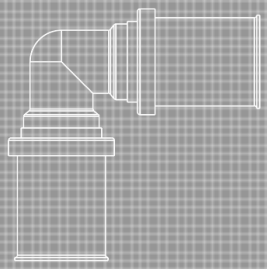
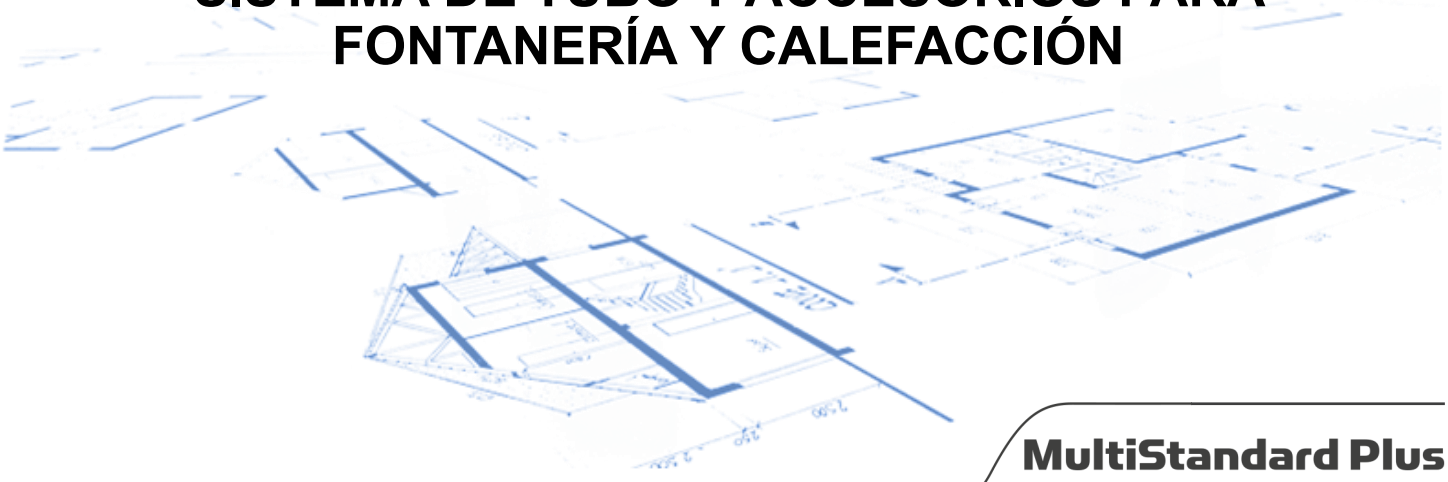
Standard Hidráulica



AENOR
Producto Certificado

SISTEMA MULTICAPA

SISTEMA DE TUBO Y ACCESORIOS PARA FONTANERÍA Y CALEFACCIÓN



MultiStandard Plus
BetaSKIN-S

Standard Hidráulica S.A.U.
Av. La Ferrería, 73-75 - Pol. Ind. La Ferrería 08110 - Montcada i Reixac
Barcelona (Spain) - Tel. +34 93 564 10 94

Sede Madrid: C. Sierra Morena, 15 - 28320 - Pinto (Spain)
Tel. +34 91 643 18 86 / +34 91 692 05 53
info@sth.email - **www.standardhidraulica.com**

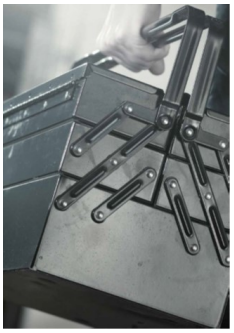
ÍNDICE

SISTEMA MULTICAPA

1. Descripción del sistema:
- 1.1 Introducción 05
- 1.2 Tubería Multicapa 06
- 1.3 Gama MultiStandard-Plus 12
- 1.4 Certificados y Normas 14

2. Montaje:
- 2.1 Preparación 17
- 2.2 Instalación 20

3. Características técnicas:
- 3.1 Resistencia mecánica de los accesorios 31
- 3.2 Dilatación térmica 32
- 3.3 Pérdida de carga 34
- 3.4 Compatibilidad 39
- 3.5 Cálculos 41



PUESTA EN MARCHA Y MANTENIMIENTO

1. Prueba de presión 49

2. Limpieza de red 51

3. Prevención contra la legionella 51

SISTEMA MULTICAPA

1. Descripción del sistema

1.1 Introducción 05
1.2 Tuberías multicapa 06
1.3 Gama MultiStandard-Plus 12
1.4 Certificados y Normas 14

1.1 Introducción

Sistema multicapa para agua

La calidad es la norma. Standard Hidráulica fabrica y distribuye una gama completa y coordinada de productos de alta calidad, los que se destacan por su continua innovación tecnológica. Todos los componentes del sistema respiran la fiabilidad propia de Standard Hidráulica. El eje de la gama es, sin lugar a dudas, la tubería multicapa.

Las tuberías multicapa BetaSkin-S están concebidas y diseñadas para asegurar y satisfacer los más diversos y exigentes requerimientos de uso. El resultado es nuevamente la tubería más innovadora, multifuncional y más fiable del mercado.

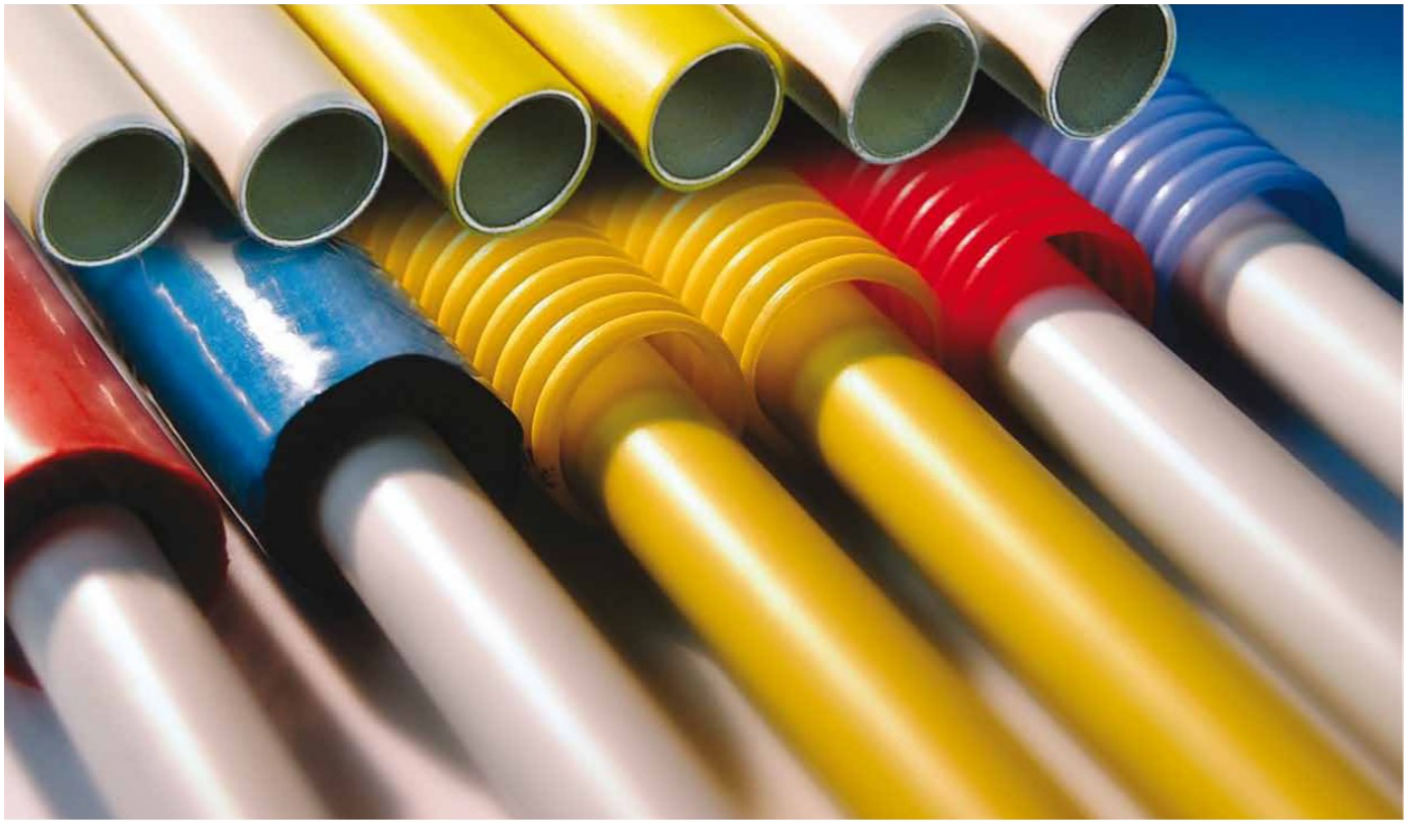
El accesorio se fabrica en latón CW617N y esta provisto de juntas tóricas en EPDM y casquillos de acero inoxidable. Mediante presión, la tubería y el accesorio forman una unidad perfecta.

El conjunto compuesto por las tuberías BetaSkin-S y los accesorios MultiStandard-Plus corresponden a un sistema certificado según la Norma EN ISO 21003.

Además del accesorio a presión en latón, el sistema cuenta también con válvulas, accesorios roscados y herramientas para toda la gama. Todos estos productos de alta calidad se adaptan perfectamente entre ellos. En otras palabras, Standard Hidráulica le ofrece una **solución completa y versátil** (los accesorios MultiStandard Plus son también compatibles con la tubería SudoPex-A de Ø16, Ø20 y Ø25).

Este cómodo manual de referencia le ofrece un resumen completo de nuestro sistema multicapa, mencionando sus características técnicas especificas. Ha sido recopilado con mucho cuidado y con una estructura lo mas clara posible, a fin de que pueda encontrar rápidamente el producto deseado.

Sin duda alguna, este manual se va a convertir en su socio ideal cuando trabaje con nuestros productos. Mientras tanto, Standard Hidráulica le agradece su confianza.



1.2 Tuberías

Tubería multicapa

Standard Hidráulica añade a su oferta la última tecnología en tubos de síntesis: el tubo multicapa para instalaciones de agua sanitaria y calefacción. El tubo multicapa se caracteriza por tener un alma de aluminio que aporta un auténtico avance en términos de fiabilidad e instalación en obra.

Permite la circulación de agua fría y/o caliente, según normativas vigentes, y puede instalarse empotrado o a la vista. Al combinar las cualidades del tubo metálico y el plástico, el tubo multicapa es fácilmente deformable pero mantiene la posición dada, hecho que lo convierte en una solución óptima para todo tipo de situaciones, en obra nueva o de rehabilitación.

La tubería multicapa se compone de una tubería de aluminio soldada en sentido longitudinal, provista de una capa interior y exterior de polietileno. Las diversas capas están unidas entre sí mediante un adhesivo de alta calidad. La tubería de aluminio garantiza la estanqueidad al oxígeno y las propiedades de estabilidad dimensional de la tubería. La soldadura longitudinal de la tubería de aluminio conserva el mismo espesor durante toda su longitud.

La capa exterior fabricada de polietileno, puede ser reticulado (PE-X). El reticulado multiplica las cualidades del polietileno, dando una mejor resistencia a la presión y a la temperatura de la tubería. El reticulado asegura una enorme durabilidad.

Esto también ofrece ventajas durante el moldeo a presión, puesto que las cargas de presión se distribuyen perfectamente. Dependiendo del diámetro de la tubería, el espesor de la capa de aluminio se calcula de tal manera que la tubería siempre mantiene una óptima flexibilidad y resistencia a la presión. Para su unión se utilizan accesorios y válvulas, mediante un sistema de compresión mecánica press-fitting, con una gama de Ø16 hasta Ø63 mm.

Al ser un sistema de tubería flexible y de fácil montaje, se reduce el tiempo de mano de obra y accesorios de instalación. Las pruebas de envejecimiento y durabilidad garantizan una vida superior a 50 años.

Los tubos se fabrican y están certificados según la Norma EN ISO 21003. Están disponibles en rollo y en barra.

Aplicaciones

Agua potable
Como tubería de agua potable, tanto para agua caliente sanitaria como para agua fría.

Calefacción y refrigeración
Como tubería de calefacción con las condiciones de trabajo especificadas.
10 bar / 95°C

Fuel-oil
Como tubería de fuel-oil con las condiciones especificadas. 10 bar / 95°C

Aire comprimido
Como tubería de aire comprimido en instalaciones exentas de aceite (con filtro de aceite activado).

Agua de lluvia
Como tubería de agua de lluvia dentro de los edificios con las condiciones especificadas. 10 bar / 95°C

Otras aplicaciones
Para otras aplicaciones consultar.

Ventajas

Temperatura y presión
Soporta una temperatura hasta 95°C.
Presión máxima autorizada 10 bar.

Minima dilatación lineal
El coeficiente de dilatación del tubo es similar al del tubo de cobre y 8 veces inferior a un tubo plástico.

Resistente a la corrosión
La superficie lisa de la parte interior y exterior impide que se incrusten las impurezas, evitando la corrosión.

Larga vida útil
Si la tubería se usa de acuerdo a la presión y temperatura prescrita, se garantiza una vida útil de al menos 50 años.

Resistencia al desgaste
Las capas de polietileno reticulado son resistentes al desgaste, incluso a altas temperaturas y velocidades de flujo.

Barrera de oxigeno
La capa de aluminio impide 100% la penetración del oxígeno hacia el interior del tubo.

Ligero y manejable
Permite una instalación rápida y económica.

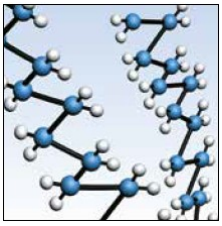
Memoria de forma
Despues de curvar el tubo, mantiene la forma requerida. No tiene memoria térmica como otros tubos sintéticos.

Acústica
Contrariamente a los tubos metálicos este tubo no produce ruido por el paso del fluido, si el diámetro del tubo es el correcto.

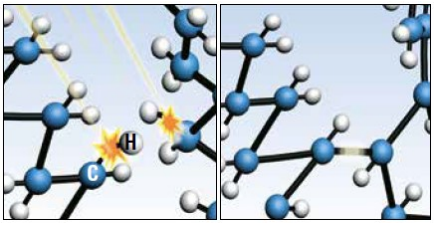
Agua potable y productos quimicos
100% apta para el agua potable.
Resistente a diversos líquidos químicos.
Cumple con los requisitos toxicológicos y de higiene más estrictos.

Composición de la tubería

Standard fabrica tuberías multicapa, cuya tubería interior se compone de PE-Xb, polietileno reticulado por el método silano.



Extructura polietileno de alta densidad

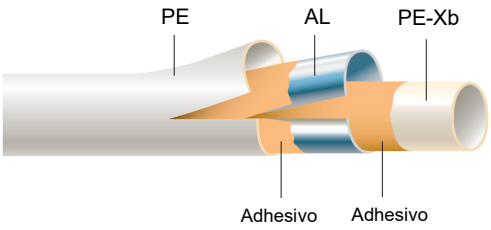


Proceso de interconexión mediante radiación de electrones

Composición de la tubería gama **BetaSKIN-S**:

PE-Xb / Al / PE

PE	significa polietileno
X	significa reticulado
b	significa reticulado por el método Silano
AL	significa Aluminio



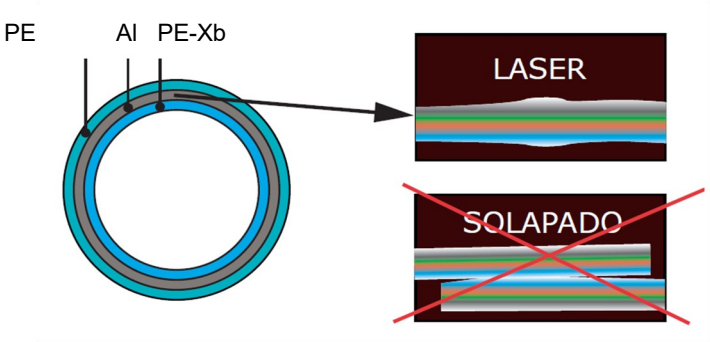
La capa interior del tubo es la que está en contacto directo con el fluido, según la gama, se utiliza Polietileno Reticulado (PE-X) material más adecuado para trabajar en aplicaciones que requieran temperaturas puntuales, de hasta 95 ºC.

Según la Norma UNE-EN ISO 21003, existen 3 tipos de polietileno reticulado:

Método de fabricación	Designación	Grado de reticulación
Peróxido	PE-Xa	≥ 70 %
Silano	PE-Xb	≥ 65 %
Radiación electrones	PE-Xc	≥ 60 %

- La lámina de aluminio está soldada a testa por láser "head-to-head" lo que ofrece una capa continua y homogénea que garantiza el mismo espesor en cualquier sección y mantiene sus características constantes, superando las prestaciones de la soldadura por láminas solapadas. El aluminio confiere al tubo unas características mecánicas superiores a los demás productos con base de polietileno.

