



# INSTALACIONES DE FONTANERÍA Y CALEFACCIÓN

MANUAL TÉCNICO





<b>SISTEMA DE FONTANERÍA UPONOR Q&amp;E .....</b>	<b>8</b>
<b>1. Descripción del Sistema.....</b>	<b>9</b>
1.1. Sistema de tuberías flexibles Uponor Aqua Pipe y accesorios Q&E .....	9
1.2. Propiedades de la tubería Uponor Aqua Pipe (PEX-a) .....	9
1.2.1. Designación y grado de reticulación .....	10
1.2.2. Normativa .....	10
1.3. Gama de tuberías Uponor Aqua Pipe (PEX-a).....	11
1.4. Ventajas de las tuberías Uponor Aqua Pipe (PEX-a) .....	11
1.5. Accesorios Uponor Q&E .....	12
1.5.1. Ventajas de los accesorios Uponor Q&E PPSU .....	12
1.6. Sistema de unión Uponor Q&E.....	13
1.6.1. Elementos del sistema.....	13
1.6.2. Instrucciones de montaje del sistema Uponor Q&E.....	13
1.6.3. Instrucciones de instalación de los accesorios Uponor Q&E roscados (PPSU) .....	14
1.7. Herramientas para el sistema Uponor Q&E.....	15
1.7.1. Almacenamiento y mantenimiento de las herramientas.....	16
1.7.2. Adaptador giratorio para herramienta manual Q&E.....	16
1.8. Sistema de unión Uponor RTM.....	17
1.8.1. Elementos del sistema.....	17
1.8.1.1. Principales características de los accesorios Uponor RTM.....	17
1.8.2. Instrucciones de montaje del sistema Uponor RTM.....	18
1.9. Sistema de unión Uponor Grandes Dimensiones Modulares .....	19
1.9.1. Elementos del sistema.....	19
1.9.2. Instrucciones de montaje de los accesorios Uponor Grandes Dimensiones Modulares .....	19
<b>2. Principios de diseño.....</b>	<b>20</b>
2.1. Configuración de la instalación.....	20
2.2. Caudal instantáneo mínimo .....	20
2.3. Presión máxima y mínima .....	21
2.4. Diámetro nominal mínimo de la derivación a los aparatos .....	21
2.5. Diámetro nominal mínimo de alimentación.....	21
2.6. Caudal de simultaneidad.....	22
2.6.1. Cálculo del caudal de simultaneidad .....	22
2.7. Velocidad del agua .....	23
2.8. Agua Caliente Sanitaria (ACS).....	23
2.9. Contribución solar mínima .....	23
2.9.1. Demanda de Agua Caliente Sanitaria (ACS) .....	24
2.10. Tipo de instalaciones de placas solares en edificios .....	25
2.10.1. Ventajas y desventajas .....	26
2.11. Retorno de Agua Caliente Sanitaria (ACS) .....	26
2.11.1. Dimensionado de la red de retorno de Agua Caliente Sanitaria (ACS) .....	26
<b>3. Requisitos generales de calidad para los materiales empleados en Agua Caliente Sanitaria .....</b>	<b>27</b>
<b>4. Puesta en servicio. Pruebas de las instalaciones interiores .....</b>	<b>27</b>
<b>5. Diseño del Sistema.....</b>	<b>28</b>
5.1. Determinación de los diámetros de una instalación mediante colectores, teniendo en cuenta las pérdidas de carga admisibles y caudales de simultaneidad .....	28
5.1.1. Ejemplo 1: Batería de contadores.....	29
5.1.2. Ejemplo 2: Una sola montante para toda la vivienda.....	31

5.2. Despiece de la instalación interior de fontanería .....	33
• Instalación tipo de cocina. Sistema por colectores .....	33
• Instalación tipo de cocina. Sistema por tes .....	33
• Instalación tipo de cuarto de baño. Sistema por colectores .....	34
• Instalación tipo de cuarto de baño. Sistema por tes .....	34
<b>6. Almacenamiento e instalación .....</b>	<b>35</b>
6.1. Almacenamiento .....	35
6.2. Desbobinado de la tubería .....	35
6.3. Corte de la tubería .....	35
6.4. Curvado de la tubería .....	35
6.5. Contracción de longitud .....	35
6.6. Localización de colectores .....	35
6.7. Tendido y suportación de la tubería .....	35
6.8. Memoria térmico-elástica .....	35
6.9. Llenado y comprobación del sistema .....	35
<b>7. Instalación, detalles de la suportación .....</b>	<b>36</b>
7.1. Instalaciones permitiendo la expansión .....	36
7.1.1. Posicionamiento de puntos fijos .....	37
7.1.2. Instalación de tuberías permitiendo la expansión por medio de un brazo flexible .....	37
7.1.3. Instalación de tuberías permitiendo la expansión por medio de una lira .....	38
7.1.4. Instalación de tuberías permitiendo la expansión con medias cañas y suportadas por abrazaderas .....	38
7.1.5. Instalación de tuberías permitiendo la expansión por medio de abrazaderas .....	39
7.2. Instalaciones no permitiendo la expansión .....	40
7.2.1. Posicionamiento de los puntos fijos .....	40
7.2.2. Instalación entre puntos fijos con medias cañas .....	40
7.2.3. Instalación entre puntos fijos con abrazaderas .....	41
7.2.4. Instalación de tuberías sujetas sólo en los puntos fijos .....	41
7.3. Instalación de tubería Uponor Aqua Pipe (PEX-a) protegida con tubo corrugado .....	42
7.4. Instalación de tubería Uponor Aqua Pipe (PEX-a) empotrada en cemento .....	42

<b>SISTEMA DE FONTANERÍA UPONOR S-PRESS .....</b>	<b>44</b>
<b>1. Descripción del Sistema .....</b>	<b>45</b>
1.1. Filosofía.....	45
1.2. Tuberías Uponor Uni Pipe PLUS y Uponor MLC.....	45
1.2.1. Características .....	46
1.2.2. Designación y Normativa .....	46
1.3. Gama de tuberías Uponor Uni Pipe PLUS y Uponor MLC .....	47
1.4. Accesorios Uponor S-Press .....	47
1.4.1. Accesorios Uponor S-Press de 16 a 32 mm .....	47
1.4.1.1. Principales características de los accesorios Uponor S-Press.....	48
1.4.2. Accesorios Uponor S-Press de 40 a 50 mm .....	49
1.4.3. Instrucciones de montaje de los accesorios Uponor S-Press.....	49
1.5. Accesorios Uponor Grandes Dimensiones Modulares.....	49
1.5.1. Elementos del sistema Uponor Grandes Dimensiones Modulares.....	49
1.5.2. Instrucciones de montaje de los accesorios Uponor Grandes Dimensiones Modulares .....	49
1.6. Sistema de unión Uponor RTM.....	50
1.6.1. Elementos del sistema.....	50
1.6.1.1 Principales características de los accesorios Uponor RTM.....	50
1.6.2. Instrucciones de montaje de los accesorios Uponor RTM.....	51
1.7. Accesorios roscados para tubería Uponor Uni Pipe PLUS .....	52
1.7.1. Elementos del sistema.....	52
1.7.2. Instrucciones de montaje de los accesorios Uponor Compresión.....	52
1.8. Herramientas para el Sistema Uponor S-Press .....	53
1.8.1. Mordazas tipo “U” para accesorios Uponor S-Press .....	54
<b>2. Requisitos generales de calidad para los materiales empleados en Agua Caliente Sanitaria .....</b>	<b>55</b>
<b>3. Puesta en servicio. Pruebas de las instalaciones interiores .....</b>	<b>55</b>
<b>4. Diseño del Sistema.....</b>	<b>56</b>
4.1. Técnicas de instalación .....	56
4.2. Dilatación .....	56
4.2.1. Dilatación de las tuberías Uponor Uni Pipe PLUS y Uponor MLC.....	56
4.2.2. Instalación de tuberías permitiendo la expansión por medio de un brazo flexible .....	57
4.3. Técnicas de sujeción de las tuberías multicapa Uponor.....	58
4.3.1 Fijación del tubo .....	58
4.3.2. Montaje según el método “medida Z” .....	58
4.4. Suportaciones en montantes de distribución.....	59
4.5. Espacio mínimo necesario para el proceso de presión.....	60
4.6 Curvado de la tubería .....	60
4.6.1. Curvado con la mano .....	60
4.6.2. Curvado con muelle interior .....	60
4.6.3. Curvado con muelle exterior .....	60
4.6.4. Curvado con herramienta curvadora.....	61
4.7. Equivalencia dimensional de la tubería multicapa Uponor frente al cobre y al acero.....	61

## SISTEMA DE TUBERÍAS PEX CON BARRERA ANTIDIFUSIÓN DE OXÍGENO Y TUBERÍAS MULTICAPA PARA INSTALACIONES DE CALEFACCIÓN..... 62

### 1. Descripción del Sistema..... 63

1.1. Generalidades.....	63
1.1.1. Concepto de calor.....	63
1.1.2. Formas de transmisión del calor.....	63
1.1.3. Unidades de calor.....	63
1.1.4. Potencia calorífica.....	63
1.2. Emisores.....	63
1.2.1. Tipos de emisores.....	63
1.3. Tipos de instalación.....	63
1.3.1. Instalación bitubo.....	64
1.3.1.1. Solución Uponor para instalación bitubo.....	65
1.3.2. Instalación monotubo.....	66
1.3.2.1. Solución Uponor para instalaciones monotubo.....	66
1.3.3. Instalación por colectores.....	67
1.4. Depósito acumulador de ACS.....	68
1.5. Tubería con barrera antidifusión de oxígeno Uponor Comfort Pipe PLUS.....	69
1.5.1. Gama de tuberías Uponor Comfort Pipe PLUS y Uponor Radi Pipe.....	70
1.6. Sistema Uponor Q&E para calefacción por radiadores.....	71
1.6.1. Elementos del sistema.....	71
1.6.2. Ventajas del sistema.....	71
1.6.3. Instrucciones de montaje del sistema Uponor Q&E.....	72
1.7. Herramientas para el sistema Uponor Q&E.....	73
1.7.1. Almacenamiento y mantenimiento de las herramientas.....	74
1.7.2. Adaptador giratorio para herramienta manual Q&E.....	74
1.8. Prueba de resistencia mecánica y estanqueidad.....	75

### 2. Cálculo de una instalación..... 76

2.1. Datos de partida.....	76
2.2. Cálculo de una instalación bitubo.....	76
2.2.1. Elementos de la instalación bitubo.....	82
2.3. Cálculo de una instalación monotubo.....	83
2.3.1. Elementos de la instalación monotubo.....	88
2.4. Cálculo de una instalación por colectores.....	89
2.4.1. Elementos de la instalación por colectores.....	93

<b>ANEXOS .....</b>	<b>94</b>
<b>1. Diagramas y tablas de tuberías Uponor .....</b>	<b>95</b>
1.1. Diagrama de caída de presión en tubería Uponor Aqua Pipe (PEX-a) .....	95
1.2. Tabla de pérdida de carga en tuberías Uponor Aqua Pipe (PEX-a) .....	97
1.3. Diagramas de caídas de presión en las tuberías multicapa Uponor .....	101
1.4. Tabla de pérdida de carga en tuberías multicapa Uponor .....	102
<b>2. Aislamientos .....</b>	<b>105</b>
2.1. Normativa. Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios, RITE. Aislamiento térmico de redes de tuberías (IT 1.2.4.2.1).....	105
2.1.1. Espesores mínimos de aislamiento .....	105
2.1.2. Aislamiento en tuberías Uponor .....	105
2.2. Protección en las tuberías Uponor .....	105
2.3. Pérdidas de calor en las tuberías Uponor .....	106
2.3.1. Pérdidas de calor en tuberías desnudas Uponor .....	106
2.3.2. Pérdidas de calor en tuberías enfundadas Uponor .....	108
<b>3. Expansión térmica Uponor Aqua Pipe (PEX-a) .....</b>	<b>109</b>
<b>4. Fuerzas de expansión y contracción Uponor Aqua Pipe (PEX-a) .....</b>	<b>109</b>
<b>5. Curvas de regresión .....</b>	<b>110</b>
5.1. Curva de regresión tuberías de polietileno reticulado (PEX) .....	110
5.2. Ejemplos de cálculo de la presión de trabajo .....	111
<b>6. Coeficiente de simultaneidad para diferentes tipos de edificios.....</b>	<b>112</b>
6.1. Caudal de simultaneidad.....	112
6.1.1. Cálculo del caudal de simultaneidad .....	112
<b>7. Tablas de pérdida de carga en función del flujo térmico.....</b>	<b>113</b>
7.1. Tuberías Uponor Aqua Pipe (PEX-a) y Uponor Radi Pipe (con barrera antidifusión de oxígeno EVOH) .....	113
<b>8. Tablas de pérdida de carga en tuberías multicapa Uponor.....</b>	<b>133</b>
8.1 Tuberías Uponor Uni Pipe PLUS y Uponor MLC.....	133

# INSTALACIONES DE FONTANERÍA

SISTEMA UPONOR Q&E





# 1. Descripción del sistema

## 1.1. Sistema de tuberías flexibles Uponor Aqua Pipe y accesorios Uponor Q&E

Uponor ofrece un completo sistema para la realización de instalaciones de agua fría y caliente sanitaria (ACS). Este sistema consiste en un completo abanico de tuberías y accesorios. Es limpio, flexible y fácil de instalar.

## 1.2. Propiedades de la tubería Uponor Aqua Pipe (PEX-a)

Las tuberías Uponor Aqua Pipe (PEX-a), son tuberías de polietileno reticulado según el método Engel.

El reticulado se define como un proceso que cambia la estructura química de tal manera que, las cadenas de polímeros se conectan unas con otras alcanzando una red tridimensional mediante enlaces químicos. Esta nueva estructura hace que sea imposible fundir o disolver el polímero a no ser que se destruya primero su estructura. Es posible evaluar el nivel alcanzado de enlace transversal midiendo el grado de gelificación.



Las tuberías Uponor Aqua Pipe no se ven afectadas por los materiales de obra ni los aditivos derivados del hormigón y absorben la expansión térmica evitando así la formación de grietas en las tuberías.

Las propiedades más importantes de las tuberías Uponor Aqua Pipe se reflejan en las tablas que figuran a continuación:

	Propiedades mecánicas	Valor	Unidad	Estándar
Densidad		938	kg/m <sup>3</sup>	
Tensión de estrangulamiento	20 °C 100 °C	20-26 9-13	N/mm <sup>2</sup>	DIN 53455
Módulo de elasticidad	20 °C 80 °C	1180 560	N/mm <sup>2</sup>	DIN 53457
Elongación de fractura	20 °C 100 °C	300-450 500-700	%	DIN 53455
Rotura por impacto	20 °C -140 °C	No fractura No fractura	kJ/m <sup>2</sup>	DIN 53453
Absorción de agua	(22 °C)	0,01	mg/4d	DIN 53472
Coef. de fricción		0,08-0,1	-	
Tensión superficial		34·10 <sup>-3</sup>	N/m	

Propiedades térmicas	Valor	Unidad
Conductividad térmica	0,35	W/m°C
Coeficiente lineal de expansión (20 °C/100 °C)	1,4·10 <sup>-4</sup> 2,05·10 <sup>-4</sup>	m/m°C
Temperatura de reblandecimiento	133	°C
Rango de temperatura ambiente de trabajo	-100 a 110	°C
Calor específico	2,3	kJ/kg°C

Presión de reventamiento a 20 °C	
Diámetro x espesor de la tubería (mm)	Presión aproximada (kg/cm <sup>2</sup> )
16 x 1,8	50,7
20 x 1,9	42
25 x 2,3	35
32 x 2,9	40

Propiedades eléctricas	Valor	Unidad
Resistencia específica interna (20 °C)	10 <sup>15</sup>	
Constante dieléctrica (20 °C)	2,3	
Factor de pérdidas dieléctricas (20 °C/50 Hz)	1·10 <sup>3</sup>	
Ruptura del dieléctrico (20 °C)	60-90	Kv/mm

Radios de curvatura recomendados en mm	Curva en caliente	Curva en frío
Ø 16 x 1,8	35	35
Ø 20 x 1,9	45	90
Ø 25 x 2,3	55	125

Para los tubos Uponor Aqua Pipe de diámetros mayores, los radios mínimos de curvatura en frío son, indicativamente:

- DN 32-40: 8 veces el Ø<sub>ext</sub>
- DN 50-63: 10 veces el Ø<sub>ext</sub>
- DN 75-90-110: 15 veces el Ø<sub>ext</sub>

### 1.2.1. Designación y grado de reticulación

La norma UNE EN ISO 15875 especifica la designación de las tuberías de polietileno reticulado según su proceso de fabricación. Cada proceso da a las tuberías un grado de reticulación mínimo:

Tipo de proceso	Denominación	Grado mínimo de reticulación
Peróxido (Uponor)	PEX-a	> 70%
Silano	PEX-b	> 65%
Radiación de electrones	PEX-c	> 60%

Para calcular la serie a la que pertenece una tubería, debemos aplicar la siguiente fórmula:

$$S = \frac{D_n - E_n}{2E_n}$$

S: Serie  
D<sub>n</sub>: Diámetro nominal  
E<sub>n</sub>: Espesor nominal

### 1.2.2. Normativa

El sistema Uponor Q&E cuenta con los siguientes certificados:

- UNE EN ISO 15875-2 para tubos de polietileno reticulado (PEX)
- UNE EN ISO 15875-3 para accesorios.
- UNE EN ISO 15875-5 para el sistema.

En el segundo semestre de 2004, se adopta con rango de norma nacional, la norma europea EN ISO 15875. En España esta norma se llamará UNE EN ISO 15875 y sustituirá a la norma experimental UNE 53381 EX.

Esta nueva norma posibilita una mayor difusión de los requisitos y métodos de ensayo de los sistemas de canalización de polietileno reticulado para instalaciones de agua fría y caliente que son aplicados en Europa.

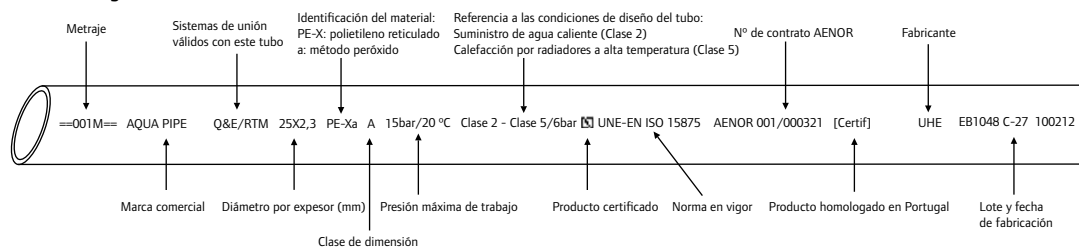
De esta norma podemos destacar las siguientes características:

- La filosofía de la norma cambia radicalmente, haciendo referencia no sólo al tubo como la norma antigua, sino al conjunto del sistema.

- Debido a la confianza y la fiabilidad que han demostrado los tubos de polietileno reticulado en las instalaciones de Fontanería y Calefacción durante más de 40 años, en esta norma se disminuyen los coeficientes de seguridad de diseño, resultando unas presiones máximas de servicio mayores que las utilizadas en la norma anterior.
- Aumenta el rango de diámetros incluidos en la norma, por lo que estarán certificados tubos con medidas especiales que hasta ahora no lo estaban.
- Supone una modernización de los ensayos y parámetros de control de calidad que realizamos en fábrica que tendrá su efecto inmediato en la calidad de nuestros productos.
- Incluye el concepto de CLASE DE APLICACIÓN que va a afectar a todas las normas futuras de sistemas tanto plásticos como metálicos y que determina el uso final del tubo según la siguiente tabla:

CLASE	Aplicación
CLASE 1	Suministro de agua caliente (60 °C)
CLASE 2	Suministro de agua caliente (70 °C)
CLASE 4	Calefacción por suelo radiante y radiadores a baja temperatura
CLASE 5	Radiadores a alta temperatura

### Marcaje tubería PEX



Marcaje en los tubos Uponor Aqua Pipe (PEX-a) y Uponor Radi Pipe (PEX-a con barrera antidifusión de oxígeno) según UNE EN ISO 15875. Sistema certificado con de AENOR.

### 1.3. Gama de tuberías Uponor Aqua Pipe (PEX-a)

Las tuberías Uponor Aqua Pipe están disponibles en diferentes formatos y longitudes para adaptarse de la mejor manera posible a las necesidades de la instalación:

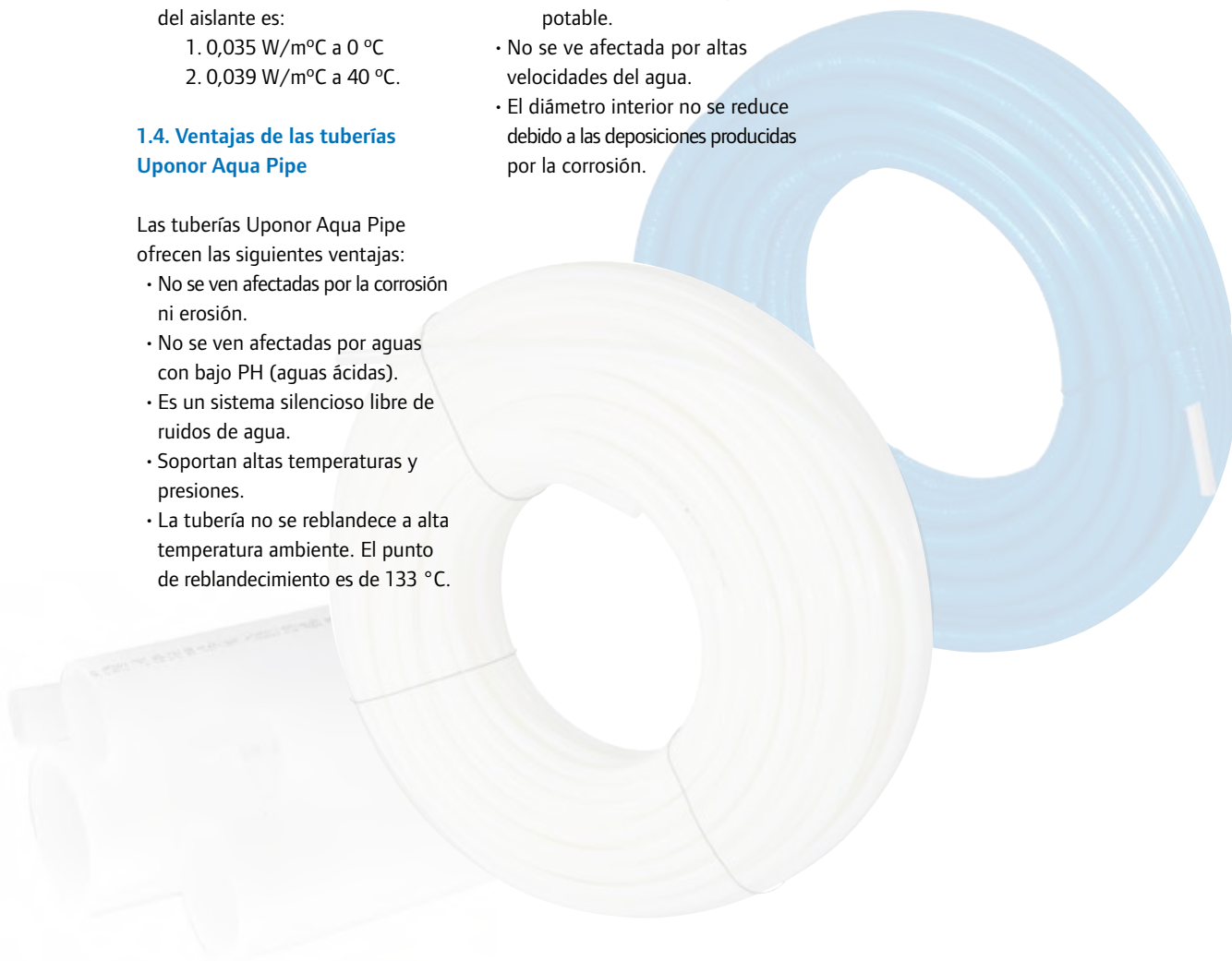
- Tubería Uponor Aqua Pipe Serie 5 en rollo desde diámetro 16 a 75 mm.
- Tubería Uponor Aqua Pipe Serie 5 en barra desde diámetro 16 a 110 mm.
- Tubería Uponor Aqua Pipe Serie 5 en rollo preaislado con coquilla desde diámetro 16 hasta 25 mm (espesor del aislamiento: Ø 16 y 20 mm/6 mm de aislamiento; Ø 25 mm/9 mm de aislamiento). El coeficiente de conductividad del aislante es:
  1. 0,035 W/m°C a 0 °C
  2. 0,039 W/m°C a 40 °C.

### 1.4. Ventajas de las tuberías Uponor Aqua Pipe

Las tuberías Uponor Aqua Pipe ofrecen las siguientes ventajas:

- No se ven afectadas por la corrosión ni erosión.
- No se ven afectadas por aguas con bajo PH (aguas ácidas).
- Es un sistema silencioso libre de ruidos de agua.
- Soportan altas temperaturas y presiones.
- La tubería no se reblandece a alta temperatura ambiente. El punto de reblandecimiento es de 133 °C.

- Resistencia a fisuras, hasta el 20 % del espesor de la pared sin fallo del sistema.
- Los golpes de ariete son reducidos en una tercera parte con respecto a instalaciones de tuberías metálicas.
- Sólo es necesario unas sencillas herramientas para su instalación.
- Marcado de toda la información necesaria sobre la tubería a intervalos de 1 m:
- Resistencia frente al fuego clase C-s1-d2.
- Aprobaciones y certificaciones con respecto a normas sobre:
  1. Propiedades del material.
  2. Instalación.
  3. Uso en sistemas de agua potable.
- No se ve afectada por altas velocidades del agua.
- El diámetro interior no se reduce debido a las deposiciones producidas por la corrosión.
- No contiene ningún compuesto clorado.
- Larga vida útil.
- Resistencia al desgaste.
- Baja rugosidad, lo que lleva consigo bajo coeficiente de fricción, muy pequeñas pérdidas de carga y evita deposiciones calcáreas.
- Ligera. 100 m de tubo de 16x1.8 mm pesa aproximadamente 8,8 kg.
- Gran flexibilidad.
- Suministro en rollos, lo que facilita el transporte, el almacenaje y la instalación.
- Memoria térmico-elástica.



## 1.5. Accesorios Uponor Q&E

Los accesorios Uponor Q&E están disponibles en versión metálica (latón) y plástica (polifenil-sulfona, PPSU), siendo la versión plástica la más recomendable por su resistencia, ligereza y la higienidad que aporta a las instalaciones de agua destinada a consumo humano.

Los accesorios abarcan los siguientes diámetros:

- *Accesorios PPSU*: de 16 a 63 mm.
- *Accesorios latón*: de 16 a 63 mm.
- *Accesorios Grandes Dimensiones Modulares*: de 75 a 110 mm.

### 1.5.1. Ventajas de los accesorios Uponor Q&E PPSU

#### Muy baja rugosidad interna

- Alta resistencia a la calcificación.
- Menores pérdidas de carga que las piezas metálicas.

#### Resistencia química

- Inalterable al cloro del agua (NSF, FDA, WRC).
- Apto para usos industriales.
- Sin problemas de corrosión galvánica y oxidación.
- Inalterable a los materiales de construcción.

#### Peso

- Son 7 veces más ligeros que los accesorios de latón y de cobre:
  - PPSU = 1.240 kg/m<sup>3</sup>
  - Latón = 8.840 kg/m<sup>3</sup>
  - Cobre = 8.900 kg/m<sup>3</sup>

#### Aislante térmico

- Son 442 veces mejores aislantes térmicos que los accesorios de latón y 1.447 veces mejores que los de cobre:
  - PPSU = 0,26 W/m<sup>2</sup>°C
  - Latón = 115 W/m<sup>2</sup>°C
  - Cobre = 384 W/m<sup>2</sup>°C

#### Inocuidad

- Nulo aporte de óxidos metálicos al agua.

#### Resistencia al impacto

- Alta resistencia para absorber grandes golpes sin fracturarse. Ensayo de impacto Izod a 22 °C: nuestros accesorios plásticos son capaces de absorber choques inelásticos y puntuales de hasta 64 N.

#### Alargamiento a la rotura

- Incremento de longitud entre un 50% y un 100% antes de fracturarse. Ensayo: ISO 527

#### Resistencia a la presión

- Altas presiones de reventamiento:

	70 °C	95 °C	110 °C
10 h	340 atm	240 atm	200 atm
100000 h Ensayo ISO 9080	60 atm	40 atm	32 atm

#### Resistencia térmica

- Rango de temperatura:
  - -100 °C a 149 °C

#### Aislamiento acústico

- Instalaciones silenciosas.

#### Amplia gama

- Gama completa de accesorios que cubren todas las necesidades de cualquier instalación.



## 1.6. Sistema de unión Uponor Q&E

El sistema Uponor Q&E se basa en la capacidad de las tuberías Uponor Aqua Pipe de recuperar su forma original después de ser sometidas a una expansión. Es una técnica patentada por Uponor y diseñada exclusivamente para las tuberías Uponor Aqua Pipe.

### 1.6.1. Elementos del sistema

Los componentes del sistema están diseñados escrupulosamente para proporcionar las uniones más seguras. Cualquier cambio en las dimensiones y características de estos elementos puede alterar completamente el resultado de dichas uniones. Por ello es necesario emplear sólo las herramientas originales y recomendadas por Uponor.

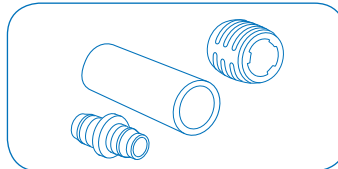
- Tubería Uponor Aqua Pipe.
- Expandidor.
- Cabezales Uponor.
- Anillos Uponor Q&E Evolution.
- Accesorios Uponor Q&E.

Los anillos Uponor Q&E Evolution ofrecen una mayor fuerza de apriete, reduciendo el tiempo de espera para realizar la prueba de presión. Estos anillos no deben ser calentados con aire o con llama directa debido a que pueden ser dañados.

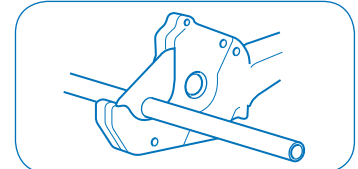


### 1.6.2. Instrucciones de montaje del sistema Uponor Q&E

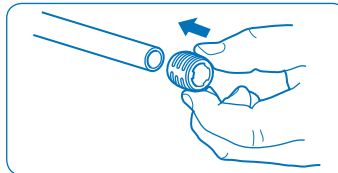
Para que el sistema Uponor Q&E funcione perfectamente, hay que asegurarse de cumplir las siguientes instrucciones de montaje:



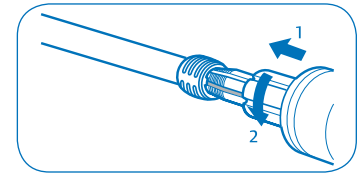
Utilizar elementos originales Uponor: tubería (PEX-a), Anillos Q&E Evolution y Accesorios Uponor Q&E.



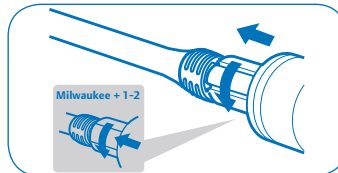
Cortar el tubo en ángulo recto con una tijera cortatubos para tuberías plásticas. El extremo del tubo debe estar limpio y libre de partículas de grasa.



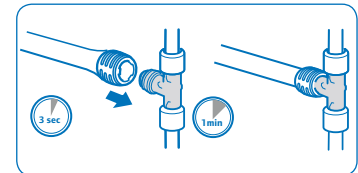
Colocar el anillo Uponor Q&E Evolution sobre la tubería hasta que el extremo de la misma llegue a hacer tope con el anillo.



Introducir la herramienta expandidora y realizar tantas expansiones como se indica en la tabla 1. En el caso de utilizar una herramienta sin cabezal autogiratorio, se deberá girar para no marcar la tubería.



Cuando el anillo hace tope contra el cabezal de la herramienta, realizar 1 ó 2 expansiones según la necesidad.



Introducir el accesorio en la tubería hasta los toques y mantener durante 3 segundos. Tras 1 minuto, la unión está realizada.

El montaje puede hacerse hasta una temperatura ambiente mínima de -15 °C

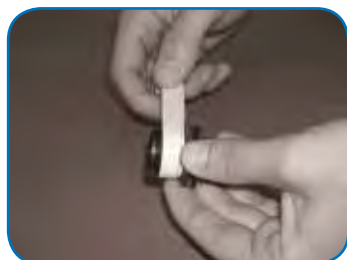
Diámetro de la tubería	Número de expansiones recomendadas según la herramienta utilizada				
	Hta. Manual	Hta. M12	Hta. M18	Hta. Hidráulica	Hta. Eléctrica
16 mm	4	4	4	4	-
20 mm	5	7	6/4	3	-
25 mm	7	10	9/5	4	-
32 mm	13	15	14/5	5	-
40 mm	-	-	8	5	5
50 mm	-	-	-	3	5
63 mm	-	-	-	5	5

Tabla 1. No se debe exceder el número de expansiones indicado en la tabla.

### 1.6.3. Instrucciones de instalación accesorios Uponor Q&E roscados (PPSU)

Para unir estos accesorios con otra pieza roscada, solamente deberá aplicarse cinta de PTFE en la rosca plástica macho.

Para facilitar la unión se recomienda dejar libre la primera rosca del accesorio.

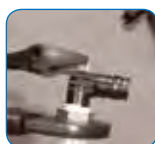


Los espesores de cinta de PTFE que se recomiendan son:

- 0,076 mm - 0,1 mm para roscas de 1/2"
- 0,1 mm - 0,2 mm para roscas de 3/4" y 1"

Si se desenrosca el accesorio es necesario volver a colocar la cinta de PTFE. La cinta de PTFE que se debe usar es 100% cinta de PTFE de acuerdo con la norma EN 751 - 3 FRp.

Los accesorios poseen un especial diseño de forma que tienen unas hendiduras para facilitar el uso de herramientas.

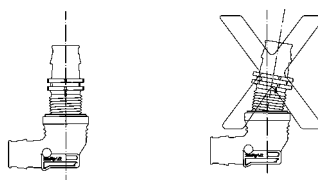


El esfuerzo máximo de torsión para 1/2", 3/4" y 1" es de 15 Nm.

Uponor recomienda el uso de tapones machos de plástico a la hora de hacer la prueba de presión.



Uponor recomienda para evitar daños que, toda rosca macho que se vaya a enroscar en las roscas plásticas hembras, sea enroscada de forma recta.



### Accesorios con tuerca móvil



- Asegurarse que la junta esté en la posición correcta.
- No usar ningún elemento sellante en la rosca macho.



- Apretar con la mano



- Terminar de apretar con la llave aplicando un giro máximo de 90°.

## 1.7. Herramientas para el Sistema Uponor Q&E

### Uponor Q&E conjunto expandidor manual

Herramienta expandidora manual para accesorios Uponor Q&E de diámetro 16 a 32 mm.

Diseñada en exclusiva para el Sistema Q&E de Uponor.

#### Incluye:

- Expandidor Q&E manual.
- Cabezales expandidores 16, 20 y 25 mm.
- Grasa de grafito.
- Instrucciones de montaje y mantenimiento.
- Maletín portaherramienta plástico.



### Uponor Q&E expandidor con cabezales M12

Herramienta expandidora a batería con cabezales expandidores auto-giratorios para accesorios Uponor Q&E de diámetro 16 a 32 mm.

Diseñada en exclusiva para el Sistema Q&E de Uponor.

#### Incluye:

- Expandidor Q&E a batería M12.
- 2 baterías de Li-ion 12 V 2.0 Ah.
- Cargador para baterías 12 V.
- Cabezales expandidores 16, 20 y 25 mm autogiratorios.
- Grasa de grafito.
- Instrucciones de montaje y mantenimiento.
- Maletín de plástico ABS.



### Uponor Q&E expandidor con cabezales M18

Herramienta expandidora a batería con cabezales expandidores auto-giratorios para accesorios Uponor Q&E de diámetro 16 a 40 mm.

Diseñada en exclusiva para el Sistema Q&E de Uponor.

#### Incluye:

- Expandidor Q&E a batería M18.
- 2 baterías de Li-ion 18 V 2.0 Ah.
- Cargador para baterías 18 V.
- Cabezales expandidores 16, 20, 25 y H32 mm autogiratorios.
- Grasa de grafito.
- Instrucciones de montaje y mantenimiento.
- Maletín de plástico ABS.



### Uponor Q&E herramienta grandes dimensiones eléctrica

Herramienta expandidora eléctrica para accesorios Uponor Q&E de diámetro 40 a 63 mm.

Diseñada en exclusiva para el Sistema Q&E de Uponor.

#### Incluye:

- Expandidor Q&E eléctrico.
- Maletín metálico de transporte.



### Uponor Q&E herramienta hidráulica

Herramienta expandidora hidráulica para accesorios Uponor Q&E de diámetro 16 a 63 mm.

Diseñada en exclusiva para el Sistema Q&E de Uponor.

#### Incluye:

- Central hidráulica.
- Pistola expandidora P40QC.
- Manguera hidráulica 3 m.
- Cabezales 16, H20, H25, H32 y H40 mm.
- Grasa de grafito.
- Instrucciones de montaje y mantenimiento.
- Caja plástica de transporte.



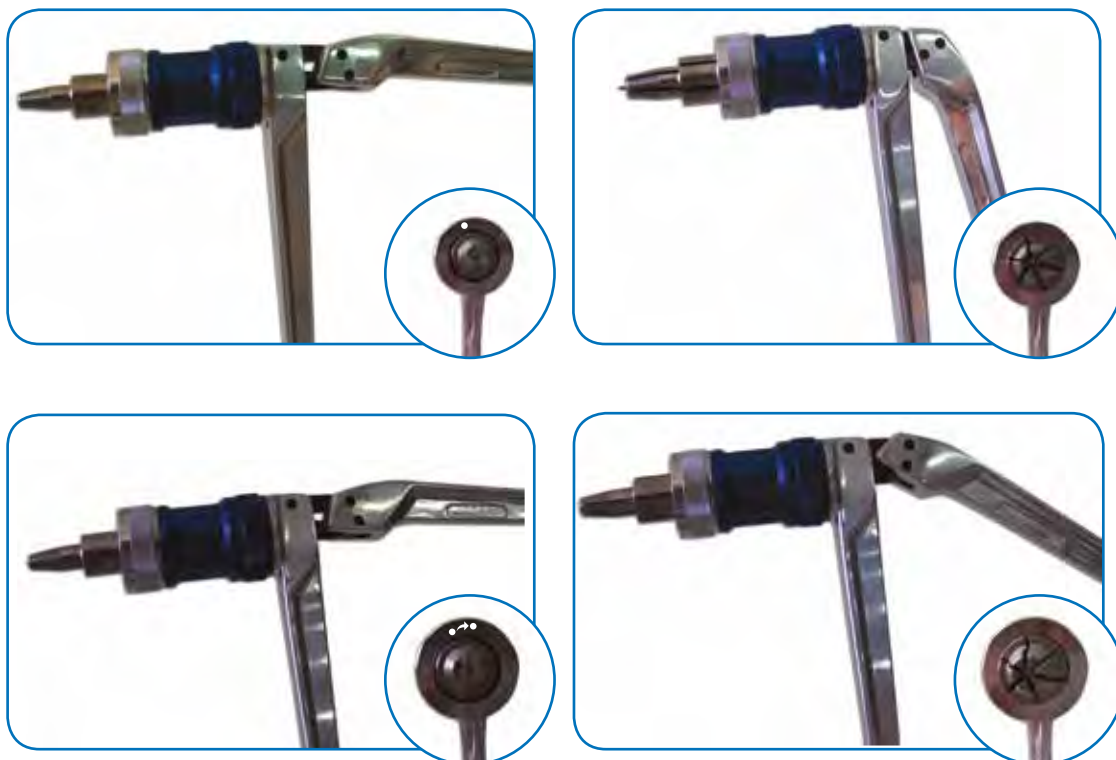
### 1.7.1. Almacenamiento y mantenimiento de las herramientas

- Maneje la herramienta expandidora y los cabezales con cuidado.
  - El cono de herramienta deberá mantenerse siempre limpio y, antes de usarlo por primera vez, aplicar lubricante (grasa). De lo contrario aumentará la fuerza de rozamiento y se reducirá la vida de servicio. La herramienta se entrega sin capa de grasa.
  - Mantener las piezas limpias y libres de grasa, exceptuando el cono.
  - Montar el cabezal manualmente hasta que haga tope (con los brazos de la tenaza en posición totalmente abierta en la herramienta manual).
- Los segmentos de los cabezales deberán estar totalmente limpios y libres de grasa para utilizarlos.
  - Para su almacenamiento, el cono de la herramienta deberá estar siempre protegido, por ejemplo, manteniendo un cabezal montado.
- Control de funcionamiento:
    - Cuando no se alcance el diámetro mínimo o cuando la herramienta, por alguna razón, no funciona correctamente, hay que cambiar la tenaza y/o el cabezal.
    - Cuando los segmentos al abrir no lo hagan de forma simétrica, deben repararse o cambiarse.

### 1.7.2. Adaptador giratorio para herramienta manual Q&E

La herramienta manual puede ser utilizada junto con el adaptador giratorio Uponor SPI Q&E. Este adaptador permite hacer las expansiones necesarias sin tener que girar la herramienta entre dichas expansiones, ya que es el adaptador el que gira el cabezal.

Con este adaptador se pueden realizar uniones desde diámetro 16 a 32 mm y está indicado para su utilización con la herramienta manual.





## 1.8. Sistema de unión Uponor RTM

El sistema de unión Uponor RTM es un sistema de unión que no necesita ningún tipo de herramienta para su instalación. Se basa en la presión que ejerce su anillo, con memoria de tensión (RTM, Ring Tension Memory), sobre la tubería y a su vez contra la propia tetina del accesorio. Este accesorio, una vez introducida la tubería, y haciendo saltar el indicador de unión (pestaña de color), queda completamente instalado y listo para hacer la prueba de presión del circuito.

Los accesorios RTM sólo son válidos para tuberías Uponor Aqua Pipe (PEX-a) en cuyo marcaje aparezca "RTM".

### 1.8.1. Elementos del sistema

Los componentes del sistema están diseñados escrupulosamente para proporcionar uniones seguras y duraderas. Cualquier cambio en las dimensiones y características de estos elementos puede alterar completamente el resultado de las uniones. Por ello, es necesario emplear sólo accesorios originales.

- Tubería Uponor Aqua Pipe (PEX-a)
- Accesorios Uponor RTM

### 1.8.1.1. Principales características de los accesorios Uponor RTM

#### Fácil instalación

- La inserción optimizada permite empujar el accesorio sobre el tubo fácil y suavemente. Con este accesorio es imprescindible realizar el calibrado del tubo para garantizar seguridad absoluta.

#### Juntas tóricas que no sobresalen del perfil de la tetina

- Con lo que se evita su desplazamiento al introducir la tubería.

#### Seguridad adicional en la prueba mecánica y de estanqueidad

- La seguridad adicional en la prueba de presión es conseguida gracias a que las juntas tóricas yacen más profundamente en el perfil de la inserción. Cuando se realiza dicha prueba de presión, los accesorios que no han sido presionados fugarán con toda seguridad y el instalador los detectará inmediatamente. Debido a la presión en toda la superficie, el tubo está presionado en la inserción sobre toda su longitud. Así, el polietileno reticulado "fluye" por el perfil de la inserción y garantiza estanqueidad y una conexión por fricción.

#### Fuerza de apriete en toda la superficie

- Debido al diseño especial y perfeccionado del accesorio RTM, la tubería es presionada en toda su superficie.

#### Conexión reajutable

- Debido a que las juntas tóricas no sobresalen de la tetina del accesorio, la tubería se puede reajustar después del presionado. Esto permite orientar cualquier tipo de pieza (codos, tes,...).

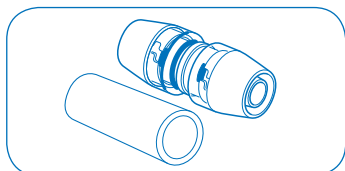
#### Identificación de la dimensión

- La pestaña que separa el anillo de los accesorios RTM varía de color en función del diámetro que estemos utilizando. Esto permite una rápida identificación de la dimensión en la obra, el almacén y en el distribuidor, además, el código de color facilita la instalación y evita posibles confusiones.

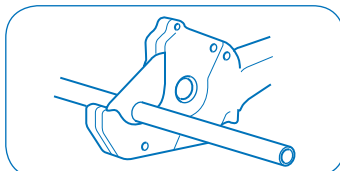


### 1.8.2. Instrucciones de montaje de los accesorios Uponor RTM

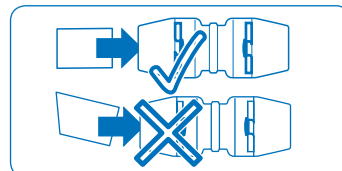
Para que el sistema Uponor RTM funcione perfectamente, hay que asegurarse de cumplir las siguientes instrucciones de montaje:



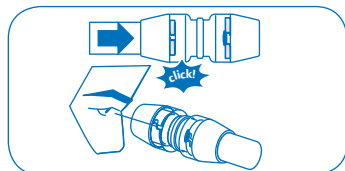
Utilizar elementos originales Uponor: tubería Uponor Aqua Pipe (PEX-a) y accesorios Uponor RTM.



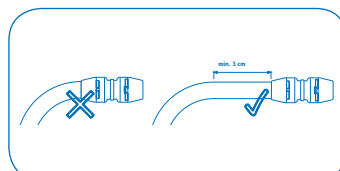
Cortar el tubo en ángulo recto con una tijera cortatubos para tuberías plásticas. El extremo del tubo debe estar limpio y libre de partículas de grasa.



Introducir la tubería de forma recta en el accesorio Uponor RTM click!.



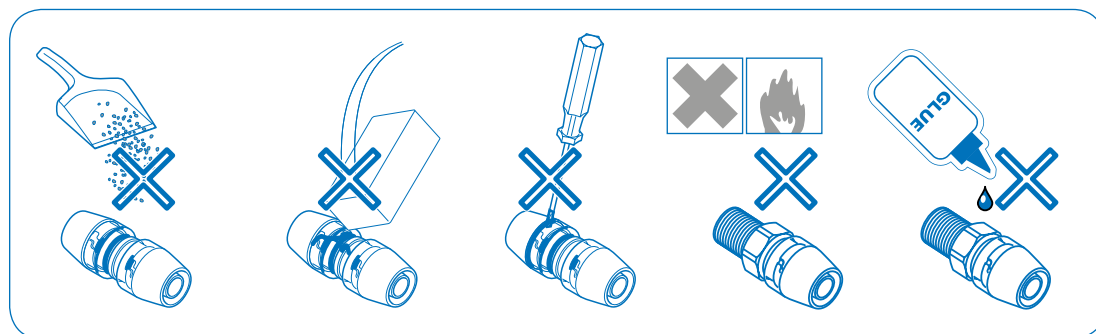
Introducir la tubería hasta escuchar un "click". También se puede comprobar visualmente que la unión está realizada comprobando que ha saltado la pestaña de color que mantiene el anillo abierto.



Para asegurar la correcta unión, respetar la distancia mínima al accesorio antes de curvar la tubería.



Utilizar solamente cáñamo o teflón.



Mantener los accesorios limpios de polvo, grasa y suciedad, no golpear ni forzar, mantener alejado de las llamas y no utilizar ningún tipo de sellante líquido o pegamento.

## 1.9. Sistema de unión Uponor Grandes Dimensiones Modulares

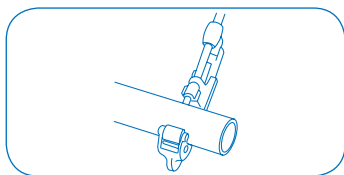
Una completa gama de accesorios y acoplamientos para instalaciones de fontanería, calefacción e instalaciones industriales. Los accesorios Uponor Grandes Dimensiones Modulares están disponibles para tubería Uponor Aqua Pipe (PEX-a) de Serie 5 desde 25 hasta 110 mm.

### 1.9.1. Elementos del sistema

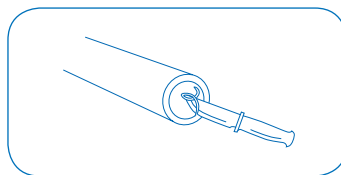
Los componentes del sistema están compuestos por cuerpos (recto, codo 45°, codo 90°, te y reducción) para diámetros comprendidos entre 63 y 110 mm, adaptadores Uponor WIPEX para tubería Uponor Aqua Pipe y accesorios roscados (macho y hembra) y bridas.

### 1.9.2. Instrucciones de montaje de los accesorios Uponor Grandes Dimensiones Modulares

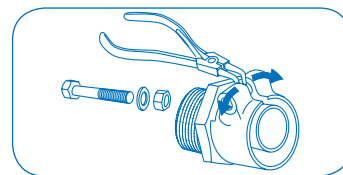
Para que el Sistema Uponor Grandes Dimensiones Modulares quede correctamente instalado, se deben seguir las siguientes instrucciones de montaje:



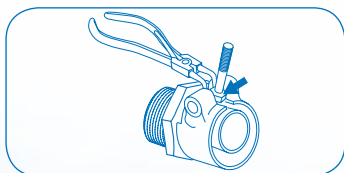
Cortar el tubo en ángulo recto una herramienta cortatubos de grandes dimensiones.



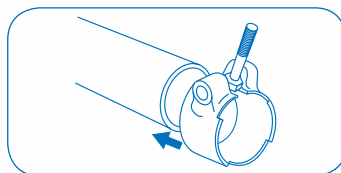
Una vez realizado el corte, escariar la tubería para facilitar la inserción del accesorio y evitar posibles desplazamientos de las juntas tóricas.



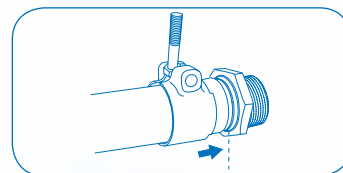
Abrir el accesorio con la herramienta indicada.



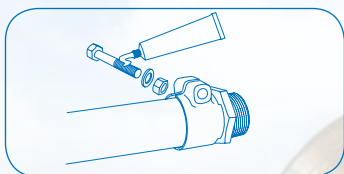
Utilizar la cabeza del tornillo hexagonal para mantener el accesorio abierto.



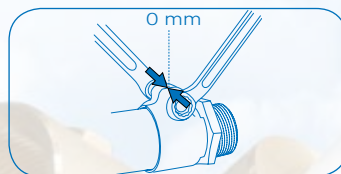
Introducir en la tubería Uponor PEX.



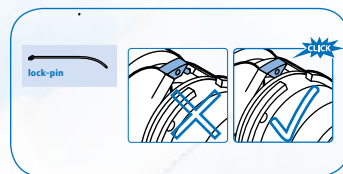
Colocar el fitting dentro de la tubería.



Quitar el tornillo y llevar el accesorio hasta el extremo. Aplicar un sellante de roscas para evitar que el tornillo se pueda aflojar.



Atornillar hasta que el accesorio quede totalmente unido en sus extremos.



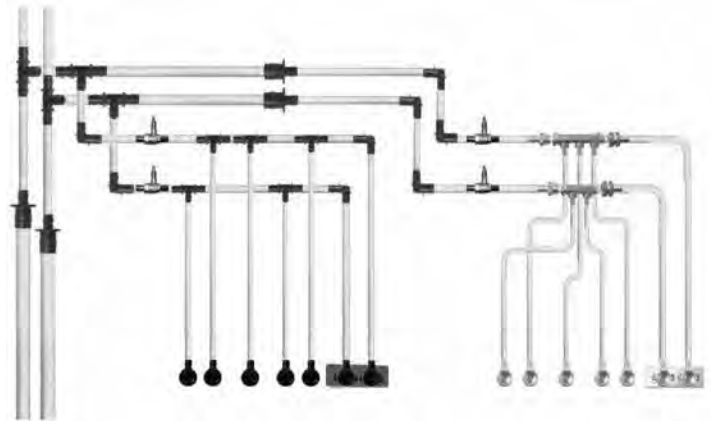
Una vez unido el accesorio con la tubería, unirlo al cuerpo modular mediante el pin de goma hasta escuchar un "click".

## 2. Principios de diseño

### 2.1. Configuración de la instalación

Las instalaciones de fontanería pueden realizarse siguiendo el método tradicional (mediante tes) o mediante el método de colectores. El sistema Uponor Q&E es válido para cualquiera de los dos métodos, siendo el método de colectores el recomendado por ofrecer las siguientes ventajas:

- Menor número de uniones (uno en el colector y otro en el punto de consumo).
- Puntos de conexiones accesibles ,colector y grifo, no dejando ninguna unión oculta.
- Reducción de las descompensaciones de la presión y la temperatura cuando más de un grifo está en servicio.
- Instalación más rápida.



Instalación tradicional (tes)

Instalación por colectores

### 2.2. Caudal instantáneo mínimo

Se define caudal instantáneo, como el caudal que debe suministrarse a cada uno de los aparatos sanitarios

con independencia del estado de funcionamiento.

