

**CONAMA 2024**

CONGRESO NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE

**BioVO Una instalación de producción e inyección en red de Biometano a partir de aguas residuales y residuos sólidos urbanos**



# CONAMA 2024

BIOVO UNA INSTALACIÓN DE PRODUCCIÓN E INYECCIÓN EN RED DE BIOMETANO A PARTIR DE AGUAS RESIDUALES Y RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS

**Autor Principal:** Aguiló Martos, Pedro – Consorci Besòs Tordera (CBT)

**Otros autores Principales:**

Abad Cuñado, Vanessa – Consorci per a la Gestió dels Residus del Vallès Oriental (CGRVO)

Mar Cordón Puig – TRANSPARENTA ciclo integral del Agua

# CONAMA 2024

BIOVO UNA INSTALACIÓN DE PRODUCCIÓN E INYECCIÓN EN RED DE BIOMETANO A PARTIR DE AGUAS RESIDUALES Y RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS

## ÍNDICE

1. Introducción
2. Diseño y construcción de la instalación
3. Puesta en marcha y entrada en operación
4. Conclusiones

# CONAMA 2024

BIOVO UNA INSTALACIÓN DE PRODUCCIÓN E INYECCIÓN EN RED DE BIOMETANO A PARTIR DE AGUAS RESIDUALES Y RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS

## INTRODUCCIÓN

La instalación BioVO tiene su origen en la inquietud por la diversificación en la producción de energías de fuentes renovables de dos Consorcios públicos dedicados a prestar los servicios esenciales de recogida y tratamiento de los residuos sólidos urbanos, el Consorci per a la Gestió dels Residus del Vallès Oriental y la recolección y tratamiento de las aguas residuales urbanas, el Consorci Besòs Tordera.

Con la finalidad de complementar el aprovechamiento que ya se realizaba del biogás producido en ambas instalaciones en forma de generación de energía eléctrica mediante motores de cogeneración y disminuir la huella de carbono debida al biogás excedente quemado en antorcha, se planificó y ejecutó la actuación de enriquecimiento (upgrading) de biogás y conversión a biometano que se ha realizado en un terreno del término municipal de Granollers, cercano a las instalaciones productoras de biogás. La instalación de upgrading aprovecha los flujos excedentarios de biogás procedente del sistema de digestión anaerobia de la EDAR Granollers (Consorci Besòs Tordera) y de la Planta de Tratamiento de FORM (Fracción Orgánica de Residuos Municipales) del Consorci per a la Gestió dels Residus del Vallès Oriental (CGRVO).

La actuación permite disminuir los GEI (Gases de Efecto Invernadero) del CBT y del CGRVO, así como colaborar con el desarrollo de la economía circular optimizando el aprovechamiento energético de los recursos de las dos instalaciones.

La actuación ha sido parcialmente financiada por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER) en el marco operativo de CRECIMIENTO SOSTENIBLE 2014-2020 y está en operación inyectando biometano a la red desde el mes de Julio de 2023.

## DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE LA INSTALACIÓN

El Consorci per a la Gestió dels Residus del Vallès Oriental (CGRVO) está integrado por 40 municipios de las comarcas del Vallès Oriental y del Moianès, con una población superior a los 400.000 habitantes, que se amplía hasta los casi 900.000 habitantes cuando se suman los municipios del Maresme que también utilizan la Planta de Digestión Anaeróbica y de Compostaje. Fue creado en el año 1998 a instancia del Consell Comarcal y de varios ayuntamientos, con el principal objetivo de la prestación unificada de servicios en materia de gestión y tratamiento de residuos. En sus más de 25 años de trayectoria ha centrado sus esfuerzos en la creación de infraestructuras como la planta de digestión anaeróbica y de compostaje, la planta de transferencia de residuos y la red de puntos limpios, 25 en total distribuidos por el territorio. También ha apoyado las políticas de recogida selectiva, y ha

# CONAMA 2024

## BIOVO UNA INSTALACIÓN DE PRODUCCIÓN E INYECCIÓN EN RED DE BIOMETANO A PARTIR DE AGUAS RESIDUALES Y RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS

apostado por la prevención de residuos, el fomento del reciclaje, el impulso de las energías renovables, la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y el ahorro energético.

