



## SISTEMA RAUGEO

PARA EL APROVECHAMIENTO GEOTÉRMICO  
INFORMACIÓN TÉCNICA 827600 ES

# ÍNDICE

	Página	Página
<b>1 . . . . . Campo de aplicación . . . . .</b>	<b>3</b>	
<b>2 . . . . . Características de PE-Xa y PE 100 . . . . .</b>	<b>4</b>	
<b>3 . . . . . Descripción del programa . . . . .</b>	<b>5</b>	
3.1 . . . . . Tabla recapitulativa . . . . .	5	
3.2 . . . . . Sonda RAUGEO PE-Xa . . . . .	6	
3.3 . . . . . Sonda RAUGEO PE 100 . . . . .	7	
3.4 . . . . . Tubo RAUGEO collect PE-Xa . . . . .	8	
3.5 . . . . . Tubo RAUGEO collect PE-Xa plus . . . . .	8	
3.6 . . . . . Tubo RAUGEO collect PE 100 . . . . .	9	
3.7 . . . . . Pilotes energéticos RAUGEO . . . . .	10	
<b>4 . . . . . Accesorios del programa . . . . .</b>	<b>11</b>	
4.1 . . . . . Accesorios para sonda y tubo RAUGEO collect . . . . .	11	
4.2 . . . . . Accesorios para el pilote energético RAUGEO . . . . .	12	
4.3 . . . . . Accesorios generales RAUGEO . . . . .	12	
<b>5 . . . . . Diseño de una instalación geotérmica . . . . .</b>	<b>16</b>	
5.1 . . . . . Fundamentos del aprovechamiento geotérmico superficial	16	
5.2 . . . . . Efectos sobre el medio ambiente . . . . .	16	
5.3 . . . . . Elección entre sonda, colector y pilote energético . . . . .	16	
5.4 . . . . . Dimensionamiento y colocación de colectores geotérmicos . . . . .	17	
5.5 . . . . . Dimensionamiento e instalación de las sondas geotérmicas . . . . .	20	
5.6 . . . . . Dimensionamiento y montaje de pilotes energéticos . . . . .	23	
5.7 . . . . . Montaje del distribuidor . . . . .	25	
5.7.1 . . . . . Posición del distribuidor . . . . .	25	
5.7.2 . . . . . Ubicación del distribuidor . . . . .	25	
5.7.3 . . . . . Conexión del distribuidor . . . . .	25	
5.7.4 . . . . . Distribuidor para sonda geotérmica . . . . .	25	
5.7.5 . . . . . Conexión de los tubos distribuidores . . . . .	25	
5.7.6 . . . . . Conexión del distribuidor . . . . .	25	
5.7.7 . . . . . Distribuidor para pilotes energéticos . . . . .	25	
5.8 . . . . . Fluido caloportador . . . . .	26	
5.8.1 . . . . . Aspectos generales . . . . .	26	
5.8.2 . . . . . Llenado de las sondas geotérmicas . . . . .	26	
5.9 . . . . . Relleno de la excavación o de la zanja para tubos . . . . .	27	
5.9.1 . . . . . Aspectos generales . . . . .	27	
5.9.2 . . . . . Tendido a la intemperie . . . . .	27	
<b>6 . . . . . Acometida de edificios . . . . .</b>	<b>28</b>	
6.1 . . . . . Aislamiento . . . . .	28	
6.2 . . . . . Acometida del edificio . . . . .	28	
<b>7 . . . . . Cálculo de la pérdida de carga . . . . .</b>	<b>29</b>	
7.1 . . . . . Aspectos generales . . . . .	29	
7.2 . . . . . Dimensionamiento . . . . .	29	

# 1 CAMPO DE APLICACIÓN

La presente Información Técnica es aplicable al proyectado, el tendido y la unión de los componentes de los programas de tubos RAUGEO, incluyendo los elementos de unión, accesorios y herramientas que se muestran con el mismo, dentro del marco de los campos de aplicación, normas y directrices descritas a continuación.

El programa de tubos RAUGEO permite el transporte de agua o de fluido caloportador (agua glicolada) para el aprovechamiento de energía geotérmica para fines de refrescamiento, calefacción o acumulación de calor.

Básicamente se destina a las aplicaciones siguientes:

- calefacción interior  
(de radiadores, de suelo o superficies radiantes, así como forjado radiante)
- refrescamiento interior  
(mediante sistemas de techo o suelo radiante, así como forjado radiante)
- generación de agua caliente sanitaria
- calefacciones de superficies a la intemperie

Los sistemas de calefacción y refrescamiento utilizan por regla general una bomba de calor o una máquina frigorífica con el fin de alcanzar la temperatura de servicio requerida.

En el caso de las calefacciones de superficies radiantes, en particular de los sistemas de forjado radiante, también es posible un refrescamiento directo, sin bomba de calor/máquina frigorífica intercalada, por lo menos en períodos de transición.

## Ventajas del aprovechamiento geotérmico

El aprovechamiento de la energía geotérmica ofrece:

- una fuente de calor gratuita y en gran medida independiente de la climatología y de la estación del año, que se regenera permanentemente a partir del calor del interior de la Tierra y de la irradiación solar
- una reducción considerable de las emisiones de CO<sub>2</sub>
- ahorros energéticos de hasta el 75% en calefacción y refrescamiento
- en combinación con una calefacción de superficies radiantes, la posibilidad de calefaccionar y refrescar con una misma instalación
- en combinación con una instalación solar térmica, la posibilidad de almacenar el calor sobrante en el terreno

El programa RAUGEO ofrece para esta finalidad de uso los sistemas de

- sondas geotérmicas
- colectores geotérmicos
- pilotes energéticos



Fig. 1: Sonda geotérmica



Fig. 2: Colector geotérmico



Fig. 3: Pilote energético

## 2 CARACTERÍSTICAS DE PE-Xa Y PE 100

REHAU ofrece los tubos RAUGEO collect en polietileno reticulado a alta presión (PE-Xa) y en polietileno no reticulado (PE100).

Las principales ventajas del PE-Xa con respecto al PE100 son:

- no se propagan las grietas ni las muescas
- permite realizar radios de curvado reducidos, incluso a baja temperatura

- no es necesario lecho de arena
- utilizable a temperaturas incluso superiores a 40°C, con lo cual es apto también para usos de acumulación de calor
- permite utilizar la técnica del casquillo corredizo, que se caracteriza por ser robusta, rápida e insensible a las condiciones meteorológicas



Propiedades	PE-Xa				PE 100		
Imágenes tipos de tubo							
Material	Polietileno reticulado a alta presión				Polietileno		
Cumple la norma	DIN 16892/16893				DIN 8074/8075		
Resistencia en ensayo de fatiga (factor de seguridad SF=1,25)	Tubos SDR 11 (20 x 1,9, 25 x 2,3, 32 x 2,9, 40 x 3,7)						
20 °C	100 años/15 bar				100 años/15,7 bar		
30 °C	100 años/13,3 bar				50 años/13,5 bar		
40 °C	100 años/11,8 bar				50 años/11,6 bar		
50 °C	100 años/10,5 bar				15 años/10,4 bar		
60 °C	50 años/9,5 bar				5 años/7,7 bar		
70 °C	50 años/8,5 bar				2 años/6,2 bar		
80 °C	25 años/7,6 bar				-		
90 °C	15 años/6,9 bar				-		
Temp. de servicio continuas	-40 °C hasta 95 °C				-20 °C hasta 30 °C		
Temp. de tendido mínima	-30 °C				-10 °C		
Radios de curvado mínimos	20 x 1,9	25 x 2,3	32 x 2,9	40 x 3,7	25 x 2,3	32 x 2,9	40 x 3,7
20 °C	20 cm	25 cm	30 cm	40 cm	50 cm	65 cm	80 cm
10 °C	30 cm	40 cm	50 cm	65 cm	85 cm	110 cm	140 cm
0 °C	40 cm	50 cm	65 cm	80 cm	125 cm	160 cm	200 cm
Sensibilidad a la entalla	muy reducida				reducida		
Propagación de fisuras en FNCT (full notch creep test)	no se produce fallo				fallo tras 200-2000 h		
Material del lecho	terreno existente				arena		
Rugosidad del tubo	0,007 mm				0,04 mm		
Coefficiente medio de dilatación térmica longitudinal	0,15 mm/(m*K)				0,20 mm/(m*K)		
Clase de material de construcción según DIN 4102	B2				B2		
Resistencia química	véase Anexo 1 a la DIN 8075				véase Anexo 1 a la DIN 8075		
Densidad	0,94 g/cm <sup>3</sup>				0,95 g/cm <sup>3</sup>		
Robustez	extraordinariamente robusto (no se produce propagación de grietas o muescas producidas durante el transporte o la colocación)				robusto (propagación lenta de las grietas o muescas producidas durante el transporte o la colocación)		
Requerimientos a cumplir por el material de la zona de tendido	material excavado (presenta generalmente conductividad térmica que el lecho de arena)				lecho de arena		
Aptitud para la acumulación de calor	ilimitada (temperatura de servicio hasta 95 °C)				no (temperatura de servicio máxima sólo 30 °C)		
Aptitud para la refrigeración mediante máquina frigorífica	sí (temperatura de servicio hasta 95 °C)				limitada (temperatura de servicio máxima sólo 40 °C)		
Medio glicolado utilizable	según directriz VDI 4640						
Índice de fusión MFR	-				0,2-0,5 g/10 min		
Grupo MFR	-				003, 005		

Tabla 1

# 3 DESCRIPCIÓN DEL PROGRAMA

## 3.1 Tabla recapitulativa

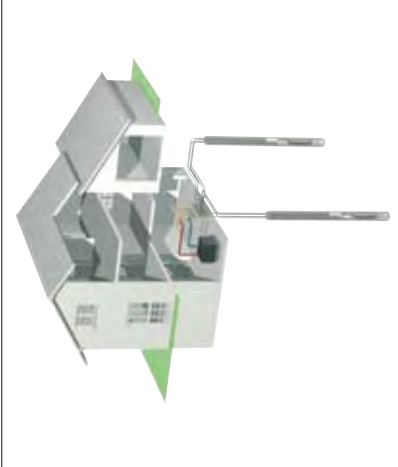

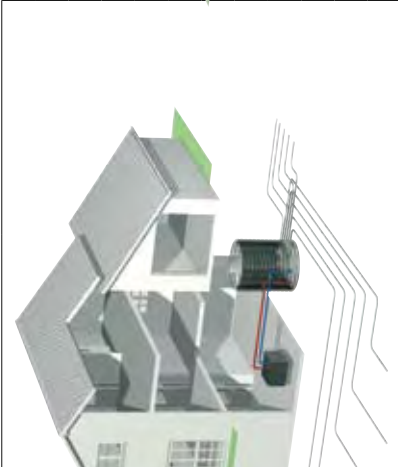
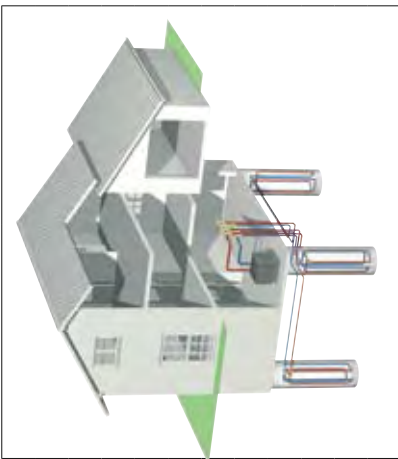
Aplicaciones				
<b>Designación del sistema</b>	Sonda RAUGEO PE-Xa	Sonda RAUGEO PE-100	RAUGEO collect PE-Xa plus	RAUGEO collect PE-Xa
<b>Campos de aplicación</b>	Sonda geotérmica	Sonda geotérmica	Colector geotérmico	Pilote captador energía
<b>Material</b>	PE-Xa	PE 100	PE-Xa EVOH y revestimiento de PE	PE-Xa EVOH y revestimiento de PE
<b>Color (superficie)</b>	gris	negro	naranja/gris	naranja/gris
<b>Difusión del oxígeno</b>	sin barrera	sin barrera	barrera según DIN 4726	barrera según DIN 4726
<b>Tipos de tendido</b>	pozo	pozo	terreno directo, sin lecho de arena	terreno, con lecho de arena
<b>Dimensiones</b>	32 y 40 mm ø pie de sonda 110 ó 134 mm	32 y 40 mm ø pie de sonda 84 ó 104 mm	20, 25, 32 y 40 mm (SDR 11)	20 y 25 mm (SDR 11)
<b>Se utiliza cuando</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- el espacio disponible es limitado</li> <li>- las exigencias de rendimiento son grandes</li> <li>- se aprovecha la energía geotérmica para calefacción y refrescamiento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- hay disponible una gran cantidad de espacio</li> <li>- las exigencias de rendimiento para el refrescamiento en instalaciones abiertas, sin intercambiador de calor, son moderadas gracias a la capa contra la difusión del oxígeno queda protegida en la instalación enterrada</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- hay pilotes y muros pantalla, ya de por sí necesarios</li> </ul>	
<b>Efectos sobre el medio ambiente</b>	En el caso de los sistemas de refrescamiento, un ligero calentamiento de las aguas freáticas.	Un efecto reducido sobre la vegetación.		En el caso de los sistemas de refrescamiento, el calentamiento de las aguas freáticas.
<b>Campo de aplicación adecuado</b>	Calefacción mediante bomba de calor y refrescamiento directo y/o mediante bomba de calor.	Calefacción mediante bomba de calor y, con limitaciones, refrescamiento directo o mediante bomba de calor. El refrescamiento directo va normalmente aparejado con unas prestaciones muy reducidas. Una excepción es cuando, existen p.ej. corrientes freáticas.	Calefacción mediante bomba de calor y refrescamiento directo o	Calefacción mediante bomba de calor y refrescamiento directo y/o mediante bomba de calor.

