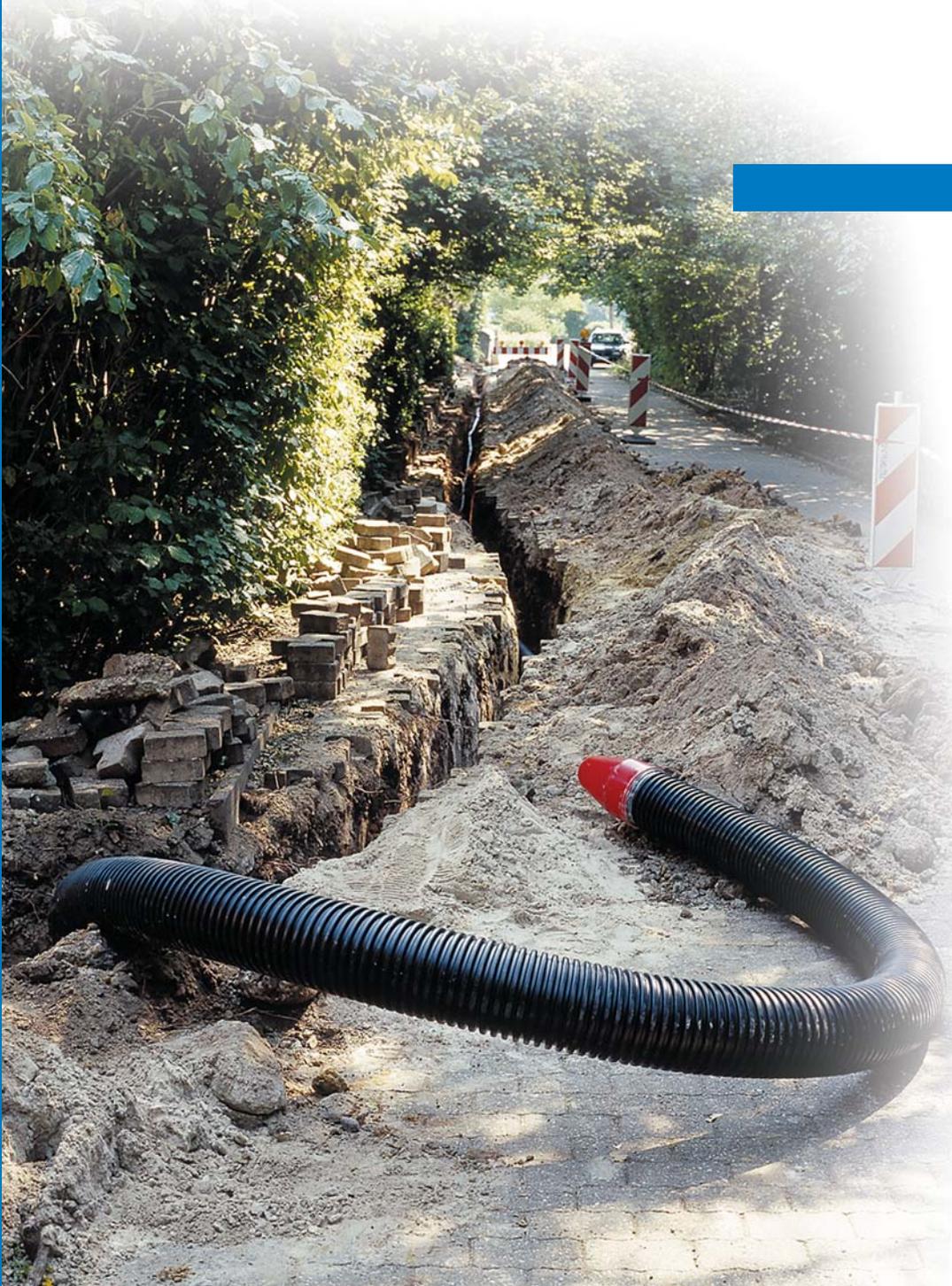


Estudio energético comparativo del empleo de diferentes sistemas de instalación de tubería preaislada y sus tiempos de instalación



INDICE DE CONTENIDOS

1. OBJETO DEL ESTUDIO	4
2. CONCLUSIONES	5
3. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA EN ESTUDIO Y EL PROCEDIMIENTO	6
3.1. Estudio energético	6
3.2. Estudio de pérdidas de calor en el circuito de distribución	6
4. DATOS DE ENTRADA	7
4.1. Conductividades térmicas de los tubos	7
4.2. Equivalencia de diámetros en el cálculo hidráulico	7
4.3. Perfiles de disipación de calor en los edificios	8
5. TIEMPOS DE EJECUCIÓN	9
6. RESULTADOS	13
6.1. Pérdidas de potencia en la distribución hidráulica	13
6.2. Pérdidas de energía anual en la distribución hidráulica	15
6.3. Ejemplos	16
6.4. Estudio de ventajas técnicas	18
7. NORMATIVA DE REFERENCIA	22
8. ANEXOS	23

Las tuberías preaisladas del sistema LHD están diseñadas para el transporte de agua destinada a calefacción, refrigeración, agua caliente sanitaria y/o agua potable con el objetivo de conseguir un ahorro energético gracias a su composición.

1- OBJETO DE ESTUDIO

En el presente informe se realiza un estudio comparativa desde el punto de vista energético entre diferentes soluciones de distribución de agua con tubería enterrada frente a las solución propuesta por UPONOR mediante su producto Local Heating Distribution (en adelante LHD).

Se ha realizado una simulación del consumo energético real de un edificio a lo largo de un año, calculando las pérdidas de calor hacia el terreno y también **se han analizado** los tiempos de instalación de cada sistema y su valoración tanto en horas como en días.

Por un lado se ha calculado el ahorro energético obtenido por el uso de LHD frente a otros sistemas, y por otro el ahorro en tiempos de instalación.



2- CONCLUSIONES

Del estudio se desprende que la solución LHD Uponor es el mejor sistema para el transporte de fluidos líquidos a distancia basado en los siguientes parámetros:

• Mejor conductividad térmica:

- > Conductividad del Polietileno: $\lambda = 0,35 \text{ W/m}^\circ\text{C}$
- > Conductividad del aislamiento de espuma de PEX: $\lambda = 0,038 \text{ W/m}^\circ\text{C}$
- > Conductividad del Tubo envolvente de PE-HD corrugado con cámara de aire:
 - $\lambda_{\text{tubo}} = 0,16 \text{ W/m}^\circ\text{C}$
 - $\lambda_{\text{aire}} = 0,0231 \text{ W/m}^\circ\text{C}$

• Mejores tiempos de ejecución:

Se tarda un **92,8% menos de tiempo total de instalación** que si se optara por una solución en **Acero** y un **88,56% menos** que en el caso del **PP-R**.

• Mayor ahorro energético:

- > Se obtienen unos ahorros del
 - 19,6% frente a la solución PP-R + aislamiento manual
 - 26% frente a la solución Acero + aislamiento manual

• Mayor ahorro económico:

- > 2.450 € anuales de ahorro en costes de calefacción
- > 73.500 € de ahorro en un tiempo de servicio de 30 años



3- DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA EN ESTUDIO Y EL PROCEDIMIENTO

Se ha realizado un estudio comparativo del sistema de distribución de agua del tipo District Heating con un grupo de 6 edificios ubicados en Madrid.

3.1. Estudio energético

Previamente, se ha realizado un estudio energético del consumo de calefacción a lo largo de 1 año. Dicho estudio se ha realizado mediante el software IESVE versión 6.0.

En este software se han introducido los siguientes datos:

- Geometría tridimensional del edificio en estudio.
- Características térmicas de los cerramientos.
- Climatología de la localidad según formato EPW (EnergyPlusWeather format) que permite caracterizar el "año tipo" sobre el que se realiza el cálculo.
- Programación horaria, ocupación, iluminación, funcionamiento de equipos de climatización, etc.

De los resultados de la simulación energética se ha obtenido un perfil de consumo energético anual para los edificios. De esta manera se ha podido caracterizar el intercambio térmico que se produce cada hora en el intercambiador principal de cada edificio.

3.2. Estudio de pérdidas de calor en el circuito de distribución

Las tuberías se han distribuido de forma ramificada desde la central térmica hasta los diferentes edificios.

El estudio se ha realizado mediante el software de simulación hidráulica FluidFlow3 de la empresa Flite Software Ltd. Este software permite tanto el equilibrado de la red como el cálculo de las pérdidas de calor, objeto del presente estudio. Para el cálculo de las pérdidas de calor se tienen en cuenta las fórmulas expuestas en el apartado Conceptos de transferencia de calor en tuberías.

En el estudio se ha introducido una temperatura de salida de agua de caldera de 81°C constante siempre y cuando exista demanda en los edificios. En caso contrario, las bombas de circulación de la central térmica no impulsan agua a los edificios y por lo tanto no existe disipación de calor en las tuberías.