Por su parte, el Consorci Besòs Tordera (CBT) está integrado por 68 entidades, de las que 64 son municipios de las comarcas del Barcelonés, Moianès, Osona, Vallès Occidental y Vallès Oriental, con una población de alrededor de 2.400.000 habitantes. Sus líneas principales de actuación son entre otras el saneamiento en baja (alcantarillados municipales) y en alta (control de vertidos, colectores, bombeos y EDAR), la mejora del medio fluvial, la innovación y la investigación.

Actualmente gestiona 27 sistemas de saneamiento, más de 300 km de colectores y 55 estaciones de bombeo. De los 64 municipios asociados, 51 le han cedido sus funciones en materia de saneamiento, con una población servida de más de 500.000 habitantes y más de 5.000 establecimientos industriales conectados. El Consorci trabaja para hacer más sostenibles y autosuficientes sus instalaciones con medidas como la generación y aprovechamiento energético del biogás generado en sus EDAR de mayores dimensiones y la colocación en muchas de estas plantas de placas fotovoltaicas.

Aprovechando la proximidad geográfica de las instalaciones de la EDAR Granollers del CBT y de la Planta de Tratamiento de la FORM del CGRVO (Figura 1) y el compromiso de ambas organizaciones para optimizar sus recursos, se ideó la construcción de una planta de upgrading de biogás que fuera capaz de convertir en biometano para su inyección a red los flujos de biogás excedentarios de ambas instalaciones.



# CONAMA 2024

## BIOVO UNA INSTALACIÓN DE PRODUCCIÓN E INYECCIÓN EN RED DE BIOMETANO A PARTIR DE AGUAS RESIDUALES Y RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS

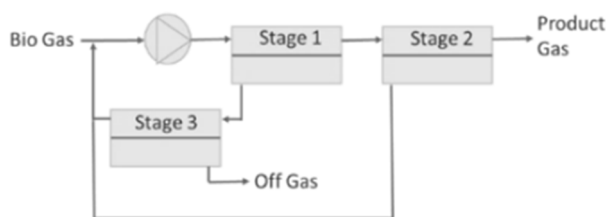
**Figura 1:** Ubicación de las parcelas de la EDAR Granollers y CGRVO.

La planta del CGRVO y la planta de la EDAR Granollers disponen en su conjunto de 4 digestores anaeróbicos, 2 de la planta del CGRVO, que son alimentados con los residuos urbanos orgánicos, y 2 de la EDAR que se alimentan con los fangos de la depuración.

El inicio del proceso de conversión del biogás al biometano, upgrading, en la planta BioVO se inicia en un gasómetro independiente de las instalaciones del CGRVO y de CBT estando a disposición de la planta de upgrading de manera exclusiva como pulmón de almacenamiento del biogás y para homogeneizar la calidad del biogás. A continuación un sistema de adecuación que tiene como finalidad eliminar la humedad y los compuestos del biogás que podrían dañar el funcionamiento de las membranas. Este sistema se basa en el secado del biogás y adsorción en carbón activo para la disminución de la concentración de siloxanos, ácido sulfhídrico y Componentes Orgánicos Volátiles (COV)

Una vez adecuado el biogás de entrada a la planta de upgrading, se requiere elevar la presión del mismo hasta los 16 bares para introducirlo en la etapa de membranas, por lo que el sistema dispone de una unidad de compresión, capaz de elevar la presión del volumen de biogás de entrada, así como del biogás recirculado del sistema de permeado de membranas. Los sistemas de membranas se basan en la separación física de los compuestos debido a las diferentes permeabilidades a la presión de operación aplicada.

El biogás presurizado circula a través de las distintas etapas de membranas (en este caso 3 etapas), identificándose a lo largo de ellas las principales corrientes de entrada y salida según esquematizado en la figura adjunta,



**Figura 2:** Upgrading en tres etapas

La primera etapa tiene como entrada el biogás procedente de las etapas previas de calentamiento, presurización y filtrado. En esta etapa se lleva a cabo una primera separación del CO<sub>2</sub> y, parcialmente, del O<sub>2</sub> contenidos en el gas.

