Módulo 3: Producción de calor

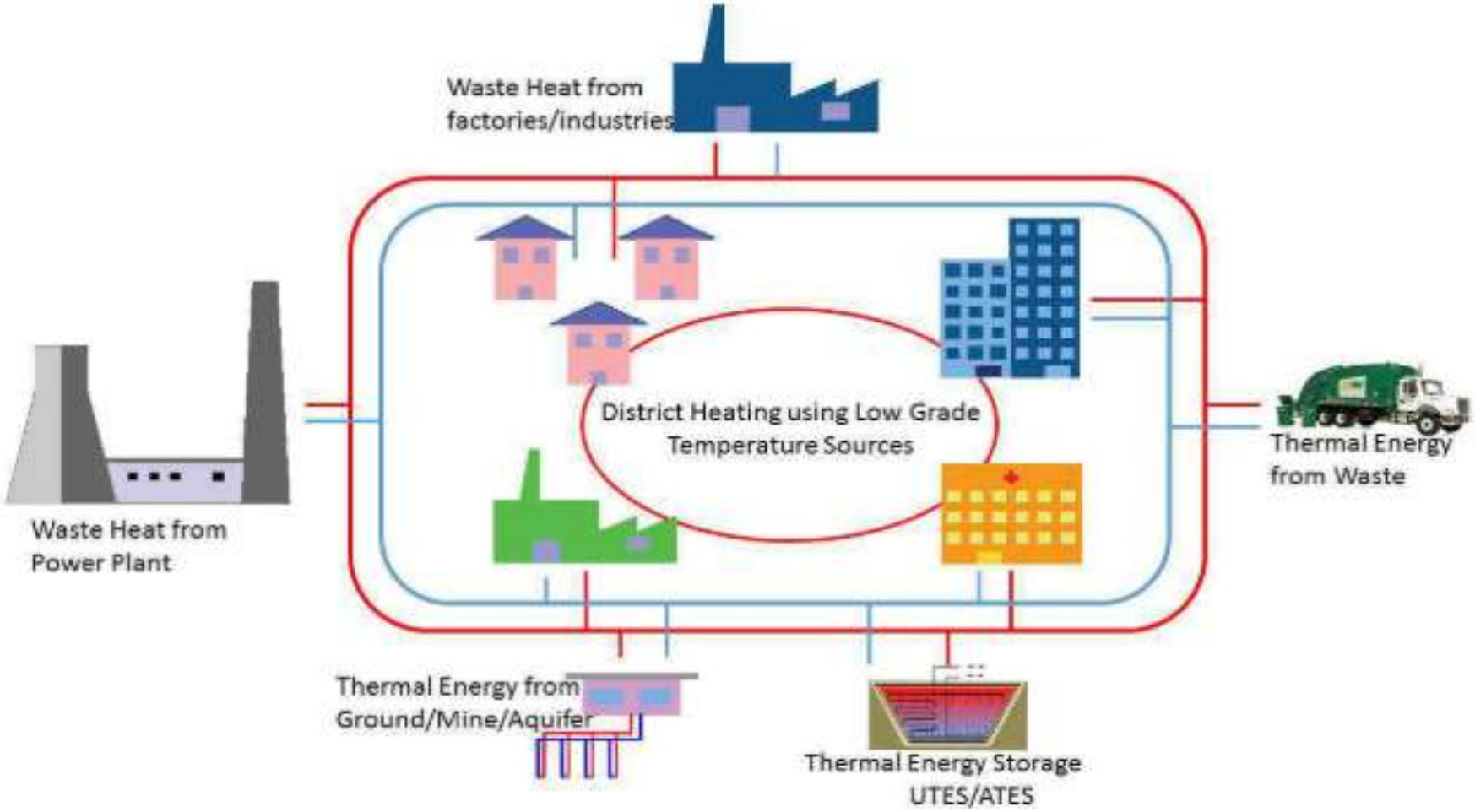
Versión para el curso intensivo de formación profesional

SHaKE – Sharing Heat and Knowledge on Energy Communities_x000B_Erasmus+ KA220-HED Asociaciones de cooperación en educación superior_x000B_Instituciones responsables: Universitat Jaume I de Castellón_x000B_Autores: Ghad Alarnaout-Alarnaout, Dr. Adrián Mota-Babiloni_x000B_Fecha: julio de 2026_x000B_Versión 1.1

SHaKE
Sharing Knowledge on Energy Communities



REUTILIZACIÓN DEL CALOR RESIDUAL



Niessink, R. J. M. (2024, 6 de November). Heat networks low temperature households (district heating). Energy.nl. https://energy.nl/data/heat-networks-low-temperature-households-district-heating/

CLASIFICACIÓN DEL CALOR RESIDUAL

La fuente indicada en la diapositiva ofrece una clasificación más detallada por rangos de temperatura:

