



Engineering progress  
Enhancing lives

# AWADUKT THERMO antimicrobiano

Información técnica



## Información técnica

Esta información técnica "AWADUKT Thermo antimicrobiano" es válida a partir del 01/01/2022.

Con su publicación queda invalidada la antigua Información técnica 342620 (última actualización: febrero de 2016).

Puede descargar nuestra documentación técnica actualizada desde [www.rehau.com/TI](http://www.rehau.com/TI).

Este documento está protegido mediante un copyright. Quedan reservados los derechos que se derivan del mismo, en particular al traducir, reproducir, extraer ilustraciones, emitir por radio, reproducir por medios fotomecánicos o similares y almacenar en equipos de tratamiento de datos.

Todas las medidas y todos los pesos constituyen valores orientativos. Salvo errores o modificaciones técnicas.

# Contenido

## AWADUKT THERMO antimicrobiano

<b>01</b>	<b>Informaciones e indicaciones de seguridad</b>	<b>04</b>	05.03.09	Compactación del entorno de los componentes	51
<b>02</b>	<b>Intercambiador geotérmico aire-tierra (L-EWT)</b>	<b>06</b>	05.04	Instrucciones para el manipulado de los manguitos pasamuros	53
<b>02.01</b>	<b>Introducción</b>	<b>06</b>	05.04.01	Transporte	53
02.02	Campos de aplicación	06	05.04.02	Almacenaje en la obra	53
<b>03</b>	<b>Principio de funcionamiento</b>	<b>07</b>	05.04.03	Instalación del manguito pasamuros AWADUKT Thermo	53
03.01	Principio de funcionamiento del L-EWT	07	05.04.04	Instalación de la junta de estanquidad AWADUKT Thermo	53
03.01.01	Funcionamiento invernal (precalentamiento del aire)	08	05.04.05	Instalación del manguito pasamuros AWADUKT Thermo	54
03.01.02	Funcionamiento estival (refrigeración)	08	05.04.06	Instalación del manguito pasamuros AWADUKT Thermo	54
03.02	Principios de funcionamiento sistema de climatización con L-EWT en edificios residenciales	09	05.05	Instrucciones para la manipulación de soluciones para condensados	55
03.03	Principios de funcionamiento sistema de climatización con L-EWT en edificios no residenciales	10	05.05.01	Transporte	55
<b>04</b>	<b>Componentes del sistema</b>	<b>12</b>	05.05.02	Almacenaje en la obra	55
04.01	Torres de aspiración	12	05.05.03	Instalación descarga de condensados AWADUKT Thermo S	55
04.01.01	Torre de aspiración REHAU para instalaciones de hasta aprox. 1.500 m <sup>3</sup> /h	13	05.05.04	Instalación descarga de condensados AWADUKT Thermo R	55
04.01.02	Torre de aspiración REHAU para instalaciones desde 1.500 m <sup>3</sup> /h hasta aprox. 6.500 m <sup>3</sup> /h	14	05.05.05	Instalación del pozo para descarga de condensados AWADUKT Thermo	56
04.01.03	Filtros	15	05.05.06	Instalación del pozo de registro de ventilación	57
04.02	Tubos	15	05.06	Instrucciones para el manipulado bajo condiciones de montaje especiales	59
04.02.01	Conductividad térmica	17	05.06.01	Instalación debajo del nivel de las aguas freáticas o en acuíferos	59
04.02.02	Capa interior antimicrobiana	17	05.06.02	Instalación mediante empotramiento en hormigón	59
04.02.03	Sistema de estanquización Safety Lock	18	<b>06</b>	<b>Recepción, limpieza y mantenimiento</b>	<b>60</b>
04.02.04	Resistencia química	18	06.01	Requerimientos derivados de exigencias del diseño	60
04.03	Gama accesorios	20	06.02	Prueba de estanquidad	60
04.03.01	Codos	20	06.02.01	Notas sobre la configuración de la prueba	61
04.03.02	Derivaciones	22	06.02.02	Prueba con aire (método L)	61
04.03.03	Manguitos	24	06.02.03	Prueba con agua (método W)	62
04.03.04	Tapones	26	06.03	Limpieza	62
04.03.05	Reducciones	27	06.03.01	Instrucciones generales sobre la ejecución de la limpieza	62
04.04	Pasamuros	28	06.03.02	Métodos de limpieza	62
04.04.01	Manguito pasamuros AWADUKT Thermo para aguas freáticas que no ejerce presión	28	06.03.03	Limpieza con agua a alta presión	63
04.04.02	Pasamuros AWADUKT Thermo para aguas freáticas que ejerce presión	29	06.04	Inspección visual	64
04.05	Soluciones para condensados	31	06.05	Inspección inicial de la higiene	64
04.05.01	Descargas de condensados	32	06.05.01	Instrucciones para el mantenimiento durante el servicio	64
04.05.02	Pozo para descarga de condensados	33	06.06	Desinfección	64
04.05.03	Pozo de registro DN 1000	34	<b>07</b>	<b>Servicio Técnico REHAU</b>	<b>65</b>
04.06	Colector	36	07.01	Principios termotécnicos para el dimensionamiento de las instalaciones L-EWT	65
<b>05</b>	<b>Manipulado de los componentes del sistema</b>	<b>38</b>	07.02	Parámetros que influyen sobre el cálculo aproximado	66
05.01	Información general sobre la entrega de componentes	38	07.02.01	Ubicación / clima	66
05.02	Instrucciones para el manejo de las torres de aspiración	38	07.02.02	Terreno	66
05.02.01	Transporte	38	07.02.03	Caudal / velocidad del caudal	68
05.02.02	Almacenaje en la obra	39	07.02.04	Profundidad de colocación	69
05.02.03	Montaje de las torres de aspiración	39	07.02.05	Tipo de colocación	69
05.03	Instrucciones para el manipulado de tubos, accesorios y colectores	40	07.02.06	Longitud del tubo	70
05.03.01	Transporte	40	07.02.07	Cálculo de la cantidad de condensados	70
05.03.02	Almacenaje en la obra	40	07.03	Soporte para la planificación	71
05.03.03	Carga/descarga	41	07.03.01	Soporte para la planificación con REHAU GAHED	71
05.03.04	Instrucciones para la colocación de tubos, accesorios y distribuidores	42	<b>08</b>	<b>Normas y reglamentos</b>	<b>72</b>
05.03.05	Preparación de la superficie de colocación	44	Anexo		73
05.03.06	Realización del asiento	45	Formulario del proyecto de intercambiador geotérmico aire-tierra		87
05.03.07	Manipulación de tubos, accesorios y colectores	47	Glosario		89
05.03.08	Relleno del entorno de los componentes	50	Lista de abreviaturas		91

# 01 Informaciones e indicaciones de seguridad

## Validez

Esta información técnica se aplica al diseño y ejecución de sistemas de ventilación enterrados compuestos por tubos de PP AWADUKT Thermo DN 200 - DN 630, así como de los accesorios correspondientes.

Deben respetarse los campos de aplicación, las normas y las directrices que se describen a continuación. Fuera de Alemania, deben observarse y cumplirse las normas nacionales vigentes.



Indicación de seguridad



Nota legal



Información importante a tener en cuenta



Información en Internet



Ventajas para Usted

## Última versión de la información técnica

Para su seguridad y para garantizar una correcta utilización de nuestros productos compruebe periódicamente si hay disponible una versión actualizada de esta Información Técnica. La fecha de edición de su Información Técnica aparece siempre impresa abajo a la derecha en la cubierta.

Puede solicitar la Información Técnica más actual a su delegado REHAU o a su distribuidor, así como descargarla en Internet, bajo la dirección [www.rehau.de](http://www.rehau.de) oder [www.rehau.de/downloads](http://www.rehau.de/downloads)

## Uso previsto

El sistema de intercambiador geotérmico aire-tierra AWADUKT Thermo y todos los componentes asociados sólo pueden ser planificados, instalados y operados como se describe en esta Información Técnica. Cualquier otro uso es contrario a su finalidad y, por lo tanto, no está permitido.

## Indicaciones de seguridad e instrucciones de manejo

- Para su propia seguridad y la de los demás, lea antes de iniciar el montaje detenida e íntegramente las indicaciones de seguridad e instrucciones de manejo.
- Conserve las instrucciones de uso y téngalas a mano.
- Si no ha comprendido las indicaciones de seguridad o las diferentes normas de montaje, o le resultan poco claras, diríjase a su delegado comercial REHAU.
- La no observancia de las informaciones/instrucciones sobre seguridad puede causar daños materiales y personales.

Observe todas las normas de colocación, instalación, prevención de accidentes y seguridad, tanto nacionales como internacionales, aplicables al montaje de instalaciones realizadas con tubos, así como las indicaciones contenidas en la presente información técnica.

Observe asimismo las leyes, reglamentos, directrices, normas (p.ej. UNE, EN, ISO, DVGW, NEN, VDE y VDI) vigentes, así como las normas sobre protección del medio ambiente, las disposiciones de las mutualidades laborales y las normas de las compañías suministradoras.

Los campos de aplicación no contemplados en la presente información técnica (aplicaciones especiales) deben ser consultados previamente a nuestro dpto. de Técnico REHAU.

Para obtener un asesoramiento detallado diríjase a su delegado REHAU.

Las instrucciones de planificación y montaje están directamente relacionadas con el producto REHAU respectivo.

Se remite de forma extractada a reglamentos y normas de aplicación general.

Tener en cuenta siempre la versión actual de los reglamentos, las directrices y las normas.

## Prerrequisitos que debe cumplir el personal

- El montaje de nuestros sistemas se debe confiar exclusivamente a personas autorizadas y capacitadas.
- Los trabajos en aparatos e instalaciones eléctricas deben ser realizados siempre por profesionales formados y autorizados para tal fin.

**Medidas de precaución de carácter general**

- Mantenga limpio el lugar donde vaya a realizar la instalación y retire cualquier objeto que pueda obstaculizar el trabajo.
- Procure una iluminación suficiente de su puesto de trabajo.
- Mantenga a los niños y animales, así como a las personas no autorizadas, alejadas de las herramientas y los puestos de montaje. Esto rige en especial en el caso de la rehabilitación de zonas habitadas de viviendas.
- Utilice exclusivamente los componentes previstos para el sistema de tubo REHAU instalado en cada caso. La utilización de componentes de otros sistemas o de herramientas no pertenecientes al respectivo sistema de instalación REHAU pueden dar lugar a accidentes u otros tipos de riesgos.
- Evite utilizar llamas abiertas dentro del entorno de trabajo.

**Indumentaria de trabajo**

- Lleve gafas protectoras, una vestimenta de trabajo adecuada, calzado de seguridad, casco protector y, si tiene el cabello largo, una redecilla.
- No lleve prendas holgadas ni adornos personales, porque pueden resultar atrapados por piezas en movimiento.
- Para los trabajos de montaje a la altura de la cabeza o por encima de la misma lleve un casco protector.

**Normas y reglamentos**

Durante la planificación, el transporte, el montaje, el funcionamiento, el manejo, así como durante los trabajos de mantenimiento, tenga en cuenta lo siguiente

- las normas de prevención de accidentes y seguridad de validez general
- la normativa medioambiental
- las disposiciones de las mutualidades laborales
- las leyes, normas, directrices y reglamentos aplicables

## 02 Intercambiador geotérmico aire-tierra (L-EWT)

### 02.01 Introducción

Los precios al alza de la energía y el agotamiento de los recursos naturales conducen a un cambio de mentalidad razonado entre los propietarios, los promotores, los prescriptores técnicos y los arquitectos. Debido a la cada vez mayor escasez de combustibles de origen fósil, los sistemas de construcción que ahorran energía están adquiriendo una importancia creciente. Una parte importante de los mismos la constituye la ventilación controlada de viviendas, oficinas y locales de trabajo.

El intercambiador geotérmico aire-tierra, abreviado L-EWT, es un complemento ideal para los sistemas utilizados para la ventilación controlada y los sistemas de aire acondicionado utilizados frecuentemente en los edificios de oficinas. Esto tiene un efecto positivo sobre la reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub> y el ahorro de costes energéticos.

En el ámbito de las viviendas de bajo consumo energético o con autonomía energética las instalaciones para la ventilación controlada de interiores son ya el estándar. Las instalaciones L-EWT empleadas tienen básicamente la finalidad de precalentar el aire en invierno, con el fin de evitar de forma controlada el escarchado del aparato de recuperación de calor de la unidad de ventilación. El efecto de refrescamiento que se produce en verano se utiliza como ventaja adicional para atemperar la vivienda. Esto representa una clara ganancia en comodidad y ahorro económico.

Tanto en la industria como en los edificios de oficinas y administrativos se buscan cada vez más soluciones económicamente viables, especialmente para soportar las cargas de refrigeración existentes. El uso de grupos frigoríficos convencionales va unido a unos costes operativos elevados. El uso de instalaciones L-EWT preconectadas en los sistemas que mayormente funcionan por aire permite reducir la necesidad de grupos frigoríficos convencionales o incluso prescindir de ellos por completo. Además de ahorrar costes operativos esto conduce también a una importante reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub>. La integración temprana de la instalación L-EWT en la estrategia de ventilación es un prerrequisito fundamental para clarificar las dependencias impuestas por la implementación de la instalación y para tenerlas en cuenta en la planificación global de ésta.

### 02.02 Campos de aplicación

Según la norma VDI 4640, un L-EWT debe tratarse como un sistema de ventilación y aire acondicionado. Por lo tanto deben tenerse en cuenta para los distintos campos de aplicación en particular los requisitos de la norma UNE EN 16798 y DIN 1946 así como los requisitos de la norma VDI 6022 desde el punto de vista de la higiene.

Las instalaciones L-EWT son adecuadas para el fluido caloportador aire y pueden utilizarse básicamente en tres modos operativos distintos.

#### 1. Precalentamiento del aire de entrada

La instalación L-EWT se utiliza exclusivamente para precalentar el aire de entrada. El funcionamiento de la instalación se controla de forma que el suministro de aire se desconecta a través del L-EWT cuando se supera una determinada temperatura exterior. A partir de ese momento se conduce el aire por un bypass.

#### 2. Refrigeración del aire de entrada

La instalación L-EWT se utiliza exclusivamente para refrigerar el aire de entrada.

El funcionamiento de la instalación se controla de forma que el suministro de aire se desconecta a través del L-EWT cuando la temperatura del aire exterior cae por debajo de un determinado valor. A partir de ese momento se conduce el aire por un bypass.

#### 3. Precalentamiento y refrigeración del aire de entrada

La instalación L-EWT se utiliza tanto para precalentar como para refrigerar el aire de entrada.

Esta es la forma más económica de operar la instalación. El flujo de aire se conduce a través del bypass en aquellos puntos operativos en los que el uso del L-EWT empeoraría el rendimiento de la instalación. Mediante un control optimizado del bypass es posible maximizar la eficiencia de la instalación L-EWT.

## 03 Principio de funcionamiento

### 03.01 Principio de funcionamiento del L-EWT

En un L-EWT se conduce una parte o la totalidad del aire necesario para el funcionamiento de la instalación de ventilación por un tubo individual o un sistema de tubos montados en el terreno.

La radiación solar, las precipitaciones y otras influencias climáticas calientan la superficie terrestre en verano. En invierno, la superficie se enfría por el efecto de factores climáticos. La Fig. 03-1 muestra la curva de temperaturas estacional a diferentes profundidades. Las capas superiores del suelo están sometidas a una influencia mucho mayor por parte de la temperatura exterior que las capas inferiores, por lo que las diferencias de temperatura entre el verano y el invierno se reducen a medida que aumenta la profundidad. Debido a la capacidad de almacenamiento del suelo, se produce un desfase entre las distintas curvas. Es gracias a estas diferencias de temperatura entre el suelo y el aire exterior, que varían a lo largo del año, que es posible precalentar el aire que recorre las tuberías en invierno o enfriarlo en verano.

La variación de la temperatura existente en el subsuelo y, por tanto, la diferencia entre la temperatura del aire exterior y la del suelo necesaria para el proceso de transferencia depende fundamentalmente de la composición del subsuelo y del clima. Ambos paráme-

tros están influenciados por un gran número de factores externos, por lo que deben tenerse en cuenta con una tolerancia adecuada en el diseño.

Además, existen diversas combinaciones entre el tipo de colocación, el diámetro de los tubos, el modo operativo y otras condiciones ambientales, por lo que a la hora de dimensionar instalaciones L-EWT se habla también de una matriz compleja determinada en función de su diseño. El proyectista debe ser consciente de que, debido a esta compleja matriz, el rendimiento de un sistema L-EWT sólo puede simularse y calcularse por adelantado de forma aproximada. Este problema de diseño, típico en todos los sistemas geotérmicos, debe abordarse abiertamente durante la fase de diseño y tenerse en consideración.

Sin embargo, hay que señalar al mismo tiempo las ventajas de eficiencia, económicas y ecológicas de este sistema.



Para optimizar en la mayor medida posible su instalación, ponemos a su disposición soporte técnico por parte del departamento de servicios REHAU. Encontrará información al respecto en el capítulo "7 Servicio Técnico REHAU".

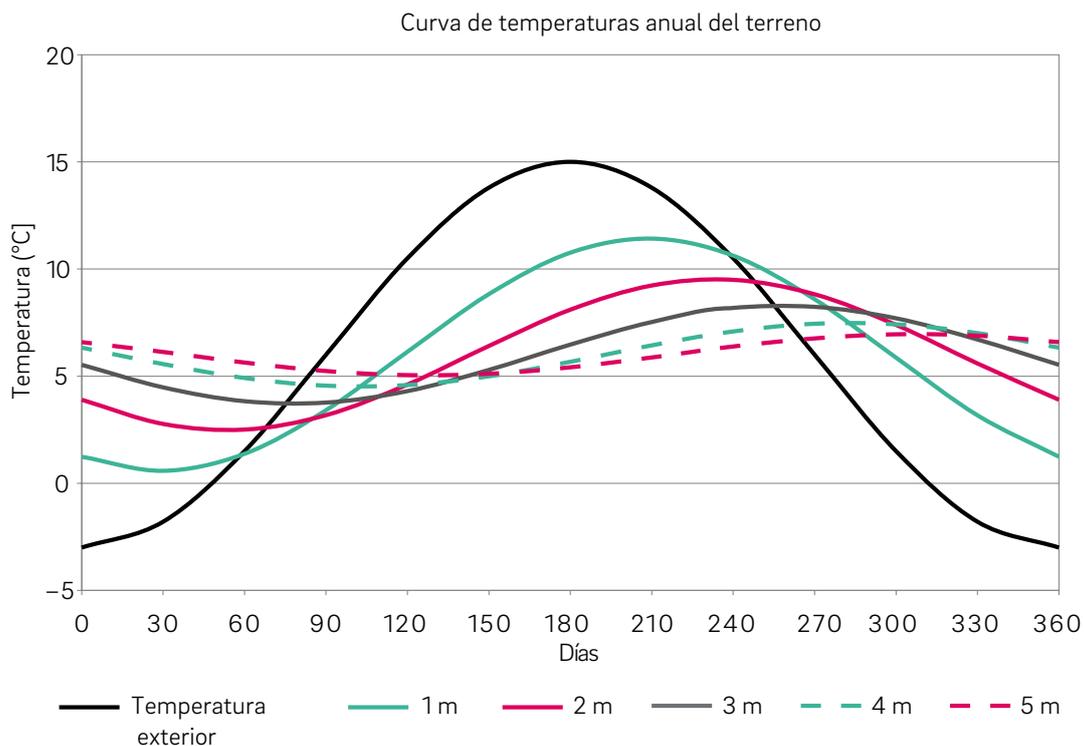


Fig. 03-1 Curva de temperaturas anual del terreno

### 03.01.01 Funcionamiento invernal (precalentamiento del aire)

Especialmente en los edificios residenciales con un caudal volumétrico máximo de hasta  $750 \text{ m}^3/\text{h}$  aprox., las instalaciones L-EWT están dimensionados de forma que se evita el escarche en el lado del aire de salida del aparato de recuperación de calor. Los equipos de recuperación de calor actuales, suelen ser muy eficaces y presentan rendimientos superiores al 80 %, tienen el problema de que el intercambiador de calor puede congelarse en el lado del aire de salida cuando la temperatura del aire de entrada es inferior a  $-3 \text{ }^\circ\text{C}$ . El escarche se produce cuando el aire exterior entrante enfría el aire de salida hasta tal punto que éste se condensa y el condensado resultante se congela.

Para garantizar una seguridad suficiente contra el escarche, al dimensionar instalaciones de hasta aprox.  $750 \text{ m}^3/\text{h}$  se debe partir de una temperatura mínima del aire de salida a continuación del L-EWT de  $0 \text{ }^\circ\text{C}$ . En sistemas de más de  $750 \text{ m}^3/\text{h}$ , se considera suficiente una temperatura del aire de salida mínima a continuación del L-EWT de  $-3 \text{ }^\circ\text{C}$  para prevenir el escarche.

Aparte del dimensionamiento a una temperatura límite necesaria para evitar el escarche en el lado del aire de salida, las instalaciones L-EWT se dimensionan en función de un caudal volumétrico mínimo requerido o de la superficie disponible.

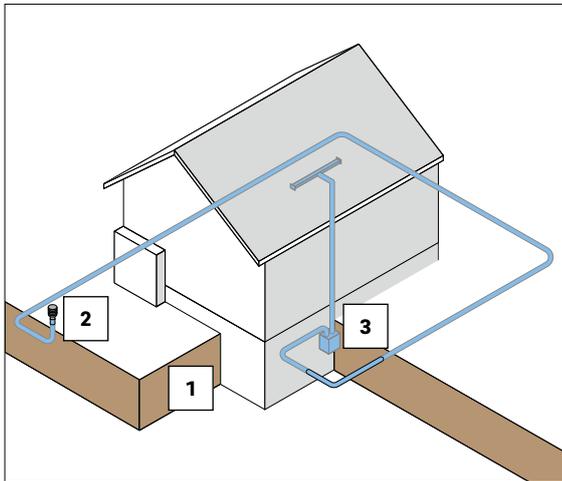


Fig. 03-2 Ejemplo de funcionamiento invernal

- 1 Temperatura en el terreno  $+7 \text{ }^\circ\text{C}$
- 2 Temperatura de entrada en el elemento de aspiración  $-15 \text{ }^\circ\text{C}$
- 3 Temperatura de salida al final del L-EWT  $+2 \text{ }^\circ\text{C}$

### 03.01.02 Funcionamiento estival (refrigeración)

Las cargas térmicas internas han aumentado considerablemente en los últimos años, especialmente en los edificios de oficinas y administrativos. Las razones del aumento de las temperaturas del aire ambiente son, por una parte, el mayor uso de equipos informáticos y, por otra, las actuaciones adoptadas para mejorar el aislamiento térmico. Esto hace que a menudo haya que compensar las cargas de refrigeración internas con actuaciones adicionales. Hasta ahora se utilizaban para ello aparatos de aire acondicionado convencionales, pero su consumo de energía primaria es enormemente alto y, por tanto, supone un incremento considerable de los costes operativos. Mediante la utilización de un sistema L-EWT puede reducirse, o incluso eliminarse por completo, la necesidad de unidades de aire acondicionado convencionales. Gracias a ello se reducen también la energía primaria consumida y los costes derivados de la operación de la instalación.



Ojo: En el modo de refrigeración, las bajas temperaturas de salida del L-EWT van asociadas a una humedad ambiente elevada.

Eventualmente puede resultar necesario un calentamiento posterior del aire.

En los edificios residenciales con un caudal volumétrico inferior a  $750 \text{ m}^3/\text{h}$ , en los que el precalentamiento del aire suele ser el aspecto central del funcionamiento del sistema, se puede aprovechar el efecto de refrigeración obtenido con el L-EWT sin que suponga un aumento de costes, con lo cual se obtiene un confort adicional a coste 0.

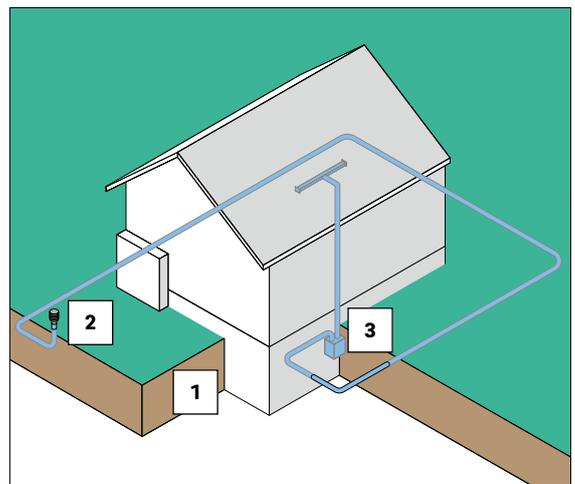


Fig. 03-3 Ejemplo de funcionamiento estival

- 1 Temperatura en el terreno  $+12 \text{ }^\circ\text{C}$
- 2 Temperatura de entrada en el elemento de aspiración  $+30 \text{ }^\circ\text{C}$
- 3 Temperatura de salida al final del L-EWT  $+16 \text{ }^\circ\text{C}$

### 03.02 Principios de funcionamiento sistema de climatización con L-EWT en edificios residenciales

El cumplimiento del reglamento de ahorro energético desempeña un papel fundamental en el diseño de los edificios.

Por ello se suele considerar en este sentido el estándar de vivienda de bajo consumo energético o con autonomía energética. Para reducir las pérdidas de calor por ventilación y, al mismo tiempo, garantizar la ventilación necesaria para proteger contra los daños por humedades se suelen emplear sistemas de ventilación.

Los sistemas de ventilación modernos suelen constar de una unidad de ventilación con un aparato de recuperación de calor integrado y una red de conductos para la ventilación y la evacuación del aire. A menudo se utiliza un intercambiador de calor para el calentamiento posterior del aire en invierno. Una de las principales desventajas de las unidades de ventilación modernas con admisión de aire directa a través del muro exterior es su funcionamiento a bajas temperaturas, dentro del intervalo de escarche. Para evitar que la unidad de ventilación se congele es necesario cortar temporalmente el paso del sistema o incluso apagarlo. Como alternativa, se puede instalar una unidad de protección contra el escarche, que consume mucha energía.

Un L-EWT representa una alternativa excelente a la

unidad de protección contra el escarche. Se puede dimensionar directamente para el precalentamiento hasta el intervalo de temperaturas que evita el escarche. Además, el efecto del precalentamiento puede aprovecharse también con temperaturas ambiente positivas bajas, para obtener una temperatura más alta en combinación con el aparato de recuperación de calor. Esto permite reducir considerablemente el calentamiento posterior.

En verano se puede enfriar notablemente el aire exterior gracias al L-EWT, lo que supone un aumento perceptible del confort, no previsto con una instalación de ventilación sin L-EWT. En estos casos suelen ser necesarios aparatos de aire acondicionado adicionales.

Las ventajas de un sistema de ventilación con L-EWT, de un vistazo:

- precalentamiento en invierno, para un funcionamiento durante todo el año
- mayor eficiencia gracias a la combinación del L-EWT con la recuperación de calor
- aumento del confort en verano sin instalaciones adicionales

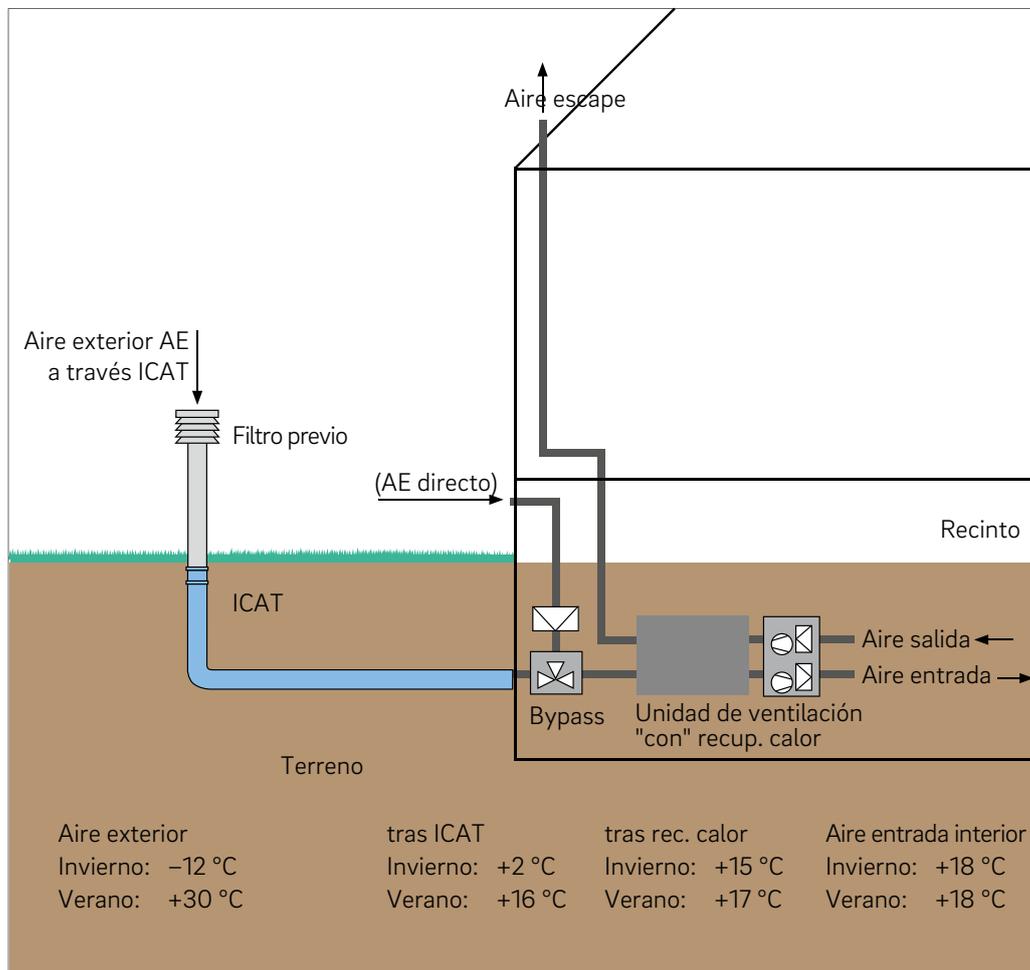


Fig. 03-4 El L-EWT en edificios residenciales

### 03.03 Principios de funcionamiento sistema de climatización con L-EWT en edificios no residenciales

Las ventajas de una estrategia energética con L-EWT en los edificios no residenciales son comparables a sus ventajas para los edificios residenciales. Sin embargo, las instalaciones en edificios no residenciales están sujetas a un número significativamente mayor de regulaciones, por lo que, por regla general, se incluyen más componentes técnicos en el diseño.

A diferencia de los edificios residenciales, que suelen estar equipados con una unidad de ventilación, en los edificios no residenciales se utilizan instalaciones de aire acondicionado.

Estas instalaciones consumen una gran cantidad de energía primaria para el atemperamiento, la humidificación y la deshumidificación. Mediante la integración de un L-EWT se puede reducir considerablemente el consumo de energía primaria. Además, posibilita la sustitución o reducción de componentes individuales. Esto debería comprobarse en la fase de diseño.

Hay tres opciones para diseñar los sistemas de acondicionamiento de aire.

- Sistema de acondicionamiento de aire convencional sin L-EWT
- Sistema de acondicionamiento de aire convencional e L-EWT
- Sistema de acondicionamiento de aire optimizado e L-EWT

Para optimizar la estrategia global con el L-EWT se recomienda considerar su integración en una fase lo más temprana posible del diseño. Esto facilitará tanto el dimensionamiento de los componentes de la instalación de aire acondicionado como la decisión acerca del tipo de instalación. Los principios de funcionamiento de los posibles tipos de instalación de aire acondicionado se resumen en la tabla de abajo.

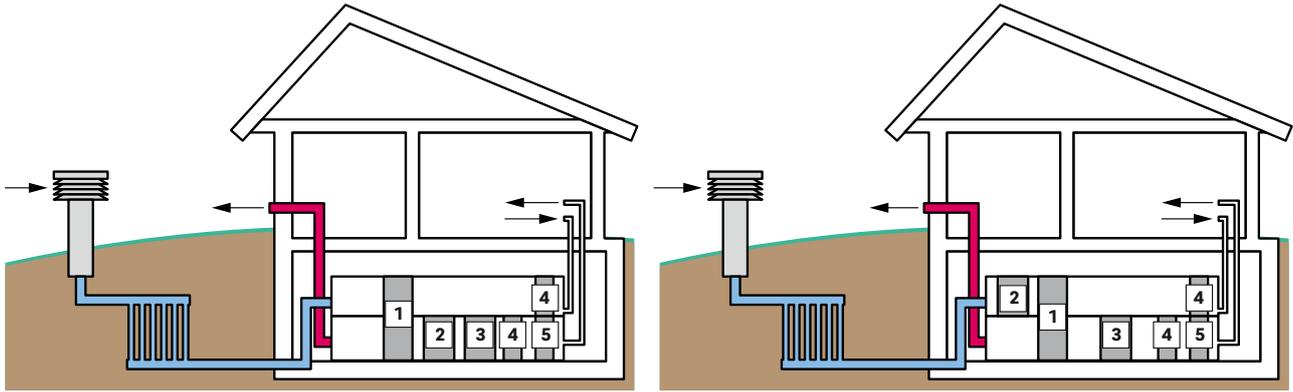
En comparación con una instalación sin L-EWT, el ahorro con un L-EWT se aprecia en la reducción de las necesidades energéticas para el precalentamiento, así como para la refrigeración previa y la deshumidificación parcial. El precalentamiento debe considerarse una ventaja que no se daría sin el L-EWT. La refrigeración previa es claramente más efectiva con un L-EWT que solo con un aparato de recuperación de calor, ya que se pueden alcanzar temperaturas más bajas que la del aire de salida.

La optimización del sistema de aire acondicionado comporta un mayor ahorro de energía, ya que el tiempo de funcionamiento del aparato de recuperación de calor, en particular, aumenta significativamente al usarla para el recalentamiento en el modo de refrigeración.

En consecuencia el calor necesario para el recalentamiento procedente del suministro de calor se reduce.

	<b>Aire acondicionado convencional sin L-EWT</b>	<b>Aire acondicionado convencional con L-EWT</b>	<b>Aire acondicionado optimizado con L-EWT</b>
Funcionamiento estival	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Refrigeración previa hasta aprox. la temperatura del aire de salida con ayuda de un aparato de recuperación de calor</li> <li>▪ Postenfriamiento y deshumidificación mediante intercambiador de calor para refrigeración, por ejemplo, con agua fría de enfriadora o máquina frigorífica</li> <li>▪ Recalentamiento en el intercambiador de calor para calefacción, por ejemplo, utilizando agua caliente del sistema de calefacción</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ refrigeración previa en el L-EWT hasta el rango deseado de temperatura del aire de impulsión con deshumidificación parcial</li> <li>▪ Utilización del bypass en la unidad de recuperación de calor</li> <li>▪ Post-enfriamiento y deshumidificación reducidos mediante intercambiador de calor para refrigeración, por ejemplo, utilizando agua fría de la enfriadora o de la máquina frigorífica</li> <li>▪ Recalentamiento en el intercambiador de calor para calefacción, por ejemplo, utilizando agua caliente del sistema de calefacción</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ refrigeración previa en el L-EWT hasta el rango deseado de temperatura del aire de impulsión con deshumidificación parcial</li> <li>▪ Post-enfriamiento y deshumidificación reducidos mediante intercambiador de calor para refrigeración, por ejemplo, utilizando agua fría de la enfriadora o de la máquina frigorífica</li> <li>▪ Recalentamiento parcial o total utilizando la unidad de recuperación de calor</li> <li>▪ Recalentamiento final en el intercambiador de calor para calefacción si es necesario, por ejemplo, utilizando agua caliente del sistema de calefacción</li> </ul>
Funcionamiento invernal	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Precalentamiento con unidad de desescarche cuando existen temperaturas exteriores bajo 0</li> <li>▪ precalentamiento adicional con unidad de recuperación de calor</li> <li>▪ Postcalentamiento en el intercambiador de calor para calefacción, por ejemplo utilizando agua caliente del sistema de calefacción</li> <li>▪ Humidificación del aire en caso necesario</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ precalentamiento combinado con intercambiador geotérmico aire-tierra y unidad de recuperación de calor</li> <li>▪ Postcalentamiento en el intercambiador de calor para calefacción, por ejemplo utilizando agua caliente del sistema de calefacción</li> <li>▪ Humidificación del aire en caso necesario</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ precalentamiento combinado con intercambiador geotérmico aire-tierra y unidad de recuperación de calor</li> <li>▪ Postcalentamiento en el intercambiador de calor para calefacción, por ejemplo utilizando agua caliente del sistema de calefacción</li> <li>▪ Humidificación del aire en caso necesario</li> </ul>

Tabla 03-1 Ventajas de una estrategia energética con L-EWT



Sistema de acondicionamiento de aire convencional con intercambiador de calor aire-tierra

Sistema de acondicionamiento de aire optimizado con intercambiador de calor aire-tierra

Fig. 03-5 Sistemas de acondicionamiento de aire convencional y optimizado con L-EWT

- 1 Unidad de recuperación de calor
- 2 Enfriador
- 3 Calentador
- 4 Ventiladores
- 5 Humidificación

## 04 Componentes del sistema

### 04.01 Torres de aspiración

El aire exterior necesario para el funcionamiento de un sistema de ventilación y aire acondicionado se obtiene mediante un sistema de aspiración del aire exterior. Con este fin se pueden utilizar, por ejemplo, torres de aspiración de acero inoxidable. Las dimensiones de la torre de aspiración deberán diseñarse según el tamaño de tubo del L-EWT conectado y a la pérdida de carga admisible.



Fig. 04-1 Torre de aspiración L-EWT

En lo que respecta a la ubicación de la aspiración de aire exterior hay que seguir la norma UNE EN 16798 y VDI 6022, hoja 1. En esta normativa se especifica que la calidad del aire aspirado debe ser la mejor posible y se exige que la aspiración se produzca en puntos en los que el aire exterior esté lo menos contaminado posible. Según la norma VDI 4640, el aire aspirado también se considera un alimento.

Por ello, al elegir la posición de la entrada de aire fresco deben tenerse en cuenta los siguientes puntos:

- proximidad a calles (carga por tráfico de la calle)
- proximidad a árboles/arbustos de hoja caduca
- proximidad a salidas de aire de cualquier tipo
- dirección principal del viento y ubicación de posibles instalaciones que alteren los olores
- cercanía a edificios

En la norma VDI 4640 se describen con más detalle los requisitos a cumplir por las torres de aspiración de las instalaciones L-EWT. Según ésta deben estar hechas de un material resistente a la intemperie e inocuo.

