



# MÁSTER DE INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES

TRABAJO FIN DE MÁSTER

Diseño de una planta de biometanización de sustratos  
agroindustriales, agrícolas y ganaderos

Autor: Ignacio de Juan Álvarez

Director: Mercedes Gómez Ríos

Madrid



Declaro, bajo mi responsabilidad, que el Proyecto presentado con el título: Diseño de una planta de biometanización de sustratos agroindustriales, agrícolas y ganaderos.

en la ETS de Ingeniería - ICAI de la Universidad Pontificia Comillas en el

curso académico 2024/2025 es de mi autoría, original e inédito y

no ha sido presentado con anterioridad a otros efectos.

El Proyecto no es plagio de otro, ni total ni parcialmente y la información que ha sido

tomada de otros documentos está debidamente referenciada.



Fdo.: Ignacio de Juan Álvarez Fecha: 03/ 07/ 2025

Autorizada la entrega del proyecto

EL DIRECTOR DEL PROYECTO



Fdo.: Mercedes Gómez Ríos Fecha: 03/ 07/ 2025





# MÁSTER DE INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES

TRABAJO FIN DE MÁSTER

Diseño de una planta de biometanización de sustratos  
agroindustriales, agrícolas y ganaderos

Autor: Ignacio de Juan Álvarez

Director: Mercedes Gómez Ríos

Madrid



# **DISEÑO DE UNA PLANTA DE BIOMETANIZACIÓN DE SUSTRATOS AGROINDUSTRIALES, AGRÍCOLAS Y GANADEROS**

**Autor: de Juan Álvarez, Ignacio**

Director: Gómez Ríos, Mercedes

Entidad Colaboradora: VERTEX BIOENERGY

## **RESUMEN DEL PROYECTO**

Este proyecto desarrolla el diseño técnico y económico de una planta de biometanización en Corella (Navarra), aprovechando residuos agroindustriales y ganaderos. Se realiza una caracterización detallada de los residuos, el diseño de la instalación, y una evaluación de la viabilidad económica. Se estima una producción anual de 57 GWh de biometano inyectable a red, contribuyendo a la economía circular y la descarbonización energética.

**Palabras clave:** Biometano, Residuos, Digestión anaerobia, Energía renovable, Economía circular

### **1. Introducción**

La transición energética en España requiere el impulso de fuentes renovables alternativas. La digestión anaerobia de residuos permite obtener biogás, el cual puede purificarse hasta calidad de biometano. Este proyecto nace para diseñar una instalación que aproveche residuos orgánicos de diversa índole y aporte energía limpia al sistema gasista nacional.

### **2. Definición del Proyecto**

Se proyecta una planta de biometanización que integra las fases de recepción, digestión, purificación y almacenamiento. El diseño contempla la capacidad de procesar residuos de industrias agroalimentarias y explotaciones ganaderas cercanas. Para demostrar la viabilidad del proyecto en un contexto real, se ha seleccionado Navarra como emplazamiento de referencia. Esta comunidad destaca por su elevada generación de residuos agroganaderos, el cumplimiento de la normativa urbanística y medioambiental, y una buena capacidad de conexión a la red de gas. Además, cuenta con un marco institucional favorable al desarrollo de energías renovables, lo que refuerza la aplicabilidad del diseño propuesto.

### **3. Descripción del sistema**

La planta diseñada se compone de cuatro áreas principales: recepción de residuos, digestión anaerobia, purificación del biogás y gestión del digestato. Los residuos orgánicos son pretratados y mezclados para alcanzar una materia seca adecuada. La digestión se realiza en cuatro digestores (3 primarios + 2 secundarios) operando en condiciones mesófilas. El biogás

producido se purifica mediante membranas para obtener biometano, que se inyecta a la red. El digestato resultante se separa y valoriza como enmienda orgánica.



*Figura 1: Esquema planta de biometano*

#### **4. Resultados**

La planta diseñada tiene una capacidad de producción anual de 57 GWh de biometano, lo que equivale a más de 9 millones de biogás Nm<sup>3</sup>/año purificados y listos para inyección en red. La inversión total estimada del proyecto es de 16.240.000 €. El análisis económico muestra una Tasa Interna de Retorno (TIR) superior al 15%, confirmando su viabilidad financiera.

