

Módulo 3

Producción de calor

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

BANCO DE PREGUNTAS Y CLAVE DE RESPUESTAS

Recurso reutilizable de evaluación y repaso sobre tecnologías de producción de calor

Instituciones responsables del desarrollo: UJI y BME
Erasmus+ KA220-HED: Asociaciones de cooperación en la educación superior
Versión: 1.1
Fecha: mayo de 2026

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



Autoevaluación

Responde al menos a cinco preguntas de tu elección de cada sección, justificándolas y explicando por qué la respuesta es correcta. (Es obligatorio responder a cinco preguntas de cada sección)

1. Aprovechamiento del calor residual y bombas de calor

1. Define el calor residual y explica su relevancia para la eficiencia energética y la reducción de gases de efecto invernadero.
2. Clasifica el calor residual en función de su origen y da ejemplos de cada categoría.
3. Clasifica el calor residual según su nivel de temperatura y explica la utilidad de cada rango.
4. Explica la función de los intercambiadores de calor en los sistemas de recuperación de calor residual.
5. Describe cómo funciona un intercambiador de calor de placas y mencione sus principales ventajas.
6. Describir el funcionamiento y las aplicaciones de un intercambiador de calor de carcasa y tubos.
7. Distinguir entre intercambiadores de calor aire-aire de placas fijas, rotativos y de tubos de calor.
8. Explica qué es un intercambiador de calor de tubos aletados (economizador) y dónde se utiliza habitualmente.
9. ¿Qué es un intercambiador de calor regenerativo y cuáles son sus ventajas en aplicaciones a alta temperatura?
10. ¿Qué son los intercambiadores de calor de contacto directo y cuándo son adecuados?
11. Distinguir entre la aprovechamiento pasivo y activo del calor residual.
12. Describir el ciclo de Rankine de vapor y el ciclo de Rankine orgánico (ORC) en el contexto de la conversión de calor residual en energía eléctrica.
13. Compara los generadores termoeléctricos y los ciclos de Rankine como tecnologías de recuperación de calor residual.
14. Describe cómo se utilizan los ciclos de absorción y de compresión de vapor para producir frío o calor a partir del calor residual.
15. Explica la segunda y la primera ley de la termodinámica aplicadas al funcionamiento de las bombas de calor.
16. Describir el ciclo ideal de compresión de vapor e identificar sus cuatro componentes principales.
17. Describir cómo funciona una bomba de calor utilizando un diagrama T-s o P-h.
18. Clasifica las bombas de calor en función de su fuente de calor: aire-aire, aire-agua, geotérmicas, agua-agua, etc.
19. Explica la función y las características de las bombas de calor de absorción.



20. Define las bombas de calor híbridas y de doble servicio, y explica en qué contextos se utilizan.
21. ¿Qué son las bombas de calor con inversor y cómo mejoran la eficiencia del sistema?
22. Clasifica las bombas de calor en función de la temperatura de salida e indica las aplicaciones adecuadas para cada clase.
23. Describir las aplicaciones industriales y comerciales más comunes de las bombas de calor que aprovechan el calor residual.
24. Enumerar y explicar las principales configuraciones para integrar las bombas de calor con fuentes de calor residual.
25. Compara la conexión directa y la conexión indirecta de las bombas de calor en cuanto a sus ventajas y limitaciones.

2. Sistemas de cogeneración (CHP)

1. Definir qué es un sistema de cogeneración y explicar la diferencia con la generación de energía tradicional.
2. Compara los ciclos de cogeneración de tipo «topping» y «bottoming» en cuanto a procesos y aplicaciones.
3. ¿Cuáles son las ventajas de los sistemas de cogeneración de cabecera?
4. ¿Cuáles son las ventajas de los sistemas de cogeneración de cola?
5. Explica el rango de eficiencia típico de los sistemas de cogeneración y compáralo con el de los sistemas convencionales.
6. Enumera y clasifica las diferentes tecnologías de cogeneración según su flexibilidad y rango de tamaño.
7. Describe la configuración estándar de una instalación de cogeneración y sus principales componentes.
8. Escribe las fórmulas para calcular la potencia eléctrica, la potencia térmica, la eficiencia global y la relación calor-electricidad.
9. Explica la diferencia entre el modo de cogeneración total y el modo de cogeneración parcial.
10. ¿Cómo se integran los sistemas de cogeneración en las redes de calefacción urbana (DHN)?
11. Describir el papel del almacenamiento de energía en los sistemas de cogeneración dentro de las redes de calefacción urbana.
12. Explica cómo los sistemas de cogeneración ayudan a equilibrar las cargas térmicas y eléctricas en las redes de calefacción urbana.
13. ¿Cuáles son las principales ventajas de la cogeneración en términos de energía, economía y medio ambiente?



