



Interreg
España - Portugal



Fondo Europeo de Desarrollo Regional

PROYECTO AQUALITRANS

Actividad	Herramienta de gestión avanzada de EDARs en la Eurorregión
Acción	Herramienta de planificación para la adopción de planes de mejora en EDAR
Subtarea	Guía Herramienta de planificación

Contenido

1	INTRODUCCIÓN	3
2	FUNCIONALIDADES DE LA HERRAMIENTA	3
2.1	Comparación de parámetros fundamentales	3
2.1.1	Datos de entrada	3
2.1.2	Gráficos de salida	6
2.2	Propuesta de medidas de mejora	10
2.2.1	Datos de entrada	10
2.2.2	Informe de planes individuales de medidas de mejora	16

1 INTRODUCCIÓN

El presente documento muestra las principales funcionalidades de la **herramienta para la adopción de planes de mejora**.

La herramienta permite comparar los parámetros fundamentales de una EDAR con información sectorial de otras EDAR de similares características y además sugiere medidas de mejora aplicables a las EDAR para mejorar la eficiencia de la misma.

2 FUNCIONALIDADES DE LA HERRAMIENTA

La herramienta de planificación para la adopción de planes de mejora en EDAR puede encontrarse en el siguiente enlace: <http://aqualitrans.itg.es/> en el apartado “Mejoras”.

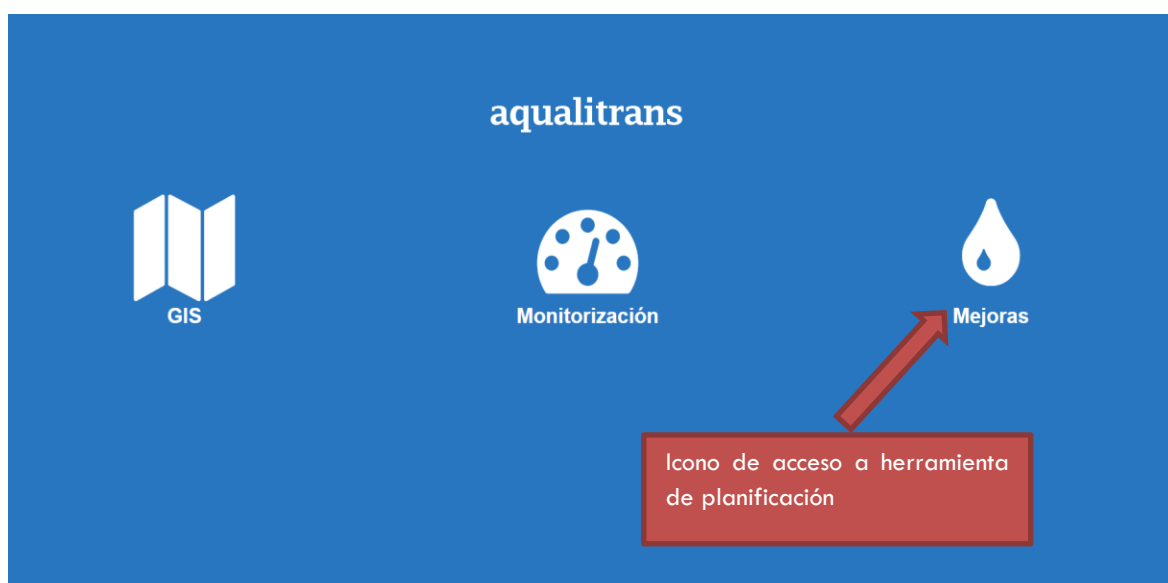


Figura 1. Pantalla de inicio de la aplicación que alberga las herramientas del proyecto aqualitrans

Una vez dentro de la herramienta podremos obtener dos funcionalidades diferenciadas:

- La comparación de parámetros fundamentales, y
- La propuesta de medidas de mejora

2.1 Comparación de parámetros fundamentales

La primera parte de la herramienta busca que el usuario pueda comparar la eficiencia de su EDAR con la de otras EDAR's de similares características, para ello solicita la introducción de una serie de datos de entrada, los cuales se describen a continuación, y genera una serie de gráficos comparativos, los cuales se describen el apartado 2.1.2.

