

Máquinas, equipos y accesorios en la instalación de aprovechamiento del biogás en la EDAR

Joaquín Reina Hernández (Dpto. Energy & Waste)
y Francesc Andrés Ruiz (Dpto. Dim Water Solutions), Dimasa Grupo

Introducción

Una estación depuradora de aguas residuales (EDAR), también llamada planta de depuración o planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR), tiene el objetivo genérico de conseguir, a partir de aguas negras o mezcladas y mediante diferentes procedimientos físicos, químicos y biotecnológicos, un agua efluente de mejores características de calidad y cantidad, tomando como base ciertos parámetros normalizados.

En general, las estaciones depuradoras de aguas residuales tratan agua residual local, procedente del consumo ciudadano en su mayor parte, así como de la escorrentía superficial del drenaje de las zonas urbanizadas, además del agua procedente de pequeñas ciudades, mediante procesos y tratamientos más o menos estandarizados y convencionales.

La depuración del agua consigue extraer del agua la contaminación, a expensas de un consumo energético, pero produce los residuos, concentrados, de todo lo que el agua llevaba. Estos subproductos son los procedentes del tratamiento primario (salvo los fangos obtenidos de la decantación primaria) asimilables a residuos sólidos urbanos (basuras). Los fangos procedentes de las decantaciones reciben un trata-

miento especial (espesamiento, digestión, deshidratación) hasta que son susceptibles de ser tratados como residuo sólido urbano o incinerados, o bien a un subproducto capaz de, tras otros tratamientos como la estabilización o el compostaje, ser reutilizado como abono en la agricultura u otros usos.

En el presente artículo se describen de forma general aquellas máquinas, equipos y accesorios que son recomendados en una instalación de producción de biogás, a partir de la digestión de los lodos de una EDAR para su aprovechamiento como biocombustible, con vista a suplir necesidades energéticas (vapor-electricidad) del propio proceso.

Desarrollo

La digestión de los fangos, cuando se realiza por vía anaerobia, produce biogás, una mezcla de gases inflamables (metano fundamentalmente) y contaminantes. Por lo general, el biogás es quemado y, a veces, en plantas grandes, se puede y es rentable reaprovechar esta energía dentro de la propia planta, tanto en forma de energía térmica (los fangos necesitan estar a una cierta temperatura para poder ser digeridos) como en la producción de energía eléctrica (utilizable para los consumos eléctricos de la planta o para la venta al sector eléctrico).

El biogás es un gas multicomponente, tanto en su composición básica (CH_4 , CO_2 , H_2 , O_2 , N_2 , vapor de agua, etc.) como en sus componentes perjudiciales (NH_3 , siloxanos, hidrocarburos halogenados (F y Cl), BTEX, VOCs, H_2S , etc.). A esto se le debe añadir además la presencia de partículas y espumas, típico en el biogás procedente de digestores anaerobios.

En términos generales una instalación de biogás en una EDAR cuenta de las etapas siguientes:

1. Producción/generación de biogás. Sistema de digestión anaerobia de lodos.
2. Captación y almacenamiento.
3. Limpieza/acondicionamiento.
4. Generación/aprovechamiento del biogás.

Máquinas, equipos y accesorios

El biogás procedente del proceso de biodigestión de los fangos de la EDAR es un gas sucio que incorpora en él trazas de partículas sólidas, humedad y espumas.

Para evitar que estos tipos de materiales lleguen al gasómetro (receptor del biogás) y a las máquinas involucradas en su transporte y aprovechamiento, se requiere instalar en la línea los equipos que a continuación se detallan de forma general.

