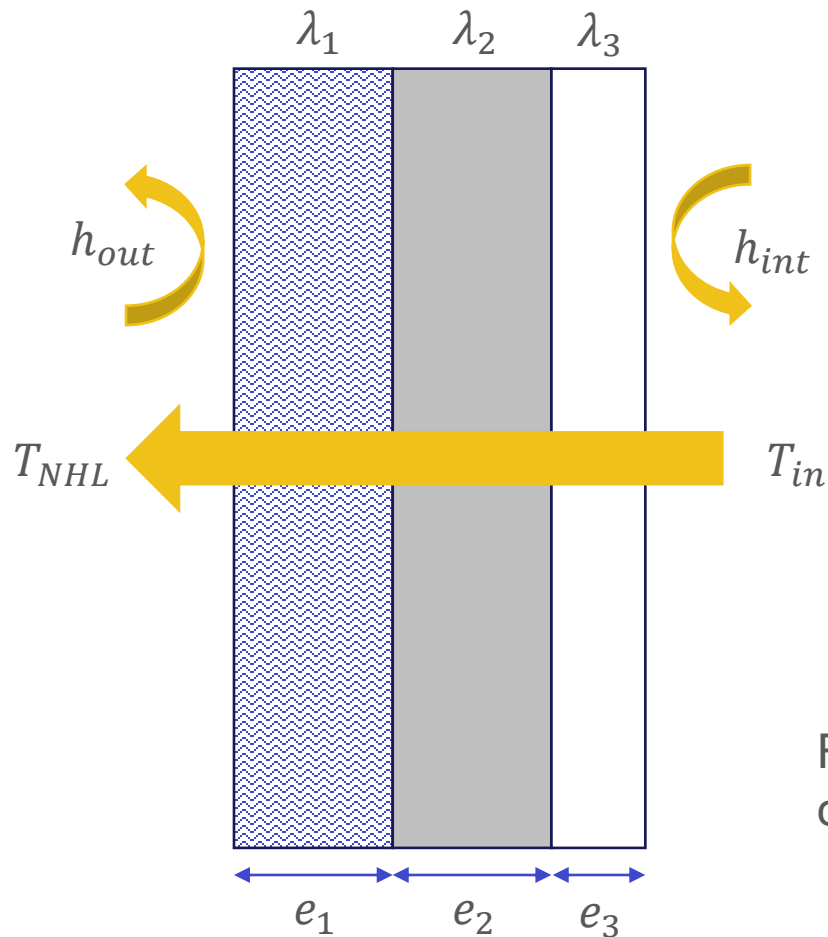
$$U_g = \left(R_{si} + R_{se} + \sum_i \frac{e_i}{\lambda_i} \right)^{-1} \text{ [W/K]}$$

4. Norma europea

$$U_{tot} = \sum U * A * f_i + \sum_i \psi_i L_i + \sum_k X_k$$



4. Norma europea



Transferencia térmica a través de un espacio no calentado:

$$\dot{Q}_{NH} = U A_{NH} (T_{in} - T_{out}) f_i \quad [W]$$

Con

$$U_{NH} = \left(R_{si} + R_{se} + \sum_i \frac{e_i}{\lambda_i} \right)^{-1} \quad [W/K]$$

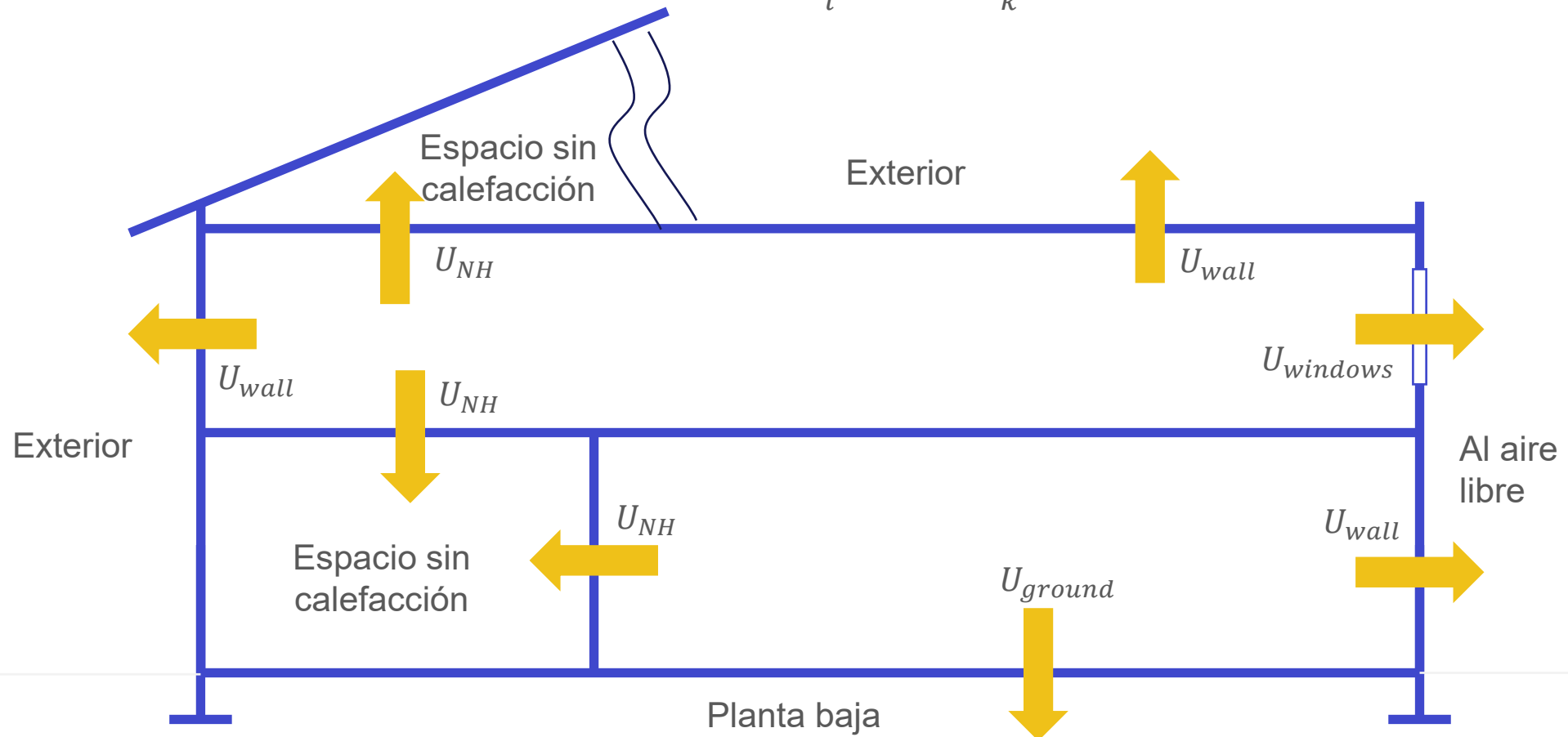
$$f_i = f_1 + f_2 = \frac{T_{int} - T_{NHL}}{T_{int} - T_{out}} + \frac{T_{int} - T_{int}^*}{T_{int} - T_{out}}$$

Factor de corrección

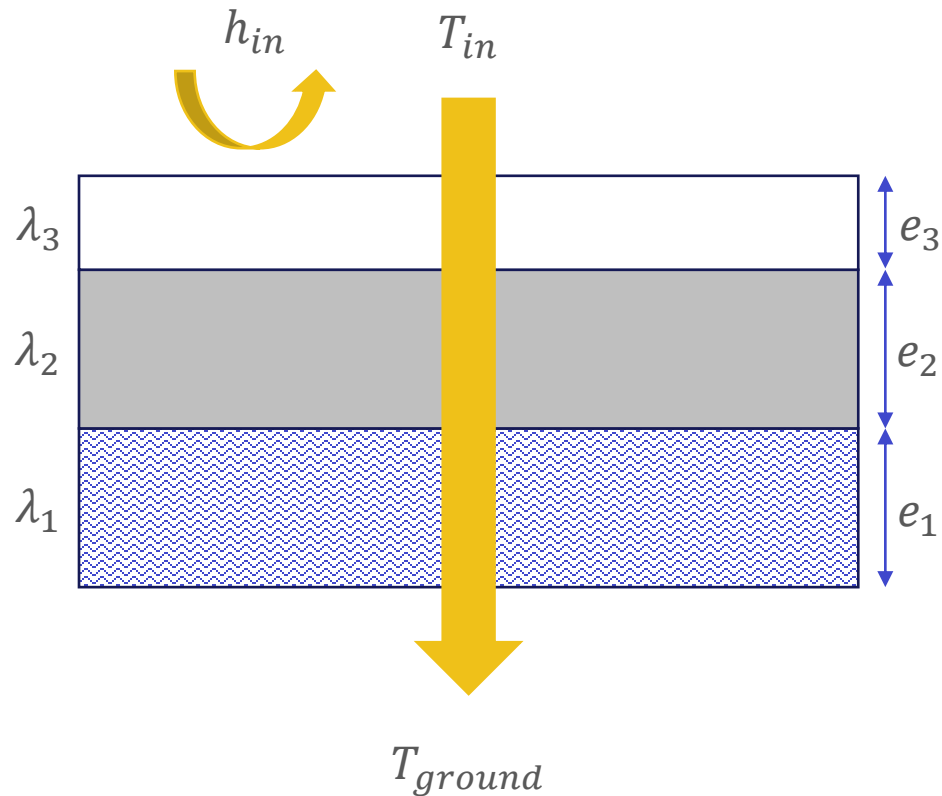
Donde , la temperatura media de la pared interior y , la temperatura del espacio no calefactado