#### **5. Conclusiones**

El proyecto demuestra la viabilidad técnica, económica y ambiental de una planta de biometano basada en residuos agroindustriales y ganaderos. La elevada disponibilidad de materia prima, combinada con una tecnología madura y eficiente, permite alcanzar una producción significativa de energía renovable. La planta contribuye a la economía circular, reduce emisiones de CO<sub>2</sub> y ofrece rentabilidad superior al 15%, posicionándola como una alternativa estratégica para la transición energética en España.

#### **6. Referencias**

Castilla La-Mancha. (2024). *Plan de biometanización de Castilla La-Mancha 2024-2030*.

E.B.A. (2023). *European Biogas Association. Biogas and biomethane in Europe Report 2023*

# **DESIGN OF A BIOMETHANIZATION PLANT FOR AGRO-INDUSTRIAL, AGRICULTURAL AND LIVESTOCK SUBSTRATES**

**Author: de Juan Álvarez, Ignacio**

Director: Gómez Ríos, Mercedes

Supporting company: VERTEX BIOENERGY

## **PROJECT ABSTRACT**

This project develops the technical and economic design of a biomethanization plant in Corella (Navarra), utilizing agro-industrial and livestock waste. A detailed characterization of the substrates, the plant design, and an economic feasibility assessment are carried out. The annual estimated production is 57 GWh of biomethane suitable for grid injection.

**Keywords:** Biomethane, Waste, Anaerobic digestion, Renewable energy, Circular economy

### **1. Introduction**

Spain's energy transition requires the development of alternative renewable energy sources. Anaerobic digestion of organic waste enables the production of biogas, which can be upgraded to biomethane quality. This project aims to design a facility that harnesses various organic residues to supply clean energy to the national gas network.

### **2. Project Definition**

A biomethanization plant is proposed, integrating the stages of waste reception, digestion, gas upgrading, and storage. The design considers the processing of waste from nearby agro-industrial facilities and livestock farms. Navarra was selected as the reference location to demonstrate the project's viability in a real context. This region stands out for its high generation of agricultural and livestock residues, compliance with urban and environmental regulations, and good gas network connectivity. It also benefits from supportive institutional policies for renewable energy development, reinforcing the feasibility of the proposed design.

### **3. System Description**

The designed plant consists of four main areas: waste reception, anaerobic digestion, biogas upgrading, and digestate management. Organic residues are pre-treated and blended to achieve appropriate dry matter content. Digestion is carried out in four digesters (3 primary + 2 secondary) operating under mesophilic conditions. The biogas is upgraded via membrane

separation to produce biomethane for injection into the grid. The resulting digestate is separated and valorized as an organic soil amendment.



*Figure 1: Biomethane plant schematic*

#### **4. Results**

The designed plant has an annual production capacity of 57 GWh of biomethane, equivalent to over 9 million Nm<sup>3</sup>/year of purified biogas ready for grid injection. The total estimated investment is €16,240,000. The economic analysis shows an Internal Rate of Return (IRR) above 15%, confirming its financial viability.

#### **5. Conclusions**

The project demonstrates the technical, economic, and environmental viability of a biomethane plant based on agro-industrial and livestock residues. The high availability of feedstock, combined with mature and efficient technology, enables significant renewable energy production. The plant supports circular economy practices and offers a return rate above 15%, positioning it as a strategic alternative for Spain's energy transition.

#### **6. References**

*Castilla La-Mancha. (2024). Plan de biometanización de Castilla La-Mancha 2024-2030.*

*E.B.A. (2023). European Biogas Association. Biogas and biomethane in Europe Report 2023*

## *Índice de la memoria*

<b>Capítulo 1. Introducción .....</b>	<b>7</b>
1.1 Motivación del proyecto.....	7
1.2 Objetivos .....	8
1.3 Metodología.....	9
<b>Capítulo 2. Descripción del proceso.....</b>	<b>12</b>
2.1 ¿Qué es el biometano y cómo se obtiene?.....	12
2.2 Usos del biometano .....	15
<b>Capítulo 3. Estado de la Cuestión .....</b>	<b>18</b>
3.1 Situación del mercado europeo de biometano.....	18
3.1.1 Transición de la electrificación a la descarbonización térmica .....	18
3.1.2 Fin de la era del gas barato y crisis energética .....	18
3.1.3 Agenda ESG y compromiso corporativo con la descarbonización .....	19
3.1.4 Sinergias con el sector agrícola y ganadero .....	19
3.2 Situación Actual del Biometano en España según el PNIEC .....	21
3.2.1 Objetivos del PNIEC en Relación con el Biometano.....	22
3.3 Realidad de la situación del biometano en España.....	23
<b>Capítulo 4. Desarrollo del proyecto .....</b>	<b>25</b>
4.1 Selección de ubicación .....	25
4.1.1 Potencial de producción de biometano .....	25
4.1.2 Capacidad de conexión a gas.....	26
4.1.3 Competencia.....	30
4.1.4 Selección del emplazamiento.....	34
<b>Capítulo 5. Diseño de la instalación .....</b>	<b>38</b>
5.1 Parámetros técnicos.....	38
5.2 Bases de diseño .....	43
5.3 Descripción del proceso .....	49
5.3.1 Recepción de camiones.....	51
5.3.2 Recepción y pretratamiento de purines porcino y vacuno .....	52
5.3.3 Recepción y pretratamiento de Gallinaza. ....	59