# CONAMA 2024

## BIOVO UNA INSTALACIÓN DE PRODUCCIÓN E INYECCIÓN EN RED DE BIOMETANO A PARTIR DE AGUAS RESIDUALES Y RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS

Parte del gas filtrado, que aún contiene cantidades significativas de  $\text{CH}_4$ , será conducido a la tercera etapa de membranas de cara a mejorar la efectividad del proceso. El biogás enriquecido saliente pasa a una segunda etapa en la que se producirá una separación más fina.

En la segunda etapa, parte del gas filtrado, que también contiene de forma significativa cantidades de  $\text{CH}_4$ , se une a la corriente similar de la tercera etapa de membranas para ser conducidas a un punto aguas arriba del proceso global (concretamente en la aspiración del compresor), con el objeto de tener un mayor aprovechamiento del metano que contiene. El gas saliente de esta segunda etapa será el gas ya considerado como biometano, listo para su envío al módulo de inyección.

En la denominada tercera etapa de membranas, la corriente de  $\text{CO}_2$  filtrado (“gas off”), será liberado a la atmósfera sin que suponga riesgo, dada su baja concentración de  $\text{CH}_4$ . El gas retenido se reconduce, junto con la corriente filtrada de la segunda etapa para el reaprovechamiento mencionado anteriormente.

Este sistema puede llegar a recuperar un 99,5% de  $\text{CH}_4$  y tiene una capacidad nominal de 500  $\text{Nm}^3$  de biogás .

Con objeto de valorar en continuo la efectividad y operativa del sistema de producción de biometano es necesario tener constancia de la evolución de las características del gas a lo largo del proceso, para ello se dispone en sendos sistemas de medida de caudal y composición del gas, tanto en el punto de entrada, para supervisar el flujo de biogás procedente de las dos plantas, como en el punto del proceso situado inmediatamente tras la etapa de membranas, para supervisar tanto la eficiencia del proceso como la calidad del biometano producido, con las siguientes características principales:

Finalmente, el cromatógrafo para análisis del biometano es el que dará fe de la calidad que permitirá su inyección en la estación de regulación de medida ERM de inyección a la red cuyo suministro y posterior mantenimiento es realizado por la empresa gestora de la red de distribución de gas, en este caso NEDGIA. El cromatógrafo se utiliza para comprobar que se alcanzan los requerimientos mínimos de calidad del gas y calcular los parámetros de PCS,  $W_b$  y densidad del gas de acuerdo al Protocolo de Detalle PD-01 (“*Medición, Calidad y Odorización de Gas*” de las normas de gestión técnica del sistema gasista).

El biometano procedente del enriquecimiento se somete también, al igual que el gas natural, a la adición de un odorizante, THT o sulfuro de tetrametileno, mediante una bomba de dosificación. Esta odorización se realiza directamente en el módulo de inyección y es responsabilidad de la empresa distribuidora NEDGIA.



BIOVO UNA INSTALACIÓN DE PRODUCCIÓN E INYECCIÓN EN RED DE BIOMETANO A PARTIR DE AGUAS RESIDUALES Y RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS



**Figura 3:** Pretratamiento del biogás y módulo de membranas de producción de biometano.



**Figura 4:** Módulo de inyección a red suministrado por NEDGIA en la fase de obra

## PUESTA EN MARCHA Y ENTRADA EN OPERACIÓN

La puesta en marcha de la planta constó de varias partes. Inicialmente, se inició en el mes de junio de 2023 con el llenado del gasómetro. Posteriormente, se realizó el pretratamiento y la entrada a las membranas. Por último, se puso en funcionamiento el módulo de inyección de NEDGIA. De esta manera, se realizaron comprobaciones progresivas de todos los sensores de proceso y de seguridad, totalmente necesarios debido a lo delicado del proceso.



# CONAMA 2024

## BIOVO UNA INSTALACIÓN DE PRODUCCIÓN E INYECCIÓN EN RED DE BIOMETANO A PARTIR DE AGUAS RESIDUALES Y RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS

La complejidad inicial de la puesta en marcha se basaba en el ajuste de dos corrientes diferentes, diferentes en cuanto a caudal, composición y presión:

- CGRVO: 70% del caudal; alta concentración de COV's y H<sub>2</sub>S; presión de entrada entre 20-30 mbars.
- EDAR: 30% del caudal; alta concentración de nitrógeno; presión de entrada entre 10-20 mbars.

