



INTEGRACIÓN
SECTORIAL

Marselisborg, una vía hacia la neutralidad energética del sector de aguas residuales

El reto:

Source: IEA (2021). Greenhouse Gas Emissions from Energy



Edificios

28%

de las emisiones globales de CO₂ relacionadas con la energía proceden de edificios



Industria

39%

de las emisiones globales de CO₂ relacionadas con la energía proceden de la industria



Transporte

27%

de las emisiones globales de CO₂ relacionadas con la energía proceden del transporte



Integración sectorial

Hace falta una enorme cantidad de energía para suministrar agua y saneamiento a las personas. Este reto irá a más a medida que el mundo evoluciona y la población crece. En la actualidad, las soluciones rentables y eficientes energéticamente pueden reducir el consumo de energía en el sector del agua en gran medida, no solo en las plantas de tratamiento de aguas residuales.

Sin acción, el consumo global de energía relacionado con las aguas se incrementará en un 50% en 2030.¹

La solución: convertir las plantas de aguas residuales en productoras de energía

En Aarhus (Dinamarca), la planta de tratamiento de aguas residuales de Marselisborg produce mucha más energía de la que necesita para el tratamiento de aguas residuales destinadas a las 200.000 personas que abastece. De hecho, la planta de Marselisborg produce tanta energía que puede cubrir la energía necesaria para suministrar también agua potable y ofrece, por tanto, la vía hacia un sector del agua neutro en energía y demuestra cómo desvincular la energía del agua.



La planta de tratamiento de aguas residuales de Marselisborg produce suficiente energía como para cubrir todo el ciclo del agua de un área urbana de 200.000 habitantes, todo ello con un tiempo de retorno de la inversión estimado de 4,8 años.



El exceso de calor procedente de las plantas de tratamiento de aguas residuales puede calentar edificios e industrias a través de los sistemas district energy.



El agua es fundamental para la acción climática

Cómo aprovechar el potencial ecológico en la gestión de aguas residuales

El agua es primordial. Por encima de todo como condición imprescindible para la vida, pero también como clave para combatir el cambio climático. Hace falta una enorme cantidad de energía para que la población disponga de acceso a agua potable y saneamiento, un derecho humano declarado.

Según la Agencia Internacional de la Energía (AIE), el sector global del agua utiliza alrededor de 120 Mtoe al año, que equivalen aproximadamente a la energía total que utiliza Australia.² Sin acción, el consumo global de energía relacionado con el agua habrá aumentado un 50% en 2030.³ El mundo necesita más agua y menos emisiones de carbono. La eficiencia energética marca el camino para romper esa tendencia.

Existe un potencial significativo para el ahorro de energía en el sector del agua si se aprovecha todo el potencial económicamente viable que ofrecen la eficiencia energética y la recuperación de energía,

también en el sector del abastecimiento y el tratamiento del agua.³

Un punto de partida evidente se halla en las plantas de tratamiento de aguas residuales instaladas en la mayoría de las ciudades por todo el mundo. Las plantas de tratamiento de aguas a menudo son gestionadas por los municipios y representan alrededor del 30-40% de sus facturas eléctricas.⁴ Para las compañías de aguas residuales, la electricidad constituye el segundo coste operativo más importante tras la mano de obra.⁵

Las aguas residuales incorporan importantes cantidades de energía que se pueden aprovechar para lograr que la gestión de aguas residuales sea neutra en energía, produciendo la misma cantidad de energía que consume, y con el enfoque adecuado, incluso más. En consecuencia, las plantas de tratamiento de aguas residuales tienen potencial para pasar de consumidores a productores de energía.

2. IEA (2018). World Energy Outlook 2018, p. 122.

3. IEA (2018). World Energy Outlook 2018, p. 123.

4. Copeland & Carter (2017). Energy-Water Nexus: The Water Sector's Energy Use, Congressional Research Service, p. 6.

5. Maktabifard, M., Zaborowska, E. & Makinia, J. (2018). Achieving energy neutrality in wastewater treatment plants through energy savings and enhancing renewable energy production, p. 655.



