



**Bienvenidos**



- **Orientación al Cliente**
- **Compromiso**
- **Integridad**
- **Búsqueda del bien común**
- **Afán de superación**



# Calefacción

Febrero 2019  
Versión 02

Presentaciones  
**2019**

Suelo radiante y de madera  
Una combinación idónea y eficiente



Suelo radiante y de madera  
Una combinación idónea y eficiente



Soluciones  
SUELO RADIANTE

**Satisfacer** la **DEMANDA ENERGETICA** en **CALEFACCION/REFRIGERACION**

que necesita una **vivienda** para que las **personas** que la habitan lo hagan **confortablemente**.

Confort térmico





**El confort térmico** es un **concepto** subjetivo que expresa el bienestar físico y psicológico del individuo cuando las condiciones de temperatura, humedad y movimiento del aire son favorables a la actividad que desarrolla.



Suelo radiante y de madera  
Una combinación idónea y eficiente



## Satisfacer la **DEMANDA ENERGETICA** en **CALEFACCION/REFRIGERACION**

que necesita una **vivienda** para que las **personas** que la habitan lo hagan confortablemente.

Con una **instalación** de **CALEFACCION/REFRIGERACION**:

- Un sistema de producción de calor/frío
- Un sistema de emisión por medio de elementos terminales (Radiadores, suelo radiante/refrescante, rejillas de impulsión para aire, ...)
- Un sistema de control





Suelo radiante y de madera  
Una combinación idónea y eficiente



## Satisfacer la **DEMANDA ENERGETICA** en **CALEFACCION/REFRIGERACION**

que necesita una **vivienda** para que las **personas** que la habitan lo hagan confortablemente.

Con una **instalación** de **CALEFACCION/REFRIGERACION**:

- Un sistema de producción de calor/frío
- Un sistema de emisión por medio de elementos terminales (Radiadores, suelo radiante/refrescante, rejillas de impulsión para aire, ...)
- Un sistema de control





**Nº Proyecto:**

**Proyecto:**

**Cliente:**

**Fecha:**

06/07/2018

**Responsable Técnico:**

**Responsable Comercial:**



## 1. CÁLCULO DE CARGAS TÉRMICAS

### 1.1 Datos de partida

Para realizar el cálculo de cargas térmicas se han utilizado los datos de partida detallados a continuación.

#### 1.1.1 Datos generales

- Población y provincia: Pozuelo de Alarcón (Madrid)
- Zona climática: D
- Tipo de vivienda: Vivienda Unifamiliar
- Orientación del edificio:
- Temperatura interior de diseño: 20°C

#### 1.1.2 Cerramientos

A continuación, se detallan los cerramientos utilizados en el proyecto.

Trasmitancia límite de suelo:  $K= 0,49 \text{ [W/m}^2 \text{ K]}$

Trasmitancia límite de cubierta:  $K= 0,38 \text{ [W/m}^2 \text{ K]}$

Trasmitancia límite de muros de fachada:  $K= 0,66 \text{ [W/m}^2 \text{ K]}$

Medianeras:  $K=1 \text{ [W/m}^2 \text{ K]}$

#### 1.1.3 Ventanas

Las ventanas utilizadas en este proyecto llevan marco de aluminio y cristal doble con cámara de aire de 10mm. Las características del cristal son las siguientes:

- Doble vidrio 6 – 10 – 6.
- $K= 3,1 \text{ [W/m}^2 \text{ K]}$

#### 1.1.4 Puertas

Las puertas utilizadas en este proyecto son de madera: ( $K=2,2 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ )

Todos los datos indicados en este apartado han sido supuestos por Orkli al no definir el cliente los mismos.



# Estudio de cargas térmicas

## La demanda térmica



CALEFACCION

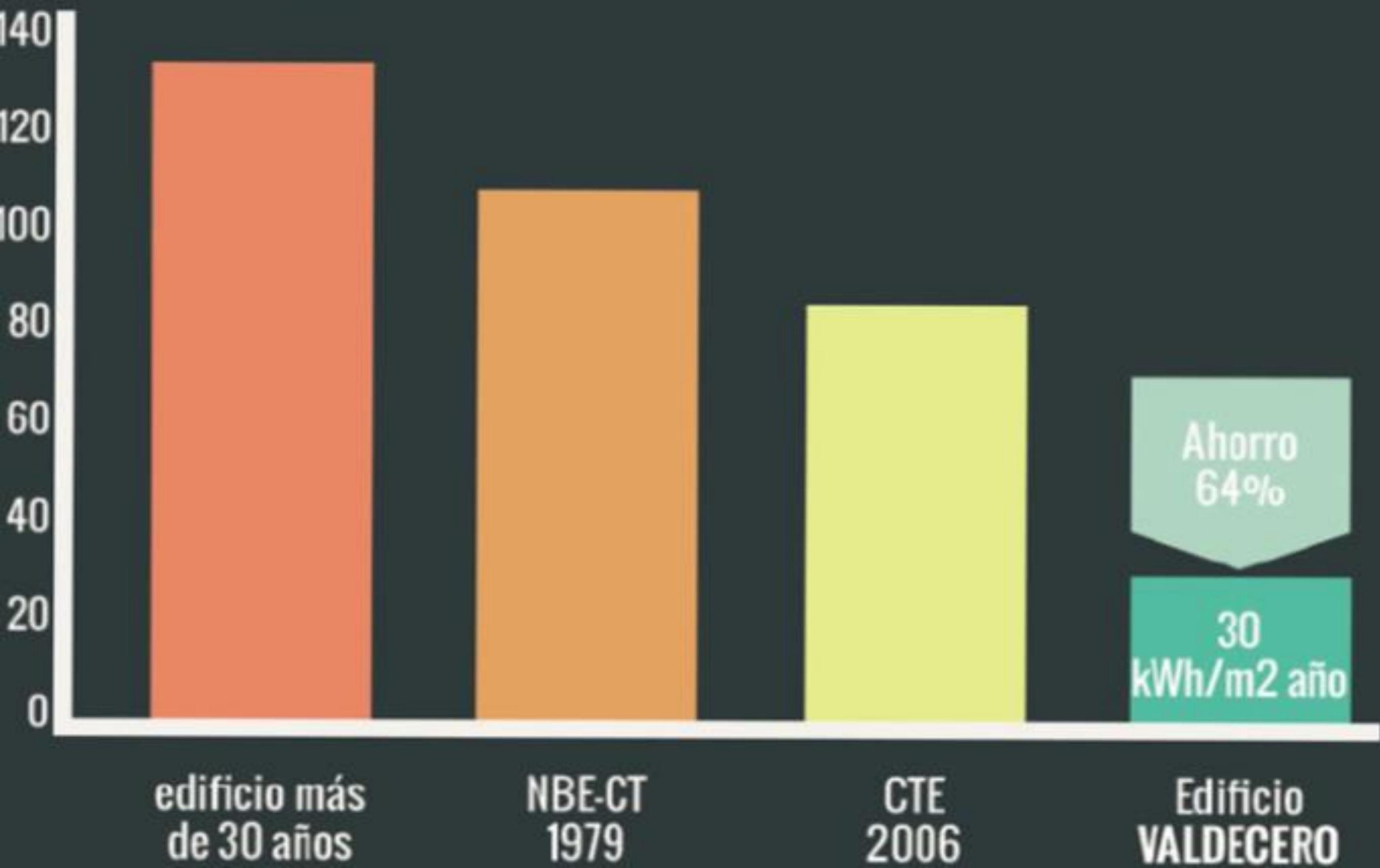


Soluciones  
SUELO RADIANTE

Cod. Esp.	Descripción	Zona	S m <sup>2</sup>	Calefacción		Refrigeración	
				Q <sub>Nf</sub> W	q W/m <sup>2</sup>	Q <sub>Nf</sub> W	q W/m <sup>2</sup>
P.S. - 1	Dormitorio (Serv.)	Calefactada	9,92	491	49,5	507	51,1
P.S. - 2	Baño (Serv.)	Calefactada	5,31	387	72,9	278	52,4
P.S. - 3	C. Lavado	Calefactada	6,06	426	70,3	350	57,8
P.S. - 4	Distribuidor P.S.	Calefactada	7,69	487	63,3	336	43,7
P.B. - 1	Cocina	Calefactada	26,70	1.284	48,1	1.390	52,1
P.B. - 2	Salón Comedor	Calefactada	51,33	2.538	49,4	2.567	50,0
P.B. - 3	Sala de Estar	Calefactada	22,32	1.545	69,2	2.540	113,8
P.B. - 4	Despacho	Calefactada	6,30	374	62,1	651	67,0
P.B. - 5	Ropero	No Calefactada					
P.B. - 6	Baño (P.B.)	Calefactada	4,06	425	104,7	444	109,4
P.B. - 7	Entrada	No Calefactada					
P.B. - 8	Distribuidor (P.B.)	No Calefactada					
P.1. - 1	Dormitorio 01	Calefactada	15,56	1.165	95,0	2.193	140,9
P.1. - 10	Baño - Sauna	Calefactada	12,78	942	73,7	1.559	122,0
P.1. - 11	Ropero	No Calefactada					
P.1. - 2	Dormitorio 02	Calefactada	19,04	1.088	57,1	1.231	64,6
P.1. - 3	Dormitorio 03	Calefactada	19,04	994	52,2	1.208	63,4
P.1. - 4	Dormitorio 04	Calefactada	38,13	2.516	66,0	2.576	67,6
P.1. - 5	Distribuidor (P1)	No Calefactada					
P.1. - 6	Baño (D1)	Calefactada	6,27	672	107,2	498	79,5
P.1. - 7	Baño (D2)	Calefactada	3,77	286	75,7	231	61,2
P.1. - 8	Baño (D3)	Calefactada	3,77	285	75,7	231	61,2
P.1. - 9	Baño (D4)	No Calefactada					

# DEMANDA DE CALEFACCIÓN

Edificio de viviendas en el área de Madrid  
(kWh/m<sup>2</sup> año)



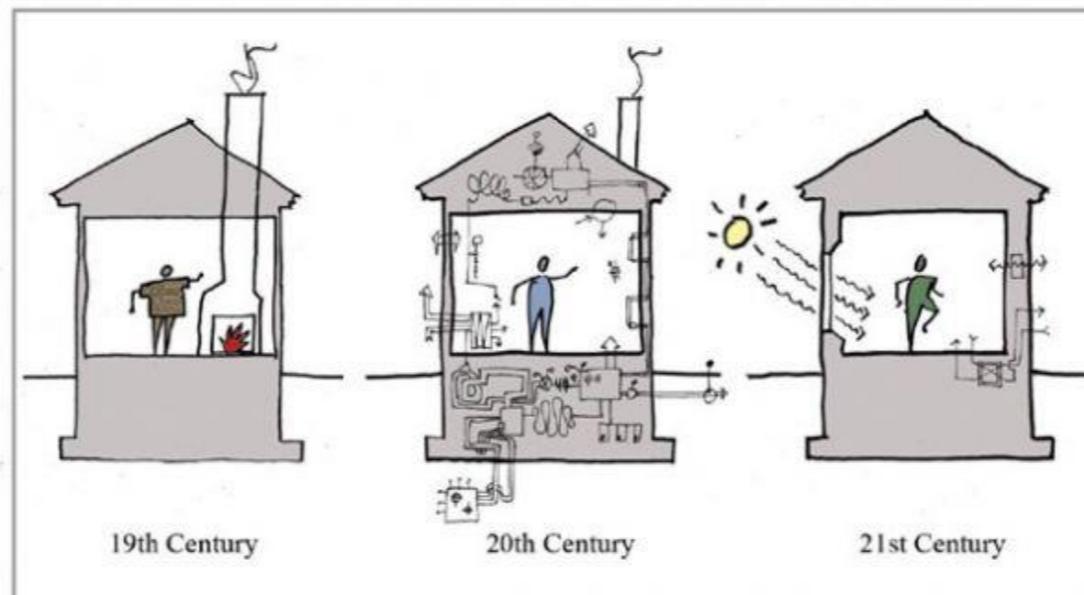
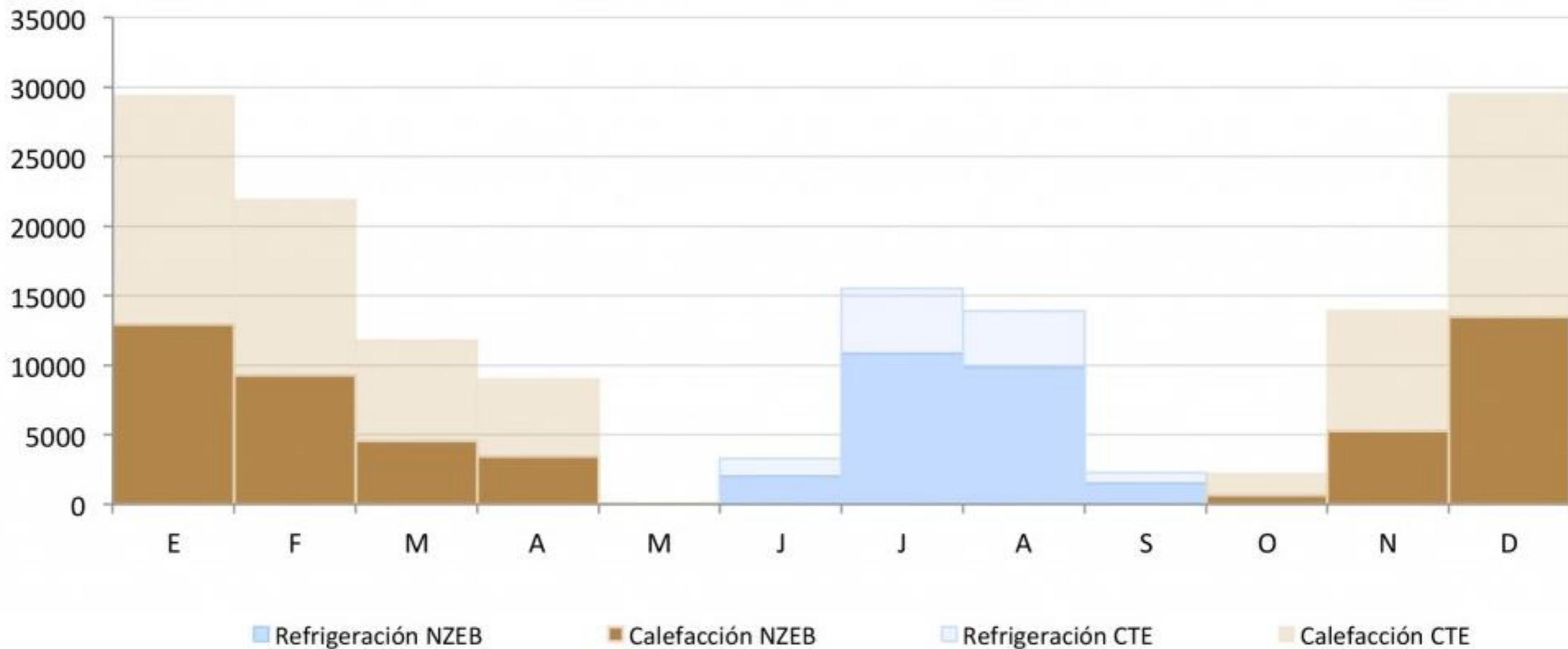


