

# uponor

**APLICACIONES DE CALEFACCIÓN  
Y CLIMATIZACIÓN**

**MANUAL TÉCNICO  
SISTEMA UPONOR DE  
CALEFACCIÓN POR RADIADORES**



## 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 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: conducción convección y radiación.

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 la vivienda se dan todos los tipos de transmisión de calor.

#### 1.1.3. Unidades de calor

Normalmente, la cantidad de calor o energía calorífica se representa por la letra  $Q$ ; y 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 (Wh). Para el paso entre estas unidades y otras, vea 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).

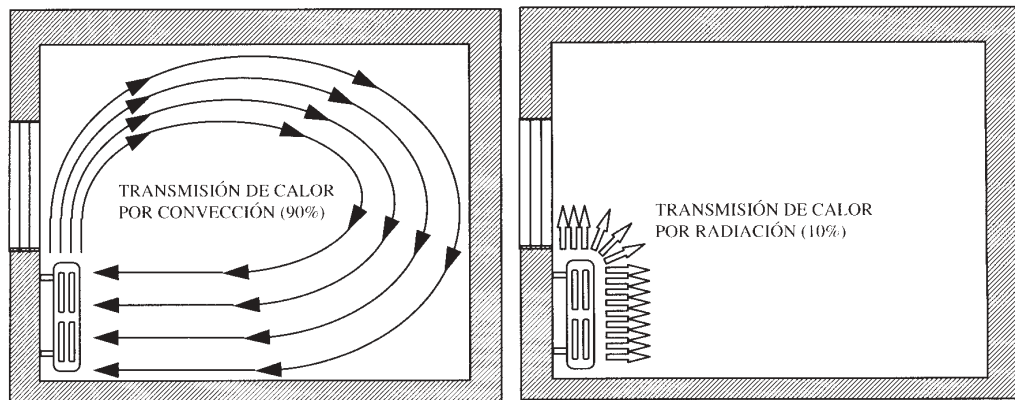
## 1.2. Emisores

### 1.2.1. Descripción

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 y por otra el aire caliente circula por toda la habitación (convección). El calor total, por lo tanto, es 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.

### 1.2.2. 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 atendiendo la distribución del agua:

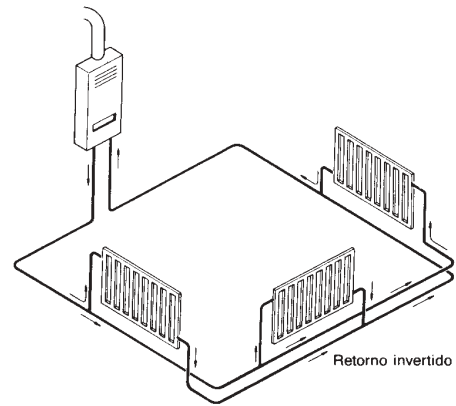
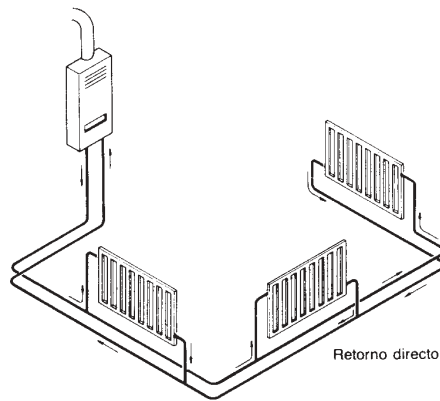
- Instalación bitubo.
- Instalación monotubo.
- Instalación por colectores.



### 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 retorna directamente a ella;

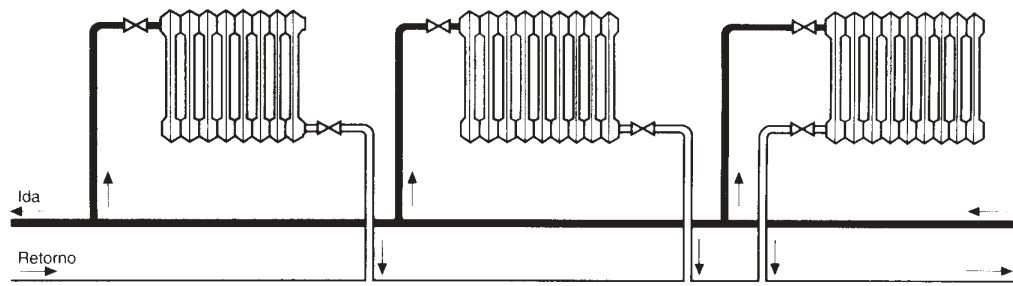
en este tipo de instalación la temperatura de entrada en todos los radiadores es prácticamente la misma.



#### Tipo de instalaciones bitubo

Como podemos observar en la figura, existen dos tuberías principales, una de ida y otra de retorno, en donde se van conectando los diferentes

radiadores. Como vemos existen dos posibilidades: retorno directo y retorno invertido

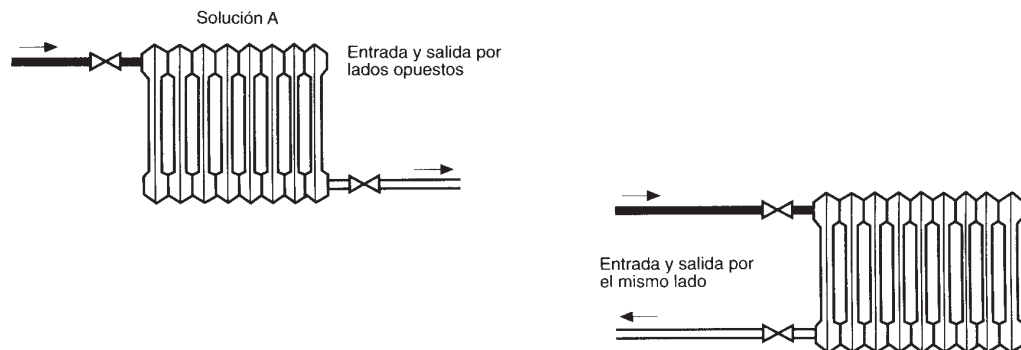


En el primero, el tubo de retorno parte del radiador más alejado y va recogiendo el agua de los diferentes radiadores hasta devolverla a caldera. El recorrido del agua es menor para los radiadores más cercanos, por lo que su pérdida de carga es menor y existe la necesidad de regular el caudal de manera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

la longitud del radiador supera los 25 elementos es conveniente adoptar la solución de la izquierda para que el radiador no pierda potencia.



#### Formas de conexión de la entrada y la salida del agua

Los radiadores vienen roscados a 1". Para conexiones de tuberías de diámetro menor, se

utilizan reducciones (ver tabla siguiente). Los paneles vienen con conexión a 1/2" .

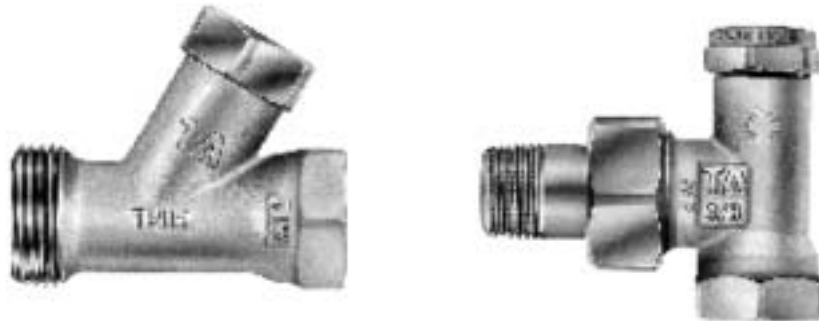
Potencia emisor Kcal/h	F entrada/salida
< 1.500	3/8"
> 1.500	1/2"

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

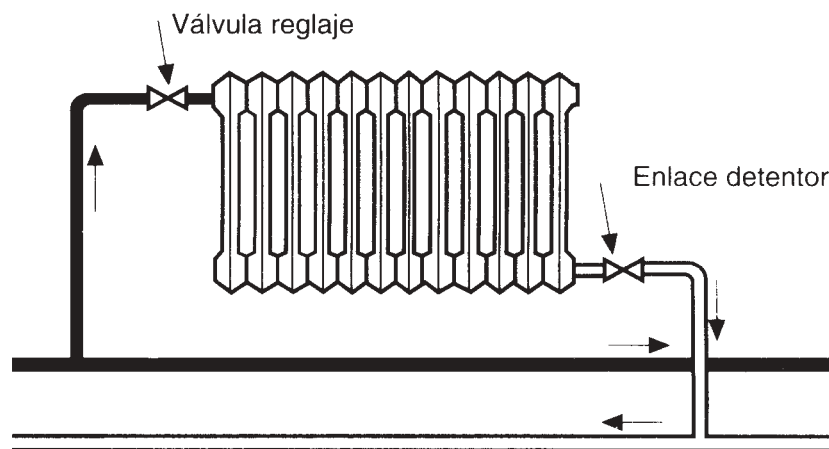
reglaje el instalador realiza un primer reglaje que limita la apertura de la llave. El reglaje simple lo realiza el usuario, abriendo o cerrando la llave.

Se coloca además un **enlace detentor** como muestra la figura, instalado a la salida de cada emisor. Utilizando esta llave junto con la de

reglaje, se puede desmontar el emisor sin vaciar la instalación.



Enlace detentor



Colocación de la Válvula y enlace detentor

Los diámetros de llaves y detentores se obtienen según la potencia del emisor, según la tabla adjunta:

Potencia emisor Kcal/h	F entrada/salida
< 1.500	3/8"
> 1.500	1/2"

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 electotérmicos comandados por termostatos o centralitas de regulación:



Válvulas de radiador termostizables con caperuza de protección

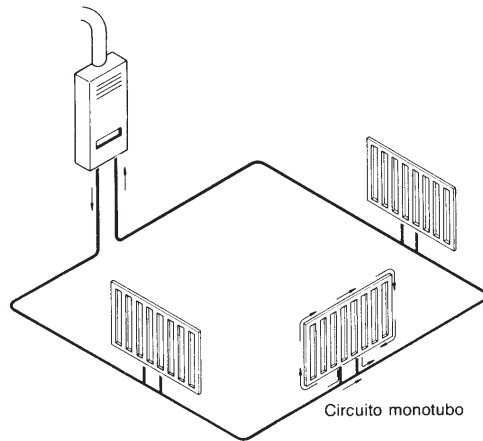
O bien, actuadores electotérmicos comandados por termostatos o centralitas de regulación.



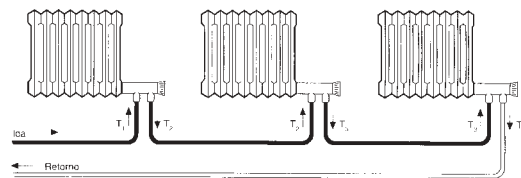


### 1.3.2. Instalación monotubo

Este es un 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 no de este hace de ida del tercero, y así sucesivamente hasta volver a la caldera. Este tipo de circuito recibe el nombre de anillo.



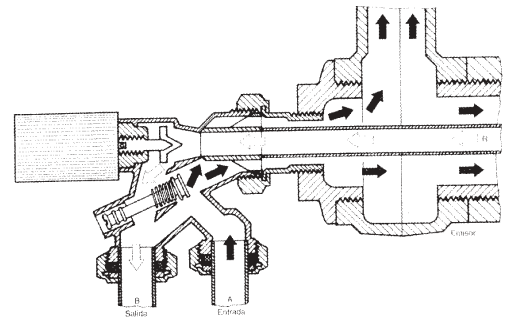
En este caso, las temperaturas del agua son diferentes en cada emisor. Por lo que los últimos emisores del anillo habrán de sobredimensionarse ligeramente, para compensar ese descenso de temperatura.



#### Instalación monotubo

Para este tipo de sistema existe una llave específica para acoplar los emisores con facilidad y rapidez.

Como muestra la siguiente figura, 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.



#### Sección de la llave monotubo

### 1.3.3. Instalación por colectores

Es un sistema de instalación en el que los emisores están alimentados desde un colector, por lo cual 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
- Pequeñas pérdidas de presión
- Sin conexiones 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, debido a la flexibilidad que tiene la tubería Uponor Unipipe.

## 1.4. Tuberías Uponor Wirsbo-evalPEX

### 1.4.1. Descripción

Las tuberías Uponor Wirsbo-evalPEX están especialmente diseñadas para instalaciones de calefacción por radiadores y suelo radiante. La denominación Uponor Wirsbo-evalPEX designa las tuberías Uponor Wirsbo-PEX provistas de barrera de difusión de oxígeno EVOH.