4. Norma europea

$$U_{tot} = \sum U * A * f_i + \sum_i \psi_i L_i + \sum_k X_k$$



4. Norma europea



Transferencia térmica a través de un espacio no calentado:

$$\dot{Q}_{floor} = U A_{floor} (T_{in} - T_{out}) f_i [W]$$

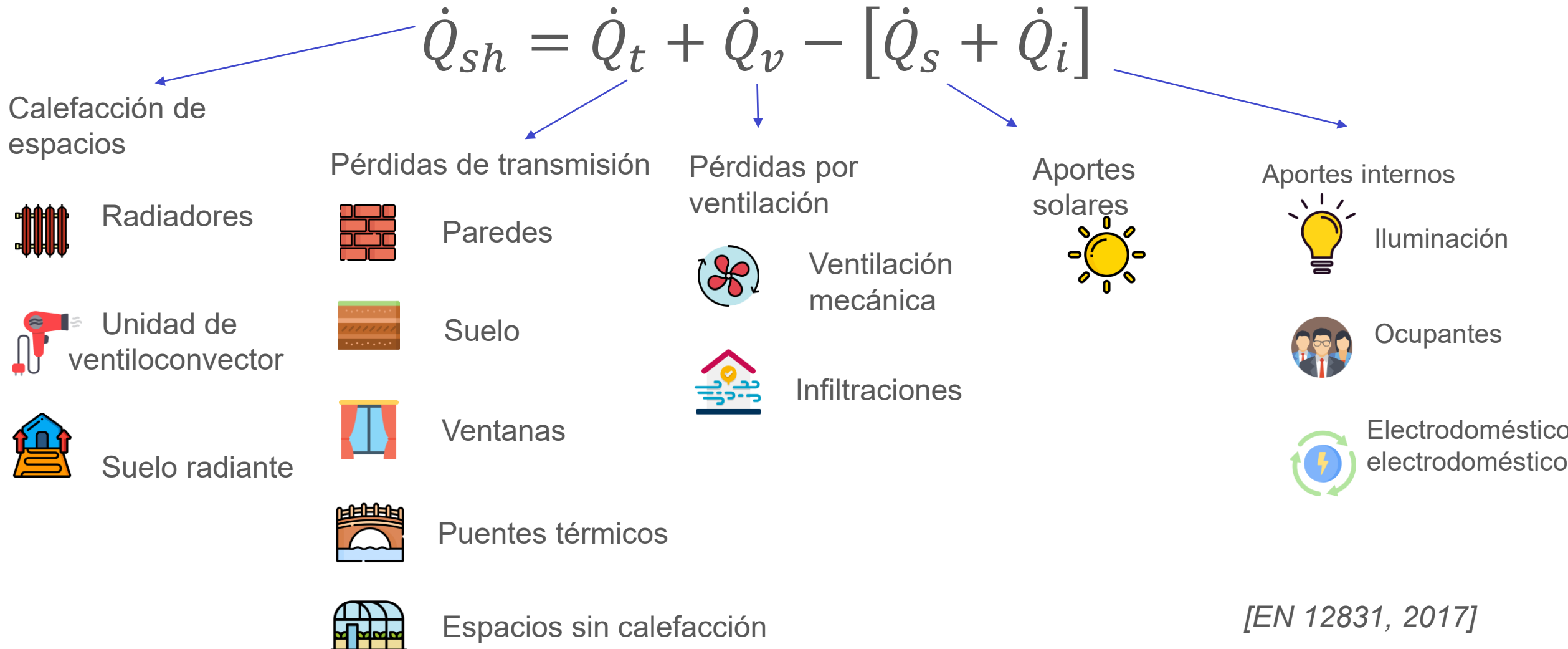
Con

$$U_{floor} = \left(R_{si} + \sum_i \frac{e_i}{\lambda_i} \right)^{-1} [W/K]$$

$$f_i = \frac{T_{int} - T_{ground}}{T_{int} - T_{out}}$$

$$T_{ground} = \text{moy} (T_{out})$$

4. Norma europea



[EN 12831, 2017]

4. Norma europea

Puente térmico: es una zona puntual o lineal de la envolvente de un edificio que presenta una variación en la resistencia térmica: uniones entre la carpintería y una pared opaca, forjados, tabiques, umbrales de puertas, etc.

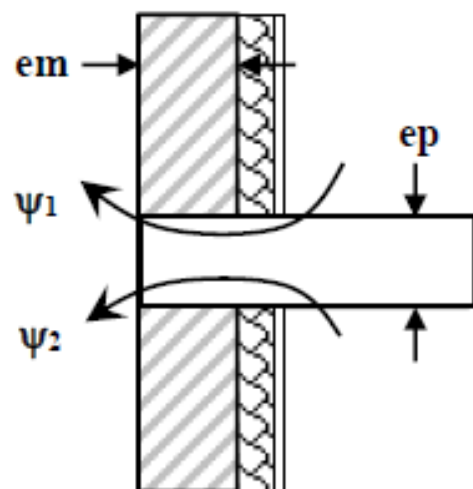
$$\dot{Q}_{tb} = \sum_i \psi_i L_i (T_{in} - T_{out})$$

El coeficiente de puente térmico depende de:

- Los materiales
- La geometría
- El aislamiento
- El tipo de paredes



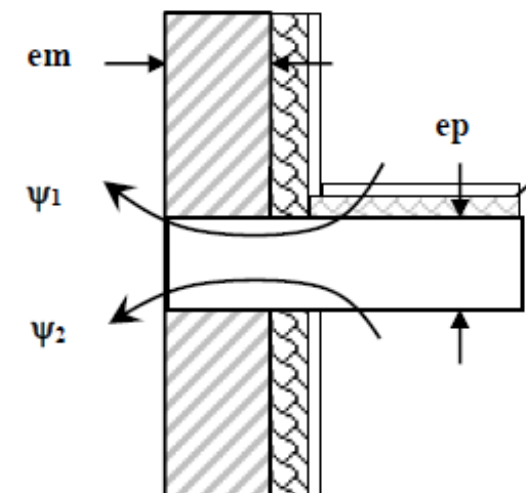
4. Norma europea



Distribución:

em (cm)	ep (cm)		
	15	20	25
$20 < em < 25$	0,67	0,82	0,96
$25 < em < 30$	0,63	0,77	0,90

Valor de



Distribución:

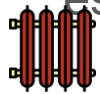
em (cm)	ep (cm)		
	15	20	25
$20 < em < 25$	0,62	0,74	0,86
$25 < em < 30$	0,59	0,70	0,81