BetaSkin-S → espesor mínimo 0,25 m/m



- La capa protectora exterior puede ser de polietileno reticulado (PE) que dan cohesión y uniformidad al tubo, color blanco.

Tubería pre-aislada

Todas las tuberías y accesorios dispondrán de un aislamiento térmico redondo hecho de espuma de PE extruido, que protege la tubería contra condensación, pérdida de calor, expansión y transmisión de ruido.
Además, las tuberías deben aislarse donde se cruzan entre sí, que por agrupación, se crean altas temperaturas (por ejemplo en el caso de suelo radiante). La espuma PE está protegida por una película de PE extruida de color rojo o azul.
El aislamiento térmico debe satisfacer las siguientes propiedades:

Norma de calidad	EN ISO 9002-94
Valor Lambda	0.040 W/mK para +40ºC
Clase de fuego	1 / UNI 9177 y UNI 8457
Resistencia a la temperatura	-35 ºC a +95ºC
Espesor	6 / 10 mm

Características técnicas

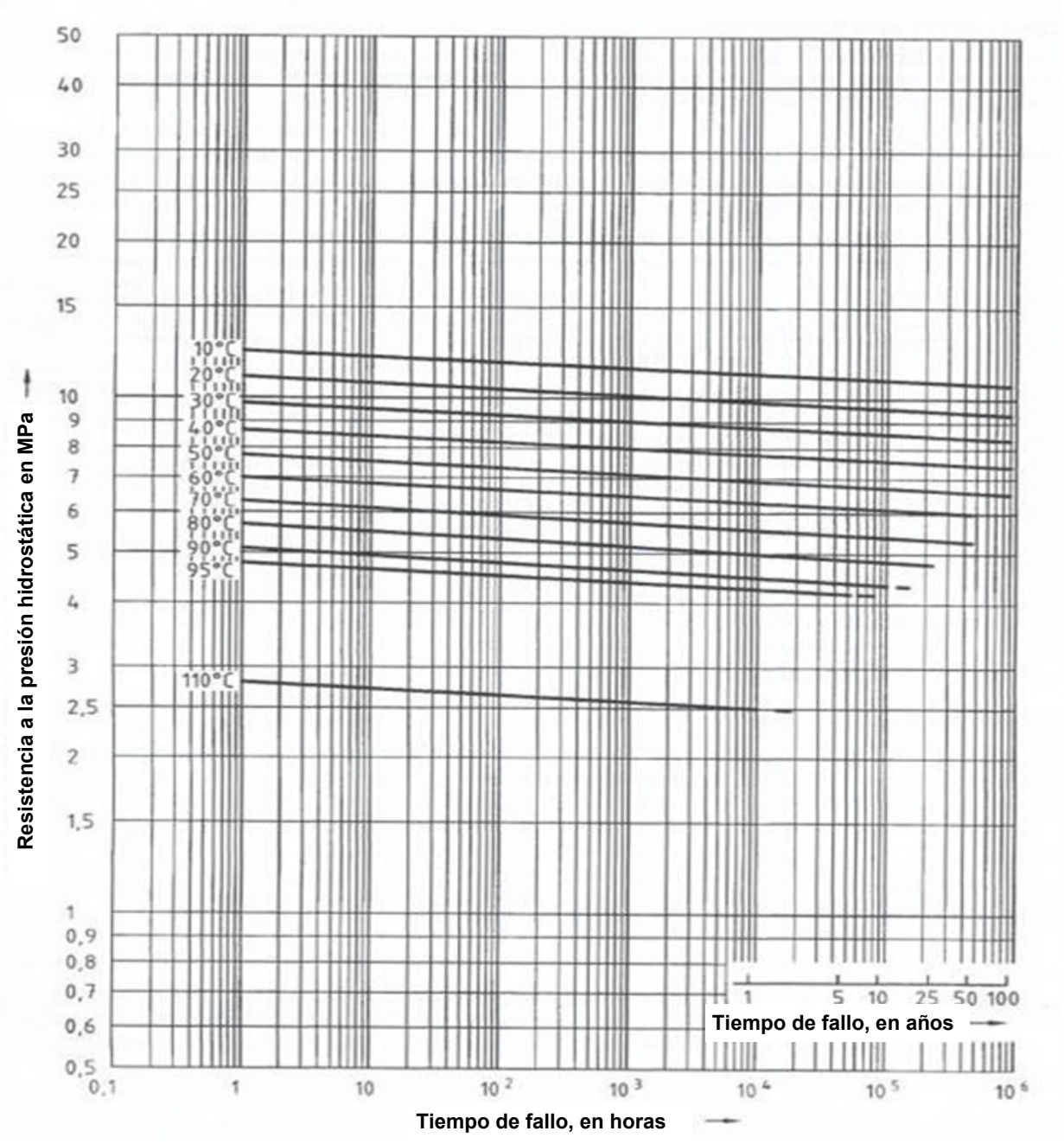
Diámetro exterior (mm)	16	20	25	32
Espesor (mm)	2,0	2,0	2,5	3,0
Longitud rollos / barras (m)	100 / 4	100 / 4	50 / 4	50 / 4
Diámetro exterior rollos (cm)	71	71	80	—
Espesor del aluminio (mm)	0,25	0,3	0,35	0,5
Peso x metro lineal (gr)	105	129	224	352
Volumen agua (l/m)	0,113	0,201	0,314	0,53
Temperatura de servicio (ºC)	0 - 95	0 - 95	0 - 95	0 - 95
Picos temp. admisible (ºC) *	110	110	110	110
Presión máx. servicio (bar)	10	10	10	10
Coef. dilatación térmica (mm/m ºC)	0,026	0,026	0,026	0,026
Rugosidad interior (mm)	0,007	0,007	0,007	0,007
Difusión del oxígeno (m/l)	0	0	0	0
Radio curvatura manual (mm)	80	100	200	—
Radio curvatura con curvatubos (mm)	32	60	90	115
* Por periodos de duración limitada				

Curva de regresión (vida útil)

La vida útil de la tubería multicapa depende de la temperatura y la presión en la tubería. Las líneas rectas en el diagrama muestran la presión que la tubería puede resistir a una cierta edad y a una temperatura de agua constante. Obviamente la tubería va a soportar menos presión a medida que pasa el tiempo. Para obtener la certificación AENOR, la tubería debe poder resistir después de 50 años y una temperatura de agua constante de 70°C, una presión 1,5 veces superior a la presión de trabajo. Una curva de regresión depende del diámetro de la tubería.

Las curvas de regresión de los diversos diámetros de tuberías multicapa Standard Hidráulica muestran que con cualquier diámetro, y después de 50 años con una temperatura de agua de 70°C, pueden resistir una presión mucho más alta que la requerida para la certificación AENOR. Las tuberías multicapa Standard Hidráulica tienen una vida útil mínima de 50 años.

En el ejemplo a continuación, se muestra la curva de regresión para una tubería de diámetro 16, PE-X / Al / PE



Recomendaciones de almacenamiento y manipulación

Los tubos, accesorios y piezas de transición se almacenarán lo más próximo posible al lugar de trabajo. La incidencia de la radiación del sol sobre el tubo multicapa, puede producir daños en el tubo. Para evitar estos daños, se recomienda almacenar y transportar los tubos resguardados de la radiación UV.

Si los tubos se colocan en una zona donde están expuestos a la radiación, se recomienda cubrirlos en toda su superficie con su material de protección.

Para evitar daños en los tubos y componentes del sistema, hay que tener en cuenta los siguientes puntos:

- Realizar la carga y descarga correctamente, sin dar golpes que puedan dañar los tubos.
- No arrastrar los tubos por el suelo o por superficies que puedan dañarlos.
- Almacenar en una superficie libre de objetos duros o con aristas cortantes.
- Proteger contra daños mecánicos.
- La altura de apilamiento no excederá de 1,50 metros
- Durante la obra, proteger contra la radiación solar prolongada.
- Sacar del embalaje sólo poco antes de la instalación.

1.3 Gama MultiStandard Plus

Composición

Los accesorios de unión MultiStandard-Plus combinan fiabilidad y seguridad, con una fácil instalación. La solución adecuada en cada caso, tanto para nuevas edificaciones, como en renovaciones. MultiStandard-Plus ofrece una gama de accesorios y válvulas para todas las aplicaciones en fontanería, calefacción y suelo radiante.

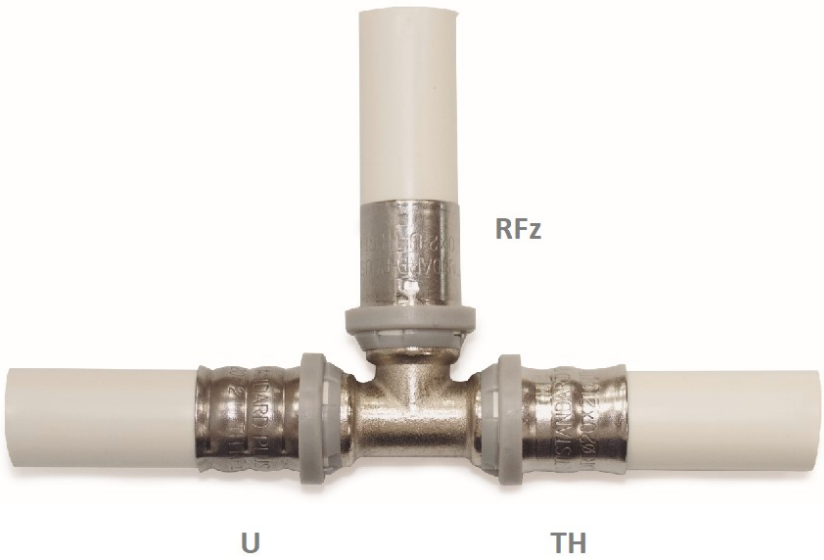
Aptos para su utilización con agua potable siguiendo las directrices de las normas sanitarias europeas. Los usuarios regulares de este sistema apreciarán la amplia selección de accesorios para prensar que garantizan fiabilidad y rapidez en el trabajo.

Accesorios fabricados y certificados en combinación con la tubería multicapa BetaSkin-S según la Norma UNE-EN ISO 21003

Características

Instalaciones de agua sanitaria y calefacción	Hasta 95ºC a 10 bar
Máxima presión	12 bar a 70 ºC

- Cuerpo fabricado en latón de alta calidad (CW617N) según UNE-EN 12165 y UNE-EN 12164 niquelado y posteriormente mecanizado en las zonas en contacto con el agua.
- La estanqueidad se garantiza mediante 2 juntas tóricas de EPDM.
- La junta antielectrolísis, impide la formación del par galvánico entre las partes metálicas del sistema (acero inoxidable, aluminio y latón).
- Casquillos diseñados para compresión mecánica y fabricados en acero inoxidable.
- Perfil dentado con bisel con ángulo óptimo para facilitar la inserción del tubo. Mecanizado de alta precisión.
- Casquillos con visores ópticos para comprobar la correcta instalación de la tubería a través del casquillo de acero inoxidable.
- Casquillos marcados con el diámetro de la tubería para identificar su uso.
- La unión se realiza mediante compresión mecánica (press-fitting) en las conexiones entre tubos, accesorios y con herramientas de prensado radiales tipo "U", “TH”, “RFz” ó “H”.



Ventajas

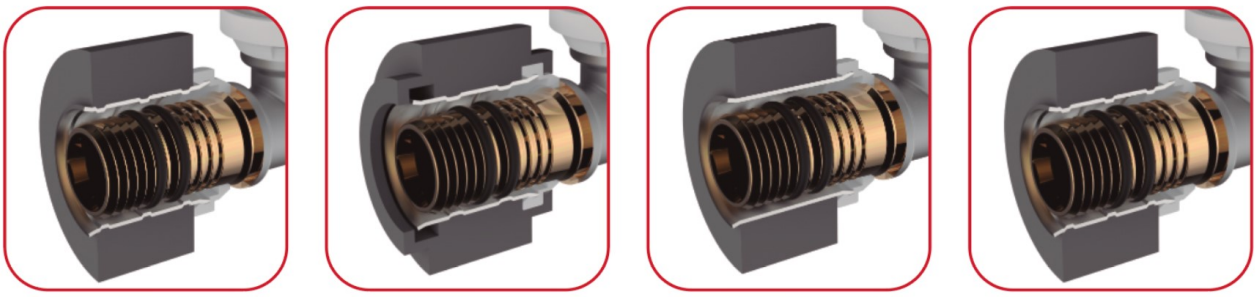
- Gama completa de accesorios, que se pueden utilizar en sistemas integrados.
- El comportamiento de las juntas tóricas de EPDM es superior al NBR en cuanto a resistencia a la temperatura y al envejecimiento.
- Los accesorios llevan el casquillo fijado directamente en el cuerpo de latón, más flexible en el montaje y fácil de colocar en caso de eliminación accidental o por golpes.
- Embolsado unitario con descripción de la pieza y código de barras, para su mejor identificación y almacenamiento.
- Además de la garantía contractual como fabricante, Standard Hidráulica ofrece su propia garantía de diez años aplicable a los componentes del sistema multicapa cuando éste se utiliza de manera integral.

Accesorios

Para uniones press-fitting, las tuberías y los accesorios se deben instalar de acuerdo con el procedimiento de unión por press-fitting. Los accesorios por press-fitting y las tuberías multicapa deben provenir del mismo fabricante (Sistema certificado según EN ISO 21003) y deben estar provistos de una arandela de aislamiento sintético, para evitar la electrolisis entre el aluminio de la tubería y el latón de la conexión. El accesorio esta provisto de juntas elásticas y casquillos de presión de acero inoxidable. La unión se debe realizar utilizando las herramientas del fabricante y de acuerdo con las instrucciones de montaje entregadas por el fabricante.

Contorno de mordazas de prensar

DIFERENTES TIPOS DE PRENSADO



Perfil U | Perfil TH | Perfil RFz | Perfil H

1.4 Certificados y Normas

Certificado AENOR según UNE-EN ISO 21003 para sistema MultiStandard Plus con tubería BetaSKIN-S

AENOR

Certificado AENOR de Producto
Plásticos

AENOR
Producto Certificado

001/006857

AENOR certifica que la organización

STANDARD HIDRAULICA, S.A.U.

con domicilio social en: PI LA FERRERIA, AV LA FERRERIA, 73-75
08110 MONTCADA I REIXAC (Barcelona - España)

suministra: Sistemas de canalización multicapa PEX para instalaciones de agua caliente y fría en el interior de edificios

que cumplen la norma UNE-EN ISO 21003:
UNE-EN ISO 21003-1:2009 (EN ISO 21003-1:2008)
UNE-EN ISO 21003-1:2009 ERRATUM:2009
UNE-EN ISO 21003-2:2009 (EN ISO 21003-2:2008)
UNE-EN ISO 21003-2:2009 ERRATUM:2009
UNE-EN ISO 21003-2:2009/A1:2011 (EN ISO 21003-2:2008/A1:2011)
UNE-EN ISO 21003-3:2009 (EN ISO 21003-3:2008)
UNE-EN ISO 21003-3:2009 ERRATUM:2009
UNE-EN ISO 21003-5:2009 (EN ISO 21003-5:2008)
UNE-EN ISO 21003-5:2009 ERRATUM:2009

Descripción del sistema: Detallado en el Anexo al Certificado

Esquema de certificación: Para conceder este Certificado, AENOR ha ensayado el producto y ha comprobado el sistema de la calidad aplicado para su elaboración. AENOR realiza estas actividades periódicamente mientras el Certificado no haya sido anulado, según se establece en el Reglamento Particular RP 01.71.

Este certificado anula y sustituye al 001/006857, de fecha 2018-07-11

Fecha de primera emisión: 2018-07-11
Fecha de modificación: 2018-09-18
Fecha de expiración: 2023-07-11

Rafael GARCÍA MEIRO
Director General

Original Electrónico

AENOR INTERNACIONAL S.A.U.
Génova, 6. 28004 Madrid. España
Tel. 91 432 60 00.- www.aenor.com

Entidad de certificación de producto acreditada por ENAC con acreditación nº 01/C-PR002.001

Normas de aplicación

UNE-EN ISO 21003	Sistemas de canalización multicapa para instalaciones de agua caliente y fría en el interior de edificios. Partes1, 2, 3 y 5.
UNE-EN ISO 8795	Sistemas de canalización en materiales plásticos para el transporte de agua destinada al consumo humano. Evaluación de la migración. Determinación de los valores de migración en los tubos, accesorios de plástico y sus uniones.
UNE 100 050 IN	Climatización. Prevención de la corrosión en circuitos de agua.
UNE 100 030 IN	Guía para la prevención y control de la proliferación y diseminación de legionela en las instalaciones.
CTE	Código técnico de la edificación.
RITE	Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios.

2. Montaje

2.1 Preparación 17
2.2 Instalación 20

2.1 Preparación

Instrucciones generales para instalar la tubería

Las tuberías deben ser transportadas y almacenadas con cuidado en el embalaje original del fabricante, y desembaladas al momento de ser instaladas. Al abrir los rollos, asegurarse de no dañar la tubería (no use objetos punzantes).