Planta de tratamiento de aguas residuales de Marselisborg en Aarhus (Dinamarca)

Propietario: Aarhus Vand

Área de captación:
200.000 personas equivalentes

Perfil del edificio:
más de 30 años de antigüedad

Gestión de aguas neutra en energía para 200.000 personas

Planta de tratamiento de aguas residuales de Marselisborg

Las plantas de tratamiento de aguas residuales tienen un gran potencial para producir energía, tanto en forma de electricidad como de calor. En la ciudad de Aarhus (Dinamarca), la planta de Marselisborg, que es gestionada por Aarhus Vand, ha conseguido reducir el consumo de energía y al mismo tiempo incrementar la producción de energía hasta tal punto que, por término medio, produce casi tanta energía como para cubrir por completo el ciclo del agua en el área de captación, es decir, tanto el suministro de agua potable como el tratamiento de aguas residuales, desvinculando así en la práctica el agua de la energía.

Este logro se fundamenta en una doble estrategia: reducir el consumo de energía e incrementar la producción de energía.

En 2005, Aarhus Vand empezó a mejorar la eficiencia energética en la planta de aguas residuales de Marselisborg. Casi todos los equipos con un motor en el ciclo del agua, 290 en total, fueron equipados con convertidores de frecuencia que ofrecen una controlabilidad que ayuda a garantizar que el consumo de energía es el adecuado para un rendimiento óptimo.

En toda la planta de Marselisborg hay una serie de sensores en línea. Proporcionan información

crítica en tiempo real y ello permite el cálculo automático de los puntos de ajuste para los convertidores de frecuencia. Gracias a ello, esta planta funciona de manera muy eficiente energéticamente.

Pero la planta de tratamiento de aguas residuales de Marselisborg también es una biorrefinería que produce energía. En 2010, Aarhus Vand empezó a introducir mejoras en su gestión de aguas residuales. La planta genera energía a partir del biogás de las aguas residuales domésticas. Se extraen los lodos de las aguas residuales y se bombean hasta unos digestores. Estos producen biogás, principalmente metano, que luego se quema para obtener calor y electricidad.

En el período de 2016 a 2021, la planta de Marselisborg produjo cerca de un 100% más de energía que la necesaria para el tratamiento de aguas residuales. La energía producida se puede usar para suministrar también agua potable. Esto significa que la planta de Marselisborg produce suficiente energía para cubrir las necesidades de todo el ciclo del agua en toda el área de captación, incluidas tanto el agua como las aguas residuales, básicamente desvinculando el agua de la energía. Se estima que la optimización y digitalización del proceso ha aportado un 70% de las mejoras.



Desvincular el agua de la energía



El tratamiento de aguas residuales a energía destinada al tratamiento y la distribución de agua sirve para el bombeo de aguas subterráneas y su tratamiento para convertirla en agua potable, así como para bombear agua potable hasta los consumidores dentro del área de captación.

La energía destinada al transporte de aguas residuales se utiliza en las estaciones de bombeo que bombean aguas residuales de los consumidores en los edificios hasta la planta.



Producción de energía en Marselisborg

La planta de tratamiento de aguas residuales cubre casi todo el ciclo del agua

Consumo medio de energía	2016-2021 Average
Tratamiento y distribución de aguas (kWh)	3.3 millones
Transporte de aguas residuales (kWh)	0.7 millones
Planta de Marselisborg (kWh)	3.3 millones
Consumo total de energía (kWh)	7.2 millones

Producción de energía

Producción de electricidad (kWh)	4.7 millones
Producción de calor (kWh)	2.1 millones
Producción total de energía (kWh)	6.8 millones

Grado de suministro propio de energía

Proceso de tratamiento de aguas residuales, electricidad y calor (%)	208%
--	------

Ciclo total del agua, área de captación de Marselisborg	94%
--	------------



Retorno de la inversión estimado en **4.8 años** como promedio entre 2005 y 2016.

