

La calidad de los sistemas de suelo radiante depende también de la calidad de los tubos utilizados. Deben ser resistentes al agrietamiento por tensiones, estancos al oxígeno y resistentes a la corrosión. Gracias al permanente autocontrol de calidad interno durante la producción y a la supervisión externa por parte del **Süddeutsche Kunststoffzentrum SKZ Würzburg, SCHÜTZ** garantiza la máxima seguridad de los tubos y por tanto, su funcionamiento duradero. Para los sistemas de calefacción y refrigeración

existen tres tipos de tubos. Por un lado, tubos de seguridad de plástico duo-flex PE-X, fabricados con polietileno reticulado, tubos de seguridad de plástico duo-flex PE-RT no reticulados y tubos multicapa tri-o-flex®.

Los tres tipos se caracterizan, entre otras cosas, por su durabilidad, ausencia de corrosión e incrustación, resistencia química y flexibilidad, y son especialmente fáciles de instalar.

La Seguridad



Tubos de seguridad de plástico

SCHÜTZ ofrece tubos de polietileno reticulado para los sistemas de calefacción y refrigeración de suelo radiante. La abreviatura PE-X se utiliza para identificar el polietileno reticulado. El procedimiento de reticulación más utilizado es la reticulación química y física. El procedimiento de reticulación se indica añadiendo una letra al nombre del tipo de material.

La «a» corresponde a un tubo químicamente reticulado (PE-Xa). En este tipo de reticulación, se añaden estabilizadores y peróxido al material base y los tubos producidos por extrusión se reticulan antes de ser calibrados.

El grado de cristalinidad y, por tanto, la densidad del tubo reticulado son considerablemente menores que los del material base de PE en comparación con otros tipos de reticulación, y eso hace que los tubos PE-Xa sean muy flexibles y, por tanto, más fáciles de instalar. Según la norma DIN 16892, el grado mínimo de reticulación de los tubos PE-Xa es del 70 %.

SCHÜTZ también ofrece un tubo de seguridad de plástico no reticulado (PE-RT) para su uso en sistemas de calefacción y refrigeración de suelo radiante. «RT» identifica tubos de polietileno con mayor resistencia a la temperatura. El material base cumple con la norma DIN 16833.

Ventajas de los tubos de polietileno reticulado

En comparación con los tubos de PE no reticulado, los tubos PE reticulados tienen una mayor

- resistencia a la fluencia
- resistencia al choque en el frío
- resistencia al agrietamiento por tensiones

Los tubos son más robustos y mucho más resistentes a cualquier error de procesamiento.

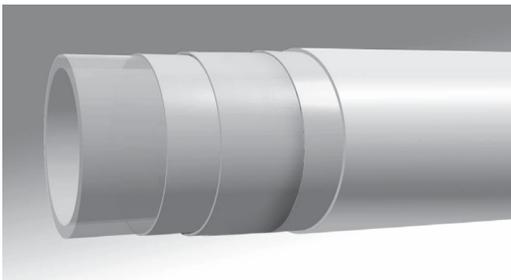
Además, un tubo PE-Xa ya no se funde y, por tanto, puede someterse a cargas térmicas muy elevadas durante periodos cortos y elevadas durante periodos prolongados.

duo-flex PE-Xa

Tubos de seguridad de plástico de 5 capas



duo-flex PE-Xa y duo-flex PE-Xa autofijación*



Datos técnicos	
Temp. máxima de funcionamiento	95 °C
Presión de servicio máx.	6 bar
Radio de flexión	5 x d
Coefficiente de dilatación térmica	$1,4 \times 10^{-4} \text{ K}^{-1}$
Conductividad térmica λ	0,41 W/mK
Estanqueidad al oxígeno según DIN 4726	$\leq 0,32 \text{ mg/m}^2 \times \text{d}$ bei 40 °C
Grado de reticulación	$\geq 70 \%$

Los tubos de seguridad de plástico de cinco capas de polietileno reticulado con peróxido PE-Xa se fabrican de acuerdo con la norma DIN EN 15875 y son estancos a la difusión de oxígeno según la norma DIN 4726. Todos los tubos duo-flex PE-Xa están supervisados por el Süddeutsche Kunststoffzentrum SKZ Würzburg y disponen de la certificación SKZ.

