

Aislamiento térmico de redes de tuberías plásticas. Cálculo del espesor (según RITE)

1. Introducción

Según se indica en el [Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios \(RITE\)](#) aprobado por Real Decreto 1027/2007, las tuberías y accesorios de las instalaciones térmicas deberán disponer de un aislamiento térmico para reducir las pérdidas de calor.



Para el cálculo del espesor de aislamiento de las tuberías plásticas, se ha tenido en cuenta la normativa vigente que se recoge en el RITE, y concretamente su Instrucción Técnica IT 1.2.4.2.1 *Aislamiento térmico de redes de tuberías*.

IT 1.2.4.2.1.1 Generalidades

Art. 6. En toda instalación térmica por la que circulen fluidos no sujetos a cambio de estado, en general las de fluido caloportador es agua, las pérdidas térmicas globales por el conjunto de conducciones no superarán el 4 % de la potencia máxima que transporta.

Art. 7. Para el cálculo del espesor mínimo de aislamiento se podrá optar por el procedimiento simplificado o por el alternativo.

IT 1.2.4.2.1.3 Procedimiento alternativo

Art. 2. El método de cálculo se podrá formalizar a través de un programa informático siguiendo los criterios indicados en la norma UNE-EN ISO 12241.

El proceso de cálculo elegido para la justificación del aislamiento es el alternativo, según Art. 7 de la IT 1.2.4.2.1.1, y se han seguido las pautas y fórmulas marcadas en la UNE-EN ISO 12241.

2. Procedimiento de cálculo

Para el cálculo del aislamiento de tuberías plásticas, detallado a continuación, se ha seguido el procedimiento alternativo (según Art. 7 de la [IT 1.2.4.2.1.1](#)) y las fórmulas que aparecen en este informe están extraídas de la [UNE- EN ISO 12241](#).

Para poder estimar las pérdidas que se originan en la conducción del fluido, es necesario conocer la cantidad de flujo de calor que intercambia con el ambiente, que se deduce de la aplicación de las siguientes fórmulas:

Fórmula (24), 4.1.3 Trasmittancia térmica

$$U = \frac{q}{\theta_i - \theta_a} \text{ W / (m}^2 \cdot \text{K)}$$

Fórmula (26), 4.1.3 Trasmittancia térmica, para aislamiento en tuberías.

$$\frac{1}{U_1} = \frac{1}{h_i \cdot \pi \cdot D_i} + R_{l1} + \frac{1}{h_{se} \cdot \pi \cdot D_e} = R_{li} + R_{l1} + R_{le} \text{ m}^2 \cdot \text{K / W}$$

De las cuales se deduce con facilidad que:

$$q = \frac{\theta_i - \theta_a}{R_T} \text{ W / m}^2$$

de acuerdo con la formula (28), 4.1.4 Temperaturas intermedias

Resolvemos la resistencia térmica total (RT) como:

$$R_T = R_{li} + R_{tubería} + R_{aislamiento} + R_{le}$$

El coeficiente superficial h_{si} , debido a su escasa influencia comparativa, se puede despreciar pues la resistencia superficial del líquido en el interior de las tuberías es pequeña.

Para el cálculo conjunto de la resistencia lineal térmica del tubo y aislamiento recurrimos a la ecuación (26), 4.1.1 Conducción de calor, para aislamiento en tuberías.

$$R'_1 = \frac{1}{2 \cdot \pi} \sum_{j=1}^n \left(\frac{1}{\lambda_j} \cdot \ln \frac{D_{ej}}{D_{ij}} \right) \text{ m} \cdot \text{K / W}$$

siendo $R'_1 = R_{tubería} + R_{aislamiento}$

Para poder hallar la resistencia superficial del aislamiento debemos tener en cuenta lo siguiente:

Para tuberías la resistencia térmica superficial lineal viene dado por la expresión (22) del 4.1.2.4 Resistencia superficial exterior

$$R_{te} = \frac{1}{h_{se} \cdot \pi \cdot D_e} \text{ m} \cdot \text{K} / \text{W}$$

la cual se resuelve con facilidad una vez que conozcamos el coeficiente superficial de transmisión de calor hse, el cual depende tanto de factores ambientales, como de la superficie del aislamiento y la disposición de la tubería en el espacio.

$$h = h_r + h_{cv} \quad \text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$$

según expresión (15) 4.1.2 Coeficiente superficial de transmisión de calor., y

$$h_r = a_r \cdot C_r \quad \text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$$

$$a_r = \frac{(T_1)^4 - (T_2)^4}{T_1 - T_2} \text{ K}^3$$

(16) y (17) 4.1.2.1 Parte radiactiva del coeficiente superficial respectivamente.