De consumir a producir energía

*Una guía para un tratamiento
de aguas eficiente*

La planta de aguas residuales de Marselisborg ofrece una vía hacia la neutralidad energética al sector del agua en las ciudades de todo el mundo. Dicho de forma sencilla, hace falta dar dos sencillos pasos: dejar de utilizar energía que no es necesaria y utilizar la energía que incorporan las aguas residuales.



1. Definir las referencias

Medir

Los contadores indican cuánta energía se utiliza para el suministro de agua y el tratamiento de aguas residuales.

Evaluar

Encontrar las oportunidades más atractivas para ahorrar energía.

2. Reducir el consumo de energía

Digitalización local

Implementar lazos locales de control mediante la instalación de sensores en tiempo real y convertidores de frecuencia donde exista potencial para asegurar un uso más eficiente de la energía.

Componentes eficientes

Adoptar componentes más eficientes, como sopladores turbo de alta velocidad.

Digitalización holística

Combinar lazos locales de control en un proceso holístico y automático en tiempo real basado en el control digital del proceso de toda la planta.

3. Incrementar la producción de energía

Digitalización holística

Selección del control de proceso adecuado para ahorrar energía crea un doble efecto. Se ahorra energía y hay más lodos disponibles para producir gas que se puede convertir en electricidad o calor a través del proceso de cogeneración.

La integración sectorial ofrece un mayor potencial a las aguas residuales

Suministrar calor y agua caliente a los edificios exige casi la mitad de todo el consumo global de energía, gran parte de la cual procede el carbón, el petróleo y el gas natural.⁷

En muchas partes del mundo, los sistemas district energy suministran calefacción y refrigeración a viviendas y empresas. Los sistemas district energy extraen calor de los procesos, como en las centrales eléctricas, y lo distribuyen a través de las tuberías hasta los usuarios finales en forma de agua. District energy es un sistema colectivo que suministra calefacción o refrigeración a un área entera. Existen enormes sistemas district energy en China, Rusia y Europa y hay más en marcha.

En la actualidad, la mayor parte de la producción

mundial de producción de calor depende de los combustibles fósiles.⁸

Según la Agencia Internacional de la Energía (AIE), el mundo necesita incrementar la proporción de fuentes ecológicas en los sistemas district heating desde el 8% actual hasta alrededor del 35% en 2030 con el fin de alcanzar el cero neto. Si lo logramos, esto contribuirá a recortar las emisiones de carbono procedentes de la generación de calor en más de un tercio.⁹

Hay soluciones disponibles para cumplir ese objetivo con creces.

Dinamarca es uno de los países más eficientes energéticamente del mundo y el uso generalizado de sistemas district heating es una de las principales razones.¹⁰

7. IEA (2021). Heating, IEA.

8. IEA (2021). Heating, IEA.

9. IEA (2021). Heating, IEA.

10. Danish Energy Agency (2022). Danish Experiences on District Heating

Planta de tratamiento de aguas residuales de Taarnby

En el municipio de Taarnby, que se halla en la zona metropolitana de Copenhague, una nueva central energética suministra refrigeración y calefacción a empresas y ciudadanos. Esta central utiliza en exclusiva el exceso de calor procedente de la planta de tratamiento de aguas residuales de Taarnby para proporcionar calefacción en invierno y refrigeración en verano. El exceso de calor se extrae por medio de cuatro bombas de calor de gran tamaño, reduciendo así costes, consumo de energía y emisiones. La simbiosis entre el exceso de calor procedente de la planta de tratamiento de aguas residuales, el sistema district heating y district cooling y la red

eléctrica es el ejemplo perfecto de integración sectorial: reutilizar y reciclar energía conectando sistemas y sectores de uso final.