Según el punto 2.1.3 del Documento Básico de Salubridad, sección HS4,

Suministro de Agua, el caudal instantáneo mínimo para cada tipo de aparato será el siguiente:

Tipo de aparato	Caudal instantáneo mínimo de agua fría (dm <sup>3</sup> /s)	Caudal instantáneo mínimo de ACS (dm <sup>3</sup> /s)
Lavamanos	0,05	0,03
Lavabo	0,10	0,065
Ducha	0,20	0,10
Bañera de 1,40 m o más	0,30	0,20
Bañera de menos de 1,40 m	0,20	0,15
Bidé	0,10	0,065
Inodoro con cisterna	0,10	-
Inodoro con fluxor	1,25	-
Urinaris con grifo temporizado	0,15	-
Urinaris con cisterna (c/u)	0,04	-
Fregadero doméstico	0,20	0,10
Fregadero no doméstico	0,30	0,20
Lavavajillas doméstico	0,15	0,10
Lavavajillas industrial (20 servicios)	0,25	0,20
Lavadero	0,20	0,10
Lavadora doméstica	0,20	0,15
Lavadora industrial (8 kg)	0,60	0,40
Grifo aislado	0,15	0,10
Grifo garaje	0,20	-
Vertedero	0,20	-

NOTA: Para aparatos de consumo no incluidos en esta tabla (hidromasajes, etc.), será el fabricante quien deberá facilitar el caudal mínimo instantáneo y, en su caso, la presión mínima para su correcto funcionamiento

### 2.3. Presión máxima y mínima

Según el punto 2.1.3. del Documento Básico de Salubridad, sección HS4, Suministro de Agua, en todos los puntos de consumo, la presión mínima dinámica para el caudal de cálculo o caudal simultáneo debe ser:

- a) 100 kPa para grifos comunes;
- b) 150 kPa para fluxores y calentadores.

La presión en cualquier punto de consumo no debe superar 500 kPa.

La temperatura de ACS en los puntos de consumo debe estar comprendida entre 50°C y 65°C excepto en las instalaciones ubicadas en edificios dedicados a uso exclusivo de vivienda siempre que estas no afecten al ambiente exterior de dichos edificios.

### 2.4. Diámetro nominal mínimo de la derivación a los aparatos

Se define diámetro mínimo, como el mínimo diámetro que se ha de utilizar en cada caso.

Según la norma de producto UNE EN ISO 15875, se define diámetro nominal como relativo al diámetro exterior. Según el punto 4.3 del Documento Básico de Salubridad, sección HS4, Suministro de Agua, los diámetros nominales mínimos de derivación a los aparatos son los que aparecen en la siguiente tabla:

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

Los ramales de enlace a los aparatos domésticos se dimensionarán conforme a lo que se establece en la tabla. En el resto, se tomarán en cuenta los criterios de suministro dados por las características de cada aparato y se dimensionará en consecuencia.

### 2.5. Diámetro nominal mínimo de alimentación

Según el punto 4.3 del Documento Básico de Salubridad, sección HS4, Suministro de Agua, los diámetros nominales mínimos de alimentación son:

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

Los diámetros de los diferentes tramos de la red de suministro se dimensionarán conforme al procedimiento establecido en el apartado 4.2 del Documento Básico de Salubridad, sección HS4, Suministro de Agua, adoptándose como mínimo los valores de esta tabla

## 2.6. Caudal de simultaneidad

En la práctica, el funcionamiento de los grifos en las instalaciones de agua caliente sanitaria, ACS, es breve (inferior a 15 minutos por lo general). Todos los grifos no suelen estar en funcionamiento al mismo tiempo, por lo tanto, el caudal instalado se reduce a un caudal de simultaneidad a través de un coeficiente de simultaneidad.

### 2.6.1. Cálculo del caudal de simultaneidad

El caudal de cálculo, o caudal simultáneo,  $Q_c$  es el caudal utilizado para el dimensionado de los distintos tramos de la instalación. Se establece a partir de la suma de los caudales instantáneos mínimos, calculados según las fórmulas siguientes y dependiendo del tipo de edificación. Según el Documento de Salubridad, sección HS4, Suministro de Agua, se ha de elegir el coeficiente de simultaneidad de acuerdo con un criterio adecuado. Uponer se basa en este punto en la norma DIN 1988, debido a que esta norma cuenta con una amplia gama de coeficientes de simultaneidad en función de la vivienda y del caudal con el que estemos trabajando.

#### Edificios de viviendas

Para  $Q_t > 20$  l/s:  $Q_c = 1,7 \times (Q_t)^{0,21} - 0,7$  (l/s)

Para  $Q_t \leq 20$  l/s (dependiendo de los caudales mínimos):

Si todo  $Q_{min} < 0,5$  l/s:  $Q_c = 0,682 \times (Q_t)^{0,45} - 0,14$  (l/s)

Si algún  $Q_{min} \geq 0,5$  l/s:  $Q_t \leq 1$  l/s:  $Q_c = Q_t$  (No simultaneidad)

$Q_t > 1$  l/s:  $Q_c = 1,7 \times (Q_t)^{0,21} - 0,7$  (l/s)

#### Edificios de oficinas, estaciones, aeropuertos, etc.

Para  $Q_t > 20$  l/s:  $Q_c = 0,4 \times (Q_t)^{0,54} + 0,48$  (l/s)

Para  $Q_t \leq 20$  l/s (dependiendo de los caudales mínimos):

Si todo  $Q_{min} < 0,5$  l/s:  $Q_c = 0,682 \times (Q_t)^{0,45} - 0,14$  (l/s)

Si algún  $Q_{min} \geq 0,5$  l/s:  $Q_t \leq 1$  l/s:  $Q_c = Q_t$  (No simultaneidad)

$Q_t > 1$  l/s:  $Q_c = 1,7 \times (Q_t)^{0,21} - 0,7$  (l/s)

#### Edificios de hoteles, discotecas, museos

Para  $Q_t > 20$  l/s:  $Q_c = 1,08 \times (Q_t)^{0,5} - 1,83$  (l/s)

Para  $Q_t \leq 20$  l/s (dependiendo de los caudales mínimos):

Si todo  $Q_{min} < 0,5$  l/s:  $Q_c = 0,698 \times (Q_t)^{0,5} - 0,12$  (l/s)

Si algún  $Q_{min} \geq 0,5$  l/s:  $Q_t \leq 1$  l/s:  $Q_c = Q_t$  (No simultaneidad)

$Q_t > 1$  l/s:  $Q_c = (Q_t)^{0,366}$  (l/s)

#### Edificios de centros comerciales

Para  $Q_t > 20$  l/s:  $Q_c = 4,3 \times (Q_t)^{0,27} - 6,65$  (l/s)

Para  $Q_t \leq 20$  l/s (dependiendo de los caudales mínimos):

Si todo  $Q_{min} < 0,5$  l/s:  $Q_c = 0,698 \times (Q_t)^{0,5} - 0,12$  (l/s)

Si algún  $Q_{min} \geq 0,5$  l/s:  $Q_t \leq 1$  l/s:  $Q_c = Q_t$  (No simultaneidad)

$Q_t > 1$  l/s:  $Q_c = (Q_t)^{0,366}$  (l/s)

#### Edificios de hospitales

Para  $Q_t > 20$  l/s:  $Q_c = 0,25 \times (Q_t)^{0,65} + 1,25$  (l/s)

Para  $Q_t \leq 20$  l/s (dependiendo de los caudales mínimos):

Si todo  $Q_{min} < 0,5$  l/s:  $Q_c = 0,698 \times (Q_t)^{0,5} - 0,12$  (l/s)

Si algún  $Q_{min} \geq 0,5$  l/s:  $Q_t \leq 1$  l/s:  $Q_c = Q_t$  (No simultaneidad)

$Q_t > 1$  l/s:  $Q_c = (Q_t)^{0,366}$  (l/s)

#### Edificios de escuelas, polideportivos

Para  $Q_t > 20$  l/s:  $Q_c = 22,5 \times (Q_t)^{-0,5} + 11,5$  (l/s)

Para  $Q_t \leq 20$  l/s:  $Q_t \leq 1$  l/s:  $Q_c = Q_t$  (No simultaneidad)

$Q_t > 1$  l/s:  $Q_c = 4,4 \times (Q_t)^{0,27} - 3,41$  (l/s)

Para otras construcciones especiales (cuarteles, cárceles, industrias,...) hay que establecer consideraciones especiales sobre la simultaneidad. Esto se debe justificar en el proyecto específico, siendo:

- Caudal instantáneo mínimo  $Q_{min}$  (l/s; l/min; m<sup>3</sup>/h): Caudal instantáneo que se debe suministrar a cada uno de los aparatos sanitarios con independencia del estado de funcionamiento.

- Caudal simultáneo o caudal de cálculo  $Q_c$  (l/s; l/min; m<sup>3</sup>/h): Caudal que se produce por el funcionamiento lógico simultáneo de aparatos de consumo o unidades de suministro.
- Caudal total instalado  $Q_t$  (l/s; l/min; m<sup>3</sup>/h): Es la suma de los caudales instantáneos mínimos de todos los aparatos instalados.

## 2.7. Velocidad del agua

Según el punto 4.2.1. del Documento Básico de Salubridad, sección HS4, Suministro de Agua, se proponen diferentes velocidades de cálculo en función del tipo de material que estemos utilizando en el sistema de distribución:

- Para tuberías metálicas: velocidades comprendidas entre 0,50 y 2,00 m/s.
- Para tuberías termoplásticas y multicapas: velocidades comprendidas entre 0,50 y 3,50 m/s.

La velocidad del agua en los sistemas de distribución de agua tiene influencia directa en:

- Nivel de erosión
- Nivel de ruido
- Golpes de ariete
- Caída de presión

Para tuberías de cobre se recomienda un límite máximo de velocidad de agua de 2 m/s. Las tuberías Uponor Aqua Pipe (PEX-a) no están sujetas a este problema, con lo que pueden aplicarse altas velocidades, hasta 3,5 m/s, sin tener problemas de ruidos o de erosión.

Los ensayos han mostrado que los golpes de ariete con tuberías Uponor Aqua Pipe son tres veces menores que con las tuberías metálicas.

No obstante según el punto 5.1.1.3.5 del Documento Básico de Salubridad, sección HS4, Suministro de Agua, se establece que cuando utilicemos tubería metálica, Los soportes y colgantes para tramos de la red interior con tubos metálicos que transporten el agua a velocidades de 1,5 a 2,0 m/s serán antivibratorios.

Igualmente, se utilizarán anclajes y guías flexibles que vayan a estar rígidamente unidos a la estructura del edificio.

## 2.8. Agua Caliente Sanitaria (ACS)

Según el punto 2.1. del Documento Básico de Ahorro Energético, sección HE4, la contribución solar mínima de agua caliente sanitaria, se define como la fracción entre los valores anuales de la energía solar aportada exigida y la demanda energética anual, obtenidos a partir de los valores mensuales.

### 2.9. Contribución solar mínima

En las siguientes tablas se indican, para cada zona climática y diferentes niveles de demanda, a una temperatura de referencia de 60 °C, la contribución solar mínima anual.

En función del tipo de fuente de energía de apoyo utilizada:

Demanda total de ACS del edificio (l/d)	Zona climática				
	I	II	III	IV	V
50 - 5.000	30	30	50	60	70
5.000 - 6.000	30	30	55	65	70
6.000 - 7.000	30	35	61	70	70
7.000 - 8.000	30	45	63	70	70
8.000 - 9.000	30	52	65	70	70
9.000 - 10.000	30	55	70	70	70
10.000 - 12.500	30	65	70	70	70
12.500 - 15.000	30	70	70	70	70
15.000 - 17.500	35	70	70	70	70
17.500 - 20.000	45	70	70	70	70
> 20.000	52	70	70	70	70

a) General: suponiendo que la fuente energética de apoyo sea gasóleo, propano, gas natural u otras.

Demanda total de ACS del edificio (l/d)	Zona climática				
	I	II	III	IV	V
50 - 1.000	50	60	70	70	70
1.000 - 2.000	50	63	70	70	70
2.000 - 3.000	50	66	70	70	70
3.000 - 4.000	51	69	70	70	70
4.000 - 5.000	58	70	70	70	70
5.000 - 6.000	62	70	70	70	70
> 6.000	70	70	70	70	70

b) Efecto Joule: suponiendo que la fuente energética de apoyo sea electricidad mediante efecto Joule.

### 2.9.1. Demanda de Agua Caliente Sanitaria

Según el punto 3.1.1. del Documento Básico de Ahorro Energético, sección HE4, para valorar la demanda se tomarán los valores unitarios que aparecen en la siguiente tabla:

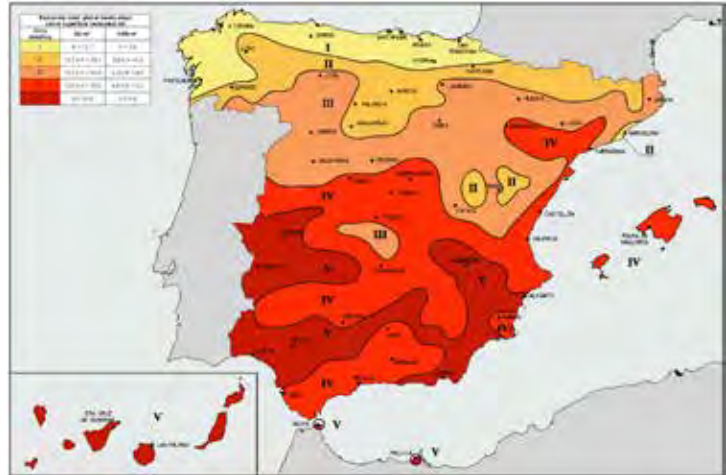
Criterio de demanda	Litros de ACS/día a 60 °C	
Viviendas unifamiliares	30	por persona
Viviendas multifamiliares	22	por persona
Hospitales y clínicas	55	por cama
Hotel ****	70	por cama
Hotel ***	55	por cama
Hotel / Hostal **	40	por cama
Camping	40	por emplazamiento
Hostal / Pensión *	35	por cama
Residencia (ancianos, estudiantes, etc.)	55	por cama
Vestuarios / Duchas colectivas	15	por servicio
Escuelas	3	por alumno
Cuarteles	20	por persona
Fábricas y talleres	15	por persona
Administrativos	3	por persona
Gimnasios	20 a 25	por usuario
Lavanderías	3 a 5	por kilogramo de ropa
Restaurantes	5 a 10	por comida
Cafeterías	1	por almuerzo



Según el punto 3.1.2 del Documento Básico de Ahorro Energético, sección HE4, se marcarán los límites de zonas homogéneas a efectos de las exigencias. Las zonas se han definido teniendo en cuenta la radiación solar global media diaria anual.

Ejemplo. Necesitamos saber el porcentaje de Agua Caliente Sanitaria que debe ser producida por aporte solar teniendo en cuenta que:

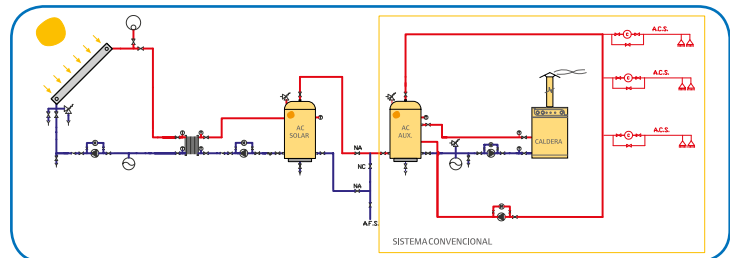
- Hotel\*\*\* con 100 camas.
- Situado en el pirineo navarro.
- La fuente energética de apoyo es gasóleo.
- La demanda de ACS al día en 1/60 °C es de 5.500 l.
- La zona climática es la zona I.



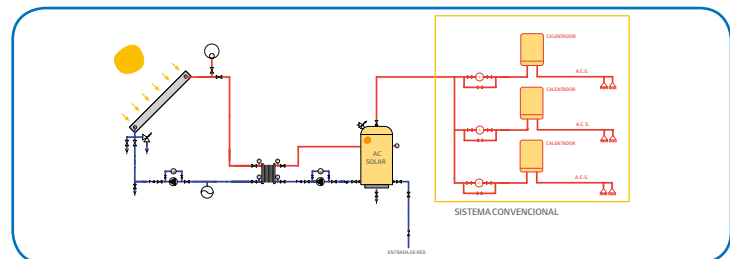
La contribución solar mínima será del 30%

## 2.10. Tipos de instalaciones de placas solares en edificios

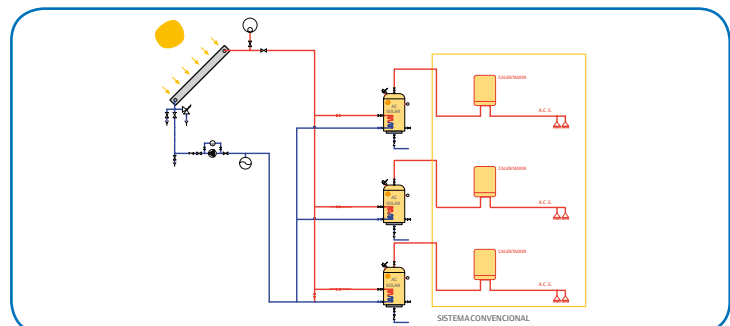
**Instalación solar con todo centralizado**



**Instalación solar con apoyo descentralizado**



**Instalación solar con acumulador y apoyo descentralizado**



### 2.10.1. Ventajas y desventajas

Tipo de instalación	Ventajas	Desventajas
Todo centralizado	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Instalación compacta y única</li> <li>• Superficie de captación mínima</li> <li>• Más espacio útil en viviendas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nuevo servicio común</li> <li>• Necesidad de repartir gastos (agua, energía de apoyo)</li> <li>• Necesidad de realizar distribución</li> </ul>
Apoyo descentralizado	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Superficie de captación mínima</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nuevo servicio común</li> <li>• Necesidad de repartir gastos (sólo agua)</li> <li>• Menor espacio útil</li> </ul>
Apoyo y acumulación descentralizado	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mayor superficie de captación</li> <li>• Elimina servicio común (energía de apoyo)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pérdidas elevadas en los circuitos</li> <li>• Menor espacio útil en las viviendas</li> </ul>

### 2.11. Retorno de Agua Caliente Sanitaria

Según el punto 2.3. del Documento Básico de Salubridad, sección HS4, Suministro de Agua, se debe disponer en las redes de ACS de una red de retorno cuando la longitud de la tubería de ida al punto de consumo más alejado sea igual o mayor que 15 m.

- En cualquier caso no se recircularán menos de 250 l/h en cada columna, si la instalación responde a este esquema, para poder efectuar un adecuado equilibrado hidráulico.
- El caudal de retorno se podrá estimar según reglas empíricas de la siguiente forma:

1. Considerar que se recircula el 10% del agua de alimentación, como mínimo. De cualquier forma se considera que el diámetro interior mínimo de la tubería de retorno es de 16 mm.
2. Los diámetros en función del caudal recirculado se indican en la siguiente tabla.

#### 2.11.1. Dimensionado de la red de retorno de Agua Caliente Sanitaria

Según el punto 4.4.2. del Documento Básico de Salubridad, sección HS4, Suministro de Agua, a la hora de dimensionar las redes de retorno habrá que tener en cuenta lo siguiente:

- Para determinar el caudal que circulará por el circuito de retorno, se estimará que en el grifo más alejado, la pérdida de temperatura sea como máximo de 3 °C desde la salida del acumulador o intercambiador en su caso.

Diámetro exterior de la tubería (mm)	Caudal recirculado (l/h)
20	140
25	300
32	600
40	1.100
50	1.800
63	3.300

### 3. Requisitos generales de calidad para los materiales empleados en Agua Caliente Sanitaria

Según el Documento Básico de Salubridad, sección HS4, los materiales que se vayan a utilizar en la instalación, en relación con su afectación al agua que suministren, deben ajustarse a los siguientes requisitos:

- Para las tuberías y accesorios deben emplearse materiales que no produzcan concentraciones de sustancias nocivas que excedan los valores permitidos en el anexo I del Real Decreto 140/2003, de 7 de febrero.
- No deben modificar las características organolépticas ni la salubridad del agua suministrada.
- Deben ser resistentes a la corrosión interior.
- Deben ser capaces de funcionar eficazmente en las condiciones de servicio previstas.
- No deben presentar incompatibilidad electroquímica entre sí.
- Deben ser resistentes a temperaturas de hasta 40 °C, y a las temperaturas exteriores de su entorno inmediato.
- Deben ser compatibles con el agua suministrada y no deben favorecer la migración de sustancias de los materiales en cantidades que sean un riesgo para la salubridad y limpieza del agua de consumo humano.
- Su envejecimiento, fatiga, durabilidad y las restantes características

mecánicas, físicas o químicas, no deben disminuir la vida útil prevista de la instalación.

- Resistencia a la corrosión exterior. Las tuberías metálicas se protegerán contra la agresión de todo tipo de morteros, del contacto con el agua en su superficie exterior y de la agresión del terreno mediante la interposición de un elemento separador de material adecuado en toda su longitud e instalándolo igualmente en todas las piezas especiales de la red, tales como codos, curvas, en el caso de tubos de cobre el elemento separador deberá de ser plástico.

### 4. Puesta en servicio. Pruebas de las instalaciones interiores

1. La empresa instaladora estará obligada a efectuar una prueba de resistencia mecánica y estanqueidad de todas las tuberías, elementos y accesorios que integran la instalación, estando todos sus componentes vistos y accesibles para su control.
2. Para iniciar la prueba se llenará de agua toda la instalación, manteniendo abiertos los grifos terminales hasta que se tenga la seguridad de que la purga ha sido completa y no queda nada de aire. Entonces se cerrarán los grifos que han servido de purga y el de la fuente de alimentación. A continuación se empleará la bomba, que ya estará conectada y se mantendrá su funcionamiento hasta alcanzar la presión de prueba. Una vez acondicionada, se procederá en función del tipo del material como sigue:
  - a) Para las tuberías metálicas se considerarán válidas las pruebas realizadas según se describe en la norma UNE 100 151:1988
  - b) Para las tuberías termoplásticas y multicapas se considerarán válidas las pruebas realizadas conforme al Método A de la Norma UNE ENV 12 108:2002.

3. Una vez realizada la prueba anterior, a la instalación se le conectarán la grifería y los aparatos de consumo, sometiéndose nuevamente a la prueba anterior.
4. El manómetro que se utilice en esta prueba debe apreciar como mínimo intervalos de presión de 0,1 bar.
5. Las presiones aludidas anteriormente se refieren a nivel de la calzada.

#### Método A de la Norma UNE ENV 12108-02

Consta de los siguientes pasos:

1. Apertura del sistema de purga.
2. Purga del sistema con agua para expulsar todo el aire que pueda evacuarse por este medio. Parada del caudal y cierre del sistema de purga.
3. Aplicación de la presión hidrostática de ensayo seleccionada, igual a 1,5 veces la presión de diseño, por bombeo de acuerdo con la figura 1, durante los primeros 30 min. Durante este tiempo debería realizarse una inspección para detectar cualquier fuga sobre el sistema a ensayar considerado.

4. Reducción de la presión a 0,5 veces la presión de diseño de acuerdo con la figura 1.
5. Cierre del grifo de purga. Si se estabiliza a una presión constante, superior a 0,5 veces la presión de diseño, es indicativo de que el sistema de canalización es bueno. Supervisión de la evolución durante 90 min. Realización de un control visual para localizar las posibles fugas. Si durante este periodo la presión tiene una tendencia a bajar, esto es indicativo de que existe una fuga en el sistema. El resultado del ensayo debería registrarse.

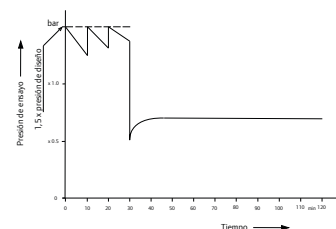


Fig. 1 - Ensayo de estanqueidad al agua. Procedimiento de ensayo A.

# 5. Diseño del sistema

## 5.1. Determinación de los diámetros de una instalación mediante colectores, teniendo en cuenta las pérdidas de carga admisibles y caudales de simultaneidad

Supongamos una instalación en un bloque de 5 plantas con 12 viviendas en total. En la primera planta habrá unas oficinas. Las 12 viviendas se distribuirán en las 4 plantas restantes (3 viviendas por planta).

### Cada vivienda se compone de:

- 2 baños:
  - Inodoro con cisterna (0,1 l/s)
  - Lavabo (0,1 l/s)
  - Bidé (0,1 l/s)
  - Bañera de más de 1,4 m (0,3 l/s)

El consumo total de cada baño es de 0,6 l/s.

### • Cocina:

- Fregadero doméstico (0,2 l/s)
- Lavadora doméstica (0,2 l/s)
- Lavavajillas doméstico (0,15 l/s)

El consumo total de la cocina es de 0,55 l/s.

**Por lo tanto cada vivienda tiene un caudal instalado total de 1,75 l/s.**

### Las oficinas se componen de:

- 2 baños de caballeros:
  - Inodoro con cisterna (0,1 l/s)
  - 2 urinarios con cisterna (0,04 l/s)
  - Lavabo (0,1 l/s)

El consumo total de cada baño de caballeros es de 0,28 l/s.

### • 2 baños de señoras:

- 2 inodoros con cisterna (0,1 l/s)
- Lavabo (0,1 l/s)

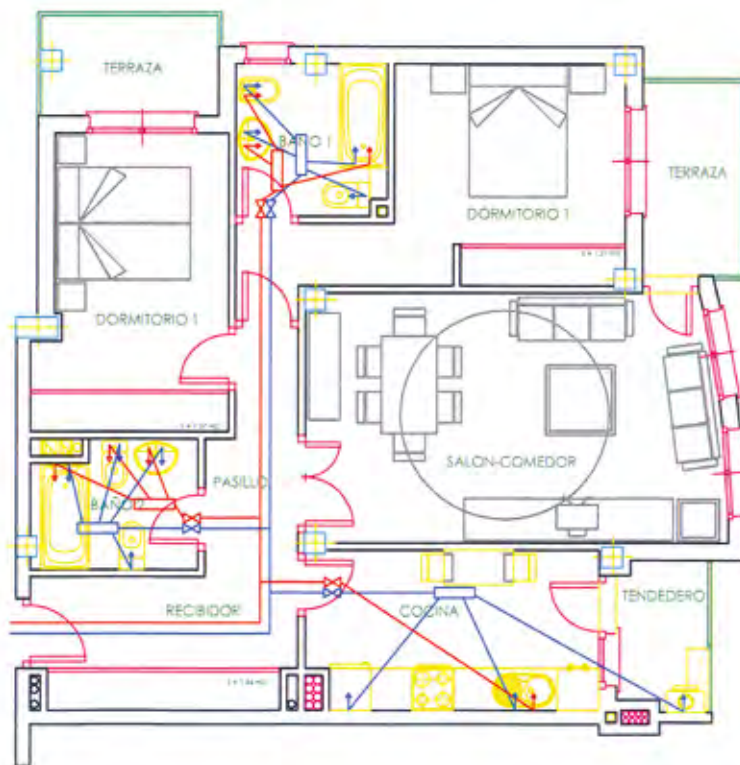
El consumo total de cada baño de señoras es de 0,3 l/s.

### • Comedor:

- Fregadero doméstico (0,2 l/s)
- Lavavajillas doméstico (0,15 l/s)
- Grifo aislado (0,15 l/s)

El consumo total del comedor es de 0,5 l/s.

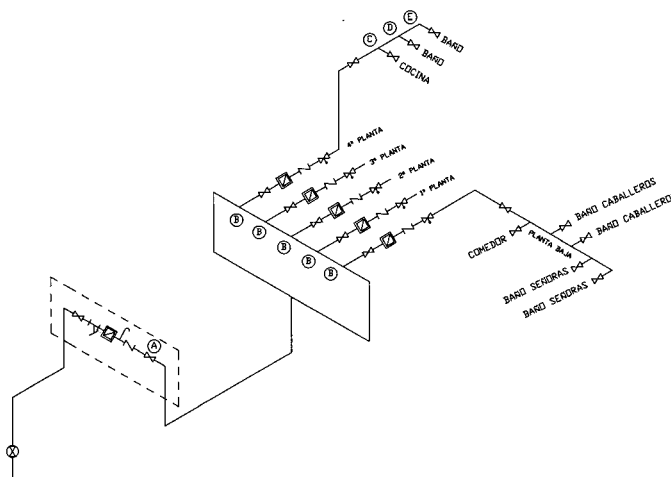
**Por lo tanto las oficinas tienen un caudal instalado total de 1,66 l/s.**



### 5.1.1. Ejemplo 1: Batería de contadores

#### Tramos:

- A-B Tubo de alimentación.
- B-C Ascendente.
- C-D Tramo cocina-baño.
- D-E Tramo baño-baño.
- E-F Tramo llave de corte-bañera.



Tramo	$Q_t$ (l/s)	$Q_c$ (l/s)	$D_{ext}$ (mm)	Velocidad (m/s)	Pérdida de carga (Pa/m)	Longitud (m)	Pérdida de carga (Pa)
A-B	22,66	2,58	40	3,11	2.135	16	34.160
B-C	1,75	0,74	25	2,3	2.389	15,5	37.030
C-D	1,2	0,6	20	2,91	5.428	2,5	13.570
D-E	0,6	0,4	20	1,94	2.525	5	12.625
E-F	0,3	0,3	20	1,45	1.502	5	7.510

**104.895**

NOTA: Siempre se deberá respetar la tabla 4.2. "Diámetros mínimos de derivaciones a los aparatos" del DB-HS4 del CTE, dependiendo del tipo de material.

Siendo:

- Caudal total instalado,  $Q_t$ , suma de los caudales instantáneos mínimos de todos los aparatos instalados.
- Caudal de cálculo o simultáneo,  $Q_c$ , caudal que se produce por el funcionamiento lógico de aparatos de consumo o unidades de suministro.
- El diámetro exterior, la velocidad y la pérdida de carga se obtienen en el punto 1 de los anexos.

La presión que comunica la empresa suministradora al final de la acometida es de:

$$P_{aco} = 500.000 \text{ Pa} = 0.5 \text{ Mpa.}$$

Para obtener la pérdida de carga total realizaremos los siguientes cálculos:

1) Pérdida de carga debida a la tubería es de 104.895 Pa.

2) Las pérdidas de carga localizadas de los accesorios se pueden estimar en un 30 % de las pérdidas de carga por tramo. Por lo tanto, 30 % de 105.855 Pa son 31.456 Pa.

3) La pérdida de presión debida a la existencia de un filtro (200 mbar) y un contador (300 mbar).  
Total 500 mbar = 50.000 Pa aprox.

Pérdida de carga total = 104.895 + 31.456 + 50.000 = 186.351 Pa

La presión necesaria para un suministro adecuado será como mínimo la suma de las pérdidas de carga más la correspondiente para vencer la altura del edificio y añadirle la presión mínima dinámica del aparato en situación más desfavorable.

La pérdida de presión debido a la altura del edificio:

$$17 \text{ m} = 1.700 \text{ mbar} = 170.000 \text{ Pa}$$

Presión mínima dinámica del aparato (suponiendo que sólo tenemos grifos será) 100 kPa = 100.000 Pa.

Presión de suministro necesaria:  
 $186.351 + 170.000 + 100.000 = P_s = 456.351 \text{ Pa}$

No habrá que instalar grupo de presión ya que no superamos la presión disponible en la acometida que era de  $P_{aco} = 500.000 \text{ Pa}$

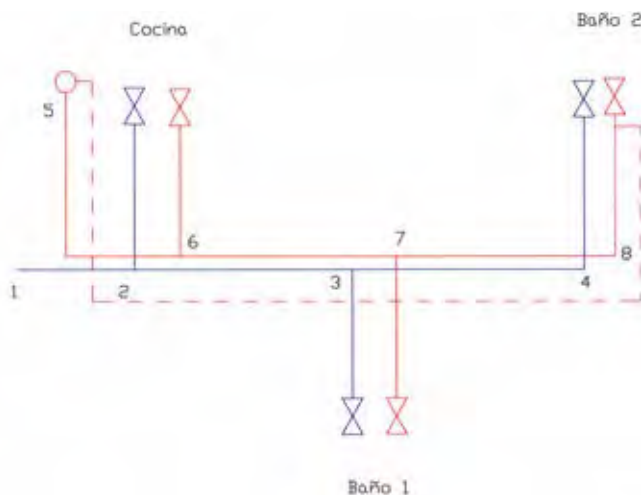
De acuerdo con el cálculo anterior y respetando siempre la tabla 4.2. "Diámetros Mínimos de Derivación a los aparatos del DB-HS4", los diámetros para el agua fría de la vivienda quedarían de la siguiente forma:

- Entrada a vivienda 25x2,3 mm.
- Entrada a cocina 20x1,9 mm.
- Entrada a cuarto de baño 20x1,9 mm.
- Fregadero doméstico 16x1,8 mm.
- Lavadora doméstica 20x1,9 mm.
- Lavavajillas doméstico 16x1,8 mm.
- Inodoro con cisterna 16x1,8 mm.
- Lavabo 16x1,8 mm.
- Bidé 16x1,8 mm.
- Bañera de más de 1,4 m. 20x1,9 mm.

Para el dimensionado de la red de agua caliente se supone un sistema todo centralizado con generación de ACS a través de paneles solares y apoyo de caldera

#### Tramos:

Cada tramo se corresponde con la siguiente tabla:



	Tramo	Q <sub>t</sub> (l/s)	Q <sub>c</sub> (l/s)	D <sub>ext</sub> (mm)	Velocidad (m/s)	Pérdida de carga (Pa/m)	Longitud (m)	Pérdida de carga (Pa)
Agua fría	1-2 Entrada a vivienda-cocina	1,75	0,74	25	2,3	2.389	3	7.167
	2-3 Cocina-baño1	1,2	0,6	20	2,91	5.428	2,5	13.570
	3-4 Baño1-baño2	0,6	0,4	20	1,94	2.525	5	12.625
Agua caliente	4-5 Entrada a vivienda-cocina	0,76	0,48	25	1,53	1.162	3	3.486
	5-6 Cocina-baño1	0,66	0,44	20	2,18	3.123	3	9.369
	6-7 Baño1-baño2	0,33	0,29	20	1,46	1.502	3	4.506

NOTA: Siempre se deberá respetar la tabla 4.2. "Diámetros mínimos de derivaciones a los aparatos" del DB-HS4 del CTE, dependiendo del tipo de material.

De acuerdo con el ejemplo anterior y, respetando siempre la tabla 4.2 "Diámetro mínimo de derivación a los aparatos del DB-HS4 del CTE", los diámetros para el agua caliente de la vivienda quedarían de la siguiente forma:

- Entrada a vivienda 25x2,3 mm.
- Entrada a cocina 20x1,9 mm.
- Entrada a cuarto de baño 20x1,9 mm.
- Fregadero Doméstico 16x1,8 mm.
- Lavabo 16x1,8 mm.
- Bidé 16x1,8 mm.
- Bañera de más de 1,4 m. 20x1,9 mm.

#### Dimensionado de la red de recirculación

Para efectuar el dimensionado se ha de considerar un 10% del agua de la vivienda.

El 10% del Caudal de Simultaneidad de la vivienda es 0,048 l/s ó 172,8 l/h, luego el diámetro de la tubería de recirculación será 25x2,3 mm.

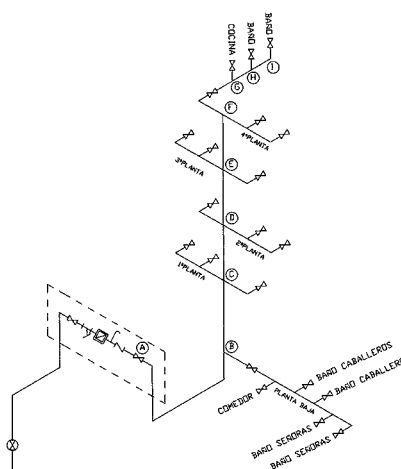
$$\frac{l}{s} \times \frac{60s}{1 \text{ min}} \times \frac{60 \text{ min}}{1 \text{ hora}}$$

Diámetro exterior de la tubería (mm)	Caudal recirculado (l/h)
20	140
25	300
32	600
40	1.100
50	1.800
63	3.300

### 5.1.2. Ejemplo 2: Una sola montante para toda la vivienda

#### Tramos:

- A-B Ascendente - oficina
- B-C Oficina - 2ª Planta
- C-D 2ª Planta - 3ª Planta
- D-E 3ª Planta - 4ª Planta
- E-F 4ª Planta - 5ª Planta
- F-G Ascendente - cocina
- G-H Cocina - baño 1
- H-I Baño 1 - baño 2
- I-J Baño 2 - bañera



Tramo	Q <sub>t</sub> (l/s)	Q <sub>c</sub> (l/s)	D <sub>ext</sub> (mm)	Velocidad (m/s)	Pérdida de carga (Pa/m)	Longitud (m)	Pérdida de carga (Pa)
A-B	22,66	2,58	40	3,11	2.135	16	34.160
B-C	21	2,54	40	3,11	2.135	3	6.405
C-D	15,75	2,22	40	2,75	1.713	3	5.139
D-E	10,5	1,82	32	3,5	3.645	3	10.935
E-F	5,25	1,3	32	2,41	1.843	3	5.529
F-G	1,75	0,74	25	2,3	2.389	5	11.945
G-H	1,2	0,6	20	2,91	5.428	5	27.140
H-I	0,6	0,4	20	1,94	2.525	5	12.625
I-J	0,3	0,3	20	1,45	1.502	5	7.510

**121.388**

NOTA: Siempre se deberá respetar la tabla 4.2. "Diámetros mínimos de derivaciones a los aparatos" del DB-HS4 del CTE, dependiendo del tipo de material.

La presión que comunica la empresa suministradora al final de la acometida es de:

$$P_{aco} = 500.000 \text{ Pa} = 0.5 \text{ Mpa.}$$

Para obtener la pérdida de carga total realizaremos los siguientes cálculos:

- 1) Pérdida de carga debida a la tubería es de 121.388 Pa.
- 2) Las pérdidas de carga localizadas de los accesorios se pueden estimar en un 30 % de las pérdidas de carga por tramo. Por lo tanto, 30 % de 121.388 Pa son 36.416 Pa
- 3) La pérdida de presión debida a la existencia de un filtro (200 mbar) y un contador (300 mbar).  
Total 500 mbar = 50.000 Pa aprox.

$$\text{Pérdida de carga total} = 121.388 + 36.416 + 50.000 = 207.804 \text{ Pa}$$

La presión necesaria para un suministro adecuado será como mínimo la suma de las pérdidas de carga más la correspondiente para vencer la altura del edificio y añadirle la presión mínima dinámica del aparato en situación más desfavorable.

La pérdida de presión debido a la altura del edificio 17 m = 1700 mbar = 170.000 Pa

Presión mínima dinámica del aparato (suponiendo que sólo tenemos grifos será) 100 kPa = 100.000 Pa

Presión de suministro necesaria:  
207.804 + 170.000 + 100.000 = P<sub>s</sub> = 477.804 Pa

No habrá que instalar grupo de presión ya que no superamos la presión disponible en la acometida que era de P<sub>aco</sub> = 500.000 Pa

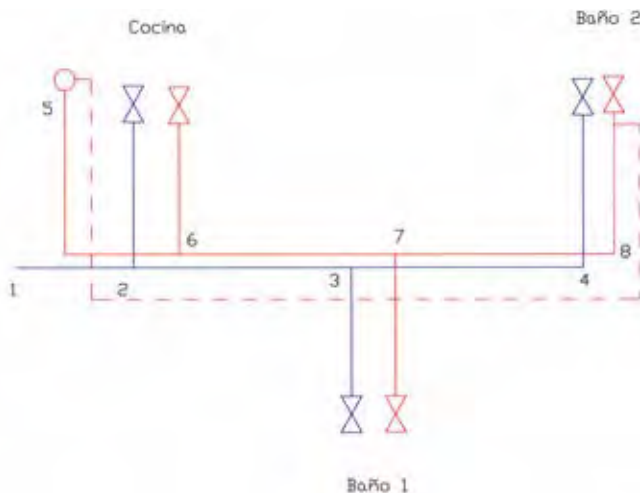
De acuerdo con el cálculo anterior y respetando siempre la tabla 4.2. "Diámetros Mínimos de Derivación a los aparatos del DB-HS4", los diámetros para agua fría de la vivienda quedarían de la siguiente forma:

- Entrada a vivienda 25x2,3 mm
- Entrada a cocina 20x1,9 mm
- Entrada a cuarto de baño 20x1,9 mm
- Fregadero doméstico 16x1,8 mm
- Lavadora doméstica 20x1,9 mm
- Lavavajillas doméstico 16x1,8 mm
- Inodoro con cisterna 16x1,8 mm
- Lavabo 16x1,8 mm
- Bidé 16x1,8 mm
- Bañera de más de 1,4 m 20x1,9 mm

Para el dimensionado de la red de agua caliente se supone un sistema todo centralizado con generación de ACS a través de paneles solares y apoyo de caldera

**Tramos:**

Cada tramo se corresponde con la siguiente tabla:



	Tramo	Q <sub>t</sub> (l/s)	Q <sub>c</sub> (l/s)	D <sub>ext</sub> (mm)	Velocidad (m/s)	Pérdida de carga (Pa/m)	Longitud (m)	Pérdida de carga (Pa)
Agua fría	1-2 Entrada a vivienda-cocina	1,75	0,74	25	2,3	2.389	3	7.167
	2-3 Cocina-baño1	1,2	0,6	20	2,91	5.428	2,5	13.570
	3-4 Baño1-baño2	0,6	0,4	20	1,94	2.525	5	12.625
Agua caliente	4-5 Entrada a vivienda-cocina	0,76	0,48	25	1,53	1.162	3	3.486
	5-6 Cocina-baño1	0,66	0,44	20	2,18	3.123	3	9.369
	6-7 Baño1-baño2	0,33	0,29	20	1,46	1.502	3	4.506

NOTA: Siempre se deberá respetar la tabla 4.2. "Diámetros mínimos de derivaciones a los aparatos" del DB-HS4 del CTE, dependiendo del tipo de material.

De acuerdo con el ejemplo anterior y, respetando siempre la tabla 4.2 "Diámetro mínimo de derivación a los aparatos del DB-HS4 del CTE", los diámetros para el agua caliente de la vivienda quedarían de la siguiente forma:

- Entrada a vivienda 25x2,3 mm.
- Entrada a cocina 20x1,9 mm.
- Entrada a cuarto de baño 20x1,9 mm.
- Fregadero Doméstico 16x1,8 mm.
- Lavabo 16x1,8 mm.
- Bidé 16x1,8 mm.
- Bañera de más de 1,4 m. 20x1,9 mm.

**Dimensionado de la red de recirculación**

Para efectuar el dimensionado se ha de considerar un 10% del agua de la vivienda.

El 10% del Caudal de Simultaneidad de la vivienda es 0,048 l/s ó 172,8 l/h, luego el diámetro de la tubería de recirculación será 25x2,3 mm.

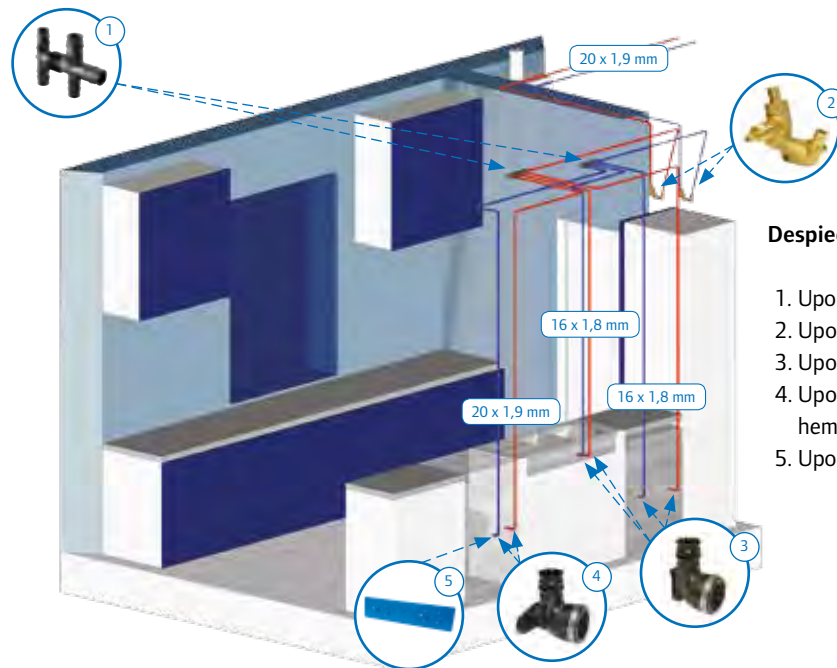
$$\frac{l}{s} \times \frac{60s}{1 \text{ min}} \times \frac{60 \text{ min}}{1 \text{ hora}}$$

Diámetro exterior de la tubería (mm)	Caudal recirculado (l/h)
20	140
25	300
32	600
40	1.100
50	1.800
63	3.300



## 5.2. Despiece de la instalación interior de fontanería

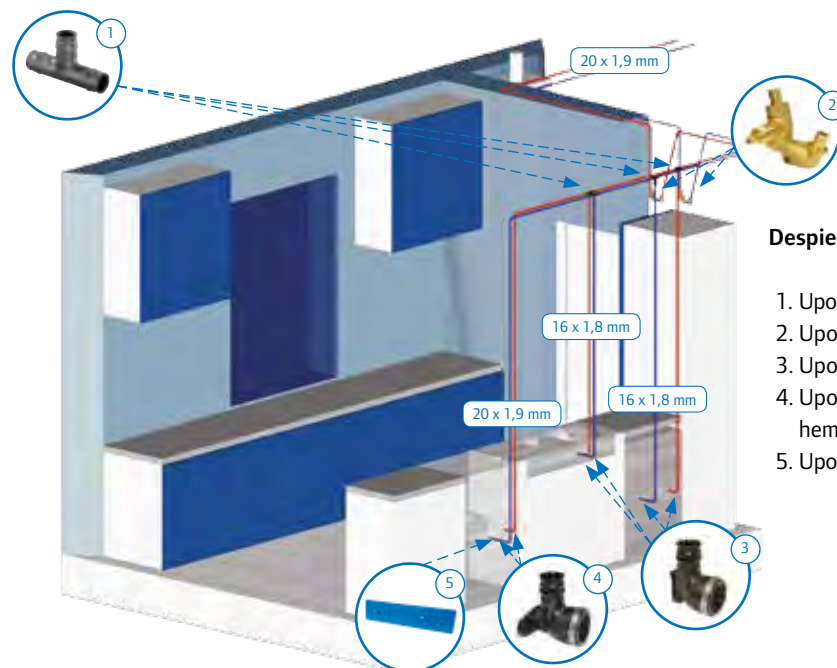
### Instalación tipo de cocina. Sistema por colectores



#### Despiece de material

1. Uponor Q&E colector techo PPSU
2. Uponor Q&E llave de corte en V
3. Uponor Q&E codo hembra PPSU
4. Uponor Q&E codo base fijación hembra PPSU
5. Uponor Smart Aqua placa plástica

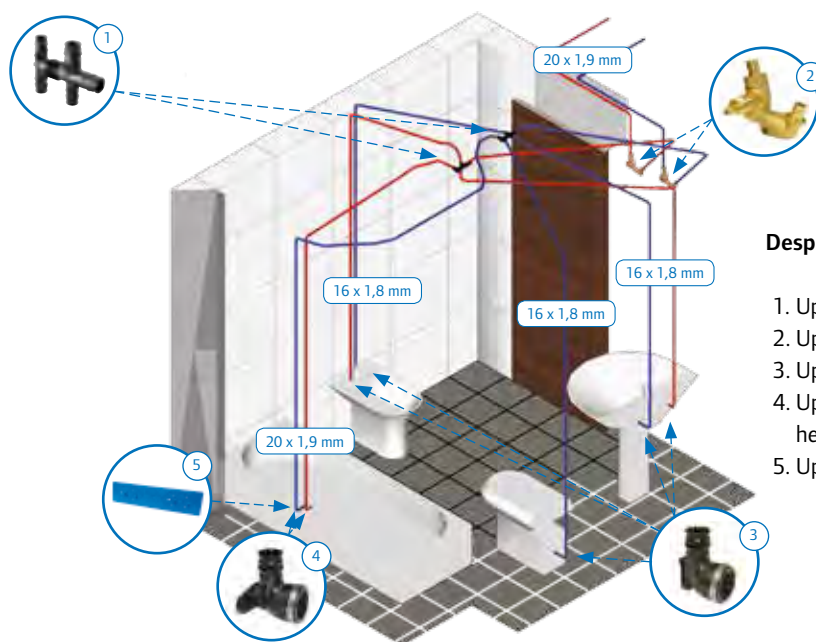
### Instalación tipo de cocina. Sistema por tes



#### Despiece de material

1. Uponor Q&E te PPSU
2. Uponor Q&E llave de corte en V
3. Uponor Q&E codo hembra PPSU
4. Uponor Q&E codo base fijación hembra PPSU
5. Uponor Smart Aqua placa plástica

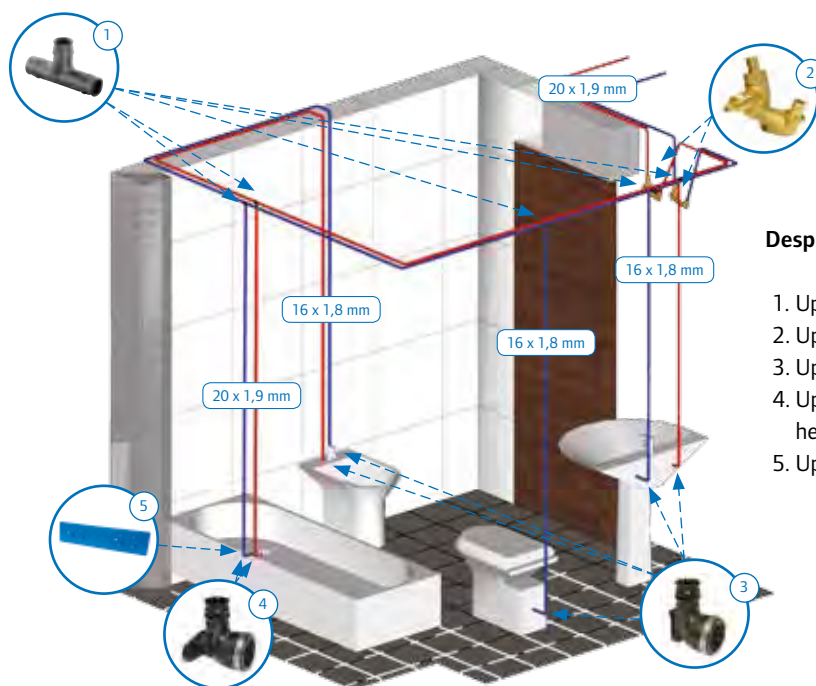
### Instalación tipo de cuarto de baño completo. Sistema por colectores



#### Despiece de material

1. Uponor Q&E colector techo PPSU
2. Uponor Q&E llave de corte en V
3. Uponor Q&E codo hembra PPSU
4. Uponor Q&E codo base fijación hembra PPSU
5. Uponor Smart Aqua placa plástica

### Instalación tipo de cuarto de baño completo. Sistema por tes



#### Despiece de material

1. Uponor Q&E te PPSU
2. Uponor Q&E llave de corte en V
3. Uponor Q&E codo hembra PPSU
4. Uponor Q&E codo base fijación hembra PPSU
5. Uponor Smart Aqua placa plástica

## 6. Almacenamiento e instalación

### 6.1. Almacenamiento

Las tuberías Uponor Aqua Pipe (PEX-a) se suministran en rollos y/o barras. Estas tuberías son empaquetadas en cajas de cartón o dentro de un tubo protector. Junto con las tuberías se facilitan las instrucciones de instalación.

Evite que la radiación ultravioleta (luz solar) incida directamente sobre las tuberías durante su almacenamiento e instalación. Almacene la tubería en su embalaje original.

Evite que los productos con base de aceite, disolventes, pinturas y cinta entren en contacto con la tubería ya que la composición de estos productos son perjudiciales para las tuberías.

### 6.2. Desbobinado de la tubería

Durante la instalación de la tubería, mantenga los tapones antipolvo en los extremos de la tubería, de manera que la suciedad no pueda introducirse en el sistema. Los desbobinadores facilitan el manejo de los rollos de tubería.

### 6.3. Corte de la tubería

Las tuberías Uponor Aqua Pipe (PEX-a) de pequeñas dimensiones, se pueden cortar con una tijera para tuberías plásticas. Haga el corte siempre perpendicularmente a la dirección longitudinal de la tubería. No debería sobrar ningún exceso de material ni existir protuberancias que puedan afectar a la conexión.

### 6.4. Curvado de la tubería

Las tuberías Uponor Aqua Pipe (PEX-a) se curvan normalmente sin necesidad de herramientas especiales. Cuando se doblan con un radio pequeño, y en frío, puede ser necesario un muelle curvatubos.

Las tuberías Uponor Aqua Pipe (PEX-a) también se pueden doblar en caliente. Para realizarlo utilice un decapador (pistola de aire caliente), a ser posible con difusor (máx. 180 °C). No utilice llama. La tubería podría verse dañada ya que no habría control de la temperatura aplicada. La tubería debe ser calentada hasta que el material de donde va a ser curvada se ponga casi translúcido (máx. 133 °C).

Doble la tubería de una sola vez hasta alcanzar la posición requerida. Enfríe la tubería en agua o déjela enfriarse al aire.

Nota: Un calentamiento excesivo de la tubería, provoca que se pierdan las dimensiones calibradas en fábrica. Esta sección no debería ser utilizada como punto de unión.

### 6.5. Contracción de longitud

Cuando las tuberías han estado en servicio y la temperatura y la presión descienden, se produce un proceso de contracción (máx. 1,5% de la longitud). Teniendo la distancia entre sujeciones correcta, la unión de la tubería y el accesorio será mayor que la fuerza de contracción y no producirá ningún problema, siempre que la instalación de accesorios sea efectuada conforme a las instrucciones de montaje del sistema.