2.1.1 Datos de entrada

La herramienta muestra al inicio diferentes campos que deben ser cumplimentados por el usuario, no todos los campos son obligatorios, pero cuanto más información se introduzca, más profundo será el análisis que la herramienta puede generar. Los datos solicitados al usuario son los siguientes:

Datos básicos:

- Nombre EDAR
- Población equivalente de diseño (h.e.d.)
- Población equivalente de diseño (h.e.d.)
- Población equivalente real tratada (h.e.t.)
- Caudal medio diseño (m³/día)
- Caudal Agua tratado¹ (m³/año)
- Potencia instalada (kW)
- Potencia en servicio (kW)
- Consumo eléctrico anual (kWh/año)

Datos contaminantes tratados:

- DBO5 eliminada (kg/año)
- DQO eliminada (kg/año)
- N-Tot eliminado (kg/año)
- P-Tot eliminado (kg/año)
- MES eliminada (kg/año)

Datos de potencia y energía por proceso

- Potencia instalada Bombeo (kW)
- Potencia instalada Pretratamiento (kW)
- Potencia instalada Tratamiento Primario (kW)
- Potencia instalada Tratamiento Secundario (kW)
- Potencia instalada Tratamiento Avanzado (kW)
- Potencia instalada Línea de Lodos (kW)
- Potencia instalada otros (kW)
- Potencia en servicio Bombeo (kW)
- Potencia en servicio Pretratamiento (kW)
- Potencia en servicio Tratamiento Primario (kW)
- Potencia en servicio Tratamiento Secundario (kW)
- Potencia en servicio Tratamiento Avanzado (kW)
- Potencia en servicio Línea de Lodos (kW)
- Potencia en servicio otros (kW)
- Consumo eléctrico anual Bombeo (kWh/año)
- Consumo eléctrico anual Pretratamiento (kWh/año)
- Consumo eléctrico anual Tratamiento Primario (kWh/año)
- Consumo eléctrico anual Tratamiento Secundario (kWh/año)
- Consumo eléctrico anual Tratamiento Avanzado (kWh/año)
- Consumo eléctrico anual Línea de Lodos (kWh/año)
- Consumo eléctrico anual otros (kWh/año)

Las siguientes figuras muestran la pantalla de introducción de datos de la herramienta.

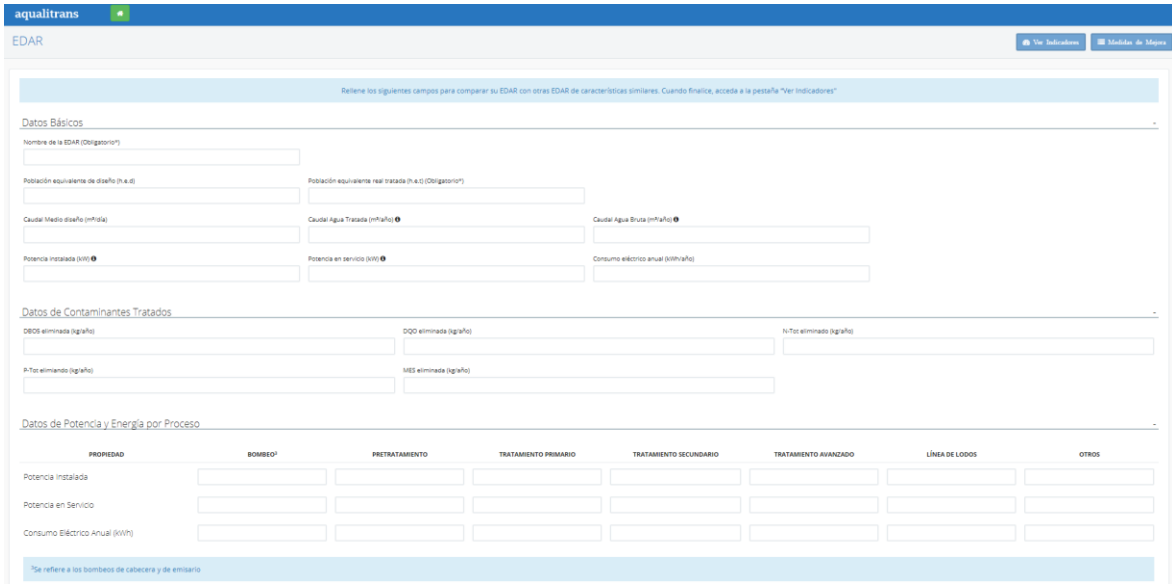


Figura 2. Campos de información de EDAR a rellenar por el usuario de la aplicación