Tabla 2



## 3.2 Sonda RAUGEO PE-Xa

### 3.2.1 Descripción

La sonda RAUGEO PE-Xa es una sonda en U doble, compuesta por dos sondas en U individuales cruzadas y unidas entre ellas. La particularidad de esta sonda radica en que prescinde de una soldadura, porque los tubos de PE-Xa vienen curvados de fábrica en el pie de la sonda, con lo cual constituye un tubo sin uniones en el terreno, sin soldaduras. El pie curvado de la sonda está protegido adicionalmente con una resina de poliéster especial reforzado con fibra de vidrio.

Los tubos que conducen el medio caloportador tienen una vida útil prevista según DIN 16892/93 de 100 años a 20 °C y máx. 15 bar de presión de servicio.

### 3.2.2 Características

De las destacadas características del material PE-Xa se derivan para la práctica las ventajas técnicas de aplicación siguientes:

- sonda extraordinariamente fiable en el servicio, puesto que no existe riesgo alguno de fugas en los puntos de soldadura o en otras uniones en el pie de la sonda;
- seguridad óptima al introducirla en el pozo, puesto que los tubos de PE-Xa son resistentes a la formación de estrías y muescas y no presentan propagación de las fisuras;
- el pie de la sonda está protegido mediante una resina especial de alta resistencia;
- las 2 sondas en U individuales se ensamblan fácilmente mediante empalme a presión, obteniéndose una unidad sólida;
- la sonda se conecta mediante un manguito electrosoldable o mediante la unión de casquillo corredizo REHAU, que se puede utilizar bajo cualquier situación climatológica.

### 3.2.3 Dimensiones, presentación

El diámetro del pie de la sonda depende del diámetro del tubo:

Tubo de la sonda [d]	Diámetro del pie de la sonda [D]
32 mm x 2,9 mm	110 mm
40 mm x 3,7 mm	134 mm

Longitudes suministrables: véase la Lista de precios

Presentación: Cada sonda en U doble (2 sondas en U individuales) sobre un palet no retornable, retractilado con film, incluye tornillos de unión.

### 3.2.4 Montaje del pie de la sonda

Las 2 sondas en U individuales se acoplan en posición cruzada y se unen mediante unos tornillos Allen antes de introducirlas en la perforación.

Opcionalmente se puede enganchar en la ranura que hay en la mitad inferior de la sonda un lastre, que asimismo se fijará con pernos. Estos pernos se suministran junto con los lastres para la sonda.



Fig. 4: Introducción de una sonda RAUGEO PE-Xa

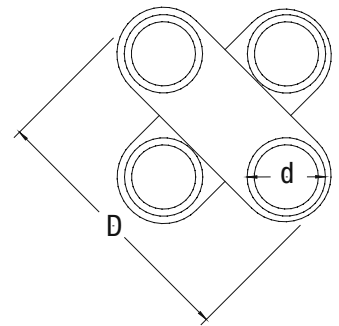


Fig. 6: Sección de una sonda RAUGEO PE-Xa



Fig. 5: Pie de la sonda RAUGEO PE-Xa

### 3.3 Sonda RAUGEO PE 100

#### 3.3.1 Descripción

La sonda RAUGEO PE 100 es una sonda geotérmica en U doble, compuesta por 2 sondas de PE 100 con forma de U, que vienen de fábrica soldadas en el pie de la sonda por medio de una pieza de unión con forma de V.

La fabricación de la sonda RAUGEO PE100, así como la de los pies de sonda, se realiza con arreglo a las Disposiciones de verificación y control HR 3.26, de SKZ (Centro de Polímeros del Sur de Alemania).

#### 3.3.2 Características

La sonda RAUGEO PE 100 ofrece las ventajas siguientes, importantes para la práctica:

- pie de la sonda extraordinariamente pequeño;
- sólo 2 uniones soldadas por pie de la sonda;
- con lastre simplemente se unen a éste las 2 piezas de la sonda mediante un tornillo, obteniéndose así una unidad;
- los tubos de la sonda son aptos para la soldadura a tope, por termofusión y mediante el manguito electrosoldable REHAU.

#### 3.3.3 Dimensiones, presentación

El diámetro del pie de la sonda depende del diámetro del tubo:

Tubo de la sonda [d]	Diámetro del pie de la sonda [D]
32 mm	84 mm
40 mm	104 mm

Longitudes suministrables: véase la Lista de precios

Presentación: Cada sonda en U doble (= 2 sondas en U individuales = 4 bobinas) sobre un palet no retornable, retractilado con film



Fig. 7: Introducción de una sonda RAUGEO PE 100

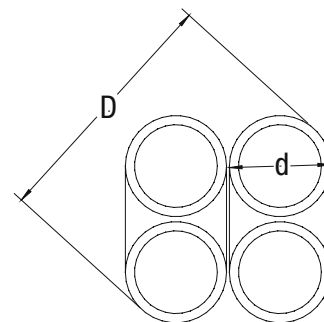


Fig. 9: Sección de una sonda RAUGEO PE 100



Fig. 8: Pie de la sonda RAUGEO PE 100

### 3.4 Tubo RAUGEO collect PE-Xa

#### 3.4.1 Descripción

El tubo RAUGEO collect PE-Xa es un tubo para colector geotérmico extraordinariamente robusto, fabricado en polietileno reticulado a alta presión PE-Xa, provisto de una capa externa de color gris estabilizada frente a los rayos UV. El programa se completa con el sistema de unión mediante casquillo corredizo de REHAU, así como con manguitos electrosoldables REHAU, distribuidores y pasamuros.



Fig. 10: Colocación del tubo RAUGEO collect PE-Xa



Fig. 11: Sección de zanja con tubo RAUGEO collect PE-Xa y PE-Xa plus

#### 3.4.2 Características

De las destacadas características del material PE-Xa se derivan para la práctica las siguientes ventajas técnicas de aplicación:

- resistencia a las estrías, a las muescas y a las cargas puntuales, por lo que se puede utilizar el material excavado como lecho;
- resistencia a la tensofisuración;
- gracias a ello, el tubo es fiable en el servicio, incluso con radios de curvatura reducidos:

	20 x 1,9	25 x 2,3	32 x 2,9	40 x 3,7
20 °C	20 cm	25 cm	30 cm	40 cm
10 °C	30 cm	40 cm	50 cm	65 cm
0 °C	40 cm	50 cm	65 cm	80 cm

- libre de propagación de fisuras;
- altamente resistente a la abrasión;
- flexible y, por lo tanto, fácil de colocar, incluso a bajas temperaturas;
- se puede colocar a temperaturas bajo cero sin necesidad de adoptar medidas especiales;
- durabilidad extraordinaria, incluso sometido a grandes cargas durante el servicio

#### 3.4.3 Dimensiones, presentación

Dimensiones: 20 x 1,9  
25 x 2,3  
32 x 2,9  
40 x 3,7

Presentación: En bobinas de 100 m. Largos especiales bajo demanda.

### 3.5 Tubo RAUGEO collect PE-Xa plus

#### 3.5.1 Descripción

El tubo RAUGEO collect Xa plus es un tubo para colector geotérmico con una capa barrera contra la difusión del oxígeno según DIN 4726 adicional y una capa de PE, que protege la capa barrera contra los daños durante la colocación en la zanja.

#### 3.5.2 Características

Presenta las mismas características destacadas del PE-Xa señaladas en los apartados 3.4.1 - 3.4.3, con excepción del sistema de unión mediante manguitos electrosoldables, que no puede utilizarse en este caso, debido a la capa barrera contra la difusión del oxígeno.

#### 3.5.3 Dimensiones, presentación

Dimensiones: 20 x 1,9  
25 x 2,3  
32 x 2,9  
40 x 3,7

Presentación: En bobinas de 100 m. Largos especiales bajo demanda.



### 3.6 Tubo RAUGEO collect PE-100

#### 3.6.1 Descripción

El tubo RAUGEO collect PE-100 es un tubo para colector geotérmico, de polietileno de color negro estabilizado frente a los rayos UV (PE100), fabricado según la DIN 8074.

El programa se completa con los sistemas de unión mediante manguitos electrosoldables REHAU, así como con distribuidores y pasamuros.

#### 3.6.2 Características

Para la práctica se derivan de las características del material las ventajas técnicas de aplicación siguientes:

- Los tubos de PE-100 deben quedar protegidos contra las cargas puntuales, etc. Por esta razón hay que apoyarlos sobre un lecho de arena;
- son estables a temperaturas de hasta 40 °C;
- los radios de curvatura mínimos admitidos dependen en gran medida de la temperatura durante la instalación.

	25 x 2,3	32 x 2,9	40 x 3,7
20 °C	50 cm	65 cm	80 cm
10 °C	85 cm	110 cm	140 cm
0 °C	125 cm	160 cm	200 cm

Tabla 4: Radios de curvatura de RAUGEO collect PE-100

#### 3.6.3 Dimensiones, presentación

Dimensiones: 25 x 2,3

32 x 2,9

40 x 3,7

Presentación: En bobinas de 100 m. Largos especiales bajo demanda.



Fig. 12: Colocación del tubo RAUGEO collect PE-100

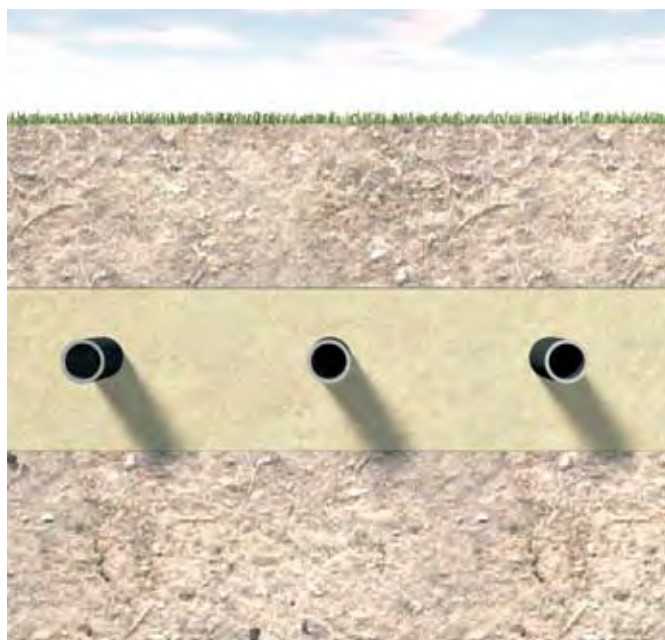


Fig. 13: Sección de zanja con el tubo RAUGEO collect PE-100

## 3.7 Pilotes energéticos RAUGEO

### 3.7.1 Descripción del sistema

En la edificación moderna, cuando para el cálculo de estructuras el terreno no es suficientemente firme, se emplean pilotes de cimentación. Cuando se integran tuberías, en dichos pilotes para el aprovechamiento de la energía geotérmica cercana a la superficie, se habla de pilotes energéticos. En función de las exigencias energéticas, dichos pilotes energéticos pueden extraer del terreno calor para la calefacción interior del edificio, así como entregar calor al mismo para el refrescamiento.