image source: Albert, Righter and Tittmann Architects

**Kwha**



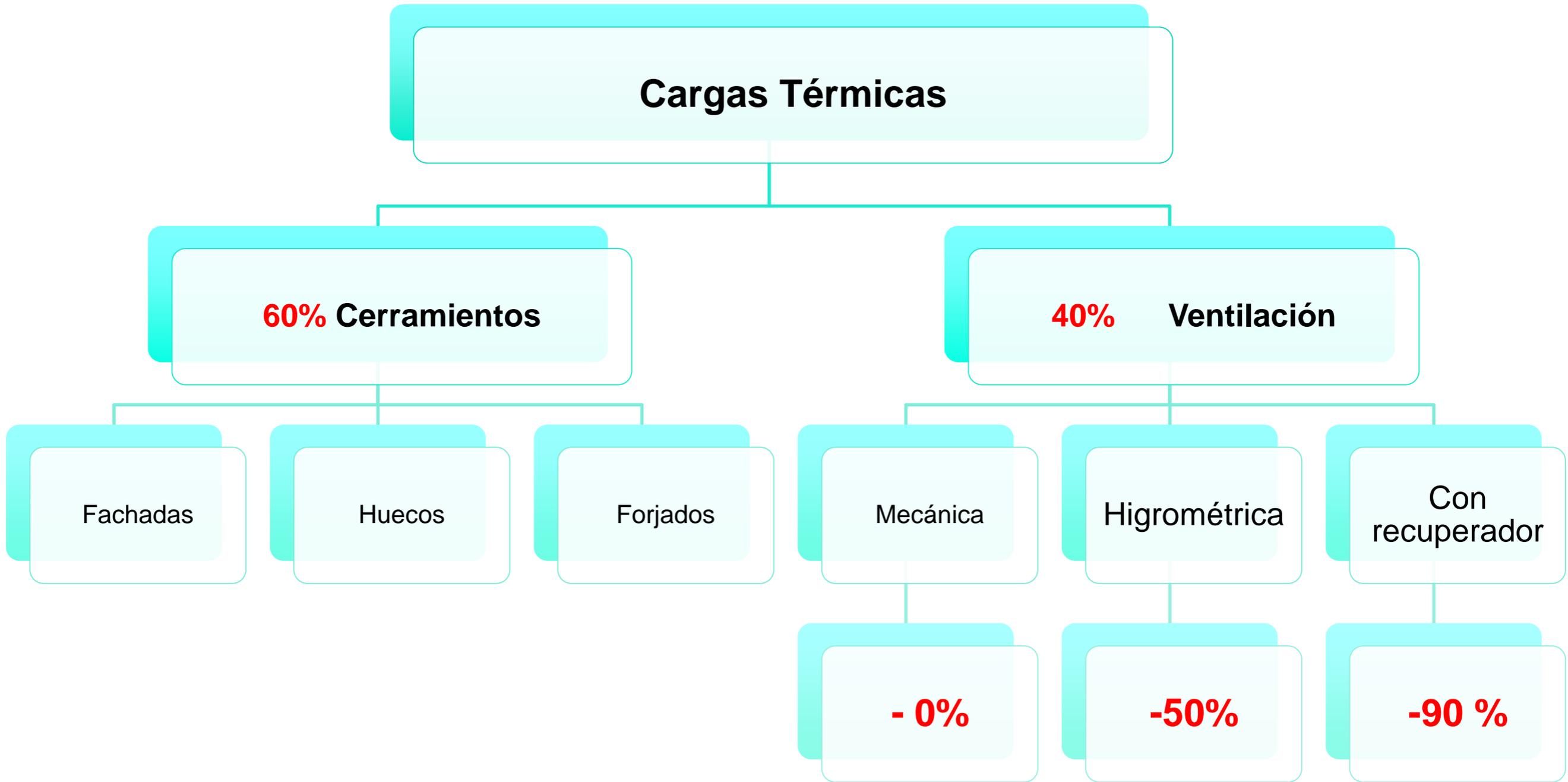


# Estudio de cargas térmicas

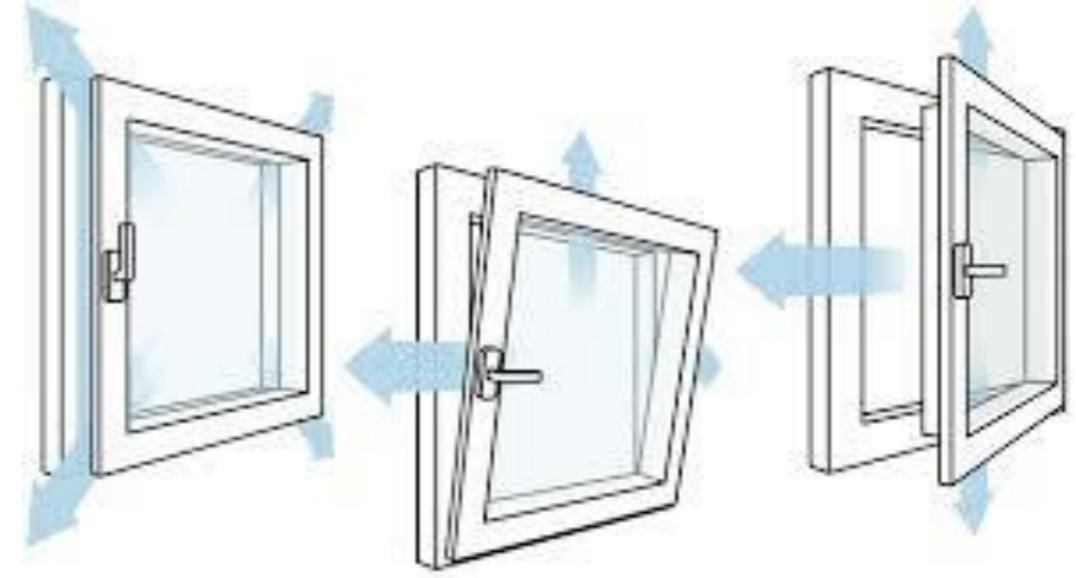
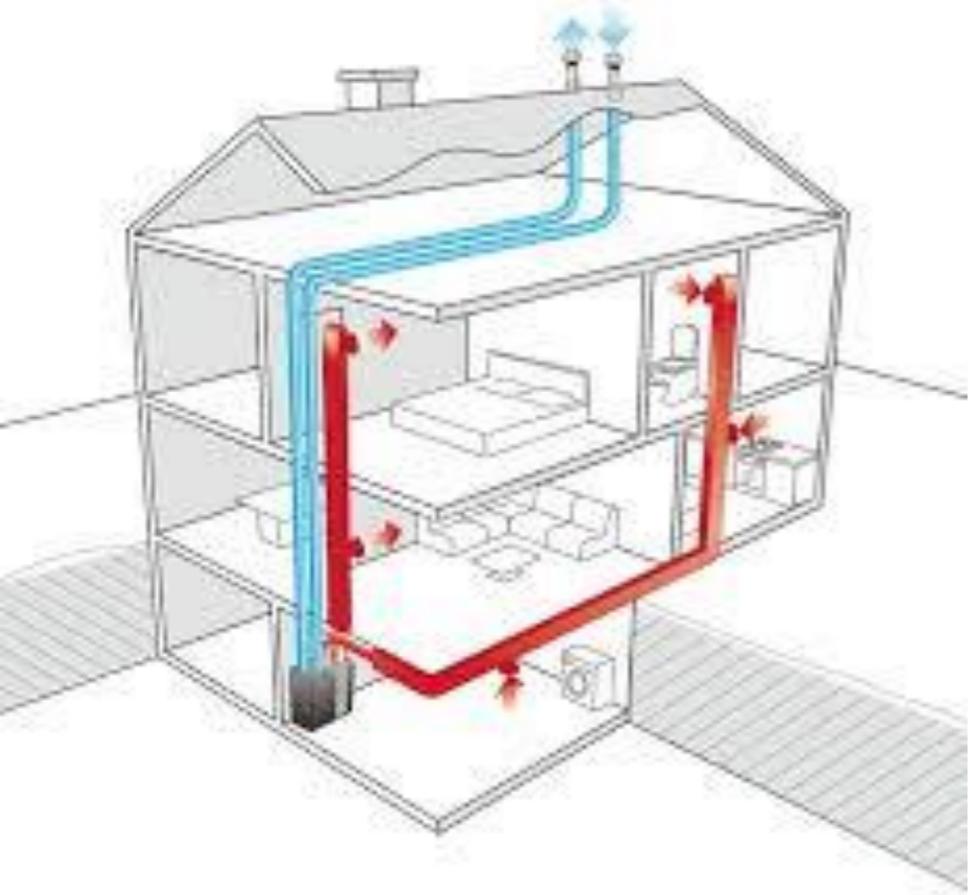
## La demanda térmica



CALEFACCION









Suelo radiante y de madera  
Una combinación idónea y eficiente



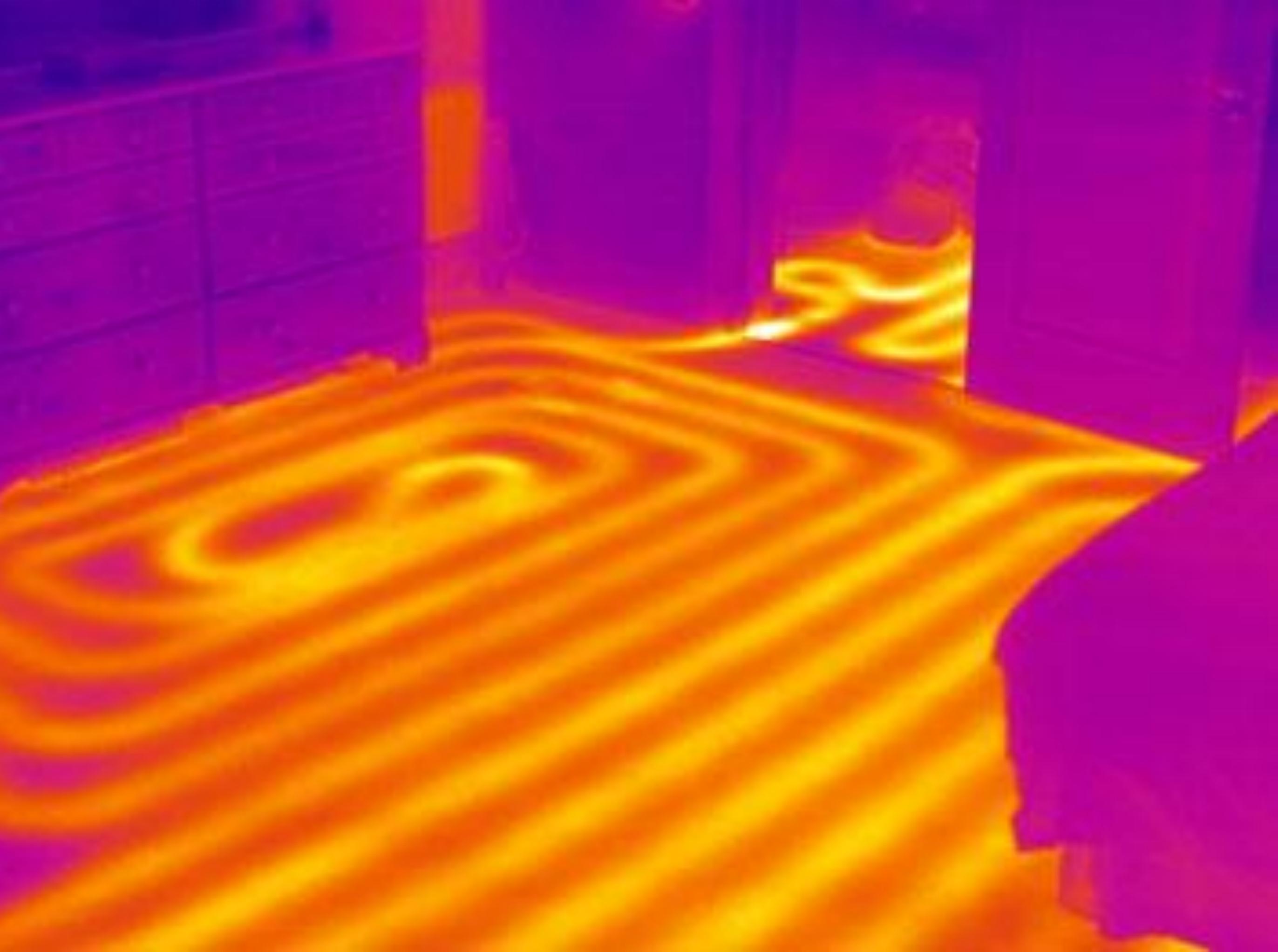
**Satisfacer** la **DEMANDA ENERGETICA** en **CALEFACCION/REFRIGERACION**

que necesita una **vivienda** para que las **personas** que la habitan lo hagan **confortablemente**

con una **instalación** de **CALEFACCION/REFRIGERACION** que incorpora como

**sistema emisor SUELO RADIANTE REFRESCANTE**









## Norma UNE-EN 56810

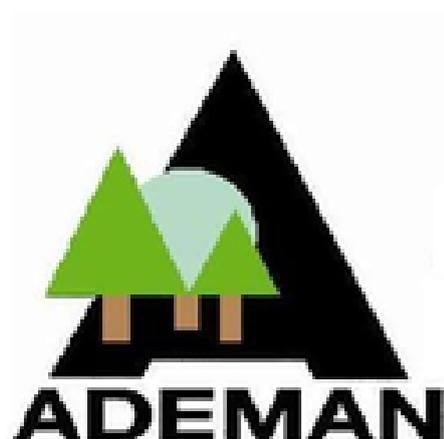


### UNE 56810:2013

Suelos de madera. Colocación. Especificaciones.

