

Módulo 2

Demanda de energía térmica y frigorífica de los edificios

Parte del paquete educativo SHaKE sobre sistemas de calefacción y refrigeración urbanizados

Ejercicio

Ejercicio de ingeniería para la enseñanza y el aprendizaje aplicado

Institución responsable del proyecto: Mines Paris – PSL
Erasmus+ KA220-HED: Asociaciones de cooperación en la educación superior
Versión: 1.0
Fecha: marzo de 2026

<https://www.shakeproject-dhc.eu/>



El objetivo de este ejercicio es dimensionar los sistemas de calefacción de un edificio situado en la región de París y conectado a una red de calefacción urbana.

Este estudio se llevará a cabo en tres fases:

- Cálculo de la potencia de calefacción necesaria para cada estancia del edificio en cuestión
- Dimensionamiento de los emisores de calefacción
- Dimensionamiento de la red de agua caliente
- Dimensionamiento de la subestación

El edificio tiene una superficie de 250 m² y tres plantas. Se trata de un edificio rectangular con unas dimensiones de 41,5 x 6 x 9 m. La planta baja se compone de dos locales: una tienda y una oficina. La primera planta consta de dos apartamentos, y la segunda planta cuenta con tres apartamentos (véase Figura 1). Las dimensiones de todos los locales se indican en la tabla Tabla 1.

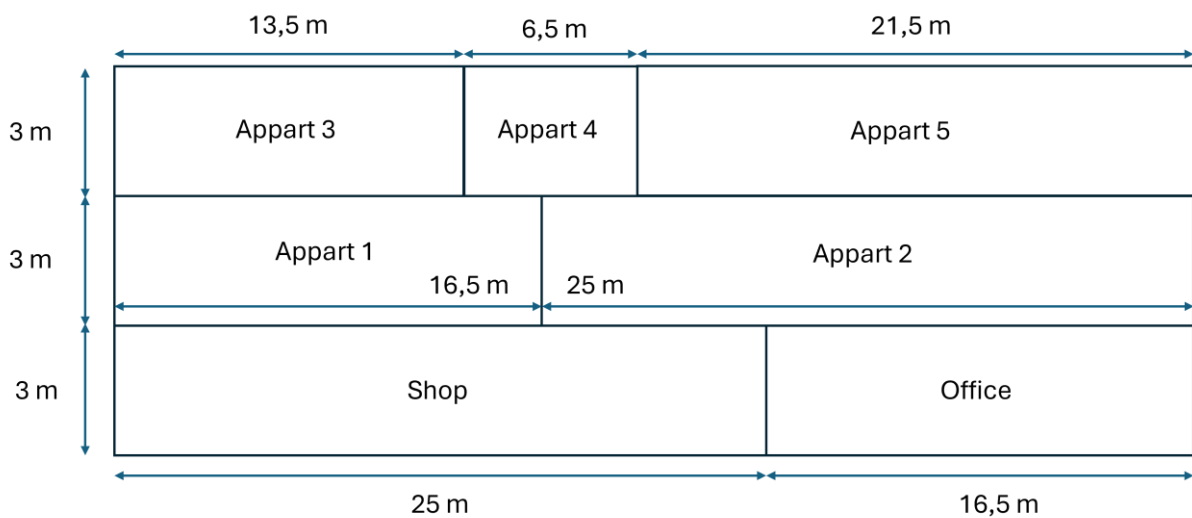


Figura 1 Dimensiones del edificio

Tabla 1 Datos del edificio

		Longitud (m)	Ancho (m)	Altura (m)	Superficie (m ²)	Superficie de ventanas (m ²)	Número de habitaciones
Planta baja	Tienda	25	6	3	150	67,2	1
	Oficina	16,5	6	3	100	46,8	1
1.ª planta	Apartamento 1	25	6	3	150	42	4
	Apartamento 2	16,5	6	3	100	23,4	3
2.ª planta	Piso 3	13,5	6	3	81	19,2	2
	Apartamento 4	6,5	6	3	40	7,8	1
	Apartamento 5	21,5	6	3	130	29,4	4



La composición de las paredes es la siguiente:

- Paredes verticales: bloque de hormigón ($\lambda = 1,5 \text{ W/K.m}$) de 20 cm, poliestireno extruido ($\lambda = 0,034 \text{ W/K.m}$) de 4 cm y yeso de 1,3 cm ($\lambda = 0,04 \text{ W/K.m}$)
- Suelo: hormigón ($\lambda = 2 \text{ W/K.m}$) 20 cm y poliestireno extruido ($\lambda = 0,034 \text{ W/K.m}$) 2 cm
- Techo: hormigón ($\lambda = 2 \text{ W/K.m}$) 20 cm y poliestireno extruido ($\lambda = 0,034 \text{ W/K.m}$) 1 cm

Las ventanas utilizadas son de doble acristalamiento 4/16/4 con marco de madera. La conductividad térmica del vidrio y del aire es, respectivamente, de 1 W/K.m y $0,023 \text{ W/K.m}$. El marco representa el 15 % de la superficie total de las ventanas, con un coeficiente de transferencia térmica de $U_f = 2.88 \text{ W/k.m}^2$.

El caudal de ventilación de la tienda y la oficina es de $0,5 \text{ vol/h}$.

La temperatura exterior nominal es de -7°C , la temperatura interior es de 20°C . Se supone que la temperatura del suelo es de 10°C .

Los sistemas de calefacción de los espacios y sus características se recogen en Tabla 2.