El tubo para colector geotérmico RAUGEO collect PE-Xa es también extraordinariamente adecuado para su integración en pilotes de cimentación. Su ventaja específica para la instalación radica en la resistencia de los tubos, así como, en especial, en los reducidos radios de curvatura que admiten. Como alternativa se puede utilizar el tubo para RAUGEO collect PE-Xa plus. La capa barrera contra la difusión del oxígeno integrada en este tubo previene la posible corrosión de los componentes de acero incorporados al sistema en su conjunto.

La colocación de las tuberías se realiza generalmente en forma de meandros en sentido longitudinal de la jaula de armadura. Las tuberías se fijan a la jaula de armadura mediante bridas para mallazo de pilote energético REHAU o bridas para cable.

### 3.7.2 Características

Para la práctica se derivan de las destacadas características del material PE-Xa las siguientes ventajas técnicas de aplicación :

- alta resistencia de los tubos frente a las muescas, estrías y la propagación de fisuras por efecto de la tensión, resultando idóneo para soportar las exigencias del trabajo en la obra;
  - flexible y de fácil colocación, incluso a bajas temperaturas;
  - elevada fiabilidad en el servicio, incluso con radios de curvatura reducidos:
- 20 cm para el tubo de 20 x 1,9
  - 25 cm para el tubo de 25 x 2,3

### 3.7.3 Presentación

Dimensiones: RAUGEO collect PE-Xa y PE-Xa plus, en las dimensiones 20 x 1,9 y 25 x 2,3.

Presentación: En bobinas de 100 m, largos especiales bajo demanda.



Fig. 14: Pilote energético RAUGEO



Fig. 15: Tubo RAUGEO collect PE-Xa montado en una jaula de armadura

# 4 ACCESORIOS DEL PROGRAMA RAUGEO

## 4.1 Accesorios para sonda y tubo RAUGEO collect



Fig. 16: Lastre para sonda PE-Xa

### 4.1.1 Lastre para sondas RAUGEO PE-Xa y PE-100

Dispositivo auxiliar para la instalación de la sonda, con material de fijación para realizar una unión fija en el pie de la misma.

Este juego incluye:

- 1 Lastre
- 2 Tornillos Allen M8
- 2 Espárragos roscados M10
- 2 Plaquitas con agujeros roscados

Material: acero  
Diámetro: 80 mm  
Largos  
Peso 12, 5 kg: aprox. 330 mm  
Peso 25,0 kg: aprox. 650 mm



Fig. 17: Dispositivo de inserción

### 4.1.2 Dispositivo de inserción para la sonda RAUGEO PE 100

Suplemento para varillaje con rosca M10 en el pie de la sonda, con el que se introducen las sondas en el pozo.

Este juego incluye:

- 1 Dispositivo de inserción
- 2 Tornillos Allen M8
- 2 Espárragos roscados M10
- 2 Plaquitas con agujeros roscados

Material: V2A  
Longitud: aprox. 200 mm



Fig. 18: Racor en Y

### 4.1.3 Racor en Y

Desempeña la función de distribuidor para las impulsiones y los retornos de una sonda geotérmica en el extremo del pozo. Se ahorran la mitad de los tubos de conexión.

Se reducen los costes en distribuidores y se ahorra espacio para la instalación de los mismos. Se puede unir mediante soldadura por termofusión o, tras cortar los manguitos, mediante soldadura por manguito electrosoldable, así como soldadura a tope.

Material: PE 100  
Dimensiones: 32-32-40  
40-40-50



Fig. 19: Distanciadador

### 4.1.4 Distanciadador

Para asegurar una distancia definida entre los tubos de la sonda dentro del pozo, reservando un hueco para el tubo de llenado.

Distancia entre distanciadadores: 1,5 - 2 m.

Material: PE100  
Para dimensiones: 32 x 2,9  
40 x 3,7



Fig. 20: Elemento auxiliar para la colocación

#### 4.1.5 Elemento auxiliar para la colocación de RAUGEO collect

Para la fijación de los tubos RAUGEO collect o de los tubos de conexión a vivienda en los puntos de cambio de dirección, ya sea en la zanja o en la excavación. Los tubos RAUGEO se fijan al terreno clavando este elemento auxiliar y se mantienen hasta el momento del relleno. Después se retira el elemento auxiliar, que de esta forma puede reutilizarse.

Material: acero/PE  
Diámetro: 200 mm

### 4.2 Accesorios para el pilote energético RAUGEO



Fig. 21: Brida para mallazo de pilote energético

#### 4.2.1 Brida para mallazo de pilote energético

La brida para mallazo REHAU está realizado con alambre provisto de una funda polimérica. Permite atar las tuberías a la armadura del pilote energético.

Material: Alambre con funda polimérica  
Ø alambre: aprox. 1,4 mm  
Longitud: 180 mm  
Color: negro



Fig. 22: Aparato trenzador

#### 4.2.2 Trenzador REHAU

El trenzador REHAU, realizado en metal y provisto de una funda polimérica, se utiliza para el trenzado correcto y rápido de las bridas para mallazo EP de REHAU. Sirve para la fijación de las tuberías a la armadura del pilote energético.

Material: acero  
Longitud: 310 mm  
Ø trenzador: 30 mm  
Color: negro



Fig. 23: Brida para cable

#### 4.2.3 Brida para cable REHAU

La brida para cable REHAU se puede utilizar como alternativa a la brida para mallazo EP de REHAU en los trabajos de fijación de las tuberías a la armadura del pilote energético.

Material: PA  
Longitud: 178 mm  
Anchura: 4,8 mm  
Color: natural

### 4.3 Accesorios generales RAUGEO



Fig. 24: Distribuidor para agua glicolada (en latón)

#### 4.3.1 Distribuidor para agua glicolada RAUGEO (en latón)

Distribuidor realizado en tubo de latón, con válvula combinada de llenado y vaciado, así como válvula manual de purga.

Opción: El cliente puede enroscar su propio purgador de aire automático en lugar de la válvula manual.

La posibilidad de corte de cada circuito de agua glicolada queda garantizada mediante sendas válvulas de esfera, en la impulsión y en el retorno.

Robusto soporte insonorizado y galvanizado.

Material: latón MS63  
Tubo base: 1 ½" ó 2"  
Conexión: G1 ½" o G2"  
Tamaño del colector: ver Lista de precios





Fig. 25: Distribuidor para agua glicolada (en material polimérico)

#### 4.3.2 Distribuidor para agua glicolada (en material polimérico)

Cuando no haya disponible un distribuidor para agua glicolada en latón de las dimensiones adecuadas se pueden suministrar distribuidores para agua glicolada en material polimérico adaptados al proyecto de obra específico. Los tubos distribuidores están fabricados en PE100. Las salidas se realizan en fábrica mediante soldadura según DVS 2207 y se verifican. Los distribuidores se pueden suministrar con válvulas de corte, un caudalímetro y una válvula de purga de aire.

Material: PE 100  
 Tubo base: 110/90  
 Conexión: 90 x 8,2  
 Tamaño del colector: bajo demanda

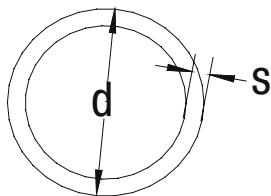


Fig. 26: Tubo de llenado, distribuidor y colector

#### 4.3.3 Tubo de llenado y conexión RAUGEO

Para el llenado y compactación del material de relleno del pozo de la sonda y como tubo de conexión entre el distribuidor y la bomba de calor.

Diámetros exteriores:

- PE-Xa: 20-160 mm
- PE 100: 20-400 mm

Los tubos RAUGEO se ofrecen en la ejecución SDR 11. (SDR = "Standard Dimension Ratio" = relación entre el diámetro exterior [d] y el espesor de pared [s] del tubo.)

Dimensiones d x s [mm]	Peso [kg]	Volumen [l]
20 x 1,9	0,112	0,20
25 x 2,3	0,171	0,32
32 x 2,9	0,272	0,54
40 x 3,7	0,430	0,83
50 x 4,7	0,666	1,30
63 x 5,8	1,05	2,10

Tabla 5: Datos técnicos de los tubos de SDR 11

#### 4.3.4 Regulador de caudal

Caudalímetro-regulador de caudal en latón, regulación de los circuitos de agua glicolada con una válvula de esfera. El caudalímetro viene premontado en el distribuidor de latón. Para los distribuidores de material polimérico se entrega el caudalímetro con manguitos de material polimérico premontados.

Material: latón MS63  
 Tubo base: 3/4"  
 Caudal: 8 - 30 l/min  
 Tamaños: ver Lista de precios



Fig. 27: Regulador de caudal

#### 4.3.5 Anillo estanqueizante pasamuros

Estanqueización de la entrada al edificio, para terreno tanto con agua que ejerce presión como con agua que no la ejerce. Para tubos RAUGEO con un diámetro exterior de 20 - 63 mm.

Combinado con el tubo de revestimiento RAUGEO o un agujero pasamuros es estanco para agua hasta 1,5 bar.

Nota: Se debe realizar un tratamiento conservante del agujero de barrena pasamuros.

Anillos: acero inox V2A  
 Tornillos: acero inox V4A  
 Material junta: EPDM



Fig. 28: Anillo estanqueizante pasamuros

#### 4.3.6 Manguito protector de PVC

Para la entrada al edificio con el tubo RAUGEO por medio de un agujero pasamuros y proteger dicha acometida contra la penetración de gas o agua.

Material: PVC  
 Diámetro interior: 100 mm  
 Diámetro exterior: 106 mm  
 Longitud: 400 mm



Fig. 29: Manguito protector



Fig. 30: Soporte para encofrado

#### 4.3.7 Soporte para encofrado

Adecuado para tubos de revestimiento RAUGEO (interiores), así como para otros tubos de revestimiento. Con el soporte para encofrado RAUGEO se pueden fijar con precisión los tubos de revestimiento al encofrado de madera, para así empotrarlos al mismo tiempo que se vierte el hormigón.

Diámetro interior:	100 mm
Diámetro exterior:	106 mm



Fig. 31: Tratamiento conservante para agujero de barrena

#### 4.3.8 Tratamiento conservante para agujero de barrena

Este kit incluye una resina epoxi bicomponente con agua potable, autorizada según la Recomendación KTW para el sellado de hormigón o de ladrillo prefabricado, un pincel (de aprox. 40 cm de largo) y un par de guantes de látex.

Con el kit se incluyen unas instrucciones de uso. Se deben observar las hojas de datos de seguridad.



Fig. 32: Coquilla aislante

#### 4.3.9 Coquilla aislante

La coquilla aislante para frío REHAU se compone de un material de caucho estanco al vapor de agua, para el aislamiento de tuberías en edificios. Las juntas se deben sellar con adhesivo de caucho, que también se puede solicitar a REHAU.

Espesor de aislam.:	13 mm
Longitud:	2 m
Dimensiones:	20 - 63 mm



Fig. 33: Soporte para tubo

#### 4.3.10 Soporte para tubo

El soporte para tubo REHAU se compone de 2 medias cañas, que sirven como inserto aislante entre el tubo y la abrazadera, con el fin de prevenir la formación de agua de condensación en la zona de la abrazadera.

Espesor de aislam.:	13-15 mm
Dimensiones:	20-63 mm



Fig. 34: Cinta señalizadora de trazado

#### 4.3.11 Cinta señalizadora de trazado

La cinta señalizadora de trazado está hecha en lámina de PE. Se utiliza para la señalización de tuberías de agua glicolada en el terreno. Se entierra 30 cm por encima de la tubería del agua glicolada.