### 6.6. Localización de los colectores

La localización de los colectores debe ser elegida procurando que:

- Sean accesibles para un futuro mantenimiento.
- Tengan fácil acceso a los puntos de consumo.
- Permita una fácil conexión a las tuberías de alimentación.

A veces es conveniente utilizar más de un colector dependiendo del número de elementos de la instalación.

### 6.7. Tendido y suportación de la tubería

Las tuberías deben situarse de tal manera que las posibilidades de perforación por accidente sean mínimas. En instalaciones con funda corrugada, una menor cantidad de curvas en el trazado facilita el reemplazamiento en caso de avería.

Las tuberías pueden ser instaladas directamente en el material de construcción. Es recomendable para instalaciones vistas que las tuberías lleven medias cañas y abrazaderas para mantener la apariencia estética.

### 6.8. Memoria térmico-elástica

En caso de un pinzamiento accidental de la tubería durante la instalación, se recomienda calentar la tubería suavemente y con cuidado. La memoria térmico-elástica será activada y la tubería volverá a su forma inicial. Nunca utilice llama directa. La tubería podría ser dañada, ya que no hay control de la temperatura aplicada. Enfríe la tubería con un trapo mojado o sumergiéndola en agua fría.

### 6.9. Llenado y comprobación del sistema

El llenado de la instalación debe hacerse de manera lenta para que no se formen bolsas de aire en el circuito. Asegúrese de que no existen fugas. Para asegurarnos que esto no se produce, debemos realizar la prueba de resistencia mecánica y estanqueidad.



# 7. Instalación, detalles de la suportación

## 7.1. Instalaciones permitiendo la expansión

### Generalidades

Uponor Aqua Pipe, como todos los materiales, está sujeto a la expansión térmica. Para evitar problemas posteriores, debemos tener en cuenta este fenómeno a la hora de diseñar una instalación.

La expansión y contracción de la tubería de Uponor Aqua Pipe (PEX-a) puede calcularse con la siguiente expresión:

$$\Delta L = \Delta T \cdot L \cdot \alpha$$

- $\Delta L$  es la variación de la longitud (mm)
- $\Delta T$  es la variación de la temperatura
- $L$  es la longitud del tramo (m)
- $\alpha$  es el coeficiente de expansión térmica del PEX (0,15 mm/m°C)

Como podemos observar, la dilatación en el polietileno reticulado es mayor que la de los metales. Sin embargo las fuerzas de expansión térmica son despreciables. Con Uponor Aqua Pipe (PEX-a) no tendremos el problema de una unión salte por efecto de las fuerzas de dilatación, o de grietas en el hormigón si se trata de tubos empotrados.

Dimensión (mm)	Máx. Fuerza de expansión (N)	Máx. Fuerza de contracción (N)	Fuerza de contracción
25 x 2,3	350	550	200
32 x 2,9	600	1.000	400
40 x 3,7	900	1.500	600
50 x 4,6	1.400	2.300	900
63 x 5,8	2.300	3.800	1.500
75 x 6,8	3.200	5.300	2.100
90 x 8,2	4.600	7.500	2.900
110 x 10	6.900	11.300	4.400

### Fuerza máxima de expansión

Es la fuerza que surge cuando se calienta una tubería fija hasta alcanzar la máxima temperatura operativa, 95 °C.

### Fuerza máxima de contracción

Es la fuerza debida a la contracción térmica, cuando la tubería ha sido instalada en una posición fija a la temperatura operativa máxima.

### Fuerza de contracción

Es la fuerza restante en la tubería a la temperatura de instalación debida al acortamiento longitudinal cuando la tubería fija ha estado a presión operativa máxima y a temperatura máxima durante

### 7.1.1. Posicionamiento de puntos fijos

Tenemos un punto fijo cuando la instalación queda fijada en ese punto sin posibilidad de movimiento, normalmente esto ocurre en la sujeción de un accesorio o un colector. Las abrazaderas que soportan el tubo no se consideran puntos fijos, ya que permiten movimientos longitudinales. Solamente cuando éstas estén en un cambio de dirección, sí se considerarán como tales ya que se opondrán al movimiento de expansión o contracción del brazo contrario.

Los puntos fijos se determinan de manera que limitemos la expansión o la permitamos en la dirección que no nos cause problemas.

La figura 1 nos aclarará este punto.

### 7.1.2. Instalación de tuberías permitiendo la expansión por medio de un brazo flexible

El brazo flexible debe ser lo suficientemente largo como para prevenir cualquier daño.

Las abrazaderas deben dejar espacio suficiente para que el codo no entre en contacto con la pared después de la expansión. Una instalación típica se muestra en las figuras 2 y 3.

Como podemos ver, la abrazadera que está en el cambio de dirección es un punto fijo si consideramos la dilatación del brazo contrario.

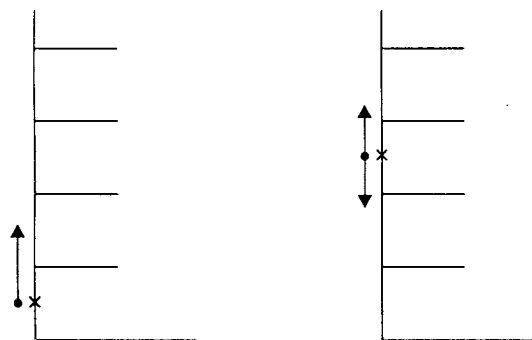


Figura 1. Posicionamiento de puntos fijos, instalación con ramales.

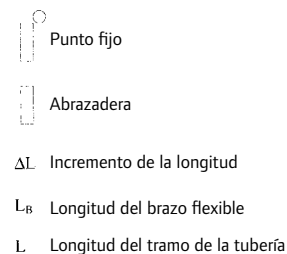
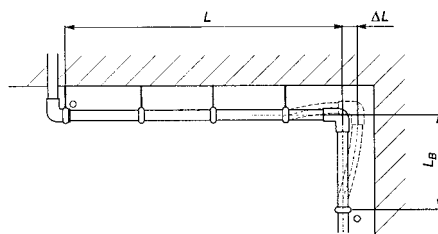
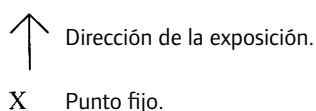


Figura 2. La expansión se compensa con un brazo flexible.

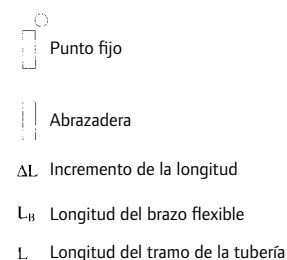
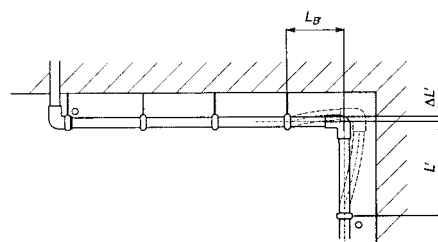


Figura 3. Compensación de la expansión  $\Delta L$  con brazo flexible.

La longitud del brazo flexible,  $L_B$ , puede calcularse con la siguiente ecuación:

$$L_B = c \cdot \sqrt{D_{\text{ext}} \cdot \Delta L}$$

Donde:  $\Delta L$  es el incremento de la longitud (mm)  
 $L_B$  es el brazo flexible (mm)  
 $c$  es una constante que para el PEX vale 12  
 $D_{\text{ext}}$  es el diámetro exterior (mm)

### 7.1.3. Instalación de tuberías permitiendo la expansión por medio de una lira

Instalación típica. Figura 4

Es preferible que la lira sea tal que:

$$l_2 = 0,5 \cdot l_1$$

La longitud del brazo flexible:

$$LB = l_1 + l_1 + l_2$$

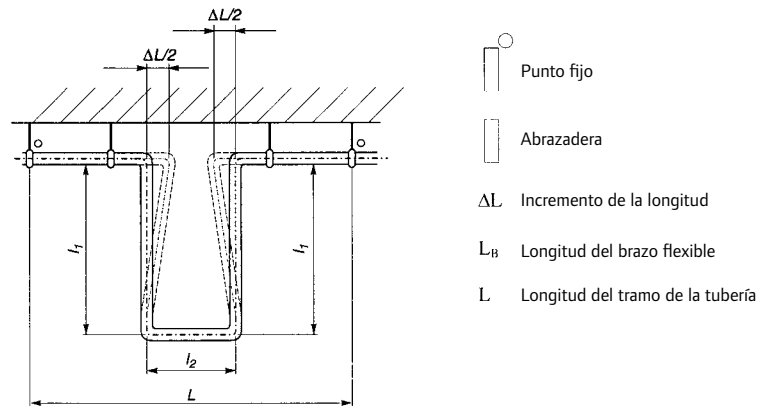


Figura 4. Compensación de la expansión térmica mediante el uso de liras.

### 7.1.4. Instalación de tuberías permitiendo la expansión con medias cañas y soportadas por abrazaderas

Las distancias máximas entre las abrazaderas y las fijaciones de las medias cañas se obtienen en las siguientes tablas:

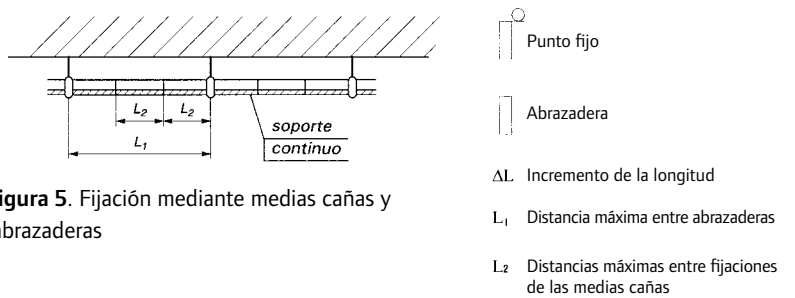


Figura 5. Fijación mediante medias cañas y abrazaderas

Distancia  $l_1$

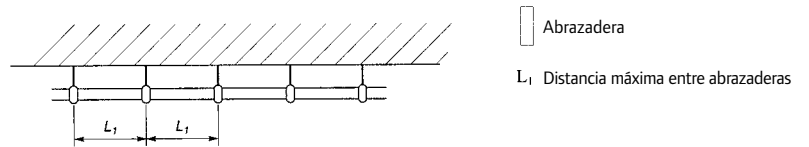
Diámetro exterior de la tubería (mm)	$l_1$ , agua fría (mm)	$l_1$ , agua caliente (mm)
$D_{ext} \leq 20$	1.500	1.000
$20 < D_{ext} \leq 40$	1.500	1.200
$40 < D_{ext} \leq 75$	1.500	1.500
$75 < D_{ext} \leq 110$	2.000	2.000

Distancia  $l_2$

Diámetro exterior de la tubería (mm)	$l_2$ , agua fría (mm)	$l_2$ , agua caliente (mm)
$D_{ext} \leq 20$	500	200
$20 < D_{ext} \leq 25$	500	300
$25 < D_{ext} \leq 32$	750	400
$32 < D_{ext} \leq 40$	750	600
$40 < D_{ext} \leq 75$	750	750
$75 < D_{ext} \leq 110$	1.000	1.000

### 7.1.5. Instalación de tuberías permitiendo la expansión por medio de abrazaderas

Las distancias máximas entre las abrazaderas se obtienen en la siguiente tabla:



**Figura 6.** Fijación mediante abrazaderas

Distancia  $l_1$

Diámetro exterior de la tubería (mm)	$l_1$ , agua fría (mm)	$l_1$ , agua caliente (mm)
$D_{ext} \leq 16$	750	400
$16 < D_{ext} \leq 20$	800	500
$20 < D_{ext} \leq 25$	850	600
$25 < D_{ext} \leq 32$	1.000	650
$32 < D_{ext} \leq 40$	1.100	800
$40 < D_{ext} \leq 50$	1.250	1.000
$50 < D_{ext} \leq 63$	1.400	1.200
$63 < D_{ext} \leq 75$	1.500	1.300
$75 < D_{ext} \leq 90$	1.650	1.450
$90 < D_{ext} \leq 110$	1.900	1.600

Para instalaciones verticales  $l_1$  debe multiplicarse por 1,3.

## 7.2. Instalaciones no permitiendo la expansión

### Generalidades

En muchas situaciones es necesario instalar el tubo entre dos puntos fijos. En este caso, las fuerzas debidas a la expansión o a la contracción térmica, se transmiten a la estructura del edificio a través de los soportes.

#### 7.2.1. Posicionamiento de los puntos fijos

Los puntos fijos se posicionan de tal manera que no tengamos dilataciones ni contracciones.

**La distancia máxima entre puntos fijos no será superior a 6 m.**

#### 7.2.2. Instalación entre puntos fijos con medias cañas

Las distancias máximas entre puntos fijos, abrazaderas y fijaciones a las medias cañas como se muestra en la figura 8, deben estar de acuerdo con las tablas.

De nuevo insistimos en que, el hecho de soportar el tubo en puntos fijos, no presenta ningún problema debido a las despreciables fuerzas de dilatación y contracción. Mostramos algunos ejemplos en las figuras 7, 8, 9 y 10.

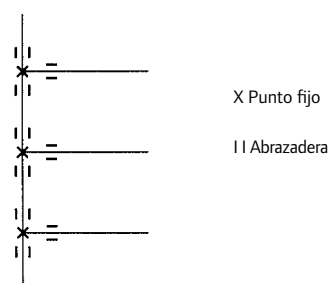


Figura 7. Posición de los puntos fijos en una instalación con ramales.

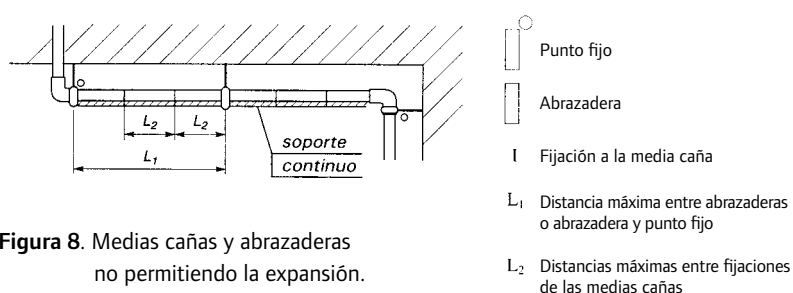


Figura 8. Medias cañas y abrazaderas no permitiendo la expansión.

Distancia  $l_1$

Diámetro exterior de la tubería (mm)	$l_1$ agua fría (mm)	$l_1$ agua caliente (mm)
$D_{ext} \leq 20$	1.500	1.000
$20 < D_{ext} \leq 40$	1.500	1.200
$40 < D_{ext} \leq 75$	1.500	1.500
$75 < D_{ext} \leq 110$	2.000	2.000

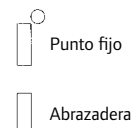
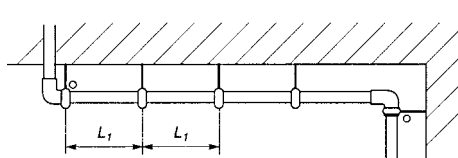
Distancia  $l_2$

Diámetro exterior de la tubería (mm)	$l_2$ agua fría (mm)	$l_2$ agua caliente (mm)
$D_{ext} \leq 20$	500	200
$20 < D_{ext} \leq 25$	500	300
$25 < D_{ext} \leq 32$	750	400
$32 < D_{ext} \leq 40$	750	600
$40 < D_{ext} \leq 75$	750	750
$75 < D_{ext} \leq 110$	1.000	1.000



### 7.2.3. Instalación entre puntos fijos con abrazaderas

La distancia máxima entre puntos fijos y abrazaderas, tal como muestra la figura 9, debe estar de acuerdo con la tabla de distancia  $l_1$ .



$L_1$  Distancia máxima entre abrazaderas o abrazadera y punto fijo

**Figura 9.** Instalación entre puntos fijos con abrazaderas.

Distancia  $l_1$

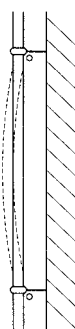
Diámetro exterior de la tubería (mm)	$l_1$ , agua fría (mm)	$l_1$ , agua caliente (mm)
$D_{ext} \leq 16$	600	250
$16 < D_{ext} \leq 20$	700	300
$20 < D_{ext} \leq 25$	800	350
$25 < D_{ext} \leq 32$	900	400
$32 < D_{ext} \leq 40$	1.100	500
$40 < D_{ext} \leq 50$	1.250	600
$50 < D_{ext} \leq 63$	1.400	750
$63 < D_{ext} \leq 75$	1.500	900
$75 < D_{ext} \leq 90$	1.650	1.100
$90 < D_{ext} \leq 110$	1.850	1.300

Para instalaciones verticales  $l_1$  debe multiplicarse por 1,3.

### 7.2.4. Instalación de tuberías sujetas sólo en los puntos fijos

En este caso, las fuerzas debidas a la expansión y contracción térmica, sólo se transmiten parcialmente a través de los puntos fijos hasta la estructura del edificio.

Este tipo de instalación puede realizarse cuando la dilatación por el aumento de temperatura no suponga un problema o es aceptable visualmente.



**Figura 10.** Tubería sujeta sólo por los puntos fijos.

### 7.3. Instalación de tubería Uponor Aqua Pipe (PEX-a) protegida con tubo corrugado

Normalmente, el corrugado se usa con tuberías empotradas de diámetro menor o igual a 25 mm cuando utilizamos colectores en la instalación. Este tipo de instalación nos permite un cambio de la tubería sin tener que levantar la pared. Basta con soltar el tubo del colector por un extremo y de la salida al aparato por el otro extremo. Tirar del tubo que saldrá sin ninguna dificultad y quedando todo listo para introducir la tubería nueva.

Para facilitar la labor, tanto de retirar como de introducir la tubería en un tubo corrugado encastrado en la pared, recomendamos que las curvas del trazado de la instalación tengan como mínimo un radio igual a ocho veces el diámetro de la tubería Uponor Aqua Pipe (PEX-a) que se vaya a utilizar. También debemos evitar que se introduzca cemento entre el tubo y la manga protectora.

En estos casos no hay que considerar la expansión térmica, basta con fijar el tubo por las partes que emerge de la pared o del suelo por ejemplo con un colector por un extremo y con un codo base fijación por el otro.

### 7.4. Instalación de tubería Uponor Aqua Pipe (PEX-a) empotrada en cemento

No existe ningún problema en empotrar las tuberías Uponor Aqua Pipe (PEX-a) directamente sobre el cemento, yeso o cualquier otro material empleado en las obras.

Las fuerzas de dilatación o contracción son tan pequeñas, en comparación con las tuberías metálicas, que no se produce ningún tipo de grieta debido a las dilataciones.

El radio de curvatura mínimo que aconsejamos es el siguiente:

Diámetro nominal de la tubería ( $\varnothing_{ext}$ en mm)	Curva en caliente (mm)	Curva en frío (mm)
16	35	35
20	45	90
25	55	125

Los radios de curvatura mínimos en frío son:

- $D_n$  32-40: 8 veces el diámetro exterior.
- $D_n$  50-63: 10 veces el diámetro exterior.
- $D_n$  75-90-110: 15 veces el diámetro exterior.

Es recomendable fijar la tubería en la posición deseada antes de empotrar sobre todo en los puntos de salida de ésta pared o del suelo.



# INSTALACIONES DE FONTANERÍA

SISTEMA UPONOR S-PRESS



# 1. Descripción del sistema

## 1.1. Filosofía

Los sistemas Uponor Uni Pipe PLUS y Uponor MLC son sistemas completos, formados por tubería y accesorios, ya sea para la distribución de Agua Caliente Sanitaria (ACS) a viviendas o locales, la distribución en montantes de Agua Caliente Sanitaria o calefacción, así como suministros de agua y suministro de otros fluidos de uso industrial (consultar previamente al Departamento Técnico de Uponor su compatibilidad para transportes de fluidos diferentes al agua).

## 1.2. Tuberías Uponor Uni Pipe PLUS y Uponor MLC

Los tubos Uponor Uni Pipe PLUS y Uponor MLC pertenecen a una generación que une las ventajas de las tuberías metálicas con las de las tuberías plásticas, evitando los inconvenientes de ambas. El tubo Uponor Uni Pipe PLUS (Ø 16-32 mm) se compone de una capa de aluminio extruida, sin soldadura (tecnología exclusiva Uponor SAC, Seamless Aluminum Composite), y de dos capas de polietileno resistente a la temperatura (PERT) en el exterior y en el interior. Todas estas capas van unidas fuertemente con un adhesivo especial. El PERT que se utiliza es un material especial de una alta resistencia térmica conforme con la norma UNE-EN ISO 21003.

El PERT es una resina de polietileno de estructura molecular única con una cadena principal de etileno y ramas controladas proporcionando alta fuerza hidrostática a largo plazo. La estructura de polietileno

resistente a la temperatura es comparable a una bola de lana, en los cuales los hilos de la madeja (cadena de moléculas) se encuentran muy enredados, permitiendo 6 átomos de carbono en la cadena, con la que se obtiene un grado mayor de ligamento.

El tubo Uponor MLC (Ø 40-110 mm) posee las mismas características que el tubo Uponor Uni Pipe PLUS, pero su capa de aluminio es soldada a tope, obteniéndose una unión totalmente segura. Con esta forma de soldar no se necesita un gran espesor de aluminio para formar la lámina. Así el espesor del aluminio no da excesiva rigidez al tubo y su manipulado y postformado es muy fácil.

Los tubos Uponor Uni Pipe PLUS y Uponor MLC, se producen con un espesor de la lámina de aluminio optimizado para que, al doblarlo, mantenga su estabilidad.

De esta manera se mejora considerablemente la facilidad de montaje del tubo, ya que no es necesaria una excesiva fuerza para curvarlo, pudiendo curvarse sin necesidad de herramienta en dimensiones pequeñas.

Aun así, en Uponor recomendamos el uso de estas herramientas (muelles y/o curvadoras) para salvaguardar el diámetro de la tubería.

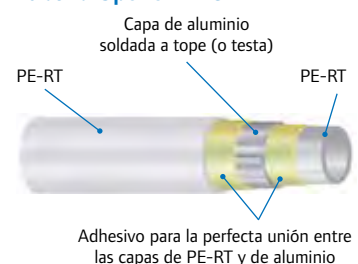
La dilatación del tubo está determinada por la capa de aluminio. Dada la unión fija existente entre las capas de polietileno y la de aluminio, la dilatación del tubo se reduce al de la dilatación del aluminio y se corresponde así, aproximadamente, al de un tubo metálico.

Gracias a la capa interior y exterior de PERT (polietileno resistente a la temperatura), se evita la corrosión y gracias a su superficie lisa no se produce acumulación de ninguna clase de partículas o sedimentos.

### Tubería Uponor Uni Pipe PLUS



### Tubería Uponor MLC



### Capacidad de trabajo

Temperatura máxima según norma UNE	clase 2 / clase 5
Temperatura máxima periodo corto	95 °C
Temperatura mínima	-40 °C
Temperatura mínima de montaje	-10 °C
Presión continua sostenida	10 bar
Presión de reventamiento superior	80 bar
Coefficiente de conductividad térmica	0,40 W/mk
Rugosidad de la tubería	0,0004 mm

## Características en función del diámetro de la tubería

Dimensión (mm)	Diámetro interior (mm)	Peso barra (gr/m)	Volumen agua (l/m)	Rugosidad (mm)	Conductividad térmica (W/mk)	Coefficiente dilatación (m/mk)	Temperatura continua máxima (°C)	Temperatura puntual máxima (°C)	Presión de trabajo máxima (bar)
16x2,0	12	107	1,113	0,0004	0,4	25x10 <sup>-6</sup>	70	95	10
20x2,25	15,5	153	0,190	0,0004	0,4	25x10 <sup>-6</sup>	70	95	10
25x2,5	20	210	1,314	0,0004	0,4	25x10 <sup>-6</sup>	70	95	10
32x3,0	26	325	0,531	0,0004	0,4	25x10 <sup>-6</sup>	70	95	10
40x4,0	32	508	0,803	0,0004	0,4	25x10 <sup>-6</sup>	70	95	10
50x4,5	41	720	1,320	0,0004	0,4	25x10 <sup>-6</sup>	70	95	10
63x6,0	51	1.220	2,042	0,0004	0,4	25x10 <sup>-6</sup>	70	95	10
75x7,5	60	1.765	2,827	0,0004	0,4	25x10 <sup>-6</sup>	70	95	10
90x8,5	73	2.556	4,185	0,0004	0,4	25x10 <sup>-6</sup>	70	95	10
110x10,0	90	3.625	6,351	0,0004	0,4	25x10 <sup>-6</sup>	70	95	10

### 1.2.1. Características

- Insignificante expansión térmica
- 100% antidifusión de oxígeno
- Excelente resistencia al reventamiento a largo plazo
- Estable en forma
- Gran comportamiento frente al envejecimiento
- Resistencia a la corrosión
- Baja rugosidad
- Poco peso, ligeras
- Suministro en rollo o en barra
- Menor pérdida de calor
- Herramientas sencillas y rápidas
- Instalaciones seguras
- Respetuoso con el Medio Ambiente
- No se ve afectada por altas velocidades de agua
- No transmite ruido
- No es afectada por el pH del agua

- Acabado blanco
- Buena estética en instalaciones vistas
- Gran flexibilidad
- Alta resistencia química
- Gran resistencia a las tensiones de trabajo
- Resistente a la corrosión
- Pureza e inocuidad
- Evita deposiciones calcáreas

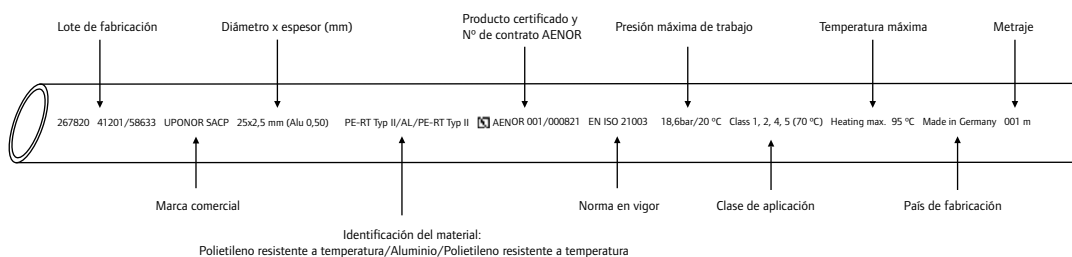
capa interior de polietileno resistente a la temperatura (PERT), que se van a utilizar en instalaciones de agua caliente y fría para la conducción de agua destinada o no al consumo humano y para instalaciones de calefacción. Los tubos definidos en esta norma deben marcarse, de forma indeleble y, como mínimo, cada metro de longitud, con al menos:

- Nombre del fabricante y/o marca comercial
- Tipo de tubo y constitución de las capas
- Diámetro nominal y Espesor nominal
- Clase de aplicación / Presión de diseño
- Periodo, año y mes de producción del tubo
- Referencia a la Norma UNE

### 1.2.2. Designación y Normativa

Las tuberías Uponor Uni Pipe PLUS y Uponor MLC están fabricadas según la norma UNE EN ISO 21003, que tiene por objeto definir los requisitos y métodos de ensayo para los tubos constituidos por una capa exterior de polietileno resistente a la temperatura (PERT), una capa intermedia de aluminio (Al) y una

### Marcaje tuberías Uni Pipe PLUS y MLC



### 1.3. Gama de tuberías multicapa Uponor Uni Pipe PLUS y Uponor MLC

Uponor ofrece la gama más amplia de tuberías multicapa llegando hasta diámetro 110 mm, y con una completa gama de accesorios con la tecnología más avanzada.

Las tuberías Uponor Uni Pipe PLUS están disponibles en diferentes formatos y longitudes para adaptarse de la mejor manera posible a las necesidades de la instalación:

- Tubería Uponor Uni Pipe PLUS en rollo desde diámetro 16 a 32 mm.
- Tubería Uponor Uni Pipe PLUS en barra desde diámetro 16 a 32 mm.
- Tubería Uponor Uni Pipe PLUS en rollo preaislado con coquilla desde diámetro 16 a 25 mm (espesor del aislamiento de 6 y 10 mm en todos los diámetros). El coeficiente de conductividad del aislante es de 0,040 W/mK.

Las tuberías Uponor MLC están disponibles en formato barra de 5 m de longitud y desde diámetro 40 a 110 mm.

#### 1.4. Accesorios Uponor S-Press

Los accesorios Uponor S-Press están disponibles en versión metálica (latón) y plástica (polifenil-sulfona, PPSU) en diámetros comprendidos entre 16 y 50 mm.

Las tuberías Uponor se montan entre la tetina y el casquillo de compresión. Se une a presión con las mordazas correspondientes.

El perfil de la tetina del accesorio garantiza, al comprimir el polietileno resistente a la temperatura interior contra dicha tetina, una conexión segura.

La estanqueidad se efectúa entre la tetina del accesorio y la pared interior del tubo con dos juntas tóricas. Estas juntas tóricas compuestas por EPDM y son resistentes a altas temperaturas y contra el envejecimiento.

Una vez realizada la presión del accesorio, la instalación queda lista para realizar la prueba mecánica y de estanqueidad.

#### 1.4.1. Accesorios Uponor S-Press de 16 a 32 mm

Accesorio de latón con recubrimiento y dos juntas tóricas. El casquillo de presión de acero inoxidable ha sido perfeccionado, siendo ahora de aluminio muy sólido y resistente al agua del mar.

El desarrollo del sistema ofrece un montaje rápido y seguro.

El accesorio lleva un recubrimiento de estaño con un grosor de 5 - 8 micras (la normativa de agua potable no especifica ninguna restricción para el estaño). Este material está sólidamente establecido en la industria alimenticia.

El aluminio utilizado (AlMg 4,5 Mn 0,7) tiene un comportamiento frente a la corrosión similar al acero inoxidable. Este tipo de aluminio es utilizado también para construir cascos de barcos y está garantizada su resistencia al agua del mar y su resistencia a la intemperie.

Para el aluminio, se aplica una valoración que va de, 1 (muy bueno) a 6 (insuficiente).

El criterio de valoración se basa en parámetros tales como resistencia al agua de mar, resistencia a la intemperie, capacidad de soldadura. El aluminio que usamos es 1, que significa muy bueno.

El accesorio está dotado con juntas tóricas que proveen al tubo de estanqueidad cuando se reajusta la conexión después de la presión. La primera junta mantiene ya de por sí el 100% de estanqueidad. La segunda, sirve para dar seguridad adicional. Además compensan las tolerancias del tubo y garantizan que la unión pueda ser reajustada después de presionada.



### 1.4.1.1. Principales características de los accesorios Uponor S-Press

#### Fácil instalación

- La inserción optimizada permite empujar el accesorio sobre la tubería fácil y suavemente. La facilidad de conexión hace la instalación incluso más cómoda, ya que la fuerza necesaria para introducir el tubo en el accesorio es mucho menor. Además es el único accesorio multicapa en el que no es imprescindible realizar el escariado del tubo para garantizar seguridad absoluta.



#### Casquillo de presión con ranuras guía para las mordazas y con tope de plástico

- El casquillo de presión incorpora ranuras guía para asegurar que las mordazas se colocan de forma correcta alrededor del mismo. Tres ranuras circunferenciales en el casquillo son el exacto equivalente para el perfil de la mordaza y de este modo se la provee a la misma de una guía óptima.

#### Juntas tóricas que no sobresalen del perfil de la tetina

- Con lo que se evita su desplazamiento al introducir la tubería.

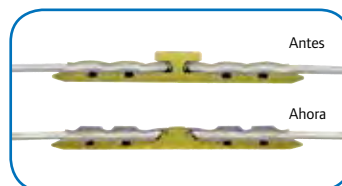


#### Seguridad adicional en la prueba mecánica y de estanqueidad

- La seguridad adicional en la prueba de presión es conseguida gracias a que las juntas tóricas yacen más profundamente en el perfil de la inserción. Cuando se realiza dicha prueba de presión, los accesorios que no han sido presionados fugarán con toda seguridad y el instalador los detectará inmediatamente. Debido a la presión en toda la superficie, el tubo está presionado en la inserción sobre toda su longitud. Así, el material PERT, "fluye" por el perfil de la inserción y garantiza estanqueidad y una conexión por fricción. Con sistemas anteriores, la estanqueidad se conseguía empujando el accesorio sobre el tubo y la conexión por fricción era causada por el apriete.

#### Fuerza de apriete en toda la superficie

- Debido al diseño especial y perfeccionado del casquillo de presión, la tubería es ahora presionada sobre la tetina del accesorio en toda su superficie. Hasta ahora, la conexión sólo presionaba en tres puntos.

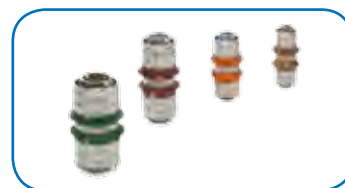


#### Conexión reajutable

- Debido a que las juntas tóricas no sobresalen de la tetina del accesorio, la tubería se puede reajustar después del presionado. Esto permite orientar cualquier tipo de pieza (codos, tes,...).

#### Identificación de la dimensión

- El tope de los accesorios varía de color en función del diámetro que estemos utilizando, lo que aporta una rápida identificación de la dimensión en obra, almacén y en el distribuidor, además el código de color facilita la instalación y evita posibles confusiones. El código de color de los accesorios se corresponde con el código de color de la mordaza correspondiente, con lo que se facilita su identificación y se asegura la utilización de la herramienta adecuada.



#### Garantía de prensado

- Al presionar el casquillo para realizar la unión, el tope se desprende automáticamente, lo que permite comprobar que se ha realizado la unión desde unos metros de distancia.



#### Instalación sin topes

- Lo cual hace que la instalación sea poco voluminosa, dotando al sistema de un perfecto acabado estético ideal para instalaciones vistas.





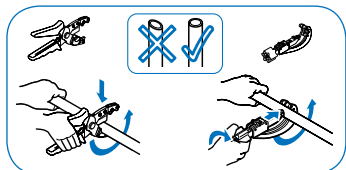
### 1.4.2. Accesorios Uponor S-Press de 40 y 50 mm

El cuerpo del accesorio es de latón tratado térmicamente y especialmente niquelado. El casquillo de acero inoxidable va premontado en el cuerpo del accesorio y además cuenta con topes de colores para facilitar la identificación de la dimensión y la colocación de la mordaza a la hora de realizar la unión. Esta fijación entre casquillo y el cuerpo del accesorio, ofrece además una protección contra posibles deterioros de las juntas tóricas. Después del montaje, la conexión puede soportar fuerzas de torsión sin que se produzca ninguna clase de fugas.

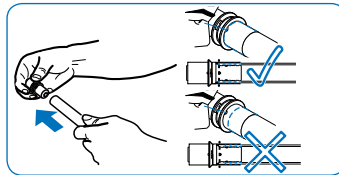


### 1.4.3. Instrucciones de montaje de los accesorios Uponor S-Press

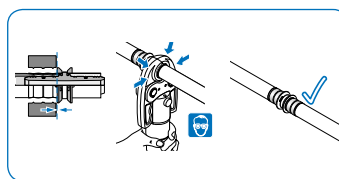
Para que el sistema Uponor S-Press funcione perfectamente, hay que asegurarse de cumplir las siguientes instrucciones de montaje:



Cortar el tubo en ángulo recto con una tijera cortatubos para tuberías plásticas. El extremo del tubo debe estar limpio y libre de partículas de grasa. Para diámetros superiores a 32 mm, realizar el corte por medio de una herramienta cortatubos.



Montaje de los accesorios: introducir en el tubo el accesorio hasta el tope. La penetración correcta se debe comprobar visualmente por medio de la apertura del accesorio.



Abrir la mordaza de presión y colocarla sobre el casquillo hasta llegar al tope plástico. Cerrar la mordaza y realizar presión con la herramienta hasta que se rompa el tope plástico. Retirar la mordaza y ya está realizada la unión.

### 1.5. Accesorios Uponor Grandes Dimensiones Modulares

Una completa gama de accesorios y acoplamientos para instalaciones de fontanería, calefacción e instalaciones industriales. Los accesorios Uponor Grandes Dimensiones Modulares están disponibles para tubería Uponor Uni Pipe PLUS y Uponor MLC desde diámetro 16 hasta 110 mm.

#### 1.5.1. Elementos del sistema Uponor Grandes Dimensiones Modulares

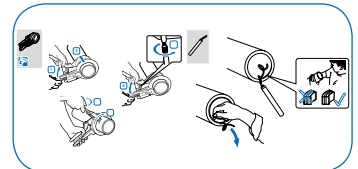
El cuerpo del accesorio es de latón tratado térmicamente y especialmente niquelado. Los casquillos son de acero inoxidable y además cuentan con tope de color blanco para facilitar la colocación de la mordaza a la hora de realizar la unión.

Los componentes del sistema están compuestos por cuerpos (recto, codo 45°, codo 90°, te y reducción) para diámetros comprendidos entre 63 y 110 mm, adaptadores

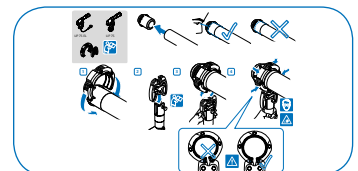
Uponor S-Press para tubería Uponor Uni Pipe PLUS y Uponor MLC, accesorios roscados (macho y hembra) y bridas.

### 1.5.2. Instrucciones de montaje de los accesorios Uponor Grandes Dimensiones Modulares

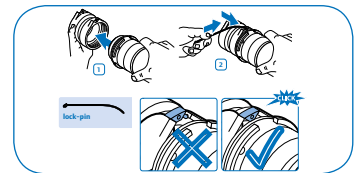
Para que el sistema Uponor Grandes Dimensiones Modulares funcione perfectamente, hay que asegurarse de cumplir las siguientes instrucciones de montaje:



Cortar el tubo en ángulo recto con la herramienta cortatubos de grandes dimensiones. Una vez realizado el corte, escariar la tubería para facilitar la inserción del accesorio y evitar posibles desplazamientos de las juntas tóricas.



Montaje de los accesorios: introducir en el tubo el accesorio hasta el tope. La penetración correcta se debe comprobar visualmente por medio de la apertura del accesorio. Utilizar las herramientas press indicadas (UP75 y UP110 - las herramientas MINI2 y MINI32 no son válidas para este sistema). Abrir la mordaza de presión y colocarla sobre el casquillo hasta llegar al tope plástico. Cerrar la mordaza y realizar presión con la herramienta hasta que se rompa el tope plástico. Retirar la mordaza y ya está realizada la unión.



Una vez prensado el accesorio con la tubería, unirlo al cuerpo modular mediante el pin de goma hasta escuchar un "click".

## 1.6. Sistema de unión Uponor RTM

El sistema de unión Uponor RTM es un sistema de unión que no necesita ningún tipo de herramienta para su instalación. Se basa en la presión que ejerce su anillo, con memoria de tensión (RTM, Ring Tension Memory), sobre la tubería y a su vez contra la propia tetina del accesorio. Este accesorio, una vez introducida la tubería, y haciendo saltar el indicador de unión (pestaña de color), queda completamente instalado y listo para hacer la prueba de presión del circuito.

Los accesorios RTM sólo son válidos para tuberías Uponor Uni Pipe PLUS.

### 1.6.1. Elementos del sistema

Los componentes del sistema están diseñados escrupulosamente para proporcionar uniones seguras y duraderas. Cualquier cambio en las dimensiones y características de estos elementos puede alterar completamente el resultado de las uniones. Por ello, es necesario emplear sólo accesorios originales.

- Tubería Uponor Uni Pipe PLUS
- Accesorios Uponor RTM

### 1.6.1.1. Principales características de los accesorios Uponor RTM

#### Fácil instalación

- La inserción optimizada permite empujar el accesorio sobre el tubo fácil y suavemente. Con este accesorio es imprescindible realizar el calibrado del tubo para garantizar seguridad absoluta.

#### Juntas tóricas que no sobresalen del perfil de la tetina

- Con lo que se evita su desplazamiento al introducir la tubería.

#### Seguridad adicional en la prueba mecánica y de estanqueidad

- La seguridad adicional en la prueba de presión es conseguida gracias a que las juntas tóricas yacen más profundamente en el perfil de la inserción. Cuando se realiza dicha prueba de presión, los accesorios que no han sido presionados fugarán con toda seguridad y el instalador los detectará inmediatamente. Debido a la presión en toda la superficie, el tubo está presionado en la inserción sobre toda su longitud. Así, el material PERT, "fluye" por el perfil de la inserción y garantiza estanqueidad y una conexión por fricción.

#### Fuerza de apriete en toda la superficie

- Debido al diseño especial y perfeccionado del accesorio RTM, la tubería es presionada en toda su superficie.

#### Conexión reajutable

- Debido a que las juntas tóricas no sobresalen de la tetina del accesorio, la tubería se puede reajustar después del presionado. Esto permite orientar cualquier tipo de pieza (codos, tes,...).

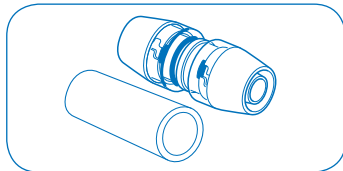
#### Identificación de la dimensión

- La pestaña que separa el anillo de los accesorios RTM varía de color en función del diámetro que estemos utilizando. Esto permite una rápida identificación de la dimensión en la obra, el almacén y en el distribuidor, además, el código de color facilita la instalación y evita posibles confusiones.

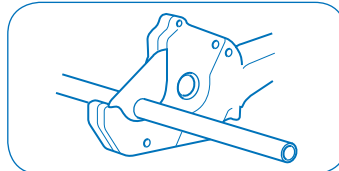


### 1.6.2. Instrucciones de montaje de los accesorios Uponor RTM

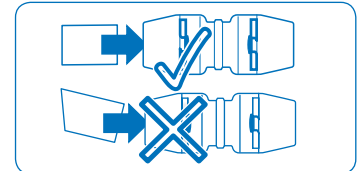
Para que el sistema Uponor RTM funcione perfectamente, hay que asegurarse de cumplir las siguientes instrucciones de montaje:



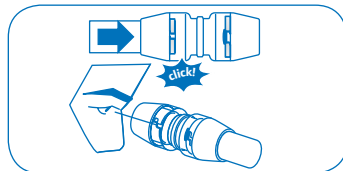
Utilizar elementos originales Uponor: tubería Uponor Aqua Pipe (PEX-a) y accesorios Uponor RTM.



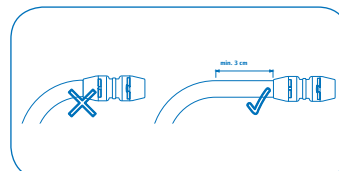
Cortar el tubo en ángulo recto con una tijera cortatubos para tuberías plásticas. El extremo del tubo debe estar limpio y libre de partículas de grasa.



Introducir la tubería de forma recta en el accesorio Uponor RTM click!.



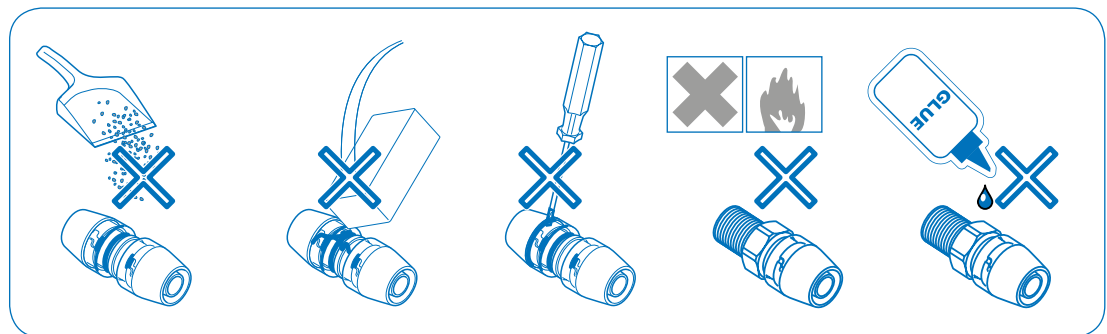
Introducir la tubería hasta escuchar un "click". También se puede comprobar visualmente que la unión está realizada comprobando que ha saltado la pestaña de color que mantiene el anillo abierto.



Para asegurar la correcta unión, respetar la distancia mínima al accesorio antes de curvar la tubería.



Utilizar solamente cáñamo o teflón.



Mantener los accesorios limpios de polvo, grasa y suciedad, no golpear ni forzar, mantener alejado de las llamas y no utilizar ningún tipo de sellante líquido o pegamento.

## 1.7. Accesorios roscados para tubería Uponor Uni Pipe PLUS

Los accesorios roscados para tubería Uponor Uni Pipe PLUS tienen una concepción especial, ya que con un mínimo de piezas se pueden obtener diversas combinaciones. Por ejemplo, se puede combinar una t  de misma rosca, con diferentes diámetros de tubo obteniendo así una t  reducida.

Los accesorios roscados para tubería Uponor Uni Pipe PLUS, aprietan por medio de la tuerca la tetina con el anillo premontado contra el tubería. La tuerca se puede soltar, pero la tetina queda unida con el tubo.

### 1.7.1. Elementos del sistema

Los componentes del sistema están diseñados escrupulosamente para proporcionar uniones seguras y duraderas. Cualquier cambio en las dimensiones y características de estos elementos puede alterar completamente el resultado de las uniones. Por ello, es necesario emplear sólo accesorios originales.

- Tubería Uponor Uni Pipe PLUS
- Uponor calibrador
- Accesorio Uponor compresión

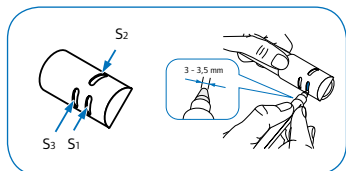
### 1.7.2. Instrucciones de montaje de los accesorios Uponor Compresión

Para que el Sistema Uponor Compresión quede correctamente instalado, se deben seguir las siguientes instrucciones de montaje:

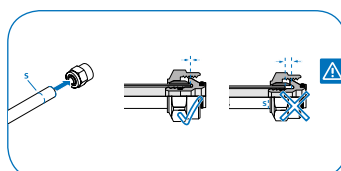


Fitting Dim.	S
16 - 1/2"	S <sub>1</sub>
20 - 1/2"	S <sub>2</sub>
20 - M 22	S <sub>1</sub>

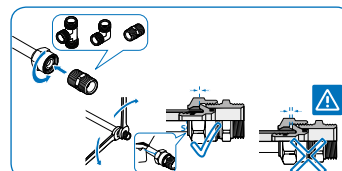
Fitting Dim.	S
16 - 3/4"	S <sub>1</sub>
20 - 3/4"	S <sub>1</sub>
25 - 3/4"	S <sub>3</sub>



Identificar en la tabla superior el tipo de accesorio y diámetro del tubo que se va a montar. Marcar según los valores indicados.



Introducir la tuerca hasta la marca realizada y comprobar que el tubo ha llegado hasta el tope del accesorio.



Unir contra el accesorio hasta que sólo quede un filete sin roscar. En ese momento se habrán alcanzado los valores óptimos de unión.



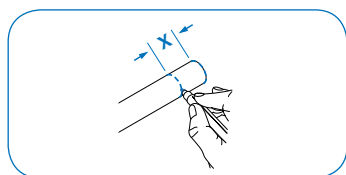
Fitting Dim.	X [mm]
16 - 1/2"8	
20 - 1/2"1	0

Fitting Dim.	X [mm]
16 - 3/4"1	0
20 - 3/4"1	0
25 - 3/4"1	1

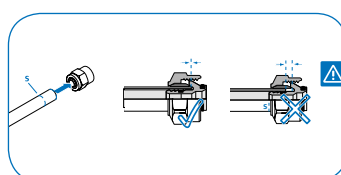
Fitting Dim.	X [mm]
NL 16 - 15 mm8	
NL 20 - 22 mm1	0
NL 25 - 22 mm1	4

Fitting Dim.	X [mm]
16 - M 229	
16 - M 249	
16 - 1/2"	9

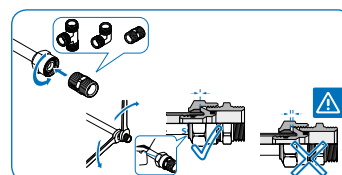
Geberit



Identificar en la tabla superior el tipo de accesorio y diámetro del tubo que se va a montar. Marcar según los valores indicados.



Introducir la tuerca hasta la marca realizada y comprobar que el tubo ha llegado hasta el tope del accesorio.



Unir contra el accesorio hasta que sólo quede un filete sin roscar. En ese momento se habrán alcanzado los valores óptimos de unión.

## 1.8. Herramientas para el Sistema Uponor S-Press

### Uponor S-Press herramienta manual

Herramienta de presión manual para accesorios Uponor S-Press de diámetro 16 a 20 mm.

Diseñada en exclusiva para el Sistema S-Press de Uponor.

#### Incluye:

- Prensa manual.
- Instrucciones de montaje y mantenimiento.
- Maletín portaherramienta metálico.



### Uponor S-Press herramienta eléctrica hasta 110

Herramienta de presión eléctrica para accesorios Uponor S-Press de diámetro 16 a 110 mm.

Diseñada en exclusiva para el Sistema S-Press de Uponor.

#### Incluye:

- Prensa eléctrica.
- Instrucciones de montaje y mantenimiento.
- Maletín de plástico ABS.



### Uponor S-Press herramienta batería hasta 110

Herramienta de presión a batería para accesorios Uponor S-Press de diámetro 16 a 110 mm.

Diseñada en exclusiva para el Sistema S-Press de Uponor.

#### Incluye:

- Prensa a batería.
- Batería de Li-ion 18 V 3.0 Ah.
- Cargador para baterías 18 V.
- Instrucciones de montaje y mantenimiento.
- Maletín de plástico ABS.



### Uponor S-Press herramienta MINI2 con mordazas

Herramienta de presión a batería para accesorios Uponor S-Press de diámetro 16 a 32 mm.

Diseñada en exclusiva para el Sistema S-Press de Uponor.

#### Incluye:

- Prensa a batería.
- Batería de Li-ion 18 V 1.5 Ah.
- Cargador para baterías 18 V.
- Mordazas de presión tipo "U" de 16, 20, 25 y 32 mm.
- Instrucciones de montaje y mantenimiento.
- Maletín de plástico ABS.



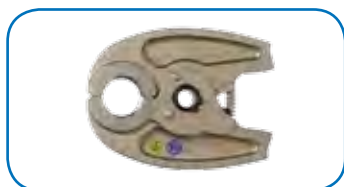
### 1.8.1. Mordazas tipo "U" para accesorios Uponor S-Press

Las mordazas Uponor tipo "U" son las únicas mordazas de presión que están indicadas para asegurar la estanqueidad en las instalaciones realizadas con los accesorios Uponor S-Press.

Estas son algunas de sus principales características:

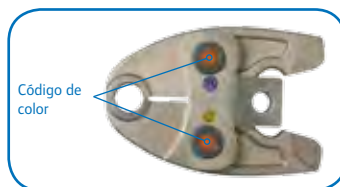
#### Apariencia

- Acabado brillante.



#### Código de color

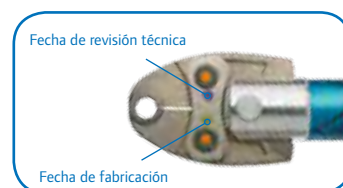
• Al igual que los accesorios Uponor S-Press y Uponor RTM, las mordazas Uponor traen consigo un código de color que se corresponde con el color de la misma dimensión del accesorio correspondiente. De esta manera se logra una rápida identificación de la mordaza y de su correspondiente accesorio con tan sólo un vistazo.



Color	Dimensión
	16
	20
	25
	32
	40
	50
	63
	75
	90
	110

#### Indicador de revisión técnica

- Una etiqueta circular de color azul muestra la fecha en la que se debe realizar la revisión técnica de la mordaza para garantizar su correcto funcionamiento (cada 3 años o 5.000 prensados).



#### Perfil de presión

- El perfil de presión es 100% compatible con el Sistema Uponor S-Press.
- Las mordazas constan de un N° de serie correlativo y único para cada una de las mordazas producidas, aportando la seguridad de identificar al fabricante a lo largo del tiempo.



## 2. Requisitos generales de calidad para los materiales empleados en Agua Caliente Sanitaria

Según el Documento Básico de Salubridad, sección HS4, los materiales que se vayan a utilizar en la instalación, en relación con su afectación al agua que suministren, deben ajustarse a los siguientes requisitos:

- Para las tuberías y accesorios deben emplearse materiales que no produzcan concentraciones de sustancias nocivas que excedan los valores permitidos en el anexo I del Real Decreto 140/2003, de 7 de febrero.
- No deben modificar las características organolépticas ni la salubridad del agua suministrada.
- Deben ser resistentes a la corrosión interior.
- Deben ser capaces de funcionar eficazmente en las condiciones de servicio previstas.
- No deben presentar incompatibilidad electroquímica entre sí.
- Deben ser resistentes a temperaturas de hasta 40 °C, y a las temperaturas exteriores de su entorno inmediato.
- Deben ser compatibles con el agua suministrada y no deben favorecer la migración de sustancias de los materiales en cantidades que sean un riesgo para la salubridad y limpieza del agua de consumo humano.
- Su envejecimiento, fatiga, durabilidad y las restantes características

mecánicas, físicas o químicas, no deben disminuir la vida útil prevista de la instalación.

- Resistencia a la corrosión exterior. Las tuberías metálicas se protegerán contra la agresión de todo tipo de morteros, del contacto con el agua en su superficie exterior y de la agresión del terreno mediante la interposición de un elemento separador de material adecuado en toda su longitud e instalándolo igualmente en todas las piezas especiales de la red, tales como codos, curvas, en el caso de tubos de cobre el elemento separador deberá de ser plástico.