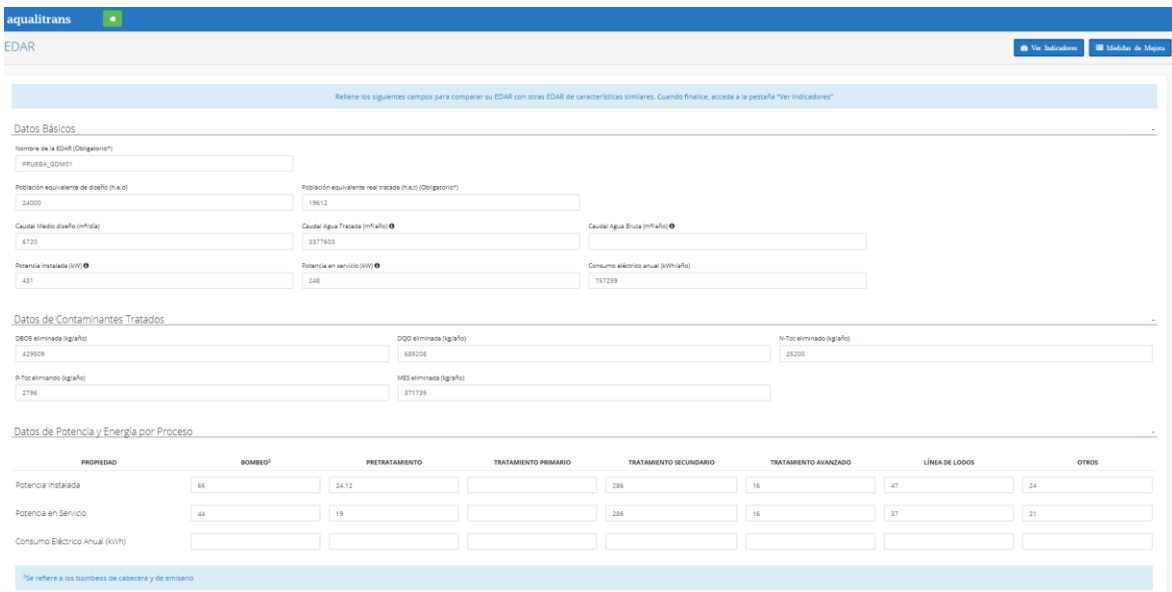


Figura 3. Campos de información de EDAR rellenados con datos de EDAR de Prueba

2.1.2 Gráficos de salida

Una vez introducidos los datos, el usuario podrá acceder a una serie de gráficos que muestran indicadores de la EDAR en comparación con otras EDAR's de similares características. Los gráficos están agrupados en tres pestañas:

- Pestaña de indicadores básicos
- Pestaña de indicadores de contaminantes tratados
- Pestaña de indicadores de potencia y energía

Pestaña de indicadores básicos

Se comparan parámetros e indicadores básicos de la EDAR objeto, con otras EDAR's de interés, los parámetros a comparar son:

- Caudal Agua Tratada y Caudal de diseño
- Habitantes equivalentes tratados y habitantes equivalentes de diseño
- Potencia instalada por h.e.real tratado (W/h.e.t)
- Potencia en servicio por h.e.real tratado (W/h.e.t)
- Consumo eléctrico anual (kWh)
- Consumo eléctrico anual por h.e.tratado (kWh/h.e.t.)
- Consumo eléctrico anual por metro cúbico de agua tratada (kWh/m³)
- Consumo eléctrico anual por metro cúbico de agua Bruta (kWh/m³)
- Consumo eléctrico (kWh) en función del caudal medio y h.e. tratados
- Consumo eléctrico (kWh) en función del caudal medio y de los h.e. tratados

Las siguientes figuras muestran los gráficos comparativos de indicadores básicos de la herramienta:



Figura 4. Gráficos comparativos de indicadores básicos (1 de 2)



