

UPONOR

SOLUCIONES UPONOR
DE CLIMATIZACIÓN INVISIBLE

MANUAL TÉCNICO
SISTEMA UPONOR MINI
PARA RENOVACIÓN TOTAL

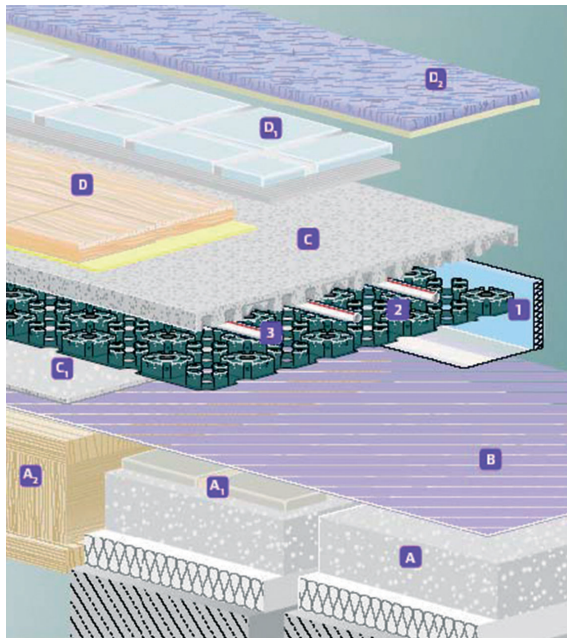


1. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA/FUNDAMENTOS PARA LA DECISIÓN

Elementos de poca altura y regulación rápida.

El sistema para renovación Mini de Uponor ofrece muchas ventajas. El panel portatubos Uponor Mini para los tubos Eval PE-X de 9,9 x 1,1 mm se puede colocar fácilmente sobre el pavimento antiguo de madera o baldosa. Su reducida altura de solo "un centímetro" hace que este sistema sea ideal para reformas. Este panel viene con orificios perforados de fábrica en los tetones y espacios intermedios que sirven para que, una vez colocado el tubo, la masa niveladora penetre bien y se adhiera directamente al sustrato. Además,

la parte posterior del panel tiene una capa adhesiva, lo que también permite pegar el sistema al sustrato durante la instalación. Para un sellado seguro en la unión con la pared se utiliza el zócalo perimetral. La capa de nivelación se aplica justo hasta cubrir los tetones, de manera que la altura de instalación resulta de solo 15 mm. Tras un corto periodo de secado, se puede colocar directamente encima el pavimento definitivo que se desee. Debido a la cercanía entre el tubo y el revestimiento, el tiempo de calentamiento o enfriamiento es muy corto, lo que permite una rápida regulación.

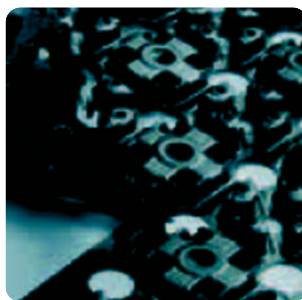


- 1 Zócalo perimetral Uponor Mini
 - 2 Panel portatubos Uponor Mini
 - 3 Tubo Uponor Eval PE-X 9,9 x 1,1 mm
- A** Pavimento antiguo con aislamiento térmico y acústico debajo
- A₁** Con baldosas
- A₂** Suelo de vigas de madera
- B** Imprimación para la preparación del sustrato
- C** Mortero autonivelante
- C₁** Capa niveladora adicional para suelos de vigas de madera
- D** Parquet con pegamento para parquet
- D₁** Embaldosado con pegamento para baldosas y relleno para juntas
- D₂** Moqueta con pegamento para moquetas.

Mínima altura, máximo confort



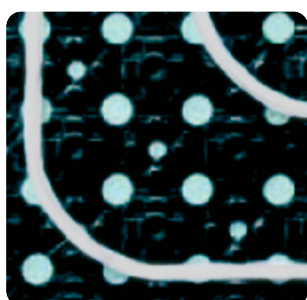
Panel portatubos de poca altura



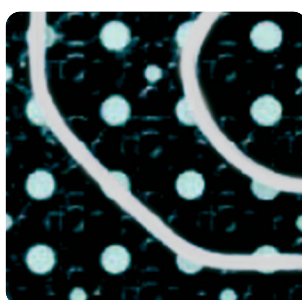
Sencilla colocación del panel portatubos



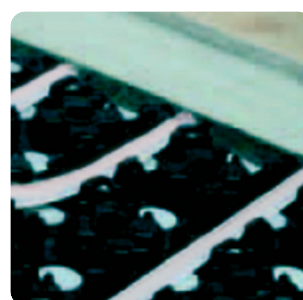
Fácil instalación de los tubos con una sola persona