El desenrollado de los rollos, se debe realizar en la dirección contraria de enrollado, por lo que debe comenzar con el extremo de la tubería en la parte exterior de la bobina. No utilice ningún tramo que este doblado, curvado o dañado. Las tuberías siempre se deben trasladar sin doblarlas.

Las tuberías se deben proteger de cualquier distorsión, contaminación y/o daño. Las tuberías se deben tratar utilizando las herramientas propuestas por Standard Hidráulica. Las tuberías se deben cortar a escuadra, y los extremos de la tubería siempre deben ser calibrados y escariados de acuerdo con las instrucciones especificadas.

Las tuberías se pueden curvar con la mano, aunque para lograr curvas con el radio mínimo, es preciso utilizar el muelle de curvado interno o externo. Cuando se utilice accesorio de latón, es preciso colocarles una arandela sintética en el extremo del borde de tope del casquillo de inserción, a fin de evitar cualquier electrolisis entre el aluminio y el latón. Esta arandela ya viene incorporada en el accesorio.

La tubería sola no puede entrar en contacto con objetos cortantes durante ni después de su instalación. Por ejemplo, las tuberías que se colocan a través de aberturas en el techo, no se pueden curvar en los bordes agudos debido al riesgo de corte. Las tuberías a las que ya se han montado accesorios ya no pueden ser curvadas. Si esto no fuera técnicamente posible para el montaje, es preciso sujetar la tubería con la mano a la altura de la unión.

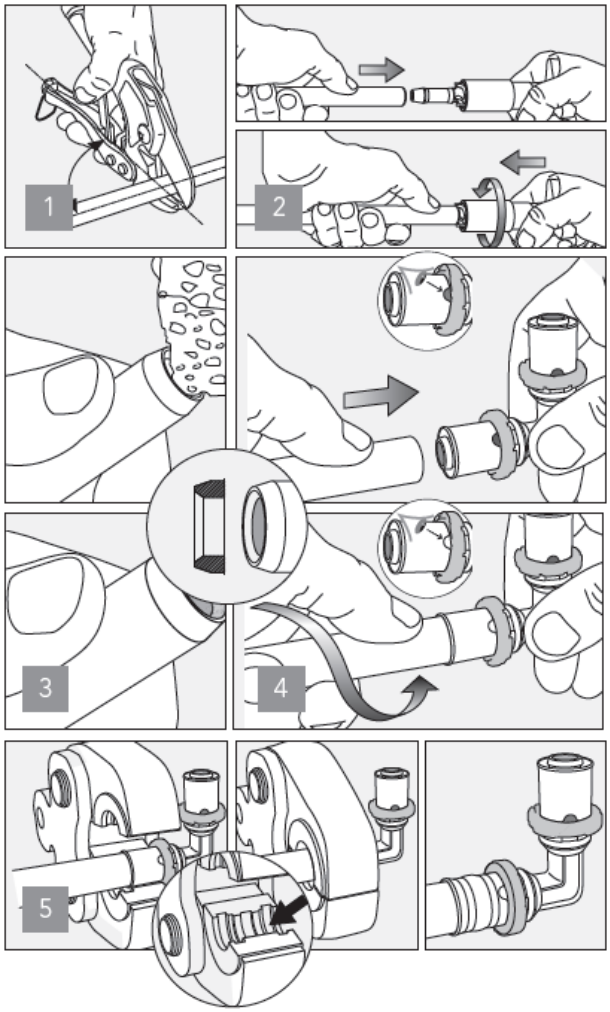
Después del montaje, las tuberías no pueden ser dañadas por otros trabajos a realizar en la obra. Para asegurar esto, se recomienda proteger las tuberías con un tubo corrugado de protección o un aislamiento del fabricante. En caso de empotrado, se pueden utilizar las tuberías solas siempre y cuando se prevean curvas de dilatación aisladas a lo menos cada 10 m. Sin embargo, también se recomienda siempre cubrir las tuberías con un tubo corrugado de protección o un aislamiento.

En caso de montaje en la superficie, se deben utilizar abrazaderas de tuberías, curvas de dilatación y liras de dilatación tal y como lo ha prescrito el fabricante.

Las conexiones de los equipos y aparatos a las tuberías, deben realizarse de tal forma que entre éstas y los equipos no se transmita ningún esfuerzo, debido al peso propio y a las vibraciones. Los elementos tales como válvulas, deberán instalarse antes de la parte desmontable de la conexión, hacia la red de distribución.

Unión por press-fitting

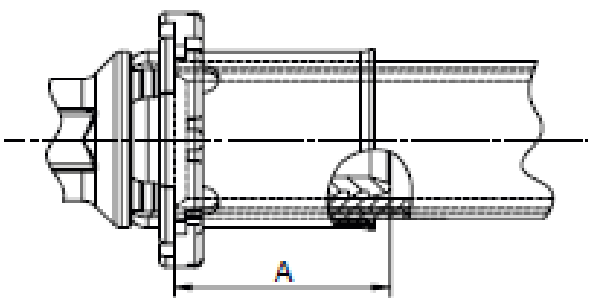
El sistema press-fitting tiene una concepción moderna para la instalación rápida y fiable tanto en obra nueva como en rehabilitación. La unión se realiza por compresión mecánica (press-fitting) en las conexiones entre tubos, racores y válvulas, con herramientas de prensado radiales tipo “U”, “TH”, “RFz” ó “H”, cuya fuerza de apriete garantiza la seguridad y estanqueidad del sistema.



Instrucciones de montaje

1. Cortar

Cortar el tubo en escuadra y sin forzarlo con ayuda de unas tijeras para tubos de 16 a 25 mm, o un cortatubos para tuberías de 32 mm. Cortar perpendicularmente, en un ángulo de 90º, respecto al tubo. Al cortar, tener en cuenta la longitud de tubo que se monta en el interior del accesorio. Ver cuadro adjunto, “A”.



Diámetro tubería (mm)	A (mm)
16 a 20	22,15
25 a 32	23,15

2. Calibrar

Es imprescindible utilizar el calibrador / escariador para calibrar y limar el borde interior del tubo y evitar así, que las juntas tóricas puedan ser dañadas. Con un movimiento giratorio, biselar toda la circunferencia del extremo del tubo.

Compruebe visualmente el borde biselado. Este proceso asegura una tubería completamente cilíndrica.

3. Desbarbar

Antes de efectuar una unión se repasarán y limpiarán los extremos de los tubos para eliminar rebabas que se pudieran haber formado al cortarlos y otras impurezas que puedan haberse depositado en el interior o en la superficie exterior de la tubería.

Es recomendable lubricar con silicona para facilitar la inserción del accesorio. Cuando se realice la unión de dos tuberías, no deben forzarse para conseguir que los extremos coincidan en el punto de acoplamiento, sino que deben cortarse con la debida exactitud. Presionar la tubería en el accesorio hasta hacer tope con el extremo del mismo. El tubo se debe poder ver a través de los orificios de control.

4. Montar

Presionar la tubería en el accesorio hasta hacer tope con el extremo del mismo. El tubo se debe poder ver a través de los orificios de control.

5. Prensar

Antes de empezar a prensar, revisar la máquina de prensar y las mordazas de prensar o insertar, para que no tengan suciedad. Asegurarse de que se utiliza la mordaza correcta y que se corresponde con el accesorio.

Se recomienda la revisión de las herramientas antes de realizar la unión entre tubo y accesorio. También es necesario realizar el mantenimiento adecuado indicado por el fabricante.

Durante el proceso de unión, no poner nunca la mano en la zona de compresión de la herramienta.

Colocar la herramienta de compresión adecuada en ángulo recto. Comprobar que la mordaza está limpia y sin daños, con ello se puede garantizar una unión correcta.

Introducir el accesorio en la mordaza. Colocar la herramienta en ángulo recto, entre el anillo de sujeción y el reborde del casquillo de acero inoxidable. Realizar el prensado.

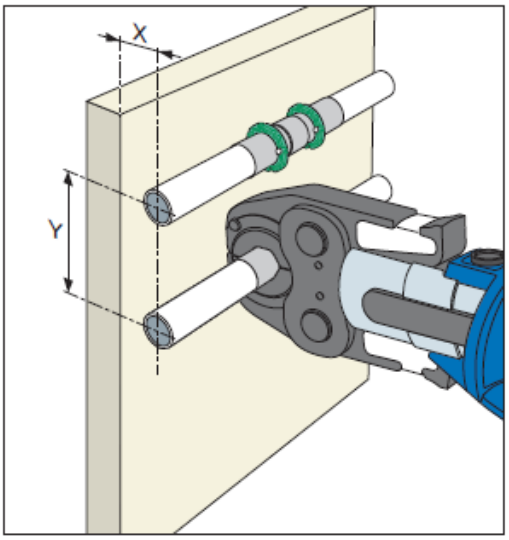
Mantener pulsado el mando hasta que las mordazas se hayan cerrado por completo y el útil, una vez alcanzada la fuerza necesaria, retroceda automáticamente a la posición de partida (según modelo de prensa). En la posición de partida, las mordazas pueden abrirse de nuevo. La unión ya ha sido efectuada.

El extremo del tubo, tiene que poder verse por todos los orificios de control. La presión deja claras huellas en el casquillo de presión (ver página 13). Un vez realizada la unión, ya no es posible separar el accesorio del tubo.

2.2 Instalación

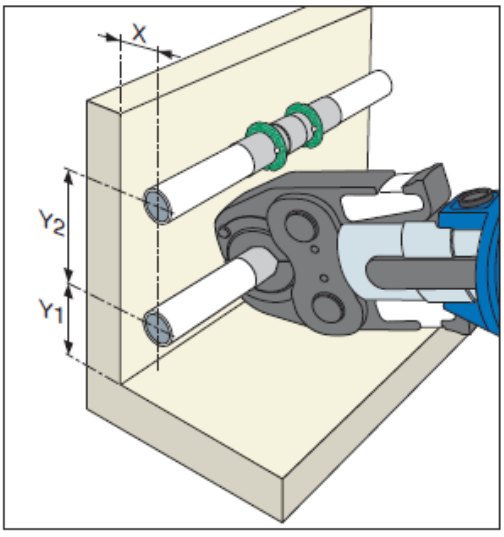
Instalación contra la pared

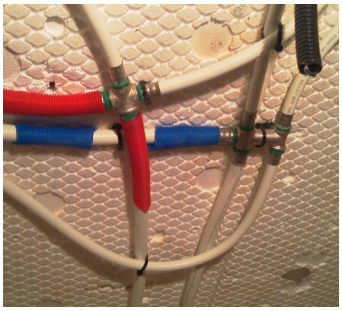
Medida (mm)	X (mm)	Y (mm)
16	31	68
20	31	70
25	31	74
32	31	78



Instalación en la base de la pared

Medida (mm)	X (mm)	Y1 (mm)	Y2 (mm)
16	35	52	76
20	35	52	78
25	35	53	83
32	35	53	87





Curvado de la tubería

La composición de la tubería multicapa permite combinar las propiedades de la rigidez metálica del aluminio, con la flexibilidad de los plásticos. La tubería debe ser curvada sin aplicación de calor. El tubo puede ser curvado en obra, manualmente, con muelle curvatubos (interior o exterior) o con curvadora. Para los diámetros superiores a 25 mm, hay que utilizar accesorios.

El radio de curvatura no puede ser inferior a los valores indicados a continuación:

Diámetro	Radio curvatura (mm)		
	Manual	Con muelle	Con curvadora
16	80	48	32
20	100	60	60
25	200	78	90
32	-	-	115

Curvado con muelle exterior

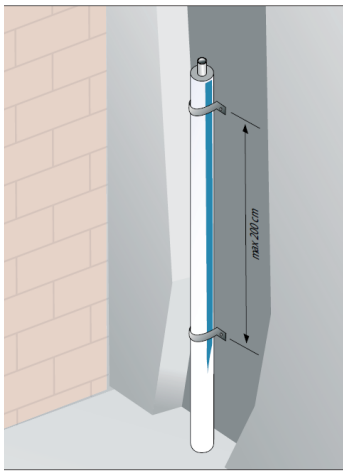
Curvado con muelle interior

Curvado manual

Instalación para compensar dilataciones

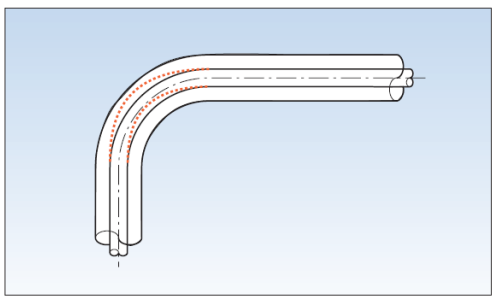
Instalaciones empotradas

A fin de soportar la dilatación de la tubería en suelo, se deben prever curvas aisladas de dilatación al menos cada 10 m. Si esto se ha respetado, la tubería puede ser colocada sin recubrimiento en el suelo (arena y cemento) o en la pared.



Sin embargo, se recomienda siempre proteger las tuberías con un tubo corrugado de protección, o mejor aun con un aislante. El tubo corrugado cumple una función de protección, mientras que el aislamiento, no solamente protege sino que además aísla térmicamente y también evita la condensación.

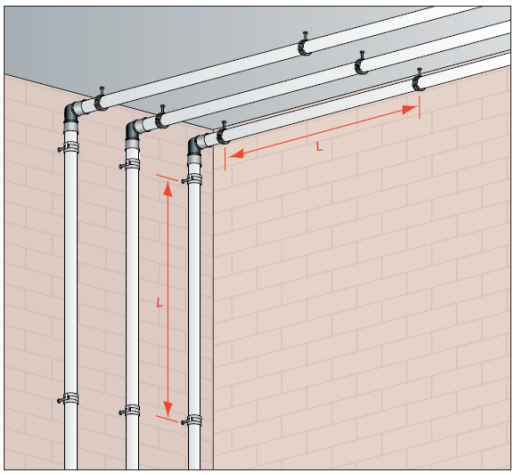
Para determinar el espesor del aislamiento, se puede aplicar la siguiente regla: 1,5 x ΔL (cambio en la longitud). También hay que verificar que la distancia entre dos puntos de sujeción no exceda de 2 metros. La tubería multicapa obviamente también es perfectamente apta para calefacción por suelo radiante, todo ello, sin las limitaciones previas.



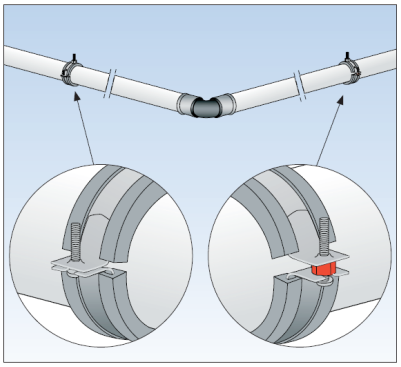
Instalaciones vistas

Para el montaje en instalaciones vistas, y para facilitar el trabajo, se utilizan tuberías suministradas en forma de barras. Para la sujeción de las tuberías multicapa a la pared o al techo se deben utilizar abrazaderas isofónicas. Las abrazaderas de suspensión son de material sintético o de metal, con una arandela sintética para proteger la tubería. Se debe respetar la distancia máxima entre las abrazaderas. La tabla adjunta muestra un resumen de las distancias a respetar entre las abrazaderas.

Tubería	Distancia máxima entre abrazaderas (cm)
16	80
18	100
20	120
26	150
32	160
40	170
50	180
63	200



Las abrazaderas de tuberías tienen una doble función;

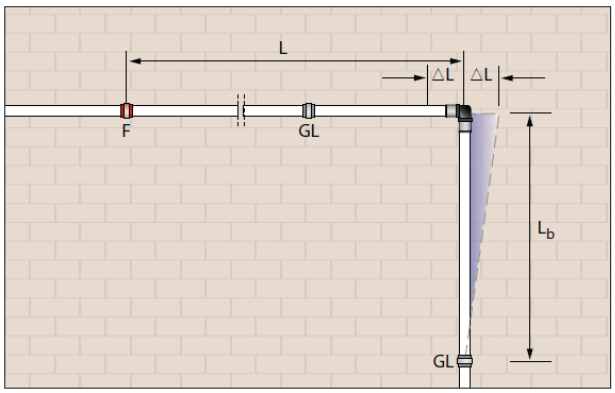


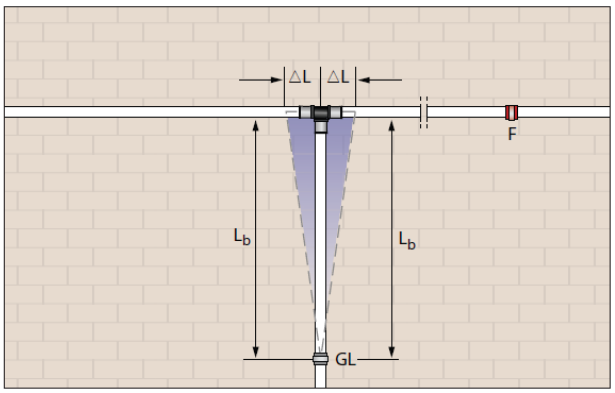
En primer lugar, sujetar la red de tuberías, y en segundo lugar, soportar las dilataciones de la tubería mediante puntos fijos y móviles, por lo general, en combinación con curvas de dilatación correctamente calculadas y liras de dilatación.