Las bombas de calor pueden recuperar el calor de salida de las aguas residuales. La temperatura del agua de salida de la planta de aguas residuales suele ser 7-9 °C más alta que en el agua de entrada, lo cual mejora la eficiencia de la bomba de calor y acorta el retorno de la inversión. El exceso de calor se puede exportar a los edificios cercanos o al sistema district heating, un ejemplo de integración sectorial.

Source: Rambøll (2020). Varmepumper på spildevand giver både fjernkøling og varme i Tårnby.

En Dinamarca, el 65% de los hogares cubren su demanda de calefacción con sistemas district heating y más del 70% del calor se extrae de fuentes ecológicas como residuos, biomasa, viento y el exceso de calor procedente de varios procesos comerciales.¹¹

El municipio danés de Sønderborg no es una excepción. Desde 2007 las emisiones de carbono procedentes de la calefacción de espacios y el agua caliente de uso doméstico han descendido un 73% y los sistemas district energy han sido los principales impulsores. Además, la proporción de gas natural consumido por el sistema district heating ha descendido del 70% al 8% actual.¹²

Uno de los puntos fuertes de los sistemas district energy es su capacidad de integrar diferentes fuentes de calor que pueden eliminar

los combustibles fósiles del mix destinado a calefacción y refrigeración. Gracias a la mejora de la eficiencia energética, las temperaturas en los sistemas district energy han ido disminuyendo a lo largo del tiempo y ello permite recurrir a fuentes aún más ecológicas.¹³

Esto incluye el exceso de calor, que en el caso de las plantas de tratamiento de aguas residuales ofrece un gigantesco potencial. Según la Asociación Danesa de Aguas y Aguas Residuales (DANVA), el potencial que proporciona el exceso de calor procedente de las plantas de aguas residuales en Dinamarca, un país con 5,3 millones de habitantes corresponde a 600-700 MW. Esto equivale aproximadamente a dos centrales eléctricas de gran tamaño y tiene la capacidad de calentar alrededor del 20% de todos los hogares con calor neutro en carbono.¹⁴

11. Dansk Fjernvarme (2022). Fakta om Fjernevarme.

12. ProjectZero (2021). Monitoring report 2020 Sønderborg Municipality, p. 38-39 & 41.

13. Thorsen, J. E., Lund, H., & Mathiesen, B. V. (2018). Progression of District Heating – 1st to 4th generation.

14. DANVA (2020). Flere udnytter varmen i Spildevandet.

Es posible reducir el uso de la energía destinada al agua en todo el mundo

En la actualidad más del 60% de la población global no puede acceder a un saneamiento bien gestionado y solo el 20% de las aguas residuales son tratadas.¹⁵ Cumplir el objetivo de la ONU sobre agua y saneamiento (SDG 6) con el fin de suministrar agua limpia y saneamiento para todos constituye un gran reto. Lograr este objetivo tiene importantes consecuencias sobre el gasto energético de un municipio, pero también sobre los esfuerzos para combatir el cambio climático. Las emisiones de carbono procedentes de aguas residuales no tratadas son unas tres veces mayores de lo que generan las plantas de tratamiento de aguas residuales convencionales.¹⁶

La planta de tratamiento de aguas residuales de Marselisborg da una pista sobre cómo convertir una instalación de este tipo para que suministre energía ya que produce más de la que necesita. Si otras ciudades priorizan la instalación de las plantas requeridas para cumplir los objetivos de sostenibilidad de la ONU como en el ejemplo de Marselisborg, el ahorro energético resultante será de unos 650 TWh en todo el mundo. Esto equivale a más energía de la producida en todas las centrales de carbón de la UE.¹⁶