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 pueden llegar a crear problemas de oxidación en las partes metálicas de la instalación. Por ello las tuberías Uponor Wirsbo-evalPEX están provistas de una barrera plástica (etilvinil-alcohol) que impide dicha difusión.



Las tuberías Uponor Wirsbo-eval PEX están fabricadas con polietileno de alta densidad conforme al proceso 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 reticulación.

Durante este proceso de fabricación se aplica a la superficie de la tubería Uponor Wirsbo-PEX una delgada película de adhesivo, seguida de una capa de plástico EVOH, esta capa intercepta el oxígeno impidiendo con ello su paso a través de la pared de la tubería para oxigenar el agua.



Red Tridimensional tuberías Uponor Wirsbo-PEX

Las tuberías Uponor Wirsbo-evalPEX 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.

Por tanto Uponor Wirsbo-eval PEX aglutina las excepcionales características de las tuberías de polietileno reticulado PEX y algunas propiedades especiales para la distribución de agua caliente en instalaciones de calefacción por radiadores y suelo radiante.

Existe además la posibilidad de hacer una instalación reemplazable, mediante el uso del sistema tubo en tubo consistente en tubo Uponor Wirsbo-evalPEX que se suministra dentro de una manga coarrugada, lo que permitirá reemplazar la tubería si así se hace necesario. El cambio se realiza de manera sencilla y sin grandes esfuerzos.

## 1.4.2. Propiedades

Las propiedades más importantes de las tuberías Uponor Wirsbo-PEX se reflejan en las tablas que figuran a continuación:

	Propiedades mecánicas	Valor	Unidad	Standard
Densidad		938	Kg/m <sup>3</sup>	
Tensión de estrangulamiento	(20°C)	20-26	N/mm <sup>2</sup>	DIN 53455
	(100°C)	9-13	N/mm <sup>2</sup>	
Módulo de elasticidad	(20°C)	1180	N/mm <sup>2</sup>	DIN 53457
	(80°C)	560	N/mm <sup>2</sup>	
Elongación de fractura	(20°C)	300-450	%	DIN 53455
	(100°C)	500-700	%	
Rotura por impacto	(20°C)	No fractura	Kj/m <sup>2</sup>	DIN 53453
	(-140°C)	No fractura	Kj/m <sup>2</sup>	
Absorción de agua	(22°C)	0,01	mg/4d	DIN 53472
Coefficiente de fricción		0,08-0,1	-	
Tensión superficial		34.10 <sup>-3</sup>	N/m	

Propiedades mecánicas	Valor	Unidad
Conductividad térmica	0,35	W/m°C
Coefficiente lineal de expansión (20°C/100°C)	1,4.10 <sup>-4</sup>	m/m°C
Temperatura de reblandecimiento	+133	°C
Rango temperatura trabajo	-100 a +110	°C
Calor específico	2,3	KJ/Kg°C

Presión de reventamiento a +20°C	
Diámetro tubo	Aprox. Presión
15 x 2,5	92,8 Kg/cm <sup>2</sup>
16 x 1,8	50,7 Kg/cm <sup>2</sup>
18 x 2,5	64,8 Kg/cm <sup>2</sup>
20 x 1,9	42 Kg/cm <sup>2</sup>
22 x 3	68,2 Kg/cm <sup>2</sup>
25 x 2,3	35 Kg/cm <sup>2</sup>
32 x 2,9	40 Kg/cm <sup>2</sup>

Propiedades eléctricas	Valor	Unidad
Resistencia específica interna (2K0°C)	10 <sup>15</sup>	
Constante dieléctrica (20°C)	2,3	
Factor de pérdidas dieléctricas (20°C/50Hz)	1.10 <sup>3</sup>	
Ruptura del Dieléctrico (20°C)	60-90	Kv/mm

Radios de curvatura recomendadas en mm.		
DN	Curva en Caliente	Curva en Frío
10	20	25
12	25	25
15	35	35
16	35	35
18	40	65
20	45	90
22	50	110
25	55	125
28	65	140

Para los tubos Uponor Wirsbo-PEX de diámetros mayores, los radios mínimos de curvatura en frío son, indicativamente:

DN 32-40: 8 veces el diámetro externo  
 DN 50-63: 10 veces el diámetro externo  
 DN 75-90-110: 15 veces el diámetro externo

### 1.4.3. Dimensiones

#### TUBERÍAS Uponor WIRSBO-evalPEX

DIMENSIÓN	DIAM INT.	PESO (Kg/100m)	VOL (l/100m)	LONG (m)
16 x 1,8	12,4	8,8	11	120
17 x 2,0	13	10,2	15,4	100
20 x 1,9	16,2	11,7	19,7	120
25 x 2,3	20,4	18,2	30,6	100
32 x 3,0	26	27,4	49,7	100
40 x 3,7	32,6	42,9	40,37	100
50 x 4,6	40,8	65,8	84,5	100
63 x 5,8	51,4	103,8	208,3	50
75 x 6,9	61,2	146,8	295,6	50
90 x 8,2	73,6	210	424,9	50
110 x 10	90	311,3	629,1	50

Todas las tuberías suministradas por Uponor se entregan con la siguiente información marcada por cada intervalo de 1 m:

- El nombre del producto.
- Las 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 máquina y fecha de producción.

## 1.5. Sistema

### 1.5.1. Ventajas

Las tuberías Uponor Wirsbo-evalPEX ofrecen las siguientes ventajas:

- Fácil instalación mediante el sistema de accesorios Uponor Quick&Easy.
- Instalaciones reemplazables, sistema tubo en tubo.
- No son afectadas por la corrosión ni erosión.
- No son afectadas por aguas con bajo PH (aguas ácidas).
- Es un sistema silencioso libre de ruidos de agua.
- Están preparadas para soportar altas temperaturas y presiones (ver capítulos siguientes).
- La tubería no se reblandece a altas temperaturas de 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 las instalaciones con tuberías metálicas.
- Sólo son necesarias unas sencillas y simples herramientas para su instalación.
- Marcado de toda la información necesaria sobre la tubería a intervalos de 1 m.

- Provistas de barrera antidifusión de oxígeno.
- No se ve afectada por altas velocidades del agua.
- El diámetro interior no se reduce debido a los efectos de la corrosión.
- No contiene ningún compuesto clorado.
- Larga duración.
- Resistencia al desgaste.
- Extremadamente baja rugosidad, lo que lleva consigo bajo coeficiente de fricción y muy pequeñas pérdidas de carga.
- Poco peso. 100 m de tubería de 16 x 1,8 m pesan 8.8 kg.
- Clasificación frente al fuego B2.



- Flexibilidad
- Suministro en rollos, lo que permite facilitar el transporte, el almacenaje y la instalación.

## 1.5.2. Accesorios

Los accesorios del sistema de Wirsbo de fontanería y los diámetros de aplicación son los siguientes:

DIÁMETRO	hasta 63 mm	de 75 mm a 110 mm
ACCESORIOS	UPONOR QUICK & EASY	UPONOR GRANDES DIMENSIONES BRONCE

## 1.5.3. Accesorios Uponor Quick & Easy

El sistema Uponor Quick & Easy de Uponor se basa en la capacidad de las tuberías Uponor Wirsbo-PEX de recuperar su forma original incluso después de ser sometidas a una gran expansión. Es un técnica patentada por Uponor y diseñada exclusivamente para las tuberías Uponor Wirsbo-PEX.

### 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 los acoplamientos.

Por ello es necesario emplear sólo herramientas originales.

- Tubería Uponor Wirsbo-PEX.
- Cabezal.
- Expandidor.
- Anillo
- Accesorios Uponor Quick & Easy.



## Instrucciones de montaje del sistema Uponor Quick & Easy.

Para que el sistema Uponor Quick & Easy funcione perfectamente hay que asegurarse de cumplir las siguientes instrucciones de montaje:

### Paso 1

#### Cortar el tubo en ángulo recto con un cortatubos para plástico.

El extremo del tubo debe estar limpio y libre de grasa, para que no resbale el anillo por el tubo al efectuarse la expansión.



### Paso 2

#### Montar el anillo en el tubo de forma que sobresalga ligeramente (máximo 1mm) del extremo del tubo.

Elegir el accesorio, anillo y cabezal correctos para las dimensiones del tubo. La tabla indica el marcaje correcto de los componentes.

### Paso 3

#### Comenzar la unión

Abrir totalmente los brazos del expandidor, colocar el segmento del cabezal en el tubo hasta el tope y juntar poco a poco los brazos del expandidor hasta el final. Abrir los brazos del expandidor nuevamente del todo y empujar un poco más el segmento dentro del tubo. Repetir las expansiones hasta que el tubo toque el tope del cabezal.



### Paso 4

#### Retirar el expandidor

de forma que el cabezal se desplace libremente sin tocar la pared del tubo.

#### Girar el expandidor (Máximo 1/8 de vuelta).

Si el montaje, por ejemplo, debido a que el lugar es de difícil acceso, requiere más de 5 segundos, habrá que aguantar un máximo de 3 segundos después de la última expansión antes de abrir los brazos del expandidor y retirarla.

#### Efectuar la expansión una vez más.

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



## Paso 5

### Abrir los brazos del expandidor, quitar la herramienta y efectuar el montaje.

Mantener el tubo en su sitio (contra el tope del accesorio) durante 3 segundos. Al cabo de ese tiempo la tubería ha contraído sobre el accesorio, y se puede iniciar otra unión.

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

DIMENSIÓN	NÚMERO EXPANSIONES	MARCADO DEL CABEZAL	TIPO DE EXPANDIDOR
16 x 1,8	4	16 Q&E	Manual/Batería
16 x 1,8	4	16 Q&E	Hidráulica P40QC
20 x 1,9	5	20 Q&E	Manual/Batería
20 x 1,9	3	H 20 Q&E	Hidráulica P40QC
20 x 1,9	4	H 20 Q&E	Batería
25 x 2,3	7	25 Q&E	Manual/Batería
25 x 2,3	4	H 25 Q&E	Hidráulica P40QC
25 x 2,3	4	H 25 Q&E	Batería
32 x 2,9	5	H 32 x 2,9 Q&E	Hidráulica P40QC
32 x 2,9	13 - 15	32 x 2,9 Q&E	Manual/Batería
32 x 2,9	4	H 32 x 2,9 Q&E	Batería
40 x 3,7	5	H 40 x 3,7 Q&E	Hidráulica P40QC
40 x 3,7	7	H 40 x 3,7 Q&E	Batería
50 x 4,6	3	H 50 x 4,6 Q&E	Hidráulica P63QC
63 x 5,8	5	H 63 x 5,8 Q&E	Hidráulica P63QC

## Instrucciones de instalación Uponor Q&E accesorios plásticos roscados

### Uponor Quick & Easy accesorios plásticos roscados PPSU. Instrucciones de Instalación

Los accesorios plásticos roscados Uponor Quick & Easy se presentan exactamente igual que los accesorios metálicos Uponor Quick & Easy, en bolsas dentro de cajas.



Foto 1

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

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



Foto 2

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 la utilización de herramientas.

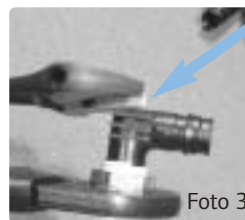


Foto 3

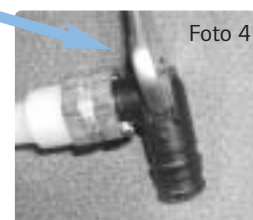


Foto 4

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

## Herramientas del sistema Uponor Quick & Easy

### • Uponor Expandidor Manual

- Válido para uniones de hasta 32 mm. Los cabezales vienen marcados: 16, 20, 25 y 32.
- La herramienta incluye:
  - Herramienta Uponor Quick & Easy manual
  - 3 Cabezales (16, 20 y 25)
  - Instrucciones de montaje y mantenimiento
  - Garantía
  - Grasa de grafito para mantenimiento de la herramienta
  - Maletín plástico porta herramienta



### • Uponor Expandidor de Batería

- Diseñada para uniones de hasta 40 mm.
- La herramienta incluye:
  - Herramienta Q&E de batería
  - 2 Baterías
  - 1 Cargador de batería
  - Instrucciones de montaje y mantenimiento.
  - Garantía
  - Grasa de grafito para mantenimiento de la herramienta.
  - Maletín metálico porta herramienta
- Características:
  - Tiempo de carga: 1 hora aprox.
  - Autonomía: 44 uniones de 40x2,9 (serie 5 aprox.)
  - Peso: 3,1 kgs con batería
  - Largo x Ancho x Espesor: 300x245x65
  - Puede ser usada con cabezales manuales como hidráulicos.