Figura 5. Gráficos comparativos de indicadores básicos (2 de 2)

Pestaña de indicadores de contaminantes tratados

Se comparan parámetros e indicadores relacionados con los contaminantes que trata una EDAR, como pueden ser la DBO, el Nitrógeno o el Fósforo entre otros. Los parámetros a comparar son los siguientes:

- DBO5 eliminada anualmente (kg/año)
- DQO eliminada anualmente (kg/año)
- N-Tot eliminado anualmente (kg/año)
- P-Tot eliminado anualmente (kg/año)
- MES eliminada anualmente (kg/año)
- Consumo eléctrico por kg de DBO5 eliminada (kWh/kg)
- Consumo eléctrico por kg de DQO eliminada (kWh/kg)
- Consumo eléctrico por kg N-Tot eliminado (kWh/kg)
- Consumo eléctrico por kg de P-Tot eliminado (kWh/kg)
- Consumo eléctrico por kg de MES eliminada (kWh/kg)

Las siguientes figuras muestran los gráficos comparativos de indicadores de contaminantes tratados de la herramienta:



Figura 6. Gráficos comparativos de indicadores de contaminantes tratados (1 de 2)



Figura 7. Gráficos comparativos de indicadores de contaminantes tratados (2 de 2)

Pestaña de indicadores de potencia y energía

Se comparan parámetros e indicadores relacionados con información energética de la EDAR, como pueden ser la potencia, el consumo y el consumo eléctrico, tanto global como por proceso. Los parámetros a comparar son los siguientes:

- Potencia instalada por proceso (kW)
- Potencia instalada por habitante equivalente tratado por proceso (W/h.e.t.)
- Consumo eléctrico anual por proceso (kWh/año)
- Consumo eléctrico anual por habitante equivalente tratado por proceso (kWh/(h.e.t. x año))
- Consumo eléctrico anual por m³ de agua tratada por proceso (kWh/(m³))

Las siguientes figuras muestran los gráficos comparativos de potencia y energía de la herramienta:



2.2 Propuesta de medidas de mejora

La segunda parte de la herramienta ofrece a las EDAR planes individuales que incluyen medidas para cumplir con objetivos de ahorro en el consumo de recursos, generación de residuos y eficiencia en costes, así como prescripciones de sistemas de gestión de procesos basados en las tecnologías de la información y la comunicación. El informe de planes individuales o de medidas de mejora se genera a partir de un cuestionario sobre datos técnicos de la EDAR.

2.2.1 Datos de entrada

En este caso los datos de entrada se introducen a través del cuestionario que se expone a continuación:

1.- ¿Existe alguna bomba o soplante con regulación de caudal?

☒ Sí

☐ No

☐ Lo desconozco

1A.- ¿De qué manera es regulado el caudal? Elija una o más opciones

☒ Variador de Frecuencia

☐ By-pass

☐ Estrangulación

☒ Arranque-Parada

☐ Lo desconozco

2.- ¿Existe algún motor de categoría IE1 de potencia entre 0.75 y 15kW que funcione más de 4000 h al año?

☒ Sí

☐ No

☐ Lo desconozco

3.- ¿Existe algún motor de categoría IE1 de potencia superior a 15 kW que funcione más de 5000 h al año?

- ☐ Sí
- ☐ No
- ☒ Lo desconozco

4.- ¿Existe algún motor de categoría IE2 que funcione más de 8000 h al año?

- ☒ Sí
- ☐ No
- ☐ Lo desconozco

5.- ¿Una vez finalizada la vida útil de un motor se valora su sustitución por gamas de alta eficiencia?

- ☒ Sí
- ☐ No
- ☐ Lo desconozco

6.- ¿Existen motores en la planta con potencia superior a la necesaria?

- ☒ Sí
- ☐ No
- ☐ Lo desconozco

7.- Existen bombas funcionando con caudales fuera del rango nominal? Rango (60%-115%)

- ☒ Sí
- ☐ No
- ☐ Lo desconozco

7A.- ¿Estas bombas tienen variador de frecuencia?

- ☐ Sí
- ☒ No
- ☐ Lo desconozco

8.- ¿Mediante qué sistema se lleva a cabo la aireación del reactor?