Fácil colocación del tubo en ángulos de 90°



Fácil colocación del tubo en ángulos de 90°



Rápido calentamiento gracias al poco espesor

Se instala rápidamente, se puede pisar en poco tiempo

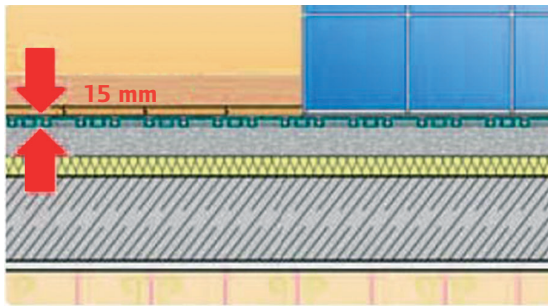
UPONOR Mini conviene gracias a su reducido coste de instalación y al enorme confort que ofrece. Los paneles portatubos UPONOR son estables y se pueden pisar, y garantizan una instalación rápida y económica de los tubos eval-Pex, ya que basta una sola persona para colocarlos. Se pueden utilizar sea cual sea la forma de la habitación y no es necesario que lleguen justo hasta el borde. En las puertas no son necesarias transiciones con elementos de compensación. Si se coloca UPONOR Mini sobre suelos antiguos de madera, previamente habrá que aplicar una masa niveladora de al menos 5 mm. También se puede

utilizar sobre asfalto fundido. A continuación se colocará el panel portatubos. Los tubos flexibles UPONOR eval-Pex 9,9 x 1,1 se pueden colocar en ángulos de 90° y 45° y se fijan de forma rápida y sencilla en el panel UPONOR Mini. La masa niveladora se aplica sobre el panel portatubos justo hasta cubrir los tetones, de manera que la altura de instalación es de solo 15 mm. Los orificios practicados garantizan una unión sólida con el sustrato pretratado. Así se obtiene una base óptima para la posterior colocación de baldosas, parquet o suelo laminado

Sus ventajas

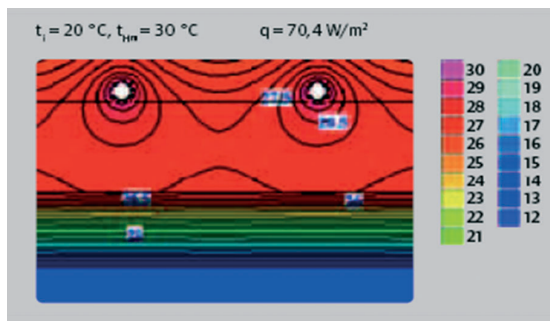
- Ideal para la colocación a posteriori al hacer reformas.
- Se puede colocar directamente sobre pavimentos o baldosas.
- Elementos de poca altura, alrededor de un centímetro.
- El panel portatubos se puede pisar.
- Calentamiento y enfriamiento rápido.
- Baja temperatura del agua de calefacción y alta temperatura del agua de refrigeración.

UPONOR MINI: MUY FLEXIBLE



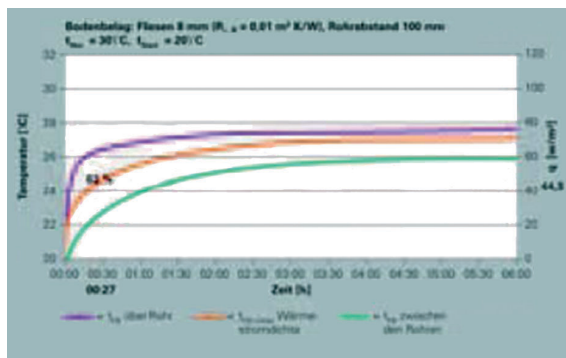
Sección de la estructura de un suelo con Uponor Minitec

Tanto si tiene calefacción por radiadores como si no, la calefacción de suelo radiante Uponor Mini es la solución ideal para la rehabilitación de casas unifamiliares o pisos.



Régimen de temperatura en la estructura de un suelo con Uponor Minitec

Habrá que tener en cuenta los requisitos de aislamiento de la norma UNE-EN 1264 parte 4, sobre todo en los edificios antiguos. También hay que tener en cuenta los márgenes de potencia máximos de Uponor Mini. Y es que solo así se garantizará que las necesidades de confort queden suficientemente cubiertas.



Rapidez de respuesta del sistema Uponor Minitec



2. Campo de aplicación

2.1. Generalidades

Uponor Mini es un sistema de climatización a baja temperatura para la calefacción y alta temperatura para refrigeración de edificios residenciales y no residenciales. Va integrado en la estructura del suelo

sobre el pavimento existente y recubierto con un mortero autonivelante de alto rendimiento. El suministro de calor y frío puede realizarse con cualquier fuente de energía tanto convencional como renovable.

2.2. Rehabilitación de edificios

Uponor Mini fue desarrollado como sistema universal sobre todo para la rehabilitación de edificios antiguos, ya que aquí es especialmente importante que el peso y la altura no sean muy elevados. Así, este sistema extraplano permite aprovechar todas las ventajas de la climatización invisible (comodidad térmica, máxima higiene, baja temperatura del

agua). La colocación sobre una estructura de vigas de madera requiere una especial preparación del sustrato. Para la preparación del sustrato es especialmente importante consultar con los fabricantes de los morteros autonivelantes. Para la estructura del suelo hay que tener en cuenta los requisitos del aislamiento térmico y acústico.

2.3. Capas de distribución de la carga

La capa de distribución de la carga suele ser el pavimento existente. El solador deberá revisar el pavimento para determinar si es

apropiado. Para las condiciones de instalación, véase el capítulo 5.2.