La regulación del funcionamiento de las soplantes que impulsan el biogás desde cada uno de los dos orígenes era importante para equilibrar presiones y ajustar el caudal proporcionado por cada planta.

Para poder proteger las líneas y la calidad del gas de entrada, se programaron dos seguridades. La primera por nivel de gasómetro de orígenes. Si el nivel del gasómetro en origen es inferior a un valor fijado se retira el permiso de extracción; cuando recupera nivel, se vuelve a dar automáticamente. Lo mismo ocurre con las presiones de línea. Estas seguridades nos permiten garantizar la seguridad de la línea no creando sobrepresiones ni vacíos que podrían provocar la aspiración de cúpulas de los digestores. Si se produjera esta situación, entraría aire contaminando la corriente con nitrógeno, bajando la calidad del biogás y repercutiendo en la calidad del biometano.

Debido a los condicionantes existentes de los dos sistemas de acumulación de biogás en origen, mantener una contrapresión en la entrada de BioVO es muy importante. Los gasómetros están insertados en la línea de salida de los digestores, de manera que, si no se crea la contrapresión indicada en la válvula del gasómetro, la probabilidad de crear vacío y aspirar de cúpulas de digestión con la consecuente entrada de aire falso es muy alta.

Por el tipo de válvulas en las dos instalaciones, el ajuste de esta contrapresión no fue fácil y las desestabilizaciones eran frecuentes. La consigna de seguridad respecto a este parámetro permitió parar las afecciones, rectificar y volver a aspirar sin afectar la calidad del biometano producido.

En principio, la composición del biogás de entrada no es un problema en cuanto a variabilidad horaria ya que el gasómetro permite una homogeneización adecuada, aunque sí en cuanto a la saturación de los filtros de carbón. Dependiendo del porcentaje de entrada de cada corriente, varían las concentraciones en la mezcla.

Las limitaciones en cuanto a la concentración de algunos componentes en el biogás que entra al upgrading por parte del fabricante de membranas son muy restrictivas: concentración de H<sub>2</sub>S por debajo de 10 ppm y libre de COV's.

La experiencia adquirida nos dice que debido a la variabilidad de las condiciones de entrada es muy importante tener un control en línea de los parámetros de mayor concentración. En este caso, solo tenemos de H<sub>2</sub>S. Esto nos permite programar valores máximos aceptables en las corrientes de entrada. De esta manera podremos cerrar la entrada de manera automática cuando las concentraciones superen los límites marcados.

# CONAMA 2024

## BIOVO UNA INSTALACIÓN DE PRODUCCIÓN E INYECCIÓN EN RED DE BIOMETANO A PARTIR DE AGUAS RESIDUALES Y RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS

En este caso, y sabiendo que en ocasiones las concentraciones de sulfhídrico eran altas, se consideró la dosificación de aire (aportación de oxígeno extra) para catalizar la quimio adsorción de las moléculas de sulfhídrico en el carbón impregnado que es el indicado para este uso.

En el caso de COV al no tener un equipo en línea, se decidió hacer campañas analíticas de control de este parámetro en la entrada y salida de filtros para poder ajustar el tiempo de vida de los filtros de carbón. Pudimos identificar las entradas principales:

- CGRVO: p-Cymeno
- EDAR: Hexano

Para poder controlar el p-Cymeno, el carbón inicial era el indicado (retenciones según volumen pasado por el filtro, entre 70-90%) pero para la retención de hexanos la eficiencia bajaba mucho (alrededor de un 20%). Se optó por cambiar uno de los filtros de carbón de retención de COV's por carbón vegetal más adecuado para la retención de moléculas más pequeñas. Continuamos en estudio para optimizar la eliminación de hexanos en la corriente de biogás a membranas.