## 3. Puesta en servicio. Pruebas de las instalaciones interiores

1. La empresa instaladora estará obligada a efectuar una prueba de resistencia mecánica y estanqueidad de todas las tuberías, elementos y accesorios que integran la instalación, estando todos sus componentes vistos y accesibles para su control.
2. Para iniciar la prueba se llenará de agua toda la instalación, manteniendo abiertos los grifos terminales hasta que se tenga la seguridad de que la purga ha sido completa y no queda nada de aire. Entonces se cerrarán los grifos que han servido de purga y el de la fuente de alimentación. A continuación se empleará la bomba, que ya estará conectada y se mantendrá su funcionamiento hasta alcanzar la presión de prueba. Una vez acondicionada, se procederá en función del tipo del material como sigue:
  - a) Para las tuberías metálicas se considerarán válidas las pruebas realizadas según se describe en la norma UNE 100 151:1988
  - b) Para las tuberías termoplásticas y multicapas se considerarán válidas las pruebas realizadas conforme al Método A de la Norma UNE ENV 12 108:2002.

3. Una vez realizada la prueba anterior, a la instalación se le conectarán la grifería y los aparatos de consumo, sometiéndose nuevamente a la prueba anterior.
4. El manómetro que se utilice en esta prueba debe apreciar como mínimo intervalos de presión de 0,1 bar.
5. Las presiones aludidas anteriormente se refieren a nivel de la calzada.

### Método A de la Norma UNE ENV 12108-02

Consta de los siguientes pasos:

1. Apertura del sistema de purga.
2. Purga del sistema con agua para expulsar todo el aire que pueda evacuarse por este medio. Parada del caudal y cierre del sistema de purga.
3. Aplicación de la presión hidrostática de ensayo seleccionada, igual a 1,5 veces la presión de diseño, por bombeo de acuerdo con la figura 1, durante los primeros 30 min. Durante este tiempo debería realizarse una inspección para detectar cualquier fuga sobre el sistema a ensayar considerado.

4. Reducción de la presión a 0,5 veces la presión de diseño de acuerdo con la figura 1.
5. Cierre del grifo de purga. Si se estabiliza a una presión constante, superior a 0,5 veces la presión de diseño, es indicativo de que el sistema de canalización es bueno. Supervisión de la evolución durante 90 min. Realización de un control visual para localizar las posibles fugas. Si durante este periodo la presión tiene una tendencia a bajar, esto es indicativo de que existe una fuga en el sistema. El resultado del ensayo debería registrarse.

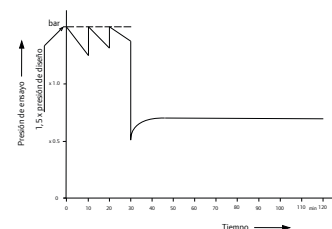


Fig. 1 - Ensayo de estanqueidad al agua. Procedimiento de ensayo A.

## 4. Instalación, detalles de la suportación

### 4.1. Técnicas de instalación

Las tuberías Uponor Uni Pipe PLUS y Uponor MLC se pueden fijar a los elementos estructurales del edificio mediante puntos de fijación fijos o deslizantes. La ubicación de los puntos de fijación depende de la situación de los dispositivos de absorción de dilataciones de las tuberías y éstos son necesarios en los puntos de extracción. La distancia entre los acoplamientos deslizantes dependen de la temperatura del fluido y del diámetro exterior de la conducción.

#### Punto fijo

- Tenemos un punto fijo cuando la instalación queda fijada en ese punto sin posibilidad de movimiento. Normalmente esto ocurre en la sujeción de un accesorio o un colector. *Las abrazaderas que soportan el tubo no se consideran puntos fijos*, ya que permiten movimientos longitudinales. Solamente cuando éstas estén en un cambio de dirección, sí se consideran como tales ya que se opondrán al movimiento de expansión o contracción del brazo contrario. Los puntos fijos se determinan de manera que limitemos la expansión o la permitamos en la dirección que no nos cause problemas.

#### Punto deslizante

- Tenemos un punto deslizante cuando la instalación queda soportada por abrazaderas que permiten el movimiento de la tubería por expansión y/o contracción. Las abrazaderas se considerarán puntos deslizantes cuando soporten la tubería y como puntos fijos cuando éstas estén en un cambio de dirección, oponiéndose al movimiento.

### 4.2. Dilatación

A causa de la temperatura que existe en una instalación de agua caliente, el tubo está sometido a procesos de dilatación y contracción. La dilatación del tubo depende de la longitud del tubo y de la diferencia de temperatura. En toda instalación para compensar la dilatación se tienen que considerar los siguientes puntos:

- Instalación sobre la pared en canaleta.
- Instalación sobre elementos encima de la pared.
- Instalación vista bajo techo.

En todas las variedades de montaje se tiene que considerar la dilatación del tubo Uponor Uni Pipe PLUS o Uponor MLC. Si los tubos están instalados en la pared, debajo del revoque o bajo solado, la dilatación se compensa con el aislamiento instalado.

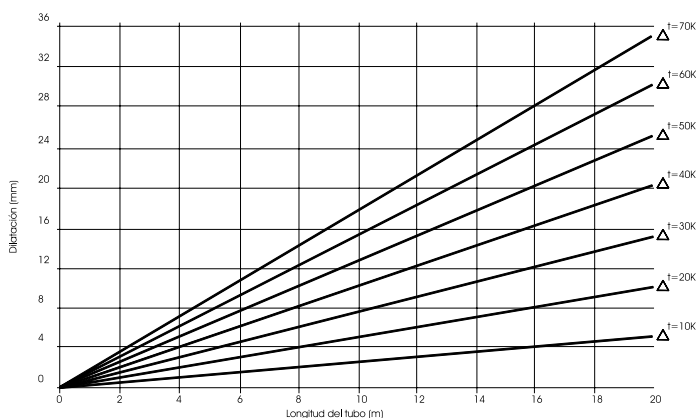
#### 4.2.1. Dilatación de las tuberías Uponor Uni Pipe PLUS y Uponor MLC

El coeficiente de dilatación  $\alpha$  de las tuberías Uponor Uni Pipe PLUS y Uponor MLC es 0,025 mm/(m·K).

La dilatación de la tubería puede calcularse con la siguiente expresión:

$$\Delta L = \Delta T \cdot L \cdot \alpha$$

- $\Delta L$  es la variación de la longitud (mm)
- $\Delta T$  es la variación de la temperatura
- L es la longitud del tramo (m)
- $\alpha$  es el coeficiente de dilatación térmica de las tuberías multicapa Uponor (0,025 mm/m·K)



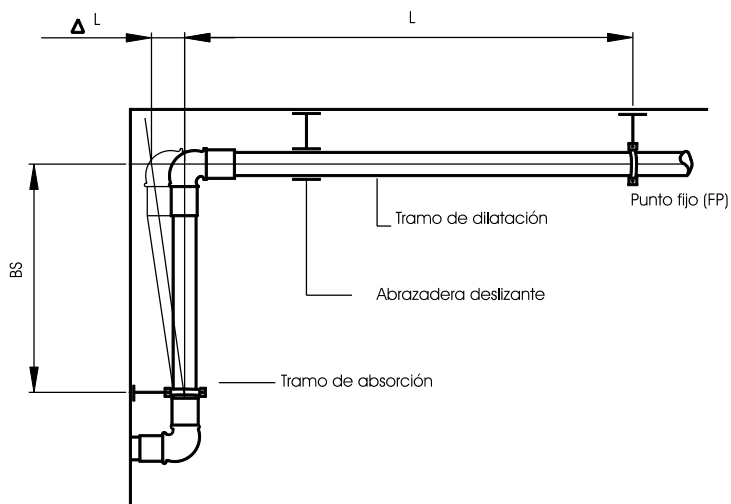


#### 4.2.2. Instalación de tuberías permitiendo la expansión por medio de un brazo flexible

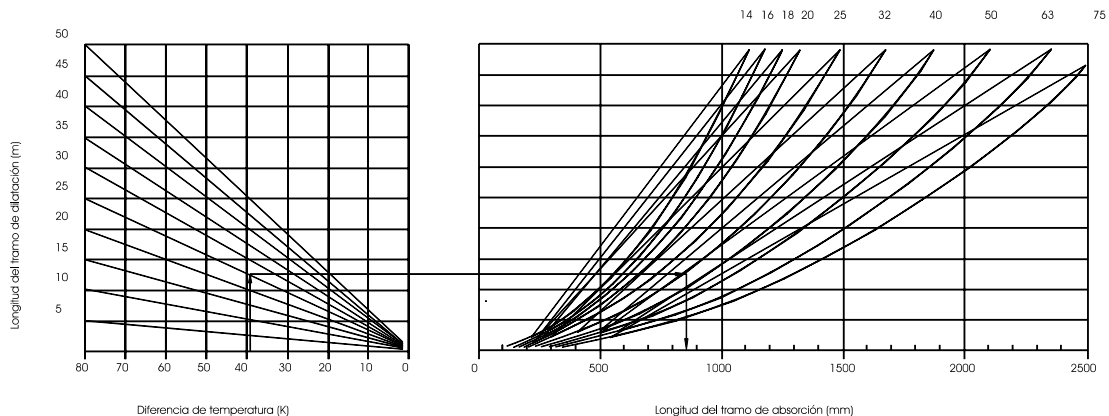
El brazo flexible debe ser lo suficientemente largo como para prevenir cualquier daño.

La instalación de tubería Uponor Uni Pipe PLUS y Uponor MLC como aplicación de distribución o como montante, se ha de considerar la dilatación del mismo. En instalaciones abiertas no es posible hacer una instalación fija o inmóvil. La dilatación del tubo se ha de compensar.

La compensación siempre tiene que ser entre dos puntos fijos (FP) y en cambios de dirección (tramo de absorción BS).



#### Cálculo gráfico de la longitud de la rama de arco



#### Ejemplo: calefacción

Temperatura cuando se realizó la instalación:	20 °C
Temperatura en marcha:	60 °C
Diferencia de temperatura:	40 °C
Longitud del tramo de dilatación:	25 m
Diámetro tubería Uponor:	32x3,0 mm
Longitud del tramo de absorción:	850 mm

#### Fórmula de cálculo

$$B_s = 30 \cdot \sqrt{D_{ext} \cdot (\Delta_t \cdot L \cdot \alpha)}$$

Donde:  $D_{ext}$  es el diámetro exterior (mm)  
 $L$  es la longitud del tramo de dilatación  
 $B_s$  es la longitud del tramo de absorción  
 $\alpha$  es el coeficiente de dilatación (0,025 mm/m°C)  
 $\Delta_t$  es la diferencia de temperatura

En la siguiente tabla se adjunta la dilatación teniendo en cuenta el salto térmico:

Dilatación de las tuberías multicapa Uponor en mm por m de tubo para salto térmico $\Delta_t$	
$\Delta_t$ 10 K	0,25 mm
$\Delta_t$ 20 K	0,50 mm
$\Delta_t$ 30 K	0,75 mm
$\Delta_t$ 40 K	1,00 mm
$\Delta_t$ 50 K	1,25 mm
$\Delta_t$ 60 K	1,50 mm
$\Delta_t$ 70 K	1,75 mm
$\Delta_t$ 80 K	2,00 mm
$\Delta_t$ 90 K	2,25 mm
$\Delta_t$ 100 K	2,50 mm

### 4.3. Técnicas de sujeción de las tuberías multicapa Uponor

Todas las tuberías se tienen que instalar facilitando la dilatación. La dilatación del tubo entre dos puntos fijos se puede compensar con un compensador de extensión o cambiando su dirección.

#### 4.3.1. Fijación del tubo

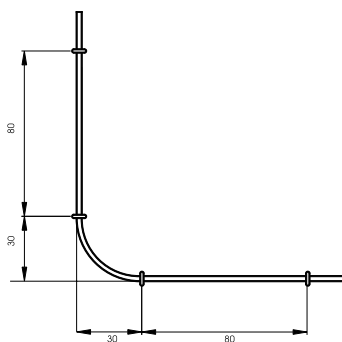
##### En el techo

- Si la tubería Uponor Uni Pipe PLUS o Uponor MLC se fija por mediación de abrazaderas, no será necesario utilizar ninguna otra clase de estructura de soporte. La distancia entre los puntos de fijación según la dimensión del tubo oscilará entre 1,20 y 2,40 m.



##### En el suelo

- Si la tubería Uponor Uni Pipe PLUS o Uponor MLC se fija en el suelo, se tiene que tener en cuenta el mantenimiento de una distancia entre los puntos de fijación de 80 cm. Antes y después de una curva se debe fijar el tubo a una distancia de 30 cm.
- Si el tubo atraviesa paredes o techos, se debe tener en cuenta que no pase por zonas con aristas vivas.



#### Distancias de fijación de las tuberías multicapa Uponor

Dimensión	Distancia l (m)
16 x 2,0	1,20
20 x 2,25	1,30
25 x 2,5	1,50
32 x 3,0	1,60
40 x 4,0	1,70
50 x 4,5	2,00
63 x 6,0	2,20
75 x 7,5	2,40
90 x 8,5	2,40
110 x 10,0	2,40

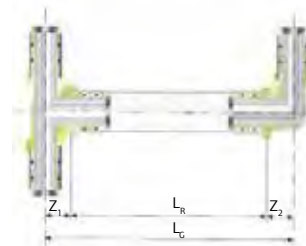
#### 4.3.2. Montaje según el método "medida Z"

Como base para la planificación, preparación del trabajo y para una prefabricación efectiva, el método de "medida Z" ofrece al instalador facilidad de trabajo y ahorro de tiempo considerable.

La base fundamental del método de "medida Z", es el proceso uniforme de medida. Todas las distancias son registradas y anotadas mediante la medición de la distancia axial, de eje (punto de intersección de la línea axial). Con ayuda de los datos de "medida Z" del accesorio Uponor, el instalador podrá calcular rápidamente la longitud de tubo necesario entre dos accesorios. Definiendo exactamente donde tienen que ir instalados los tubos y en coordinación con el arquitecto, la ingeniería y la Dirección de Obra, se obtiene la posibilidad de preparar gran parte de la instalación premontada, obteniendo así un considerable ahorro.

Aclarar que entre dos accesorios siempre debe existir una distancia mínima de tubo, para facilitar las dilataciones. En la siguiente tabla indicamos estas distancias mínimas que deben existir entre accesorios.

Ejemplo:  $L_C = Z_1 + L_R + Z_2$



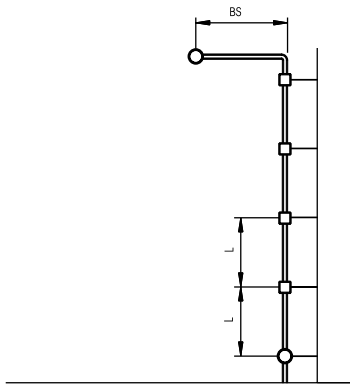
Dimensión	Longitud de la tubería ( $L_R$ ) mm
16 x 2,0	Mínimo 160
20 x 2,25	Mínimo 160
25 x 2,5	Mínimo 170
32 x 3,0	Mínimo 170
40 x 4,0	Mínimo 120
50 x 4,5	Mínimo 120
63 x 6,0	Mínimo 120
75 x 7,5	Mínimo 140

#### 4.4. Soportaciones en montantes de distribución

Las tuberías multicapa Uponor, como todos los materiales, está sujeto a la expansión térmica. Para evitar problemas posteriores, debemos tener en cuenta éste fenómeno al diseñar la instalación.

La expansión y contracción de las tuberías Uponor las podemos calcularla según las siguientes expresiones:

Soportación Montante



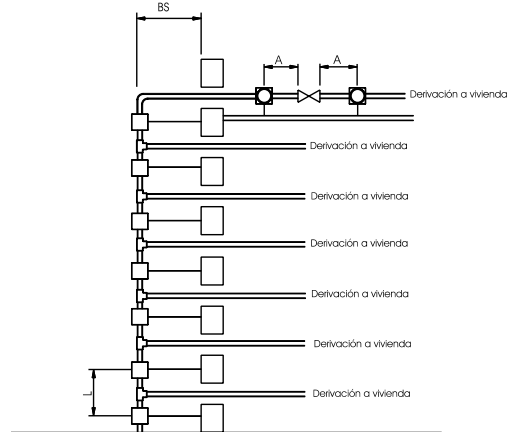
- FP= punto fijo
- MP= punto móvil
- BS= tramo absorción
- L= longitud tubo
- Da= diámetro exterior
- $\alpha$  = coeficiente dilatación 0,025mm/mK
- $\Delta t$  = diferencia de temperatura

$$BS = 30 \sqrt{Da \cdot \alpha \cdot L \cdot \Delta t}$$

$$\Delta L = \alpha \cdot L \cdot \Delta t$$

Dimensión	L (m)
1,4x2	1,20
1,6x2	1,20
1,6x2	1,20
20x2,25	1,30
25x2,5	1,50
32x3	1,60
40x4	1,70
50x4,5	2,00
63x5	2,20
75x7,5	2,40
90x8,5	2,40
110x10	2,40

Soportación montante de distribución



$$BS = 30 \sqrt{Da \cdot \alpha \cdot L \cdot \Delta t}$$

$$\Delta L = \alpha \cdot L \cdot \Delta t$$

- válvula
- FP= punto fijo
- MP= punto móvil
- Punto fijo o móvil
- BS= tramo absorción
- A= aproximad. 10cm
- L= longitud tubo
- Da= diámetro exterior
- $\alpha$  = coeficiente dilatación 0,025mm/mK
- $\Delta t$  = diferencia de temperatura

#### 4.5. Espacio mínimo necesario para el proceso de presión

A la hora de realizar el presionado del accesorio Uponor S-Press, es necesario tener en cuenta el espacio mínimo para el proceso de presión.

Para ello se ha de tener en cuenta las siguientes dimensiones.

Dimensión de la tubería	Medida A	Medida B
16	22	45
20	24	48
25	39	71
32	39	75
40	47	89
50	45	95
63	75	75
75	82	125



Dimensión de la tubería	Medida A	Medida B	Medida C
16	30	30	87,5
20	32	32	90
25	49	49	105
32	50	50	110
40	60	60	128
50	60	60	135
63	75	75	75
75	82	125	82



#### 4.6. Curvado de la tubería

La tubería Uponor Uni Pipe PLUS, en las dimensiones 16, 20 y 25 mm, se pueden doblar fácilmente con las manos utilizando para ello un muelle interior o exterior o empleando la herramienta curvadora.

#### 4.6.3. Curvado con muelle exterior

Introducir el muelle exterior a través de la tubería hasta llegar al lugar deseado. Una vez situado en el punto a curvar, doblamos con la mano teniendo en cuenta los siguientes radios mínimos de curvatura:

A partir de diámetro 40 mm, es aconsejable utilizar codos para los cambios de dirección o en su caso, doblar con herramienta curvadora.

#### 4.6.1. Curvado con la mano

Sujetar la tubería con las manos a una distancia aproximada de 40 cm y doblar hasta alcanzar el radio deseado.

#### 4.6.2. Curvado con muelle interior

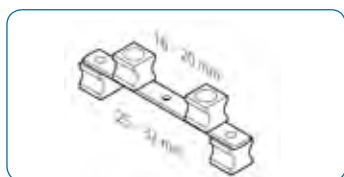
Calibrar la tubería e introducir el muelle por su interior hasta que sólo se puedan ver unos centímetros. La curva no se deberá cerrar tanto que se marque el muelle en la capa exterior del tubo. No obstante los muelles Uponor están diseñados con sus bordes redondeados para evitar partes cortantes y así no dañar la tubería.

Radios mínimos de curvatura en mm (en función del utensilio utilizado)			
Dimensión de la tubería	Radio de curvatura manual	Radio de curvatura con muelle	Radio de curvatura con curvadora
16	5 x Ø exterior	3 x Ø exterior	32
20	5 x Ø exterior	3 x Ø exterior	40
25	5 x Ø exterior	3 x Ø exterior	62,5
32	5 x Ø exterior	3 x Ø exterior	80

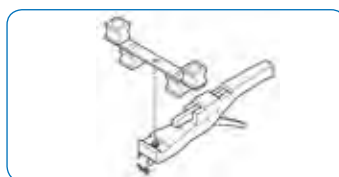
#### 4.6.4. Curvado con herramienta curvadora

Gracias a la herramienta curvadora de Uponor, conseguiremos curvar la tubería Uponor Uni Pipe PLUS con un radio de curvatura menor y con una mayor exactitud en el proceso.

Para conseguir curvar la tubería sin errores hay que seguir los siguientes pasos:



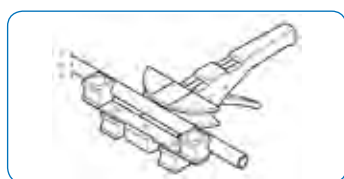
Colocar las guías plásticas en los agujeros correspondientes según la dimensión de la tubería que se vaya a curvar.



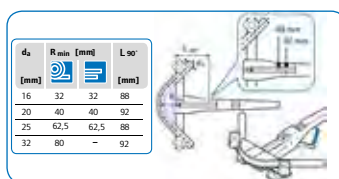
Colocar la guía metálica sobre la herramienta curvadora.



Insertar la matriz plástica sobre el pistón de la herramienta curvadora en función del diámetro de la tubería que vayamos a curvar.



Colocar la tubería sobre la herramienta curvadora y presionar el gatillo hasta conseguir el radio de curvatura deseado.



Para conseguir el mejor acabado, respetar las distancias mínimas indicadas en el recuadro.

#### 4.7. Equivalencia dimensional de la tubería multicapa Uponor frente al cobre y al acero

En la siguiente tabla se puede encontrar la equivalencia entre las tuberías multicapa Uponor con la tuberías metálicas de acero y cobre.

Tuberías multicapa Uponor (Ø <sub>ext</sub> x espesor)	Tuberías de cobre (Ø <sub>ext</sub> x Ø <sub>int</sub> )	Tuberías de acero (rosca)
16 x 2,0	15/13	1/2"
20 x 2,25	18/16	5/8"
25 x 2,5	22/20	3/4"
32 x 3,0	28/25	1"
40 x 4,0	35/32	1 1/4"
50 x 4,5	42/39	1 1/2"
63 x 6,0	54/50	2"
75 x 7,5	64/60	2 1/4"
90 x 8,5	80/77	3"
110 x 10,0	100/96	4"

# INSTALACIONES DE CALEFACCIÓN

SISTEMA DE TUBERÍAS PEX CON BARRERA ANTIDIFUSIÓN DE OXÍGENO Y TUBERÍAS MULTICAPA



# 1. Descripción del sistema

## 1.1. Generalidades

### 1.1.1. Concepto de calor

El calor es una forma de transporte de energía y se define como la suma del trabajo y la variación de la energía interna de un sistema. La cantidad de calor transmitido no puede medirse directamente, pero el concepto tiene significado físico porque está relacionado con una cantidad medible llamada temperatura. En todo sistema que tenga una diferencia de temperatura, el calor fluye de la zona de mayor a la de menor temperatura.

### 1.1.2. Formas de transmisión del calor

La transmisión de calor se presenta en tres formas físicas distintas:

- La **conducción** consiste en la transmisión de calor de un cuerpo a otro sin desplazamiento de sus moléculas. Como ejemplo tenemos la transmisión que se produce en una barra metálica por toda su masa al calentarla por un extremo.
- En la **convección** se produce una transmisión de calor por desplazamiento de las moléculas. Un típico ejemplo es la transmisión por convección producida al calentar la masa de aire de una habitación, produciéndose una circulación de dicho aire con el consiguiente transporte de calor.
- La **radiación** consiste en la transmisión del calor mediante ondas o radiaciones, sin cuerpos en contacto. Mediante la radiación se transmite la energía calorífica entre el Sol y La Tierra.

En una vivienda se dan todos los tipos de transmisión del calor.

### 1.1.3. Unidades de calor

Normalmente, la cantidad de calor o energía calorífica se representa por la letra  $Q$ . Como es una forma de energía, al igual que el trabajo, su unidad dentro del Sistema Internacional es el Julio (J).

En la práctica también se utilizan otras unidades, siendo las más importantes la kilocaloría (kcal), la British Thermal Unit (Btu) o el vatio hora (w·h). Para el paso entre estas unidades y otras, consulte las tablas de conversión en los anexos.

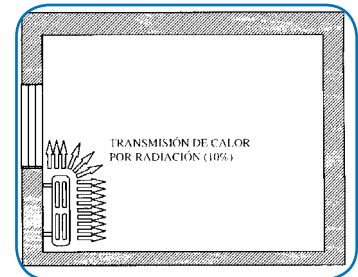
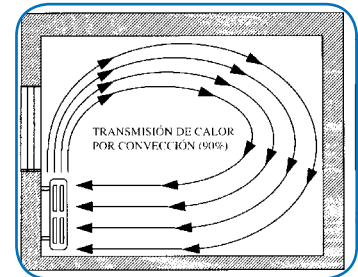
### 1.1.4. Potencia calorífica

También llamada flujo térmico, se define como la cantidad de calor que fluye a través de un sistema en la unidad de tiempo. Su unidad de trabajo en el sistema Internacional es el julio por segundo (J/s), o lo que es lo mismo, vatio (W). En calefacción se emplea generalmente la kilocaloría por hora (kcal/h).

## 1.2. Emisores

Se denomina habitualmente emisor a todo elemento que emite o cede calor a una habitación o local. Los emisores más comunes son los radiadores.

Los radiadores transmiten el calor mediante convección y radiación. Como vimos anteriormente, el calor es por una parte radiado por la superficie exterior del radiador (radiación) y por otra, el aire caliente circula por toda la habitación (convección). El calor total, por lo tanto, es la suma de transmisión por radiación y convección.



Transmisión de calor en un radiador.

La transmisión de calor por radiación sólo llega a los elementos más cercanos al radiador, mientras que la transmisión de calor por convección llega a los restantes elementos del local gracias al movimiento de aire.

### 1.2.1. Tipos de emisores

Los emisores de agua caliente más comercializados en calefacción por todas las marcas son los siguientes:

- Radiadores de hierro fundido.
- Radiadores de aluminio.
- Radiadores de chapa de acero.
- Paneles de chapa de acero.

## 1.3. Tipos de instalación

Podemos clasificar las instalaciones de calefacción por radiadores según sea la distribución del agua:

- Instalación bitubo.
- Instalación monotubo.
- Instalación por colectores.

### 1.3.1. Instalación bitubo

Es el sistema tradicional de instalación de radiadores. En éste, los emisores están montados en paralelo, por lo que el agua que llega a cada radiador desde caldera y retorna directamente a ella. En este tipo de instalación la temperatura de entrada en todos los radiadores es prácticamente la misma.

Como observamos en la figura 1, existen dos tuberías principales, una de ida y otra de retorno, a las que se van conectando los distintos radiadores. Como se distingue en los esquemas, existen dos posibilidades de instalación: retorno directo y retorno invertido.

En el primero, el tubo de retorno parte del radiador más alejado y va recogiendo el agua de los diferentes radiadores hasta devolverla a caldera. El recorrido del agua es menor para los radiadores más cercanos, por lo que su pérdida de carga es menor y existe la necesidad de regular el caudal de manera adecuada.

Con el retorno invertido, el tubo de retorno parte del radiador más cercano a la caldera y siguiendo el sentido de la alimentación llega hasta caldera. Los recorridos a cada radiador son similares en longitud por lo que no requieren una regulación de caudal.

La entrada del agua del radiador siempre debe efectuarse por la parte superior y la salida por la inferior, figura 2. Cuando la longitud del radiador supera los 25 elementos es conveniente adoptar la solución de la izquierda para que el radiador no pierda potencia.

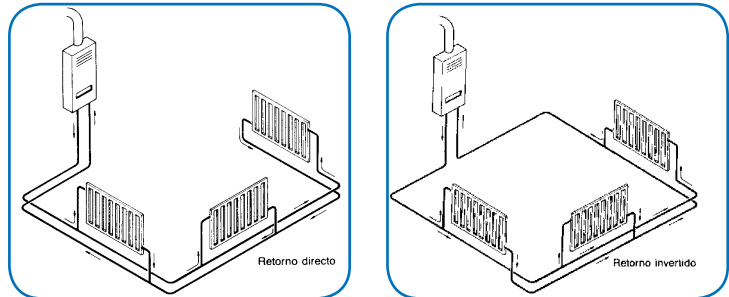


Figura 1. Tipo de instalaciones bitubo.

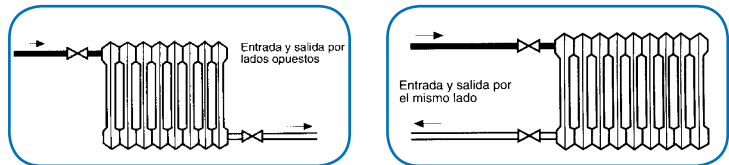


Figura 2. Formas de conexión de la entrada y la salida del agua en el radiador.

Los radiadores suelen ir roscados a 1". Para conexiones de tuberías de diámetro menor, se utilizan reducciones (ver tabla). Los paneles vienen con conexión a 1/2".

Potencia emisor (kcal/h)	F entrada/salida
< 1.500	3/8"
> 1.500	1/2"

Los radiadores suelen ir roscados a 1". Para conexiones de tuberías de diámetro menor, se utilizan reducciones (ver tabla). Los paneles vienen con conexión a 1/2".

Con objeto de obtener una buena regulación del caudal de agua que entra en los emisores, se instalan en la entrada de cada uno de ellos una llave de simple o doble reglaje. En las llaves de doble reglaje el instalador realiza un primer reglaje que limita la apertura de la llave. El reglaje simple lo realiza el usuario, abriendo o cerrando la llave.

Se coloca además un enlace detentor como muestra la figura 3, instalado a la salida de cada emisor. Utilizando esta llave junto con la de reglaje, se puede desmontar el emisor sin vaciar la instalación.

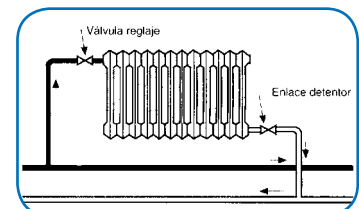


Figura 3. Colocación de la válvula y el detentor.

Los diámetros de válvulas y detentores se obtienen según la potencia del emisor, según la tabla anterior.

Como variante de las llaves de reglaje, pueden instalarse llaves termostáticas, las cuales permiten controlar la temperatura ambiente del local donde se encuentran.



Estas llaves pueden ser un componente de ahorro energético. Las llaves pueden ser rectas o de escuadra, según como se coloquen en la instalación.

De la misma manera se pueden utilizar cabezales termostáticos, o bien actuadores electrostáticos comandados por termostatos o centralitas de regulación:

- Existen múltiples llaves de conexión a radiador en el mercado. Para la unión con la tubería Uponor Uni Pipe PLUS, recomendamos las válvulas, detentores y adaptadores comercializados por Uponor.
- Para la instalación con la tubería Uponor Comfort Pipe PLUS, recomendamos consultar con el fabricante de dichos accesorios para su con adaptador para tuberías de polietileno reticulado 16 x 2,0 mm.



Uponor RC válvula termostática de escuadra.



Uponor RC cabezal termostático.

### 1.3.1.1. Solución Uponor para instalación bitubo

Uponor ha desarrollado para este tipo de instalaciones el codo ciego Uponor Smart Aqua codo salida radiador Q&E que une directamente la tubería Uponor Comfort Pipe PLUS con el radiador. El codo cuenta con un tapón en su extremo que facilita la prueba de presión. Figura 4.

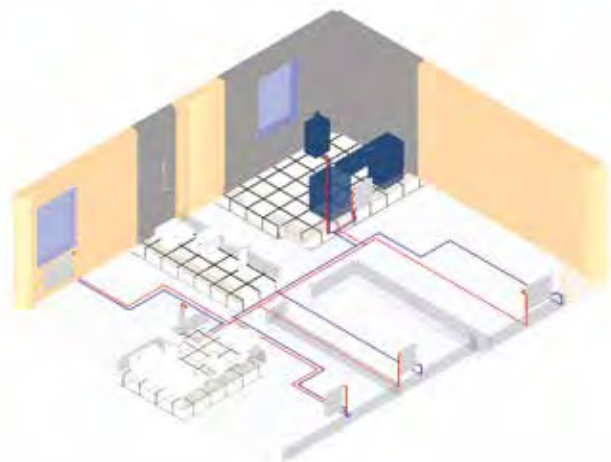


Ventajas del Uponor Smart Aqua codo salida radiador Q&E:

- Seguridad.
- Ahorro de tiempo de instalación.
- Instalación sencilla y cómoda.
- Conexión directa al radiador.
- Mejora la apariencia estética final.



**Figura 4.** Instalación de sistema de calefacción por radiadores con tubería Uponor Comfort Pipe PLUS mediante tees Uponor Q&E y con el Uponor Smart Aqua codo salida radiador Q&E.



Esquema de instalación bitubo.

### 1.3.2. Instalación monotubo

Sistema de instalación en los que los emisores están instalados en serie, es decir, que el retorno del primer radiador hace de ida del segundo, a su vez el de este hace de ida del tercero, y así sucesivamente hasta volver a la caldera, figura 5. Este tipo de circuito recibe el nombre de anillo.

En este caso, las temperaturas del agua son diferentes en cada emisor por lo que, los últimos emisores del anillo, habrá que sobredimensionarlos ligeramente para compensar ese descenso de temperatura.

Para este tipo de sistema existe una llave específica para acoplar los emisores con facilidad y rapidez. Como muestra la figura 6, el agua entra por A, una parte de esta agua se distribuirá por todo el emisor, mientras que el resto irá directamente al retorno B, mezclándose con el agua de salida del emisor A. El agua del retorno B, a menor temperatura, se aprovechara para alimentar al siguiente emisor del anillo.

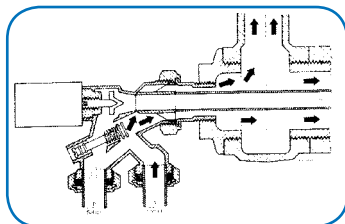


Figura 6. Detalle de sección de la llave monotubo.

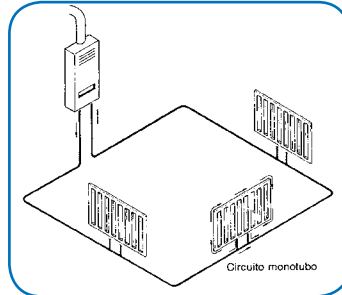


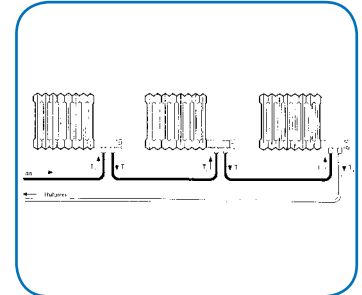
Figura 5. Instalación monotubo.

#### 1.3.2.1. Solución Uponor para instalaciones monotubo

El accesorio Uponor Flex guía monotubo le permite unir la tubería y las válvulas monotubo de una manera más profesional, sencilla y segura.

Solamente hay que seguir los siguientes pasos para su instalación:

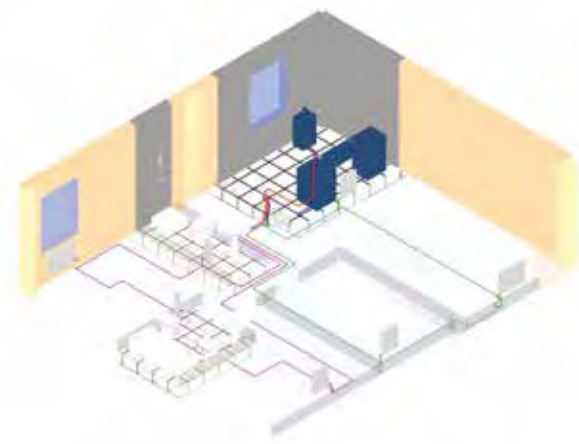
- Fijar la Uponor Flex guía monotubo al suelo. Puede utilizarse yeso, clavadoras o taco y tornillo.
- Introducir la tubería por los conductos inferiores de la guía hasta hacerla aparecer por los superiores.
- (Opcional) Colocar el prolongador a la salida de la tubería. El prolongador permite orientar la tubería con un ángulo más cerrado en paredes de un espesor superior a 40 mm.



- La instalación está lista para el enlucido de la pared. Una vez finalizado, colocar las válvulas monotubo y el escudo embellecedor.

#### Ventajas

- **Ahorro de tiempo** de instalación en más de un 75%.
- Mantiene la **distancia constante entre centros**: 35 mm.
- **Protege la tubería** en el momento de enlucir la pared.
- Solución **ideal para paredes prefabricadas**, tipo pladur, o ladrillos de gran formato.
- **Incluye embellecedor y tapones.**



Esquema de instalación monotubo.

### 1.3.3. Instalación por colectores

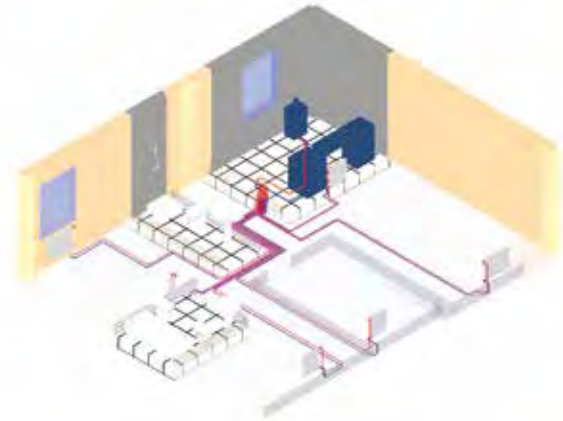
Es un sistema de instalación en el que los emisores están alimentados desde un colector. El agua de la caldera alimenta a un colector que produce el reparto a cada radiador, y retorno de los mismos a otro colector, y de éste a la caldera. Así la temperatura de entrada en todos los radiadores es prácticamente la misma.

Sus principales ventajas son:

- Fácil diseño.
- Fácil instalación.
- Mínimas pérdidas de presión.
- Sin uniones en el suelo o muros.
- Reducción del número de accesorios.
- Mejor equilibrado de presión y temperatura.

En este tipo de instalación la pérdida de carga en accesorios se reduce al mínimo, dado que los circuitos de ida y retorno se hacen de manera directa, sin accesorios.

Desde Uponor recomendamos este método de instalación sobre la instalación bitubo o monotubo debido a las grandes ventajas que aporta sobre los otros sistemas.



Esquema de instalación por colectores.



Colector fijo sistema Uponor Q&E



Colector fijo sistema Uponor S-Press



Colector fijo con válvula sistema Uponor S-Press



Válvulas de corte para colector



Cajas plásticas de registro para colector (empotrables)

#### 1.4. Depósito acumulador de ACS

Permiten disponer de abundante agua caliente sanitaria aprovechando el circuito de calefacción.

Los depósitos están formados por dos circuitos independientes; uno de calentamiento, que es el mismo que el de calefacción y cuya misión es calentar el agua de consumo, y un segundo que contiene el agua sanitaria que se ha de calentar y consumir.

##### Selección del depósito acumulador

La elección de dicho depósito debe hacerse según las necesidades de la vivienda, y según el siguiente criterio:

	Capacidad del depósito	Potencia a añadir para cálculo de caldera
· Baño · Cocina	80 litros	2.000 kcal/h
· Baño · Aseo · Cocina	110 litros	3.000 kcal/h
· 2 Baños · Aseo · Cocina	140 litros	4.000 kcal/h
· 3 baños · Aseo · Cocina	225 litros	6.000 kcal/h

##### Ejemplo

Una instalación de calefacción tiene unas necesidades caloríficas de 6.500 Kcal/h, sabiendo que dicha instalación dispondrá de un depósito de 140 litros, ¿Que potencia necesitará la caldera?

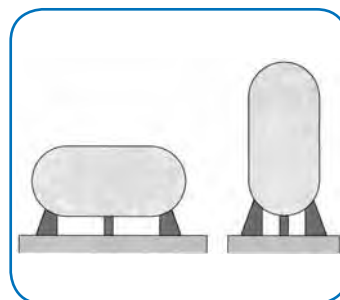
Potencia de radiadores: 6.500 kcal/h  
Potencia añadida acumulador: 4.000 kcal/h  
Total: 10.500 kcal/h

Mayorando el resultado obtenido entre un 10% y un 15%, para compensar las pérdidas de calor en tuberías, etc:

Potencia de caldera: 11.550 kcal/h

##### Instalación de depósitos acumuladores

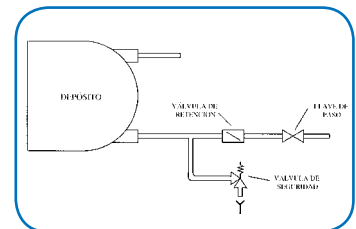
En función de su capacidad pueden instalarse en posición horizontal o vertical. Así se instalan depósitos horizontales de hasta 140 litros, y verticales para todos los volúmenes.



Tipos de depósitos acumuladores.

En la instalación de cada depósito es indispensable colocar en la tubería de agua y, a la entrada del depósito, los componentes que se indican a continuación:

- Válvula de retención.
- válvula de seguridad.
- Llave de paso.



Esquema de situación de elementos de uso obligado.

### 1.5. Tubería con barrera antidifusión de oxígeno Uponor Comfort Pipe PLUS

Las tuberías Uponor Comfort Pipe PLUS con barrera antidifusión de oxígeno, han sido rediseñadas y mejoradas para convertirla en la tubería idónea para los sistemas de calefacción tanto por radiadores como por suelo radiante.

Entre sus principales características destacan:

- Nueva fórmula mejorada: capa de EVOH más flexible para una óptima adaptación al sistema Q&E.
- Color blanco opaco: mejora el aspecto estético de la tubería y la hace adecuada para tramos o partes vistas.
- Impermeabilidad al oxígeno 25 veces mayor que lo exigido DIN 4726: esta norma considera el nivel mínimo de impermeabilidad al oxígeno para una aceptable protección contra la corrosión en 0,1 mg/litro-día a 40°.

Las tuberías Uponor Comfort Pipe PLUS están fabricadas en polietileno de alta densidad según el método exclusivo de Uponor UAX™. El reticulado se define como un proceso que cambia la estructura química de tal manera que las cadenas de polímeros se conectan unas con otras alcanzando una red tridimensional mediante enlaces químicos.



Esta nueva estructura hace que sea imposible fundir o disolver el polímero sin destruir previamente su estructura. Es posible evaluar el nivel alcanzado de enlace transversal midiendo el grado de reticulación.

Durante este proceso de fabricación, a la superficie de la tubería Uponor Comfort Pipe PLUS se le aplica una delgada película de adhesivo y una capa de plástico EVOH, que impide el paso del oxígeno a través de la misma, evitando así la oxigenación del agua.

En las tuberías plásticas empleadas para la conducción de agua caliente en circuitos cerrados, las moléculas de oxígeno del aire pueden difundirse (migrar) a través de las paredes de la tubería, oxigenando el agua y creando problemas de oxidación en las partes metálicas de la instalación. Por ello, las tuberías Uponor Comfort Pipe PLUS, están provistas de dicha barrera impermeable (etilvinil-alcohol) que impide dicha difusión.

Las tuberías Uponor Comfort Pipe PLUS con barrera antidifusión de oxígeno (EVOH) son por tanto herméticas a la difusión de oxígeno. Se fabrican de acuerdo con las exigencias de la norma UNE EN ISO 15875 y de los futuros requerimientos europeos.

Así, la tubería Uponor Comfort Pipe PLUS con barrera antidifusión de oxígeno, aglutina las excepcionales características de las tuberías de polietileno reticulado PEX-a y las propiedades especiales para la distribución de agua caliente en instalaciones de calefacción por radiadores y suelo radiante.



Las propiedades más importantes de las tuberías Uponor Comfort Pipe PLUS y Uponor Radi Pipe se reflejan en las tablas que figuran a continuación:

Propiedades mecánicas		Valor	Unidad	Estándar
Densidad		938	kg/m <sup>3</sup>	
Tensión de estrangulamiento	20 °C 100 °C	20-26 9-13	N/mm <sup>2</sup>	DIN 53455
Módulo de elasticidad	20 °C 80 °C	1180 560	N/mm <sup>2</sup>	DIN 53457
Elongación de fractura	20 °C 100 °C	300-450 500-700	%	DIN 53455
Rotura por impacto	20 °C -140 °C	No fractura No fractura	kJ/m <sup>2</sup>	DIN 53453
Absorción de agua	(22 °C)	0,01	mg/4d	DIN 53472
Coef. de fricción		0,08-0,1	-	
Tensión superficial		34·10 <sup>-3</sup>	N/m	
Propiedades térmicas		Valor	Unidad	
Conductividad térmica		0,35	W/m°C	
Coeficiente lineal de expansión (20 °C/100 °C)		1,4·10 <sup>-4</sup> 2,05·10 <sup>-4</sup>	m/m°C	
Temperatura de reblandecimiento		133	°C	
Rango de temperatura ambiente de trabajo		-100 a 110	°C	
Calor específico		2,3	kJ/kg°C	
Presión de reventamiento a 20 °C				
Diámetro x espesor de la tubería (mm)		Presión aproximada (kg/cm <sup>2</sup> )		
16 x 1,8		50,7		
20 x 1,9		42		
25 x 2,3		35		
32 x 2,9		40		
Propiedades eléctricas		Valor	Unidad	
Resistencia específica interna (20 °C)		10 <sup>15</sup>		
Constante dieléctrica (20 °C)		2,3		
Factor de pérdidas dieléctricas (20 °C/50 Hz)		1·10 <sup>3</sup>		
Ruptura del dieléctrico (20 °C)		60-90	Kv/mm	
Radios de curvatura recomendados en mm		Curva en caliente	Curva en frío	
Ø 16 x 1,8		35	35	
Ø 20 x 1,9		45	90	
Ø 25 x 2,3		55	125	

Para los tubos Uponor Aqua Pipe de diámetros mayores, los radios mínimos de curvatura en frío son, indicativamente:

- DN 32-40: 8 veces el Ø<sub>ext</sub>
- DN 50-63: 10 veces el Ø<sub>ext</sub>
- DN 75-90-110: 15 veces el Ø<sub>ext</sub>

### 1.5.1. Gama de tuberías Uponor Comfort Pipe PLUS y Uponor Radi Pipe

Las tuberías Uponor Comfort Pipe PLUS y Uponor Radi Pipe con barrera antidifusión de oxígeno, están disponibles en diferentes formatos y longitudes para adaptarse de la mejor manera posible a las necesidades de la instalación:

- Tubería Uponor Comfort Pipe PLUS en rollo desde diámetro 16 a 25 mm.
- Tubería Uponor Radi Pipe en rollo desde diámetro 32 a 63 mm.
- Tubería Uponor Radi Pipe en barra desde diámetro 16 a 90 mm.

Al igual que con el resto de tuberías fabricadas por Uponor, la tubería Uponor Comfort Pipe PLUS y Uponor Radi Pipe, con barrera antidifusión de oxígeno (EVOH), viene marcada en intervalos de 1 m con la siguiente información:

- Nombre del producto.
- Dimensiones (diámetro externo y espesor de la pared).
- Designación de los materiales especificando tipo de reticulado.
- Norma conforme a la cual está fabricado (UNE EN ISO 15875).
- Lote y fecha de producción.

## 1.6. Sistema Uponor Q&E para calefacción por radiadores

El sistema Uponor Q&E se basa en la capacidad de las tuberías Uponor Comfort Pipe PLUS y Uponor Radi Pipe, con barrera antidifusión de oxígeno (EVOH), de recuperar su forma original incluso después de ser sometidas a expansión.

### 1.6.1. Elementos del sistema

Los componentes del sistema están diseñados muy escrupulosamente para proporcionar unas uniones seguras. Cualquier cambio en las dimensiones y características de estos elementos, puede alterar completamente el resultado de las uniones. Por ello es necesario emplear solamente accesorios y herramientas originales:

- Tuberías Uponor con barrera antidifusión de oxígeno (EVOH).
- Expandidor.
- Cabezal.
- Anillos Uponor Q&E evalPEX o Uponor Q&E Evolution.
- Accesorios Uponor Q&E.

### 1.6.2. Ventajas del sistema

El sistema Uponor Q&E, único en el mercado, es el sistema ideal para las instalaciones de calefacción por radiadores y presenta las siguientes ventajas:

#### Máxima Seguridad

- Instalaciones 100% seguras y duraderas. A diferencia de otros sistemas, el paso del tiempo hace que las uniones sean aún más sólidas. Una vez comprobada la correcta instalación y la estanqueidad de la misma, no habrá ningún tipo de problema que pueda ocasionar el paso del agua caliente y las dilataciones.

- La flexibilidad de la tubería minimiza el riesgo de pinzamiento, aunque si esto se produjera, su memoria térmico-elástica permitiría recuperarla fácilmente sin necesidad de desmontar todo el circuito o el tramo afectado.
- Accesorios sin juntas tóricas. Las juntas tóricas sufren un rápido desgaste que reduce sus propiedades y su funcionalidad. Asimismo, son fácilmente desplazables sin que el operario perciba el error. Ambos factores elevan en gran medida la probabilidad de fugas en la instalación.
- El sistema Q&E no permite unir la tubería con el accesorio sin realizar los tres pasos necesarios para ello, por lo que elimina la posibilidad de olvidos y descuidos que provoquen una falsa y aparente unión entre ambos.
- Las uniones del sistema Q&E no son uniones mecánicas, sino naturales. Es la propia naturaleza del polietileno reticulado de Uponor quien realiza el proceso de unión.
- La tubería Uponor presenta una alta resistencia a fisuras. Hasta el 20% del espesor de la pared sin fallo del sistema.
- Los accesorios plásticos Uponor Q&E son altamente resistentes a los impactos debido a su capacidad para absorber los golpes, lo que implica que sea muy difícil mellarlos.

#### Excelente Calidad

- No se ven afectadas por la corrosión o erosión. Sin deposiciones que obstruyan el circuito y reduzcan el caudal de la instalación.
- No son afectadas por aguas con bajo Ph (aguas ácidas)
- Sistema silencioso, libre de ruidos de agua. No se ve afectada por altas velocidades del agua.
- No contiene ningún compuesto clorado.

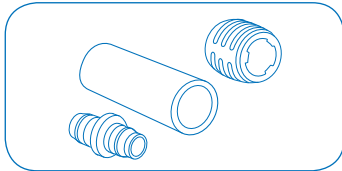
- Sistema preparado para soportar altas temperaturas y presiones.
- La tubería no se reblandece a alta temperatura ambiente. El punto de reblandecimiento es de 133 °C.
- Marcaje de la tubería a intervalos de 1 m.
- Clasificación frente al fuego C-s1, d2.

#### Facilidad de Instalación

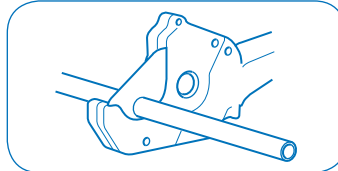
- Tan sólo es necesario una sencilla herramienta para realizar las uniones.
- La gran flexibilidad de la tubería facilita su manejo e impide pinzamientos y errores en la instalación.
- Ligera. 100 m de tubería de 16x2,0 mm pesa aproximadamente 9 kg. A su vez, los accesorios Uponor Q&E son 7 veces más ligeros que los accesorios de latón.
- Los accesorios plásticos Uponor Q&E son mejores aislantes térmicos que cualquier accesorio metálico (442 veces mejor que el latón y 1.447 veces mejor que el cobre).
- Gama completa de accesorios Uponor Q&E hasta 63 mm y Uponor Grandes Dimensiones Modulares desde 75 mm hasta 110 mm. Además disponemos de accesorios de conexión a radiadores únicos y exclusivos en el mercado. Consulte nuestro catálogo para ampliar más información.

### 1.6.3. Instrucciones de montaje del sistema Uponor Q&E

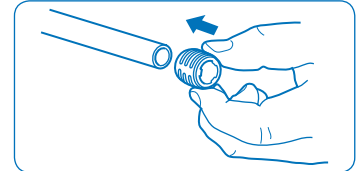
Para que el sistema Uponor Q&E funcione perfectamente, hay que asegurarse de cumplir las siguientes instrucciones de montaje:



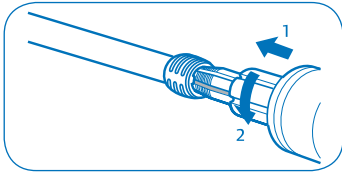
Utilizar elementos originales Uponor: tubería (PEX-a), Anillos Q&E Evolution y Accesorios Uponor Q&E.



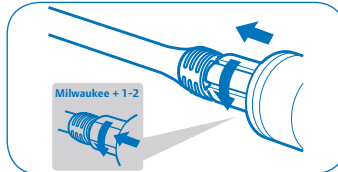
Cortar el tubo en ángulo recto con una tijera cortatubos para tuberías plásticas. El extremo del tubo debe estar limpio y libre de partículas de grasa.



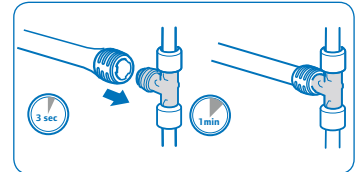
Colocar el anillo Uponor Q&E Evolution sobre la tubería hasta que el extremo de la misma llegue a hacer tope con el anillo.



Introducir la herramienta expandidora y realizar tantas expansiones como se indica en la tabla 1. En el caso de utilizar una herramienta sin cabezal autogiratorio, se deberá girar para no marcar la tubería.



Cuando el anillo hace tope contra el cabezal de la herramienta, realizar 1 ó 2 expansiones según la necesidad.



Introducir el accesorio en la tubería hasta los toques y mantener durante 3 segundos. Tras 1 minuto, la unión está realizada.