Valor de

4. Norma europea

$$\dot{Q}_{sh} = \dot{Q}_t + \dot{Q}_v - [\dot{Q}_s + \dot{Q}_i]$$

Calefacción de espacios



Radiadores



Unidad de ventiloconvector



Suelo radiante



Puentes térmicos

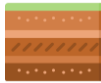


Espacios sin calefacción

Pérdidas de transmisión



Paredes



Suelo



Ventanas



Puentes térmicos



Espacios sin calefacción

Pérdidas por ventilación



Ventilación mecánica



Infiltraciones

Aportes solares



Aportes internos



Iluminación



Ocupantes



Electrodom
electrodom

4. Norma europea

$$\dot{Q}_v = 0,34 q_v (T_{int} - T_{out}) \quad [W] \quad + +$$

Las pérdidas por renovación de aire se deben



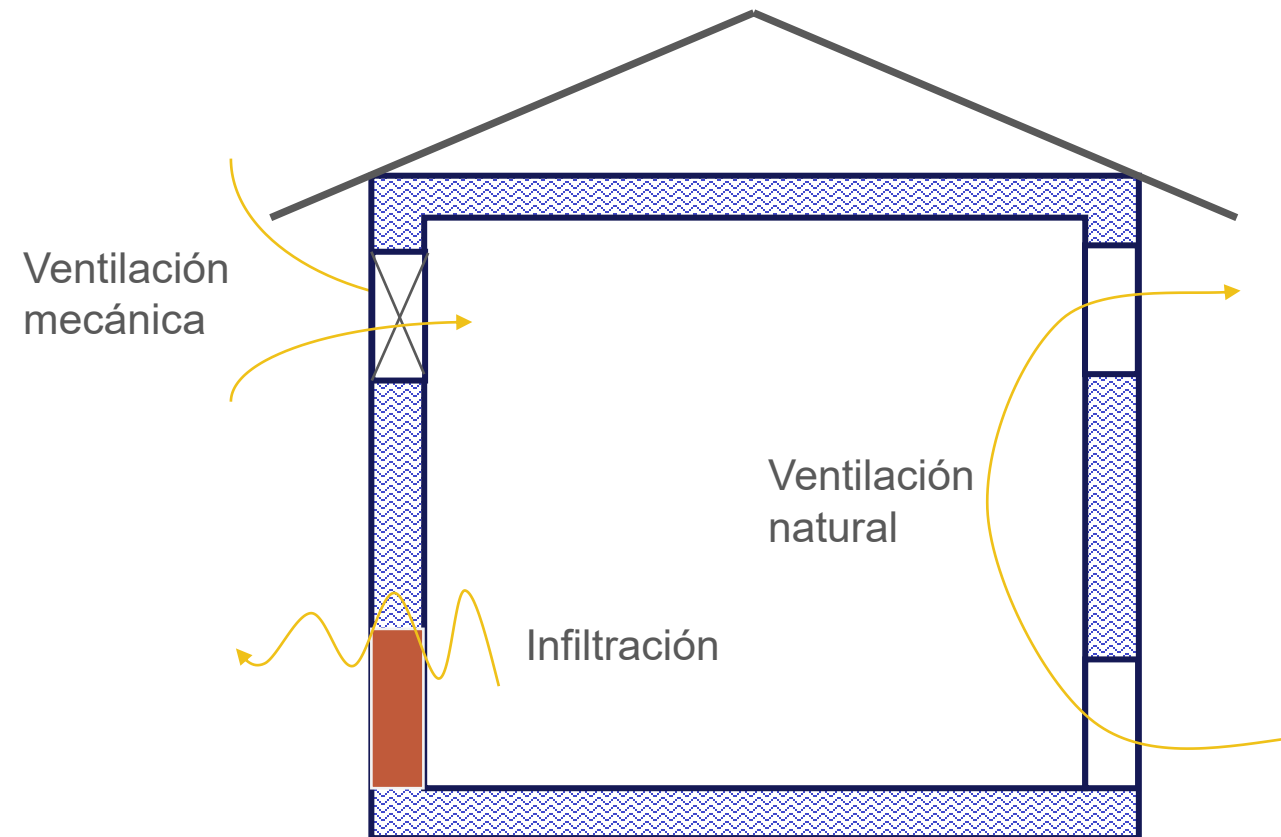
La ventilación mecánica, que impone un caudal de aire fresco reglamentario



La infiltración debida a fugas en la envolvente del edificio



La ventilación natural debida al viento y a las corrientes térmicas



4. Norma europea

$$\dot{Q}_v = 0,34 q_v (T_{int} - T_{out}) \quad [W] \quad + +$$



Ventilación mecánica

Tipos de ventilación mecánica

- Flujo único autoajustable
- Flujo único sensible a la humedad
- De doble flujo sensible a la humedad
- Flujo doble termodinámico

Número de habitaciones	1	2	3	4	5	6	7
Mínimo Caudal de aire fresco (m ³ /h)	35	60	75	90	105	120	135

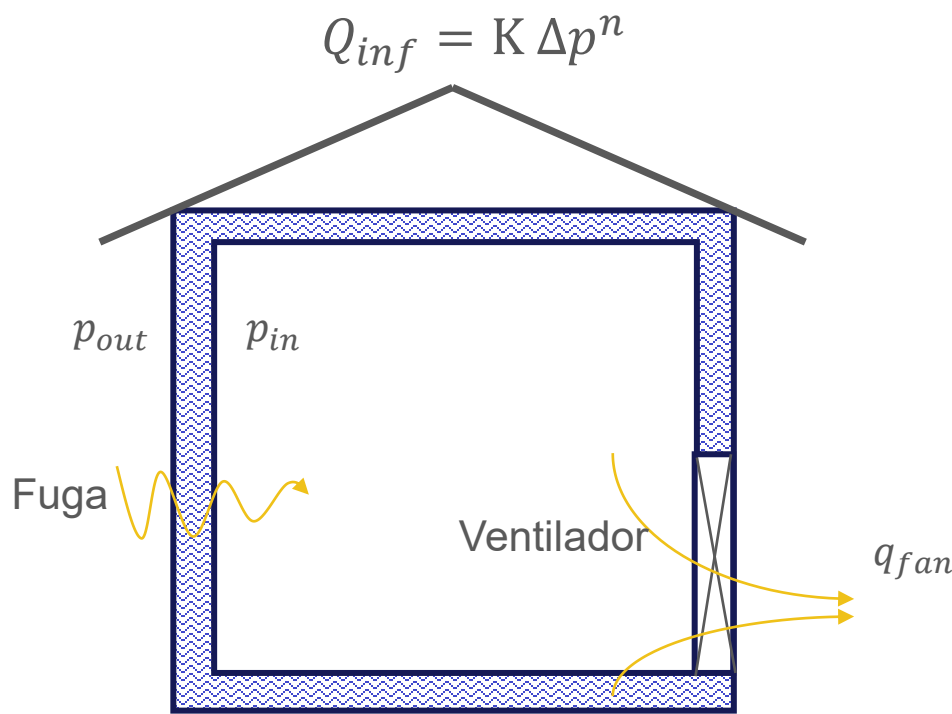
El caudal mínimo de aire fresco depende de la normativa de cada país. Los valores aquí presentados se derivan de la normativa francesa (*Arrêté du 24 mars 1982 relative à l'aération des logements*).

4. Norma europea



Infiltración

Prueba de estanqueidad



$$\dot{Q}_v = 0,34 q_v (T_{int} - T_{out}) \quad [W]$$

+ +

Tipo de edificios	Caudal máximo de superficie de infiltración $Q_{4\,pa\,surf}$ (m ³ /h/m ²)	Caudal máximo de infiltración n_{50} ($\Delta p = 50\,Pa$) (Vol/h)
Vivienda unifamiliar	0,6	2,3
Vivienda plurifamiliar	1	3,9
Edificio de servicios terciarios	1,6	6,2

[Normativa energética francesa RE2020, 2024]

