

NUEVA INSTALACIÓN DE VALORIZACIÓN DE BIOGÁS DE VERTEDERO DE LA ECOCENTRAL GRANADA

NEW LANDFILL BIOGAS RECOVERY FACILITY AT ECOCENTRAL GRANADA



ECOCENTRAL GRANADA ES UNA INSTALACIÓN DE TRATAMIENTO MECÁNICO-BIOLÓGICO, DONDE SE PROCESAN LOS RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS DE LA PROVINCIA DE GRANADA, SITUADA EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE ALHENDÍN, A UNOS 15 KM AL SUR DE LA CAPITAL GRANADINA. CON EL FIN DE DISMINUIR LAS EMISIONES DIFUSAS A LA ATMÓSFERA, SE HA PROMOVIDO DESDE DIPUTACIÓN DE GRANADA Y LA EMPRESA CONCESIONARIA DE LAS INSTALACIONES, FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS S.A., UNA ACCIÓN CONSISTENTE EN CAPTAR ESTE BIOGÁS PARA SU VALORIZACIÓN Y EVITAR EMISIONES DE GAS DE MANERA INCONTROLADA. ESTE PROYECTO DE DEGASIFICACIÓN ACTIVA TIENE LA PARTICULARIDAD DE QUE LA CAPTACIÓN DEL BIOGÁS SE REALIZA EN FASE DE EXPLOTACIÓN DEL VERTEDERO, SIN NECESIDAD DE ESPERAR AL FINAL DE LA VIDA ÚTIL DEL ÁREA DE VERTIDO, COMO INDICA LA NORMATIVA VIGENTE.

Antecedentes

EcoCentral Granada es una instalación de tratamiento mecánico-biológico, donde se procesan los residuos sólidos urbanos de la provincia de Granada, situada en el término municipal de Alhendín, a unos 15 km al sur de la capital granadina.

Además de la instalación de tratamiento de residuos, el complejo también dispone de un vertedero controlado, donde se depositan anualmente más de 300.000 toneladas de rechazos que no han sido recuperados durante su tratamiento.

Este vertedero es un ente vivo, es decir, se encuentra en constante evolución donde se producen una serie de reacciones. Estas reacciones pueden ser tanto físicas como químicas, y dependen en mayor o menor medida de factores muy diversos como puede ser la compactación o densidad del vertedero, edad de los residuos, tipo y características del material de cobertura, características de la impermeabilización, cantidad de materia orgánica, humedad de los residuos, etc. De estos factores dependen en gran medida la mayor o menor capacidad del vertedero para generar emisiones, como puede ser lixiviado o biogás.

ECOCENTRAL GRANADA IS A MECHANICAL-BIOLOGICAL TREATMENT FACILITY WHERE MUNICIPAL SOLID WASTE FROM THE PROVINCE OF GRANADA IS PROCESSED. IT IS LOCATED IN THE MUNICIPALITY OF ALHENDÍN, AROUND 15 KM SOUTH OF THE CITY OF GRANADA. FOR THE PURPOSE OF REDUCING DIFFUSE EMISSIONS, THE PROVINCIAL COUNCIL OF GRANADA AND THE CONCESSIONAIRE OF THE FACILITY, FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS S.A., HAVE PROMOTED AN INITIATIVE CONSISTING OF CAPTURING THE BIOGAS FOR RECOVERY AND PREVENTING UNCONTROLLED GAS EMISSIONS. THIS ACTIVE DEGASIFICATION PROJECT IS UNUSUAL IN THAT THE BIOGAS IS CAPTURED WHILE THE LANDFILL IS IN OPERATION, WITHOUT THE NEED TO WAIT UNTIL THE END OF ITS SERVICE LIFE, AS IS REQUIRED UNDER CURRENT LEGISLATION.

Background

EcoCentral Granada is a mechanical-biological treatment facility where municipal solid waste from the province of Granada is processed. It is located in the municipality of Alhendín, around 15 km south of the city of Granada.

In addition to the waste treatment facility, the complex also has a controlled landfill, where over 300,000 tonnes of reject not recovered during treatment is disposed of every year.

This landfill is a live entity, i.e., it is in a constant state of evolution, in which a series of reactions take place. These reactions can be both physical and chemical, depending to a greater or lesser extent on very diverse factors, such as compaction or density of the landfill, waste age, type and characteristics of covering material, characteristics of impermeable materials used, quantity of organic matter, moisture content of the waste, etc. The capacity of the landfill to generate emissions, such as leachate or biogas, depends to a greater or lesser degree on these factors.