La dilatación longitudinal se compensará entre dos puntos fijos. Los puntos móviles deben ser realizados de tal manera que la tubería siempre pueda deslizarse a través del mismo. El punto móvil no puede convertirse en un punto fijo al momento en que la tubería se dilate.

La correcta colocación de los puntos fijos y móviles es muy importante cuando se utilizan curvas de dilatación y liras de dilatación. Se deben colocar curvas de dilatación cuando la tubería cambia de dirección.

Para la realización de cambios de dirección se recomienda siempre el uso de accesorios. Esto es incluso obligatorio para las tuberías con un diámetro de 32 mm o superior.



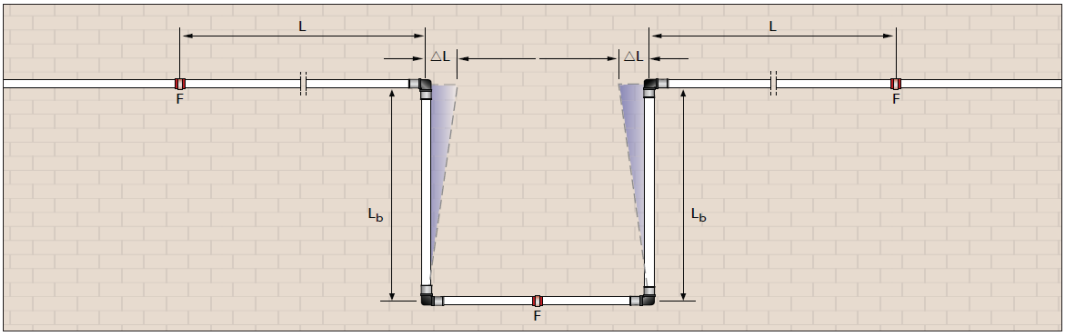


L = Longitud de la tubería
Lb = Longitud de la curva de dilatación
ΔL = Cambio en la longitud

F = Punto fijo
GL = Punto móvil
Curva de dilatación para L (Lb)

Cuando una tubería larga no cambia de dirección, se usan liras de dilatación. A una lira de dilatación también se le llama bucle de dilatación o curva omega. La imagen a continuación aclara lo que es una lira de dilatación.

En principio, las liras de dilatación están formadas por dos curvas de dilatación. Se debe prever un punto fijo en la parte inferior central de la lira.



La longitud mínima de la curva de dilatación se puede calcular en base a la formula siguiente o leyendo el diagrama a continuación:

$$Lb = C \times \sqrt{(D \times \Delta L)}$$

En donde:
- Lb Longitud de la curva de dilatación
- C Constante de material (= 33)
- D Diámetro externo de la tubería
- ΔL Cambio en la longitud

Ejemplo:

Dado que:
- L = 4 m
- D = 25 mm
- ΔT = 50°C (T min. = 10°C y T máx. = 60°C)

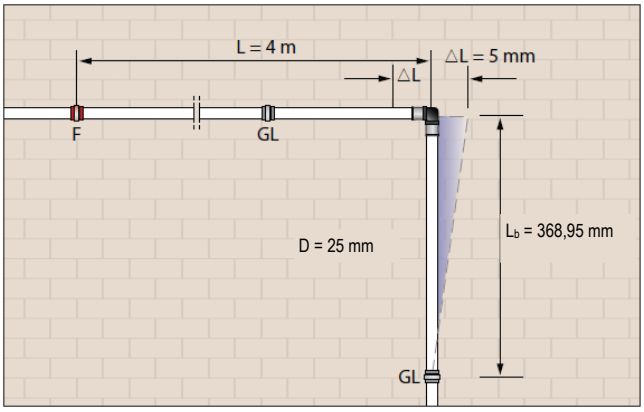
Se solicita: Lb

Solución: $Lb = C \times \sqrt{(D \times \Delta L)}$

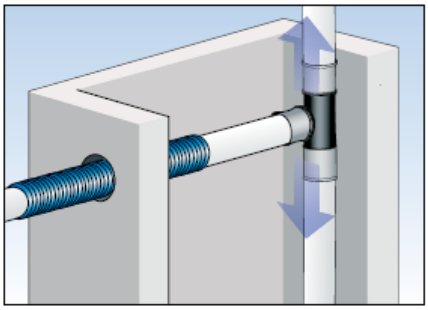
$\Delta L = L \times \alpha \times \Delta T$
$= 4 \times 0{,}025 \times 50 = 5$ mm

$Lb = C \times \sqrt{(D \times \Delta L)}$

$Lb = 33 \times \sqrt{25 \times 5} = 368{,}95$ mm



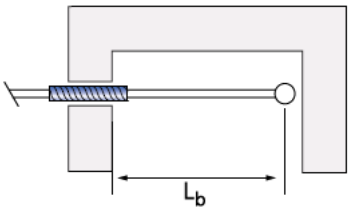
Para una tubería con un diámetro de 25 mm y una longitud de 4 m que tiene un cambio de dirección, a una diferencia de temperatura de 50°C se debe prever una curva de dilatación de 368,95 mm a fin de poder soportar el cambio en la longitud.



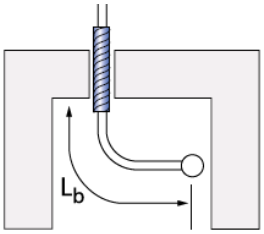
También se debe asegurar que las tuberías se puedan desplazar libremente cuando las tuberías cambian de planta a través de una tubería por una ascendente de servicios comunes. Aquí también, el cambio en la longitud puede ser soportado por una curva de dilatación. Entonces, esta curva de dilatación deberá soportar los movimientos ascendentes y descendentes.

Si la ascendente de servicios comunes fuera demasiado estrecha para albergar la curva de dilatación calculada, se debe ampliar el paso a través de la pared a fin de que la tubería pueda tener la cantidad de espacio suficiente para dilatarse. En el paso a través de la pared, la tubería debe ser recubierta con aislante de PE.

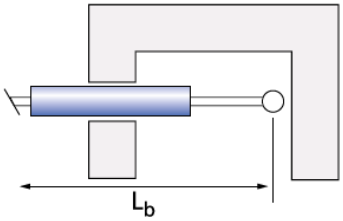
Otras recomendaciones



Cuando las tuberías de una planta van a una tubería vertical dentro del mismo eje, estas tuberías deben poder moverse libremente.
Aquí, también, el cambio de longitud puede ser acomodado con una curva de expansión. La curva de expansión absorber los movimientos hacia arriba y hacia abajo.



Si el eje es lo suficientemente grande y hay espacio para que quepa la curva de expansión calculada, la tubería debe simplemente estar equipada con una manga protectora en el punto donde pasa a través de la pared.



Si el eje es demasiado pequeño para ajustarse a la expansión calculada, el agujero en la pared tendrá que hacerse más grande para dar a la tubería espacio suficiente para el movimiento. En el punto donde la tubería pasa a través de la pared, debe estar aislada usando polietileno.

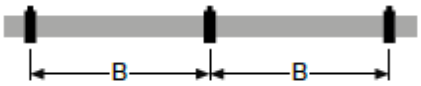
Colocación de tubos

La compensación correcta para la expansión también depende del uso de métodos de instalación de tuberías como sujeciones y clips.

Los puntos de fijación deben estar en segmentos de tubería recta. Nunca usar accesorios deslizantes como sujeciones cerca de una conexión de tubería. Se recomienda instalar sujeciones de tubería pero no utilizar como soportes fijos.

Cuando existan segmentos rectos de tubería sin compensación de expansión, solo use un accesorio deslizante para evitar cualquier deformación. Coloque este accesorio lo más cerca posible del medio del segmento recto de la tubería: de esta manera, cualquier expansión se distribuirá en ambas direcciones y la longitud requerida para compensar la expansión se reducirá a la mitad.

Espacio requerido entre dos accesorios:
Se recomienda el uso de accesorios deslizantes con forro de goma para atenuar el ruido y las vibraciones y mejorar la distribución de las tensiones



Ø Tubo (mm)	16	20	25	32
Máx. B (m)	1	1	1,5	2

Golpe de ariete

Para prevenir los efectos de golpes de ariete, provocados por la rápida apertura o cierre de elementos tales como válvulas, o la puesta en marcha de bombas, deben instalarse elementos amortiguadores en los puntos cercanos a los elementos que los provocan.

Instalación de fontanería

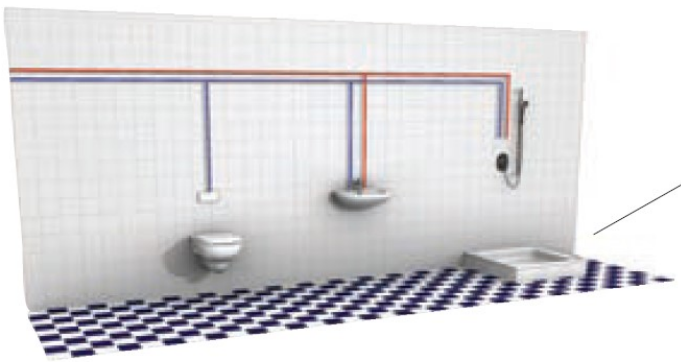
Cada aparato recibe agua caliente o fría a través de una tubería de suministro independiente, mediante distribución por colectores

Los colectores deben estar en un punto registrable, y están montados después de la válvula de corte empotrada. Ausencia o reducción de accesorios.

Todos los aparato recibe agua caliente o fría a través de la misma tubería de suministro

Tubería de anillo

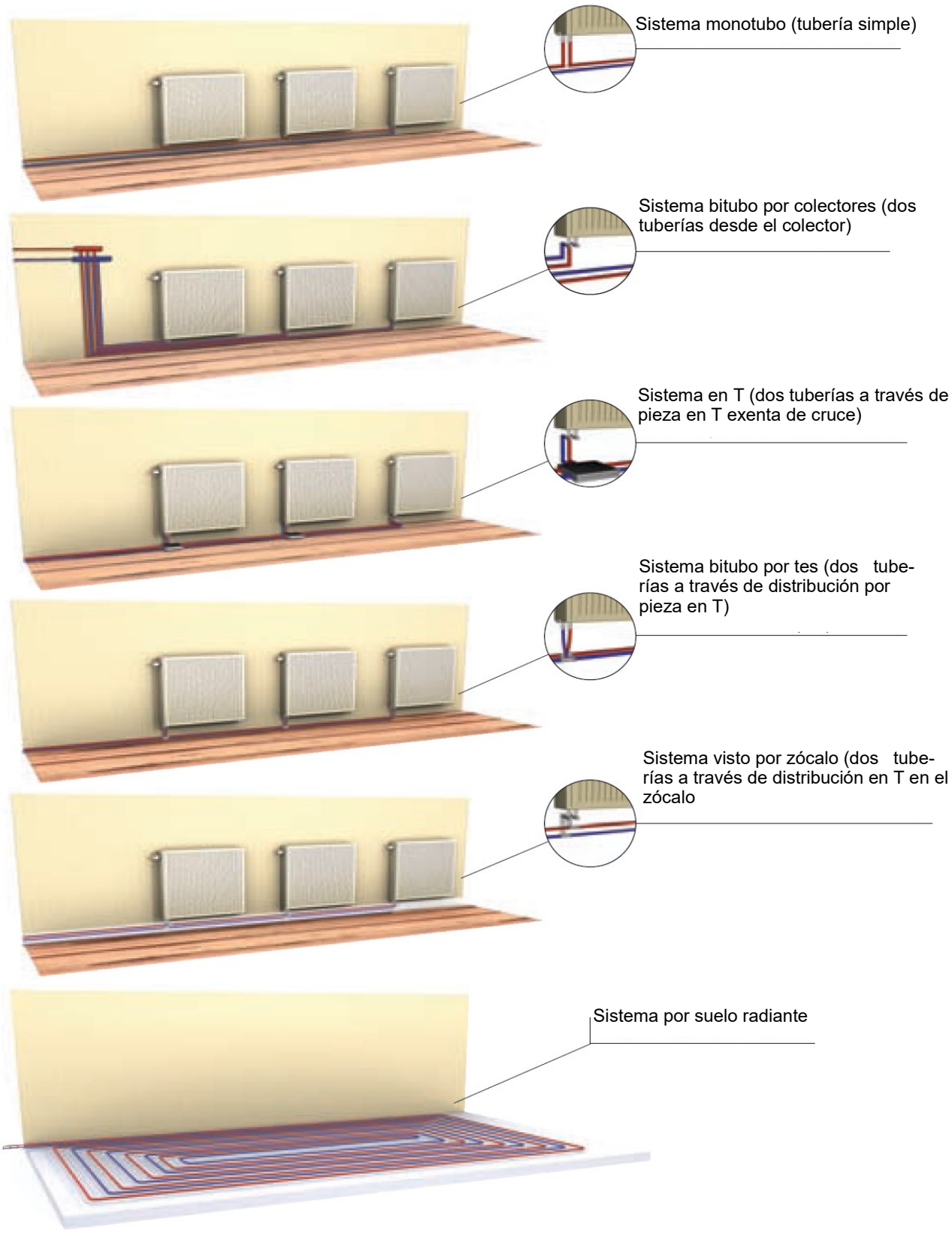
Sistema similar al de colectores. El distribuidor se puede empotrar. Sistema rápido y económico.



Todos los aparatos reciben agua caliente o fría a través de la misma tubería de suministro. Las derivaciones se realizan mediante piezas en te.

Sistema tradicional y más utilizado por la mayoría de instaladores.

Instalación de calefacción



Pruebas de presión

Limpieza interior

Las redes de distribución de agua deben limpiarse internamente antes de efectuar las pruebas hidrostáticas y la puesta en marcha, para eliminar polvo, cascarillas, aceites u otro material extraño procedente del proceso de montaje de la instalación.
Una vez completada la instalación de una red, se llenará con una solución acuosa de un producto detergente. A continuación se pondrá en funcionamiento la bomba y se dejará circular el agua durante dos horas. Posteriormente, se vaciará la red y se enjuagará con agua procedente de la red de suministro.

Pruebas hidrostáticas de la instalación de tuberías

Todas las redes de circulación de fluidos deben ser probadas hidrostáticamente, a fin de asegurar su estanqueidad, antes de quedar ocultas por la albañilería, material de relleno o por el material aislante. Independientemente de las pruebas parciales a que han sido sometidas las partes de la instalación a lo largo del montaje, debe efectuarse una prueba final de estanqueidad de todos los equipos y conducciones a una presión en frío equivalente a una vez y media la presión de trabajo, como mínimo a 6 bar según UNE 100151 (en todas las instalaciones de suministro de agua, se debe realizar las pruebas de presión indicadas en el RITE y el CTE).

Las pruebas requieren taponar los extremos de la red, antes de que estén instaladas las unidades terminales. Los tapones deben instalarse en el curso del montaje, de tal forma que sirvan al mismo tiempo para evitar la entrada en la red de materiales extraños.

Se deben utilizar manómetros que puedan medir una diferencia de presión de 0,1 bar. El manómetro se colocará en el punto más bajo de la instalación. La tubería se debe llenar con agua, sin aire.

Posteriormente, se realizarán las pruebas de circulación de agua, poniendo en marcha la bomba, comprobando la limpieza de los filtros. Finalmente, se realiza la comprobación de la estanqueidad del circuito con el fluido a la temperatura de régimen.

Por último, se comprueba el tarado de todos los elementos de seguridad.

Las pruebas antes indicadas siguen un protocolo:

1. Presión de prueba 20 bar.
2. Para empezar, se llenará de agua la instalación manteniendo abiertos los grifos terminales hasta que se ha purgado completamente la instalación y no sale aire.
3. Después, se cierran los grifos que nos han servido para realizar la purga.
4. A continuación, se mantendrá en funcionamiento la bomba hasta alcanzar la presión requerida en la prueba.
5. Posteriormente se cerrará la llave de paso de la bomba. Se revisará toda la instalación para asegurarse de que no existen fugas.
6. Se disminuye la presión hasta llegar a la de servicio, con un mínimo de 6 bar, y se mantendrá durante 15 minutos. Si la lectura del manómetro permanece constante, la instalación es correcta.

Pruebas de dilatación

Una vez que las pruebas anteriores han sido satisfactorias, las instalaciones equipadas con calderas se llevarán hasta la temperatura de tarado de los electos de seguridad, habiendo anulado previamente la actuación de los aparatos de regulación automática.

Todos los materiales utilizados en las tuberías se dilatan cuando se calientan y se contraen cuando se enfrían. Por ello siempre hay que tener en cuenta las diferencias de longitud provocadas por los cambios de temperatura. Durante el enfriamiento de la instalación y al finalizar el mismo, se comprobará que no han tenido lugar deformaciones apreciables visualmente en ningún elemento o tramo de tubería y que el sistema de expansión ha funcionado correctamente.