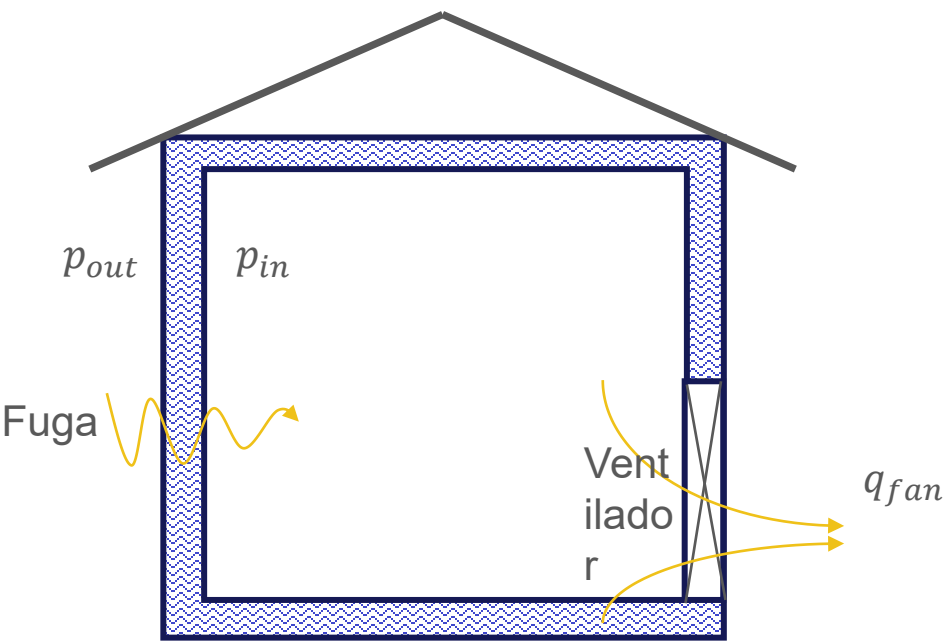
4. Norma europea



Infiltración

Prueba de estanqueidad

$$Q_{inf} = K \Delta p^n$$



++

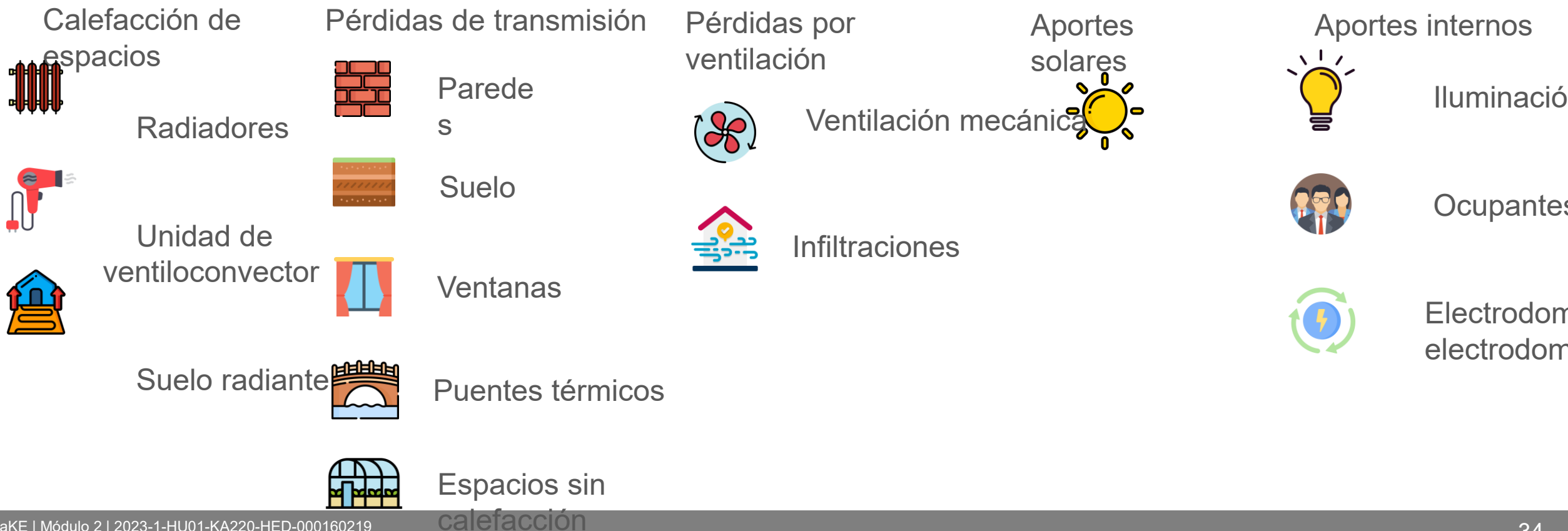
Valor máximo de para los nuevos edificios de bajo consumo

Tipo de edificios	Caudal máximo de superficie de infiltración <i>Q</i> _{4 pa surf} (m ³ /h/m ²)	Caudal máximo de infiltración <i>n</i> ₅₀ (Δ <i>p</i> = 50 Pa) (Vol/h)
Vivienda unifamiliar	0,6	2,3
Vivienda plurifamiliar	1	3,9
Edificio de servicios terciarios	1,6	6,2

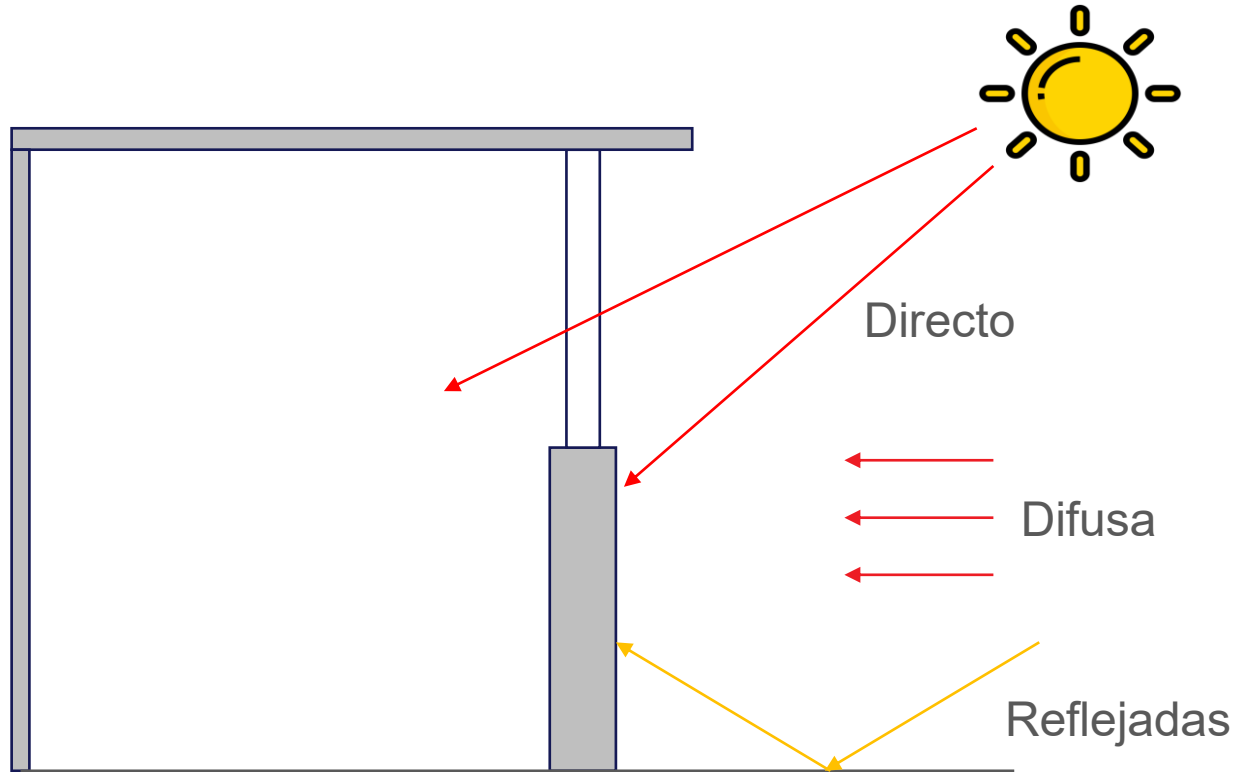
[Normativa energética francesa RE2020, 2024]

4. Norma europea

$$\dot{Q}_{sh} = \dot{Q}_t + \dot{Q}_v - [\dot{Q}_s + \dot{Q}_i]$$



4. Norma europea



$$\dot{Q}_{sol} = \alpha S (E_{dir} + E_{ref} + E_{dif})$$

Diagrama de la ecuación con etiquetas:

- Superficie [m²]:** Señala a S .
- Absorbancia [-]:** Señala a α .
- Insolación reflejada [W/m²]:** Señala a E_{ref} .
- Insolación directa [W/m²]:** Señala a E_{dir} .
- Insolación difusa [W/m²]:** Señala a E_{dif} .