Wood flooring. Installation. Specifications

Planchers en bois. Pose. Spécifications



<b>11</b>	<b>ESPECIFICACIONES PARA LA COLOCACIÓN DE PARQUET SOBRE SUELOS CON SISTEMAS DE CLIMATIZACIÓN (CALEFACCIÓN, REFRIGERACIÓN)</b> .....	<b>19</b>
11.1	Generalidades .....	19
11.2	Sistemas de colocación de parquet recomendados .....	19
11.3	Recomendaciones generales.....	19
11.4	Humedad de la solera. Protocolo de secado .....	19
11.5	Grosor de la solera .....	20
11.6	Resistencia térmica del parquet y subcapas .....	20
11.7	Temperatura de operación .....	20



## Norma **UNE-EN 1264**

**UNE-EN-1264-2012 – Parte 1 – *Definiciones y símbolos***

**UNE-EN-1264-2009 – Parte 2 – *Métodos para la determinación de la emisión térmica de los suelos radiantes por cálculo y ensayo***

**UNE-EN-1264-2010 – Parte 3 – *Dimensionamiento***

**UNE-EN-1263-2010 – Parte 4 – *Instalación***

**UNE-EN-1264-2099 – Parte 5 – *Suelos, techos y paredes radiantes***

El concepto de **UNE – EN 1264**



# Potencia térmica de un sistema de SR

## VARIABLES QUE AFECTAN A LA POTENCIA TÉRMICA



Soluciones  
SUELO RADIANTE

La **potencia térmica** de un sistema de suelo radiante está determinada por:

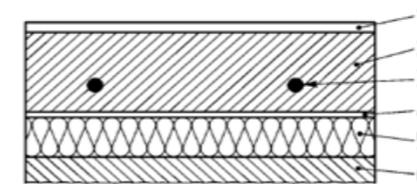
- El tipo de estructura de calefacción/refrigeración radiante



**Sabías que...**

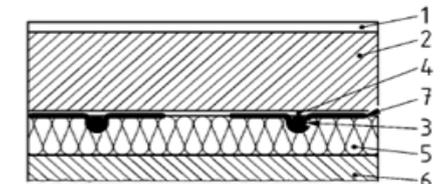
La norma **UNE EN 1264** distingue *sistemas con los tubos dentro del pavimento* de **tipo A** y **tipo C**, son sistemas con los tubos de calefacción/refrigeración totalmente integrados en el pavimento; *Sistemas con los tubos debajo del pavimento* de **tipo B**, son sistemas con tubos de calefacción/refrigeración situados con placas de difusión en la capa de aislamiento térmico debajo del pavimento; *Sistemas con elementos de superficie (secciones planas)* **tipo D**, son sistemas de placas con secciones hueca actuando como canales de agua.

**Sistemas tipo A: Tubo dentro del pavimento**



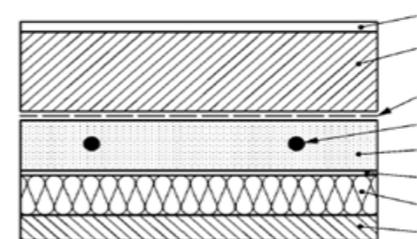
1. Recubrimiento del suelo
2. Capa de carga de peso y de difusión térmica (Pavimento)
3. Tubo de calefacción/refrigeración
4. Capa protectora
5. Capa aislante
6. Base estructural

**Sistemas tipo B: Tubo debajo del pavimento**



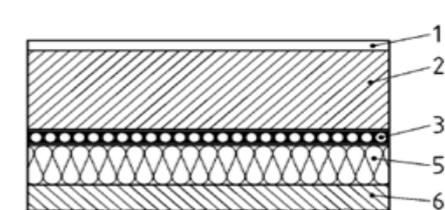
1. Recubrimiento del suelo
2. Capa de carga de peso (Madera y pavimento)
3. Tubo de calefacción/refrigeración
4. Capa protectora
5. Capa aislante
6. Base estructural
7. Dispositivo de difusión de calor

**Sistemas tipo C: Tubo dentro del pavimento**

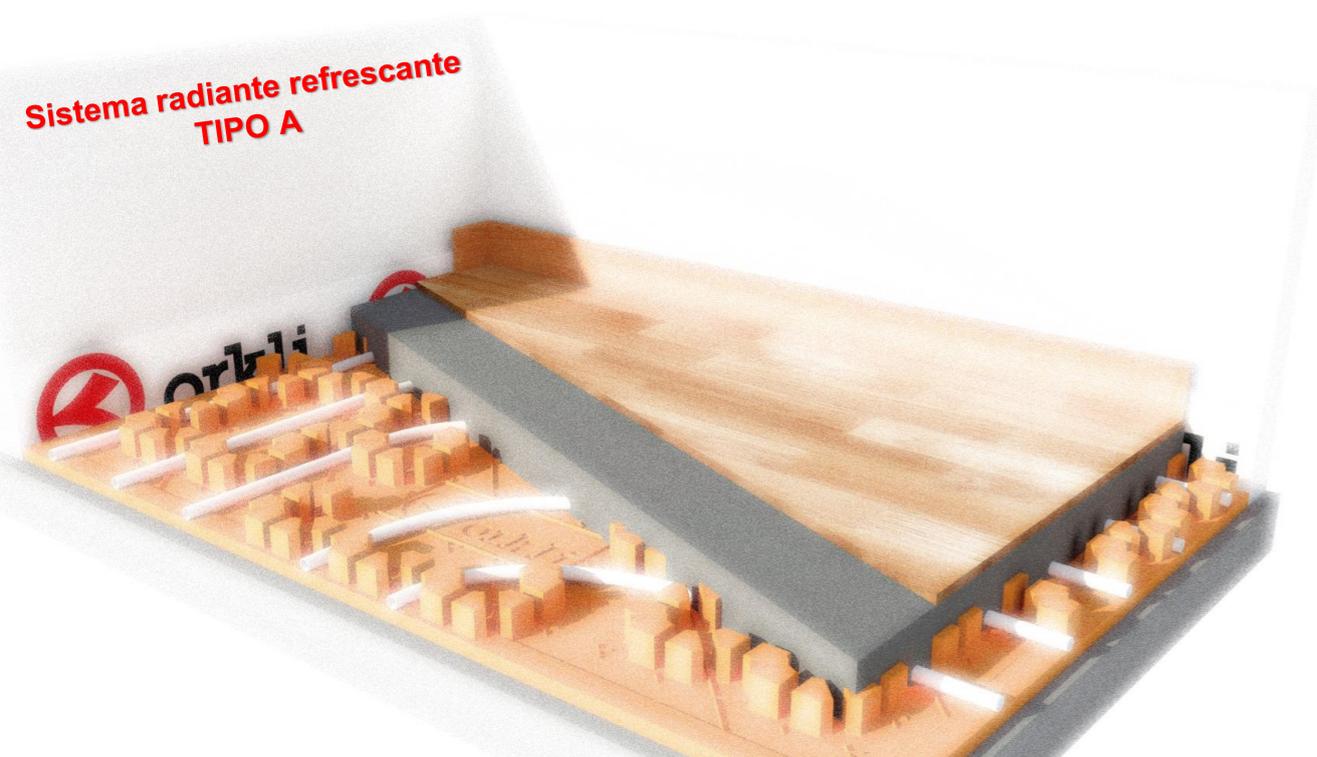


1. Recubrimiento del suelo
2. Capa de carga de peso y de difusión térmica (Pavimento)
3. Tubo de calefacción/refrigeración
4. Capa protectora
5. Capa aislante
6. Base estructural
8. Doble capa separadora
9. Ajuste de pavimento

**Sistemas tipo D: Sistemas con sección plana**



1. Recubrimiento del suelo
2. Capa de carga de peso y de difusión térmica (Pavimento)
3. Elemento de superficie
5. Capa aislante
6. Base estructural





# Potencia térmica de un sistema de SR

## Variables que afectan a la potencia térmica



Soluciones  
SUELO RADIANTE

La **potencia térmica** de un sistema de suelo radiante está determinada por:

- El tipo de estructura de calefacción/refrigeración radiante
- La conductividad térmica de la **capa de difusión**

○ Placa o losa de cemento	1,2	W(m . K)
○ Placa de Anhidrita	1,2	W(m . K)
○ Dispositivo de difusión térmica de aluminio	200,0	W(m . K)
○ Dispositivo de difusión térmica de acero	52,0	W(m . K)
○ Hormigón	1,9	W(m . K)

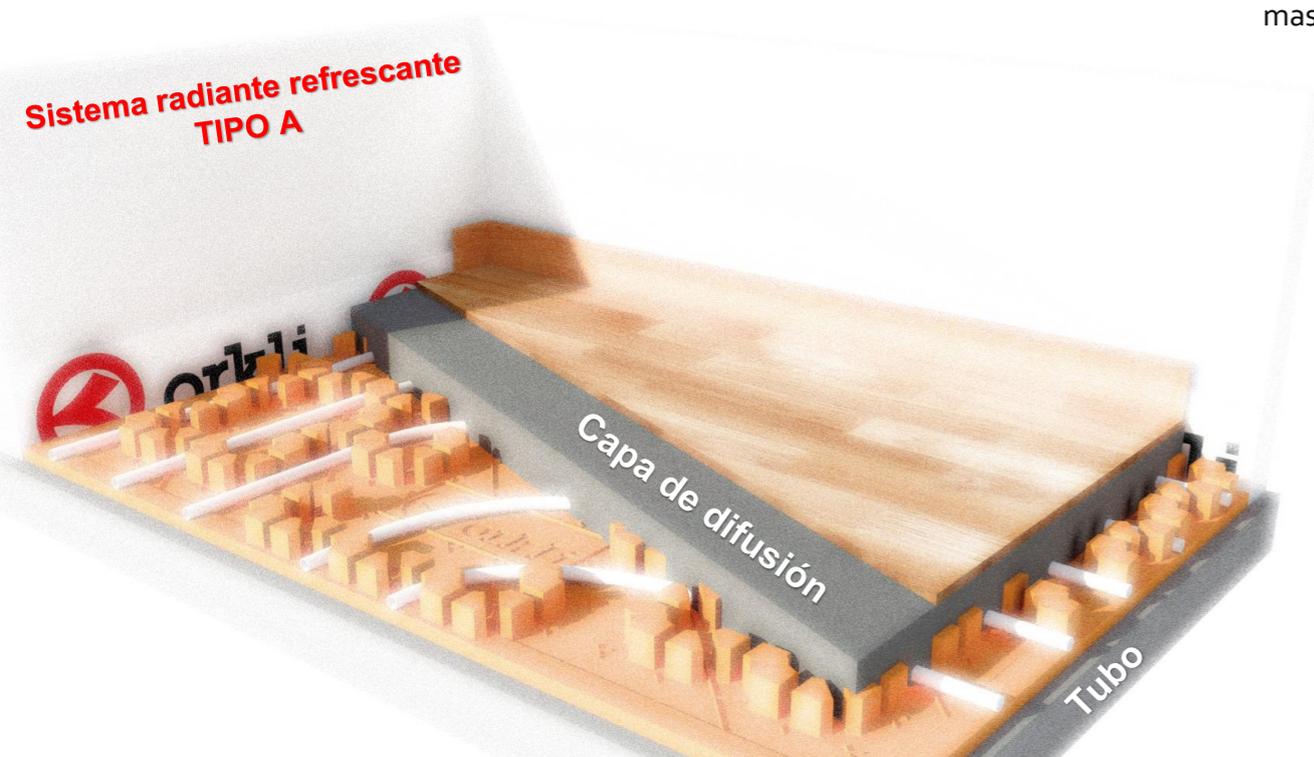
- La conductividad térmica del **tubo**

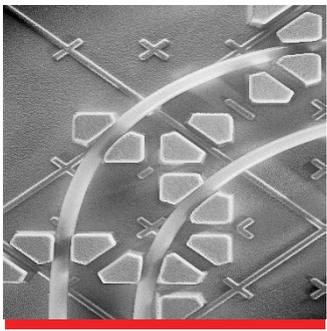
○ Tubo PB	0,22	W(m . K)
○ Tubo PE – X (HDX, MDX)	0,35	W(m . K)
○ Tubo PE-RT	0,35	W(m . K)
○ Tubo de cobre	52,00	W(m . K)



Sabías  
que...