### • Uponor Expandidor Hidráulico

- Válida para hacer uniones en diámetros 16, 20, 25, 32 y 40 usando la pistola P40QC y en diámetros 50, 63 usando la pistola P63QC. Las pistolas se pueden intercambiar a través de la conexión Quick Conection. Los cabezales vienen marcados: 16, H20, H25, H32, H40, H50, H63.
  - Nota: Pueden usarse los cabezales del expandidor manual, pero el número de expansiones será diferente al aconsejado.
- La herramienta incluye:
  - Central hidráulica
  - Pistola P40QC alimentada por Central Hidráulica
  - Manguera hidráulica de 3 m.
  - Motor eléctrico
  - 5 Cabezales (16, H20, H23, 32 y H40)
  - Instrucciones de montaje y mantenimiento.
  - Garantía.
  - Grasa de grafito para mantenimiento de la herramienta.
  - Caja plástica porta herramienta.
- Características:
  - Motor asincronizado de una fase de 230V - 50 Hz.
  - Potencia de motor 375 W.
  - Peso del set completo: 20kgs.
  - Largo x Ancho x Espesor:



620x310x260 mm



## Almacenamiento y mantenimiento.

- Maneje el expandidor, el cono y las cabezas con precaución.
- El cono de la cabeza deberá mantenerse siempre limpio y, antes de usarlo, aplicarle presiones. De lo contrario aumentará la fuerza de expansión y reducirá la vida de servicio. La herramienta se entrega sin capa de grasa, completamente limpia.
- Mantener las piezas limpias y libres de grasa, exceptuando el cono.
- Montar la cabeza manualmente hasta el tope (con los brazos de la tenaza en la posición totalmente abierta).
- Los segmentos de la cabeza deberán estar totalmente limpios y secos para usarlos.
- Para el almacenamiento, el cono de la herramienta deberá estar siempre protegido, por ejemplo manteniendo una cabeza montada. Habrá que aflojar la cabeza unas vueltas de forma que se puedan cerrar los brazos del expandidor a la hora de guardarlo en su caja.
- Control de funcionamiento.
  - Medir el diámetro de la parte plana de los segmentos en la posición abierta (con los brazos de la tenaza cerrados). El diámetro mínimo ha de ser el indicado en la tabla.
  - Cuando no se alcance el diámetro mínimo o cuando la herramienta, por alguna razón, no funciona correctamente, hay que cambiar la tenaza y/o la cabeza.

## Prueba de presión (según RITE)

Todas las redes de articulación de fluidos portadores deben ser probadas hidrostáticamente, a fin de asegurar su estanqueidad, antes de quedar ocultas por obras de albañilería, material de relleno o por el material aislante.

Independientemente de las pruebas parciales a que hayan sido sometidas las partes de la instalación a lo largo del montaje, debe efectuarse una prueba final de estanqueidad de todos los equipos y conducciones a una presión en frío equivalente a vez y media la de trabajo, con un mínimo de 6 bar, de acuerdo a UNE 100151.

Las pruebas requieren, inevitablemente, el taponamiento de los extremos de la red, antes de que

estén instaladas las unidades terminales. Los elementos de taponamiento deben instalarse en el curso del montaje, de tal manera que sirvan, al mismo tiempo, para evitar la entrada en la red de materiales extraños.

Posteriormente se realizarán pruebas de circulación de agua, poniendo las bombas en marcha, comprobando la limpieza de los filtros y midiendo presiones y finalmente, se realizará la comprobación de la estanqueidad del circuito con el fluido a la temperatura de régimen.

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

## 1.5.4. Accesorios Uponor grandes dimensiones bronce

### Rango de aplicación

Con el nombre de Uponor grandes dimensiones bronce se define una completa gama de accesorios y acoplamientos Uponor Wirsbo-PEX para fontanería, calefacción e instalaciones industriales. Los accesorios de Uponor grandes dimensiones bronce están disponibles desde 32 a 110 mm de diámetro exterior de tubería.



### Componentes

Los acoplamientos incluyen un casquillo interior integrado con una junta tórica, una abrazadera exterior que se fija al cuerpo del acoplamiento, una base octogonal y un extremo roscado macho para la conexión con los accesorios Uponor grandes dimensiones bronce u otro tipo de acoplamientos. La abrazadera tiene una partición diagonal y una sujeción exterior con tornillo.

Los acoplamientos de 75 a 110 mm están hechos enteramente de bronce, mientras que el tornillo y la tuerca están fabricados en acero inoxidable. Los accesorios Uponor grandes dimensiones bronce están realizados en bronce o acero inoxidable. Se unen mediante rosca. La unión puede sellarse con junta tórica de EPDM u otro tipo de agente de estanqueidad.

### Montaje

1.- Corte la tubería perpendicularmente a su eje. Use un cortatubos adecuado para PEX.



2.- Achaflane el borde interior del extremo cortado con un cuchillo o navaja. Elimine también cualquier irregularidad exterior.



3.- Libere el tornillo de la abrazadera. Para facilitar el ensamblaje de la tubería se puede extraer la abrazadera y situarla suelta sobre la tubería antes de ensamblarla. Compruebe posteriormente que la abrazadera está bien encajada en el acoplamiento.



4.- Compruebe a través de la abertura de la abrazadera que la junta tórica no se ha movido de su sitio y que la tubería está llevada hasta el tope.



#### Accesorios de Uponor grandes dimensiones bronce

Asegúrese de que la junta tórica, si utiliza este método de estanqueidad, está limpia. Asegúrese de que la junta es del tamaño correcto. Debe estar en contacto con la zona de asiento y su sección debe de ser mayor que la profundidad del asiento. Sitúe la junta tórica con cuidado de no dañarla.

5.- Antes de apretar lubriqué la rosca del tornillo. Para apretar el acoplamiento sujete el tornillo y apriete la tuerca lentamente. Use llave inglesa o fija, no llave ajustable. Apriete hasta conseguir el par adecuado. A continuación se especifica una tabla con los pares de apriete necesarios. "El accesorio Uponor grandes dimensiones bronce en todas sus medidas (de 32 a 110) debe reapretarse al cabo de 20 minutos".

a) Apriete del acoplamiento de 32 a 63mm: Apriete con la llave Allen lentamente. Espere por lo menos un minuto y vuelva a apretar lentamente de nuevo.

b) Apriete del acoplamiento de 75 a 110 mm: Sujete el tornillo y apriete la tuerca lentamente. Use llave inglesa o fija, no llave ajustable. Apriete hasta conseguir el par adecuado. A continuación se especifica una tabla con los pares de apriete necesarios.



Rosque primero a mano y luego con herramientas adecuadas acoplamiento y accesorio Uponor grandes dimensiones bronce. Selle las uniones roscadas con aceite de linaza.

#### Prueba de presión

Realice la prueba de presión de acuerdo con la legislación.

DIÁMETRO	Llave	Tornillo	Momento de apriete (Nm)
32	5	M8	9,3
40	6	M8	22
50	6	M10	22
63	8	M10	44
75	19	M12	76
90	24	M16	187
110	24	M16	187

## 1.6. 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:

	TIPO DE VIVIENDA			
	1 BAÑO COCINA	1 BAÑO 1 ASEO COCINA	2 BAÑOS 1 ASEO COCINA	3 BAÑOS 1 ASEO COCINA
<b>CAPACIDAD DEL DEPOSITO</b>	80 Litros	110 Litros	140 Litros	225 Litros
<b>POTENCIA A AÑADIR PARA CÁLCULO DE CALDERA</b>	2.000 Kcal/h	3.000 Kcal/h	4.000 Kcal/h	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 necesitara la caldera?

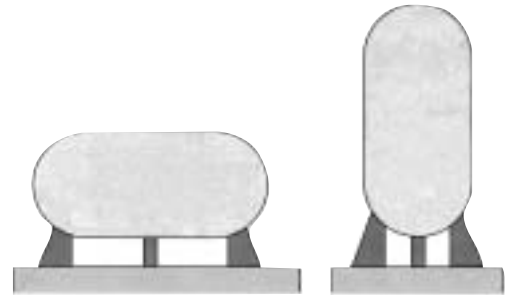
Potencia de radiadores ..... 6.500 Kcal/h  
 Potencia añadida acumulador .... 4.000 Kcal/h  
 Total ..... 10.500 Kcal/h

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

**Potencia de caldera :  $10.500 \times 1,10 = 11.550$  Kcal/h**

### Instalación de depósitos acumuladores

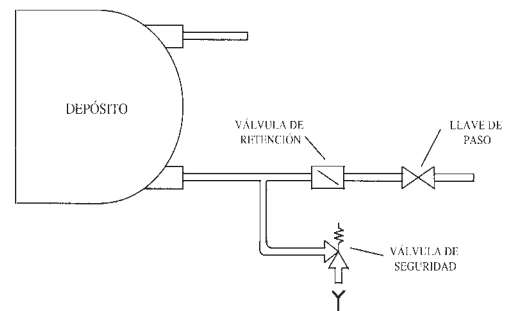
En función de su capacidad pueden instalarse en posición horizontal o vertical, así se instalan depósitos horizontales hasta 140 litros, y verticales para todos los volúmenes.



Esquema depósito acumulación

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

- Válvula de retención, válvula de seguridad y llave de paso.



Esquema de situación elementos de uso obligado.

## 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 de partida 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 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. Criterios de diseño

La finalidad de una instalación de calefacción es aportar una temperatura ambiente a un local habitado mediante un aporte de calor, por medio de un elemento emisor, que sea capaz de contrarrestar las pérdidas de calor que se producen en el local mas la aportación necesarias para obtener en el mismo unas condiciones de confort.

Las Instrucciones Técnicas Complementarias ITE.O2. establece las exigencias ambientales y de confortabilidad (bienestar térmico) para cualquier local, y dice así:

- " El ambiente térmico se define por aquellas características que condicionan los intercambios térmicos del cuerpo humano con el ambiente, en función de la actividad de la persona y del aislamiento térmico de su vestimenta, y que

afectan a la sensación de bienestar de sus ocupantes. Estas características son la temperatura del aire, la temperatura radiante media del recinto, la velocidad media del aire en la zona ocupada y, por último, la presión parcial de vapor de agua o la humedad relativa."

- "Las condiciones interiores de diseño se fijarán en función de la actividad metabólica de las personas y su grado de vestimenta y, en general, estarán comprendidas entre los siguientes límites:"

ESTACIÓN	TEMPERATURA OPERATIVA (°C)	VELOCIDAD MEDIA DEL AIRE (m/s)	HUMEDAD RELATIVA
Verano	23 a 25	0,18 a 0,24	40% a 60%
Invierno	20 a 23	0,15 a 0,20	40% a 60%

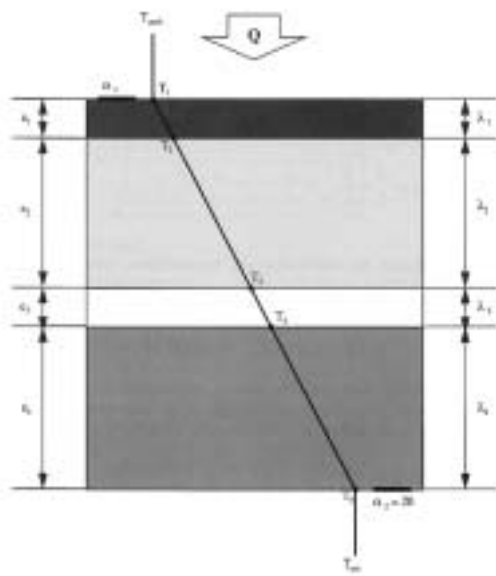
Para un cálculo correcto de una instalación de calefacción, deberán seguirse los siguientes pasos:

- 1º Comprobar que el plano del edificio es claro y legible, y que indica la ubicación del generador en el edificio y la localización de los tubos de alimentación, montantes y bifurcaciones dentro del edificio.
- 2º Dividir el edificio por habitaciones, asignando a cada una un nombre o referencia.
- 3º Calcular el coeficiente de transmisión térmica (Kv de cada uno de los cerramientos, a partir de los datos de los materiales (espesor, conductividad, etc).

- 4º Calcular las demandas caloríficas de cada habitación.
- 5º Calcular los emisores necesarios para contrarrestar esas demandas.
- 6º Calcular el diámetro de las tuberías de la instalación.
- 7º Calcular la caída de presión en el circuito.
- 8º Seleccionar la bomba de circulación.
- 9º Calcular la potencia del generador de calor.