Los tubos están disponibles en diferentes longitudes y tamaños. Todos los rollos están envueltos con un film de plástico resistente a los rayos UV.

Estructura del tubo:

- Tubo base normalizado de polietileno reticulado (PE-Xa)
- Agente adhesivo
- Capa de barrera de difusión de oxígeno de EVOH
- Agente adhesivo
- PE-HD

Variantes disponibles:

- **12 x 1,5 mm (R50[®])**
120 m / 240 m / 600 m
- **14 x 2,0 mm**
120 m / 240 m / 600 m
- **14 x 2,0 mm (Autofijación)**
600 m
- **16 x 1,8 mm (Autofijación)**
120 m / 600 m
- **16 x 2,0 mm**
120 m / 240 m / 600 m
- **17 x 2,0 mm**
120 m / 240 m / 400 m / 600 m
- **17 x 2,0 mm (Autofijación)**
240 m / 600 m
- **20 x 2,0 mm**
120 m / 600 m
- **25 x 2,3 mm**
200 m / 300 m

Otros diámetros/longitudes de tubo bajo demanda.

* Los datos técnicos detallados de cada uno de los productos se encuentran en las fichas técnicas.

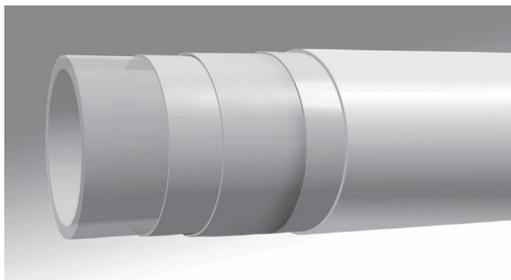
duo-flex PE-RT

Tubo de plástico no reticulado



Los tubos de seguridad de plástico de cinco capas de polietileno no reticulado PE-RT se fabrican de acuerdo con la norma DIN 16833 y son estancos a la difusión de oxígeno según la norma DIN 4726. Todos los tubos duo-flex PE-RT son supervisados por el Süddeutsche Kunststoffzentrum SKZ Würzburg y disponen de certificación SKZ.

Los tubos están disponibles en diferentes largos y tamaños. Todos los rollos están envueltos con un film de plástico resistente a los rayos UV o con papel ondulado que protege contra los rayos UV.



Estructura del tubo:

- Tubo base normalizado de polietileno no reticulado (PE-RT)
- Agente adhesivo
- Capa de barrera de difusión de oxígeno de EVOH
- Agente adhesivo
- PE-HD

Datos técnicos	
Temp. máxima de funcionamiento	95 °C
Presión de servicio máx.	6 bar
Radio de flexión	5 x d
Coefficiente de dilatación térmica	$1,5 \times 10^{-4} \text{ K}^{-1}$
Conductividad térmica λ	0,41 W/mK
Estanqueidad al oxígeno según DIN 4726	$\leq 0,32 \text{ mg/m}^2 \times \text{d}$ bei 40 °C

Variantes disponibles:

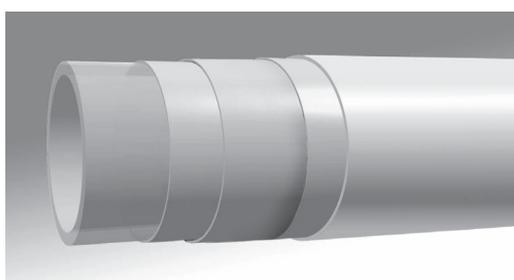
- **16 x 2,0 mm**
240 m / 600 m
- **17 x 2,0 mm**
240 m / 400 m / 600 m

Otros diámetros/longitudes de tubo bajo demanda.