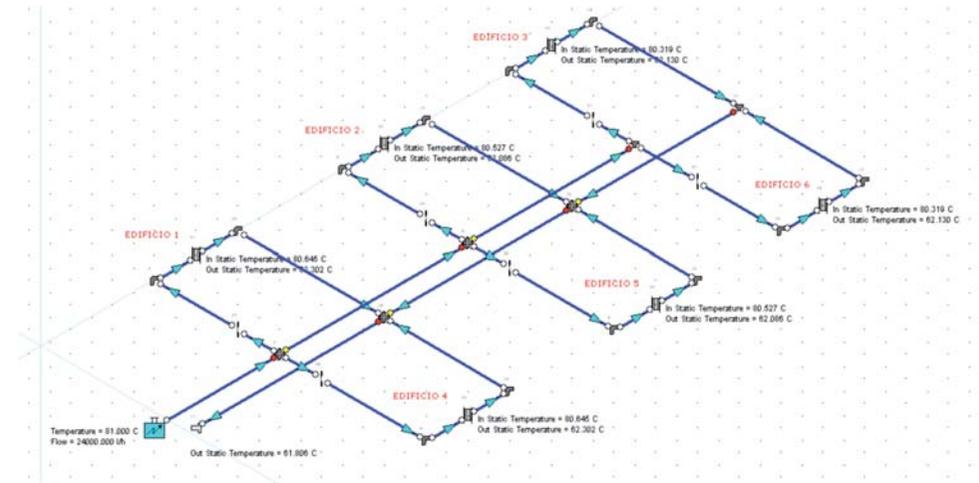


Imagen de la red de distribución hidráulica a los 6 edificios configurada en FluidFlow3

Se ha cargado en FluidFlow3 el perfil de disipación térmica de los edificios así como la temperatura del terreno. Ambos datos se evalúan hora-a-hora a lo largo de todo el año en estudio. De esta forma se está teniendo en cuenta de manera precisa el comportamiento real del sistema.

En cada momento FluidFlow3 evalúa la temperatura de cada punto del circuito así como la temperatura del terreno realizando el cálculo de la transferencia de calor. Para cada hora de las 8.760 horas anuales FluidFlow3 evalúa la suma de pérdidas de calor a través de todas las tuberías y acumula dicho valor. Al final del año se tienen por tanto las pérdidas energéticas totales del sistema.

4- DATOS DE ENTRADA

4.1. Conductividades térmicas de los tubos

Se indican a continuación los coeficientes de conductividad de los materiales empleados en el estudio:

Tubo de acero con cubierta de PVC

- **Conductividad del acero:** $\lambda = 58 \text{ W/m}^\circ\text{C}$
- **Conductividad del aislamiento de espuma elastomérica de caucho sintético:** $\lambda = 0,04 \text{ W/m}^\circ\text{C}$
- **Conductividad de la protección mediante funda de PVC de 4 mm. con protección mecánica:**
 $\lambda = 0,16 \text{ W/m}^\circ\text{C}$

Tubo de PP-R con cubierta de PVC

- **Conductividad del Polipropileno:** $\lambda = 0,21 \text{ W/m}^\circ\text{C}$
- **Conductividad del aislamiento de espuma elastomérica de caucho sintético:** $\lambda = 0,04 \text{ W/m}^\circ\text{C}$
- **Conductividad de la protección mediante funda PVC de 4 mm. con protección mecánica:**
 $\lambda = 0,16 \text{ W/m}^\circ\text{C}$

Tubos de PEX con aislamiento PEX y funda de PE-HD (Uponor LHD)

- **Conductividad del Polietileno:** $\lambda = 0,35 \text{ W/m}^\circ\text{C}$
- **Conductividad del aislamiento de espuma de PEX:**
 $\lambda = 0,038 \text{ W/m}^\circ\text{C}$
- **Conductividad del Tubo envolvente de PE-HD corrugado con cámara de aire:**
 - $\lambda_{\text{tubo}} = 0,16 \text{ W/m}^\circ\text{C}$
 - $\lambda_{\text{aire}} = 0,0231 \text{ W/m}^\circ\text{C}$

4.2. Equivalencia de diámetros en el cálculo hidráulico

Se ha tenido en cuenta una pérdida de carga equivalente pérdida de carga en los diferentes diámetros de tubo. Para ello se han tenido en cuenta los siguientes coeficientes de Hazen Williams:

- **Acero = 110**
- **PEX y PPR = 150**

Se ha considerado una velocidad máxima de 1,5 m/s en tubería y una pérdida de carga máxima de 200 Pa/m. Los caudales máximos circulantes por cada tramo en función del material se indican en las siguientes tablas:

DN mm	Di mm	Qmax l/h
40	41,9	3.206,88
50	53,1	5.979,24
65	68,9	11.862,72
80	80,9	18.095,76
100	105,3	36.196,92

Caudales máximos circulantes para tubería de Acero Negro

DN mm	Di mm	Qmax l/h
50	40,8	4.077,36
63	51,4	7.484,76
75	61,4	11.946,6
90	73,6	19.242,36
110	90	32.661,36

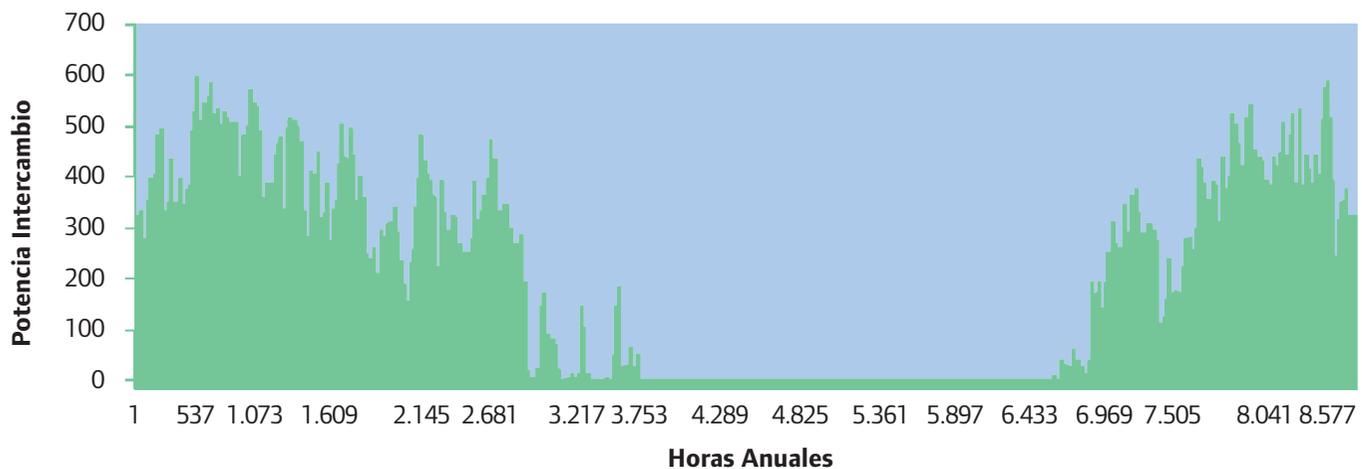
Caudales máximos circulantes para tubería de Polipropileno y Polietileno



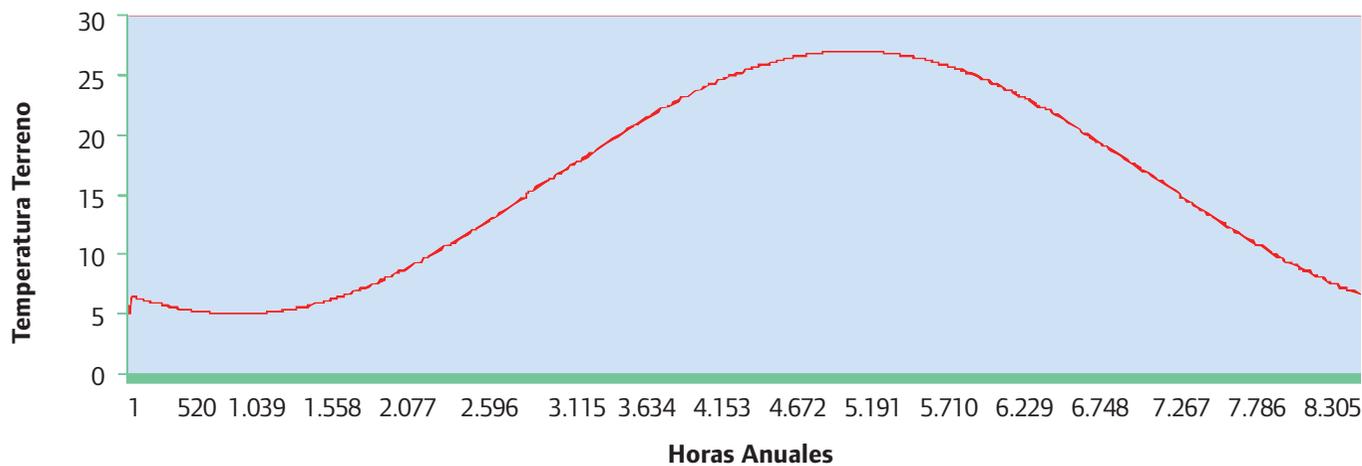
4.3. Perfiles de disipación de calor en los edificios

De acuerdo a lo indicado en el apartado anterior se ha introducido el perfil horario de disipación de calor en los edificios.