La **Conductividad térmica** es una medida de la capacidad de un material para conducir el calor a través de su masa. *Para un elemento difusor de un sistema de suelo radiante **CUANTO MAS MEJOR***





# Potencia térmica de un sistema de SR

## Variables que afectan a la potencia térmica



Soluciones  
SUELO RADIANTE

La **potencia térmica** de un sistema de suelo radiante está determinada por:

- El tipo de estructura de calefacción/refrigeración radiante
- La conductividad térmica de la **capa de difusión**

○ Placa o losa de cemento	1,2	W(m . K)
○ Placa de Anhidrita	1,2	W(m . K)
○ Dispositivo de difusión térmica de aluminio	200,0	W(m . K)
○ Dispositivo de difusión térmica de acero	52,0	W(m . K)
○ Hormigón	1,9	W(m . K)

- La conductividad térmica del **tubo**

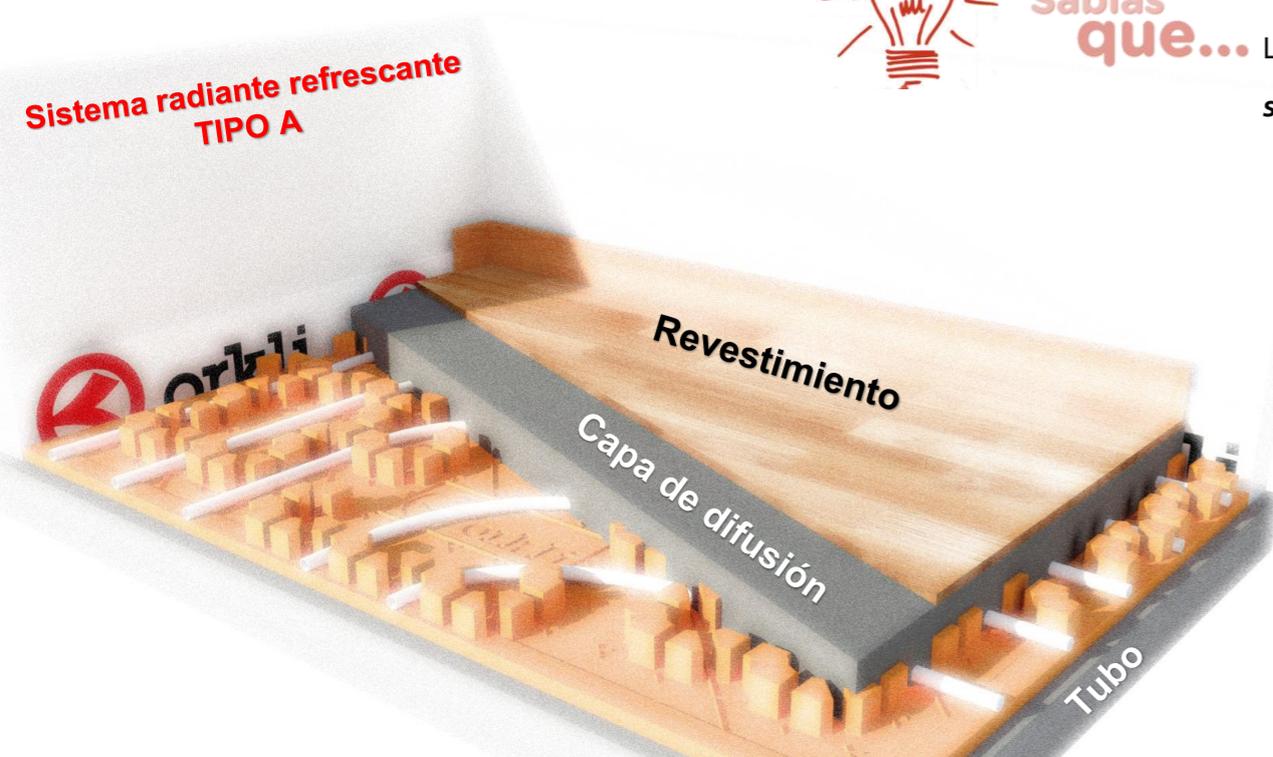
○ Tubo PB	0,22	W(m . K)
○ Tubo PE – X (HDX, MDX)	0,35	W(m . K)
○ Tubo PE-RT	0,35	W(m . K)
○ Tubo de cobre	52,00	W(m . K)

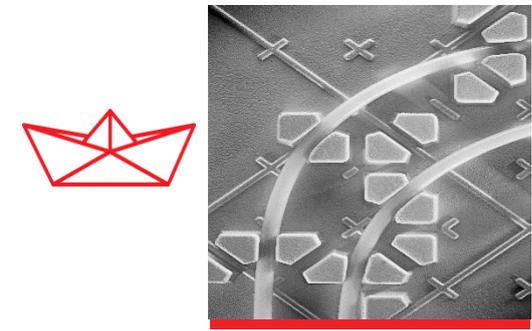
- La resistencia térmica del **revestimiento** del suelo



Sabías  
que...

La **Resistencia térmica** es la inversa de la conductividad térmica. *Para un elemento difusor de sistema de suelo radiante **CUANTO MENOS MEJOR***





# Potencia térmica de un sistema de SR

## Variables que afectan a la potencia térmica



Soluciones  
SUELO RADIANTE

La **potencia térmica** de un sistema de suelo radiante está determinada por:

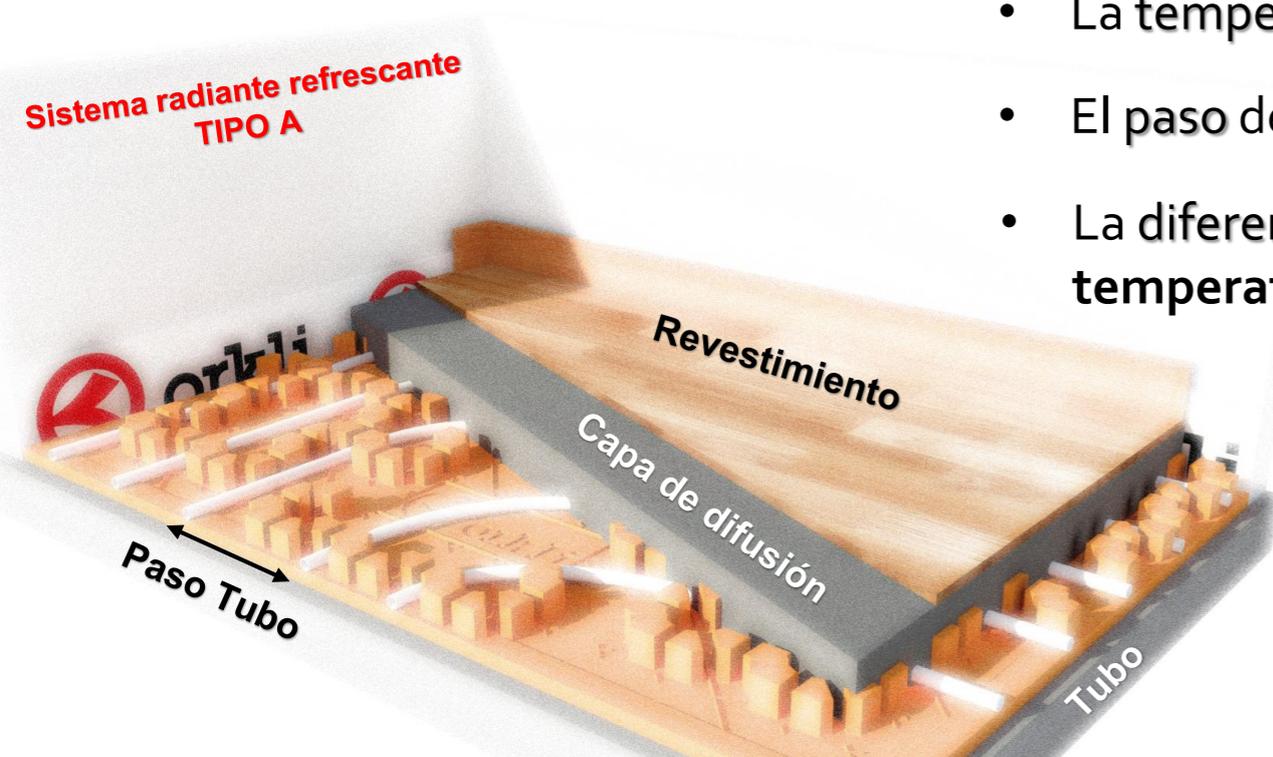
- El tipo de estructura de calefacción/refrigeración radiante
- La conductividad térmica de la **capa de difusión**

○ Placa o losa de cemento	1,2	W(m . K)
○ Placa de Anhidrita	1,2	W(m . K)
○ Dispositivo de difusión térmica de aluminio	200,0	W(m . K)
○ Dispositivo de difusión térmica de acero	52,0	W(m . K)
○ Hormigón	1,9	W(m . K)

- La conductividad térmica del **tubo**

○ Tubo PB	0,22	W(m . K)
○ Tubo PE – X (HDX, MDX)	0,35	W(m . K)
○ Tubo PE-RT	0,35	W(m . K)
○ Tubo de cobre	52,00	W(m . K)

- La resistencia térmica del **revestimiento** del suelo
- La temperatura de impulsión
- El paso del **tubo**
- La diferencia entre la **temperatura ambiente** de la estancia y la **temperatura media del fluido**



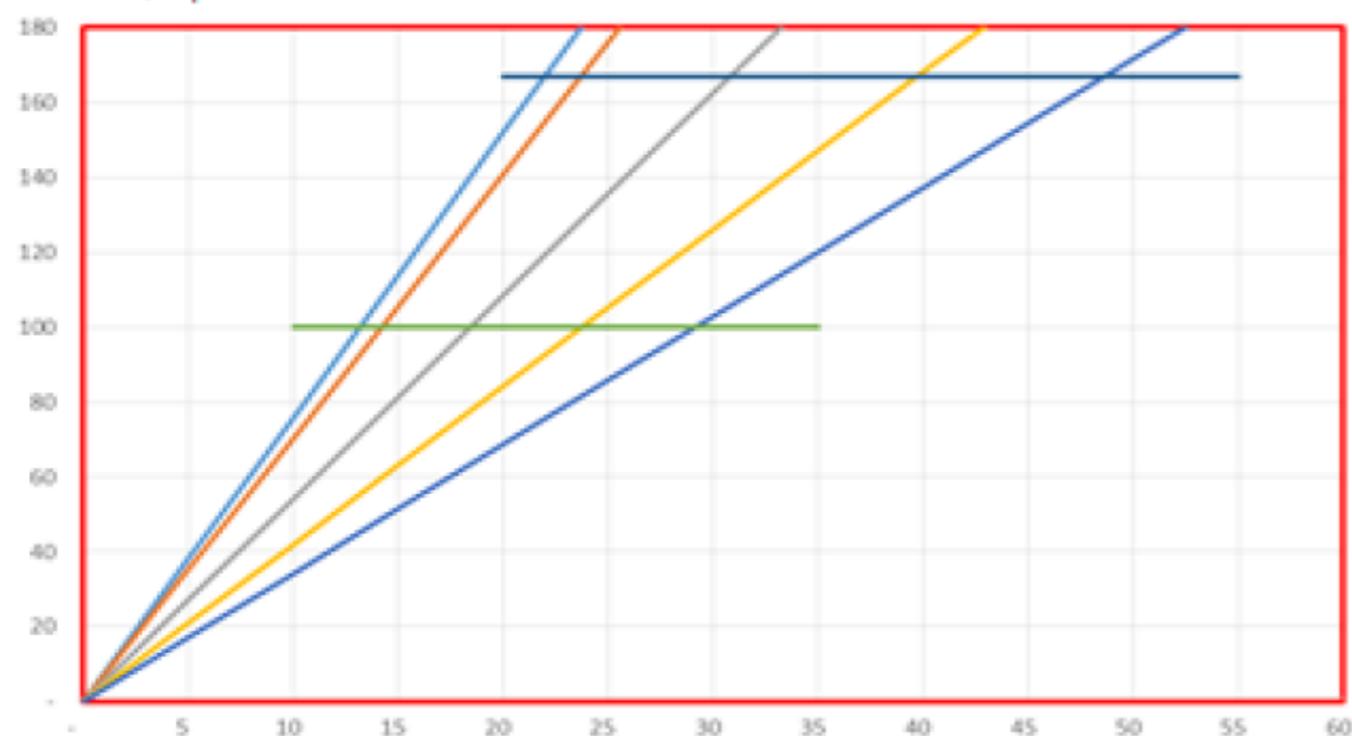
### Curvas características y curvas límite

T = 0,050 m

Invierno

$S_v = 0,045 \text{ m}$   $\lambda_e = 1,2 \text{ W/m}\cdot\text{K}$  Tubo  $\varnothing 16 \times 2$