El montaje puede hacerse hasta una temperatura ambiente mínima de -15 °C

Diámetro de la tubería	Número de expansiones recomendadas según la herramienta utilizada				
	Hta. Manual	Hta. M12	Hta. M18	Hta. Hidráulica	Hta. Eléctrica
16 mm	4	4	4	4	-
20 mm	5	7	6/4	3	-
25 mm	7	10	9/5	4	-
32 mm	13	15	14/5	5	-
40 mm	-	-	8	5	5
50 mm	-	-	-	3	5
63 mm	-	-	-	5	5

Tabla 1. No se debe exceder el número de expansiones indicado en la tabla.



## 1.7. Herramientas para el Sistema Uponor Q&E

### Uponor Q&E conjunto expandidor manual

Herramienta expandidora manual para accesorios Uponor Q&E de diámetro 16 a 32 mm.

Diseñada en exclusiva para el Sistema Q&E de Uponor.

#### Incluye:

- Expandidor Q&E manual.
- Cabezales expandidores 16, 20 y 25 mm.
- Grasa de grafito.
- Instrucciones de montaje y mantenimiento.
- Maletín portaherramienta plástico.



### Uponor Q&E expandidor con cabezales M12

Herramienta expandidora a batería con cabezales expandidores auto-giratorios para accesorios Uponor Q&E de diámetro 16 a 32 mm.

Diseñada en exclusiva para el Sistema Q&E de Uponor.

#### Incluye:

- Expandidor Q&E a batería M12.
- 2 baterías de Li-ion 12 V 2.0 Ah.
- Cargador para baterías 12 V.
- Cabezales expandidores 16, 20 y 25 mm autogiratorios.
- Grasa de grafito.
- Instrucciones de montaje y mantenimiento.
- Maletín de plástico ABS.



### Uponor Q&E expandidor con cabezales M18

Herramienta expandidora a batería con cabezales expandidores auto-giratorios para accesorios Uponor Q&E de diámetro 16 a 40 mm.

Diseñada en exclusiva para el Sistema Q&E de Uponor.

#### Incluye:

- Expandidor Q&E a batería M18.
- 2 baterías de Li-ion 18 V 2.0 Ah.
- Cargador para baterías 18 V.
- Cabezales expandidores 16, 20, 25 y H32 mm autogiratorios.
- Grasa de grafito.
- Instrucciones de montaje y mantenimiento.
- Maletín de plástico ABS.



### Uponor Q&E herramienta grandes dimensiones eléctrica

Herramienta expandidora eléctrica para accesorios Uponor Q&E de diámetro 40 a 63 mm.

Diseñada en exclusiva para el Sistema Q&E de Uponor.

#### Incluye:

- Expandidor Q&E eléctrico.
- Maletín metálico de transporte.



### Uponor Q&E herramienta hidráulica

Herramienta expandidora hidráulica para accesorios Uponor Q&E de diámetro 16 a 63 mm.

Diseñada en exclusiva para el Sistema Q&E de Uponor.

#### Incluye:

- Central hidráulica.
- Pistola expandidora P40QC.
- Manguera hidráulica 3 m.
- Cabezales 16, H20, H25, H32 y H40 mm.
- Grasa de grafito.
- Instrucciones de montaje y mantenimiento.
- Caja plástica de transporte.



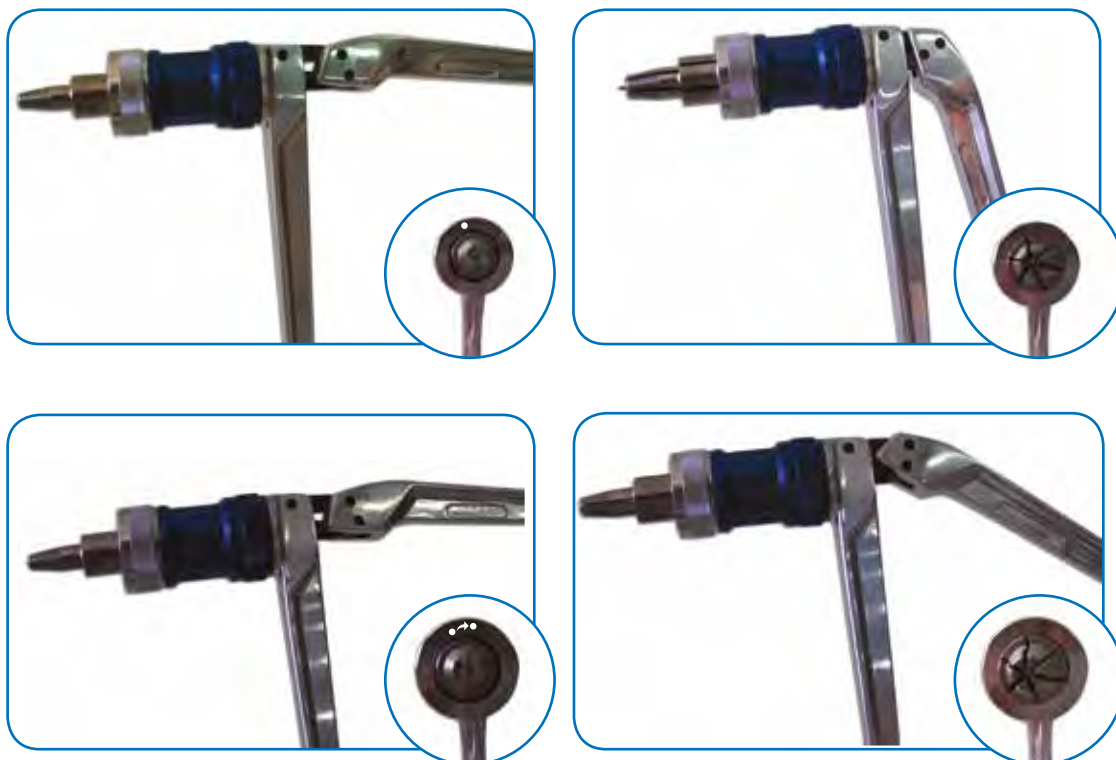
### 1.7.1. Almacenamiento y mantenimiento de las herramientas

- Maneje la herramienta expandidora y los cabezales con cuidado.
- El cono de herramienta deberá mantenerse siempre limpio y, antes de usarlo por primera vez, aplicar lubricante (grasa). De lo contrario aumentará la fuerza de rozamiento y se reducirá la vida de servicio. La herramienta se entrega sin capa de grasa.
- Mantener las piezas limpias y libres de grasa, exceptuando el cono.
- Montar el cabezal manualmente hasta que haga tope (con los brazos de la tenaza en posición totalmente abierta en la herramienta manual).
- Los segmentos de los cabezales deberán estar totalmente limpios y libres de grasa para utilizarlos.
- Para su almacenamiento, el cono de la herramienta deberá estar siempre protegido, por ejemplo, manteniendo un cabezal montado.
- Control de funcionamiento:
  - Cuando no se alcance el diámetro mínimo o cuando la herramienta, por alguna razón, no funciona correctamente, hay que cambiar la tenaza y/o el cabezal.
  - Cuando los segmentos al abrir no lo hagan de forma simétrica, deben repararse o cambiarse.

### 1.7.2. Adaptador giratorio para herramienta manual Q&E

La herramienta manual puede ser utilizada junto con el adaptador giratorio Uponor SPI Q&E. Este adaptador permite hacer las expansiones necesarias sin tener que girar la herramienta entre dichas expansiones, ya que es el adaptador el que gira el cabezal.

Con este adaptador se pueden realizar uniones desde diámetro 16 a 32 mm y está indicado para su utilización con la herramienta manual.



## 1.8. Prueba de resistencia mecánica y estanqueidad

Según el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios, RITE, en su Instrucción Técnica IT 2.2.2 (prueba de resistencia mecánica y estanqueidad de redes de tuberías de agua) se ha de realizar:

### Prueba de estanqueidad preliminar

- Esta prueba se efectuará a baja presión, para detectar fallos de continuidad de la red y evitar los daños que podría provocar la prueba de resistencia mecánica; se empleará el mismo fluido transportado o, generalmente, agua a la presión de llenado.
- La prueba preliminar tendrá la duración suficiente para verificar la estanqueidad de todas las uniones.

### Prueba de estanqueidad

- Esta prueba se efectuará a continuación de la prueba preliminar. Una vez llenada la red con el fluido de prueba, se someterá a las uniones a un esfuerzo por la aplicación de la presión de prueba.
- En el caso de circuitos cerrados de agua refrigerada o de agua caliente hasta una temperatura máxima de servicio de 100 °C, la presión de prueba será equivalente a una vez y media la presión efectiva del trabajo a la temperatura de servicio con un mínimo de 6 bar; para circuitos de agua caliente sanitaria, la presión de prueba será equivalente a dos veces, como mínimo 6 bar.

No obstante, el RITE también considera válidas las pruebas de estanqueidad descritas en la Norma UNE EN 14336 y las descritas en la norma UNE ENV 12108.

## 2. Cálculo de una instalación

### 2.1. Datos de partida

El primer paso antes de iniciar el diseño y los cálculos es verificar que se cuenta desde el inicio con toda la información necesaria:

- Un plano claro y legible del edificio indicando la escala y la orientación del mismo.
- Memoria de calidades de los materiales.
- Indicación de dónde estará colocada la caldera en el edificio y la localización de los tubos de alimentación ascendentes y bifurcaciones dentro del edificio.

Conviene tener disponibles algunos elementos como por ejemplo una rueda de medición o planímetro (dispositivo para medir distancias en los planos) y una plantilla (para dibujar los circuitos de tuberías).

La vivienda deberá estar siempre bien aislada para que disminuyan las pérdidas por transmisión a través de las paredes con el consiguiente ahorro energético que ello supone.

Los radiadores deberán, siempre que sea posible, colocarse debajo de las ventanas, sin que ningún elemento que pueda impedir la convección del aire en la habitación (cortinas, elementos decorativos, etc.). Además, se deberán seguir las normas en vigor a nivel nacional (drenaje, barreras de vapor, etc.).

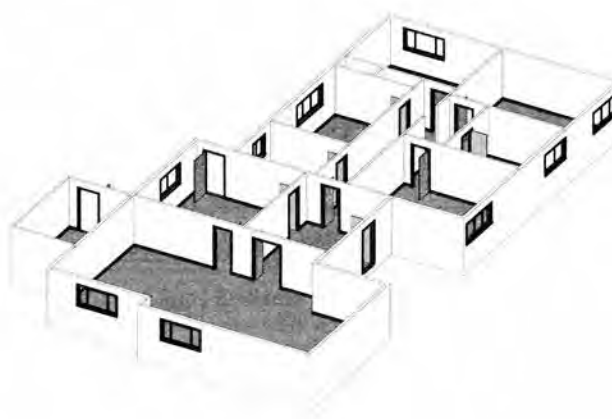
También es necesario saber la localización del generador de calor desde el principio.

### 2.2. Cálculo de una instalación bitubo

Analizaremos ahora, mediante un ejemplo práctico, los pormenores de una instalación de calefacción por radiadores con sistema bitubular.

Asimismo, analizaremos también un ejemplo de instalación mediante colectores.

Tomamos una vivienda tipo como la de la siguiente figura:



Para simplificar después de calcular el  $K_f$  de los cerramientos, las demandas caloríficas de la vivienda serán:

Instalación bitubo			
Local	Nº	Área (m <sup>2</sup> )	Demanda (kcal/h)
Comedor	1	45	5.625
Cocina	2	12,6	1.134
Vestíbulo	3	9,5	570
Aseo	4	2,8	308
Dorm. 1	5	7,8	897
Dorm. 2	6	8,6	989
Dorm. 3	7	10	1.150
Baño	8	4,4	484
Dorm. 4	9	9,3	1.070
Pasillo	10	5	300
<b>TOTAL VIVIENDA</b>			<b>12.527</b>

A continuación elegiremos el tipo de emisor a colocar en cada tipo de edificio según las tablas que suministra cada fabricante. En este caso hemos elegido radiadores de aluminio inyectado, según la tabla adjunta.

Modelo	Altura total (mm)	Distancia ejes (mm)	Anchura frontal (mm)	Profundidad lateral (mm)	Capacidad (l)	Peso (kg)	Ø de conexión	Emisión con $\Delta t = 60 \text{ }^\circ\text{C}$ Según Norma UNE 9015-83		Exp. n	Registro Ministerio de Industria
								W	kcal/h		
2000/350	350	260	80	95	0,355	0,950	1"	102,0	88	1,33	1143
2000/600	590	500	80	95	0,510	1,520	1"	174,7	150,2	1,30	1144
2000/700	690	600	80	95	0,535	1,820	1"	201,8	174	1,25	1145

Para hallar el número de elementos por radiador a colocar en cada tipo de edificio, basta con dividir el número total de kcal/h que debe emitir el radiador entre las kcal/h que emite cada elemento.

Así por ejemplo, para el radiador colocado en la cocina se ha elegido un radiador modelo 2000/600, que emite según la tabla adjunta 150,2 kcal/h por elemento.

Sabiendo que se ha considerado que la demanda térmica de dicho

local son 1.134 kcal/h se obtiene: N° de elem. Rad. cocina:

$$= \frac{1.134}{150,2} = 5,66 \rightarrow 6 \text{ elementos.}$$

Operando de la misma manera para las demás dependencias se obtiene:

Número de elementos por radiador						
Local	Nº	kcal/h local	Modelo de radiador	kcal/h por elemento	Nº de elementos	Nº total de elementos
Comedor	1	1.856	2000/700	174	10,67	11
Comedor	1'	1.913	2000/700	174	19,94	20
Comedor	1''	1.856	2000/700	174	10,67	11
Cocina	2	1.134	2000/600	150,2	7,55	8
Vestíbulo	3	570	2000/350	88	6,48	7
Aseo	4	308	2000/350	88	3,50	4
Dorm. 1	5	897	2000/600	150,2	5,97	6
Dorm. 2	6	989	2000/600	150,2	6,58	7
Dorm. 3	7	1.150	2000/600	150,2	7,66	8
Baño	8	484	2000/350	88	5,50	6
Dorm. 4	9	1.070	2000/350	150,2	7,72	8
Pasillo	10	300	2000/350	88	3,41	4

Una vez conocidos los radiadores a colocar en cada habitación, vamos a calcular el diámetro de las tuberías por tramo de instalación, desde la caldera hasta el último radiador.

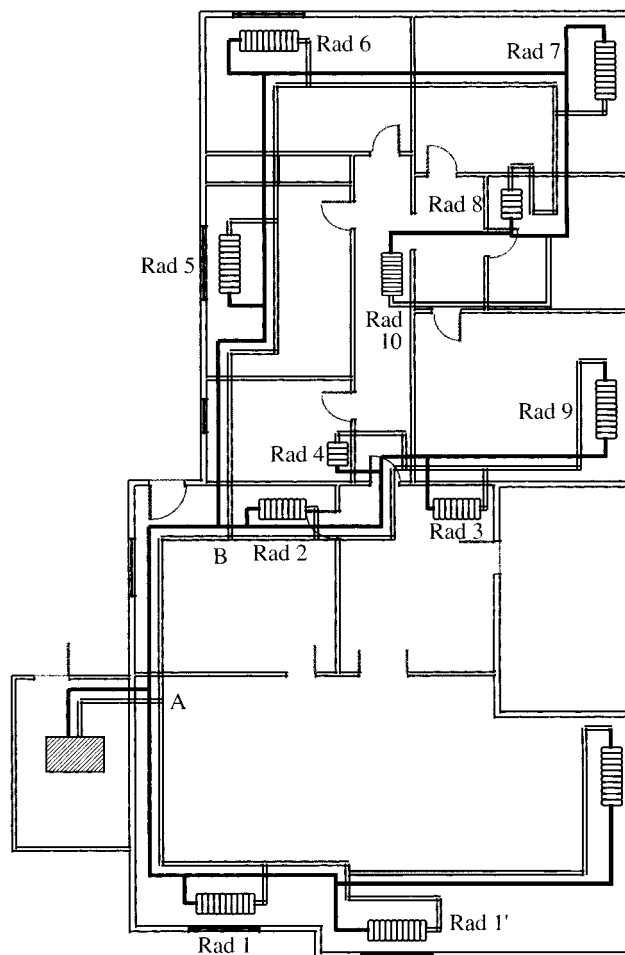
Hemos marcado un criterio de diseño de forma que la pérdida de carga no sobrepase en tramos rectos los 40 mm.c.a/m y que fija una velocidad máxima de 2 m/s.

Para la presente instalación se ha previsto instalar tubería de polietileno reticulado Uponor Radi Pipe (con barrera antidifusión de oxígeno, EVOH). Dado que la rugosidad de las tuberías Uponor es muy baja, podremos dimensionar nuestras tuberías muy cerca de los límites que establece la norma, sin que esto produzca ningún problema de ruidos o de erosión en las mismas.

Con el fin de simplificar los cálculos, todos los datos se han obtenido de los nomogramas de pérdida de carga-caudal-velocidad adjuntos en el presente manual (ver anexos).

Las longitudes correspondientes a los diferentes tramos se toman como datos de partida, dado que en realidad han sido obtenidos sobre el terreno o calculados sobre planos reales de la instalación.

En este caso se ha diseñado una instalación de retorno directo. El circuito de retorno comienza en los radiadores más alejados de la caldera y van recogiendo el agua de los demás radiadores.

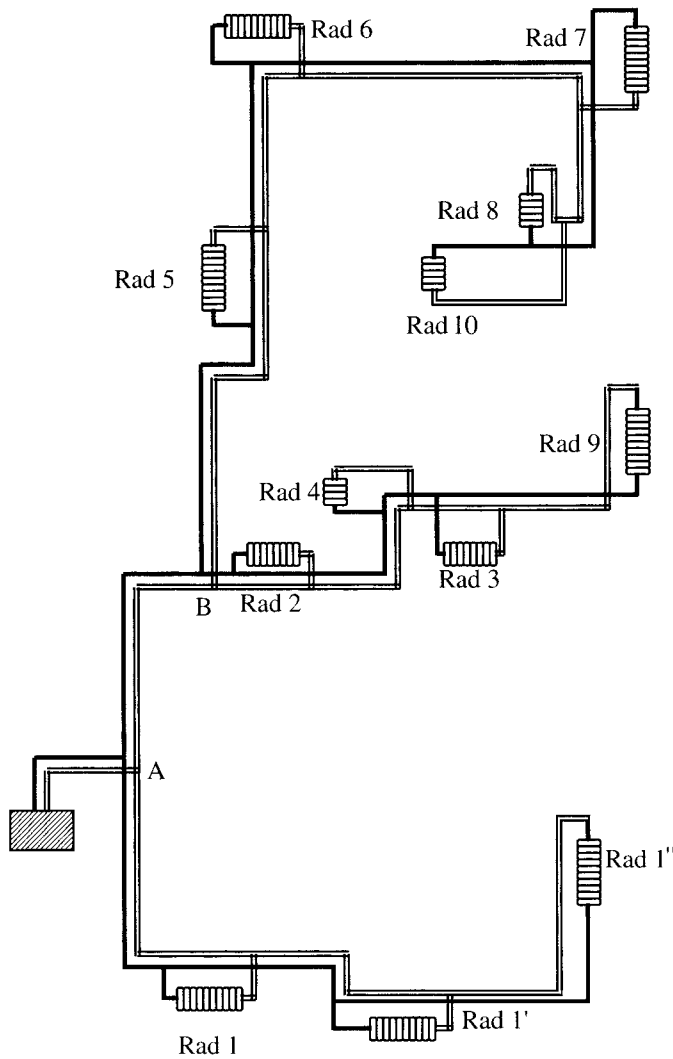


Esquema de instalación.

Para establecer que diámetro es el adecuado, basta con entrar en el nomograma de pérdida de carga-caudal-velocidad (ver anexo) con las kcal/h a transportar, y leer que pérdida de carga y que velocidad se corresponden con ella.

Así por ejemplo para el tramo de B a Rad 5, que transporta 3.040 kcal/h, leemos que para una tubería Uponor Radi Pipe de 16 x 1,8 mm le corresponde una pérdida de carga de 18 mm.c.a/m y 0,39 m/s de velocidad. Cantidades que resultan perfectamente aceptables.

El siguiente esquema muestra la distribución de potencias caloríficas necesarias en cada uno de los tramos:



Tramo	Potencia (kcal/h)
Rad 8 - Rad 10	300
Rad 7 - Rad 8	784
Rad 6 - Rad 7	1.934
Rad 5 - Rad 6	3.923
B - Rad 5	3.820
Rad 3 - Rad 9	1.070
Rad 4 - Rad 3	1.690
Rad 2 - Rad 4	1.948
B - Rad 2	3.082
Rad 1 - Rad 1'	3.769
Rad 1' - Rad 1''	1.856
A - Rad 1	5.625
A - B	6.902
Caldera - A	12.527

Por ser la instalación de retomo directo, las dimensiones de las tuberías de ida y de retomo por tramos son idénticas ya que los caudales en ambas coinciden.

Pero para el caso de diseñar una instalación en retomo invertido, deberán hacerse dos tablas (una para la impulsión y otra para el retomo) de los tramos ya que los caudales en este caso serán inversos.

La tabla adjunta muestra un resumen (como ya se ha indicado, esta tabla de los diámetros elegidos por tramo, corresponde a la impulsión y al para las tuberías de la instalación retorno pues serán idénticas):

Tramo	Potencia (kcal/h)	Ø x espesor (mm)	Pérdidas (mm.c.a/m)	Longitud (m)	Pérdidas Totales (mm.c.a/m)
Rad 8 - Rad 10	300	16 x 1,8	0,26	2	0,52
Rad 7 - Rad 8	784	16 x 1,8	1,40	4	5,60
Rad 6 - Rad 7	1.934	16 x 1,8	7,27	7	50,89
Rad 5 - Rad 6	2.923	16 x 1,8	15,42	5	77,11
B - Rad 5	3.820	16 x 1,8	25,02	6	150,20
<b>Total Tramo</b>					<b>284,23</b>

Tramo	Potencia (kcal/h)	Ø x espesor (mm)	Pérdidas (mm.c.a/m)	Longitud (m)	Pérdidas Totales (mm.c.a/m)
Rad 3 - Rad 9	1.070	16 x 1,8	2,50	5	12,50
Rad 4 - Rad 3	1.640	16 x 1,8	5,38	5	26,90
Rad 2 - Rad 4	1.948	16 x 1,8	7,33	3	21,99
B - Rad 2	3.082	16 x 1,8	16,71	2	33,42
<b>Total Tramo</b>					<b>94,81</b>

Tramo	Potencia (kcal/h)	Ø x espesor (mm)	Pérdidas (mm.c.a/m)	Longitud (m)	Pérdidas Totales (mm.c.a/m)
Rad 1'' - Rad 1'	1.856	16 x 1,8	6,83	3	20,50
Rad 1 - Rad 1'	3.769	16 x 1,8	24,43	5	122,14
A - Rad 1	5.625	20 x 1,9	13,21	7	92,50
<b>Total Tramo</b>					<b>235,14</b>

Tramo	Potencia (kcal/h)	Ø x espesor (mm)	Pérdidas (mm.c.a/m)	Longitud (m)	Pérdidas Totales (mm.c.a/m)
A - B	6.902	20 x 1,9	19,18	8	153,43
<b>Total Tramo</b>					<b>153,43</b>

Tramo	Potencia (kcal/h)	Ø x espesor (mm)	Pérdidas (mm.c.a/m)	Longitud (m)	Pérdidas Totales (mm.c.a/m)
Caldera - A	12.527	25 x 2,3	17,64	7	123,48
<b>Total Tramo</b>					<b>123,48</b>

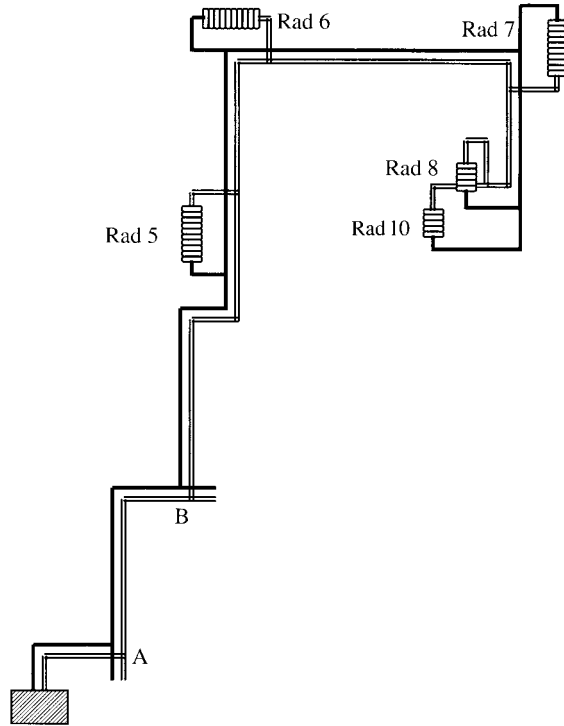


Nos queda ahora elegir la bomba para alimentar al circuito de calefacción. Para ello tendremos que buscar una bomba capaz de suministrar caudal a toda la instalación y capaz de vencer las pérdidas de carga del circuito más desfavorable.

La pérdida de carga del circuito más desfavorable será la suma de las válvulas, detentores, etc. y a las pérdidas en radiadores, caldera, etc.

En este caso el circuito más desfavorable es el que va desde la caldera hasta el radiador 8 tal y como muestra el esquema adjunto.

Observando la tabla anterior, puede deducirse que las pérdidas de carga debidas al rozamiento en las tuberías de impulsión y retorno del circuito Caldera - Radiador 8 son:



$$\Delta P_{\text{circuito impulsión}} = \Delta P_{\text{CAL-A}} + \Delta P_{\text{A-B}} + \Delta P_{\text{B-RAD10}} = 123,48 + 153,43 + 284,23$$

$$\Delta P_{\text{circuito impulsión}} = 561,75 \text{ mm.c.a}$$

$$\Delta P_{\text{circuito retorno}} = \Delta P_{\text{RAD 10-b}} + \Delta P_{\text{B-A}} + \Delta P_{\text{A-CALD}} = 138,07 + 87,81 + 210,93$$

$$\Delta P_{\text{circuito retorno}} = 561,75 \text{ mm.c.a}$$

Las pérdidas de carga en los accesorios se estiman en un 150% de la pérdida de carga de los tramos rectos:

$$\Delta P_{\text{accesorios}} = 168,34 \text{ mm.c.a}$$

La caída de presión que debe vencer la bomba será:

$$\Delta P_{\text{bomba}} = \Delta P_{\text{circuito impulsión}} + \Delta P_{\text{circuito retorno}} + \Delta P_{\text{accesorios}} + \Delta P_{\text{caldera}}$$

Viniendo la caída de la caldera ( $\Delta P_{\text{caldera}}$ ) definida por el fabricante de la misma.

$$\text{Por tanto: } \Delta P_{\text{bomba}} = \Delta P_{\text{circuito impulsión}} + \Delta P_{\text{circuito retorno}} + \Delta P_{\text{accesorios}} = 561,15 + 561,15 + 168,34$$

$$\Delta P_{\text{bomba}} = 1.290,64 \text{ mm.c.a (sin considerar } \Delta P_{\text{caldera}})$$

Falta conocer el caudal que deberá suministrar la bomba. Conociendo la potencia de caldera podemos calcular este caudal necesario para la instalación con la fórmula (suponiendo un  $\Delta t$  de 20 °C):

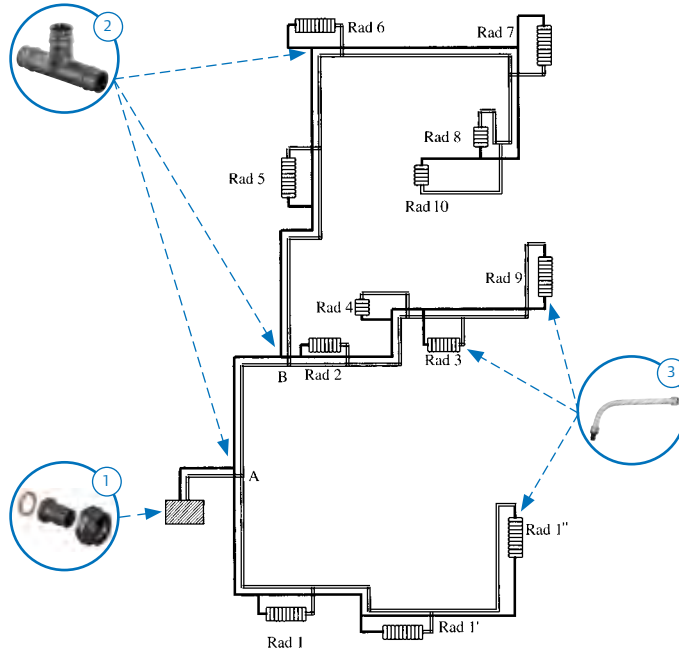
$$Q = \frac{P_{\text{caldera}}}{\Delta t_{\text{circuito}} \cdot 3.600} \text{ (l/s)} \quad Q = \frac{12.527}{20 \times 3.600} = 0,174 \text{ (l/s)}$$

Por lo tanto, las características de la bomba que buscamos serán:

$$Q = 0,174 \text{ l/s} \quad \text{Estaríamos buscando una bomba capaz de suministrar un caudal de}$$

$$\Delta P = 1,29 \text{ m.c.a} \quad 0,174 \text{ l/s con una sobrepresión de 1,29 metros de columna de agua.}$$

### 2.2.1. Elementos de la instalación bitubo



#### Despiece de material

1. Uponor Q&E racor tuerca móvil
2. Uponor Q&E te reducida
3. Uponor Smart Aqua codo salida radiador Q&E

### 2.3. Cálculo de una instalación monotubo

Como ya se explicó en el apartado sobre las particularidades de las instalaciones, el tipo de instalación monotubo se basa en la colocación en serie de los emisores mediante una única tubería cuya ida y retorno constituyen un bucle cerrado, llamado anillo, figura 7.

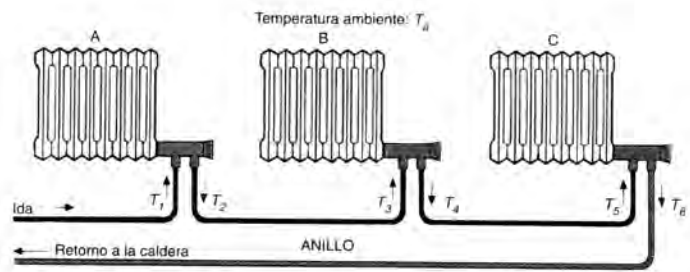
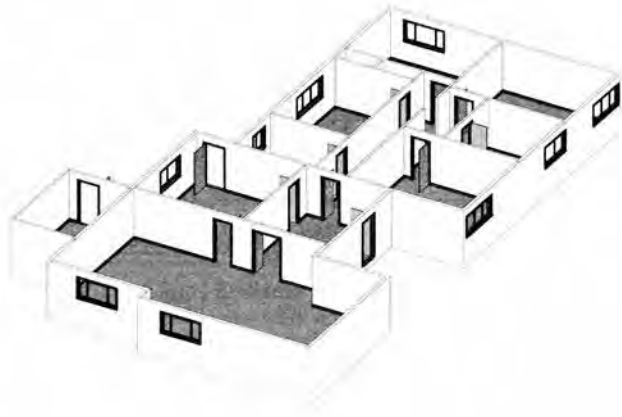


Figura 7. Ejemplo de instalación monotubo.

A medida que el agua caliente va circulando por los emisores, la temperatura va disminuyendo y en consecuencia la temperatura de entrada a cada emisor es distinta. Este hecho debe compensarse colocando emisores más grandes a medida que avancemos en el anillo. Para valorar este hecho durante los cálculos, corregiremos la potencia de cada emisor según su número de orden en el anillo.



Asimismo, esa diferencia de temperaturas condiciona el número máximo de emisores por anillo, que se aconseja no sea superior a 6 emisores. Si el número de emisores es mayor, el agua llegará a una temperatura tan baja, que éste sería prácticamente inoperante o su tamaño tendría que ser excesivamente grande.

Podría darse el caso en el que, siendo la potencia total necesaria muy alta (5.500 a 6.000 kcal/h) y con 6 ó 7 radiadores, fuera más recomendable hacer dos anillos, aun cuando el número de emisores nos permitiera hacer sólo uno.

A continuación se expone el mismo ejemplo de instalación que el apartado anterior pero con un diseño de instalación con sistema monotubo. Como puede observarse el hecho de tener que instalar diez emisores nos obliga a pensar directamente en más de un anillo.



Para simplificar después de calcular el  $K_f$  de los cerramientos, las demandas caloríficas de la vivienda serán:

Instalación monotubo			
Local	Nº	Área (m²)	Demanda (kcal/h)
Comedor	1	45	5.625
Cocina	2	12,6	1.134
Vestíbulo	3	9,5	570
Aseo	4	2,8	308
Dorm. 1	5	7,8	897
Dorm. 2	6	8,6	989
Dorm. 3	7	10	1.150
Baño	8	4,4	484
Dorm. 4	9	9,3	1.070
Pasillo	10	5	300
<b>TOTAL VIVIENDA</b>			<b>12.527</b>

Los anillos quedarán de la siguiente manera:

Anillo 1			Anillo 2		
Local	Nº	Demanda (kcal/h)	Local	Nº	Demanda (kcal/h)
Comedor	1	1.856	Comedor	1''	1.856
Comedor	1'	1.913	Cocina	2	1.134
Vestíbulo	3	570	Aseo	4	308
<b>Total Anillo 1</b>		<b>4.339</b>	<b>Total Anillo 2</b>		<b>3.298</b>

Anillo 3			Anillo 4		
Local	Nº	Demanda (kcal/h)	Local	Nº	Demanda (kcal/h)
Dormitorio 1	5	897	Dormitorio 3	7	1.150
Dormitorio 2	6	989	Baño	8	484
Pasillo	10	300	Dormitorio 4	9	1.070
<b>Total Anillo 3</b>		<b>2.186</b>	<b>Total Anillo 4</b>		<b>2.704</b>

Para corregir las potencias según el número de orden por anillo y emisor se empleará la siguiente tabla:

Nº de orden del emisor en el anillo	FACTOR DE CORRECCIÓN				
	Número de emisores en el anillo				
	3	4	5	6	7
1	1,06	1,03	1,01	1	0,9
2	1,15	1,10	1,07	1,05	1,04
3	1,25	1,17	1,13	1,10	1,06
4	-	1,25	1,19	1,15	1,12
5	-	-	1,25	1,20	1,15
6	-	-	-	1,25	1,20
7	-	-	-	-	1,25

Así por ejemplo, en el anillo Nº 1, con 4 emisores, la potencia corregida del emisor situado en el aseo (Rad 4), último del anillo, sería:

- Factor de corrección según tabla: 1.25
- Potencia estimada: 308 kcal/h
- Potencia corregida: 385 kcal/h.

La siguiente tabla muestra las potencias corregidas de acuerdo al

número de emisores del anillo y el número de orden de los mismos:

Anillo 1		Número de emisores en el anillo = 4		
Local	Potencia (kcal/h)	Nº de orden	Factor de corrección	Potencia corregida (kcal/h)
Comedor (1)	1.856	1	1,06	1.967,36
Comedor (1')	1.913	2	1,15	2.199,95
Vestíbulo (3)	570	3	1,25	712,50
<b>Total Anillo 1</b>				<b>4.879,81</b>

Anillo 2		Número de emisores en el anillo = 3		
Local	Potencia (kcal/h)	Nº de orden	Factor de corrección	Potencia corregida (kcal/h)
Comedor (1'')	1.856	1	1,06	1.967,36
Cocina (2)	1.134	2	1,15	1.304,10
Aseo (4)	308	3	1,25	385,00
<b>Total Anillo 2</b>				<b>3.656,46</b>

Anillo 3		Número de emisores en el anillo = 3		
Local	Potencia (kcal/h)	Nº de orden	Factor de corrección	Potencia corregida (kcal/h)
Dorm. 1 (5)	897	1	1,06	950,82
Dorm. 2 (6)	989	2	1,15	1.137,35
Pasillo (10)	300	3	1,25	375,00
<b>Total Anillo 3</b>				<b>2.463,17</b>

Anillo 4		Número de emisores en el anillo = 4		
Local	Potencia (kcal/h)	Nº de orden	Factor de corrección	Potencia corregida (kcal/h)
Dorm. 3 (7)	1.150	3	1,25	1.437,50
Baño (8)	484	2	1,15	556,60
Dorm. 4 (9)	1.070	1	1,06	1.134,20
<b>Total Anillo 3</b>				<b>3.128,30</b>

A continuación elegiremos el tipo de emisor a colocar en cada tipo de edificio según las tablas que suministra cada fabricante. En este caso hemos elegido radiadores de aluminio inyectado, según la tabla adjunta.

Modelo	Altura total (mm)	Distancia ejes (mm)	Anchura frontal (mm)	Profundidad lateral (mm)	Capacidad (l)	Peso (kg)	Ø de conexión	Emisión con $\Delta t = 60\text{ }^\circ\text{C}$ Según Norma UNE 9015-83		Exp. n	Registro Ministerio de Industria
								W	kcal/h		
2000/350	350	260	80	95	0,355	0,950	1"	102,0	88	1,33	1143
2000/600	590	500	80	95	0,510	1,520	1"	174,7	150,2	1,30	1144
2000/700	690	600	80	95	0,535	1,820	1"	201,8	174	1,25	1145

Para hallar el número de elementos por radiador a colocar en cada tipo de edificio, basta con dividir el número total de kcal/h que debe emitir el radiador entre las kcal/h que emite cada elemento.

Así por ejemplo, para el radiador colocado en la cocina se ha elegido un radiador modelo 2000/600, que emite según la tabla adjunta 150,2 kcal/h por elemento.

Sabiendo que se ha considerado que la demanda térmica de

dicho local son 1.304,10 kcal/h se obtiene:

Nº de elem. Rad. cocina:

$$= \frac{1.304,10}{150,2} = 8,68 \rightarrow 9 \text{ elementos.}$$

Operando de la misma manera para las demás dependencias se obtiene:

Número de elementos por radiador						
Local	Nº	kcal/h local	Modelo de radiador	kcal/h por elemento	Nº de elementos	Nº total de elementos
Comedor	1	1.967,36	2000/700	174	11,30	12
Comedor	1'	2.199,95	2000/700	174	12,64	13
Comedor	1''	1.967,36	2000/700	174	11,30	12
Cocina	2	1.304,10	2000/600	150,2	8,68	9
Vestíbulo	3	712,50	2000/350	88	8,09	9
Aseo	4	385	2000/350	88	4,38	5
Dorm. 1	5	950,82	2000/600	150,2	6,33	7
Dorm. 2	6	1.137,35	2000/600	150,2	7,57	8
Dorm. 3	7	1.437,50	2000/600	150,2	9,57	10
Baño	8	556,60	2000/350	88	6,33	7
Dorm. 4	9	1.134,20	2000/350	150,2	7,55	8
Pasillo	10	375	2000/350	88	4,26	5

Ahora deberemos elegir la tubería necesaria para cada anillo. Lo haremos en función del caudal total, o de las kcal/h totales por anillo, para obtener como siempre unas pérdidas de carga mínimas.

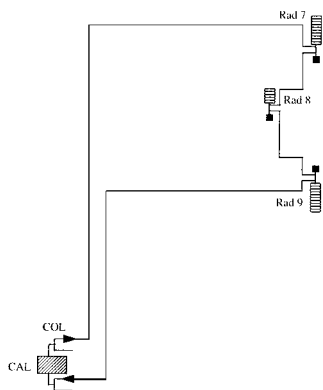
Nuevamente hemos elegido tubería Uponor Radi Pipe por ser una instalación empotrada, o cualquier otra alternativa de las que ofrece Uponor para este tipo de instalaciones.

Por tanto tomando las potencias totales por anillo, entrando en el nomograma de pérdidas de carga, como en ocasiones anteriores se obtiene:

Tabla resumen dimensionado de tuberías Uponor Radi Pipe					
Tramo	Potencia (kcal/h)	Ø x espesor (mm)	Pérdidas de carga (mm.c.a)	Longitud (m)	Pérdidas totales (mm.c.a)
Anillo 1	4.879,81	16 x 1,8	38,53	15	577,95
Anillo 2	3.656,46	16 x 1,8	23,19	22	510,18
Anillo 3	2.463,17	16 x 1,8	11,36	33	374,88
Anillo 4	3.128,30	16 x 1,8	17,63	35	617,05
Caldera - Colector	14.127,74	25 x 2,3	21,86	4	87,44

Una vez más, para el cálculo de la bomba seleccionamos el circuito más desfavorable. Además es necesario tener muy en cuenta las pérdidas de carga en las llaves monotubo (dato que debe aportar el fabricante), en función de caudal, etc.

Por tanto, la pérdida de carga del circuito más desfavorable será la suma de las pérdidas de carga debidas al rozamiento de la tubería, el debido a los accesorios, llaves monotubo, etc. y a las pérdidas en radiadores, caldera, etc. En este caso, el circuito más desfavorable es el correspondiente al anillo 4, como se muestra en el esquema:



Según la tabla anterior, las pérdidas de carga en el anillo 4 será:

$$\Delta P_{\text{anillo 4}} = 617,05 \text{ mm.c.a}$$

Las pérdidas de carga en los accesorios, llaves monotubo, se estima en un 10%.

$$\Delta P_{\text{accesorios}} = 61,70 \text{ mm.c.a}$$

La pérdida de carga en la caldera vendrá determinada por el fabricante.

Por tanto:

$$\Delta P_{\text{bomba}} = \Delta P_{\text{anillo 4}} + \Delta P_{\text{accesorios}} = 617,05 + 61,70 = 678,75 \text{ mm.c.a}$$

Falta conocer el caudal que deberá suministrar la bomba. Conociendo la potencia de caldera podemos calcular este caudal necesario para la instalación, con la fórmula: (Suponiendo un  $\Delta T$  del circuito de 20 °C).

$$Q = \frac{P_{\text{caldera}}}{\Delta T_{\text{circuito}} \times 3.600} = (\text{l/s})$$

$$Q = \frac{14.127}{20 \times 3.600} = 0,196 \text{ l/s}$$

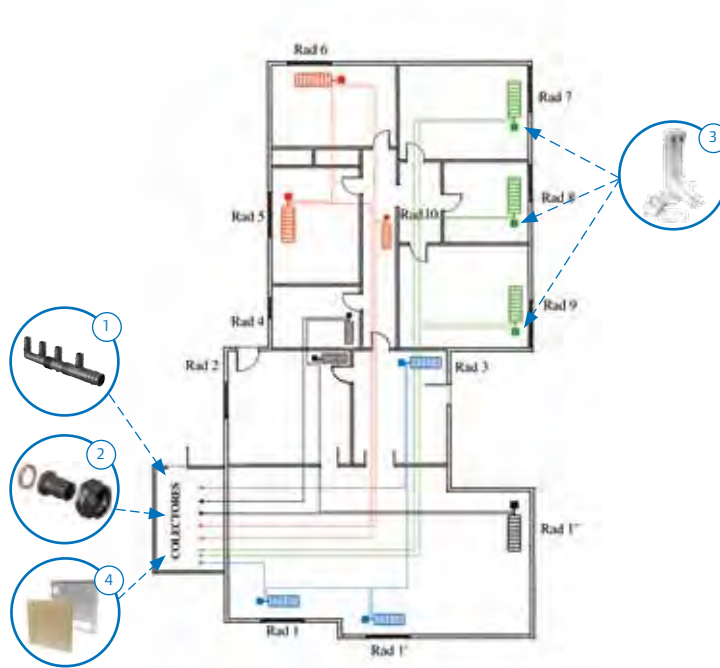
Por tanto, las características de la bomba que buscamos serán las siguientes:

$$Q = 0,196 \text{ l/s}$$

$$\Delta P = 0,67 \text{ m.c.a}$$

Estáramos buscando una bomba capaz de suministrar un caudal de 0,196 l/s con una sobrepresión de 0,67 metros de columna de agua.

### 2.3.1. Elementos de la instalación monotubo



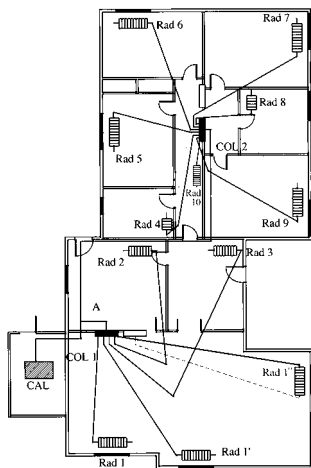
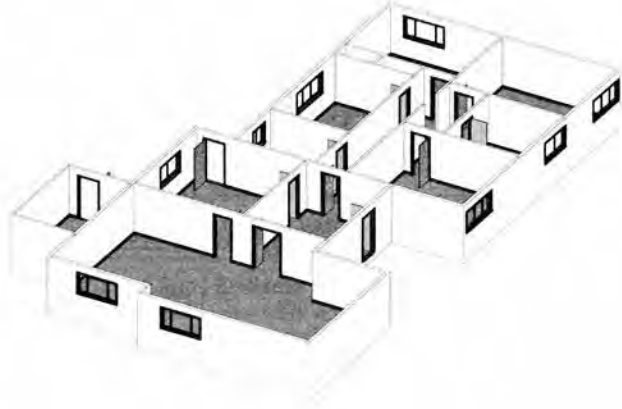
#### Despiece de material

1. Uponor Q&E colector cónico PPSU
2. Uponor Q&E racor tuerca móvil
3. Uponor Flex guía monotubo
4. Uponor caja de plástico para colectores



## 2.4. Cálculo de una instalación por colectores

Siguiendo con el ejemplo de los apartados anteriores vamos a diseñar una instalación por colectores. Es interesante tener en cuenta este tipo sistema por su sencillez de instalación, su menor gasto de accesorios e incluso su mayor facilidad de equilibrado de la instalación.



Para este sistema situaremos dos colectores independientes, de cinco y siete salidas respectivamente, según esquema.

En el presente esquema se han dibujado las tuberías de alimentación y retorno claramente diferenciadas y separadas, sin embargo pueden trazarse sus recorridos de ida y retorno de manera que sean prácticamente iguales.

Las necesidades caloríficas de la vivienda son:

Instalación por colectores			
Local	Nº	Área (m <sup>2</sup> )	Demanda (kcal/h)
Comedor	1	45	5.625
Cocina	2	12,6	1.134
Vestíbulo	3	9,5	570
Aseo	4	2,8	308
Dorm. 1	5	7,8	897
Dorm. 2	6	8,6	989
Dorm. 3	7	10	1.150
Baño	8	4,4	484
Dorm. 4	9	9,3	1.070
Pasillo	10	5	300
<b>TOTAL VIVIENDA</b>			<b>12.527</b>

Como en los ejemplos anteriores y de acuerdo con las demandas térmicas de cada local, se eligen en primer lugar los radiadores y el número de elementos de cada uno de ellos.

En este caso la elección de los radiadores y sus elementos es exactamente la misma que en el sistema bitubo, es decir:

Número de elementos por radiador						
Local	Nº	kcal/h local	Modelo de radiador	kcal/h por elemento	Nº de elementos	Nº total de elementos
Comedor	1	1.856	2000/700	174	10,67	11
Comedor	1'	1.913	2000/700	174	19,94	20
Comedor	1''	1.856	2000/700	174	10,67	11
Cocina	2	1.134	2000/600	150,2	7,55	8
Vestíbulo	3	570	2000/350	88	6,48	7
Aseo	4	308	2000/350	88	3,50	4
Dorm. 1	5	897	2000/600	150,2	5,97	6
Dorm. 2	6	989	2000/600	150,2	6,58	7
Dorm. 3	7	1.150	2000/600	150,2	7,66	8
Baño	8	484	2000/350	88	5,50	6
Dorm. 4	9	1.070	2000/350	150,2	7,72	8
Pasillo	10	300	2000/350	88	3,41	4

Los colectores quedarán de la siguiente forma:

Colector 1		
Local	Nº	Demanda (kcal/h)
Comedor	1	1.856
Comedor	1'	1.913
Comedor	1''	1.856
Cocina	2	1.134
Vestíbulo	3	570
<b>Total Colector 1</b>		<b>7.329</b>

Colector 2		
Local	Nº	Demanda (kcal/h)
Aseo	4	308
Dorm. 1	5	897
Dorm. 2	6	989
Dorm. 3	7	1.150
Baño	8	484
Dorm. 4	9	1.070
Pasillo	10	300
<b>Total Colector 2</b>		<b>5.197</b>

Para la elección de tuberías, de nuevo elegimos tubería Uponor Radi Pipe con barrera antidifusión de oxígeno (EVOH), dado que se trata de una instalación empotrada.

Como en los ejemplos anteriores, para la elección del diámetro de las tuberías, lo haremos en función de las pérdidas de carga y de la velocidad, según los nomogramas adjuntos en los anexos. La elección se hará para asegurar unas pérdidas de carga mínimas.

La siguiente tabla muestra, como en el ejemplo anterior, los diámetros elegidos y las pérdidas de carga por circuito.

Ha de tenerse en cuenta que en este caso el circuito de ida y el de retorno se han considerado iguales, por lo que para obtener la pérdida de carga total, bastará con multiplicar por dos la pérdida de carga obtenida

en el circuito de alimentación o el de retorno indistintamente.

Como puede apreciarse, el método seguido para el cálculo de los diámetros es exactamente igual al seguido en el sistema bitubo.

A la vista del nomograma de pérdidas de carga adjunto, y en función de las kcal/h, obtendremos un valor de pérdida de carga por metro lineal de tubería.

Tabla resumen dimensionado de tuberías Uponor Radi Pipe (Colector 1)					
Tramo	Potencia (kcal/h)	Ø x espesor (mm)	Pérdidas de carga (mm.c.a)	Longitud (m)	Pérdidas totales (mm.c.a)
Rad 1	1.856	16 x 1,8	6,83	10	68,30
Rad 1'	1.913	16 x 1,8	7,20	12	86,40
Rad 1''	1.856	16 x 1,8	6,83	12	95,62
Rad 2	1.134	16 x 1,8	2,75	9	24,75
Rad 3	570	16 x 1,8	0,83	11	9,13
<b>Total Colector 1</b>					<b>284,20</b>

Tabla resumen dimensionado de tuberías Uponor Radi Pipe (Colector 2)					
Tramo	Potencia (kcal/h)	Ø x espesor (mm)	Pérdidas de carga (mm.c.a)	Longitud (m)	Pérdidas totales (mm.c.a)
Rad 4	308	16 x 1,8	0,26	15	3,90
Rad 5	897	16 x 1,8	1,77	18	31,86
Rad 6	989	16 x 1,8	2,14	12	25,68
Rad 7	1.150	16 x 1,8	2,89	14	40,52
Rad 8	484	16 x 1,8	0,53	6	3,48
Rad 9	1.070	16 x 1,8	2,50	10	25,00
Rad 10	300	16 x 1,8	0,26	8	2,06
<b>Total Colector 2</b>					<b>132,50</b>

Tabla resumen dimensionado de tuberías Uponor Radi Pipe (Tramo A - Colector 1)					
Tramo	Potencia (kcal/h)	Ø x espesor (mm)	Pérdidas de carga (mm.c.a)	Longitud (m)	Pérdidas totales (mm.c.a)
A - Colector 1	7.324	25 x 2,3	6,76	8	54,08
<b>Total A - Colector 1</b>					<b>54,08</b>

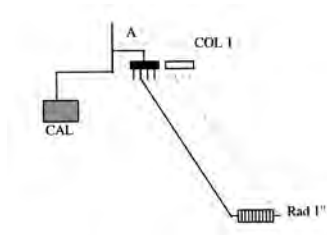
Tabla resumen dimensionado de tuberías Uponor Radi Pipe (Tramo A - Colector 2)					
Tramo	Potencia (kcal/h)	Ø x espesor (mm)	Pérdidas de carga (mm.c.a)	Longitud (m)	Pérdidas totales (mm.c.a)
A - Colector 2	5.198	25 x 2,3	3,61	14	50,54
<b>Total A - Colector 2</b>					<b>50,54</b>

Tabla resumen dimensionado de tuberías Uponor Radi Pipe (Tramo Caldera - A)					
Tramo	Potencia (kcal/h)	Ø x espesor (mm)	Pérdidas de carga (mm.c.a)	Longitud (m)	Pérdidas totales (mm.c.a)
Caldera - A	12.527	25 x 2,3	17,64	6	105,84
<b>Total Caldera - A</b>					<b>105,84</b>

Elegidas ya las tuberías, solo nos queda elegir la bomba de impulsión necesaria para la instalación, para eso veamos primero cual es el circuito más desfavorable.

Como ya sabemos, la pérdida de carga del circuito más desfavorable serán la suma de las pérdidas de carga debidas al rozamiento de las tuberías, el debido a los colectores, etc. y a las pérdidas en radiadores, calderas, etc.

A la vista de la tabla se observa que el circuito más desfavorable es el correspondiente al del radiador 1'' (Rad 1''), como muestra el esquema adjunto:



Por tanto, las pérdidas de carga desde la caldera hasta Rad 1'' será:

$$\Delta P_{\text{CAL-Rad 1''}} = (\Delta P_{\text{Rad 1''- Col 1}} + \Delta P_{\text{Col 1-A}} + \Delta P_{\text{A-CAL}}) \times 2$$

$$\Delta P_{\text{CAL-Rad 1''}} = (95,62 + 54,08 + 105,84) \times 2$$

$$\Delta P_{\text{CAL-Rad 1''}} = 511,08 \text{ mm.c.a}$$

Las pérdidas de carga en el colector serán (anexos):

$$\Delta P_{\text{Col}} = 50,99 \text{ mm.c.a}$$

La pérdida de carga en la caldera vendrá determinada por el fabricante.