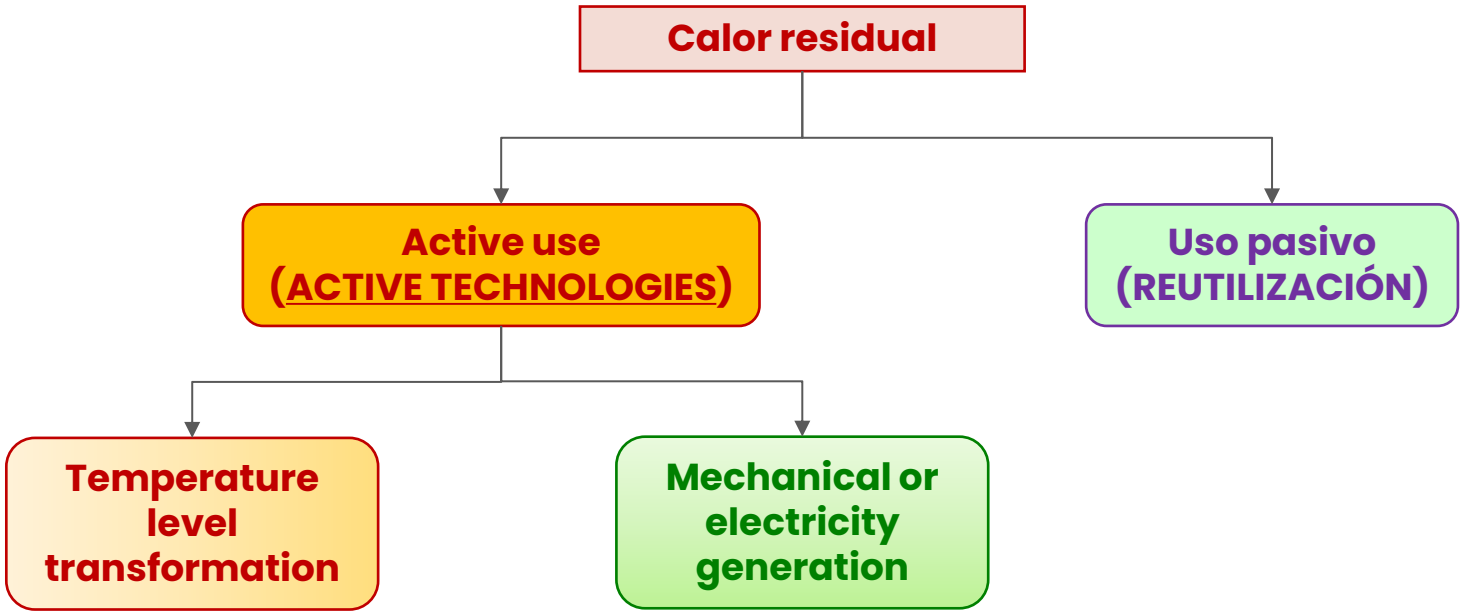
Ultra-low-grade (T_{amb}-60)	Low-grade (60-100 °C)	Medium-grade (100-400 °C)	High-grade (>400 °C)
• Data centers • Energy storage system • HVAC facility • Waste water sewage • Geothermal • Biologic descomposition • Solar thermal	• Internal combustion engine (jacket coolant) • Industrial process stream (manufacturing) • Hidrothermal • Anaerobic digestion	• Internal combustion engine (exhaust gas) • Power plant exhaustIndustrial process stream (chemical & food) • Geothermal (volcanic areas • Fermentation processes	• Industrial process stream (iron & steel) • Power plant exhaust (gas turbine) • Inceneration processes

Oh, J., Han, U., Jung, Y., Kang, Y. T., & Lee, H. (2024). Advancing waste heat potential assessment for net-zero emissions: A review of demand-based thermal energy systems. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 202, 114693. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.rser.2024.114693

TECNOLOGÍAS DE CAPTACIÓN Y APROVECHAMIENTO DEL CALOR RESIDUAL

VALORIZACIÓN DEL CALOR RESIDUAL

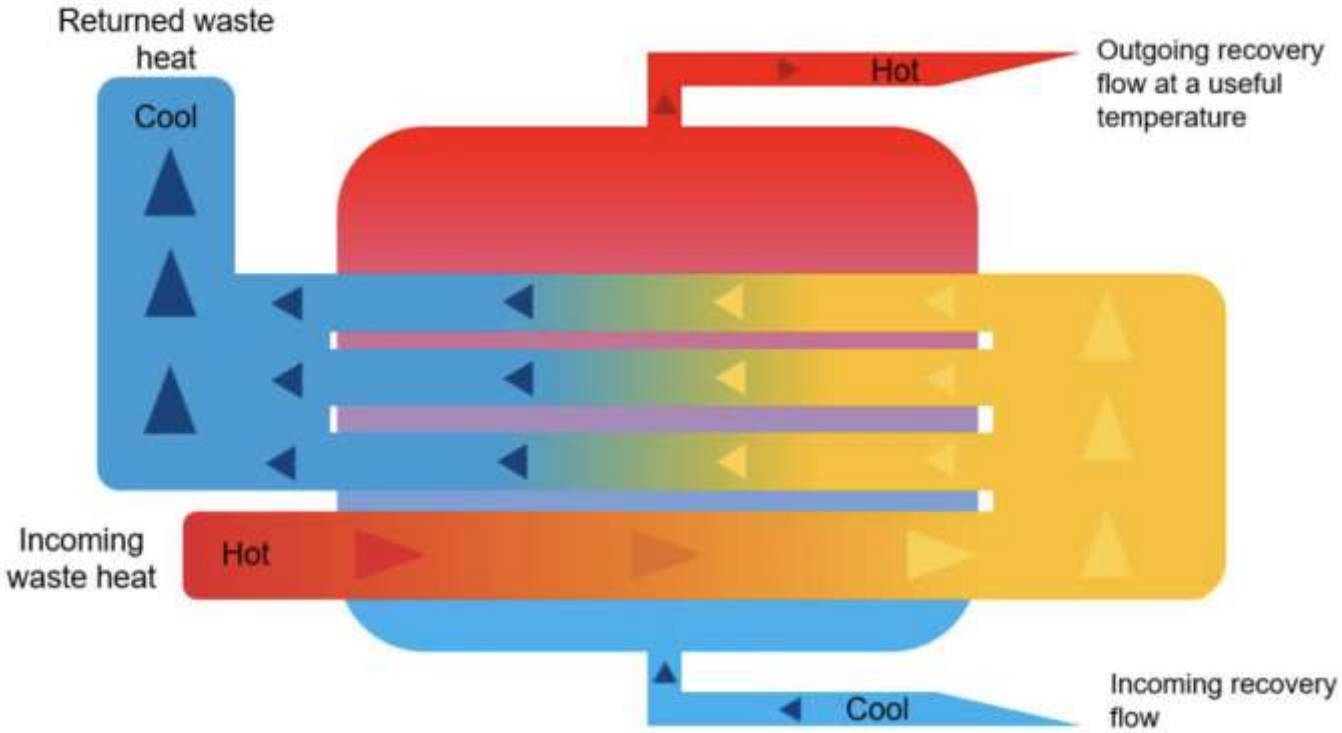
Como se indicó anteriormente, los intercambiadores de calor son la tecnología más habitual para recuperar calor residual. El calor captado puede reutilizarse directamente o transformarse mediante tecnologías activas en energía térmica a otro nivel de temperatura o en energía mecánica o eléctrica.