* Los datos técnicos detallados de cada uno de los productos se encuentran en las fichas técnicas.

tri-o-flex®

Tubo de seguridad multicapa



Datos técnicos

Temp. máxima de funcionamiento	95 °C
Presión de servicio máx.	6 bar
Radio de flexión con/sin medio auxiliar	3 x d / 5 x d
Coefficiente de dilatación térmica	$2,3 \times 10^{-4} \text{ K}^{-1}$
Conductividad térmica λ	0,43 W/mK

El tubo multicapa tri-o-flex® es una alternativa de gran calidad para el tubo duoflex. Está formado por un tubo interior de PE-RT, una capa de agente adhesivo, un tubo central de aluminio soldado, una capa de agente adhesivo y una envoltura de PE-RT. Todos los tubos tri-o-flex® son supervisados por el Süddeutsche Kunststoffzentrum SKZ Würzburg y disponen de certificación SKZ. En la práctica, los tubos tri-o-flex® son dimensionalmente estables y a la vez flexibles para su colocación tanto en sistemas de suelo radiante como de radiadores; además de estas óptimas propiedades de colocación, ofrecen un coeficiente de dilatación térmica muy bajo. La envoltura de aluminio garantiza la estanqueidad al oxígeno.

Los tubos están disponibles en diferentes longitudes y tamaños. Todos los rollos están envueltos con un film de plástico resistente a los rayos UV o con papel ondulado que protege contra los rayos UV.

Estructura del tubo:

- Tubo interior de polietileno (PE-RT)
- Agente adhesivo
- Capa de aluminio soldada
- Agente adhesivo
- Tubo exterior de polietileno (PE-RT)

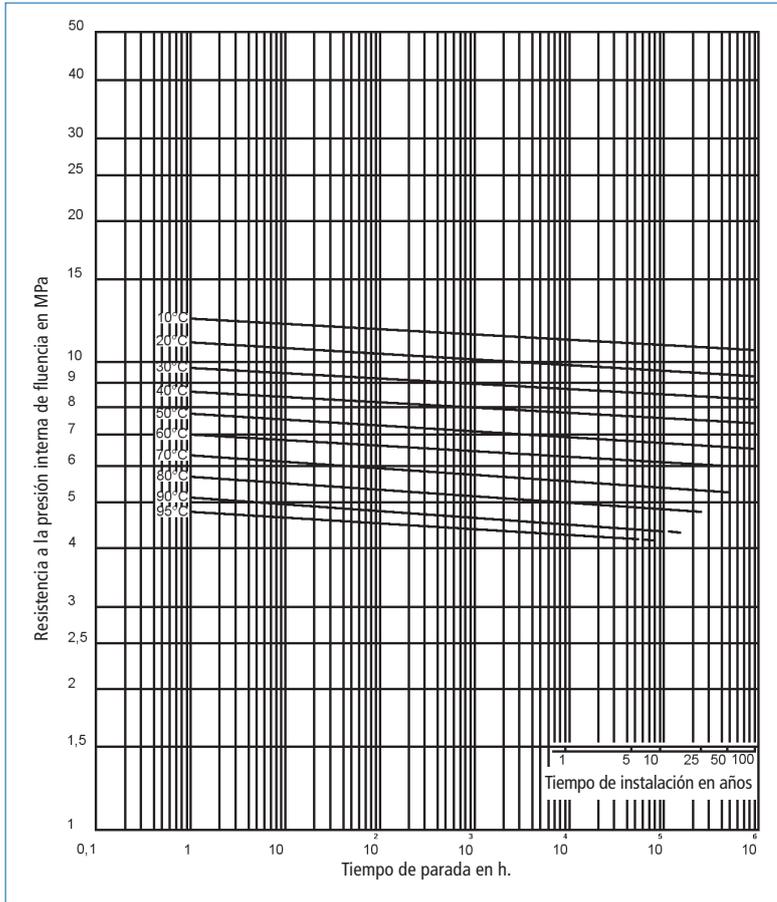
Variantes disponibles:

- || 14 x 2,0 mm
200 m / 500 m
- || 16 x 2,0 mm
200 m / 500 m
- || 16 x 2,0 mm (Autofijación)
500 m

Otros diámetros/longitudes de tubo bajo demanda.

