

III Ciclo de 20  
MasterClass

---

AGUASRESIDUALES.INFO

## MASTERCLASS 19

“Búsqueda de la neutralidad energética en las EDAR”



**Malú Barrera**

Jefa de Departamento de Bioenergía  
en **FACSA. Ciclo Integral del Agua**



III Ciclo de 20  
**MasterClass**  
AGUASRESIDUALES.INFO

Jueves  
**11 DICIEMBRE**  
16:30h. España

**Inscríbete**



Facsa<sup>f</sup>  
ciclo integral del agua

*Guiamos el  
agua hacia  
el futuro*

MasterClass  
patrocinada por:  
  
Bilanz Qualitat



**Expertos en el ciclo integral del agua con más de 150 años de trayectoria**



Con más de 150 años de experiencia, FACSA es la empresa privada española con más trayectoria en la gestión del ciclo integral del agua.

Nuestra actividad está presente en todas las fases del ciclo, desde la construcción y gestión de infraestructuras e instalaciones hidráulicas, hasta la promoción de la cultura del agua.



+ 150 años de experiencia



Elevada solvencia técnica



Innovación y digitalización



Vocación de servicio



Visión prospectiva



Sostenibilidad

## Nuestras cifras

+ de  
**2,5M**  
de personas  
suministradas  
de agua al día

+ de  
**300**  
municipios  
servidos

+ de  
**130M**  
m<sup>3</sup>/a de agua  
suministrada

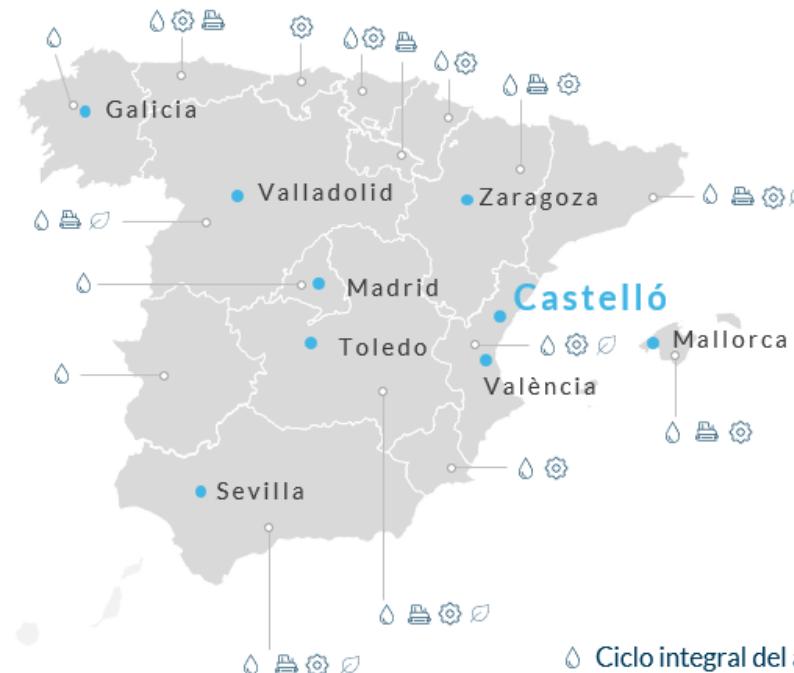
+ de  
**1.500**  
profesionales  
en el equipo

+ de  
**270**  
EDARS  
gestionadas

+ de  
**170M**  
m<sup>3</sup>/a de agua  
depurada

Presencia en  
**16**  
Comunidades  
Autónomas

**9**  
Delegaciones



- ◊ Ciclo integral del agua
- ◊ Infraestructuras
- ◊ Consultoría
- ◊ Biogás / Compostaje
- Sede / Delegación

## Nuestro Grupo nealis

Formamos parte del área de Agua y Medioambiente de Nealis, un grupo con más de 150 años de experiencia en sectores que mejoran la vida de las personas y dan forma a la evolución de las ciudades. Con una manera de hacer que impulsa la colaboración, la innovación y la tecnología para generar un impacto positivo en toda nuestra cadena de valor.

+150  
AÑOS

Transformando ciudades y su entorno para que las personas puedan vivirlas mejor.

+40  
EMPRESAS

Un grupo compacto y diversificado capaz de afrontar cualquier reto.

+60  
DELEGACIONES

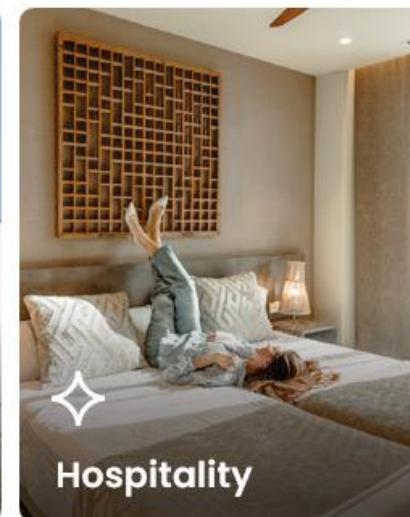
Estamos allí donde se necesita en todo el territorio nacional.

+7.000  
PROFESIONALES

Con talento, implicación y vocación de servicio.

+700M€  
DE FACTURACIÓN

Solidez económica para seguir generando un impacto positivo en nuestra cadena de valor.



# Índice

- 1 Contexto y marco normativo
- 2 Consumos energéticos en una EDAR
- 3 Medidas de ahorro y optimización energética
- 4 Generación de energía renovable en la EDAR
- 5 Beneficios económicos y ambientales

# 01 Contexto y marco normativo

## El Pacto Verde Europeo para el Clima

En 2019 se establece el **Pacto Verde Europeo**: estrategia de crecimiento económico de la UE

- Consiste en un paquete de iniciativas políticas que sitúan a la UE en el camino hacia una **transición ecológica**
- Objetivo último: alcanzar **la neutralidad climática para 2050**
- Contribución de la UE al Acuerdo de París
- Es la base para la transformación de la UE en una sociedad equitativa y próspera con una economía moderna y competitiva
- Subraya la necesidad de que **todos los ámbitos políticos contribuyan a la lucha contra el cambio climático**
- Ejemplos de paquetes legislativos aprobados para conseguir los objetivos del Pacto Verde Europeo:
  - Marco 2030 de Energía y Clima
  - Objetivo 55 (Fit for 55)



## El Pacto Verde Europeo para el Clima

La perspectiva del Pacto Verde Europeo es hacer de la UE la primera zona climáticamente neutra del mundo para 2050, reducir la contaminación y restablecer un sano equilibrio en la naturaleza y los ecosistemas.