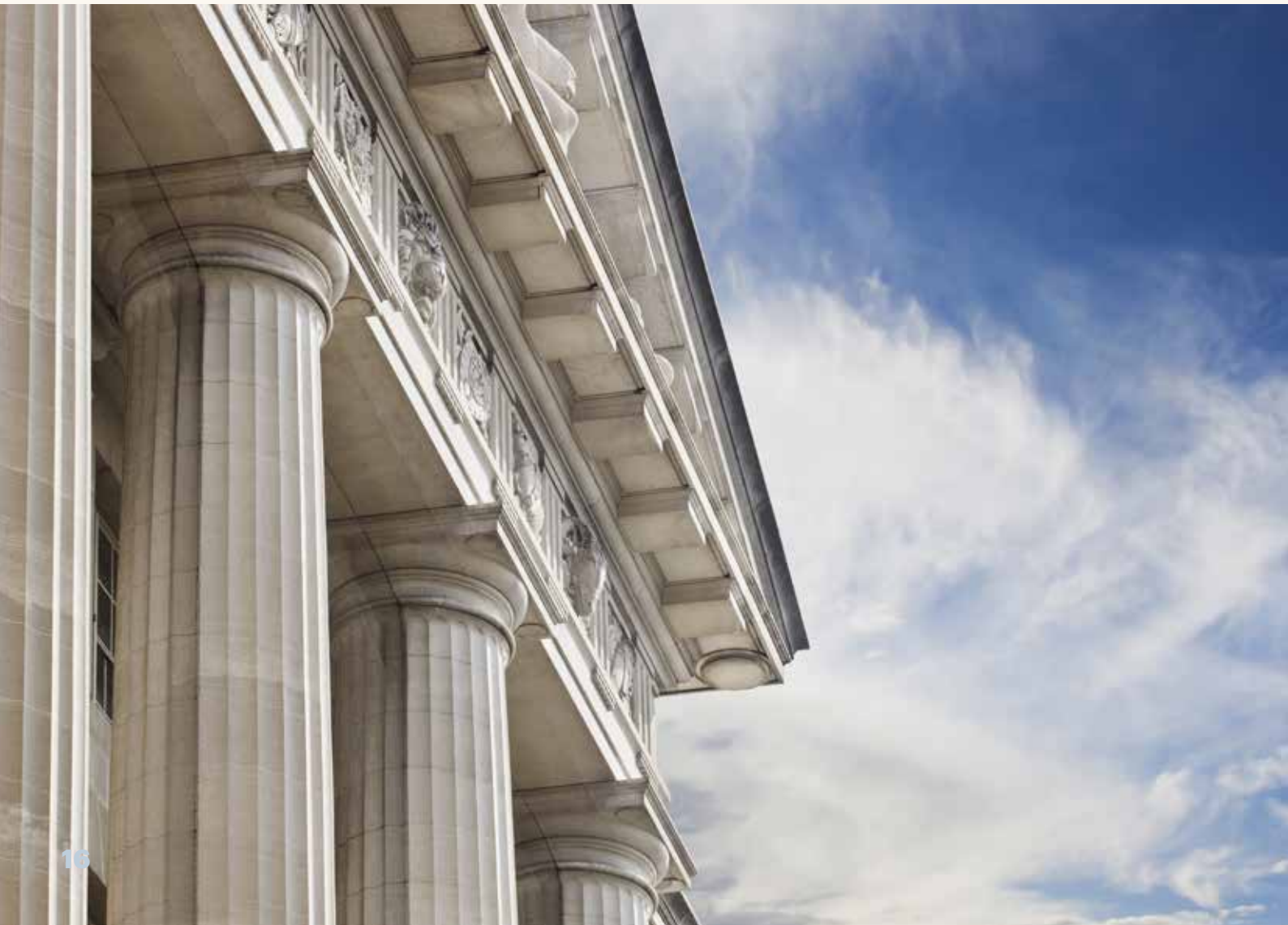
Desaladora eficiente energéticamente en Sarroch (Italia)

Las grandes plantas de tratamiento de aguas pueden reducir el consumo de electricidad y las emisiones de carbono con las tecnologías existentes. En Sarroch, en la costa sur de Cerdeña, se encuentra la mayor planta de agua ultrapura del Mediterráneo. La central eléctrica de Sarlux y la refinería de Sara necesitaban agua desmineralizada para su funcionamiento y decidieron construir una planta de ósmosis inversa de agua de mar (SWRO) para cubrir sus necesidades con un coste más bajo. Gracias al uso de bombas, convertidores de frecuencia y transmisores de presión, la SWRO ha reducido los costes de manera radical además de suministrar agua desmineralizada de alta calidad a la central eléctrica y la refinería.