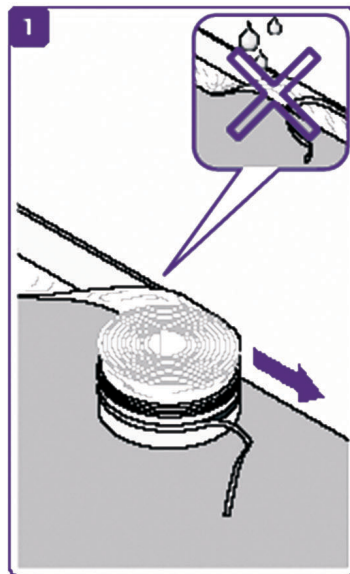
2.4. Capas de nivelación

Ya existe una gran variedad de masas de nivelación de distintos fabricantes que, según información de los mismos, han comprobado y determinado su aptitud para el uso con Uponor Mini. En función de las limitaciones de altura y del tiempo

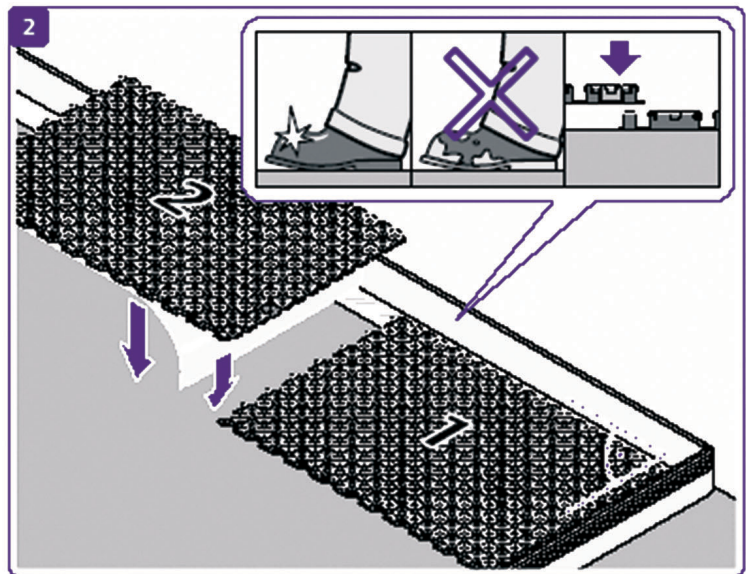
de que disponga para colocar el revestimiento del suelo, le proporcionaremos una lista que podrá entregar al solador con las posibles marcas de masas niveladoras y sus componentes. (Consulte con el Departamento Técnico)

3. Montaje

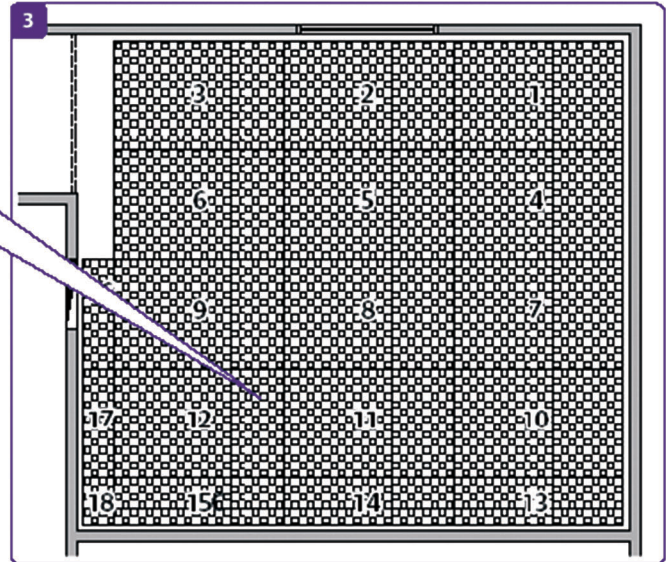
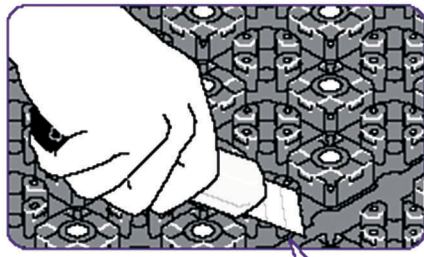
3.1. Pasos de montaje