TECNOLOGÍAS DE CAPTACIÓN Y APROVECHAMIENTO DEL CALOR RESIDUAL

REUTILIZACIÓN

Generador de vapor de recuperación (HRSG): intercambiador que aprovecha el calor residual de gases de escape calientes para producir vapor.



Ove Arup & Partners Limited. (2024). Waste heat recovery: An introductory guide (Final report). Scottish Enterprise; Scottish Government. https://www.scottish-enterprise.com/media/efunpssc/waste-heat-recovery-guide.pdf

TECNOLOGÍAS DE CAPTACIÓN Y APROVECHAMIENTO DEL CALOR RESIDUAL

REUTILIZACIÓN

Economizadores: intercambiadores que recuperan calor de gases de escape o fluidos de proceso para precalentar agua o aire.

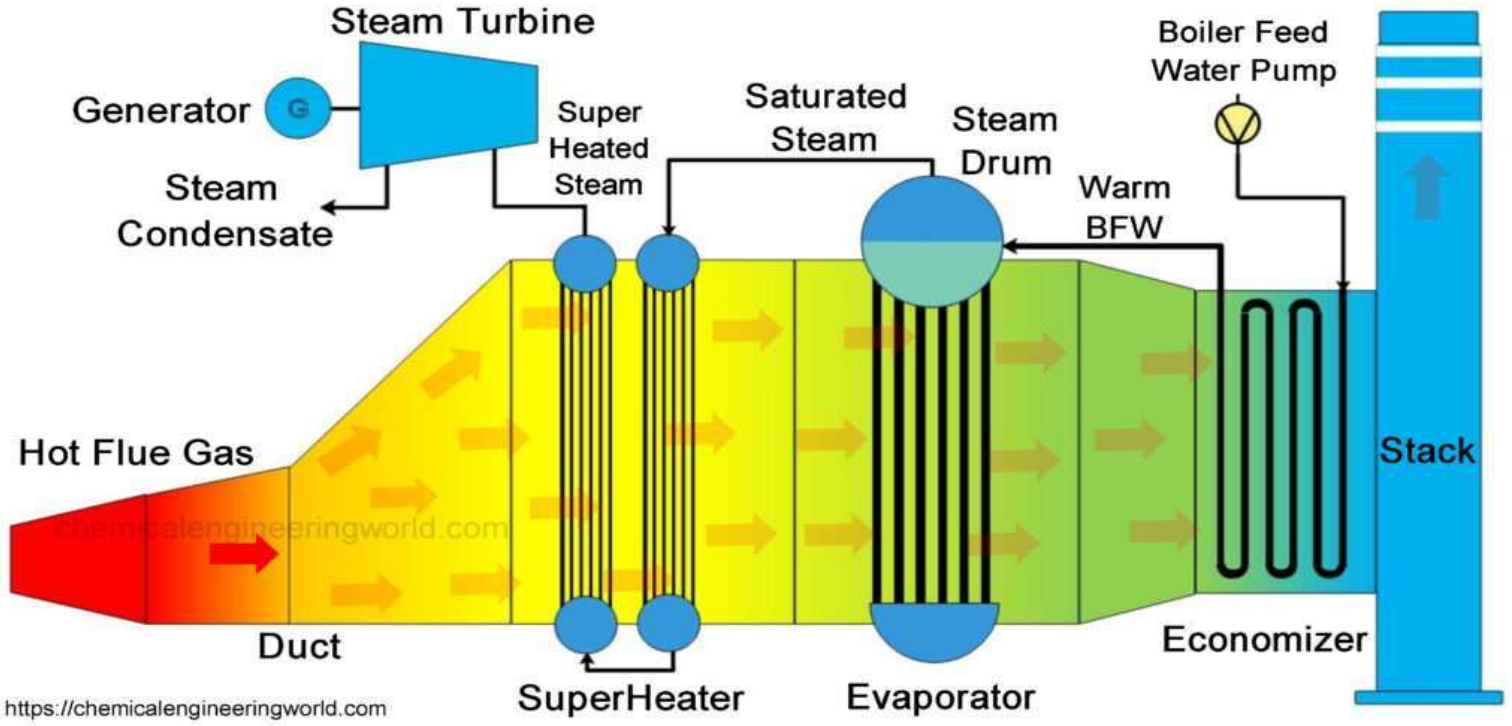


Ove Arup & Partners Limited. (2024). Waste heat recovery: An introductory guide (Final report). Scottish Enterprise; Scottish Government. https://www.scottish-enterprise.com/media/efunpssc/waste-heat-recovery-guide.pdf

TECNOLOGÍAS DE CAPTACIÓN Y APROVECHAMIENTO DEL CALOR RESIDUAL

REUTILIZACIÓN

Calderas de recuperación: sistemas similares a calderas de gas que emplean calor residual, en lugar de gas, para calentar un fluido útil, normalmente agua.