Por tanto:

$$\Delta P_{\text{bomba}} = \Delta P_{\text{CAL - Rad 1}} + \Delta P_{\text{Col}} = 511,08 + 50,99 = 562,07 \text{ mm.c.a}$$

Falta conocer el caudal que deberá suministrar la bomba. Conociendo la potencia de caldera podemos calcular este caudal necesario para la instalación, con la fórmula: (Suponiendo un  $\Delta T$  del circuito de 20 °C).

$$Q = \frac{P_{\text{caldera}}}{\Delta T_{\text{circuito}} \times 3.600} = (\text{l/s})$$

$$Q = \frac{12.527}{20 \times 3.600} = 0,174 \text{ l/s}$$

Por tanto, las características de la bomba que buscamos serán las siguientes:

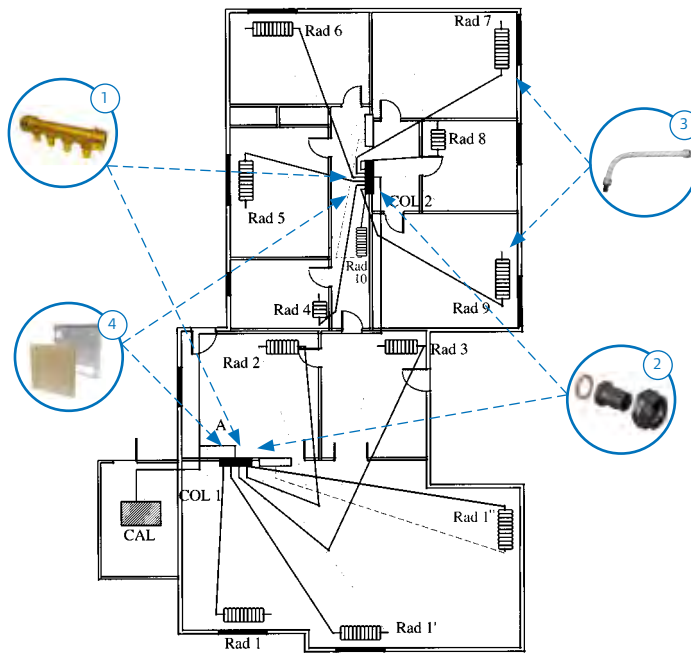
$$Q = 0,174 \text{ l/s}$$

$$\Delta P = 1,56 \text{ m.c.a}$$

Estáramos buscando una bomba capaz de suministrar un caudal de 0,174 l/s con una sobrepresión de 1,56 metros de columna de agua.

*Hacemos notar que, en este tipo de instalación, la pérdida de carga en accesorios se reduce al mínimo, dado que los circuitos de ida y retorno se hacen de manera directa, sin accesorios, debido a la gran flexibilidad que tiene la tubería Uponor. De cualquier modo se adjuntan tablas de pérdida de carga equivalente en accesorios, en el anexo, para la realización de los cálculos necesarios.*

### 2.4.1. Elementos de la instalación por colectores



#### Despiece de material

1. Uponor Q&E colector fijo
2. Uponor Q&E racor tuerca móvil
3. Uponor Smart Aqua codo salida radiador Q&E
4. Uponor caja de plástico para colectores

*Hacemos notar que, en este tipo de instalación, la pérdida de carga en accesorios se reduce al mínimo, dado que los circuitos de ida y retorno se hacen de manera directa, sin accesorios, debido a la gran flexibilidad que tiene la tubería Uponor. De cualquier modo se adjuntan tablas de pérdida de carga equivalente en accesorios, en el anexo, para la realización de los cálculos necesarios.*

# ANEXOS

## TABLAS Y DIAGRAMAS

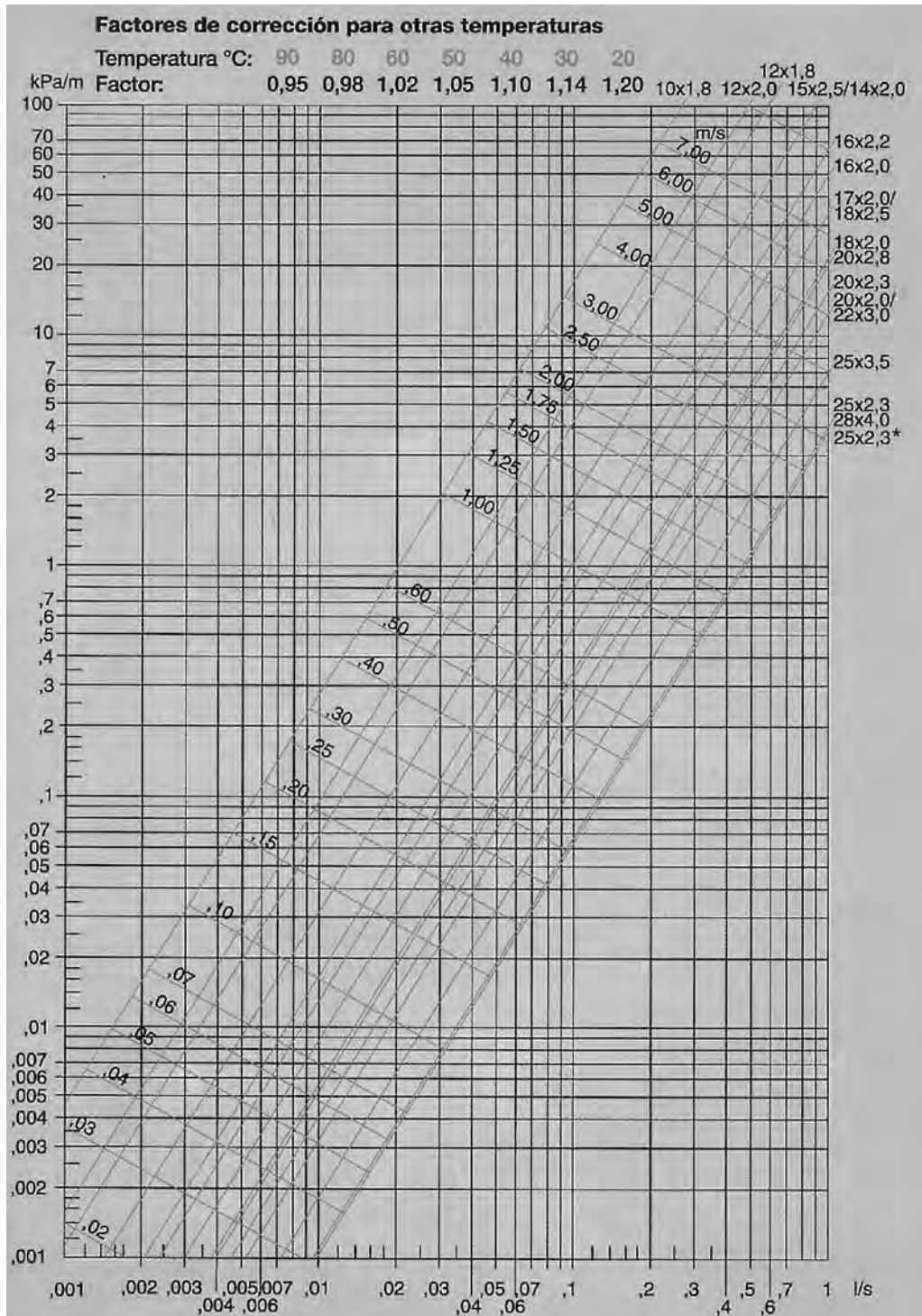


# 1. Diagramas y tablas de tuberías Uponor

## 1.1. Diagrama de caída de presión en tubería Uponor Aqua Pipe (PEX-a)

### Nomograma de pérdidas de carga Uponor Aqua Pipe (PEX-a)

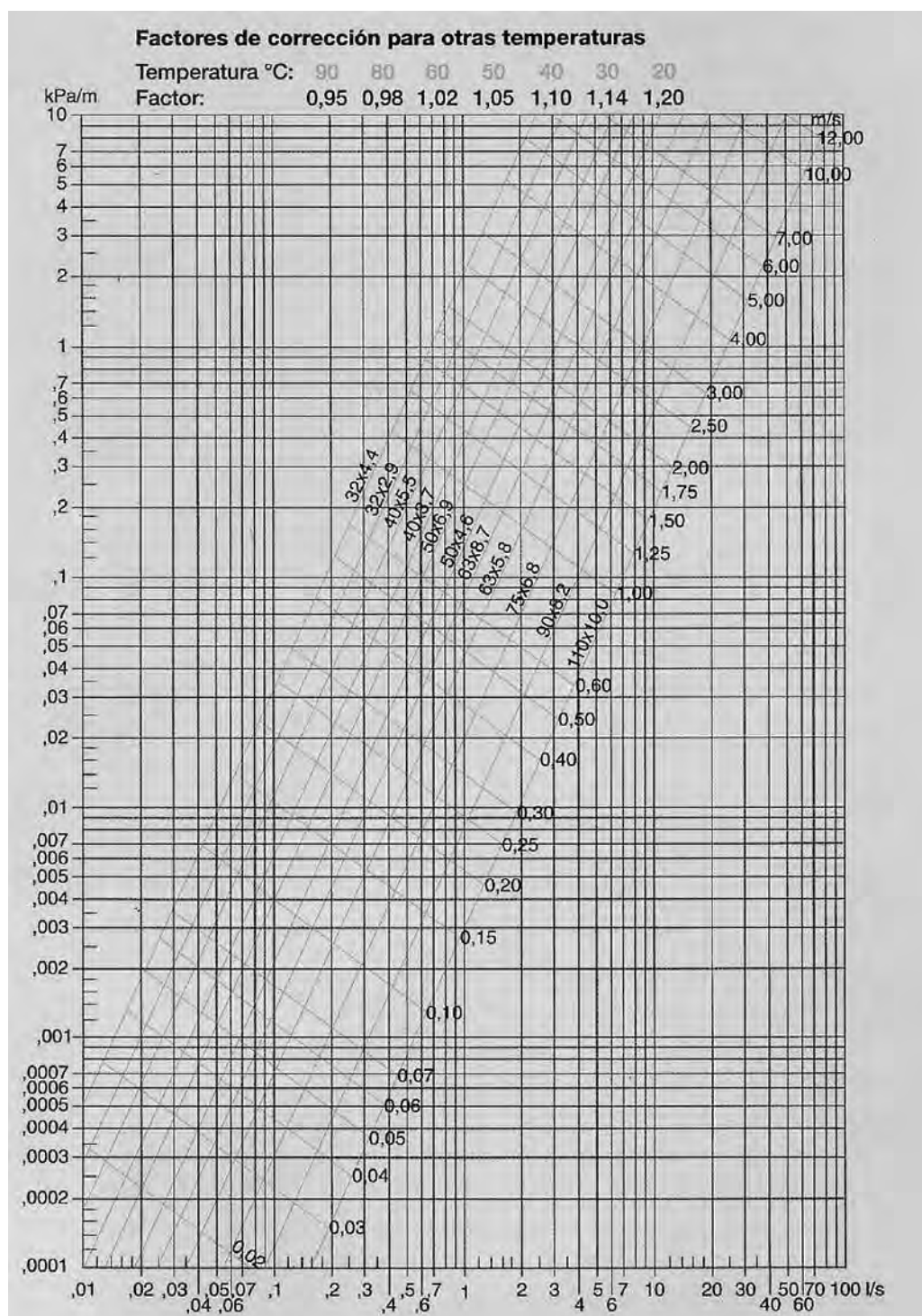
Temperatura del agua; 70 °C



\*Rugosidad efectiva; 0,0005 mm

**Nomograma de pérdidas de carga Uponor Aqua Pipe (PEX-a)**

Temperatura del agua; 70 °C



\*Rugosidad efectiva; 0,0005 mm



## 1.2. Tabla de pérdida de carga en tuberías Uponor Aqua Pipe (PEX-a)

D <sub>e</sub> (mm) Esp (mm) D <sub>i</sub> (mm)	16 1,8 12,4		20 1,9 16,2		25 2,3 20,4	
	R (mbar/m)	Vel (m/s)	R (mbar/m)	Vel (m/s)	R (mbar/m)	Vel (m/s)
0,01	0,125	0,083	0,032	0,049	0,011	0,031
0,02	0,434	0,166	0,113	0,097	0,038	0,061
0,03	0,900	0,248	0,236	0,146	0,078	0,092
0,04	1,511	0,331	0,396	0,194	0,130	0,122
0,05	2,258	0,414	0,593	0,243	0,194	0,153
0,06	3,136	0,497	0,824	0,291	0,266	0,184
0,07	4,138	0,580	1,086	0,340	0,352	0,214
0,08	5,263	0,662	1,384	0,388	0,447	0,245
0,09	6,506	0,745	1,712	0,437	0,515	0,275
0,10	7,865	0,828	2,070	0,485	0,664	0,306
0,15	16,319	1,242	4,303	0,728	1,366	0,459
0,20	27,392	1,656	7,230	0,970	2,278	0,612
0,25	40,934	2,070	10,815	1,213	3,387	0,765
0,30	56,837	2,484	15,027	1,455	4,684	0,918
0,35	75,016	2,898	19,845	1,698	6,162	1,071
0,40	95,401	3,312	25,252	1,941	7,813	1,224
0,45	117,934	3,726	31,231	2,183	9,633	1,377
0,50	142,565	4,140	37,769	2,426	11,618	1,530
0,55	169,251	4,554	44,856	2,678	13,764	1,683
0,60	197,952	4,968	52,480	2,911	16,067	1,836
0,65	228,633	5,382	6,634	3,154	18,525	1,989
0,70	261,264	5,796	69,308	3,396	21,134	2,142
0,75	295,815	6,244	78,495	3,639	23,893	2,295
0,80	332,261	6,625	88,189	3,881	26,798	2,448
0,85	370,577	7,039	98,362	4,124	29,848	2,601
0,90	410,740	7,453	109,069	4,366	33,042	2,754
0,95	452,729	7,867	120,245	4,609	36,376	2,907
1,00			131,904	4,852	39,850	3,059
1,05			144,042	5,094	43,462	3,212
1,10			156,653	5,337	47,210	3,365
1,15			169,735	5,579	51,093	3,518
1,20			183,281	5,822	55,110	3,671
1,25			197,290	6,064	59,259	3,824
1,30			211,757	6,307	63,539	3,977
1,40			242,050	6,792	72,849	4,283
1,50			274,135	7,277	81,950	4,589
1,60			307,989	7,762	91,916	4,895
1,70			343,588	8,248	102,379	5,201
1,80			380,912	8,733	113,332	5,507
1,90			419,942	9,218	124,768	5,813
2,00			460,661	9,703	136,684	6,119
2,10					149,072	6,425
2,20					161,927	6,731
2,30					175,246	7,037
2,40					189,023	7,343
2,50					203,255	7,649
2,60					217,936	7,955
2,64					223,934	8,077
2,70					233,064	8,261
2,80					248,634	8,567
2,90					264,642	8,873
3,00					281,087	9,178
3,10					297,963	9,484
3,20					315,269	9,790

D<sub>e</sub>: Diámetro exterior (mm)

Esp: Espesor (mm)

D<sub>i</sub>: Diámetro interior (mm)

Q: Caudal (l/s)

Vel: Velocidad del agua (m/s)

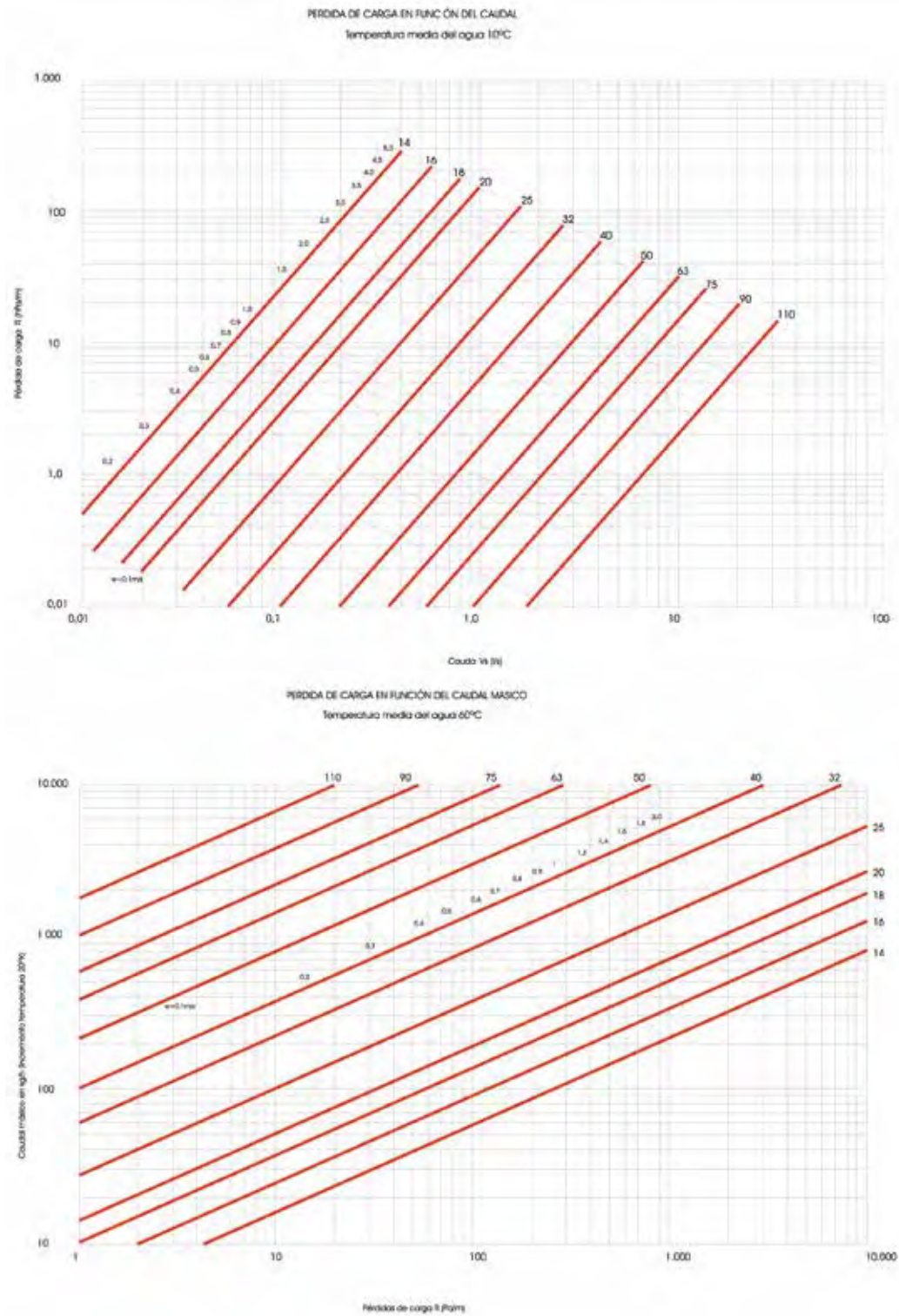
R: Pérdida de carga (mbar/m)

D <sub>e</sub> (mm) Esp (mm) D <sub>i</sub> (mm)	32 2,9 26,2		40 3,7 32,6		50 4,6 40,8	
	Q (l/s)	R (mbar/m)	Vel (m/s)	R (mbar/m)	Vel (m/s)	R (mbar/m)
0,01	0,003	0,019				
0,02	0,010	0,037				
0,03	0,021	0,056				
0,04	0,036	0,074				
0,05	0,053	0,093				
0,06	0,074	0,111				
0,07	0,097	0,130				
0,08	0,123	0,148				
0,09	0,152	0,167				
0,10	0,184	0,185	0,061	0,120	0,021	0,076
0,15	0,381	0,278	0,126	0,180	0,044	0,115
0,20	0,639	0,371	0,212	0,240	0,074	0,153
0,25	0,954	0,464	0,317	0,300	0,110	0,191
0,30	1,324	0,556	0,440	0,359	0,153	0,229
0,35	1,747	0,649	0,580	0,419	0,201	0,268
0,40	2,220	0,742	0,737	0,479	0,256	0,306
0,45	2,743	0,835	0,911	0,539	0,316	0,344
0,50	3,314	0,927	1,102	0,599	0,382	0,382
0,55	3,933	1,020	1,308	0,659	0,453	0,421
0,60	4,598	1,113	1,529	0,719	0,530	0,459
0,65	5,309	1,206	1,766	0,779	0,611	0,497
0,70	6,065	1,298	2,017	0,839	0,698	0,535
0,75	6,865	1,391	2,284	0,899	0,790	0,574
0,80	7,709	1,484	2,565	0,958	0,888	0,612
0,85	8,596	1,577	2,860	1,018	0,990	0,650
0,90	9,525	1,669	3,170	1,078	1,097	0,688
0,95	10,497	1,762	3,494	1,138	1,208	0,727
1,00	11,510	1,855	3,831	1,198	1,325	0,765
1,05	12,564	1,948	4,183	1,258	1,446	0,803
1,10	13,659	2,040	4,548	1,318	1,572	0,841
1,15	14,794	2,133	4,926	1,378	1,703	0,880
1,20	15,969	2,226	5,318	1,438	1,838	0,918
1,25	17,184	2,319	5,723	1,498	1,978	0,958
1,30	18,438	2,411	6,141	1,557	2,122	0,994
1,40	21,063	2,597	7,017	1,677	2,424	1,071
1,50	23,842	2,782	7,944	1,797	2,743	1,147
1,60	26,772	2,968	8,921	1,917	3,080	1,224
1,70	29,852	3,153	9,949	2,037	3,434	1,300
1,80	33,079	3,339	11,026	2,156	3,806	1,377
1,90	36,453	3,524	12,151	2,276	4,193	1,453
2,00	39,970	3,710	13,326	2,396	4,598	1,530
2,10	43,631	3,895	14,548	2,516	5,019	1,606
2,20	47,433	4,081	15,817	2,636	5,456	1,683
2,30	51,375	4,266	17,133	2,756	5,909	1,759
2,40	55,457	4,452	18,496	2,875	6,378	1,836
2,50	59,675	4,637	19,905	2,995	6,863	1,912
2,60	64,031	4,823	21,359	3,115	7,364	1,989
2,64	65,811	4,897	21,954	3,163	7,568	2,019
2,70	68,522	5,082	22,859	3,235	7,880	2,065
2,80	73,147	5,194	24,404	3,355	8,412	2,142
2,90	77,905	5,379	25,994	3,474	8,959	2,218
3,00	82,796	5,565	27,628	3,594	9,521	2,295
3,10	87,819	5,750	29,306	3,714	10,096	2,371
3,20	92,972	5,936	31,025	3,834	10,690	2,448
3,30	98,255	6,121	32,793	3,954	11,297	2,524
3,40	103,667	6,306	34,602	4,073	11,919	2,601
3,50	109,207	6,492	36,454	4,193	12,556	2,677
3,60	114,875	6,677	38,348	4,313	13,207	2,754
3,70	120,670	6,863	40,285	4,433	13,873	2,830
3,80	126,590	7,048	42,264	4,553	14,553	2,907
3,90	132,636	7,234	44,285	4,672	15,248	2,983
4,00	138,807	7,419	46,347	4,792	15,957	3,059
4,10	145,101	7,605	48,452	4,912	16,680	3,136
4,20	151,519	7,790	50,598	5,032	17,418	3,212
4,30	158,060	7,976	52,785	5,152	18,169	3,289
4,40	164,723	8,161	55,012	5,271	18,935	3,365
4,50			57,281	5,391	19,714	3,442
4,60			59,591	5,511	20,508	3,518
4,70			61,940	5,631	21,315	3,595
4,80			64,330	5,751	22,136	3,671
4,90			66,760	5,870	22,971	3,748
5,00			69,230	5,990	23,819	3,824
5,10			71,740	6,110	24,681	3,901
5,20			74,290	6,230	25,557	3,977
5,30			76,878	6,350	26,446	4,054
5,40					27,348	4,130
5,50					28,264	4,207
5,60					29,193	4,283
5,70					30,135	4,360
5,80					31,091	4,436
5,90					32,060	4,513

D <sub>e</sub> (mm) Esp (mm) D <sub>i</sub> (mm)	63 5,8 51,4		75 6,8 61,4		90 8,2 73,6		110 10 90	
	Q (l/s)	R (mbar/m)	Vel (m/s)	R (mbar/m)	Vel (m/s)	R (mbar/m)	Vel (m/s)	R (mbar/m)
1,00	0,443	0,482	0,191	0,338	0,081	0,235	0,030	0,157
1,05	0,484	0,506	0,209	0,355	0,088	0,247	0,033	0,165
1,10	0,526	0,530	0,227	0,372	0,096	0,259	0,036	0,173
1,15	0,570	0,554	0,246	0,388	0,104	0,270	0,039	0,181
1,20	0,616	0,578	0,265	0,405	0,113	0,282	0,042	0,189
1,25	0,663	0,602	0,284	0,422	0,121	0,294	0,045	0,196
1,30	0,712	0,627	0,306	0,439	0,130	0,306	0,049	0,204
1,40	0,814	0,675	0,350	0,473	0,149	0,329	0,056	0,220
1,50	0,922	0,723	0,396	0,507	0,169	0,353	0,063	0,236
1,60	1,036	0,771	0,445	0,540	0,190	0,376	0,071	0,252
1,70	1,156	0,819	0,496	0,574	0,212	0,400	0,079	0,267
1,80	1,281	0,867	0,549	0,608	0,235	0,423	0,088	0,283
1,90	1,413	0,916	0,605	0,642	0,259	0,447	0,097	0,299
2,00	1,550	0,964	0,664	0,675	0,285	0,470	0,106	0,314
2,10	1,693	1,012	0,725	0,709	0,311	0,494	0,116	0,330
2,20	1,842	1,060	0,788	0,743	0,338	0,517	0,126	0,346
2,30	1,996	1,108	0,853	0,777	0,367	0,541	0,137	0,362
2,40	2,155	1,157	0,921	0,811	0,396	0,564	0,148	0,377
2,50	2,320	1,205	0,991	0,844	0,427	0,588	0,159	0,393
2,60	2,491	1,253	1,063	0,878	0,458	0,611	0,171	0,409
2,64	2,561	1,272	1,093	0,892	0,471	0,621	0,175	0,415
2,70	2,667	1,301	1,138	0,912	0,491	0,635	0,183	0,424
2,80	2,848	1,349	1,215	0,946	0,524	0,658	0,195	0,440
2,90	3,034	1,398	1,294	0,979	0,558	0,682	0,208	0,456
3,00	3,226	1,446	1,375	1,013	0,594	0,705	0,221	0,472
3,10	3,423	1,494	1,459	1,047	0,630	0,729	0,235	0,487
3,20	3,625	1,542	1,544	1,081	0,668	0,752	0,249	0,503
3,30	3,833	1,590	1,632	1,115	0,706	0,776	0,263	0,519
3,40	4,045	1,639	1,722	1,148	0,745	0,799	0,277	0,534
3,50	4,263	1,687	1,814	1,182	0,786	0,823	0,292	0,550
3,60	4,486	1,735	1,908	1,216	0,827	0,846	0,308	0,566
3,70	4,713	1,783	2,004	1,250	0,869	0,870	0,323	0,582
3,80	4,946	1,831	2,103	1,283	0,912	0,893	0,339	0,597
3,90	5,184	1,880	2,203	1,317	0,956	0,917	0,356	0,613
4,00	5,427	1,928	2,306	1,351	1,001	0,940	0,372	0,629
4,10	5,674	1,976	2,410	1,385	1,047	0,964	0,389	0,644
4,20	5,927	2,024	2,517	1,419	1,094	0,987	0,407	0,660
4,30	6,184	2,072	2,625	1,453	1,141	1,011	0,425	0,676
4,40	6,447	2,120	2,736	1,486	1,190	1,034	0,443	0,692
4,50	6,714	2,169	2,849	1,520	1,239	1,058	0,461	0,707
4,60	6,986	2,217	2,964	1,554	1,290	1,081	0,480	0,723
4,70	7,263	2,265	3,080	1,587	1,341	1,105	0,499	0,739
4,80	7,545	2,313	3,199	1,621	1,393	1,128	0,518	0,755
4,90	7,831	2,361	3,320	1,655	1,446	1,152	0,538	0,770
5,00	8,123	2,410	3,442	1,689	1,500	1,175	0,558	0,786
5,10	8,419	2,458	3,567	1,722	1,555	1,199	0,578	0,802
5,20	8,719	2,506	3,694	1,756	1,611	1,222	0,599	0,817
5,30	9,025	2,554	3,822	1,790	1,668	1,246	0,620	0,833
5,40	9,335	2,602	3,953	1,824	1,725	1,269	0,641	0,849
5,50	9,650	2,651	4,085	1,858	1,784	1,293	0,663	0,865
5,60	9,969	2,699	4,220	1,891	1,843	1,316	0,685	0,880
5,70	10,293	2,747	4,356	1,925	1,903	1,340	0,707	0,896
5,80	10,622	2,795	4,494	1,959	1,964	1,363	0,730	0,912
5,90	10,956	2,843	4,634	1,993	2,026	1,387	0,753	0,927
6,00	11,293	2,892	4,776	2,026	2,089	1,410	0,776	0,943
6,10	11,636	2,940	4,920	2,060	2,152	1,434	0,800	0,959
6,20	11,983	2,988	5,066	2,094	2,217	1,457	0,823	0,975
6,30	12,335	3,036	5,214	2,128	2,282	1,481	0,846	0,990
6,40	12,691	3,084	5,364	2,161	2,348	1,504	0,872	1,006
6,50	13,052	3,133	5,515	2,195	2,415	1,528	0,897	1,022
6,60	13,417	3,181	5,668	2,229	2,483	1,551	0,922	1,037
6,70	13,787	3,229	5,824	2,263	2,552	1,575	0,948	1,053
6,80	14,161	3,277	5,981	2,297	2,621	1,598	0,973	1,069
6,90	14,539	3,325	6,140	2,330	2,691	1,622	0,999	1,085
7,00	14,922	3,374	6,300	2,364	2,763	1,645	1,026	1,100
7,10	15,310	3,422	6,463	2,398	2,835	1,669	1,053	1,116
7,20	15,702	3,470	6,627	2,432	2,908	1,692	1,080	1,132
7,30			6,794	2,465	2,981	1,716	1,107	1,147
7,40			6,962	2,499	3,056	1,739	1,134	1,163
7,50			7,132	2,533	3,131	1,763	1,162	1,179
7,60			7,303	2,567	3,207	1,786	1,191	1,195
7,70			7,477	2,601	3,284	1,810	1,219	1,210
7,80			7,652	2,634	3,362	1,833	1,248	1,226
7,90			7,829	2,668	3,441	1,857	1,277	1,242

D <sub>e</sub> (mm) Esp (mm) D <sub>i</sub> (mm)	75 6,8 61,4		90 8,2 73,6		110 10 90	
	Q (l/s)	R (mbar/m)	Vel (m/s)	R (mbar/m)	Vel (m/s)	R (mbar/m)
8	8,008	2,702	3,520	1,880	1,306	1,258
8,10	8,189	2,736	3,600	1,904	1,336	1,273
8,20	8,371	2,769	3,681	1,927	1,366	1,289
8,30	8,566	2,803	3,763	1,951	1,397	1,305
8,40			3,846	1,974	1,427	1,320
8,50			3,929	1,998	1,458	1,336
8,60			4,014	2,021	1,489	1,352
8,70			4,099	2,045	1,521	1,368
8,80			4,184	2,068	1,553	1,383
8,90			4,271	2,092	1,585	1,399
9,00			4,359	2,115	1,617	1,415
10			5,277	2,350	1,957	1,572
11			6,273	2,586	2,326	1,729
12			7,346	2,821	2,722	1,886
13			8,494	3,056	3,147	2,043
14					3,599	2,201
15					4,078	2,358
16					4,583	2,515
17					5,115	2,672
18					5,673	2,829
19					6,256	2,987
20					6,665	3,144

### 1.3. Diagramas de caídas de presión en las tuberías multicapa Uponor



#### 1.4. Tabla de pérdida de carga en tuberías multicapa Uponor

D <sub>e</sub> (mm) Esp (mm) D <sub>i</sub> (mm)	16 2,0 12		20 2,25 15,5		25 2,5 20	
	Q (l/s)	Vel (m/s)	R (mbar/m)	Vel (m/s)	R (mbar/m)	Vel (m/s)
0,01	0,09	0,22	0,05	0,07		
0,02	0,18	0,69	0,11	0,21		
0,03	0,27	1,36	0,16	0,41		
0,04	0,35	2,21	0,21	0,66		
0,05	0,44	3,23	0,26	0,97		
0,06	0,53	4,41	0,32	1,32		
0,07	0,62	5,75	0,37	1,72		
0,08	0,71	7,23	0,42	2,16		
0,09	0,80	8,86	0,48	2,66		
0,10	0,88	10,63	0,53	3,17	0,32	0,95
0,15	1,33	21,49	0,79	6,39		
0,20	1,77	35,52	1,06	10,54	0,64	3,15
0,25	2,21	52,55	1,32	15,56		
0,30	2,65	72,43	1,59	21,41	0,95	6,38
0,35	3,09	95,07	1,85	28,07		
0,40	3,54	120,39	2,12	35,52	1,27	10,55
0,45	3,98	148,33	2,38	43,72		
0,50	4,42	178,83	2,65	52,67	1,59	15,62
0,55	4,86	211,85	2,91	62,35		
0,60	5,31	247,33	3,18	72,74	1,91	21,55
0,65	5,75	285,24	3,44	83,84		
0,70	6,19	325,56	3,71	95,64	2,23	28,30
0,75	6,63	368,25	3,97	108,13		
0,80	7,07	413,27	4,24	121,29	1,55	35,86
0,85			4,50	135,12		
0,90			4,77	149,62	2,86	44,20
0,95			5,03	164,77		
1,00			5,30	180,57	3,18	53,30
1,05			5,56	197,02		
1,10			5,83	214,11	3,50	63,16
1,15			6,09	231,84		
1,20			6,36	250,19	3,82	73,76
1,25			6,62	269,17		
1,30			6,89	288,77	4,14	85,08
1,35			7,15	308,99		
1,40					4,46	97,12
1,50					4,77	109,88
1,60					5,09	123,33

D <sub>e</sub> (mm) Esp (mm) D <sub>i</sub> (mm)	32 3,0 26		40 4,0 32		50 4,5 41	
	Q (l/s)	Vel (m/s)	R (mbar/m)	Vel (m/s)	R (mbar/m)	Vel (m/s)
0,10	0,19	0,28	0,12	0,10	0,08	0,03
0,20	0,38	0,91	0,25	0,34	0,15	0,11
0,30	0,57	1,84	0,37	0,69	0,23	0,21
0,40	0,75	3,03	0,50	1,13	0,30	0,35
0,50	0,94	4,48	0,62	1,67	0,38	0,52
0,60	1,13	6,17	0,75	2,30	0,45	0,71
0,70	1,32	8,10	0,87	3,01	0,53	0,93
0,80	1,51	10,25	0,99	3,81	0,61	1,17
0,90	1,70	12,63	1,12	4,69	0,68	1,44
1,00	1,88	15,22	1,24	5,65	0,76	1,73
1,10	2,07	18,02	1,37	6,69	0,83	2,05
1,20	2,26	21,03	1,49	7,80	0,91	2,39
1,30	2,45	24,24	1,62	8,99	0,98	2,76
1,40	2,64	27,66	1,74	10,25	1,06	3,14
1,50	2,83	31,28	1,87	11,59	1,14	3,55
1,60	3,01	35,09	1,99	13,00	1,21	3,98
1,70	3,20	39,10	2,11	14,48	1,29	4,43
1,80	3,39	43,30	2,24	16,03	1,36	4,90
1,90	3,58	47,69	2,36	17,65	1,44	5,40
2,00	3,77	52,27	2,49	19,34	1,51	5,91
2,10	3,96	57,04	2,61	21,10	1,59	6,45
2,20	4,14	61,99	2,74	22,92	1,67	7,00
2,30	4,33	67,13	2,86	24,82	1,74	7,58
2,40	4,52	72,45	2,98	26,78	1,82	8,18
2,50	4,71	77,96	3,11	28,81	1,89	8,79
2,60	4,90	83,64	3,23	30,90	1,97	9,43
2,70	5,09	89,50	3,36	33,06	2,05	10,09
2,80			3,48	35,28	2,12	10,76
2,90			3,61	37,57	2,20	11,46
3,00			3,73	39,93	2,27	12,17
3,50			4,35	52,65	2,65	16,04
4,00			4,97	66,93	3,03	20,37
4,50			5,60	82,73	3,41	25,17
5,00					3,79	30,41
5,50					4,17	36,09
6,00					4,54	42,22
6,50					4,92	48,77
7,00					5,30	55,74
7,50					5,68	63,13
8,00					6,06	70,94
8,50					6,44	79,16
9,00					6,82	87,78

D <sub>e</sub> (mm) Esp (mm) D <sub>i</sub> (mm)	63 6 51		75 7,5 60		90 8,5 73		110 10 90	
	Q (l/s)	Vel (m/s)	R (mbar/m)	Vel (m/s)	R (mbar/m)	Vel (m/s)	R (mbar/m)	Vel (m/s)
1,00	0,49	0,61	0,35	0,28	0,24	0,11	0,16	0,04
1,25	0,61	0,91	0,44	0,42	0,30	0,17	0,20	0,06
1,50	0,73	1,25	0,53	0,58	0,36	0,23	0,24	0,08
1,75	0,86	1,65	0,62	0,76	0,42	0,30	0,28	0,11
2,00	0,98	2,08	0,71	0,96	0,48	0,38	0,31	0,14
2,25	1,10	2,57	0,80	1,18	0,54	0,46	0,35	0,17
2,50	1,22	3,10	0,88	1,43	0,60	0,56	0,39	0,21
2,75	1,35	3,67	0,97	1,69	0,66	0,66	0,43	0,24
3,00	1,47	4,28	1,06	1,97	0,72	0,77	0,47	0,28
3,25	1,59	4,94	1,15	2,27	0,78	0,89	0,51	0,33
3,50	1,71	5,64	1,24	2,59	0,84	1,01	0,55	0,37
3,75	1,84	6,38	1,33	2,93	0,90	1,15	0,59	0,42
4,00	1,96	7,16	1,41	3,29	0,96	1,29	0,63	0,47
4,25	2,08	7,99	1,50	3,66	1,02	1,43	0,67	0,53
4,50	2,20	8,84	1,59	4,06	1,08	1,59	0,71	0,58
4,75	2,33	9,73	1,68	4,47	1,13	1,75	0,75	0,64
5,00	2,45	10,67	1,77	4,90	1,19	1,92	0,79	0,70
6,00	2,94	14,80	2,12	6,79	1,43	2,65	0,94	0,97
7,00	3,43	19,53	2,48	8,95	1,67	3,49	1,10	1,28
8,00	3,92	24,84	2,83	11,38	1,91	4,44	1,26	1,63
9,00	4,41	30,71	3,18	14,07	2,15	5,49	1,41	2,01
10,00	4,90	37,15	3,54	17,01	2,39	6,63	1,57	2,43
11,00	5,38	44,13	3,89	20,20	2,63	7,87	1,73	2,88
12,00			4,24	23,63	2,87	9,21	1,89	3,37
13,00			4,60	27,31	3,11	10,63	2,04	3,89
14,00			4,95	31,23	3,34	12,16	2,20	4,45
15,00			5,31	35,38	3,58	13,77	2,36	5,03
16,00			5,66	39,77	3,82	15,47	2,52	5,65
17,00			6,01	44,39	4,06	17,27	2,67	6,31
18,00					4,30	19,15	2,83	6,99
19,00					4,54	21,12	2,99	7,71
20,00					4,78	23,17	3,14	8,46
21,00					5,02	25,31	3,30	9,24
22,00					5,26	27,54	3,46	10,05
23,00					5,50	29,86	3,62	10,89
24,00					5,73	32,25	3,77	11,77
25,00							3,93	12,67
26,00							4,09	13,60
27,00							4,24	14,57
28,00							4,40	15,56
29,00							4,56	16,58
30,00							4,72	17,63



## 2. Aislamientos

Las tuberías Uponor ofrecen una serie de características que las hacen muy diferentes a otras tuberías del mercado.

Asimismo, con el uso de tuberías plásticas reducimos los problemas, por otra parte tan comunes, de condensación que se producen en las tuberías metálicas.

Si añadimos a esto que los materiales habituales de obra (yeso, cemento, etc.) no provocan daño en el tubo, obtenemos unas características óptimas para la instalación.

### 2.1. Normativa. Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios, RITE. Aislamiento térmico de redes de tuberías (IT 1.2.4.2.1)

Todas las tuberías y accesorios, así como equipos, aparatos y depósitos de las instalaciones térmicas dispondrán de un aislamiento térmico cuando contengan fluidos con:

- Temperatura menor que la temperatura del ambiente del local por el que discurren.
- Temperatura mayor de 40 °C cuando estén instalados en locales no calefactados, entre los que se deben considerar pasillos, galerías, patinillos, aparcamientos, salas de máquinas, falsos techos y suelos técnicos, entendiéndose excluidas las tuberías de torres de refrigeración y las tuberías de descarga de compresores frigoríficos, salvo cuando estén al alcance de las personas.

### 2.1.1. Espesores mínimos de aislamiento

**Tabla 1.2.4.2.1: Espesores mínimos de aislamiento (mm) de tuberías y accesorios que transportan fluidos calientes que discurren por el interior de edificios**

Ø exterior (mm)	Temperatura máxima del fluido (°C)		
	40 a 60	> 60 a 100	> 101 a 180
D ≤ 35	25	25	30
35 < D ≤ 60	30	30	40
60 < D ≤ 90	30	30	40
90 < D ≤ 140	30	40	50
140 < D	35	40	50

**Tabla 1.2.4.2.3 Espesores mínimos de aislamiento (mm) de tuberías y accesorios que transportan fluidos fríos que discurren por el interior de edificios.**

Ø exterior (mm)	Temperatura máxima del fluido (°C)		
	> -10 a 0	> 0 a 10	> 10
D ≤ 35	30	25	20
35 < D ≤ 60	40	30	20
60 < D ≤ 90	40	30	30
90 < D ≤ 140	50	40	30
140 < D	50	40	30

Los espesores mínimos de aislamiento para ambos casos han sido calculados para un material con conductividad térmica de referencia a 10 °C igual a 0,040 W/(m·K).

### 2.1.2. Aislamiento en tuberías Uponor

Las tuberías Uponor ofrecen propiedades de aislamiento superiores en comparación con tuberías metálicas de acero y cobre, por lo que técnicamente se podría reducir el espesor del aislamiento en esta tubería, aunque no obstante les recomendamos adaptarse a la reglamentación existente de cada país.

### 2.2. Protección en las tuberías Uponor

Las tuberías Uponor no se ven afectadas ante los materiales de obra ya sean yesos, cementos o todo tipo de morteros. Según el Documento Básico de Salubridad, sección HS4, Suministro de Agua, las tuberías plásticas y sus accesorios al no verse afectadas por los materiales de la construcción, no será necesario protegerlas al ir empotradas en la pared. En ocasiones surge la duda de protegerlas cuando van a ser instaladas en el exterior de edificios. En este caso, si es recomendado proteger la tubería.

### 2.3. Pérdidas de calor en las tuberías Uponor

#### 2.3.1. Pérdidas de calor en tuberías desnudas Uponor

##### Objeto de estudio

Evaluar las pérdidas de calor que se producen en las tuberías Uponor desnudas.

##### Bases de cálculo

La transmisión de calor desde el agua que circula por la tubería hasta el ambiente exterior del local por metro de tubería viene dada por la fórmula general:

$$Q = A \cdot K \cdot \Delta_t$$

Siendo:

- **A**: área de contacto con la superficie exterior.
- **K**: coeficiente total suma de transmisión de calor.
- $\Delta_t$ : diferencia de temperatura entre la temperatura exterior y la temperatura del agua de la tubería.

$$Q = \frac{\Pi \cdot (T_{\text{agua}} - T_{\text{ext-Uponor}})}{\left( \frac{1}{\alpha_1 \cdot D_1} \right) + \left( \frac{\ln\left(\frac{D_2}{D_1}\right)}{2 \cdot \lambda_1} \right)} \quad (W / m)$$

Considerando que los coeficientes de transmisión de calor  $\lambda_1$  son constantes con la temperatura, y la velocidad del agua es de 2 m/s, el valor que toman los coeficientes es el siguiente:

- $\alpha_1$ : Coeficiente superficial del agua (9.500 W/m<sup>2</sup>·°C).
- $D_1$ : Diámetro interior del tubo Uponor (mm).
- $\lambda_1$ : Coeficiente de transmisión de calor de los tubos Uponor.
  - Uponor MLC 0,40 W/m<sup>2</sup>·°C
  - Uponor PEX 0,35 W/m<sup>2</sup>·°C
- $D_2$ : Diámetro exterior del tubo Uponor (mm).
- $\alpha_2$ : 6 W/m<sup>2</sup>·°C
- $T_{\text{ext}}$ : temperatura ambiente (°C)
- $T_{\text{agua}}$ : temperatura del agua (°C)

De esta forma para diferentes diámetros y saltos térmicos obtendríamos que las pérdidas de calor (W/m) en una tuberías desnudas multicapa Uponor y Uponor Aqua Pipe son:

Salto térmico (°C)	Tuberías multicapa Uponor (Uponor Uni Pipe PLUS / Uponor MLC)									
	16 x 2,0	20 x 2,25	25 x 2,5	32 x 3,0	40 x 4,0	50 x 4,5	63 x 6,0	75 x 7,5	90 x 8,5	110 x 10,0
	Pérdidas (W/m)	Pérdidas (W/m)	Pérdidas (W/m)	Pérdidas (W/m)	Pérdidas (W/m)	Pérdidas (W/m)	Pérdidas (W/m)	Pérdidas (W/m)	Pérdidas (W/m)	Pérdidas (W/m)
10	85,3	96,5	110,5	119,2	111,3	125,3	118,0	111,9	119,4	124,7
20	170,6	193,1	221,1	238,4	222,6	250,7	236,0	223,9	238,8	249,3
30	255,8	289,6	331,6	357,5	334,0	376,0	354,0	335,8	358,2	374,0
40	341,1	386,2	442,2	476,7	445,3	501,4	472,1	447,7	477,6	498,6
50	426,4	482,7	552,7	595,9	556,6	626,7	290,1	559,6	597,0	623,3
60	511,7	579,3	663,3	715,1	667,9	752,1	708,1	671,6	716,4	748,0
70	597,0	675,8	773,8	834,3	779,2	877,4	826,1	783,5	835,8	872,6
80	682,3	772,3	884,4	953,5	890,5	1002,8	944,1	895,4	955,1	997,3

Salto térmico (°C)	Tuberías Uponor Aqua Pipe (PEX-a)									
	16 x 1,8	20 x 1,9	25 x 2,3	32 x 2,9	40 x 3,7	50 x 4,6	63 x 5,8	75 x 6,8	90 x 8,2	110 x 10,0
	Pérdidas (W/m)	Pérdidas (W/m)	Pérdidas (W/m)	Pérdidas (W/m)	Pérdidas (W/m)	Pérdidas (W/m)	Pérdidas (W/m)	Pérdidas (W/m)	Pérdidas (W/m)	Pérdidas (W/m)
10	84,3	102,2	106,3	108,4	106,3	107,2	107,3	109,3	108,8	109,1
20	168,6	204,3	212,5	216,9	212,7	214,4	214,6	218,5	217,6	218,3
30	252,9	306,5	318,8	325,3	319,0	321,6	321,9	327,8	326,3	327,4
40	337,2	408,6	425,0	433,8	425,3	428,8	429,2	437,0	435,1	436,6
50	421,6	510,8	531,3	542,2	531,6	536,0	536,6	546,3	543,9	545,7
60	505,9	612,9	637,6	650,7	638,0	643,2	643,9	655,5	652,7	654,9
70	590,2	715,1	743,8	759,1	744,3	750,4	751,2	764,8	761,4	764,0
80	674,5	817,3	850,1	867,5	850,6	857,6	858,5	874,1	870,2	873,1

### 2.3.2. Pérdidas de calor en tuberías enfundadas Uponor

#### Objeto de estudio

Evaluar las pérdidas de calor que se producen en una tubería Uponor cubierta con coquilla.

#### Bases de cálculo

Basándonos en lo expuesto hasta ahora, el proceso de cálculo de las pérdidas de calor en una tubería Uponor enfundada sería:

$$Q = \frac{\pi \cdot (T_{\text{interior}} - T_{\text{exterior}})}{\left( \frac{1}{\alpha_i \cdot D_i} \right) + \left( \frac{\ln \left( \frac{D_2}{D_1} \right)}{2 \cdot \lambda_1} \right) + \left( \frac{\ln \left( \frac{D_3}{D_2} \right)}{2 \cdot \lambda_2} \right)} \quad (\text{W/m})$$

Considerando que los coeficientes de transmisión de calor  $\lambda_1$  son constantes con la temperatura, y la velocidad del agua es de 2 m/s, el valor que toman los coeficientes es el siguiente:

- $\alpha_i$ : Coeficiente superficial del agua (9.500 W/m<sup>2</sup>·°C).
- $D_i$ : Diámetro interior del tubo Uponor (mm).
- $\lambda_1$ : Coeficiente de transmisión de calor de los tubos Uponor.
  - Uponor MLC 0,40 W/m·°C
  - Uponor PEX 0,35 W/m·°C
- $D_2$ : Diámetro exterior del tubo Uponor (mm).
- $\lambda_2$ : Coeficiente de transmisión de calor del aislamiento (0,040 W/m·°C).
- $D_3$ : Diámetro exterior del aislamiento (mm).
- $T_{\text{ext}}$ : temperatura ambiente (°C)
- $T_{\text{agua}}$ : temperatura del agua (°C)

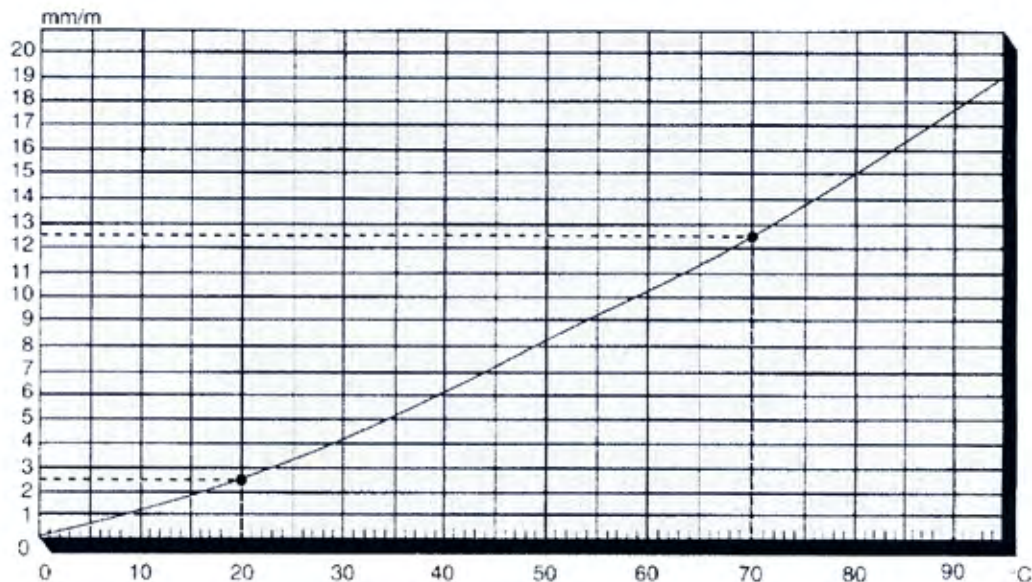
De esta forma para diferentes diámetros y saltos térmicos obtendríamos que las pérdidas de calor (W/m) en una tubería Uponor con coquilla son:

Salto térmico (°C)	Tuberías multicapa Uponor (Uponor Uni Pipe PLUS / Uponor MLC)									
	16 x 2,0	20 x 2,25	25 x 2,5	32 x 3,0	40 x 4,0	50 x 4,5	63 x 6,0	75 x 7,5	90 x 8,5	110 x 10,0
	Pérdidas (W/m)	Pérdidas (W/m)	Pérdidas (W/m)	Pérdidas (W/m)	Pérdidas (W/m)	Pérdidas (W/m)	Pérdidas (W/m)	Pérdidas (W/m)	Pérdidas (W/m)	Pérdidas (W/m)
10	2,0	2,2	2,6	3,0	3,5	4,1	4,9	5,6	6,5	7,6
20	3,9	4,5	5,1	6,0	7,0	8,3	9,8	11,2	12,9	15,2
30	5,9	6,7	7,7	9,1	10,5	12,4	14,7	16,8	19,4	22,8
40	7,8	8,9	10,3	12,1	14,0	16,5	19,6	22,3	25,9	30,4
50	9,8	11,2	12,8	15,1	17,6	20,7	24,5	27,9	32,3	38,0
60	11,8	13,4	15,4	18,1	21,1	24,8	29,4	33,5	38,3	45,7
70	13,7	15,6	18,0	21,1	24,6	28,9	34,3	39,1	45,3	53,3
80	15,7	17,9	20,6	24,2	28,1	33,1	39,2	44,7	51,7	60,9

Salto térmico (°C)	Tuberías Uponor Aqua Pipe (PEX-a)									
	16 x 1,8	20 x 1,9	25 x 2,3	32 x 2,9	40 x 3,7	50 x 4,6	63 x 5,8	75 x 6,8	90 x 8,2	110 x 10,0
	Pérdidas (W/m)	Pérdidas (W/m)	Pérdidas (W/m)	Pérdidas (W/m)	Pérdidas (W/m)	Pérdidas (W/m)	Pérdidas (W/m)	Pérdidas (W/m)	Pérdidas (W/m)	Pérdidas (W/m)
10	2,0	2,2	2,6	3,0	3,5	4,1	4,9	5,6	6,4	7,5
20	3,9	4,5	5,1	6,0	7,0	8,2	9,8	11,2	12,9	15,1
30	5,9	6,7	7,7	9,0	10,5	12,3	14,6	16,7	19,3	22,6
40	7,8	9,0	10,3	12,1	14,0	16,4	19,5	22,3	25,7	30,2
50	9,8	11,2	12,8	15,1	17,5	20,6	24,4	27,9	32,2	37,7
60	11,8	13,4	15,4	18,1	21,0	24,7	29,3	33,5	38,6	45,3
70	13,7	15,7	18,0	21,1	24,5	28,8	34,2	39,1	45,0	52,8
80	15,7	17,9	20,5	24,1	28,1	32,9	39,0	44,6	51,4	60,3

Espesor del aislamiento: 20 mm. Para otros espesores de aislamiento, las pérdidas de calor deberían calcularse con la fórmula expuesta anteriormente.