5.3.4 Recepción y pretratamiento de Estiércol vacuno .....	61
5.3.5 Recepción y pretratamiento de restos agrícolas .....	63
5.3.6 Digestión anaerobia .....	64
5.3.7 Biofiltro .....	65
5.3.8 Separación sólido-líquido .....	66
5.3.9 Almacenamiento de la fracción sólida .....	69
5.3.10 Almacenamiento de la fracción líquida.....	70
5.3.11 Pretratamiento del biogás y upgrading.....	72
5.3.12 Aplicación del digestato .....	74
5.4 Cálculos energéticos.....	77
5.4.1 Consumo térmico.....	77
5.4.2 Consumo eléctrico .....	83
<b>Capítulo 6. Planificación y modelo económico .....</b>	<b>88</b>
6.1 Modelo económico .....	88
6.1.1 Elementos fundamentales del modelo económico .....	88
6.1.2 Coste de la inversión .....	92
6.1.3 Costes operativos.....	94
6.1.4 Resumen modelo económico.....	96
<b>Capítulo 7. Conclusiones y trabajos futuros.....</b>	<b>99</b>
<b>Capítulo 8. Bibliografía.....</b>	<b>101</b>
<b>ANEXO I: Integración de los ODS.....</b>	<b>105</b>
<b>ANEXO II: Residuos .....</b>	<b>108</b>
<b>ANEXO III: Plano de emplazamiento .....</b>	<b>110</b>
<b>ANEXO IV: Modelo económico.....</b>	<b>111</b>
<b>ANEXO V: Catálogos, equipos y analíticas .....</b>	<b>112</b>

## Índice de figuras

Figura 1.	Esquema de proceso.....	14
Figura 2.	Usos del biogás. (Gas Renovable, s.f.).....	15
Figura 3.	Usos del biogás (International Energy Agency, 2023) .....	16
Figura 4.	Potencial de producción total de biometano por CC.AA. en función del tipo de residuo. (Sedigas, 2023).....	26
Figura 5.	Red de transporte de Enagás en La Rioja, Aragón y Navarra. ....	28
Figura 6.	Red de distribución de Nedgia en La Rioja.....	29
Figura 7.	Red de distribución de Nedgia en Navarra.....	29
Figura 8.	Detalle red de Enagás 80bar BBV (Barcelona-Bilbao-Valencia) .....	30
Figura 9.	Detalle red de Nedgia en el sur de Navarra .....	30
Figura 10.	Presencia de competencia en la zona estudiada. (Gasnam, 2024).....	31
Figura 11.	Mapa de residuos en un radio de 30 y 50 km.....	33
Figura 12.	Emplazamiento en Corella .....	34
Figura 13.	Mapa del emplazamiento seleccionado.....	35
Figura 14.	Báscula para camiones (Avery Weigh Tronix) .....	52
Figura 15.	Depósitos de almacenamiento de purines (Genap).....	53
Figura 16.	Macerador RotaCut RCQ Vogelsang.....	55
Figura 17.	Bombas Vogelsang VX .....	56