### 2.3. Cálculo del Ki de los cerramientos

Partimos de una fuente de calor Q. En cada una de los elementos constructivos, tendremos una diferencia de temperatura que, aproximadamente, tendrá la siguiente distribución:



Los diferentes  $\Delta T$  tendrán los siguientes valores:

$$T_{\text{int}} - T_1 = \frac{Q}{S} \times \frac{1}{\alpha_1}$$

$$T_1 - T_2 = \frac{Q}{S} \times \frac{e_1}{\lambda_1}$$

$$T_2 - T_3 = \frac{Q}{S} \times \frac{e_2}{\lambda_2}$$

$$T_3 - T_4 = \frac{Q}{S} \times \frac{e_3}{\lambda_3}$$

$$T_4 - T_5 = \frac{Q}{S} \times \frac{e_4}{\lambda_4}$$

$$T_5 - T_{\text{ext}} = \frac{Q}{S} \times \frac{1}{\alpha_2}$$

Donde:

$T_i$  = Temperatura en cada uno de los puntos del cerramiento, en °C

$e_i$  = espesor en m

$\alpha_i$  = coeficiente superficial de transmisión de calor ( $\alpha_1$  de admisión y  $\alpha_2$  de emisión) en  $\frac{\text{Kcal}}{\text{h m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}}$

$\lambda_i$  = coef. de conductividad térmica en  $\frac{\text{Kcal}}{\text{h m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}}$

Q = Cantidad de calor en  $\frac{\text{Kcal}}{\text{h}}$

S = superficie en  $\text{m}^2$

Podemos agrupar las diferencias de temperaturas como deseamos para conocerla en un determinado punto. Por ejemplo, queremos conocer la temperatura de  $T_4$  conociendo la temperatura interior:

$$T_{\text{int}} - T_4 = (T_{\text{int}} - T_1) + (T_1 - T_2) + (T_2 - T_3) + (T_3 - T_4)$$

$$T_{\text{int}} - T_4 = \frac{Q}{S} \times \left( \frac{1}{\alpha_1} + \frac{e_1}{\lambda_1} + \frac{e_2}{\lambda_2} + \frac{e_3}{\lambda_3} \right)$$

Despejando, obtendremos:

$$T_4 = T_{\text{int}} - \left[ \frac{Q}{S} \times \left( \frac{1}{\alpha_1} + \frac{e_1}{\lambda_1} + \frac{e_2}{\lambda_2} + \frac{e_3}{\lambda_3} \right) \right]$$

Y de igual forma podremos conocer el valor de Q, de los materiales utilizados: conociendo dos temperaturas y las características

$$Q = S \times (T_{\text{int}} - T_4) \times \left( \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{e_1}{\lambda_1} + \frac{e_2}{\lambda_2} + \frac{e_3}{\lambda_3}} \right)$$

Si las temperaturas conocidas son  $T_{\text{int}}$  y  $T_{\text{ext}}$ , como ocurre generalmente en los de calefacción, el valor de Q será:

$$Q = S \times (T_{\text{int}} - T_{\text{ext}}) \times \left( \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{e_1}{\lambda_1} + \frac{e_2}{\lambda_2} + \frac{e_3}{\lambda_3} + \frac{e_4}{\lambda_4} + \frac{1}{\alpha_2}} \right)$$

Podemos entonces definir el valor del coeficiente de transmisión térmica del cerramiento K, como:

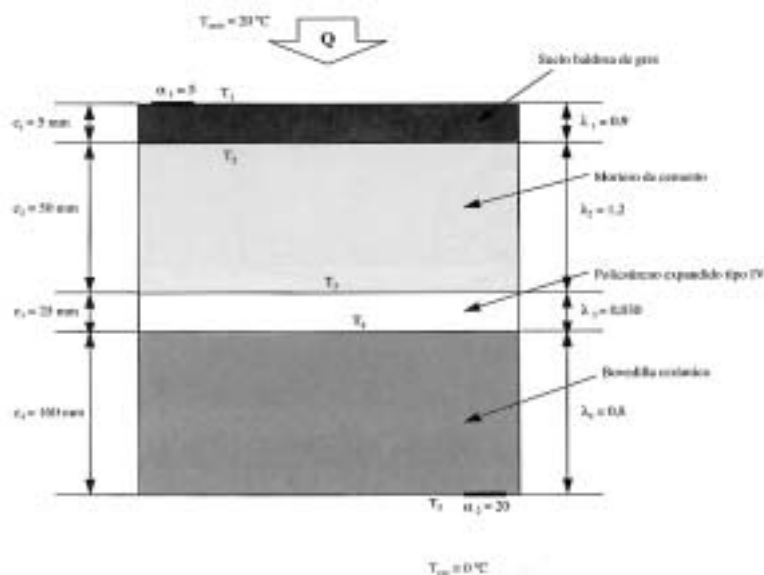
$$K = \left( \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{e_1}{\lambda_1} + \frac{e_2}{\lambda_2} + \frac{e_3}{\lambda_3} + \frac{e_4}{\lambda_4} + \frac{1}{\alpha_2}} \right)$$

Y el valor de Q será:

$$Q = S \times K \times \Delta T_{\text{int-ext}}$$

### Ejemplo:

Suponiendo que la superficie es  $100 \text{ m}^2$  y que el cerramiento está compuesto de los materiales indicados en la figura, calcular el valor de Q y el valor de la temperatura en  $T_1, T_2, T_3, T_4$  y  $T_5$ . ( $T_{\text{int}} = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ ;  $T_{\text{ext}} = 0 \text{ }^\circ\text{C}$ )



Como ya se ha indicado, el valor de Q será:

$$Q = S \times (T_{\text{int}} - T_{\text{ext}}) \times \left( \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{e_1}{\lambda_1} + \frac{e_2}{\lambda_2} + \frac{e_3}{\lambda_3} + \frac{e_4}{\lambda_4} + \frac{1}{\alpha_2}} \right) = S \times (T_{\text{int}} - T_{\text{ext}}) \times K$$

Sustituyendo, tendremos:

$$Q = 100 \times (20 - 0) \times \left( \frac{1}{\frac{1}{5} + \frac{0,005}{0,9} + \frac{0,05}{1,2} + \frac{0,025}{0,030} + \frac{0,16}{0,8} + \frac{1}{20}} \right)$$

Por tanto, el valor del coeficiente de transmisión térmica de este cerramiento será:

$$K = 0,751 \frac{\text{Kcal}}{\text{h m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}}$$

Y el valor de Q será:

$$Q = 100 \times 20 \times 0,751 = 1502 \frac{\text{Kcal}}{\text{h}} = 1742,32 \text{ W}$$

$$Q = 1502 \frac{\text{Kcal}}{\text{h}}$$

Conocidos éstos valores, podemos calcular la temperatura a la que se encuentran cada una de las capas de la siguiente forma:

La temperatura en  $T_1$  será:

$$T_1 = T_{\text{int}} - \left( \frac{Q}{S} \times \frac{1}{\alpha_1} \right) = 20 - \left( \frac{1502}{100} \times \frac{1}{5} \right)$$

$$T_1 = 17 \text{ } ^\circ\text{C}$$

La temperatura en  $T_2$  será:

$$T_2 = T_{\text{int}} - \left( \frac{Q}{S} \times \left( \frac{1}{\alpha_1} + \frac{e_1}{\lambda_1} \right) \right) = 20 - \left( \frac{1502}{100} \times \left( \frac{1}{5} + \frac{0,005}{0,9} \right) \right)$$

$$T_2 = 16,9 \text{ } ^\circ\text{C}$$



La temperatura en  $T_3$  será:

$$T_3 = T_{\text{int}} - \left( \frac{Q}{S} \times \left( \frac{1}{\alpha_1} + \frac{e_1}{\lambda_1} + \frac{e_2}{\lambda_2} \right) \right) = 20 - \left( \frac{1502}{100} \times \left( \frac{1}{5} + \frac{0,005}{0,9} + \frac{0,05}{1,2} \right) \right)$$

$$T_3 = 16,3 \text{ } ^\circ\text{C}$$

La temperatura en  $T_4$  será:

$$T_4 = T_{\text{int}} - \left( \frac{Q}{S} \times \left( \frac{1}{\alpha_1} + \frac{e_1}{\lambda_1} + \frac{e_2}{\lambda_2} + \frac{e_3}{\lambda_3} \right) \right) = 20 - \left( \frac{1502}{100} \times \left( \frac{1}{5} + \frac{0,005}{0,9} + \frac{0,05}{1,2} + \frac{0,025}{0,030} \right) \right)$$

$$T_4 = 3,7 \text{ } ^\circ\text{C}$$

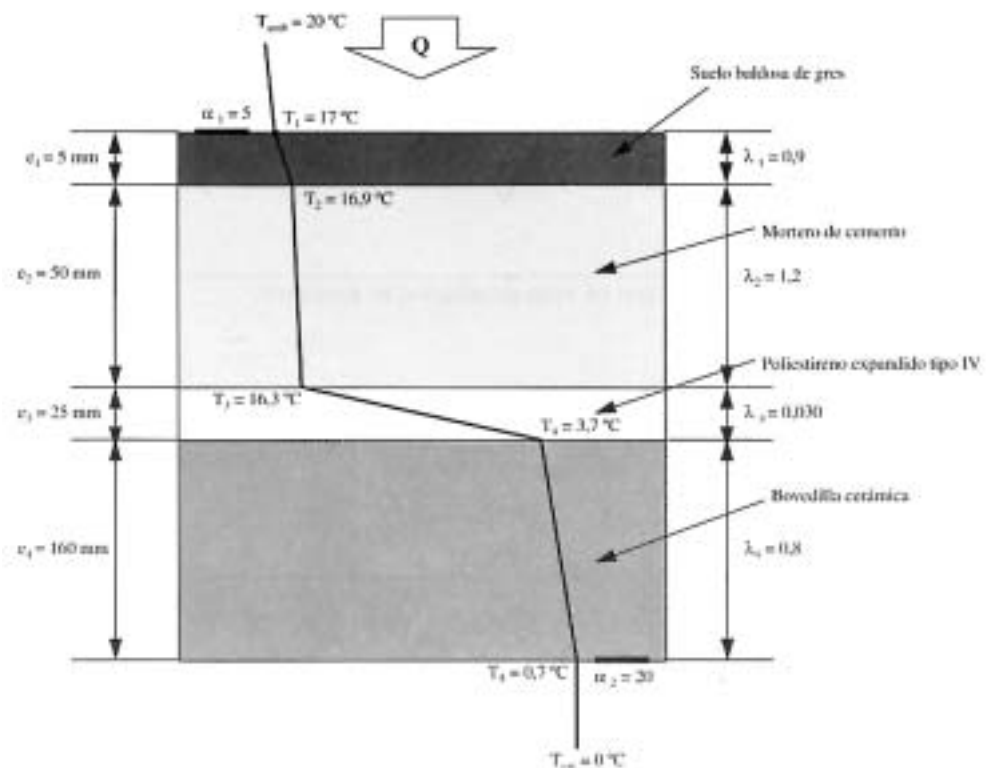
La temperatura en  $T_5$  será:

$$T_5 = T_{\text{int}} - \left( \frac{Q}{S} \times \left( \frac{1}{\alpha_1} + \frac{e_1}{\lambda_1} + \frac{e_2}{\lambda_2} + \frac{e_3}{\lambda_3} + \frac{e_4}{\lambda_4} \right) \right) = 20 - \left( \frac{1502}{100} \times \left( \frac{1}{5} + \frac{0,005}{0,9} + \frac{0,05}{1,2} + \frac{0,025}{0,030} + \frac{0,16}{0,8} \right) \right)$$

$$T_5 = 0,7 \text{ } ^\circ\text{C}$$

**Nota:** Para los cálculos se toma como temperatura base la  $T_{\text{int}}$ , pero de igual forma se pueden llegar a los mismos resultados tomando como base la  $T_{\text{ext}}$  y despejando los valores desde esta.

Por tanto, el diagrama inicial de temperaturas quedará de la siguiente forma:



Si observamos esta distribución de temperaturas, podemos comprobar que en la plancha de poliestireno es donde se produce el mayor salto térmico ( $\Delta T = 12,6 \text{ }^\circ\text{C}$ ) lo que quiere decir que aislando correctamente el cerramiento, las pérdidas del 10 disminuyen de forma considerable.

Imaginemos que no colocamos la plancha de poliestireno. Las pérdidas obtenidas se disparan hasta una  $Q = 4022,3 \text{ Kcal/h}$ , que suponen un incremento de un 267,8 %.