Potencia consumida por los edificios (kW)



Temperatura del terreno (°C)

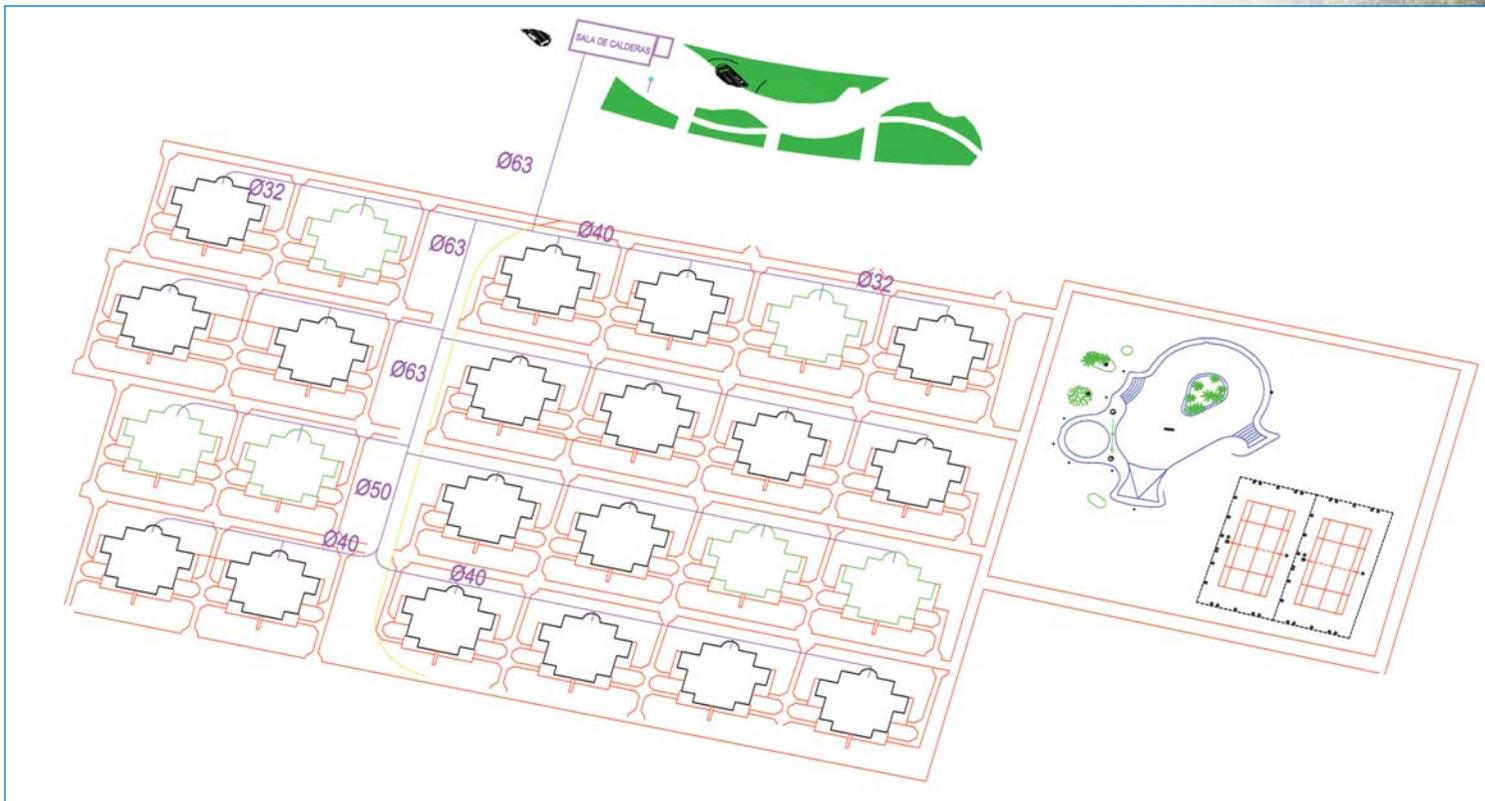


CANALIZACIONES CENTRALIZADAS. TRANSPORTE DE CALOR Y FRIO A DISTANCIA
COMPARATIVA TIEMPOS EJECUCION LHD - SOLUCIONES AISLADAS MANUALMENTE EN OBRA
(TUBERÍAS DE PP-R o METÁLICAS ACERO / CU + AISLAMIENTO TÉRMICO + PROTECCIÓN MECÁNICA)

Ejemplo estudio 1:

Canalización Centralizada de Calefacción (Ida-retorno) en una urbanización de 24 viviendas unifamiliares.

- Distancias y diámetros:**
- 100 metros de diámetro 63 mm (2")
 - 25 metros de diámetro 50 mm (1½")
 - 300 metros de diámetro 40 mm (1¼")
 - 280 metros de diámetro 32 mm (1")



Materiales

1. Polipropileno + Aislamiento térmico + Protección mecánica.

- PP-r en barras, 200 m de Ø 75 y accesorios de unión.
- PP-r en barras, 50 m de Ø 63 y accesorios de unión.
- PP-r en barras, 600 m de Ø 50 y accesorios de unión.
- PP-r en barras, 560 m de Ø 40 y accesorios de unión.

Aislamiento térmico de espuma elastomérica, caucho sintético, poliuretano o similar.

Aislamiento / protección mecánica con un tubo PVC, venda asfáltica o similar.

Máquina de termofusión para soldadura por calor, herramientas de corte y medición.

2. Tubería de Acero al Carbono Soldadura Eléctrica + Aislamiento térmico + Protección mecánica

- Acero negro en barras, 200 m de Ø (2") y accesorios de unión.
- Acero en barras, 50 m de Ø 40-42 (1-½") y accesorios de unión.
- Acero en barras, 600 m de Ø 35-33 (1-¼") y accesorios de unión.
- Acero en barras, 560 m de 28-26 (1") y accesorios de unión.

Aislamiento térmico de espuma elastomérica, caucho sintético, poliuretano o similar.

Aislamiento / protección mecánica con un tubo PVC, venda asfáltica o similar.

Elementos de aporte para soldadura, maquinaria para soldar, herramientas de corte y camión pluma o grúa para colocación de material de mayores diámetros

3. Sistema LHD con Tubería Twin (Ida + retorno) preaislada.

- 1 rollo de 100 m de LHD con doble tubo conductor de PEX Ø 63 mm.
- 1 rollo de 25 m de LHD con doble tubo conductor de PEX Ø 50 mm.
- 3 rollos de 100 m de LHD con doble tubo conductor de PEX Ø 40 mm.
- 1 rollo de 200 y otro de 80 m de LHD con doble tubo de PEX Ø 32 mm.

Accesorios Q&E y expandidor para Q&E.

5- TIEMPOS DE EJECUCIÓN

Mano de obra

Consideramos 1 oficial y 2 operarios para todas las soluciones.

* No se consideran tiempos de preparación y excavación de zanja.

1. Tiempos medios por conexión, en segundos.

	Ø 32 40 para PP-r	Ø 40 50 para PP-r	Ø 50 63 para PP-r	Ø 63 75 para PP-r
PP-R	254	258	264	350
ACERO	450	473	496	521
LHD (Q&E)	26	30	35	40

2. N° de conexiones (se incluyen uniones longitudinales, Tes, liras de dilatación, codos y terminaciones)

	Ø 32 40 para PP-r	Ø 40 50 para PP-r	Ø 50 63 para PP-r	Ø 63 75 para PP-r
PP-R	136	234	20	94
ACERO	136	234	20	94
LHD (Q&E)	104	50	4	24

3. Tiempo en min. empleado en conexiones.

	Ø 32 40 para PP-r	Ø 40 50 para PP-r	Ø 50 63 para PP-r	Ø 63 75 para PP-r
PP-R	576	1.006	88	548
ACERO	1.020	1.843	165	817
LHD (Q&E)	45	25	2	16



5- TIEMPOS DE EJECUCIÓN

Mano de obra

4. Tiempos de montaje, colocación y aislamiento de tuberías en minutos/m y totales en minutos.

(se incluye también el aislamiento de las piezas de conexión)

	Ø 32 40 para PP-r	Ø 40 50 para PP-r	Ø 50 63 para PP-r	Ø 63 75 para PP-r	Total Ø 32 40 para PP-r	Total Ø 40 50 para PP-r	Total Ø 50 63 para PP-r	Total Ø 63 75 para PP-r
PP-R	3 min / m.	4 min / m.	4 min / m.	5 min / m.	1.680	2.400	200	1.000
ACERO	5 min / m.	6 min / m.	6 min / m.	7 min / m.	2.800	3.600	300	1.400
LHD (Q&E)	1 min / m.	1 min / m.	1,5 min / m.	1,5 min / m.	280	300	37,5	150

5. Tiempos total instalación en Horas y Días de trabajo.

	Tiempo Total en Horas	Tiempo Total Dias
PP-R + AISLAMIENTO TÉRMICO + PROTECCIÓN MECÁNICA	125,0	16
ACERO + AISLAMIENTO TÉRMICO + PROTECCIÓN MECÁNICA	199,1	25
LHD + ACCESORIOS Q&E	14,3	2

De la observación de los resultados se extrae la conclusión de que la instalación de tubería preaislada UPONOR LHD es ventajosa respecto a las instalaciones con aislamiento manual.