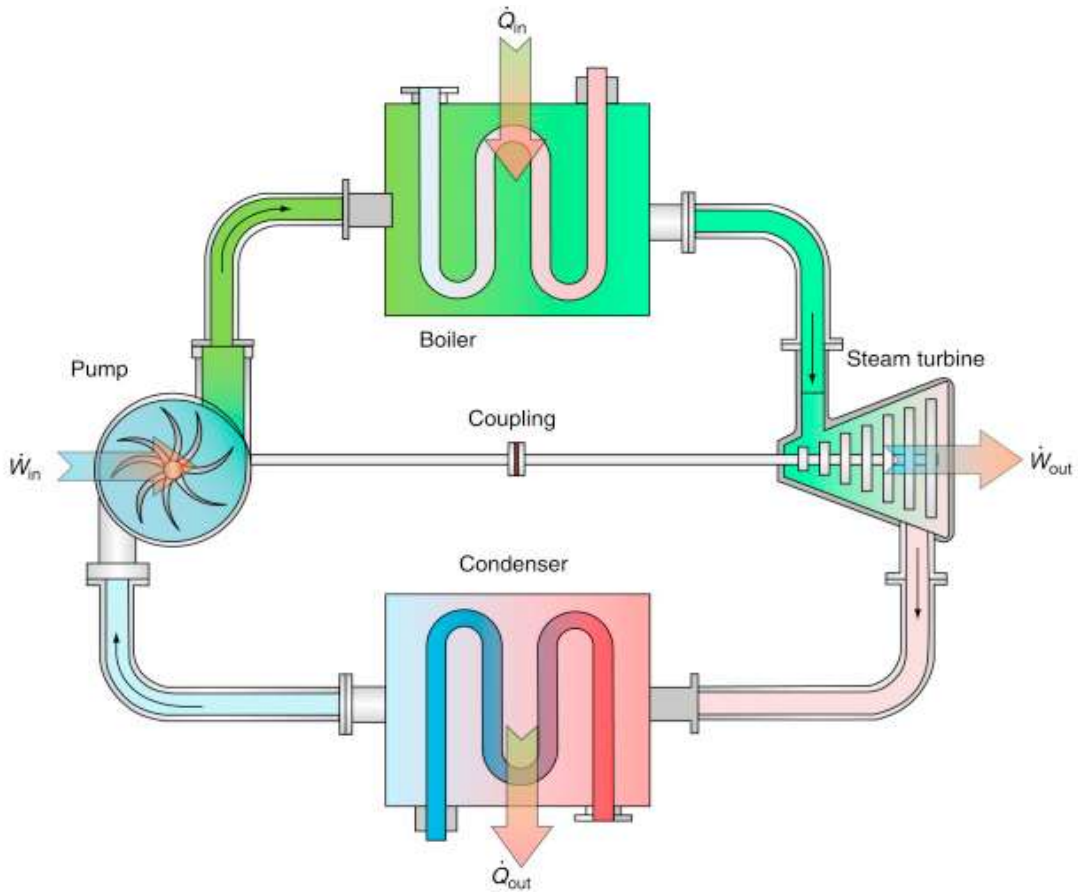
Ove Arup & Partners Limited. (2024). Waste heat recovery: An introductory guide (Final report). Scottish Enterprise; Scottish Government. https://www.scottish-enterprise.com/media/efunpssc/waste-heat-recovery-guide.pdf

TECNOLOGÍAS DE CAPTACIÓN Y APROVECHAMIENTO DEL CALOR RESIDUAL

TECNOLOGÍAS ACTIVAS (CONVERSIÓN DEL CALOR RESIDUAL EN ELECTRICIDAD)

Ciclo de Rankine

- Convierte el calor residual en energía eléctrica o mecánica mediante un fluido orgánico.
- Adecuado para fuentes de calor de baja y media temperatura.
- Más eficiente que los ciclos de vapor convencionales a temperaturas moderadas.
- Uso habitual en recuperación industrial de calor residual y energías renovables.



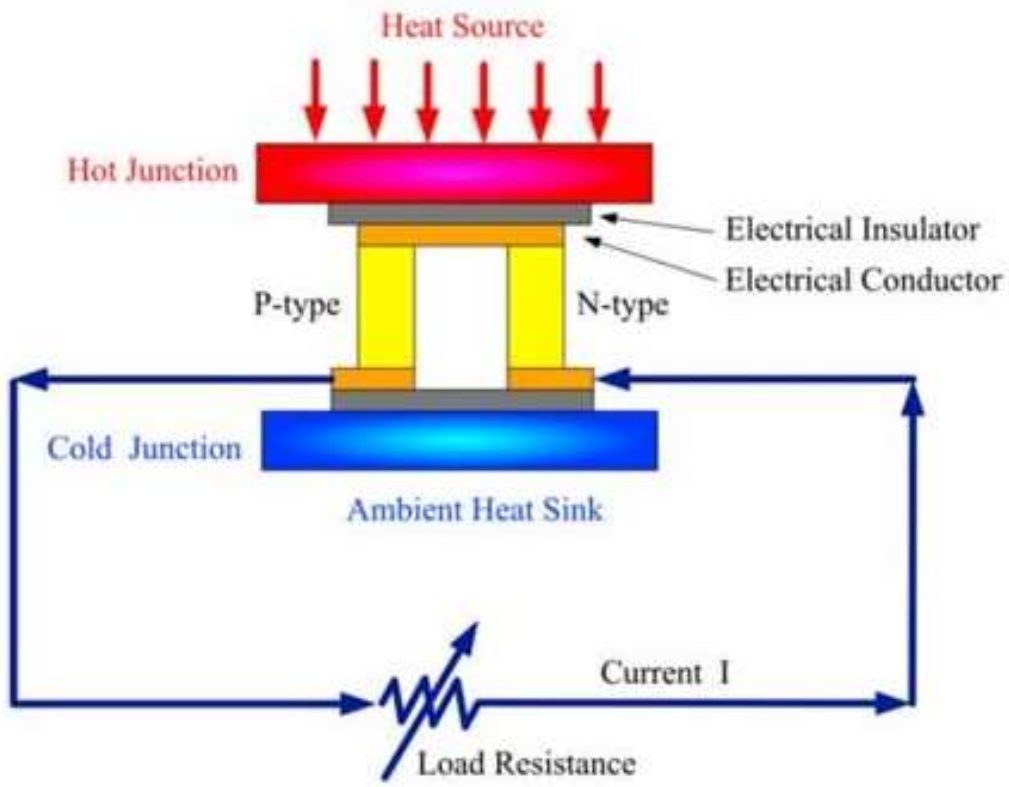
Dincer, I. (2018). 1.6 Exergy. In I. Dincer (Ed.), Comprehensive Energy Systems (pp. 212–264). Elsevier. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-12-809597-3.00106-1

TECNOLOGÍAS DE CAPTACIÓN Y APROVECHAMIENTO DEL CALOR RESIDUAL

TECNOLOGÍAS ACTIVAS (CONVERSIÓN DEL CALOR RESIDUAL EN ELECTRICIDAD)

Termoeléctrico

- Convierte directamente el calor en electricidad mediante el efecto termoeléctrico.
- Sin piezas móviles, lo que reduce el mantenimiento.
- Menor eficiencia que los sistemas ORC.
- Adecuado para generar pequeñas cantidades de electricidad a partir de calor residual.