Para hallar la parte convectiva del coeficiente superficial hcv tendremos en cuenta

- primero si el tramo de tubería discurre por el exterior o por el interior del edificio
- Segundo si la orientación de la tubería es vertical u horizontal
- Tercero, la característica de flujo del aire, flujo laminar o turbulento.

Con esta información se eligen las fórmulas que corresponden a cada tramo (18a), (18b), (18c), (18d), (18e), (18f), (18g) ó (18f), pertenecientes al punto 4.1.2.2 Parte convectiva del coeficiente superficial

a) Interior de edificios para tuberías horizontales.

Flujo laminar de aire $(D_e^3 \cdot \Delta\theta \leq 10 \text{ m}^3 \cdot \text{K})$

$$h_{cv} = 1,25 \cdot 4 \sqrt{\frac{\Delta\theta}{D_e}} \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$$

Flujo turbulento de aire $(D_e^3 \cdot \Delta\theta > 10 \text{ m}^3 \cdot \text{K})$

$$h_{cv} = 1,21 \cdot \sqrt[3]{\Delta\theta} \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$$

b) Interior de edificios para tuberías verticales.

Flujo laminar de aire	$(H^3 \cdot \Delta\theta \leq 10 \text{ m}^3 \cdot \text{K})$	$h_{cv} = 1,32 \cdot \sqrt[4]{\frac{\Delta\theta}{H}} \text{ W / (m}^2 \cdot \text{K)}$
Flujo turbulento de aire	$(H^3 \cdot \Delta\theta > 10 \text{ m}^3 \cdot \text{K})$	$h_{cv} = 1,74 \cdot \sqrt[3]{\Delta\theta} \text{ W / (m}^2 \cdot \text{K)}$
		(Con $H = D_e$)

c) Exterior de edificios para tuberías horizontales.

Flujo laminar de aire	$(v \cdot H \leq 8 \text{ m}^2/\text{s}):$	$h_{cv} = 3,96 \cdot \sqrt{\frac{v}{H}} \text{ W / (m}^2 \cdot \text{K)}$
Flujo turbulento de aire	$(v \cdot H > 8 \text{ m}^2/\text{s}):$	$h_{cv} = 5,76 \cdot \sqrt[5]{\frac{v^4}{H}} \text{ W / (m}^2 \cdot \text{K)}$
		(Con $H = D_e$)

d) Exterior de edificios para tuberías verticales.

Flujo laminar de aire	$(v \cdot D_e \leq 8,55 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}):$	$h_{cv} = \frac{8,1 \times 10^{-3}}{D_e} + 3,14 \cdot \sqrt{\frac{v}{D_e}} \text{ W / (m}^2 \cdot \text{K)}$
Flujo turbulento de aire	$(v \cdot D_e > 8,55 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}):$	$h_{cv} = 8,9 \cdot \frac{v^{0,9}}{D_e^{0,1}} \text{ W / (m}^2 \cdot \text{K)}$

Con todos los datos anteriores se obtiene el flujo de calor que se genera por metro lineal de sección y temperatura uniforme. Aplicando esto para cada tramo de la instalación nos permite obtener las pérdidas totales de la tubería que en comparación con la potencia calorífica que se entrega, observamos que esta está por debajo del 4% que nos obliga en el Art. 6 de la IT 1.2.4.2.1.1 del Reglamento de Instalaciones Térmicas: *“En toda instalación térmica por la que circulen fluidos no sujetos a cambio de estado, en general las de fluido caloportador agua, las pérdidas térmicas globales por el conjunto de conducciones no superarán el 4 % de la potencia que transporta”*.