☐ Aireadores Superficiales

☒ Sistemas de difusión

☐ Lo desconozco

8A.- ¿Se utilizan difusores de alta eficiencia?

☐ Sí

☒ No

☐ Lo desconozco

8B.- ¿Cuándo se ha llevado a cabo la última limpieza del circuito de aireación y difusores?

☐ Menos de 2 años

☒ Más de 2 años

☐ Lo desconozco

8C.- ¿Los difusores tienen más de 10 años?

☒ Sí

☐ No

☐ Lo desconozco

8D.- ¿Se ha llevado a cabo un estudio de la configuración óptima de los difusores?

☒ Sí

☐ No

☐ Lo desconozco

8E.- ¿Se ha analizado el rendimiento real y consumo específico real con el que funcionan las soplantes? Para esta medición se necesita un caudalímetro y un analizador de redes.

☐ Si y $>0.3\text{KW}(\text{m}^3/\text{h})$

☒ Si y $<0.3\text{KW}(\text{m}^3/\text{h})$

☐ No

☐ Lo desconozco

9.- ¿Se utiliza el sistema de aireación para la agitación del reactor además de para la propia aireación?

- ☒ Sí
- ☐ No
- ☐ Lo desconozco

10.- ¿La desinfección es llevada a cabo por un sistema de UV?

- ☒ Sí
- ☐ No
- ☐ Lo desconozco

10A.- ¿Tiene capacidad de regulación o balastros electrónicos?

- ☐ Sí
- ☒ No
- ☐ Lo desconozco

10B.- ¿La dosis se regula o el sistema está funcionando a dosis constante?

- ☐ Dosis regulada
- ☒ Dosis constante
- ☐ Lo desconozco

10C.- ¿El sistema está equipado con lámparas de media o de baja presión?

- ☒ Media Presión
- ☐ Baja Presión
- ☐ Lo desconozco

11.- ¿El sistema de desodorización está automatizado?

- ☐ No
- ☐ Si, actúa a partir de la información recibida de sensores de partículas malolientes.
- ☒ Si, por algún otro método de control.
- ☐ Lo desconozco

12.- ¿Se lleva a cabo la digestión anaerobia de los lodos de depuradora?

- ☒ Sí
- ☐ No
- ☐ Lo desconozco

12A.- ¿El digestor opera a menos del 60% de su capacidad nominal?

- ☐ Sí
- ☐ No
- ☒ Lo desconozco

12B.- ¿Se utiliza el metano obtenido para la producción de energía?

- ☐ Sí
- ☒ No
- ☐ Lo desconozco

12C.- ¿Se utiliza el metano obtenido para la inyección a la red de gas?

- ☒ Sí
- ☐ No
- ☐ Lo desconozco

12D.- ¿Se ha llevado a cabo una inspección del aislamiento en los últimos 2 años?

- ☐ Sí
- ☒ No
- ☐ Lo desconozco

13.- ¿La EDAR está localizada en una zona despejada con viento significativo?

- ☐ Sí
- ☒ No
- ☐ Lo desconozco

14.- ¿La EDAR cuenta con superficies despejadas para una posible instalación fotovoltaica, bien sea en la cubierta de los edificios o en la superficie de la parcela?

☒ Sí

☐ No

☐ Lo desconozco

14A.- ¿Están estas superficies libres de sombras?

☒ Sí

☐ No

☐ Lo desconozco

15.- ¿Existen saltos de agua o pendientes pronunciadas en la entrada o emisario de la depuradora?

☒ Sí

☐ No

☐ Lo desconozco

16.- ¿Se lleva a cabo un seguimiento del consumo energético?

☒ Sí

☐ No

☐ Lo desconozco

16A.- Como se lleva a cabo dicho seguimiento

☐ A partir de la información de las facturas emitidas por la comercializadora.

☒ A partir de los datos del contador tomados periódicamente.

☐ A partir de contadores de energía propios instalados en los armarios eléctricos vinculados a un software específico para el análisis de los consumos.

☐ Lo desconozco

17.- ¿Indique que tecnologías de iluminación hay presentes en la EDAR?

☒ Incandescentes

☒ Halógenas

☐ Fluorescentes

☐ LED

☐ Otras

19.- ¿Existen procesos en la EDAR con un consumo significativo y que puedan pasar a llevarse a cabo en periodos tarifarios más baratos?