<i>Figura 18. Tolva mezcladora Gallinaza .....</i>	<i>60</i>
<i>Figura 19. Tornillo sinfín Wamgroup .....</i>	<i>60</i>
<i>Figura 20. Premix de Vogelsang.....</i>	<i>61</i>
<i>Figura 21. Red Unit Vogelsang.....</i>	<i>62</i>
<i>Figura 22. Digestores PowerDigest.....</i>	<i>64</i>
<i>Figura 23. Agitadores streisal Biobull.....</i>	<i>65</i>
<i>Figura 24. Biofiltro Bures Professional.....</i>	<i>66</i>
<i>Figura 25. Separador sólido -líquido.....</i>	<i>67</i>
<i>Figura 26. Ejemplo de nave de almacenamiento. ....</i>	<i>69</i>
<i>Figura 27. Balsa de almacenamiento.....</i>	<i>71</i>
<i>Figura 28. Sistema de upgrading PurePac .....</i>	<i>74</i>
<i>Figura 29. Mapa de zonas vulnerables a nitratos.....</i>	<i>76</i>
<i>Figura 30. Potencia necesaria y potencia instalada.....</i>	<i>81</i>
<i>Figura 31. Consumo térmico mes a mes. ....</i>	<i>82</i>
<i>Figura 32. Coste de inversión de planta de biogás.....</i>	<i>93</i>
<i>Figura 33. Coste operativo de una planta de biogás (Oxford University, 2017) .....</i>	<i>95</i>

## Índice de tablas

Tabla 1.	<i>Producción de biometano en Europa. (EBA, 2023)</i> .....	20
Tabla 2.	<i>Número de explotaciones con residuos ganaderos y agroindustriales en la zona seleccionada</i> .....	32
Tabla 3.	<i>Resumen análisis urbanístico. (P.G.M, Geoportal, Google Earth)</i> .....	36
Tabla 4.	<i>Resumen análisis medioambiental. (P.G.M, GEOPortal)</i> .....	37
Tabla 5.	<i>Inhibidores del proceso de digestión Anaerobia. (Castilla La-Mancha, 2024)</i> 41	
Tabla 6.	<i>Menú de referencia</i> .....	43
Tabla 7.	<i>Cálculo de la producción de biometano anual</i> .....	44
Tabla 8.	<i>Relación C/N (FAO, 2011)</i> .....	47
Tabla 9.	<i>Relación C/N en base a la dieta seleccionada.</i> .....	47
Tabla 10.	<i>Cálculo producción de digestato</i> .....	48
Tabla 11.	<i>Residuos sólidos con alta materia seca</i> .....	57
Tabla 12.	<i>Objetivo de materia seca ideal de residuos sólidos</i> .....	57
Tabla 13.	<i>Materias primas presentes en la dieta seleccionada</i> .....	58
Tabla 14.	<i>Distribución uso de purines</i> .....	58
Tabla 15.	<i>Grupos de cultivos de la Ribera Baja (Comunidad Foral de Navarra)</i> .....	75
Tabla 16.	<i>Superficie necesaria de aplicación de digestato líquido</i> .....	76

---

<i>Tabla 17.</i>	<i>Temperaturas medias Corella (Meteo Navarra).....</i>	<i>77</i>
<i>Tabla 18.</i>	<i>Cálculo calor específico residuos de entrada. ....</i>	<i>78</i>
<i>Tabla 19.</i>	<i>Perdidas caloríficas en los digestores mes a mes. ....</i>	<i>79</i>
<i>Tabla 20.</i>	<i>Consumo energético térmico en el mes de enero. ....</i>	<i>80</i>
<i>Tabla 21.</i>	<i>Consumo energía térmica al año .....</i>	<i>81</i>
<i>Tabla 22.</i>	<i>Potencia instalada de las bombas .....</i>	<i>84</i>
<i>Tabla 23.</i>	<i>Precios futuros del mercado eléctrico ibérico (OMIP) .....</i>	<i>89</i>
<i>Tabla 24.</i>	<i>Desglose de CapEx.....</i>	<i>92</i>
<i>Tabla 25.</i>	<i>Desglose de Opex .....</i>	<i>94</i>
<i>Tabla 26.</i>	<i>Ingresos brutos anuales 2030 .....</i>	<i>96</i>
<i>Tabla 27.</i>	<i>Costes operativos variables 2030 .....</i>	<i>97</i>
<i>Tabla 28.</i>	<i>Resultados financieros 2030 .....</i>	<i>97</i>

## **Capítulo 1. INTRODUCCIÓN**

### **1.1 MOTIVACIÓN DEL PROYECTO**

La creciente preocupación global por el cambio climático, el agotamiento de los recursos naturales y la necesidad de garantizar la seguridad energética ha impulsado un cambio de paradigma en la forma en que producimos y consumimos energía. En este contexto, el desarrollo de fuentes de energía renovables se ha convertido en una prioridad tanto a nivel nacional como internacional. España, con su compromiso hacia la descarbonización y la transición energética, se enfrenta al desafío de diversificar su matriz energética, reducir su dependencia de los combustibles fósiles y promover alternativas sostenibles que contribuyan a mitigar el impacto ambiental.