$R_{\lambda,B} \text{ (m}^2 \cdot \text{K/W)} =$  0 0,01 0,05 0,10 0,15



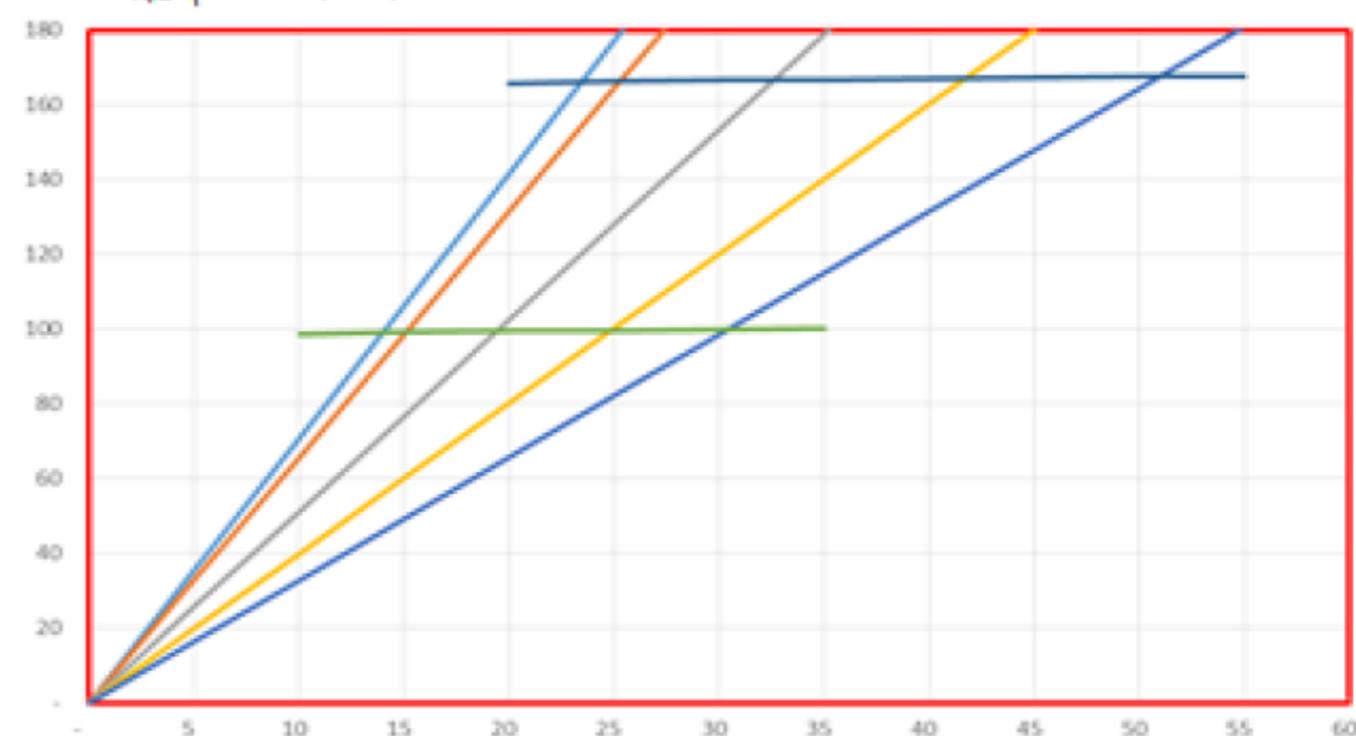
### Curvas características y curvas límite

T = 0,075 m

Invierno

$S_v = 0,045 \text{ m}$   $\lambda_e = 1,2 \text{ W/m}\cdot\text{K}$  Tubo  $\varnothing 16 \times 2$

$R_{\lambda,B} \text{ (m}^2 \cdot \text{K/W)} =$  0 0,01 0,05 0,10 0,15



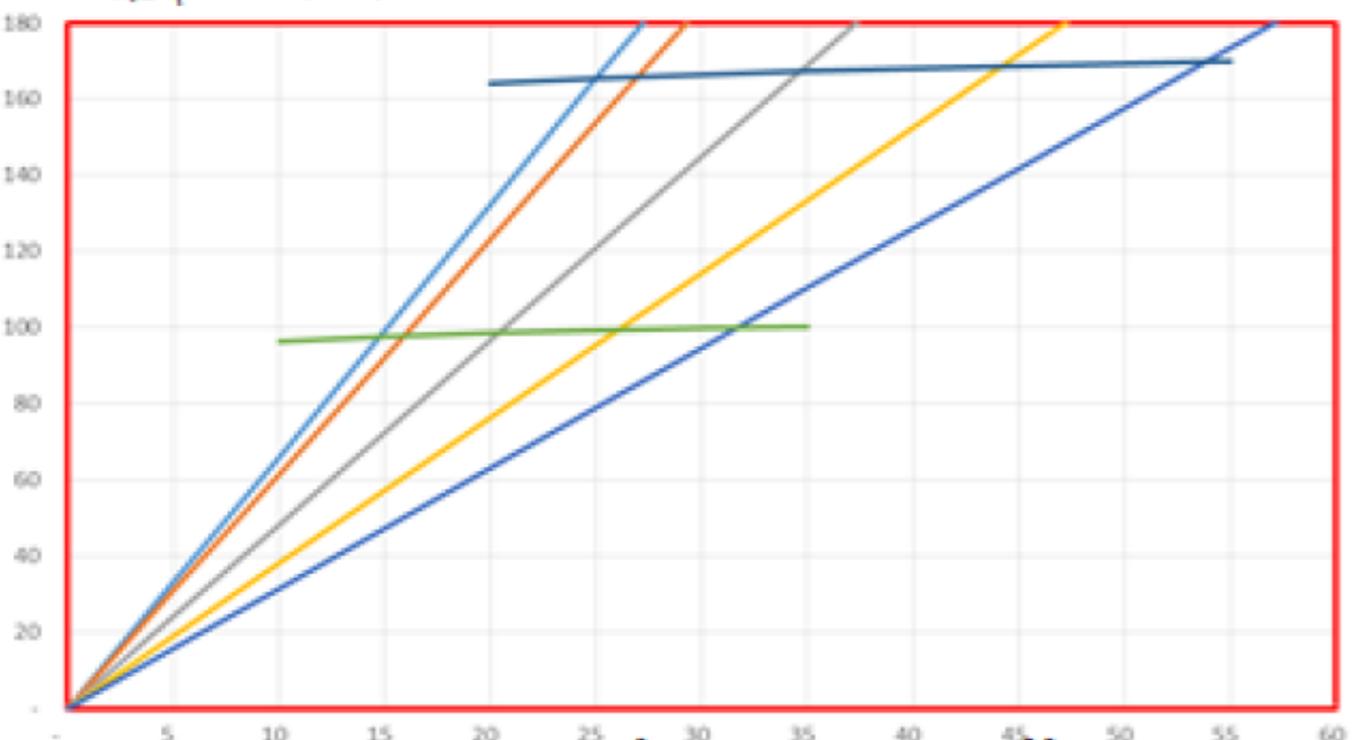
### Curvas características y curvas límite

T = 0,100 m

Invierno

$S_v = 0,045 \text{ m}$   $\lambda_e = 1,2 \text{ W/m}\cdot\text{K}$  Tubo  $\varnothing 16 \times 2$

$R_{\lambda,B} \text{ (m}^2 \cdot \text{K/W)} =$  0 0,01 0,05 0,10



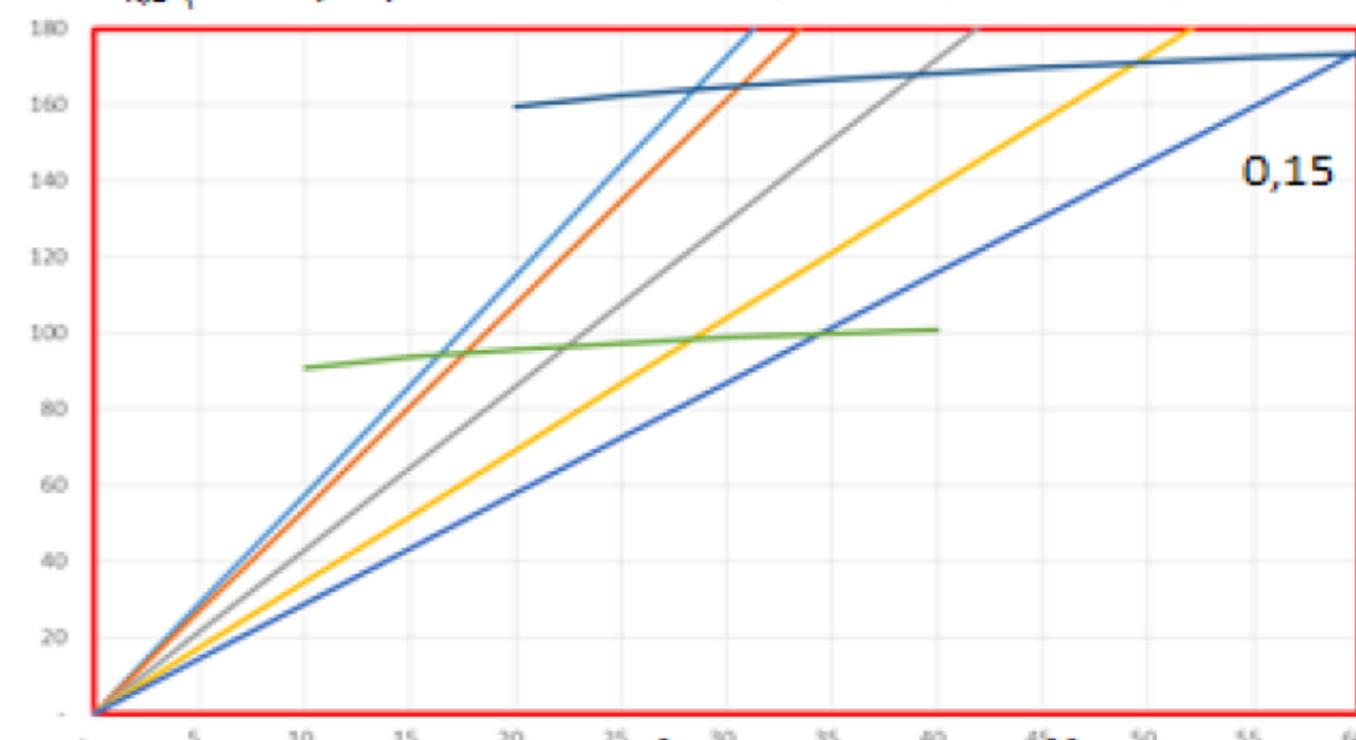
### Curvas características y curvas límite

T = 0,150 m

Invierno

$S_v = 0,045 \text{ m}$   $\lambda_e = 1,2 \text{ W/m}\cdot\text{K}$  Tubo  $\varnothing 16 \times 2$

$R_{\lambda,B} \text{ (m}^2 \cdot \text{K/W)} =$  0 0,01 0,05 0,10 0,15





# Potencia térmica de un sistema de SR

## Potencia térmica y temperatura en superficie



Soluciones  
SUELO RADIANTE

$R\lambda,B = 0,10 \text{ m}^2\text{K/W}$     $\lambda_E = 1,2 \text{ W/mK}$     $\lambda_R = 0,350 \text{ W/mK}$     $D_a = 0,016 \text{ m}$     $S_r = 0,002 \text{ m}$     $S_{U,0} = 0,045 \text{ m}$     $\vartheta_i = 20 \text{ }^\circ\text{C}$

$\vartheta_V$ (°C)	$\epsilon$ (K)	$\Delta\theta H$ (K)	$T = 0,050 \text{ m}$		$T = 0,075 \text{ m}$		$T = 0,100 \text{ m}$		$T = 0,150 \text{ m}$		$T = 0,200 \text{ m}$		$T = 0,225 \text{ m}$	
			q (W/m <sup>2</sup> )	$\vartheta_{F,m}$ (°C)										
35	3	13,4												
	5	12,3												
	8	10,5												
36	3	14,4												
	5	13,3												
	8	11,5												
37	3	15,5												
	5	14,4												
	8	12,6												
38	3	16,5												
	5	15,4												
	8	13,6												
39	3	17,5												
	5	16,4												
	8	14,6												
40	3	18,5	129,9	<b>31,4</b>	121,5	<b>30,7</b>	113,6	<b>30,1</b>	99,4	<b>29,0</b>	87,0	<b>27,9</b>	81,3	<b>27,5</b>
	5	17,4	122,3	<b>30,8</b>	114,4	<b>30,2</b>	107,0	<b>29,6</b>	93,6	<b>28,5</b>	81,9	<b>27,5</b>	76,6	<b>27,1</b>
	8	15,7	110,2	<b>29,8</b>	103,1	<b>29,2</b>	96,4	<b>28,7</b>	84,3	<b>27,7</b>	73,8	<b>26,8</b>	69,0	<b>26,4</b>
41	3	19,5												
	5	18,4												
	8	16,7												
42	3	20,5												
	5	19,4												
	8	17,7												
43	3	21,5												
	5	20,4												
	8	18,7												
44	3	22,5												
	5	21,4												
	8	19,7												
45	3	23,5												
	5	22,4												
	8	20,7												

Los cálculos realizados según la norma **UNE-EN 1264** *Sistemas de calefacción y refrigeración de circulación de agua integrados en superficies* nos permiten determinar...