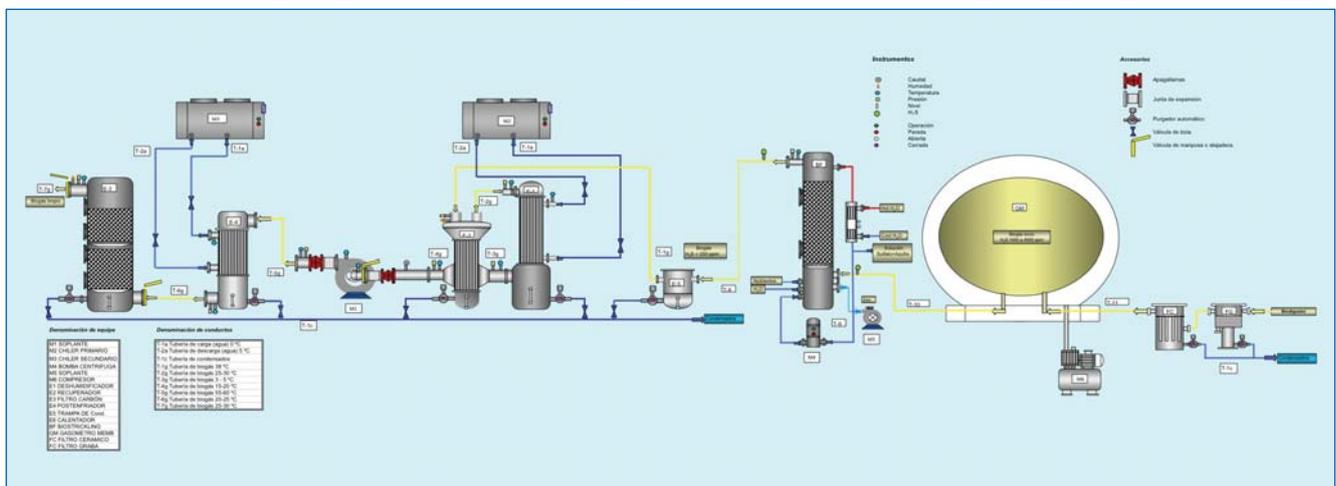


Diagrama de flujo de la línea de aprovechamiento del biogás en la EDAR

La figura adjunta representa un diagrama de flujo de una de las posibles opciones de instalación para el aprovechamiento del biogás en el caso particular de una estación depuradora de aguas residuales (EDAR). El diagrama representa el caso típico en que no se usa cloruro férrico (FeCl₃) para la eliminación de H₂S *in situ* (biodigestor). Por lo que se hace necesaria la eliminación/reducción de este componente en línea.

Filtro de grava. Es utilizado en el caso del biogás para la separación de partículas sólidas, posibles espumas, suciedad y condensado procedente del digestor. Su principio de operación es sencillo y consiste en hacer pasar el biogás por un lecho de arena de tamaño determinado que sirve como separador de todas las impurezas contenidas en el biogás en la forma antes mencionadas. El condensado se extrae por la parte inferior del equipo, la espuma y partículas quedan retenidas en el lecho de grava mientras el gas sale por la parte superior lateral del filtro.

Filtro cerámico. Se utiliza para la eliminación de partículas sólidas finas (partículas comprendidas entre 150-210 μm) presentes en el biogás que procede de los procesos de digestión anaeróbica y la condensación del exceso de humedad. Su parte fundamental lo constituyen los cartuchos cerámicos o velas de un tamaño de poros predeterminado. Estos cartuchos se encuentran situados en el interior de un cilindro hermético con contrachapa de soportación para los mismos.

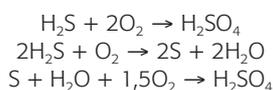
Gasómetro. Los gasómetros son dispositivos de almacenamiento de gases, muy ampliamente usados en la actualidad en el almacenamiento de biogás procedente de la digestión anaerobia de plantas de tratamiento de aguas. Estos pueden ser de diferentes tipos de acuerdo a la presión de trabajo y construcción. Los gasómetros de campana flotante y de doble membrana son los más utilizados para el almacenamiento y distribución del biogás a los diferentes consumidores.

Reducción/eliminación de H₂S. El biogás producido en las EDAR se caracteriza por una elevada concentración de H₂S dada la carga orgánica de los lodos. Esta concentración está comprendida en el rango de valores de 1.000 a 4.000 ppm de forma general. Por ello, para un aprovechamiento del biogás se requiere la disminución de la concentración del H₂S por debajo de las 250 ppm para el caso de generación de electricidad.

Varios métodos (químico y biológico) de eliminación del H₂S existen en la actualidad, sin embargo, uno de los de mayor aplicación por sus ventajas técnicas y costes ope-

rativos es el proceso biológico, donde se utilizan los **biofiltros percoladores**. Este proceso se sustenta en la adición de O₂, H₂O y nutrientes a un lecho por donde circula el biogás. En este lecho se desarrolla el cultivo bacteriano encargado de la eliminación de la mayor parte del sulfuro de hidrógeno (H₂S) contenido en el mismo.