En cuanto a la altura de aspiración, la norma EN 16798 hace referencia a 1,5 veces la capa de nieve anual prevista. La norma VDI 6022 Hoja 1 hace referencia a la norma EN 16798.

Suele ser necesario un filtro previo en la estructura de aspiración para proteger contra la entrada de sustancias no deseadas. Un filtro grueso es suficiente para reducir la carga de polvo en el L-EWT; si es necesario, se puede integrar en la torre de aspiración una combinación de filtro grueso y medio o fino. La norma VDI 3803 sugiere dos etapas de filtrado para el sistema completo compuesto por el L-EWT y la unidad de ventilación convencional, de las cuales, por ejemplo, una puede estar ubicada en la torre de aspiración y la otra en la unidad de ventilación convencional. En esta norma se exige acero inoxidable como material para la torre de aspiración.



En las normas UNE EN 16798, VDI 6022 y VDI 4640 encontrará más información sobre la altura de aspiración, la ubicación de montaje y la ejecución de las torres de aspiración. Los requisitos descritos en estas normas y directrices deben tenerse en cuenta en el diseño.



La realización de soluciones a medida para clientes es posible, pero está sujeta a las especificaciones de éstos. REHAU no comprueba el cumplimiento de las normas o directrices en cuanto a la altura de aspiración, el uso de filtros, la resistencia estática y el montaje. Por lo tanto, no se asume ninguna responsabilidad sobre las eventuales desviaciones con respecto a las normas y directrices mencionadas.

Los valores necesarios para determinar la diferencia de presiones en las torres de aspiración pueden tomarse de las gráficas incluidas en el anexo.



Cuando se realiza la instalación en zonas costeras o con un aire muy contaminado con sustancias corrosivas puede ser necesario adaptar la calidad de los materiales a los requisitos correspondientes. En las zonas indicadas no se puede descartar definitivamente la corrosión del acero inoxidable. REHAU no comprueba los requisitos de calidad del material en el lugar de instalación.

**04.01.01 Torre de aspiración REHAU para instalaciones de hasta aprox. 1.500 m<sup>3</sup>/h**

Las torres de aspiración con un caudal volumétrico hasta 1.500m<sup>3</sup>/h aprox. se ofrecen en tres tamaños distintos: DN 200, DN 250 y DN 315.

La torre de aspiración se acopla directamente a un manguito de la misma dimensión. Pueden usarse tanto los manguitos dobles como los manguitos de dilatación.

Las unidades de toma deben instalarse sobre una cimentación de montaje prevista a tal efecto, en la que se haya integrado el manguito durante la construcción. En las instrucciones de montaje de la torre de aspiración y en el apartado dedicado a la instalación y colocación se ofrece información más detallada sobre el tamaño de la cimentación y el montaje.

La tabla siguiente muestra la información más importante sobre las torres de aspiración mencionadas. Vea detalles sobre las dimensiones en el plano del anexo.

**Torre de aspiración para instalaciones de hasta aprox. 1.500 m<sup>3</sup>/h**

N.º mat.			11701881003	11704081003	11704181003
<b>Diám. nominal</b>	<b>DN/OD</b>	<b>mm</b>	<b>200</b>	<b>250</b>	<b>315</b>
Material			Acero inox V2A	Acero inox V2A	Acero inox V2A
Acabado			mate	mate	mate
Altura total	L2	mm	1720	1800	1860
Altura de aspiración	L5 + L6	mm	1310	1310	1310
Peso total		kg	aprox. 14,7	aprox. 20,5	aprox. 25,5
<b>Sombbrero lamas</b>					
Forma sombrero			Cubierta plana	Cubierta plana	Cubierta plana
Altura total sombrero lamas		mm	330	380	430
Número lamas	n		5 + 1	6 + 1	7 + 1
Diámetro exterior	L1	mm	360	410	475
Área de filtrado 100 %	A0	m <sup>2</sup>	0,207	0,298	0,426
<b>Torre</b>					
Altura (total) torre	L4 + L5 + L6	mm	1390	1420	1430
Espesor de pared	s	mm	0,6	0,6	0,6
Conexión entre tubos verticales			Perno expansible	Perno expansible	Perno expansible
<b>Base</b>					
Base	s x a x b	mm	2 x 400 x 400	2 x 450 x 450	2 x 515 x 515
Diámetro nominal tubo conexión	DN/OD	mm	200	250	315
Número taladros en placa base		ud.	4	4	4
Diámetro de taladros		mm	11,5	11,5	11,5
<b>Caudales volumétricos</b>					
Caudal volumétrico en el montante para wS = 6,0 m/s	V	m <sup>3</sup> /h	650	1000	1500
Caudal volumétrico máx. (A0 = 85 %)					
wL = 2,5 m/s; sin filtro	V	m <sup>3</sup> /h	1586	2283	3255
wL = 1,5 m/s; con filtro ISO coarse	V	m <sup>3</sup> /h	952	1370	1953
wL = 0,25 m/s; con filtro F6	V	m <sup>3</sup> /h	159	228	326

Tabla 04-1 Torre de aspiración para instalaciones de hasta aprox. 1.500 m<sup>3</sup>/h

#### 04.01.02 Torre de aspiración REHAU para instalaciones desde 1.500 m<sup>3</sup>/h hasta aprox. 6.500 m<sup>3</sup>/h

A diferencia de las torres de aspiración que se muestran en el apdo. 04.01.01, las torres de aspiración que se señalan aquí se caracterizan por un mayor espesor del material.

Las soluciones a medida para clientes son posibles, pero están sujetas a las mismas condiciones que las torres de aspiración del apdo. 04.01.01.

La torre de aspiración se monta directamente a un manguito de la misma dimensión. Pueden usarse tanto los manguitos dobles como los manguitos de dilatación. Las unidades de toma deben instalarse sobre una

cimentación de montaje prevista a tal efecto, en la que se haya integrado el manguito durante la construcción. Ver indicaciones más precisas sobre el tamaño de la cimentación y el montaje en las instrucciones de montaje de la torre de aspiración y en el apdo. 05.02.03.

En la tabla siguiente puede consultar las informaciones más importantes sobre las torres de aspiración antes señaladas. Vea detalles sobre las dimensiones en el plano del anexo.

#### Torre de aspiración para instalaciones desde aprox. 1.500 m<sup>3</sup>/h hasta aprox. 6.500 m<sup>3</sup>/h

N.º mat. 11704281003 11704381003 13529221001

Díam. nominal	DN/OD		400	500	630
Material			Acero inox V2A	Acero inox V2A	Acero inox V2A
Acabado			mate	mate	mate
Altura total	L2	mm	2120	2230	2330
Altura de aspiración	L5 + L6	mm	1310	1310	1310
Peso total		kg	aprox. 47,5	aprox. 67,5	aprox. 71,5

#### Sombbrero lamas

Forma sombrero			Cubierta plana	Cubierta plana	Cubierta plana
Altura total sombrero lamas		mm	660	740	840
Número de lamas	n		7 + 1	8 + 1	9 + 1
Diámetro exterior	L1	mm	620	720	850
Área de filtrado 100 %	A0	m <sup>2</sup>	0,829	1,162	1,663

#### Torre

Altura (total) torre	L4 + L5 + L6	mm	1460	1490	1490
Espesor de pared	s	mm	0,8	0,8	1
Conexión entre tubos verticales			Perno expansible	Perno expansible	Perno expansible

#### Base

Base	s x a x b	mm	2 x 600 x 600	2 x 700 x 700	2 x 830 x 830
Diámetro nominal tubo conexión	DN/OD	mm	400	500	630
Número taladros en placa base		ud.	4	4	4
Diámetro de taladros		mm	11,5	11,5	11,5

#### Caudales volumétricos

Caudal volumétrico en el montante para wS = 6,0 m/s	V	m <sup>3</sup> /h	2500	4000	6500
Caudal volumétrico máx. (A0 = 85 %)					
wL = 2,5 m/s; sin filtro	V	m <sup>3</sup> /h	6345	8892	12718
wL = 1,5 m/s; con filtro ISO coarse	V	m <sup>3</sup> /h	3807	5335	7631
wL = 0,25 m/s; con filtro F6	V	m <sup>3</sup> /h	634	889	1272

Tabla 04-2 Torre de aspiración para instalaciones de hasta aprox. 1.500 m<sup>3</sup>/h

Las dimensiones pueden variar ligeramente debido a la producción, sujeta a cambios. Encontrará un croquis con las dimensiones en el anexo.

### 04.01.03 Filtros

El uso de filtros en la torre de aspiración puede cumplir varias funciones. Por ejemplo, es posible utilizar filtros gruesos para proteger el L-EWT contra la entrada de cuerpos extraños. También es posible prefiltrar o mejorar el filtrado previo con filtros medios o finos.

Para un funcionamiento general está disponible el filtro grueso ISO coarse con el fin de proteger el L-EWT.

El filtro medio ISO ePM10 puede utilizarse para requisitos más exigentes, por ejemplo, para categorías de aire exterior superiores. Tenga en cuenta que, para aumentar la vida útil del filtro medio, debe instalarse un filtro grueso antes del mismo.



Los componentes de un filtro medio ISO ePM<sub>10</sub> siempre incluyen un filtro grueso ISO coarse. Vea también la descripción exacta en las instrucciones de montaje.

El uso de un filtro medio o fino reduce significativamente el caudal volumétrico máximo de aire manteniendo la misma pérdida de carga. Por lo tanto, cuando se utilizan filtros medios o finos, siempre debe realizarse un cálculo de la pérdida de carga para la unidad de admisión o debe determinarse el caudal volumétrico máximo posible para la unidad de admisión seleccionada. Puede ser necesario aumentar la superficie del filtro para garantizar el caudal volumétrico mínimo requerido con una pérdida de carga aceptable.

En el anexo puede ver los diagramas de diferencia de presiones inicial para los tipos de filtro ISO coarse e ISO coarse/ISO ePM<sub>10</sub> versión estándar.

Consulte instrucciones para el manipulado de los elementos de aspiración y los filtros en el apdo. 05.02.03.

N.º mat.	DN/OD	Clase de filtro	Un./un. embalaje
11701981001	200	ISO coarse	3
11702081001	200	ISO ePM <sub>10</sub> /ISO coarse	3
11704481002 <sup>1)</sup>	250	ISO coarse	1
11704581002 <sup>1)</sup>	250	ISO ePM <sub>10</sub> /ISO coarse	1
11704681002 <sup>1)</sup>	315	ISO coarse	1
11705281002 <sup>1)</sup>	315	ISO ePM <sub>10</sub> /ISO coarse	1
11705381002 <sup>1)</sup>	400	ISO coarse	1
11705481002 <sup>1)</sup>	400	ISO ePM <sub>10</sub> /ISO coarse	1
11705581002 <sup>1)</sup>	500	ISO coarse	1
11705681002 <sup>1)</sup>	500	ISO ePM <sub>10</sub> /ISO coarse	1
11715881001 <sup>1)</sup>	630	ISO coarse	1
11715981001 <sup>1)</sup>	630	ISO ePM <sub>10</sub> /ISO coarse	1

Tabla 04-3 Volumen de suministro del filtro

<sup>1)</sup> Consultar plazo de entrega

### 04.02 Tubos

Las tuberías instaladas en los sistemas L-EWT constituyen el corazón de estas instalaciones. Representan el intercambio de calor entre el aire conducido dentro del tubo y el terreno. Las normas y directrices vigentes actualmente imponen requisitos especiales al material de los tubos.

#### Norma VDI 6022

El tubo

- debe estar hecho de un material de poro cerrado
- no debe emitir sustancias perjudiciales para la salud ni olores
- el material no debe absorber humedad
- debe evacuar con seguridad el agua de condensación que se forma en verano

#### DIN 1946 y norma VDI 4640

El material del tubo ha de ser

- estanco, para que no pueda penetrar agua en el sistema desde el exterior
- resistente a la corrosión
- evacuar con seguridad el agua de condensación que se forma en verano.

Según la norma VDI 4640-4, los materiales óptimos son los polímeros como el PP (polipropileno) o el PE (polietileno), el hormigón y el fibrocemento. La facilidad de manipulado en la obra, gracias a su bajo peso, las grandes longitudes de suministro, mayormente de 6 m, en comparación con el hormigón, y la resistencia a las deformaciones distinguen a los polímeros de otros materiales denominados rígidos (como, por ejemplo, el hormigón).



No todos los tubos poliméricos son aptos para ser utilizados como tubos de intercambio de calor en una instalación L-EWT.

Según la norma VDI 4640, el uso de tubos corrugados se considera inadecuado. En la norma VDI 6022 Hoja 1 se consideran los tubos flexibles como muy problemáticos. Debido a la flexibilidad de estos tubos, la pendiente requerida para el desagüe del condensado sólo puede cumplirse de forma limitada.

Los tubos rígidos fabricados en PP son idóneos para su uso como tubos de intercambio de calor en instalaciones L-EWT. Se pueden implementar variantes de instalación adaptadas específicamente a cada situación de montaje, en particular gracias al amplio programa de accesorios disponible con los tubos de PP.

REHAU ha desarrollado un sistema de tubos especial, adaptado específicamente al uso como conducto de ventilación enterrado, para cumplir los requisitos de higiene especiales de la norma VDI 6022.

El sistema REHAU AWADUKT Thermo antimicrobiano, diseñado específicamente para su uso como conducto de aire para instalación enterrada, se caracteriza por:

1. La utilización de tipos de PP especiales con una conductividad térmica mejorada
2. Una superficie interior antimicrobiana
3. Una superficie interior especialmente lisa
4. Un sistema de estanquización especial "Safety Lock", desarrollado por REHAU
5. Un equilibrio especialmente bueno entre resistencia al impacto y elevada rigidez
6. Un alta resistencia a la abrasión y una buena resistencia al lavado a alta presión
7. Una resistencia química elevada
8. Un intervalo de temperaturas de uso amplio, desde -20 hasta +60 °C

Con las propiedades descritas, AWADUKT Thermo antimicrobiano cumple perfectamente los requisitos de las normas y directrices.

La siguiente tabla ofrece una visión general de las principales características de la tubería.

Características	Unidad	AWADUKT Thermo DN 200 - DN 630
Densidad	g/cm <sup>3</sup>	≥ 0,95
Color DN 200		azul con capa interior gris
Color DN 250 - DN 630		naranja con capa interior transparente/naranja
Longitud DN 200 - DN 315	m	1 / 3 / 6
Longitud DN 400 - DN 630	m	6
Técnica de unión		Junta monolabial, en caso necesario soldadura
Accesorios		sí
Módulo elástico de corta duración	N/mm <sup>2</sup>	1250
Coefficiente de dilatación longitudinal	mm/K	0,14
Conductividad térmica	W/mK	0,28
resistencia química		pH 2 - 12
Temperatura máxima del aire	°C	+60
Temperatura mínima del aire	°C	-20
Resistencia al impacto		++
Radio de curvatura mínimo admitido		150 x d
Alturas de relleno	m	1 - 3 <sup>1)</sup>
Posibles niveles máximos de aguas freáticas por encima de la parte superior de la tubería, sin carga de tráfico	m	3
Instalación bajo el edificio		++ <sup>2)</sup>
Material de apoyo recomendado según DIN 1610 para el relleno E1/E2		G2
Carga de tráfico rodado		hasta categoría SLW 60 <sup>3)</sup>

Tabla 04-4 Características más importantes del tubo

<sup>1)</sup> La altura de relleno es solo un valor orientativo. Las alturas de relleno admitidas se deben comprobar mediante un cálculo estático. La altura de relleno no debe ser inferior a 0,5 m.

<sup>2)</sup> La instalación de sistemas L-EWT bajo edificios en principio es posible, pero debe analizarse en función del campo de aplicación. En este caso es obligatorio realizar un cálculo estático antes de la instalación.

<sup>3)</sup> La carga por tráfico rodado admitida debe determinarse mediante un cálculo estático en función del proyecto de obra. Las cargas hasta la categoría SLW 60 sólo son posibles bajo determinadas condiciones de instalación.

#### 04.02.01 Conductividad térmica

La conductividad térmica de un material influye considerablemente sobre el paso del calor y, por lo tanto, sobre el rendimiento de extracción de calor a alcanzar. Los materiales con baja conductividad térmica se utilizan, por ejemplo, como materiales aislantes. Por el contrario, los materiales con una alta conductividad térmica se utilizan allí donde hay que transferir calor (por ejemplo, en los intercambiadores de calor). La conductividad térmica del material del tubo debe estar óptimamente adaptada a este tipo de aplicación, para un uso eficiente como tubo de intercambio de calor del aire. Los materiales poliméricos presentan una conductividad térmica inferior a la de los metales, pero ésta puede mejorarse considerablemente mediante aditivos.

Otro parámetro importante que influye en la transferencia de calor es el grosor de la pared. La transferencia de calor es mejor con un espesor de pared reducido que con un espesor de pared grande.

La conductividad térmica de los tubos AWADUKT Thermo se ha incrementado notablemente en comparación con la de los tubos de PP estándar, sin reducir la rigidez, mediante el uso de aditivos especiales. Los informes de ensayo externos confirman que la conductividad térmica de la materia prima de PP utilizada, de 0,28 W/m K, es aproximadamente un 45% superior a la de las materias primas de PP convencionales.

La siguiente gráfica representa la conductividad térmica de diversos polímeros.

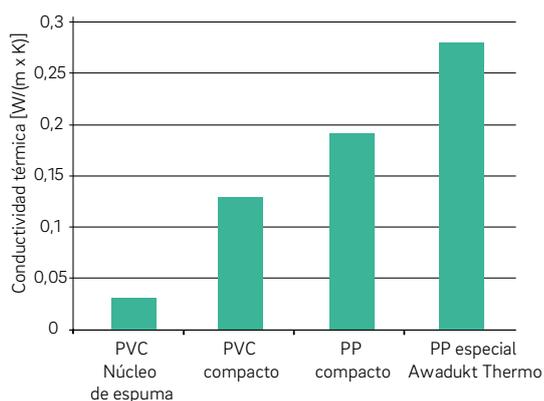


Fig. 04-2 Ejemplo de conductividad térmica de diversos materiales

#### 04.02.02 Capa interior antimicrobiana

Gracias a un proceso especial integrado en la producción de tubos la capa interior antimicrobiana de las tuberías AWADUKT Thermo está presente en la totalidad de la tubería de manera permanente e inseparable. La capa interior antimicrobiana está formada por un compuesto inorgánico de plata Agion™ o Intercide, que impide o reduce en gran medida la aparición y propagación de bacterias y de algunos hongos. Agion™ o Intercide es una sustancia antimicrobiana natural que no promueve el desarrollo de la resistencia bacteriana y que es permanentemente eficaz. Los iones de plata sólo despliegan su efecto en estructuras celulares simples. Las estructuras celulares complejas, como las de las plantas, los animales y los seres humanos, no se ven afectadas por los iones de plata. La biocompatibilidad de Agion™ o Intercide ha sido ensayada con éxito según la norma ISO 10993.

El modo de actuación de la plata puede describirse mediante tres mecanismos de desactivación distintos:

1. oxidación catalítica
2. reacción con la membrana celular
3. enlace con el ADN

Los iones de plata se liberan mediante intercambio iónico, por ejemplo, de  $\text{Na}^+$  o  $\text{K}^+$ . El intercambio sólo puede tener lugar si hay agua (una película de humedad). Así, los iones de plata sólo se liberan cuando es realmente necesario, ya que las bacterias y hongos sólo se desarrollan cuando hay humedad. El efecto de la capa antimicrobiana se limita a la pared del tubo; no se combaten las bacterias ni las esporas de hongos presentes en el aire.

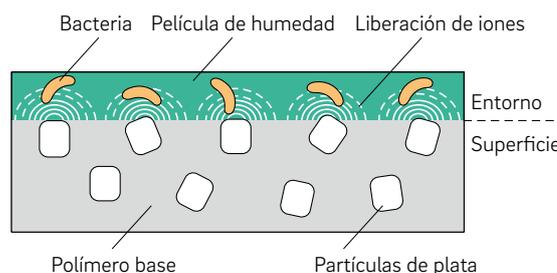
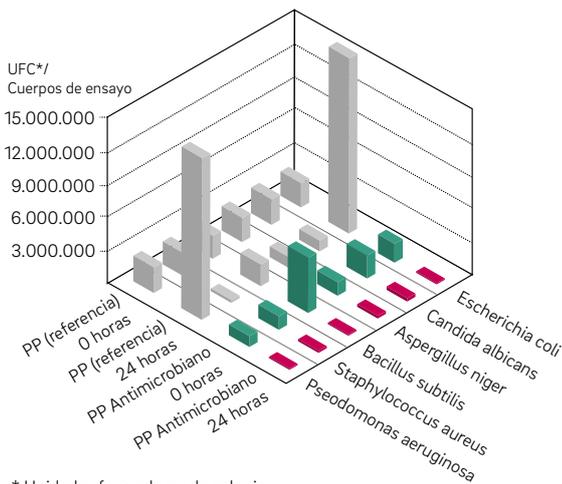


Fig. 04-3 Efecto de la capa antimicrobiana

El efecto de la capa interior antimicrobiana ha sido probado en varios ensayos independientes por parte del laboratorio Fresenius Institut.



\* Unidades formadoras de colonias

Fig. 04-4 Resultados de los tests

Los materiales Agion™ o Intercide se utilizan desde hace varios años en tecnología médica y aparatos de cocina (por ejemplo, los frigoríficos).

Los primeros tests han demostrado que, gracias a la concentración de Agion™ o Intercide utilizada y al modo operativo específico de las instalaciones L-EWT, se garantiza un efecto duradero. Como se ha confirmado en los ensayos, la capa antimicrobiana no se ve afectada por la unión material entre la capa interior y el material de la tubería siempre que la limpieza se realice correctamente.

#### 04.02.03 Sistema de estanquización Safety Lock

El sistema especial de estanquización Safety Lock (SL) garantiza que la junta situada en la copa quede firmemente fijada y no pueda salirse accidentalmente durante el proceso de inserción.

La estanquidad del sistema L-EWT debe garantizarse en especial por razones de higiene, por lo que el uso del sistema de estanquización Safety Lock cumple los requisitos de la norma DIN 1946 y de las normas VDI 4640 y 6022.

El sistema de estanquización también puede utilizarse sin problemas en zonas cercanas a aguas freáticas o con fluctuaciones de éstas. Cuando se instala en las zonas mencionadas, la estanquidad frente al agua externa queda garantizada durante 1000 h para una presión desde el exterior de 1,1 bar. Durante la instalación, deben adoptarse las precauciones adecuadas para evitar la flotación mediante un anclaje o un lastrado adicional (por ejemplo, de hormigón).



Cuando se instalen las tuberías en aguas freáticas o en zonas de fluctuación del nivel de éstas se recomienda realizar un cálculo estático, dada la mayor presión de deformación. Si es necesario, deben adoptarse medidas para impedir la flotación.

#### 04.02.04 Resistencia química

##### Tubos y accesorios

Los tubos, accesorios y juntas de estanquidad AWADUKT Thermo se caracterizan por una muy buena resistencia a muchas sustancias químicas presentes en el suelo. Esta resistencia química se da para índices pH de entre 2 y 12.

En suelos contaminados o en zonas con concentraciones inusualmente altas de determinadas sustancias químicas naturales o sintéticas se realizará una prueba de resistencia aparte.

##### Juntas de estanquidad

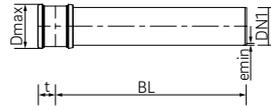
El tipo de caucho utilizado (EPDM) suele tener bastante buena resistencia química, pero los componentes de ésteres, cetonas e hidrocarburos aromáticos y clorados pueden tener un fuerte efecto de hinchamiento en el suelo, lo que puede provocar daños en la unión. En caso de duda, realice siempre un estudio específico.



Antes de instalar los componentes de AWADUKT Thermo en zonas con riesgo de contaminación, la persona responsable de la instalación debe comprobar la resistencia de todos los materiales utilizados en la zona basándose en un dictamen de suelo contaminado. En Alemania se pueden consultar en caso de duda el catastro de suelos contaminados en los organismos correspondientes.

**Tubo AWADUKT Thermo**

- Tubo de intercambio de calor especialmente diseñado para su uso como conducto de aire para instalación enterrada, provisto de copa y sistema de estanquización de seguridad encajado no desmontable Safety-Lock
- impermeable al radón, antimicrobiano
- Extremos del tubo con protección antipolvo
- Material: polipropileno
- Color: azul

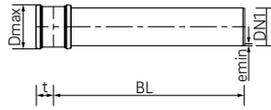


Núm. material	Denominación	DN/OD	BL mm	D <sub>máx</sub> mm	t mm	e*1 mm	Peso kg/unid.
<b>200</b>							
11706411002	DN 200, BL 1 m	200	1000	233	25	6,3	5,346
11706511002	DN 200, BL 3 m	200	3000	233	25	6,3	13,98
11709611002	DN 200, BL 6 m	200	6000	233	25	6,3	26,931

\*1 Espesor de pared mínimo

**Tubo AWADUKT Thermo**

- Tubo de intercambio de calor especialmente diseñado para su uso como conducto de aire para instalación enterrada, provisto de copa y sistema de estanquización de seguridad encajado no desmontable Safety-Lock
- impermeable al radón, antimicrobiano
- Extremos del tubo con protección antipolvo
- Material: polipropileno
- Color: naranja



Núm. material	Denominación	DN/OD	BL mm	D <sub>máx</sub> mm	t mm	e*1 mm	Peso kg/unid.
<b>250</b>							
11707911001	DN 250, BL 1 m	250	1000	296	34	7,8	8,874
11708011001	DN 250, BL 3 m	250	3000	296	34	7,8	22,394
11709711001	DN 250, BL 6 m	250	6000	296	34	7,8	42,674
<b>315</b>							
11708211003	DN 315, BL 1 m	315	1000	366	49	9,8	14,339
11708311003	DN 315, BL 3 m	315	3000	366	49	9,8	35,775
11709811003	DN 315, BL 6 m	315	6000	366	49	9,8	67,929
<b>400</b>							
11708511002	DN 400, BL 6 m	400	6000	462	55	12,4	106,629
<b>500</b>							
11708611003	DN 500, BL 6 m	500	6000	570	195	17	168,483
<b>630</b>							
11006411001	DN 630, BL 6 m	630	6000	710	215	23,8	267,996

\*1 Espesor mínimo de pared

### 04.03 Gama accesorios

La gama de accesorios para utilizar con los tubos AWADUKT Thermo está especialmente seleccionada para satisfacer los requisitos de las instalaciones L-EWT. Los componentes cumplen las exigencias de inspección y mantenimiento de las instalaciones.

El programa de accesorios está provisto del sistema de estanquización Safety Lock. El sistema especial de estanquización Safety Lock (SL) garantiza que la junta situada en la copa quede firmemente fijada y no pueda salirse accidentalmente durante la unión.

Evitar extraer la junta, porque no puede garantizarse que pueda ser insertada después de nuevo correctamente.



Como medida de seguridad del sistema, los accesorios son de un solo uso. Dejar colocada la junta Safety Lock en el accesorio durante toda la operación de instalación.

### 04.03.01 Codos

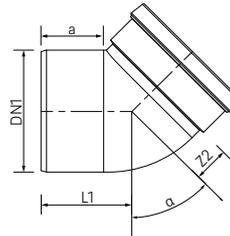
Los codos se utilizan para realizar cambios de dirección en un tramo de tubos AWADUKT Thermo. Para facilitar la limpieza son preferibles dos codos consecutivos de 45° que dos codos de 88°.



Las profundidades de inserción se pueden consultar en el apdo. "04.03.03 Manguitos".

#### Codo AWADUKT Thermo

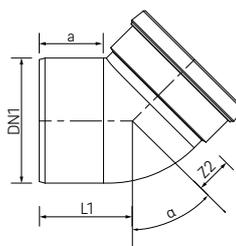
- Codo para realizar cambios de dirección con enchufe y copa, incluye sistema de estanquización de seguridad
- impermeable al radón
- con protección antipolvo
- Material: polipropileno (PP2300)
- Color: azul



Núm. material	Denominación	DN/OD	L1 mm	α °	a mm	Z2 mm	Peso kg/unid.
<b>200</b>							
14170011001	DN 200/15 grados con protección contra la suciedad	200	117	15	77	32	1,222
14170111001	DN 200/30 grados con protección anti-polvo	200	132	30	77	47	1,358
14170211001	DN 200/45 grados con protección anti-polvo	200	148	45	77	63	1,443
14170311001	DN 200/88 grados con protección anti-polvo	200	207	88	77	122	1,855

**Codo de PPAWADUKT**

- Codo para realizar cambios de dirección con enchufe y copa, incluye sistema de estanquización de seguridad
- impermeable al radón
- con protección antipolvo
- Material: polipropileno (PP 2300)
- Color: naranja



Núm. material	Denominación	DN/OD	a mm	$\alpha$ °	Z2 mm	L1 mm	Peso kg/unid.
<b>250</b>							
12476611002	DN 250, 15 grados	250	92	15	39	159	2,148
12476711002	DN 250, 30 grados	250	92	30	58	177	2,346
12476811002	DN 250, 45 grados	250	92	45	78	197	2,58
12476911002	DN 250, 88 grados	250	92	88	152	272	3,278
<b>315</b>							
12477011002	DN 315, 15 grados	315	107	15	50	173	3,67
12477111002	DN 315, 30 grados	315	107	30	73	197	4,15
12477211002	DN 315, 45 grados	315	107	45	98	222	4,62
12477311002	DN 315, 88 grados	315	107	88	192	316	5,83
<b>400</b>							
12393421002	DN 400, 15 grados	400	132	15	70	227	8,04
12393521002	DN 400, 30 grados	400	132	30	114	253	9,15
12393621002	DN 400, 45 grados	400	132	45	120	282	9,67
12373131002	DN 400, 88 grados	400	132	88	237	394	12,32
<b>500</b>							
14309831001	DN 500, 15 grados	500	189	15	475	282	32,2
14309841001	DN 500, 30 grados	500	189	30	496	330	33,093
14309851001	DN 500, 45 grados	500	189	45	648	480	42,236
14309861001	DN 500, 88 grados	500	189	88	1056	791	54,627
<b>630</b>							
14309871001	DN 630, 15 grados	630	215	15	585	341	55,431
14309881001	DN 630, 30 grados	630	215	30	617	399	59,321
14309891001	DN 630, 45 grados	630	215	45	1004	769	90,546
14309911001	DN 630, 88 grados	630	215	88	1510	1284	121,63

### 04.03.02 Derivaciones

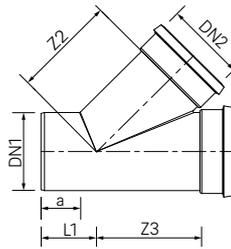
Las derivaciones se utilizan para realizar uniones entre dos sistemas de tubo de dimensión igual o distinta (por ejemplo, para conectar el pozo para descarga de condensados a un tubo). Con la ayuda de derivaciones puede realizarse también un sistema de batería de la misma dimensión o conectarse un bypass.



Las profundidades de inserción se pueden consultar en el apdo. "4.3.3 Manguitos".

#### Derivación simple 45° AWADUKT Thermo

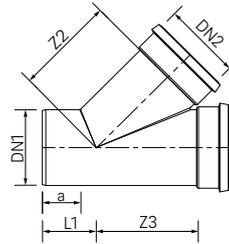
- Derivación para la realización de conexiones a tubos individuales o a baterías de tubos, con enchufe y doble copa, incluye sistema de estanquización de seguridad.
- impermeable al radón
- con protección antipolvo
- Material: polipropileno (PP 2300)
- Color: azul



Núm. material	Denominación	DN/OD	DN/OD	L1 mm	a mm	Z2 mm	Z3 mm	Peso kg/unid.
<b>200</b>								
13255131001	DN 200/200	200	200	140	98	270	270	3,301

**Derivación simple 45° AWADUKT PP**

- Derivación para la realización de conexiones a tubos individuales o a sistemas de batería, con enchufe y doble copa, incluye sistema de estanquización de seguridad
- Material: polipropileno (PP 2300)
- Color: naranja



Núm. material	Denominación	DN/OD	DN/OD	a mm	Z2 mm	Z3 mm	L1 mm	Peso kg/unid.
<b>250</b>								
13147571002	DN 250/200, 45 grados	250	200	146	290	276	162	4,456
12376741005	DN 250/250, 45 grados	250	250	165	462	463	217	12,659
<b>315</b>								
12197921002	DN 315/200, 45 grados	315	200	150	339	312	134	6,538
14311321001	DN 315/250, 45 grados	315	250	175	540	575	194	15,601
14311331001	DN 315/315, 45 grados	315	315	175	595	622	240	20,033
<b>400</b>								
12393821002	DN 400/200, 45 grados	400	200	196	405	354	137	11,66
14311341001	DN 400/250, 45 grados	400	250	209	600	655	186	25,683
14311361001	DN 400/315, 45 grados	400	315	208	655	705	231	29,961
14311371005	DN 400/400, 45 grados	400	400	210	735	768	293	39,266
<b>500</b>								
14311421005	DN 500/200, 45 grados	500	200	300	630	686	191	36,095
14311431005*1	DN 500/250, 45 grados	500	250	300	680	740	227	40,238
14311441005*1	DN 500/315, 45 grados	500	315	300	730	790	273	45,887
14311451005*1	DN 500/400, 45 grados	500	400	300	810	855	333	56,049
14311461005*1	DN 500/500, 45 grados	500	500	300	885	930	404	70,01
<b>630</b>								
14311651005*1	DN 630/200, 45 grados	630	200	300	720	803	126	56,972
14311741005*1	DN 630/250, 45 grados	630	250	300	770	849	162	62,075
14311751005*1	DN 630/315, 45 grados	630	315	300	820	910	208	69,509
14311771005*1	DN 630/400, 45 grados	630	400	300	900	976	268	81,296
14311781005*1	DN 630/500, 45 grados	630	500	300	985	1043	339	96,691
14311791005*1	DN 630/630, 45 grados	630	630	300	1085	1144	430	122,465

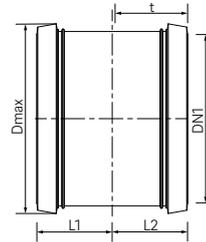
\*1 Consultar plazo de entrega

### 04.03.03 Manguitos

Los manguitos se utilizan para realizar uniones entre dos enchufes de la misma dimensión. Se pueden utilizar manguitos de doble dobles o de dilatación.

#### Manguito de doble copa AWADUKT Thermo

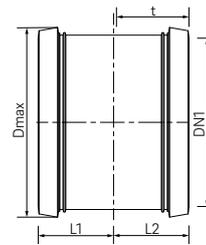
- Manguito de doble copa con tope central, para interconectar dos tubos, con sistema de estanquización de seguridad.
- impermeable al radón
- con protección antipolvo
- Color: azul
- Material: polipropileno (PP 2300)



Núm. material	Denominación	DN/OD	L1 mm	L2 mm	t mm	D <sub>máx</sub> mm	Peso kg/unid.
<b>200</b>							
14175041001	DN 200	200	92	92	90	232	1,088

#### Manguito de doble copa AWADUKT PP

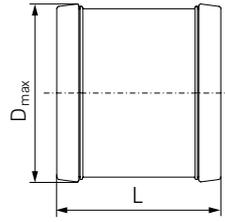
- Manguito de doble copa con tope central, para la interconexión de dos tubos, con sistema de estanquización de seguridad
- Material: polipropileno (PP 2300)
- Color: naranja



Núm. material	Denominación	DN/OD	t mm	D <sub>máx</sub> mm	L1 mm	L2 mm	Peso kg/unid.
<b>250</b>							
11054751001	DN 250	250	109	293	112	112	2,159
<b>315</b>							
11054741001	DN 315	315	127	363	131	131	3,641
<b>400</b>							
11054731001	DN 400	400	159	461	164	164	7,149
<b>500</b>							
13156061002	DN 500	500	189	567	195	195	10,548
<b>630</b>							
11154711001	DN 630	630	215	709	221	221	16,03

**Manguito de dilatación AWADUKT Thermo**

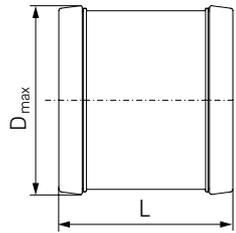
- Manguito de dilatación para interconectar dos tubos, con sistema de estanquización de seguridad
- impermeable al radón
- con protección antipolvo
- Material: polipropileno (PP 2300)
- Color: azul



N.º mat.	DN/OD	L mm	D <sub>máx</sub> mm	Peso kg/unid.
14175031001	200	184	232	0,9

**Manguito de dilatación AWADUKT PP**

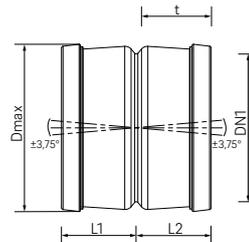
- Manguito de dilatación para interconectar dos tubos, con sistema de estanquización de seguridad
- Material: polipropileno (PP 2300)
- Color: naranja



N.º mat.	DN/OD	L mm	D <sub>máx</sub> mm	Peso kg/unid.
11043071001	250	225	293	1,9
11043081001	315	261	363	3,2
11053831001	400	327	461	6,0
14075191001	500	389	567	10,2
11154811001	630	441	709	15,4

**AWADUKT KGMM vario**

- manguito de doble copa para interconectar dos tubos, con sistema de estanquización de seguridad
- Se puede girar continuamente hasta  $\pm 7,5^\circ$  en horizontal o en vertical
- Material: polipropileno (PP 2300)
- Color: naranja



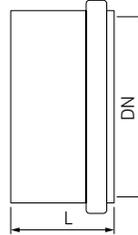
Núm. material	Denominación	DN/OD	t mm	D <sub>máx</sub> mm	L1 mm	L2 mm	Peso kg/unid.
<b>250</b>							
11760751001	DN 250 copa/copa	250	120	286	130	130	1,92
<b>315</b>							
11760851001	DN 315 copa/copa	315	136	357	149	149	3,307

#### 04.03.04 Tapones

Los tapones se utilizan para cerrar los tubos AWADUKT Thermo, por ejemplo, en los extremos de los colectores.