- La **potencia térmica (q)**
- La **temperatura de la superficie del suelo ( $\vartheta_{F,m}$ )**

en función:

- *Del paso de tubo T,*
- *De la temperatura de impulsión ( $\theta_V$ )*
- *De la diferencia entre la temperatura ambiente de la estancia y la temperatura media del fluido ( $\Delta\theta H$ )*

para:

- Un sistema de suelo radiante refrescante tipo A*
- Con tubería de 16x2 y conductividad térmica de 0,350 W/mK*
- Con espesor de la capa de mortero por encima del tubo de 0,045 y conductividad térmica de 1,200 W/mK*
- Con revestimientos del suelo con resistencia térmica ( $R\lambda,B$ ) de 0,10 m<sup>2</sup>K/W*



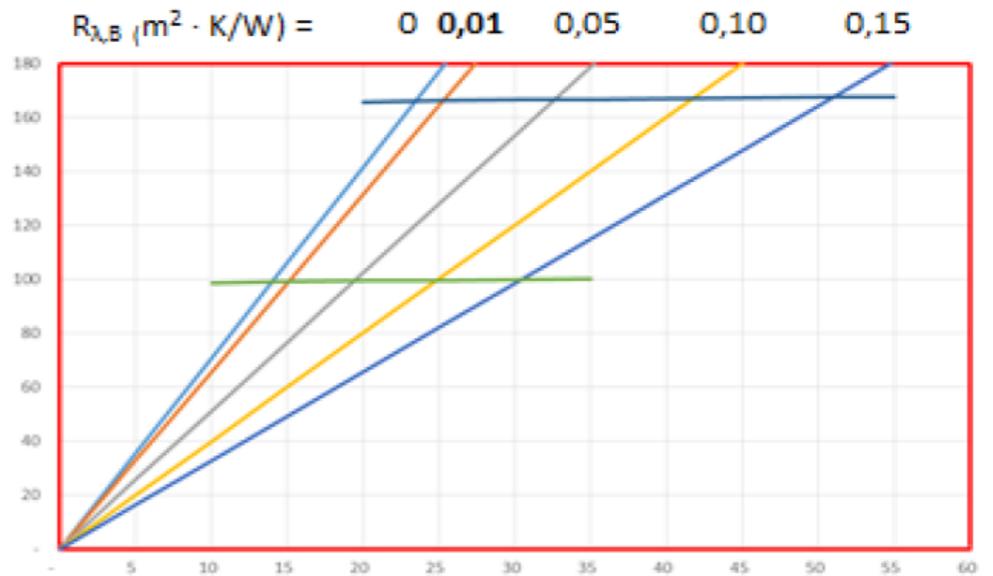
$R_{\lambda,B} = 0,10 \text{ m}_2\text{K/W}$   $\lambda_E = 1,2 \text{ W/mK}$   $\lambda_R = 0,350 \text{ W/mK}$   $D_a = 0,016 \text{ m}$   $S_r = 0,002 \text{ m}$   $S_{U,0} = 0,045 \text{ m}$   $\vartheta_i = 20 \text{ }^\circ\text{C}$

$\vartheta_v$ (°C)	$\sigma$ (K)	$\Delta\vartheta\text{H}$ (K)	$T = 0,050 \text{ m}$		$T = 0,075 \text{ m}$		$T = 0,100 \text{ m}$		$T = 0,150 \text{ m}$		$T = 0,200 \text{ m}$		$T = 0,225 \text{ m}$			
			$q$ (W/m <sup>2</sup> )	$\vartheta_{F,m}$ (°C)												
			29	3	7,4	31,1	23,1	29,6	23,0	28,2	22,9	25,6	22,6	23,3	22,4	22,2
	5	6,2	25,9	22,6	24,7	22,5	23,5	22,4	21,4	22,2	19,4	22,0	18,5	21,9		
	8	3,6	15,3	21,6	14,6	21,6	13,9	21,5	12,6	21,4	11,5	21,3	10,9	21,2		
30	3	8,4	35,4	23,5	33,7	23,3	32,1	23,2	29,2	22,9	26,5	22,7	25,2	22,6		
	5	7,2	30,3	23,0	28,9	22,9	27,5	22,8	25,0	22,6	22,7	22,3	21,6	22,2		
	8	5,0	20,9	22,2	19,9	22,1	19,0	22,0	17,2	21,8	15,6	21,7	14,9	21,6		
31	3	9,4	39,6	23,9	37,7	23,7	36,0	23,6	32,7	23,3	29,6	23,0	28,2	22,9		
	5	8,2	34,7	23,4	33,0	23,3	31,5	23,1	28,6	22,9	26,0	22,6	24,7	22,5		
	8	6,2	25,9	22,6	24,7	22,5	23,5	22,4	21,3	22,2	19,4	22,0	18,5	21,9		
32	3	10,4	43,8	24,3	41,8	24,1	39,8	23,9	36,1	23,6	32,8	23,3	31,3	23,1		
	5	9,3	39,0	23,8	37,2	23,7	35,4	23,5	32,2	23,2	29,2	22,9	27,8	22,8		
	8	7,3	30,6	23,1	29,2	22,9	27,8	22,8	25,2	22,6	22,9	22,4	21,8	22,3		
33	3	11,4	48,1	24,6	45,8	24,4	43,7	24,2	39,6	23,9	36,0	23,6	34,3	23,4		
	5	10,3	43,3	24,2	41,3	24,0	39,3	23,9	35,7	23,5	32,4	23,2	30,9	23,1		
	8	8,4	35,2	23,5	33,5	23,3	32,0	23,2	29,0	22,9	26,3	22,7	25,1	22,6		
34	3	12,4	52,3	25,0	49,8	24,8	47,5	24,6	43,1	24,2	39,1	23,8	37,3	23,7		
	5	11,3	47,6	24,6	45,3	24,4	43,2	24,2	39,2	23,8	35,6	23,5	33,9	23,4		
	8	9,4	39,7	23,9	37,8	23,7	36,0	23,6	32,7	23,3	29,7	23,0	28,3	22,9		
35	3	13,4	56,5	25,4	53,9	25,1	51,3	24,9	46,6	24,5	42,3	24,1	40,3	23,9		
	5	12,3	51,9	25,0	49,4	24,7	47,1	24,5	42,7	24,2	38,8	23,8	37,0	23,6		
	8	10,5	44,1	24,3	42,1	24,1	40,1	23,9	36,4	23,6	33,0	23,3	31,5	23,1		
36	3	14,4	60,8	25,7	57,9	25,5	55,2	25,2	50,1	24,8	45,5	24,4	43,3	24,2		
	5	13,3	56,1	25,3	53,5	25,1	50,9	24,9	46,2	24,5	42,0	24,1	40,0	23,9		
	8	11,5	48,5	24,7	46,2	24,5	44,1	24,3	40,0	23,9	36,3	23,6	34,6	23,4		
37	3	15,5	65,0	26,1	<b>61,9</b>	<b>25,8</b>	59,0	25,6	53,6	25,1	48,6	24,7	46,3	24,5		
	5	14,4	60,4	25,7	57,5	25,4	54,8	25,2	49,8	24,8	45,2	24,4	43,0	24,2		
	8	12,6	52,9	25,0	50,4	24,8	48,0	24,6	43,6	24,2	39,6	23,9	37,7	23,7		
38	3	16,5	69,2	26,4	65,9	26,2	62,8	25,9	57,0	25,4	51,8	24,9	49,3	24,7		
	5	15,4	64,6	26,0	61,6	25,8	58,7	25,5	53,3	25,1	48,3	24,6	46,1	24,4		
	8	13,6	57,2	25,4	54,5	25,2	52,0	25,0	47,2	24,5	42,8	24,2	40,8	24,0		
39	3	17,5	73,4	26,8	69,9	26,5	66,6	26,2	<b>60,5</b>	<b>25,7</b>	54,9	25,2	52,3	25,0		
	5	16,4	68,8	26,4	65,6	26,1	62,5	25,9	56,7	25,4	51,5	24,9	49,1	24,7		
	8	14,6	61,5	25,8	58,6	25,5	55,9	25,3	50,7	24,9	46,1	24,4	43,9	24,3		
40	3	18,5	77,6	27,1	74,0	26,8	70,5	26,5	64,0	26,0	58,1	25,5	55,3	25,3		
	5	17,4	73,1	26,8	69,6	26,5	66,3	26,2	60,2	25,7	54,7	25,2	52,1	25,0		
	8	15,7	65,9	26,2	62,7	25,9	59,8	25,6	54,3	25,2	49,3	24,7	47,0	24,5		
41	3	19,5	81,8	27,5	78,0	27,2	74,3	26,9	67,5	26,3	61,2	25,8	58,3	25,5		
	5	18,4	77,3	27,1	73,7	26,8	70,2	26,5	63,7	26,0	57,9	25,5	55,1	25,2		
	8	16,7	70,1	26,5	66,8	26,2	63,7	26,0	57,8	25,5	52,5	25,0	50,0	24,8		
42	3	20,5	86,0	27,9	82,0	27,5	78,1	27,2	70,9	26,6	64,4	26,0	61,4	25,8		
	5	19,4	81,5	27,5	77,7	27,2	74,0	26,8	67,2	26,3	61,0	25,7	58,1	25,5		
	8	17,7	74,4	26,9	70,9	26,6	67,6	26,3	61,3	25,8	55,7	25,3	53,1	25,1		
43	3	21,5	90,3	28,2	86,0	27,8	81,9	27,5	74,4	26,9	67,5	26,3	64,4	26,0		
	5	20,4	85,8	27,8	81,7	27,5	77,9	27,2	70,7	26,6	64,2	26,0	61,2	25,8		
	8	18,7	78,7	27,2	75,0	26,9	71,4	26,6	64,9	26,1	58,9	25,6	56,1	25,3		
44	3	22,5	94,5	28,5	90,0	28,2	85,8	27,8	77,9	27,2	70,7	26,6	67,4	26,3		
	5	21,4	90,0	28,2	85,8	27,8	81,7	27,5	74,2	26,9	67,3	26,3	64,2	26,0		
	8	19,7	83,0	27,6	79,1	27,3	75,3	27,0	68,4	26,4	62,1	25,8	59,2	25,6		
45	3	23,5	98,7	28,9	94,0	28,5	89,6	28,1	81,3	27,5	73,8	26,8	70,4	26,5		
	5	22,4	94,2	28,5	89,8	28,2	85,5	27,8	77,7	27,2	70,5	26,5	67,2	26,3		
	8	20,7	87,2	27,9	83,1	27,6	79,2	27,3	71,9	26,7	65,3	26,1	62,2	25,8		

Curvas características y curvas límite  
T = 0,075 m

Invierno

$S_u = 0,045 \text{ m}$   $\lambda_e = 1,2 \text{ W/m} \cdot \text{K}$  Tubo  $\varnothing 16 \times 2$





# Potencia térmica de un sistema de SR

## En función del revestimiento final

**60 W/m<sup>2</sup>**  
*Potencia térmica*

 **20°C**  
*T<sup>a</sup> Ambiente*



**R = 0,15**

*Moqueta 10mm*



**R = 0,10**  
(m<sup>2</sup>K/W)

*Panel de madera 10mm*



**R = 0,01**  
(m<sup>2</sup>K/W)

*Cerámico 10mm*

15

15

15

**43°C**

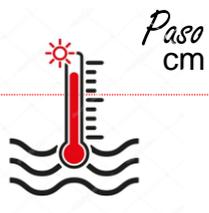
**33°C**

**39°C**

**25,9**

**25,7**

**25,8**



*Paso*  
cm

*T<sup>s</sup> superficie suelo*  
°C

\* Diferencia entre la temperatura media del agua del circuito y la temperatura ambiente

**$R_{\lambda,B} = 0,10 \text{ m}^2\text{K/W}$**

$\vartheta_V$ (°C)	$\sigma$ (K)	$\Delta\vartheta H$ (K)
29	3	7,4
	5	6,2
	8	3,6
30	3	8,4
	5	7,2
	8	5,0
31	3	9,4
	5	8,2
	8	6,2
32	3	10,4
	5	9,3
	8	7,3
33	3	11,4
	5	10,3
	8	8,4
34	3	12,4
	5	11,3
	8	9,4
35	3	13,4
	5	12,3
	8	10,5
36	3	14,4
	5	13,3
	8	11,5
37	3	15,5
	5	14,4
	8	12,6
38	3	16,5
	5	15,4
	8	13,6
39	3	17,5
	5	16,4
	8	14,6
40	3	18,5
	5	17,4
	8	15,7
41	3	19,5
	5	18,4
	8	16,7
42	3	20,5
	5	19,4
	8	17,7
43	3	21,5
	5	20,4
	8	18,7
44	3	22,5
	5	21,4
	8	19,7
45	3	23,5
	5	22,4
	8	20,7

$T = 0,150 \text{ m}$	
$q$ (W/m <sup>2</sup> )	$\vartheta_{F,m}$ (°C)
25,6	22,6
21,4	22,2
12,6	21,4
29,2	22,9
25,0	22,6
17,2	21,8
32,7	23,3
28,6	22,9
21,3	22,2
36,1	23,6
32,2	23,2
25,2	22,6
39,6	23,9
35,7	23,5
29,0	22,9
43,1	24,2
39,2	23,8
32,7	23,3
46,6	24,5
42,7	24,2
36,4	23,6
50,1	24,8
46,2	24,5
40,0	23,9
53,6	25,1
49,8	24,8
43,6	24,2
57,0	25,4
53,3	25,1
47,2	24,5
<b>60,5</b>	<b>25,7</b>
56,7	25,4
50,7	24,9
64,0	26,0
60,2	25,7
54,3	25,2
67,5	26,3
63,7	26,0
57,8	25,5
70,9	26,6
67,2	26,3
61,3	25,8
74,4	26,9
70,7	26,6
64,9	26,1
77,9	27,2
74,2	26,9
68,4	26,4
81,3	27,5
77,7	27,2
71,9	26,7