Cuando hacemos referencia a instalaciones del tipo manual nos referimos a instalaciones en la que el aislamiento se pone en la obra, de esta manera hay una dedicación en tiempo elevada de los operarios en poner el aislamiento y asegurar la estanqueidad, que en muchas ocasiones no es significativo y a la larga supone muchos problemas con humedades y costes energéticos ya que las pérdidas se aumentan considerablemente.

En resumen, el incremento de coste de la instalación UPONOR LHD puede considerarse muy reducido frente a las instalaciones de tipo manual y sin embargo el ahorro energético actual, y sobre todo el futuro hacen que sea una decisión clara a favor de la Tubería Preaislada.

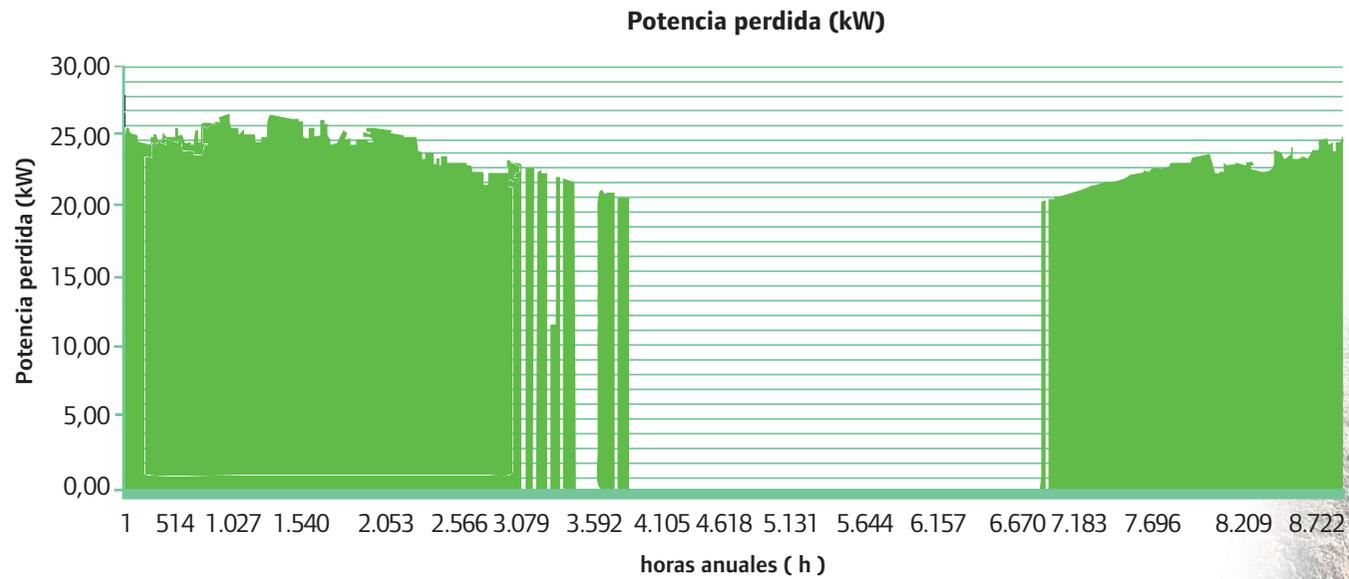
En el estudio no se han considerado los costes de sustitución de tuberías en el futuro aunque sería conveniente tenerlo muy en cuenta a la hora de la toma de decisiones. Las tuberías aisladas de forma manual, por la falta de estanqueidad del aislamiento pueden sufrir deterioros importantes que requieran reparaciones. Sin embargo, en las Tuberías Preaisladas Uponor, esta contingencia se elimina de forma completa, asegurando una durabilidad mucho mayor. La inclusión de estos costes de reparación y sustitución conllevaría una reducción de los periodos de retorno de la inversión.

6- RESULTADOS

6.1. Pérdidas de potencia en la distribución hidráulica

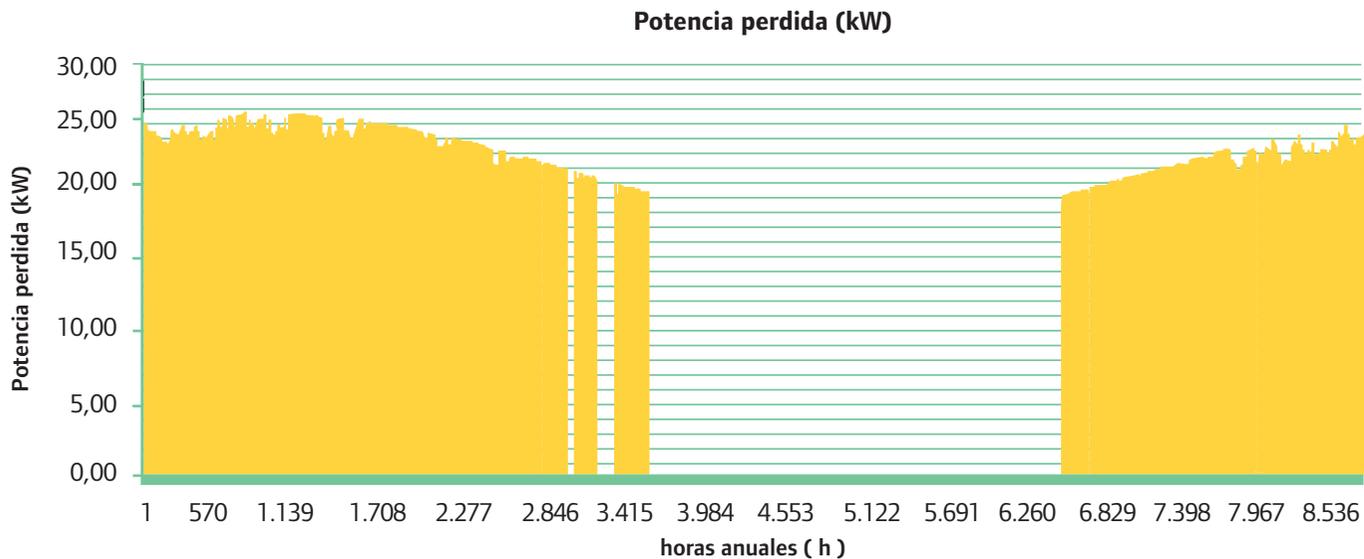
Se han obtenido las siguientes pérdidas de calor anuales en la red de distribución enterrada.

Tubería de acero negro + Aislamiento manual

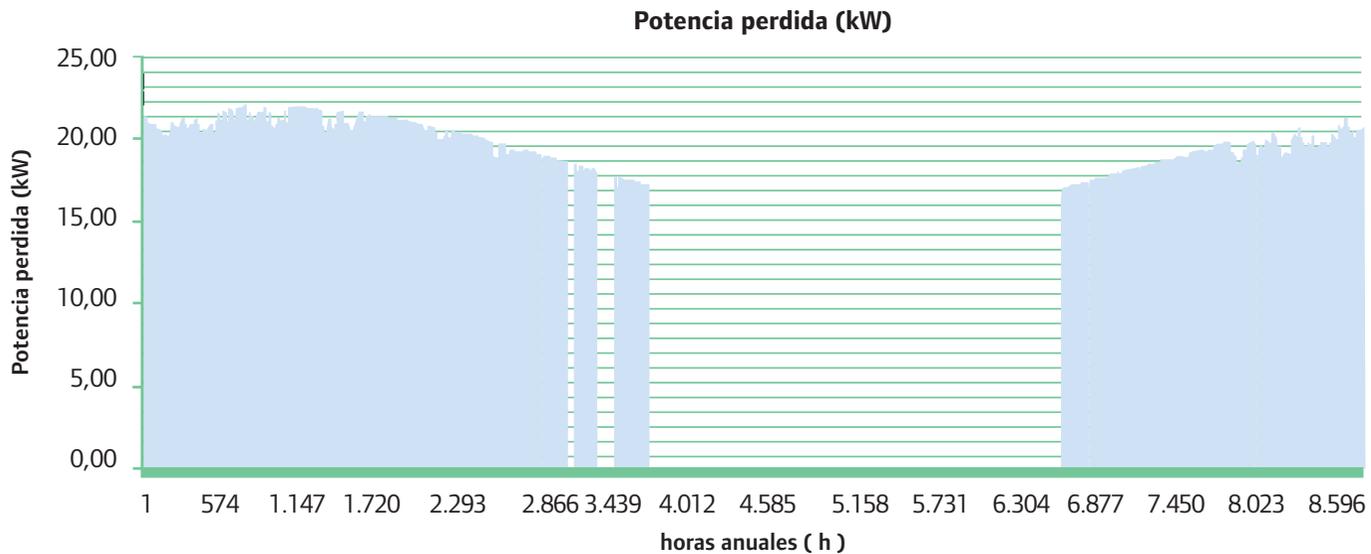


6- RESULTADOS

Tubería de PPR + Aislamiento manual



Tubería de PEX – UPONOR LHD



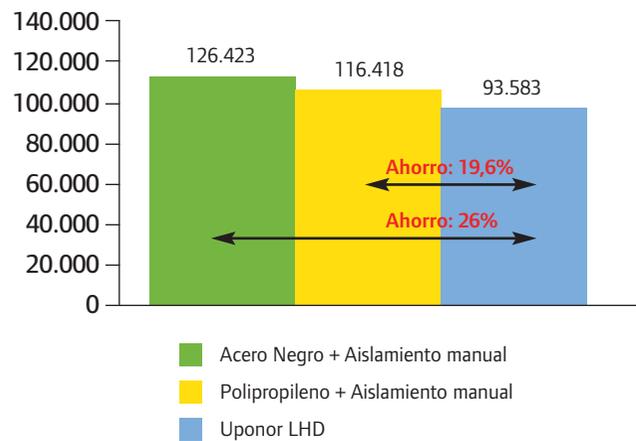
6- RESULTADOS

6.2. Pérdidas de energía anual en la distribución hidráulica

Integrando todas las potencias a lo largo de un año, obtenemos la energía anual que se pierde por las tuberías hacia el terreno.