Material:	PE
Anchura:	40 mm
Longitud:	250 m
Color:	verde



Fig. 35: Casquillo corredizo REHAU

#### 4.3.12 Casquillo corredizo

La técnica de unión mediante casquillo corredizo es un método desarrollado y patentado por REHAU para la unión

- rápida y presurizable de inmediato,
- segura de forma inherente al sistema,
- no afectable por los factores climatológicos y
- estanca de forma duradera

de los tubos RAUGEO PE-Xa y PE-Xa plus.

Se compone únicamente de un fitting y del casquillo corredizo.

Las uniones mediante casquillo corredizo se realizan con las herramientas correspondientes de REHAU. Para ello se deben seguir las instrucciones de montaje incluidas con dichas herramientas.



Fig. 36: Manguito electrosoldable

#### 4.3.13 Manguito electrosoldable

Los manguitos electrosoldables (ESM) de REHAU son accesorios que llevan incorporado un hilo de resistencia. Al aplicarle corriente eléctrica, dicha resistencia se calienta hasta la temperatura requerida para realizar la soldadura del manguito con los extremos de los tubos. Cada manguito lleva una resistencia de identificación integrada, que garantiza el ajuste de los parámetros de soldadura en la electrosoldadora REHAU (art. n° 244762-001). El código de barras aplicado sobre todos los manguitos electrosoldables REHAU permite utilizar cualquiera de las electrosoldadoras corrientes en el mercado provistas de lápiz lector. Para el montaje se deben seguir las instrucciones de manejo incluidas con la herramienta.



Fig. 37: Cinta de contracción en frío

#### 4.3.14 Cinta de contracción en frío RAUGEO

La cinta de contracción en frío RAUGEO está realizada en caucho butílico y posee propiedades de autosoldadura. Se utiliza para aislar tubos RAUGEO plus desaislados o de fittings de latón enterrados.

Material:	caucho butílico
Anchura:	50 mm
Longitud:	5 m
Color:	negro



Fig. 38: Tubo termorretráctil

#### 4.3.15 Tubo termorretráctil REHAU

Por principio, los fittings de casquillo corredizo de REHAU se pueden enterrar sin que precisen ninguna protección. No obstante, existen diversas sustancias, que se dan aisladamente en determinadas zonas y pueden dañar el fitting del casquillo corredizo. En caso de sospecha o duda acerca de si esto puede ocurrir, se puede proteger la unión con los tubos termorretráctiles REHAU.

Material:	VPE
Rango de contracción:	20-55 mm
Longitud:	1200 mm
Color:	negro

# 5 DISEÑO DE UNA INSTALACIÓN GEOTÉRMICA

## 5.1 Fundamentos del aprovechamiento geotérmico superficial

En geología "superficial" designa la zona que cubre desde la superficie terrestre hasta unos pocos cientos de metros de profundidad (por regla general aprox. 400 m). Se trata de la zona que puede abarcarse con los colectores geotérmicos, los pilotes energéticos y las sondas geotérmicas. En la fig. 39 está representado el nivel de temperaturas a lo largo del año hasta una profundidad de 20 m. Se puede apreciar que, a una profundidad de 1,2 - 1,5 m, las temperaturas oscilan entre los 7 y los 13 °C a lo largo del año y que, a aprox. 18 m de profundidad, la temperatura se mantiene constante a unos 10 °C. Por regla general, esta temperatura aumenta unos 2 - 3 °C por cada 100 m.

A 100 m de profundidad la temperatura alcanza habitualmente aprox. 12 °C y a 200 m, aprox. 15 °C.

Dicho nivel de temperatura se puede aprovechar de forma muy efectiva para fines de calefacción, con ayuda de una bomba de calor, o para fines de refrescamiento, ya sea por medio del refrescamiento directo o con el refuerzo de una máquina frigorífica.

A la hora de dimensionar una instalación geotérmica se debe distinguir entre la potencia de calefacción y refrescamiento instantánea y la capacidad de calefacción y refrescamiento anual posible. Debido a que la conductividad térmica del suelo está limitada a aprox. 1-3 W/mK, una instalación geotérmica sólo puede operar puntualmente con grandes potencias de consumo, utilizando para ello el entorno de los tubos y sondas como almacén intermedio de calor que es regenerado con un desfase a partir del flujo geotérmico procedente del interior de la Tierra, que se cuantifica en tan solo 0,015 a 0,1 W/m<sup>2</sup>\*K.

En el caso de instalaciones de pequeñas dimensiones, con una potencia térmica de hasta 30 kW, la Directriz 4640 de VDI señala unas sencillas reglas para el dimensionamiento, de las cuales la más importante se reproduce también en la presente Información técnica. Para instalaciones de mayores dimensiones es recomendable realizar un cálculo más preciso, tomando como base el estudio del suelo (Test de Respuesta de Terreno).

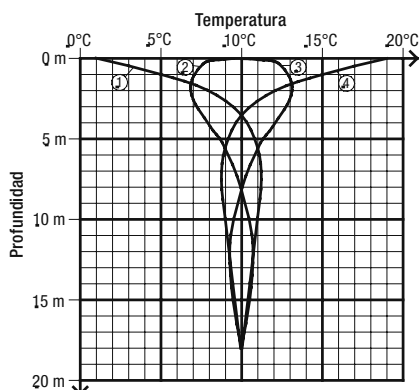


Fig. 39 Nivel de temperaturas anual a distintas profundidades del subsuelo

## 5.2 Efectos sobre el medio ambiente

En el caso de las bombas de calor acopladas a colectores geotérmicos, la elección de unos colectores demasiado pequeños puede tener efectos localizados sobre la vegetación (prolongación del periodo frío). Un infradimensionamiento generalmente trae consigo unas temperaturas más bajas en el foco frío y, con ello, un COP más reducido. En casos extremos se pueden producir en el foco frío temperaturas por debajo de los límites operativos inferiores de la bomba de calor. También en el caso de las bombas de calor acopladas a sondas geotérmicas, la elección de unas sondas infradimensionadas puede traer consigo, en régimen de plena carga, durante breves espacios de tiempo temperaturas en el foco frío muy bajas, hasta llegar al límite operativo de la bomba de calor. Además, este infradimensionamiento puede causar a largo plazo temperaturas en el foco frío que van descendiendo de un periodo de calefacción a otro, a menos que no se procure una regeneración suficiente a lo largo del tiempo.

## 5.3 Elección entre sonda, colector y pilote energético

El punto de partida para la elección del sistema es siempre la potencia del evaporador, es decir, el calor a captar del subsuelo o, en el caso de una aplicación de refrescamiento, el calor a aportar al mismo. Durante el proyectado se debe elegir la fuente de calor más favorable para el emplazamiento y adaptar a la misma el sistema de calefacción, así como los restantes componentes de la instalación. Los dos sistemas más frecuentes son:

- captadores horizontales del calor del subsuelo (colectores geotérmicos) o
- captadores verticales del calor del subsuelo (sondas geotérmicas, pilotes energéticos).

La decisión entre captadores horizontales y verticales viene determinada por las condiciones geológicas del emplazamiento, el espacio disponible y las características de la edificación.

Los criterios técnicos más importantes de la instalación son:

- potencia de diseño de la instalación de foco frío
- potencia de evaporación de la bomba de calor (se calcula p.ej. a partir de la potencia de calefacción y del COP)
- horas anuales de funcionamiento u horas a plena carga
- carga punta ("peak load") del foco frío

El correcto conocimiento de la geología e hidrogeología del terreno permite inferir las características térmicas e hidráulicas del subsuelo, permitiendo así elegir la técnica de captación más favorable.

Meses en el diagrama de la fig. 39

Curva 1 = 1 de febrero

Curva 2 = 1 de mayo

Curva 3 = 1 de noviembre

Curva 4 = 1 de agosto



## 5.4 Dimensionamiento y colocación de colectores geotérmicos

El dimensionamiento de los colectores geotérmicos está descrito en la directriz 4640 de VDI. A continuación se resumen los aspectos más destacados de la misma.

### 5.4.1 Dimensionamiento

Los datos de entrada para el dimensionamiento de una instalación de colector geotérmico combinada con una bomba de calor son

- demanda calorífica y coeficiente de prestación de la bomba de calor, del que se deriva la potencia del evaporador
- caudal volumétrico de la bomba de calor (tomado los datos técnicos de la misma)
- capacidad térmica específica del terreno

El dimensionamiento de la bomba de calor se debe realizar con mucha precisión. Por esta razón habrá que consultar a un fabricante de bombas de calor, para poder asignar el coeficiente de prestación (COP) a la potencia de calefacción calculada y al régimen de funcionamiento.

De esta forma, la potencia del evaporador se calcula como sigue:

Potencia del evaporador =

$$\frac{\text{Potencia de calefacción} \times (\text{Coeficiente de prestación}-1)}{\text{Coeficiente de prestación}}$$

Ejemplo:

Potencia de calefacción: 12 kW

Coeficiente de prestación ( COP ): 4

$$\frac{12 \text{ kW} \times (4-1)}{4} = 9 \text{ kW}$$

Como se desprende de la Tabla 6, la capacidad térmica específica del terreno depende del tiempo de funcionamiento anual:

Subsuelo	Calor específico de extracción	
	para 1800 h	para 2400 h
Suelo no cohesivo	10 W/m <sup>2</sup>	8 W/m <sup>2</sup>
Suelo cohesivo, húmedo	20-30 W/m <sup>2</sup>	16-24 W/m <sup>2</sup>
Suelo saturado con agua	40 W/m <sup>2</sup>	32 W/m <sup>2</sup>

Tabla 6: Fuente: VDI 4640

Ejemplo:

Potencia del evaporador: 9 kW

Horas de funcionamiento: 1800 h/a

Subsuelo: cohesivo, húmedo

De allí resulta:

Calor específico de extracción: 25 W/m<sup>2</sup>

superficie del colector geotérmico (m<sup>2</sup>) =

$$\frac{\text{Potencia del evaporador (W)}}{\text{Calor específico de extracción (W/m}^2\text{)}}$$

Superficie del colector geotérmico = 360 m<sup>2</sup>

La elección de la dimensión de tubo depende de la capacidad térmica que debe poder aportar el subsuelo:

Cuanto mayor es la capacidad térmica, mayor es el caudal volumétrico requerido para una diferencia de temperaturas entre la impulsión y el retorno dada y mayor es la dimensión de tubo necesaria. La Tabla 7 ofrece una referencia.

Tipo de suelo	AD x s (mm)
Suelo no cohesivo	20 x 1,9
Suelo cohesivo, húmedo	25 x 2,3
Suelo saturado con agua	32 x 2,9

Tabla 7: Dimensiones de tubo

La separación entre los tubos de colector tendidos recomendada en la directriz VDI 4640 es de 50-80 cm.

Para una separación de tendido elegida de 75 cm (0,75 m) y dada la relación

$$\text{Cantidad de tubo} = \frac{\text{Superficie de colector geotérmico (m}^2\text{)}}{\text{Separación de tendido (m)}}$$

resulta una longitud de tubo de 480 m.

**Nota: No se debe superar el calor de extracción (ni la potencia ni el trabajo), porque de lo contrario la formación de hielo por principio deseable en la zona de la tubería resulta excesiva y las “envolventes” de hielo se unen entre sí. Durante el periodo de deshielo en primavera esto dificultará considerablemente la filtración del agua de lluvia y de deshielo, que contribuyen también considerablemente al calentamiento del suelo.**

Como el colector geotérmico altera el nivel de temperatura del subsuelo, se deberán tender los tubos a una distancia suficiente de árboles, arbustos y plantas delicadas. La distancia de tendido con respecto a otras conducciones de suministro y de los edificios será de 70 cm. Cuando la distancia sea menor se deberán proteger las conducciones con un calorifugado suficiente.

Los colectores geotérmicos sólo se podrán utilizar para el refrescamiento directo de edificios si se cumplen determinadas condiciones previas:

- Corriente freáticas: distancia < 0,5 m con respecto a subsuelo con conductividad térmica 2,5 - 3 W/mK

- Temperatura de las aguas freáticas en verano < 12 °C

Las cargas punta de refrescamiento se pueden cubrir también por medio de una máquina frigorífica acoplada al subsuelo.