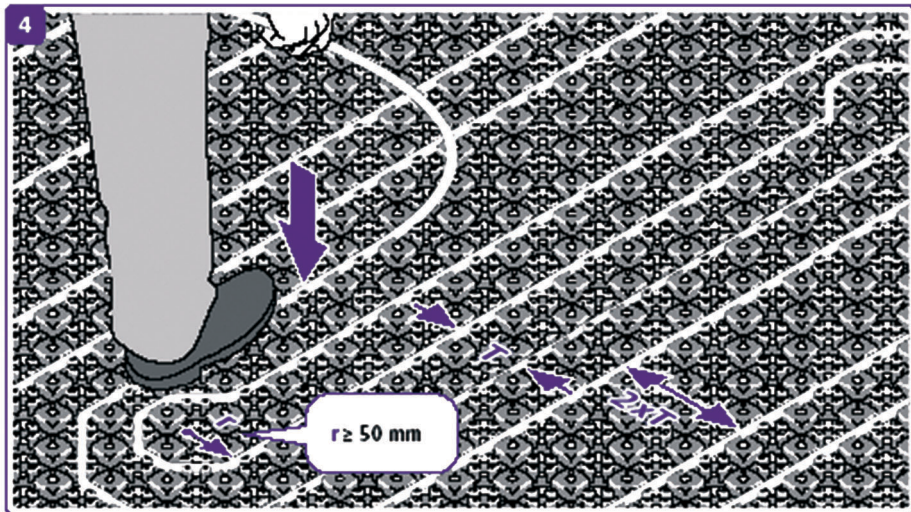
1. Colocar el zócalo perimetral



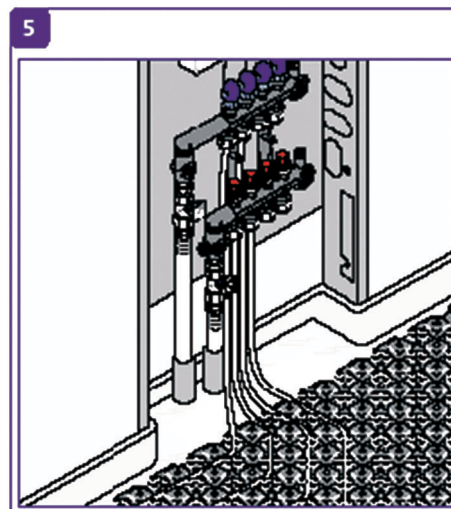
2. Colocar el panel portatubos



3. Esquema de colocación de los paneles portatubos



4. Colocación del tubo en el panel portatubos



5. Conexión del tubo al colector

4. Notas para la planificación de la estructura del suelo

4.1. Generalidades

Para planificar la estructura del suelo para una instalación de climatización invisible hay que tener en cuenta las leyes, reglamentos, directivas y normas vigentes.

- CTE “Código Técnico de la Edificación”
- RITE “Reglamento de instalaciones Térmicas en la Edificación”
- UNE EN 1264

4.2. Condiciones de instalación

Estado de la construcción.

Antes de realizar el suelo, deben estar montadas las ventanas y puertas exteriores y terminado el enlucido de las paredes y el montaje de las instalaciones técnicas del edificio, así como los cercos de las puertas y el enlucido de las ranuras para tubos. Todos los elementos en contacto con el suelo deben estar en su sitio. Para las capas de nivelación se seguirá la documentación del fabricante.

Sustrato portante.

Para recibir la capa de nivelación, el sustrato portante (pavimento) deberá estar suficientemente seco y su superficie lisa. No deberán asomar salientes, tuberías, cables ni similares. Si se detectan grietas en el sustrato, deberán subsanarse adecuadamente.

El solador deberá comprobar la capa de distribución de la carga y reparar adecuadamente las grietas.

Capas de nivelación.

Si el sustrato portante no cumple las tolerancias de planitud exigidas, será necesario nivelarlo mediante una capa de nivelación apropiada. Este requisito es aplicable para los pavimentos y suelos de madera. Por ejemplo, no es inusual que los suelos de tarima en los edificios antiguos estén

dañados y sea necesario sanearlos. Un requisito para cualquier medida que se tome es que las tablas estén “sanas”, asienten bien y sean resistentes. Atornillando los tablones se puede solucionar parte de las irregularidades.

El “balanceo” del suelo de madera no puede solucionarse con capas de nivelación o capas secas de distribución de la carga. Las grietas o agujeros de los nudos de los tablones deberán taparse. Como capa de nivelación se utilizará una masilla niveladora. Antes de aplicar la masilla niveladora, normalmente habrá que lijar la tarima saneada y aplicar una capa base. El grosor de la nivelación puede ser de 3-15 mm. Para que el suelo de madera pueda “trabajar” en los casos indicados, habrá que garantizar la ventilación inferior, por ejemplo, mediante ranuras de ventilación en la zona del rodapié.

El sustrato debe estar seco, ser estable y resistente, ofrecer adherencia y no presentar partículas sueltas. Los tablones deben estar bien fijos al envigado y machihembrados entre sí. No deben moverse ni ceder al peso, y en caso necesario deberán atornillarse. Utilizar masas de emplaste apropiadas (¡siguiendo las indicaciones del fabricante!).

4.3. Juntas

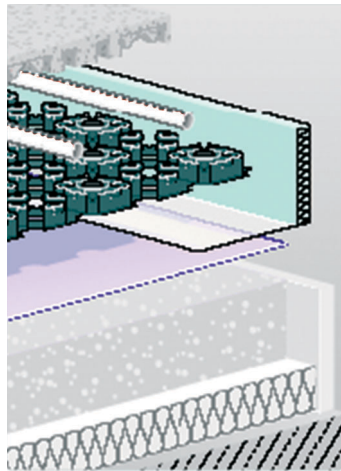
Zócalo perimetral

El zócalo perimetral desempeña una importante función entre la capa de distribución de la carga y los elementos verticales (para formar la junta perimetral). En general deberá comprobarse la junta perimetral existente y prolongarla hasta la altura de la capa de nivelación y el nuevo

revestimiento con el zócalo perimetral Mini. Las bandas aislantes perimetrales deben ir desde el sustrato portante hasta la superficie del revestimiento. Si sobresale la banda aislante, se pueden eliminar los restos una vez colocado el revestimiento del suelo.



Montar el zócalo perimetral Uponor Mini



Las bandas aislantes perimetrales deben ir desde el sustrato portante hasta la superficie del revestimiento.

4.4. Distribución de la carga/Campo de aplicación

Las capas de distribución de la carga en el sistema Uponor Mini han sido analizadas en un examen especial con una capa de nivelación seleccionada de acuerdo con DIN 1055-3. El certificado de examen

confirma un campo de aplicación para una carga útil de hasta 5,0 kN/m². El sustrato deberá ser adecuado para la carga útil requerida. (Esta comprobación corresponderá al solador.)

5. Dimensionamiento

5.1. Temperaturas

Temperatura de la superficie del suelo

Hay que prestar especial atención a la temperatura en la superficie del suelo, que deberá respetar los márgenes médicos y fisiológicos recomendados.