$$Energía = \int_{\text{horas anuales}} Potencia \cdot dt$$

Energía anual disipada al terreno (KW-h)



Empleando Uponor LHD se han obtenido unos ahorros del 19,6% (frente a la solución de emplear PP-R + aislamiento manual) y del 26% (frente a la solución de emplear acero + aislamiento manual).

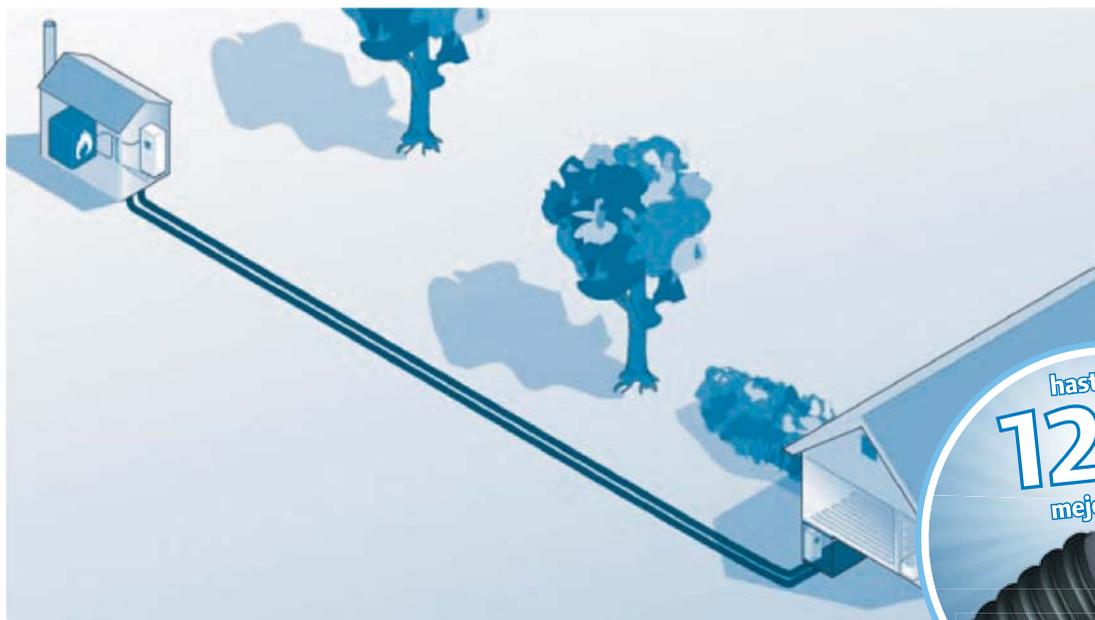
6.3. Ejemplos

Ejemplo 1

A a B suministro de agua caliente de 800 m con Tubería Uponor Thermo 110/200



- Instalación realizada acuerdo a EN15632
- Temperatura del subsuelo 5°C
- $\Delta T = 20^\circ\text{C}$
- Tiempo de calentamiento anual 3.840 h/a = 8 meses
- Promedio del precio del combustible en 2011 0,70 €/l



Resultados:

11,6 % Menor pérdida de calor!

2.450 € Ahorro anual en costes de calefacción

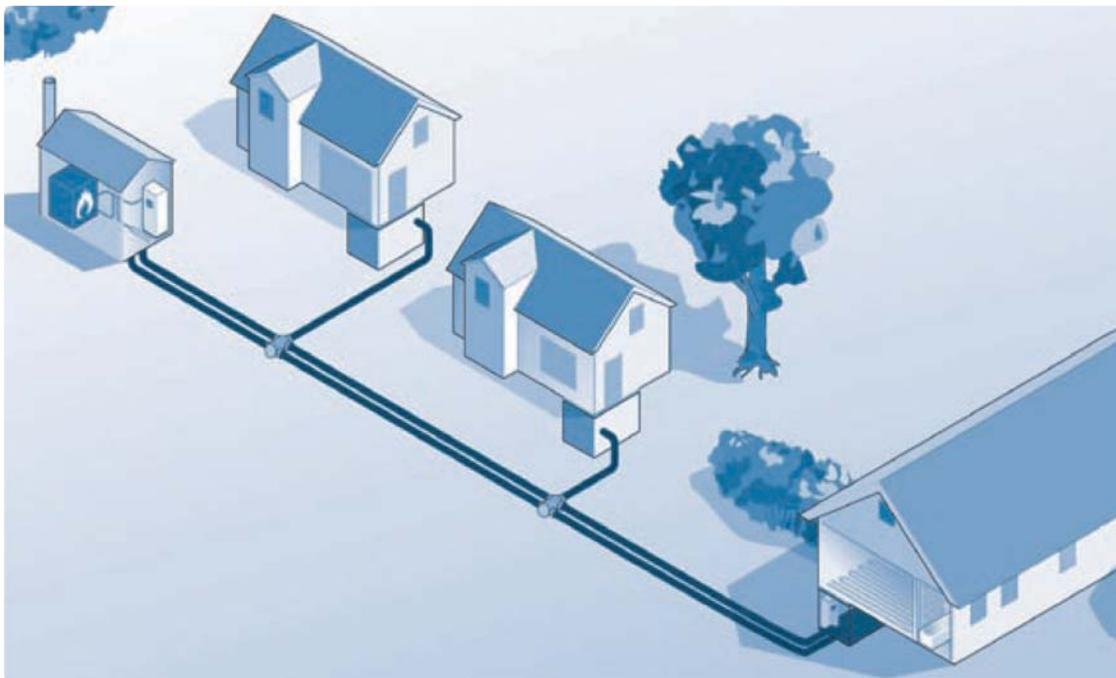
73.500 € Ahorro en un tiempo de servicio durante 30 años

Ejemplo 2

Red de distribución con Thermo Single y Thermo Twin



- Instalación realizada acuerdo a EN15632
- Temperatura del subsuelo 5°C
- $\Delta T = 20^\circ\text{C}$
- Tiempo de calentamiento anual 3.840 h/a = 8 meses
- Promedio del precio del combustible en 2011 0,70 €/l
 - 300 m Thermo Single 90/200
 - 150 m Thermo Single 75/200
 - 10 m Thermo Twin 2 x 50/200
 - 50 m Thermo Twin 2 x 40/175
 - 20 m Thermo Twin 2 x 32/175



Resultados:

5,6 % Menor pérdida de calor!

493 € Ahorro anual en costes de calefacción

14.790 € Ahorro en un tiempo de servicio durante 30 años

6.4. Estudio de ventajas técnicas

Al margen del estudio económico, se indican a continuación las ventajas del Sistema de Tubería Preaislada Uponor frente al resto de sistemas contemplados en el estudio.

6.4.1. Estudio de envejecimiento

En cuanto al aislante térmico es importante tener en cuenta el envejecimiento que sufre el material durante el paso del tiempo y la pérdida de características técnicas (aumento de la conductividad térmica) que ello supone.

Tanto el aislamiento en base a PE-X como en base a caucho sintético que son los aislantes aquí estudiados, su resistencia al envejecimiento puede considerarse como muy buena, no observándose aumentos significativos de la conductividad a partir del segundo año de uso.

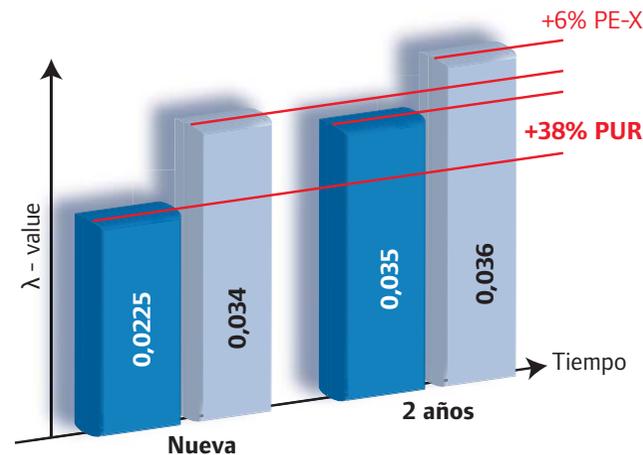
Caso contrario sucede con la resistencia al envejecimiento que se produce en el PUR (poliuretano rígido) en el cuál se pueden producir aumentos de la conductividad térmica de hasta un 36% al cabo de 2 años de uso.