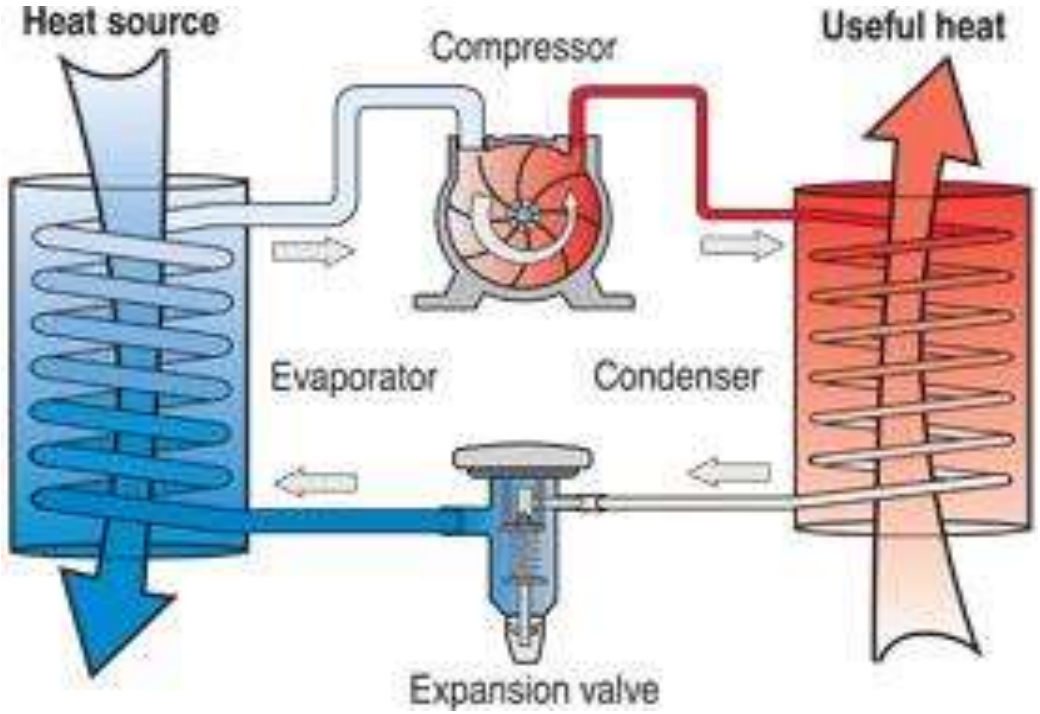
Sugiartha, N., & Negara, P. (2018). Technical Feasibility Evaluation on The Use of A Peltier Thermoelectric Module to Recover Automobile Exhaust Heat. Journal of Physics: Conference Series, 953, 012090. https://doi.org/10.1088/1742-6596/953/1/012090

TECNOLOGÍAS DE CAPTACIÓN Y APROVECHAMIENTO DEL CALOR RESIDUAL

1.2.3. TECNOLOGÍAS ACTIVAS (CALOR RESIDUAL PARA FRÍO O CALOR)

Bomba de calor

- Eleva el calor residual a una temperatura superior para calefacción útil.
- Se basa normalmente en el ciclo de compresión de vapor.
- Mejora la eficiencia energética al reutilizar calor residual de baja temperatura.
- Uso extendido en aplicaciones industriales y calefacción de edificios.



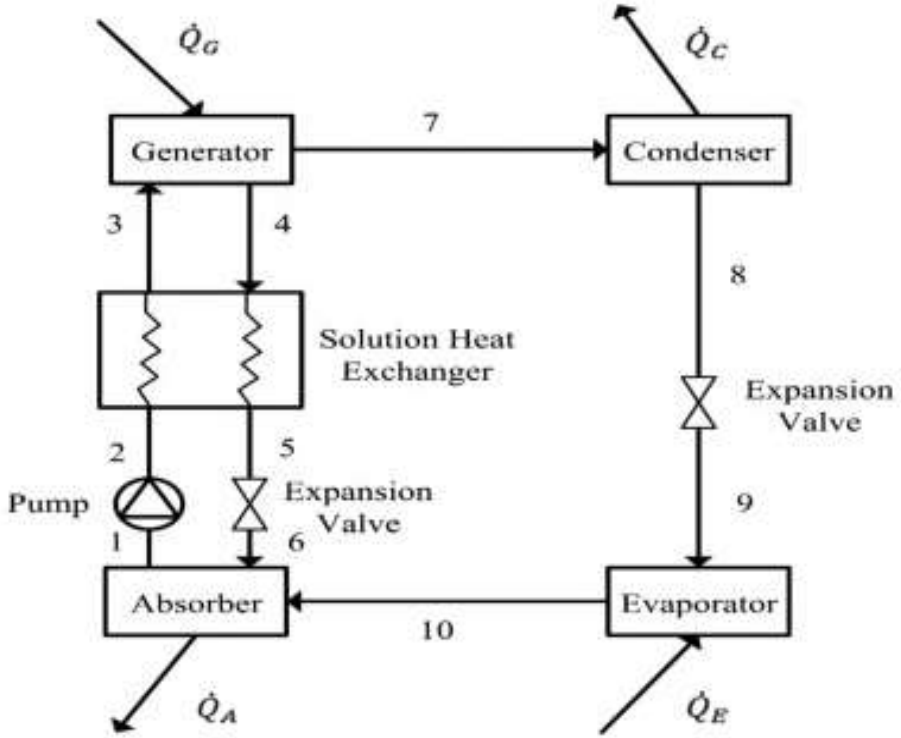
IEA. (2022). The future of heat pumps. International Energy Agency. Retrieved February 21, 2025, from https://www.iea.org/reports/the-future-of-heat-pumps/executive-summary