Herramientas disponibles

El uso más sistemático de la energía desperdiciada en todos sectores presenta un enorme potencial de eficiencia energética desaprovechado y constituye una gran oportunidad para la industria, los gobiernos y los ciudadanos para ahorrar dinero, mejorar la competitividad y reducir la volatilidad del sistema energético.

Las tecnologías ya existen y los resultados dependen de un esfuerzo sistemático de planificación, continuo y a largo plazo, con la ayuda del entorno regulatorio adecuado. Estas son algunas de las consideraciones y medidas clave que los reguladores pueden utilizar para impulsar un sistema energético más eficiente.



Fijar unos requisitos mínimos



Aumentar el nivel de esfuerzo estableciendo objetivos y estándares de rendimiento; un ejemplo podría ser la planificación energética obligatoria. En general, empezar a considerar los residuos como un recurso energético en lugar de un problema del que hay que deshacerse. Casi todos los residuos se pueden utilizar para producir energía, tanto si hablamos de exceso de calor, exceso de refrigeración, lodos de sistemas de aguas residuales o residuos domésticos. La planificación energética empieza por una visión estratégica del exceso de calor. Por ejemplo, en Dinamarca, se pidió a los municipios que calcularan la demanda de calefacción, el método de suministro de calefacción existente y la cantidad de energía utilizada. Los municipios también realizan una estimación de la demanda futura y las posibilidades de suministro. A partir de esta información se pueden elaborar planes energéticos que indiquen la prioridad de las opciones de suministro de calor en un área determinada e identifiquen ubicaciones para futuras instalaciones y redes de suministro. Dependiendo del sistema de energía existente, la planificación energética puede revelar potenciales a pequeña escala (como ofrecer los incentivos apropiados para la recuperación de calor o el potencial de cogeneración de calefacción y electricidad) o puede revelar el potencial de oportunidades a una mayor escala como el despliegue de un sistema district heating.