Instalaciones sanitarias

Antes de iniciar el montaje, hay que comprobar que la tuberías no estén rotas, dobladas, aplastadas o dañadas. Las tuberías se instalarán de forma ordenada, disponiéndolas paralelamente a tres ejes perpendiculares entre sí, y paralelos a los elementos estructurales del edificio, salvo las pendientes que deben darse a los elementos horizontales. Las conexiones de los equipos y los aparatos a la tubería se realizan de forma que entre la tubería y el equipo no se transmita ningún esfuerzo. Las conexiones deben ser fácilmente desmontables a fin de facilitar el acceso al equipo en caso de avería. La separación entre la superficie exterior del recubrimiento de una tubería será tal que permita la manipulación o substitución del aislamiento.

Todas las instalaciones de suministro de agua deben seguir las recomendaciones de instalación indicadas en el RITE y en el CTE.

Instalación de suministro de agua

Esta sección se aplica a la instalación de suministro de agua en los edificios incluidos en el ámbito de aplicación general del **CTE sección HS 4**. Las ampliaciones, modificaciones, reformas o rehabilitaciones de las instalaciones existentes se consideran incluidas cuando se amplia el número o la capacidad de los aparatos receptores existentes en la instalación.

Los materiales que se vayan a utilizar en la instalación para las tuberías y accesorios, deben ser materiales que no produzcan concentraciones de sustancias nocivas que excedan los valores permitidos por el Real Decreto 130/2003, de 07 de febrero y ser resistentes a la corrosión interior. La tubería multicapa cumple con estos requisitos indicados en el CTE. La instalación debe suministrar a los aparatos y equipos del equipamiento higiénico el caudal instantáneo que figura en la siguiente tabla:

La temperatura de ACS en los puntos de consumo debe estar comprendida entre 50ºC y 65ºC. En las redes de ACS debe disponerse una red de retorno cuando la longitud de la tubería de ida al punto de consumo más alejado sea igual o mayor a 15 m.

Aparato	Caudal mínimo AF (l/s)	Caudal mínimo ACS (l/s)	Diámetro mínimo (mm)
Lavabo	0,10	0,065	12
Bidé	0,10	0,15	12
Inodoro	0,10	---	12
Bañera	0,20 - 0,30	0,15 - 0,20	20
Ducha	0,20	0,10	12
Fregadero	0,20	0,10	12
Lavavajillas doméstico	0,15	0,10	12
Office	0,15	0,10	16
Lavadero	0,20	0,10	20
Lavadora doméstica	0,20	0,15	20
Vertedero	0,20	---	20
Alimentación a cuarto húmedo	---	---	20
Alimentación a derivación particular	---	---	20
Distribución principal	---	---	25

El dimensionado de la red se hará a partir del dimensionado de cada tramo, partiendo del circuito considerado como más desfavorable que será aquel que cuente con la mayor pérdida de presión. La obtención del diámetro correspondiente a cada tramo será función del caudal y de la velocidad. La velocidad de cálculo debe estar comprendida entre los intervalos siguientes:

- Tuberías metálicas; entre 0,50 y 2,00 m/s
- Tuberías termoplásticas y multicapas: entre 0,50 y 3,50 m/s

Como puede apreciarse, la normativa permite dimensionar una instalación con tubería multicapa a una velocidad mayor que en el caso de una tubería de cobre.

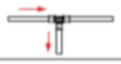
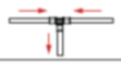
3. Características técnicas

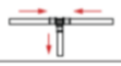
3.1 Resistencia mecánica de los accesorios 31
3.2 Dilatación térmica 32
3.3 Pérdida de carga 34
3.4 Compatibilidad 39
3.5 Cálculos 41

3.1 Resistencia mecánica de los accesorios

Un liquido pierde energía no solamente al fluir a través de un tubo, sino también cuando cambia de dirección. El liquido debe sobreponerse a una resistencia adicional. En la tabla siguiente se presenta un resumen de los coeficientes de perdida de carga de los diferentes accesorios, y la cantidad de metros de tubería que le corresponden.

Todos los materiales utilizados para tuberías, se dilatan cuando se calientan y se contraen cuando se enfrían. Por esta razón, siempre hay que tomar en consideración las diferencias de longitud a consecuencia de las fluctuaciones de temperatura. La diferencia de temperatura y la longitud de la tubería son los dos parámetros que van a determinar el cambio en la longitud. De acuerdo con la tabla a continuación, se puede calcular el cambio de longitud para una longitud de tubería y una diferencia de temperatura determinada.

Accesorios		Valores Zeta				
			Ø16	Ø20	Ø26	Ø32
Codos			1,25	1,85	0,70	-
Codo a 90°			3,40	2,05	1,40	1,00
Te a 90	Te con separación de corriente		4,45	3,20	1,70	1,20
	Te de paso		3,05	1,35	0,85	0,55
	Te contracorriente		4,15	1,95	1,50	1,10
	Te contracorriente unificadora de corriente		4,15	1,95	1,50	1,10
Plancha de pared			2,80	2,15	1,30	-
Reducción			3,40	2,05	1,40	1,00
Manguito unión	(Unión recta)		2,00	0,95	0,35	0,25

Accesorios		Longitud de tıequivalente/n				
			Ø16	Ø20	Ø26	Ø32
Codos			0,65	0,50	0,49	-
Codo a 90°			1,50	1,20	1,10	1,00
Te a 90	Te con separación de corriente		1,60	1,50	1,45	1,35
	Te de paso		1,30	0,70	0,75	0,60
	Te contracorriente		1,70	1,30	1,25	1,20
	Te contracorriente unificadora de corriente		1,70	1,30	1,25	1,20
Plancha de pared			1,30	1,35	1,10	-
Reducción			1,50	1,20	1,10	1,00
Manguito unión	(Unión recta)		0,90	0,60	0,30	0,25

3.2 Dilatación térmica

Dilatación (mm/m)	Diferencia de temperatura (ΔT)									
Longitud de Tubería (m)	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
1	0.23	0.46	0.69	0.92	1.15	1.38	1.61	1.84	2.07	2.30
2	0.46	0.92	1.38	1.84	2.30	2.76	3.22	3.68	4.14	4.60
3	0.69	1.38	2.07	2.76	3.45	4.14	4.83	5.52	6.21	6.90
4	0.92	1.84	2.76	3.68	4.60	5.52	6.44	7.36	8.28	9.20
5	1.15	2.30	3.45	4.60	5.75	6.90	8.05	9.20	10.35	11.50
6	1.38	2.76	4.14	5.52	6.90	8.28	9.66	11.04	12.42	13.80
7	1.61	3.22	4.83	6.44	8.05	9.66	11.27	12.88	14.49	16.10
8	1.84	3.68	5.52	7.36	9.20	11.04	12.88	14.72	16.56	18.40
9	2.07	4.14	6.21	8.28	10.35	12.42	14.49	16.56	18.63	20.70
10	2.30	4.60	6.90	9.20	11.50	13.80	16.10	18.40	20.70	23.00

La tabla de dilatación se ha hecho basándose en la fórmula siguiente:

$$\Delta L = L \times \alpha \times \Delta T$$

En donde:

ΔL	Cambio en la longitud
L	Longitud de tubería
α	Coeficiente de dilatación
ΔT	Diferencia de temperatura

en donde el coeficiente de dilatación se eleva a 0,025 mm/mK, independiente del diámetro de la tubería.

Ejemplo:

Tenemos: L = 8 m
α = 0,025 mm/mK
ΔT = 50°C (T. min=20°C en T. máx.=70°C)

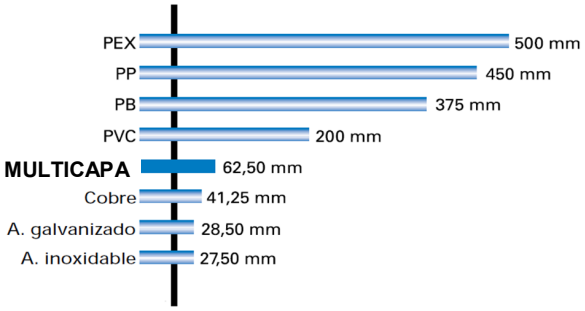
Se pide: ΔL

Solución: Consulte la tabla de dilatación o aplique la fórmula.

Tabla: ΔL = 9,20 mm

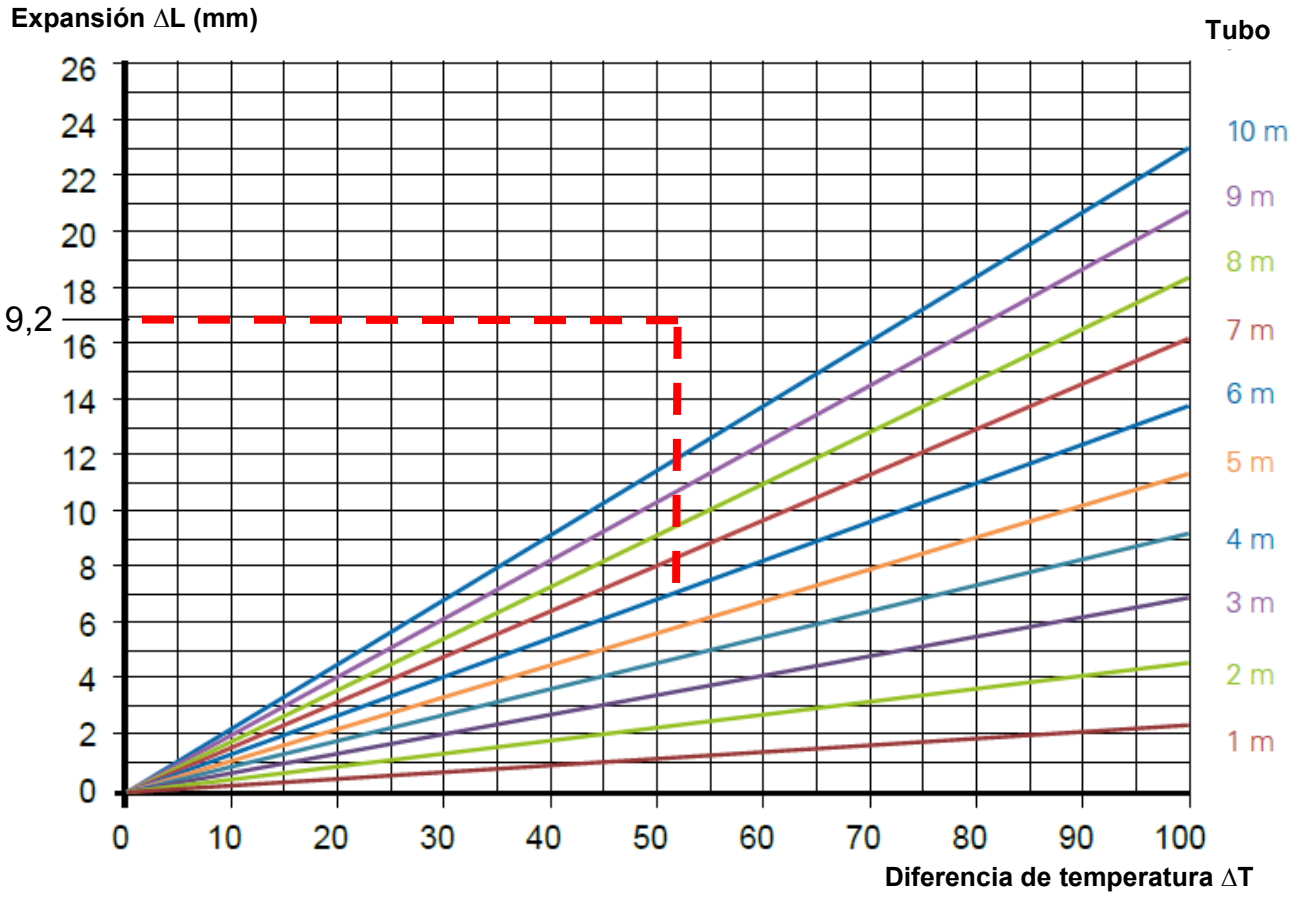
Fórmula: $\Delta L = L \times \alpha \times \Delta T$
$\Delta L = 8 \times 0{,}025 \times 50$
ΔL = 10,0 mm

Estos cambios en la longitud deben ser compensados mediante la instalación profesional de la red de tuberías.



Gráfica comparativa de dilatación de distintos materiales. Dilatación comparada para un salto térmico de 50 ºC y una longitud de tubo de 50 m.

Dilatación lineal

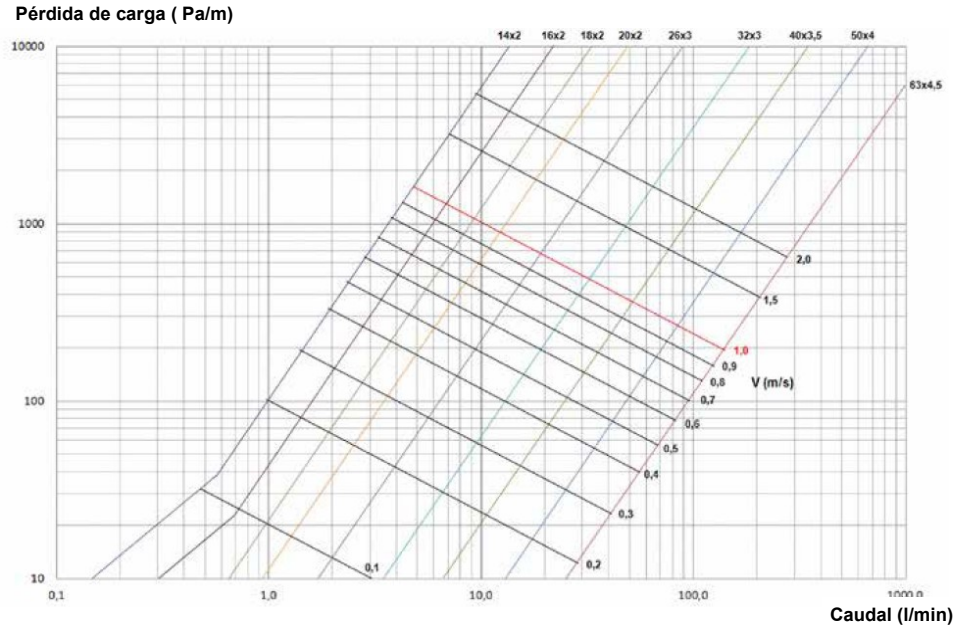


3.3 Pérdida de carga

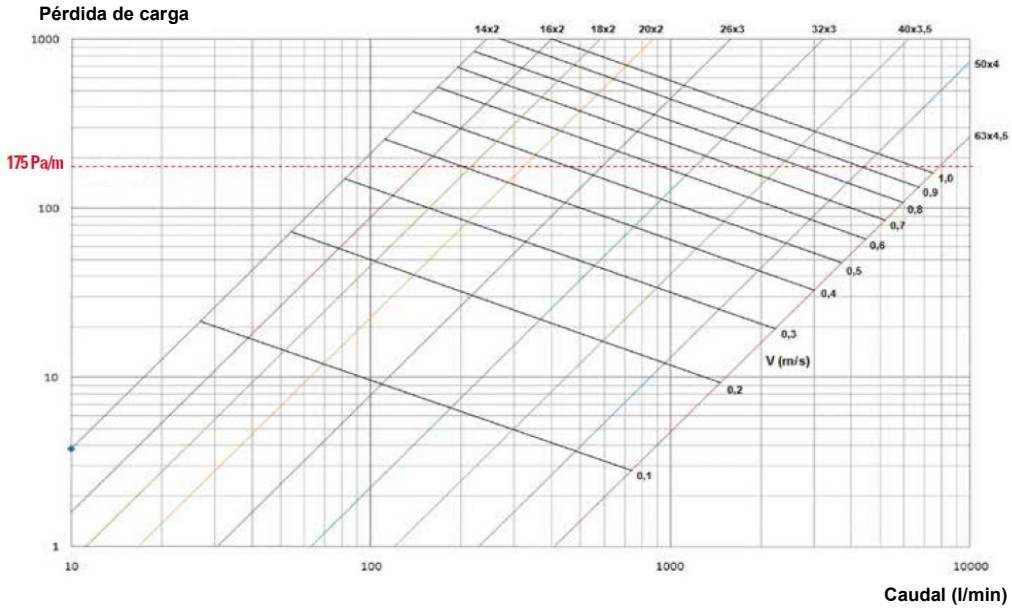
Pérdida de carga lineal

Todo el líquido pierde energía cuando circula a través de una tubería, como resultado de la fricción entre el líquido y las paredes del tubo. Las pérdidas de presión continuas y locales se deben considerar por separado. Las pérdidas de presión continuas son principalmente causada por la resistencia al paso en las secciones de tubería recta, que a su vez es causada por la fricción entre el fluido y la pared de la tubería. Las pérdidas de presión locales son causadas por la resistencia al paso debido a la turbulencia, por ejemplo, si hay cambios en el diámetro interior de la tubería, en ramificaciones de la tubería, por un codo, etc.