##### Tapón AWADUKT Thermo

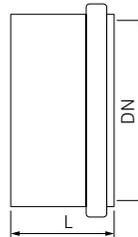
- Tapón para cerrar los tubos compuesto por un manguito de PP AWADUKT y una placa soldada, con sistema de estanquización de seguridad.
- Material: polipropileno (PP 2300)
- Color: azul



N.º mat.	DN/OD	L mm	Peso kg/unid.
11719771001	200	111	0,5

##### Tapón AWADUKT Thermo

- Tapón para cerrar los tubos compuesto por un manguito de PP AWADUKT y una placa soldada, con sistema de estanquización de seguridad.
- Material: polipropileno (PP 2300)
- Color: naranja



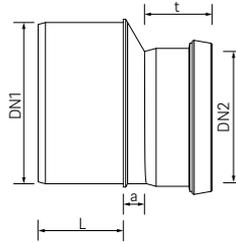
N.º mat.	DN/OD	L mm	Peso kg/unid.
11719871001	250	143	1,0
11719971001	315	154	1,7
11720071001	400	168	3,4
11720171001	500	210	5,2
11716381001	630	220	7,0

**04.03.05 Reducciones**

Las reducciones se utilizan para realizar cambios de dimensión en un conducto. Se debe procurar que quede garantizado en todo momento el desagüe del agua de condensación. Por esta razón, los tubos unidos mediante las reducciones no deben formar escalón en la cara que mira hacia abajo.

**Manguito reductor AWADUKT PP**

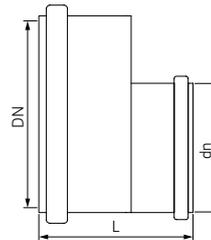
- Reducción para la realización de cambios de dimensión, con enchufe en la dimensión más grande y copa en la más pequeña, con sistema de estanquización de seguridad en el extremo de la copa
- Material: polipropileno (PP 2300)
- Color: naranja



Núm. material	Denominación	DN/OD	DN/OD	L	a	t	Peso
				mm	mm	mm	kg/unid.
<b>250</b>							
12478011002	DN 250/200	250	200	109	53	77	1,711
<b>315</b>							
12478111002	DN 315/250	315	250	127	59	83	2,995
<b>400</b>							
12373231003	DN 400/315	400	315	159	10	127	4,924
<b>500</b>							
12346261003	DN 500/400	500	400	189	15	159	9,855
<b>630</b>							
14115521005	DN 630/500	630	500	215	15	189	18,19

**Reducción AWADUKT Thermo**

- Reducción para la realización de cambios de dimensión, con copa y sistema de estanquización de seguridad en ambos extremos
- Material: polipropileno (PP 2300)
- Color: naranja/azul



N.º mat.	DN/OD	L	Peso
		mm	kg/unid.
11719471001	315/200	256	2,2
11719571001	400/200	271	3,9
11719671001	500/200	315	5,7
11739781001	630/200	330	7,5

#### 04.04 Pasamuros

Los pasamuros se utilizan para conectar los conductos de ventilación subterráneos al edificio. En este caso, se trata de introducir de forma estanca el tubo hasta el interior del edificio a través de una abertura en la envolvente de éste o directamente durante la instalación. Debe tenerse en cuenta desde el principio del proyecto si el manguito pasamuros estará sometido a presión externa de aguas freáticas o no.



El agua a presión es agua que ejerce presión sobre la estanquidad desde el exterior.

Para optimizar el diseño con el uso de pasamuro, éste debe integrarse en el proyecto global en una fase temprana. Esto permite integrar el pasamuros en la planificación del inmueble y realizarlo de forma sencilla y rentable durante la fase de construcción.

Debido a las condiciones estructurales de la obra, se distinguen entre la instalación directa del manguito pasamuros durante la construcción del muro o una instalación posterior en un muro existente. El manguito pasamuros debe diseñarse siempre de manera que no pueda entrar humedad en el edificio desde el exterior.

##### Manguito pasamuros

- con junta labiada, para aguas freáticas que no ejerce presión
- apto para el empotrado en hormigón
- Material: estireno/butadieno (SB 100), DN 630: fibrocemento
- Color: negro

N.º mat.	DN/OD	L mm	D <sub>máx</sub> mm	ID mm	Peso kg/unid.
14069861001	200	240	232	212	1,2
14069871001	250	240	290	260	1,8
14069881001	315	240	359	325	2,6
14069901001	400	240	448	412	3,6
14069911001	500	240	554	512	5,2
14069951001	630	120	705	637	15,5



Al seleccionar el sistema de sellado, debe tenerse en cuenta en qué medida cabe esperar la presencia de aguas freáticas. Si no se dispone de datos sobre la presencia de las mismas o estos son insuficientes, por motivos de seguridad siempre debe preverse una variante para el área de aplicación con aguas freáticas.

##### 04.04.01 Manguito pasamuros AWADUKT Thermo para aguas freáticas que no ejerce presión

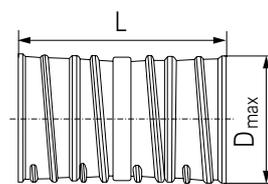
El manguito pasamuros AWADUKT Thermo con junta labiada se utiliza en los casos en los que hay presencia de aguas freáticas que no ejerce presión. Proporciona protección contra la penetración de la humedad y debe empotrarse en hormigón.

Las especificaciones de material del manguito pasamuros AWADUKT Thermo se enumeran en la siguiente tabla.



Debido a la forma cónica del manguito pasamuros, existe la posibilidad de que los tubos insertados se doblen. Por ello hay que asegurarse durante la instalación de que quedará garantizado el desagüe del agua de condensación; en caso necesario se deberá fijar con medios adecuados el tubo a pasar.

Ver instrucciones de instalación en el apdo. 05.04.03.



#### 04.04.02 Pasamuros AWADUKT Thermo para aguas freáticas que ejerce presión

Cuando hay presencia de aguas freáticas que ejerce presión existen diversas soluciones. Dependiendo del caso de aplicación se puede utilizar tanto la junta de estanquidad AWADUKT Thermo, combinada en el caso ideal con el manguito pasamuros correspondiente, como el manguito pasamuros para aguas freáticas que ejerce presión AWADUKT Thermo.

##### Junta de estanquidad AWADUKT THERMO

La junta de estanquidad puede instalarse de dos formas. Opcionalmente en:

- un manguito pasamuros AWADUKT Thermo preinstalado
- un agujero realizado por un taladro de núcleo y sellado.

Ver instrucciones de instalación en el apdo. 05.04.04.

##### Junta de estanquidad DN 200-630

- para utilizar con aguas que ejercen presión, estanquidad hasta una presión máx. de 5,0 bar
- realizada en acero inox,
- instalación fácil y rápida gracias a los módulos premontados
- Material: poliamida reforzada con fibra de vidrio, elemento sellante de caucho EPDM
- Color: negro



En la medida de lo posible se dará preferencia a la instalación de la junta en un manguito pasamuros preinstalado, porque el manguito pasamuros y la junta de estanquidad correspondiente están perfectamente adaptados entre sí.



Antes de instalar la junta de estanquidad en un orificio realizado mediante taladro de núcleo hay que sellar éste correctamente, para prevenir la penetración de agua en el muro.

Número material	Número segmentos	Tipo de segmento	Par de apriete	Apta para tubo	OD Junta de estanquidad	Tolerancia hueco	Estanquidad hasta presión máx.	Dureza Shore A	Peso	Manguito pasamuros correspondiente
			Nm		mm	mm	bar		kg	
13503681001	9	IL 325 S 316	5	200	250	-3/+7	5,0	50 ± 5	2,3	13503571001
13503691001	9	IL 440 S 316	15	250	350	-7/+7	5,0	50 ± 5	4,5	13503581001
13503701001	12	IL 400 S 316	15	315	400	-7/+7	5,0	50 ± 5	6,6	13503611001
13503711001	14	IL 440 S 316	15	400	500	-7/+7	5,0	50 ± 5	7,0	13503621001
13503721001	17	IL 440 S 316	15	500	600	-7/+7	5,0	50 ± 5	8,5	13503631001
13529381001	22	IL 425 S 316	15	630	700	-7/+4	5,0	50 ± 5	10,2	13529391001

**Manguito pasamuros**

- Manguito pasamuros para uso en presencia de agua que ejerce presión, incluye junta de estanquidad a juego
- apto para el empotrado en hormigón
- Material: fibrocemento libre de amianto
- Color: gris claro



Número material	ID	apto para tubo	Longitud	OD Manguito pasamuros	Espesor de pared	Tolerancia	Peso	Dimensión de tubo corresp. DN	Junta de estanquidad a juego
	mm		mm	mm	mm	mm	kg		
13503571001	250	200	300	308	29	±2	13,0	200	13503681001
13503581001	350	250	300	400	25	±2	27,0	250	13503691001
13503611001	400	315	300	458	29	±2	30,0	315	13503701001
13503621001	500	400	300	569	35	±2	45,0	400	13503711001
13503631001	600	500	300	671	36	±3	52,0	500	13503721001
13529391001	700	630	300	769	35	±3	65,0	630	13529381001

**Manguito pasamuros AWADUKT THERMO**

Otra alternativa que puede utilizarse también en presencia de agua que ejerce presión es esta junta de estanquidad. Es especialmente adecuada si se desea crear un sellado fiable contra el agua de presión durante la construcción. Las juntas de estanquidad también se pueden instalar con posterioridad, pero son más difíciles de integrar en un muro existente que el producto alternativo, la junta de estanquidad con manguito pasamuros.

La junta de estanquidad está fabricada en caucho EPDM (AP) con las siguientes especificaciones:

Densidad	kg/m <sup>3</sup>	1,03
Resistencia a la tracción	N/mm <sup>2</sup>	9,5
Dureza Shore A		45 ±5
Alargamiento a la rotura	%	500
Temperatura mínima	°C	-40
Temperatura máxima	°C	+75



Al instalar los tubos con junta de estanquidad hay que procurar que el tubo quede suficientemente fijado en el encofrado. Debe quedar garantizado el desagüe de condensados y la conexión de los tubos por ambos extremos.

Ver instrucciones de instalación en el apdo. 05.04.06.

**Manguito pasamuros**

- Manguito pasamuros para uso con agua que ejerce presión
- Apto para el empotrado en hormigón
- Material: caucho EPDM (AP)
- Color: negro



N.º mat.	DN	Rango de fijación tubo OD	Dimensión para DN/OD (OD cuando se utiliza con AWADUKT Thermo)	Estanquidad frente a presión	Peso
			mm	bar	kg/unid.
13532341001	200	195-210	292	5	0,7
13532441001	250	245-260	342	5	0,8
13532541001	315	310-327	407	5	1,1
13532641001	400	395-410	480	4	1,5
13532741001	500	495-515	580	4	1,9
13532841001	630	625-650	710	4	2,6

#### 04.05 Soluciones para condensados

La condensación se produce siempre que la temperatura del aire cae por debajo del punto de rocío. En un L-EWT este fenómeno es particularmente perceptible directamente en las superficies internas del sistema. También es posible el enfriamiento de todo el aire contenido en el L-EWT hasta un intervalo situado por debajo del punto de rocío. Como la condensación sólo se produce cuando el aire se enfría a partir de un estado caliente, este fenómeno es especialmente probable que se produzca en verano.

La cantidad de condensado producida depende principalmente de la cantidad de aire y de la caída de la temperatura. Con la ayuda del diagrama P-h de Mollier se puede determinar la cantidad de condensado teóricamente producida. Sin embargo, debido a las condiciones meteorológicas tan diversas y constantemente cambiantes, se ha de partir de la base de que se puede hacer solo una estimación aproximada.

En la norma VDI 6022 se describe repetidamente la temática del condensado en las instalaciones de ventilación y aire acondicionado.

Es evidente que debe garantizarse una evacuación rápida del condensado del flujo de aire.

En particular, la norma VDI 6022, hoja 1, exige que el condensado se evacue de forma rápida y completamente.

Para garantizar una evacuación lo más rápida posible del condensado se deben tender los tubos del sistema L-EWT con una pendiente del 2 - 3 %. Además son necesarios componentes adecuados para conducir el condensado fuera del flujo de aire. Son adecuados para este fin los pozos para descarga de condensados y los pozos de registro. En ellos se recoge el condensado, que se puede bombear si es necesario. En el interior del edificio se pueden utilizar descargas de condensados, que pueden conectarse a la red de evacuación del edificio por medio de un sifón.

Según la norma VDI 4640-4, el agua de condensación que se genera periódicamente debe clasificarse como agua superficial y evacuarse de acuerdo con las disposiciones de la legislación de aguas. La descarga a través del sistema de evacuación de aguas residuales es posible, ya que la cantidad generada puede cuantificarse como pequeña en comparación con el volumen de aguas residuales.



El condensado producido se puede evacuar por gravedad a través de la red de evacuación de la vivienda.



Cuando se instalen sistemas multitubo (baterías) deberán preverse al menos dos descargas de condensados, una en el lado del distribuidor y otra en el lado del colector. Por razones de higiene la descarga del condensado deberá producirse siempre con el flujo de aire. Asimismo deberá realizarse una revisión periódica de las descargas de condensado, así como de los pozos para descarga de condensados y de inspección, que deberán limpiarse en caso necesario. La frecuencia de las revisiones depende, sobre todo, de las condiciones meteorológicas y del modo operativo de la instalación. En los meses estivales cabe prever una mayor generación de condensado.



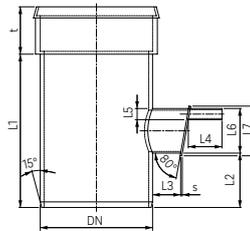
Las descargas de condensados y los pozos para descarga de condensados y de inspección pueden utilizarse para evacuar los líquidos durante la limpieza.

#### 04.05.01 Descargas de condensados

Las descargas de condensados se utilizan para extraer el condensado del flujo de aire directo. Estos componentes se utilizan principalmente en el interior del edificio. Las descargas de condensados pueden combinarse con un sifón esfera. Esto permite conectarla a la red de evacuación del edificio, lo cual facilita una evacuación por gravedad del condensado.

##### Descarga de condensados S

- Descarga de condensados de tipo estándar para la conducción del aire en línea recta
- Salida de la descarga de condensados DN 160 con reducción a DN 40
- Codo de conexión DN 40 para la conexión de un sifón esfera
- antimicrobiano
- Color: azul (DN 200), naranja (DN 250-DN 630)
- Material: polipropileno

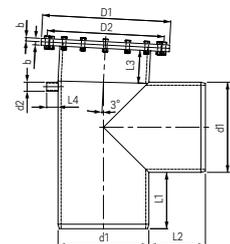
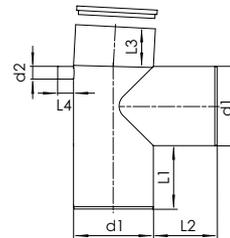


N.º mat.	DN	L <sub>1</sub> mm	L <sub>2</sub> mm	L <sub>3</sub> mm	L <sub>4</sub> mm	t mm	Peso kg/unid.
12277551003	200	485	130	100	120	101	2,7
12277651003	250	485	170	100	120	135	5,2
12277751003	315	550	195	100	120	145	8,7
12298451003	400	550	195	100	120	170	14,6
12298551003	500	550	230	100	120	195	22,4
12183691003	630	600	250	100	120	215	24,3

Para ampliar detalles sobre las dimensiones vea el anexo.

##### Descarga de condensados R

- Descarga de condensados con boca de registro y salida a 90° para derivar el aire
- DN 200-DN 315 con tapa de registro
- DN 400-DN 630 con tapa de registro con brida
- Codo de conexión DN 40 para la conexión de un sifón esfera
- antimicrobiano
- Material: polipropileno
- Color: azul (DN 200), naranja (DN 250-DN 630)



N.º mat.	Diámetro del tubo d1 mm	Diámetro de la brida D1 mm	L <sub>1</sub> mm	L <sub>2</sub> mm	L <sub>3</sub> mm
11056961001	200	-	155	150	100
11056971001	250	-	200	200	122
11056981001	315	-	252	253	150
11719071001	400	565	250	249	150
11719171001	500	670	278	275	220
11035501001	630	800	300	300	250

Para ampliar detalles sobre las dimensiones vea el anexo.

**Sifón esfera**

- Sifón esfera con codo de conexión DN 40 y esfera antiretorno, apto para la conexión a la descarga de condensados S y a la descarga de condensados R
- Material: polipropileno
- Color: blanco, amarillo



Artículo	DN	Peso kg/unid.
12277951001	40	0,25

**04.05.02 Pozo para descarga de condensados**

El pozo para descarga de condensados se utiliza para evacuar los condensados cuando no es posible o no se desea instalar una descarga de condensados en el interior del edificio.

En los sistemas monotubo el pozo para descarga de condensados debe instalarse en el sistema de tubo haciendo uso de una derivación. En el apdo. 05.05 se explican las opciones para realizar esta derivación. En los sistemas multitubo (baterías) hay que instalar al menos dos soluciones para la evacuación de condensados, como mínimo, una en el lado del distribuidor y otra en el lado del colector. Se pueden conectar a la línea principal mediante una derivación o directamente al distribuidor/colector. En el apdo. 05.05 se ofrecen también explicaciones al respecto.

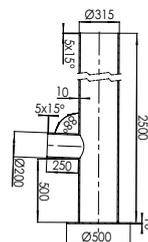
En lo que respecta al control de la higiene de los pozos para descarga de condensados se aplican las especificaciones de la norma VDI 6022 hoja 1. A temperaturas superiores a 20 °C y con una humedad ambiente elevada en verano se recomienda aumentar notablemente la frecuencia de las inspecciones.

No está permitido perforar el pozo para descarga de condensados, ya que ello puede provocar, entre otros, los problemas siguientes:

- Posible falta de permiso de las autoridades competentes según la Ley de Aguas
- Entrada de aire ajeno al sistema (según la norma VDI 6022 no puede entrar aire ajeno al sistema)
- Posible contaminación del suelo cuando se utilizan métodos de limpieza especiales y, por lo tanto, incumplimiento de las disposiciones legales aplicables
- Puede darse la entrada de agua subterránea, agua estancada remanso o agua del estrato en la instalación. La inundación del sistema puede hacer necesaria una parada de emergencia.

**Pozo para descarga de condensados**

- Pozo para descarga de condensados para la recogida de condensados en el exterior del edificio con conexión DN 200 (enchufe)
- Altura total: 2500 mm, con fondo plano
- adecuado para la conexión al tubo REHAU AWADUKT Thermo DN 200
- Material: polipropileno
- Color: naranja, conexión eventualmente azul



N.º mat.	DN	Longitud total mm	Peso kg/unid.
12277851003	315/200	2500	30

Consulte informaciones adicionales sobre dimensiones en el anexo.

#### 04.05.03 Pozo de registro DN 1000

El pozo de registro para ventilación es una segunda opción para evacuar los condensados fuera del edificio. Este pozo ofrece la posibilidad adicional de actuar como tapa de registro.

Con este fin hay prevista en el interior del pozo una placa obturadora desmontable en la conexión soldada en la pared del pozo.

Mientras que el registro y la limpieza de los sistemas monotubo de pequeñas dimensiones y de los sistemas multitubo sencillos es también posible en algunos casos sin bocas de registro independientes, en los sistemas grandes, por ejemplo, a partir de la dimensión de colector DN400, esto solo es posible de forma limitada. El pozo de registro para ventilación ofrece condiciones óptimas para estas aplicaciones.

##### Pozo de registro DN 1000

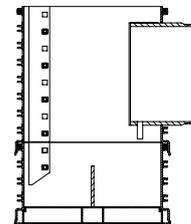
- Pozo de registro para la recogida de condensados en el exterior del edificio
- adecuado para la realización de revisiones
- Material: polipropileno
- Color: naranja, conexión eventualmente azul

En lo que respecta al control de la higiene del pozo de registro para ventilación se aplican las especificaciones de la norma VDI 6022 hoja 1. A temperaturas superiores a 20 °C y con una humedad ambiente elevada, como ocurre en los meses estivales, se recomienda aumentar notablemente la frecuencia de las inspecciones.

El pozo de registro para ventilación se basa la gama REHAU AWASCHACHT, acreditado desde hace años en el campo de las canalizaciones, y se suministra como artículo prefabricado en tres partes:

- base del pozo de registro
- anillo de pozo de registro con salidas de entre DN400 y DN/ID700

La tapa del pozo no está incluida, ya que puede diseñarse de forma muy diferente en función de las necesidades.



N.º mat.	DN/OD Conexión en la salida mm	Peso kg/unidad
11049681001	400	178
11049691001	500	183
11049701001	630	195

Consulte informaciones adicionales sobre dimensiones en el anexo.

N.º mat.	DN/OD Conexión en la salida mm	Peso kg/unidad
11049711001	700	215

Consulte informaciones adicionales sobre dimensiones en el anexo.

##### AWASCHACHT PP Junta cónica

Material:

Caucho etileno-propileno-dieno (EPDM)

Color:

Negro



Núm. material	Denominación	Peso g/unid.
11906451001	Junta DN 625, cono - anillo de hormigón	2600

**AWASCHACT PP DN 1000 - cono**

Característica:

Longitud de acortamiento: máx. 250 mm

Material:

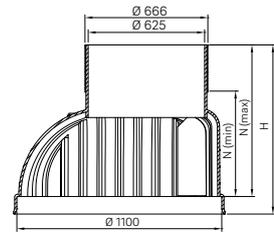
Polipropileno (PP 2300)

Color:

Naranja

Nota:

- sin junta cónica DN 625
- sin junta de elemento DN 1000



Núm. material	Denominación	Altura útil N Máx.	Altura útil N Mín.	Altura H	Peso kg/unid.
		mm	mm	mm	
11904001100	DN 1000/625 con escalerilla	570	820	915	42,9

**AWASCHACT PP DN 1000 - Anillo de arqueta**

Característica:

con escalerilla

Material:

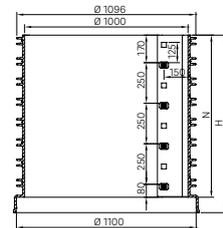
Polipropileno (PP 2300)

Color:

Naranja

Nota:

- sin junta de elemento DN 1000
- Son posibles conexiones para tubo de entrada y conexiones tangenciales para la admisión por encima del canal; consultar precios



Núm. material	Denominación	DN/OD	Altura útil N	Altura H	Peso kg/unid.
			mm	mm	
11903131001	DN 1000, altura útil 125 mm, incl. escalerilla	1000	125	220	12,35
11904901100	DN 1000, altura útil 250 mm, incl. montante	1000	250	345	19,6
11905001100	DN 1000, altura útil 500 mm, incl. montante	1000	500	595	34,4
11904361001	DN 1000, altura útil 750 mm, incl. montante	1000	750	845	48,1
11909001100	DN 1000, altura útil 1000 mm, incl. montante	1000	1000	1095	62,8

**Junta de elemento AWASCHACT PP**

Núm. material	Denominación	Peso kg/unid.
11903551001	Junta de elemento de arqueta DN 1000	1

**04.06 Colector**

A partir de un volumen de aprox. 1.000 m<sup>3</sup>/h, por lo general ya no es técnicamente viable diseñar los L-EWT como conductos individuales. A partir de un volumen de 600 m<sup>3</sup>/h, ya puede tener sentido económico dividir el volumen de aire en conductos de registro individuales.

Para la confección de sistemas multitubo (baterías) se pueden utilizar varias derivaciones individuales o colectores prefabricados en diversos tamaños y diseños, aunque ello comporta un mayor coste.

En este caso, el aire aspirado se conduce por una línea principal hasta el colector, donde se reparte entre tubos individuales de una dimensión menor conectados al mismo. En el extremo contrario del sistema de batería se vuelve a reunir el aire de los tubos individuales en el llamado colector y se conduce hasta el edificio por una línea principal.

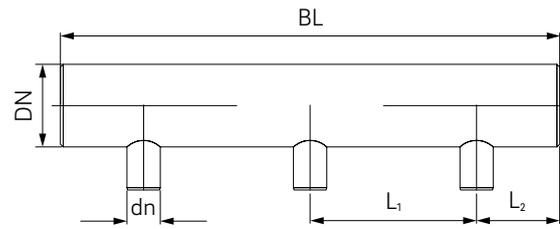
Las salidas para el montaje de los tubos de la batería están montados centrados en los colectores. Esto permite un uso óptimo del equipo de limpieza.



Para la conexión de varios colectores se requiere un manguito de dilatación o un manguito doble de la misma dimensión que el colector. Al montar los tubos a conectar a los colectores hay que tener en cuenta que, por lo general, se precisa un manguito de dilatación en el lado de la segunda conexión.

**Colectores AWADUKT Thermo**

- Colectores antimicrobianos confeccionados, adecuados para la conexión del tubo REHAU AWADUKT Thermo
- impermeables al radón
- Versión con protección antipolvo
- Distancia entre centros de las conexiones: 1000 mm
- centrados 90° con respecto al tubo distribuidor
- Material: polipropileno
- Color: naranja, conexión eventualmente azul



N.º mat.	Tubo distribuidor DN	Conexión dn	N.º conexiones	Peso kg/unidad	L <sub>1</sub> mm	L <sub>2</sub> mm	BL mm
11710071001	315	200	1	12,8	1000	500	1000
11710171001	315	200	2	25,3	1000	500	2000
11710271001	315	200	3	36,1	1000	500	3000
11710371001	400	200	1	18,9	1000	500	1000
11710471001	400	200	2	37,0	1000	500	2000
11710571001	400	200	3	54,2	1000	500	3000
11710671001	400	200	6	107,8	1000	500	6000
11710771001	400	250	1	19,7	1000	500	1000
11710871001	400	250	2	38,8	1000	500	2000
11710971001	400	250	3	56,8	1000	500	3000
11726661001	400	250	6	128,0	1000	500	6000
11711071001	500	200	1	29,2	1000	500	1000
11711171001	500	200	2	57,1	1000	500	2000
11711271001	500	200	3	83,5	1000	500	3000
11711371001	500	200	6	166,7	1000	500	6000
11711471001	500	250	1	30,0	1000	500	1000
11711571001	500	250	2	58,9	1000	500	2000
11711671001	500	250	3	86,1	1000	500	3000
11711771001	500	250	6	172,4	1000	500	6000
11711871001	500	315	1	31,3	1000	500	1000
11711971001	500	315	2	61,2	1000	500	2000
11712071001	500	315	3	89,6	1000	500	3000
11726641001	500	315	6	192,0	1000	500	6000
11023971001	630	200	1	47,4	1000	500	1000
11023991001	630	200	2	94,8	1000	500	2000
11024041001	630	200	3	142,2	1000	500	3000
11024051001	630	200	6	284,4	1000	500	6000
11024061001	630	250	1	48,2	1000	500	1000
11024071001	630	250	2	96,4	1000	500	2000
11024081001	630	250	3	144,6	1000	500	3000
11024091001	630	250	6	289,2	1000	500	6000
11024141001	630	315	1	49,4	1000	500	1000
11024151001	630	315	2	98,8	1000	500	2000
11024161001	630	315	3	148,2	1000	500	3000
11024171001	630	315	6	296,4	1000	500	6000

## 05 Manipulado de los componentes del sistema

Las informaciones que siguen son aplicables al almacenaje, el transporte y la instalación del sistema de tubos L-EWT REHAU AWADUKT Thermo en polipropileno (PP) hasta la dimensión DN 630, así como a todos los componentes del sistema asociados a éste de los capítulos precedentes (por ejemplo, torres de aspiración, soluciones para la evacuación de condensados, codos, etc.).



Para la instalación de los componentes del sistema, deben observarse las normas y directrices vigentes, así como las normas de prevención de accidentes de las asociaciones de seguros de responsabilidad civil de las empresas o las inspecciones de salud y seguridad y las especificaciones de otras organizaciones implicadas para la instalación y el funcionamiento. Los componentes del sistema deben ser instalados y manipulados por personal especializado. En el caso de los componentes enterrados de las instalaciones de ventilación y aire acondicionado, esto también se aplica a los temas de higiene.

---

### 05.01 Información general sobre la entrega de componentes

En el momento de la entrega de los componentes deben llevarse a cabo las actuaciones siguientes para documentar los daños por transporte dentro del marco del aseguramiento de calidad:

- comprobación del número y la cantidad de los distintos componentes según el albarán de entrega
- comprobación de la integridad de la entrega
- En el caso de los componentes especiales hay que comprobar las dimensiones de acuerdo con los planos confirmados



Todo daño ocurrido durante el transporte debe ser anotado en los documentos de transporte y firmado por el representante de la empresa de transporte. Los componentes dañados deben ser separados del resto y se ha de contactar sin demora con REHAU. Informar sin demora a REHAU sobre cualquier eventual desviación con respecto al intervalo de tolerancia de las diferentes dimensiones.

### 05.02 Instrucciones para el manejo de las torres de aspiración

#### 05.02.01 Transporte

Las torres de aspiración deben permanecer en su embalaje original hasta su montaje. Para evitar daños, el embalaje exterior sólo puede retirarse directamente antes del montaje in situ.

Está permitido abrir el embalaje exterior durante la entrega a pie de obra para comprobar que está intacto. Sin embargo, para el transporte posterior hasta la ubicación de montaje, la parte abierta debe cerrarse de nuevo de forma adecuada.

Si la torre de aspiración se transporta dentro del recinto de la obra o hasta la ubicación de montaje utilizando la red pública de carreteras, las unidades de embalaje individuales deben asegurarse de acuerdo con los requisitos de las normas de tráfico específicas del país.

El transporte de las torres de aspiración sueltas sólo está permitido si están completamente premontadas y debidamente aseguradas para el transporte con un bastidor de fijación adecuado y homologado.



El uso de bastidores y medios de amarre no homologados e inadecuados o una carga insuficientemente amarrada puede provocar graves daños materiales o personales.

---

No retirar el film protector de las piezas individuales de la torre de aspiración durante el transporte, ya que sirve de protección contra los arañazos. Si se va a transportar una torre de aspiración con el film protector ya retirado, hay que adoptar las medidas adecuadas para evitar que se raye la superficie durante el transporte.

Para la carga y descarga de las torres de aspiración hay que utilizar siempre equipos adecuados y homologados. La descarga de las torres de aspiración provistas del embalaje exterior puede realizarse manualmente si se respetan los valores orientativos permitidos por la legislación laboral relativas al izado y el transporte de cargas. Si se van a cargar o descargar las torres de aspiración con equipos mecánicos, sólo deben utilizarse equipos verificados, homologados y adecuados para este fin.

No está permitido volcar o dejar caer las torres de aspiración, ya sea provistas del embalaje exterior o no.

### 05.02.02 Almacenaje en la obra

Las torres de aspiración deben almacenarse de forma adecuada. En la medida de lo posible, las torres de aspiración deben almacenarse en el embalaje exterior que llevan. Hay que proteger este embalaje contra la humedad.

En el caso de las torres de aspiración DN 200 y DN 250 provistas del embalaje exterior, se pueden almacenar un máximo de tres torres de aspiración apiladas. Las torres de aspiración de la dimensión 315 pueden almacenarse en su embalaje exterior apiladas en un máximo de dos pisos. Las torres de aspiración de las dimensiones DN 400, DN 500 y DN 630 no deben apilarse unas sobre otras.

Las torres de aspiración extraídas del embalaje exterior deben almacenarse de forma que no se produzcan daños en el film protector, arañazos u otros daños en la torre de aspiración durante el periodo de almacenaje hasta su instalación. Si es necesario deben adoptarse las medidas adecuadas para proteger las torres de aspiración.



Procurar almacenar las torres de aspiración sobre una superficie plana adecuada para el almacenaje. Para almacenar las torres de aspiración apiladas deben respetarse las normas de prevención de accidentes y las especificaciones de seguridad vigentes. Durante el almacenaje de las torres de aspiración no deben someterse éstas a cargas adicionales desde arriba. No está permitido apilar las torres de aspiración extraídas de su embalaje exterior.

Las unidades de filtro suministradas con la torre de aspiración deben guardarse en un lugar seco y limpio. Las unidades de filtro provistas de su embalaje exterior deben dejarse en éste hasta la instalación, para evitar su contaminación. No se deben instalar unidades de filtrado sucias.

### 05.02.03 Montaje de las torres de aspiración

Para la instalación de las torres de aspiración deben seguirse las instrucciones de instalación incluidas con el producto.

Las torres de aspiración deben colocarse sobre una base adecuada. Para garantizar la estabilidad, es especialmente adecuada una base de hormigón moldeada alrededor de un manguito doble copa.

La torre de aspiración se acopla directamente a un manguito de la misma dimensión. Para esta finalidad se dará preferencia a los manguitos de doble copa o a los manguitos de dilatación.



Fig. 05-1 Zócalo de hormigón con manguito doble copa

Si se utiliza un hormigón de calidad C20-25 (requisito mínimo) y se instala la unidad en una zona de viento de categoría 4, ver en la tabla siguiente las dimensiones mínimas del zócalo a realizar. Utilizar en este caso como referencia una presión de velocidad  $q_{ref} = 0,56 \text{ kN/m}^2$ . El zócalo de hormigón debe realizarse con arreglo a la norma DIN 1045 y su ejecución se ha de confiar a una empresa especializada.

Tamaño de la torre	Dimensiones del zócalo
	mm
DN 200	600 x 600 x 200
DN 250	600 x 600 x 300
DN 315	700 x 700 x 300
DN 400	1000 x 1000 x 500
DN 500	1200 x 1200 x 500
DN 630	1200 x 1200 x 800

Tab. 05-1 Dimensiones mínimas del zócalo a realizar

En la norma UNE EN 16798 se puede encontrar información sobre los aspectos que hay que tener en cuenta a la hora de elegir la ubicación de montaje.



Cuando se instala en lugares expuestos, es necesario un cálculo estructural en paralelo para dimensionar las dimensiones de la base requeridas para la torre de aspiración. Si no se conocen las cargas de viento que se producen en el lugar de instalación, el instalador está obligado a obtener la información pertinente antes de proceder con la instalación. Si es necesario, se deben tomar las medidas adecuadas para determinar la información. La cimentación debe ajustarse según los valores determinados.



En el caso de una desviación en las dimensiones o del uso de una calidad de hormigón distinta ya no puede garantizarse la estabilidad de la torre de aspiración para la carga de viento especificada. Para la preparación de la mezcla de hormigón y la realización del zócalo de hormigón deben observarse las medidas de prevención de accidentes y seguridad laboral aplicables.

La torre de aspiración se monta directamente a un manguito de la misma dimensión. Para esta finalidad se dará preferencia a los manguitos de doble copa o a los manguitos de dilatación. Las copas moldeadas en los accesorios se fabrican con tolerancias divergentes y, por lo tanto, pueden dificultar la instalación.

Las torres de aspiración para los sistemas de intercambiador de calor aire-tierra AWADUKT Thermo están fabricadas en acero inox 1.4301 (V2A). Cuando la instalación se realiza, por ejemplo, en zonas costeras o donde el aire está muy contaminado con sustancias corrosivas no se puede certificar una resistencia a la corrosión definitiva. Por lo tanto, hay que tener en cuenta la necesaria adaptación de la calidad del material a los requisitos de la ubicación de montaje.



Cuando se realiza la instalación en zonas costeras o con un aire muy contaminado con sustancias corrosivas puede ser necesario adaptar la calidad de los materiales a los requisitos correspondientes. En las zonas indicadas no se puede descartar definitivamente la corrosión del acero inoxidable. REHAU no verifica los requisitos de calidad del material en la ubicación de montaje.

### 05.03 Instrucciones para el manipulado de tubos, accesorios y colectores



Para la instalación y colocación de tubos, accesorios y colectores deben respetarse las normas, directrices y reglamentos vigentes. La elaboración y colocación de los componentes mencionados deben confiarse siempre a personal técnico capacitado. Durante la instalación deben cumplirse adicionalmente las normas de prevención de accidentes de las mutualidades profesionales y de las inspecciones de seguridad e higiene laboral, así como también de cualquier otro organismo implicado.

### 05.03.01 Transporte

Los tubos, accesorios y colectores AWADUKT Thermo (en lo sucesivo denominados componentes) y las juntas de estanquidad deben manipularse con cuidado y procurando no dañarlos. Para garantizar el correcto funcionamiento de los componentes hay que prestar atención al correcto almacenaje y amarre durante el transporte. La norma VDI 6022 Hoja 1 proporciona información sobre cómo deben realizarse el almacenaje y el transporte. Durante el transporte, debe procurarse no dañar los films y tapones protectores aplicados en los extremos de los componentes.

Los componentes sueltos deben descansar en todo su largo y estar fijados para que no se muevan durante el transporte. Evitar las tensiones y los impactos. En particular debe evitarse todo deslizamiento o torsión de los colectores, ya que, de lo contrario, las conexiones soldadas podrían resultar dañadas. No deben someterse las conexiones soldadas de los colectores a ninguna carga adicional durante el transporte.



En el caso de un transporte inadecuado o de un almacenaje incorrecto pueden producirse deformaciones o daños en los componentes, lo que puede provocar dificultades de instalación o un deterioro de la seguridad de funcionamiento de la línea instalada hasta el punto de inutilizarla definitivamente.

### 05.03.02 Almacenaje en la obra

Todos los materiales asociados con una instalación de conductos de aire enterrados se almacenarán de forma adecuada, para evitar su contaminación o deterioro. En particular deberá procurarse que los films y los tapones protectores existentes no resulten dañados durante el almacenaje. Antes y durante las interrupciones del montaje deberán volver a colocarse los films y tapones protectores en los extremos abiertos. Al almacenar los sellantes de elastómero asegurarse de que quedan protegidos contra los ataques mecánicos y químicos. Estos materiales deben almacenarse en particular protegidos contra la radiación solar directa.

Los componentes deben almacenarse sobre una base nivelada y libre de piedras (granulometría  $\leq 40$  mm). El material de la base no debe contener elementos afilados o puntiagudos, ni piedras susceptibles de dañar los componentes. Al almacenar los colectores, asegúrese de que las conexiones soldadas no están expuestas a cargas mecánicas. Debe evitarse el almacenaje sin protección durante un periodo superior a 12 meses.



Los calentamientos unilaterales, por ejemplo, la radiación solar, pueden provocar deformaciones debido al comportamiento termoplástico de los tubos y accesorios, lo que puede dificultar su correcta instalación. Por ello, se recomienda proteger los componentes frente a la luz solar directa. Cuando se cubra con lonas, asegurarse de que no se producen acumulaciones de calor. Por lo tanto, debe garantizarse una buena ventilación.

En caso de utilizar jaulas de madera hay que procurar que el apilado se produzca siempre "madera sobre madera". Se pueden apilar un máximo de 2 jaulas de madera. Si se apilan con rastreles intercalados, éstos deberán tener una anchura mínima de 80 mm. La disposición de los rastreles intercalados y de apoyo orientándose en la ilustración siguiente. Procurar que las copas queden libres.