Principales objetivos:



### Neutralidad climática

Reducción drástica de las **emisiones de gases de efecto invernadero** para que la UE llegue a ser el primer espacio climáticamente neutro del mundo.



### Economía circular

Nuevo modelo económico en el que los productos se reutilizan, se reparan y se reciclan, reduciendo así los residuos y preservando los recursos.



### Una industria limpia

Apuesta por una **industria más limpia, más sostenible y eficiente** desde el punto de vista energético, que prospere en la UE y en los mercados mundiales.

## El Pacto Verde Europeo para el Clima

La perspectiva del Pacto Verde Europeo es hacer de la UE la primera zona climáticamente neutra del mundo para 2050, reducir la contaminación y restablecer un sano equilibrio en la naturaleza y los ecosistemas.

Principales objetivos:



### Un medio ambiente más saludable

Un plan para **restaurar la naturaleza** y trabajar en pos de una contaminación cero para asegurar a las generaciones futuras un medio ambiente saludable.



### Prácticas agrícolas más sostenibles

Unas prácticas agrícolas más ecológicas para proteger el medio ambiente y producir al mismo tiempo alimentos saludables y asequibles.



### Justicia y equidad climáticas

Un plan para que la **transición sea justa e inclusiva**, ayudar a las personas a las que más afecta y no dejar a nadie atrás.

## Ley Europea del Clima

En junio de 2021 se aprueba la Ley Europea del Clima:

- Establece y define el **objetivo de neutralidad climática** en la UE a 2050: lograr cero emisiones netas de gases de efecto invernadero (GEI)
- Establece un **objetivo vinculante** de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero para 2030 (al menos un **55%** respecto a los niveles de 1990)
- Proporciona un marco para que los Estados miembros **desarrollen estrategias y planes de adaptación**
- Pone en marcha un **mechanismo de seguimiento y evaluación** del progreso cada cinco años tanto a nivel europeo como nacional
- Crea un **sistema para supervisar los avances** y adoptar nuevas medidas en caso necesario



## Directiva sobre el Tratamiento de las Aguas Residuales Urbanas

En Noviembre de 2024 se aprueba la revisión de la Directiva sobre el Tratamiento de las Aguas Residuales Urbanas que amplía el ámbito de aplicación a aglomeraciones urbanas más pequeñas, exige tratamientos avanzados y establece la neutralidad energética para las plantas de tratamiento.

La nueva Directiva se adapta a los nuevos retos, alineándolo con el Pacto Verde Europeo, la economía circular, la eficiencia energética, las emisiones de gases de efecto invernadero, el monitoreo o control, así como la vigilancia sanitaria a través de las aguas residuales.

### ARTÍCULO 11: NEUTRALIDAD ENERGÉTICA

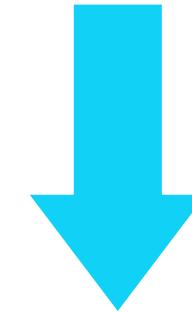
A partir de 2045, las plantas de tratamiento deberán operar con energía renovable generada en sus instalaciones, promoviendo un modelo autosuficiente y sostenible.



## Directiva sobre el Tratamiento de las Aguas Residuales Urbanas



REVISIÓN DE LA  
TARU



HACIA LA NEUTRALIDAD  
ENERGÉTICA

## Directiva sobre el Tratamiento de las Aguas Residuales Urbanas



AUDITORÍAS ENERGÉTICAS  
EDAR + colectores cada 4 años

NEUTRALIDAD ENERGÉTICA PAÍS

2030: 20%

2035: 40%

2040: 70%

2045: 100%

$$\frac{\text{Energía Renovable Generada}}{\text{Energía Consumida}} = 100\%$$

COMPRA ENERGÍA DE ORIGEN NO  
FÓSIL

De forma excepcional hasta el 35%

## Directiva sobre el Tratamiento de las Aguas Residuales Urbanas

### AUDITORÍAS ENERGÉTICAS: EDAR + colectores

EDAR ≥ 100.000 habitantes equivalentes antes 31/12/2028

EDAR de 10.000 a 100.000 habitantes equivalentes antes 31/12/2032

Las auditorías **identificarán el potencial** de las medidas con una buena relación coste/eficacia para reducir el uso de energía o mejorar el uso y producción de energía renovable.

Prestarán especial atención a identificar y **aprovechar el potencial de producción de biogás** o la recuperación y utilización de calor residual ya sea dentro de las instalaciones o mediante un sistema energético urbano.

Reducirán al mismo tiempo las **emisiones de gases de efecto invernadero**.



## Directiva sobre el Tratamiento de las Aguas Residuales Urbanas

### NEUTRALIDAD ENERGÉTICA: EDAR

EDAR  $\geq$  10.000 habitantes

**Neutralidad energética a nivel nacional:** en 2045 toda la energía consumida debe ser de origen renovable

**Energía Total Anual producida de fuentes renovables** (nivel nacional) dentro o fuera de las instalaciones por los titulares/operadores (o en su nombre) con independencia de si los titulares/operadores utilizan dicha energía dentro o fuera de las instalaciones.

Esta generación **NO incluye la compra** de energía renovable.

**Si no se alcanzan objetivos** y se han aplicado todas las medidas de eficiencia y producción de renovables indicadas en las auditorías, se permite, de manera excepcional, **compra externa energía NO FÓSIL** hasta un 35%



## Directiva sobre el Tratamiento de las Aguas Residuales Urbanas

### Propuesta cálculo neutralidad energética

#### ENERGÍA CONSUMIDA

- Incluir cualquier energía primaria renovable independientemente de su uso (gas, energía térmica, gaseoductos virtuales, automoción, etc.)
- Se permite el uso de la red pública (electricidad y gas) como batería virtual
- Se excluyen los bombeos de cabecera y tanques de tormentas (elementos red saneamiento)
- Se excluyen las instalaciones de desodorización (homogeneidad entre clima mediterráneo y continental)
- Los tratamientos de lodos después de la deshidratación quedan fuera del cálculo de neutralidad energética
- **Tratamiento cuaternario: sus consumos energéticos renovables deben estar cubiertos por la RAP**
- Se excluyen los tratamientos de regeneración del agua

## Directiva sobre el Tratamiento de las Aguas Residuales Urbanas

### Propuesta cálculo neutralidad energética

#### ENERGÍA RENOVABLE GENERADA

- Incluir cualquier **vector energético** según la **RED II** y **RED III**
- Generada dentro o fuera de las instalaciones **por el titular** de la instalación, propietarios, gestores o en su nombre
- Fuera de la instalación: la red hace posible la **interconexión entre instalaciones** (redes de distribución, transporte o vecinales)
- Generada en nombre del titular/operador de la instalación: **no se contabiliza la energía renovable adquirida en el mercado**