Aplicaciones sanitarias (20°C)



Aplicaciones sanitarias (70°C)



Cuadro de pérdidas de carga

Cada liquido pierde energía cuando fluye a través de una tubería como consecuencia de la fricción del liquido contra las paredes de la tubería. Las tablas muestran la perdida de carga dependiendo del diámetro de la tubería y la velocidad de flujo, para un flujo determinado.
Medio: Agua a 45ºC

d_a x s di V/l	16x2 mm 12 mm 0,11 l/m			20x2 mm 16 mm 0,20 l/m		
V(l/s)	v(m/s)	R(mbar/m)	R(mmca/m)	v(m/s)	R(mbar/m)	R(mmca/m)
0,01	0,09	0,20	1,99	0,05	0,05	0,52
0,02	0,18	0,67	6,69	0,11	0,21	2,05
0,03	0,27	1,36	13,60	0,16	0,40	3,95
0,04	0,35	2,14	21,42	0,21	0,64	6,36
0,05	0,44	3,20	31,96	0,26	0,92	9,25
0,06	0,53	4,43	44,27	0,32	1,33	13,30
0,07	0,62	5,83	58,25	0,37	1,71	17,14
0,08	0,71	7,38	73,85	0,42	2,14	21,40
0,09	0,80	9,10	91,00	0,48	2,70	27,03
0,10	0,88	10,75	107,51	0,53	3,21	32,15
0,11	0,97	12,75	127,49	0,58	3,76	37,64
0,12	1,06	14,89	148,90	0,64	4,47	44,72
0,13	1,15	17,17	171,73	0,69	5,10	51,01
0,14	1,24	19,59	195,93	0,74	5,77	57,66
0,15	1,33	22,15	221,49	0,79	6,46	64,64
0,16	1,41	24,53	245,33	0,85	7,35	73,48
0,17	1,50	27,34	273,39	0,90	8,12	81,21
0,18	1,59	30,27	302,74	0,95	8,93	89,27
0,19	1,68	33,34	333,36	1,01	9,94	99,37
0,20	1,77	36,52	365,24	1,06	10,81	108,14
0,21	1,86	39,84	398,35	1,11	11,72	117,22
0,22	1,95	43,27	432,69	1,17	12,85	128,53
0,23	2,03	46,42	464,23	1,22	13,83	138,30
0,24	2,12	50,08	500,85	1,27	14,84	148,37
0,25	2,21	53,86	538,65	1,32	15,87	158,74
0,26	2,30	57,76	577,62	1,38	17,16	171,58
0,27	2,39	61,78	617,75	1,43	18,26	182,61
0,28	2,48	65,90	659,04	1,48	19,39	193,93
0,29	2,56	69,67	696,69	1,54	20,79	207,89
0,30	2,65	74,01	740,12	1,59	21,99	219,85
0,35	3,09	96,84	968,38	1,85	28,66	286,57
0,40	3,54	122,85	1228,50	2,12	36,37	363,72
0,50	4,42	181,18	1811,79	2,65	53,75	537,48
0,60	5,31	249,77	2497,67	3,18	73,95	739,48
0,70	6,19	326,65	3266,46	3,71	96,85	968,47
0,80				4,24	122,34	1223,41
0,90				4,77	150,34	1503,45
1,00				5,30	180,79	1807,86
1,10				5,83	213,60	2136,00
1,20				6,36	248,73	2487,32

d_a x s di V/l	25x2,5 mm 20 mm 0,31 l/m			32x3 mm 26 mm 0,53 l/m		
V(l/s)	v(m/s)	R(mbar/m)	R(mmca/m)	v(m/s)	R(mbar/m)	R(mmca/m)
0,01	0,03	0,02	0,15	0,02	0,01	0,05
0,02	0,06	0,05	0,52	0,04	0,02	0,18
0,03	0,10	0,13	1,26	0,06	0,04	0,37
0,04	0,13	0,20	2,00	0,08	0,06	0,62
0,05	0,16	0,29	2,87	0,09	0,08	0,76
0,06	0,19	0,39	3,88	0,11	0,11	1,08
0,07	0,22	0,50	5,02	0,13	0,14	1,44
0,08	0,25	0,63	6,28	0,15	0,18	1,85
0,09	0,29	0,81	8,14	0,17	0,23	2,30
0,10	0,32	0,97	9,67	0,19	0,28	2,80
0,15	0,48	1,97	19,66	0,28	0,55	5,51
0,20	0,64	3,25	32,52	0,38	0,94	9,41
0,25	0,80	4,81	48,05	0,47	1,36	13,65
0,30	0,95	6,49	64,91	0,57	1,91	19,13
0,35	1,11	8,52	85,24	0,66	2,47	24,72
0,40	1,27	10,79	107,89	0,75	3,09	30,92
0,45	1,43	13,28	132,78	0,85	3,85	38,49
0,50	1,59	15,99	159,87	0,94	4,59	45,90
0,55	1,75	18,91	189,07	1,04	5,48	54,79
0,60	1,91	22,04	220,35	1,13	6,34	63,35
0,65	2,07	25,37	253,66	1,22	7,24	72,45
0,70	2,23	28,90	288,96	1,32	8,32	83,15
0,75	2,39	32,62	326,22	1,41	9,33	93,33
0,80	2,55	36,54	365,39	1,51	10,52	105,22
0,85	2,71	40,64	406,45	1,60	11,64	116,44
0,90	2,86	44,66	446,63	1,70	12,95	129,47
0,95	3,02	49,13	491,27	1,79	14,17	141,70
1,00	3,18	53,77	537,72	1,88	15,44	154,40
1,10	3,50	63,60	635,96	2,07	18,27	182,74
1,20	3,82	74,12	741,17	2,26	21,31	213,09
1,30	4,14	85,32	853,22	2,45	24,54	245,43
1,40	4,46	97,20	971,95	2,64	27,97	279,70
1,50	4,77	109,32	1093,24	2,83	31,59	315,87
1,60	5,09	122,48	1224,80	3,01	35,19	351,86
1,70				3,20	39,16	391,64
1,80				3,39	43,32	433,24
1,90				3,58	47,66	476,62
2,00				3,77	52,18	521,77
2,50				4,71	77,03	770,31
3,00				5,65	105,92	1059,17
4,00				7,53	175,09	1750,94
5,00						

Perdida de carga de los accesorios. Tabla de equivalencias Kv.

$$\Delta P = 1000 \times (Q / Kv)^2$$

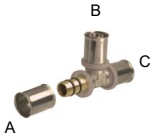
ΔP = mbar Q = m3/h Kv = m3/h

Tabla de equivalencias del valor Kv							
Figuras	TºC	Ø 16	Ø 20	Ø 25	Ø 32		
	15ºC	1.676	3.715	6.184	12.849		
	65ºC	1.660	3.680	6.127	12.730		
	15ºC	2.397	6.008	10.728	23.458		
	65ºC	2.375	5.952	10.628	23.241		
	15ºC	1.631	3.726	6.024	12.413		
	65ºC	1.616	3.691	6.018	12.298		
	15ºC	1.450	3.641	6.065	11.177		
	65ºC	1.437	3.607	6.009	11.074		
	15ºC	2.632	6.502	11.090	25.397		
	65ºC	2.607	6.441	10.987	25.165		
	15ºC	2.019	3.566	5.83			
	65ºC	2.001	3.533	5.776			
	TºC	Ø 20-16	Ø 25-16				
	15ºC	2.425	2.707				
	65ºC	2.402	2.682				
	TºC	Ø 25-20	Ø 32-20	Ø 32-25			
	15ºC	5.789	5.708	14.111			
	65ºC	5.736	5.655	13.980			
	TºC	Ø 16-20-16*	Ø 20-16-16*	Ø 20-16-20*	Ø 20-20-16*	Ø 25-16-25*	
	15ºC	2.189	2.384	5.874	2.384	10.728	
	65ºC	2.169	2.361	5.819	2.361	10.628	
	15ºC	1.830	1.932	1.914	3.661	2.011	
	65ºC	1.813	1.914	1.896	3.628	1.993	
	15ºC	1.900	1.935	1.935	1.935	2.283	
B	65ºC	1.883	1.917	1.917	1.917	2.262	
	TºC	Ø 25-20-25*	Ø 32-20-32*				
	15ºC	10.728	23.599				
C	65ºC	10.628	23.380				
	15ºC	4.256	6.253				
	65ºC	4.217	6.195				
A	15ºC	4.557	5.285				
	65ºC	4.514	5.236				

Tabla de equivalencias Zeta (ζ), valores medidos siguiendo la norma NF EN 1267

$$\text{Zeta } (\zeta) = 2g \times \Delta P / v^2 \rho$$

$g = 9.81\ m/s^2$ ΔP = mm.c.e. o 0,0981 mbar (según fluido),
V = m/s ρ = 1000 kg/m3 (dependiendo de la temperatura)

Tabla de equivalencias del valor Zeta según NF EN 1267						
Figuras	TºC	Ø 16	Ø 20	Ø 25	Ø 32	
	15ºC	1.80	1.70	1.65	1.40	
	65ºC	1.83	1.73	1.68	1.43	
	15ºC	0.88	0.65	0.55	1.05	
	65ºC	0.90	0.66	0.56	1.07	
	15ºC	1.90	1.69	1.71	1.50	
	65ºC	1.94	1.72	1.75	1.53	
	15ºC	2.40	1.77	1.72	1.82	
	65ºC	2.45	1.80	1.75	1.89	
	15ºC	0.73	0.553	0.575	0.458	
	65ºC	0.74	0.564	0.586	0.365	
	15ºC	1.24	1.84	1.859		
	65ºC	1.26	1.875	1.894		
	TºC	Ø 20-16	Ø 25-16			
	15ºC	0.85	0.69			
	65ºC	0.876	0.7			
	TºC	Ø 25-20	Ø 32-20	Ø 32-25		
	15ºC	0.64	0.718	0.779		
	65ºC	0.652	0.732	0.794		
	TºC	Ø 16-20-16*	Ø 20-16-16*	Ø 20-16-20*	Ø 20-20-16*	Ø 25-16-25*
	15ºC	1.055	0.89	0.678	0.89	0.549
	65ºC	1.075	0.907	0.691	0.907	0.559
	15ºC	1.51	1.355	1.38	1.746	1.25
	65ºC	1.539	1.381	1.406	1.778	1.274
	15ºC	1.4	1.355	1.355	1.355	0.97
	65ºC	1.427	1.376	1.376	1.376	0.988
	TºC	Ø 25-20-25*	Ø 32-20-32*			
	15ºC	0.549	0.415			
	65ºC	0.599	0.422			
	15ºC	1.29	0.598			
	65ºC	1.316	0.61			
	15ºC	1.127	0.838			
	65ºC	1.148	0.854			

3.4 Compatibilidad

Nuestras tuberías son compatibles con una gran cantidad de fluidos que pueden ser transportados entre los 20ºC y los 60ºC según la tabla adjunta:

Reactivos y productos	Conc.	Temp. 20º	60º
Acetato de plata	Sol. sat.	S	S
Acetato metílico	100%	S	L
Acetato etílico	100%	S	N
Acetato de plomo	Sol. sat.	S	-
Aceites y grasas	---	S	L
Aceite mineral	---	S	L
Acido (mono)cloro acético	Sol	S	S
Acido acético	0,1	S	S
Acido adípico	Sol. sat.	S	S
Acido arsénico	Sol. sat.	S	S
Acido benzoico	Sol. sat.	S	S
Acido bórico	Sol. sat.	S	S
Acido bromhídrico	50%	S	S
Acido bromhídrico	100%	S	S
Acido butídico	100%	S	L
Acido cianhídrico	10%	S	S
Acido cítrico	Sol. sat.	S	S
Acido clorhídrico	10%	S	S
Acido clorhídrico	conc.	S	S
Acido cresílico	100%	L	-
Acido crómico	20%	S	L
Acido crómico	50%	S	L
Acido fluorhídrico	4%	S	S
Acido fluorhídrico	60%	S	L
Acido fluorhídrico	100%	S	S
Acido fluosilícico	40%	S	S
Acido fórmico	50%	S	S
Acido fórmico	98-100%	S	S
Acido glacial acético	>96%	S	L
Acido glicóxido	Sol.	S	S
Acido láctico	100%	S	S
Acido maleico	Sol. sat.	S	S
Acido nicotínico	Sol. dil.	S	-
Acido nítrico	25%	S	S
Acido nítrico	50%	L	N
Acido nítrico	75%	N	N
Acido nítrico	100%	N	N
Acido oleico	100%	S	L
Acido ortofosfórico	95%	S	L
Acido ortofosfórico	50%	S	S
Acido osálico	Sol. sat.	S	S
Acido pícrico	Sol. sat.	S	-
Acido propiónico	50%	S	S
Acido propiónico	100%	S	S
Acido salicílico	Sol. sat.	S	S
Acido sulfúrico	10%	S	S
Acido sulfúrico	50%	S	S
Acido sulfúrico	98%	S	N
Acido sulfúrico fumante	---	N	N
Acido sulfuroso	30%	S	S
Acido tánico	Sol.	S	S
Acido tartárico	Sol.	S	S

Reactivos y productos	Conc.	Temp. 20º	60º
Agua	---	S	S
Agua clorada	Sol.sat	L	N
Agua oxigenada	30%	S	S
Agua oxigenada	60%	S	S
Agua regia	1/3	N	N
Alcohol allílico	>96%	S	S
Alcohol metílico	100%	S	L
Alcohol etílico	40%	S	L
Alcohol furfurílico	100%	S	L
Alcohol metílico	100%	S	S
Alcohol butílico (butanol)	100%	S	S
Aldeido acético	100%	S	L
Allume	Sol.	S	S
Amoníaco (gas)	100%	S	S
Amoníaco (líquido)	100%	S	S
Amoníaco (solución)	Sol.dil	S	S
Anhídrido acético	1%	S	S
Anhídrido carbónico	100%	S	S
Anhídrido sulfúrico	10%	N	N
Anhídrido sulfuroso	100%	S	S
Anilina	100%	S	S
Benzaldeido	100%	S	S
Benceno	100%	S	S
Bencina (hidrocarburo ali.)	---	S	S
Benzonato de sodio	Sol. sat.	S	S
Bicarbonato potásico	Sol. sat.	S	S
Bicarbonato sódico	Sol. sat.	S	S
Bicromatado potásico	Sol. sat.	S	S
Cerveza		S	S
Bisulfato potásico	Sol. sat.	S	S
Bisulfito sódico	Sol.	S	S
Borace	Sol. sat.	S	S
Bromato potásico	Sol. sat.	S	S
Bromo (líquido)	100%	S	S
Bromo (vapor seco)	100%	S	S
Bromuro potásico	Sol. sat.	S	S
Bromuro sódico	Sol. sat.	S	S
Butano (gas)	100%	S	S
Carbonato de bario	Sol. sat.	S	S
Carbonato cálcico	Sol. sat.	S	S
Carbonato magnésico	Sol. sat.	S	S
Carbonato potásico	Sol. sat.	S	S
Carbonato sódico	Sol. sat.	S	S
Carbonato de zinc	Sol. sat.	S	S
Cianuro (II) de mercurio	Sol. sat.	S	S
Cianuro de plata	Sol. sat.	S	S
Cianuro de potasio	Sol.	S	S
Cianuro sódico	Sol. sat.	S	S
Ciclohexanol	100%	S	S
Ciclohexano	100%	S	S

Reactivos y productos	Conc.	Temp. 20º-60º	
Clorato cálcico	Sol. sat.	S	S
Clorato potásico	Sol. sat.	S	S
Clorato sódico	Sol. sat.	S	S
Cloro (gas) seco	100%.	S	S
Cloroformo	100%	N	N
Cloruro (II) férrico	Sol. sat.	S	S
Cloruro (II) de mercurio	Sol. sat.	S	S
Cloruro (II) de estaño	Sol. sat.	S	S
Cloruro (III) de antimonio	90%	S	S
Cloruro (III) férrico	Sol. sat.	S	S
Cloruro (IV) de estaño	Sol. sat.	S	S
Cloruro de aluminio	Sol. sat.	S	S
Cloruro de amonio	Sol. sat.	S	S
Cloruro de bario	Sol. sat.	S	S
Cloruro de calcio	Sol. sat.	S	S
Cloruro de magnesio	Sol. sat.	S	S
Cloruro de metilo	100%	L	-
Cloruro de metileno	100%	N	N
Cloruro de níquel	Sol. sat.	S	S
Cloruro potásico	Sol. sat.	S	S
Cloruro sódico	Sol. sat.	S	S
Cloruro de tioline	100%	S	S
Cloruro de zinc	Sol. sat.	S	S
Cloruro (II) de cobre	Sol. sat.	S	S
Cromato potásico	Sol. sat.	S	S
Decalina (decaidronaftalina)	100%	S	S
Destrina	Sol.	S	S
Dioxano	100%	S	S
Diotiftalato	100%	S	L
Heptano	100%	S	S
Etandio	Glicol etíli-co	---	---
Etanol	Ver etanol	---	---
Éter etílico	100%	L	---
Fenol	Sol.	S	S
Ferricianuro sódico	Sol. sat.		S
Ferricianuro potásico	Sol. dil.	S	S
Ferricianuro potásico	Sol. sat.	S	S
Ferricianuro sódico	Sol. sat.	S	S
Fluoruro sódico	Sol. sat.	S	S
Flúor	100%	S	S
Fluoruro de aluminio	Sol. sat.	S	S
Fluoruro amoniaco	Sol.	S	S
Fluoruro potásico	Sol. sat.	S	S
Formaldehico	40%	S	S
Glicerina	100%	S	S
Glicol etilénico	100%	S	S
Glucosa	Sol. sat.	S	S
Hidrógeno	Sol. sat.	S	S
Hidrógeno	100%	S	S
Hidróxido potásico	10%	S	S
Hidróxido potásico	Sol.	S	S
Hidróxido sódico	40%	S	S
Hidróxido sódico	Sol	S	N
Hipoclorito cálcico	Sol. sat.	S	S
Hipoclorito potásico	Sol.	S	L
Hipoclorito sódico	15% de CL	S	N
Leche	---	S	S