### 3. Expansión térmica Uponor Aqua Pipe (PEX-a)



### 4. Fuerzas de expansión y contracción Uponor Aqua Pipe (PEX-a)

Dimensión (mm)	Máx. Fuerza de expansión (N)	Máx. Fuerza de contracción (N)	Fuerza de contracción
25 x 2,3	350	550	200
32 x 2,9	600	1.000	400
40 x 3,7	900	1.500	600
50 x 4,6	1.400	2.300	900
63 x 5,8	2.300	3.800	1.500
75 x 6,8	3.200	5.300	2.100
90 x 8,2	4.600	7.500	2.900
110 x 10	6.900	11.300	4.400

#### Fuerza máxima de expansión

Es la fuerza que surge cuando se calienta una tubería fija hasta alcanzar la máxima temperatura operativa, 95 °C.

#### Fuerza máxima de contracción

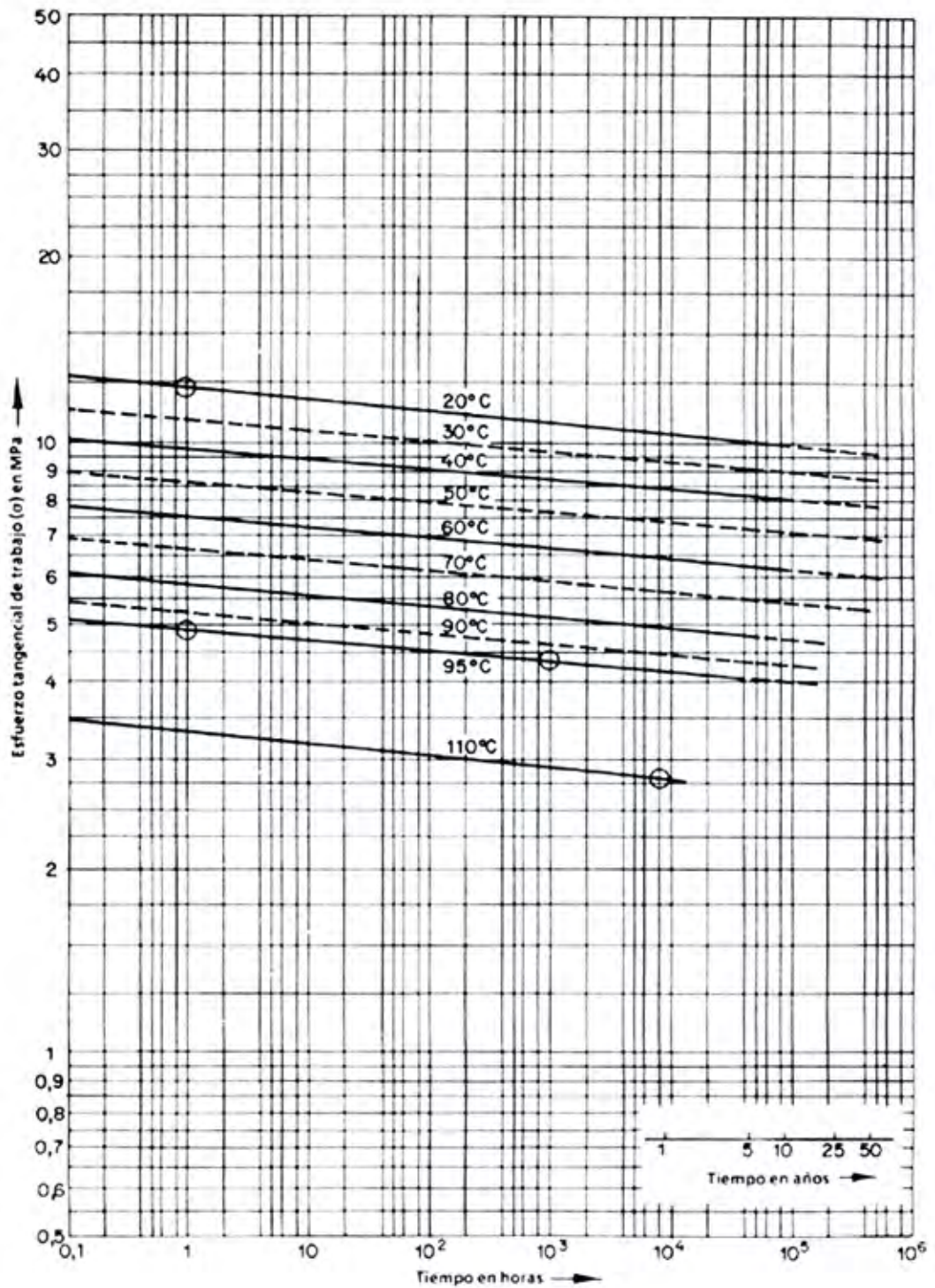
Es la fuerza debida a la contracción térmica, cuando la tubería ha sido instalada en una posición fija a la temperatura operativa máxima.

#### Fuerza de contracción

Es la fuerza restante en la tubería a la temperatura de instalación debida al acortamiento longitudinal cuando la tubería fija ha estado a presión operativa máxima y a temperatura máxima durante

# 5. Curvas de regresión Uponor Aqua Pipe (PEX-a)

## 5.1. Curva de regresión tuberías de polietileno reticulado (PEX)



Curva de regresión mínimas tuberías de polietileno reticulado (PEX).

## 5.2. Ejemplos de cálculo de la presión de trabajo

La presión de trabajo puede hallarse para cualquier condición de funcionamiento a partir del diagrama de esfuerzo tangencial conociendo la serie de la tubería:

### Ejemplo 1

¿Cuál es la presión de trabajo continuo que puede soportar una tubería Uponor Aqua Pipe de la serie 5 trabajando continuamente a 60 °C durante 50 años?

En el gráfico buscamos la recta de 60 °C. Para 50 años:

- $\sigma = 6 \text{ MPa}$
- $P_t = \sigma / S = 6/5 = 1,2 \text{ MPa}$
- **$P_t = 12 \text{ kg/cm}^2$**

Luego la tubería puede trabajar a 12 kg/cm<sup>2</sup> y 60 °C durante 50 años.

### Ejemplo 2

¿Cuál es la presión de trabajo continuo que puede soportar una tubería Uponor Aqua Pipe de la serie 5 trabajando continuamente a 20 °C durante 50 años?

En el gráfico buscamos la recta de 20 °C. Para 50 años:

- $\sigma = 9,5 \text{ MPa}$
- $P_t = \sigma / S = 9,5/5 = 1,9 \text{ MPa}$
- **$P_t = 19 \text{ kg/cm}^2$**

Luego la tubería puede trabajar a 19 kg/cm<sup>2</sup> y 20 °C durante 50 años.

# 6. Coeficiente de simultaneidad para diferentes tipos de edificios

## 6.1. Caudal de simultaneidad

En la práctica, el funcionamiento de los grifos en las instalaciones de agua caliente sanitaria, ACS, es breve (inferior a 15 minutos por lo general). Todos los grifos no suelen estar en funcionamiento al mismo tiempo, por lo tanto, el caudal instalado se reduce a un caudal de simultaneidad a través de un coeficiente de simultaneidad.

### 6.1.1. Cálculo del caudal de simultaneidad

El caudal de cálculo, o caudal simultáneo,  $Q_c$  es el caudal utilizado para el dimensionado de los distintos tramos de la instalación. Se establece a partir de la suma de los caudales instantáneos mínimos, calculados según las fórmulas siguientes y dependiendo del tipo de edificación. Según el Documento de Salubridad, sección HS4, Suministro de Agua, se ha de elegir el coeficiente de simultaneidad de acuerdo con un criterio adecuado. Uponor se basa en este punto en la norma DIN 1988, debido a que esta norma cuenta con una amplia gama de coeficientes de simultaneidad en función de la vivienda y del caudal con el que estemos trabajando.

#### Edificios de viviendas

Para  $Q_t > 20$  l/s:  $Q_c = 1,7 \times (Q_t)^{0,21} - 0,7$  (l/s)

Para  $Q_t \leq 20$  l/s (dependiendo de los caudales mínimos):

Si todo  $Q_{min} < 0,5$  l/s:  $Q_c = 0,682 \times (Q_t)^{0,45} - 0,14$  (l/s)

Si algún  $Q_{min} \geq 0,5$  l/s:  $Q_t \leq 1$  l/s:  $Q_c = Q_t$  (No simultaneidad)

$Q_t > 1$  l/s:  $Q_c = 1,7 \times (Q_t)^{0,21} - 0,7$  (l/s)

#### Edificios de oficinas, estaciones, aeropuertos, etc.

Para  $Q_t > 20$  l/s:  $Q_c = 0,4 \times (Q_t)^{0,54} + 0,48$  (l/s)

Para  $Q_t \leq 20$  l/s (dependiendo de los caudales mínimos):

Si todo  $Q_{min} < 0,5$  l/s:  $Q_c = 0,682 \times (Q_t)^{0,45} - 0,14$  (l/s)

Si algún  $Q_{min} \geq 0,5$  l/s:  $Q_t \leq 1$  l/s:  $Q_c = Q_t$  (No simultaneidad)

$Q_t > 1$  l/s:  $Q_c = 1,7 \times (Q_t)^{0,21} - 0,7$  (l/s)

#### Edificios de hoteles, discotecas, museos

Para  $Q_t > 20$  l/s:  $Q_c = 1,08 \times (Q_t)^{0,5} - 1,83$  (l/s)

Para  $Q_t \leq 20$  l/s (dependiendo de los caudales mínimos):

Si todo  $Q_{min} < 0,5$  l/s:  $Q_c = 0,698 \times (Q_t)^{0,5} - 0,12$  (l/s)

Si algún  $Q_{min} \geq 0,5$  l/s:  $Q_t \leq 1$  l/s:  $Q_c = Q_t$  (No simultaneidad)

$Q_t > 1$  l/s:  $Q_c = (Q_t)^{0,366}$  (l/s)

#### Edificios de centros comerciales

Para  $Q_t > 20$  l/s:  $Q_c = 4,3 \times (Q_t)^{0,27} - 6,65$  (l/s)

Para  $Q_t \leq 20$  l/s (dependiendo de los caudales mínimos):

Si todo  $Q_{min} < 0,5$  l/s:  $Q_c = 0,698 \times (Q_t)^{0,5} - 0,12$  (l/s)

Si algún  $Q_{min} \geq 0,5$  l/s:  $Q_t \leq 1$  l/s:  $Q_c = Q_t$  (No simultaneidad)

$Q_t > 1$  l/s:  $Q_c = (Q_t)^{0,366}$  (l/s)

#### Edificios de hospitales

Para  $Q_t > 20$  l/s:  $Q_c = 0,25 \times (Q_t)^{0,65} + 1,25$  (l/s)

Para  $Q_t \leq 20$  l/s (dependiendo de los caudales mínimos):

Si todo  $Q_{min} < 0,5$  l/s:  $Q_c = 0,698 \times (Q_t)^{0,5} - 0,12$  (l/s)

Si algún  $Q_{min} \geq 0,5$  l/s:  $Q_t \leq 1$  l/s:  $Q_c = Q_t$  (No simultaneidad)

$Q_t > 1$  l/s:  $Q_c = (Q_t)^{0,366}$  (l/s)

#### Edificios de escuelas, polideportivos

Para  $Q_t > 20$  l/s:  $Q_c = 22,5 \times (Q_t)^{0,5} + 11,5$  (l/s)

Para  $Q_t \leq 20$  l/s:  $Q_t \leq 1$  l/s:  $Q_c = Q_t$  (No simultaneidad)

$Q_t > 1$  l/s:  $Q_c = 4,4 \times (Q_t)^{0,27} - 3,41$  (l/s)

Para otras construcciones especiales (cuarteles, cárceles, industrias,...) hay que establecer consideraciones especiales sobre la simultaneidad. Esto se debe justificar en el proyecto específico, siendo:

- Caudal instantáneo mínimo  $Q_{min}$  (l/s; l/min; m<sup>3</sup>/h): Caudal instantáneo que se debe suministrar a cada uno de los aparatos sanitarios con independencia del estado de funcionamiento.

- Caudal simultáneo o caudal de cálculo  $Q_c$  (l/s; l/min; m<sup>3</sup>/h): Caudal que se produce por el funcionamiento lógico simultáneo de aparatos de consumo o unidades de suministro.
- Caudal total instalado  $Q_t$  (l/s; l/min; m<sup>3</sup>/h): Es la suma de los caudales instantáneos mínimos de todos los aparatos instalados.



# 7. Tablas de pérdida de carga en función del flujo térmico

## 7.1. Tuberías Uponor Aqua Pipe (PEX-a) y Uponor Radi Pipe (con barrera antidifusión de oxígeno EVOH)

### Nomograma de pérdidas de carga - caudal - velocidad

#### Tubería Uponor Aqua Pipe (PEX-a) y Uponor Radi Pipe (con barrera antidifusión de oxígeno EVOH)

#### Diámetro 16 mm

Salto térmico: 20 °C - Temperatura de impulsión: 70 °C

Demanda	Caudal de agua		Velocidad	Pérdida de carga	
	kcal/h	l/s	l/h	m/s	kPa/m
100	0,001	5	0,012	0,000	0,036
150	0,002	7,5	0,017	0,001	0,074
200	0,003	10	0,023	0,001	0,124
250	0,003	12,5	0,029	0,002	0,186
300	0,004	15	0,035	0,003	0,258
350	0,005	17,5	0,040	0,003	0,340
400	0,006	20	0,046	0,004	0,432
450	0,006	22,5	0,052	0,005	0,535
500	0,007	25	0,058	0,006	0,646
550	0,008	27,5	0,063	0,008	0,767
600	0,008	30	0,069	0,009	0,897
650	0,009	32,5	0,075	0,010	1,036
700	0,010	35	0,081	0,012	1,184
750	0,010	37,5	0,086	0,013	1,341
800	0,011	40	0,092	0,015	1,506
850	0,012	42,5	0,098	0,017	1,680
900	0,013	45	0,104	0,019	1,862
950	0,013	47,5	0,109	0,021	2,052
1.000	0,014	50	0,115	0,023	2,251
1.050	0,015	52,5	0,121	0,025	2,457
1.100	0,015	55	0,127	0,027	2,672
1.150	0,016	57,5	0,132	0,029	2,894
1.200	0,017	60	0,138	0,031	3,125
1.250	0,017	62,5	0,144	0,034	3,363
1.300	0,018	65	0,150	0,036	3,609
1.350	0,019	67,5	0,155	0,039	3,863
1.400	0,019	70	0,161	0,041	4,124
1.450	0,020	72,5	0,167	0,044	4,393
1.500	0,021	75	0,173	0,047	4,670
1.550	0,022	77,5	0,178	0,050	4,954
1.600	0,022	80	0,184	0,052	5,245
1.650	0,023	82,5	0,190	0,055	5,544
1.700	0,024	85	0,196	0,058	5,850
1.750	0,024	87,5	0,201	0,062	6,163
1.800	0,025	90	0,207	0,065	6,484
1.850	0,026	92,5	0,213	0,068	6,812
1.900	0,026	95	0,219	0,071	7,147
1.950	0,027	97,5	0,224	0,075	7,489
2.000	0,028	100	0,230	0,078	7,838
2.050	0,028	102,5	0,236	0,082	8,194
2.100	0,029	105	0,242	0,086	8,558
2.150	0,030	107,5	0,247	0,089	8,928
2.200	0,031	110	0,253	0,093	9,305
2.250	0,031	112,5	0,259	0,097	9,690
2.300	0,032	115	0,265	0,101	10,081
2.350	0,033	117,5	0,270	0,105	10,479

**Nomograma de pérdidas de carga - caudal - velocidad**

**Tubería Uponor Aqua Pipe (PEX-a) y Uponor Radi Pipe (con barrera antidifusión de oxígeno EVOH)**

**Diámetro 16 mm**

**Salto térmico: 20 °C - Temperatura de impulsión: 70 °C**

Demanda	Caudal de agua		Velocidad	Pérdida de carga	
	kcal/h	l/s	l/h	m/s	kPa/m
2.400	0,033	120	0,276	0,109	10,883
2.450	0,034	122,5	0,282	0,113	11,295
2.500	0,035	125	0,288	0,117	11,713
2.550	0,035	127,5	0,293	0,121	12,138
2.600	0,036	130	0,299	0,126	12,570
2.650	0,037	132,5	0,305	0,130	13,009
2.700	0,038	135	0,311	0,135	13,454
2.750	0,038	137,5	0,316	0,139	13,906
2.800	0,039	140	0,322	0,144	14,364
2.850	0,040	142,5	0,328	0,148	14,829
2.900	0,040	145	0,334	0,153	15,301
2.950	0,041	147,5	0,339	0,158	15,779
3.000	0,042	150	0,345	0,163	16,264
3.050	0,042	152,5	0,351	0,168	16,755
3.100	0,043	155	0,357	0,173	17,253
3.150	0,044	157,5	0,362	0,178	17,757
3.200	0,044	160	0,368	0,183	18,268
3.250	0,045	162,5	0,374	0,188	18,785
3.300	0,046	165	0,380	0,193	19,308
3.350	0,047	167,5	0,385	0,198	19,838
3.400	0,047	170	0,391	0,204	20,374
3.450	0,048	172,5	0,397	0,209	20,917
3.500	0,049	175	0,403	0,215	21,466
3.550	0,049	177,5	0,408	0,220	22,021
3.600	0,050	180	0,414	0,226	22,582
3.650	0,051	182,5	0,420	0,232	23,150
3.700	0,051	185	0,426	0,237	23,724
3.750	0,052	187,5	0,431	0,243	24,304
3.800	0,053	190	0,437	0,249	24,891
3.850	0,053	192,5	0,443	0,255	25,484
3.900	0,054	195	0,449	0,261	26,082
3.950	0,055	197,5	0,454	0,267	26,688
4.000	0,056	200	0,460	0,273	27,299
4.100	0,057	205	0,472	0,285	28,540
4.200	0,058	210	0,483	0,298	29,805
4.300	0,060	215	0,495	0,311	31,095
4.400	0,061	220	0,506	0,324	32,409
4.500	0,063	225	0,518	0,337	33,747
4.600	0,064	230	0,529	0,351	35,109
4.700	0,065	235	0,541	0,365	36,495
4.800	0,067	240	0,552	0,379	37,904
4.900	0,068	245	0,564	0,393	39,338
5.000	0,069	250	0,575	0,408	40,795

Factores de corrección para otras temperaturas					
Temperatura	90	80	60	50	40
Factor	0,95	0,98	1,02	1,05	1,1

**Nomograma de pérdidas de carga - caudal - velocidad**

**Tubería Uponor Aqua Pipe (PEX-a) y Uponor Radi Pipe (con barrera antidifusión de oxígeno EVOH)**

**Diámetro 20 mm**

Salto térmico: 20 °C - Temperatura de impulsión: 70 °C

Demanda	Caudal de agua		Velocidad	Pérdida de carga	
	kcal/h	l/s	l/h	m/s	kPa/m
500	0,007	25	0,034	0,002	0,168
600	0,008	30	0,040	0,002	0,234
700	0,010	35	0,047	0,003	0,309
800	0,011	40	0,054	0,004	0,393
900	0,013	45	0,061	0,005	0,486
1.000	0,014	50	0,067	0,006	0,588
1.100	0,015	55	0,074	0,007	0,698
1.200	0,017	60	0,081	0,008	0,817
1.300	0,018	65	0,088	0,009	0,944
1.400	0,019	70	0,094	0,011	1,079
1.500	0,021	75	0,101	0,012	1,222
1.600	0,022	80	0,108	0,014	1,372
1.700	0,024	85	0,115	0,015	1,531
1.800	0,025	90	0,121	0,017	1,697
1.900	0,026	95	0,128	0,019	1,871
2.000	0,028	100	0,135	0,021	2,053
2.100	0,029	105	0,142	0,022	2,242
2.200	0,031	110	0,148	0,024	2,438
2.300	0,032	115	0,155	0,026	2,642
2.400	0,033	120	0,162	0,029	2,852
2.500	0,035	125	0,168	0,031	3,070
2.600	0,036	130	0,175	0,033	3,296
2.700	0,038	135	0,182	0,035	3,528
2.800	0,039	140	0,189	0,038	3,767
2.900	0,040	145	0,195	0,040	4,013
3.000	0,042	150	0,202	0,043	4,266
3.100	0,043	155	0,209	0,045	4,526
3.200	0,044	160	0,216	0,048	4,793
3.300	0,046	165	0,222	0,051	5,067
3.400	0,047	170	0,229	0,053	5,347
3.500	0,049	175	0,236	0,056	5,634
3.600	0,050	180	0,243	0,059	5,928
3.700	0,051	185	0,249	0,062	6,229
3.800	0,053	190	0,256	0,065	6,536
3.900	0,054	195	0,263	0,068	6,849
4.000	0,056	200	0,270	0,072	7,169
4.100	0,057	205	0,276	0,075	7,496
4.200	0,058	210	0,283	0,078	7,829
4.300	0,060	215	0,290	0,082	8,169
4.400	0,061	220	0,296	0,085	8,515
4.500	0,063	225	0,303	0,089	8,867
4.600	0,064	230	0,310	0,092	9,226
4.700	0,065	235	0,317	0,096	9,591
4.800	0,067	240	0,323	0,100	9,962
4.900	0,068	245	0,330	0,103	10,339
5.000	0,069	250	0,337	0,107	10,723

**Nomograma de pérdidas de carga - caudal - velocidad**

**Tubería Uponor Aqua Pipe (PEX-a) y Uponor Radi Pipe (con barrera antidifusión de oxígeno EVOH)**

**Diámetro 20 mm**

**Salto térmico: 20 °C - Temperatura de impulsión: 70 °C**

Demanda	Caudal de agua		Velocidad	Pérdida de carga	
	kcal/h	l/s	l/h	m/s	kPa/m
5.100	0,071	255	0,344	0,111	11,113
5.200	0,072	260	0,350	0,115	11,510
5.300	0,074	265	0,357	0,119	11,912
5.400	0,075	270	0,364	0,123	12,321
5.500	0,076	275	0,371	0,127	12,735
5.600	0,078	280	0,377	0,132	13,156
5.700	0,079	285	0,384	0,136	13,583
5.800	0,081	290	0,391	0,140	14,016
5.900	0,082	295	0,398	0,145	14,455
6.000	0,083	300	0,404	0,149	14,900
6.100	0,085	305	0,411	0,154	15,351
6.200	0,086	310	0,418	0,158	15,808
6.300	0,088	315	0,425	0,163	16,271
6.400	0,089	320	0,431	0,167	16,740
6.500	0,090	325	0,438	0,172	17,215
6.600	0,092	330	0,445	0,177	17,696
6.700	0,093	335	0,451	0,182	18,182
6.800	0,094	340	0,458	0,187	18,675
6.900	0,096	345	0,465	0,192	19,173
7.000	0,097	350	0,472	0,197	19,678
7.200	0,100	360	0,485	0,207	20,704
7.400	0,103	370	0,499	0,218	21,753
7.600	0,106	380	0,512	0,228	22,825
7.800	0,108	390	0,526	0,239	23,920
8.000	0,111	400	0,539	0,250	25,038
8.200	0,114	410	0,553	0,262	26,179
8.400	0,117	420	0,566	0,273	27,342
8.600	0,119	430	0,579	0,285	28,528
8.800	0,122	440	0,593	0,297	29,736
9.000	0,125	450	0,606	0,310	30,966
9.200	0,128	460	0,620	0,322	32,219
9.400	0,131	470	0,633	0,335	33,494
9.600	0,133	480	0,647	0,348	34,791
9.800	0,136	490	0,660	0,361	36,109
10.000	0,139	500	0,674	0,374	37,450
10.200	0,142	510	0,687	0,388	38,812
10.400	0,144	520	0,701	0,402	40,196

Factores de corrección para otras temperaturas					
Temperatura	90	80	60	50	40
Factor	0,95	0,98	1,02	1,05	1,1

**Nomograma de pérdidas de carga - caudal - velocidad**

**Tubería Uponor Aqua Pipe (PEX-a) y Uponor Radi Pipe (con barrera antidifusión de oxígeno EVOH)**

**Diámetro 25 mm**

**Salto térmico: 20 °C - Temperatura de impulsión: 70 °C**

Demanda	Caudal de agua		Velocidad	Pérdida de carga	
	kcal/h	l/s	l/h	m/s	kPa/m
1.000	0,014	50	0,042	0,002	0,198
1.100	0,015	55	0,047	0,002	0,235
1.200	0,017	60	0,051	0,003	0,274
1.300	0,018	65	0,055	0,003	0,316
1.400	0,019	70	0,059	0,004	0,361
1.500	0,021	75	0,064	0,004	0,408
1.600	0,022	80	0,068	0,005	0,458
1.700	0,024	85	0,072	0,005	0,510
1.800	0,025	90	0,076	0,006	0,564
1.900	0,026	95	0,081	0,006	0,621
2.000	0,028	100	0,085	0,007	0,681
2.100	0,029	105	0,089	0,007	0,743
2.200	0,031	110	0,093	0,008	0,807
2.300	0,032	115	0,098	0,009	0,873
2.400	0,033	120	0,102	0,009	0,942
2.500	0,035	125	0,106	0,010	1,012
2.600	0,036	130	0,110	0,011	1,086
2.700	0,038	135	0,115	0,012	1,161
2.800	0,039	140	0,119	0,012	1,238
2.900	0,040	145	0,123	0,013	1,318
3.000	0,042	150	0,127	0,014	1,400
3.100	0,043	155	0,132	0,015	1,484
3.200	0,044	160	0,136	0,016	1,570
3.300	0,046	165	0,140	0,017	1,659
3.400	0,047	170	0,144	0,017	1,749
3.500	0,049	175	0,149	0,018	1,842
3.600	0,050	180	0,153	0,019	1,936
3.700	0,051	185	0,157	0,020	2,033
3.800	0,053	190	0,161	0,021	2,132
3.900	0,054	195	0,166	0,022	2,232
4.000	0,056	200	0,170	0,023	2,335
4.100	0,057	205	0,174	0,024	2,440
4.200	0,058	210	0,178	0,025	2,547
4.300	0,060	215	0,183	0,027	2,656
4.400	0,061	220	0,187	0,028	2,766
4.500	0,063	225	0,191	0,029	2,879
4.600	0,064	230	0,195	0,030	2,994
4.700	0,065	235	0,200	0,031	3,111
4.800	0,067	240	0,204	0,032	3,229
4.900	0,068	245	0,208	0,033	3,350
5.000	0,069	250	0,212	0,035	3,472
5.200	0,072	260	0,221	0,037	3,723
5.400	0,075	270	0,229	0,040	3,982
5.600	0,078	280	0,238	0,042	4,248
5.800	0,081	290	0,246	0,045	4,521
6.000	0,083	300	0,255	0,048	4,802

**Nomograma de pérdidas de carga - caudal - velocidad**

**Tubería Uponor Aqua Pipe (PEX-a) y Uponor Radi Pipe (con barrera antidifusión de oxígeno EVOH)**

**Diámetro 25 mm**

**Salto térmico: 20 °C - Temperatura de impulsión: 70 °C**

Demanda	Caudal de agua		Velocidad	Pérdida de carga	
	kcal/h	l/s	l/h	m/s	kPa/m
6.200	0,086	310	0,263	0,051	5,090
6.400	0,089	320	0,272	0,054	5,386
6.600	0,092	330	0,280	0,057	5,689
6.800	0,094	340	0,289	0,060	5,999
7.000	0,097	350	0,297	0,063	6,317
7.200	0,100	360	0,306	0,066	6,641
7.400	0,103	370	0,314	0,070	6,973
7.600	0,106	380	0,323	0,073	7,311
7.800	0,108	390	0,331	0,077	7,657
8.000	0,111	400	0,340	0,080	8,009
8.400	0,117	420	0,357	0,087	8,735
8.800	0,122	440	0,374	0,095	9,489
9.200	0,128	460	0,391	0,103	10,269
9.600	0,133	480	0,408	0,111	11,076
10.000	0,139	500	0,425	0,119	11,910
10.400	0,144	520	0,442	0,128	12,771
10.800	0,150	540	0,459	0,137	13,657
11.200	0,156	560	0,476	0,146	14,570
11.600	0,161	580	0,493	0,155	15,508
12.000	0,167	600	0,510	0,165	16,471
12.400	0,172	620	0,527	0,175	17,460
12.800	0,178	640	0,544	0,185	18,474
13.200	0,183	660	0,561	0,195	19,513
13.600	0,189	680	0,578	0,206	20,577
14.000	0,194	700	0,595	0,217	21,666
14.400	0,200	720	0,612	0,228	22,778
14.800	0,2063	740	0,629	0,239	23,916
15.200	0,211	760	0,646	0,251	25,077
15.600	0,217	780	0,663	0,263	26,263
16.000	0,222	800	0,680	0,275	27,472
16.400	0,228	820	0,697	0,287	28,705
16.800	0,233	840	0,714	0,300	29,962
17.200	0,239	860	0,731	0,312	31,242
17.600	0,244	880	0,748	0,325	32,546
18.000	0,250	900	0,765	0,339	33,873
18.400	0,256	920	0,782	0,352	35,223
18.800	0,261	940	0,799	0,366	36,596
19.200	0,267	960	0,816	0,380	37,992
19.600	0,272	980	0,833	0,394	39,411
20.000	0,278	1000	0,850	0,409	40,852

Factores de corrección para otras temperaturas					
Temperatura	90	80	60	50	40
Factor	0,95	0,98	1,02	1,05	1,1

**Nomograma de pérdidas de carga - caudal - velocidad**

**Tubería Uponor Aqua Pipe (PEX-a) y Uponor Radi Pipe (con barrera antidifusión de oxígeno EVOH)**

**Diámetro 32 mm**

**Salto térmico: 20 °C - Temperatura de impulsión: 70 °C**

Demanda	Caudal de agua		Velocidad	Pérdida de carga	
	kcal/h	l/s	l/h	m/s	kPa/m
5.000	0,069	250	0,129	0,010	0,956
5.250	0,073	262	0,135	0,010	1,044
5.500	0,076	275	0,142	0,011	1,135
5.750	0,080	287,5	0,148	0,012	1,229
6.000	0,083	300	0,155	0,013	1,327
6.250	0,087	312,5	0,161	0,014	1,428
6.500	0,090	325	0,167	0,015	1,532
6.750	0,094	337,5	0,174	0,016	1,639
7.000	0,097	350	0,180	0,017	1,750
7.250	0,101	362,5	0,187	0,019	1,864
7.500	0,104	375	0,193	0,020	1,981
7.750	0,108	387,5	0,200	0,021	2,101
8.000	0,111	400	0,206	0,022	2,224
8.250	0,115	412,5	0,213	0,024	2,351
8.500	0,118	425	0,219	0,025	2,480
8.750	0,122	437,5	0,225	0,026	2,613
9.000	0,125	450	0,232	0,027	2,748
9.250	0,128	462,5	0,238	0,029	2,887
9.500	0,132	475	0,245	0,030	3,028
9.750	0,135	487,5	0,251	0,032	3,173
10.000	0,139	500	0,258	0,033	3,321
10.250	0,142	512,5	0,264	0,035	3,471
10.500	0,146	525	0,270	0,036	3,625
10.750	0,149	537,5	0,277	0,038	3,781
11.000	0,153	550	0,283	0,039	3,941
11.250	0,156	562,5	0,290	0,041	4,103
11.500	0,160	575	0,296	0,043	4,268
11.750	0,163	587,5	0,303	0,044	4,436
12.000	0,167	600	0,309	0,046	4,607
12.250	0,170	612,5	0,316	0,048	4,781
12.500	0,174	625	0,322	0,050	4,958
12.750	0,177	637,5	0,328	0,051	5,137
13.000	0,181	650	0,335	0,053	5,320
13.500	0,188	675	0,348	0,057	5,693
14.000	0,194	700	0,361	0,061	6,077
14.500	0,201	725	0,374	0,065	6,472
15.000	0,208	750	0,386	0,069	6,879
15.500	0,215	775	0,399	0,073	7,296
16.000	0,222	800	0,412	0,077	7,724
16.500	0,229	825	0,425	0,082	8,163
17.000	0,236	850	0,438	0,086	8,613
17.500	0,243	875	0,451	0,091	9,073
18.000	0,250	900	0,464	0,095	9,544
18.500	0,257	925	0,477	0,100	10,025
19.000	0,264	950	0,489	0,105	10,517
19.500	0,271	975	0,502	0,110	11,019

**Nomograma de pérdidas de carga - caudal - velocidad**

**Tubería Uponor Aqua Pipe (PEX-a) y Uponor Radi Pipe (con barrera antidifusión de oxígeno EVOH)**

**Diámetro 32 mm**

**Salto térmico: 20 °C - Temperatura de impulsión: 70 °C**

Demanda	Caudal de agua		Velocidad	Pérdida de carga	
	kcal/h	l/s	l/h	m/s	kPa/m
20.000	0,278	1.000	0,515	0,115	11,532
20.500	0,285	1.025	0,528	0,121	12,055
21.000	0,292	1.050	0,541	0,126	12,588
21.500	0,299	1.075	0,554	0,131	13,132
22.000	0,306	1.100	0,567	0,137	13,685
22.500	0,313	1.125	0,580	0,142	14,249
23.000	0,319	1.150	0,593	0,148	14,823
23.500	0,326	1.175	0,605	0,154	15,406
24.000	0,333	1.200	0,618	0,160	16,000
24.500	0,340	1.225	0,631	0,166	16,604
25.000	0,347	1.250	0,644	0,172	17,217
25.500	0,354	1.275	0,657	0,178	17,841
26.000	0,361	1.300	0,670	0,185	18,474
26.500	0,368	1.325	0,683	0,191	19,117
27.000	0,375	1.350	0,696	0,198	19,769
27.500	0,382	1.375	0,708	0,204	20,432
28.000	0,389	1.400	0,721	0,211	21,104
28.500	0,396	1.425	0,734	0,218	21,786
29.000	0,403	1.450	0,747	0,225	22,477
29.500	0,410	1.475	0,760	0,232	23,178
30.000	0,417	1.500	0,773	0,239	23,888
30.500	0,424	1.525	0,786	0,246	24,608
31.000	0,431	1.550	0,799	0,253	25,337
31.500	0,438	1.575	0,811	0,261	26,076
32.000	0,444	1.600	0,824	0,268	26,824
32.500	0,451	1.625	0,837	0,276	27,581
33.000	0,458	1.650	0,850	0,283	28,348
33.500	0,465	1.675	0,863	0,291	29,124
34.000	0,472	1.700	0,876	0,299	29,910
34.500	0,479	1.725	0,889	0,307	30,704
35.000	0,486	1.750	0,902	0,315	31,508
35.500	0,493	1.775	0,915	0,323	32,321
36.000	0,500	1.800	0,927	0,331	33,143
36.500	0,507	1.825	0,940	0,340	33,975
37.000	0,514	1.850	0,953	0,348	34,815
37.500	0,521	1.875	0,966	0,357	35,665
38.000	0,528	1.900	0,979	0,365	36,523
38.500	0,535	1.925	0,992	0,374	37,391
39.000	0,542	1.950	1,005	0,383	38,267
39.500	0,549	1.975	1,018	0,392	39,153
40.000	0,556	2.000	1,030	0,400	40,048

Factores de corrección para otras temperaturas					
Temperatura	90	80	60	50	40
Factor	0,95	0,98	1,02	1,05	1,1



**Nomograma de pérdidas de carga - caudal - velocidad**

**Tubería Uponor Aqua Pipe (PEX-a) y Uponor Radi Pipe (con barrera antidifusión de oxígeno EVOH)**

**Diámetro 40 mm**

Salto térmico: 20 °C - Temperatura de impulsión: 70 °C

Demanda	Caudal de agua		Velocidad	Pérdida de carga	
	kcal/h	l/s	l/h	m/s	kPa/m
5.000	0,069	250	0,083	0,003	0,316
5.500	0,076	275	0,092	0,004	0,376
6.000	0,083	300	0,100	0,004	0,439
6.500	0,090	325	0,108	0,005	0,507
7.000	0,097	350	0,116	0,006	0,580
7.500	0,104	375	0,125	0,007	0,656
8.000	0,111	400	0,133	0,007	0,737
8.500	0,118	425	0,141	0,008	0,822
9.000	0,125	450	0,150	0,009	0,911
9.500	0,132	475	0,158	0,010	1,004
10.000	0,139	500	0,166	0,011	1,101
10.500	0,146	525	0,175	0,012	1,202
11.000	0,153	550	0,183	0,013	1,306
11.500	0,160	575	0,191	0,014	1,415
12.000	0,167	600	0,200	0,015	1,528
12.500	0,174	625	0,208	0,016	1,644
13.000	0,181	650	0,216	0,018	1,764
13.500	0,188	675	0,225	0,019	1,888
14.000	0,194	700	0,233	0,020	2,016
14.500	0,201	725	0,241	0,021	2,147
15.000	0,208	750	0,250	0,023	2,282
15.500	0,215	775	0,258	0,024	2,420
16.000	0,222	800	0,266	0,026	2,563
16.500	0,229	825	0,275	0,027	2,708
17.000	0,236	850	0,283	0,029	2,858
17.500	0,243	875	0,291	0,030	3,011
18.000	0,250	900	0,300	0,032	3,167
18.500	0,257	925	0,308	0,033	3,327
19.000	0,264	950	0,316	0,035	3,491
19.500	0,271	975	0,324	0,037	3,658
20.000	0,278	1.000	0,333	0,038	3,828
20.500	0,285	1.025	0,341	0,040	4,002
21.000	0,292	1.050	0,349	0,042	4,179
21.500	0,299	1.075	0,358	0,044	4,360
22.000	0,306	1.100	0,366	0,045	4,544
22.500	0,313	1.125	0,374	0,047	4,731
23.000	0,319	1.150	0,383	0,049	4,922
23.500	0,326	1.175	0,391	0,051	5,116
24.000	0,333	1.200	0,399	0,053	5,313
24.500	0,340	1.225	0,408	0,055	5,514
25.000	0,347	1.250	0,416	0,057	5,718
26.000	0,361	1.300	0,433	0,061	6,136
27.000	0,375	1.350	0,449	0,066	6,567
28.000	0,389	1.400	0,466	0,070	7,010
29.000	0,403	1.450	0,483	0,075	7,467
30.000	0,417	1.500	0,499	0,079	7,936

**Nomograma de pérdidas de carga - caudal - velocidad**

**Tubería Uponor Aqua Pipe (PEX-a) y Uponor Radi Pipe (con barrera antidifusión de oxígeno EVOH)**

**Diámetro 40 mm**

**Salto térmico: 20 °C - Temperatura de impulsión: 70 °C**

Demanda	Caudal de agua		Velocidad	Pérdida de carga	
	kcal/h	l/s	l/h	m/s	kPa/m
31.000	0,431	1.550	0,516	0,084	8,418
32.000	0,444	1.600	0,532	0,089	8,913
33.000	0,458	1.650	0,549	0,094	9,420
34.000	0,472	1.700	0,566	0,099	9,940
35.000	0,486	1.750	0,582	0,105	10,472
36.000	0,500	1.800	0,599	0,110	11,016
37.000	0,514	1.850	0,616	0,116	11,572
38.000	0,528	1.900	0,632	0,121	12,141
39.000	0,542	1.950	0,649	0,127	12,721
40.000	0,556	2.000	0,666	0,133	13,314
41.000	0,569	2.050	0,682	0,139	13,918
42.000	0,583	2.100	0,699	0,145	14,535
43.000	0,597	2.150	0,716	0,152	15,163
44.000	0,611	2.200	0,732	0,158	15,803
45.000	0,625	2.250	0,749	0,165	16,455
46.000	0,639	2.300	0,765	0,171	17,118
47.000	0,653	2.350	0,782	0,178	17,793
48.000	0,667	2.400	0,799	0,185	18,480
49.000	0,681	2.450	0,815	0,192	19,178
50.000	0,694	2.500	0,832	0,199	19,887
51.000	0,708	2.550	0,849	0,206	20,608
52.000	0,722	2.600	0,865	0,213	21,340
53.000	0,736	2.650	0,882	0,221	22,084
54.000	0,750	2.700	0,899	0,228	22,839
55.000	0,764	2.750	0,915	0,236	23,605
56.000	0,778	2.800	0,932	0,244	24,383
57.000	0,792	2.850	0,948	0,252	25,171
58.000	0,806	2.900	0,965	0,260	25,971
59.000	0,819	2.950	0,982	0,268	26,782
60.000	0,833	3.000	0,998	0,276	27,603
61.000	0,847	3.050	1,015	0,284	28,436
62.000	0,861	3.100	1,032	0,293	29,280
63.000	0,875	3.150	1,048	0,301	30,135
64.000	0,889	3.200	1,065	0,310	31,000
65.000	0,903	3.250	1,082	0,319	31,877
66.000	0,917	3.300	1,098	0,328	32,764
67.000	0,931	3.350	1,115	0,337	33,662
68.000	0,944	3.400	1,131	0,346	34,571
69.000	0,958	3.450	1,148	0,355	35,491
70.000	0,972	3.500	1,165	0,364	36,421
71.000	0,986	3.550	1,181	0,374	37,362
72.000	1,000	3.600	1,198	0,383	38,314
73.000	1,014	3.650	1,215	0,393	39,276
74.000	1,028	3.700	1,231	0,402	40,249

Factores de corrección para otras temperaturas					
Temperatura	90	80	60	50	40
Factor	0,95	0,98	1,02	1,05	1,1

**Nomograma de pérdidas de carga - caudal - velocidad**  
**Tubería Uponor Aqua Pipe (PEX-a) y Uponor Radi Pipe (con barrera antidifusión de oxígeno EVOH)**  
**Diámetro 50 mm**  
**Salto térmico: 20 °C - Temperatura de impulsión: 70 °C**

Demanda	Caudal de agua		Velocidad	Pérdida de carga	
	kcal/h	l/s	l/h	m/s	kPa/m
10.000	0,139	500	0,106	0,004	0,383
11.000	0,153	550	0,117	0,005	0,454
12.000	0,167	600	0,127	0,005	0,531
13.000	0,181	650	0,138	0,006	0,613
14.000	0,194	700	0,149	0,007	0,701
15.000	0,208	750	0,159	0,008	0,793
16.000	0,222	800	0,170	0,009	0,890
17.000	0,236	850	0,181	0,010	0,993
18.000	0,250	900	0,191	0,011	1,100
19.000	0,264	950	0,202	0,012	1,212
20.000	0,278	1.000	0,212	0,013	1,329
21.000	0,292	1.050	0,223	0,015	1,451
22.000	0,306	1.100	0,234	0,016	1,577
23.000	0,319	1.150	0,244	0,017	1,708
24.000	0,333	1.200	0,255	0,018	1,844
25.000	0,347	1.250	0,266	0,020	1,984
26.000	0,361	1.300	0,276	0,021	2,128
27.000	0,375	1.350	0,287	0,023	2,278
28.000	0,389	1.400	0,297	0,024	2,431
29.000	0,403	1.450	0,308	0,026	2,589
30.000	0,417	1.500	0,319	0,028	2,752
31.000	0,431	1.550	0,329	0,029	2,919
32.000	0,444	1.600	0,340	0,031	3,090
33.000	0,458	1.650	0,351	0,033	3,265
34.000	0,472	1.700	0,361	0,034	3,446
35.000	0,486	1.750	0,372	0,036	3,629
36.000	0,500	1.800	0,382	0,038	3,817
37.000	0,514	1.850	0,393	0,040	4,010
38.000	0,528	1.900	0,404	0,042	4,206
39.000	0,542	1.950	0,414	0,044	4,407
40.000	0,556	2.000	0,425	0,046	4,612
41.000	0,569	2.050	0,436	0,048	4,821
42.000	0,583	2.100	0,446	0,050	5,034
43.000	0,597	2.150	0,457	0,053	5,252
44.000	0,611	2.200	0,467	0,055	5,473
45.000	0,625	2.250	0,478	0,057	5,698
46.000	0,639	2.300	0,489	0,059	5,927
47.000	0,653	2.350	0,499	0,062	6,161
48.000	0,667	2.400	0,510	0,064	6,398
49.000	0,681	2.450	0,521	0,066	6,639
50.000	0,694	2.500	0,531	0,069	6,885
52.000	0,722	2.600	0,552	0,074	7,387
54.000	0,750	2.700	0,574	0,079	7,905
56.000	0,778	2.800	0,595	0,084	8,438
58.000	0,806	2.900	0,616	0,090	8,986
60.000	0,833	3.000	0,637	0,096	9,550

**Nomograma de pérdidas de carga - caudal - velocidad**

**Tubería Uponor Aqua Pipe (PEX-a) y Uponor Radi Pipe (con barrera antidifusión de oxígeno EVOH)**

**Diámetro 50 mm**

**Salto térmico: 20 °C - Temperatura de impulsión: 70 °C**

Demanda	Caudal de agua		Velocidad	Pérdida de carga	
	kcal/h	l/s	l/h	m/s	kPa/m
62.000	0,861	3.100	0,659	0,101	10,129
64.000	0,889	3.200	0,680	0,107	10,723
66.000	0,971	3.300	0,701	0,113	11,332
68.000	0,944	3.400	0,722	0,120	11,956
70.000	0,972	3.500	0,744	0,126	12,595
72.000	1,000	3.600	0,765	0,132	13,248
74.000	1,028	3.700	0,786	0,139	13,916
76.000	1,056	3.800	0,807	0,146	14,599
78.000	1,083	3.900	0,829	0,153	15,296
80.000	1,111	4.000	0,850	0,160	16,007
82.000	1,139	4.100	0,871	0,167	16,732
84.000	1,167	4.200	0,892	0,175	17,472
86.000	1,194	4.300	0,914	0,182	18,226
88.000	1,222	4.400	0,935	0,190	18,994
90.000	1,250	4.500	0,956	0,198	19,776
92.000	1,278	4.600	0,9877	0,206	20,571
94.000	1,306	4.700	0,999	0,214	21,381
96.000	1,333	4.800	1,020	0,222	22,205
98.000	1,361	4.900	1,041	0,230	23,042
100.000	1,389	5.000	1,062	0,239	23,893
102.000	1,417	5.100	1,084	0,248	24,758
104.000	1,444	5.200	1,105	0,256	25,636
106.000	1,472	5.300	1,126	0,265	26,528
108.000	1,500	5.400	1,147	0,274	27,433
110.000	1,528	5.500	1,169	0,284	28,352
112.000	1,556	5.600	1,190	0,293	29,284
114.000	1,583	5.700	1,211	0,302	30,229
116.000	1,611	5.800	1,232	0,312	31,188
118.000	1,639	5.900	1,254	0,322	32,160
120.000	1,667	6.000	1,275	0,331	33,145
122.000	1,694	6.100	1,296	0,341	34,143
124.000	1,722	6.200	1,317	0,352	35,154
126.000	1,750	6.300	1,339	0,362	36,179
128.000	1,778	6.400	1,360	0,372	37,216
130.000	1,806	6.500	1,381	0,383	38,267
132.000	1,833	6.600	1,402	0,393	39,330
134.000	1,861	6.700	1,424	0,404	40,406

Factores de corrección para otras temperaturas					
Temperatura	90	80	60	50	40
Factor	0,95	0,98	1,02	1,05	1,1

**Nomograma de pérdidas de carga - caudal - velocidad**

**Tubería Uponor Aqua Pipe (PEX-a) y Uponor Radi Pipe (con barrera antidifusión de oxígeno EVOH)**

**Diámetro 63 mm**

**Salto térmico: 20 °C - Temperatura de impulsión: 70 °C**

Demanda	Caudal de agua		Velocidad	Pérdida de carga	
	kcal/h	l/s	l/h	m/s	kPa/m
10.000	0,139	500	0,067	0,001	0,125
12.000	0,167	600	0,080	0,002	0,174
14.000	0,194	700	0,094	0,002	0,229
16.000	0,222	800	0,107	0,003	0,292
18.000	0,250	900	0,120	0,004	0,361
20.000	0,278	1.000	0,134	0,004	0,437
22.000	0,306	1.100	0,147	0,005	0,519
24.000	0,333	1.200	0,161	0,006	0,608
26.000	0,361	1.300	0,174	0,007	0,702
28.000	0,389	1.400	0,187	0,008	0,803
30.000	0,417	1.500	0,201	0,009	0,910
32.000	0,444	1.600	0,214	0,010	1,022
34.000	0,472	1.700	0,228	0,011	1,141
36.000	0,500	1.800	0,241	0,013	1,265
38.000	0,528	1.900	0,254	0,014	1,395
40.000	0,556	2.000	0,268	0,015	1,530
42.000	0,583	2.400	0,281	0,017	1,672
44.000	0,611	2.200	0,295	0,018	1,818
46.000	0,639	2.300	0,308	0,020	1,970
48.000	0,667	2.400	0,321	0,021	2,128
50.000	0,694	2.500	0,335	0,023	2,291
52.000	0,722	2.600	0,348	0,025	2,459
54.000	0,750	2.700	0,361	0,026	2,633
56.000	0,778	2.800	0,375	0,028	2,812
58.000	0,806	2.900	0,388	0,030	2,996
60.000	0,833	3.000	0,402	0,032	3,185
62.000	0,861	3.100	0,415	0,034	3,380
64.000	0,889	3.200	0,428	0,036	3,579
66.000	0,917	3.300	0,442	0,038	3,784
68.000	0,944	3.400	0,455	0,040	3,994
70.000	0,972	3.500	0,469	0,042	4,208
72.000	1,000	3.600	0,482	0,044	4,428
74.000	1,028	3.700	0,495	0,047	4,653
76.000	1,056	3.800	0,509	0,049	4,883
78.000	1,083	3.900	0,522	0,051	5,118
80.000	1,111	4.000	0,535	0,054	5,357
82.000	1,139	4.100	0,549	0,056	5,602
84.000	1,167	4.200	0,562	0,059	5,851
86.000	1,194	4.300	0,576	0,061	6,106
88.000	1,222	4.400	0,589	0,064	6,365
90.000	1,250	4.500	0,602	0,066	6,628
92.000	1,278	4.600	0,616	0,069	6,897
94.000	1,306	4.700	0,629	0,072	7,171
96.000	1,333	4.800	0,643	0,074	7,449
98.000	1,361	4.900	0,656	0,077	7,732
100.000	1,389	5.000	0,669	0,080	8,019

**Nomograma de pérdidas de carga - caudal - velocidad**

**Tubería Uponor Aqua Pipe (PEX-a) y Uponor Radi Pipe (con barrera antidifusión de oxígeno EVOH)**

**Diámetro 63 mm**

**Salto térmico: 20 °C - Temperatura de impulsión: 70 °C**

Demanda	Caudal de agua		Velocidad	Pérdida de carga	
	kcal/h	l/s	l/h	m/s	kPa/m
102.000	1,417	5.100	0,683	0,083	8,311
104.000	1,444	5.200	0,696	0,086	8,608
106.000	1,472	5.300	0,710	0,089	8,910
108.000	1,500	5.400	0,723	0,092	9,216
110.000	1,528	5.500	0,736	0,095	9,527
112.000	1,556	5.600	0,750	0,098	9,842
114.000	1,583	5.700	0,763	0,102	10,162
116.000	1,611	5.800	0,776	0,105	10,487
118.000	1,639	5.900	0,790	0,108	10,816
120.000	1,667	6.000	0,803	0,111	11,149
122.000	1,694	6.100	0,817	0,115	11,488
124.000	1,722	6.200	0,830	0,118	11,830
126.000	1,750	6.300	0,843	0,122	12,177
128.000	1,778	6.400	0,857	0,125	12,529
130.000	1,806	6.500	0,870	0,129	12,885
135.000	1,875	6.750	0,904	0,138	13,795
140.000	1,944	7.000	0,937	0,147	14,732
145.000	2,014	7.250	0,971	0,157	15,697
150.000	2,083	7.500	1,004	0,167	16,689
155.000	2,153	7.750	1,037	0,177	17,708
160.000	2,222	8.000	1,071	0,188	18,754
165.000	2,292	8.250	1,104	0,198	19,827
170.000	2,361	8.500	1,138	0,209	20,926
175.000	2,431	8.750	1,171	0,221	22,052
180.000	2,500	9.000	1,205	0,232	23,204
185.000	2,569	9.250	1,238	0,244	24,382
190.000	2,639	9.500	1,272	0,256	25,586
195.000	2,708	9.750	1,305	0,268	26,816
200.000	2,778	10.000	1,339	0,281	28,072
205.000	2,847	10.250	1,372	0,294	29,353
210.000	2,917	10.500	1,406	0,307	30,660
215.000	2,986	10.750	1,439	0,320	31,992
220.000	3,056	11.000	1,473	0,333	33,350
225.000	3,125	11.250	1,506	0,347	34,732
230.000	3,194	11.500	1,539	0,361	36,140
235.000	3,264	11.750	1,573	0,376	37,572
240.000	3,333	12.000	1,606	0,390	39,030
245.000	3,403	12.250	1,640	0,405	40,512

Factores de corrección para otras temperaturas					
Temperatura	90	80	60	50	40
Factor	0,95	0,98	1,02	1,05	1,1