**$R = 0,10$**   
(m<sup>2</sup>K/W)

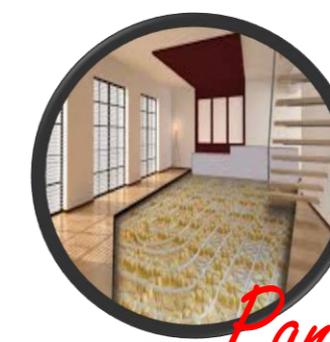
*Panel de madera*

**$R_{\lambda,B} = 0,10 \text{ m}_2\text{K/W}$**

**$R_{\lambda,B} = 0,01 \text{ m}_2\text{K/W}$**

$\vartheta_V \text{ (°C)}$	$\sigma \text{ (K)}$	$\Delta\vartheta H \text{ (K)}$
29	3	7,4
	5	6,2
	8	3,6
30	3	8,4
	5	7,2
	8	5,0
31	3	9,4
	5	8,2
	8	6,2
32	3	10,4
	5	9,3
	8	7,3
33	3	11,4
	5	10,3
	8	8,4
34	3	12,4
	5	11,3
	8	9,4
35	3	13,4
	5	12,3
	8	10,5
36	3	14,4
	5	13,3
	8	11,5
37	3	15,5
	5	14,4
	8	12,6
38	3	16,5
	5	15,4
	8	13,6
39	3	17,5
	5	16,4
	8	14,6
40	3	18,5
	5	17,4
	8	15,7
41	3	19,5
	5	18,4
	8	16,7
42	3	20,5
	5	19,4
	8	17,7
43	3	21,5
	5	20,4
	8	18,7
44	3	22,5
	5	21,4
	8	19,7
45	3	23,5
	5	22,4
	8	20,7

$T = 0,150 \text{ m}$		$T = 0,150 \text{ m}$	
$q \text{ (W/m}^2\text{)}$	$\vartheta_{F,m} \text{ (°C)}$	$q \text{ (W/m}^2\text{)}$	$\vartheta_{F,m} \text{ (°C)}$
25,6	22,6	39,8	23,9
21,4	22,2	33,2	23,3
12,6	21,4	19,6	22,0
29,2	22,9	45,3	24,4
25,0	22,6	38,8	23,8
17,2	21,8	26,8	22,7
32,7	23,3	50,7	24,9
28,6	22,9	44,4	24,3
21,3	22,2	33,2	23,3
36,1	23,6	56,2	25,3
32,2	23,2	50,0	24,8
25,2	22,6	39,2	23,8
39,6	23,9	<b>61,6</b>	<b>25,8</b>
35,7	23,5	55,5	25,3
29,0	22,9	45,1	24,4
43,1	24,2	67,0	26,3
39,2	23,8	60,9	25,7
32,7	23,3	50,8	24,9
46,6	24,5	72,4	26,7
42,7	24,2	66,4	26,2
36,4	23,6	56,5	25,4
50,1	24,8	77,8	27,2
46,2	24,5	71,9	26,7
40,0	23,9	62,2	25,8
53,6	25,1	83,2	27,6
49,8	24,8	77,3	27,1
43,6	24,2	67,7	26,3
57,0	25,4	88,6	28,1
53,3	25,1	82,7	27,6
47,2	24,5	73,3	26,8
<b>60,5</b>	<b>25,7</b>	94,0	28,5
56,7	25,4	88,2	28,0
50,7	24,9	78,8	27,2
64,0	26,0	99,4	29,0
60,2	25,7	93,6	28,5
54,3	25,2	84,3	27,7
67,5	26,3	104,8	29,4
63,7	26,0	99,0	28,9
57,8	25,5	89,8	28,2
70,9	26,6	110,2	29,8
67,2	26,3	104,4	29,4
61,3	25,8	95,3	28,6
74,4	26,9	115,6	30,3
70,7	26,6	109,8	29,8
64,9	26,1	100,8	29,1
77,9	27,2	121,0	30,7
74,2	26,9	115,3	30,2
68,4	26,4	106,2	29,5
81,3	27,5	126,4	31,1
77,7	27,2	120,7	30,7
71,9	26,7	111,7	30,0



**$R = 0,10$**   
( $\text{m}^2\text{K/W}$ )

*Panel de madera*



**$R = 0,01$**   
( $\text{m}^2\text{K/W}$ )

*Cerámico*

**$R\lambda, B = 0,10 \text{ m}_2\text{K/W}$**

**$R\lambda, B = 0,01 \text{ m}_2\text{K/W}$**

**$R\lambda, B = 0,15 \text{ m}_2\text{K/W}$**

$\vartheta_V \text{ (°C)}$	$\sigma \text{ (K)}$	$\Delta\vartheta H \text{ (K)}$
29	3	7,4
	5	6,2
	8	3,6
30	3	8,4
	5	7,2
	8	5,0
31	3	9,4
	5	8,2
	8	6,2
32	3	10,4
	5	9,3
	8	7,3
33	3	11,4
	5	10,3
	8	8,4
34	3	12,4
	5	11,3
	8	9,4
35	3	13,4
	5	12,3
	8	10,5
36	3	14,4
	5	13,3
	8	11,5
37	3	15,5
	5	14,4
	8	12,6
38	3	16,5
	5	15,4
	8	13,6
39	3	17,5
	5	16,4
	8	14,6
40	3	18,5
	5	17,4
	8	15,7
41	3	19,5
	5	18,4
	8	16,7
42	3	20,5
	5	19,4
	8	17,7
43	3	21,5
	5	20,4
	8	18,7
44	3	22,5
	5	21,4
	8	19,7
45	3	23,5
	5	22,4
	8	20,7

$T = 0,150 \text{ m}$		$T = 0,150 \text{ m}$		$T = 0,150 \text{ m}$	
$q \text{ (W/m}^2\text{)}$	$\vartheta_{F,m} \text{ (°C)}$	$q \text{ (W/m}^2\text{)}$	$\vartheta_{F,m} \text{ (°C)}$	$q \text{ (W/m}^2\text{)}$	$\vartheta_{F,m} \text{ (°C)}$
25,6	22,6	39,8	23,9	21,5	22,2
21,4	22,2	33,2	23,3	17,9	21,9
12,6	21,4	19,6	22,0	10,6	21,2
29,2	22,9	45,3	24,4	24,4	22,5
25,0	22,6	38,8	23,8	20,9	22,2
17,2	21,8	26,8	22,7	14,4	21,5
32,7	23,3	50,7	24,9	27,3	22,8
28,6	22,9	44,4	24,3	23,9	22,5
21,3	22,2	33,2	23,3	17,9	21,9
36,1	23,6	56,2	25,3	30,3	23,0
32,2	23,2	50,0	24,8	26,9	22,7
25,2	22,6	39,2	23,8	21,1	22,2
39,6	23,9	<b>61,6</b>	<b>25,8</b>	33,2	23,3
35,7	23,5	55,5	25,3	29,9	23,0
29,0	22,9	45,1	24,4	24,3	22,5
43,1	24,2	67,0	26,3	36,1	23,6
39,2	23,8	60,9	25,7	32,8	23,3
32,7	23,3	50,8	24,9	27,4	22,8
46,6	24,5	72,4	26,7	39,0	23,8
42,7	24,2	66,4	26,2	35,8	23,5
36,4	23,6	56,5	25,4	30,5	23,1
50,1	24,8	77,8	27,2	41,9	24,1
46,2	24,5	71,9	26,7	38,7	23,8
40,0	23,9	62,2	25,8	33,5	23,3
53,6	25,1	83,2	27,6	44,8	24,3
49,8	24,8	77,3	27,1	41,7	24,1
43,6	24,2	67,7	26,3	36,5	23,6
57,0	25,4	88,6	28,1	47,8	24,6
53,3	25,1	82,7	27,6	44,6	24,3
47,2	24,5	73,3	26,8	39,5	23,9
<b>60,5</b>	<b>25,7</b>	94,0	28,5	50,7	24,9
56,7	25,4	88,2	28,0	47,5	24,6
50,7	24,9	78,8	27,2	42,5	24,1
64,0	26,0	99,4	29,0	53,6	25,1
60,2	25,7	93,6	28,5	50,4	24,8
54,3	25,2	84,3	27,7	45,5	24,4
67,5	26,3	104,8	29,4	56,5	25,4
63,7	26,0	99,0	28,9	53,4	25,1
57,8	25,5	89,8	28,2	48,4	24,7
70,9	26,6	110,2	29,8	59,4	25,6
67,2	26,3	104,4	29,4	56,3	25,3
61,3	25,8	95,3	28,6	51,4	24,9
74,4	26,9	115,6	30,3	<b>62,3</b>	<b>25,9</b>
70,7	26,6	109,8	29,8	59,2	25,6
64,9	26,1	100,8	29,1	54,3	25,2
77,9	27,2	121,0	30,7	65,2	26,1
74,2	26,9	115,3	30,2	62,1	25,8
68,4	26,4	106,2	29,5	57,3	25,4
81,3	27,5	126,4	31,1	68,1	26,3
77,7	27,2	120,7	30,7	65,0	26,1
71,9	26,7	111,7	30,0	60,2	25,7



*Moqueta*

**$R = 0,15$**   
( $\text{m}^2\text{K/W}$ )



*Panel de madera*

**$R = 0,10$**   
( $\text{m}^2\text{K/W}$ )



*Cerámico*

**$R = 0,01$**   
( $\text{m}^2\text{K/W}$ )

$\lambda_E = 1,2 \text{ W/mK}$   $\lambda_R = 0,350 \text{ W/mK}$   $D_a = 0,016 \text{ m}$   $S_r = 0,002 \text{ m}$   $S_{U,0} = 0,045 \text{ m}$   $\vartheta_i = 20 \text{ }^\circ\text{C}$

**$R\lambda, B = 0,10 \text{ m}_2\text{K/W}$**

**$R\lambda, B = 0,01 \text{ m}_2\text{K/W}$**

**$R\lambda, B = 0,15 \text{ m}_2\text{K/W}$**

$\vartheta_V$ (°C)	$\sigma$ (K)	$\Delta\vartheta H$ (K)	$T = 0,075 \text{ m}$		$T = 0,150 \text{ m}$		$T = 0,150 \text{ m}$		$T = 0,150 \text{ m}$	
			$q$ (W/m <sup>2</sup> )	$\vartheta_{F,m}$ (°C)						
29	3	7,4	29,6	23,0	25,6	22,6	39,8	23,9	21,5	22,2
	5	6,2	24,7	22,5	21,4	22,2	33,2	23,3	17,9	21,9
	8	3,6	14,6	21,6	12,6	21,4	19,6	22,0	10,6	21,2
30	3	8,4	33,7	23,3	29,2	22,9	45,3	24,4	24,4	22,5
	5	7,2	28,9	22,9	25,0	22,6	38,8	23,8	20,9	22,2
	8	5,0	19,9	22,1	17,2	21,8	26,8	22,7	14,4	21,5
31	3	9,4	37,7	23,7	32,7	23,3	50,7	24,9	27,3	22,8
	5	8,2	33,0	23,3	28,6	22,9	44,4	24,3	23,9	22,5
	8	6,2	24,7	22,5	21,3	22,2	33,2	23,3	17,9	21,9
32	3	10,4	41,8	24,1	36,1	23,6	56,2	25,3	30,3	23,0
	5	9,3	37,2	23,7	32,2	23,2	50,0	24,8	26,9	22,7
	8	7,3	29,2	22,9	25,2	22,6	39,2	23,8	21,1	22,2
33	3	11,4	45,8	24,4	39,6	23,9	<b>61,6</b>	<b>25,8</b>	33,2	23,3
	5	10,3	41,3	24,0	35,7	23,5	55,5	25,3	29,9	23,0
	8	8,4	33,5	23,3	29,0	22,9	45,1	24,4	24,3	22,5
34	3	12,4	49,8	24,8	43,1	24,2	67,0	26,3	36,1	23,6
	5	11,3	45,3	24,4	39,2	23,8	60,9	25,7	32,8	23,3
	8	9,4	37,8	23,7	32,7	23,3	50,8	24,9	27,4	22,8
35	3	13,4	53,9	25,1	46,6	24,5	72,4	26,7	39,0	23,8
	5	12,3	49,4	24,7	42,7	24,2	66,4	26,2	35,8	23,5
	8	10,5	42,1	24,1	36,4	23,6	56,5	25,4	30,5	23,1
36	3	14,4	57,9	25,5	50,1	24,8	77,8	27,2	41,9	24,1
	5	13,3	53,5	25,1	46,2	24,5	71,9	26,7	38,7	23,8
	8	11,5	46,2	24,5	40,0	23,9	62,2	25,8	33,5	23,3
37	3	15,5	<b>61,9</b>	<b>25,8</b>	53,6	25,1	83,2	27,6	44,8	24,3
	5	14,4	57,5	25,4	49,8	24,8	77,3	27,1	41,7	24,1
	8	12,6	50,4	24,8	43,6	24,2	67,7	26,3	36,5	23,6
38	3	16,5	65,9	26,2	57,0	25,4	88,6	28,1	47,8	24,6
	5	15,4	61,6	25,8	53,3	25,1	82,7	27,6	44,6	24,3
	8	13,6	54,5	25,2	47,2	24,5	73,3	26,8	39,5	23,9
39	3	17,5	69,9	26,5	<b>60,5</b>	<b>25,7</b>	94,0	28,5	50,7	24,9
	5	16,4	65,6	26,1	56,7	25,4	88,2	28,0	47,5	24,6
	8	14,6	58,6	25,5	50,7	24,9	78,8	27,2	42,5	24,1
40	3	18,5	74,0	26,8	64,0	26,0	99,4	29,0	53,6	25,1
	5	17,4	69,6	26,5	60,2	25,7	93,6	28,5	50,4	24,8
	8	15,7	62,7	25,9	54,3	25,2	84,3	27,7	45,5	24,4
41	3	19,5	78,0	27,2	67,5	26,3	104,8	29,4	56,5	25,4
	5	18,4	73,7	26,8	63,7	26,0	99,0	28,9	53,4	25,1
	8	16,7	66,8	26,2	57,8	25,5	89,8	28,2	48,4	24,7
42	3	20,5	82,0	27,5	70,9	26,6	110,2	29,8	59,4	25,6
	5	19,4	77,7	27,2	67,2	26,3	104,4	29,4	56,3	25,3
	8	17,7	70,9	26,6	61,3	25,8	95,3	28,6	51,4	24,9
43	3	21,5	86,0	27,8	74,4	26,9	115,6	30,3	<b>62,3</b>	<b>25,9</b>
	5	20,4	81,7	27,5	70,7	26,6	109,8	29,8	59,2	25,6
	8	18,7	75,0	26,9	64,9	26,1	100,8	29,1	54,3	25,2
44	3	22,5	90,0	28,2	77,9	27,2	121,0	30,7	65,2	26,1
	5	21,4	85,8	27,8	74,2	26,9	115,3	30,2	62,1	25,8
	8	19,7	79,1	27,3	68,4	26,4	106,2	29,5	57,3	25,4
45	3	23,5	94,0	28,5	81,3	27,5	126,4	31,1	68,1	26,3
	5	22,4	89,8	28,2	77,7	27,2	120,7	30,7	65,0	26,1
	8	20,7	83,1	27,6	71,9	26,7	111,7	30,0	60,2	25,7