Curvas características de referencia

Resistencia a la presión interna de fluencia (curvas mínimas) de tubos PE-X



Según la norma DIN EN 15875 «Sistemas de canalización en materiales plásticos de polietileno reticulado (PE-X)», se puede determinar una tensión de comparación σ_V en N/mm² para cualquier temperatura de funcionamiento y cualquier vida útil tomando como base la curva característica de referencia.

La tensión máxima de la pared del tubo σ_R en N/mm² se determinará con un factor de seguridad $S \geq 1,5$ mediante la fórmula.

$$\sigma_R = \frac{\sigma_V}{\text{Factor de seguridad}}$$

Las presiones internas máximas permitidas p en bares para las distintas dimensiones de tubo pueden calcularse con ayuda de la siguiente fórmula:

$$p = \frac{\sigma_R \times 20 \times s}{d - s}$$

p = presión interior máx. en bar

σ_R = tensión máxima de la pared del tubo en N/mm²

d = diámetro exterior del tubo en mms
= pared del tubo en mm

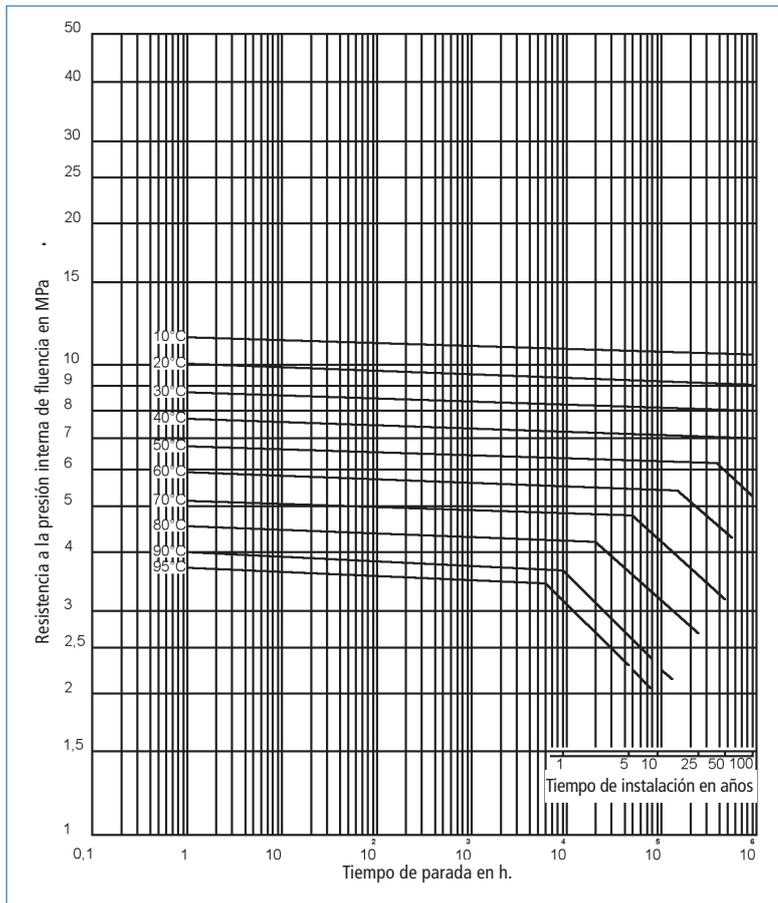
Temperatura de funcionamiento máxima y presión interior del tubo admitida* para tubos PE de SCHÜTZ

Dimensiones 12 x 1,5 mm	70 °C	10,1 bar
Dimensiones 14 x 2,0 mm	70 °C	11,8 bar
Dimensiones 16 x 2,0 mm	70 °C	10,0 bar
Dimensiones 17 x 2,0 mm	70 °C	9,3 bar
Dimensiones 20 x 2,0 mm	70 °C	7,8 bar
Dimensiones 25 x 2,3 mm	70 °C	6,8 bar

* Con factor de seguridad $S \geq 1,5$

Comportamiento de fluencia

De tubos PE con mayor resistencia a la temperatura y al envejecimiento



Según la norma DIN EN 15875 «Sistemas de canalización en materiales plásticos de polietileno reticulado (PE-X)», se puede determinar una tensión de comparación σ_v en N/mm² para cualquier temperatura de funcionamiento y cualquier vida útil tomando como base la curva característica de referencia.