Debido al riesgo de que la pérdida de carga se vuelva demasiado grande, la longitud del ramal de tubo no deberá superar los 100 m.

### 5.4.2 Colocación

De acuerdo con la directriz VDI 4640, en las instalaciones de colector geotérmico los tubos se deberán enterrar a 1,2 - 1,5 m de profundidad y con una separación entre sí de 50-80 cm.

La regeneración de los colectores geotérmicos se realiza principalmente desde arriba, a partir de las radiaciones solares y las precipitaciones. El flujo geotérmico es este caso comparativamente reducido. Por esta razón, **no se deberá construir por principio encima de los colectores ni situarse los mismos debajo de superficies impermeabilizadas!**

Las excepciones a esta regla se deberán confirmar mediante un cálculo. Una posibilidad es p.ej. cuando se utiliza el colector geotérmico tanto para la calefacción como para el refrescamiento, con lo cual cada uno de estos modos operativos contribuye a la regeneración del terreno. Se deberá vigilar, en particular cuando se efectúe el tendido debajo de edificios, que la temperatura de funcionamiento no alcance el límite de congelación, porque de lo contrario el edificio puede resultar dañado por levantamientos del terreno, etc.

Para instalar el tubo RAUGEO collect se puede utilizar tanto el tendido en zanja como el tendido de superficie. En el caso del tendido en zanja se excava con una excavadora un lado de la zanja, se tiende el tubo y se rellena la zanja con el lado contrario de la misma (ver la fig. 40).

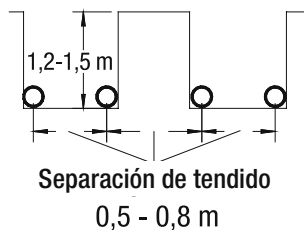


Fig. 40: Tendido en zanja

El tendido de superficie consiste en disponer la superficie completa del colector sobre un plano horizontal, ver la fig. 44.

Nota: El material excavado sólo se podrá reutilizar si los tubos son PE-Xa. Para instalar tubos de PE-100 se deberá utilizar arena. Véase el apdo. 4.6.

No tender los tubos distribuidores de PE-Xa sobre un lecho de grava o gravilla, porque las bolsas de aire reducen la conductividad. Por esta razón, con este tipo de suelos se debe verter alrededor de los tubos suelo fino, que garantice la absorción de la humedad. Utilizando tubos de PE-Xa no es necesario controlar la presencia de piedras en el suelo.

Los tipos de tendido habituales están representados en las figuras 41-43. El tipo de tendido helicoidal de la fig. 41 se puede utilizar para un tendido de superficie. El tipo de tendido del doble meandro de la fig. 42 y el tipo Tichelmann de la fig. 43 son especialmente adecuados para el tendido en zanja.



Fig. 44: Tendido de superficie

Los tubos RAUGEO collect se suministran en bobinas de 100 m. La superficie colectora debe estar proyectada de forma que cada tramo de tubo tenga la misma longitud. De esta forma se previenen laboriosos trabajos de regulación en el distribuidor.

En el caso del tendido de superficie se pueden fijar los tubos mediante los elementos auxiliares para la colocación de REHAU, que permiten realizar de forma sencilla módulos de tubos.

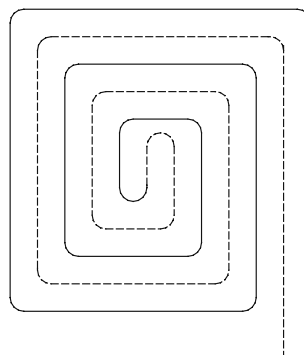


Fig. 41: Tipo de tendido helicoidal

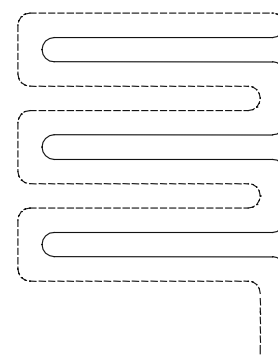


Fig. 42: Tipo de tendido de meandro doble

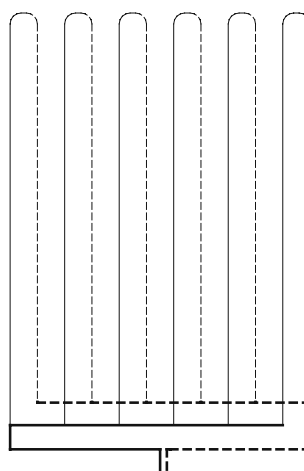


Fig. 43: Tipo de tendido Tichelmann

Cálculo de la superficie colectora y de la longitud de tubo colector requerida para un COP de la bomba de calor de 4 (0/35), una capacidad térmica de 25 W/m<sup>2</sup> y una separación de tendido de 0,6 m:

Potencia de calefacción requerida [kW]	Potencia del evaporador [kW]	Superficie. mín [m <sup>2</sup> ]	Tubo RAUGEO collect sugerido [m]
4	3	120	200
6	4,5	180	300
8	6	240	400
10	7,5	300	500
12	9	360	600
14	10,5	420	700
16	12	480	800
18	13,5	540	900
20	15	600	1000

### 5.4.3 Montaje de los colectores geotérmicos



Fig. 45: Elección del emplazamiento de los distribuidores

#### Paso de montaje 1

- Elegir la ubicación de los distribuidores en el punto más alto de la instalación de colector.
- Los distribuidores pueden ser instalados en arquetas de plástico, eventualmente provistas de una cubierta translúcida.  
Nota: Tapar las cubiertas translúcidas en caso de irradiación solar, porque las tuberías deben quedar protegidas contra los rayos UV.
- Conectar las tuberías al distribuidor y al colector siguiendo el método Tichelmann. Véase el apdo. 5.7.



Fig. 46: Extensión y fijación del tubo

#### Paso de montaje 2 Tendido de superficie

- Extender los tubos, alinearlos y fijarlos con piquetas.
- Es fundamental respetar los radios de curvatura del PE-Xa y del PE-100 (véase el apdo. 2 Tabla 1).



Fig. 47: Cobertura de los tubos con suelo excavado o arena

#### Paso de montaje 3

- Una vez cubiertos los tubos con el material excavado o la arena retirar nuevamente las piquetas.  
Nota: Los tubos RAUGEO collect PE-100 se deben colocar sobre un lecho de arena.



Fig.48: Llenado y cobertura de los tubos

#### Paso de montaje 4

- Llenar la tubería con el fluido caloportador previamente mezclado (el fabricante de la bomba de calor le especificará la proporción de anticongelante y agua). Su punto de congelación debería estar a unos 7 K por debajo de la temperatura mínima del evaporador.
- Barrer las tuberías hasta que queden libres de aire, situando un recipiente abierto debajo de un extremo de las mismas.
- La prueba de presión de la tubería y de los componentes de la instalación (distribuidor, tuberías de conexión, etc.) se realiza con 1,5 veces la presión de servicio.



## 5.5 Dimensionamiento e instalación de las sondas geotérmicas

Consultar las especificaciones detalladas para el dimensionamiento y la instalación de las sondas geotérmicas en la directriz VDI 4640.

### 5.5.1 Dimensionamiento

Al dimensionar las sondas geotérmicas para trabajar con bombas de calor son también determinantes la capacidad térmica de la sonda y la potencia del evaporador. En la Tabla 8 se resumen los valores que se pueden utilizar para pequeñas instalaciones, de menos de 30 kW, para el modo de calefacción mediante bombas de calor y para longitudes máximas de sonda de 100 m.

Horas de funcionamiento Subsuelo	1800 h	2400 h
<b>Capacidad térmica específica en W/m de sonda</b>		
<b>Valores orientativos generales:</b>		
Subsuelo inapropiado (sedimento seco) ( $\lambda < 1,5 \text{ W/mK}$ )	25	20
Subsuelo normal de roca consolidada y sedimento saturado con agua ( $\lambda < 3,0 \text{ W/mK}$ )	60	50
Roca consolidada con elevada conductividad térmica ( $\lambda < 3,0 \text{ W/mK}$ )	84	70
<b>Rocas aisladas:</b>		
Gravilla, arena, secas	< 25	< 20
Gravilla, arena, con contenido en agua	65 - 80	55 - 85
Corriente freática fuerte a través de gravilla y arena, para instalaciones individuales	80 - 100	80 - 100
Arcilla, limo, húmedos	35 - 50	30 - 40
Piedra caliza (maciza)	55 - 70	45 - 60
Piedra arenisca	65 - 80	55 - 65
Migmatitas ácidas (p.ej. granito)	65 - 85	55 - 70
Migmatitas básicas (p.ej. basalto)	40 - 65	35 - 55
Gneis	70 - 85	60 - 70

(Estos valores pueden fluctuar mucho en función de la configuración de las rocas, p.ej. uniones, enquistos, meteorización.)

Tabla 8: Capacidades térmicas específicas de sondas geotérmicas (Fuente: VDI 4640)

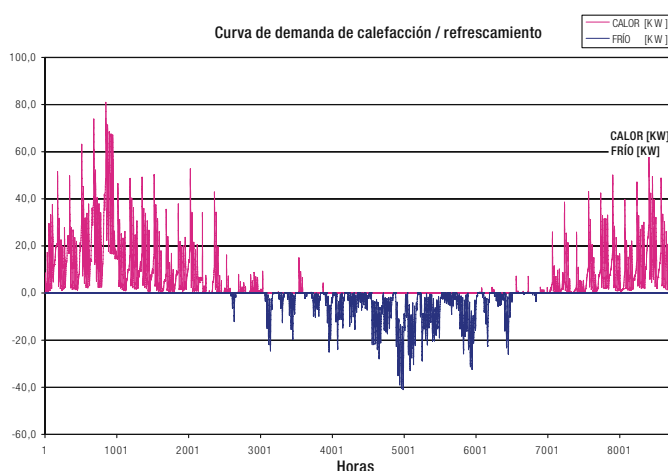


Fig. 49: Ejemplo de curva de demanda de calefacción/refrescamiento en edificios

Los tipos de suelo que influyen de forma determinante sobre la capacidad térmica de la sonda geotérmica pueden ser conocidos o bien por un servicio geológico o por la empresa de perforaciones, o también haber sido determinadas por dicha empresa al tomar testigos.

### Ejemplo de dimensionamiento:

**Potencia del evaporador: 6,8 kW (6800 W)**

**Horas de funcionamiento: 2400 h/a**

**Suelo húmedo**

De ahí resulta: **Capacidad térmica: 50 W/m**

De lo cual se deriva la

$$\text{Longitud de la sonda} = \frac{\text{Potencia del evaporador (W)}}{\text{Capacidad térmica (W/m)}}$$

es decir, 136 m.

### 5.5.2 Dimensionamiento de grandes instalaciones

En instalaciones de calefacción de mayores dimensiones, con potencias de calefacción de la bomba de calor superiores a 30 kW o con un uso adicional del foco frío (por ejemplo, para refrescamiento), se deberá realizar un cálculo más preciso. Como base para ello se deberá determinar la demanda de calefacción y refrescamiento del edificio. En la fig. 49 se reproduce un ejemplo de las demandas de calefacción y refrescamiento distribuidas a lo largo del año, obtenidas con ayuda de un programa de simulación.

Para el dimensionamiento de la instalación de sonda, si la situación geológica o hidrogeológica resulta poco clara, se deberán tomar testigos. En caso necesario se realizarán mediciones geofísicas de dicho testigo o se medirá la capacidad térmica del subsuelo mediante un "Test de Respuesta de Terreno".

A partir de los resultados se podrá calcular, asimismo con un programa de simulación, la capacidad térmica anual posible en función de un tiempo de funcionamiento a determinar de la instalación.

Cálculo de los metros de sonda necesarios (metros de perforación) para un COP de la bomba de calor de 4 (0/35) y una capacidad térmica de 50 W/m:

Potencia de calefacción requerida [kW]	Potencia del evaporador [kW]	Longitud mín. de la sonda [m]	Sonda RAUGEO sugerida [cantidad]
4	3	60	1 sonda de 60 m
6	4,5	90	2 sonda de 50 m
8	6	120	2 sonda de 60 m
10	7,5	150	2 sonda de 80 m
12	9	180	2 sonda de 90 m
14	10,5	210	3 sonda de 70 m
16	12	240	3 sonda de 80 m
18	13,5	270	3 sonda de 90 m
20	15	300	3 sonda de 100 m



### 5.5.3 Instalación

Con arreglo a la legislación hidrológica, para la instalación de sondas generalmente se debe solicitar un permiso.