En la norma europea no se tienen en cuenta las ganancias solares e internas para la determinación de la demanda de calefacción. De hecho, se considera el peor de los casos. Se utilizarán para el cálculo de la demanda de refrigeración

5. Demanda de refrigeración de espacios

$$\dot{Q}_{sc} = \dot{Q}_{gla} + \dot{Q}_v + \dot{Q}_w + \dot{Q}_i$$

Refrigeración de espacios

 Unidad de ventiloconvector

 Suelo refrigerante

Transmisión (transparentes)

 Acristalamiento de ventanas



Aportes por ventilación

Transmisión (opacas)



Paredes



Marcos de las ventanas y puertas

Ganancias internas



Iluminación



Ocupantes

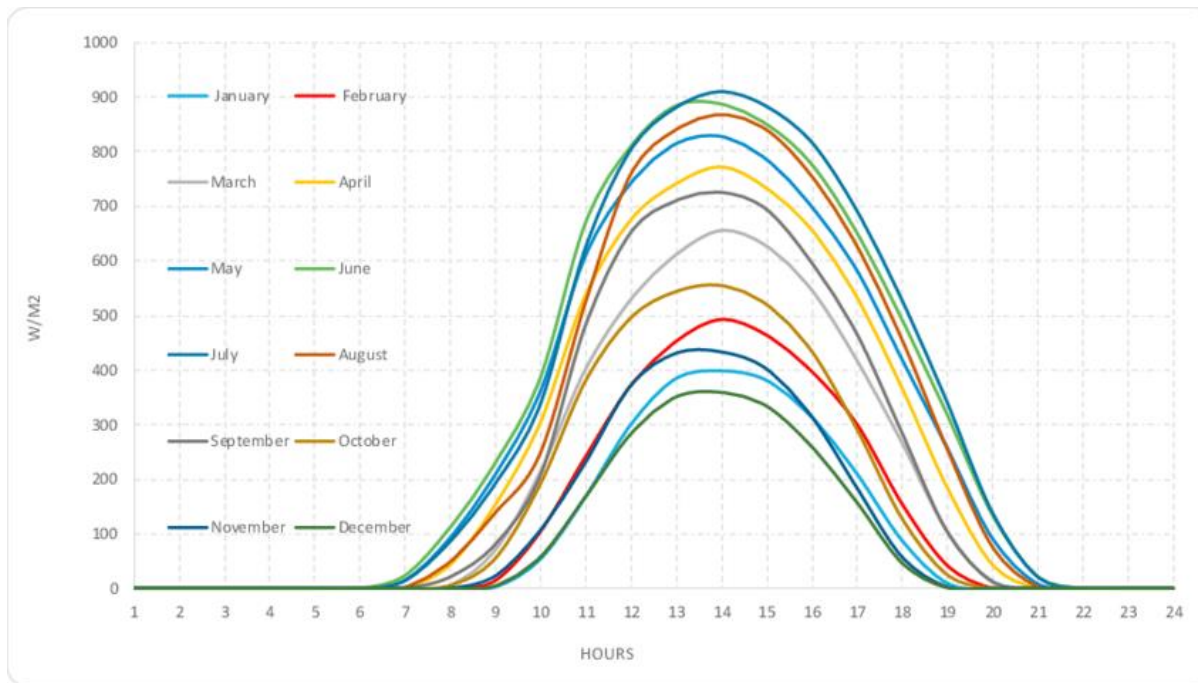


Electrodomésticos

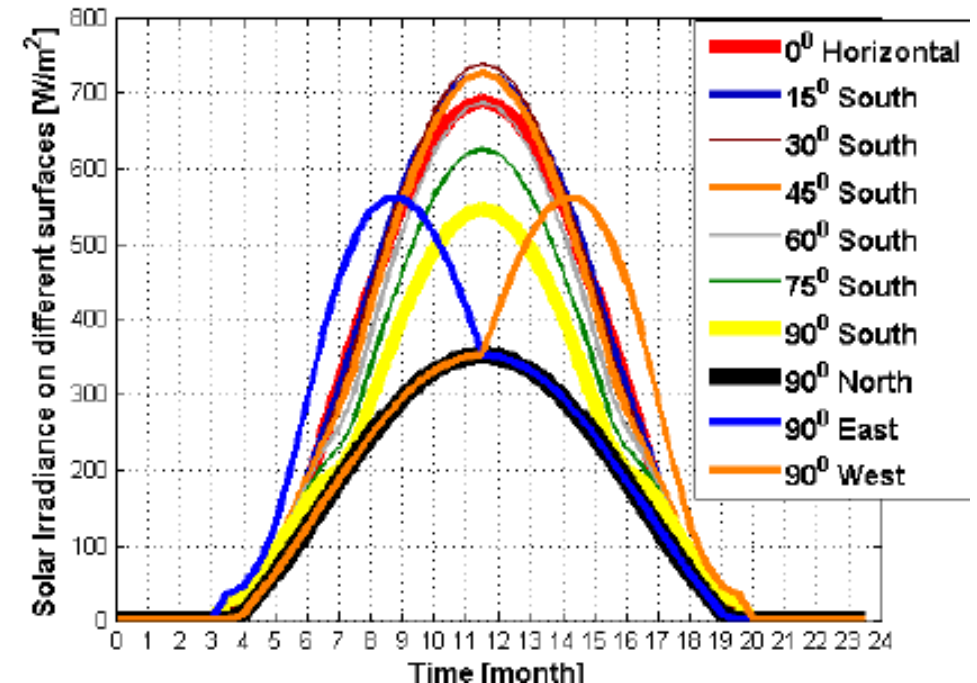
5. Demanda de refrigeración de espacios

La dificultad a la hora de calcular la demanda de refrigeración de espacios radica en el impacto de la ganancia solar

Efecto de la hora del día



Efecto de la orientación



5. Demanda de refrigeración del espacio

Se puede adaptar mediante otras tablas en función del color del vidrio, la protección solar y si se trata de acristalamiento doble o simple

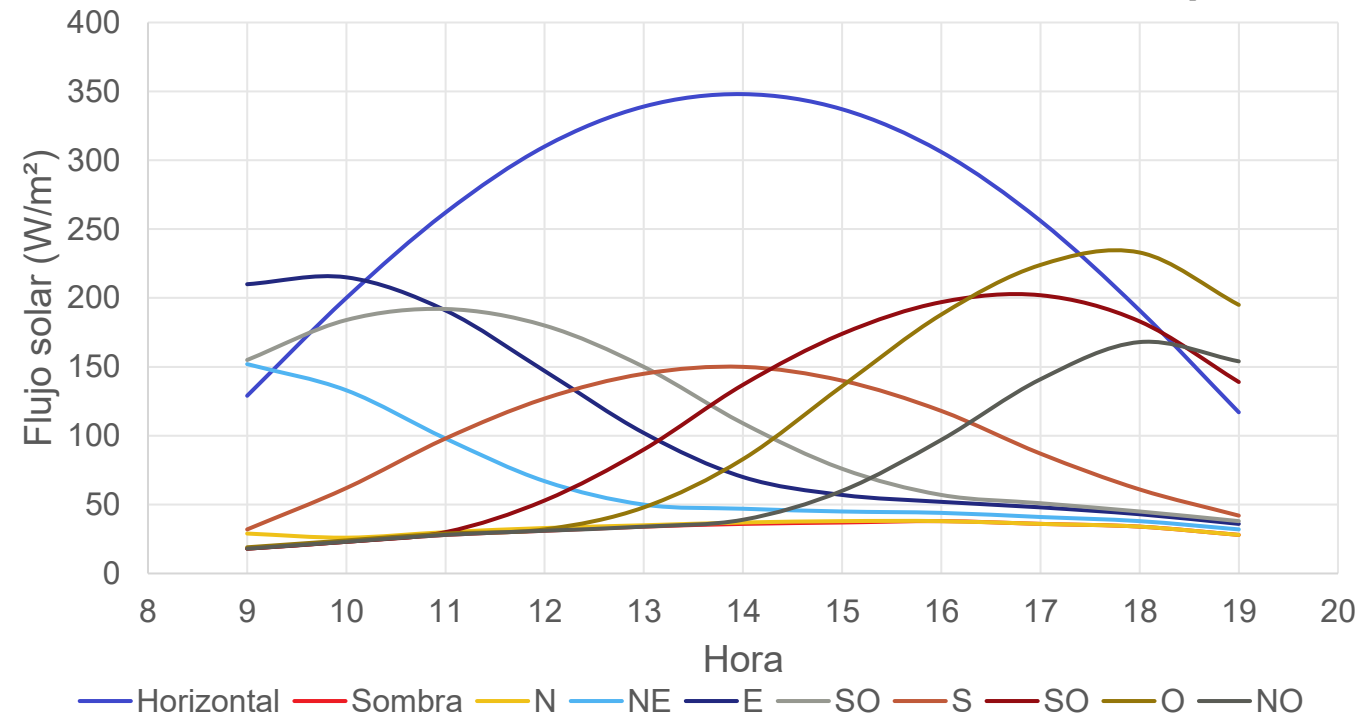
$$\dot{Q}_{gla} = S_{cor} * \varphi_{glaz} * g$$