14. Explica al menos tres retos técnicos a la hora de integrar sistemas de cogeneración en las redes de calefacción urbana existentes.
15. ¿Por qué son importantes la redundancia y la capacidad de reserva en la integración de la cogeneración en las redes de calefacción urbana?
16. Describe cómo influyen el tipo de combustible y la normativa sobre emisiones en el diseño de los sistemas de cogeneración.

3. Aspectos económicos y medioambientales de la producción de calor en las redes de calefacción urbana

1. Define y diferencia entre CAPEX y OPEX en el contexto de los sistemas de producción de calor.
2. ¿Qué es el coste nivelado de la calor (LCOH) y por qué es un indicador útil?
3. Describe los componentes que se incluyen en el cálculo del LCOH y escribe la fórmula general.
4. Explica la importancia del retorno de la inversión (ROI) y del periodo de amortización a la hora de evaluar proyectos de calefacción urbana.
5. Compara el rendimiento económico de los sistemas de cogeneración con el de las bombas de calor.
6. ¿Cuáles son los principales factores que influyen en los costes de los sistemas de cogeneración?
7. ¿Cuáles son los principales factores que influyen en los costes de los sistemas de bombas de calor?
8. ¿Cuáles son las emisiones típicas de gases de efecto invernadero de un sistema de cogeneración que funciona con gas natural?
9. ¿Cómo contribuyen las bombas de calor a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero en las redes eléctricas descarbonizadas?
10. Analiza los impactos en la calidad del aire de los sistemas de cogeneración frente a las bombas de calor.
11. Explica qué se entiende por «evaluación del ciclo de vida» (ACV) en las tecnologías de calefacción.
12. ¿En qué se diferencian las bombas de calor y los sistemas de cogeneración en cuanto al potencial de calentamiento global (GWP)?
13. Describe el impacto de la cogeneración y las bombas de calor en el consumo de agua y la contaminación térmica.
14. Explica cómo influyen los mecanismos de fijación de precios del carbono (sistemas de comercio de derechos de emisión, impuestos sobre el carbono) en los sistemas de producción de calor.
15. ¿Qué papel desempeñan las subvenciones y los incentivos en la adopción de la cogeneración y las bombas de calor?



16. Resume las directivas RED II y EED de la UE y su relevancia para la producción de calor.
17. Compara las políticas de apoyo a las bombas de calor en la UE, China y EE. UU.
18. Describe las tendencias recientes en el crecimiento del mercado de las bombas de calor y la cogeneración.
19. ¿Qué son los sistemas híbridos de cogeneración y energías renovables y qué ventajas ofrecen?
20. Explica el papel de las bombas de calor de alta temperatura en aplicaciones industriales.



Evaluación

Todas las tareas son obligatorias

1. Aprovechamiento del calor residual y bombas de calor

Cuestionario (2 minutos)

Ejemplos de preguntas:

¿Cuál de las siguientes opciones es una fuente de calor residual a baja temperatura?

- a) Horno de acero
- b) Centro de datos
- c) Planta de fundición de vidrio
- d) Gases de combustión de una central eléctrica

Verdadero o falso: un intercambiador de calor regenerativo transfiere calor simultáneamente entre dos fluidos.

¿Qué principio termodinámico permite a las bombas de calor trasladar el calor de un lugar frío a uno caliente?

- a) La ley de enfriamiento de Newton
- b) Segunda ley de la termodinámica
- c) El principio de Pascal
- d) La paradoja de Carnot

¿Qué tecnología de bomba de calor permite la transferencia tanto de calor sensible como de calor latente?

- a) Intercambiador de calor de placas
- b) Intercambiador de calor rotativo
- c) Recuperador de placas fijas
- d) Tubo de calor

Presentación del proyecto (4 minutos)

Título: Diseño de un sistema de recuperación de calor residual con integración de bomba de calor

Pautas:

1. Selecciona una instalación industrial (por ejemplo, un centro de datos, una fábrica de cerveza o una lavandería).
2. Identifica una corriente de calor residual de baja o media temperatura.
3. Proponga un sistema de recuperación con un tipo adecuado de intercambiador de calor.



4. Elige una tecnología de bomba de calor adecuada (de aire, geotérmica, de absorción, etc.).

Tarea de evaluación final (informe técnico + análisis) (4 minutos)

Título de la tarea: Análisis comparativo de configuraciones de bombas de calor para la aprovechamiento del calor residual

Contenido:

1. Compara dos tipos de bombas de calor (por ejemplo, aire-agua frente a agua-agua) para la recuperación de calor residual a 60 °C.
2. Incluye respuestas breves sobre las ventajas y limitaciones de cada configuración.

2. Sistemas combinados de calor y electricidad (CHP)

Cuestionario (2 minutos)

Ejemplos de preguntas:

En un sistema de cogeneración con ciclo de topping, ¿qué se produce primero?

- a) Vapor
- b) Electricidad
- c) Refrigeración
- d) Agua caliente

Enumera dos ventajas del uso de la cogeneración en los sistemas de calefacción urbana.