Se debe respetar una distancia mínima de 2 m con respecto a los edificios. Las sondas no deben comprometer la estabilidad de los edificios. Cuando se instalen varias sondas geotérmicas, la separación entre las mismas deberá ser de mín. 5 m para las longitudes de sonda inferiores a 50 m y de mín. 6 m para las sondas de más de 50 m de longitud. En el caso de las sondas geotérmicas utilizadas para cubrir demandas de refrescamiento, la disposición de las mismas se debería diseñar lo más abierta posible, con el fin de prevenir afectaciones mutuas.

La distancia de tendido con respecto a otras conducciones de suministro debe ser 70 cm. Si la distancia es menor, se deberán proteger las conducciones con un aislamiento suficiente.

Con el fin de facilitar la instalación de la sonda, en el caso de pozos mojados (llenos de agua), se recomienda llenar las sondas. Con el lastre para sonda RAUGEO o, alternativamente, con el elemento auxiliar para la colocación RAUGEO, se facilita adicionalmente la introducción de la sonda. En el caso de pozos secos se deberá llenar la sonda a más tardar en el momento de poner bajo presión el pozo, con el fin de prevenir un desplazamiento por ascensión de la sonda.

El tubo de llenado se introduce en el pozo junto con la sonda. Cuando la profundidad es importante puede resultar necesario un tubo de llenado adicional, con el fin de asegurar un llenado uniforme.

Por regla general se introduce la sonda en el pozo con ayuda de un mecanismo desbobinador fijado a la máquina para sondeos. También se puede extender la sonda previamente, para introducirla en el pozo a partir de un bucle que se fija a la máquina para sondeos. El desbobinado del tubo de sonda reduce algo la curvatura residual del mismo.

**Nota: Con las sondas de PE100 no recomendamos utilizar el método consistente en introducir el tubo desenrollado en el pozo, porque al arrastrarlo sobre el suelo se pueden producir muescas, estrías y otras erosiones, que reducirán notablemente la vida útil de los mismos.**

Una vez introducida la sonda se recomienda realizar una prueba de flujo y otra de presión.

**Nota: La puesta bajo presión de las sondas se debe realizar con arreglo a la directriz VDI 4640, parte 2, de tal forma que quede garantizada una integración duradera a nivel tanto físico como químico y que el presionado no contenga bolsas de aire ni cavidades. Sólo realizando reglamentariamente, conforme a la VDI 4640, esta puesta bajo presión del intersticio anular del pozo se puede asegurar la operatividad, sobre todo de las sondas de mayor profundidad.**

Una vez rellenado el pozo se llevan a cabo las pruebas finales: prueba de funcionamiento de la sonda llena de agua y prueba de presión a una presión mín. de 6 bar; carga previa: 30 min.; duración de la prueba: 60 min.; caída de presión tolerada: 0,2 bar.

En caso de existir riesgo de temperaturas bajo 0, vaciar la sonda a hasta 2 m por debajo de la rasante. Esto se puede conseguir mediante una toma de aire comprimido a baja presión conectada en uno de los extremos. De esta forma se expulsa el agua por el extremo contrario. Cuando se reduce la presión, la columna de agua se desequilibra dentro de la sonda. Los tubos de la sonda deben permanecer herméticamente cerrados hasta que se efectúa la conexión. Para llenar completamente el intersticio anular se utilizarán materiales que se deberán determinar en función de los modos operativos respectivos y dependiendo de las condiciones geológicas.

Tender los tubos de la sonda geotérmica hasta el distribuidor mediante circuitos conectados en paralelo. El distribuidor se instalará en el punto más alto. Se deberá prever un dispositivo de desaireación en una ubicación adecuada. Los distribuidores podrán equiparse con un caudalímetro para efectuar el reglaje de las sondas.

Antes de entrar en funcionamiento todo el sistema se deberá realizar una prueba de presión con una presión 1,5 veces la presión de servicio. Se deberá comprobar que el flujo es uniforme en todas las sondas.

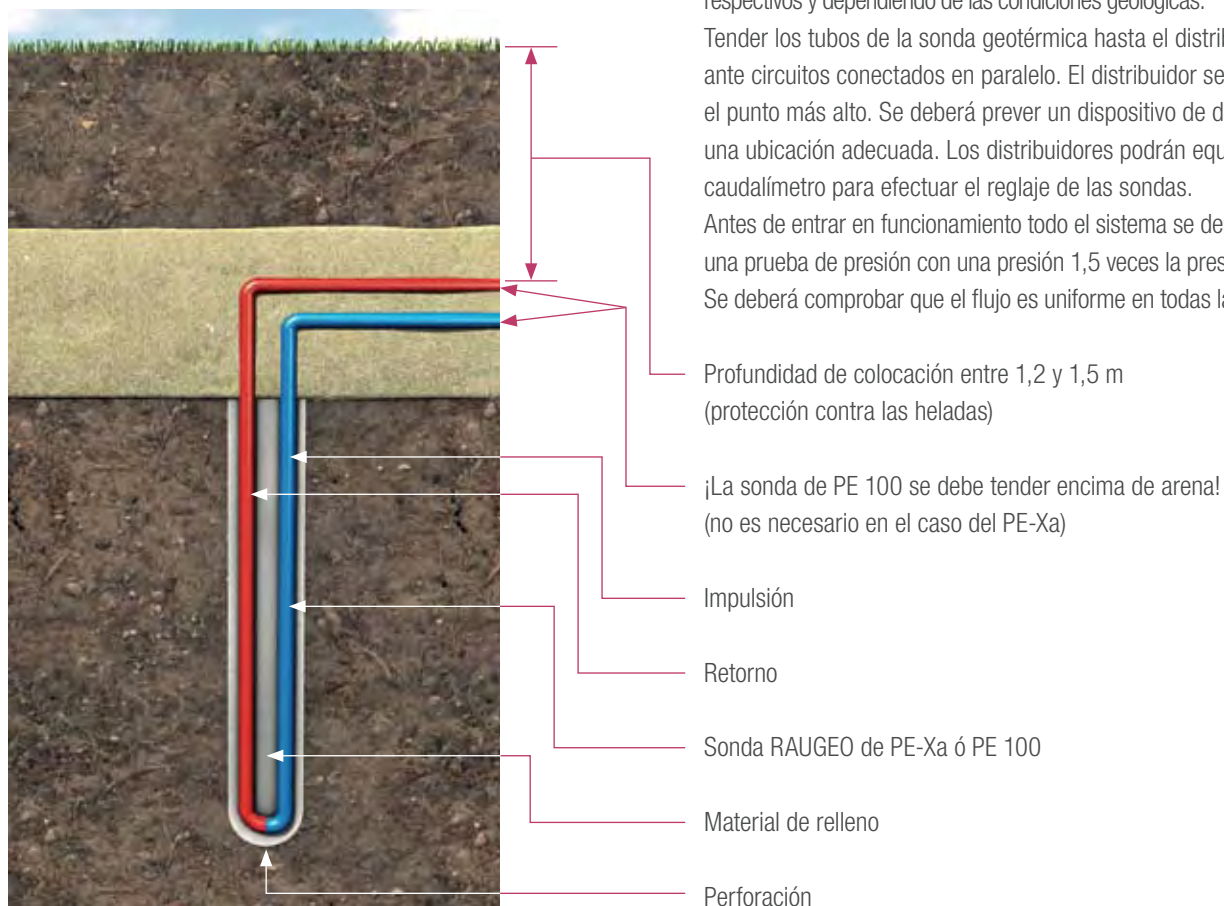


Fig. 50

## 5.5.4 Montaje de las sondas geotérmicas



Fig. 51: Inspección y preparación de la sonda

### Paso de montaje 1

- Antes de desenrollarlas, comprobar si las bobinas presentan desperfectos.
- Cargar la sonda en el dispositivo desbobinador o extenderla.
- En caso necesario fijar el lastre o el elemento auxiliar para la introducción en el pie de la sonda.



Fig. 52: Introducción de la sonda

### Paso de montaje 2

- Llenar la sonda con agua, para que ésta no ascienda.
- Introducir la sonda junto con el tubo de llenado en el pozo.
- Descender la sonda y el tubo de llenado completamente dentro del pozo.



Fig. 53: Rellenado del pozo

### Paso de montaje 3

- Realizar la prueba de presión y de flujo de la sonda llena de agua.
- Rellenar completamente el intersticio anular del pozo.
- Realizar la prueba final de funcionamiento de la sonda geotérmica llena de agua, aplicando una presión de mín. 6 bar.



Fig. 54: Empalme con las tuberías de conexión

### Paso de montaje 4

- Empalmar las sondas a las tuberías de conexión.
- Conectar dichas tuberías al distribuidor ubicado en el punto más alto de la instalación.
- Purgar la instalación con el medio caloportador ya mezclado.
- Barrer las tuberías hasta que ya no contengan aire, colocando un recipiente debajo de un extremo de las mismas.
- Realizar una prueba de presión final del sistema en su conjunto, aplicando 1,5 veces la presión de servicio.



## 5.6 Dimensionamiento y montaje de pilotes energéticos

Consultar las indicaciones detalladas para el dimensionamiento y el montaje de los pilotes energéticos en la directriz VDI 4640.

### 5.6.1 Dimensionamiento

El dimensionamiento de los pilotes energéticos se realiza de forma análoga al de las sondas geotérmicas (véase el apdo. 5.1). Se debe tener en cuenta que los pilotes energéticos no deben operar a temperaturas bajo 0. Esta limitación debe considerarse en el cálculo. Se debe prever un sistema de desconexión termostático. Por razones de coste se considera en el dimensionamiento únicamente el número de pilotes impuesto por el cálculo de la estructura. Los costes de los pilotes adicionales no estarían justificados. Las potencias de calefacción o refrescamiento adicionales quedarán cubiertas mediante otros sistemas independientes. La utilización es rentable a partir de una longitud de los pilotes de 6 m. Por regla general los pilotes de cimentación se ponen en obra en las aguas freáticas. Cuando se utilizan como sistema de refrigeración, la temperatura de las aguas freáticas sufre un incremento. Este extremo se deberá aclarar con los organismos oficiales competentes.

### 5.6.2 Variantes de colocación

En cuanto al tendido de los tubos se pueden utilizar las variantes meandros en vertical y sonda en U.

#### Meandros en vertical

Los tubos se tienden dentro de la jaula de armadura formando bucles de tubo sinfín con forma de meandros. Este tipo de tendido presenta ventajas, sobre todo de simplicidad de montaje. La conexión de los ramales de impulsión y de retorno a la red de tuberías se efectúa en la cabeza del pilote.

#### Sonda en U

Los tubos se tienden en forma de U dentro de la jaula de armadura. El acoplamiento de los diferentes bucles de tubo por medio del probado sistema de unión, de estanqueidad duradera, del casquillo corredizo REHAU, incluyendo los fittings de REHAU, se efectúa en la cabeza de los pilotes.

Esta modalidad de tendido de los tubos presenta ventajas, sobre todo relacionadas con la desaireación de las tuberías.

La conexión de los ramales de impulsión y retorno a la red de tuberías se efectúa en la cabeza del pilote.