La diferencia entre la temperatura media en la superficie del suelo y la temperatura interna normal constituye, junto con la línea característica base, la base para el factor de potencia de la superficie del suelo a calentar. Las temperaturas máximas en la superficie vienen determinadas por la "densidad de flujo térmico límite" establecida en UNE EN 1264, que se tiene en cuenta como límite teórico de dimensionamiento en las tablas y diagramas de dimensionamiento.

En el caso del frío se toma como límite la temperatura de rocío del aire.

Temperaturas máximas en la superficie según DIN EN 1264:

- 29 °C en la zona de permanencia
- 35 °C en la zona perimetral
- 33 °C en los baños

Temperatura ambiente, sensación térmica y temperatura radiante media. Con una calefacción como la de suelo radiante de Uponor se puede conseguir un ahorro de energía considerable frente a otros sistemas de calefacción menos ventajosos.

El efecto de ahorro de energía se debe básicamente a que con los sistemas radiantes la temperatura interior de cálculo θ_{int} es la media entre la temperatura del aire y la temperatura radiante. Esto conlleva una disminución de la temperatura de cálculo dado que la temperatura radiante media es mayor que para otros sistemas de calefacción.

Exceso de temperatura del medio calefactor

El exceso de temperatura del medio calefactor $\Delta\theta_H$ se calcula como la media logarítmica de la temperatura de impulsión, la temperatura de retorno y la temperatura interna normal de acuerdo con la norma DIN EN 1264. Esta determina la densidad de flujo térmico para una estructura constante.

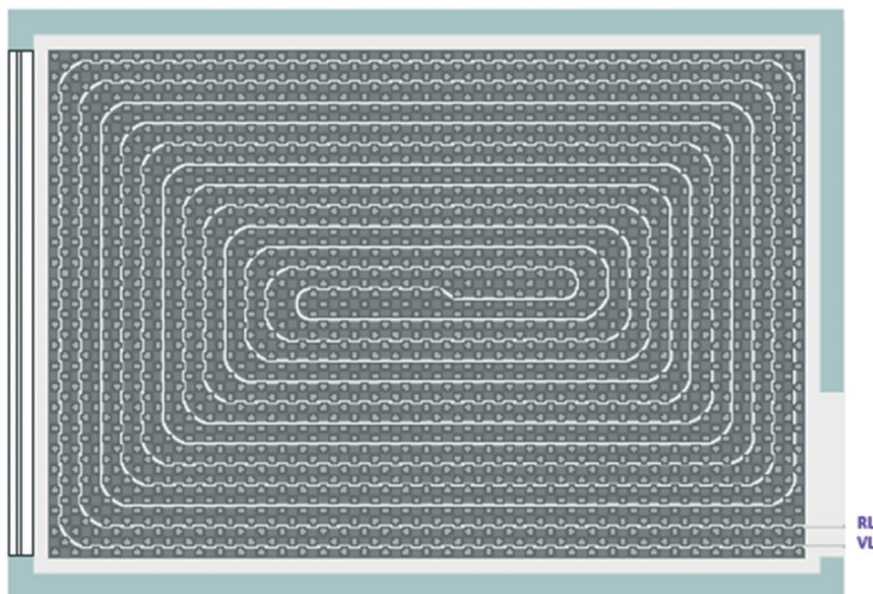
Ecuación (1) según DIN EN 1264, parte 3:

$$\Delta\theta_H = \frac{\theta_V - \theta_R}{\ln \frac{\theta_V - \theta_i}{\theta_R - \theta_i}}$$

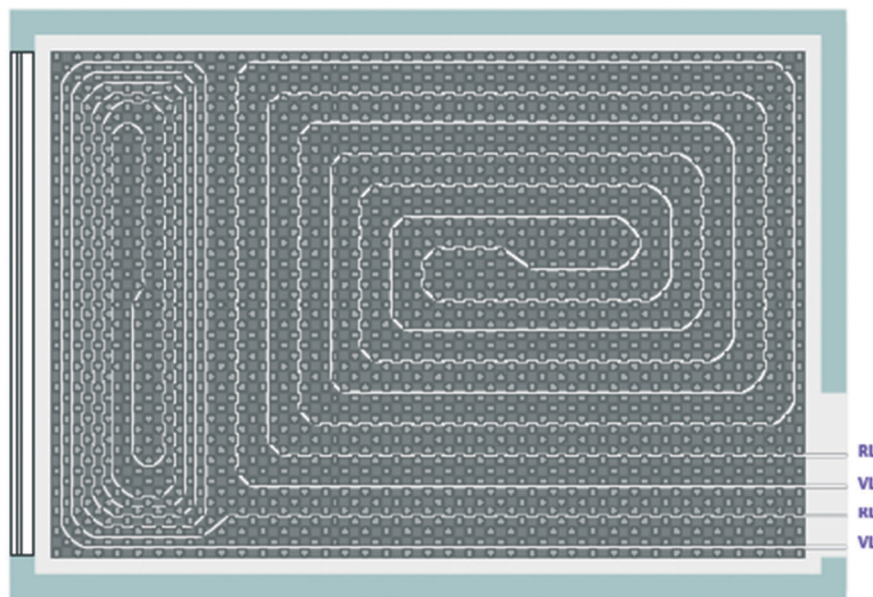
5.2. Distribución del espaciado entre tubos Vz

El tamaño de los circuitos de calefacción normales, independientes o combinados está limitado por la pérdida de presión total derivada de la densidad de flujo térmico, o el caudal másico y la longitud

de los tubos. Por eso, dependiendo de las características de la planificación, serán necesarias distintas distribuciones de los tubos.



Ejemplo de espaciado entre tubos Vz 10 para zonas de permanencia.