Además, la distribución de temperaturas quedaría de la siguiente forma:

$$T_1 = 11,9 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$T_2 = 11,7 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$T_3 = T_4 = 10 \text{ }^\circ\text{C}$$

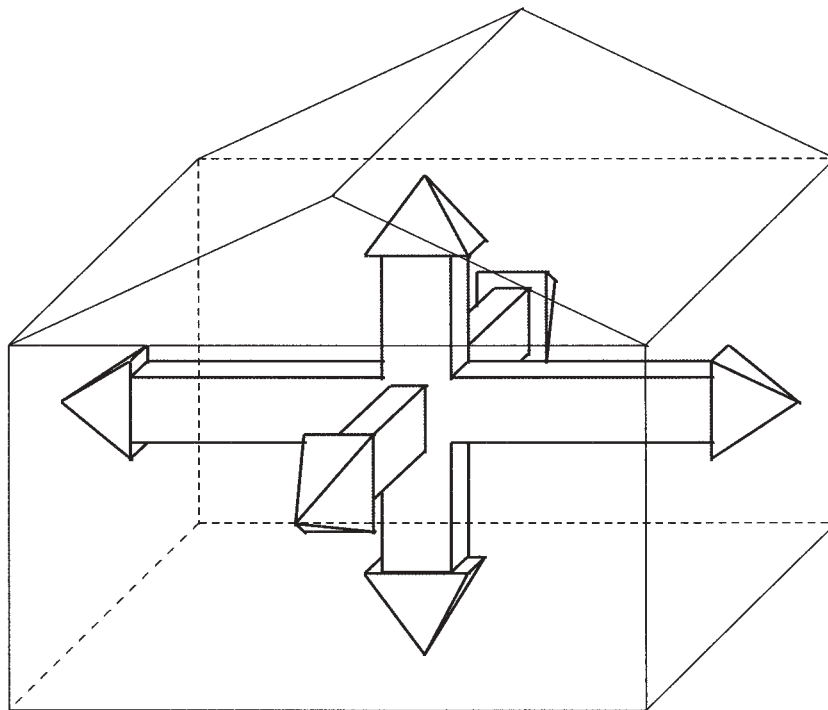
$$T_5 = 2 \text{ }^\circ\text{C}$$

Podemos ver que la temperatura superficial  $T_1$  se reduce considerablemente respecto a la aislada, y que el mayor salto térmico en el cerramiento se produce en la bovedilla cerámica por ser de mayor espesor que las demás.

## 2.4. Cálculo de las demandas caloríficas

Para el cálculo de la demanda calorífica se pueden seguir los procedimientos de cálculo, atendiendo siempre a las prescripciones indicadas en la Norma

Básica de Edificación CT-79 (Condiciones Térmicas en los edificios).



Esquema de pérdidas de calor en una vivienda

Para efectuar los cálculos de pérdidas de calor en un local o recinto se emplea la siguiente fórmula general:

$$Q = \left( \left[ \sum \Delta T_i \cdot K_i \cdot A_i \right] + \left[ \Delta T_{\text{int-ext}} \cdot V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \right] \right) \cdot (1 + F) \quad \left( \frac{\text{Kcal}}{\text{h}} \right)$$

Donde:

$\Delta T_i = T_1 - T_2$  Diferencia entre las temperaturas a un lado y al otro del cerramiento.

$T_1 = T^a$  interior al cerramiento ( $^{\circ}\text{C}$ )

$T_2 = T^a$  exterior al cerramiento ( $^{\circ}\text{C}$ )

$K_i$  = Coeficiente de transmisión térmica de cada cerramiento ( $\frac{\text{Kcal}}{\text{m}^2 \text{h } ^{\circ}\text{C}}$ )

$A_i$  = Área neta de cada uno de los cerramientos del local: muros, ventanas, puertas, suelo, techo, etc...(m<sup>2</sup>)

$\Delta T_{\text{int-ext}} = T_{\text{int}} - T_{\text{ext}}$  Diferencia entre las temperaturas entre el interior y el exterior.

$T_{\text{int}} = T^a$  interior (corresponde al ambiente) ( $^{\circ}\text{C}$ )

$T_{\text{ext}} = T^a$  exterior (corresponde a la calle) ( $^{\circ}\text{C}$ )

$V$  = Volumen del aire del local (m<sup>3</sup>)

$C_e$  = Calor específico del aire,  $0,24 \frac{\text{kcal}}{\text{kg } ^{\circ}\text{C}}$

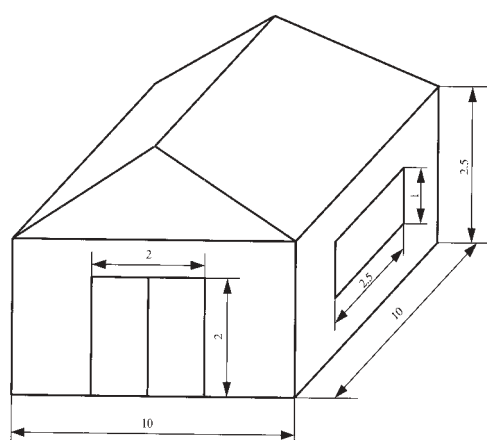
$P_e$  = Peso específico del aire seco,  $1,24 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$  a  $10^{\circ}\text{C}$  y  $1,205 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$  a  $20^{\circ}\text{C}$

$n$  = n<sup>o</sup> de renovaciones de aire por hora

$F$  = Suplementos que serán: La siguiente tabla nos muestra los suplementos que debemos añadir para compensar la pérdida de calor:

CONCEPTO DE SUPLEMENTO	VALOR
Por orientación norte	0,05 - 0,07
Por intermitencia: reducción nocturna	0,05
Por intermitencia: de 8 a 9 horas parada	0,10
Por intermitencia: mas de 10 horas parada	0,20 - 0,25
Más de 2 paredes al exterior	0,05
Últimas plantas edificios de gran altura	0,02/metro

Siguiendo los criterios de diseño, vamos a calcular la demanda energética del siguiente local:



Largo = 10 m.

Ancho = 10 m.

Altura = 2,5 m.

$V = (10 \times 10 \times 2,5) = 250 \text{ m}^3$ .

$A_{\text{puertas}} = 4 \text{ m}^2$ .

$A_{\text{ventanas}} = 2,5 \text{ m}^2$ .

$A_{\text{techo}} = A_{\text{suelo}} = (10 \times 10) = 100 \text{ m}^2$ .

$A_{\text{muros}} = ((4 \times (10 \times 2,5)) - (4 + 2,5)) = 93,5 \text{ m}^2$ .

Para simplificar el ejemplo vamos a suponer que todos los cerramientos dan al exterior (por tanto el  $\Delta T$  es constante), que no hay pérdidas hacia abajo (por tanto no necesitamos el  $K$  de ese cerramiento) y que solo tenemos suplementos por orientación norte.

Tendremos entonces que:

$$K_{\text{puertas}} = 2 \text{ Kcal/h m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$K_{\text{ventanas}} = 3 \text{ Kcal/h m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$K_{\text{techo}} = 0,77 \text{ Kcal/h m}^2 \text{ }^\circ\text{C} \text{ (limite de coeficiente de transmisión de calor para una cubierta, marcado por la NBE CT -79)}$$

$$K_{\text{muros}} = 1,03 \text{ Kcal/h m}^2 \text{ }^\circ\text{C} \text{ (limite de coeficiente de transmisión de calor para una fachada, marcado por la NBE CT- 79)}$$

$$n = 0,5 \text{ veces/h}$$

$$F = 0,05 \text{ (por orientación norte)}$$

$$T_{\text{int}} = 20^\circ\text{C}$$

$$T_{\text{ext}} = -5^\circ\text{C}$$

Aplicando la fórmula:

$$Q = Q = \Delta T \cdot \left( \left[ \sum K_i \cdot A_i \right] + [V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n] \right) \cdot (1 + F)$$

tendremos:

$$Q = Q = \Delta T \cdot \left( \left[ K_{\text{techo}} \cdot A_{\text{techo}} + K_{\text{muros}} \cdot A_{\text{muros}} + K_{\text{ventana}} \cdot A_{\text{ventana}} + K_{\text{puerta}} \cdot A_{\text{puerta}} \right] + [V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n] \right) \cdot (1 + F)$$

$$Q = Q = 25 \cdot \left( [0,77 \cdot 100 + 1,03 \cdot 93,5 + 3 \cdot 2,5 + 2 \cdot 4] + [250 \cdot 0,24 \cdot 1,2 \cdot 0,5] \right) \cdot (1 + 0,05)$$

por tanto:

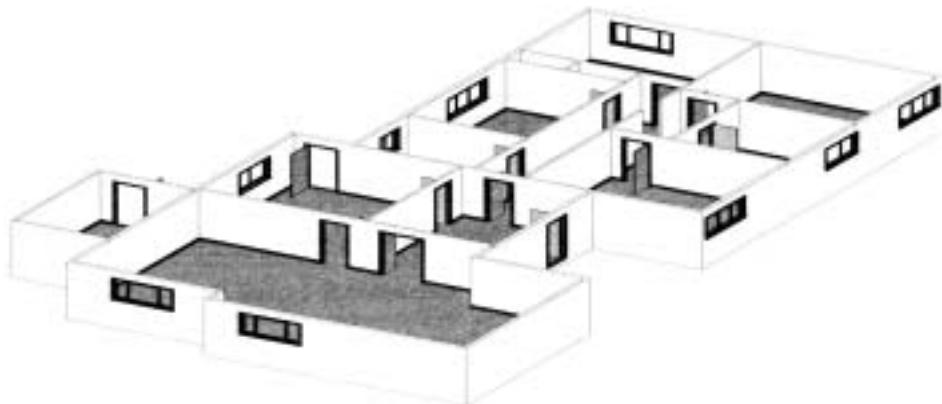
$$Q = 5901,13 \frac{\text{Kcal}}{\text{h}}$$

## 2.5. Cálculo de una instalación bitubo

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

analizaremos también un ejemplo de instalación mediante colectores.

Tomamos un piso tipo como el de la figura :





Para simplificar vamos a suponer que hemos calculado el Ki de los cerramientos y por tanto, las demandas caloríficas de la vivienda serán:

<b>SISTEMA BITUBULAR</b>			
<b>LOCAL</b>	<b>Nº</b>	<b>AREA (m<sup>2</sup>)</b>	<b>DEMANDA (Kcal/h)</b>
Comedor	1	45	3.800
Cocina	2	12,6	850
Vestíbulo	3	9,5	494
Aseo	4	2,8	203
Dorm 1	5	7,8	695
Dorm 2	6	8,6	754
Dorm 3	7	10	796
Baño	8	4,4	395
Dorm 4	9	9,3	878
<b>TOTAL VIVIENDA</b>			<b>8.865</b>

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



**MEDIDAS DE LOS ELEMENTOS:**

MODELOS	Altura total m/m.	Distancia ejes m/m.	Anchura frontal m/m.	Profundidad lateral m/m.	Capacidad litros	Peso en kg.	Clase de conexión	Emisión con $\Delta t=60^{\circ}C$ Según norma UNE 9.015-83		Exponente a =	Registro en el M° de Ind.
								W	Kcal/h.		
2000 / 350	350	260	80	95	0,355	0,950	1"	102,0	88	1,33	CyR 1143
2000 / 600	590	500	80	95	0,510	1,520	1"	174,7	150,2	1,30	CyR 1144
2000 / 700	690	600	80	95	0,535	1,820	1"	201,8	174	1,25	CyR 1145

Para hallar el número de elementos por radiador a colocar en cada local, 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 850 Kcal/h se obtiene:

$$\text{n}^{\circ} \text{ de elem rad cocina} = \frac{850}{150,2} = 5,66 \text{ elem} \Rightarrow 6 \text{ elem.}$$

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

NUMERO DE ELEMENTOS POR RADIADOR						
Local	Nº	Kcal/h Loc	Radiador Mod.	Kcal/h elem	Nº elem	Nº Total elem
Comedor	1	1.572	2000/600	150,2	10,46	<b>11</b>
Comedor	1'	2.228	2000/700	174	12,80	<b>13</b>
Cocina	2	850	2000/600	150,2	5,66	<b>6</b>
Recibidor	3	494	2000/350	88	5,61	<b>6</b>
Aseo	4	203	2000/350	88	2,30	<b>3</b>
Dorm 1	5	695	2000/600	150,2	4,63	<b>5</b>
Dorm 2	6	754	2000/600	150,2	5,02	<b>5</b>
Dorm 3	7	796	2000/600	150,2	5,30	<b>6</b>
Baño	8	395	2000/350	88	4,48	<b>5</b>
Dorm 4	9	878	2000/600	150,2	5,84	<b>6</b>