La tensión máxima de la pared del tubo σ_R en N/mm² se determinará con un factor de seguridad $S \geq 1,5$ mediante la fórmula.

$$\sigma_R = \frac{\sigma_v}{\text{Factor de seguridad}}$$

Las presiones internas máximas permitidas p en bares para las distintas dimensiones de tubo pueden calcularse con ayuda de la siguiente fórmula:

$$p = \frac{\sigma_R \times 20 \times s}{d - s}$$

p = presión interior máx. en bar

σ_R = tensión máxima de la pared del tubo en N/mm²

d = diámetro exterior del tubo en mms
= pared del tubo en mm

Temperatura de funcionamiento máxima y presión interior del tubo admitida* para tubos PE de SCHÜTZ

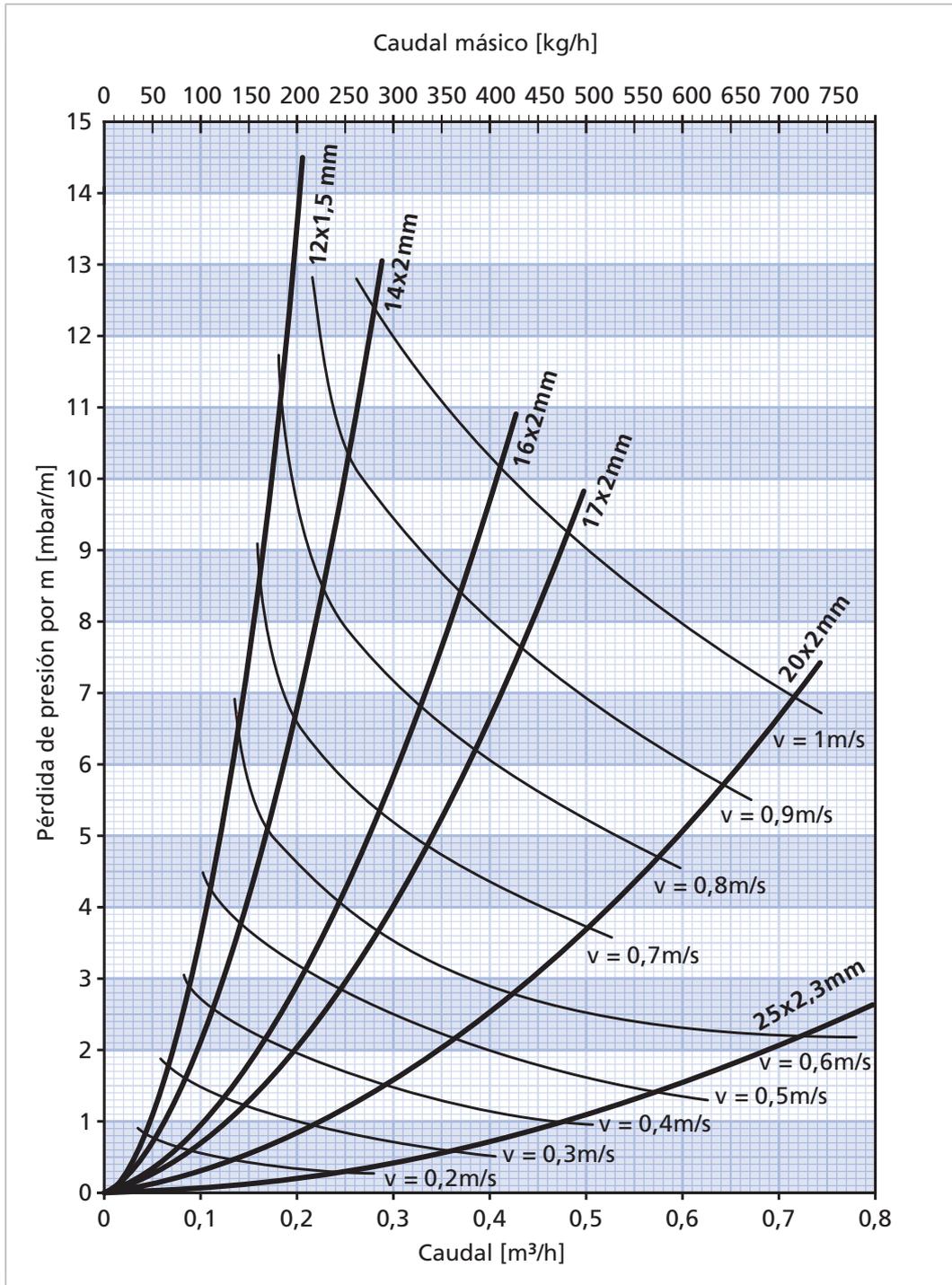
Dimensiones 16 x 2,0 mm	70 °C	10,1 bar
Dimensiones 17 x 2,0 mm	70 °C	11,8 bar