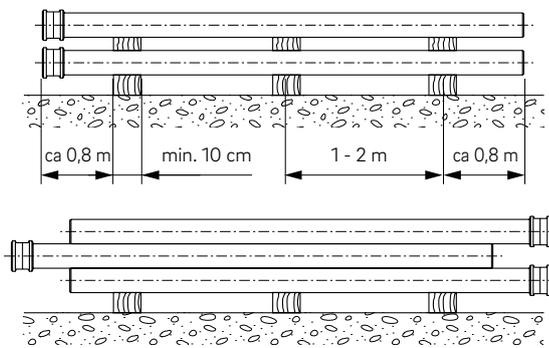


Fig. 05-2 Almacenaje con rastreles intercalados o con copas desplazadas

Cuando se almacenan tubos no paletizados hay que asegurarse de que las copas quedan libres y que los tubos están fijados para no deslizarse.

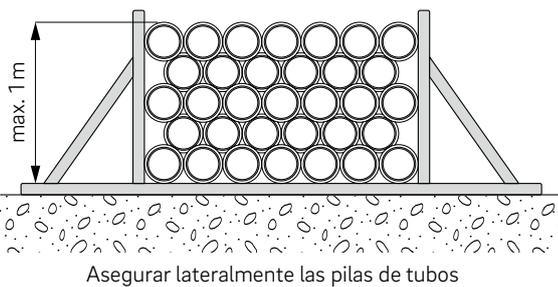


Fig. 05-3 Asegurar lateralmente las pilas de tubos



Hay que evitar alturas de apilado excesivas, para no sobrecargar los tubos de la parte inferior de la pila. No almacenar los componentes cerca de zanjas abiertas. En el caso de tubos no paletizados, la altura de la pila de tubos no debe superar 1 m.

### 05.03.03 Carga/descarga

Para la carga, descarga y descenso hasta la zanja del tubo o la superficie de colocación se debe utilizar un equipo adecuado (por ejemplo, carretilla elevadora con forros de horquilla adecuados). No introducir las horquillas de las carretillas elevadoras en los tubos durante el transporte. La descarga manual es posible siempre que se cumplan las normas de seguridad laboral para el izado y acarreo de cargas.

En caso de cargar o descargar los componentes con equipos mecánicos se deberá utilizar siempre maquinaria revisada, homologada y adecuada para este fin. Si se utilizan equipos de elevación para la carga y descarga, asegurar los componentes con cinchas de material no abrasivo o cuerdas de cáñamo, o utilizar aparatos de sujeción adecuados. No aplicar en los extremos de los componentes ganchos ni otros utensilios susceptibles de dañarlos. En el caso de los colectores no se podrán aplicar ganchos, correas/cinchas de amarre ni otros utensilios en las conexiones soldadas o alrededor de ellas. Durante la operación de carga y descarga de los colectores, debe garantizarse que no se aplicará ninguna carga de impacto, tracción o compresión a las conexiones soldadas.



Fig. 05-4 Carga y descarga



Una carga de impacto, tracción o compresión aplicada a las conexiones soldadas de los colectores puede provocar la aparición de fisuras o de daños en el cordón de soldadura. Por lo tanto debe garantizarse un manipulado cuidadoso de estos componentes en la obra. Comprobar que ningún componente está dañado antes de descenderlo a la zanja.

La operación de equipos de carga o descarga de componentes debe confiarse siempre a personal técnico entrenado. Los componentes deben estar amarrados correctamente para la operación de izado. Respetar las normas de prevención de accidentes aplicables al izado de cargas.

No está permitido volcar ni lanzar los componentes, así como tampoco arrastrarlos por el suelo. Observar las normas de prevención de accidentes y de seguridad vigentes.

Los films y tapones protectores aplicados no deben retirarse hasta justo antes de la instalación.

#### 05.03.04 Instrucciones para la colocación de tubos, accesorios y distribuidores

La instalación de los componentes de un sistema de ventilación enterrado en combinación con AWADUKT Thermo antimicrobiano debe realizarse en conformidad con las especificaciones de las normas EN 1610 y VDI 6022 Hoja 1. También deben cumplirse otras normas, directivas y reglamentos aplicables.

La ilustración siguiente sirve para explicar los términos utilizados en los apartados siguientes. Las definiciones son aplicables también, en su caso, a las zanjas con muros de contención y a las líneas que discurren debajo de taludes.

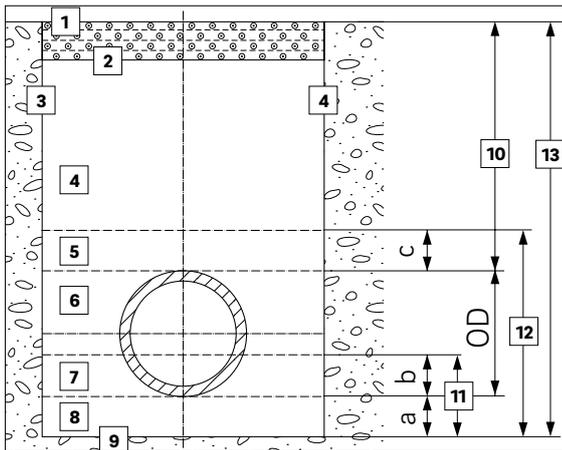


Fig. 05-5 Colocación

- 1 Superficie
- 2 Canto inferior de la construcción de carretera o vía ferroviaria, de estar presente
- 3 Paredes de la zanja
- 4 Relleno principal
- 5 Relleno inicial
- 6 Relleno lateral
- 7 Apoyo superior
- 8 Apoyo inferior
- 9 Fondo de la zanja
- 10 Altura de relleno
- 11 Espesor del apoyo
- 12 Espesor del relleno
- 11 Profundidad de la zanja
- a Espesor de la capa de apoyo intermedio inferior
- d Espesor de la capa de apoyo superior (ver el apdo. 05.03.06)
- c Espesor del relleno inicial
- OD Diámetro exterior del tubo, en mm

En la medida de lo posible, la colocación de los componentes debe iniciarse siempre en el punto más bajo de la instalación.

En el caso de los sistemas de batería de tubos se debe empezar colocando los colectores. No debe comenzarse con la instalación de los tubos de intercambiador de calor hasta después de haber montado y fijado los colectores. Los componentes deben instalarse normalmente de forma que la copa presente quede mirando hacia el extremo superior.

Para la instalación de los componentes del L-EWT la profundidad de colocación no debe ser inferior a la profundidad mínima de 1,5 m. Por lo tanto se recomienda confeccionar un esquema de colocación con perfil de niveles incluido antes de comenzar la instalación, para utilizarlo como base. El perfil de niveles es necesario para tener en cuenta ya en la fase de planificación la pendiente para la evacuación de condensados requerida desde el punto de vista de la higiene. Se recomienda encarecidamente la confección de un esquema de colocación, en particular para la realización de instalaciones de más de 5.000 m<sup>3</sup>/h.

#### Colocación bajo el edificio

Cuando se instala debajo de un edificio es obligatorio realizar un diseño estructural de los componentes utilizados. Puede realizarlo un calculista de estructuras responsable del proyecto de obra u otra persona autorizada y cualificada para realizar el diseño estructural. Para el diseño estructural deben observarse las normas siguientes:

- Hoja de trabajo ATV - DVWK - A 127 Guía para el diseño estructural de canalizaciones y tuberías de saneamiento
- Ejecución de la obra según EN 1610

#### Variación de la longitud

La variación de longitud de los componentes AWADUKT Thermo causada por las fluctuaciones de temperatura es considerablemente mayor que la de los componentes metálicos o cerámicos. Al calcular la variación de la longitud hay que tener en cuenta lo siguiente:

- Las temperaturas predominantes durante la instalación
- Las temperaturas más baja y más alta esperadas en la pared de la tubería cuando el sistema esté en uso.

Para calcular la variación de la longitud se puede utilizar la regla de cálculo siguiente:

Variación de la longitud (mm) = longitud del tubo (m) x diferencia de temperaturas(K) x coeficiente de dilatación lineal (mm/mK)

$$\Delta l = L \cdot \Delta t \cdot 0,14 \text{ mm/mK}$$

**Ejemplo de cálculo**

Longitud tubo: 3 m  
Temp. de colocación: +10 °C

Temperatura más baja previsible  
de la pared del tubo: +5 °C  
Diferencia de temperaturas = 5 K

Temperatura más alta previsible  
de la pared del tubo: +20 °C  
Diferencia de temperaturas = 10 K

Acortamiento más grande previsible:  
 $\Delta l_1 = 3 \text{ m} \cdot 5 \text{ K} \cdot 0,14 \text{ mm/mK} = 2,1 \text{ mm}$

Alargamiento más grande previsible:  
 $\Delta l_2 = 3 \text{ m} \cdot 10 \text{ K} \cdot 0,14 \text{ mm/mK} = 4,2 \text{ mm}$

Hay que tener en cuenta que el comportamiento de dilatación lineal también puede verse afectado por la exposición unilateral al calor, por ejemplo, a la radiación solar. Debido al comportamiento termoplástico de los tubos y accesorios pueden producirse deformaciones, que son recuperables en el transcurso del rellenado. Esto dificulta una instalación correcta, especialmente la alineación de los tubos. Observe al respecto también la información sobre el almacenaje del apdo. 05.03.02.

**Distancias mínimas con respecto a construcciones y a otras conducciones**

Al instalar los componentes, deben respetarse las distancias mínimas necesarias con respecto a otras conducciones y componentes. Hay que procurar cumplir aquí los objetivos siguientes:

- Evitar las transmisiones de fuerzas no admitidas
- No deben producirse afectaciones por la temperatura de otras conducciones (por ejemplo, tuberías de suministro)
- Disponer de espacio de trabajo suficiente para la colocación y el mantenimiento de las tuberías
- Distancia de seguridad para evitar un acercamiento peligroso entre tuberías y cables
- Separación eléctrica eficaz de los conductores metálicos con vistas a la protección contra la corrosión catódica y las tensiones parásitas
- Evitar las afectaciones por aguas residuales y otras sustancias nocivas

A continuación se muestran las distancias mínimas de separación para algunas de las situaciones de instalación más frecuentes:

- Con respecto a cimentaciones e instalaciones subterráneas: 0,5 m con respecto a la pared del componente, a menos que sean aplicables otras normas
- Con respecto a otros componentes L-EWT: 0,5 m con respecto al exterior del componente
- Con respecto a las líneas de suministro (agua potable, aguas residuales, calefacción urbana, etc.): mínimo 0,5 m
- Deben tenerse en cuenta las distancias específicas con respecto a las líneas de suministro de gas con arreglo a las normas aplicables.

Si no pueden garantizarse las distancias mínimas, hay que adoptar las medidas adecuadas para proteger los componentes, las construcciones y otras líneas de suministro. Las medidas apropiadas deben acordarse con el prescriptor técnico.

Independientemente de las distancias mínimas para proteger contra daños los componentes o las construcciones, el incumplimiento de las distancias mínimas entre los componentes individuales tiene un impacto negativo sobre la capacidad de extracción geotérmica.

**05.03.05 Preparación de la superficie de colocación**

Los sistemas de ventilación enterrados pueden instalarse tanto en zanjas como en una superficie excavada. Para los sistemas monotubo se recomienda la instalación en zanjas, para los sistemas de tubos en batería, la instalación en una superficie plana (talud).

En caso necesario, para evitar que se produzcan afectaciones a otras líneas de suministro, a canalizaciones y tuberías de saneamiento, a construcciones o a la superficie del terreno, deben adoptarse medidas de seguridad adecuadas, por ejemplo, en forma de actuaciones de entibación.

Para todas las actuaciones de instalación deben tenerse en cuenta las especificaciones de la norma EN 1610.

**Zanjas**

Las zanjas deben estar dimensionadas y ejecutadas de manera que se pueda realizar una instalación correcta y segura. Debe prestarse especial atención a que se cumplan los requisitos de seguridad y protección laboral y a realizar una compactación correcta, también en la zona de la cama.

Para garantizar un espacio de trabajo mínimo, deben tenerse en cuenta lo establecido con respecto a la anchura mínima de la zanja. Se puede consultar en las tablas siguientes. Hay que tener en cuenta que debe cumplirse siempre el mayor de los valores aplicables.

DN/OD	Anchura mínima de la zanja (OD + x) [m]		
	zanja con estructura de contención	zanja sin estructura de contención	
		$\beta > 60^\circ$	$\beta \leq 60^\circ$
200	OD + 0,40	OD + 0,40	OD + 0,40
250	OD + 0,50	OD + 0,50	OD + 0,40
315	OD + 0,50	OD + 0,50	OD + 0,40
400	OD + 0,70	OD + 0,70	OD + 0,40
500	OD + 0,70	OD + 0,70	OD + 0,40
630	OD + 0,70	OD + 0,70	OD + 0,40

Tab. 05-2 Anchura mínima de la zanja

Profundidad de la zanja [m]	Anchura mínima de la zanja [m]	
	m	
< 1,00	anchura mínima de la zanja no especificada	
$\geq 1,00 \leq 1,75$	0,80	
$> 1,75 \leq 4,00$	0,90	
> 4,00	1,00	

Tab. 05-3 Profundidad y anchura mínima de la zanja

Para OD + x, x/2 corresponde al espacio de trabajo mínimo entre el tubo y la pared de la zanja o la entibación.  $\beta$  se refiere a la pendiente de talud con respecto a la horizontal de la zanja sin estructura de contención (ver la fig. 5-7).

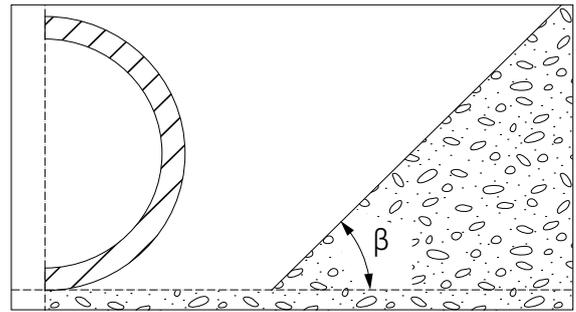


Fig. 05-6 Pendiente de talud de la zanja sin estructura de contención

La anchura de la zanja debe cumplir los requisitos del diseño. Las desviaciones, por ejemplo, para poder realizar con mayor precisión la elaboración en la zona de la cama, influyen sobre las especificaciones de resistencia estática de la compactación o del tubo. En consecuencia, en caso de desviaciones de los anchos de zanja especificados en el diseño estructural del tubo se deberá comprobar o revisar el dimensionamiento estático.

La anchura mínima de la zanja puede modificarse bajo las condiciones siguientes:

- Si el personal no accede nunca a la zanja, por ejemplo, por utilizar técnicas de colocación automatizada
- Si el personal no accede nunca al espacio entre el tubo y la pared de la zanja
- En zonas angostas y en situaciones inevitables

En cada caso individual hay que adoptar medidas especiales en el diseño y la ejecución de la obra.

Sólo se permite superar el ancho de zanja máximo según el diseño estático si se ha informado al prescriptor técnico y se han tomado las medidas adecuadas.

Asegurar la estabilidad de las zanjas, ya sea mediante una entibación adecuada o mediante la realización de un talud u otras medidas adecuadas. Retirar la entibación respetando el diseño estructural, de forma que no resulten dañados o desplazados ni los tubos ni el colector.



La realización de zanjas se debe confiar siempre a personal cualificado. Para la construcción de zanjas deben respetarse las normas de protección laboral y prevención de accidentes.

### Talud

Para la instalación de tubos en forma de baterías se recomienda realizar una excavación superficial. Los componentes deben respetar una distancia mínima de 0,5 m con respecto a las diferentes paredes laterales, a menos que otras normativas prescriban otra distancia mínima. Las paredes laterales de la zona excavada se asegurarán mediante un entibación adecuada, con un talud u otras medidas apropiadas. Retirar la entibación respetando el diseño estructural, de forma que no resulten dañados o desplazados ni los tubos ni el colector. Observar las normas de prevención de accidentes y de la mutualidad profesional.

### Cama de apoyo

Tanto para la instalación en una zanja como para la instalación en una superficie abierta debe prepararse la cama de apoyo antes de realizar el asiento o, si lo permite la planificación, antes de instalar los componentes.

El material de la cama de apoyo y la pendiente requerida deben cumplir con los requisitos de planificación para garantizar el correcto funcionamiento de la instalación de ventilación enterrada. La cama de apoyo debe estar intacta. Cuando la cama está dañada debe recuperarse su capacidad de carga mediante medidas adecuadas. Si van a colocarse los componentes directamente sobre el fondo de la zanja, éste debe prepararse de manera que pueda descansar el eje del tubo sobre él. Las cavidades para las copas se han de realizar de forma adecuada en la capa inferior del asiento o en la cama de apoyo y rellenarse de nuevo correctamente después de realizar la unión.

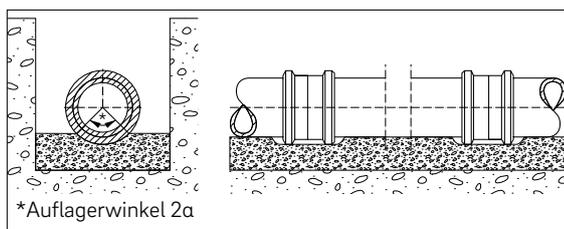


Fig. 05-7 Confección correcta del apoyo

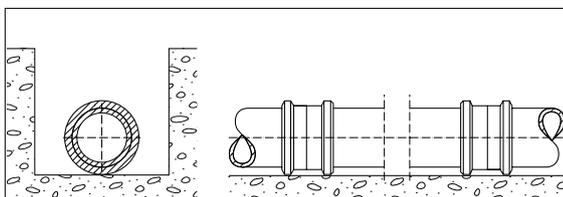


Fig. 05-8 Confección incorrecta del apoyo

Si hiela puede resultar necesario proteger la cama de apoyo para que no queden capas congeladas ni debajo, ni alrededor de los componentes.

Cuando la cama de apoyo sea inestable o el suelo tenga poca capacidad de carga deberán adoptarse las precauciones adecuadas (ver ejecuciones especiales de asiento o de construcción portante en el apdo. 05.03.06).

Dado que los sistemas de ventilación enterrados deben instalarse con una pendiente definida, hay que comprobar las cotas, por ejemplo con un láser, en una fase temprana, tanto durante la realización de las camas de apoyo como durante la excavación de una superficie de colocación.

### 05.03.06 Realización del asiento

El asiento de los componentes debe realizarse de acuerdo con las especificaciones de la norma EN 1610. En ella se especifican tres tipos de asiento, de los cuales el tipo 1 es el preferible cuando se instalen sistemas L-EWT. Los materiales de construcción, el asiento, la entibación y los espesores de las capas del relleno deben cumplir con los requisitos de proyecto.

### Materiales de construcción para el asiento

Los materiales de construcción para el relleno, así como su granulometría y toda eventual entibación, se deben elegir teniendo en cuenta

- el diámetro del componente
- el material del componente
- el tipo de componente
- las características del suelo.

Los materiales de construcción utilizados para el asiento deben cumplir las normas y aprobaciones nacionales e internacionales aplicables.

Si no hay normas ni aprobaciones disponibles, los materiales de construcción deberán cumplir los requisitos del prescriptor técnico.

Para garantizar la estabilidad a largo plazo y la capacidad de carga de los componentes enterrados, los materiales de construcción para el relleno deben cumplir los requisitos, especialmente los de estática. Los materiales de construcción utilizados no deben afectar al componente, al material del mismo ni a las aguas subterráneas. Las propiedades de los componentes que se utilizarán para la evaluación se pueden encontrar en las secciones correspondientes de este capítulo. No se debe utilizar material congelado.

Cuando se aproveche el suelo excavado como material de relleno, deberán satisfacerse las exigencias siguientes:

- conformidad con los requisitos de proyecto
- compactabilidad, si se requiere
- debe estar libre de todo componente que dañe el material (por ejemplo, de granulometría superior a la permitida, dependiendo del material, del espesor y del diámetro de la pared, raíces de árboles, basura, material orgánico, terrones de arcilla de > 75 mm, nieve y hielo)
- libre de materiales reciclados (por ejemplo, escombros de la construcción)

Siempre que se cumplan los requisitos mencionados, el material de suelo existente podrá utilizarse también como material de relleno en el sentido de este capítulo.

Los materiales de construcción para el apoyo no deben contener componentes de grano redondo de tamaño superior a:

- 22 mm para  $DN/OD \leq 200$
- 40 mm para  $DN/OD > 200$  hasta  $DN/OD \leq 630$

Cuando se utilicen materiales triturados para el relleno, los componentes no deberán superar los 22 mm de tamaño para todas las dimensiones.

Siempre que se cumplan los requisitos diseño se considerarán materiales de construcción adecuados:

- Material de granulometría graduada
  - Hormigón magro
  - Hormigón ligero
- Mezclas de arena
  - Hormigón no armado
- Mezclas de arena y arcilla
  - Hormigón armado
- Rellenos fluidos
  - Materiales de construcción triturados



Cuando se utilicen rellenos fluidos u hormigón eventualmente habrá que asegurar los tubos para que no floten.

Si hay subsuelo blando localizado por debajo del fondo de la zanja, deberá sustituirse por material de lecho adecuado. Si se encuentran grandes cantidades de este material, puede ser necesario un nuevo cálculo estático.

Por razones de higiene, no podrán utilizarse materiales reciclados. Los materiales de construcción que se utilicen no deben contener sustancias químicamente cuestionables o que contaminen los olores. En caso de duda, deberá realizarse un análisis químico de las sustancias contaminantes contenidas en el material de construcción.

**Variantes de lecho**

En el caso de una instalación en zanja, la anchura del apoyo deberá ser igual a la anchura de la zanja, a menos que se especifique lo contrario.

En el caso de una instalación sobre una superficie hecha de tierra excavada (terraplén), la anchura del apoyo deberá equivaler, como mínimo, a 4 veces el diámetro exterior. Se recomienda que el apoyo se extienda sobre toda la superficie de tendido.

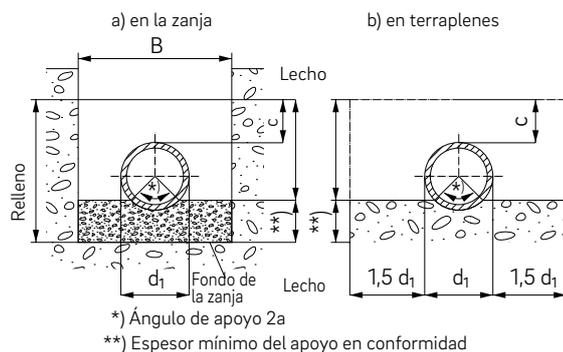


Fig. 05-9 Lecho

Los valores mínimos del espesor del relleno (c) son 150 mm por encima del eje del componente y 100 mm por encima de la unión mediante copa.

Las dimensiones mínimas de la capa de apoyo superior b se indican en la tabla siguiente en función del ángulo de apoyo. Alternativamente, puede determinarse el grosor de la capa de Lecho superior mediante el factor adimensional k. Si no hay especificado ningún ángulo de apoyo, este factor es resultado de los requisitos estáticos. Se recomienda utilizar un ángulo de apoyo de mínimo 90°. El ángulo de apoyo no se corre nde con el ángulo de reacción del apoyo.

DN/OD mm	Espesor mínimo de la capa de apoyo superior para un áng. de apoyo (2a)	
	90°	120° β > 60°
200	30	50
250	40	65
315	50	80
400	60	100
500	75	125
630	90	150

Tab. 05-4 Espesor mínimo de la capa de apoyo superior

**Lecho de tipo 1 según la norma EN 1610**

El lecho de tipo 1 puede utilizarse para cualquier relleno que permita soportar todos los componentes requeridos en toda su longitud y que se confeccione respetando los espesores de capa a y b requeridos. Siempre que no se especifique lo contrario, el grosor de la capa de asiento inferior a, medido por debajo del eje del componente, no debe ser menor a los valores siguientes:

- 100 mm en el caso de un suelo de características normales
- 150 mm en el caso de roca o de suelos duros

El espesor b de la capa de asiento superior debe corresponder al cálculo estático y no debe ser inferior a las dimensiones mínimas especificadas anteriormente.

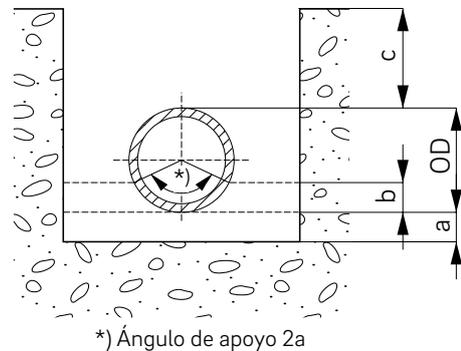


Fig. 05-10 Lecho de tipo 1 según la norma EN 1610

### Lecho de tipo 2 según la norma EN 1610

El lecho de tipo 2 puede utilizarse en suelos homogéneos, relativamente sueltos y de grano fino, que permitan apoyar los tubos en toda su longitud. Los componentes que se utilicen podrán colocarse directamente sobre el fondo de la zanja preconformado y preparado. El grosor  $b$  de la capa de apoyo superior debe corresponderse con el diseño estructural y no debe ser menor que las dimensiones mínimas mencionadas.

### Lecho de tipo 3 según la norma EN 1610

El lecho de tipo 3 puede utilizarse en suelos homogéneos, relativamente sueltos y de grano fino, que permitan apoyar los tubos en toda su longitud. Los componentes que se utilicen podrán colocarse directamente sobre el fondo de la zanja preparado. El grosor  $b$  de la capa de apoyo superior debe corresponderse con el diseño estructural y no debe ser menor que las dimensiones mínimas mencionadas.

Con los lechos tipo 2 y 3 se deberán tener especialmente en cuenta los requisitos para el diseño de la cama de apoyo (ver el apdo. 05.03.05). Con el lecho tipo 1 se deberán realizar de forma apropiada cavidades para las copas en la capa de apoyo inferior, que se deberán rellenar de nuevo correctamente después de realizar el empalme.

Vea más detalles en la norma UNE EN 1610.

Al igual que en el caso de la preparación de la superficie de colocación, durante la confección del apoyo se debe realizar una comprobación de las cotas, por ejemplo, con un láser.

### Diseños especiales de lechos o estructuras de soporte

Si el fondo de la zanja o el terraplén sólo tiene una capacidad de carga baja para actuar como apoyo del componente será necesaria un diseño especial. Este caso se da por regla general con suelos que no son estables, como la turba o la arena de playa. Estas actuaciones especiales pueden incluir la sustitución del suelo por otros materiales de construcción, por ejemplo, arena, grava y materiales de construcción con aglomerante hidráulico, el recalzado del tubo con pilotes, por ejemplo, utilizando vigas transversales o soportes en la generatriz lateral del tubo, vigas longitudinales o placas de hormigón armado que cubren los pilotes. Deben tenerse en cuenta durante la planificación y la construcción las transiciones entre tipos de suelo con diferentes propiedades de asentamiento. No podrá utilizarse ninguna ejecución especial de apoyo o construcción portante cuya idoneidad no haya sido verificada y aprobada.

## 05.03.07 Manipulación de tubos, accesorios y colectores

Antes de su instalación los tubos, accesorios y colectores deben elaborarse con arreglo al apdo. 05.03.03. El descenso hasta la superficie de colocación o el apoyo debe realizarse también siguiendo las instrucciones para el transporte de los componentes.

Cada componente individual, así como el sistema en su conjunto, debe colocarse con la máxima precisión posible dentro de los límites en términos de dirección y altura especificados en el diseño. La pendiente admisible para el tendido de conductos de ventilación enterrados para instalaciones es del 2 al 3 %. En casos excepcionales justificados, el colector puede montarse con una pendiente del 1 %. Una vez completado el tramo que contiene el colector se deberá comprobar en estos casos que queda garantizada la evacuación del agua de condensación. Si es necesario, deberán adoptarse las medidas adecuadas para garantizar la evacuación de la condensación.

Cuando se instale con pendiente reducidas se recomienda trabajar con componentes cortos, porque resultan más fáciles de alinear. Cualquier ajuste necesario de la altura debe llevarse a cabo rellenando o eliminando el lecho, asegurándose de que los componentes descansan en toda su longitud y que se respetan los espesores mínimos del lecho.

A continuación se muestra un ejemplo de utilización de un láser para comprobar la pendiente requerida. La pendiente debe tenerse en cuenta ya al preparar la cama y el lecho para el tubo. El ajuste de precisión se realizará durante la instalación de los componentes. En este sentido se deberán seguir las indicaciones del apdo. 05.03.02. Los tubos que pueden verse afectados por la radiación solar pueden sufrir deformaciones directamente antes o después de su descenso dentro de la zanja.



Fig. 05-11 Control de la pendiente con un láser

### Unión de los componentes

Antes de realizar una unión entre dos componentes deben llevarse a cabo las actuaciones siguientes:

- Comprobar si los componentes están dañados. Los componentes dañados no deben instalarse sin consultar previamente a REHAU.
- No retirar la protección antipolvo hasta inmediatamente antes de unir los componentes.
- Comprobar que la superficie necesaria para unir los componentes (zona de inserción) no presenta daños.

- Prever en el apoyo las cavidades requeridas para las copas de los tubos (ver la fig. 05-8). Asegurarse a continuación de rellenar correctamente las cavidades durante el rellenado de la zanja.
- Limpiar la suciedad de los enchufes biselados y la cara interior de las copas (incluyendo la junta anular) con un trapo o con un material de limpieza similar adecuado.
- Recubrir el extremo biselado del enchufe con lubricante REHAU (parte cónica y extremo), consultar la cantidad necesaria de lubricante en la tabla 05-1.
- Unir los componentes manualmente o con medios mecánicos adecuados (palancas, polipastos, cabrestantes, prensas, etc.); cuando se utilicen medios mecánicos procurar que los tubos queden protegidos contra los daños (ver las demás indicaciones de este capítulo).
- Establezca la conexión entre los tubos aplicando una fuerza axial; los componentes no deben sobrecargarse en el proceso. Durante el proceso de conexión, alinee ambos componentes entre sí y corrija la posición si es necesario.
- Insertar el enchufe hasta el fondo de la copa. La profundidad de inserción máxima se puede comprobar comparándola con la marca de profundidad de inserción aplicada anteriormente.

Si hay que desmontar uniones hacerlo con el máximo cuidado. Al hacerlo hay que procurar no dañar los extremos del componente. En el caso de los accesorios se recomienda utilizar accesorios nuevos.



Debido a la posibilidad de ocasionar daños a las juntas anulares durante el desmontaje ya no puede garantizarse la estanquidad del sistema si se reutilizan componentes usados (juntas). Si es necesario hay que comprobar la estanquidad de la unión mediante una prueba aparte.

Consumo de lubricante, valores aproximados en gramos para 100 conexiones:

DN/OD mm	Cant. lubricante (aprox.) g
200	400
250	600
315	800
400	1000
500	1300
630	1700

Tab. 05-5 Cantidad de lubricante necesaria

La cantidad de lubricante debe seleccionarse siempre de forma que la instalación pueda realizarse con la mayor facilidad posible. Por razones de higiene, el objetivo debe ser reducir la cantidad en la medida de lo posible. De lo contrario, el interior del tubo puede verse perjudicado al ser presionado fuera del intersticio de unión o la limpieza puede resultar más laboriosa.



No utilizar sustancias orgánicas, petroquímicas o contaminantes como lubricante o limpiador. Cuando se utilicen sustancias químicas limpiadoras, comprobar la resistencia química de los materiales.

La conexión entre dos componentes puede realizarse manualmente para dimensiones pequeñas (hasta DN 250 inclusive) y con medios auxiliares o utilizando equipos homologados y adecuados para dimensiones mayores (DN 315 - DN 630). Cuando se utilicen palancas, colocar un rastrel atravesado delante del componente.

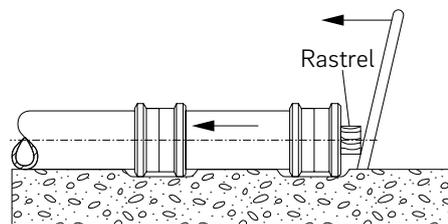


Fig. 05-12 Uso de palancas

Cuando se utilicen aparatos prestar especial atención a que los componentes sean juntados centrados en la dirección del eje del tubo. El equipo adecuado para juntar los componentes incluye polipastos, cabrestantes y prensas.

No está permitido, por ejemplo, juntar los componentes haciendo uso solo de la cuchara de una excavadora.

El enchufe debe introducirse completamente hasta el fondo de la copa. Las marcas de profundidad de inserción sirven a modo de control.

A continuación se muestra un ejemplo de utilización de una palanca para la instalación de un tubo DN 315 :



Fig. 05-13 Uso de una palanca - ejemplo práctico 1



Fig. 05-14 Uso de una palanca - ejemplo práctico 2

### Unión de accesorios

Para unir los accesorios, especialmente los codos de dimensiones DN 500 y DN 630, puede ser necesario utilizar medios auxiliares o adoptar medidas especiales.

Puede resultar ventajoso realizar la unión de un codo y un tubo o de dos codos consecutivos antes de descenderlos sobre la superficie de colocación. En este caso se deberá fijar el codo en un lugar adecuado de la obra, por ejemplo, con correas de amarre. A continuación, se puede montar el tubo o el otro codo de la forma descrita en el apartado anterior. Sin embargo, al tratarse de una unión con un arrastre de fuerza muy acusado, con este tipo de preparación hay que vigilar ya que los componentes estén exactamente alineados. El movimiento radial posterior de uno de los componentes provocará un aumento de las fuerzas necesarias a medida que aumenta el diámetro. Aquí existe el riesgo de dañar los componentes.

### Corte a la medida de los tubos

Si es necesario cortar los componentes, se debe utilizar una sierra de dientes finos o un cortador de tubos adecuado. Las herramientas para trabajar la madera (sierra circular de mano, etc.) también son adecuadas. Para cortar componentes de PP, recomendamos los discos de corte especiales de la gama de productos para canalizaciones de REHAU.

Biselar el extremo del componente acortado con una lima o una herramienta de biselado orientándose en la tabla siguiente y desbarbarlo, por ejemplo, con un raspador.

Si se quiere acortar un colector asegurarse de que la profundidad de inserción necesaria para la conexión de los componentes quede garantizada tanto en las derivaciones como en el tubo principal.

DN/OD mm	b (aprox.) mm
200	10
250	14
315	17
400	20
500	23
630	25

Tab. 05-6 Longitud del bisel

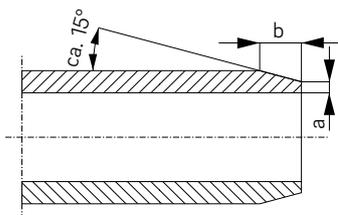


Fig. 05-15 Biselado de extremos de tubo serrados



No acortar accesorios como los manguitos, los codos, etc.

### Unión soldada

Para confeccionar instalaciones de ventilación enterradas generalmente no es necesario soldar componentes. Pero si los condicionantes del proyecto requieren una soldadura, ésta es posible. Los requisitos correspondientes deben tenerse en cuenta ya en las fases iniciales de planificación. La elección de la tecnología de unión adecuada para las condiciones existentes es responsabilidad del prescriptor técnico responsable.

Para realizar una unión soldada en arrastre de fuerza longitudinal no desmontable entre componentes se puede elegir, en principio, uno de los dos métodos siguientes:

1. soldadura a tope con elementos calefactores
2. soldadura por electrofusión



Las uniones soldadas deben confiarse siempre a personal cualificado. Son aplicables las directrices pertinentes, específicas de cada país y válidas a nivel local (por ejemplo, las normas DVS). Deben seguirse las instrucciones de montaje y funcionamiento que se adjuntan con los accesorios de soldadura y las máquinas de soldar.

Las máquinas y dispositivos utilizados para soldar deben cumplir los requisitos de DVS.

La zona de la soldadura debe estar protegida frente a las condiciones meteorológicas adversas, por ejemplo, mediante una carpa para soldadura calefactable. Se recomienda confeccionar cordones de soldadura de prueba bajo las condiciones que se dan en la obra y analizarlos.

Si las piezas a soldar se han calentado de forma desigual debido a la radiación solar hay que conseguir una igualación de las temperaturas cubriendo con la debida antelación los puntos de soldadura. Evitar el enfriamiento causado por corrientes de aire durante la operación de soldadura.

Las superficies de unión de las piezas a soldar deben estar libres de daños e impurezas (por ejemplo, grasa, suciedad, virutas).

## 1. Soldadura a tope con elementos calefactores



Con este método se obtiene un cordón de soldadura que se forma en ambas caras (interior y exterior del tubo). Para evitar un efecto negativo sobre la evacuación de condensados se recomienda eliminar el cordón de soldadura de la cara interna del tubo con herramientas apropiadas. Si no existe la posibilidad de eliminar el cordón de soldadura se deberá descartar este método. En la soldadura a tope con elementos calefactores las superficies de unión de las piezas a soldar se calientan en una resistencia y se sueldan a tope presionándolas una con otra.

## 2. Soldadura por electrofusión

En la electrofusión los tubos y accesorios se calientan y sueldan con ayuda de corriente eléctrica mediante las espiras metálicas incrustadas en el manguito electrosoldable.



Fig. 05-16

La ovalidad del tubo en la zona de soldadura no debe superar el 1,5 % del diámetro exterior o, como máximo, 3 mm. Si es necesario, utilizar un redondeador apropiado. Para eliminar la capa de óxido en la zona de soldadura se recomienda utilizar un rascador giratorio.

### Versión abreviada de las instrucciones de elaboración según DVS 2207-11 para la soldadura por electrofusión

Nota: Para una soldadura correcta hay que seguir la norma DVS 2207-11 completa.

- Crear condiciones de trabajo admisibles, por ejemplo, utilizar una carpa para soldadura.
- Conectar la máquina de soldadura a la red eléctrica o al alternador y comprobar su correcto funcionamiento.
- Desbarbar el exterior del extremo del tubo cortado en ángulo recto. Si el colapso del extremo del tubo es demasiado pronunciado, acortar el tubo. Ver la fig. 5 DVS 2207-11.
- Asegurar la redondez del tubo p. ej. con mediante redondeadores para tubo; ovalidad admisible  $\leq 1,5\%$ , máx. 3 mm
- Limpiar las superficies de unión más allá de la zona de soldadura con un producto de limpieza siguiendo las indicaciones de los apdos. 3.2.1 y 3.2.3 DVS 2207-11 utilizando papel absorbente nuevo, que no suelte pelusa y que no esté coloreado.
- Mecanizar la superficie del tubo en la zona de soldadura, a ser posible con un rascador giratorio que rebaje el espesor de la pared en aprox. 0,2 mm.