Son necesarios acuerdos entre operadores/titulares y generadores de energía renovables tipo PPA

## Directiva sobre el Tratamiento de las Aguas Residuales Urbanas

### CRONOGRAMA CLAVE ARTÍCULO 11

Acto de ejecución para ajustar el contenido del artículo 11: metodología para determinar si se alcanzan los objetivos de neutralidad energética (Subgrupo de trabajo II de la Comisión Europea)

31/07/2027 Trasposición de la Directiva

31/12/2028 Auditorías EDAR + colectores  $\geq 100.000$  heq

31/12/2030 Neutralidad energética 20% EDAR  $\geq 10.000$  heq

31/12/2032 Auditorías EDAR + colectores de 10.000 a 100.000 heq

31/12/2035 Neutralidad energética 40% EDAR  $\geq 10.000$  heq

31/12/2040 Neutralidad energética 70% EDAR  $\geq 10.000$  heq

31/12/2045 Neutralidad energética 100% EDAR  $\geq 10.000$  heq



## 02 Consumos energéticos en una EDAR

# 2022

## XVII ESTUDIO NACIONAL

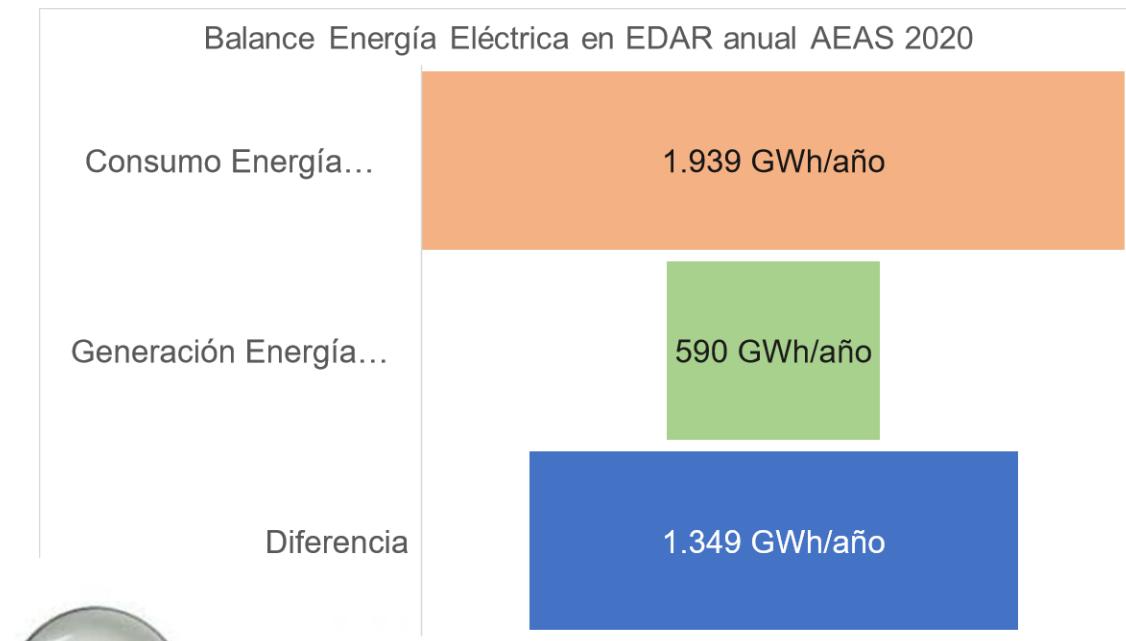
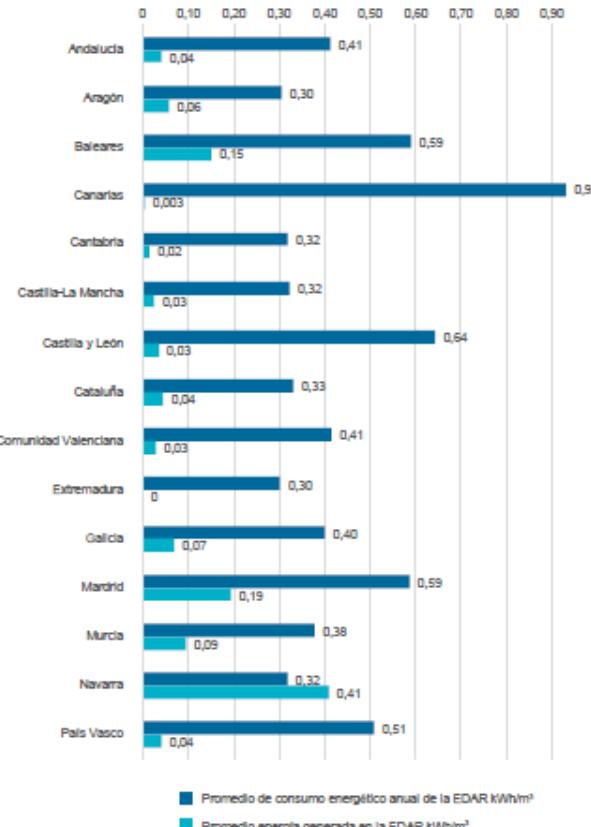
DE SUMINISTRO  
DE AGUA POTABLE  
Y SANEAMIENTO