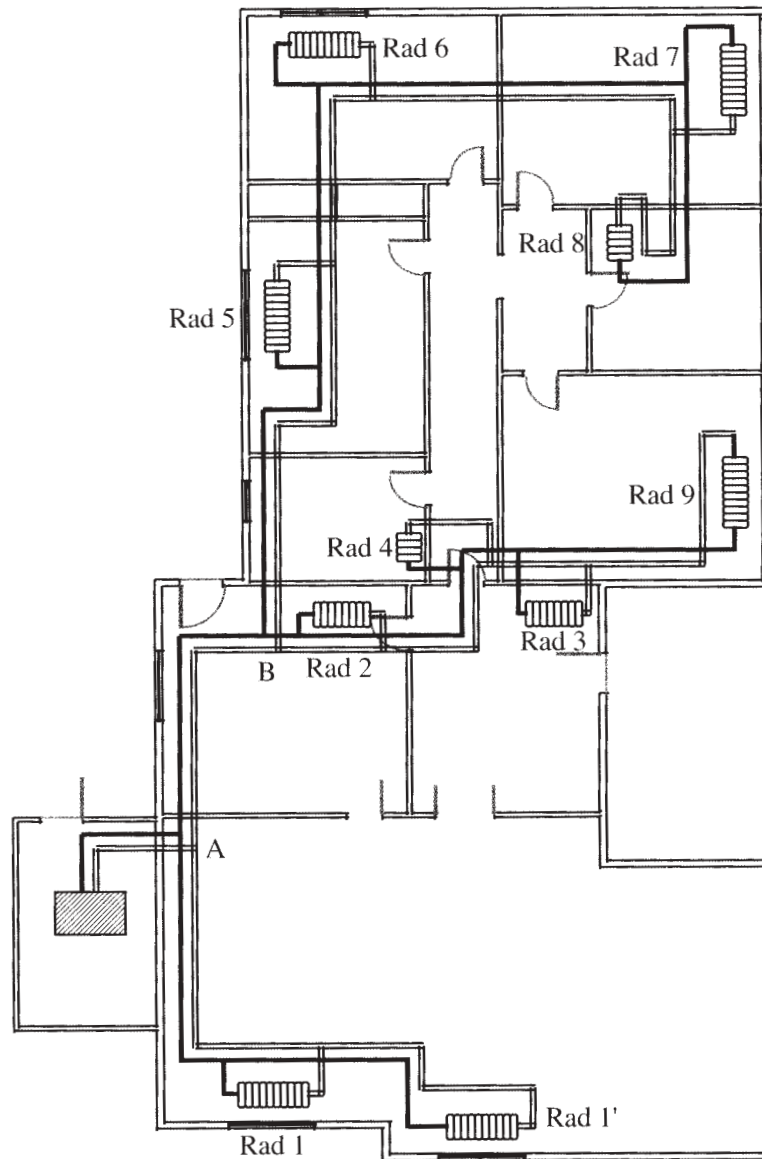
Una vez conocidos los radiadores a colocar en cada local, vamos a calcular el diámetro de las tuberías por tramo de instalación, desde la caldera hasta el último radiador.

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 Wirsbo evalPEX (provista de barrera antidifusión de oxígeno). Dado que la rugosidad de las tuberías Uponor Wirsbo evalPEX 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 de 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 medidos sobre planos reales de la instalación.

Veamos primero un esquema de la instalación:



En este caso se ha diseñado una instalación de retorno directo. El circuito de retorno comienza en

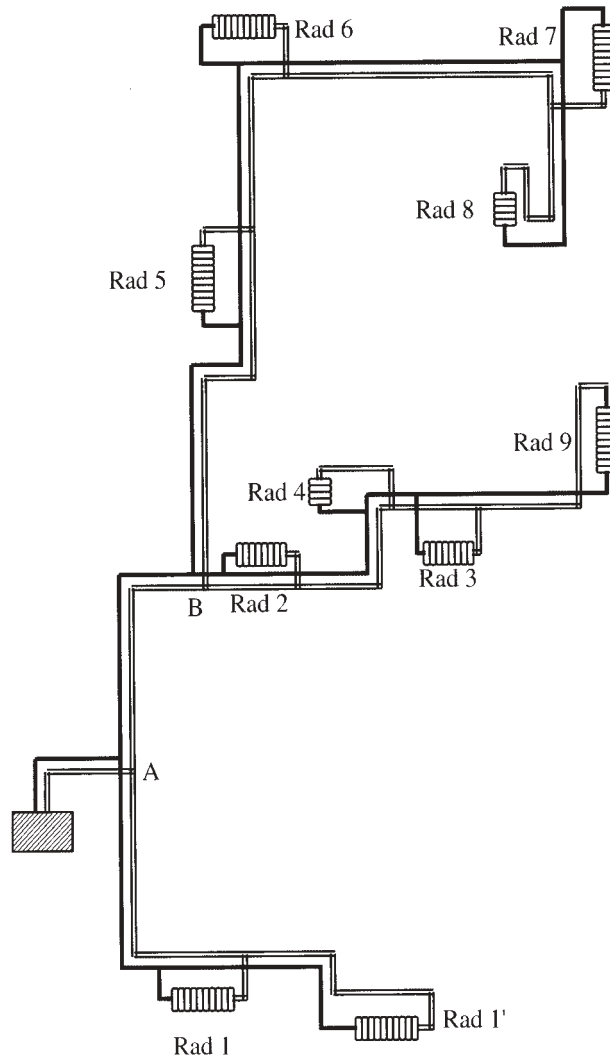
los radiadores mas alejados de la caldera y van recogiendo el agua de los demás radiadores.

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 Wirsbo eval-PEX de 16 x 2 mm le corresponden 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:



Rad 7-Rad 8	395 Kcal/h
Rad 6-Rad 7	1.191 Kcal/h
Rad 5-Rad 6	1.945 Kcal/h
B-Rad 5	2.640 Kcal/h
Rad 3-Rad 9	878 Kcal/h
Rad 4-Rad 3	1.372 Kcal/h
Rad 2-Rad 4	1.575 Kcal/h
B-Rad 2	2.425 Kcal/h
Rad 1-Rad 1'	2.228 Kcal/h
A-Rad 1	3.800 Kcal/h
A-B	5.065 Kcal/h
CALD-A	8.865 Kcal/h

Por ser la instalación de retorno directo, las dimensiones de las tuberías de ida y de retorno por tramos son idénticas ya que los caudales en ambas coinciden. Pero para el caso de diseñar una

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



La tabla adjunta muestra un resumen de los diámetros elegidos por tramo, para las tuberías de la instalación (como ya se ha indicado, esta tabla

corresponde a la impulsión y al retorno pues serán idénticas):

### **TABLA RESUMEN DIMENSIONADO DE TUBERÍAS**

TRAMO	POTENCIA	Ø	PERDIDAS	LONG	TOTAL PERDIDAS
Rad 7 - Rad 8	395 Kcal/h	16 x 1,8	0,42 mm.c.a./m	4 m	1,69 mm.c.a.
Rad 6 - Rad 7	1.191 Kcal/h	16 x 1,8	3,08 mm.c.a./m	7 m	21,58 mm.c.a.
Rad 5 - Rad 6	1.945 Kcal/h	16 x 1,8	7,45 mm.c.a./m	5 m	37,27 mm.c.a.
B - Rad 5	2.640 Kcal/h	16 x 1,8	12,92 mm.c.a./m	6 m	77,52 mm.c.a.

**TOTAL TRAMO 138,07 mm.c.a.**

TRAMO	POTENCIA	Ø	PERDIDAS	LONG	TOTAL PERDIDAS
Rad 3 - Rad 9	878 Kcal/h	16 x 1,8	1,78 mm.c.a./m	5 m	8,90 mm.c.a.
Rad 4 - Rad 3	1.372 Kcal/h	16 x 1,8	3,98 mm.c.a./m	5 m	19,89 mm.c.a.
Rad 2 - Rad 4	1.575 Kcal/h	16 x 1,8	5,10 mm.c.a./m	3 m	15,30 mm.c.a.
B - Rad 2	2.425 Kcal/h	16 x 1,8	11,09 mm.c.a./m	2 m	22,18 mm.c.a.

**TOTAL TRAMO 66,26 mm.c.a.**

TRAMO	POTENCIA	Ø	PERDIDAS	LONG	TOTAL PERDIDAS
Rad 1 - Rad 1'	2.228 Kcal/h	16 x 1,8	9,52 mm.c.a./m	5 m	47,60 mm.c.a.
A - Rad 1	3.800 Kcal/h	16 x 1,8	24,89 mm.c.a./m	7 m	174,24 mm.c.a.

**TOTAL TRAMO 221,83 mm.c.a.**

TRAMO	POTENCIA	Ø	PERDIDAS	LONG	TOTAL PERDIDAS
A - B	5.065 Kcal/h	20 x 1,9	10,98 mm.c.a./m	8 m	87,81 mm.c.a.

**TOTAL TRAMO 87,81 mm.c.a.**

TRAMO	POTENCIA	Ø	PERDIDAS	LONG	TOTAL PERDIDAS
CALD - A	8.865 Kcal/h	20 x 1,9	30,13 mm.c.a./m	7 m	210,93 mm.c.a.

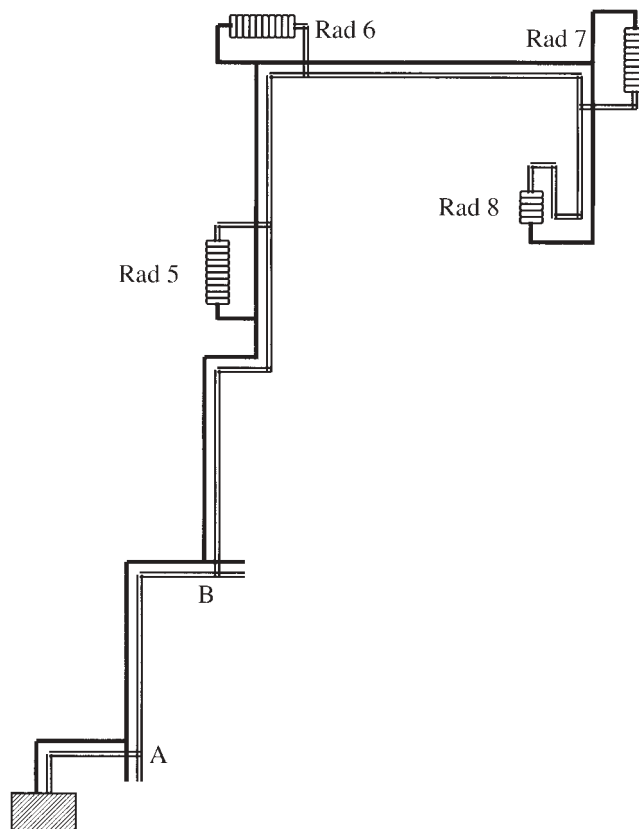
**TOTAL TRAMO 210,93 mm.c.a.**

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

serán la suma de las válvulas etc y a las pérdidas en radiadores calderas 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:

$$\Delta P_{\text{circ imp}} = \Delta P_{\text{CAL-A}} + \Delta P_{\text{A-B}} + \Delta P_{\text{B-Rad8}} = 210,93 + 87,81 + 138,07$$

$$\Delta P_{\text{circ imp}} = 436,81 \text{ mm.c.a.}$$

$$\Delta P_{\text{circ ret}} = \Delta P_{\text{Rad8-B}} + \Delta P_{\text{B-A}} + \Delta P_{\text{A-CAL}} = 138,07 + 87,81 + 210,93$$

$$\Delta P_{\text{circ ret}} = 436,81 \text{ mm.c.a.}$$

Las pérdidas de carga en los accesorios serán (ver anexos):

$$\Delta P_{\text{ACC}} = 136 \text{ mm.c.a.}$$

Y las pérdidas de carga en la caldera serán (ver anexos):

$$\Delta P_{\text{CAL}} = 382 \text{ mm.c.a.}$$

Por tanto:

$$\Delta P_{\text{BOMBA}} = \Delta P_{\text{circ imp}} + \Delta P_{\text{circ ret}} + \Delta P_{\text{ACC}} + \Delta P_{\text{CAL}} = 436,81 + 436,81 + 136 + 382$$

$$\Delta P_{\text{BOMBA}} = 1.391,62 \text{ mm.c.a.}$$

Falta conocer el caudal que deberá suministrar la bomba. Conociendo la potencia de caldera podemos calcular este caudal necesario para la

instalación, con la formula: (Suponiendo un  $\Delta T$  del circuito de 20 °C)

$$Q = \frac{P_{\text{CALDERA}}}{\Delta T_{\text{CIRCUITO}} \cdot 3.600} \text{ (l/s)}$$

Si trabajamos con un  $\Delta T$  del circuito de 20 °C y sustituimos:

$$Q = \frac{8.865}{20 \cdot 3.600} = 0,123 \text{ l/s}$$

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

$$Q = 0,123 \text{ l/s}$$

$$\Delta P = 1,39 \text{ m.c.a.}$$

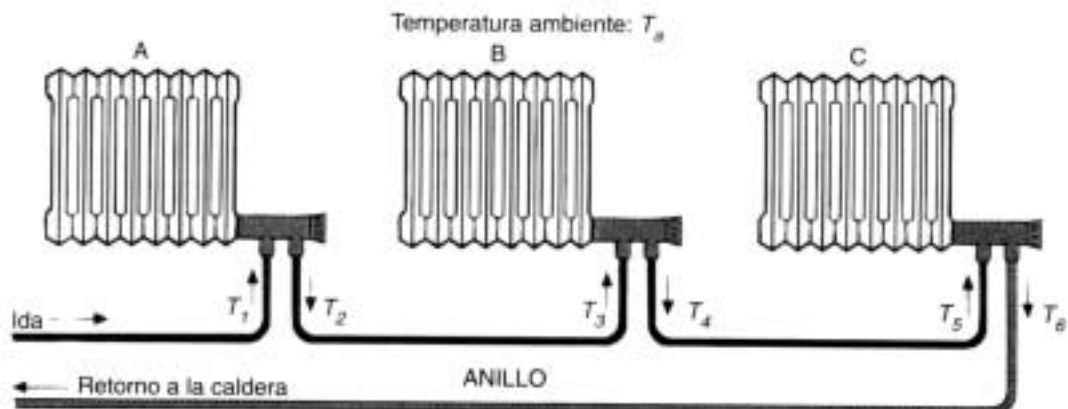
Estaríamos buscando una bomba capaz de suministrar un caudal de 0,123 l/s con una

sobrepresión de 1,4 metros de columna de agua.