TECNOLOGÍAS DE CAPTACIÓN Y APROVECHAMIENTO DEL CALOR RESIDUAL

TECNOLOGÍAS ACTIVAS (CALOR RESIDUAL PARA FRÍO O CALOR)

Absorción

- Sistemas accionados térmicamente que utilizan calor en lugar de compresión mecánica.
- Pueden elevar el calor residual a una temperatura superior.
- Adecuados si se dispone fácilmente de una fuente de energía térmica.
- Uso habitual en recuperación de calor industrial y cogeneración.



El Haj Assad, M., Nazari, M. A., Ehyaei, M. A., & Rosen, M. A. (2021). Chapter 11 - Heat pumps and absorption chillers. In M. E. H. Assad & M. A. Rosen (Eds.), Design and Performance Optimization of Renewable Energy Systems (pp. 163–180). Academic Press. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-12-821602-6.00013-4

TECNOLOGÍAS DE CAPTACIÓN Y APROVECHAMIENTO DEL CALOR RESIDUAL

TECNOLOGÍAS ACTIVAS (BOMBA DE CALOR DE COMPRESIÓN DE VAPOR)

Bombas de calor de compresión de vapor (VCHP)

•Recuperan y elevan el calor residual de baja calidad a temperaturas altas.

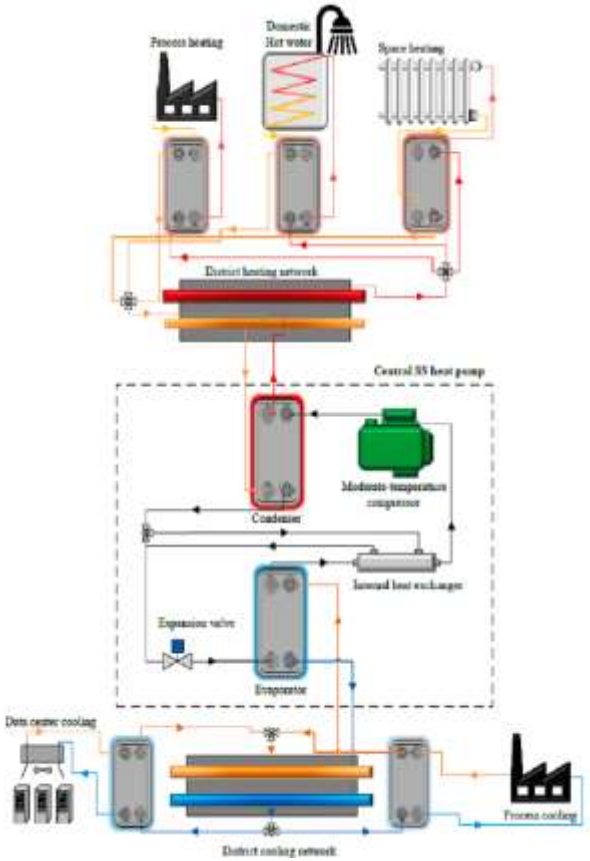
•Clave para la descarbonización mediante la electrificación del calor.

•Aplicables en numerosos ámbitos (p. ej., calefacción urbana).

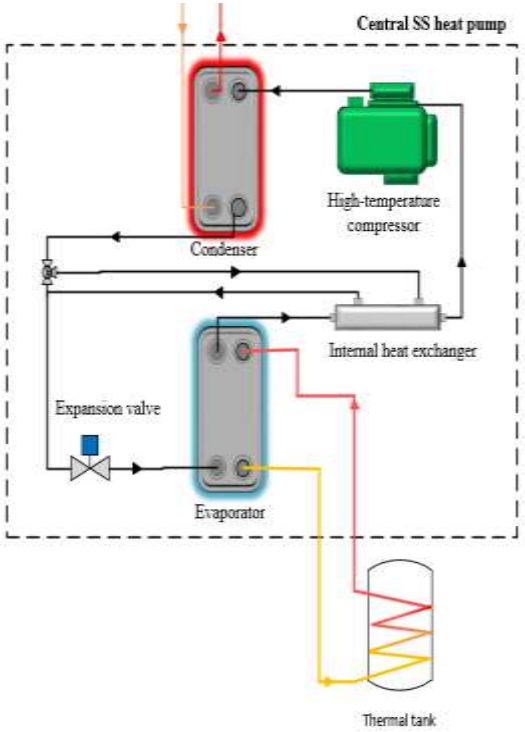
•**COP = potencia térmica del condensador / potencia del compresor (habitualmente 2–6).**

•El uso de calor residual aumenta el COP al reducir el salto térmico.

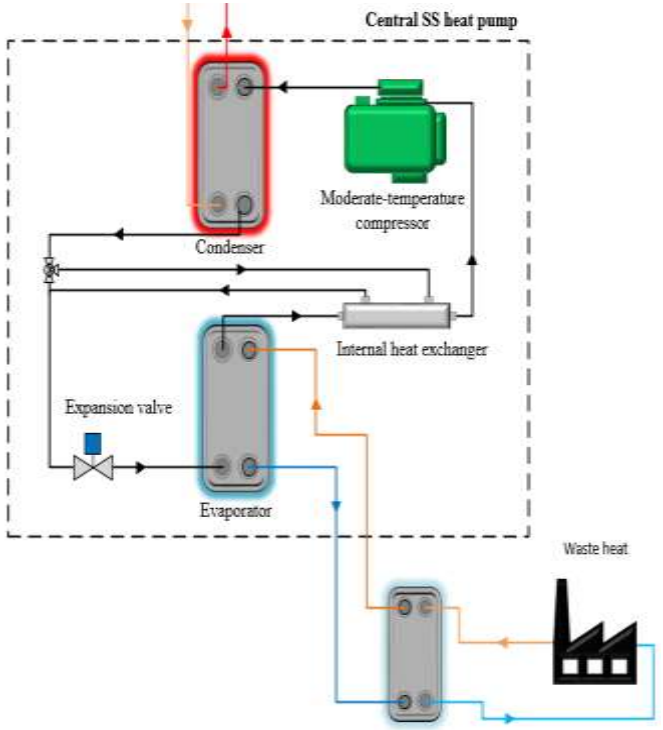
CONFIGURACIONES Y CONEXIONES DE BOMBAS DE CALOR PARA DISTINTAS FUENTES DE CALOR RESIDUAL