Ejemplo de espaciado para superficies con ventanales. Zona perimetral Vz 5 y zona de permanencia con Vz 15

5.3. Base para el cálculo

Dimensionamiento

El cálculo para el dimensionamiento de la calefacción radiante Uponor se basa en la línea característica base de UNE EN 1264, parte 2, y el cálculo normalizado de las necesidades térmicas según la norma UNE EN 12831. Para el dimensionamiento hay que tener en cuenta las normas legales sobre aislamiento según el CTE y la norma EN 1264. En los edificios de viviendas, la calefacción radiante Uponor se dimensiona para el revestimiento del suelo más desfavorable permitido. Y es que no se

puede suponer que una habitación con suelo de piedra seguirá teniendo ese revestimiento al cabo de los años. Si se dimensiona para ese tipo de suelo y luego se instala moqueta o parquet, solo podría conseguirse un calentamiento suficiente aumentando la temperatura del agua, lo que repercutiría negativamente sobre la eficacia de los calentadores de condensación y las bombas térmicas. Por eso el dimensionamiento debe hacerse con una inercia térmica de $R_{\lambda,B} = 0,15 \text{ m}^2 \text{ K/W}$.

Aplicación de las tablas de dimensionamiento

Los datos de la tabla de dimensionamiento para $\theta_i = 20^\circ\text{C}$ se aplican a revestimientos con una inercia térmica máxima de $R_{\lambda,B} = 0,15 \text{ m}^2\text{K/W}$. Las tablas de dimensionamiento permiten determinar de forma

rápida y global la distancia de colocación de los tubos y el tamaño máximo del circuito de calefacción, pero no sustituyen la planificación ni los cálculos. La aplicación de las tablas de dimensionamiento se realiza de la siguiente forma:

1. En el capítulo 6.4 hay que elegir la tabla de dimensionamiento para $\theta_i = 20^\circ\text{C}$.
2. Elija la fila con la máxima densidad de flujo térmico q_{des} prescrita para su proyecto (¡no válido para cuartos de baño!).
3. Vaya hacia la derecha en esta línea y seleccione una temperatura de entrada $\theta_{v,\text{des}}$.
4. A continuación, podrá consultar directamente en la intersección entre ambos datos el espaciado entre tubos V_z necesario y el tamaño máximo del circuito A_{Fmax} .
5. Después utilice la tabla de dimensionamiento para baños $\theta_i = 24^\circ\text{C}$.

Si se utilizan otros criterios de dimensionamiento, habrá que aplicar los diagramas de dimensionamiento y pérdida de presión en combinación con las ecuaciones para el cálculo o el software Uponor.

Criterios de dimensionamiento

- **Revestimiento del suelo $R_{\lambda,B} = 0,15 \text{ m}^2\text{K/W}$**
- **Temperatura ambiente $\theta_i = 20^\circ\text{C}$**
- **Capa de nivelación 15 mm**

Aplicación de los diagramas de dimensionamiento

El diagrama de dimensionamiento ofrece una visión general completa de los siguientes factores de influencia y las relaciones entre ellos:

1. Densidad de flujo térmico de la calefacción de suelo radiante q en $[W/m^2]$
2. Inercia térmica del revestimiento del suelo $R_{\lambda,B}$ en $[m^2K/W]$
3. Distancia entre tubos Vz en $[cm]$
4. Exceso de temperatura del medio calefactor $\lambda\theta H = \theta H - \theta_i$ en $[K]$
5. Densidad de flujo térmico límite mediante representación de la curva límite
6. Exceso de temperatura del suelo $\theta_{F,m} - \theta_i$ en $[K]$

Si se conocen tres factores de influencia, con ayuda de un diagrama se pueden determinar todos los demás. Con él se pueden determinar rápidamente las

densidades de flujo térmico para distintos revestimientos de suelos o la temperatura del medio calefactor.

Nota para la planificación:

- Tener en cuenta las curvas límite.
- Tener en cuenta la carga térmica máxima de la capa de distribución de la carga.

Zonas perimetrales

En los bordes de menor tránsito se pueden prever zonas perimetrales con un menor espaciado entre tubos Vz , con lo que se logrará una mayor temperatura de la superficie del suelo.

y sobre todo junto a las ventanas, lo que aumenta el confort.

El dimensionamiento de las zonas perimetrales se realiza con Vz 5, máximo Vz 10. ¡La anchura (distancia de la pared) de la zona perimetral será de un máximo de 1,0 m!

Con estas zonas perimetrales se compensan las pérdidas de calor en el perímetro,

Máxima temperatura de la superficie del suelo en la zona perimetral $\theta_{F,max} = 35^\circ C$

Zona de conexión del distribuidor

Delante del distribuidor/colector de los circuitos de calefacción, los tubos se colocan con poca distancia entre ellos. Estas tuberías de conexión también emiten calor, lo que puede llevar a una emisión de calor o temperatura de la superficie demasiado alta en la zona afectada. Lo mejor es llevar los tubos a la habitación contigua por el camino más corto.

de 15 cm en espacios residenciales y de oficinas. En la planificación de naves grandes y proyectos similares, consúltenos específicamente su caso.

Cuartos de baño:

En las piscinas y espacios sanitarios es muy habitual el contacto directo de los pies con el revestimiento del suelo. Por tanto, por razones fisiológicas deberá dimensionarse Vz 5 para cuartos de baño y servicios, así como en la zona alrededor de las piscinas.