## 2.6. Cálculo de una instalación monotubo

Como ya se explicó en el apartado sobre las particularidades de las instalaciones monotubo, se basan en la colocación en serie de los emisores,

mediante una única tubería cuya ida y retorno constituyen un bucle cerrado, llamado anillo.



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.

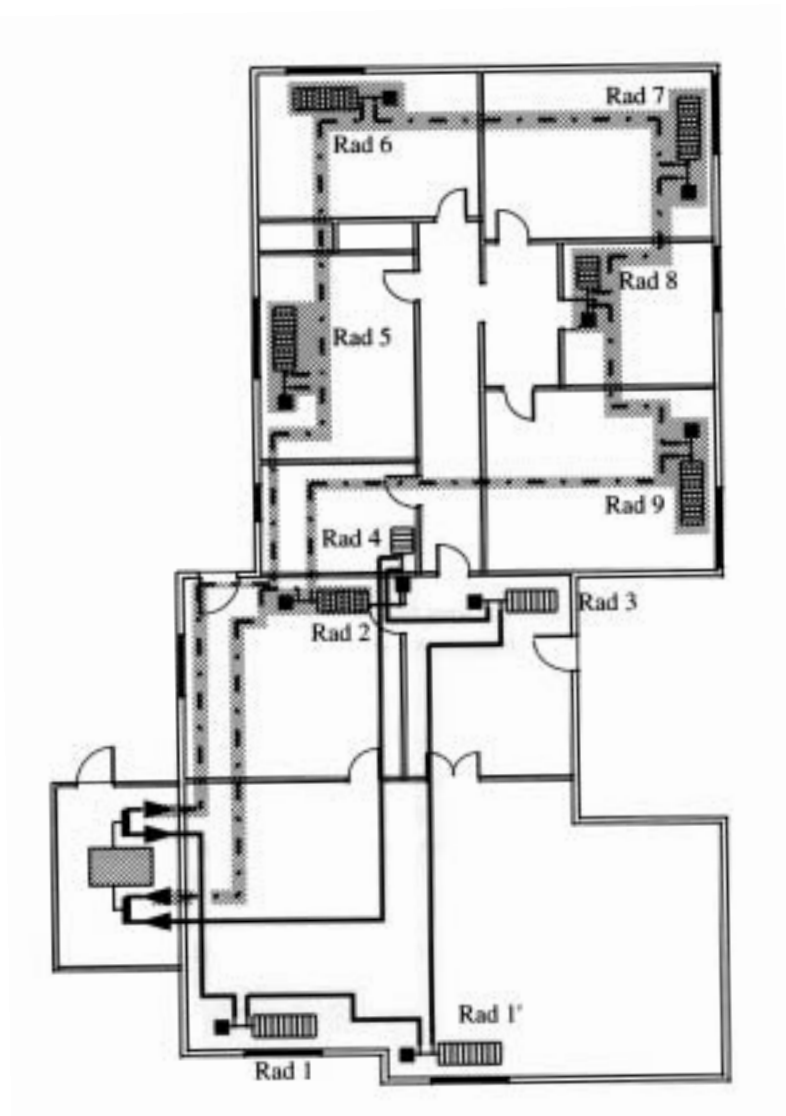
Para valorar este hecho durante los cálculos, corregiremos la potencia de cada emisor según su número de orden en el anillo.

Así mismo 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 fuera mayor, el agua

llegaría a una temperatura tan baja que este o 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 o 7 radiadores, fuera más recomendable hacer dos anillos, aun cuando el número de emisores nos permitiera hacer solo 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 dos anillos.



Las necesidades caloríficas de la vivienda son:

<b>SISTEMA MONOTUBULAR</b>			
<b>LOCAL</b>	<b>Nº</b>	<b>AREA (m<sup>2</sup>)</b>	<b>DEMANDA (Kcal/h)</b>
Comedor	1	45	3.800
Cocina	2	12,6	850
Vestíbulo	3	9,5	494
Aseo	4	2,8	203
Dorm 1	5	7,8	695
Dorm 2	6	8,6	754
Dorm 3	7	10	796
Baño	8	4,4	395
Dorm 4	9	9,3	878
<b>TOTAL VIVIENDA</b>			<b>8.865</b>

Los dos anillos quedarán como sigue:

<b>ANILLO Nº 1</b>		
<b>LOCAL</b>	<b>nº</b>	<b>DEM</b>
Comedor	1	1.572
Comedor	1'	2.228
Vestíbulo	3	494
Aseo	4	203
<b>TOTAL 1</b>		<b>4.497</b>

<b>ANILLO Nº 2</b>		
<b>LOCAL</b>	<b>nº</b>	<b>DEM</b>
Cocina	2	850
Dorm 1	5	695
Dorm 2	6	754
Dorm 3	7	796
Baño	8	395
Dorm 4	9	878
<b>TOTAL 2</b>		<b>4.368</b>

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

<b>Nº de orden del emisor en el anillo</b>	<b>FACTOR DE CORRECCION</b>				
	<b>Número de emisores en el anillo</b>				
	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>
<b>1</b>	1,06	1,03	1,01	1	0,9
<b>2</b>	1,15	1,10	1,07	1,05	1,04
<b>3</b>	1,25	1,17	1,13	1,10	1,06
<b>4</b>	-	1,25	1,19	1,15	1,12
<b>5</b>	-	-	1,25	1,20	1,15
<b>6</b>	-	-	-	1,25	1,20
<b>7</b>	-	-	-	-	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: 203 Kcal/h
- Potencia corregida:  $203 \times 1,25 = 253,75 \text{ Kcal/h}$ .

La siguiente tabla muestra las potencias corregidas de acuerdo al número de emisores del anillo y el número de orden de los mismos:

ANILLO N° 1		N° EMISORES EN EL ANILLO= 4		
LOCAL	POT	N° ORDEN	FACTOR CORR.	POT CORREG.
Comedor (1)	1.572 Kcal/h	1	1,03	1.619 Kcal/h
Comedor (1')	2.228 Kcal/h	2	1,10	2.451 Kcal/h
Vestíbulo (3)	494 Kcal/h	3	1,17	578 Kcal/h
Aseo (4)	203 Kcal/h	4	1,25	254 Kcal/h
<b>TOTAL</b>				<b>4.902 Kcal/h</b>

ANILLO N° 2		N° EMISORES EN EL ANILLO= 6		
LOCAL	POT	N° ORDEN	FACTOR CORR.	POT CORREG.
Cocina (2)	850 Kcal/h	1	1	850 Kcal/h
Dorm 1 (5)	695 Kcal/h	2	1,05	730 Kcal/h
Dorm 2 (6)	754 Kcal/h	3	1,10	829 Kcal/h
Dorm 3 (7)	796 Kcal/h	4	1,15	915 Kcal/h
Baño (8)	395 Kcal/h	5	1,20	474 Kcal/h
Dorm 4 (9)	878 Kcal/h	6	1,25	1.098 Kcal/h
<b>TOTAL</b>				<b>4.896 Kcal/h</b>

El número de elementos se obtiene de manera análoga a la empleada en el apartado anterior. Para

el presente caso se han elegido también radiadores de aluminio inyectado.

NUMERO DE ELEMENTOS POR RADIADOR						
Local	N°	Kcal/h Loc	Radiador Mod.	Kcal/h elem	N° elem	N° Total elem
Comedor	1	1.572	2000/600	150,2	10,46	<b>11</b>
Comedor	1'	2.228	2000/700	174	12,80	<b>13</b>
Cocina	2	850	2000/600	150,2	5,66	<b>6</b>
Recibidor	3	494	2000/350	88	5,61	<b>6</b>
Aseo	4	203	2000/350	88	2,30	<b>3</b>
Dorm 1	5	695	2000/600	150,2	4,63	<b>5</b>
Dorm 2	6	754	2000/600	150,2	5,02	<b>5</b>
Dorm 3	7	796	2000/600	150,2	5,30	<b>6</b>
Baño	8	395	2000/350	88	4,48	<b>5</b>
Dorm 4	9	878	2000/600	150,2	7,84	<b>6</b>

A continuación, 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 Wirsbo-evalPEX por ser una instalación

empotrada, o cualquier otra alternativa de las que Uponor ofrece 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 TUBERIAS Wirsbo-evalPEX**

TRAMO	POTENCIA	Ø	PERDIDAS	LONG	TOTAL PERDIDAS
ANILLO Nº 1	4.902 Kcal/h	16 x 1,8	39,36 mm.c.a./m	30	1.180,80 mm.c.a.
ANILLO Nº 2	4.896 Kcal/h	16 x 1,8	39,28 mm.c.a./m	38	1.492,64 mm.c.a.
CALD - COL	9.798 Kcal/h	20 x 1,9	36,09 mm.c.a./m	4 m	144,36 mm.c.a.

Una vez mas para el cálculo de la bomba seleccionamos el circuito mas desfavorable, además es necesario tener muy en cuenta las perdidas 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 mas desfavorable serán la suma de las pérdidas de carga debidas al rozamiento de las tuberías, el debido a los accesorios, llaves monotubo, etc y a las pérdida en radiadores, calderas etc. En este caso el circuito mas desfavorable es el correspondiente al anillo nº 2, como muestra el esquema adjunto.

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

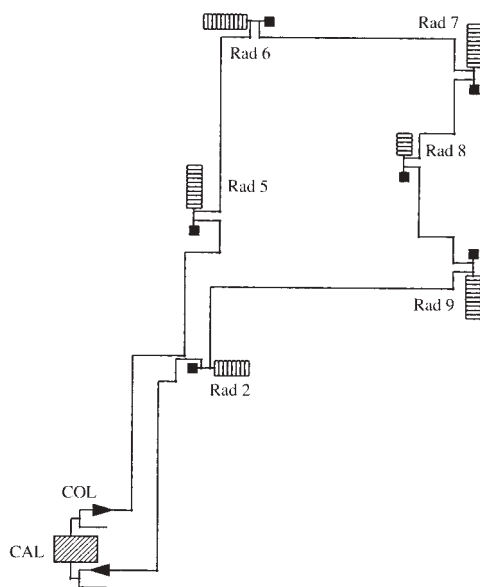
$$Q = \frac{P_{\text{CALDERA}}}{\Delta T_{\text{CIRCUITO}} \cdot 3.600} = \frac{9.798}{20 \cdot 3.600} = 0,136 \text{ l/s}$$

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

$$Q = 0,136 \text{ l/s}$$

$$\Delta P = 2,04 \text{ m.c.a.}$$

Estaríamos buscando una bomba capaz de suministrar un caudal de 0,136 l/s con una sobrepresión de 2,04 metros de columna de agua.