Añadir incentivos económicos



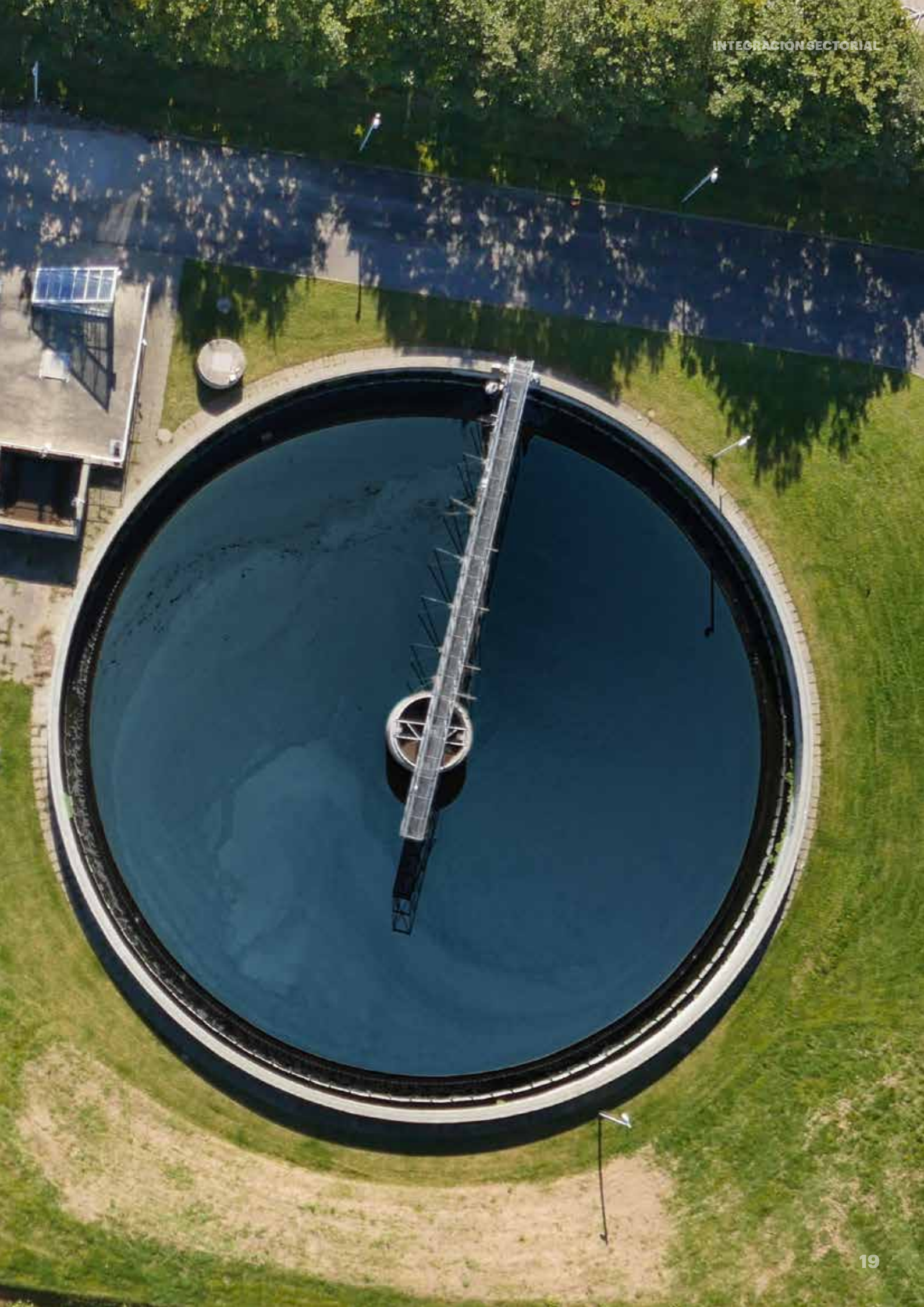
Para mejorar aún más la eficiencia energética mediante el uso de la energía desperdiciada es primordial eliminar barreras financieras y legislativas. El diseño actual del mercado energético es, en muchos lugares, una barrera para las tecnologías de integración sectorial bien sea dificultando la participación de las tecnologías de integración sectorial en determinados mercados o por no internalizar todas las de las tecnologías de baja y alta intensidad de carbono, respectivamente. Por ejemplo, las plantas eléctricas a gas se pueden considerar consumidores finales y hacer frente a los costes de suministro eléctrico, que incluyen impuestos y cánones para usuarios finales. Por tanto, se debería valorar que los mercados energéticos reflejaran las características externas positivas y negativas con el fin de igualar las condiciones para todas las tecnologías y operadores que participan en el suministro de energía. Es preciso valorar aspectos como unos precios energéticos que reflejen el coste, precios adecuados del carbono, accesibilidad al mercado y liquidez, y unas estructuras tarifarias de red apropiadas.

Establecer alianzas



Un uso más sistemático del exceso de calor es, en el fondo, un ejercicio que abarca a sectores y partes implicadas. Las alianzas entre autoridades locales, suministradores de energía y fuentes de energía como supermercados, centros de datos, plantas de tratamiento de aguas residuales e industrias pueden ayudar a aprovechar todo el potencial del exceso de calor.





whyee.com

Combinar varias fuentes de energía en un sistema integrado acelera el proceso hacia las cero emisiones.
Las soluciones están aquí.