Aeas  
Asociación Española de  
Abastecimientos de  
Agua y Saneamiento



ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE EMPRESAS GESTORAS  
DE LOS SERVICIOS DE AGUA URBANA



# 2022

## XVII ESTUDIO NACIONAL

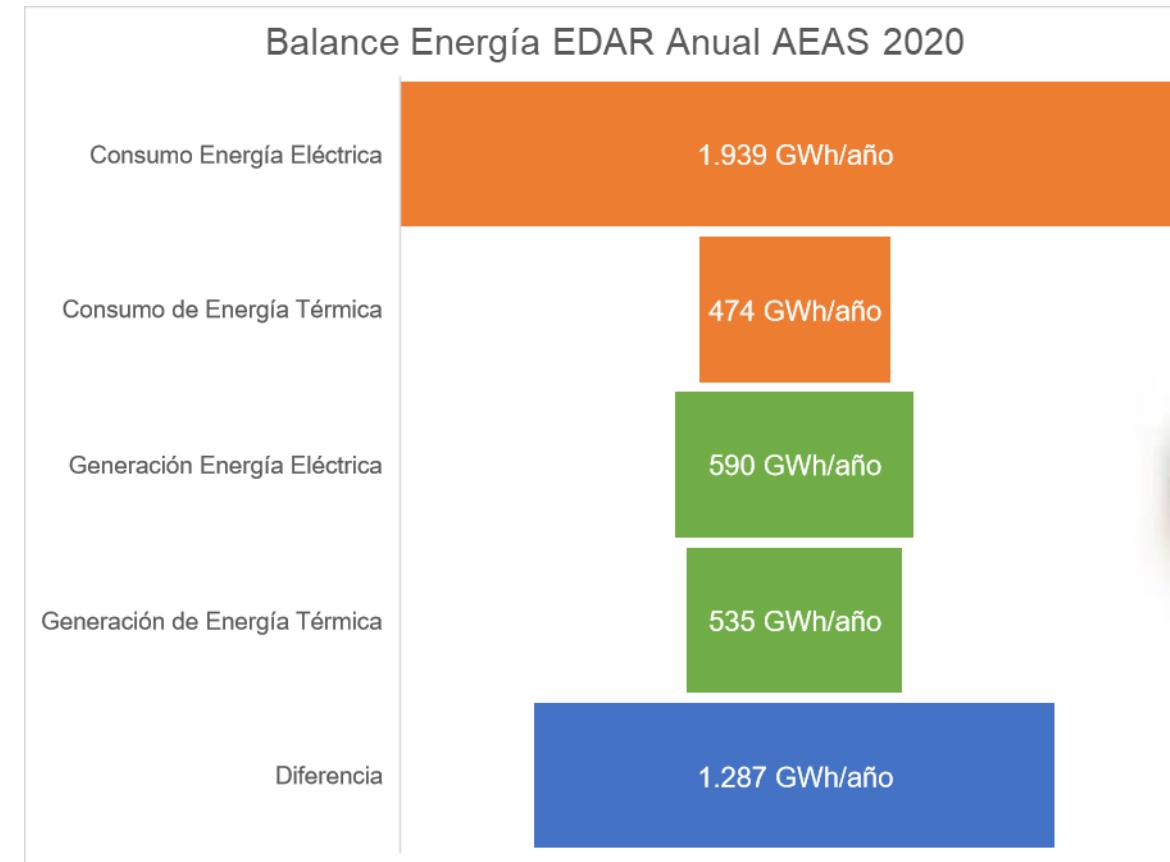
DE SUMINISTRO  
DE AGUA POTABLE  
Y SANEAMIENTO



Aeas  
Asociación Española de  
Abastecimientos de  
Agua y Saneamiento

AGA  
ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE EMPRESAS GERENTES  