En este proceso se inyecta una solución nutritiva, la cual es recirculada en el empaque para su irrigación y el suministro de nutrientes a las bacterias allí formadas. Esta solución nutritiva suele ser líquido fertilizante artificial (NPK 886). Las bacterias aerobias especiales que ocasionan la oxidación del H₂S (por ejemplo, la *Thiothrix* o el *Thiobacillus*) empiezan a crecer en el reactor y en la solución nutritiva. En las condiciones que allí se dan, el H₂S del gas se convierte en azufre elemental y más adelante en ácido sulfúrico de acuerdo a las ecuaciones químicas siguientes:



Las ventajas principales se pueden resumir en:

- Alta eficiencia: Reducción de H₂S hasta un 98%. Concentraciones de H₂S iniciales de hasta 1,5 vol.% en el biogás.
- Alta flexibilidad: Debido a su principio de funcionamiento y su sistema de control automático, la planta se puede adaptar para una amplia gama de producciones de biogás y concentraciones de H₂S sin modificaciones constructivas.
- Bajos costes: Bajos costes de inversión en comparación con otras tecnologías. Sin consumo de productos químicos a excepción del nutriente (fertilizante).
- Alta seguridad: Debido a las características especiales de seguridad se evitan los riesgos; la cantidad de suministro de aire está estrictamente relacionada con el flujo real de gas.

En este caso (proceso), se utiliza una torre de relleno (empacada) similar a la utilizada en los procesos químicos. Reviste importancia en el proceso, el control del nivel de líquido, así como la cantidad de O₂ inyectada por medio del aire para evitar mezclas explosivas con el biogás, etc.

Trampa de condensados/vapor. El biogás procedente de la etapa de desulfuración es un gas húmedo dado el equilibrio líquido-vapor que existe al entrar el biogás en contacto con el agua de lavado. Por ello es recomendable, antes de entrar a la etapa de deshumidificación, la eliminación del exceso de humedad (agua) con vista a minimizar el consumo energético de la operación. Estas trampas de condensados son recipientes

herméticos donde el biogás se expande y cambia de dirección para facilitar la eliminación de dicha humedad (variación de la cantidad de movimiento).

Deshumidificador. La deshumidificación del biogás vía enfriamiento-condensación es una etapa importante en el acondicionamiento/tratamiento del biogás para su futuro uso como biocombustible. Cuenta de dos elementos fundamentales: máquina de refrigeración e intercambiador de calor/condensador. En este último se elimina la humedad por debajo del 50% al biogás y en dependencia del tipo de siloxanos y la temperatura de operación, se puede llegar a alcanzar la totalidad de eliminación de estos componentes.

Algunos sistemas de deshumidificación incorporan un sistema de lavado interno con el propio condensado generado, lo que produce una eliminación parcial de componentes como el NH₃ y H₂S presentes en el biogás. Otros incorporan un sistema de recuperación del frío del biogás con vista a minimizar el consumo energético de la máquina de refrigeración.

Máquina de flujo. Las máquinas de flujo utilizadas para este caso en cuestión son las soplantes, que tienen la función de incrementar la presión del biogás para llegar a los diferentes consumidores (motores, calderas, antorcha, etc.) con la energía suficiente para su utilización. Dos tipos de máquinas fundamentalmente aparecen en el mercado:

- Máquinas de desplazamiento positivo: Tipo lobular.
- Máquinas rotodinámicas: Tipo centrífugas multietápicas o tipo canales laterales.

Entre las soplantes más usadas para este tipo de aplicación se encuentran, dependiendo del caudal y presión, las soplantes centrífugas multietápicas y las de canales laterales. Cuando se requieren presiones elevadas es recomendable usar máquinas del tipo lobular.

Es recomendable que las máquinas de flujo utilizadas para el transporte (bombeo) del biogás tengan instalados los siguientes accesorios.

- **Juntas de dilatación.** Son dispositivos que tienen por finalidad absorber las dilataciones térmicas que se producen por el aumento de temperatura del fluido bombeado. Dado que en la soplante, producto del incremento de presión, se produce un salto térmico en el biogás (incremento de su temperatura), es recomendable el uso de este dispositivo, tanto a la entrada como a la salida de la máquina para evitar posibles daños en la instalación.

• **Apagallamas.** Con el objetivo de proteger las unidades de proceso, los apagallamas a prueba de deflagraciones son equipos que se usan en los sistemas de manejo de mezclas explosivas, como el biogás, para mitigar las deflagraciones. Suprimen de manera fiable el efecto de las deflagraciones en las tuberías cerca de una potencial fuente de ignición (soplantes), extinguen la llama y protegen los sistemas que no pueden resistir la presión de una explosión.

Postenfriador. El biogás procedente de la soplante es un gas caliente debido al incremento de presión y al rozamiento que experimenta en dicha máquina, alcanzando un incremento de temperatura respecto a su temperatura de entrada de unos 40 °C o más. Este gas debe de ser enfriado antes de entrar a filtros y motores; por ello se hace necesario disminuir su temperatura a valores comprendidos entre los 20 y 30 °C para un óptimo funcionamiento de los equipos antes mencionados. Estos postenfriadores son equipos de intercambio térmico generalmente del tipo tubo y coraza, refrigerado por agua, los cuales garantizan el enfriamiento del biogás hasta el valor deseado para su futura utilización.