AISLAMIENTO PUR:

El envejecimiento del aislante en su segundo año es: 38 %. Es decir una pérdida de conductividad térmica considerable

AISLAMIENTO PEX:

El envejecimiento del aislante en su segundo año es de menos de un 5%. Es decir una pérdida de conductividad térmica despreciable.



6.4.2. Ejecución de la Zanja

Una parte importante del coste del tendido de tuberías en los sistemas de tuberías preaisladas es la parte correspondiente a la obra civil, es decir a la zanja (excavación y relleno posterior).

Sin duda, el sistema que conlleva menor movimiento de tierras tanto por anchura de zanja como profundidad de la misma se da en el caso de tuberías preaisladas UPONOR LHD en donde la repercusión es mínima.

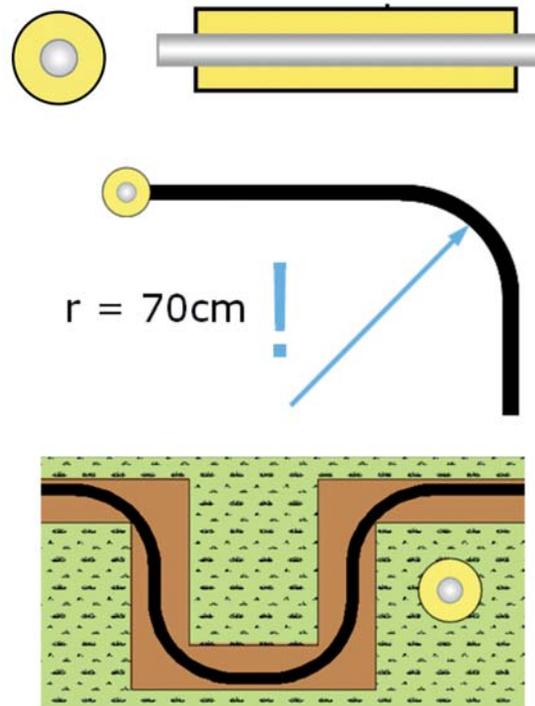
Si comparamos la tubería PEX de Uponor con preaislamiento LHD con tipos de tubería que emplean aislamiento de poliuretano rígido PUR podemos observar las siguientes características comparativas:

- **Profundidad necesaria.**

Debido a la envolvente corrugada del sistema UPONOR LHD, le confiere elevada resistencia a cargas radiales. La resistencia ha sido certificada por ATV-DVWK - A 127 – (High Traffic Load) Normativa alemana para la circulación de camiones de alto tonelaje, 60 Ton según documentación de UPONOR.

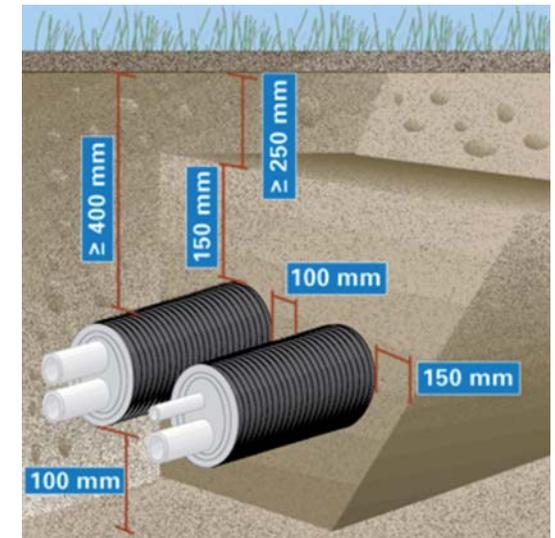
Asimismo es de destacar que en el caso de tuberías de acero negro las desventajas en cuanto a la realización de zanjas son numerosas:

- Las dimensiones de la zanja han de ser mayores
- Tanto en profundidad como en la anchura, las zanjas necesarias para acero son superiores a las necesarias para tubería PEX.
- Dado que el aislamiento manual de caucho sintético así como la envoltura de la tubería no aporta rigidez al conjunto, la profundidad a la que ha de enterrarse la tubería es más elevada.
- En cuanto a la anchura, también son necesarias unas mayores dimensiones dado que se ejecutarán muchas tareas a pie de zanja. La soldadura entre tramos de 6-12 metros se ha de realizar a pie de zanja así como la terminación de la tubería con el aislamiento.
- A pesar de que las tuberías de acero permiten radios de curvatura mínimos, esto se consigue a base de instalar accesorios (básicamente codos). Sin embargo, la instalación de este tipo de elementos aumenta considerablemente el coste en mano de obra y al aumentar el número de uniones realizadas in situ, igualmente aumenta la probabilidad de fuga.



6.4.3 Corrosión en la tubería de acero

El fenómeno de la corrosión se produce debido a que los materiales constructivos, especialmente los metales, se obtienen a partir de especies minerales estables en las condiciones naturales. Al ser expuestos estos a las condiciones ambientales, una vez extraídos tienden a desestabilizarse química y energéticamente. Por tanto, la corrosión es la destrucción del metal o metales a través de la interacción con un ambiente (por ejemplo suelo o agua) por un proceso electroquímico, es decir, una reacción que envuelve un flujo de corriente eléctrica de intercambio de iones.



La corrosión en metales es inevitable si no se toman las precauciones adecuadas. Puede debilitar la integridad estructural de la tubería y convertirla en un vehículo inseguro para el transporte de cualquier tipo de fluido.

Es la principal causa de fallo en las conducciones de fluidos con materiales metálicos. El fallo de la tubería puede tener consecuencias como pérdidas de fluido, daños en las instalaciones, contaminación e incluso riesgo para vidas humanas.

En cualquier caso para eliminar la posibilidad de oxidación de tuberías, la mejor solución es emplear tuberías plásticas que no tienen este riesgo.

6.4.4 Mayor posibilidad de fugas con otros sistemas

Al realizarse la unión de las tuberías a pie de zanja, las posibilidades de fuga posterior aumentan tanto por el mayor número de uniones como por la precariedad a la hora de hacer la unión in situ.

Asimismo, el aumento de la posibilidad de corrosión hace que se puedan producir fugas con el paso del tiempo. La detección y reparación de estas fugas es complicada y laboriosa.

6.4.5 Deterioro del aislamiento térmico

Dado que el aislamiento térmico se instala in situ, mientras se realiza esta instalación, el aislamiento térmico sufre un deterioro. Esto evidentemente no sucede en sistemas de tubería preaislada en los cuales el aislamiento térmico está perfectamente protegido con la cubierta "jacket".

Asimismo, en fase de explotación, la tubería de acero con aislamiento térmico instalado de forma manual no asegura una estanqueidad mínima al agua. Esto evidentemente hará que la tubería esté sometida a unas condiciones de oxidación que no existen evidentemente en tuberías plásticas.

Las zanjas requieren que sean compactadas y niveladas perfectamente dado que las tuberías no permiten absorber diferencias de nivelación para poder ser soldadas correctamente. Estos trabajos repercuten en un aumento de coste.

El curvado de la tubería PEX del sistema LHD se ve facilitado por la flexibilidad propia de la tubería y por las características del aislamiento que está configurado en varias capas que pueden deslizarse entre sí.

6.4.6 Suministro del material

El suministro de la tubería UPONOR LHD se realiza en rollos de hasta 200 metros que facilitan la colocación en zanja. Los otros sistemas de tuberías deben ser suministrados en tubos rígidos y ser unidos en obra por lo que el tiempo de instalación se eleva enormemente.

En los otros tipos de tuberías (PPR y tuberías metálicas) es necesario realizar uniones cada 12 metros como máximo debido a la rigidez propia de la tubería. Esto conlleva una repercusión importantísima en mano de obra.



Imágenes de instalación de tuberías preaisladas UPONOR LHD



Las ventajas del suministro en rollos frente al suministro en barras son las siguientes:

- Facilidad de transporte de la tubería hasta el emplazamiento.
- Facilidad de tendido de tubería debido a su bajo peso y al formato de tubo enrollado.
- Minimización del número de uniones a realizar y, en general, del trabajo a pie de zanja. Se pueden instalar hasta 200 m de tubería sin accesorios de unión.
- Facilidad de corte de la tubería en el caso de tubería UPONOR LHD. No son necesarias herramientas especiales para su corte como en el caso del resto de sistemas. Asimismo, el sistema de aislamiento mediante capas concéntricas facilita su eliminación para realizar la unión.
- Los obstáculos se puede sortear de forma sencilla tendiendo la tubería simplemente por encima o por debajo en el caso de tubería UPONOR LHD. Para otros sistemas de tuberías, debido a su rigidez, sería necesario la instalación de codos y contracodos para sortear el obstáculo aumentando con ello la repercusión en accesorios y mano de obra.
- Minimización del trabajo especialmente en las entradas a edificios. La flexibilidad de la tubería facilita esta labor.
- Para los sistemas mediante tuberías metálicas, el acceso al edificio exige un importante número de accesorios y mano de obra. La repercusión económica de estos sistemas en este particular es menos ventajosa.