El presente Trabajo Fin de Máster (TFM) se centra en el estudio y análisis de un proyecto de biometano en España, una fuente de energía renovable que representa una solución eficiente y sostenible para el futuro del sector energético. El biometano, un gas de alta pureza obtenido a partir del biogás generado en procesos de digestión anaerobia de residuos orgánicos, se posiciona como una alternativa clave en la transición hacia un modelo energético más limpio y sostenible. Su versatilidad permite su inyección en la red de gas natural o su uso como biocombustible en el transporte, contribuyendo significativamente a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y al cumplimiento de los objetivos climáticos establecidos por la Unión Europea.

La motivación de este proyecto radica en el enorme potencial de España para el desarrollo del biometano, considerando su abundante disponibilidad de recursos orgánicos procedentes de la agricultura, la ganadería, la industria agroalimentaria y los residuos urbanos. A pesar de estas ventajas, el aprovechamiento del biometano en el país aún se encuentra en una fase incipiente en comparación con otros países europeos, lo que subraya la necesidad de estudios que analicen su viabilidad técnica, económica y medioambiental, así como las barreras y oportunidades asociadas a su implementación.

Este trabajo busca despertar el interés del lector al destacar cómo el biometano no solo contribuye a la sostenibilidad ambiental, sino que también ofrece beneficios socioeconómicos significativos, como la creación de empleo en zonas rurales, la mejora de la gestión de residuos y la generación de nuevas oportunidades de negocio en el sector energético. Además, se explorará el marco normativo actual, las políticas de apoyo y las estrategias necesarias para fomentar el desarrollo de este recurso en España.

A lo largo de este TFM, se presentará un análisis detallado del proceso de producción de biometano, desde la recolección de materias primas hasta su purificación y distribución. Asimismo, se examinarán casos de estudio y experiencias internacionales que puedan servir de referencia para la implementación de proyectos similares en el contexto español. Con ello, se pretende no solo aportar un enfoque técnico riguroso, sino también fomentar una reflexión crítica sobre el papel del biometano en la transición energética y su contribución a un futuro más sostenible.

## **1.2 OBJETIVOS**

Los objetivos de este trabajo fin de máster son los siguientes:

1. Identificar el terreno óptimo para la ubicación de la planta considerando criterios logísticos, ambientales y normativos.

El primer paso para elaborar un proyecto de biometano es encontrar la ubicación adecuada de la planta, la cual debe cumplir la normativa urbanística y medioambiental de la zona.

2. Realizar un análisis detallado del potencial energético de los residuos disponibles, incluyendo su composición y capacidad de generación de biogás.

Una vez ubicada la zona del proyecto es necesario realizar un estudio exhaustivo de los residuos disponibles en la zona y aquellos que son susceptibles de involucrarse en el proceso de metalización, es decir, crear la “dieta” o menú de entrada a la planta.

3. Diseñar las instalaciones necesarias, considerando sistemas de pretratamiento, digestores, líneas de purificación y almacenamiento de biometano.

Con el menú ya definido gracias a las materias primas cercanas se puede llevar a diseño de la planta estableciendo los sistemas necesarios de pretratamiento, digestión y purificación del biogás.

4. Desarrollar un estudio de viabilidad económica que incluya análisis de costes e ingresos proyectados.

El estudio económico es muy importante ya que es el que va a definir que el proyecto sea posible o no. La rentabilidad del proyecto va a ser definida por 3 puntos fundamentales: La capacidad de venta del biometano, ganancias/perdidas por el residuo de entrada a la planta, tecnología utilizada, método de salida del biometano (inyección a red, gas natural comprimido, generación eléctrica, etc....)

## **1.3 METODOLOGÍA**

Para el desarrollo de este trabajo, se ha seguido una metodología estructurada en cuatro fases principales: estudio preliminar, diseño técnico, análisis de viabilidad económica y redacción final.

### **Estudio preliminar**

En esta fase se recopila y analiza la información clave para el desarrollo del proyecto:

- **Caracterización de residuos:** Se lleva a cabo un análisis bibliográfico y se consultan bases de datos de Vertex Bioenergy para determinar la cantidad y características de

los residuos disponibles en la región. Este análisis permite evaluar su potencial energético y su idoneidad para la producción de biometano.