**$R = 0,15$**   
(m<sup>2</sup>K/W)

*Moqueta*



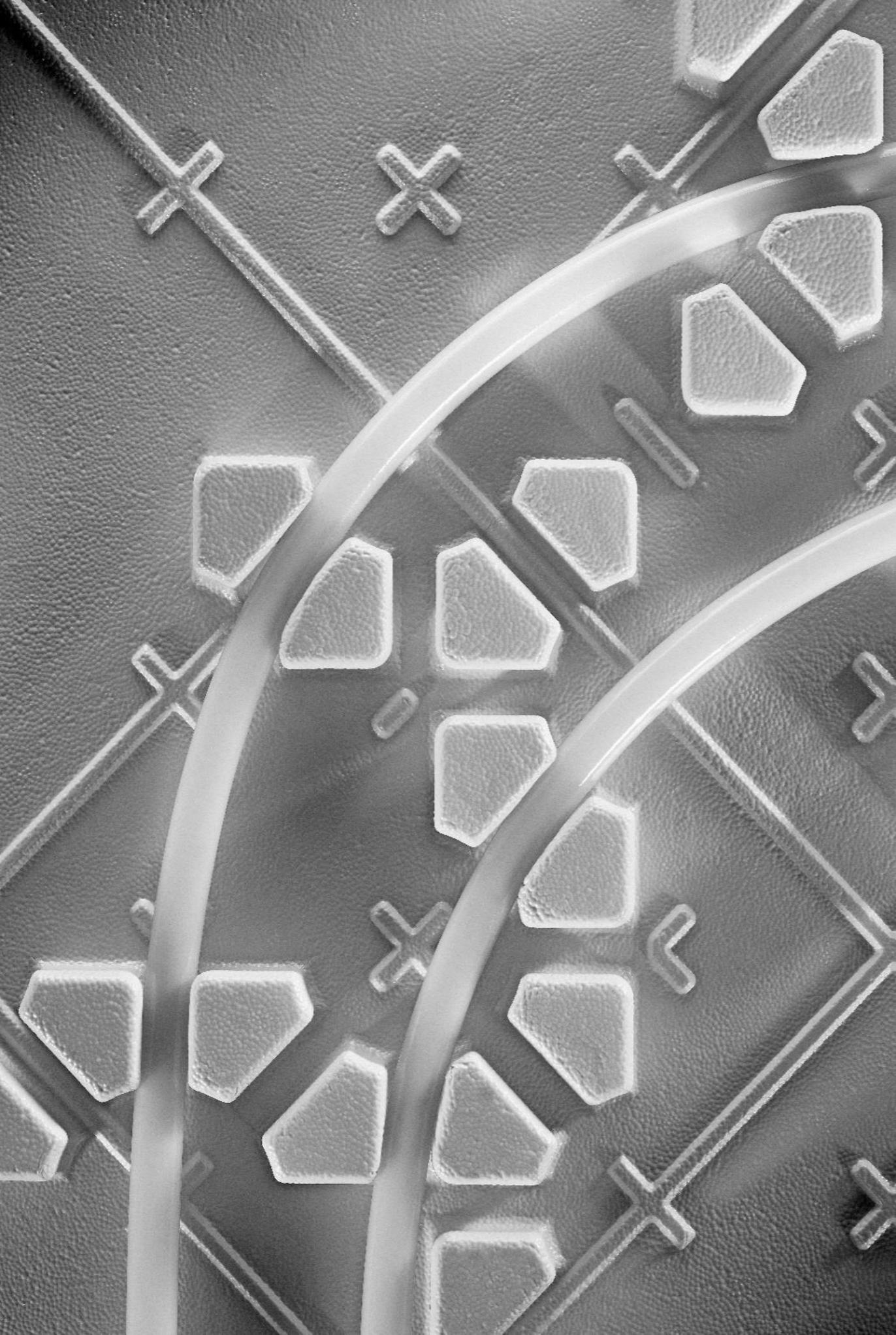
**$R = 0,10$**   
(m<sup>2</sup>K/W)

*Panel de madera*



**$R = 0,01$**   
(m<sup>2</sup>K/W)

*Cerámico*



La  
**Certificación AENOR**  
para  
*sistemas de calefacción por suelo radiante*  
**CERTIFICA**  
la  
**CONFORMIDAD**  
de estas instalaciones con la  
**Norma UNE-EN 1264**





# Suelo radiante refrescante

## Refrescamiento



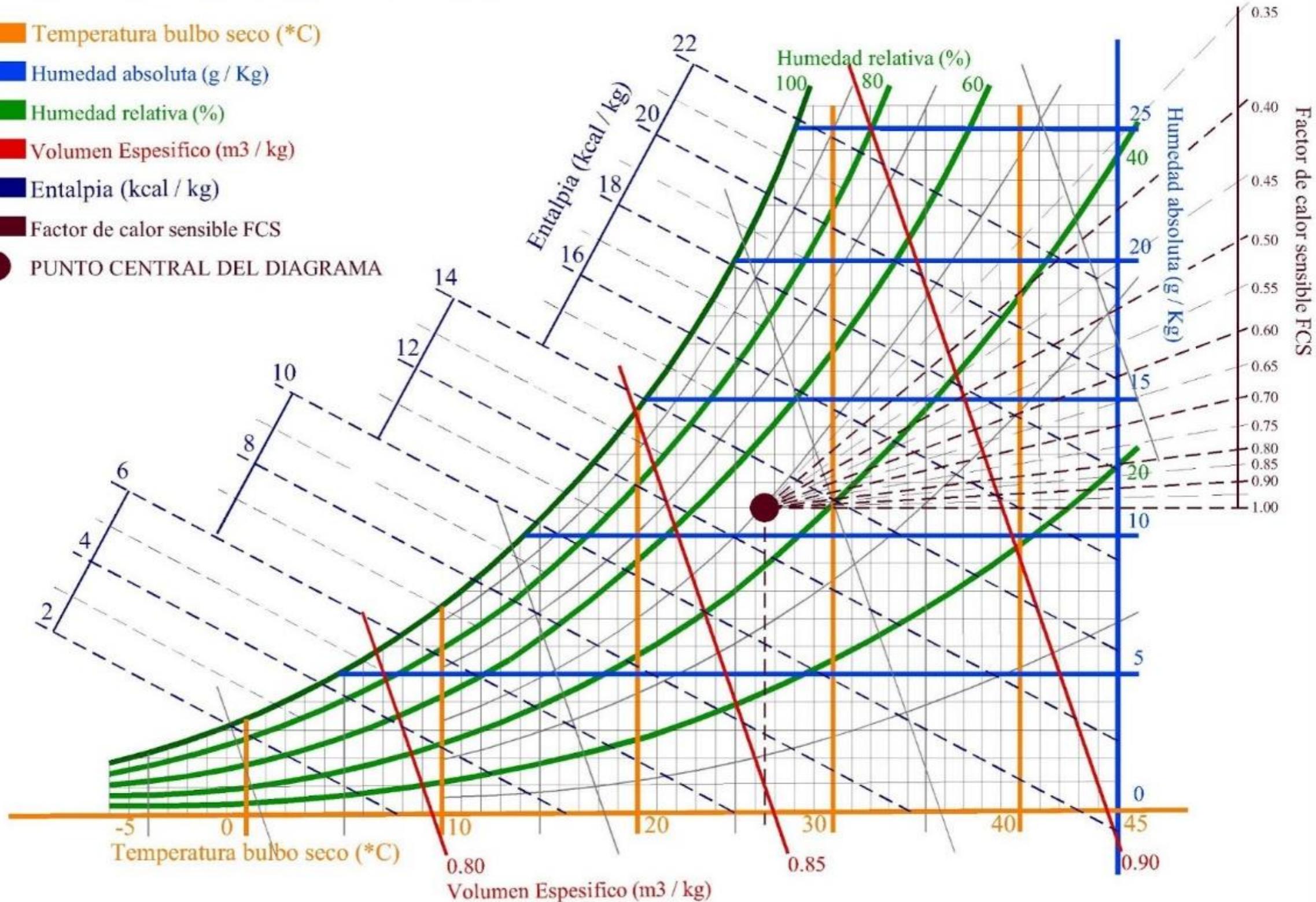
CALEFACCION



Soluciones  
SUELO RADIANTE

### DIAGRAMA PSICROMETRICO

- Temperatura bulbo seco (\*C)
- Humedad absoluta (g / Kg)
- Humedad relativa (%)
- Volumen Especifico (m3 / kg)
- Entalpia (kcal / kg)
- Factor de calor sensible FCS
- PUNTO CENTRAL DEL DIAGRAMA



Punto de Rocío:

26° 50% : 14.8°

26° 60% : 17.6°

26° 70% : 20.1°

25° 50% : 13.9°

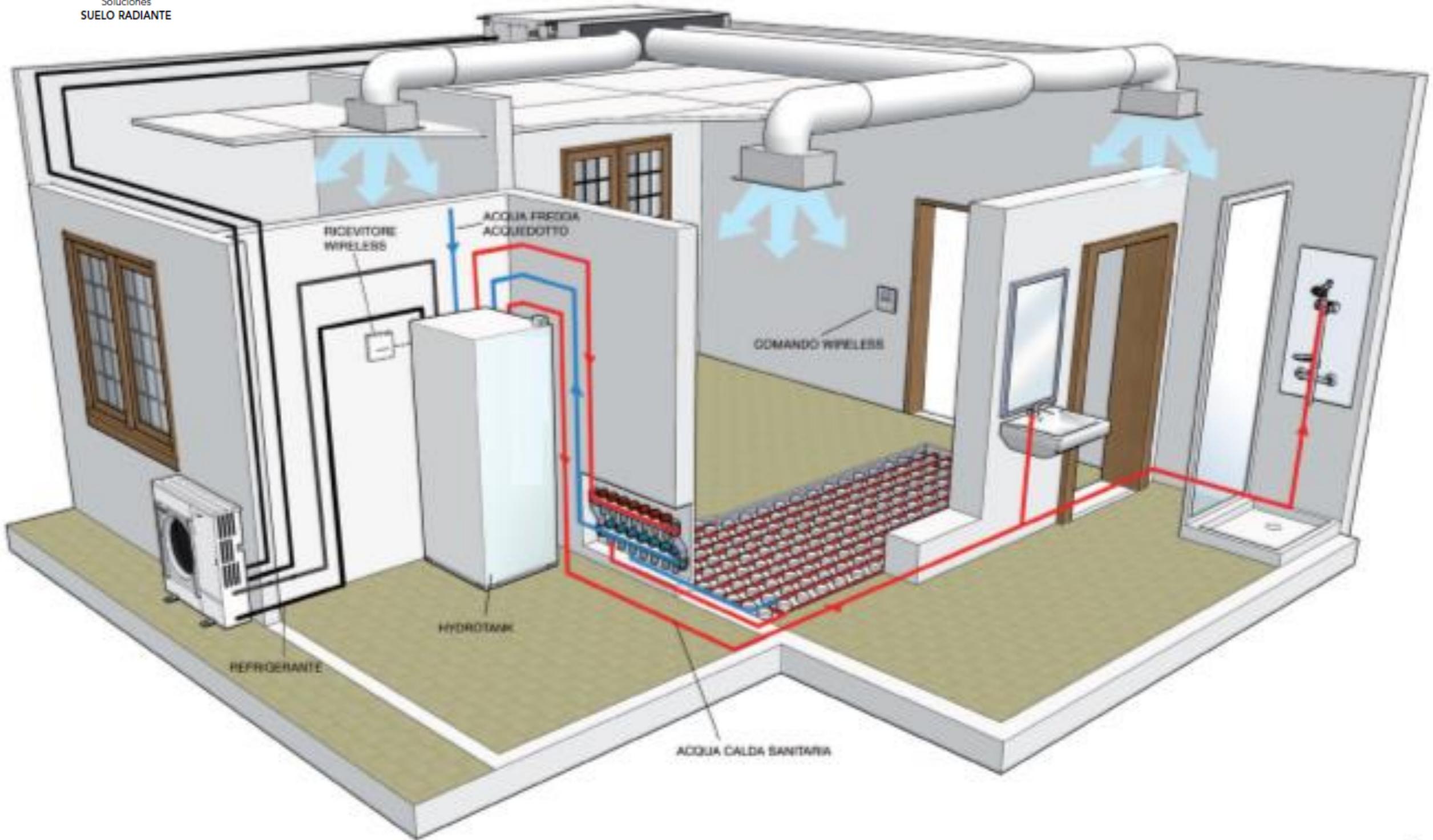
25° 60% : 16.7°

25° 70% : 19.2°



# Suelo radiante refrescante

## Ventilación







**orkli** | GROUP