- Retirar las virutas sin tocar la superficie del tubo.
- Si la superficie del tubo procesado se contamina posteriormente, limpie el interior del manguito de soldadura con un producto de limpieza conforme a los apartados 3.2.1 y 3.2.3 DVS 2207-11 utilizando un papel absorbente nuevo, que no suelte pelusa y que no esté coloreado.
- Encajar el tubo en el accesorio y controlar la profundidad de inserción haciendo una marca o utilizando un dispositivo adecuado. Inmovilizar los tubos para que no se muevan.
- Conectar el cable al accesorio procurando que no quede cargado con el peso del accesorio.
- Introducir los datos de la soldadura, por ejemplo, con un lápiz lector de códigos de barras, comprobar los datos mostrados en la máquina de soldar e iniciar la operación de soldadura.
- Monitorizar la ejecución correcta de la soldadura en la máquina de soldar, por ejemplo, siguiendo los datos mostrados en la pantalla y las señales de los pilotos de soldadura eventualmente presentes. Observar los mensajes de error.
- Soltar el cable del accesorio.
- Una vez transcurrido el tiempo de enfriamiento señalado por el fabricante liberar las piezas soldadas. Retirar los dispositivos de sujeción utilizados.
- Completar el acta de la soldadura a menos que el proceso de registro sea automático.

## 05.03.08 Relleno del entorno de los componentes

Antes de comenzar a rellenar la zanja deben cumplirse los requisitos siguientes:

- El lecho cumple los requisitos del apdo. 05.03.06.
- Los componentes descansan sobre toda su longitud.
- Los componentes están unidos en conformidad con lo señalado en el apdo. 5.3.7.
- Todas las cavidades de asiento de las copas están rellenas correctamente, con arreglo al apdo. 5.3.7.
- La capa de lecho superior cumple los requisitos del diseño.
- Se ha rellenado correctamente la zona de la cama de los componentes.
- Se ha comprobado la pendiente prevista durante la instalación y, si es necesario, se ha corregido posteriormente.
- Las uniones de los componentes y el lecho están ejecutados para poder absorber cargas.
- Se han realizado anclajes o refuerzos, por ejemplo, para evitar el flotado del tubo.
- Como prueba preliminar se deberá haber realizado una prueba de estanquidad según la norma EN 1610. En el apdo. 06.01 se ofrecen indicaciones al respecto.

El relleno envolvente del tubo y el relleno principal, así como la retirada de la entibación, deben llevarse a cabo de forma que la capacidad de carga de los componentes cumpla los requisitos de la planificación. Aquí debe tenerse en cuenta que debe proporcionarse una protección contra cualquier cambio previsible y

perjudicial que pueda desencadenarse, por ejemplo, por la retirada de la entibación, los efectos de las aguas subterráneas u otras capas de tierra adyacentes. Adoptar las medidas de precaución adecuadas, por ejemplo, recurrir al uso de geotextiles. Además, hay que procurar evitar los asentamientos de la superficie, por ejemplo, retirando la entibación progresivamente durante la puesta en obra del relleno y siguiendo las especificaciones de compactación según el apdo. 05.03.09.

Los suelos puramente arcillosos son inadecuados debido a sus propiedades de contracción de la arcilla y a su baja permeabilidad al agua. Otra razón para prescindir de los suelos muy cohesivos es que pueden producirse abolladuras o deformaciones del tubo o los accesorios durante la fase de compactación y carga.

Por razones de higiene no se deberán utilizar materiales reciclados. Los materiales de construcción a utilizar no deberán contener sustancias químicas nocivas o que emitan olores. En caso de duda deberá realizarse un análisis químico de las contaminaciones contenidas en el material de construcción.

Para el relleno de los componentes (zona de la tubería), es ventajoso utilizar suelos con buenas propiedades térmicas, siempre que cumplan los requisitos de diseño estructural. El relleno de grava y piedra triturada utilizado habitualmente en la construcción de alcantarillado es una solución muy pobre debido a sus malas propiedades térmicas. Los suelos arcillosos, arcillosos normales o arenosos presentan unas propiedades térmicas óptimas. Los valores mínimos para el grosor de relleno (c) son 150 mm por encima del eje del componente y 100 mm por encima de la boca del tubo/accesorio.

Para el relleno principal, la selección de suelos con buenas propiedades térmicas también es ventajosa, pero menos decisiva. Debe comprobarse el cumplimiento de los requisitos de diseño. Cuando se monta tubo debajo de construcciones hay que prestar especial atención a la estabilidad del material de construcción.

El material excavado resultante de la realización de la zanja, que puede contener piedras de hasta 300 mm de tamaño grano, se puede utilizar como relleno principal si la generatriz superior del componente queda cubierta, como mínimo, 300 mm. Este valor puede reducirse todavía más dependiendo de las condiciones del suelo, de la situación de las aguas freáticas y del material del tubo. En terrenos rocosos el prescriptor técnico puede especificar condiciones de instalación especiales.

Para cumplir con los requisitos de resistencia estática se recomienda un material de la clase A2 según ATV-DVWK-A 127.



La integración de los requisitos de estática debe ser llevada a cabo por un prescriptor técnico. El material de relleno adecuado se seleccionará sobre la base de estos cálculos. En caso de exigirse la instalación de componentes debajo de un edificio, este cálculo estático es obligatorio.

### **05.03.09 Compactación del entorno de los componentes**

El relleno debe diseñarse de manera que se evite tanto la penetración del suelo existente como el desplazamiento de material del relleno hacia el suelo existente. Si existe una corriente de aguas subterráneas capaz de arrastrar componentes finos del suelo o desciende el nivel freático, deben adoptarse las medidas de precaución adecuadas; si es necesario, se deberá recurrir, por ejemplo, al uso de geotextiles.

El lecho, el relleno lateral, así como el recubrimiento y el relleno principal deben realizarse de acuerdo con los requisitos de diseño y las especificaciones del apartado 05.03.08.

El relleno debe estar protegido contra cualquier cambio previsible susceptible de afectar a su capacidad de carga, estabilidad o posición, por ejemplo a causa

- de la retirada de la entibación,
- el efecto de las aguas subterráneas o
- de otros movimientos de tierras colindantes.

El grado de compactación debe corresponder a las especificaciones del cálculo estático de los componentes. El grado de compactación requerido resultante puede verificarse mediante mediciones (por ejemplo, con la prueba de la placa de carga).

Debe distinguirse entre la compactación directamente por encima del tubo en la zona del relleno inicial o en la zona de la cama y la compactación del relleno lateral y el relleno principal. Todas las medidas descritas explícitamente para el tubo deben trasladarse de la misma forma a los accesorios.

La compactación por encima del tubo y en la zona de la cama debe realizarse a mano. El objetivo es evitar dañar el tubo y garantizar una compactación suficiente de todas las zonas del entorno inmediato de los componentes. Esto es aplicable también, en particular, a las zonas de la cama de los colectores.

La compactación mecánica directamente por encima del tubo solo debe llevarse a cabo como parte del relleno principal. Tener en cuenta que solo puede hacerse después de haber aplicado una capa con un espesor mínimo de 300 mm por encima del eje superior de la tubería. El espesor necesario de la capa depende de la elección del equipo de compactación. Por lo tanto, antes de proceder a la compactación deberá comprobarse de nuevo que el espesor mínimo sea suficiente.

El relleno lateral y principal debe compactarse utilizando equipos mecánicos. La elección del equipo de compactación, el número de pasadas de compactación y el espesor de la capa a compactar deben ajustarse al material a compactar y a la tubería a instalar. En particular, el espesor total requerido de la capa sobre la tubería depende del tipo de equipo de compactación, ya que debe tenerse en cuenta cualquier influencia sobre la tubería.

La compactación del relleno lateral o del relleno principal mediante el vertido de una lechada solo se admite en casos de excepción y con suelo no cohesivos adecuados.

En el caso de los colectores, la compactación debe realizarse con especial cuidado. Tanto si es manual como si es mecánica, hay que procurar que con la

compactación no se sometan a cargas adicionales las salidas confeccionadas en los tubos. Por lo demás son aplicables las normas descritas anteriormente para los tubos y accesorios.



La compactación en la zona de las salidas debe realizarse con especial cuidado, para evitar daños en las uniones soldadas.

En general, cabe señalar que el tipo de compactación influye especialmente en el rendimiento de extracción que se puede alcanzar. Si la compactación es demasiado pesada o insuficiente, las propiedades mecánicas del suelo se deterioran y pueden provocar una reducción de los rendimientos energéticos anuales que pueden alcanzarse.

### Compactación del suelo, alturas de relleno y número de pasadas

Tipo de aparato	Peso de servicio kg	Ido- neidad	V1 Altura de relleno cm	Clase de compactabilidad				V3 Altura de relleno cm	Número pasadas		
				Número pasadas	Ido- neidad	V2 Altura de relleno cm	Número pasadas				
<b>1. Apisonadores ligeros (principalmente para el relleno envolvente)</b>											
Apisonador vibratorio	ligero	-25	+	-15	2 - 4	+	-15	2 - 4	+	-10	2 - 4
	medio	25 - 60	+	20 - 40	2 - 4	+	15 - 30	3 - 4	+	10 - 30	2 - 4
Apison. cilin- dros explo- sión	ligero	-100	0	20 - 30	3 - 4	+	15 - 25	3 - 5	+	20 - 30	3 - 5
Planchas compacta- doras	ligeras	-100	+	-20	3 - 5	0	-15	4 - 6	-	-	-
	medianas	100 - 300	+	20 - 30	3 - 5	0	15 - 25	4 - 6	-	-	-
Apisonadoras de rodillos	ligera	-600	+	20 - 30	4 - 6	0	15 - 25	5 - 6	-	-	-
<b>2. Apisonadores medianos y pesados (compactación por encima de la zona del tubo)</b>											
Apisonador vibratorio	mediano	25 - 60	+	20 - 40	2 - 4	+	15 - 20	2 - 4	+	10 - 30	2 - 4
	pesado	60 - 200	+	40 - 50	2 - 4	+	20 - 40	2 - 4	+	20 - 30	2 - 4
Apison. cilin- dros explo- sión	mediano	100 - 500	0	20 - 30	3 - 4	+	25 - 35	3 - 4	+	20 - 30	3 - 5
	pesado	500	0	30 - 50	3 - 4	+	30 - 50	3 - 4	+	30 - 40	3 - 5
Planchas compacta- doras	medianas	300 - 750	+	30 - 50	3 - 5	0	20 - 40	4 - 5	-	-	-
	pesadas	750	+	40 - 70	3 - 5	0	30 - 50	4 - 5	-	-	-
Apisonadoras de rodillos	pesadas	600 - 8000	+	20 - 50	4 - 6	+	20 - 40	5 - 6	-	-	-

Tab. 05-7 Compactación del suelo, alturas de relleno y número de pasadas

+	recomen- dado	V1 = suelos no cohesivos o poco cohesivos (por ejemplo, arena y grava)
0	mayormente inadecuado	V2 = suelos cohesivos de grano mixto (grava y arena con una mayor proporción de arcilla o escombros)
-	inadecuado	V3 = suelos cohesivos de grano fino (arcillas y limos)

Los suelos V3 por encima de la zona del tubo se pueden compactar, por ejemplo, con los llamados apisonadores de rodillos. Consultar las alturas de relleno admitidas en los datos técnicos del fabricante del apisonador.

Si hay que anclar o reforzar partes de un tubo, un accesorio o un colector hacerlo antes de la puesta en obra del relleno (ver también el apdo. 05.06).

Durante la puesta en obra del relleno se debe prestar especial atención a que

- no se vean alterados la dirección y el nivel del tubo,
- aplicar la capa de apoyo superior cuidadosamente, para garantizar que todas las camaras debajo el componente quedan rellenas con material compactado.

Ejecutar el relleno principal en conformidad con los requisitos de la memoria, con el fin de evitar asentamientos de la superficie. Debe prestarse especial atención a retirar la entibación. Esto debe hacerse progresivamente durante la realización del relleno.

Una vez completado el relleno se restaurarán las superficies según lo requerido.



La retirada de la entibación de la zona de la tubería o de las áreas subyacentes una vez instalado el relleno principal puede tener graves consecuencias para la capacidad portante, la dirección y la elevación. Cuando no sea posible retirar la entibación antes de completar el relleno deberán adoptarse medidas coordinadas con el prescriptor técnico.

Dado que el grado de compactación influye sobre el funcionamiento de la instalación tanto desde el punto de vista estático como energético, debe comprobarse. Deberá comprobarse el grado de compactación del lecho, del relleno lateral y del relleno principal. Las especificaciones de ensayo pertinentes deben acordarse con el prescriptor técnico. El prescriptor técnico debe decidir el tipo de prueba en consulta con el cliente. Deben tenerse en cuenta los modos de funcionamiento especiales y el uso del sistema L-EWT.

#### **05.04 Instrucciones para el manipulado de los manguitos pasamuros**

##### **05.04.01 Transporte**

- Seguir las instrucciones del apdo. 05.01.
- Todos los manguitos pasamuros se han de transportar en su embalaje hasta el momento de instalarlos. Para evitar daños, el embalaje exterior no se puede retirar hasta justo antes del montaje in situ.
- Está permitido abrir el embalaje exterior para comprobar la integridad en el momento de la entrega a pie de obra. Sin embargo, para el transporte posterior hasta la ubicación de montaje, la parte abierta debe cerrarse de nuevo de forma adecuada.

##### **05.04.02 Almacenaje en la obra**

- Almacenar los manguitos pasamuros de forma adecuada. En la medida de lo posible, los manguitos pasamuros se deberán almacenar dentro de su embalaje exterior. Hay que proteger este embalaje contra la humedad.
- Los manguitos pasamuros retirados de su embalaje exterior se almacenarán de forma que no puedan sufrir desperfectos durante el periodo de almacenaje previo a su montaje.  
En caso necesario se deberán adoptar medidas apropiadas para proteger los manguitos pasamuros.

#### **05.04.03 Instalación del manguito pasamuros AWADUKT Thermo**

El manguito pasamuros AWADUKT Thermo sólo es apto para aplicaciones con agua que no ejerce presión.

Se monta directamente, durante la construcción del muro por el que pasa la tubería. Un montaje posterior solo es posible de forma limitada. En este caso se deberá procurar que haya un espacio suficiente para verter el hormigón en torno al tubo.

El manguito pasamuros AWADUKT Thermo se puede montar opcionalmente a la derecha o a la izquierda. Únicamente hay que procurar introducir el tubo desde el lado correcto en el manguito durante la instalación del tubo. El labio de la junta anular ha de señalar en este caso en la dirección de inserción del tubo. Evite retraer el tubo en dirección contraria a la de inserción.

La tubería sólo debe instalarse a través del manguito pasamuros AWADUKT Thermo después de que el material de relleno se haya endurecido completamente. Los tiempos de endurecimiento correspondientes se pueden encontrar en la información proporcionada por el fabricante respectivo o se pueden obtener del responsable técnico.

#### **05.04.04 Instalación de la junta de estanquidad AWADUKT Thermo**

La junta de estanquidad AWADUKT THERMO es apta para su uso tanto con agua que ejerce presión como con agua que no ejerce presión. La junta de estanquidad es óptima para un montaje posterior gracias a su estructura adaptada a la dimensión de tubo a base de módulos de sellado ensamblables in situ. Esto significa que un muro se puede sellar también posteriormente con una junta de estanquidad. Esto es aplicable a la obra nueva o, por ejemplo, también a una reforma.

Para obtener una estanquidad óptima hay que combinar la junta anular AWADUKT Thermo con un manguito pasamuros AWADUKT Thermo.

Es posible el uso directo en un agujero de barrena realizado posteriormente. Sin embargo, antes de montar la junta hay que asegurarse de cerrar los poros del pasamuros, por ejemplo, con resina epoxi u otros medios adecuados, para evitar que la humedad penetre en la fábrica de ladrillo.

La junta de estanquidad no puede asumir una función de apoyo. Por lo tanto, el tubo debe depositarse sobre un soporte adecuado en ambos extremos al instalar la junta. Debe respetarse la pendiente prevista para la instalación.

Para la instalación de la junta de estanquidad AWADUKT Thermo deben seguirse las indicaciones siguientes:

- No utilizar atornilladores con batería, de impacto, ni taladros atornilladores para la instalación.
- No apriete ningún tornillo más veces seguidas de las descritas en la operativa siguiente.
- Tratar previamente el agujero de barrena, por ejemplo, con resina epoxi o instalar el manguito pasamuros AWADUKT Thermo (ver el apdo. 05.04.05).
- Comprobar la limpieza de todos los componentes (tubo, cara interior del agujero de barrena o del manguito pasamuros, todos los componentes de la junta de estanquidad) y si están libres de suciedad u otras impurezas.
- Centrar el tubo en el orificio del muro (tener en cuenta las instrucciones anteriores relativas al asiento de los extremos del tubo).
- Colocar la cadena de módulos abierta en torno al tubo dentro del edificio – las cabezas de los tornillos han de mirar hacia el montador.
- Unir los dos extremos de la cadena (los módulos ya conectados pueden utilizarse como referencia para la ejecución del montaje).
- Alinear uniformemente las placas de presión (placas laterales de plástico para sujetar las cabezas de los tornillos o las tuercas).
- Encajar la junta en el intersticio anular. Para los módulos más grandes, comenzar en la posición de las "6 horas". Insertar la posición "12 horas" en último lugar. Las cabezas de los tornillos deberán seguir siendo accesibles después de la instalación.
- Apretar los tornillos a mano en el sentido de las agujas del reloj. Se deberá comenzar por el tornillo situado en el punto más alto. Cada tornillo individual debe apretarse un máximo de cuatro vueltas antes de continuar con el siguiente tornillo según el sentido de las agujas del reloj.
- Repetir la operación en el sentido de las agujas del reloj unas 2 ó 3 veces cubriendo toda la circunferencia hasta que el elastómero se hinche entre todas las placas de presión y se alcance el par de apriete especificado en el apdo. 04.04.02.
- Comprobar si el par de apriete alcanzado se mantiene transcurridas aprox. 2 horas desde la instalación; si es necesario, reapretar.

#### **05.04.05 Instalación del manguito pasamuros AWADUKT Thermo**

El manguito pasamuros AWADUKT Thermo se instala directamente en el muro como componente preparatorio para la instalación posterior de una junta de estanquidad cuando se trata de un terreno con agua que ejerce presión. Constituye la base para un sellado óptimo mediante una junta de estanquidad y debe utilizarse allí donde se planteen requisitos de estanquidad especialmente elevados.

Gracias Para una conexión óptima, el manguito de pared debe hormigonarse directamente durante la construcción del muro. Si está previsto un montaje posterior del manguito, habrá que asegurarse de que la

unión entre la mampostería y el manguito pasamuros cumpla los requisitos. Esto puede variar en función del proyecto de construcción y debe acordarse con el prescriptor técnico.

Durante el montaje del manguito pasamuros se ha de prestar atención a los puntos siguientes:

- El manguito pasamuros montado debe quedar enrasado con el encofrado. Para la fijación en encofrados de acero se recomienda soldar una abrazadera fijada alrededor del manguito pasamuros para facilitar la instalación.
- Si el manguito de pared está enladrillado, debe preverse una distancia suficiente respecto a la mampostería. Sobre todo, esto debe garantizar que el hormigón alrededor del manguito de pared pueda compactarse suficientemente.
- Al rellenar con hormigón u otro material de construcción líquido, asegúrese de que el material de construcción alrededor del manguito de pared esté bien compactado.

#### **05.04.06 Instalación del manguito pasamuros AWADUKT Thermo**

El manguito pasamuros AWADUKT Thermo se puede emplear tanto con agua que ejerce presión como con agua que no ejerce presión. Este componente es apto para la instalación directa durante la realización del muro y se deberá empotrar junto con el tubo. No se recomienda la instalación posterior del tubo con el manguito pasamuros, por lo menos cuando se trate de un terreno con agua que ejerce presión.

El manguito pasamuros AWADUKT Thermo no representa un punto fijo para el tubo. Esto debe tenerse en cuenta al planificar los puntos fijos del sistema de tuberías.

Para el montaje del manguito pasamuros se han de tener en cuenta las indicaciones siguientes:

- Comprobar que todos los componentes (tubo, manguito pasamuros, cintas de fijación) están limpios, es decir, que no presenten suciedad ni ninguna otra contaminación.
- Acoplar el manguito pasamuros sobre el tubo.
- Posicionar el manguito pasamuros sobre el tubo teniendo en cuenta los demás componentes eventualmente montados (se debería poder instalar un manguito de dilatación en ambos lados del muro).
- Coloque las cintas de fijación siguiendo las instrucciones de montaje incluidas con el producto.
- Introducir el tubo con el manguito pasamuros en el muro a hormigonar. El manguito pasamuros debe centrarse en el muro.

## 05.05 Instrucciones para la manipulación de soluciones para condensados

Como se describe en el capítulo 04.05, existen básicamente dos formas de retirar el condensado del sistema. Se distingue entre las siguientes opciones:

- Evacuación del condensado con la descarga de condensados mediante desagüe libre del edificio
- Recogida del condensado en un pozo para descarga de condensados y posterior bombeo

### 05.05.01 Transporte

Seguir las instrucciones del apdo. 05.01.

Transportar todos los componentes de evacuación de condensados en el embalaje exterior incluido hasta el momento de su montaje. Para evitar daños, el embalaje exterior no se puede retirar hasta justo antes del montaje in situ.

Está permitido abrir el embalaje exterior para comprobar la integridad en el momento de la entrega a pie de obra. Sin embargo, para el transporte posterior hasta la ubicación de montaje, la parte abierta debe cerrarse de nuevo de forma adecuada.

### 05.05.02 Almacenaje en la obra

El almacenaje de los componentes para la evacuación del condensado debe realizarse de forma adecuada. En la medida de lo posible se almacenarán los componentes de evacuación de condensados en su embalaje exterior. Proteger las cajas de cartón contra la humedad.

Los componentes de evacuación de condensados retirados de su embalaje exterior se almacenarán de forma que no puedan sufrir desperfectos durante el periodo de almacenaje previo a su montaje. En caso necesario se deberán adoptar medidas apropiadas para proteger los componentes de evacuación de condensados.

### 05.05.03 Instalación descarga de condensados AWADUKT Thermo S

En el contexto de la presente Información técnica se debe considerar la descarga de condensados S un accesorio. En este sentido son aplicables a este componente las especificaciones para conexión al sistema en su conjunto del apdo. 05.03.07.

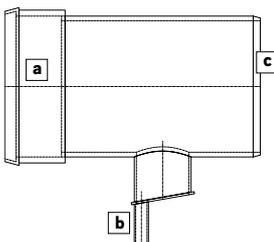


Fig. 05-17 Descarga de condensados AWADUKT Thermo S

La descarga de condensados se utiliza para evacuar los condensados del edificio. La instalación debe realizarse de forma que el desagüe de condensados quede conectado mediante un manguito soldado en fábrica al tubo que entra en el edificio. **a** Asegurarse de que la salida soldada DN 160 señala verticalmente hacia abajo, ya que está destinada a recoger y derivar el condensado. Con la instalación descrita la transición al sistema de ventilación instalado en el edificio debe realizarse en el enchufe del tubo. **c**

El condensado puede salir del sistema a través de la conexión **b** DN 40 orientada hacia abajo. Para proteger contra el aire exterior, debe instalarse el sifón de esfera AWADUKT Thermo entre una salida libre que debe preverse y el purgador de condensados. Este sifón está diseñado para encajar a la salida de la descarga de condensados, con lo que se puede conectar directamente al sistema.

### 05.05.04 Instalación descarga de condensados AWADUKT Thermo R

En el contexto de la presente Información técnica se debe considerar la descarga de condensados R un accesorio. En este sentido son aplicables a este componente las especificaciones para conexión al sistema en su conjunto del apdo. 05.03.07.

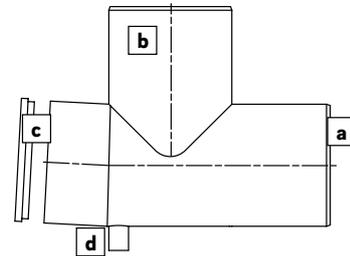


Fig. 05-18 Descarga de condensados R Awadukt Thermo (DN 200 - DN 315)

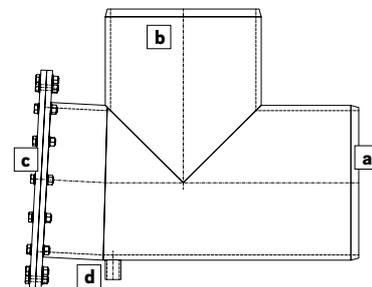


Fig. 05-19 Descarga de condensados R Awadukt Thermo (DN 400 - DN 630)

La descarga de condensados se utiliza para evacuar los condensados del edificio. Al realizar la instalación procurar conectar el enchufe en el paso mediante un manguito con el tubo entrante en el edificio. **a** La salida, que es de la misma dimensión, debe señalar verticalmente hacia arriba. **b** En este punto se produce la transición al sistema de ventilación instalado en el edificio.

El lado orientado hacia arriba  $3^\circ$  en el paso sirve como abertura de inspección. Dependiendo de la dimensión deberá cerrarse el registro con una tapa (DN 200-DN 315) o vendrá ejecutado de fábrica con una conexión de portabridas y una brida ciega (DN 400 - DN 630).

El condensado puede salir del sistema a través de la pieza de conexión DN 40 orientada hacia abajo. Para proteger contra el aire exterior, debe instalarse el sifón de esfera AWADUKT Thermo entre una salida libre que debe preverse y el purgador de condensados. Este sifón está adaptado a la salida de la descarga de condensados, con lo que se puede conectar directamente al sistema.

### 05.05.05 Instalación del pozo para descarga de condensados AWADUKT Thermo

En el contexto de la presente Información técnica se debe considerar el pozo para descarga de condensados un accesorio. En este sentido son aplicables a este componente las especificaciones para conexión al sistema en su conjunto del apdo. 05.03.07.

El pozo de recogida de condensado se utiliza para recoger el condensado fuera del edificio. El condensado recogido debe retirarse regularmente del pozo por medios adecuados, por ejemplo, bombeándolo.

No está permitido perforar el pozo para descarga de condensados, ya que ello puede provocar, entre otros, los problemas siguientes:

- Posible falta de autorización en virtud de la legislación de aguas
- Entrada de aire exterior en el sistema (según la directriz VDI 6022, no puede entrar aire exterior en el sistema)
- Posible contaminación del suelo cuando se utilizan métodos de limpieza especiales y, por lo tanto, incumplimiento de las disposiciones legales aplicables
- Es posible la entrada de agua subterránea, agua estancada remanso o agua del estrato en la instalación. La inundación del sistema puede hacer necesaria una parada de emergencia.

El pozo para descarga de condensados debe situarse en el punto más bajo de la instalación, utilizando una de las tres variantes habituales:

- Instalación con derivación simple
- Instalación directamente junto a la torre de aspiración
- Instalación directamente en el extremo del colector

#### Instalación con derivación simple

Esta variante de instalación se realiza derivando un ramal de DN 200 del sistema L-EWT. En este caso puede instalarse una derivación simple de  $45^\circ$  con salida de DN 200 en una línea individual o en la acometida del edificio, siempre que estas tuberías se ejecuten con una pendiente en dirección hacia el edificio. Como generalmente el sistema L-EWT completo presenta

pendiente en una dirección, es razonable instalar el pozo para descarga de condensados directamente delante del edificio.

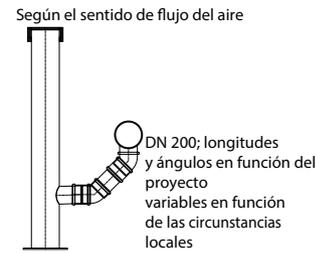


Fig. 05-20 Derivación simple, mostrada en la dirección de flujo del aire

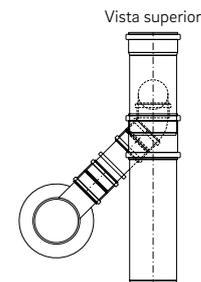


Fig. 05-21 Derivación simple, vista superior

Ver representaciones ampliadas en el anexo.

#### Instalación directamente junto a la torre de aspiración

Esta variante se implementa mediante la instalación de la torre de aspiración con una derivación simple de  $45^\circ$  y un codo de  $45^\circ$ . Así, la desviación del aire en dirección hacia el edificio se produce a la salida de la derivación simple. El pozo para descarga de condensados puede conectarse al paso con un segmento de tubo corto y, si es necesario, con una reducción a DN 200.

Esta variante se utiliza cuando está previsto situar el punto más bajo de una línea individual o de un sistema de batería en la torre de aspiración. Por consiguiente, la pendiente se aleja del edificio. Este tipo de instalación suele elegirse cuando no hay previsto un sótano en el edificio y, por lo tanto, debe introducirse el tubo en el edificio desde abajo a través de la losa de cimentación.

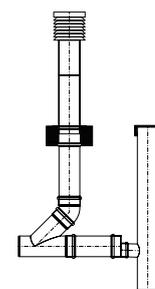


Fig. 05-22 Pozo para descarga de condensados directamente junto a la torre de aspiración

Ver una representación ampliada en el anexo.

### Instalación directamente junto al extremo del colector

Esta variante de instalación se realiza conectando un pozo para descarga de condensados a una reducción en el extremo del colector. El colector no se cierra con un manguito terminal, sino que se provee de una reducción a DN 200.

Las variantes típicas son:

- Pozo para descarga de condensados al final del colector en el caso de una instalación según el método Tichelmann y recogida del condensado en el interior de edificio por el lado del colector.
- Pozo para descarga de condensados al final del colector cuando la instalación no se realiza según el método Tichelmann y pendiente hacia el exterior del edificio
- Pozo para descarga de condensados al final del colector en el caso de una instalación según el método Tichelmann con pendiente hacia el exterior del edificio. Con esta variante puede resultar apropiada una instalación junto a la torre de aspiración en el lado del colector.

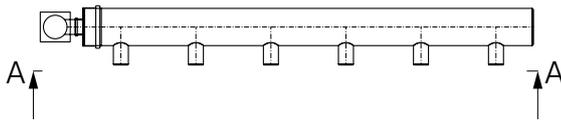


Fig. 05-23 Vista superior

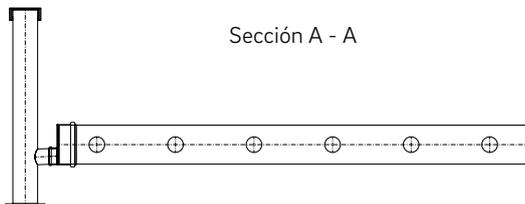


Fig. 05-24 Sección A - A de la fig. 5-24

Ver una representación ampliada en el anexo.

### 05.05.06 Instalación del pozo de registro de ventilación

En el contexto de la presente Información técnica se debe considerar el pozo de registro de ventilación un accesorio. En este sentido son aplicables a este componente las especificaciones para conexión al sistema en su conjunto del apdo. 05.03.07.

El pozo de registro se utiliza para recoger el condensado desde el exterior del edificio. Retirar periódicamente el condensado recogido del pozo mediante un procedimiento adecuado, p. ej. bombeo / absorción.

El condensado se puede desaguar a través de la boca DN 40 soldada a la salida. Para la protección contra el aire exterior debe instalarse el sifón de esfera AWADUKT Thermo. Este sifón está adaptado a la boca de la salida, con lo que se puede conectar directamente al sistema.

Las ubicaciones idóneas del pozo de registro de ventilación son análogas a las del pozo para descarga de condensados al final de los sistemas monotubo y directamente junto a la torre de aspiración y al final de los colectores en los sistemas multitubo. En el caso de los sistemas multitubo (batería) hay que instalar, como mínimo, dos soluciones para la evacuación de condensados, como mínimo una en cada lado del colector. En cuanto a la ubicación del pozo pueden tomarse como orientación las descripciones del apdo. 05.05.05. También es posible la instalación con una derivación simple. Sin embargo, en la mayoría de los casos esta instalación no es adecuada para el pozo de registro de ventilación.

### Instrucciones de montaje (extracto)



Fig. 05-25 Preparar la zona de apoyo para el fondo del pozo

La zona de apoyo para el fondo del pozo debe prepararse con arreglo a la EN 1610. El soporte debe ser suficientemente resistente y ser plano. Para ello, cree una capa de lecho de al menos 10 cm de grosor (por ejemplo, una capa limpia). A continuación situar el fondo del pozo a la altura prevista según las especificaciones de planificación, nivelarlo y montarlo.



Fig. 05-26 Aplicar lubricante en la cámara de estanquización superior.

Para conectar los elementos del pozo primero hay que aplicar lubricante en la cámara de estanquización superior. Esto facilita la colocación de la junta de pozo incluida y asegura su asiento correcto.



Fig. 05-27 Colocación de la junta de pozo



Fig. 05-28 Asegurarse de que el asiento de la junta es correcto

Colocar la junta en la cámara de estanquización con la parte impresa mirando hacia arriba y, a continuación, compruebe si se han producido desperfectos, si está bien asentada y eliminar la suciedad.



Fig. 05-29 Aplicación de una capa uniforme de lubricante en la copa del anillo del pozo

Limpiar la copa del anillo de pozo a colocar y aplicarle una capa uniforme de lubricante. (Consejo práctico: No aplicar lubricante sobre la junta.) Procurar que la copa no quede sucia ni siquiera después de haber aplicado el lubricante.



Fig. 05-30 Ensamblaje de los elementos del pozo

Ensamblar los elementos del pozo sin torcerlos. Los 4 ojetes de sujeción exteriores facilitan la colocación de los anillos y del cono del pozo. Alinear entre sí elementos del pozo utilizando las dos marcas longitudinales exteriores, para asegurar la correcta colocación de la escalerilla. A continuación acoplar los componentes presionándolos hasta el tope.



Fig. 05-31 Rellenado y compactación del entorno del pozo

Para el relleno de los componentes del pozo debe utilizarse tierra del grupo G1 o G2, con un tamaño de grano máximo de 63 mm (tierra fina graduada con materiales finos).

Poner en obra cuidadosamente el material de relleno sobre una anchura de 40 cm (al menos 60 cm cuando se instalen los pozos en aguas freáticas), en capas de 20 a 40 cm y compactar según las especificaciones de la norma EN 1610, ATV-DVWK-A 139. En la zona con tráfico rodado el grado de compactación DPr debe ser  $\geq 97\%$ .

Colocar los anillos de pozo adicionales o el cono de pozo de forma análoga a los pasos descritos anteriormente y rellenar y compactar a continuación siguiendo las instrucciones anteriores. Rellenar el cono por separado. El relleno debe llevarse a cabo de acuerdo con las mismas especificaciones que el relleno y la compactación de los anillos de pozo antes mencionados.

El cono se entrega en la obra sin acortar y debe recortarse in situ por la abertura de acceso. Consultar las actuaciones necesarias y las medidas de acortamiento, en las instrucciones de instalación incluidas con el pozo o que constan en el catálogo de REHAU Técnica de canalizaciones.

## 05.06 Instrucciones para el manipulado bajo condiciones de montaje especiales

En determinadas circunstancias, el manipulado descrito en los apartados anteriores debe complementarse con actividades adicionales. En este capítulo se describen las condiciones.

- instalación debajo del nivel de las aguas freáticas o en acuíferos
- aumento de la capacidad de carga mediante el recubrimiento con hormigón.

### 05.06.01 Instalación debajo del nivel de las aguas freáticas o en acuíferos

Cuando la instalación se realice bajo el nivel de las aguas freáticas o en un acuífero en principio se podrá contar con un mejor rendimiento térmico, tanto en el caso de la calefacción como en el de la refrigeración.

Sin embargo, debido a un aumento previsto del empuje hidrostático, deberán adoptarse precauciones especiales para prevenir la flotación. El seguro para prevenir flotaciones se ha de confeccionar de forma que la fuerza resultante del lastrado del tubo sea, como mínimo, igual al empuje hacia arriba. Esto puede hacerse aumentando el lastre con carga adicional o anclando al suelo. Se puede crear una carga adicional, por ejemplo, con apoyos de hormigón.

Durante los trabajos de instalación deben mantenerse libres de agua las zanjas (por ejemplo, agua de lluvia, agua filtrada, agua de manantial o pérdidas de agua de los tubos).

El método de contención del agua no debe afectar ni a la zona del tubo ni al tubo en sí. Deben adoptarse las precauciones necesarias para evitar la lixiviación de material fino durante la contención del agua. Debe tenerse en cuenta la influencia de las medidas de drenaje sobre el movimiento de las aguas subterráneas y la estabilidad del entorno. Una vez concluidas las actuaciones de contención del agua se deberán obtener suficiente lana mineral o los drenajes de la obra.

### 05.06.02 Instalación mediante empotramiento en hormigón

La capacidad de carga de los tubos y componentes puede aumentarse con un revestimiento de hormigón. Para su dimensionamiento, es decisivo si el hormigonado se realiza sobre suelo inalterado o, por ejemplo, sobre muros de tablestacas. Al realizar los muros de tablestacas hay que proceder con la debida precaución, porque la presión horizontal de la tierra puede hacer que el suelo se deslice después de aliviar la carga.

El revestimiento debe ser autoportante, incluso sin el componente, por lo que sólo se puede considerar un revestimiento integral. El espesor mínimo de la pared del revestimiento de hormigón se determinará en función de los requisitos estáticos.

Antes de hormigonar hay que sellar el hueco de la copa con una cinta adhesiva compatible con el PP para evitar la penetración del mortero de cemento. Para evitar las fuerzas de cizallamiento en los puntos de entrada y salida de los componentes con respecto al hormigón se requieren medidas adecuadas como, por ejemplo, envolver el tubo con lana mineral de 5 - 6 mm de espesor (ver croquis).

Como hormigón de revestimiento se debe utilizar un hormigón mínimo de la clase C 8/10. Puede ser conveniente subdividir el revestimiento de hormigón mediante juntas transversales a intervalos adecuados en las uniones de los componentes. Eventualmente se podrá prever un armado. En este caso deberá utilizarse, sin embargo, al menos hormigón C12/15 o C16/20.

Antes de hormigonar debe realizarse una prueba de presión según la norma EN 1610.

Si es necesario debe asegurarse el tubo para que no flote en el hormigón fresco. Para absorber mejor la temperatura de fraguado del hormigón, llenar el tubo con agua.