- **Evaluación de infraestructura:** Se examinan las infraestructuras existentes, incluyendo redes de gas, sistemas de transporte y accesos logísticos, con el fin de identificar posibles sinergias y necesidades adicionales. Mediante el uso de los planos de las redes gasistas, planeamientos urbanísticos y Google earth.
- **Selección del terreno:** Se determina la ubicación óptima para la instalación, considerando criterios técnicos, económicos, normativos y ambientales.

## 2. Diseño técnico

Esta fase se centra en la configuración y dimensionamiento del sistema de producción de biometano:

- **Dimensionamiento técnico:** Se calculan las dimensiones y capacidades de los sistemas involucrados, tales como pretratamiento, digestores y líneas de purificación, asegurando su eficiencia y viabilidad operativa.
- **Elaboración de planos:** Se diseñan planos detallados de las instalaciones mediante software especializado como AutoCAD, garantizando un diseño preciso y acorde con las especificaciones técnicas.

## 3. Estudio de viabilidad económica

Con el objetivo de garantizar la factibilidad económica del proyecto, se lleva a cabo un análisis financiero detallado:

- **Análisis financiero:** Se estiman los costes de inversión inicial, los costes operativos y se proyectan los ingresos generados por la venta de biometano, permitiendo evaluar la rentabilidad del proyecto, mediante el uso de Excel.

#### **4. Redacción final y conclusiones**

En la última fase se integra toda la información obtenida en un documento final estructurado:

- **Síntesis de resultados:** Se consolidan los hallazgos técnicos, económicos y de diseño en una memoria descriptiva completa, que incluye los análisis realizados y las conclusiones del estudio.

Este enfoque metodológico permite desarrollar un proyecto sólido, basado en criterios técnicos, económicos y ambientales, asegurando su viabilidad y sostenibilidad.

## **Capítulo 2. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO**

### **2.1 ¿QUÉ ES EL BIOMETANO Y CÓMO SE OBTIENE?**

Uno de los primeros pasos para la producción de biogás es encontrar materia orgánica. La materia orgánica proviene de distintos tipos de residuos: residuos agroindustriales, residuos ganaderos, residuos de los lodos de depuradora, residuos sólidos urbanos y cultivos energéticos.

El biogás se obtiene mediante un proceso denominado digestión anaerobia. Durante este proceso, se produce la descomposición de la materia orgánica en ausencia de oxígeno y el carbono presente en los residuos se transforma en dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) y metano ( $\text{CH}_4$ ). Este proceso de digestión se lleva a cabo en un digestor anaerobio. (Aniversario Aimplas, 2023)

El proceso de digestión anaerobia de residuos orgánicos se desarrolla en cuatro etapas principales, cada una mediada por diferentes grupos de microorganismos, principalmente bacterias, que descomponen la materia orgánica desde polímeros complejos hasta moléculas simples aprovechables en fases posteriores. Las etapas de la gestión anaerobia según Yaniris Lorenzo Acosta y Obaya Abreu:

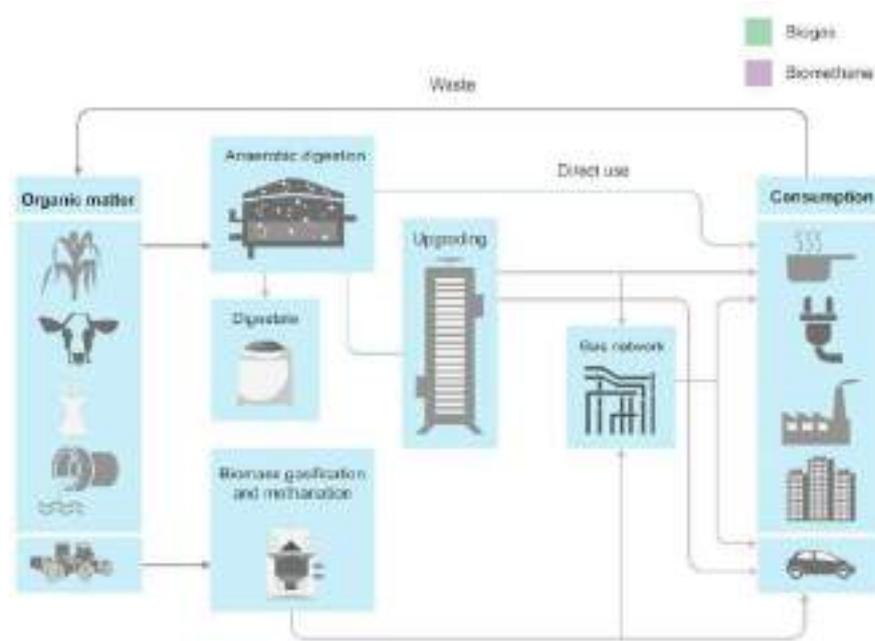
1. **Hidrólisis:** En esta etapa los compuestos orgánicos son solubilizados por enzimas excretadas por bacterias hidrolíticas que actúan en el exterior celular por lo que se consideran exoenzimas. La hidrólisis es, por tanto, la conversión de los polímeros en sus respectivos monómeros.
2. **Acidogénesis:** los productos de la hidrólisis son fermentados por bacterias acidogénicas para producir ácidos grasos volátiles, además de otros compuestos como amoníaco, dióxido de carbono y sulfuro de hidrógeno.