* Con factor de seguridad $S \geq 1,5$

Diagrama de pérdida de presión tubos

Con el caudal/caudal másico determinado a partir del cálculo de circuitos, se pueden determinar rápidamente la velocidad del flujo en (m/s) y la pérdida de presión por

fricción en [mbares/m] para la dimensión respectiva del tubo utilizando el siguiente diagrama.



Componentes del sistema



Desbobinador "Orion"*

Ref. 3007086

Apropiado para tubos duo-flex y tri-o-flex® para instalar sin recortes, desmontable.



Cortatubos*

Ref. 1180258

Para cortar tubos de Ø 14 a 32 mm de manera perpendicular y sin rebabas.



Calibrador con desbarbadora*

Ref. 1180215

Base de plástico con varios calibres y desbarbadores para tubos de dimensiones:

Racor de unión tubo-colector*

Adecuado para tubos duo-flex, consta de: casquillo de soporte, anillo opresor y tuerca loca.



- para tubo de 12 x 1,5 mm
Ref. 5002272
- para tubo de 14 x 2,0 mm
Ref. 1159887
- para tubo de 16 x 1,8 mm
Ref. 5005630
- para tubo de 16 x 2,0 mm
Ref. 1159933
- para tubo de 17 x 2,0 mm
Ref. 1159895
- para tubo de 20 x 2,0 mm
Ref. 1159909
- para tubo de 25 x 2,3 mm
Ref. 5001340

* Los datos técnicos detallados de cada uno de los productos se encuentran en las fichas técnicas.



Racor de unión tubo-colector*

Adecuado para tubos duo-flex, consta de: casquillo de soporte, anillo opresor y tuerca loca.

- para tubo de 14 x 2,0 mm
Ref. 1178083
- para tubo de 16 x 2,0 mm
Ref. 1178091



Racor de enlace tubo-tubo roscado*

De latón, para la unión segura de los tubos.

Para tubos duo-flex:

- para tubo de 12 x 1,5 mm
Ref. 5002273
- para tubo de 14 x 2,0 mm
Ref. 1159658
- para tubo de 16 x 1,8 mm
Ref. 5005631
- para tubo de 16 x 2,0 mm
Ref. 1159712
- para tubo de 17 x 2,0 mm
Ref. 1159666
- para tubo de 20 x 2,0 m Heizrohr
Ref. 1159682
- para tubo de 25 x 2,3 mm
Ref. 5001191

para tubo de **tri-o-flex®**, con junta tórica:

- para tubo de 14 x 2,0 mm
Ref. 5000121
- para tubo de 16 x 2,0 mm
Ref. 1159704

* Los datos técnicos detallados de cada uno de los productos se encuentran en las fichas técnicas.



Racor de unión tubo-tubo*

De latón, unión permanente por compresión. Incluye dos casquillos de acero inoxidable.

- Para tubos 14 x 2,0 mm
Ref. 1177869
- Para tubos 16 x 1,8 mm
Ref. 5007081
- Para tubos 16 x 2,0 mm
Ref. 1177877
- Para tubos 17 x 2,0 mm
Ref. 1221752
- Para tubos 20 x 2,0 mm
Ref. 1177958
- Para tubos 25 x 2,3 mm
Ref.. 5003630



Curvatubos 90°*

Protege el tubo y mantiene la curvatura en la subida al colector y en los pasos por forjados.