Dentro de las reacciones químicas existentes en el vertedero se encuentra la fermentación de los residuos, lo cuál va a depender principalmente del porcentaje de humedad y cantidad de materia orgánica, generando un biogás que debe evacuarse para evitar sobrepresiones internas así como explosiones o incendios.

En ausencia de un sistema de captación activa de gases, el biogás de este tipo de vertederos se emite de forma pasiva mediante chimeneas de venteo y de conformidad con la autorización ambiental vigente. Estas emisiones generan problemas de olores y afecciones de gases nocivos principalmente para el medio ambiente, pues el biogás de vertedero es considerado como uno de los principales gases de efecto invernadero.

Con el fin de disminuir las emisiones difusas a la atmósfera, se ha promovido desde Diputación de Granada y la empresa concesionaria de las instalaciones, Fomento de Construcciones y Contratas S.A., una acción consistente en captar este biogás para su valorización y evitar emisiones de gas de manera incontrolada. Este proyecto de desgasificación activa tiene la particularidad de que la captación del biogás se realiza en fase de explotación del vertedero, sin necesidad de esperar al final de la vida útil del área de vertido como indica la normativa vigente. Esto supone desgasificar el vertedero con el tráfico cambiante en su superficie, los asentamientos existentes, el trasego de maquinaria pesada en el entorno de los pozos..., lo que hace la explotación del campo de gas sea más complicado que con el vertedero sellado y clausurado. No obstante, se ha aceptado el reto de aprovechar este recurso, y con ello minimizar las emisiones de olores, a la vez que generar economía y colocarse a la vanguardia tecnológica del sector de tratamiento de residuos en Granada.

Descripción de la instalación

La instalación de desgasificación activa está compuesta por 105 pozos de captación verticales repartidos por la totalidad del vertedero con un radio de influencia de 25 metros cada uno. Estos pozos consisten en perforaciones de entre 15-25 metros de profundidad y 550 mm de diámetro realizados sobre los residuos depositados, donde se coloca un tubo de polietileno ranurado de diámetro $\varnothing 160$, rellenando el exterior con material drenante para facilitar la aspiración del biogás a la instalación.

Cada uno de estos pozos dispone de un cabezal con brida superior desmontable para poder realizar operaciones en el interior, como introducir una bomba neumática para rebajar el nivel de lixiviado, o medir los niveles del mismo. Además, disponen de una toma de muestras para analizar el gas y una válvula de corte.

De cada uno de estos pozos continúa una tubería de polietileno $\varnothing 90$, la cual transporta el biogás hasta las estaciones de regulación y medición (ERM). Este biogás se encuentra saturado de humedad a la salida del vertedero, por lo que al bajar la temperatura durante este transporte, se van generando condensados en los puntos bajos de la línea, obstruyéndola e impidiendo el paso del gas. En los puntos donde existe este problema se instalan trampas de condensado, forzando los puntos bajos, evitando así su desplazamiento. Estos elementos consisten en una apertura en la línea principal de transporte, donde se conecta un tubo de polietileno $\varnothing 40$, a través del cual descargan los condensados hasta un depósito con agua con funcionamiento sifónico.

Se han instalado un total de 10 estaciones de regulación y medición, en las cuales desembocan una serie de tuberías $\varnothing 90$ pro-



Ilustración 1. Pozo de captación con tuberías de transporte de biogás
Image 1. Collection well with biogas conveyance pipes

One of the chemical reactions that takes place in the landfill is waste fermentation. This depends mainly on the moisture content and quantity of organic matter, and generates a biogas that must be evacuated to prevent internal overpressures, as well as explosions and fires.

In the absence of an active gas collection system, biogas from these types of landfills is emitted passively through flues, in accordance with the current environmental authorisation. These emissions generate foul odours and noxious gas effects, which is a considerable environmental problem, given that landfill biogas is considered one of the main greenhouse gases.

For the purpose of reducing diffuse emissions, the Provincial Council of Granada and the concessionaire of the facility, Fomento de Construcciones y Contratas S.A., have developed a project consisting of capturing the biogas for recovery and preventing uncontrolled gas emissions. This active degasification project is unusual in that the biogas is captured while the landfill is in operation, without the need to wait until the end of its service life, as is required under current legislation. This means degasifying the landfill with the varying traffic on its surface, the existing settlements, the movement of heavy machinery in the area of the wells..., making operation of the gas field more complicated than in the case of a sealed, closed landfill. Nonetheless, the challenge has been accepted of availing of this resource whilst, at the same time, minimising odour emissions, generating savings and putting the facility at the forefront of the waste treatment sector in Granada.