Antorcha. Son equipos que se utilizan para la combustión de gases, en este caso del ex-

ceso de biogás procedente del sistema de digestión anaerobia o del sistema de cogeneración. Las antorchas pueden ser clasificadas en dos tipos fundamentales: de llama vista o de llama oculta.

Filtro de carbón activo. Son equipos ampliamente usados para la limpieza de gases de diferentes tipos de contaminantes. En el caso del biogás son usados principalmente para la eliminación de H₂S, siloxanos e hidrocarburos halogenados (Cl y F) presentes en el biogás. Su operación es sencilla y se fundamenta en procesos físico-químicos, para lo cual se hace pasar la corriente del biogás por un lecho de carbón activo previamente seleccionado para el tipo de compuesto a eliminar.

Estos equipos generalmente operan en paralelo, es decir, mientras uno está en funcionamiento el otro está en mantenimiento/ espera. Para un óptimo funcionamiento de este equipo se requiere un acondicionamiento previo del biogás con vista a disminuir su contenido en humedad y reducir la temperatura lo menor posible. También es de sumo interés una adecuada distribución del biogás dentro del filtro con la finalidad de evitar cualquier zona muerta en el mismo. Por lo que el diseño del filtro y sus espacios libres juegan en este aspecto un rol fundamental.

Estación de generación. En consecuencia con las necesidades energéticas del proceso (calor y/o electricidad) y de los intereses de la EDAR a la hora de exportar la electricidad, será el tipo de máquina o equipo que se utiliza para el aprovechamiento/utilización del biogás.

Generación de vapor/calor. Para ello se utilizan las calderas de vapor con un quemador adaptado a la misma para trabajar con el biogás a consumir.

Entre los requerimientos para su uso en caldera está el caudal y la presión necesaria para entrar al quemador. Antes de entrar el biogás al quemador, se requiere una depuración previa mediante un filtro de lana de acero y una eliminación de condensados a fin de evitar corrosiones.

Generación de electricidad. Los motores o turbinas a gas son máquinas de flujo encargadas de transformar la energía química contenida en el biogás en energía mecánica para la producción de electricidad y calor. La elección de una u otra depende de varios factores entre los que se pueden citar: características del biogás, caudal a tratar, rendimientos deseados, así como el interés en la producción combinada de calor y/o electricidad, etc.



Comprometida con el medio ambiente y al servicio de la calidad.

Las empresas del GRUPO DIMASA están comprometidas con la excelencia empresarial, en continua mejora y esfuerzos hacia la protección del medio ambiente y la calidad del producto.



PLÁSTICOS Y POLIÉSTER
DIMASA S.L.

DEPOSITOS PARA LA INDUSTRIA

- Almacenamiento. (APQ)
- Proceso

EQUIPOS

- Tratamiento Aguas Residuales
 - Filtro de Arena
 - Depuradoras compactas
- Tratamiento de Gases
 - Filtros carbón activo
 - Filtros biológicos
 - Ventiladores y conducciones en PP
- Tratamiento de lodos
 - Tolvas de almacenamiento
 - Espesadores
 - Decantador circular por sectores
- Equipos de Proceso
 - Pozos de bombeo
 - Canal PARSHALL
 - Separadores de grasas



www.dimasa.info
comercial@dimasa.info
938 359 104



DIM WATER

BIOGÁS

- Limpieza
- Biogás Automocion
- Máquinas, equipos y accesorios para biogás

OSMOSIS INVERSA

- Desaladoras agua de mar
- Tratamiento de lixiviados de vertederos

TRATAMIENTO AGUAS RESIDUALES

- Tratamientos convencionales
- Tratamientos Físico-Químicos
- BRM. Bioreactor de Membranas

DESCONTAMINACIÓN DE SUELOS

- Equipos de vacío, filtración y bombeo

PLANTAS PILOTO

- Piloto físico - químico
- Piloto osmosis inversa

Diseño, construcción y explotación



www.dimwater.com
info@dimwater.com
938 281 078



SOLUCIONES AMBIENTALES Y
ECOLOGICAS DEL AGUA S.L.

MONTAJES

- Montaje instalaciones propias
- Montaje instalaciones externas
- Puesta en marcha instalaciones

MANTENIMIENTOS

- Preventivos y Correctivos
- Elaboración de planes de mantenimiento

SERVICIO TÉCNICO

- Servicio técnico Post Venta
- Asesoramiento técnico a empresas externas



www.saecagua.com
info@saecagua.com
949 366 515