Factor solar en función del tipo de vidrio, ventanas y protección solar

Dependiendo de la zona climática

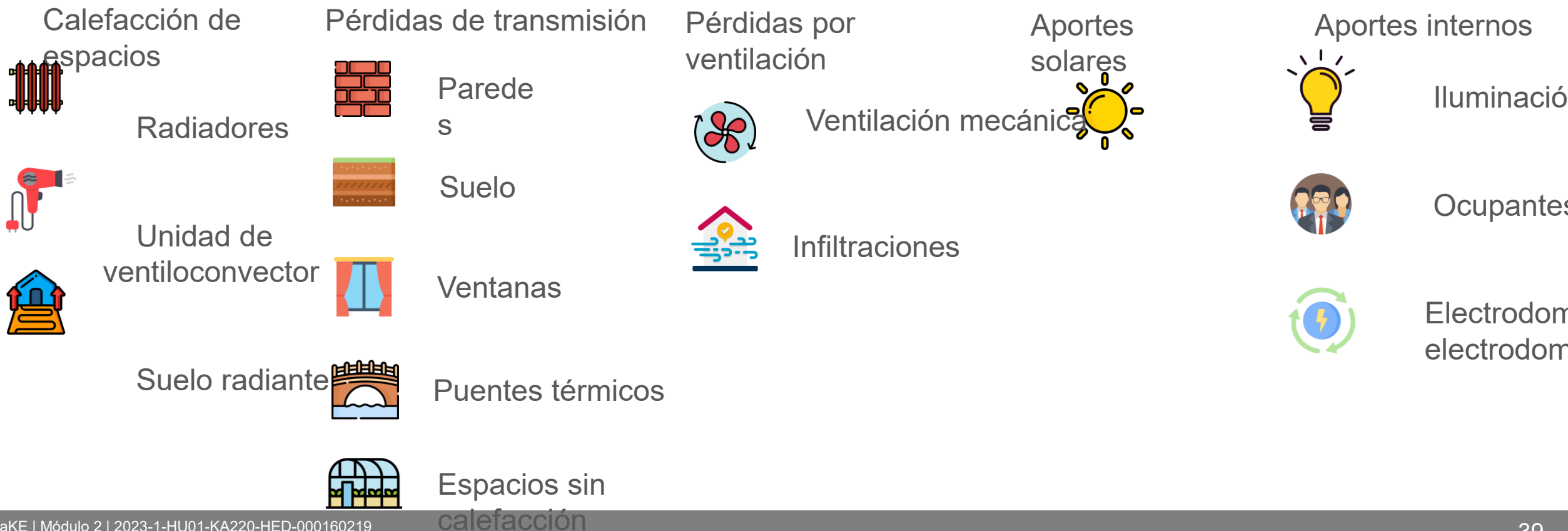
$$S_{cor} = S_{window} * B_v$$

Marco	Porcentaje de la superficie de la ventana (%)	
	Transparente (acristalamiento)	Opaco (marco)
Metálico	75	25
Plástico	60	40
Madera	55	45



4. Norma europea

$$\dot{Q}_{sh} = \dot{Q}_t + \dot{Q}_v - [\dot{Q}_s + \dot{Q}_i]$$



5. Demanda de refrigeración del espacio

$$\dot{Q}_v = q_v * \gamma$$

[AICVF, 1999]

Salón:

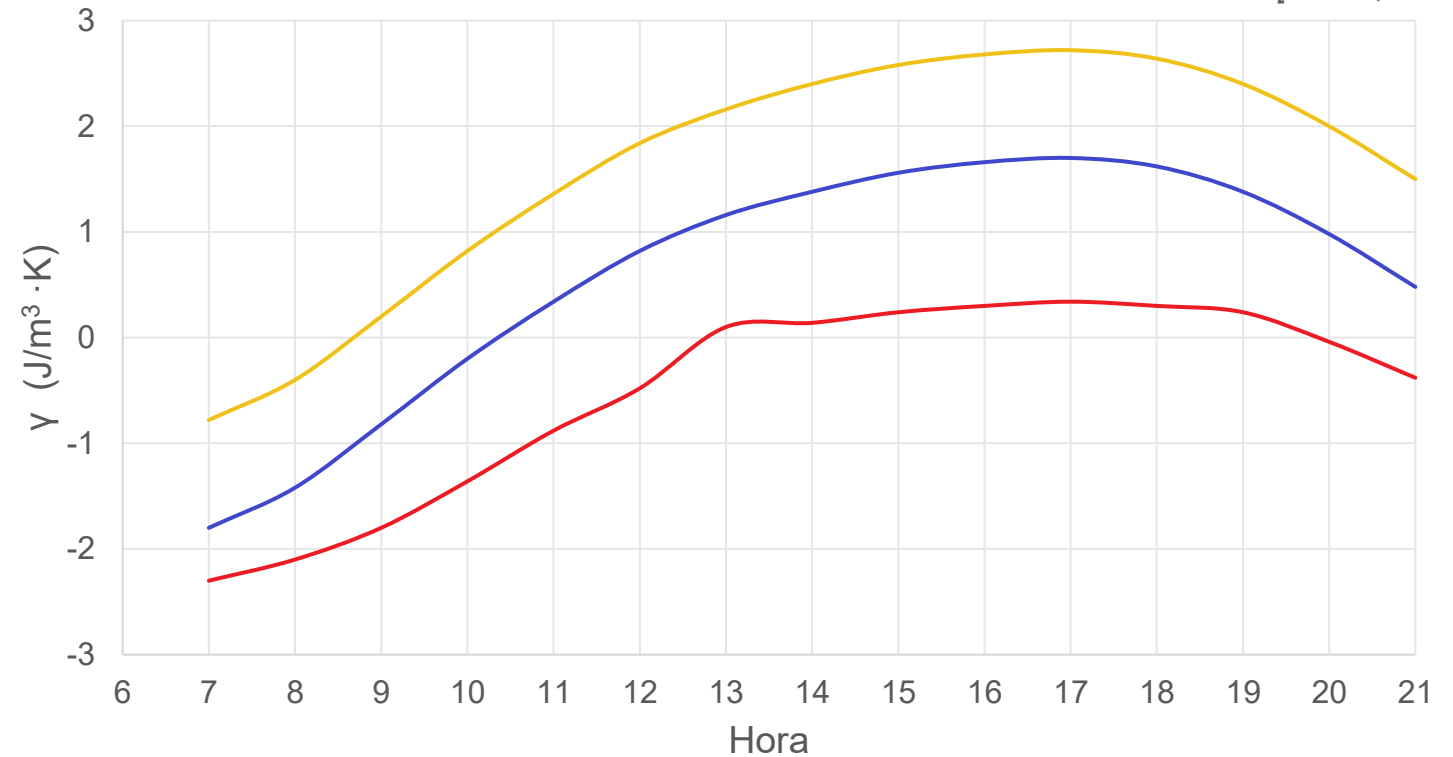
Otras estancias:

El valor de γ depende de la región geográfica. Aquí solo se enumeran las regiones geográficas francesas:

Zona A: Mitad norte de Francia (excluida la Bretaña occidental)