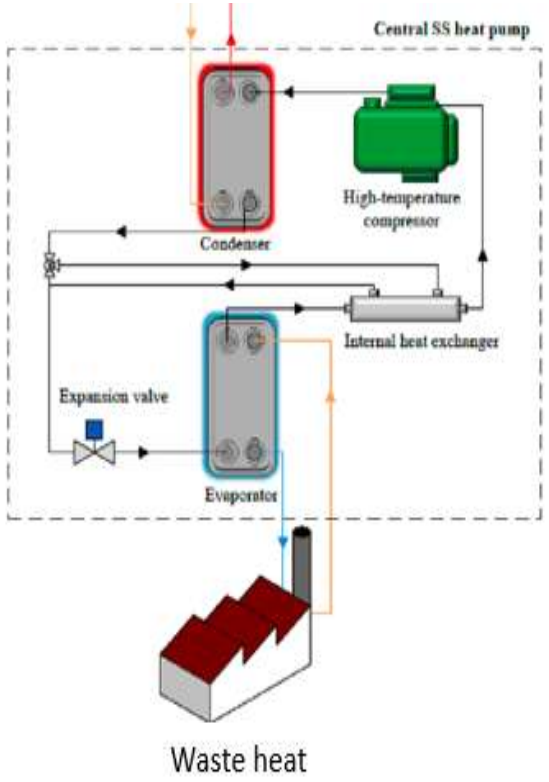
Circuito cerrado con fluido térmico secundario



Sistemas de almacenamiento (depósitos térmicos)



Intercambiador intermedio (sistema indirecto)



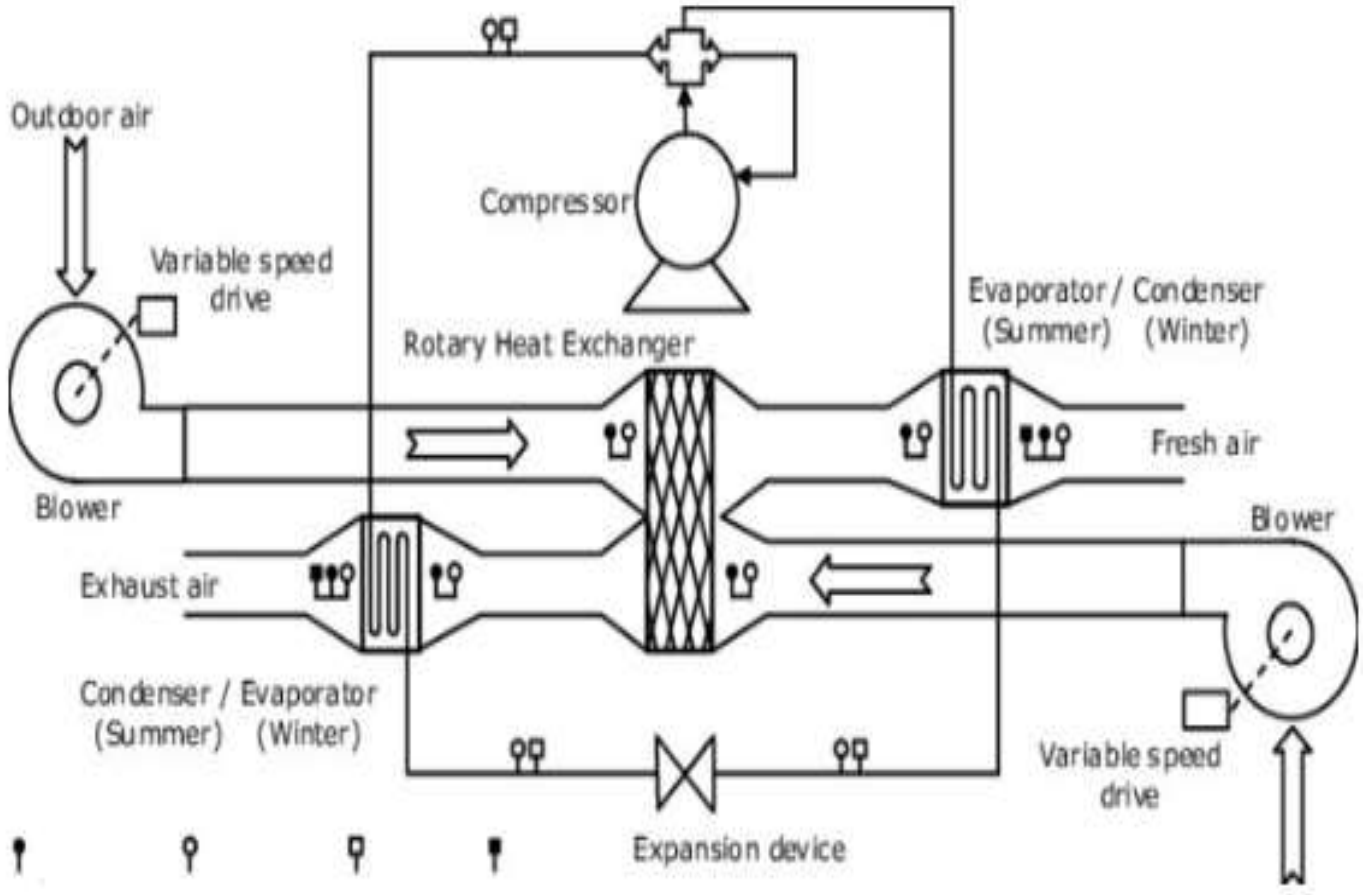
Conexión directa al circuito primario

Alarnaot Alarnaout, G., Navarro-Esbrí, J., & Mota-Babiloni, A. (2024). Operational, economic, and carbon footprint feasibility of a moderately-high-temperature heat pump as an alternative to conventional boilers in various scenarios. Energy Conversion and Management, 309, 118424. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.enconman.2024.118424