Por último, hay otro parámetro delicado que es el nitrógeno en las corrientes de entrada. El nitrógeno es un parámetro que no afecta a la saturación del carbón ni a la integridad de las membranas. El nitrógeno no eliminado previamente forma parte del biometano, disminuyendo el porcentaje de metano en la corriente del biometano generado y afectando por tanto al cumplimiento de los parámetros requeridos por el PD-01.

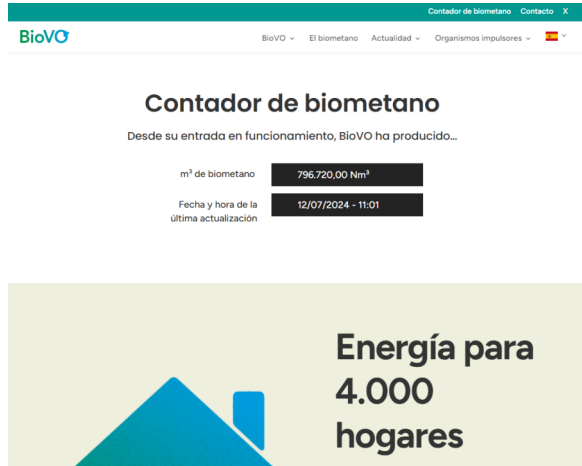
Por este motivo es necesario separar el nitrógeno antes de entrar a membranas. La corriente que mayor aportación de nitrógeno tiene es la EDAR por la propia naturaleza del agua residual tratada (entre 1,5-2,5%). Con la entrada de las dos corrientes de biogás este porcentaje queda diluido (aproximadamente un 0,5-0,8%), este porcentaje se incrementa hasta un 1,5% aproximadamente en salida por la aportación del nitrógeno presente en el aire dosificado para la oxidación del sulfhídrico en los filtros de carbón activo. La dosificación recomendada es: dosificar un exceso de O<sub>2</sub> según la reacción molar O<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>S 2:1, de esta manera se puede oxidar el H<sub>2</sub>S, si no, no hay oxidación ni adsorción.

Una vez eliminamos todos los componentes del biogás no aptos para las membranas éste entra en el módulo de membranas. Las membranas lo que hacen es separar CO<sub>2</sub> del CH<sub>4</sub>. El nitrógeno no retenido previamente pasa con el biometano, y las impurezas van quedando retenidas en la membrana ensuciándolas y haciendo disminuir la capacidad de separación y produciendo una subida de presión en la entrada a membranas.

Desde su puesta en servicio en julio de 2023, la planta BioVO ha inyectado un total 796.720 Nm<sup>3</sup> de biometano a la red gasista y se puede seguir su evolución en la página web de la instalación, donde se incorpora, además de todas las características de la instalación un contador real del biometano producido. <https://biovo.cat/planta-upgrading/>

# CONAMA 2024

BIOVO UNA INSTALACIÓN DE PRODUCCIÓN E INYECCIÓN EN RED DE BIOMETANO A PARTIR DE AGUAS RESIDUALES Y RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS



**Figura 4:** Imagen del seguimiento en la Web del biometano inyectado

## CONCLUSIONES

BioVO es un ejemplo de diversificación en la producción de energías renovables por parte del sector público implementado a través de una exitosa colaboración público privada

BioVO comenzó a operar en julio del 2023 y la estimación de producción anual se sitúa en torno a 4 GWh, lo que evitará la emisión a la atmósfera de 1.472 toneladas anuales de CO<sub>2</sub>. Sin embargo, la planta cuenta con un potencial que podría incrementar esta cifra hasta los 27 GWh, equivalentes al consumo de 4.800 hogares. Lo que supondría también que el ahorro de emisiones de dióxido de carbono alcanzaría las 9.700 toneladas.

BioVO, con un coste de 2.775.000 euros, ha recibido una subvención de 1.012.945 euros por parte del Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE) a través de los Fondos Europeos de Desarrollo Regional de la Unión Europea (FEDER) al tratarse de una iniciativa que favorece la economía baja en carbono y, por tanto, un crecimiento sostenible. El resto del coste de la inversión ha estado sufragado por los dos consorcios: 50% Consorci Besòs Tordera y 50% Consorci per a la Gestió dels Residus del Vallès Oriental.