6- RESULTADOS

6.4.7 Sistema de unión de tuberías

- Las uniones en tuberías son uno de los puntos más conflictivos de la instalación dado que es necesario realizar el trabajo “a pie de zanja” con los problemas que ello supone.
- En el caso de tuberías metálicas, es necesario portar los elementos necesarios para realizar el corte y la soldadura: grupo autógeno, generador de corriente, etc. En instalaciones de considerable tamaño como suelen ser en las que se instala tubería preaislada, el acarreo de estos elementos supone un cierto inconveniente.
- Asimismo, la realización de la soldadura in situ conlleva una gran dificultad técnica siendo necesario soldadores muy cualificados lo cual encarece el producto. Todos los accesorios, uniones de tubería, etc es necesario aislarlos a posteriori de forma manual.
- Las uniones en sistemas de tuberías PPR para tubería y accesorios de 32-125 mm se puede realizar por termofusión y para 160-315 mm se hará por soldadura a tope. El aislamiento de las uniones soldadas se realiza por enchufes de aislamiento posteriormente instalados, que proporcionan un aislamiento continuo a la tubería.
- En el caso de los sistemas con tubería preaislada Uponor LHD, las uniones son especialmente sencillas. Para el caso de tuberías hasta 63 mm se emplea el sistema Q&E (Quick & Easy) en el cual se aprovecha la capacidad del material del tubo de recuperar la forma una vez sometido a expansión. Este sistema evita el acarreo de costosos equipos de soldadura a la obra. Asimismo este sistema de unión puede ser realizado por personal con un mínimo de cualificación. Todo ello conlleva un abaratamiento de la instalación en lo que al sistema de unión se refiere.

Sistema de unión Q&E de UPONOR LHD



7- NORMATIVA DE REFERENCIA

Las principales normas y manuales de consulta empleados en la redacción del presente informe son:

- ISO 7345 – Aislamiento térmico. Magnitudes físicas y definiciones
- ISO 8497 – Aislamiento térmico. Determinación de las propiedades de transmisión térmica en estado estacionario para tubos circulares
- ISO 12241 – Aislamiento térmico para equipos de edificación e instalaciones industriales. Método de cálculo
- UNE-EN 253:2010 - Tuberías de calefacción central. Sistemas de tuberías preaisladas para redes de agua caliente enterradas directamente. Tuberías de servicio en acero, aislamiento térmico de poliuretano y protección externa de polietileno.
- ASHRAE 2005 – Fundamentals.
- ASHRAE 2004 – Systems and Equipment Handbook
- Código técnico de la edificación (CTE)
- Reglamento de instalaciones térmicas en la edificación (RITE)

Pérdida de calor

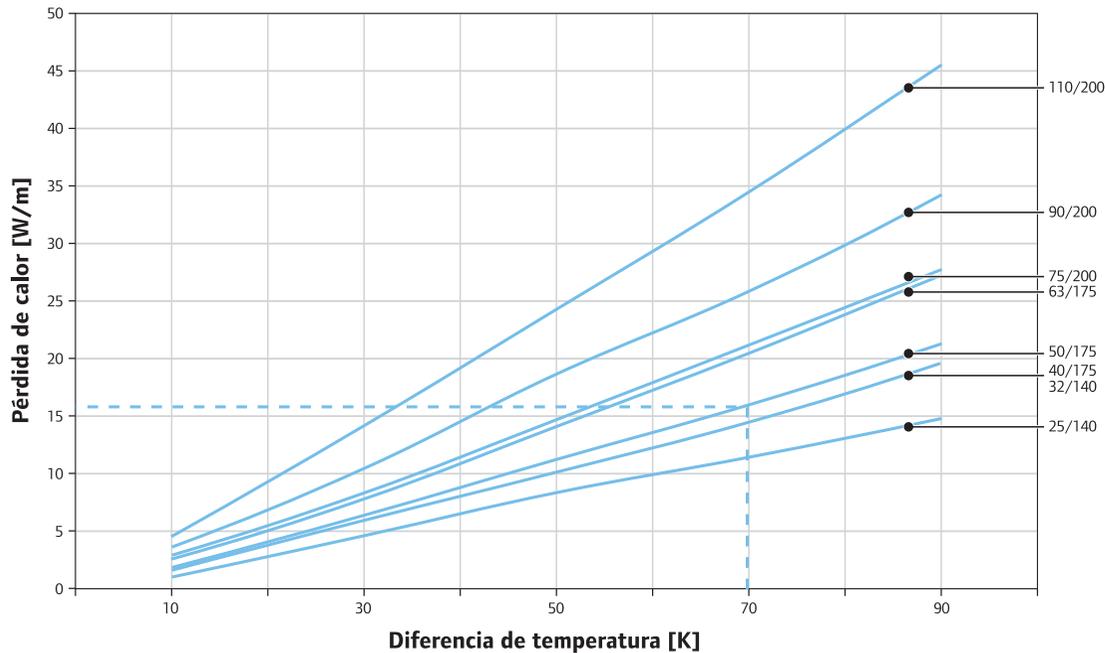
Pérdida de calor de uponor thermo Single



conductividad térmica del terreno: 1,0 W/mK
cobertura del terreno: 0,8 m

nota

Los datos de pérdida de calor del gráfico se calculan con un factor de seguridad de 1,05, de acuerdo con los requisitos de la norma alemana "VDI-AG Gütesicherung". Depende de las tolerancias relacionadas con la producción.



Ejemplo para uponor thermo Single 50/175

ϑ_M = Temperatura del medio
 ϑ_E = Temperatura del terreno
 $\Delta\vartheta$ = Diferencia de temperatura (K)

$\Delta\vartheta = \vartheta_M - \vartheta_E$
 $\vartheta_M = 75\text{ }^\circ\text{C}$
 $\vartheta_E = 5\text{ }^\circ\text{C}$
 $\Delta\vartheta = 75 - 5 = 70\text{ K}$

Pérdida de calor: 15,75 W/m



nota

El gráfico muestra la pérdida de calor de un tubo. La pérdida de calor de la impulsión y del retorno se tiene que calcular por separado. Para obtener la pérdida de calor total, hay que sumar las pérdidas de calor de tubo de la impulsión y del retorno.

Pérdida de calor

Pérdida de calor de uponor thermo twin

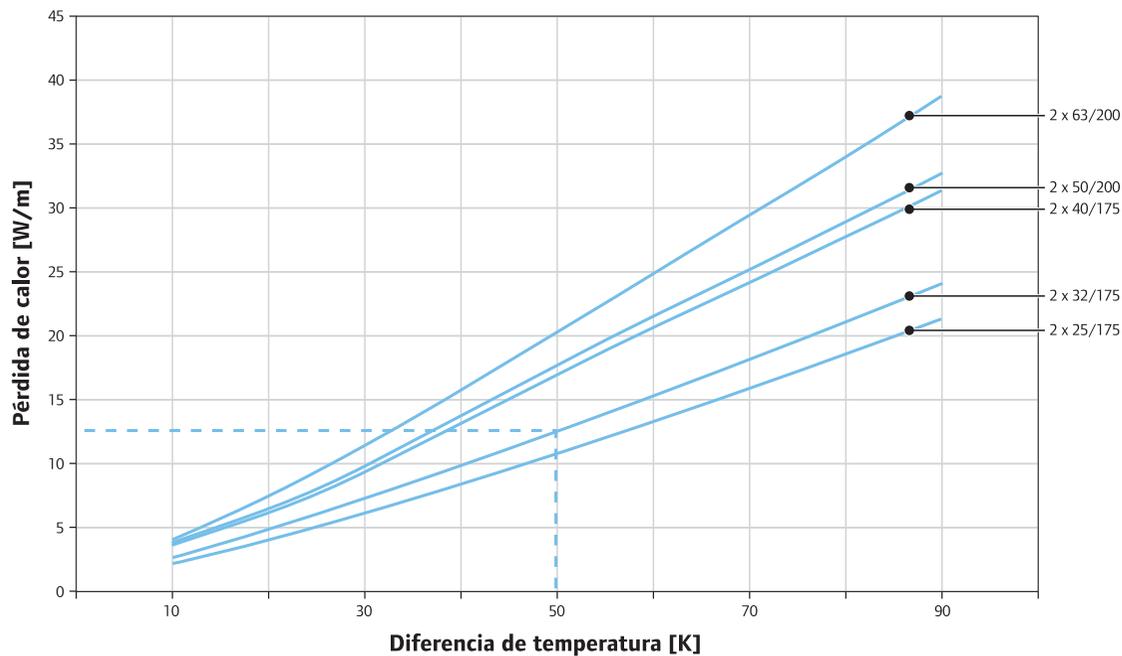


conductividad térmica del terreno:
cobertura del terreno:

1,0 W/mK
0,8 m

nota

Los datos de pérdida de calor del gráfico se calculan con un factor de seguridad de 1,05, de acuerdo con los requisitos de la norma alemana "VDI-AG Gütesicherung". Depende de las tolerancias relacionadas con la producción.