Description of the facility

The active degasification facility comprises 105 vertical collection wells distributed throughout the landfill. Each well has a radius of influence of 25 metres. These wells consist of perforations of 15-25 metres in depth and 550 mm in diameter through the deposited waste, where a ribbed polyester pipe with a diameter of $\varnothing 160$ is positioned. The outside is backfilled with a draining material to facilitate the extraction of biogas and its transportation to the facility.

Each of the wells has a wellhead with a dismantlable upper flange to enable operations to be undertaken inside, such as the introduction of a pneumatic pump to reduce, or measure, leachate levels. The wells are also fitted with a sample taking outlet, to facilitate analysis of the gas, and a cut-off valve.

A $\varnothing 90$ polyethylene pipe is connected to each of the wells to carry the biogas to the regulation and metering station.

Ilustración 2. Estación de regulación y medición (ERM)
Image 2. Regulation and metering station



cedentes de los pozos de captación, donde se unifican en una única tubería de polietileno $\varnothing 160$. Estas estaciones de regulación y medición, dotadas de entre 6 y 14 entradas, están compuestas por válvulas proporcionales de corte además de tomas de muestras para el análisis del gas. Su finalidad es jugar con cada una de las válvulas de corte, abriéndolas o cerrándolas, dependiendo de la cantidad y calidad de gas aportado por cada uno de los pozos. Con esto se consigue extraer la mayor calidad de metano aportado por el campo, evitando sobreexplotaciones de los pozos y con ello, entradas de oxígeno a la instalación.

Las tuberías de polietileno $\varnothing 160$ a la salida de las ERM se unifican en dos tuberías $\varnothing 315$ para conducir el biogás, y el condensado que pueda arrastrar, hasta la central de aspiración. Para dejar al biogás limpio de condensados, previo a la central de aspiración, se ha instalado una trampa de condensados general, la cual bombea el condensado hasta la red de lixiviados interna de la planta.

En la central de aspiración se encuentra la soplante, que es el elemento fundamental para mantener el vertedero en depresión y poder aspirar este biogás para conducirlo hasta la zona de tratamiento. Este equipo también nos permite fijar la presión y caudal adecuados para la extracción. La instalación actual está preparada para aspirar un caudal máximo de $1.500 \text{ Nm}^3/\text{h}$, sin embargo, debido al buen funcionamiento de los pozos del campo de gas, sería posible trasegar un mayor caudal.

Tratamiento del biogás

A la zona de tratamiento llegan actualmente $1.500 \text{ Nm}^3/\text{h}$ después de haber regulado el campo de gas, es decir, después de llegar un equilibrio entre el biogás generado por cada una de las áreas de influencia de los pozos y el caudal extraído por estos. Tras esta regulación del campo de gas, en el biogás de vertedero de Ecocentral predomina el metano (CH_4) con concentraciones del 51-52% y dióxido de carbono (CO_2) con concentraciones entre 37-38%. Además, encontramos otros componentes minoritarios como son oxígeno (O_2) con una concentración del 1-1,2% o nitrógeno (N_2) con 7-8%. En este biogás también encontramos elementos corrosivos y abrasivos como sulfuro de hidrógeno (H_2S) con cantidades de 900-1.000 ppm y siloxanos, que son unos compuestos derivados de las siliconas, con cantidades inferiores a 1,5 mg/ Nm^3 , los cuales necesitamos eliminar de la instalación para no deteriorarla.

El tratamiento aguas abajo a la soplante consiste en un enfriamiento del biogás a 0°C , aportado por una enfriadora unida a un depósito de inercia, con lo que se consigue absorber las variaciones de caudal y reducir el funcionamiento de la máquina de frío. Con este proceso se elimina la mayor parte de la humedad del gas

This biogas is saturated with water vapour at the landfill outlet, meaning that, when the temperature drops during conveyance, condensates are generated at the low points of the line, obstructing it and impeding the flow of gas. Condensate traps are installed at the points where this problem exists, forcing the low points and, thereby, preventing their displacement. These condensate traps consist of an opening in the main conveyance line, where a $\varnothing 40$ polyethylene pipe is connected. The condensates are discharged through his pipe to a water tank with siphonic functioning.