DE LOS SERVICIOS DE AGUA URBANA

### Evolución del consumo energético en la EDAR



## Situación actual consumo energético en la EDAR

### XVIII ESTUDIO NACIONAL 2025 DE SUMINISTRO DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO

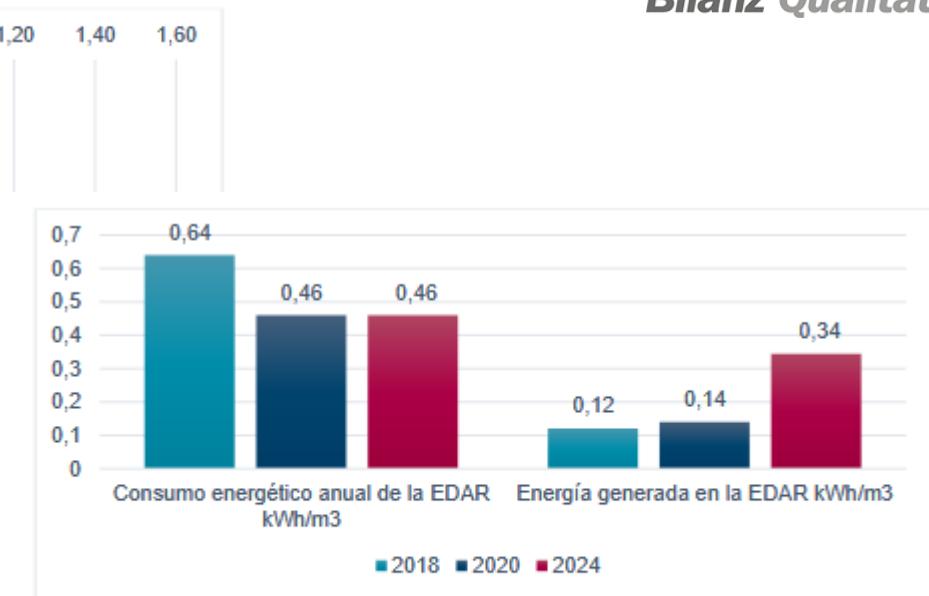
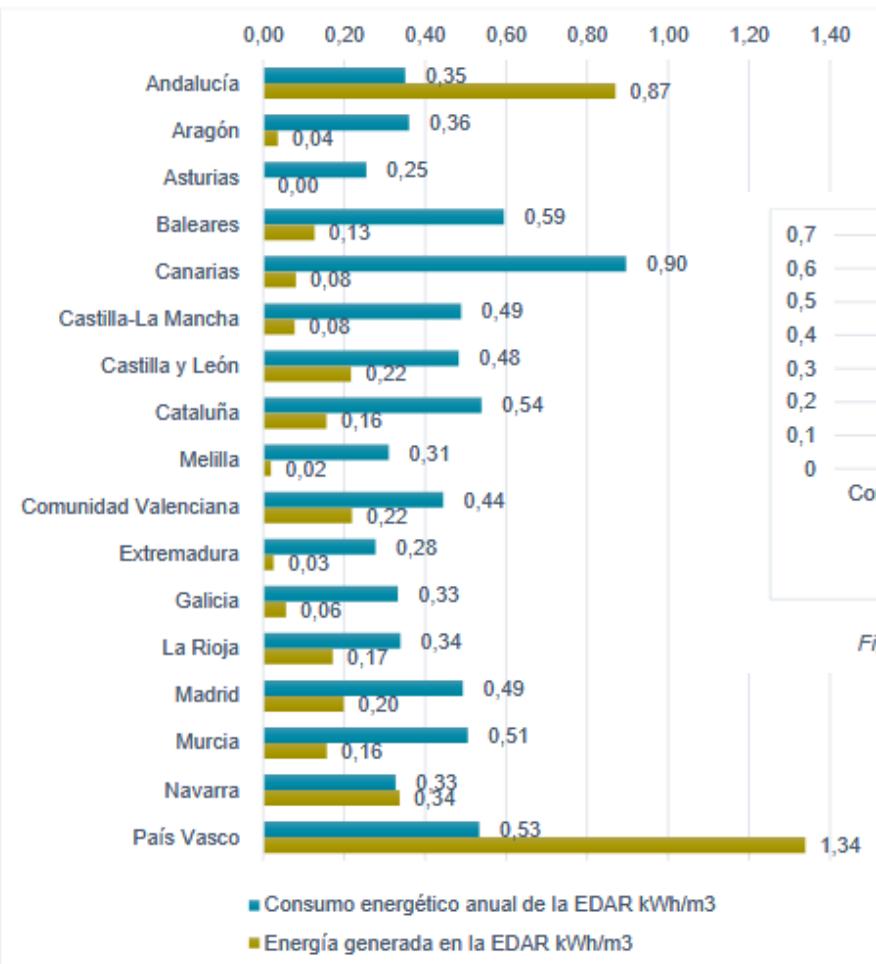
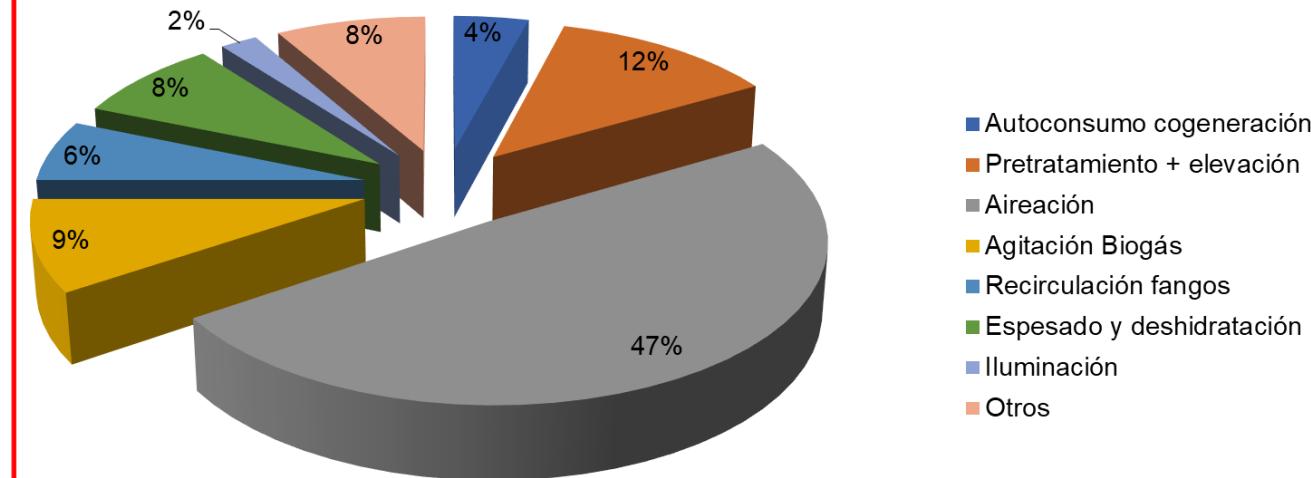
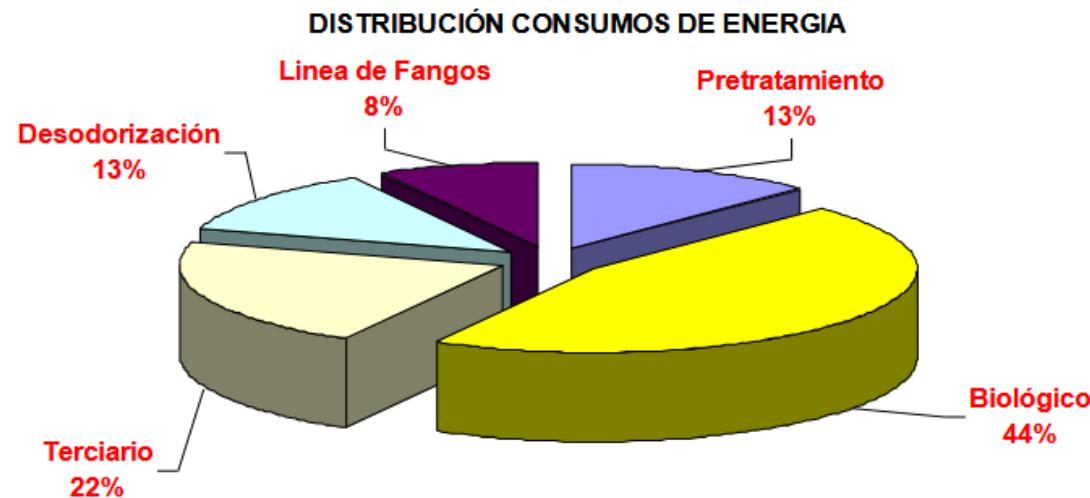


Figura 8.6 Evolución de energía consumida y generada en EDAR (kWh/m<sup>3</sup>)