Reactivos y productos	Conc.	Temp 20º-60º	
Levadura	Sol.	S	L
Melaza	Con Lav.	S	S
Mercurio	100%	S	S
Metanol	Alcohol metílico		
Nitrato (I) de mercurio	Sol.	S	S
Nitrato (II) de cobre	Sol. sat.	S	S
Nitrato (III) férrico	Sol.	S	S
Nitrato de plata	Sol. sat.	S	S
Nitrato amónico	Sol. sat.	S	S
Nitrato cálcico	Sol. sat.	S	S
Nitrato de niquel	Sol. sat.	S	S
Nitrato potásico	Sol. sat.	S	S
Nitrato sódico	Sol. sat.	S	S
Nitrito sódico	Sol. sat.	S	S
Nitrato magnésico	Sol. sat.	S	S
Ortofostato potásico	Sol. sat.	S	S
Ortofosfato sódico	Sol. sat.	S	S
Oxido carbónico	100%	S	S
Oxido de zinc	Sol. sat.	S	S
Oxígeno	100%	S	S
Ozono	---	L	N
Perclorato potásico	Sol. sat.	S	S
Permanganato potásico	20%	S	S
Peróxido de hidrógeno	Ver agua oxigenada	---	---
Persulfato potásico	Sol. sat.	S	S
Piridina	100%	S	L
Sulfato (II) férrico	Sol. sat.	S	S
Sulfato (II) de cobre	Sol. sat.	S	S
Sulfato (III) férrico	Sol. sat.	S	S
Sulfato de aluminio	Sol. sat.	S	S
Sulfato amónico	Sol. sat.	S	S
Sulfato de bario	Sol. sat.	S	S
Sulfato cálcico	Sol. sat.	S	S
Sulfato de hidrógeno	100%	S	S
Sulfato de níquel	Sol. sat.	S	S
Sulfato potásico	Sol. sat.	S	S
Sulfato sódico	Sol. sat.	S	S
Sulfato de zinc	Sol. sat.	S	S
Sulfito potásico	Sol.	S	S
Sulfuro de amonio	Sol.	S	S
Sulfuro cálcico	Sol. dil.	S	S
Sulfuro carbónico	100%	S	S
Sulfuro potásico	Sol.	S	S
Sulfuro sódico	Sol. sat.	S	S
Revelador fotográfico	Conc. lav.	S	S
Tetracloruro carbónico	100%	S	S
Toluelo	100%	L	N
Tricloroetileno	100%	N	N
Tricloruro de fósforo	100%	S	L
Trietanolamina	Sol	S	L
Urea	Sol	S	S
Urina	---	S	S
Vinos y licores	---	S	S
Silano	100%.	L	N

En las tablas anteriores se ofrece la resistencia química general que se valora mediante el uso de 3 símbolos, que tienen el siguiente significado:

S - Satisfactorio **N** - No Satisfactorio **L** - No Recomendable

3.5 Cálculos

Pérdidas de carga

La norma UNE 53.959 IN define la pérdida de carga como "la variación de la presión entre dos secciones de un tubo horizontal debida a la circulación de un líquido por su interior". También proporciona valores del coeficiente ζ de pérdida de carga de singularidades, para las que se consideran algunos tipos de accesorios y válvulas. Cuanto mayor sea el rozamiento del líquido contra las paredes del tubo (debido a la longitud y rugosidad del mismo), mayor será la perdida de presión. Ver coeficientes ζ en página 38.

Las fórmulas para los tubos, se aplican al transporte de agua, u otro líquido de la misma viscosidad dinámica, a presión, a temperaturas inferiores a 45 ºC.

Las pérdidas de carga que se produzcan en un circuito, vienen dadas por dos formas:

Pérdida de carga lineal, J_L
Pérdida de carga localizada, Δp

La pérdida de carga total se denomina Δh y se mide en m.c.a. (metros columna de agua) resultando:

$$\Delta h = J_L + \Delta p$$

La pérdida de carga lineal, se debe al rozamiento entre las paredes del tubo y el fluido. El tubo multicapa presenta en este caso una de sus principales ventajas ya que debido a su baja rugosidad interna experimenta unas pérdidas de carga continuas significativamente más reducidas que las tuberías metálicas tradicionales.

En general se recomienda no superar unas pérdidas de carga lineales aproximadas de:

- Para conducciones enterradas; de 100 a 350 mm.c.a. por metro lineal de tubería.
- Para conducciones exteriores; de 70 a 200 mm.c.a. por metro lineal de tubería.
- Para conducciones y tramos de instalación interior del edificio; de 50 a 150 mm.c.a. por metro lineal de tubería.

Existen diferentes fórmulas para el cálculo de las pérdidas de carga de tipo lineal. Aquí mostramos una de ellas, pero en la práctica suelen utilizarse ábacos o tablas de pérdidas de carga. El valor J_l es la pérdida de carga continua por metro de longitud de tubería y se obtiene en función del caudal. Ver tablas en páginas 35 y 36 de este mismo manual técnico).

$$J_l = K \frac{v^2}{D\,(Ø)}$$

$$J_L = J_l \times L$$

Las pérdidas de carga localizadas son debidas principalmente a la variaciones geométricas de las superficies que atraviesa el fluido: codos, tes, válvulas, etc.

$$\Delta p = \xi \frac{v^2}{2\,g}$$

También en este caso, el sistema multicapa ofrece notables ventajas respecto a los sistemas más tradicionales. La posibilidad de evitar el uso de codos al tratarse de un tubo flexible que admite radios de curvatura cerrados (cuya posición se mantiene estable una vez efectuada la curva) evita la utilización de un buen número de estos accesorios con el consiguiente ahorro económico y en pérdidas de carga.

En la práctica se utilizan frecuentemente los valores equivalentes a la longitud de la tubería donde se encuentran instalados dichos accesorios, de manera que el valor de la pérdida de carga se traduce en un aumento de longitud del tubo del mismo diámetro que produce la pérdida de carga.

La longitud equivalente depende del tipo de discontinuidad geométrica que se considere y tiene los valores indicados en la tabla de la página 31.

La suma de ambas perdidas de carga (lineal y localizada) nos dará la pérdida de carga total en la instalación.

Dimensionado de una instalación

Para la resolución del presente cálculo se emplearán las prescripciones marcadas por el apartado HS4 del Código Técnico de la Edificación (CTE), en el que se señala que se dimensionará la instalación para el suministro más desfavorable, que será aquel que tenga una mayor pérdida de presión (pérdida de carga) por rozamiento.

Suponemos una instalación interior de suministro de agua para un edificio, en la que después de superar el tramo correspondiente a la acometida-instalación general, se dispone en la toma de alimentación de montantes de una presión de 600 KPa.

La instalación interior del local objeto del estudio, está situada a 28 m de altura respecto al nivel del suelo. En el interior de dicho local se dispone de diversos cuartos húmedos que contienen los siguientes aparatos sanitarios o puntos de consumo.

Cuarto húmedo 1	Cuarto húmedo 2	Cuarto húmedo 3
Inodoro con cisterna	Inodoro con cisterna	Fregadero
Bañera > 1,40 m	Ducha	Lavavajillas
Lavabo	Lavabo	Lavadero
Bidé		Lavadora

1º En primer lugar, realizamos la suma de los caudales unitarios correspondientes a cada uno de los puntos de consumo existentes para hallar el caudal instalado de la instalación en estudio.

Obteniendo:

Cuarto húmedo 1		Cuarto húmedo 2		Cuarto húmedo 3	
Inodoro	= 0,10	Inodoro	= 0,10	Fregadero	= 0,20
Bañera	= 0,30	Ducha	= 0,20	Lavavajillas	= 0,15
Lavabo	= 0,10	Lavabo	= 0,10	Lavadero	= 0,20
Bidé	= 0,10			Lavadora	= 0,20

Total caudal instalado (Qi) = **1,75 l/seg**

2ª Ahora aplicaremos el coeficiente de simultaneidad mediante el desarrollo de las fórmulas adecuadas al tipo de inmueble en estudio, que para este caso se supone de ambiente residencial:

$$K = \frac{1}{\sqrt{n - 1}}$$

De donde:

$1 < n < 26$ siendo “n” el número de aparatos sanitarios conectados
$K > 0,2$ coeficiente de simultaneidad

Por lo que se obtendrá **K = 0,31**

3º Una vez obtenido este coeficiente lo multiplicamos por el caudal hallado anteriormente, para obtener un caudal coherente al probable uso real de la instalación. Obteniendo así el caudal de cálculo o llamado caudal simultáneo**.**

$$Qs = Qi \times K \qquad Qs = 1,75 \times 0,31 = \mathbf{0,54\ l/seg.}$$

4º Según lo señalado en el HS4 del CTE, se escogerá una velocidad para el tramo de recorrido ascendente (montante) hacia la instalación interior en estudio, comprendida entre 0,5 m/seg. y 3,5 m/seg. siendo recomendable y en función del probable diámetro resultante escoger una velocidad máxima de 1 m/seg.

En función de dicha velocidad y del caudal simultáneo hallado anteriormente, recurriremos a la tabla relacional para obtener un diámetro de referencia y con ello una pérdida de carga lineal que expresará la pérdida de presión por rozamiento en cada metro lineal de tubería correspondiente al tramo en estudio.

	20x2,0		25x2,5		32x3,0	
Caudal	R	V	R	V	R	V
l/s	mbar/m	m/s	mbar/m	m/s	mbar/m	m/s
0,01	0,07	0,05	0,02	0,03	0,01	0,02
0,02	0,21	0,11	0,05	0,06	0,02	0,04
0,03	0,41	0,16	0,13	0,09	0,04	0,06
0,04	0,66	0,21	0,20	0,10	0,06	0,08
0,05	0,87	0,26	0,27	0,15	0,08	0,09
0,06	1,12	0,32	0,40	0,20	0,11	0,11
0,07	1,52	0,37	0,47	0,21	0,14	0,13
0,08	1,91	0,42	0,60	0,25	0,18	0,15
0,09	2,36	0,48	0,72	0,28	0,23	0,17
0,10	2,77	0,53	0,95	0,30	0,28	0,19
0,15	5,59	0,79	1,75	0,46	0,55	0,28
0,20	9,24	1,06	2,90	0,60	0,94	0,38
0,25	13,66	1,32	4,25	0,76	1,36	0,47
0,30	18,81	1,59	6,49	0,90	1,91	0,57
0,35	24,77	1,85	8,52	1,07	2,47	0,66
0,40	31,42	2,12	10,79	1,20	3,09	0,75
0,45	38,72	2,38	13,28	1,38	3,85	0,85
0,50	46,87	2,65	15,99	1,50	4,59	0,94
0,55	55,65	2,91	18,91	1,68	5,48	1,04
0,60	65,74	3,18	22,04	1,80	6,34	1,13
0,65	75,14	3,23	25,37	1,99	7,24	1,22
0,70	86,64	3,44	28,92	2,23	8,32	1,32
0,75	97,43	3,71	32,62	2,41	9,33	1,41
0,80	109,69	3,97	36,54	2,50	10,52	1,51
0,85	122,42	4,24	40,64	2,60	11,64	1,60
0,90	135,92	4,50	44,66	2,70	12,95	1,70
0,95	150,77	4,77	49,13	3,02	14,17	1,79
1,00	164,87	5,03	53,77	3,18	15,44	1,88
1,05	180,22	5,30	58,38	3,35	16,85	1,98
1,10	196,31	5,56	63,60	3,50	18,27	2,07
1,15	231,14	5,83	68,86	3,66	19,79	2,17
1,20	230,59	6,09	74,12	3,82	21,31	2,26
1,25	248,48	6,36	79,72	3,98	23,23	2,36
1,30			85,32	4,14	24,54	2,45
1,35			91,26	4,30	26,25	2,55
1,40			97,20	4,46	28,50	2,64
1,45			103,26	4,61	30,38	2,74
1,50			109,32	4,77	32,30	2,83
1,55			115,90	4,93	34,29	2,92
1,60			122,48	5,09	36,30	3,01
1,65					38,41	3,11
1,70					40,60	3,20

Por la relación caudal-velocidad se obtendrá un diámetro referencial de ø32mm. con una pérdida de carga unitaria de 54,8 mm.c.a. (5,48 mbar) x metro. Por tanto, realizamos el producto entre este valor de pérdida de carga unitaria y la longitud en metros para el tramo en estudio hasta el punto de conexión con la llave de paso individual, correspondiente a la planta de estudio.

Ello resultará:

J_L= 54,8 mm.c.a. x 28 m. = 1.534,40 mm.c.a. = **1,53 m.c.a.**

Señalaremos que el actual HS4 del CTE permite incrementar la pérdida de carga de tipo lineal entre un 20% y un 30%, en función de los accesorios intermedios del circuito, tales como codos, llaves de paso, etc., es decir, en concepto de pérdida de carga localizada o singular.

El profesional-técnico podrá optar por adecuarse a estas prescripciones del CTE o bien valorar unitariamente el valor de pérdida de carga para cada uno de los accesorios intermedios para el circuito en estudio, si se opta por esta última opción deberá consultar la tabla en que se facilita el valor unitario de pérdida de carga para cada accesorio o bien la longitud equivalente en metros de tubería del mismo diámetro.

Las pérdidas de carga locales vienen dadas por la siguiente expresión:

$$\Delta p = \xi \frac{v^2}{2 \times g} \text{ en m.c.a.} = \xi \frac{1000 \times v^2}{2 \times g} \text{ en mm.c.a.}$$

Siendo:
Δp = Pérdida local de carga.
ξ = Coeficiente de resistencia es función del tipo de accesorio y del diámetro.
v = Velocidad en m/s.
g = Aceleración de la gravedad m/s^2.

Por tanto la pérdida de carga debida a los accesorios (Pc_{ac}) se obtendrá mediante la suma de las pérdidas locales debidas a los accesorios de dichos tramos.

$$Pc_{ac} = \Sigma\ \Delta p \text{ (en mm.c.a.)}$$

Coeficiente de resistencia para varios modelos de accesorios:

Accesorios			Valores Zeta								
			Ø14	Ø16	Ø18	Ø20	Ø26	Ø32	Ø40	Ø50	Ø63
Codos			1,50	1,25	1,10	1,85	0,70	-	-	-	-
Codo a 90°			4,20	3,40	2,80	2,05	1,40	1,00	0,80	0,55	0,50
Te a 90	Te con separación de corriente		5,20	4,45	3,85	3,20	1,70	1,20	0,85	0,70	0,65
	Te de paso		4,00	3,05	2,25	1,35	0,85	0,55	0,40	0,35	0,30
	Te contracorriente		4,30	4,15	3,10	1,95	1,50	1,10	0,90	0,75	0,70
	Te contracorriente unificadora de corriente		4,30	4,15	3,10	1,95	1,50	1,10	0,90	0,75	0,70
Plancha de pared			3,25	2,80	2,55	2,15	1,30	-	-	-	-
Reducción			4,20	3,40	2,80	2,05	1,40	1,00	0,80	0,55	0,50
Manguito unión	(Unión recta)		2,50	2,00	1,50	0,95	0,35	0,25	0,20	0,20	0,10

5º Como conclusión a este cálculo y adaptándonos a los criterios de la actual normativa, obtendremos un valor total (hasta la llave de paso del usuario más alejado) de pérdida de carga por rozamiento de:

$$\mathbf{\Delta h} = J_L + 20\% = 1{,}53 \text{ m.c.a.} + 20\% = \mathbf{1{,}84 \text{ m.c.a.}}$$

6º Si la presión del agua en la toma de alimentación de montantes es de 600KPa. equivalentes a 60 m.c.a, la presión residual disponible en la llave de paso de usuario será de:

$$\mathbf{Pr = Po - Pe - \Delta h}$$

Siendo:

Pr = Presión residual
Po = Presión en origen
Pe = Presión equivalente en altura.
Δh = Valor de pérdida de presión total (pérdida de carga) por rozamiento.

Pr = 60 m.c.a - 28 m.c.a. - 1,84 m.c.a. = **30,16 m.c.a. = 3,01bar = 300 kPa**

Dado que el apartado HS4 solicita una presión residual mínima de 1 bar en el punto de alimentación a aparatos y considerando que se dispondrá en la llave de usuario de 3 bar, podríamos afirmar que la presión será suficiente para garantizar un adecuado servicio para todos los puntos de consumo de los respectivos locales húmedos correspondientes a la última planta del inmueble y en consecuencia también para los puntos de consumo de plantas inferiores.