A total of 10 regulation and metering stations have been installed. A series of $\varnothing 90$ pipes from the collection wells discharge into these stations, where the pipes come together in a

single $\varnothing 160$ polyethylene pipe. These regulation and metering stations have between 6 and 14 inlets, and are equipped with a proportional number of cut-off valves, as well as sample-taking outlets for gas analysis. The purpose of the regulation and metering stations is to operate each of the cut-off valves, closing and opening them in accordance with the quantity and quality of the gas provided by each of the wells. In this way, it is possible to extract the best methane quality provided by the field, whilst avoiding overexploitation of wells and the entrance of oxygen into the installation.

The $\varnothing 160$ polyethylene pipes at the outlet of the metering stations come together in two $\varnothing 315$ pipes to send the biogas, and any condensate it might carry, to the extraction centre. A general condensate trap is installed prior to the extraction centre to clean the gas of condensates, which are pumped to the plant's internal leachate network.

The extraction centre is equipped with a blower, which is a vital element in terms of keeping the landfill in negative pressure and enabling the biogas to be extracted and sent to the treatment area. This equipment also enables us to fix the appropriate pressure and flow for extraction. The current facility is designed to extract a maximum flow of $1.500 \text{ Nm}^3/\text{h}$. However, due to the excellent functioning of the wells in the gas field, it would be possible to convey a higher flow.

Biogas treatment

The treatment area currently receives a flow of $1.500 \text{ Nm}^3/\text{h}$, subsequent to the regulation of the gas field, i.e., after achieving a balance between the gas generated in each area of influence of the wells and the flow extracted by the wells. Following this regulation of the gas field, methane (CH_4) predominates in the biogas taken from the Ecocentral landfill, with concentrations of 51-52%, followed by carbon dioxide (CO_2), with concentrations of 37-38%. Other components found in smaller quantities include oxygen (O_2), with a concentration of 1-1.2%, and nitrogen (N_2), with concentrations of 7-8%. The biogas also contains corrosive or abrasive elements, such as hydrogen sulphide (H_2S), in quantities of 900-1,000 ppm, and siloxanes, which are silicon-derived compounds, in quantities of less than 1.5 mg/ Nm^3 . These elements must be removed from the installation to prevent its deterioration.

Treatment downstream from the blower consists of cooling the biogas to 0°C . This is done by means of a chiller connected to an inertial tank, which enables flow variations to be absorbed and chiller unit operating times to be reduced. With this process, most of the moisture content of the gas is removed by

Ilustración 3. Equipos de tratamiento de biogás
Image 3. Biogas treatment equipment



condensation and, subsequently, the temperature is raised to 30-40°C by means of a gas/gas heat exchanger, availing of the high temperature of the inlet gas. Following this process, the relative humidity of the biogas is reduced to less than 40%. Part of the siloxanes are carried away by the condensate produced during the chilling process.

Apart from these silicone derivatives, the landfill biogas also contains other pollutants and elements that are harmful for

por condensación, y posteriormente se eleva la temperatura a 30-40°C mediante un intercambiador gas-gas, aprovechando la alta temperatura del biogás de entrada. Tras este proceso, se consigue reducir la humedad relativa del biogás por debajo del 40%. Con el condensado generado en este enfriamiento, se arrastran parte de siloxanos.

Además de estos derivados de las siliconas, en el biogás de vertedero aparecen otros elementos contaminantes y perjudiciales para la instalación como es el sulfuro de hidrógeno, el cual se elimina mediante adsorción en dos filtros de carbón activo de 750 kg cada uno.

Esta instalación de tratamiento y limpieza de biogás, así como la instalación para la valorización energética del gas, ha sido proyectada y ejecutada por la empresa ALKIA ENERGY.

Valorización energética del biogás

Tras el tratamiento anterior, se consigue un biogás con una humedad relativa por debajo del 40%, una temperatura por encima de 30°C y limpio de siloxanos y ácido sulfhídrico, por lo que se encuentra en perfecto estado para ser valorizado en los motores de combustión interna existentes. En la Ecocentral Granada actualmente hay instalados dos motores Jenbacher serie 3 de 500 kW eléctricos de potencia. Cada uno de estos motores consume un caudal de 270 Nm³/h a pleno rendimiento, enviando el excedente a quema en antorcha.

Con ambos motogeneradores a pleno rendimiento se genera anualmente una energía no fósil superior a 8.500 MWh, con lo que se consigue autoabastecer la demanda eléctrica de la Ecocentral, además de exportar el excedente energético a red eléctrica para su comercialización.