Según la tabla anterior, las perdidas de carga en el anillo nº 2 serán:

**$\Delta P_{\text{anillo nº 2}} = 1.492,64 \text{ mm.c.a.}$**  Las pérdidas de carga en los accesorios, llaves monotubo, etc. serán:  **$\Delta P_{\text{ACC}} = 168 \text{ mm.c.a.}$**  Y las pérdidas de carga en la caldera serán:  **$\Delta P_{\text{CAL}} = 382 \text{ mm.c.a.}$**

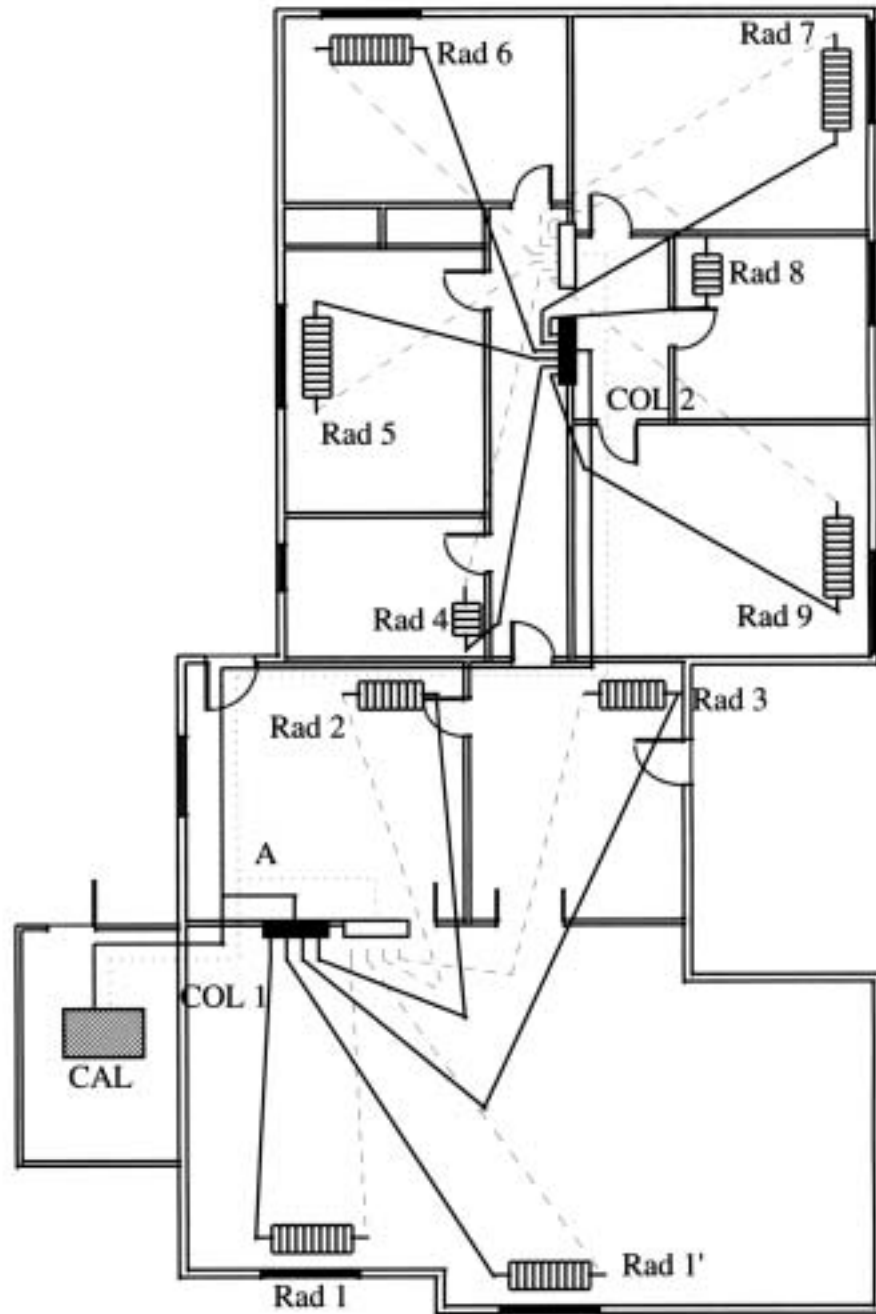
Por tanto:

$$\Delta P_{\text{BOMBA}} = \Delta P_{\text{anillo nº2}} + \Delta P_{\text{ACC}} + \Delta P_{\text{CAL}} = 1.492,64 + 168 + 382 = 2.042,64 \text{ mm.c.a.}$$

## 2.7. 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 y tuberías e incluso su mayor facilidad de equilibrado de la instalación.



Para este sistema situaremos dos colectores independientes, de cuatro y seis 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:

<b>SISTEMA COLECTORES</b>			
<b>LOCAL</b>	<b>Nº</b>	<b>AREA (m<sup>2</sup>)</b>	<b>DEMANDA (Kcal/h)</b>
Comedor	1	45	3.800
Cocina	2	12,6	850
Vestíbulo	3	9,5	494
Aseo	4	2,8	203
Dorm 1	5	7,8	695
Dorm 2	6	8,6	754
Dorm 3	7	10	796
Baño	8	4,4	395
Dorm 4	9	9,3	878
<b>TOTAL VIVIENDA</b>			<b>8.865</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, según la demanda térmi-

ca del local y del modelo de radiador. En este caso la elección de los radiadores y sus elementos es exactamente la misma que en el sistema bitubo, es decir:

<b>NUMERO DE ELEMENTOS POR RADIADOR</b>						
<b>Local</b>	<b>Nº</b>	<b>Kcal/h Loc</b>	<b>Radiador Mod.</b>	<b>Kcal/h elem</b>	<b>Nº elem</b>	<b>Nº Total elem</b>
Comedor	1	1.572	2000/600	150,2	10,46	<b>11</b>
Comedor	1'	2.228	2000/700	174	12,80	<b>13</b>
Cocina	2	850	2000/600	150,2	5,66	<b>6</b>
Recibidor	3	494	2000/350	88	5,61	<b>6</b>
Aseo	4	203	2000/350	88	2,30	<b>3</b>
Dorm 1	5	695	2000/600	150,2	4,63	<b>5</b>
Dorm 2	6	754	2000/600	150,2	5,02	<b>5</b>
Dorm 3	7	796	2000/600	150,2	5,30	<b>6</b>
Baño	8	395	2000/350	88	4,48	<b>5</b>
Dorm 4	9	878	2000/600	150,2	5,84	<b>6</b>

Los dos colectores quedarán como sigue:

<b>ANILLO Nº 1</b>		
<b>LOCAL</b>	<b>nº</b>	<b>DEM</b>
Comedor	1	1.572
Comedor	1'	2.228
Cocina	2	850
Vestibulo	3	494
<b>TOTAL 1</b>		<b>5.144</b>

<b>ANILLO Nº 2</b>		
<b>LOCAL</b>	<b>nº</b>	<b>DEM</b>
Aseo	4	203
Dorm 1	5	695
Dorm 2	6	754
Dorm 3	7	796
Baño	8	395
Dorm 4	9	878
<b>TOTAL 2</b>		<b>3.721</b>

Para la elección de tuberías, nuevamente elegimos tubería Uponor Wirsbo-evalPEX, dado que se trata de una instalación empotrada y por su barrera antidifusión de oxígeno.

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 podrá 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.

#### COLECTOR Nº 1

RADIADOR	POTENCIA	Ø	PERDIDAS	LONG	TOTAL PERDIDAS
Rad 1	1.572 Kcal/h	16 x 1,8	5,081 mm.c.a./m	10 m	50,81 mm.c.a.
Rad 1'	2.228 Kcal/h	16 x 1,8	9,520 mm.c.a./m	12 m	114,24 mm.c.a.
Rad 2	850 Kcal/h	16 x 1,8	1,680 mm.c.a./m	9 m	15,12 mm.c.a.
Rad 3	494 Kcal/h	16 x 1,8	0,632 mm.c.a./m	11 m	6,95 mm.c.a.

**TOTAL COL Nº 1 187,12 mm.c.a.**

#### COLECTOR Nº 2

RADIADOR	POTENCIA	Ø	PERDIDAS	LONG	TOTAL PERDIDAS
Rad 4	203 Kcal/h	16 x 1,8	0,128 mm.c.a./m	15 m	1,92 mm.c.a.
Rad 5	695 Kcal/h	16 x 1,8	1,169 mm.c.a./m	18 m	9,35 mm.c.a.
Rad 6	754 Kcal/h	16 x 1,8	1,354 mm.c.a./m	12 m	16,25 mm.c.a.
Rad 7	796 Kcal/h	16 x 1,8	1,492 mm.c.a./m	14 m	20,89 mm.c.a.
Rad 8	395 Kcal/h	16 x 1,8	0,423 mm.c.a./m	6 m	2,54 mm.c.a.
Rad 9	878 Kcal/h	16 x 1,8	1,781 mm.c.a./m	10 m	17,81 mm.c.a.

**TOTAL COL Nº 2 68,76 mm.c.a.**

TRAMO	POTENCIA	Ø	PERDIDAS	LONG	TOTAL PERDIDAS
A - COL 1	5.144 Kcal/h	20 x 1,9	11,287 mm.c.a./m	8 m	90,30 mm.c.a.

**TOTAL TRAMO 90,30 mm.c.a.**

TRAMO	POTENCIA	Ø	PERDIDAS	LONG	TOTAL PERDIDAS
A - COL 2	3.721 Kcal/h	20 x 2,0	6.293 mm.c.a./m	14 m	88,10 mm.c.a.

**TOTAL TRAMO 88,10 mm.c.a.**

TRAMO	POTENCIA	Ø	PERDIDAS	LONG	TOTAL PERDIDAS
CALD - A	8.865 Kcal/h	20 x 1,9	30,133 mm.c.a./m	6 m	180,79 mm.c.a.

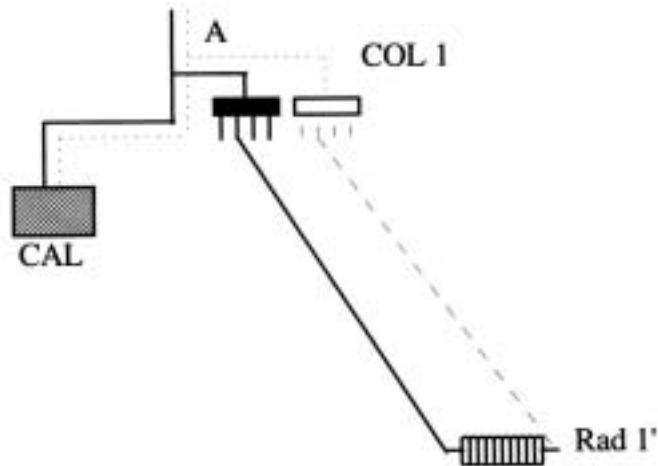
**TOTAL TRAMO 180,79 mm.c.a.**

Elegidas ya las tuberías, solo nos queda elegir el circulador necesario para la instalación, para eso veamos primero cual es el circuito mas 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 ya las pérdida en radiadores, calderas etc.

A la vista de la tabla se observa que el circuito mas desfavorable es el correspondiente al del radiador 1' (Rad 1'), como muestra el esquema adjunto:



Por tanto, las perdidas de carga desde la caldera hasta Rad 1' serán:

$$\Delta P_{\text{CAL-Rad 1}} = (\Delta P_{\text{Rad 1'-COL 1}} + \Delta P_{\text{COL 1-A}} + \Delta P_{\text{A-CAL}}) \times 2$$

$$\Delta P_{\text{CAL-Rad 1}} = (114,24 + 90,30 + 180,79) \times 2$$

$$\Delta P_{\text{CAL-Rad 1}} = 770,68 \text{ mm.c.a.}$$

Las pérdidas de carga en el colector serán (anexos):

$$\Delta P_{\text{COL}} = 94 \text{ mm.c.a.}$$

Y las pérdidas de carga en la caldera serán:

$$\Delta P_{\text{CAL}} = 382 \text{ mm.c.a.}$$

Por tanto:

$$\Delta P_{\text{BOMBA}} = \Delta P_{\text{CAL-Rad 1}} + \Delta P_{\text{COL}} + \Delta P_{\text{CAL}} = 770,68 + 94 + 382$$

$$\Delta P_{\text{BOMBA}} = 1.246,68 \text{ mm.c.a.}$$

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)

$$Q = \frac{P_{\text{CALDERA}}}{\Delta T_{\text{CIRCUITO}} \cdot 3.600} \text{ (l/s)}$$

Si trabajamos con un  $\Delta T$  del circuito de 20 °C y sustituimos:

$$Q = \frac{8.865}{20 \cdot 3.600} = \mathbf{0,123 \text{ l/s}}$$

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

$$Q = 0,123 \text{ l/s}$$

$$\Delta P = 1,25 \text{ m.c.a.}$$

Estaríamos buscando una bomba capaz de suministrar un caudal de 0,123 l/s con una sobrepresión de 1,25 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 Wirsbo-evalPEX. De cualquier modo se adjuntan tablas de pérdida de carga equivalente en accesorios, en el anexo, para la realización de los cálculos necesarios.