☒ Sí

☐ No

☐ Lo desconozco

20.- ¿Se lleva a cabo un seguimiento del factor de potencia de la instalación?

☒ Sí

☐ No

☐ Lo desconozco

20A.- ¿Existen penalizaciones vinculadas al factor de potencia de la instalación?

☒ Sí

☐ No

☐ Lo desconozco

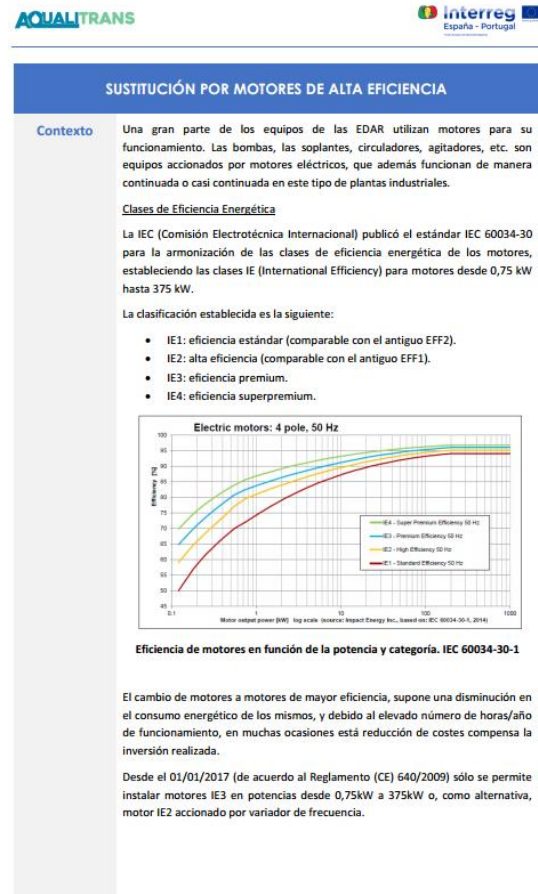
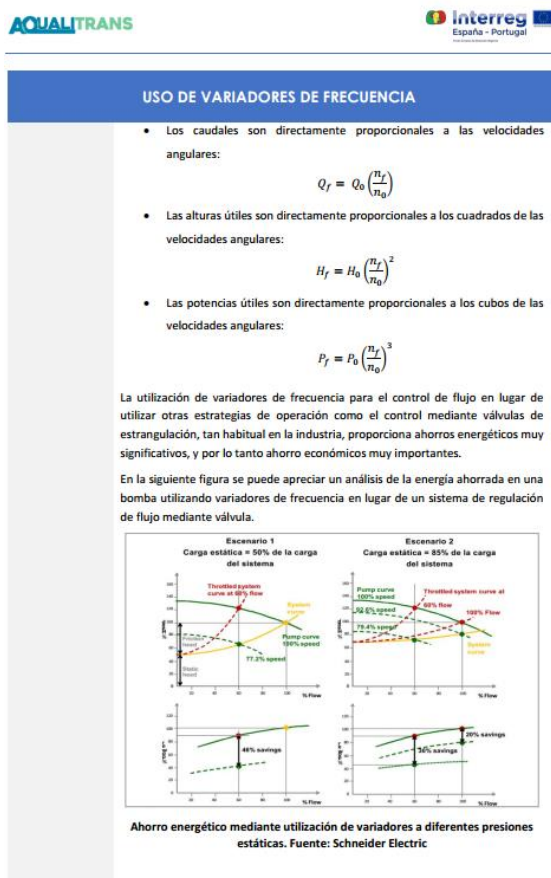
2.2.2 Informe de planes individuales de medidas de mejora

Habiendo analizado, en la primera parte de la herramienta, los principales indicadores para conocer el estado de eficiencia de la EDAR y con la información obtenida del anterior cuestionario, la herramienta genera un informe específico para la implementación de planes de mejora en la EDAR que introduce el usuario. Dicho informe se focaliza en los siguientes aspectos.