**Ejemplo para uponor thermo twin 2 x 32/175**

ϑ_V = Temperatura de impulsión

ϑ_R = Temperatura de retorno

ϑ_E = Temperatura del terreno

$\Delta\vartheta$ = Diferencia de temperatura (K)

$\Delta\vartheta = (\vartheta_V + \vartheta_R) / 2 - \vartheta_E$

$\vartheta_V = 70 \text{ }^\circ\text{C}$

$\vartheta_R = 30 \text{ }^\circ\text{C}$

$\vartheta_E = 5 \text{ }^\circ\text{C}$

$\Delta\vartheta = (70 + 30) / 2 - 5 = 50 \text{ K}$

Pérdida de calor: 12,50 W/m



Tabla de pérdida de presión

Tubo para agua sanitaria: Basado en una temperatura del agua de 50 °c

caudal volumétrico		Dim: ID [mm]	25 x 3,5		32 x 4,4		40 x 5,5		50 x 6,9		63 x 8,7		
			18	23,2	29	36,2	45,6	l/h	l/s	kPa/m	m/s	kPa/m	m/s
6	0,01												
72	0,02												
108	0,03												
144	0,04												
180	0,05		0,036	0,196									
216	0,06		0,050	0,236									
252	0,07		0,065	0,275									
288	0,08		0,083	0,314									
324	0,09		0,103	0,354									
360	0,1		0,124	0,393	0,037	0,237							
720	0,2		0,429	0,786	0,127	0,473	0,043	0,303					
1080	0,3		0,890	1,179	0,263	0,710	0,089	0,454	0,031	0,291			
1440	0,4		1,494	1,572	0,442	0,946	0,150	0,606	0,051	0,389			
1800	0,5		2,233	1,965	0,660	1,183	0,224	0,757	0,076	0,486			
2160	0,6		3,103	2,358	0,917	1,419	0,311	0,908	0,106	0,583	0,034	0,367	
2520	0,7		4,098	2,751	1,210	1,656	0,410	1,060	0,140	0,680	0,045	0,429	
2880	0,8		5,215	3,144	1,540	1,892	0,522	1,211	0,178	0,777	0,058	0,490	
3240	0,9		6,452	3,537	1,905	2,129	0,645	1,363	0,220	0,874	0,071	0,551	
3600	1		7,806	3,930	2,304	2,366	0,780	1,514	0,266	0,972	0,086	0,612	
3960	1,1		9,275	4,323	2,737	2,602	0,927	1,665	0,316	1,069	0,102	0,674	
4320	1,2		10,857	4,716	3,203	2,839	1,084	1,817	0,370	1,166	0,120	0,735	
5040	1,4				4,233	3,312	1,433	2,120	0,489	1,360	0,158	0,857	
5760	1,6				5,390	3,785	1,824	2,422	0,622	1,555	0,201	0,980	
6480	1,8				6,672	4,258	2,257	2,725	0,769	1,749	0,248	1,102	
7200	2				8,075	4,731	2,731	3,028	0,931	1,943	0,301	1,225	
7920	2,2				9,598	5,204	3,245	3,331	1,106	2,138	0,357	1,347	
8640	2,4					11,239	5,677	3,799	3,634	1,294	2,332	0,418	1,470
9360	2,6							4,392	3,936	1,496	2,526	0,483	1,592
10080	2,8							5,024	4,239	1,711	2,721	0,552	1,715
10800	3							5,694	4,542	1,939	2,915	0,626	1,837
12600	3,5							7,532	5,299	2,564	3,401	0,827	2,143
14400	4							9,599	6,056	3,266	3,886	1,053	2,449
16200	4,5							11,890	6,813	4,045	4,372	1,304	2,755
18000	5								4,898	4,858	1,579	3,062	
19800	5,5								5,824	5,344	1,877	3,368	
21600	6								6,823	5,830	2,198	3,674	
23400	6,5								7,892	6,315	2,542	3,980	
25200	7								9,032	6,801	2,908	4,286	
27000	7,5								10,240	7,287	3,297	4,592	
28800	8										3,708	4,899	
30600	8,5										4,140	5,205	
32400	9										4,594	5,511	
34200	9,5										5,069	5,817	
36000	10										5,566	6,123	
37800	10,5										6,083	6,429	
39600	11										6,621	6,736	
43200	12										7,759	7,348	
46800	13										8,979	7,960	
50400	14										10,279	8,573	

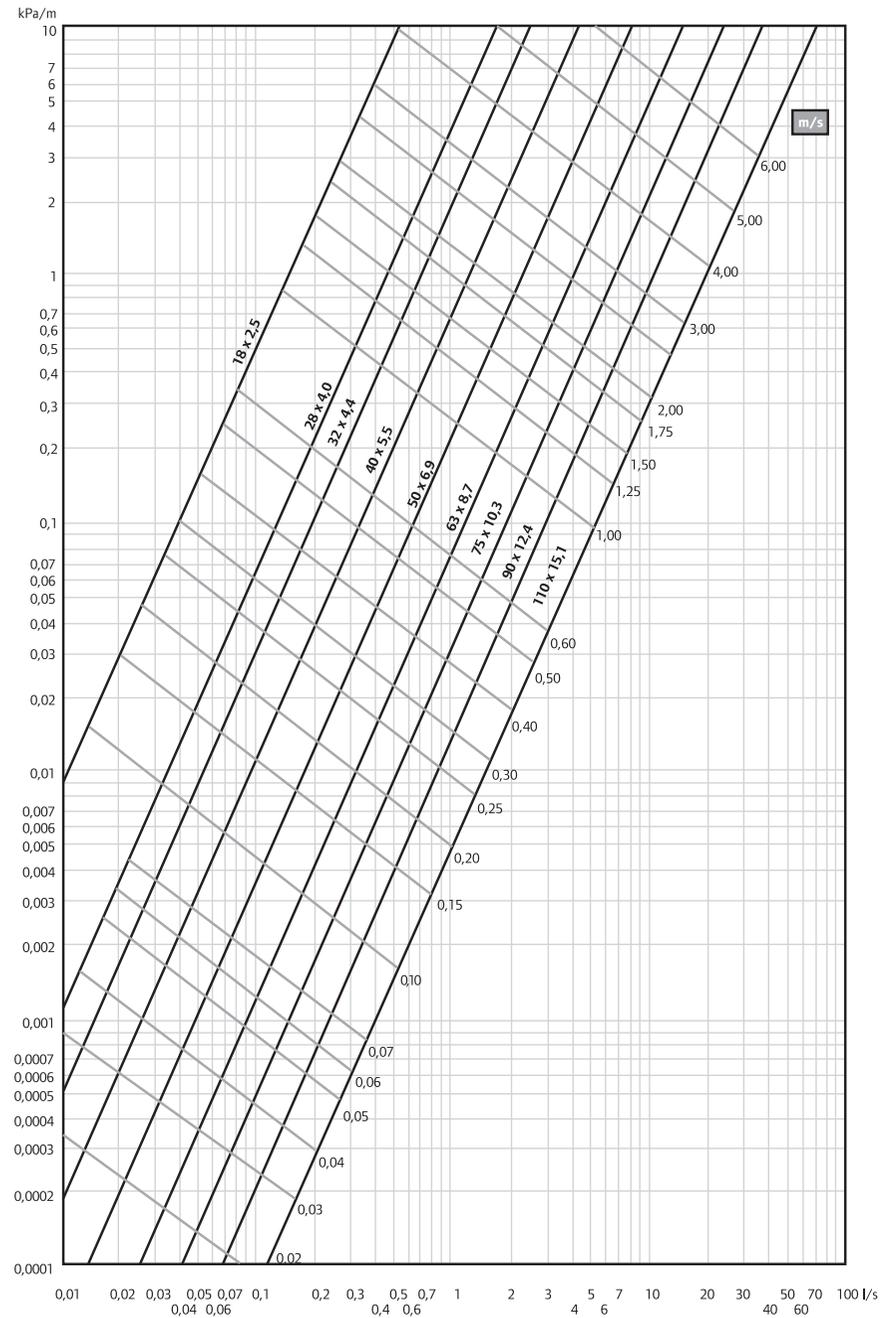
*Factores de corrección de la pérdida de presión para otras temperaturas del agua

°c	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95
Factor	1,208	1,174	1,144	1,115	1,087	1,060	1,039	1,019	1,000	0,982	0,965	0,954	0,943	0,928	0,923	0,907	0,896	0,878

8- ANEXOS

Diagrama de pérdida de presión

Diagrama de pérdida de presión de los tubos para agua sanitaria a 70° *



* Factores de corrección de la pérdida de presión para otras temperaturas del agua

temperature °c	90	80	70	60	50	40	30	20
Factor	0,95	0,98	1,00	1,02	1,05	1,10	1,14	1,20

UPONOR

Uponor Hispania, S. A. U.

Pol. Ind. Las Monjas.
Senda de la Chirivina s/n
28935 Móstoles (Madrid)
902 100 240
www.uponor.es