Partimos de una buena  
posición para el cumplimiento  
de objetivos

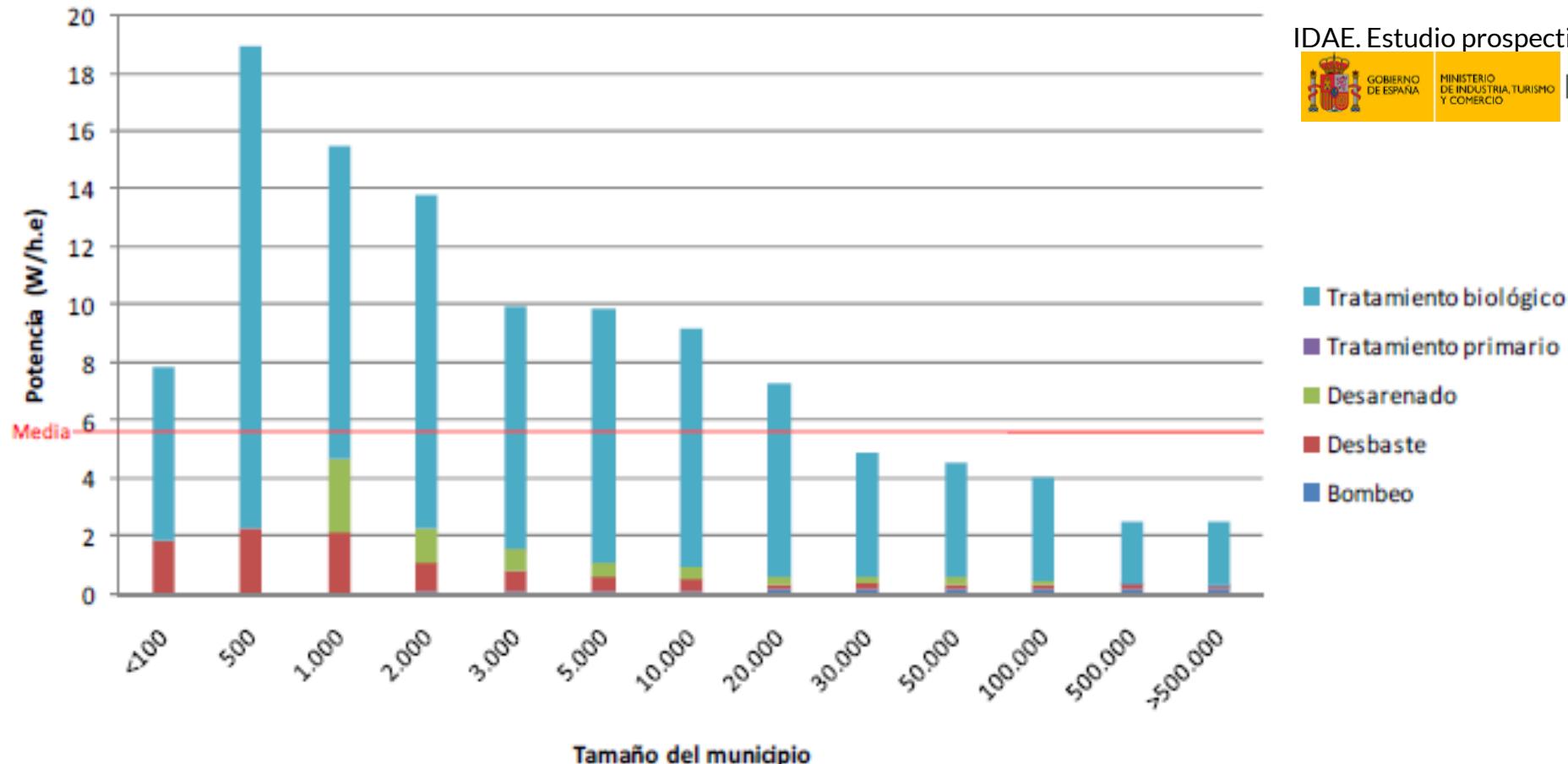


## Distribución del consumo energético en la EDAR



## Distribución del consumo energético en la EDAR

### Potencia requerida por unidad de tratamiento



IDEA. Estudio prospectiva sector agua



IDEA  
Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía

- Tratamiento biológico
- Tratamiento primario
- Desarenado
- Desbaste
- Bombeo

## Factores que afectan al consumo energético en la EDAR

La **eficiencia energética** en una EDAR depende de un **equilibrio** entre el **dimensionamiento correcto**, la elección de **tecnología**, la **automatización avanzada** o la buena **gestión**. Todas ellas impactan directamente en el consumo total.

- Tamaño de la instalación
- Tecnología de tratamiento, tipo de proceso
- Alcance del tratamiento exigido (**calidad del efluente**)
- Tipo de aireación y agitación en el tratamiento secundario (biológico)
- Carga contaminante recibida
- Estacionalidad del caudal de entrada
- Diseño de los **equipos**
- Control y **automatización**
- **Climatología**: temperatura, pluviometría



03 Medidas de ahorro y optimización energética



## Medidas de ahorro y optimización energética

### DISEÑO DE LAS INSTALACIONES

Abarca desde la **redacción del proyecto**, la **capacidad de optimización** en la fase de operación o el **sobredimensionamiento** para hacer frente a puntas de cargas puntuales:

- **Adecuación de la capacidad de los equipos a la demanda real** del sistema para aumentar su rendimiento:
  - Diseño de equipos con potencia escalonada para abarcar caudales punta
  - Equipos de aireación acordes a la demanda real de oxígeno
- **Instalaciones modulares** (supone mayor inversión)
  - Instalación de varios equipos de menor potencia vs 1 equipo de mayor potencia (bombeos de cabecera, desodorización, equipos de aireación)
- **Selección de materiales adecuados** (atmósferas corrosivas)
- **Establecer criterios de eficiencia energética** para la **elección de equipos**: tornillo vs centrífuga, soplantes trilobulares vs soplante levitación magnética, válvulas de corte vs variadores de frecuencia, etc.

## Medidas de ahorro y optimización energética

### OPERACIÓN DE LAS INSTALACIONES

Independientemente del tamaño de la instalación, existen grandes consumidores energéticos



## Medidas de ahorro y optimización energética

### OPERACIÓN DE LAS INSTALACIONES

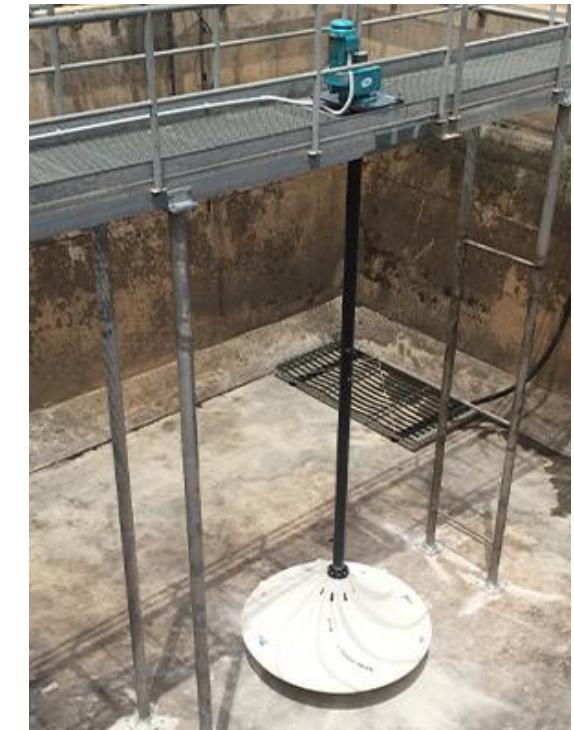
Independientemente del tamaño de la instalación, existen grandes consumidores energéticos



## Medidas de ahorro y optimización energética

### OPERACIÓN DE LAS INSTALACIONES

Independientemente del tamaño de la instalación, existen grandes consumidores energéticos



## Medidas de ahorro y optimización energética

### OPERACIÓN DE LAS INSTALACIONES

- Ingeniería de escenarios de trabajo: definir en cada escenario las mejores condiciones de operación
- Líneas de tratamiento en funcionamiento
- Optimización de la producción y transferencia de aire en el tratamiento biológico mediante CFD
- Mantenimiento preventivo y predictivo de equipos e instalaciones (bombas, soplantes, difusores, etc.)
- Estrategias avanzadas del control operacional:
  - Gemelo digital
  - Sistemas de alerta temprana
  - Sistemas de simulación y control en tiempo real
  - Sistemas de control experto: lógica difusa, inteligencia artificial, control predictivo, etc.