Espaciado entre tubos

Por motivos de comodidad, el espaciado entre tubos deberá limitarse a un máximo

Cocina:

Al planificar, no siempre se sabe qué zona quedará cubierta por los muebles de cocina, así que hay que calcular Vz 10 para la cocina.

Para garantizar una distribución uniforme del calor, hay que evitar dejar zonas vacías bajo los elementos fijos (excepto bajo chimeneas).

De acuerdo con la norma UNE EN 1264, parte 4, los tubos deben colocarse a una separación de más de:

- 50 mm de los elementos verticales de la obra y
- 200 mm de chimeneas, huecos abiertos o cerrados y huecos de ventilación.

Nota para la planificación:

- Baños Vz 5
- Cocinas mín. Vz 10
- Áreas residenciales/oficinas máx. Vz 15

Resistencia térmica del revestimiento del suelo

las características del material elegido y la documentación del fabricante.

Para conocer la inercia térmica del revestimiento del suelo hay que consultar

Valores orientativos de algunas inercias térmicas:

Moqueta	aprox. 0,06 - 0,15 m ² K/W
Parquet	aprox. 0,04 - 0,11 m ² K/W
PVC	aprox. 0,025 m ² K/W
Baldosas, mármol	aprox. 0,01 - 0,02 m ² K/W

Si los suelos de parquet, PVC o piedra se cubren con alfombras, habrá que

determinar la inercia térmica media $R_{\lambda,B}$ según la proporción de la superficie:

$$R_{\lambda,B} = [(A_{Ges} - A_B) \cdot R_{\lambda,0} + A_B \cdot (R_{\lambda,0} + R_{\lambda,T})] / A_{Ges}$$

$R_{\lambda,0}$ = Resistencia térmica sin alfombra
 $R_{\lambda,T}$ = Resistencia térmica de la alfombra
 $R_{\lambda,B}$ = Resistencia térmica media
 A_B = Superficie cubierta
 A_{Ges} = Superficie total

Ejemplo:

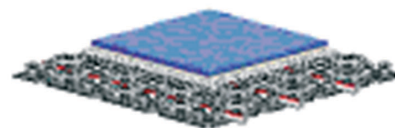
25 m² de baldosa $R_{\lambda,0} = 0,02$ m²K/W cubiertos con 8 m² de alfombra

$$R_{\lambda,T} = 0,15 \text{ m}^2\text{K/W.}$$

$$R_{\lambda,B} = [(25 - 8) \cdot 0,02 + 8 \cdot (0,02 + 0,15)] / 25$$

$$R_{\lambda,B} = 0,07 \text{ m}^2\text{K/W}$$

5.4. Tablas de dimensionamiento para capa de nivelación de 15mm (Δp máx.=250mbar)



$\theta_i = 20 \text{ }^\circ\text{C}$, $R_{\lambda,B} = 0,15 \text{ m}^2 \text{ K/W}$

$\theta_{F,M}$ [°C]	q_{des} [W/m²]	$\theta_{V,des} = 53 \text{ }^\circ\text{C}^{(1)}$		$\theta_{V,des} = 48 \text{ }^\circ\text{C}$		$\theta_{V,des} = 43 \text{ }^\circ\text{C}$	
		v_z [cm]	A_{FMAX} [m²]	v_z [cm]	A_{FMAX} [m²]	v_z [cm]	A_{FMAX} [m²]
28,7	95,6	5	5,20				
28,2	90,0	5	6,25				
27,3	80,0	10	8,75	5	5,60		
26,9	75,0	10	10,05	5	6,60		
26,5	70,0	10	11,70	5	7,60		
26,1	65,0	10	12,80	10	9,75		
25,7	60,0	10	14,20	10	11,25	5	6,95
25,2	55,0	15	16,90	15	13,25	10	9,10
24,8	50,0	15	18,90	15	15,35	10	10,85
24,4	45,0	15	21,00	15	17,55	15	13,20
23,9	40,0	15	23,35	15	19,90	15	15,70



$\theta_i = 24 \text{ }^\circ\text{C}$, $R_{\lambda,B} = 0,02 \text{ m}^2 \text{ K/W}$

$\theta_{F,M}$ [°C]	q_{des} [W/m²]	$\theta_{V,des} = 53 \text{ }^\circ\text{C}^{(1)}$		$\theta_{V,des} = 48 \text{ }^\circ\text{C}$		$\theta_{V,des} = 43 \text{ }^\circ\text{C}$	
		v_z [cm]	A_{FMAX} [m²]	v_z [cm]	A_{FMAX} [m²]	v_z [cm]	A_{FMAX} [m²]
32,6	94,7	5	8,70	5	7,00		
32,2	90,00	5	9,15	5	7,45	5	5,20
31,3	80,0	5	10,15	5	8,45	5	6,30
30,9	70,0	5	11,25	5	9,55	5	7,50
29,7	60,0	5	12,55	5	10,80	5	8,75
29,2	55,0	5	13,25	5	11,50	5	9,45
28,8	50,0	5	14,05	5	12,25	5	10,15
27,9	40,0	5	14,50	5	14,05	5	11,85

Los datos de estas tablas de dimensionamiento se basan en los siguientes valores:

$R_{\lambda,ins} = 0,75 \text{ m}^2\text{K/W}$, $\theta_u = 20 \text{ }^\circ\text{C}$, capa de hormigón de 130 mm, extensión = 3-30 K, máx. longitud del circuito = 100 m, máx. pérdida de presión por circuito incl. 2 x 5 de tubería de conexión Δp max = 250 mbar