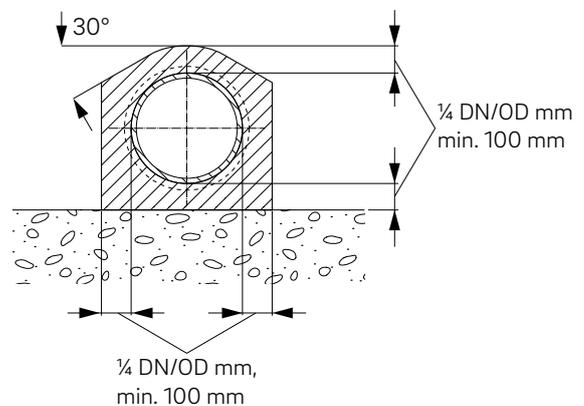


Fig. 05-32 Sección transversal del revestimiento de hormigón

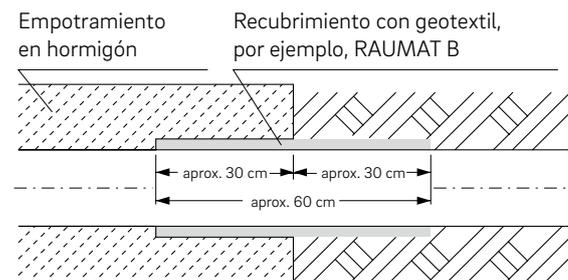


Fig. 05-33 Revestimiento de hormigón en la dirección de flujo del aire

## 06 Recepción, limpieza y mantenimiento

Una vez finalizada la instalación debe realizarse una recepción adecuada de acuerdo con la VDI 6022 Hoja 1 u otras normas, directrices y reglamentos aplicables.

Su finalidad será asegurarse de que la instalación

- cumple los requisitos del diseño
- se ha realizado una prueba de estanquidad
- ha sido limpiada
- se ha realizado una inspección visual
- se ha realizado una inspección inicial de higiene

Para la recepción se debe utilizar la lista de chequeo para componentes enterrados de la tabla 2, hoja 1 de la norma VDI 6022.

Durante el servicio la unidad puede estar expuesta a un ensuciamiento en varios puntos.

Para garantizar un funcionamiento higiénico durante todo el periodo de uso, deben llevarse a cabo diversas medidas de mantenimiento, inspección y, en función del grado de suciedad, de limpieza. La lista de comprobación para el control de higiene de componentes enterrados según la tabla 3 de la VDI 6022 Hoja 1, ofrece una panorámica sobre las actuaciones necesarias. Los ciclos allí enumerados se aplican a los primeros años de funcionamiento y pueden adaptarse a la utilización real durante el transcurso del uso.

### 06.01 Requerimientos derivados de exigencias del diseño

Según la VDI 6022 Hoja 1 se establecen requisitos para la selección de los materiales adecuados y para la instalación. Los materiales utilizados deben, por ejemplo, cumplir los requisitos para una evacuación sin obstáculos del condensado y permitir la limpieza.

Durante la instalación se debe prestar especial atención a la acreditación del cumplimiento de las pendientes requeridas y a la consideración de un tipo y un número de opciones de revisión adecuados al sistema.

Especialmente en lo que respecta a la limpieza hay que tener en cuenta varias condiciones de diseño ya durante la fase de planificación. La atención se centra en las características siguientes:

- Si es posible, nunca más de dos codos de 88° en un mismo sector de limpieza. Los cambios de dirección de 90° deben realizarse mediante dos codos de 45°. En la medida en que lo permitan las condiciones se debe prever un tramo de estabilización entre estos dos codos.

- Longitud máx. de un sector de limpieza 30 - 50 m. Especialmente cuando se utilizan aparatos para limpieza a alta presión, la longitud del equipamiento es limitada.
- Evitar utilizar codos de 88° para salvar las diferencias de altura.
- Las ampliaciones de dimensiones dentro de un sector de limpieza deben ser accesibles.
- Las dimensiones de las líneas de salida y entrada no deben ser menores que las del colector si éste no es accesible por separado.

### 06.02 Prueba de estanquidad

La instalación L-EWT realizada debe someterse a una prueba de estanquidad. Como referencia están disponibles, por ejemplo, la norma EN 1610, con instrucciones para la aplicación de dos métodos, y la norma DWA-A 139. Es posible aplicar otras normas específicas de cada país. Se puede realizar una prueba con aire (método L) o una prueba con agua (método W). Según la VDI 6022 Hoja 1 se dará preferencia a la prueba con aire.

Debido al uso posterior, se considera que una prueba con presión negativa es especialmente significativa. Sin embargo, en la norma UNE EN 1610 no se especifican requisitos de prueba explícitos debido a los pocos valores empíricos disponibles. Una prueba de este tipo debe coordinarse adecuadamente entre el prescriptor técnico, el propietario/promotor y el experto en pruebas.

Es aconsejable llevar a cabo una evaluación preliminar antes de realizar el relleno lateral. A partir de esta prueba se podrá identificar y reparar en una fase temprana cualquier fuga apreciable. Para la prueba de recepción debe verificarse el tubo después de rellenar y de retirar una eventual entibación. La decisión acerca del método de la prueba es responsabilidad del propietario/promotor o del prescriptor técnico de la instalación.



Cuando se realicen las pruebas, deberán preverse medidas de protección para evitar accidentes en caso necesario. La persona responsable de la prueba pondrá en marcha las medidas de protección necesarias.

---

**06.02.01 Notas sobre la configuración de la prueba**

Existen dos posibilidades para realizar la prueba de estanquidad de las instalaciones L-EWT:

- pruebas de sectores individuales de tubo
- prueba de la instalación completa

Ambas opciones tienen en común que debe realizarse un cierre en al menos dos puntos del sistema. En uno de ellos se utiliza un denominado cojín de obturación para tubos o un minicojín hermetizador. En el otro se precisa un cojín para pruebas de tubos u otro minicojín hermetizador.

Ambos componentes tienen en común que presentan una toma de aire comprimido para inflar el cojín. Esto es necesario para llenar con aire los cojines hasta el punto de que queden ajustados contra la pared del tubo. En el caso del cojín para pruebas se le añaden las tomas para llenar el intersticio a verificar y el posible equipo de medición

Un ejemplo de prueba de un sistema completo puede apreciarse en la figura siguiente:

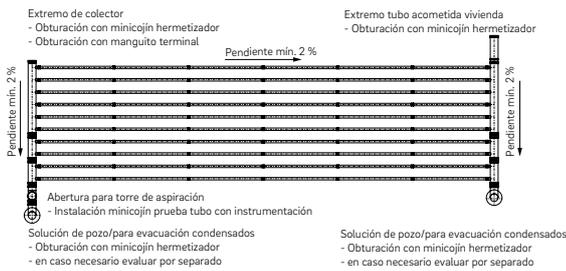


Fig. 06-1 Prueba de una instalación completa

Ver representaciones ampliadas en el anexo.

**06.02.02 Prueba con aire (método L)**

En una prueba con aire se presuriza la cámara de prueba con una presión positiva o negativa con respecto a la presión atmosférica reinante. Las pruebas deben ser realizadas siempre por personal capacitado que hará uso de equipos adecuados y homologados. Para evitar errores de medición, deben utilizarse cierres herméticos aptos para realizar las pruebas.

Las duraciones de las pruebas de tubos, colectores y registros pueden tomarse de la tabla siguiente, teniendo en cuenta el diámetro del tubo y el método de prueba. Las duraciones de las pruebas se indican para las mediciones con sobrepresión. Es posible realizar pruebas con presión negativa. Las duraciones de las pruebas deben determinarse en conformidad con la DWA-A 139 y acordarse entre el prescriptor técnico, el propietario/promotor y el inspector.

La comprobación de los pozos de registro DN 800 o DN 1000 con aire es difícil en la práctica y probablemente sólo se podrá llevar a cabo con una inversión de tiempo y medios considerablemente mayor. También en este caso hay un déficit de valores empíricos.



Hasta que se disponga de experiencia suficiente para realizar pruebas en pozos de registro y registros se sugiere aplicar duraciones de prueba la mitad de largas que las correspondientes a los tubos del mismo diámetro.



Prestar especial atención cuando se realicen pruebas con aire particularmente en tubos de gran diámetro, ya que los dispositivos de obturación pueden salir despedidos de forma explosiva en caso de fallo.

Para ajustar el aire de prueba a las condiciones locales imperantes es razonable superar en un 10% aproximadamente la presión de prueba requerida. Esta presión inicial se sostendrá entonces durante un tiempo equivalente al diámetro [mm] dividido por 100 en minutos, con un mínimo de 5 minutos.

A continuación ajustar la presión de prueba según la tabla y controlar la pérdida de carga a lo largo de la duración de la prueba. Si la pérdida de carga medida tras la duración de la prueba es inferior al valor indicado en la tabla siguiente, el sector de prueba habrá satisfecho los requisitos.

Método de prueba	P <sub>0</sub> <sup>1)</sup>		Δp <sup>2)</sup>		Duración de la prueba [min]		
	mbar kPa	mbar kPa	DN/OD 200	DN/OD 250	DN/OD 315 - 400	DN/OD 500	DN/OD 630
LC	100 (10)	15 (1,5)	3	4	5	8	11
LD	200 (20)	15 (1,5)	1,5	2	2,5	4	5

Tab. 06-1 Método de prueba  
<sup>1)</sup> Presión superior a la atmosférica  
<sup>2)</sup> Pérdida de carga admisible

### 06.02.03 Prueba con agua (método W)

En la prueba con agua se llena todo el espacio de prueba con agua. Según la norma UNE EN 1610 deben fijarse los requisitos de presión de prueba, tiempo de preparación y duración de la prueba.

La presión de prueba es la presión resultante del llenado del sector de prueba hasta la rasante del terreno, de mínimo 10 kPa (100 mbar) y máximo 50 kPa (500 mbar), medida en la generatriz superior del componente. Por lo general, un tiempo de preparación de 1 h después de llenar el sector de prueba y alcanzarse la presión de prueba requerida es suficiente. Las especificaciones a este respecto deben venir dadas por el prescriptor técnico encargado. Según la norma, la duración de la prueba debe ser de  $30 \pm 1$  minutos.

La presión debe mantenerse dentro de 1 kPa (10 mbar) de la presión de prueba especificada rellenando con agua. El volumen total de agua suministrada para cumplir este requisito durante la prueba y la altura de presión respectiva a la presión de prueba requerida deberán medirse y documentarse.

El requisito de la prueba se cumple si el volumen de agua aportado no es superior a

- 0,15 l/m<sup>2</sup> en 30 minutos para el caso de los tubos
- 0,20 l/m<sup>2</sup> en 30 minutos en el caso de los tubos incluyendo los colectores de hasta DN 630
- 0,40 l/m<sup>2</sup> en 30 minutos en el caso de las líneas de distribución, incluyendo los pozos de inspección y registro.



m<sup>2</sup> describe la superficie interior humectada. La superficie interior humectada por dimensión de tubo se puede consultar en la tabla siguiente.

Dimensión tubo DN	Superficie interior m <sup>2</sup> /m
200	0,58
250	0,72
315	0,91
400	1,16
500	1,45
630	1,83

Tab. 06-2 Superficie interior

### 06.03 Limpieza

La limpieza de los sistemas de ventilación enterrados forma parte del procedimiento de recepción y debe tenerse también en cuenta durante el mantenimiento. Las ilustraciones siguientes se refieren a la limpieza del sistema de tubos enterrados.

Según la norma VDI 6022, la limpieza debe realizarse de tal forma que el resultado cumpla los requisitos de limpieza.

#### 06.03.01 Instrucciones generales sobre la ejecución de la limpieza

Para la limpieza de los sistemas de ventilación enterrados se recomienda la operativa siguiente:

1. Determinación de las condiciones existentes in situ
2. Preparativos, desmontaje de la torre de aspiración
3. Inspección con cámara de la instalación para registrar el estado real
4. Limpieza del sistema de tubos
5. Inspección con cámara para documentar el estado de limpieza
6. Restablecimiento de la operatividad de la instalación

Las notas y los puntos que deben observarse están incluidos en la lista de control del anexo.

#### 06.03.02 Métodos de limpieza

Existen numerosos métodos para limpiar los conductos de ventilación. Los siguientes métodos han demostrado ser especialmente adecuados para el sistema antimicrobiano AWADUKT Thermo.

- Limpieza con agua a alta presión
- Limpieza con cepillos rotativos

Según la VDI 6022 Hoja 1, la limpieza con agua a alta presión es preferible a todos los demás métodos de limpieza.

Los métodos de limpieza de conductos de ventilación y de sistemas de evacuación habituales en el mercado se pueden utilizar también para la limpieza de los sistemas de ventilación enterrados. Debe tenerse en cuenta que, debido a los requisitos especiales derivados de posibles depósitos y de la formación de condensados, puede ser necesario realizar adaptaciones. Los métodos de limpieza en seco, como los utilizados habitualmente con los conductos de ventilación de los edificios, sólo pueden eliminar la contaminación de forma insuficiente. Cuando se utiliza agua a alta presión, puede ser necesario aumentar la presión y el volumen de agua con respecto a la limpieza de los sistemas de evacuación.

### 06.03.03 Limpieza con agua a alta presión

La limpieza con agua de los sistemas de canalizaciones es un método bien conocido y establecido. Las instalaciones L-EWT también pueden limpiarse con esta técnica.

Debido a la fuerza del agua, la limpieza con agua es muy adecuada para desprender los depósitos y los microorganismos adheridos a los componentes y, al mismo tiempo, arrastrarlos de forma segura.

Los parámetros a seleccionar para la limpieza con agua, como la presión en la boquilla, la duración de la limpieza o la velocidad de desplazamiento de la boquilla, deben elegirse de forma que se evite ocasionar daños a los componentes.

Cuando se limpia con agua a alta presión se puede trabajar ya sea con una boquilla insertada o con una boquilla fijada en un dispositivo de guiado. La segunda variante tiene la ventaja de que la boquilla queda centrada con respecto al tubo. De este modo se consigue un impacto uniforme del agua en toda la pared interior del tubo. La variante centrada se muestra a continuación a modo de ejemplo.



Fig. 06-2 Limpieza con agua a alta presión

El agua de limpieza que se acumula debe evacuarse de forma segura. Para conseguir una propulsión suficiente de la boquilla, combinada con un efecto de limpieza óptimo, se recomiendan caudales de 70 - 120 l/min y presiones superiores a 120 bar. Con dimensiones más pequeñas y sistemas más sencillos se puede ayudar al avance p. ej. con una guía. Esto reduce considerablemente el caudal volumétrico de agua necesario. Sin embargo, para lograr un efecto de limpieza óptimo deberá reducirse en este caso la velocidad de avance. Los parámetros a utilizar deben ser seleccionados por el prescriptor técnico o la persona que realiza la limpieza. El volumen de agua debe evacuarse de forma segura a través de las descargas de condensados disponibles u otros desagües alternativos.

### Limpieza con cepillos rotativos

Como alternativa a la limpieza con agua a alta presión puede limpiarse también un L-EWT cepillos rotativos. Hay que distinguir entre la limpieza en seco y la limpieza con agua.

La limpieza en seco, similar a la limpieza de los conductos de aire del edificio, debe realizarse en combinación con un sistema de aspiración, debido a la formación de polvo. Por lo general se pueden utilizar los mismos cepillos empleados con instalaciones de ventilación. Se introducen en el sistema por el extremo del tubo o en un registro y se hacen rotar. Las partículas desprendidas son aspiradas y retiradas al final del sector limpiado. Si hay varios sectores a limpiar es necesario también obturar el sector que se está limpiando, debido a la formación de polvo.

El uso adicional de agua tiene el efecto positivo de que los depósitos se disuelven mejor. Además, las partículas de suciedad pueden ser arrastradas por el agua. Para ello es necesario un volumen de agua suficiente. Debido a la menor formación de polvo, se puede prescindir de obturar sectores individuales. Esto deberá estudiarse caso por caso. El agua utilizada para la limpieza se ha evacuar de forma segura.

Para aumentar la propulsión de los cepillos provocada por el vacío se pueden acoplar en casos aislados denominadas placas de succión al cepillo rotativo. La limpieza con cepillos se considera adecuada con sistemas monotubo.

Debido a la limitación de la longitud de limpieza impuesta por el material, es posible que en la planificación haya que prever registros para introducir los equipos de limpieza.

Con las baterías de tubos o los sistemas con derivaciones de tubos la limpieza con cepillos se recomienda solo si queda garantizada la transitabilidad de los sectores o si cada ramal de tubo individual es accesible mediante un registro.

Si el tramo de tubo a limpiar incluye codos para realizar cambios de dirección hay que comprobar in situ hasta qué punto es posible la limpieza del tramo. Si es necesario hay que adaptar la tecnología utilizada, por ejemplo, recurrir a robots de limpieza. La base para una operativa de limpieza correcta en tener en cuenta los registros y minimizar las derivaciones del tubo de ventilación durante el diseño.



El sistema en su conjunto debe diseñarse de forma que se pueda llevar a cabo una limpieza integral y conforme con las directrices de la instalación de ventilación enterrada.

## 06.04 Inspección visual

Después de la limpieza debe realizarse una inspección visual de la instalación como parte del procedimiento de recepción. Esta inspección viene impuesta por la necesidad de dictaminar el éxito de la limpieza y de localizar residuos todavía presentes.

La inspección visual también tiene por objeto evaluar el tubo en cuanto a la presencia de daños. Además, se pueden detectar pendientes no continuas cuando se localiza agua residual de la limpieza.

## 06.05 Inspección inicial de la higiene

Se debe realizar una inspección inicial de la higiene para comprobar el cumplimiento de todos los puntos importantes para el buen funcionamiento de un L-EWT.

La inspección sirve para comprobar el cumplimiento de los parámetros especificados durante el diseño o la construcción. Además, una instalación correcta se evalúa en particular en lo que respecta a la pendiente.

La persona encargada de la inspección de higiene inicial deberá comprobar in situ si se cumplen el tipo y el número de registros. Además, debe comprobarse la evacuación del condensado producido. En lo que respecta a otros parámetros, como el cumplimiento de la pendiente requerida, la realización de la prueba de estanquidad y la limpieza, así como las indicaciones acerca del material utilizado, deberá aportarse la documentación correspondiente.

Las listas de chequeo para la inspección se pueden desprender de la VDI 6022 Hoja 1.

### 06.05.01 Instrucciones para el mantenimiento durante el servicio

Según la VDI 6022 Hoja 1 se debe realizar un control periódico por razones de higiene y llevar a cabo eventualmente una limpieza. La frecuencia de las revisiones depende de las condiciones meteorológicas y del modo operativo de la instalación. Sin embargo, se definen unos intervalos mínimos para los primeros 24 meses de servicio. Después de este período, los intervalos pueden ser ajustados por un ingeniero especializado en calidad del aire en interiores certificado por VDI.

Las aberturas de admisión de aire exterior y los conductos de aire deben revisarse en busca de suciedad y daños cada 6 meses.

De acuerdo con la norma los filtros de aire deben inspeccionarse cada 3 meses en busca de suciedad y daños, de acuerdo con la directiva.

La necesidad de limpieza o sustitución de componentes viene determinada para todos los componentes por el resultado de la inspección.

Para asegurar un aire de entrada limpio e higiénico debe garantizarse un funcionamiento higiénico de la instalación L-EWT. Esto significa que, según las especificaciones de la norma VDI 6022 Hoja 1, el contenido de polvo, bacterias y otras sustancias biológicas en el aire de entrada no debe superar el contenido del aire exterior. A efectos de verificación debe realizarse una vez al año una medición de la concentración de polvo y microorganismos en el aire de entrada.

Al cabo de 24 meses debe realizarse una inspección completa de la higiene, que incluye la revisión de todos los componentes, así como la medición de la concentración de polvo y de microorganismos.

Todas las inspecciones deben ser realizadas por personal técnico cualificado en conformidad con la norma VDI 6022.

Los requerimientos de formación técnica varían en función de la inspección a realizar. Por ejemplo, los conocimientos técnicos para revisar y sustituir los filtros en las instalaciones pequeñas para uso propio puede adquirirse mediante una simple instrucción.



La información sobre cursillos sobre higiene de las instalaciones de ventilación y aire acondicionado dentro de las categorías A, B, C y RLQ, así como las competencias y los límites de actuación asociados a estas categorías, se pueden consultar en la hoja 4 de la VDI 6022.

A continuación, se presenta un resumen de los puntos mencionados:

Componente	Actuación	Frecuencia de mantenimiento y revisión
Abertura de admisión de aire exterior	Comprobar si está sucia o dañada; en caso necesario limpiarla	6 meses
Conductos para aire	Revisarlos para detectar ensuciamientos y desperfectos; si es necesario limpiarlos.	6 meses
Filtros	Revisarlos para detectar ensuciamientos y desperfectos; si es necesario sustituirlos.	3 meses (la sustitución debe realizarse 2 veces al año)
Sistema completo	Medición de la concentración de polvo y microorganismos en el aire de entrada y en el aire exterior	12 meses
		24 meses
	Inspección de la higiene	

Tab. 06-3 Instrucciones para el mantenimiento

## 06.06 Desinfección

Si es necesaria la desinfección se pueden utilizar desinfectantes a base de peróxido de hidrógeno. Se debe disolver un concentrado de desinfectante adecuado en agua y diluirlo hasta una concentración  $\leq 4\%$ . Esto es válido para un intervalo de temperaturas de 10 - 60 °C.

## 07 Servicio Técnico REHAU

Tanto el cálculo aproximado como la simulación dinámica de las instalaciones L-EWT se basan en datos básicos fluctuantes del pasado. Por lo tanto, los resultados del cálculo están sujetos a cierto grado de fluctuación. Los rendimientos y los resultados reales están determinados por las condiciones marginales exteriores y las variaciones temporales, por ejemplo, de las características del suelo, y por lo tanto difieren dentro de ciertos límites de los resultados calculados.

REHAU dispone de una herramienta de diseño especialmente desarrollada para el cálculo de instalaciones L-EWT. Esta herramienta tiene en cuenta los parámetros que se indican a continuación y es validada constantemente con datos reales. Como resultado, cabe esperar una mejor aproximación de los resultados calculados a las condiciones reales.

### 07.01 Principios termotécnicos para el dimensionamiento de las instalaciones L-EWT

Las ecuaciones termodinámicas de estado válidas para el aire (por ejemplo, la ecuación de conducción de calor de Fourier) y las ecuaciones de la mecánica de fluidos constituyen la base del cálculo de las instalaciones L-EWT.

Los datos del material del medio caloportador son esenciales para determinar las prestaciones de una instalación L-EWT. El enfriamiento o calentamiento del aire dentro de la instalación L-EWT modifica los datos específicos del material y, con ello, también los procesos termodinámicos. Los parámetros termodinámicos dependientes son la humedad ambiente absoluta, el calor específico y la entalpía.

Las prestaciones de una instalación L-EWT resultan del caudal másico de aire y de la diferencia de entalpías del aire húmedo.

$$\begin{aligned} Q_{\text{ICAT}} &= m_{\text{aire}} \times \Delta h_{\text{ICAT}} \\ Q_{\text{ICAT}} [\text{kW}] &= \text{potencia del L-EWT} \\ m_{\text{aire}} &= \text{caudal másico del aire} \\ \Delta h_{\text{ICAT}} &= \text{Diferencia de entalpías entre dos puntos de referencia (entrada - salida)} \end{aligned}$$

Los estados de entalpía se pueden calcular o determinar con el diagrama P-h (diagrama de Mollier). Debido al enfriamiento del aire en el L-EWT aumenta la humedad relativa hasta que se alcanza la saturación y se precipita el condensado (agua). El calor de condensación que se genera en este proceso debe tenerse en cuenta a la hora de dimensionar el caso de refrigeración y tiene en un primer paso un efecto negativo sobre el rendimiento de refrigeración.

Por otra parte, el frío producido por la evaporación tiene un efecto positivo sobre el rendimiento de refrigeración. Además de los datos del aire y de los procesos termodinámicos asociados a ellos, deben tenerse en cuenta para el dimensionamiento los procesos de transferencia de calor entre el terreno, el tubo intercambiador de calor y el aire. Hay tres procesos importantes a considerar para la transferencia de calor:

- la transferencia de calor desde la pared del tubo al aire que circula por éste, que está fuertemente determinada por los procesos de dinámica de fluidos,
- la conducción de calor a través de la pared del tubo y los procesos asociados al material para la distribución y el transporte del calor y, finalmente,
- la transferencia de calor del suelo al tubo de intercambiador de calor.
- Debido a la falta de homogeneidad del terreno la mayoría de los supuestos deben realizarse en cuanto a éste. Se suele suponer que existe un contacto directo entre el suelo y la pared del tubo, lo que puede simplificar considerablemente los cálculos.

Sin embargo, estos tres procesos no sólo deben considerarse como estáticos, sino también como variables en función del tiempo. El rendimiento energético total del sistema L-EWT se calcula entonces como sigue:

$$\begin{aligned} Q_{\text{ICAT}} &= \int dQ_{\text{ICAT}} \times dt_{\text{ICAT}} \\ Q_{\text{ICAT}} &= \text{Producción energética total del L-EWT} \\ d_{Q_{\text{ICAT}}} &= \text{Potencia del L-EWT en el periodo de tiempo } d \\ dt_{\text{ICAT}} &= \frac{Q_{\text{ICAT}}}{\text{Período operativo de la instalación L-EWT}} \end{aligned}$$

Para el cálculo de la transferencia de calor hay que determinar también las temperaturas del suelo libres de influencias estacionales y considerando estas influencias.

La curva de temperaturas del terreno resultante depende de los parámetros específicos del suelo. A modo de ejemplo se reproducen las curvas de temperaturas de diferentes suelos en los diagramas siguientes. La influencia de las aguas subterráneas suele provocar una mayor amortiguación de la curva de temperaturas del suelo. Por lo tanto, las aguas subterráneas tienen una influencia significativa sobre la curva de temperaturas del suelo. En la mayoría de los casos, los datos relacionados con las aguas subterráneas no están disponibles o son incompletos, por lo que en estos casos la influencia de las aguas subterráneas debe despreciarse o estimarse.

## 07.02 Parámetros que influyen sobre el cálculo aproximado

Los parámetros enumerados en tabla siguiente ejercen una influencia significativa sobre el cálculo de las instalaciones L-EWT. Pueden dividirse en parámetros predeterminados y en parámetros de libre elección, así como en parámetros predeterminados por el proyecto y modificables solo con una inversión de medios considerable.

Parámetros predeterminados (inflexibles)	Parámetros seleccionables (flexibles)
Ubicación	Caudal volumétrico <sup>2)</sup>
Clima / tiempo (temperatura, precipitaciones)	Longitud tubo <sup>2)</sup>
Material del suelo <sup>1)</sup>	Diámetro del tubo
Contenido de agua del suelo <sup>1)</sup>	Material del tubo
Estructura del suelo	Profundidad de colocación
Superficie útil	Distancias a edificios / otros tubos
(Fluctuaciones de la distancia de las aguas subterráneas)	
Cargas de refrigeración / calefacción del edificio	

Tab. 07-1 Parámetros

<sup>1)</sup> sólo puede modificarse con una inversión de tiempo y medios considerable

<sup>2)</sup> viene parcialmente predeterminado por el proyecto

### 07.02.01 Ubicación / clima

La ubicación del edificio a ventilar influye sobre la ubicación de la instalación. La ubicación de la instalación suele venir determinado por las necesidades de espacio y las especificaciones de las normas o directivas. Aparte de la exposición de la instalación L-EWT, influyen sobre este microclima la proximidad de edificios, el tipo y la altura de la vegetación o la cercanía de ríos/lagos, entre otros factores. Para el cálculo aproximado de una instalación L-EWT apenas es posible registrar y considerar todos los microclimas presentes en la superficie, ya que son extremadamente complejos de representar y aisladamente apenas tienen un efecto relevante sobre el cálculo. Por ello se utilizan para simplificar el cálculo aproximado los datos climáticos típicos de la región, que incluyen las condiciones climatológicas típicas. Dado que existe una variabilidad anual de estas condiciones, se utilizan para el cálculo los llamados años típicos de referencia de test. Son los que mejor reflejan las condiciones imperantes en la región. Por tanto, a la hora de elegir una ubicación no solo hay que tener en cuenta los requisitos relacionados con el espacio, las normativa y las directrices, sino también los aspectos energéticos. En consecuencia, la elección de la ubicación debe tenerse en cuenta ya al principio de la planificación e incluirse también en la planificación futura.

### 07.02.02 Terreno

La realización de instalaciones L-EWT suele requerir movimientos de tierras importantes. Consisten en retirar primero la tierra y en rellenar después con el mismo material o uno equivalente. Estas actuaciones ejercen una influencia significativa en la estructura y, por lo tanto, también en las propiedades físicas del suelo.

El suelo puede dividirse en tres fases:

- fase sólida (matriz del suelo)
- fase líquida (líquidos disueltos en el suelo)
- fase gaseosa (aire del suelo)

La fase sólida representa la mayor parte en términos del volumen total del suelo, con aproximadamente un 50%. La matriz del suelo está compuesta por minerales y una pequeña cantidad de materia orgánica. La composición de los elementos minerales influye sobre las propiedades térmicas del suelo.

Las fases líquida y gaseosa vienen determinadas por la distribución de granulometrías del suelo. El resultado es el denominado volumen de poros, es decir, un espacio libre que es rellenado por la fase líquida o gaseosa. Cuanto mayor es el tamaño de los poros mayor es la proporción de la fase gaseosa en los poros. Por regla general, la fase líquida es ocupada por agua y la fase gaseosa, por aire. Dado que el agua presenta unos datos de calor específico mucho mejores que el aire, una gran parte de la fase líquida también tiene un efecto positivo sobre las propiedades térmicas del suelo. La proporción de poros libres viene determinada, entre otras cosas, por la distribución de granulometrías del suelo.

A partir de la distribución granulométrica se puede determinar la respuesta del suelo con ayuda del triángulo de tipos de suelo. Cada tipo de suelo se caracteriza por unas propiedades térmicas típicas. Además de las propiedades térmicas, determinadas por la matriz del suelo, ejerce también una influencia decisiva sobre las propiedades térmicas la proporción de agua. Estas características térmicas del suelo influyen directamente en la amplitud de temperaturas del suelo, como puede apreciarse en los dos gráficos siguientes.

### Curvas de temperaturas en profundidad (arena seca)

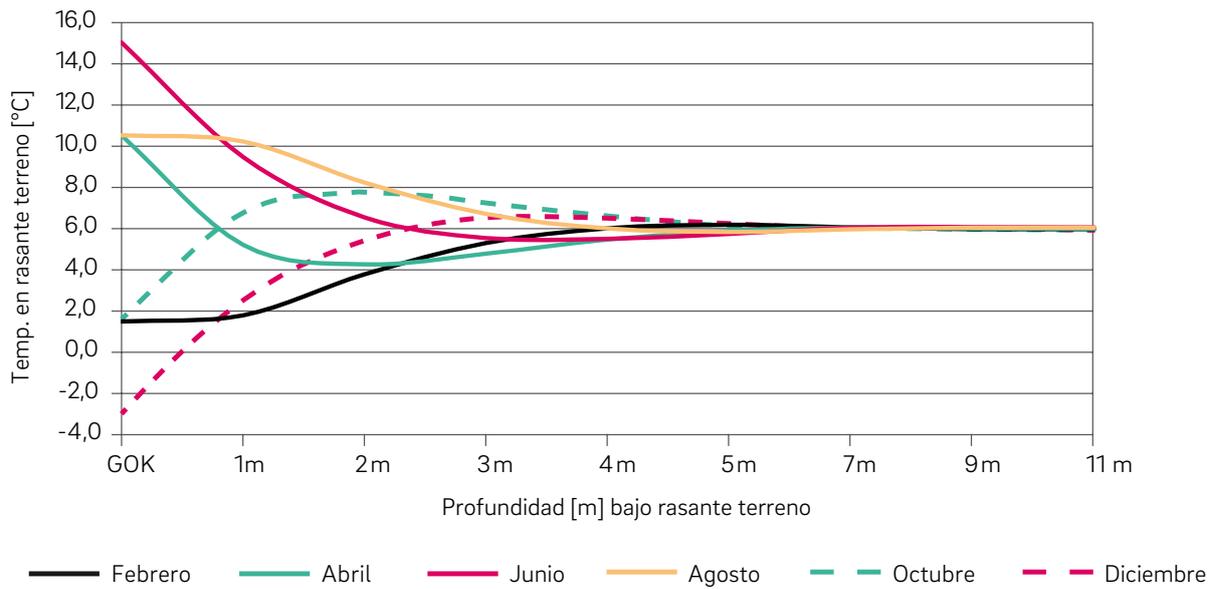


Fig. 07-1 Curvas de temperatura en profundidad, arena seca

### Perfil de temperatura en profundidad (arcilla arenosa húmeda)

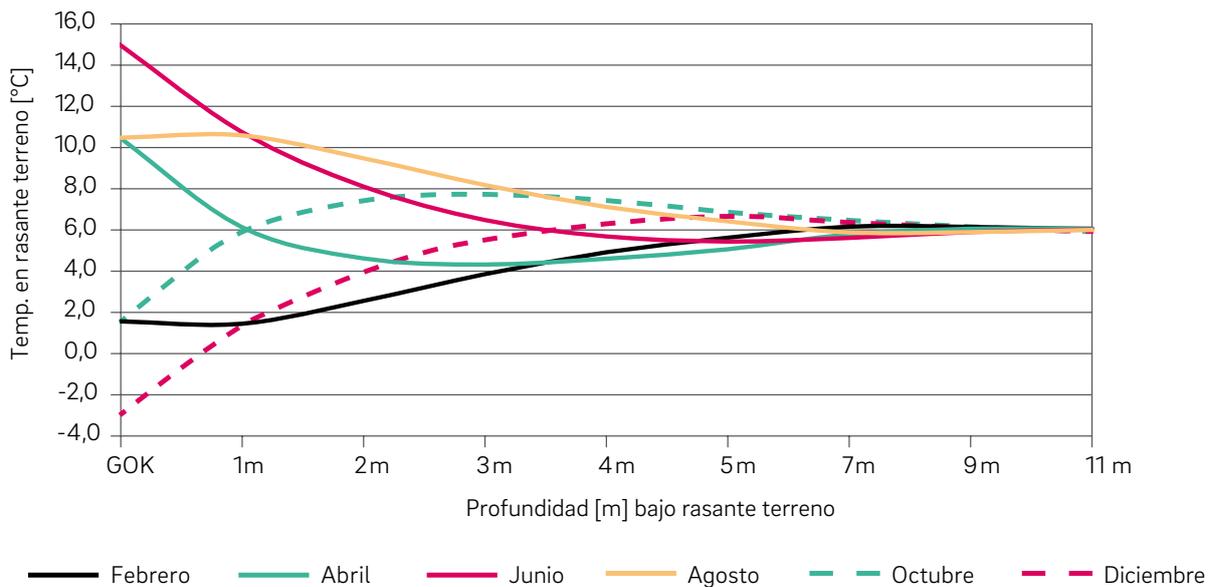


Fig. 07-2 Curvas de temperatura en profundidad, arcilla arenosa húmeda



Para el cálculo aproximado de un sistema L-EWT, se recomienda la preparación por parte de técnicos cualificados (por ejemplo, geólogos) de un estudio completo del suelo (análisis del subsuelo) según la norma DIN 18196 o la confección de una relación de capas según la norma DIN 4022, con indicación de la situación de las aguas subterráneas. Sólo así se puede realizar razonablemente un cálculo aproximado correcto.

### 07.02.03 Caudal / velocidad del caudal

Además de las características del suelo térmico, en el cálculo aproximado de los sistemas L-EWT deben tenerse en cuenta las influencias de mecánica de fluidos. Un sistema L-EWT debe diseñarse siempre para el caudal de aire máximo previsto en relación con los parámetros de mecánica de fluidos. El caudal de aire necesario puede calcularse en función de la tasa de intercambio de aire fresco por hora del recinto, la carga de refrigeración necesaria, la concentración de CO<sub>2</sub> en el recinto o el número de personas.



El cálculo del caudal volumétrico de aire máximo requerido debe ser realizado por un prescriptor técnico, con un caudal volumétrico de aire previsible superior a 750 m<sup>3</sup>/h. Para las instalaciones que operan con un caudal por debajo de 750 m<sup>3</sup>/h se deberá consultar a un prescriptor técnico para el cálculo.

Para las instalaciones que operan con menos de 750 m<sup>3</sup>/h, es decir, generalmente el ámbito de las viviendas uni y bifamiliares, el caudal volumétrico suele determinarse en función de la tasa horaria de renovación con aire exterior. Esta tasa es de aprox. 0,4 - 0,8 renovaciones de aire por hora. Esto significa que, para un volumen del edificio de 400 m<sup>3</sup>, con una tasa de horaria de renovación con aire exterior de 0,5 la instalación debe garantizar un caudal volumétrico de 200 m<sup>3</sup>/h.



El caudal de aire máximo posible viene determinado por la unidad de ventilación utilizada. La información pertinente se puede encontrar en las fichas técnicas de las unidades de ventilación.

La dimensión adecuada del tubo debe seleccionarse en función del caudal volumétrico máximo de aire y del campo de aplicación dentro de la instalación L-EWT prevista. La velocidad de flujo máxima varía en función del campo de aplicación. Al seleccionar la dimensión hay que tener en cuenta que la pérdida de carga aumenta con la velocidad del caudal. Como se puede apreciar en la fórmula siguiente, el aumento no es lineal sino cuadrático, por lo que un aumento de la velocidad tiene un efecto desproporcionado sobre la pérdida de carga.

$$\Delta p = \zeta \times \rho / 2 \times \omega^2, \text{ con } \omega = (V/3600) / (\pi/4 \times d_i^2)$$

$\Delta p$ =	Pérdida de presión [Pa]
$\rho$ =	Densidad [kg/m <sup>3</sup> ]
$\omega$ =	Velocidad [m/s]
$V$ =	Caudal [m <sup>3</sup> /h]
$d_i$ =	Diámetro interior del tubo [m]
$\zeta$ =	Coefficiente de pérdida de carga

Especialmente en el caso de los sistemas ramificados puede resultar aconsejable aceptar mayores pérdidas de carga en determinados ámbitos por razones de rentabilidad. En este tipo de sistemas hay que distinguir entre dos tipos de uso de los tubos L-EWT:

- Los tubos cuya función principal es la transferencia de calor (tubos intercambiadores de calor) deben estar diseñados para una transferencia de calor y una velocidad de flujo óptimas.
- Los tubos cuya finalidad principal es conducir el aire desde la aspiración hasta la distribución y desde el colector hasta el recinto del edificio (tubos de distribución) pueden diseñarse para una velocidad de flujo ligeramente mayor, ya que de lo contrario las dimensiones se vuelven innecesariamente grandes.