¿Qué componente NO forma parte de una instalación estándar de cogeneración impulsada por vapor?

- a) Generador
- b) Caldera
- c) Absorbedor
- d) Intercambiador de calor

Presentación del proyecto (4 minutos)

Título: Integración de la cogeneración en una red de calefacción urbana: viabilidad y diseño

Pautas:

1. Elige una ubicación con una red de calefacción urbana (real o hipotética).
2. Selecciona una tecnología de cogeneración (por ejemplo, motor alternativo, turbina de gas).
3. Muestra cómo se integra el calor recuperado en la red de calefacción urbana (dibuja un esquema).



4. Evalúa la flexibilidad: ¿cómo responde la cogeneración a las variaciones de la demanda?

Tarea de evaluación final (informe técnico) (4 minutos)

Título de la tarea: Evaluación del rendimiento y optimización de un sistema de cogeneración

Contenido:

1. Interpreta el funcionamiento de la cogeneración en los modos de cogeneración total y parcial.
2. Analizar la integración de las energías renovables en una instalación de cogeneración.

SECCIÓN 3. Aspectos económicos y medioambientales

Cuestionario (2 minutos)

Ejemplos de preguntas:

¿En qué categoría de costes se incluyen la mano de obra y el mantenimiento?

- a) CAPEX
- b) OPEX
- c) LCOH
- d) ROI

¿Cuál es el impacto previsto de la electricidad limpia en las emisiones de las bombas de calor?

Verdadero o falso: El LCOH solo tiene en cuenta los costes de inversión.

Presentación del proyecto (4 minutos)

Título: Comparación económica entre los sistemas de cogeneración y los de bomba de calor para la calefacción urbana

Instrucciones:

1. Selecciona una ciudad europea y define sus necesidades de calefacción.
2. Compara la inversión total, los costes de funcionamiento, el LCOH y el ROI de:
 - una solución basada en la cogeneración
 - una solución basada en bombas de calor

Tarea de evaluación final (informe técnico) (4 minutos)

Título de la tarea: Impacto de las políticas y del mercado en los sistemas de producción de calor

Contenido:

1. Analiza cómo políticas como la RED II o la tarificación del carbono influyen en la implantación de la cogeneración y las bombas de calor.





Clave de respuestas

Evaluación

1. Aprovechamiento del calor residual y bombas de calor

Cuestionario (2 minutos)

Ejemplos de preguntas:

¿Cuál de las siguientes opciones es una fuente de calor residual a baja temperatura?

a) Horno de acero

b) Centro de datos

c) Planta de fundición de vidrio

d) Gases de combustión de una central eléctrica

Verdadero o falso: un intercambiador de calor regenerativo transfiere calor simultáneamente entre dos fluidos. **Falso**

¿Qué principio termodinámico explica por qué las bombas de calor requieren trabajo externo para transferir calor de una región más fría a una más caliente?

a) La ley de enfriamiento de Newton

b) La segunda ley de la termodinámica

c) El principio de Pascal

d) La paradoja de Carnot ¿Qué tecnología de bomba de calor permite la transferencia tanto de calor sensible como de calor latente?

a) Intercambiador de calor de placas

b) Intercambiador de calor rotativo

c) Recuperador de placas fijas

d) Tubo de calor

2. Sistemas de cogeneración (CHP)

Cuestionario (2 minutos)

Ejemplos de preguntas:

En un sistema de cogeneración con ciclo de topping, ¿qué se produce primero?

a) Vapor

b) Electricidad

c) Refrigeración

d) Agua caliente



Enumera dos ventajas del uso de la cogeneración en los sistemas de calefacción urbana.

Alta eficiencia energética primaria global (que a menudo supera el 85-90 % al aprovechar la energía térmica que las centrales eléctricas tradicionales desperdician).

Reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero y menores costes de energía para calefacción en comparación con la generación separada de calor y electricidad.

¿Qué componente NO forma parte de una instalación estándar de cogeneración impulsada por vapor?

a) Generador

b) Caldera

c) Absorbedor

d) Intercambiador de calor

3. Aspectos económicos y medioambientales

Cuestionario (2 minutos)

Ejemplos de preguntas:

¿En qué categoría de costes se incluyen la mano de obra y el mantenimiento?

a) CAPEX

b) OPEX

c) LCOH

d) ROI

¿Cuál es el impacto previsto de la electricidad limpia en las emisiones de las bombas de calor?

Una reducción drástica hasta cero de las emisiones indirectas (Alcance 2). A medida que la red eléctrica se va transformando hacia la energía eólica, solar e hidráulica, la huella de carbono específica del funcionamiento de las bombas de calor (kgCO_2/kWh) se aproxima a cero.

Verdadero o falso: el LCOH solo tiene en cuenta los costes de inversión. **Falso**