**Nomograma de pérdidas de carga - caudal - velocidad**

**Tubería Uponor Aqua Pipe (PEX-a) y Uponor Radi Pipe (con barrera antidifusión de oxígeno EVOH)**

**Diámetro 75 mm**

**Salto térmico: 20 °C - Temperatura de impulsión: 70 °C**

Demanda	Caudal de agua		Velocidad	Pérdida de carga	
	kcal/h	l/s	l/h	m/s	kPa/m
10.000	0,139	500	0,047	0,001	0,055
15.000	0,208	750	0,070	0,001	0,114
20.000	0,278	1.000	0,094	0,002	0,191
25.000	0,347	1.250	0,117	0,003	0,286
30.000	0,417	1.500	0,141	0,004	0,397
35.000	0,486	1.750	0,164	0,005	0,523
40.000	0,556	2.000	0,188	0,007	0,665
45.000	0,625	2.250	0,211	0,008	0,821
50.000	0,694	2.500	0,235	0,010	0,993
55.000	0,764	2.750	0,258	0,012	1,178
60.000	0,833	3.000	0,281	0,014	1,377
65.000	0,903	3.250	0,305	0,016	1,590
70.000	0,972	3.500	0,328	0,018	1,817
75.000	1,042	3.750	0,352	0,021	2,056
80.000	1,111	4.000	0,375	0,023	2,309
85.000	1,181	4.250	0,399	0,026	2,575
90.000	1,250	4.500	0,422	0,029	2,853
95.000	1,319	4.750	0,446	0,031	3,144
100.000	1,389	5.000	0,469	0,034	3,448
105.000	1,458	5.250	0,493	0,038	3,764
110.000	1,528	5.500	0,516	0,041	4,092
115.000	1,597	5.750	0,539	0,044	4,432
120.000	1,667	6.000	0,563	0,048	4,784
125.000	1,736	6.250	0,586	0,051	5,148
130.000	1,806	6.500	0,610	0,055	5,524
135.000	1,875	6.750	0,633	0,059	5,911
140.000	1,944	7.000	0,657	0,063	6,310
145.000	2,014	7.250	0,680	0,067	6,721
150.000	2,083	7.500	0,704	0,071	7,143
155.000	2,153	7.750	0,727	0,076	7,576
160.000	2,222	8.000	0,751	0,080	8,021
165.000	2,292	8.250	0,774	0,085	8,477
170.000	2,361	8.500	0,797	0,089	8,944
175.000	2,431	8.750	0,821	0,094	9,422
180.000	2,500	9.000	0,844	0,099	9,911
185.000	2,569	9.250	0,868	0,104	10,411
190.000	2,639	9.500	0,891	0,109	10,922
195.000	2,708	9.750	0,915	0,114	11,443
200.000	2,778	10.000	0,938	0,120	11,976
205.000	2,847	10.250	0,962	0,125	12,519
210.000	2,917	10.500	0,985	0,131	13,073
215.000	2,986	10.750	1,009	0,136	13,637
220.000	3,056	11.000	1,032	0,142	14,212
225.000	3,125	11.250	1,055	0,148	14,798
230.000	3,194	11.500	1,079	0,154	15,394
235.000	3,264	11.750	1,102	0,160	16,000

**Nomograma de pérdidas de carga - caudal - velocidad**

**Tubería Uponor Aqua Pipe (PEX-a) y Uponor Radi Pipe (con barrera antidifusión de oxígeno EVOH)**

**Diámetro 75 mm**

**Salto térmico: 20 °C - Temperatura de impulsión: 70 °C**

Demanda	Caudal de agua		Velocidad	Pérdida de carga	
	kcal/h	l/s	l/h	m/s	kPa/m
240.000	3,333	12.000	1,126	0,166	16,617
245.000	3,403	12.250	1,149	0,172	17,244
250.000	3,472	12.500	1,173	0,179	17,881
255.000	3,542	12.750	1,196	0,185	18,528
260.000	3,611	13.000	1,220	0,192	19,186
265.000	3,681	13.250	1,243	0,199	19,854
270.000	3,750	13.500	1,266	0,205	20,532
275.000	3,819	13.750	1,290	0,212	21,220
280.000	3,889	14.000	1,313	0,219	21,918
285.000	3,958	14.250	1,337	0,226	22,626
290.000	4,028	14.500	1,360	0,233	23,344
295.000	4,097	14.750	1,384	0,241	24,072
300.000	4,167	15.000	1,407	0,248	24,810
305.000	4,236	15.250	1,431	0,256	25,558
310.000	4,306	15.500	1,454	0,263	26,315
315.000	4,375	15.750	1,478	0,271	27,083
320.000	4,444	16.000	1,501	0,279	27,860
325.000	4,514	16.250	1,524	0,286	28,647
330.000	4,583	16.500	1,548	0,294	29,443
335.000	4,653	16.750	1,571	0,302	30,249
340.000	4,722	17.000	1,595	0,311	31,065
345.000	4,792	17.250	1,618	0,319	31,891
350.000	4,861	17.500	1,642	0,327	32,726
355.000	4,931	17.750	1,665	0,336	33,570
360.000	5,000	18.000	1,689	0,344	34,424
365.000	5,069	18.250	1,712	0,353	35,288
370.000	5,139	18.500	1,736	0,362	36,161
375.000	5,208	18.750	1,759	0,370	37,043
380.000	5,278	19.000	1,782	0,379	37,935
385.000	5,347	19.250	1,806	0,388	38,837
390.000	5,417	19.500	1,829	0,397	39,747
395.000	5,486	19.750	1,853	0,407	40,668

**Factores de corrección para otras temperaturas**

Temperatura	90	80	60	50	40
Factor	0,95	0,98	1,02	1,05	1,1



**Nomograma de pérdidas de carga - caudal - velocidad**  
**Tubería Uponor Aqua Pipe (PEX-a) y Uponor Radi Pipe (con barrera antidifusión de oxígeno EVOH)**  
**Diámetro 90 mm**  
**Salto térmico: 20 °C - Temperatura de impulsión: 70 °C**

Demanda	Caudal de agua		Velocidad	Pérdida de carga	
	kcal/h	l/s	l/h	m/s	kPa/m
50.000	0,694	2.500	0,163	0,004	0,418
55.000	0,764	2.750	0,180	0,005	0,496
60.000	0,833	3.000	0,196	0,006	0,518
65.000	0,903	3.250	0,212	0,007	0,672
70.000	0,972	3.500	0,229	0,008	0,769
75.000	1,042	3.750	0,245	0,009	0,871
80.000	1,111	4.000	0,261	0,010	0,980
85.000	1,181	4.250	0,277	0,011	1,094
90.000	1,250	4.500	0,294	0,012	1,213
95.000	1,319	4.750	0,310	0,013	1,338
100.000	1,389	5.000	0,326	0,015	1,469
105.000	1,458	5.250	0,343	0,016	1,605
110.000	1,528	5.500	0,359	0,017	1,746
115.000	1,597	5.750	0,375	0,019	1,892
120.000	1,667	6.000	0,392	0,020	2,044
125.000	1,736	6.250	0,408	0,022	2,202
130.000	1,806	6.500	0,424	0,024	2,364
135.000	1,875	6.750	0,441	0,025	2,531
140.000	1,944	7.000	0,457	0,027	2,704
145.000	2,014	7.250	0,473	0,029	2,882
150.000	2,083	7.500	0,490	0,031	3,065
155.000	2,153	7.750	0,506	0,033	3,253
160.000	2,222	8.000	0,522	0,034	3,445
165.000	2,292	8.250	0,539	0,036	3,643
170.000	2,361	8.500	0,555	0,038	3,846
175.000	2,431	8.750	0,571	0,041	4,054
180.000	2,500	9.000	0,588	0,043	4,266
185.000	2,569	9.250	0,604	0,045	4,484
190.000	2,639	9.500	0,620	0,047	4,706
195.000	2,708	9.750	0,637	0,049	4,933
200.000	2,778	10.000	0,653	0,052	5,165
205.000	2,847	10.250	0,669	0,054	5,402
210.000	2,917	10.500	0,686	0,056	5,643
215.000	2,986	10.750	0,702	0,059	5,889
220.000	3,056	11.000	0,718	0,061	6,140
225.000	3,125	11.250	0,735	0,064	6,395
230.000	3,194	11.500	0,751	0,067	6,656
235.000	3,264	11.750	0,767	0,069	6,920
240.000	3,333	12.000	0,783	0,072	7,190
245.000	3,403	12.250	0,800	0,075	7,464
250.000	3,472	12.500	0,816	0,077	7,743
260.000	3,611	13.000	0,849	0,083	8,314
270.000	3,750	13.500	0,881	0,089	8,903
280.000	3,889	14.000	0,914	0,095	9,510
290.000	4,028	14.500	0,947	0,101	10,135
300.000	4,167	15.000	0,979	0,108	10,778

**Nomograma de pérdidas de carga - caudal - velocidad**

**Tubería Uponor Aqua Pipe (PEX-a) y Uponor Radi Pipe (con barrera antidifusión de oxígeno EVOH)**

**Diámetro 90 mm**

**Salto térmico: 20 °C - Temperatura de impulsión: 70 °C**

Demanda	Caudal de agua		Velocidad	Pérdida de carga	
	kcal/h	l/s	l/h	m/s	kPa/m
310.000	4,306	15.500	1,012	0,114	11,439
320.000	4,444	16.000	1,045	0,121	12,117
330.000	4,583	16.500	1,077	0,128	12,813
340.000	4,722	17.000	1,110	0,135	13,526
350.000	4,861	17.500	1,143	0,143	14,256
360.000	5,000	18.000	1,175	0,150	15,004
370.000	5,139	18.500	1,208	0,158	15,769
380.000	5,278	19.000	1,241	0,166	16,550
390.000	5,417	19.500	1,273	0,173	17,349
400.000	5,556	20.000	1,306	0,182	18,164
410.000	5,694	20.500	1,338	0,190	18,997
420.000	5,833	21.000	1,371	0,198	19,846
430.000	5,972	21.500	1,404	0,207	20,711
440.000	6,111	22.000	1,436	0,216	21,593
450.000	6,250	22.500	1,469	0,225	22,492
460.000	6,389	23.000	1,502	0,234	23,407
470.000	6,528	23.500	1,534	0,243	24,338
480.000	6,667	24.000	1,567	0,253	25,286
490.000	6,806	24.500	1,600	0,262	26,250
500.000	6,944	25.000	1,632	0,272	27,230
510.000	7,083	25.500	1,665	0,282	28,226
520.000	7,222	26.000	1,698	0,292	29,238
530.000	7,361	26.500	1,730	0,303	30,266
540.000	7,500	27.000	1,763	0,313	31,310
550.000	7,639	27.500	1,795	0,324	32,370
560.000	7,778	28.000	1,828	0,334	33,446
570.000	7,917	28.500	1,861	0,345	34,537
580.000	8,056	29.000	1,893	0,356	35,644
590.000	8,194	29.500	1,926	0,386	36,767
600.000	8,333	30.000	1,959	0,379	37,906
610.000	8,472	30.500	1,991	0,391	39,060
620.000	8,611	31.000	2,024	0,402	40,229

**Factores de corrección para otras temperaturas**

Temperatura	90	80	60	50	40
Factor	0,95	0,98	1,02	1,05	1,1

**Nomograma de pérdidas de carga - caudal - velocidad**

**Tubería Uponor Aqua Pipe (PEX-a) y Uponor Radi Pipe (con barrera antidifusión de oxígeno EVOH)**

**Diámetro 110 mm**

Salto térmico: 20 °C - Temperatura de impulsión: 70 °C

Demanda	Caudal de agua		Velocidad	Pérdida de carga	
	kcal/h	l/s	l/h	m/s	kPa/m
100.000	1,389	5.000	0,218	0,005	0,549
110.000	1,528	5.500	0,240	0,007	0,652
120.000	1,667	6.000	0,262	0,008	0,763
130.000	1,806	6.500	0,284	0,009	0,882
140.000	1,944	7.000	0,306	0,010	1,009
150.000	2,083	7.500	0,327	0,011	1,143
160.000	2,222	8.000	0,349	0,013	1,285
170.000	2,361	8.500	0,371	0,014	1,434
180.000	2,500	9.000	0,393	0,016	1,590
190.000	2,639	9.500	0,415	0,018	1,754
200.000	2,778	10.000	0,437	0,019	1,924
210.000	2,917	10.500	0,458	0,021	2,102
220.000	3,056	11.000	0,480	0,023	2,287
230.000	3,194	11.500	0,502	0,025	2,478
240.000	3,333	12.000	0,524	0,027	2,677
250.000	3,472	12.500	0,546	0,029	2,882
260.000	3,611	13.000	0,568	0,031	3,094
270.000	3,750	13.500	0,589	0,033	3,313
280.000	3,889	14.000	0,611	0,035	3,539
290.000	4,028	14.500	0,633	0,038	3,771
300.000	4,167	15.000	0,655	0,040	4,010
310.000	4,306	15.500	0,677	0,043	4,255
320.000	4,444	16.000	0,699	0,045	4,507
330.000	4,583	16.500	0,720	0,048	4,765
340.000	4,722	17.000	0,742	0,050	5,030
350.000	4,861	17.500	0,764	0,053	5,301
360.000	5,000	18.000	0,786	0,056	5,578
370.000	5,139	18.500	0,808	0,059	5,862
380.000	5,278	19.000	0,830	0,062	6,152
390.000	5,417	19.500	0,851	0,064	6,448
400.000	5,556	20.000	0,873	0,068	6,751
410.000	5,694	20.500	0,895	0,071	7,059
420.000	5,833	21.000	0,917	0,074	7,374
430.000	5,972	21.500	0,939	0,077	7,695
440.000	6,111	22.000	0,961	0,080	8,022
450.000	6,250	22.500	0,982	0,084	8,355
460.000	6,389	23.000	1,004	0,087	8,695
470.000	6,528	23.500	1,026	0,090	9,040
480.000	6,667	24.000	1,048	0,094	9,391
490.000	6,806	24.500	1,070	0,097	9,748
500.000	6,944	25.000	1,092	0,101	10,112
510.000	7,083	25.500	1,113	0,105	10,481
520.000	7,222	26.000	1,135	0,109	10,856
530.000	7,361	26.500	1,157	0,112	11,237
540.000	7,500	27.000	1,179	0,116	11,624
550.000	7,639	27.500	1,201	0,120	12,016

**Nomograma de pérdidas de carga - caudal - velocidad**

**Tubería Uponor Aqua Pipe (PEX-a) y Uponor Radi Pipe (con barrera antidifusión de oxígeno EVOH)**

**Diámetro 110 mm**

**Salto térmico: 20 °C - Temperatura de impulsión: 70 °C**

Demanda	Caudal de agua		Velocidad	Pérdida de carga	
	kcal/h	l/s	l/h	m/s	kPa/m
560.000	7,778	28.000	1,223	0,124	12,415
570.000	7,917	28.500	1,224	0,128	12,819
580.000	8,056	29.000	1,266	0,132	13,229
590.000	8,194	29.500	1,288	0,136	13,645
600.000	8,333	30.000	1,310	0,141	14,067
610.000	8,472	30.500	1,332	0,145	14,494
620.000	8,611	31.000	1,354	0,149	14,927
630.000	8,750	31.500	1,375	0,154	15,366
640.000	8,889	32.000	1,397	0,158	15,811
650.000	9,028	32.500	1,419	0,163	16,261
660.000	9,167	33.000	1,441	0,167	16,717
670.000	9,306	33.500	1,463	0,172	17,178
680.000	9,444	34.000	1,485	0,176	17,645
690.000	9,583	34.500	1,506	0,181	18,118
700.000	9,722	35.000	1,528	0,186	18,596
710.000	9,861	35.500	1,550	0,191	19,080
720.000	10,000	36.000	1,572	0,196	19,569
730.000	10,139	36.500	1,594	0,201	20,064
740.000	10,278	37.000	1,616	0,206	20,565
750.000	10,417	37.500	1,637	0,211	21,070
760.000	10,556	38.000	1,659	0,216	21,582
770.000	10,694	38.500	1,681	0,221	22,099
780.000	10,833	39.000	1,703	0,226	22,621
790.000	10,972	39.500	1,725	0,231	23,149
800.000	11,111	40.000	1,747	0,237	23,682
825.000	11,458	41.250	1,801	0,250	25,039
850.000	11,806	42.500	1,856	0,264	23,430
875.000	12,153	43.750	1,910	0,279	27,855
900.000	12,500	45.000	1,965	0,293	29,312
925.000	12,847	46.250	2,019	0,308	30,803
950.000	13,194	47.500	2,074	0,323	32,327
975.000	16,542	48.750	2,129	0,339	33,884
1.000.000	13,889	50.000	2,183	0,355	35,473
1.025.000	14,236	51.250	2,238	0,371	37,095
1.050.000	14,583	52.500	2,292	0,387	38,750
1.075.000	14,931	53.750	2,347	0,404	40,437

Factores de corrección para otras temperaturas					
Temperatura	90	80	60	50	40
Factor	0,95	0,98	1,02	1,05	1,1

# 8. Tablas de pérdida de carga en tuberías multicapa Uponor

## 8.1. Tuberías Uponor Uni Pipe PLUS y Uponor MLC

### Nomograma de pérdidas de carga - caudal - velocidad

#### Tubería Uponor Uni Pipe PLUS y Uponor MLC

#### Diámetro 16 mm / 18 mm

Salto térmico: 20 °C - Temperatura de impulsión: 70 °C

		Uponor Uni Pipe PLUS Ø 16 x 2,0 V/l = 0,11 l/m		Uponor MLC Ø 18 x 2,0 V/l = 0,15 l/m	
Demanda	Caudal másico	Velocidad	Pérdida de carga	Velocidad	Pérdida de carga
Q (kcal/h)	m (kg/h)	v (m/s)	R (Pa/m)	v (m/s)	R (Pa/m)
200	9	0,02	1	0,02	1
300	13	0,03	3	0,02	1
400	17	0,04	5	0,03	2
500	22	0,06	7	0,04	3
600	26	0,08	9	0,05	4
700	30	0,09	12	0,06	6
800	34	0,10	15	0,06	7
900	39	0,11	18	0,07	9
1.000	43	0,12	21	0,08	10
1.100	47	0,13	25	0,09	12
1.200	52	0,14	29	0,09	14
1.300	56	0,15	33	0,10	16
1.400	60	0,16	38	0,11	18
1.500	65	0,17	42	0,12	21
1.600	69	0,18	47	0,16	23
1.700	73	0,19	53	0,13	25
1.800	78	0,20	58	0,14	28
1.900	82	0,22	64	0,15	31
2.000	86	0,23	69	0,16	34
2.100	90	0,24	76	0,17	36
2.200	95	0,25	82	0,17	40
2.300	99	0,25	88	0,18	43
2.400	103	0,26	95	0,19	46
2.500	108	0,27	102	0,20	49
2.600	112	0,28	109	0,21	53
2.700	116	0,29	116	0,21	56
2.800	121	0,30	124	0,22	60
2.900	125	0,31	132	0,23	64
3.000	129	0,32	140	0,24	67
3.100	133	0,33	148	0,25	71
3.200	138	0,34	156	0,25	75
3.300	142	0,36	165	0,26	79
3.400	146	0,37	173	0,27	84
3.500	151	0,38	182	0,28	88
3.600	155	0,39	191	0,28	92
3.700	159	0,40	201	0,29	97
3.800	164	0,41	210	0,30	101
3.900	168	0,42	220	0,31	106
4.000	172	0,43	230	0,32	111
4.100	177	0,44	240	0,32	116
4.200	181	0,45	250	0,33	121
4.300	185	0,46	261	0,34	126
4.400	189	0,47	271	0,35	131
4.500	194	0,48	282	0,36	136
4.600	198	0,50	293	0,36	141
4.700	202	0,51	305	0,37	147
4.800	207	0,52	316	0,38	152
4.900	211	0,53	327	0,39	158
5.000	215	0,54	339	0,40	163
5.500	237	0,59	401	0,43	193
6.000	258	0,65	467	0,47	224
6.500	280	0,70	537	0,51	258
7.000	301	0,75	611	0,55	294
7.500	323	0,81	690	0,59	331
8.000	344	0,86	773	0,63	372
8.500	366	0,91	860	0,67	413
9.000	388	0,97	951	0,71	456
9.500	409	1,02	1.046	0,75	502

**Nomograma de pérdidas de carga - caudal - velocidad**

**Tubería Uponor Uni Pipe PLUS**

**Diámetro 20 mm / 25 mm**

Salto térmico: 20 °C - Temperatura de impulsión: 70 °C

		Uponor Uni Pipe PLUS Ø 20 x 2,25 V/l = 0,19 l/m		Uponor MLC Ø 25 x 2,5 V/l = 0,31 l/m	
Demanda	Caudal másico	Velocidad	Pérdida de carga	Velocidad	Pérdida de carga
Q (kcal/h)	m (kg/h)	v (m/s)	R (Pa/m)	v (m/s)	R (Pa/m)
4.000	172	0,26	68	0,15	21
4.500	194	0,29	84	0,17	25
5.000	215	0,32	101	0,19	30
5.500	237	0,35	119	0,21	36
6.000	258	0,39	138	0,23	41
6.500	280	0,42	159	0,25	47
7.000	301	0,45	181	0,27	54
7.500	323	0,48	204	0,29	61
8.000	344	0,52	229	0,31	68
8.500	366	0,55	254	0,33	76
9.000	388	0,58	281	0,35	84
9.500	409	0,61	309	0,37	92
10.000	431	0,64	338	0,39	101
10.500	452	0,68	369	0,41	107
11.000	474	0,71	400	0,43	119
11.500	495	0,74	433	0,45	129
12.000	517	0,77	466	0,46	139
12.500	538	0,81	501	0,48	149
13.000	560	0,84	537	0,50	160
13.500	581	0,87	574	0,52	170
14.000	603	0,90	612	0,54	182
14.500	624	0,94	651	0,56	193
15.000	646	0,97	692	0,58	205
15.500	667	1,00	733	0,60	217
16.000	689	1,03	775	0,62	230
16.500	711	1,06	819	0,64	243
17.000	732	1,10	863	0,66	256
17.500	754	1,13	909	0,68	269
18.000	775	1,16	955	0,70	283
18.500	797	1,19	1.003	0,72	297
19.000	818			0,74	311
19.500	839			0,76	326
20.000	861			0,77	341
20.500	883			0,79	356
21.000	904			0,81	372
21.500	926			0,83	388
22.000	947			0,85	404
22.500	969			0,87	420
23.000	990			0,89	437
23.500	1.012			0,91	454
24.000	1.033			0,93	471
24.500	1.055			0,95	488
25.000	1.077			0,97	506
25.500	1.098			0,99	524
26.000	1.120			1,01	543
27.000	1.163			1,03	562
28.000	1.206			1,05	581
29.000	1.249			1,07	601
30.000	1.292			1,09	621
31.000	1.335				
32.000	1.378				
33.000	1.421				
34.000	1.464				
35.000	1.507				

Factores de corrección para otras temperaturas				
Temperatura	90	80	60	50
Factor	0,94	0,97	1,04	1,09

**Nomograma de pérdidas de carga - caudal - velocidad**

**Tubería Uponor Uni Pipe PLUS y Uponor MLC**

**Diámetro 32 mm / 40 mm**

**Salto térmico: 20 °C - Temperatura de impulsión: 70 °C**

		Uponor Uni Pipe PLUS Ø 32 x 3,0 V/l = 0,53 l/m		Uponor MLC Ø 40 x 4,0 V/l = 0,80 l/m	
Demanda	Caudal másico	Velocidad	Pérdida de carga	Velocidad	Pérdida de carga
Q (kcal/h)	m (kg/h)	v (m/s)	R (Pa/m)	v (m/s)	R (Pa/m)
9.000	388	0,21	24	0,01	2
9.500	409	0,22	26	0,02	4
10.000	431	0,23	29	0,03	6
10.500	452	0,24	32	0,04	8
11.000	474	0,25	34	0,06	10
11.500	495	0,26	37	0,08	12
12.000	517	0,28	40	0,10	14
13.000	560	0,30	46	0,12	17
14.000	603	0,32	52	0,15	20
15.000	646	0,34	59	0,19	23
16.500	711	0,38	70	0,22	274
18.000	775	0,41	81	0,26	319
20.000	861	0,46	98	0,30	36
22.500	969	0,52	120	0,34	45
25.000	1.077	0,57	145	0,38	54
27.500	1.142	0,63	160	0,42	64
30.000	1.292	0,69	200	0,45	74
32.500	1.400	0,75	230	0,49	85
35.000	1.507	0,80	263	0,53	97
37.500	1.615	0,86	297	0,57	110
40.000	1.722	0,92	333	0,61	123
42.500	1.830	0,97	371	0,64	137
45.000	1.938	1,03	411	0,68	152
47.500	2.045	1,10	454	0,72	168
50.000	2.153	1,17	498	0,76	184
55.000	2.368	1,24	547	0,83	217
60.000	2.584			0,91	254
65.000	2.799			0,98	293
70.000	3.014			1,06	334
75.000	3.230			1,13	378
80.000	3.445			1,21	425
85.000	3.660			1,29	473
90.000	3.876			1,36	524
95.000	4.091			1,44	578
100.000	4.306			1,51	633
105.000	4.522			1,59	691
110.000	4.737			1,66	751
115.000	4.952			1,74	814
120.000	5.167			1,82	879
125.000	5.382			1,89	946
130.000	5.598			1,97	1.015
140.000	6.029			2,05	1.164
150.000	6.459			2,13	1.322
160.000	6.890			2,22	1.497
170.000	7.321			2,30	1.679
180.000	7.751				
190.000	8.182				
200.000	8.612				
210.000	9.043				
220.000	9.474				
230.000	9.904				
240.000	10.335				
250.000	10.766				
260.000	11.196				

Factores de corrección para otras temperaturas				
Temperatura	90	80	60	50
Factor	0,94	0,97	1,04	1,09

### Nomograma de pérdidas de carga - caudal - velocidad

Tubería Uponor MLC

Diámetro 50 mm / 63 mm

Salto térmico: 20 °C - Temperatura de impulsión: 70 °C

Demanda	Caudal másico	Uponor MLC Ø 50 x 4,5		Uponor MLC Ø 63 x 2,5	
		V/l = 1,32 l/m		V/l = 2,04 l/m	
		Velocidad	Pérdida de carga	Velocidad	Pérdida de carga
Q (kcal/h)	m (kg/h)	v (m/s)	R (Pa/m)	v (m/s)	R (Pa/m)
20.000	861	0,18	11	0,12	4
22.500	969	0,21	14	0,13	5
25.000	1.077	0,23	17	0,15	6
27.500	1.184	0,25	20	0,16	7
30.000	1.292	0,28	23	0,18	8
32.500	1.400	0,30	26	0,19	9
35.000	1.507	0,32	30	0,21	11
37.500	1.615	0,35	34	0,22	12
40.000	1.722	0,37	38	0,24	13
42.500	1.830	0,39	42	0,25	15
45.000	1.938	0,41	47	0,27	16
47.500	2.045	0,44	51	0,28	18
50.000	2.153	0,46	56	0,30	20
52.500	2.261	0,48	61	0,31	22
55.000	2.368	0,51	67	0,33	23
57.500	2.476	0,53	72	0,34	25
60.000	2.584	0,55	78	0,36	27
62.500	2.691	0,58	83	0,37	29
65.000	2.799	0,60	90	0,39	32
67.500	2.907	0,62	96	0,40	34
70.000	3.014	0,65	102	0,42	36
72.500	3.122	0,67	109	0,43	38
75.000	3.230	0,69	115	0,45	41
77.500	3.337	0,71	122	0,46	43
80.000	3.445	0,74	135	0,48	46
82.500	3.553	0,76	130	0,49	48
85.000	3.660	0,78	144	0,51	51
87.500	3.768	0,81	152	0,52	53
90.000	3.876	0,83	160	0,54	56
92.500	3.983	0,85	168	0,55	59
95.000	4.091	0,88	176	0,57	62
97.500	4.199	0,90	184	0,58	65
100.000	4.306	0,92	193	0,60	68
105.000	4.522	0,97	211	0,63	74
110.000	4.737	1,01	229	0,66	80
115.000	4.952	1,06	248	0,69	87
120.000	5.167	1,11	267	0,71	94
125.000	5.382	1,15	288	0,74	101
130.000	5.598	1,20	309	0,77	108
135.000	5.813	1,24	330	0,80	116
140.000	6.029	1,29	353	0,83	124
145.000	6.244	1,34	376	0,86	132
150.000	6.459	1,38	399	0,89	140
160.000	6.890	1,47	448	0,95	157
170.000	7.321	1,57	500	1,01	175
180.000	7.751	1,66	554	1,07	194
190.000	8.182	1,75	610	1,13	214
200.000	8.612	1,84	670	0,19	235
210.000	9.043	1,94	732	1,25	256
220.000	9.474	2,03	796	1,31	279
230.000	9.904	2,12	862	1,37	302
240.000	10.335	2,21	931	1,43	326
250.000	10.766	2,30	1.003	1,49	351
260.000	11.196	2,39	1.072	1,55	377

Factores de corrección para otras temperaturas				
Temperatura	90	80	60	50
Factor	0,94	0,97	1,04	1,09



**Nomograma de pérdidas de carga - caudal - velocidad**

**Tubería Uponor MLC**

**Diámetro 75 mm / 90 mm**

Salto térmico: 20 °C - Temperatura de impulsión: 70 °C

Demanda	Caudal másico	Uponor MLC Ø 75 x 7,5 V/l = 2,83 l/m		Uponor MLC Ø 90 x 8,5 V/l = 4,18 l/m	
		Velocidad	Pérdida de carga	Velocidad	Pérdida de carga
		Q (kcal/h)	m (kg/h)	v (m/s)	R (Pa/m)
50.000	2.153	0,22	9	0,15	4
60.000	2.584	0,26	13	0,17	5
70.000	3.014	0,30	17	0,20	6
80.000	3.445	0,34	21	0,23	8
90.000	3.876	0,39	26	0,26	10
100.000	4.306	0,43	31	0,29	12
110.000	4.737	0,47	37	0,32	14
120.000	5.167	0,52	43	0,35	17
130.000	5.598	0,56	50	0,38	19
140.000	6.029	0,60	57	0,41	22
150.000	6.459	0,65	64	0,44	25
160.000	6.890	0,69	72	0,47	28
170.000	7.321	0,73	80	0,49	31
180.000	7.751	0,77	89	0,52	35
190.000	8.182	0,82	98	0,55	38
200.000	8.612	0,86	108	0,58	42
210.000	9.043	0,90	118	0,61	46
220.000	9.474	0,95	128	0,64	52
230.000	9.904	0,99	138	0,67	54
240.000	10.335	1,03	149	0,70	58
250.000	10.766	1,08	161	0,73	63
260.000	11.196	1,12	173	0,76	67
270.000	11.627	1,16	185	0,79	72
280.000	12.057	1,21	197	0,81	77
290.000	12.488	1,25	210	0,84	82
300.000	12.919	1,29	223	0,87	87
310.000	13.349	1,33	237	0,90	92
320.000	13.780	1,38	251	0,93	98
330.000	14.211	1,42	265	0,96	103
340.000	14.641	1,46	280	0,99	109
350.000	15.072	1,51	295	1,02	115
360.000	15.502	1,55	310	1,05	121
370.000	15.933	1,59	326	1,08	127
380.000	16.364	1,64	342	1,10	133
390.000	16.794	1,68	359	1,13	140
400.000	17.225	1,72	375	1,16	146
410.000	17.656	1,76	392	1,19	153
420.000	18.086	1,81	410	1,22	160
430.000	18.517	1,85	428	1,25	167
440.000	18.947	1,89	446	1,28	174
450.000	19.378	1,94	464	1,31	181
460.000	19.809	1,98	483	1,34	188
470.000	20.239	2,02	503	1,37	196
480.000	20.670	2,07	522	1,40	203
490.000	21.100	2,11	542	1,42	211
500.000	21.531	2,15	562	1,45	219
510.000	21.962	2,20	583	1,48	227
520.000	22.392	2,24	604	1,51	235
530.000	22.823	2,28	625	1,54	243
540.000	23.254	2,32	646	1,57	251
550.000	23.675	2,36	667	1,60	259
560.000	24.102	2,41	688	1,63	267
570.000	24.435	2,45	709	1,66	276
580.000	24.874	2,50	730	1,69	283

Factores de corrección para otras temperaturas				
Temperatura	90	80	60	50
Factor	0,94	0,97	1,04	1,09

### Nomograma de pérdidas de carga - caudal - velocidad

Tubería Uponor MLC

Diámetro 110 mm

Salto térmico: 20 °C - Temperatura de impulsión: 70 °C

		Uponor MLC Ø 110 x 10,0 V/l = 6,63 l/m	
Demanda	Caudal másico	Velocidad	Pérdida de carga
Q (kcal/h)	m (kg/h)	v (m/s)	R (Pa/m)
100.000	4.306	0,19	4
110.000	4.737	0,21	5
120.000	5.167	0,23	6
130.000	5.598	0,25	7
140.000	6.029	0,27	8
150.000	6.459	0,29	9
160.000	6.890	0,31	10
170.000	7.321	0,33	12
180.000	7.751	0,34	13
190.000	8.182	0,36	14
200.000	8.612	0,38	15
210.000	9.043	0,40	17
220.000	9.474	0,42	18
230.000	9.904	0,44	20
240.000	10.335	0,46	21
250.000	10.766	0,48	23
260.000	11.196	0,50	25
270.000	11.627	0,52	26
280.000	12.057	0,54	28
290.000	12.488	0,55	30
300.000	12.919	0,57	32
310.000	13.349	0,59	34
320.000	13.780	0,61	36
330.000	14.211	0,63	38
340.000	14.641	0,65	40
350.000	15.072	0,67	42
360.000	15.502	0,69	44
370.000	15.933	0,71	46
380.000	16.364	0,73	49
390.000	16.794	0,75	51
400.000	17.225	0,77	53
410.000	17.656	0,78	56
420.000	18.086	0,80	58
430.000	18.517	0,82	61
440.000	18.947	0,84	63
450.000	19.378	0,86	66
460.000	19.809	0,88	69
470.000	20.239	0,90	71
480.000	20.670	0,92	74
490.000	21.100	0,94	77
500.000	21.513	0,96	80
550.000	23.450	1,05	84
600.000	25.837	1,14	87
650.000	27.750	1,23	91
700.000	30.143	1,32	94
750.000	32.056	1,41	98
800.000	34.449	1,50	102
850.000	36.362	1,59	106
900.000	38.755	1,68	111
950.000	40.668	1,77	115
1.000.000	43.061	1,86	118
1.050.000	45.514	1,95	122
1.100.000	47.367	2,04	126

Factores de corrección para otras temperaturas				
Temperatura	90	80	60	50
Factor	0,94	0,97	1,04	1,09

**Nomograma de pérdidas de carga - caudal - velocidad**

**Tubería Uponor Uni Pipe PLUS y Uponor MLC**

**Diámetro 16 mm / 18 mm**

Salto térmico: 15 °C - Temperatura de impulsión: 70 °C

		Uponor Uni Pipe PLUS Ø 16 x 2,0 V/l = 0,11 l/m		Uponor MLC Ø 18 x 2,0 V/l = 0,15 l/m	
Demanda	Caudal másico	Velocidad	Pérdida de carga	Velocidad	Pérdida de carga
Q (kcal/h)	m (kg/h)	v (m/s)	R (Pa/m)	v (m/s)	R (Pa/m)
200	11	0,03	2	0,02	1
300	17	0,04	5	0,03	2
400	23	0,06	7	0,04	4
500	29	0,07	11	0,05	5
600	34	0,09	14	0,06	7
700	40	0,10	19	0,07	9
800	46	0,11	24	0,08	11
900	52	0,13	29	0,09	14
1.000	57	0,14	34	0,11	17
1.100	63	0,16	40	0,12	20
1.200	69	0,17	47	0,13	23
1.300	75	0,19	54	0,14	26
1.400	80	0,20	61	0,15	30
1.500	86	0,22	69	0,16	33
1.600	92	0,23	77	0,17	37
1.700	98	0,24	85	0,18	41
1.800	103	0,26	94	0,19	45
1.900	109	0,27	103	0,20	50
2.000	115	0,29	113	0,22	55
2.100	121	0,30	123	0,23	59
2.200	126	0,32	133	0,24	64
2.300	132	0,33	144	0,25	69
2.400	138	0,34	155	0,26	75
2.500	144	0,36	166	0,27	80
2.600	149	0,37	178	0,28	86
2.700	155	0,39	190	0,30	92
2.800	161	0,40	202	0,31	97
2.900	167	0,42	215	0,32	104
3.000	172	0,43	228	0,33	110
3.100	178	0,44	241	0,34	116
3.200	184	0,46	255	0,35	123
3.300	189	0,47	269	0,36	130
3.400	195	0,49	284	0,37	137
3.500	201	0,50	298	0,38	144
3.600	207	0,52	313	0,39	151
3.700	212	0,53	329	0,40	158
3.800	218	0,55	344	0,41	166
3.900	224	0,56	360	0,42	173
4.000	230	0,57	377	0,43	181
4.100	235	0,59	393	0,44	189
4.200	241	0,60	410	0,45	197
4.300	247	0,62	428	0,46	206
4.400	253	0,63	445	0,47	214
4.500	258	0,65	463	0,48	223
4.600	264	0,66	481	0,49	231
4.700	270	0,67	500	0,50	240
4.800	276	0,69	518	0,51	249
4.900	281	0,70	538	0,52	258
5.000	287	0,72	557	0,53	268
5.500	316	0,79	658	0,58	316
6.000	344	0,86	767	0,63	368
6.500	373	0,93	883	0,69	424
7.000	402	1,01	1.007	0,74	483
7.500	431	1,09	1.136	0,79	545
8.000	459	1,19	1.262	0,84	611
8.500	488	1,28	1.403	0,90	680
9.000	517	1,38	1.548	0,95	752
9.500	545	1,49	1.700	1,00	828

### Nomograma de pérdidas de carga - caudal - velocidad

Tubería Uponor Uni Pipe PLUS

Diámetro 20 mm / 25 mm

Salto térmico: 15 °C - Temperatura de impulsión: 70 °C

		Uponor Uni Pipe PLUS Ø 20 x 2,25 V/l = 0,19 l/m		Uponor MLC Ø 25 x 2,5 V/l = 0,31 l/m	
Demanda	Caudal másico	Velocidad	Pérdida de carga	Velocidad	Pérdida de carga
Q (kcal/h)	m (kg/h)	v (m/s)	R (Pa/m)	v (m/s)	R (Pa/m)
4.000	230	0,34	112	0,21	33
4.500	258	0,39	137	0,23	41
5.000	287	0,43	165	0,26	49
5.500	316	0,47	195	0,28	58
6.000	344	0,52	227	0,31	68
6.500	373	0,56	261	0,34	78
7.000	402	0,60	298	0,36	89
7.500	431	0,65	336	0,39	100
8.000	459	0,69	376	0,41	112
8.500	488	0,73	419	0,44	124
9.000	517	0,78	463	0,46	138
9.500	545	0,82	509	0,49	151
10.000	574	0,86	558	0,52	166
10.500	603	0,90	608	0,54	180
11.000	632	0,95	660	0,57	196
11.500	660	0,99	714	0,59	212
12.000	689	1,03	770	0,62	228
12.500	718	1,08	828	0,65	245
13.000	746	1,12	887	0,67	263
13.500	775	1,16	949	0,70	281
14.000	804	1,21	1.012	0,72	300
14.500	833	1,25	1.077	0,75	319
15.000	861	1,29	1.142	0,77	339
15.500	890	1,34	1.187	0,80	359
16.000	919	1,38	1.256	0,83	380
16.500	947			0,85	401
17.000	976			0,88	423
17.500	1.005			0,90	445
18.000	1.033			0,93	468
18.500	1.062			0,96	489
19.000	1.091			0,98	515
19.500	1.120			1,01	539
20.000	1.148			1,03	564
20.500	1.177			1,06	589
21.000	1.206			1,08	615
21.500	1.234			1,11	641
22.000	1.263			1,14	668
22.500	1.292			1,16	695
23.000	1.321			1,19	723
23.500	1.349			1,21	750
24.000	1.378			1,24	778
24.500	1.407			1,27	807
25.000	1.435			1,30	836
25.500	1.464			1,32	866
26.000	1.493			1,35	897
27.000	1.550			1,41	961
28.000	1.608			1,46	1.028
29.000	1.665			1,52	1.098
30.000	1.722			1,58	1.179
31.000	1.780			1,64	1.268
32.000	1.837			1,69	1.350
33.000	1.895			1,77	1.434
34.000	1.953			1,84	1.619
35.000	2.010			1,90	1.706

#### Factores de corrección para otras temperaturas

Temperatura	90	80	60	50
Factor	0,93	0,96	1,03	1,08

**Nomograma de pérdidas de carga - caudal - velocidad**

**Tubería Uponor Uni Pipe PLUS y Uponor MLC**

**Diámetro 32 mm / 40 mm**

**Salto térmico: 15 °C - Temperatura de impulsión: 70 °C**

		Uponor Uni Pipe PLUS Ø 32 x 3,0 V/l = 0,53 l/m		Uponor MLC Ø 40 x 4,0 V/l = 0,80 l/m	
Demanda	Caudal másico	Velocidad	Pérdida de carga	Velocidad	Pérdida de carga
Q (kcal/h)	m (kg/h)	v (m/s)	R (Pa/m)	v (m/s)	R (Pa/m)
9.000	517	0,28	40	0,16	1
9.500	545	0,29	43	0,17	1
10.000	574	0,31	48	0,18	2
10.500	603	0,32	52	0,19	2
11.000	632	0,34	56	0,21	3
11.500	660	0,35	61	0,23	4
12.000	689	0,37	65	0,25	6
13.000	746	0,40	75	0,27	10
14.000	804	0,43	86	0,29	17
15.000	861	0,46	97	0,31	28
16.500	947	0,50	115	0,34	32
18.000	1.033	0,55	134	0,37	46
20.000	1.148	0,61	161	0,40	60
22.500	1.292	0,69	198	0,45	74
25.000	1.435	0,76	239	0,50	89
27.500	1.579	0,84	283	0,55	105
30.000	1.722	0,92	331	0,61	123
32.500	1.866	0,99	381	0,66	141
35.000	2.010	1,07	434	0,71	161
37.500	2.153	1,15	489	0,76	182
40.000	2.297	1,23	548	0,81	204
42.500	2.440	1,33	608	0,86	228
45.000	2.584	1,42	675	0,91	252
47.500	2.727	1,52	744	0,96	278
50.000	2.871	1,62	819	1,01	304
55.000	3.158			1,11	361
60.000	3.445			1,21	422
65.000	3.732			1,31	487
70.000	4.020			1,41	556
75.000	4.306			1,51	629
80.000	4.593			1,61	707
85.000	4.880			1,72	788
90.000	5.167			1,82	873
95.000	5.455			1,92	963
100.000	5.742			2,02	1.056
105.000	6.029			2,13	1.153
110.000	6.316			2,23	1.256
115.000	6.603			2,34	1.361
120.000	6.890			2,45	1.470
125.000	7.177			2,56	1.583
130.000	7.464			2,67	1.700
140.000	8.038			2,89	1.946
150.000	8.612			3,12	2.208
160.000	9.187			3,36	2.486
170.000	9.761			3,60	2.780
180.000	10.335			3,86	3.090
190.000	10.909			4,12	3.416
200.000	11.483			4,41	3.758
210.000	12.057			4,70	4.116
220.000	12.632			4,80	4.490
230.000	13.206			5,12	4.880
240.000	13.780			5,46	5.286
250.000	14.354			5,80	5.708
260.000	14.928			6,16	6.146

Factores de corrección para otras temperaturas				
Temperatura	90	80	60	50
Factor	0,93	0,96	1,03	1,08

### Nomograma de pérdidas de carga - caudal - velocidad

Tubería Uponor MLC

Diámetro 50 mm / 63 mm

Salto térmico: 15 °C - Temperatura de impulsión: 70 °C

Demanda	Caudal másico	Uponor MLC Ø 50 x 4,5 V/l = 1,32 l/m		Uponor MLC Ø 63 x 2,5 V/l = 2,04 l/m	
		Velocidad	Pérdida de carga	Velocidad	Pérdida de carga
		Q (kcal/h)	m (kg/h)	v (m/s)	R (Pa/m)
20.000	1.148	0,25	18	0,16	7
22.500	1.292	0,28	23	0,18	8
25.000	1.435	0,31	27	0,20	10
27.500	1.579	0,34	32	0,22	11
30.000	1.722	0,37	38	0,24	13
32.500	1.866	0,40	43	0,26	15
35.000	2.010	0,43	49	0,28	17
37.500	2.153	0,46	56	0,30	20
40.000	2.297	0,49	63	0,32	22
42.500	2.440	0,52	70	0,34	25
45.000	2.584	0,55	77	0,36	27
47.500	2.727	0,58	85	0,38	30
50.000	2.871	0,61	93	0,40	33
52.500	3.014	0,65	101	0,42	36
55.000	3.158	0,68	110	0,44	39
57.500	3.301	0,71	119	0,46	42
60.000	3.445	0,74	129	0,48	45
62.500	3.589	0,77	138	0,50	49
65.000	3.732	0,80	148	0,52	52
67.500	3.876	0,83	159	0,54	56
70.000	4.020	0,86	169	0,56	60
72.500	4.163	0,89	180	0,58	63
75.000	4.306	0,92	192	0,60	67
77.500	4.450	0,95	203	0,62	71
80.000	4.593	0,98	215	0,64	76
82.500	4.737	1,01	227	0,66	80
85.000	4.880	1,04	240	0,68	84
87.500	5.024	1,08	253	0,70	89
90.000	5.167	1,11	266	0,71	93
92.500	5.311	1,14	279	0,73	98
95.000	5.455	1,17	293	0,75	103
97.500	5.598	1,20	307	0,77	108
100.000	5.742	1,23	321	0,79	113
105.000	6.029	1,29	351	0,83	123
110.000	6.316	1,35	381	0,87	134
115.000	6.603	1,41	416	0,91	145
120.000	6.890	1,47	446	0,95	156
125.000	7.177	1,54	480	0,99	168
130.000	7.464	1,60	551	1,03	180
135.000	7.751	1,66	588	1,07	193
140.000	8.038	1,72	627	1,11	206
145.000	8.325	1,84	666	1,15	220
150.000	8.612	1,97	749	1,19	233
160.000	9.187	2,09	835	1,27	262
170.000	9.761	2,21	926	1,35	292
180.000	10.335	2,34	1.021	1,43	324
190.000	10.909			1,51	357
200.000	11.483			1,59	392
210.000	12.057			1,67	428
220.000	12.632			1,75	466
230.000	13.206			1,83	505
240.000	13.780			1,91	545
250.000	14.354			1,99	587
260.000	14.928			2,07	630

Factores de corrección para otras temperaturas				
Temperatura	90	80	60	50
Factor	0,93	0,96	1,03	1,08

**Nomograma de pérdidas de carga - caudal - velocidad**

**Tubería Uponor MLC**

**Diámetro 75 mm / 90 mm**

Salto térmico: 15 °C - Temperatura de impulsión: 70 °C

Demanda	Caudal másico	Uponor MLC Ø 75 x 7,5 V/l = 2,83 l/m		Uponor MLC Ø 90 x 8,5 V/l = 4,18 l/m	
		Velocidad	Pérdida de carga	Velocidad	Pérdida de carga
		Q (kcal/h)	m (kg/h)	v (m/s)	R (Pa/m)
50.000	2.871	0,29	15	0,19	6
60.000	3.445	0,34	21	0,23	8
70.000	4.019	0,40	27	0,27	11
80.000	4.593	0,46	35	0,31	14
90.000	5.167	0,52	43	0,35	17
100.000	5.742	0,57	52	0,39	20
110.000	6.316	0,63	61	0,43	24
120.000	6.890	0,69	72	0,47	28
130.000	7.464	0,75	83	0,50	32
140.000	8.038	0,80	95	0,54	37
150.000	8.612	0,86	107	0,58	42
160.000	9.187	0,92	120	0,62	47
170.000	9.761	0,98	134	0,66	52
180.000	10.335	1,03	148	0,70	58
190.000	10.909	1,09	164	0,74	64
200.000	11.483	1,15	180	0,78	70
210.000	12.057	1,21	196	0,82	76
220.000	12.632	1,26	213	0,85	83
230.000	13.206	1,32	231	0,89	90
240.000	16.780	1,38	249	0,93	97
250.000	14.354	1,44	268	0,97	105
260.000	14.928	1,49	288	1,01	112
270.000	15.502	1,55	308	1,05	120
280.000	16.077	1,61	329	1,09	128
290.000	16.651	1,67	351	1,13	137
300.000	17.225	1,72	373	1,16	145
310.000	17.799	1,78	396	1,20	154
320.000	18.373	1,84	419	1,24	163
330.000	18.947	1,90	443	1,28	173
340.000	19.522	1,95	468	1,32	182
350.000	20.096	2,01	493	1,36	192
360.000	20.670	2,07	519	1,40	202
370.000	21.244	2,13	546	1,44	212
380.000	21.818	2,18	573	1,48	223
390.000	22.392	2,24	600	1,51	233
400.000	22.966	2,30	628	1,55	244
410.000	23.540	2,35	656	1,59	256
420.000	24.114	2,41	684	1,63	267
430.000	24.688	2,47	711	1,67	279
440.000	25.263	2,53	735	1,71	290
450.000	25.837	2,58	761	1,75	303
460.000	26.411	2,64	788	1,79	315
470.000	26.986	2,72	813	1,82	327
480.000	27.560	2,78	839	1,86	340
490.000	28.134	2,83	865	1,90	353
500.000	28.708	2,89	890	1,94	366
510.000	29.282	2,95	917	1,98	380
520.000	29.856	3,00	943	2,02	393
530.000	30.431	3,06	969	2,06	407
540.000	31.011	3,12	996	2,10	421
550.000	31.585	3,17	1.022	2,14	435
560.000	32.159	3,23	1.050	2,18	449
570.000	32.733	3,29	1.077	2,22	463
580.000	33.307	3,34	1.105	2,26	478

Factores de corrección para otras temperaturas				
Temperatura	90	80	60	50
Factor	0,93	0,96	1,03	1,08

### Nomograma de pérdidas de carga - caudal - velocidad

Tubería Uponor MLC

Diámetro 110 mm

Salto térmico: 15 °C - Temperatura de impulsión: 70 °C

		Uponor MLC Ø 110 x 10,0 V/l = 6,63 l/m	
Demanda	Caudal másico	Velocidad	Pérdida de carga
Q (kcal/h)	m (kg/h)	v (m/s)	R (Pa/m)
100.000	5.742	0,26	7
110.000	6.316	0,28	9
120.000	6.890	0,31	10
130.000	7.464	0,33	12
140.000	8.038	0,36	14
150.000	8.612	0,38	15
160.000	9.187	0,41	17
170.000	9.761	0,43	19
180.000	10.335	0,46	21
190.000	10.909	0,49	23
200.000	11.483	0,51	26
210.000	12.057	0,54	28
220.000	12.632	0,56	30
230.000	13.206	0,59	33
240.000	13.780	0,61	36
250.000	14.354	0,64	38
260.000	14.928	0,66	41
270.000	15.502	0,69	44
280.000	16.077	0,72	47
290.000	16.651	0,74	50
300.000	17.225	0,77	53
310.000	17.799	0,79	56
320.000	18.373	0,82	60
330.000	18.947	0,84	63
340.000	19.522	0,87	67
350.000	20.096	0,89	70
360.000	20.670	0,92	74
370.000	21.244	0,95	78
380.000	21.818	0,97	81
390.000	22.392	1,00	85
400.000	22.967	1,02	89
410.000	23.541	1,05	93
420.000	24.115	1,07	97
430.000	24.689	1,10	102
440.000	25.263	1,12	106
450.000	25.837	1,15	110
460.000	26.411	1,17	115
470.000	26.986	1,20	119
480.000	27.560	1,23	124
490.000	28.134	1,25	129
500.000	28.708	1,28	134
550.000	31.579	1,41	161
600.000	34.450	1,54	191
650.000	37.321	1,67	225
700.000	40.192	1,80	262
750.000	43.063	1,93	302
800.000	45.934	2,07	346
850.000	48.805	2,20	395
900.000	51.676	2,33	447
950.000	54.547	2,46	502
1.000.000	57.418	2,59	562
1.050.000	60.289	2,73	628
1.100.000	63.160	2,86	698

Factores de corrección para otras temperaturas				
Temperatura	90	80	60	50
Factor	0,93	0,96	1,03	1,08









**Uponor Hispania, S.A.U.**  
Oficinas y Plataforma Logística

Polígono Industrial Las Monjas  
Senda de la Chirivina, s/n.  
28935 Móstoles,  
MADRID

**T** +34 91 685 36 00  
**T** + 34 902 100 240  
**F** +34 91 647 32 45  
**W** [www.uponor.es](http://www.uponor.es)

Fábrica Uponor  
Polígono Industrial N° 1- Calle C, 24  
28938 Móstoles,  
e-mail: [atencion.cliente@uponor.com](mailto:atencion.cliente@uponor.com)  
MADRID

**T** +34 91 685 36 00  
**F** +34 91 647 32 45

**Uponor Portugal, agente autorizado**  
Oficinas  
Rua Central do Olival, 1100  
4415-726 Olival VNG  
e-mail: [atencao.cliente@uponor.com](mailto:atencao.cliente@uponor.com)

**T** +351 227 860 200  
**F** +351 800 207 157  
**F** +351 227 829 644  
**W** [www.uponor.pt](http://www.uponor.pt)

**uponor**