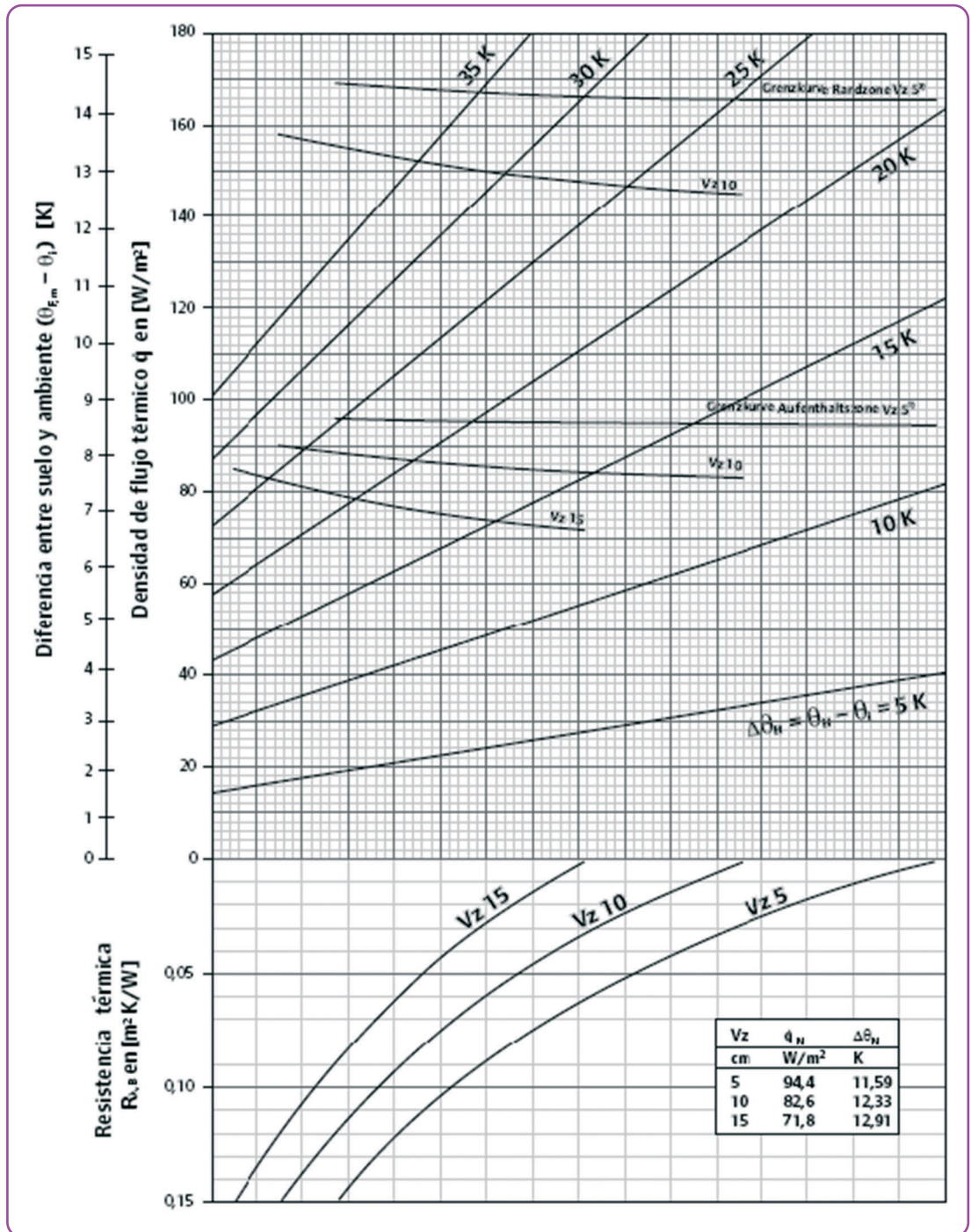
Para otras temperaturas de entrada, utilizar las

inercias térmicas o valores del diagrama de dimensionamiento de la página 36.

1) Para $\theta_{V,des} > 53 \text{ }^\circ\text{C}$ se rebasa la densidad de flujo térmico límite y la temperatura máxima de la superficie del suelo de $29 \text{ }^\circ\text{C}$ o de $33 \text{ }^\circ\text{C}$ de la tabla de dimensionamiento para baños.

5.5. Diagrama de dimensionamiento

Diagrama de dimensionamiento para Uponor Mini con capa de nivelación de 15 mm



Curva límite de la zona perimetral Vz 5²⁾

Curva límite de la zona de permanencia Vz 5¹⁾

1) La curva límite se aplica a θ_i 20°C y $\theta_{F, \max}$ 29°C, y a θ_i 24°C y $\theta_{F, \max}$ 33°C

2) La curva límite se aplica a θ_i 20°C y $\theta_{F, \max}$ 35°C.

Nota: Según DIN EN 1264, quedan excluidos del dimensionamiento de la temperatura de entrada los baños, duchas y servicios.

Las curvas límite no deben rebasarse.

La temperatura de salida del dimensionamiento podrá tener como máximo el valor $\theta_{v,des} = \Delta\theta_{H,g} + \theta_i + 2,5$ K. $\Delta\theta_{H,g}$ se obtiene de la curva límite de la zona de permanencia para la menor separación entre tubos.

Diagrama de dimensionamiento para refrigeración

Uponor Sistema Mini

tubo 9,9 x 1,1 mm PE-Xa

con mortero autonivelante especial (S, = 5 mm)