3. Anejo de cálculos

Red de agua caliente (80°C) en el interior

Para transportar agua caliente a 80°C utilizamos una tubería de PP-R (80) con fibra (FASER) Serie 3,2 / SDR 7,4 aislada exteriormente con espuma elastomérica de espesor = 25 mm

$\varnothing_{ext} = 63 \text{ mm}$

$\varnothing_{int} = 45,8 \text{ mm}$

e aislamiento = 25 mm

$\lambda_{tubería} = 0,15 \text{ W/(mK)}$

$\lambda_{aislamiento} = 0,035 \text{ W/(mK)}$

Factor de corrección para $\lambda_{aislamiento} \Delta\lambda = 0,01 \text{ W/(mK)}$ (según norma UNE- EN ISO 12241)

$T_e = 80^\circ\text{C}$

$T_s = 65^\circ\text{C}$

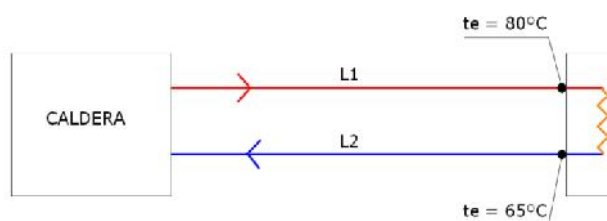
$T_{amb} = 15^\circ\text{C}$ (falso techo y patinillo)

$v = 2,02 \text{ m/s}$

$C = 3,4 \text{ l/s}$

$L_1 = 200 \text{ m}$

$L_2 = 200 \text{ m}$



Tramo de ida

Para calcular la pérdida por metro lineal aplicamos la siguiente fórmula

$$q_1 = \frac{\Pi * (T_e - T_{amb})}{\frac{1}{\alpha_1 * \varnothing_{int}} + \frac{\ln(\varnothing_{ext} / \varnothing_{int})}{2 * \lambda_{tubería}} + \frac{\ln(\varnothing_{aext} / \varnothing_{aint})}{2 * (\lambda_{aislamiento} + 0.01)} + \frac{1}{\alpha_2 * \varnothing_{aext}}}$$

$q_1 = 23,92 \text{ W/m}$; para un recorrido $L_1 = 200 \text{ m} \rightarrow Q_1 = 4.784 \text{ W}$ de pérdidas en L1

Tramo de retorno

Para calcular la pérdida por metro lineal aplicamos la misma fórmula

$$q_2 = \frac{\Pi * (T_s - T_{amb})}{\frac{1}{\alpha_1 * \varnothing_{int}} + \frac{\ln(\varnothing_{ext} / \varnothing_{int})}{2 * \lambda_{tubería}} + \frac{\ln(\varnothing_{aext} / \varnothing_{aint})}{2 * (\lambda_{aislamiento} + 0.01)} + \frac{1}{\alpha_2 * \varnothing_{aext}}}$$

$q_2 = 18,40 \text{ W/m}$ para un recorrido $L_2 = 200 \text{ m} \rightarrow Q_2 = 3.680 \text{ W}$ de pérdidas en L1

Pérdidas totales en la conducción de agua $Q_1 + Q_2 = 8.464 \text{ W}$

Potencia demandada por la instalación

Para el cálculo de la potencia que la instalación demanda con un $\Delta t = 15^{\circ}\text{C}$, teniendo en cuenta que $C = 3,4 \text{ l/s}$ aprox. $3,4 \text{ kg/s}$:

$$Q = C \cdot 4.18 \cdot \Delta t = 213,18 \text{ kW}$$

Según Art. 6 de la IT 1.2.4.2.1.1 “En toda instalación térmica por la que circulen fluidos no sujetos a cambio de estado, en general las de fluido caloportador agua, las pérdidas térmicas globales por el conjunto de conducciones no superarán el 4 % de la potencia que transporta”.

De esta forma resolvemos que la **potencia perdida máxima permitida es de 8.527 W**

Potencia perdida máxima permitida < Pérdidas totales en la conducción

Al ser la potencia perdida por la instalación (8.464 W) menor que la permitida (8.527 W) queda demostrado que con el espesor de aislamiento elegido se cumple correctamente con la normativa.

El procedimiento simplificado recogido en el RITE establece un espesor $e=30\text{mm}$, mientras que acabamos de ver en este ejemplo de cálculo que con el cálculo del espesor siguiendo el proceso alternativo igualmente indicado en el RITE para cumplir la reglamentación ha bastado con un espesor de $e=25 \text{ mm}$, disminuyendo de esta forma cerca de un 20% el espesor del aislamiento necesario.

Si los recorridos de tubería $L1 = L2$ fuesen de 150 m, el espesor del aislamiento sería 20 mm cumpliendo la normativa (pérdidas inferiores al 4%)

La baja conductividad térmica de las tuberías plásticas permite una reducción del espesor del aislamiento de las tuberías.

Referencias

[RD 1027/2007](#) Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (y posteriores modificaciones).

[UNE-EN ISO 12241](#) Aislamiento térmico para equipos de edificación e instalaciones industriales. Método de cálculo.