Fig. 55: Tendido del tubo dentro de un pilote energético

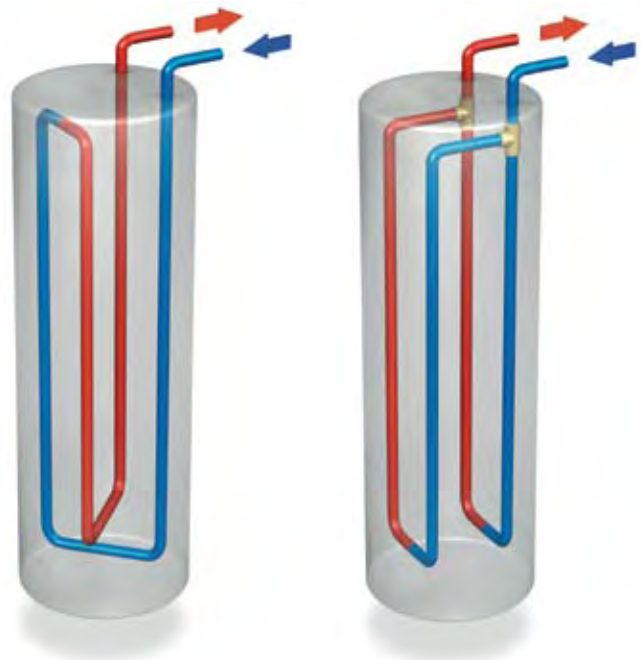


Fig. 56: Tendido del tubo en forma de meandros en vertical

Fig. 57: Tendido del tubo en forma de sonda en U

### 5.6.3 Montaje de los pilotes energéticos REHAU



Fig. 58: Montaje de las tuberías en la jaula de armadura

#### Paso de montaje 1

Tendido de las tuberías en forma de meandros dentro de la jaula de armadura (no suministrada por REHAU).

El tendido de los tubos se efectúa en sentido longitudinal dentro de la jaula de armadura.

La fijación mediante unión positiva de los tubos se realiza a la armadura y en las zonas de cambio de dirección de los tubos por medio de conectores para mallazo de pilote energético REHAU, a intervalos de 0,5 m.



Fig. 59: Reunión de la impulsión y el retorno dentro del tubo protector

#### Paso de montaje 2

- Colocar un tubo protector sobre las tuberías en la zona de la cabeza del pilote. Fijar y cortar las tuberías.
- Identificar las tuberías.

Las tuberías de conexión se cortan en la cabeza del pilote y se aplica tubo protector sobre las mismas.

Se lleva a cabo la identificación del pilote energético con arreglo al proyecto de montaje.



Fig. 60: Montaje de la unidad para pruebas de presión

#### Paso de montaje 3

- Montar la unidad para pruebas de presión.
- Aplicar una presión de prueba de 6 bar.

Montar una unidad para pruebas de presión en los extremos, intercalando una reducción con manómetro REHAU.

Aplicar una presión de prueba de 6 bar y registrar dicha presión de prueba en un protocolo.



Fig. 61: Prueba de presión a 6 bar

#### Paso de montaje 4

- Poner en obra del hormigón
- Realizar una 2ª prueba de presión tras la puesta en obra del hormigón
- Conectar las tuberías a los tubos distribuidores

Registrar en un protocolo la presión de prueba aplicada tras la puesta en obra del hormigón.

Los pilotes energéticos se pueden conectar directamente a las tuberías de distribución o a los distribuidores del circuito de calefacción o de refrescamiento.



## 5.7 Montaje del distribuidor

### 5.7.1 Posición del distribuidor

Posicionar el distribuidor en el punto más alto del área de las tuberías. Tender la tubería con una ligera pendiente hacia el distribuidor.

### 5.7.2 Ubicación del distribuidor

Sobre las tuberías de agua glicolada se forma fácilmente agua de condensación, por lo cual se deberán aislar las mismas dentro de los edificios con un material que haga barrera contra la difusión del vapor de agua. Dado el alto coste y gran esfuerzo que representa el aislamiento de un distribuidor, se recomienda instalarlo fuera de los edificios.

### 5.7.3 Conexión del distribuidor

La conexión del distribuidor se realiza mediante la rosca macho G 1 ½" ó G 2". Debido al riesgo de formación de burbujas de vapor, el distribuidor tiene unos límites operativos. El caudal para el tubo base de 2" está limitado a 8000 l/h cuando se utiliza agua glicolada con un 34 % de anticongelante. Si la proporción de anticongelante es menor o se utiliza agua pura se puede trabajar con caudales mayores. En caso de precisarse un caudal superior a 8000 l/h se pueden empalmar 2 tubos distribuidores en el centro con una pieza en T. De esta forma se puede alcanzar un caudal volumétrico de 16.000 l/h.



Fig. 62: Distribuidor RAUGEO de latón

#### Nota:

**Los distribuidores de latón sólo pueden trabajar con agua o con una mezcla de agua y glicol. Si se utiliza un medio que fomenta la corrosión, se deberá recurrir a un distribuidor de material polimérico. El distribuidor de material polimérico se deberá utilizar asimismo en instalaciones en las que el espacio disponible no resulte suficiente para el distribuidor estándar.**

**Bajo demanda podemos facilitar precios de los distribuidores de material polimérico.**



Fig. 63: Distribuidor de material polimérico

### 5.7.4 Distribuidor para sonda geotérmica

Las impulsiones y los retornos de una sonda geotérmica se pueden conectar al distribuidor ya sea unidos en la cabeza de la sonda mediante un tubo en Y o individualmente.

En caso de no poder garantizar una longitud igual de los tubos de sonda hasta el distribuidor se deberán utilizar reguladores de caudal. Con una mezcla de agua y glicol el regulador de caudal desempeña únicamente la función de reglaje de los circuitos individuales, pero no de fijación del caudal. Esto es debido a la mayor densidad y viscosidad de la mezcla de agua y glicol.



Fig. 64: Regulador de caudal

### 5.7.5 Conexión de los tubos distribuidores

Para que todos los tubos reciban el mismo caudal de los distribuidores de colector/sonda, se deberán conectar los mismos según el principio de Tichelmann. Véanse las figuras 65 y 66.

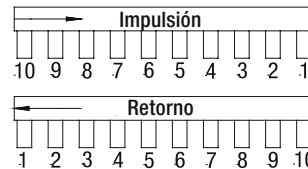


Fig. 65: Impulsión y retorno unilaterales

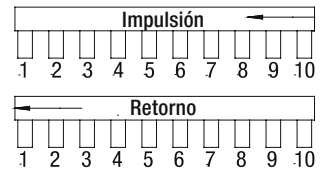


Fig. 66: Impulsión y retorno alternados

### 5.7.6 Conexión del distribuidor

El distribuidor se puede montar en posición horizontal o vertical. Antes de conectar los tubos al distribuidor se deberán tender los tubos trazando un ángulo de 90°. De esta forma las fuerzas del tubo causadas por las variaciones de longitud de origen térmico no actuarán sobre el distribuidor, sino que serán compensadas en la curva del tubo.

Cuando se instale el distribuidor en un patio de luces se deberá evitar que los tubos RAUGEO collect queden apoyados sobre la pared del edificio. Trasdosando unas planchas de espuma rígida de PU de 4 cm de espesor se previene el humedecimiento de la pared por la formación de condensado, así como que los tubos resulten dañados al sufrir variaciones de longitud.

### 5.7.7 Distribuidor para pilotes energéticos

Los pilotes energéticos RAUGEO se pueden conectar a la red de tuberías de los distribuidores mediante un distribuidor para circuito de calefacción y refrescamiento, de forma análoga a los sistemas de superficies radiantes de calefacción y refrescamiento.

Para el corte y la regulación se recomienda la utilización de válvulas de esfera y de reguladores de caudal.

Para el dimensionamiento se debe considerar una pérdida de carga máx. de 300 mbar por circuito, así como circuitos de tamaños casi iguales. Gracias al tendido de las tuberías de distribución mediante el método de Tichelmann se alcanza en éstas una pérdida de carga casi uniforme.

## 5.8 Fluido caloportador

### 5.8.1 Aspectos generales

En las instalaciones de bomba de calor se adiciona al agua una determinada proporción de glicol, de forma que se previene la congelación del fluido caloportador.

En las instalaciones que no van a operar a temperaturas bajo cero no es necesario utilizar glicol, siempre que los tubos sean tendidos de forma que no resulten afectados por temperaturas bajo 0. Antes de llenar la instalación se debe conocer a qué temperatura se deberá ajustar el fluido caloportador. En el caso de las instalaciones de bomba de calor son, por regla general, 10 - 20 °C. El anticongelante RAUGEO se suministra en forma concentrada y se puede mezclar con agua siguiendo las indicaciones de la tabla de abajo.

**Ojo: El agua adicionada no debe contener, según lo señalado en la norma DIN 2000, más de 100 mg/kg de cloro.**

Los glicoles REHAU contienen inhibidores de la corrosión, con el fin de proteger las partes de acero de la instalación. Para que el glicol contenga una cantidad suficiente de inhibidores de la corrosión, la proporción de anticongelante no deberá ser inferior al 20 % en el caso del etilenglicol.

Por otra parte se deberá mantener lo más baja posible la proporción de glicol, con el fin de ahorrar potencia de la bomba.

A continuación se resumen las proporciones de mezcla:

Etilenglicol:		
-10 °C	22 % de etilenglicol	78 % de agua
-15 °C	29 % de etilenglicol	71 % de agua
-20 °C	35 % de etilenglicol	65 % de agua

**Ojo: Antes de verterlo en la instalación mezclar el glicol con agua en un recipiente. Si se vierten los componentes por separado en la instalación no se obtiene una mezcla correcta y se pueden producir daños por congelación.**

Comprobar la temperatura ajustada con el medidor de protección anticongelante.

**Ojo: Para los glicoles de base etileno se debe utilizar un medidor de protección anticongelante específico.**

Con ayuda de una bomba de aspiración corriente barrer cada circuito de tubo para eliminar el aire contenido en el circuito. Situar un recipiente vacío en el extremo del tubo.

### 5.8.2 Llenado de las sondas geotérmicas

Para su instalación las sondas geotérmicas se llenan en la mayoría de los casos con agua. Por esta razón, cuando se vaya a llenar la instalación con mezcla de agua y glicol se debe procurar que el agua haya sido evacuada totalmente antes de introducir el agua glicolada. De no ser posible esto, se deberá graduar una concentración consecuentemente mayor del agua glicolada. Para ello se calcula el volumen contenido en el circuito de la sonda con ayuda de la Tabla 9.

**Notas:**

**Comprobar cada año que la protección anticongelante proporcionada por la mezcla de agua y glicol es suficiente, así como su índice pH. El índice pH se deberá situar en la zona neutra (7).**

Dimensión d x s [mm]	Volumen [l/m]
20 x 1,9	0,20
25 x 2,3	0,32
32 x 2,9	0,54
40 x 3,7	0,83
50 x 4,7	1,30
63 x 5,8	2,10
75 x 6,8	2,96
90 x 8,2	4,25
110 x 10	6,36
125 x 11,4	8,20
140 x 12,7	10,31
160 x 14,6	13,43

Tabla 9 Volumen interior del tubo

## 5.9 Relleno de la excavación o de la zanja para tubos

### 5.9.1 Aspectos generales

En la medida en que la temperatura de la tubería aumente considerablemente por encima de la temperatura de la zanja a consecuencia de la radiación solar directa, se deberá cubrir ligeramente la tubería antes del relleno definitivo, con el fin de obtener un tendido con un bajo nivel de tensiones.

A diferencia de lo señalado en la UNE EN 1610, en el caso de los tubos RAUGEO collect PE-Xa se puede reutilizar el material excavado para la zona de la tubería y para el relleno del resto de la zanja, siempre que:

- el material excavado se pueda apisonar bien
- no supere una granulometría de máx. 63 mm
- no puedan depositarse piedras sobre el tubo, que podrían causar su aplastamiento

En consecuencia, en la zona del tubo se puede utilizar gravilla, reciclado de escombros y escoria molida.

Cuando el tendido sea bajo carreteras se deberá efectuar el relleno de la zanja con arreglo a la instrucción ZTV A-Stb 97 "Condiciones contractuales y directrices adicionales para excavaciones en superficies para tráfico rodado".

**Nota:** Los tubos RAUGEO collect PE100 deben tenderse siempre sobre un lecho de arena.

### Redes equipotenciales

Los tubos RAUGEO collect no se deben utilizar como conductores de puesta a tierra de instalaciones eléctricas según DIN VDI 0100.

### 5.9.2 Tendido a la intemperie

En Europa Central los tubos RAUGEO collect se pueden almacenar a la intemperie sin protección 1 año sin que se vea afectada la durabilidad prevista del tubo. Para periodos de almacenaje a la intemperie más prolongados o en zonas con una fuerte insolación, p.ej. junto al mar, en países meridionales o en altitudes superiores a los 1500 m, es necesario un almacenamiento protegido contra el sol. Se debe evitar el contacto de los tubos con medios dañinos (véase el Anexo 1 a la DIN 8075).