Zona B: Bretaña occidental

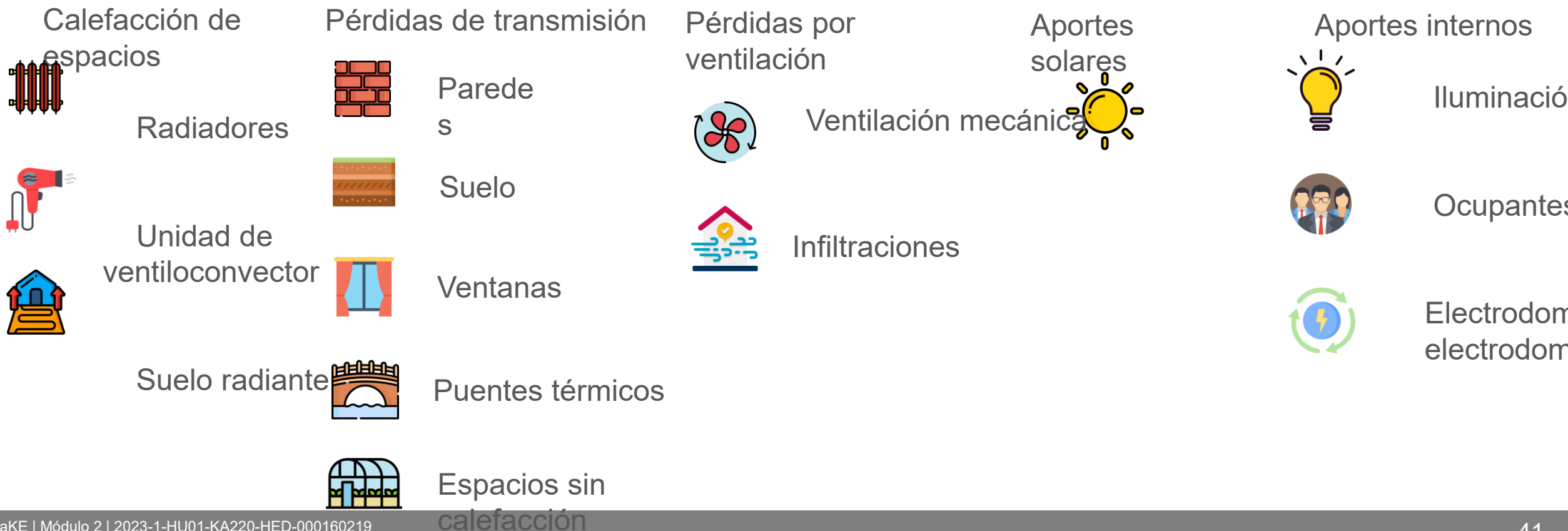
Zona C: Mitad sur de Francia



— Ventil Zona A — Ventil Zona B — Ventil Zona C

4. Norma europea

$$\dot{Q}_{sh} = \dot{Q}_t + \dot{Q}_v - [\dot{Q}_s + \dot{Q}_i]$$



5. Demanda de refrigeración de espacios

$$\dot{Q}_w = \dot{Q}_{ext,wall} + \dot{Q}_{window,frame}$$

$$\dot{Q}_{ext,wall} = U S (T_{e,v} - T_{indoor})$$

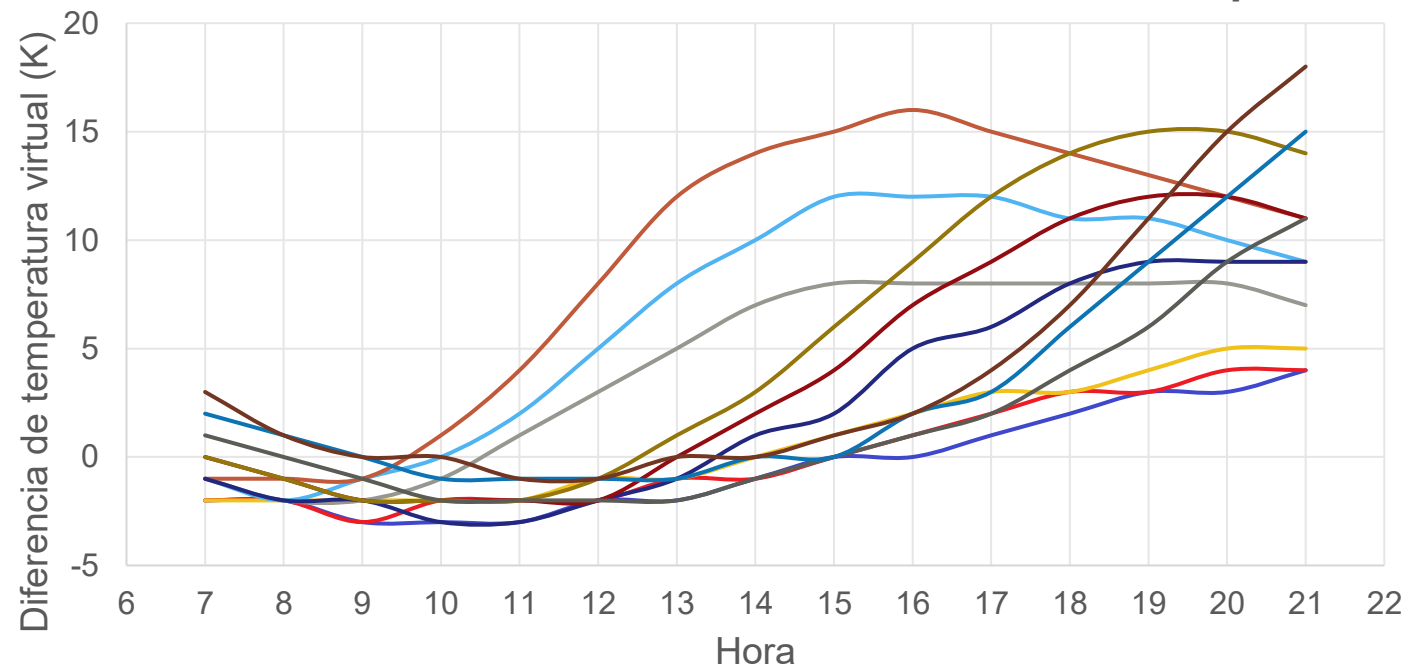
$$U = \frac{U_0}{1 + 0,14 U_0}$$

: Resistencia térmica superficial de la pared calculada para la calefacción de espacios

Diferencia de temperatura virtual
Dependiendo de la zona climática, la hora, la orientación, el tipo y el color de la pared

Para una pared clásica en la zona A

[AICVF, 1999]



N-light N-media N-oscuro E-claro E-medio E-oscuro
S-claro S-medio S-oscuro W-claro W-medio W-oscuro

5. Demanda de refrigeración de espacios

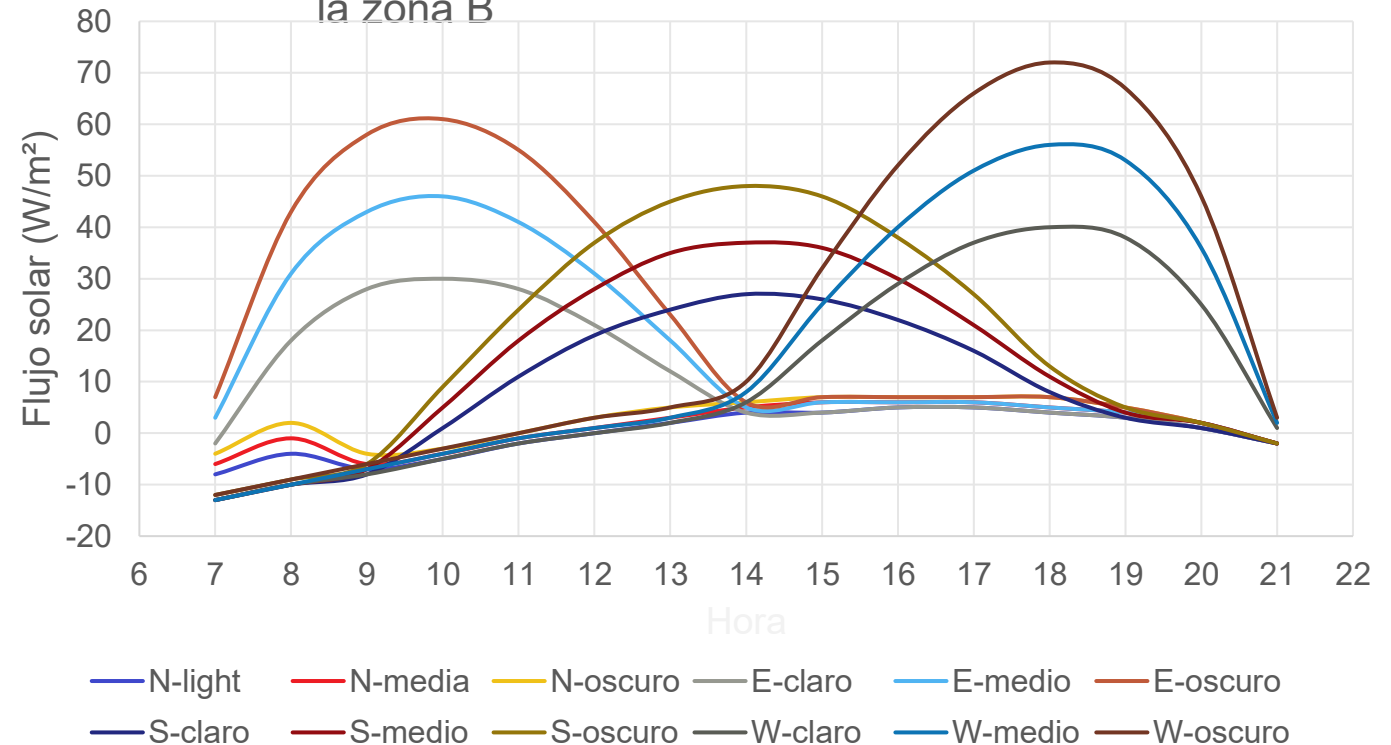
$$\dot{Q}_w = \dot{Q}_{ext,wall} + \dot{Q}_{window,frame}$$

$$\dot{Q}_{window,frame} = S \varphi_{window,frame}$$

$$S = S_{window} * B_v$$

Marco	Porcentaje de la superficie de la ventana (%)	
	Transparente (acristalamiento)	Opaco (marco)
Metálico	75	25
Plástico	60	40
Madera	55	45