- Para tubos Ø 12 mm
Ref. 5002270
- Para tubos Ø 14 – 17 mm
Ref. 5000793
- Para tubos Ø 20 mm
Ref. 5000794
- Para tubos Ø 25 mm
Ref. 5001190

* Los datos técnicos detallados de cada uno de los productos se encuentran en las fichas técnicas.

Montaje

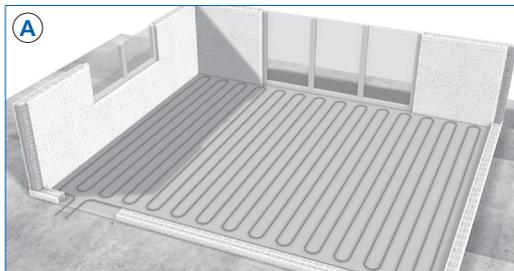
Los tubos se montan de acuerdo con el cálculo según la norma DIN EN 1264. Los pasos resultantes quedan detallados en la tabla espacios/circuito.

Todos los tubos duo-flex y tri-o-flex® de SCHÜTZ sólo pueden colocarse sobre un sustrato adecuado. En caso de pasar por paredes y cubiertas y de desplazamiento con bordes afilados en el sustrato, los tubos deberán asegurarse con el tubo protector 25/20 con ranuras longitudinales.

En la colocación de los tubos duo-flex debe respetarse el radio de flexión mínimo de $5 \times d$ (d = diámetro exterior medio) según la norma DIN 4726.

Para tubos multicapa tri-o-flex®, debe respetarse el radio de flexión mínimo de $3 \times d$ si se utilizan resortes de flexión o de $5 \times d$ si no se utilizan.

La instalación de los distintos circuitos comienza en el tronco de impulsión del colector. Los tubos deben cortarse en ángulo recto con respecto al eje del tubo utilizando el cortatubos y calibrarse y desbarbarse con el mandril correspondiente. Deben utilizarse curvatubos para guiar limpiamente los tubos en el colector. La conexión en el colector se realiza mediante el racor de unión tubo-colector de $\frac{3}{4}$ " para tubos duo-flex o el racor de unión tubo-colector de $\frac{3}{4}$ " (con junta tórica) niquelado para tubos multicapa tri-o-flex®.



En la instalación en forma de meandro (**figura A**) el circuito suele colocarse con el paso previsto en bucle, comenzando con la impulsión en la superficie exterior del espacio.



En la instalación en forma de serpentín (**figura B**) el tubo se dirige hacia el centro del circuito con el doble de paso. Después del bucle de inversión, el retorno del circuito debe colocarse entre los conductos de impulsión ya colocados hasta el colector del circuito.

Si se instalan los tubos de esta manera se consigue el paso determinado en el cálculo del circuito.

Los tubos deben colocarse a más de:

- 50 mm de partes verticales de la estructura y
- 200 mm de chimeneas y conductos de humo abiertos, pozos abiertos o de mampostería y huecos de ascensor (DIN EN 1264-4).

Para un aprovechamiento óptimo de los rollos, que están marcados donde se indican los metros consecutivos, se empieza en el colector de impulsión con la marca de 120 m, 200 m (solo con tri-o-flex®), 240 m o 600 m y, después de cortar a medida en el colector de retorno, se puede leer la longitud restante del rollo.

Para los circuitos, los rollos deben seleccionarse de forma que se eviten las juntas en el mortero.

Si, por ejemplo, en caso de una reparación, es necesario instalar un

acoplamiento por compresión, hay que asegurarse de que solo se instala en una sección recta del tubo.

Todos los acoplamientos en la construcción del suelo deben estar posicionados e identificados con precisión en el plano de revisión (DIN EN 1264-4).

Los distintos circuitos deben disponerse de manera que se evite el cruce de tubos por juntas de dilatación.

Los conductos de conexión a los circuitos que atraviesan una junta de dilatación deben estar provistos de tubos protectores flexibles con una longitud de 300 mm.