En caso de haber previsto para la ubicación del distribuidor una cubierta translúcida, se deberá proteger ésta contra las radiaciones UV, puesto que los tubos de material polimérico están estabilizados frente a la acción de los rayos UV durante los periodos de almacenaje a la intemperie habituales, pero no para su vida útil completa, que es de varios decenios.

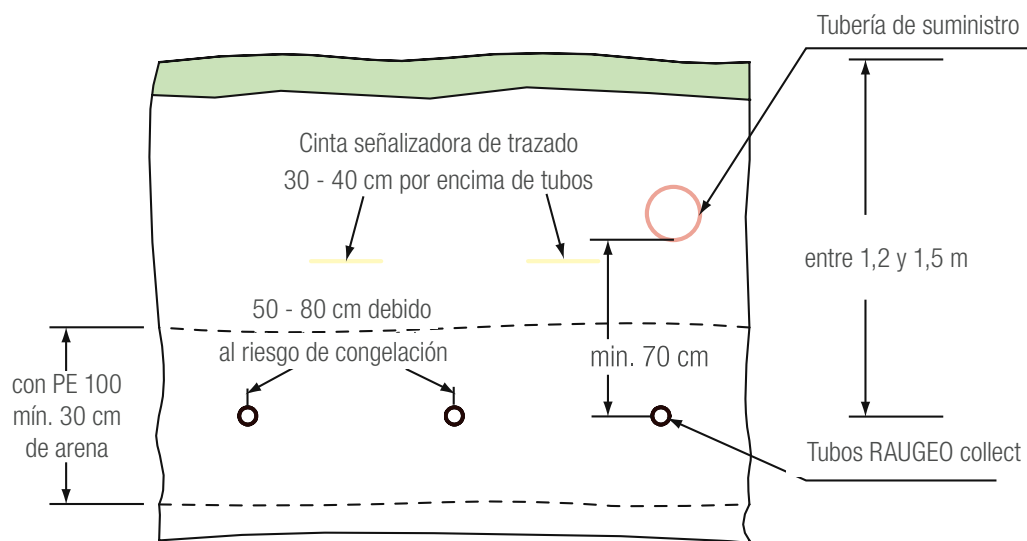


Fig. 67: Separaciones de tendido y posición de la cinta señalizadora de trazado

# 6 ACOMETIDA DE EDIFICIOS

## 6.1 Aislamiento

Dado que el medio caloportador por regla general siempre es más frío que la temperatura de la sala en la que se monta la bomba de calor, hay que estanqueizar contra los condensados los tubos allí instalados mediante un aislamiento provisto de capa barrera contra la difusión del valor de agua, según norma DIN 4140.

Las abrazaderas deben equiparse con soportes para tubos como cuerpos aislantes. De esta forma se rompe el puente de frío entre la abrazadera y el aislamiento.



Fig. 68: Soporte para tubo

## 6.2 Acometida del edificio

La acometida del edificio se debe realizar en conformidad con la DIN 4140. De acuerdo con esta norma, el tubo que atraviesa el muro del edificio debe estar aislado contra las condensaciones.

El pasamuros RAUGEO está compuesto por un anillo estanqueizante para muro, que puede utilizarse también contra agua que ejerce presión. La estanqueización de este tubo se realiza enrasada con el muro exterior (véase la fig. 69). Se consigue la estanqueidad de la tubería de agua glicolada que recorre el tubo protector o el agujero de barrena contra la difusión del vapor de agua por medio del aislamiento REHAU. El modo operativo consiste en introducir el tubo del medio caloportador en el tubo de revestimiento o el agujero de barrena. A continuación se aprieta el anillo estanqueizante para muro con el par de giro correspondiente (véase la Lista de precios). Luego se coloca el aislamiento sobre el tubo desde el interior, en dirección hacia el anillo estanqueizante para muro. Finalmente se aplica adhesivo sobre el extremo del aislante por el lado del anillo estanqueizante para muro, para así realizar la unión.

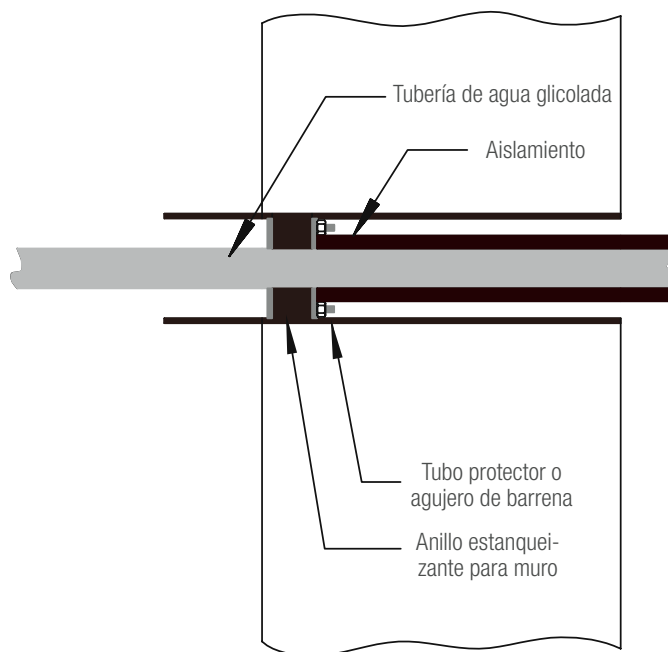


Fig. 69: Acometida del edificio



# 7 CÁLCULO DE LA PÉRDIDA DE CARGA

## 7.1 Aspectos generales

Las instalaciones con bomba de calor deben trabajar con una mezcla de agua y glicol, que previene la congelación del medio caloportador. La temperatura más baja se da en la bomba de calor y se sitúa entre los -10 y los -20 °C, en función del modelo del fabricante. La temperatura de las tuberías no debe descender por debajo de los -5 °C durante el funcionamiento.

Con relación al ajuste del punto de congelación de la mezcla de agua y glicol hay que consultar al fabricante de la bomba de calor.

## 7.2 Dimensionamiento

Una mezcla de agua y glicol tiene una viscosidad y una densidad mayor que el agua. Para el cálculo de la pérdida de carga hay que considerar por esta razón la proporción de glicol en el agua. Las tablas de pérdidas de carga de REHAU permiten un dimensionamiento para diferentes proporciones de glicol, al igual que para el agua sin glicol. En las tablas de pérdidas de carga con la mezcla de glicol y agua se establece una temperatura de funcionamiento de -5 °C. En el caso de operar la instalación con agua pura esta temperatura es de +15 °C.

La pérdida de carga resulta de las pérdidas de carga parciales en la tubería, los accesorios, el distribuidor y el intercambiador de calor de la bomba de calor.



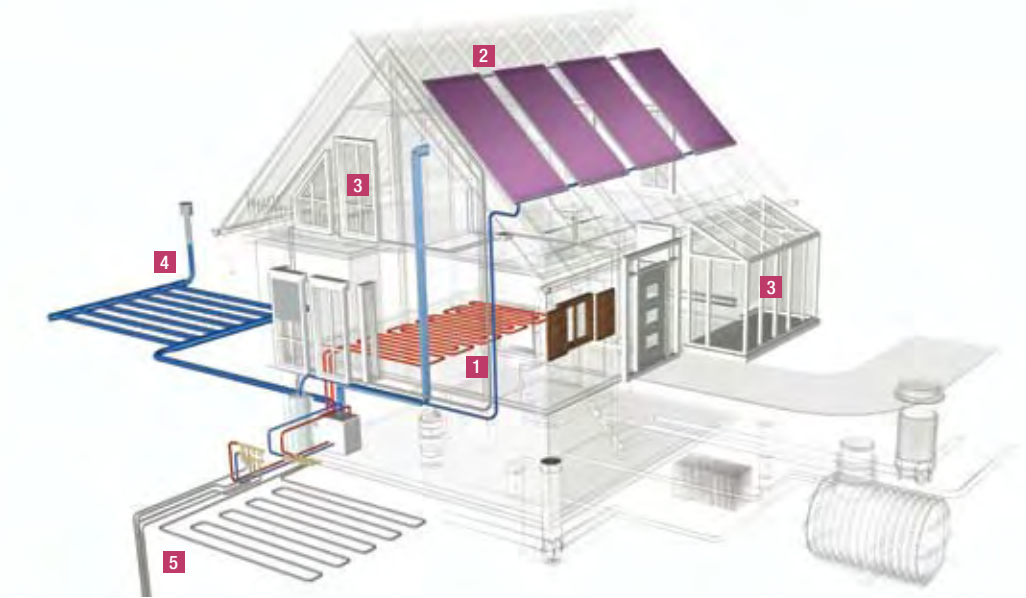


# EL CAMINO HASTA LA CASA CON CONSUMO CERO

## 1 Calefacción/refrescamiento por superficies radiantes REHAU

Los sistemas de calefacción y refrescamiento para todos los casos de aplicación: superficies de suelo, pared y techo, para sistemas de construcción en húmedo y en seco. Con la energía geotérmica como apoyo, estos sistemas son en gran medida independientes de las condiciones climatológicas y realizan una aportación notable a la conservación de los recursos naturales.

**2 Colectores REHAU SOLECT**  
Con nuestros sistemas de térmica solar se puede utilizar de forma eficiente la energía solar para la generación de agua caliente y como apoyo a sistemas de calefacción.



## 3 Sistemas de perfiles para ventanas

Los perfiles REHAU Brillant-Design, con una profundidad de 70 mm y 5 cámaras, aportan un excelente aislamiento térmico llegando a una transmitancia de sólo 1,3 W/m<sup>2</sup> K

## 4 Intercambiadores de calor aire-tierra AWADUKT Thermo

Los intercambiadores de calor aire-tierra son el complemento idóneo para una ventilación controlada. Gracias a la captación del calor del subsuelo se precalienta el aire aspirado del exterior en invierno y se refresca el mismo hasta una temperatura agradable en verano.

## 5 Sondas y colectores geotérmicos RAUGEO

Calefacción y refrescamiento eficientes a partir del calor del subsuelo. Los usuarios de energía geotérmica captan de forma económica hasta el 75% de su consumo de calor del subsuelo.

Cuando se prevea una aplicación distinta a la descrita en esta Información Técnica, el usuario deberá consultarlo previamente a REHAU y obtener, antes de la aplicación, una autorización expresa por escrito por parte de REHAU. En caso de no cumplir con este requisito, la aplicación pasará a ser exclusiva responsabilidad del usuario. La aplicación, la utilización y el manejo de los productos se encuentran, en este caso, fuera de nuestras posibilidades de control. Si, a pesar de ello, REHAU debiera asumir alguna responsabilidad, ésta queda limitada, para todos los daños, al valor de la mercancía suministrada por nosotros y empleada por ustedes.

Toda aplicación distinta a las descritas en esta Información Técnica invalida cualquier derecho de reclamación que pudiera estar amparado por la garantía establecida. La propiedad intelectual de este documento está protegida. Quedan reservados los derechos que resultan de dicha protección, en especial los de la traducción, la reimpresión, del desglose de ilustraciones, de las radiodifusiones, de la reproducción por medios fotomecánicos u otros similares, así como del archivo en equipos para el tratamiento de datos.

**E: Barcelona:** C/ Miquel Servet, 25, Pol. Ind. Camí Ral, Apartado de correos nº 164, 08850 Gavà / Barcelona, Tel.: 93 635 35 00, Fax: 93 635 35 02, Barcelona@REHAU.com **Bilbao:** Ctra. Bilbao-Plencia, 31, Edificio Inbisa, Dpto. 202/203, 48950 Asúa-Erandio / Vizcaya, Tel.: 94 453 86 36, Fax: 94 453 86 37, Bilbao@REHAU.com **Madrid:** Hnos. Lumiere, 8, Pol. Ind. San Marcos, 28906 Getafe / Madrid, Tel.: 91 683 94 25, Fax: 91 683 10 63, Madrid@REHAU.com **P: Lisboa:** Rua 25 de Abril nº 1 - Piso 1-2685-368 Prior Velho Tel.: 351 21 949 72 20, Fax: 351 21 949 72 39, Lisboa@REHAU.com