3. Acetogénesis: Se le conoce también como acidogénesis intermediaria en la cual los productos correspondientes son convertidos en ácido acético, hidrógeno y CO<sub>2</sub>.
4. Metanogénesis: En esta etapa metabólica el CH<sub>4</sub> es producido a partir del ácido acético o de mezclas de H<sub>2</sub> y CO<sub>2</sub>, pudiendo formarse también a partir de otros sustratos tales como ácido fórmico y metanol. El rol de las bacterias metanogénicas se define por el tipo de sustrato disponible. (Lorenzo Acosta & Obaya Abreu, 2005).

Estas etapas son las que hacen que la digestión anaerobia sea un proceso biológico, como todos los procesos biológicos son necesarias unas condiciones óptimas para las que los microorganismos produzcan biogás. Estas condiciones óptimas serán detalladas en la fase de

### **Descripción del sistema**

Una vez se ha producido el biogás, éste necesita pasar por un proceso de “limpieza” para la obtención del biometano. Este proceso de purificación o limpieza es conocido como “upgrading” donde se elimina principalmente CO<sub>2</sub>, componente mayoritario, pero también se elimina humedad, sulfuro de hidrógeno, amoníaco, compuestos orgánicos volátiles, O<sub>2</sub> y N<sub>2</sub>, entre otros. De este modo, la proporción de metano aumenta hasta que el gas puede considerarse biometano o metano de origen renovable. (Repsol, 2024).



*Figura 1. Esquema de proceso.*

El resultado del proceso de digestión, a parte de la producción de biogás, es la obtención de un subproducto denominado digestato. El digestato es la materia orgánica sólida y líquida, estabilizada, que queda tras el proceso de digestión anaerobia, este digestato puede ser valorado como enmienda orgánica o fertilizante.

## 2.2 USOS DEL BIOMETANO

El biometano producido a partir del del biogás tiene distintos usos energéticos.

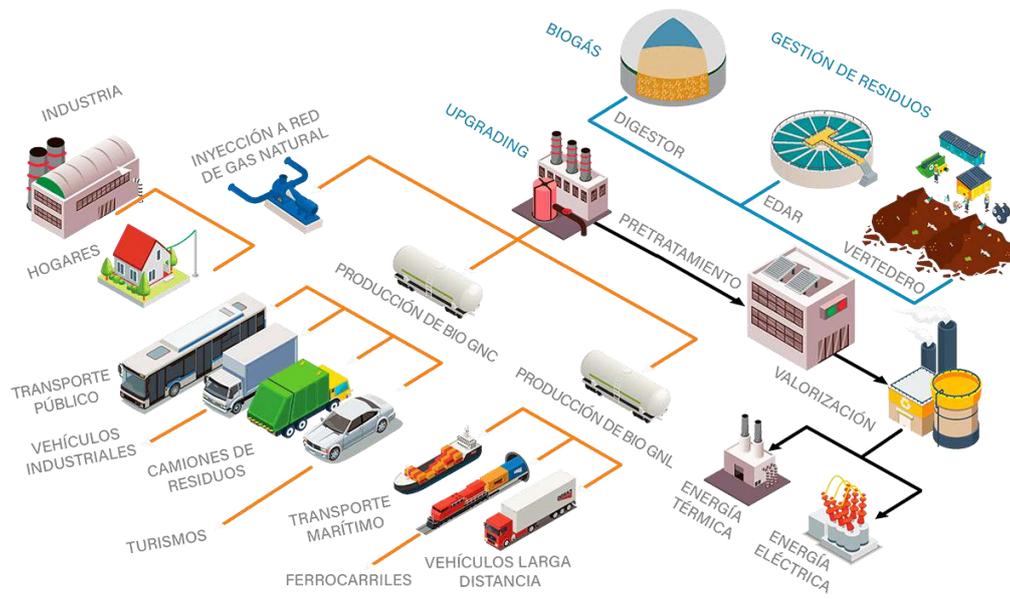


Figura 2. Usos del biogás. (Gas Renovable, s.f.)