Para poder optimizar la instalación a futuro se ha dejado preinstalado un sis-

the installation, such as hydrogen sulphide, which is removed by means of adsorption in two activated carbon filters, each containing 750 kg of activated carbon.

The biogas treatment and cleaning facility, and the biogas recovery plant were designed and built by ALKIA ENERGY.

Biogas energy recovery

Following the treatment described above, biogas with a relative humidity of less than 40% and a temperature of over 30°C is obtained. This biogas, which is free of siloxanes and hydrogen sulphide is now in perfect condition to be recovered in the existing internal combustion engines. Two Jenbacher series 3 engines with an electrical output of 500 kW are currently installed at Ecocentral Granada. Each of these engines consumes a flow of 270 Nm³/h at full capacity, and excess gas is burnt off by the safety flare.

With both engine generators operating at full capacity, more than 8,500 MWh of electricity is generated per annum from a non-fossil source. This is more than sufficient to satisfy the electricity needs of Ecocentral and the excess output is exported to the electrical grid and sold.



Ilustración 4. Motores Jenbacher serie 3 | Image 4. Jenbacher series 3 engines



tema de recuperación de calor de motores, de manera que pueda realizarse fácilmente el aprovechamiento del calor que emiten los motores para utilizarlo en la evaporación de lixiviados del vertedero. Así se aprovechará al máximo la existencia del recurso de biogás del vertedero.

Como elemento de seguridad en caso de fallo de motores se ha instalado una antorcha de 18 metros de altura, preparada para quemar el caudal máximo de 1.500 Nm³/h. Con esta quema se consigue romper los enlaces de los elementos químicos del metano, emitiendo únicamente CO₂, con un poder contaminante entre 20-25 veces inferior al CH₄, y vapor de agua.

Beneficios de la nueva instalación

Actualmente el excedente de biogás no valorizado está en torno a 900-950 Nm³/h, el cuál va directamente a antorcha sin tratar. Con esta desgasificación activa se consigue una reducción de emisiones a la atmósfera de 100.000 toneladas de CO₂ equivalente anuales, por lo que aparte de disponer de energía generada en el emplazamiento, se disminuye notablemente la contaminación y las afecciones de olor.

Además de los beneficios comentados, en EcoCentral Granada se han aprobado dos Proyectos Clima, los cuales son proyectos de reducción de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI), promovidos por el Ministerio de Medio Ambiente. Concretamente, esta actuación consiste en la extracción, tratamiento y valorización del biogás generado en el seno del vertedero. Durante los 4 años de duración de cada proyecto clima, la empresa se comprometió a reducir 113.239 t de CO₂ equivalente en el primero de ellos, y 238.788 t de CO₂ equivalente en el segundo.

To enable optimisation of the facility in the future, an engine heat recovery system has been pre-installed to enable the heat emitted by the engines to be easily availed of for use in evaporating leachate from the landfill. In this way, the biogas resource at the landfill will be availed of to the utmost.

As a safety measure in the event of engine failure, a safety flare of 18 metres in height has been installed, with the capacity to burn off the maximum flow of 1,500 Nm³/h. This burning process enables the bonds of the chemical elements of the methane to be broken, so that only CO₂, which is between 20 and 25 times less contaminating than CH₄, and water vapor are emitted.

Benefits of the new facility

There is currently an unrecovered excess of biogas of around 900-950 Nm³/h, which is sent directly to the safety flare without undergoing treatment. The active degasification facility will achieve a reduction in CO₂ equivalent emissions of 100,000 tonnes per annum, meaning that apart from the energy generated and available onsite, there will be a significant reduction in pollution and odours.

In addition to these benefits, two Proyectos Clima (Climate Projects) will be undertaken at EcoCentral Granada. These projects, promoted by the Ministry of the Environment, have the objective of reducing greenhouse gas (GHG) emissions, in this case, specifically through the extraction, treatment and recovery of biogas generated in the landfill. The projects will have a duration of four years and the company is committed to reducing CO₂ equivalent emissions by 113,239 tonnes in the first project and by 238,788 tonnes in the second.



Carlos Saiz Valera
Responsable de la instalación de desgasificación y valorización de biogás (Fomento de Construcciones y Contratas)
Head of the degasification and biogas recovery facility (Fomento de Construcciones y Contratas)

Ricardo Alonso Pérez
Ingeniero de Caminos (Diputación de Granada) | *Civil engineer (Granada Provincial Council)*

Francisco Peula López
Técnico de Explotaciones (Diputación de Granada) | *Operations technician (Granada Provincial Council)*