CONFIGURACIONES Y CONEXIONES DE BOMBAS DE CALOR PARA DISTINTAS FUENTES DE CALOR RESIDUAL

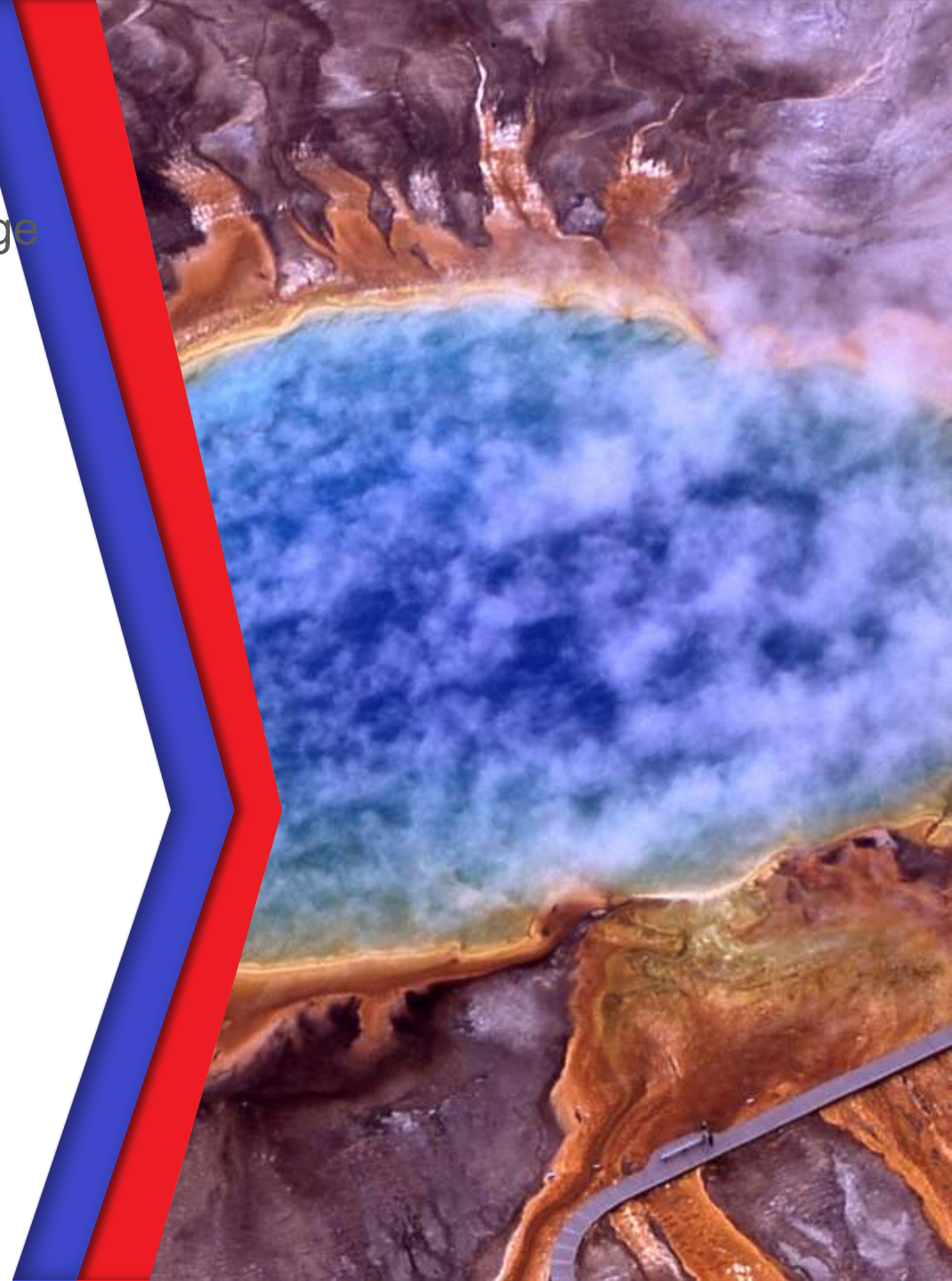
Integración con corrientes de aire o gas

- Integración en ventilación para recuperación de calor en aplicaciones HVAC.
- Uso del aire extraído de edificios o procesos industriales como fuente de calor.
- Recuperación del calor de humos de calderas, hornos y sistemas de combustión.
- Precalentamiento del aire exterior con bombas de calor para reducir la demanda de calefacción.
- Habitual en ventilación con recuperación de energía (ERV) y climatizadores industriales.



Žandeckis, A., Klavina, K., Dzikevics, M., Kirsanovs, V., & Žogla, G. (2015). Solutions for Energy Efficient and Sustainable Heating of Ventilation Air: A Review. Journal of Engineering Science and Technology Review, 8, 98–111. https://doi.org/10.25103/jestr

¡Gracias!_x000B__x000B_Module 3 – Heat production_x000B_SHaKE – Sharing Heat and Knowledge on Energy Communities_x000B__x000B_https://www.shakeproject-dhc.eu/_x000B__x000B_Instituciones responsables: Universitat Jaume I de Castellón_x000B_Autores: Ghad Alarnaout-Alarnaout, Dr. Adrián Mota-Babiloni_x000B__x000B_



Co-funded by the European Union