#### Tubos intercambiadores de calor

Para garantizar un intercambio de calor óptimo entre el terreno y el aire, la velocidad debe situarse entre 2 y 3 m/s. A estas velocidades del aire en el tubo se dan unas relaciones óptimas entre el tiempo de permanencia del aire en el tubo, la pérdida de carga dependiente de la velocidad de flujo y el coeficiente de transferencia de calor  $\alpha_{\text{interior}}$ . Debe evitarse una velocidad inferior a 1 m/s, debido a que la transferencia de calor es significativamente menor, al igual que una velocidad superior a 4 m/s, ya que esto acorta significativamente el tiempo de permanencia de y aumenta la pérdida de carga.

Para su uso como tubo intercambiador de calor se recomiendan dimensiones de hasta DN 315. Para dimensiones superiores a DN 315, la utilización como tubo intercambiador de calor solo es razonable de forma limitada en casos aislados, ya que la relación superficie/volumen tiene un efecto muy desfavorable sobre la transferencia de calor. Además, los costes de producción e instalación aumentan en el caso de los tubos de mayores dimensiones, por lo que también hay que tener en cuenta los aspectos económicos.

#### Tubo de distribución

En los sistemas multitubo (baterías), es necesario conducir caudales volumétricos de aire relativamente grandes desde la aspiración hasta la distribución en el colector y, tras recorrer el tubo intercambiador de calor, desde el colector hasta el edificio. El objetivo central no es el intercambio de calor, sino el transporte del mayor volumen de aire posible. Por ello se prestan para este caso de aplicación las dimensiones de tubo especialmente grandes.

Dado que un aumento de la dimensión también puede suponer un aumento de los costes, está justificado económicamente aplicar velocidades de flujo ligeramente mayores. La velocidad máxima en los tubos debe situarse en 5 - 7 m/s. Debe evitarse una velocidad superior a 7 m/s en los componentes, ya que esto puede provocar la formación de ruidos y la transmisión de ruido de impacto dentro de la instalación L-EWT.

La tabla siguiente refleja los caudales volumétricos redondeados para la velocidad de flujo correspondiente en el intercambiador de calor o el tubo de distribución. Adicionalmente se señalan las dimensiones de tubo adecuadas con condicionantes para cada campo de aplicación.

Dimensión tubo DN	Tubo intercambiador de calor		Tubo distribuidor	
	V en m <sup>3</sup> /h para 2 m/s	V en m <sup>3</sup> /h para 3 m/s	V en m <sup>3</sup> /h para 5 m/s	V en m <sup>3</sup> /h para 7 m/s <sup>1)</sup>
DN 200	200	300	inadecuado	inadecuado
DN 250	300	450	750 <sup>2)</sup>	1.050 <sup>2)</sup>
DN 315	500	750	1.200	1.700
DN 400	800 <sup>2)</sup>	1.200 <sup>2)</sup>	2.000	2.750
DN 500	1.250 <sup>2)</sup>	1.850 <sup>2)</sup>	3.000	4.300
DN 630	inadecuado	inadecuado	4.800	6.700
DN/ID 700 <sup>3)</sup>	inadecuado	inadecuado	7.000	9.700
DN/ID 800 <sup>3)</sup>	inadecuado	inadecuado	9.000	12.700
DN/ID 1000 <sup>3)</sup>	inadecuado	inadecuado	14.000	19.800
DN/ID 1200 <sup>3)</sup>	inadecuado	inadecuado	20.000	28.500

Tab. 07-2 Caudales volumétricos de aire

<sup>1)</sup> Debido a la posible formación de ruido no se deben superar los caudales volumétricos especificados y, en su lugar, se debe seleccionar la dimensión siguiente

<sup>2)</sup> Estas dimensiones solo son adecuadas con condicionantes para la aplicación especificada

<sup>3)</sup> Para obtener información sobre los componentes de estas dimensiones de la gama de productos, consultar la documentación correspondiente

### 07.02.04 Profundidad de colocación

La profundidad de colocación afecta al rendimiento del sistema L-EWT independientemente de las características del suelo. A medida que aumenta la profundidad no solo aumenta la temperatura media, sino que también se reduce la amplitud de la fluctuación estacional de la temperatura. Esto conduce a un nivel de temperatura más favorable para el funcionamiento de la instalación. A mayor profundidad, mayor es el rendimiento obtenible. Sin embargo, esto no ocurre de forma lineal, sino logarítmica hasta un valor límite. Por lo tanto, desde un punto de vista económico, debe sopesarse la necesidad de excavación adicional y los costes asociados a ella con la ganancia de rendimiento de la instalación. Las especificaciones de diseño, como las acometidas o la integración de descargas de condensados, también pueden influir en la profundidad máxima o mínima de colocación. En consecuencia debe estudiarse una profundidad de colocación óptima para la instalación en su conjunto durante la fase de diseño. Dependiendo del tipo de uso, para calefacción o refrigeración, el tipo de suelo y el clima, la profundidad óptima de colocación de una instalación L-EWT suele variar entre 1,5 - 3 m, con respecto a la generatriz inferior del tubo. El relleno mínimo con respecto a la generatriz inferior del tubo no debe ser inferior a 1,00 m cuando la instalación se realiza debajo de superficies no edificadas.



Una instalación prevista a una profundidad de 3 m a partir de la generatriz superior del tubo requiere un estudio estático.

### 07.02.05 Tipo de colocación

El tipo de instalación de las instalaciones L-EWT depende esencialmente del caudal volumétrico máximo de aire y de la disponibilidad local de espacio. Se distingue entre la instalación monotubo y la instalación multitubo (batería). El tipo de instalación queda definido mediante la posición del tubo intercambiador de calor. En los sistemas monotubo hay un solo tramo de tubo intercambiador de calor, mientras que en los sistemas multitubo hay varios tramos de tubo intercambiador de calor.

Los sistemas monotubo se utilizan sobre todo en viviendas uni y bifamiliares. Los caudales volumétricos máximos de aire que se dan en este ámbito suelen ser inferiores a 750 m<sup>3</sup>/h. Al mismo tiempo, al instalar un único tubo a menudo se pueden aprovechar las sinergias con los movimientos de tierras que se van a realizar de todos modos, lo que reduce considerablemente los costes de la instalación. Con un caudal volumétrico de aire superior a 750 m<sup>3</sup>/h, el uso de un sistema monotubo ya no es ideal desde el punto de vista energético. El condensado puede evacuarse mediante una descarga de condensados ubicada en el edificio o mediante un pozo para descarga de condensados instalado en el exterior. Desde el punto de vista higiénico es preferible una descarga de condensados situada en la casa, ya que se puede revisar y limpiar fácilmente cuando es necesario. En el caso de tramos de tubo muy largos o de particularidades derivadas de la ubicación puede ser necesario planificar pozos de registro adicionales en el tramo.

Si se prevén caudales volumétricos superiores a 750 m<sup>3</sup>/h es razonable desde el punto de vista energético tender un sistema multitubo. Estas instalaciones suelen realizarse en superficies separadas. Por consiguiente resulta difícil aprovechar los efectos de sinergia con las obras que se van a llevar a cabo de todos modos.

Los sistemas multitubo constan básicamente de al menos dos dimensiones de tuberías diferentes. La dimensión de tubo más grande se utiliza para conducir el aire hasta el colector o para transportarlo desde el colector hasta la instalación de ventilación del edificio. El tubo más pequeño que discurre entre el distribuidor y el colector actúa como tubo intercambiador de calor. En los sistemas multitubo es necesario prever al menos dos unidades para evacuar y recoger el condensado. Debido a la disposición mayormente central de las salidas de los tubos en el colector, el condensado que se forma en la zona del distribuidor no puede evacuarse mediante el tubo intercambiador de calor. Por lo tanto se debe instalar una descarga de condensados tanto en el ámbito del distribuidor como el del colector. Debe tenerse en cuenta tanto en la planificación y ejecución de las salidas como en la planificación y ejecución de los registros, la accesibilidad para cualquier eventual actuación de limpieza necesaria.

### 07.02.06 Longitud del tubo

La longitud del tubo de una instalación L-EWT está directamente relacionada con el rendimiento alcanzable y con la pérdida de carga del sistema. En función del caudal volumétrico, la longitud del tubo determina el tiempo que tiene disponible el aire para la transferencia de calor entre el terreno y el aire. Los procesos de conducción térmica descritos en el apdo. 07.01 desempeñan aquí un papel especial. La longitud y la dimensión del tubo determinan juntas la superficie disponible para el intercambio de calor. En la admisión de aire del L-EWT la diferencia de temperaturas entre el terreno y el aire aspirado es máxima. Esto tiene un efecto directo sobre la transferencia de calor desde el terreno al aire, que por consiguiente es mayor en la entrada de aire del tubo, como demuestra la fórmula siguiente.

$$Q = V \times \rho_L \times c_p \times (u_1 - u_2)$$

$$Q = \text{Potencia [kW]}$$

$$V = \text{Caudal volumétrico nominal máximo [m}^3/\text{h]}$$

$$c_p = \text{Calor específico [kJ/kg K]}$$

$$\rho_L = \text{Densidad del aire [kg/m}^3\text{]}$$

$$u_i = \text{Temperatura de entrada / salida}$$

Cuanto más largo es el tubo, menor es el rendimiento obtenido por metro de tubo (ver también el gráfico del anexo).

La razón principal de la disminución del rendimiento es la caída de la diferencia de temperaturas.

Cuanto más tiempo permanece el aire en el tubo, más calor puede absorber del entorno o cederlo a éste. En un L-EWT infinitamente largo esto conduce al supuesto teórico que la temperatura del aire alcanza la temperatura del terreno. Como puede apreciarse en el gráfico, la relación entre el rendimiento alcanzado y la longitud del tubo disminuye a medida que aumenta la longitud;

sin embargo, al mismo tiempo, los costes de inversión siguen aumentando linealmente.

Por lo tanto es necesario encontrar un compromiso óptimo entre la longitud del L-EWT, por una parte, y el rendimiento resultante y los costes que se deben asumir para esta longitud, por otra. En la práctica, ha demostrado ser económicamente razonable una longitud de tubo de intercambiador de calor de aprox. 30 a 50 m. Por supuesto, las longitudes de tubo que se desvían de este valor también pueden resultar razonables para proyectos específicos.

### 07.02.07 Cálculo de la cantidad de condensados

Por regla general, la condensación se produce cuando la temperatura exterior del aire se enfría hasta tal punto que se alcanza el estado de saturación. La cantidad de condensado producido puede determinarse mediante el cambio en el contenido absoluto de agua del aire, que se obtiene del diagrama P-h (diagrama de Mollier). El cálculo se realiza mediante la siguiente fórmula:

$$\begin{aligned} m_{\text{cond}} &= m_{\text{aire}} \times (X_{\text{ICAT,conec}} - X_{\text{ICAT,desc}}) \\ m_{\text{cond}} &= \text{Caudal másico de condensado [kg/s]} \\ m_{\text{aire}} &= \text{Caudal másico de aire en el L-EWT [kg/s]} \\ X_{\text{LEWT,conec}} &= \text{humedad absoluta a la entrada del} \\ &\quad \text{L-EWT} \\ &\quad [\text{kg}_{\text{H}_2\text{O}} / \text{kg}_{\text{aire}}] \\ X_{\text{ICAT,desc}} &= \text{humedad absoluta a la salida del L-EWT} \\ &\quad [\text{kg}_{\text{H}_2\text{O}} / \text{kg}_{\text{aire}}] \end{aligned}$$

Los cambios de estado del aire húmedo pueden leerse en el diagrama P-h. A continuación, se muestra un ejemplo de cálculo en el que se calcula la posible formación de condensado durante una hora. Debe tenerse en cuenta que el resultado no puede extrapolarse al tiempo de funcionamiento, sino que sólo representa la cantidad de condensado producida para estas condiciones. Debe tenerse en cuenta cada hora individual para determinar la cantidad exacta de condensado producido.



La cantidad de aire afectada por la pérdida de condensado sólo puede cuantificarse hasta cierto punto. Cada tipo de cálculo de acumulación de condensado se basa en datos del pasado. La cantidad real de condensación puede desviarse mucho de los valores calculados debido a la fluctuación temporal de los parámetros in situ.

#### Ejemplo de cálculo:

$$\text{Caudal volumétrico de aire: } 200 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\text{Temperatura del aire Conec: } 30 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\text{Temperatura del aire Desc: } 19 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\text{Densidad del aire: } 1,20 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Humedad relativa Entrada: } 65 \%$$

A partir del diagrama P-h se puede determinar el contenido de agua  $\chi_{\text{ICAT}}$  del aire a 30 °C y con el 65 % de humedad. Como puede apreciarse en el diagrama ofrecido a modo de ejemplo, se sitúa en 17,4 g/kg.

Partiendo de este extremo, la temperatura del punto de rocío se determina trazando la vertical sobre la temperatura de bulbo húmedo.

El punto de rocío determinado de esta forma es de 22,7 °C. Si se produce un descenso de temperatura inferior dentro de la L-EWT, debe precipitarse condensado para que pueda producirse un mayor enfriamiento, como puede verse en el diagrama de ejemplo.

Para determinar el contenido de agua  $\chi_{\text{LEWT,desc}}$  se sigue la línea del bulbo húmedo hasta la temperatura del aire a la salida. A una temperatura de 19 °C y con una humedad del 100 % se obtiene un contenido de agua de 13,7 g/kg.

Si se sustituyen ahora en la fórmula anterior los valores obtenidos el resultado es:

$$m_{\text{cond}} = 1,20 \times 200 \times (0,0174 - 0,0137)$$

$$m_{\text{cond}} = 0,888 \text{ [kg/h]}$$

## 07.03 Soporte para la planificación

REHAU es un partner competente, que le acompaña desde el primer diseño aproximado hasta la planificación detallada, le presta asistencia para los cálculos estáticos y proporciona capacitación para el personal en obra.

### 07.03.01 Soporte para la planificación con REHAU GAHED

Para calcular las instalaciones L-EWT REHAU utiliza la herramienta de diseño especialmente desarrollada Ground Air Heat Exchanger Designer (abreviado GAHED). Considera los parámetros comentados en los apdos. 07.01 y 07.02 y valida continuamente con datos reales. Esto permite prever una aproximación mejor de los resultados calculados a las condiciones reales.

Los datos indicados en el formulario del proyecto (ver el anexo) se utilizan para la entrada de datos del programa. Los datos individuales utilizados en el cálculo son:

- Instalación junto al edificio o debajo de éste
- Dimensión del tubo intercambiador de calor y, eventualmente, del tubo de distribución (se determina en función del caudal volumétrico)
- Número de tubos intercambiadores de calor y separación entre ellos en el caso de un tendido en forma de batería
- Profundidad de colocación
- Distancia hasta la losa de cimentación cuando hay una construcción sobre el tubo
- Temperatura en el edificio, por encima de la losa de cimentación, cuando hay una construcción sobre el tubo
- Valor U de la losa de cimentación
- Caudal volumétrico máximo
- Eventualmente datos sobre un bypass
- Datos extraídos de un registro extenso de datos meteorológicos
- Datos del suelo
- Longitud posible cuando el espacio disponible es limitado (cálculo del rendimiento térmico y de las temperaturas de salida)
- Temperaturas de salida deseadas en los modos calefacción y/o refrigeración (cálculo de la longitud necesaria y del rendimiento térmico asociado a ésta)
- Plano de ventilación, con la posibilidad de aplicar caudales volumétricos horarios expresados en décimas de caudal volumétrico máximo

## 08 Normas y reglamentos

ATV-DVWK-A 127

Diseño estructural de canalizaciones y tuberías de saneamiento

DIN 1045

Estructuras de hormigón, hormigón armado y hormigón pretensado

DIN 18125

Subsuelo, análisis de muestras de suelo - Determinación de la densidad del suelo

DIN 18127

Ensayos de Proctor

DIN 1946-6

Ventilación de viviendas

UNE EN 16798

Ventilación de edificios

UNE EN 1610

Instalación y pruebas de acometidas y redes de saneamiento

DVS 2207-11

Soldadura de termoplásticos - Soldadura con resistencia de tubos, secciones de tubos y paneles de PP

ISO 10993

Evaluación biológica de productos sanitarios

VDI 3803

Sistemas de ventilación – Requisitos constructivos y técnicos

VDI 4640

Aprovechamiento térmico del subsuelo

VDI 6022 Hoja 1

Sistemas de ventilación y aire acondicionado, calidad del aire ambiental – Requisitos de higiene para los sistemas y aparatos de ventilación (Reglas de ventilación de VDI)

VDI 6022 Hoja 4

Sistemas de ventilación y aire acondicionado, calidad del aire ambiental – Cualificación del personal para los controles de higiene, las inspecciones de higiene y la evaluación de la calidad del aire interior

UNE EN ISO 16890

Filtros de aire utilizados en ventilación general

# Anexo

## Diagramas

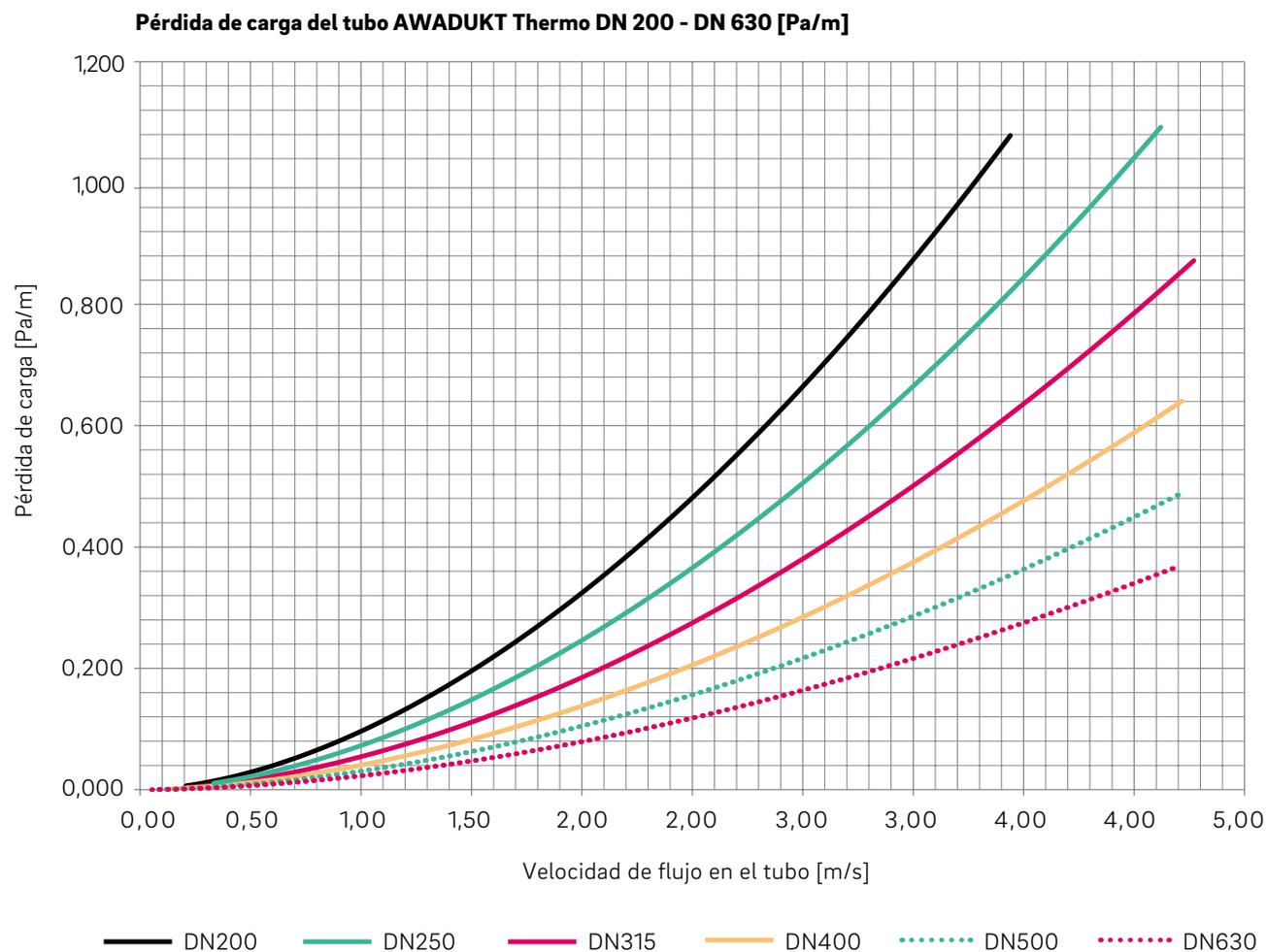


Fig. 08-1 Pérdida de carga del tubo AWADUKT Thermo DN 200 - DN 630 [Pa/m]

Fig. 08-2 Influencia del caudal volumétrico

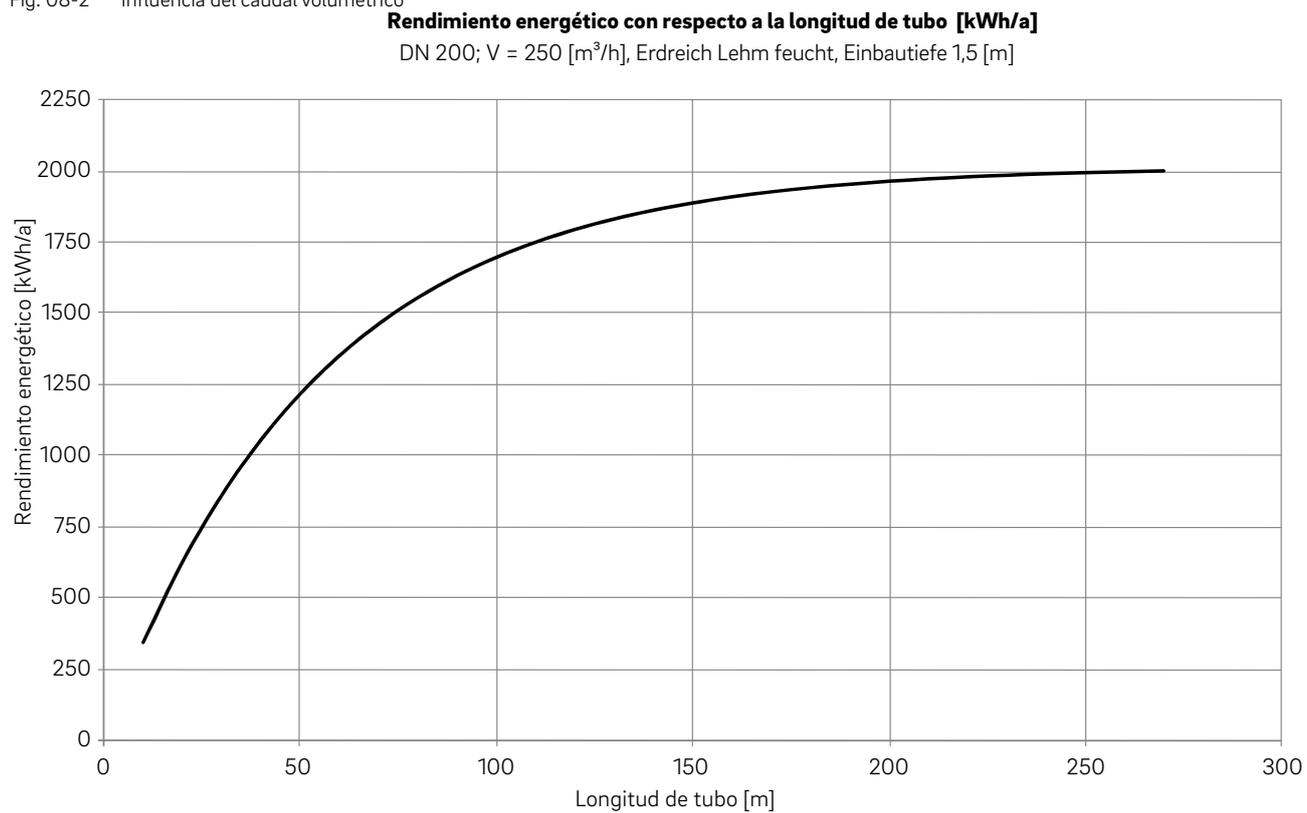


Fig. 08-3 Rendimiento energético con respecto a la longitud de tubo

**Pérdida de carga de la torre de aspiración con filtro ISO ePM10**

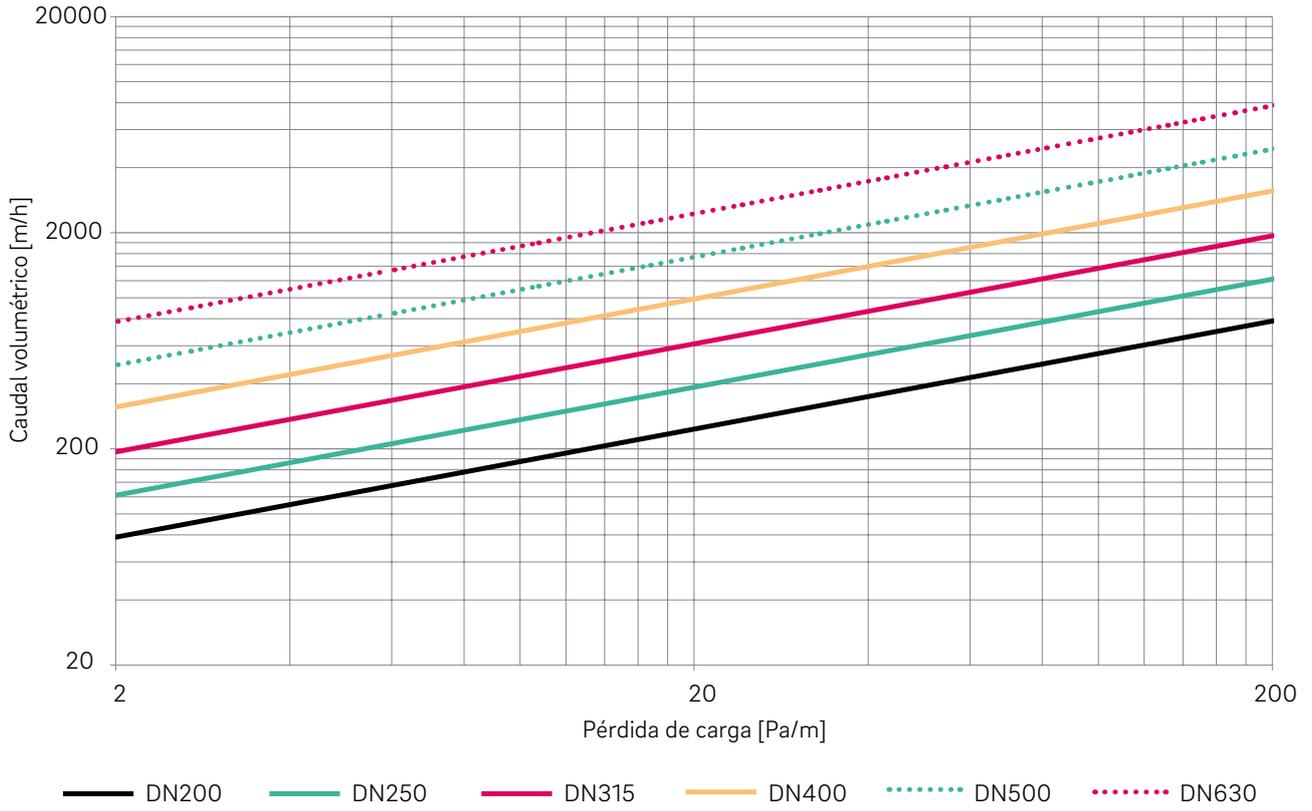


Fig. 08-4 Pérdida de carga de la torre de aspiración con filtro ISO ePM<sub>10</sub>

**Pérdida de carga de la torre aspiración con filtro ISO coarse**

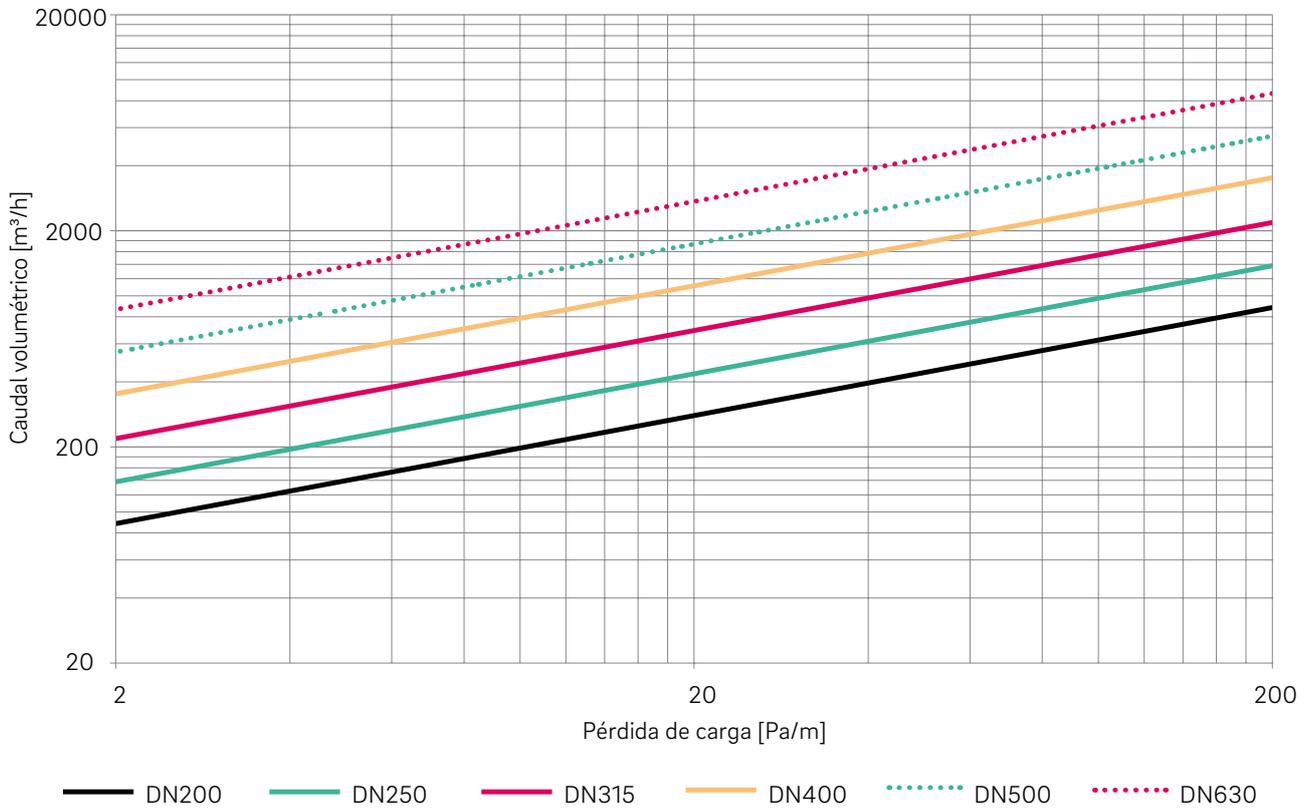


Fig. 08-5 Pérdida de carga de la torre aspiración con filtro ISO coarse

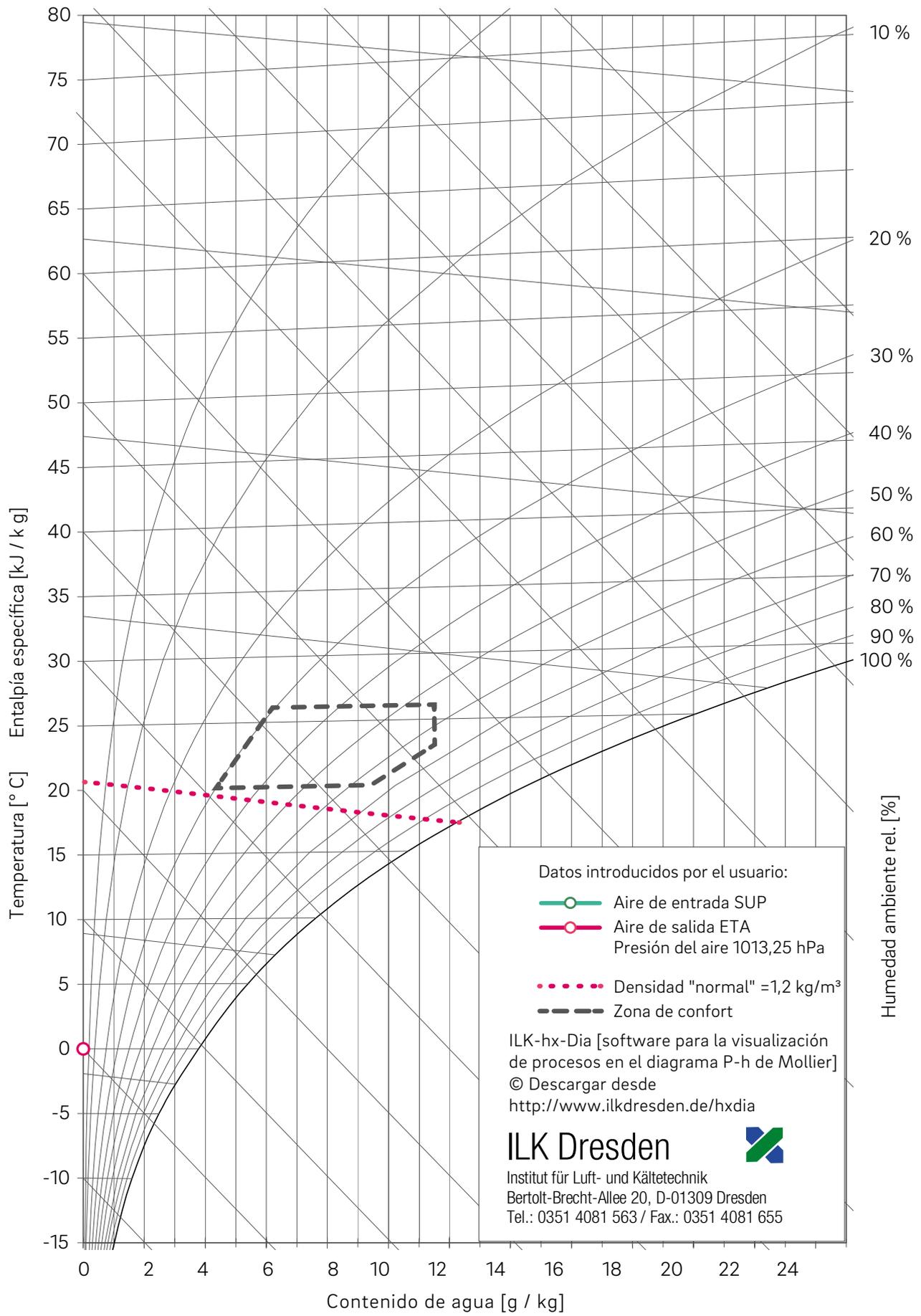


Fig. 08-6 Influencia del caudal volumétrico

## Dimensiones

## Torre de aspiración

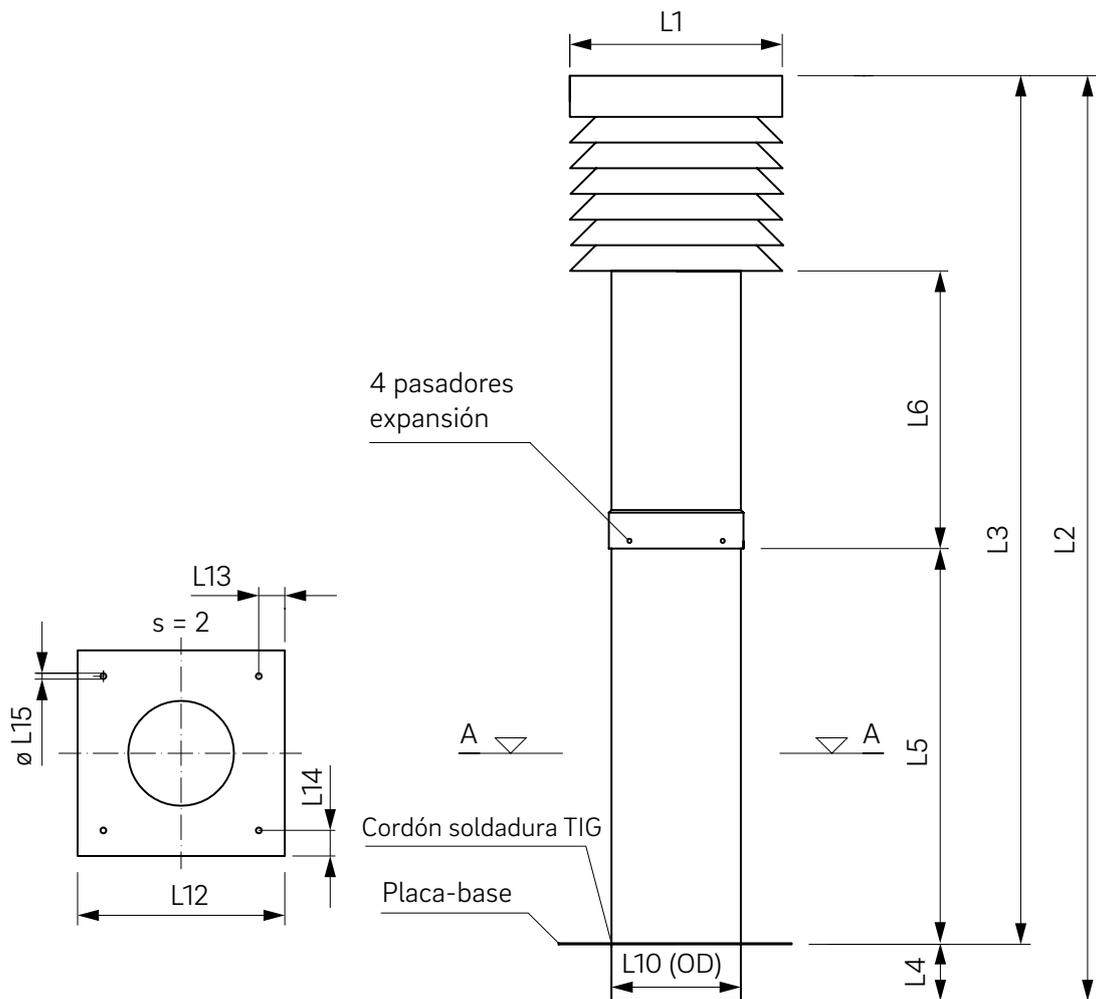


Fig. 08-7 Torre de aspiración

Núm. material	Dimensión	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L10	L12	L13	L14	L15
11701881003	DN200	360	1720	1640	80	920	390	200	400	50	50	11,5
11704081003	DN250	410	1800	1690	110	770	540	250	450	50	50	11,5
11704181003	DN315	475	1860	1740	120	775	535	315	515	50	50	11,5
11704281003	DN400	620	2120	1970	150	870	440	400	600	50	50	11,5
11704381003	DN500	720	2230	2050	180	900	410	500	700	50	50	11,5
13529221001	DN630	850	2330	2150	180	950	360	630	830	50	50	11,5