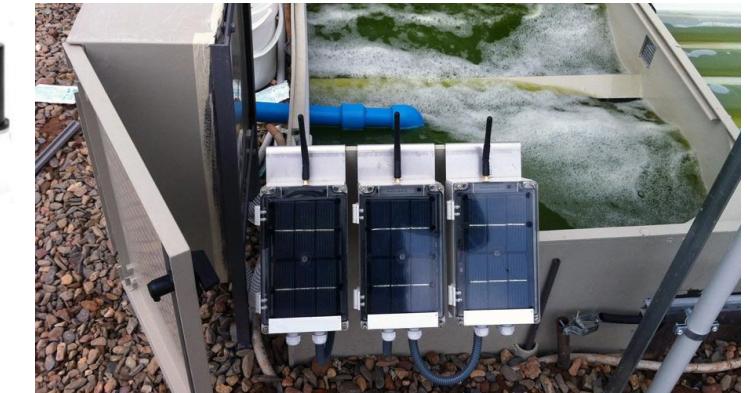


**SENSORICA, MEDIDA Y DIGITALIZACIÓN:** son necesarias sondas y sistemas de medición para los nuevos sistemas de control operacional y monitorización

## Medidas de ahorro y optimización energética

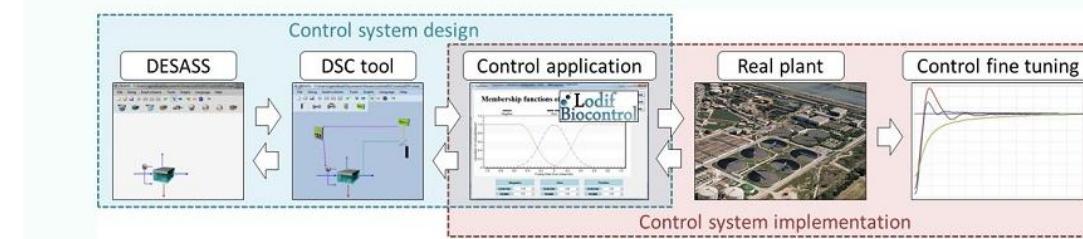
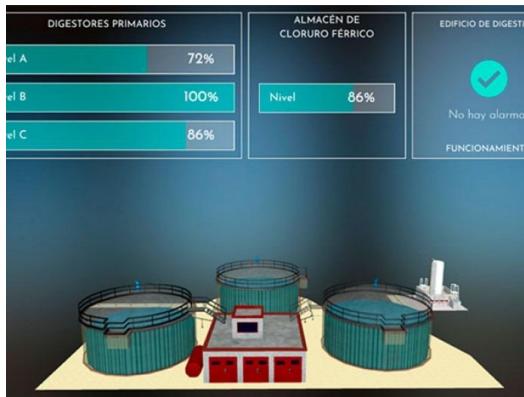
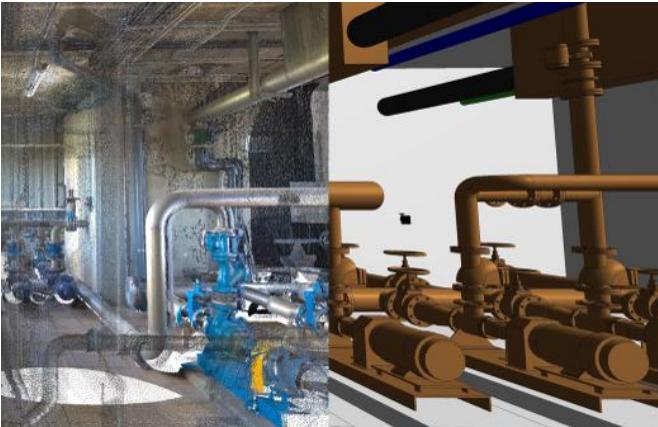
### SENSORICA, MEDIDA Y DIGITALIZACIÓN

son necesarias sondas y sistemas de medición para los nuevos sistemas de control operacional y monitorización



# Medidas de ahorro y optimización energética

## OPERACIÓN DE LAS INSTALACIONES



# Medidas de ahorro y optimización energética: innovación

## ENEDAR

Mejora de la eficiencia energética y sostenibilidad de las depuradoras a través de la valorización del lodo EDAR.



Therm2. Hidrólisis térmica y digestión termófila.

O dicho de otro modo... mejora de la eficiencia en la valorización energética de lodos de EDAR y otros residuos orgánicos para una mayor autosuficiencia energética y descarbonización.



Development of a methodology to prevent the wear of the axial bearing in submersible pumps.

O dicho de otro modo... Encontrar el origen del desgaste del cojinete axial de las bombas sumergibles con el fin de desarrollar una metodología de prevención.



Control online mediante un Gemelo Digital Híbrido para mejorar la eficiencia energética en EDAR Fase 2

O dicho de otro modo... control en tiempo real de diferentes procesos en las estaciones de tratamiento de aguas residuales mediante gemelos digitales híbridos para el ahorro energético.

## MASTERY

Digitalización "verde" ante una nueva era en la depuración de las aguas residuales

O dicho de otro modo... Transformación sostenible en la gestión de aguas residuales: hacia una nueva era de digitalización avanzada

## Predictedar

Nuevo modelo para el mantenimiento predictivo de EDAR basado en inteligencia artificial.

O dicho de otro modo... desarrollo de un nuevo sistema avanzado que permita, a partir de datos reales de funcionamiento, modelar el comportamiento a futuro de los subsistemas críticos en una EDAR y, en consecuencia, alerta y sugiera acciones específicas al personal encargado de su mantenimiento y control.

MasterClass patrocinada por:



Nueva generación de biocombustibles avanzados a partir de biomasa algal y residuos orgánicos biogénicos para la producción de electricidad mediante celdas de combustible (NIAGARA)

O dicho de otro modo... Nuevas combinaciones de tecnológicas para la generación de biocombustibles y energía eléctrica a partir de residuos orgánicos y cultivos de microalgas



## Medidas de ahorro y optimización energética: innovación



Diagnóstico hidráulico de olivios en el sistema de saneamiento y EDAR al Dominio Público Hidráulico (DPH) mediante modelización avanzada

O dicho de otro modo... desarrollar modelos de simulación innovadores que permitan diagnosticar con precisión los aliviaderos.