7º Una vez en el interior de la planta considerada más favorable, la instalación seguirá las pautas del apartados HS4 del CTE, en sus tablas de dimensionado 4.2 y 4.3 reproducidas a continuación y remarcadas para la instalación en estudio.

8º Dimensionado del tramo de derivación o suministro general a cuartos húmedos.

Tabla 4.3 del DB HS4-CTE - Diámetros mínimos de alimentación

Tramo considerado		Diámetro nominal del tubo de alimentación	
		Tubo acero	Tubo cobre o plástico
Alimentación a cuarto húmedo privado: Baño, aseo, cocina		3/4”	20 mm
Alimentación a derivación particular: Vivienda, apartamento, local comercial		3/4”	20 mm
Columna (montante o descendente)		3/4”	20 mm
Distribución principal		1”	25 mm
Alimentación equipos de climatización	< 50 kW	1/2”	12 mm
	50 - 250 kW	3/4”	20 mm
	250 - 500 kW	1”	25 mm
	> 500 kW	1 1/4”	32 mm

9º Dimensionado de las derivaciones a aparatos sanitarios o puntos de consumo.

Tabla 4.2 del DB HS4-CTE - Diámetros mínimos de derivaciones a los aparatos

Tramo considerado	Diámetro nominal del ramal de enlace	
	Tubo acero	Tubo cobre o plástico
Lavamanos	1/2”	12 mm
Lavabo, bidé	1/2”	12 mm
Ducha	1/2”	12 mm
Bañera < 1,40 m	3/4”	20 mm
Bañera > 1,40 m	3/4”	20 mm
Inodoro con cisterna	1/2”	12 mm
Inodoro con fluxor	1” - 1 1/2”	25 mm - 40 mm
Urinario con grifo temporizado	1/2”	12 mm
Urinario con cisterna	1/2”	12 mm
Fregadero doméstico	1/2”	12 mm
Fregadero industrial	3/4”	20 mm
Lavavajillas doméstico	1/2” (rosca a 3/4”)	12 mm
Lavavajillas industrial	3/4”	20 mm
Lavadora doméstica	3/4”	20 mm
Lavadora industrial	1”	25 mm

NOTA: Los diámetros reflejados en las presentes tablas deben entenderse como diámetros interiores mínimos, por lo que el profesional técnico adaptará dichas medidas a las dimensiones comerciales existentes en el mercado.

PUESTA EN MARCHA Y MANTENIMIENTO

1. Prueba de presión 49
2. Limpieza de red 51
3. Prevención contra la legionella 51
4. Corrosión 51

1. Prueba de presión

Después de la instalación, las tuberías se revisan para garantizar que no haya fugas. Para sistemas de agua potable y de calefacción, los ensayos de presión se llevan a cabo con agua. Una vez acondicionada la presión de prueba, se procederá en función del tipo de material como sigue:

a. Para tuberías metálicas se consideran válidas las pruebas realizadas según la norma UNE 100 151:1988
b. Para las tuberías termoplásticas y multicapas se consideran válidas las pruebas realizadas según el Método A de la norma UNE ENV 12-108:2002.

El fluido utilizado y los resultados de las pruebas de presión debe registrarse en un «informe de prueba de presión».

Importante: Los sistemas de tuberías siempre deben someterse a prueba de presión antes de sellar, aislar, pintar e instalar. Las pruebas de presión siempre se deben realizar de acuerdo con las reglamentaciones locales (RITE, CTE).

1.1 Pruebas de presión para sistemas de agua potable y sanitaria

Pruebas de presión con agua

Importante: Para las pruebas de presión con agua, el agua utilizada debe ser potable (libre de aceite y otras impurezas) para evitar contaminar el sistema de tuberías. Después de llenarse con agua limpia, la tubería debe estar adecuadamente preparada.

- El instalador debe verificar que las tuberías de calefacción sean estancas antes de que estén empotradas o cubiertas con cemento, yeso u otros materiales.
- El manómetro utilizado debe ser capaz de medir una diferencia de presión de 0.1 bar.
- El manómetro debe instalarse en el punto más bajo de la instalación. Es necesario llevar a cabo tres pruebas:

Prueba de fuga
Esta prueba es necesaria solo si se han instalado en el sistema accesorios con juntas tóricas .
Se recomienda realizar pruebas a una presión entre 1 y 5 bar. Debido a la junta tórica, esta primera prueba de presión mostrará si alguna conexión fuga.

Prueba de presión (preliminar)

- La prueba de presión se realiza a una presión aproximadamente 1.5 veces mayor que la presión de diseño.
- Mantener durante 30 minutos la presión. Inspeccionar para detectar cualquier fuga. Reducir la presión a 0,5 veces la presión de diseño.
- Cerrar el grifo de purga. Cuando la presión se estabiliza a 0,5 veces superior a la presión de diseño, la prueba es correcta. Supervisión de la evolución durante 90 min.
- El manómetro que se utilice en esta prueba debe apreciar como mínimo intervalos de presión de 0,1 bar.

Prueba de presión (principal)

- La prueba principal debe tener lugar inmediatamente después de la prueba preliminar.
- Esta prueba debe durar 2 horas.
- La caída de presión no debe ser inferior a 0,2 bar durante estas 2 horas.
- La instalación debe permanecer 100% estanca.

1.2. Pruebas de presión para sistemas de calefacción y refrigeración

Importante: Como regla general, las pruebas de presión en tuberías se llevan a cabo con agua, de acuerdo con las reglamentaciones locales

- El instalador debe verificar que las tuberías de calefacción estén selladas antes de que estén empotradas o cubiertas con cemento, yeso u otros materiales.
- El manómetro utilizado debe ser capaz de medir una diferencia de presión de 0.1 bar.
- El manómetro debe instalarse en el punto más bajo de la instalación.
- La instalación de calefacción debe someterse a presión de agua y purga (y, si es necesario, protegerse contra las heladas).
- El tubo de calefacción debe someterse a una prueba de presión 1.3 veces mayor que la presión total de la instalación (presión estática), con al menos 1 bar de sobrepresión en cada punto de la instalación.
- Inmediatamente después de la prueba de presión de agua fría, el agua debe calentarse a la temperatura del agua caliente, el más alto utilizado como base para el cálculo, a fin de determinar si el sistema permanece sellado a alta temperaturas
- La prueba de presión debe tener una duración de 24 horas.
- La presión no debe caer más de 0.2 bar.
- La instalación debe permanecer estanca.
- Una vez que el agua se haya enfriado, verifique si todas las tuberías y accesorios se han mantenido estancos.
- Las pruebas de presión debe estar suficientemente documentada.

1.3. Pruebas de presión en instalaciones de calefacción por suelo radiante

Importante: las pruebas de presión se pueden realizar con agua, o aire comprimido, según UNE-EN 1264-4.

- Antes de cubrir el circuito de calefacción, debe probarse para detectar fugas (realice una prueba de presión).
- El manómetro utilizado debe ser capaz de medir una diferencia de presión de 0.1 bar.
- Todas las tuberías deben estar primero presurizadas y purgadas.
- La presión del agua debe medirse justo antes y después del sistema.
- Se recomienda probar los tubos con una presión no inferior a 4 bar, o no superior a 6 bar, durante un período de 24 horas (EN 1266-4:2009).
- Asegúrese de que las válvulas de cierre del colector de suelo radiante estén completamente cerradas para que la presión de prueba permanezca aislado del resto de la instalación.
- La presión no debe caer más de 0.2 bar y la instalación debe permanecer estanca.
- Al colocar el revestimiento del piso, la presión de operación debe reducirse a la presión de funcionamiento máximo permitido.
- Se deben tomar las medidas adecuadas en caso de heladas (use productos anticongelantes o caliente el edificio).
- Una vez que el sistema de calefacción ya no está en riesgo de congelación, los productos anticongelantes deben eliminarse completamente de las tuberías. La instalación debe limpiarse con agua limpia al menos tres veces, ya que los productos anticongelantes pueden causar corrosión en las partes metálicas del sistema de calefacción de piso.

2. Limpieza de la red

Todas las tuberías deben limpiarse a fondo antes del uso inicial para asegurarse de que se eliminan materias extrañas y sustancias en el interior de la tubería que pueden provocar problemas de higiene y/o daños por corrosión.

La tubería de agua potable debe limpiarse tan pronto como sea posible después de la instalación y después de las pruebas de presión. Las tuberías de agua fría y caliente se limpiarán por separado, de forma intermitente y bajo presión con una mezcla de aire y agua (DIN 1988, parte 2).

Se debe usar agua con una calidad cercana al agua potable para limpiar las tuberías y para evitar cualquier posible contaminación de las tuberías.

3. Prevención contra la legionella

La bacteria Legionella se desarrolla en todas las aguas blandas, particularmente en el agua del grifo, pero no presenta ningún peligro excepto en ciertas circunstancias altamente específicas. Estos dependen principalmente del diseño y mantenimiento del sistema, no del tipo de tubería utilizada en el sistema. La temperatura del agua juega un papel importante. Las bacterias son inocuas por debajo de los 25°C. Hasta una temperatura de 60°C hay riesgo. Además, el agua corriente es dañina para estas bacterias.

El peligro se presenta en el agua con una temperatura entre 25°C y 50°C que se atomiza. Cuando las circunstancias son propicias para el crecimiento de las bacterias (tuberías viejas, acumulación de corrosión), fuera de las zonas donde las bacterias están inactivas o no pueden sobrevivir, la proliferación se convierte en una preocupación.

La tubería es resistente a la corrosión gracias a la pared interior lisa de la tubería. Por lo tanto, las únicas medidas para aplicar son:

- Configure la temperatura de la caldera para que la tubería de suministro permanezca a una temperatura de al menos 60° C. Establecer el retorno a 50°C y hacer que la mezcla tenga lugar lo más cerca posible del punto de la bifurcación sanitaria (por ejemplo, ducha).
- Limpie regularmente todas las tuberías abundantemente con agua caliente, especialmente después de una larga ausencia.
- Vaciar las secciones de tubería no utilizadas.
- Evite el agua estancada.

4. Corrosión

Existen varios tipos de corrosión: corrosión química, corrosión electroquímica, corrosión local interna y externa, corrosión vandálico callejero, etc. En general, todos estos tipos de corrosión tienen características químicas o mecánicas muy específicas.
Causas. La siguiente sección proporciona algunos consejos simples que ayudarán a evitar que surjan estos problemas.

Corrosión electroquímica

Para que tenga lugar la corrosión electroquímica, se deben cumplir las siguientes condiciones:
- Diferente potencial electroquímico entre los dos componentes.
- La presencia de un conductor de fluido (electrolito), como agua.
- La presencia de oxígeno O2.

Los sistemas de calefacción y los sistemas de suministro de agua deben considerarse por separado. No hay cantidades significativas de oxígeno en los sistemas de calefacción si se instalan y utilizan correctamente, por lo tanto, se producirá poca corrosión. Por otro lado, el contenido de oxígeno en los sistemas de agua potable es muy alto, cerca del nivel de saturación.

Es de primordial importancia que los metales menos nobles se instalen aguas arriba y que se instalen metales más nobles aguas abajo. Por ejemplo, es posible instalar ramas con tubería de acero inoxidable en un sistema compuesto por tubos de acero al carbono. Se pueden usar accesorios metálicos o sintéticos no ferrosos (ver DIN 1988). Otro factor importante es la relación entre la superficie del metal noble y la del metal menos noble. Cuanto mayor sea esta relación, mayor será la velocidad de corrosión.

Por esta razón, se debe evitar tanto como sea posible el uso de extensiones o accesorios hechos de acero al carbono, y en su lugar se deben usar accesorios en acero inoxidable, latón o bronce.

Corrientes parásitas
La corrosión por corrientes parásitas raramente ocurre en la práctica y es inmediatamente reconocible ya que comienza en el exterior de la tubería con un cráter en forma de cono dirigido hacia el interior de la tubería. Corrosión de corriente perdida requiere una corriente continua que convierte el metal en un ánodo. Cualquier corriente que, a pesar de las medidas de aislamiento, penetre en la tierra y se extiende a otras estructuras metálicas vecinas, como un sistema de suministro de agua, pasará a través de una longitud muy precisa del sistema antes de volver al suelo. Para penetrar en el sistema de tuberías, la corriente de tierra debe encontrar un punto de entrada donde la capa protectora normal de la tubería o accesorio está dañada o falta.

Por esta razón, las tuberías metálicas deben estar conectadas a tierra (ver las regulaciones locales). Los sistemas de corriente continua no son generalmente para uso doméstico, para el cual no surgen problemas reales con la corriente alterna. Los estudios realizados durante varios años muestran que los problemas causados por las corrientes parásitas ocurren solo esporádicamente y no dependen del material.

Corrosión del cobre
Corrosión interna
Las propiedades físicas y químicas del agua potable pueden verse afectadas por el cobre en caso de corrosión interna. Dependiendo de su composición, incluso el agua potable puede causar corrosión. El cobre no es corroído por el agua que contiene glicol o agua desmineralizada o destilada.

Corrosión externa
El cobre es un metal que es altamente resistente a la corrosión. Por lo tanto, no se requiere protección contra la corrosión con el cobre.

4.1. Corrosión interna

Sistemas de calefacción
El oxígeno no puede entrar en los sistemas de calefacción de circuito cerrado si se utilizan accesorios y equipos de alta calidad. Al llenar las tuberías, una pequeña cantidad de oxígeno contenida en el agua es absorbida directamente por la superficie interna de la tubería y se forma una delgada capa de óxido de hierro sobre esta superficie. No puede haber corrosión después de este punto. La disminución del grosor en la pared de la tubería es insignificante. El agua del circuito de calefacción está prácticamente libre de oxígeno después de esta reacción.

Cobre
Los tubos y conexiones de cobre son adecuados para todos los sistemas de calefacción abiertos y cerrados. Sistemas mixtos: el cobre se puede usar con otros metales en cualquier sección de tubería en instalaciones mixtas.

Aditivos
Como medida preventiva contra la absorción inaceptable de oxígeno, se pueden agregar inhibidores de oxígeno al agua del circuito de calefacción Respetar las instrucciones del proveedor.

Instalaciones de agua (potable)

Cobre
Las propiedades físicas y químicas del agua potable pueden verse afectadas por el cobre en caso de corrosión interna.
Dependiendo de su composición, incluso el agua potable puede causar corrosión.
Por lo tanto, el cobre puede usarse para sistemas si el contenido de sal del agua potable no supera el umbral definido por autoridades y regulaciones. Si no se exceden los valores límite y las propiedades del agua potable no deterioran el cobre, este metal puede usarse para sistemas sanitarios.

Flujo para instalaciones mixtas

El metal menos nobles	Acero al carbono	
↓	Cobre	↓ Dirección del flujo
Los metales nobles	Acero inoxidable	

4.2. Corrosión externa

General
Las condiciones requeridas para causar corrosión externa generalmente no ocurren en los edificios. Sin embargo, es posible que las instalaciones estén sometidas a la penetración no deseada de la lluvia o la humedad durante períodos bastante largos, lo que puede causar problemas. Los operadores e instaladores son responsables de tomar medidas correctivas. Solo la protección anticorrosiva adecuada puede ofrecer una prevención permanente contra la corrosión. Para este propósito, se puede usar aislamiento de “celda cerrada”, que deben colocarse en condiciones que garanticen un sellado perfecto. Las pinturas básicas o metálicas asegurarán una protección mínima contra la corrosión. Se recomienda el uso sistemático de protección contra la corrosión en tuberías en condiciones donde es probable que se produzca corrosión (habitación húmeda, espacios bajos, etc.).

Cobre
El cobre es altamente resistente a la corrosión. Por lo tanto, no se requiere protección contra la corrosión con el cobre. Sin embargo, en algunos casos, es necesario proteger el cobre contra la corrosión debido a la presencia de sulfatos, nitratos o amoníaco, que podrían causar corrosión.

Las tuberías de gas deben estar protegidas contra la corrosión.

4.3. Importancia del uso y tratamientos

General
La corrosión puede ocurrir debido a un mal diseño del sistema o por un uso incorrecto.
Los siguientes puntos se deben respetar:

Cobre
Independientemente del material, las tuberías de agua pueden corroerse después de la interacción de tres elementos (agua - metal - gas (aire)). Esta corrosión se puede evitar si la tubería esta llena en todo momento, después del llenado inicial. Si las tuberías deben vaciarse alguna vez después de la prueba de presión de agua, esto es considerado como relleno parcial. En este caso, se recomienda realizar pruebas de presión con aire.

4.4. Los efectos del aislamiento

General
El aislamiento normalmente no ofrece protección contra la corrosión excepto para el "aislamiento de celda cerrada" (hermético y estanco), que ofrece una protección eficaz contra la corrosión.

Standard Hidráulica S.A.U.
Av. La Ferrería, 73-75 - Pol. Ind. La Ferrería 08110 - Montcada i Reixac - Barcelona (Spain) - Tel. +34 93 564 10 94
Sede Madrid: C. Sierra Morena, 15 - 28320 - Pinto (Spain) - Tel. +34 91 643 18 86 / +34 91 692 05 53
info@sth.email - **www.standardhidraulica.com**