- Uso de variadores de frecuencia
- Sustitución por motores de alta eficiencia
- Reposición de motores averiados por motores de alta eficiencia
- Sustitución de motores sobredimensionados
- Sustitución de bombas sobredimensionadas
- Implantación de tecnología de aireación por difusión
- Sustitución de difusores por difusores de alta eficiencia
- Limpieza del circuito de aireación
- Reposición de difusores averiados o con pérdida de rendimiento
- Cambio en la configuración y número de difusores
- Empleo de tecnología de soplantes más eficientes
- Redimensionado de soplantes
- Separación método de aireación y agitación
- Sistema de control para el sistema de aireación
- Regulación del sistema de desinfección ultravioleta

- Utilización de lámparas UV de baja presión
- Automatización del sistema de desodorización
- Cogeneración
- Codigestión
- Aislamiento de viejos digestores
- Inyección a red del biogás generado
- Motores de gas
- Secado solar de lodos
- Minieólica
- Energía solar fotovoltaica
- Aprovechamiento energía hidráulica
- Plataforma de monitorización y supervisión energética
- Mejora del sistema de iluminación
- Ajuste de potencia contratada
- Desplazamiento de cargas a periodos tarifarios más económicos
- Ajuste factor de potencia

Las siguientes figuras muestran paginas aleatorias de un informe creado para una EDAR de prueba:



SUSTITUCIÓN DE DIFUSORES POR DIFUSORES DE ALTA EFICIENCIA

Contexto Uno de los sistemas más extendidos para la aireación de reactores son los sistemas de aireación mediante difusores. El empleo de difusores con un tamaño de burbuja menor supone un aumento en la capacidad para difundir oxígeno al agua, al tener mayor superficie efectiva, y por tanto una mayor eficiencia. Una mala eficiencia en la difusión de aire genera mayores consumos energéticos.

Los difusores se categorizan según el diámetro de burbuja que generan:

- burbuja gruesa (6mm)
- burbuja fina (3 mm)
- burbuja muy fina (1mm)

Es importante tener en cuenta que el tipo de difusor influye en la frecuencia de limpieza y la presión necesaria para impulsar el aire, tamaños pequeños de poro implica mayor tendencia al fouling (obstrucción). Por ello, se recomienda el uso de difusores de burbuja gruesa en aplicaciones más exigentes, como fangos y aguas residuales industriales.



Ilustración de parillas de difusores burbuja gruesa y fina. Fuente Xylem

Objetivo Sustitución de las membranas de los difusores por unas de burbuja más fina, que generen mayor SOTE (Standard Oxygen Transfer Efficiency) y que por tanto requieran menor caudal de aire.

Procesos y Equipos Afectados La solución descrita es aplicable en los siguientes procesos de la EDAR:

- Tratamiento secundario
- Los equipos afectados por esta medida de mejora son los difusores.

Casos de Aplicación Puesto que se trata de sustituir sistemas de difusión ya existentes por otros más eficientes, es una mejora que está orientada a EDAR con difusores de burbuja gruesa con agitación separada del proceso de aireación.

Datos Necesarios Los datos que deben tenerse en cuenta para hacer la evaluación de la medida son:

- Tipo de difusor
- Tamaño de la burbuja generada
- Numero de difusores

ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA

habitantes equivalentes de diseño y un caudal diario de 12.000 m³/d. Como se puede observar la demanda de la EDAR es considerable durante todo el periodo.



Gráfico de consumo energético de una EDAR de Galicia durante un periodo de una semana.

Unas condiciones de radiación más favorables implicarán una producción de energía mayor, se debe consultar por tanto un mapa de radiación solar de la ubicación de la depuradora a la hora de analizar la viabilidad de la instalación. Además, se debe considerar que la presencia de sombras o el espacio disponible en la parcela de la EDAR o en las cubiertas puede limitar el tamaño de la instalación.



Mapa de irradiación horizontal recibida en Europa. Fuente Mapa solar de GHI. 2014 GeoModel Solar

La anterior imagen la ubicación privilegiada de España y Portugal en cuanto a kWh/m² de irradiación horizontal recibida con respecto a otros países europeos.

Datos Necesarios

- Demanda base de la EDAR
- Datos de radiación en la ubicación de la EDAR
- Precio de compra de la energía eléctrica por parte de la EDAR
- Costes de inversión y mantenimiento

Ahorro Energético

Se pueden llegar a alcanzar ahorros de hasta un 15% con la implementación de esta solución. Con objeto de conocer el ahorro energético que una instalación fotovoltaica puede aportar, se debe llevar a cabo el siguiente procedimiento.