### HACDOS

Solar hydrogen generation from wastewaters in inexpensive and scalable photocatalytic panels.

O dicho de otro modo... Las aguas residuales permiten, mediante fotocatálisis, la obtención de hidrógeno.



Desarrollo de un Gemelo Digital Hidrodinámico para el control de EDAR.

O dicho de otro modo... control del reactor biológico de una EDAR mediante un gemelo digital basado en una red neuronal artificial entrenada mediante simulaciones de dinámica de fluidos computacional para el ahorro energético y la mejora del rendimiento de depuración del agua residual.



Gestión sostenible de sistemas de saneamiento a partir de sensorización avanzada.

O dicho de otro modo... Gestión óptima del alcantarillado mediante el desarrollo de un conjunto de sensores y herramientas.



Transformación energética del agua residual y dióxido de carbono mediante microorganismos electrogénicos.

O dicho de otro modo... escalado y validación de celdas de combustible microbianas para la conversión de corrientes de agua residual en EDAR y gaseosas con alto contenido en CO<sub>2</sub> para la recuperación energética y la producción de combustibles renovables (butanol, metano).



Optimización de tratamientos terciarios de EDAR mediante el uso de técnicas de simulación CFD y obtención experimental de cinéticas de degradación de contaminantes mediante radiación UV

O dicho de otro modo... mejora de la regeneración de aguas de EDAR mediante el estudio experimental de modelos de degradación y simulación de dinámica de fluidos computacional

MasterClass patrocinada por:



**SADAR**  
Sistema Avanzado  
Digitalizado para control de la calidad de las Aguas Regeneradas (SADAR)

O dicho de otro modo... desarrollo de un sistema de gestión digital para monitorizar la ausencia de microorganismos patógenos en las aguas regeneradas en tiempo real en las estaciones de tratamiento de aguas residuales



Sistema de apoyo a la toma de decisiones para predecir el comportamiento de un vertido industrial en el cauce receptor.



04 Generación de energía renovable en la EDAR

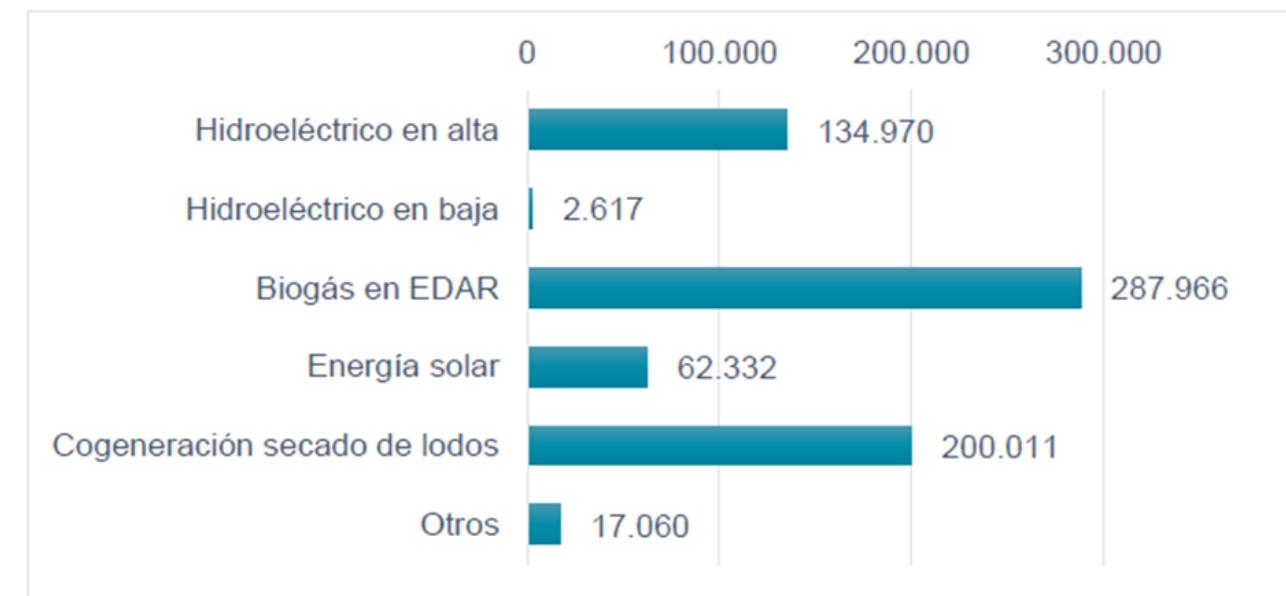
## XVIII ESTUDIO NACIONAL 2025 DE SUMINISTRO DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO

**DAQUAS**

Asociación  
Española del  
Agua Urbana



### Generación actual energía renovable en el CIA



*Generación de energía por tipo de aprovechamiento (MWh/año)*

Otros: turbinas de vapor de incineración de lodos, calor en EDAR y eólica

## Generación energía renovable en las EDAR

- Digestión anaerobia y biogás
- Incremento potencial de biogás
  - Codigestión con residuos orgánicos externos: autorización gestor de residuos
  - Pretratamiento y acondicionamiento previo del lodo (hidrólisis térmica, cavitación, etc.)
- Recuperación de energía térmica mediante bombas de calor
- Microhidráulica
- Energía solar fotovoltaica
- Celdas de combustible microbianas
- Gasificación de fangos
- Hidrógeno verde
- Nuevos vectores energéticos renovables: RED III



## Generación energía renovable

Planta fotovoltaica flotante



Planta fotovoltaica in situ



## Generación energía renovable

Inyección de biometano en red



Motor de cogeneración

Hidrólisis térmica



MasterClass  
patrocinada por:



Facsa<sup>f</sup>  
ciclo integral del agua

## 05 Beneficios económicos y ambientales

## Impacto económico y ambiental

- Implementar **tecnologías de optimización** como el **control inteligente** reducen el **consumo eléctrico**
- Ahorro energético supone una **disminución directa de la factura energética**
- La disminución del consumo energético o la generación de energía renovable **reducen las emisiones de GEI**
- El aprovechamiento del **biogás** y el **calor residual** fomentan el desarrollo de una **economía circular** y la reutilización de recursos
- Las **auditorías energéticas** **identificarán medidas para reducir** o mejorar el uso de energía y producción de energía renovable



### OBJETIVO NEUTRALIDAD ENERGÉTICA



Motor de transformación del modelo energético de las EDAR, ayudará a reducir los costes operativos, las emisiones de **GEI** y fortalecerá su contribución a una economía circular sostenible

Gracias por  
vuestra atención.