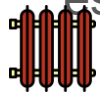
Para un marco de ventana de plástico en la zona B



4. Norma europea

$$\dot{Q}_{sh} = \dot{Q}_t + \dot{Q}_v - [\dot{Q}_s + \dot{Q}_i]$$

Calefacción de espacios



Radiadores



Unidad de ventiloconvector



Suelo radiante



Puentes térmicos

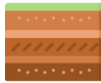


Espacios sin calefacción

Pérdidas de transmisión



Paredes



Suelo



Ventanas



Puentes térmicos



Espacios sin calefacción

Pérdidas por ventilación



Ventilación mecánica



Infiltraciones

Aportes solares



Aportes internos



Iluminación



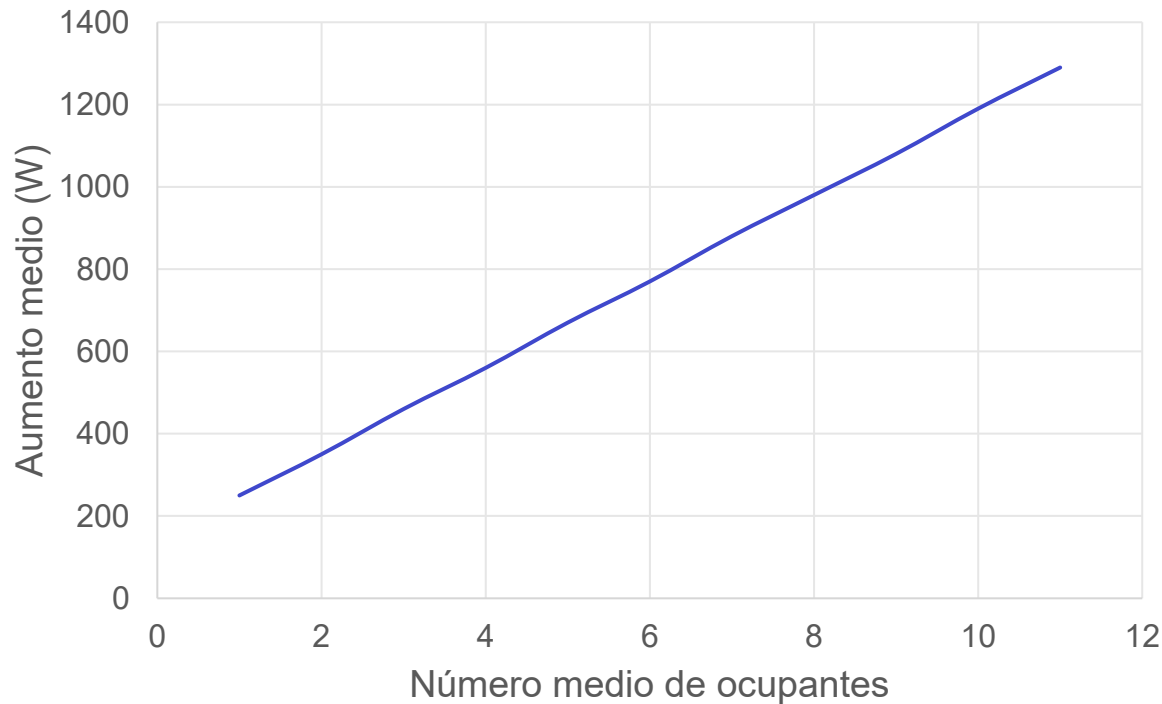
Ocupantes



Electrodom
electrodom

5. Demanda de refrigeración de espacios

$$\dot{Q}_i = \sum_{Room} \dot{Q}_{nbr,occ} \frac{S_{room}}{S_{tot}}$$



Incluida

Ganancias internas



Luces



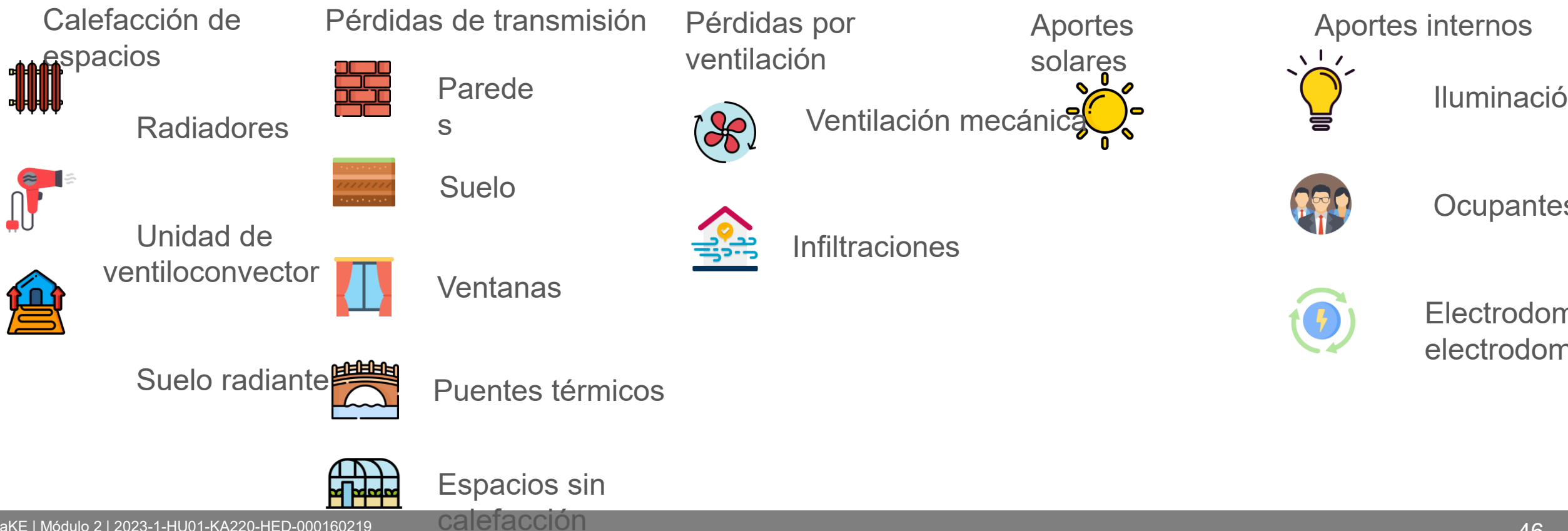
Ocupantes



Electrodomésticos

4. Norma europea

$$\dot{Q}_{sh} = \dot{Q}_t + \dot{Q}_v - [\dot{Q}_s + \dot{Q}_i]$$



6. Simulación energética de edificios



Bibliografía

- <https://episcopes.eu/building-typology/>
- Eficiencia energética de los edificios. Método para el cálculo de la carga térmica de diseño. Parte 1: Carga de calefacción de espacios, Módulo M3-3, EN 12831, 2017
- Ministerio de la Transición Ecológica, Guía RE2020: Normativa medioambiental para edificios de nueva construcción, 2024
- Diseño de instalaciones de climatización y aire acondicionado, R. Casari, AICVF, 1999
- *Decreto de 24 de marzo de 1982 relativo a la ventilación de las viviendas,*
<https://www.legifrance.gouv.fr/loda/id/JORFTEXT0000000862344/>



¡Gracias!

Módulo 2.2: Demanda de calefacción y refrigeración de espacios
SHaKE – Compartir calor y conocimientos sobre comunidades energéticas

<https://www.shakeproject-dhc.eu/>

Desarrollado por Mines Paris – PSL
Antoine Fabre | antoine.fabre@minesparis.psl.eu
Pascal Stabat | pascal.stabat@minesparis.psl.eu