- Análisis de la curva de demanda de energía eléctrica
- Análisis de la distribución de costes de energía eléctrica según periodo

PLATAFORMA DE MONITORIZACIÓN Y SUPERVISIÓN ENERGÉTICA

Datos Necesarios

Los datos que deben tenerse en cuenta para hacer la evaluación de la medida son:

- Consumo energético de la planta.
- Principales equipos y circuitos consumidores.
- Intensidades de los circuitos a analizar.

Ahorro Energético

La tipología, gestión y el tamaño de la instalación afecta de manera directa a los desvíos en el consumo que se pueden detectar, por lo que los ahorros obtenidos son muy variables yendo desde el 3% hasta el 15%.

Casos de Referencia

España
La Edar Martorell implantó un sistema de control energético que supuso la instalación de una serie de analizadores de redes ubicados en puntos estratégicos, para recabar los valores eléctricos necesarios de la instalación. Adicionalmente se instalaron centrales de diferenciales, un ordenador con su software SCADA de gestión, y una red de comunicaciones de fibra óptica para recoger los datos y coordinar todas las operaciones. El sistema supuso un ahorro energético del 8,6%:

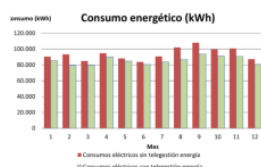


Gráfico de consumos EDAR Martorell. Fuente: Circutor

Portugal

En la EDAR de Vila Real a finales de 2012 fue instalado un sistema de monitorización de consumos de energía eléctrica en la instalación, proceso que permitió al operador identificar sectores de mayor consumo e intervenir directamente en estos equipos. En particular, el proceso de aireación, conjuntamente con la operación de la instalación, figuraba como uno de los focos de mayor consumo. Así, mediante el ajustamiento del set-point de todos los conjuntos con la monitorización energética, ha evitado un funcionamiento adicional del sistema de aireación, asegurando el éxito del tratamiento y reduciendo los valores de consumo específico de aproximadamente un 5% (comparación del consumo específico entre 2012 y 2015).

COGENERACIÓN

Contexto

La operación en las EDAR genera lodos que, en muchos casos, se desechan. Transformando estos lodos bioquímicamente (digestión anaerobia), obtenemos una mezcla de metano (50-80%) y dióxido de carbono (20-50%) con trazas de otros gases. Este gas puede ser aprovechado energéticamente de diversas formas: Cogeneración, producción de calor, inyección a la red de gas, utilización del gas en motores, alimentación de vehículo de gas, etc.

La cogeneración es un proceso mediante el cual se obtiene energía eléctrica y térmica a partir de una combustión. En un sistema tradicional de producción de electricidad a partir de combustibles fósiles, la mayoría de la energía contenida en el combustible se transforma en calor que no se utiliza, lo que resulta en una pérdida de hasta de 2/3 de la energía aprovechable. Sin embargo, la cogeneración permite aprovechar esa energía térmica, optimizando el proceso de generación.



Rendimientos cogeneración. Fuente GALP

El flujo de biogás del digestor puede utilizarse como combustible para una central de cogeneración, aprovechando los propios recursos de la planta.

Existen numerosas tecnologías de cogeneración, como motores alternativos, turbinas o células de combustible. Dado que la digestión anaerobia trabaja mejor en un rango de temperaturas de 50-60°C, la energía térmica producida por el sistema es típicamente utilizada para satisfacer la demanda calorífica del propio digestor, así como para cubrir la demanda de calefacción de la planta.

La implantación de una central de cogeneración en una EDAR tiene numerosas ventajas entre las que destacan:

- Producir energía eléctrica a bajo coste
- Reducción del uso de combustibles fósiles para cubrir la demanda térmica
- Reduce pérdidas de transporte en la red eléctrica ya que la energía se produce y se transforma en el mismo emplazamiento.

Objetivo

Implantación de un proceso de digestión anaerobia y planta de cogeneración con objeto de aprovechar la energía eléctrica y térmica obtenida a partir de la combustión de biogás.