Tabla 2 Datos del sistema

		Sistema	$T_{w_{in}}(^{\circ}\text{C})$	$T_{w_{out}}(^{\circ}\text{C})$	$T_{air_{out}}(^{\circ}\text{C})$
Planta baja	Tienda	Unidad de ventiloconvector	65	55	35
	Oficina	Suelo radiante	35	30	
1.ª planta	Piso 1	Radiador	65	55	
	Apartamento 2	Radiador	65	55	
2.ª planta	Piso 3	Radiador	80	60	
	Apartamento 4	Radiador	80	60	
	Piso 5	Radiador	80	60	

La figura 2 muestra las redes hidráulicas de los edificios.

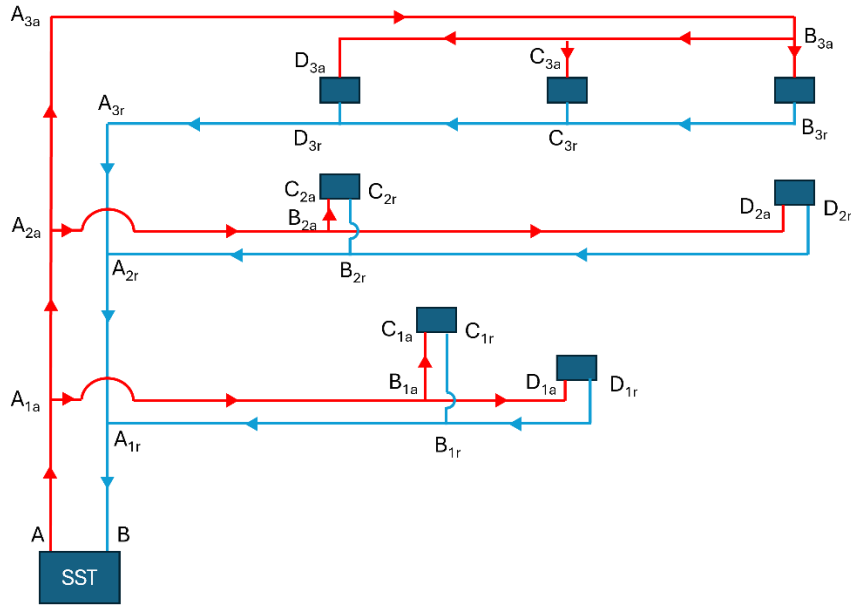


Figura2 Esquema hidráulico

La longitud de cada tubería se indica en la tabla Tabla3 .

Tabla3 : Diámetro de las tuberías

	AA _{1a}	A _{1a} A _{2a}	A _{2a} A _{3a}	A _{1a} B _{1a}	B _{1a} C _{1a}	B _{1a} D _{1a}	D _{1r} B _{1r}	C _{1r} B _{1r}	B _{1r} A _{1r}
Longitud (m)	3	3	3	24	2,5	6	6	2,5	24

	A _{2a} B _{2a}	B _{2a} C _{2a}	B _{2a} D _{2a}	D _{2r} B _{2r}	C _{2r} B _{2r}	B _{2r} A _{2r}	A _{3a} B _{3a}	B _{3a} C _{3a}	C _{3a} D _{3a}
Longitud (m)	24	0,5	16	16	0,5	24	40	21	8

	B _{3e} C _{3r}	C _{3r} D _{3r}	D _{3r} A _{3r}	A _{3r} A _{2r}	A _{2r} A _{1r}	A _{1r} B
Longitud (m)	21	8	12	3	3	3

Parte 1: Demanda de calefacción del espacio

P1: Calcula el coeficiente de transferencia térmica U ($W/m^2/K$) de la pared opaca y de las ventanas.

P2: Para cada local, calcula el coeficiente global de transferencia térmica para todos los diferentes tipos de superficies (pared horizontal, techo, suelo y ventanas). Lo mismo para las pérdidas de calor.

P3: Calcula las pérdidas de calor por ventilación

Pregunta 4: Calcula las pérdidas térmicas totales de todos los locales. ¿Cuáles son las principales fuentes de pérdidas térmicas? ¿Cómo se pueden reducir?



Parte 2: Dimensionamiento de los emisores de calor

P1: Calcula el caudal másico de agua necesario para todos los equipos

P2: Para los radiadores, calcula el coeficiente de transferencia global y la superficie de los radiadores necesaria

Pregunta 3: Para los fan-coils, calcula el caudal de aire necesario, el rendimiento del intercambiador de calor y la superficie de intercambio. ¿Cómo se puede mejorar el rendimiento de los fan-coils? ¿Cuáles son las consecuencias?

P4: Para el suelo radiante, calcula la posición de las tuberías de agua caliente en el suelo de hormigón para cumplir con la restricción de temperatura. Vuelve a calcular la potencia necesaria para satisfacer las necesidades y, a continuación, el caudal másico de agua necesario.

Pregunta 5: ¿Qué porcentaje del calor suministrado por la calefacción por suelo radiante se pierde en el suelo? Comenta. Propón una solución para reducir las pérdidas de calor de la calefacción por suelo radiante.

Parte 3: Dimensionamiento de la red de agua caliente

P1: Calcula el diámetro teórico de todas las tuberías descritas en Tabla 3 e indica el diámetro de la correspondiente

P2: Calcula las pérdidas de carga para cada tubería.

P3: ¿Qué pérdidas de presión debe superar la bomba?

Parte 4: Dimensionamiento de la subestación

P1: Dimensione el intercambiador de calor de la subestación de manera que permita abastecer al edificio