Tab. 08-1 Dimensiones de la torre de aspiración

### Descarga de condensados S DN 200 - DN 315

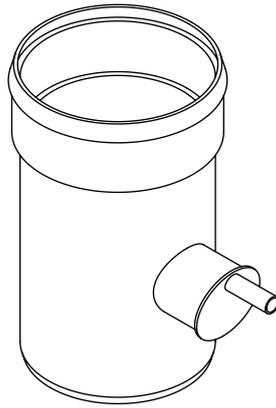


Fig. 08-8 Descarga de condensados S DN 200 - DN 315

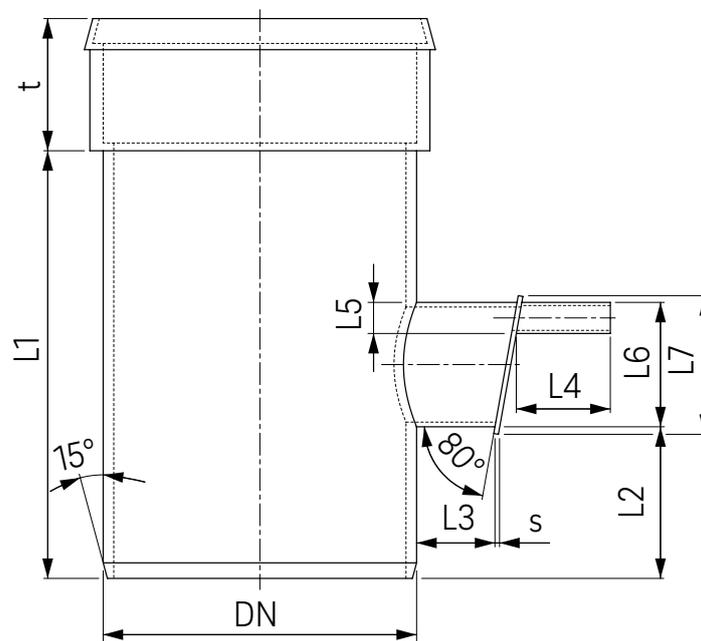


Fig. 08-9 Descarga de condensados S DN 200 - DN 315

Núm. material	Dimensión	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	t	s
12277551003	200	485	130	100	120	40	160	180	101	10
12277651003	250	485	170	100	120	40	160	180	135	10
12277751003	315	550	195	100	120	40	160	180	145	10

Tab. 08-2 Dimensiones descarga de condensados S DN 200 - DN 315

### Descarga de condensados S DN 400 - DN 630

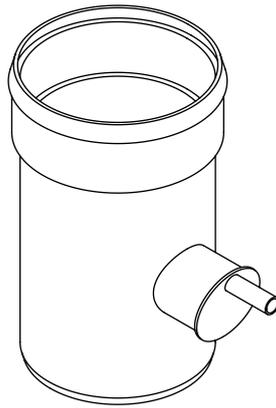


Fig. 08-10 Descarga de condensados S DN 400 - DN 630

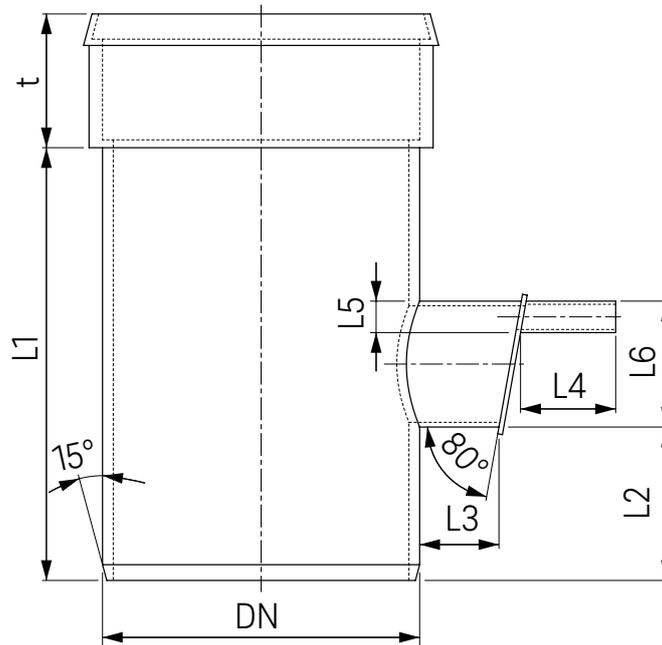


Fig. 08-11 Descarga de condensados S DN 400 - DN 630

Núm. material	Dimensión	L1	L2	L3	L4	L5	L6	t
12298451003	400	550	195	100	120	40	160	170
12298551003	500	550	230	100	120	40	160	195
12183691003	630	600	250	100	120	40	160	215

Tab. 08-3 Dimensiones descarga de condensados S DN 400-DN 630

Descarga de condensados R DN 200 - DN 315

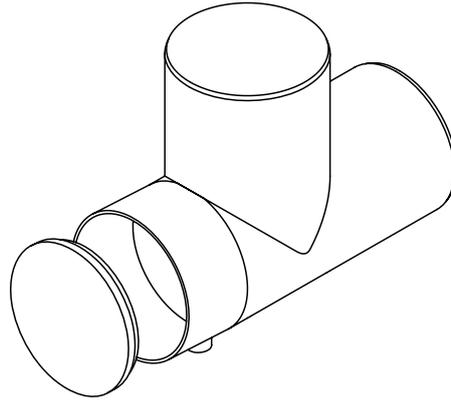


Fig. 08-12 Descarga de condensados R DN 200 - DN 315

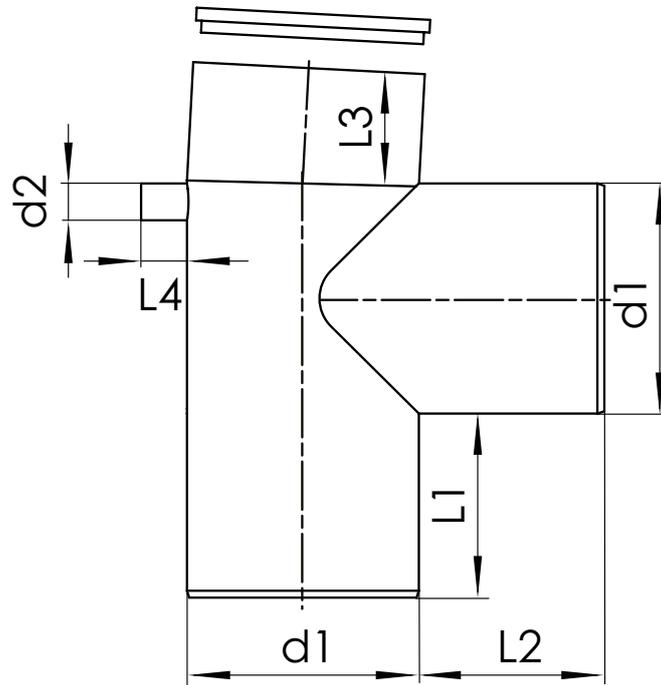


Fig. 08-13 Descarga de condensados R DN 200 - DN 315

DN	d1	d2	L1	L2	L3	L4
200	200	40	155	150	100	50
250	250	40	200	200	122	50
315	315	40	252	253	150	50

Tab. 08-4 Dimensiones DN 200 - DN 315

### Descarga de condensados R DN 400 - DN 630

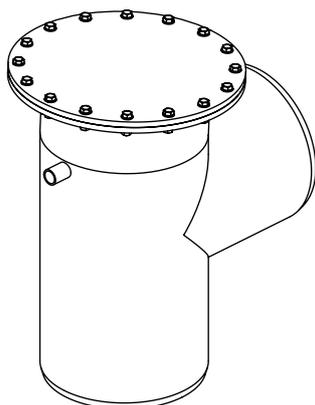


Fig. 08-14 Descarga de condensados R Awadukt Thermo (DN 400 - DN 630)

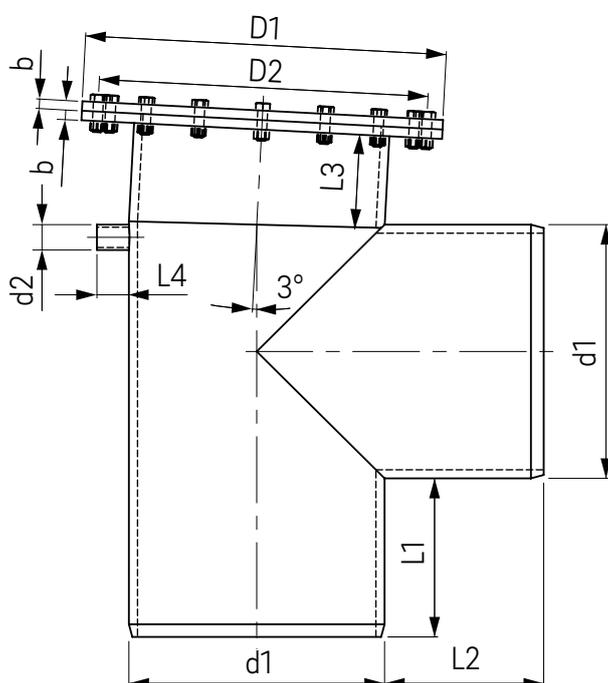


Fig. 08-15 Descarga de condensados R Awadukt Thermo (DN400 - DN 630)

DN	d1	d2	D1	D2	L1	L2	L3	L4	b
400	400	40	565	515	250	249	150	50	15
500	500	40	670	620	278	275	220	50	15
630	630	40	800	730	300	300	250	50	15

Tab. 08-5 Dimensiones descarga de condensados R DN 400 - 630

Pozo para descarga de condensados DN 315

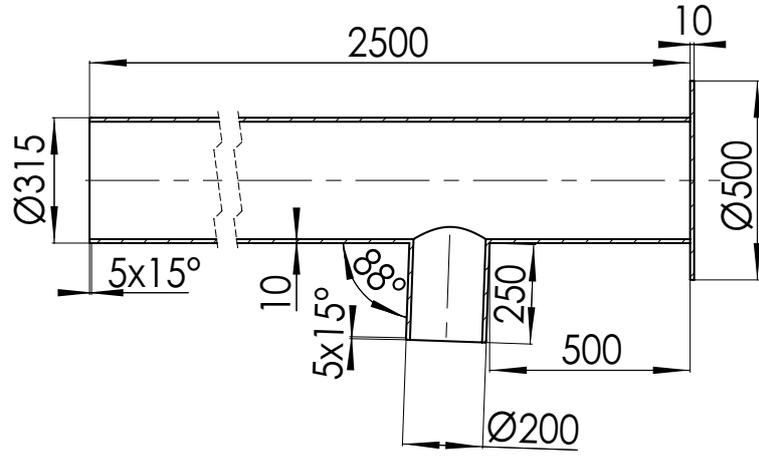


Fig. 08-16 Pozo para descarga de condensados DN 315

### Instalación torre de aspiración con derivación simple

Según el sentido de flujo del aire

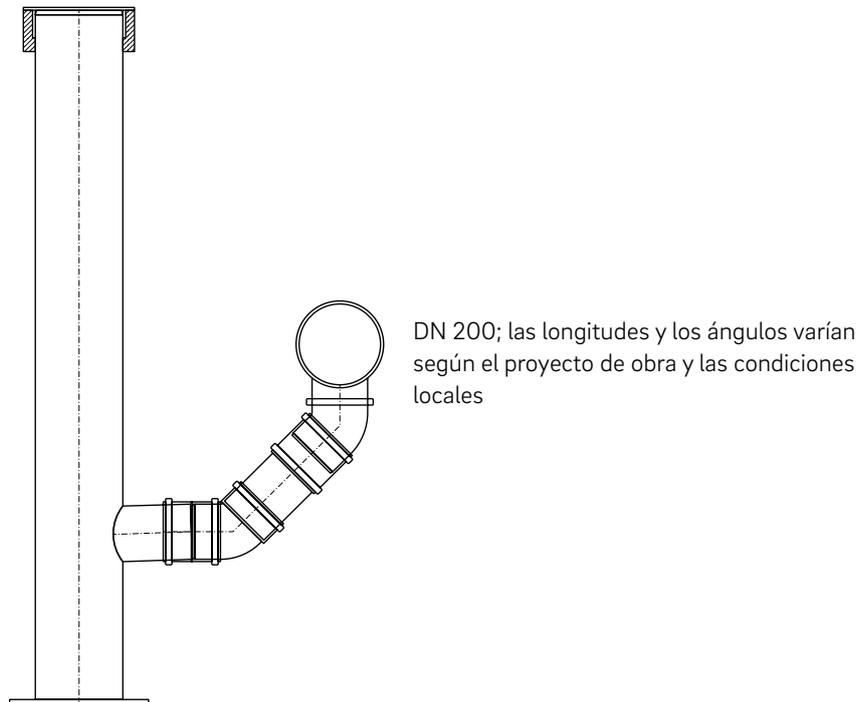


Fig. 08-17 Derivación simple, mostrada en la dirección de flujo del aire

Vista superior

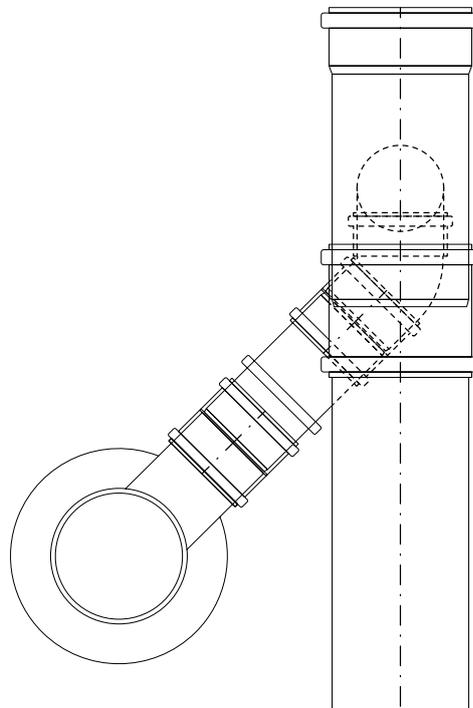


Fig. 08-18 Derivación simple, vista superior

**Instalación junto a la torre de aspiración**

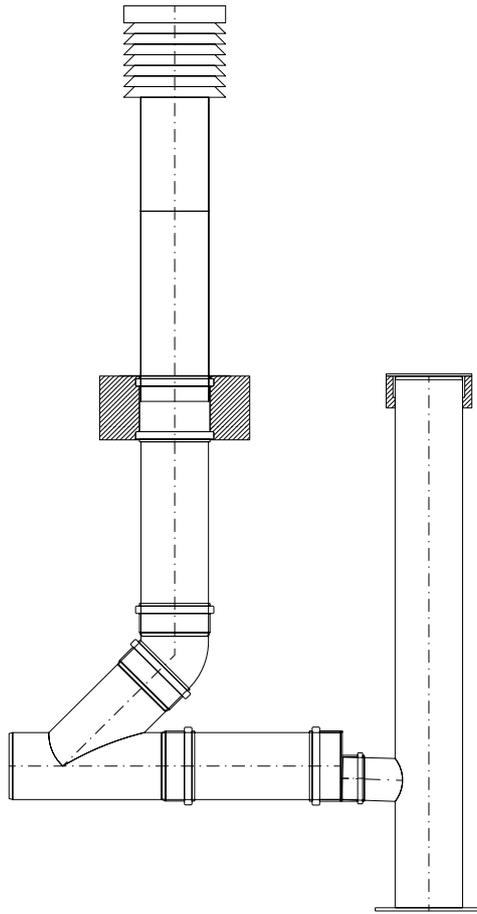


Fig. 08-19 Pozo para descarga de condensados directamente junto a la torre de aspiración

**Instalación en el distribuidor**

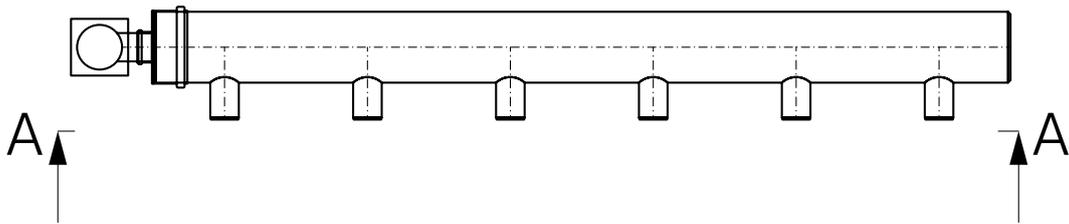


Fig. 08-20 Vista superior

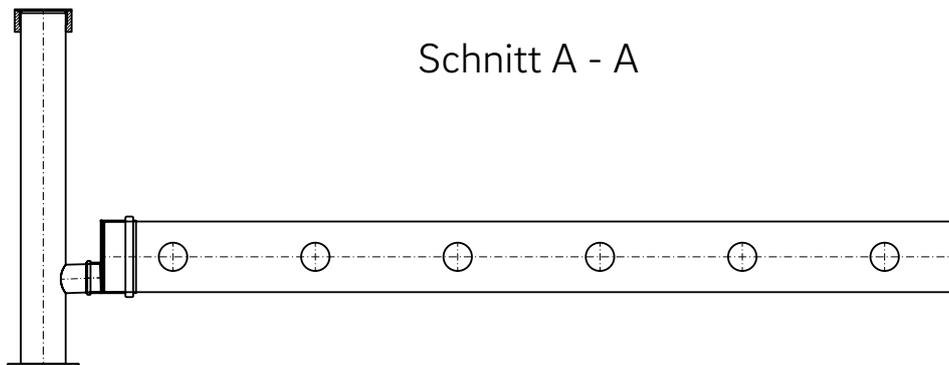
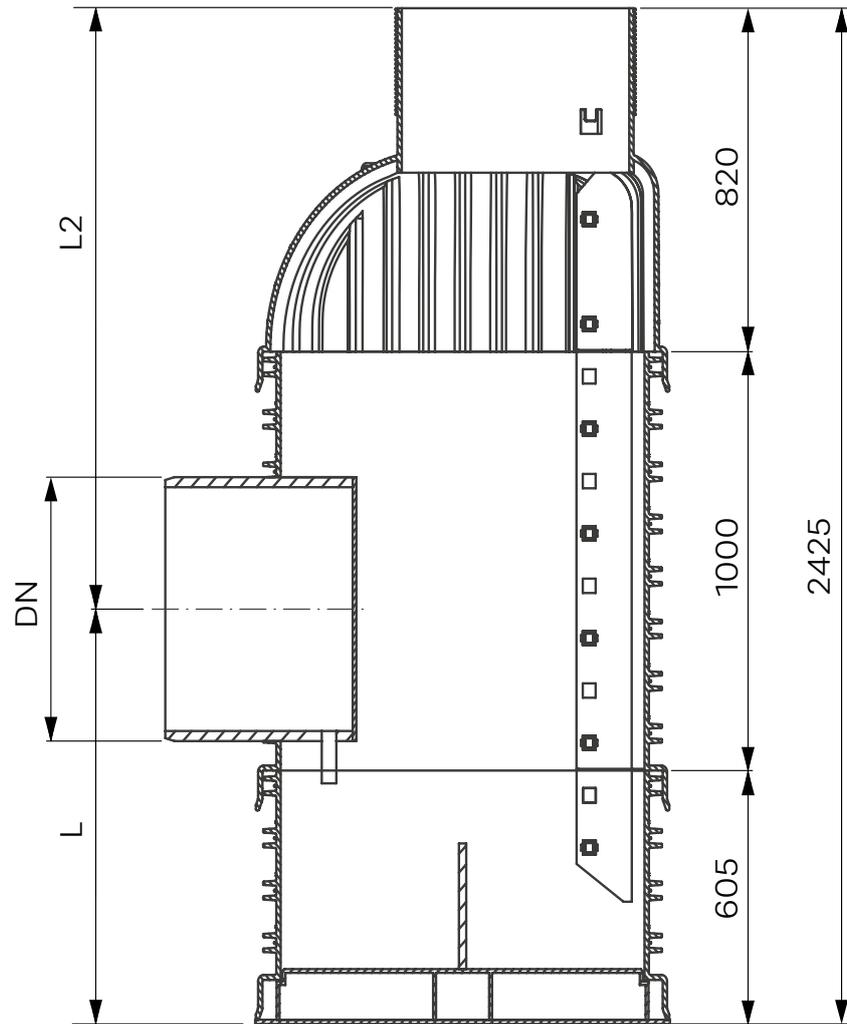


Fig. 08-21 Sección A - A de la fig. 5-23

## Pozo de registro DN 1000



N.º mat.	DN/OD Conexión mm	DN/ID Conexión mm	L mm	L2 mm
11049681001	400		1000	1425
11049691001	500		950	1475
11049701001	630		990	1435
110497110001		700	1078	1347

Disposición de prueba (corte para la prueba de estanquidad)

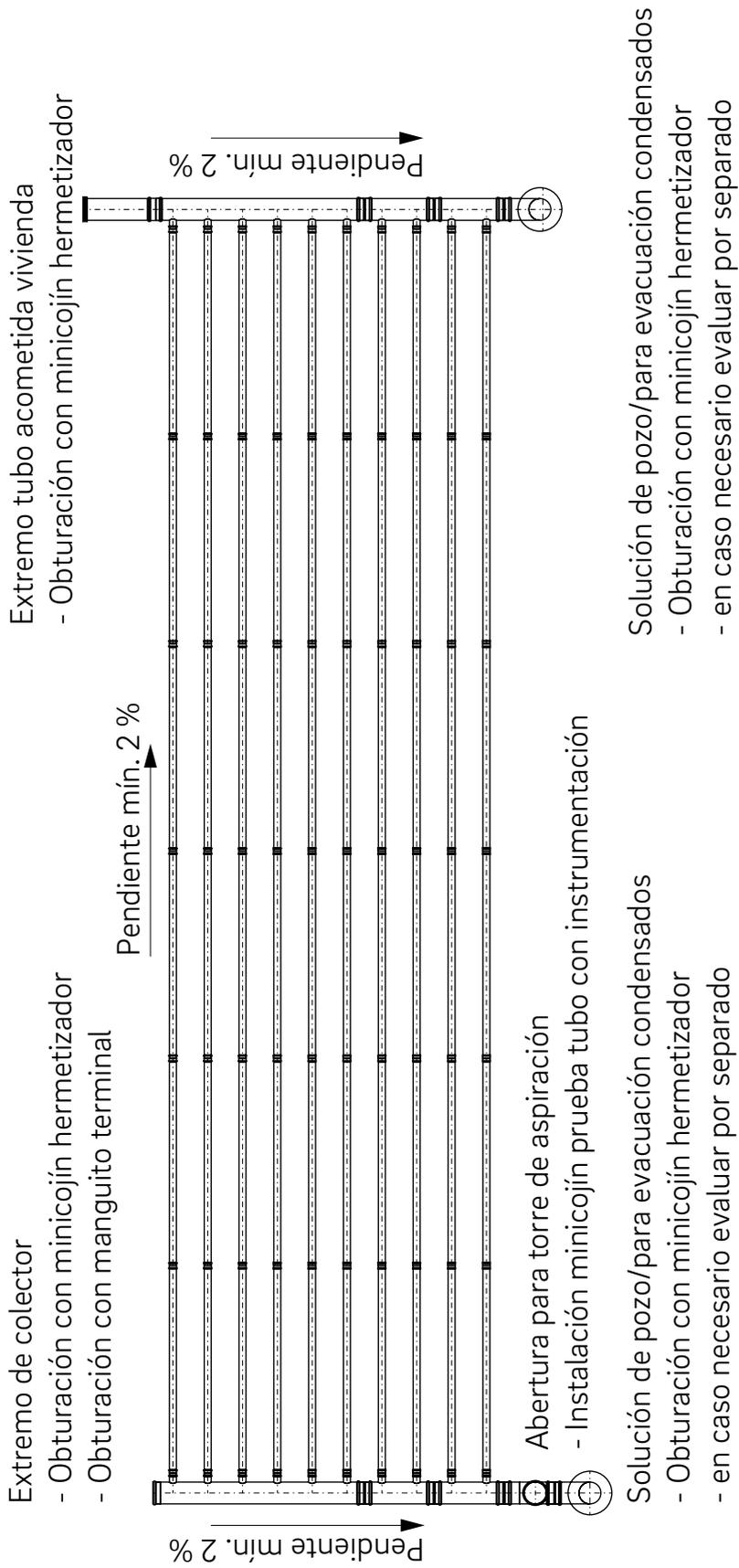


Fig. 08-22 Disposición de prueba (corte para la prueba de estanquidad)

# Formulario del proyecto de intercambiador geotérmico aire-tierra

## Por favor, rellénelo y envíelo a su delegado REHAU.

Tenga por favor en cuenta que nuestro asesoramiento y nuestro proyecto de diseño se basan en los datos que nos facilita y en los reglamentos técnicos aplicables. Compruebe por favor en la documentación que los datos y resultados coinciden con los resultados de su proyecto. Rogamos tener en cuenta que se deben observar las especificaciones de nuestras informaciones técnicas actuales correspondientes a los productos empleados. Los servicios de proyectado incluidos con el presente escrito se le prestan a usted sin cargo y están sujetos a nuestras Condiciones de entrega y pago, que puede consultar bajo <http://www.rehau.de/lzb>.

### Proyecto de obra:

Empresa: \_\_\_\_\_  
 Calle/número: \_\_\_\_\_  
 Población/CP: \_\_\_\_\_  
 Fase de proyectado:  Planificación preliminar/estimación de costes  Planificación de diseño  Planificación de la ejecución

### Datos del cliente:

Empresa: \_\_\_\_\_  
 Población/CP: \_\_\_\_\_  
 Tel./fax/e-mail: \_\_\_\_\_  
 Persona de contacto: \_\_\_\_\_  
 Instalador  Prescriptor técnico  Empresa constructora  Autoridades  Otros

Fecha tope de completación deseada: \_\_\_\_\_

### Edificio:

Ubicación del proyecto: \_\_\_\_\_  Ciudad  País  
 Uso del edificio (edificio de oficinas, hospital, edificio residencial, etc.): \_\_\_\_\_  
 Tiene sótano  sí  no

### Volumen del edificio y tasa de renovación del aire o caudal volumétrico de aire precisado:

Volumen del edificio: \_\_\_\_\_ m<sup>3</sup> Tasa de renovación del aire: 1/h \_\_\_\_\_  
 Caudal precisado: \_\_\_\_\_ m<sup>3</sup>/h

### Datos del suelo:

Tipo de suelo:  Arenas puras  Franco con pred. de arena  Arenas limosas  Franco normal  Franco con prop. red. arena  Franco con prop. red. arcilla  
 Humedad del suelo:  Limos arenosos  Franco con pred. de limo  Limos arcillosos  Arcillas limosas  Franco con pred. de arcilla  Otros \_\_\_\_\_  
 Humedad del suelo:  Hay presencia de aguas subterráneas Nivel de aguas freáticas: \_\_\_\_\_ m bajo rasante terreno

### Datos del suelo opcionales

Densidad del suelo: \_\_\_\_\_ kg/m<sup>3</sup> Conductividad térmica: \_\_\_\_\_ W/m K  
 Calor específico: \_\_\_\_\_ MJ/m<sup>3</sup>K

### Condiciones de colocación:

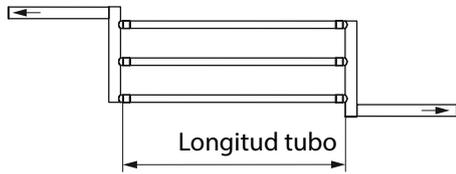
Prof. media de colocación (altura sobre gen. inf. tubo): \_\_\_\_\_ h [m]  
 Superficie disponible:\* \_\_\_\_\_ Longitud [m] \_\_\_\_\_ Anchura [m]

\* ¡Si está disponible, incluir un croquis o un dibujo CAD!

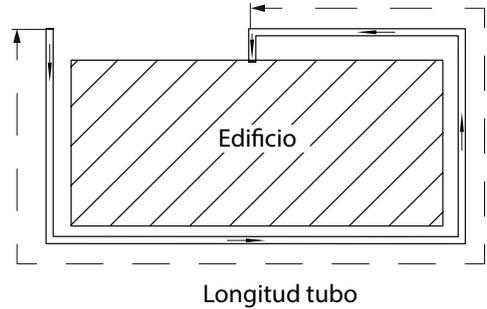
Tipo de colocación:  superficie libre  bajo superficie sellada  debajo del edificio  
 Tipo de sellado: \_\_\_\_\_  
 Temperatura interior del sótano: \_\_\_\_\_  
 Valor U: \_\_\_\_\_ Distancia a losa de cimentación: \_\_\_\_\_

**Tendido de tuberías deseado:**

Sistema de batería



Sistema anular



**Condiciones de dimensionamiento:**

- Invierno (precalentamiento del aire) Horas funcionamiento máx.: \_\_\_\_\_ h/d
- Verano (refrigeración por aire) Tipo de refrigeración: \_\_\_\_\_ Horas funcionamiento máx.: \_\_\_\_\_ h/d
- Hay prevista una conexión bvpas Temp. límite de calefacción: \_\_\_\_\_ °C Temp. límite de refrigeración: \_\_\_\_\_ °C
- Tolerancia: \_\_\_\_\_ K

**Opción de dimensionamiento 1:**

Cálculo de la longitud de el tubo para una temperatura del aire de entrada definida precisada (por ejemplo, en la entrada de un equipo de recuperación de calor)

- Precalentamiento del aire: \_\_\_\_\_ °C Temperatura del aire (para la unidad de recuperación de calor)
- Refrigeración del aire: \_\_\_\_\_ °C Temp. aire (para la unidad de recuperación calor)

Dimensionamiento estándar a 0 °C para el modo invernal hasta la temperatura del aire para la unidad de recuperación de calor (precalentamiento del aire)

**Posibilidad dimensionamiento 2:**

Cálculo de la temperatura del aire de entrada en función de una longitud de tubo definida

- Sistema de batería: Longitud de tubo personalizada – \_\_\_\_\_ m
- Longitud como se indica arriba: \_\_\_\_\_ m
- Número de tubos intercambiadores de calor (salidas): \_\_\_\_\_ ud.
- Sistema de batería: Longitud de tubo personalizada – \_\_\_\_\_ m
- Longitud como se indica arriba: \_\_\_\_\_ m
- Número de codos de 90°: \_\_\_\_\_ ud. Lado más largo: \_\_\_\_\_ m
- Lado más corto: \_\_\_\_\_ m

**Observaciones/indicaciones adicionales:**

Población, fecha

Preparado por: Sello / firma

# Glosario

## Aire de salida (ETA o AB)

El aire de salida es el aire que escapa libremente o es forzado a salir de un recinto. Cuando se contemplan recintos habitacionales, este aire de salida puede reutilizarse, por ejemplo, conduciéndolo a otros recintos como aire circulante o utilizando su energía térmica en un sistema de recuperación de calor o frío. En la norma UNE EN 16798 se clasifica en diferentes categorías según su grado de contaminación.

## Aire exterior (ODA o AU)

El aire exterior, uno de los tipos de aire contemplados en la tecnología de ventilación y aire acondicionado, es el aire aspirado del entorno. Es el aire que se da en la parte exterior del edificio. Se clasifica en la UNE EN 16798 en diferentes categorías en función de su grado de contaminación.

## Componente

En el contexto de esta información técnica, se entiende por un componente cualquier producto apto para conducir aire y que puede unirse a otro componente.

## Limpia con escoba

Es la descripción de una superficie limpiada con una escoba o un cepillo, que puede ser juzgada como limpia en una inspección visual. Los requerimientos detallados se pueden consultar en la VDI 6022 Hoja 1.

## Aire de escape (EHA o FO)

En la tecnología del aire acondicionado, el aire de escape es el que se expulsa al exterior. Esto implica que el aire ya no puede utilizarse para el acondicionamiento. Sin embargo se puede extraer antes energía del aire con un sistema de recuperación de calor o frío y devolverla al proceso. Se clasifica en la UNE EN 16798 en diferentes categorías en función de su grado de contaminación.

## Agua subterránea

Es el agua que llena sin interrupciones el subsuelo y que está sujeta a la fuerza de gravedad. Las aguas subterráneas se forman por la infiltración del agua de lluvia.

## Higiene

La higiene es la ciencia que estudia la prevención de las enfermedades y la conservación y consolidación de la salud.

## Coefficiente de rendimiento

El coeficiente de rendimiento  $\epsilon$  de un intercambiador geotérmico aire-tierra es la relación momentánea entre la potencia térmica entregada o absorbida y la potencia eléctrica absorbida, referida a un alcance de instalación determinado.

## Intercambiador térmico aire-tierra o intercambiador geotérmico aire-tierra (L-EWT)

EL L-EWT es un dispositivo para transferir energía térmica del terreno a un caudal másico de aire canalizado (modo de calefacción) o viceversa (modo de refrigeración).

## Higiene del aire

Es la parte de la higiene que se ocupa de las interacciones entre las personas y el aire que respiran determinantes para la salud y el bienestar.

## Tasa de renovación del aire

Describe la relación entre el caudal volumétrico por hora y el volumen de la unidad de uso o del recinto.

## Diámetro nominal DN

El diámetro nominal designa la clasificación del diámetro de un tubo, expresado en mm. Si no se precisa más se refiere al diámetro exterior del tubo. Para designar como diámetro nominal el diámetro interior se utiliza la abreviatura DN/ID.

## Agua pluvial

Es el agua depositada sobre la superficie de la Tierra por las precipitaciones, que posteriormente escurre o se infiltra en el suelo.

## Aire interior (IDA o RL)

En la tecnología del aire acondicionado, el aire interior es el aire contenido en los recintos de los edificios. En la norma UNE EN 16798 se clasifica diferentes categorías según las expectativas de calidad impuestas al aire.

## Instalación de ventilación

Es el conjunto de todos los elementos necesarios para una ventilación asistida por ventilador de los edificios. Incluye todos los componentes implicados, pero también las condiciones constructivas que permiten mejorar los parámetros del aire interior y los sistemas que utilizan sumideros de calor o frío naturales.

**Generatriz superior del tubo**

Designa la parte superior de la superficie exterior del tubo (punto de las "12 horas").

**Generatriz inferior del tubo**

Designa la parte inferior de la superficie exterior del tubo (punto "6 horas").

**Aire circulante (RCA o UM)**

El aire circulante es el aire de escape recirculado a un sistema de tratamiento de aire y que se devuelve como parte del aire de entrada a, como mínimo, un recinto del que no se extrajo aire.

**Subsuelo**

El término subsuelo se utiliza aquí para referirse a toda la materia situada debajo la superficie terrestre.

**Ventilador**

El ventilador es un componente instalado en el exterior de la unidad de uso para transportar el aire de salida o de entrada desde o hacia una o más unidades de uso (recintos).

**Grado de compactación**

El cociente entre la densidad seca del suelo según DIN 18125-2 y la densidad Proctor determinada en conformidad con la DIN 18127.

**Profundidad de colocación**

Designa la diferencia de niveles entre la superficie de asiento del tubo y la rasante del terreno.

**Recuperación de calor**

Es un término que engloba los métodos para la reutilización de la energía térmica de un caudal másico de salida de un proceso.

**Aire de entrada (SUP o ZU)**

En la tecnología de la climatización, el aire de entrada es el que se entrega a los recintos. El aire de entrada puede ser tratado previamente mediante filtración, calentamiento, enfriamiento y humidificación o deshumidificación.

## Lista de abreviaturas

AB	Aire de salida
AU	Aire exterior
DA	Aire interior
DDA	Aire exterior
DN	Diámetro nominal
DN/ID	Diámetro interior como diámetro nominal
EHA	Aire de escape
ETA	Aire de escape
ICG	Intercambiador geotérmico
FO	Aire de escape
GOK	Rasante del terreno
IDA	Aire interior
L-EWT	Intercambiador geotérmico aire-tierra
ODA	Aire exterior
RCA	Aire circulante
RL	Aire interior
RLT	Técnica de ventilación
SL	Safety Lock
SUP	Aire de entrada
UM	Aire circulante
WRG	Recuperación de calor
ZU	Aire de entrada

La propiedad intelectual de este documento está protegida. Quedan reservados los derechos que resultan de dicha protección, en especial los de la traducción, de 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.

Nuestro asesoramiento verbal y por escrito acerca de las técnicas y condiciones de aplicación de nuestros productos y sistemas se basa en nuestra experiencia, así como en los conocimientos sobre casos típicos o habituales y se proporciona según nuestro leal saber y entender. El uso previsto de los productos REHAU se describe al final de la información técnica que trate del sistema o producto en cuestión. La versión actual correspondiente en cada caso está disponible en

[www.rehau.com/TI](http://www.rehau.com/TI). La aplicación, el uso y el tratamiento de nuestros productos están absolutamente fuera de nuestro control y, por tanto, son responsabilidad exclusiva del respectivo usuario o cliente. Sin embargo, en caso de producirse cualquier reclamación cubierta por la garantía, ésta se registrará exclusivamente por nuestras condiciones generales de venta, que pueden consultarse en [www.rehau.com/conditions](http://www.rehau.com/conditions), siempre y cuando no se haya llegado a otro acuerdo por escrito con REHAU. Esto también se aplicará a todas las reclamaciones de garantía con respecto a la calidad constante de nuestros productos de acuerdo con nuestras especificaciones. Salvo modificaciones técnicas.

[www.rehau.es](http://www.rehau.es)

© INDUSTRIAS REHAU, S.A.  
Miquel Servet, 25  
08850 Gavà (Barcelona)

342620 ES 05.2022