1. **Uso vehicular:** El biometano es una alternativa sostenible a los combustibles fósiles en el transporte. Puede utilizarse en forma de Gas Natural Comprimido (bioGNC) para vehículos ligeros y transporte público, o como Gas Natural Licuado (bioGNL) para el transporte de larga distancia, gracias a su mayor densidad energética. Su uso reduce significativamente las emisiones de CO<sub>2</sub> y contaminantes locales, como óxidos de nitrógeno y partículas en suspensión.
2. **Uso de inyección a red de gas natural existente:** El biometano refinado hasta cumplir los estándares de calidad del gas natural puede ser inyectado en la red de distribución existente, asegurando un suministro continuo y sostenible. Esto permite su aprovechamiento en hogares, industrias y centrales de cogeneración sin necesidad de infraestructuras adicionales.
3. **Uso en producción de electricidad:** Mediante su uso en motores de cogeneración o turbinas de gas, el biometano permite la producción eficiente de electricidad. Esta

electricidad renovable puede ser introducida en la red, contribuyendo a la diversificación de la matriz energética y la reducción de la dependencia de combustibles fósiles.

4. Uso en producción de calor: El biometano puede utilizarse directamente en calderas y sistemas de calefacción para la producción de calor en sectores residenciales, comerciales e industriales. Su empleo en distritos de calefacción urbana y en procesos térmicos industriales permite una alternativa limpia y eficiente a los combustibles tradicionales.

Actualmente, en las plantas existentes en el mundo, la distribución de los usos es la siguiente:

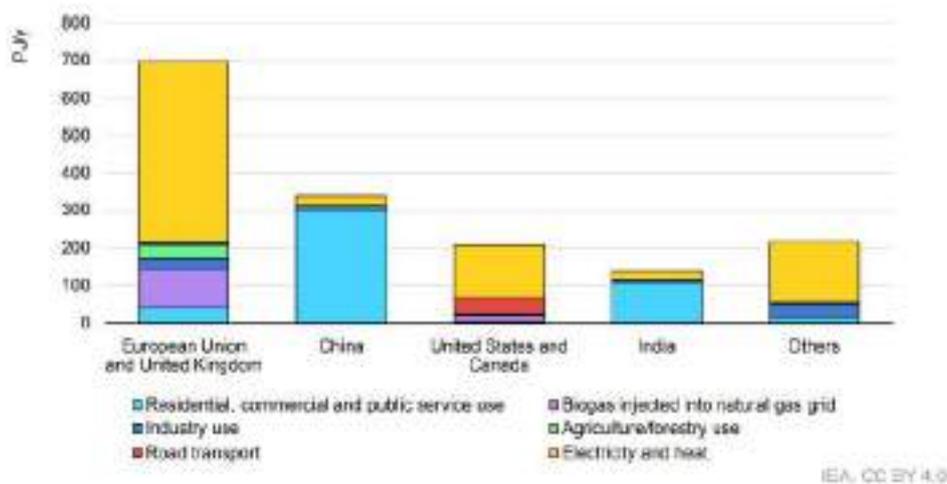


Figura 3. Usos del biogás (International Energy Agency, 2023)

La Unión Europea y el Reino Unido son los principales consumidores de biogás, destinando la mayor parte a la generación de electricidad y calor, seguidos por la industria y el transporte. China ocupa el segundo lugar, con una distribución similar, aunque con una mayor participación del uso residencial e industrial. Estados Unidos y Canadá tienen un consumo menor pero diversificado, con una presencia notable de biogás inyectado en la red de gas. India muestra un consumo reducido, aunque con patrones de uso similares a los de China. En la categoría de "otros países", la tendencia sigue siendo priorizar la electricidad y el calor, con una menor contribución de otros usos. (International Energy Agency, 2023).

En general, el gráfico destaca que la mayor parte del biogás producido en la actualidad en todas las regiones se destina a la generación de electricidad y calor, con algunas variaciones en su aplicación en transporte e industria según la región. En la planta desarrollada en este trabajo el biogás es destinado a inyección en red de gas natural.

## **Capítulo 3. ESTADO DE LA CUESTIÓN**

### **3.1 SITUACIÓN DEL MERCADO EUROPEO DE BIOMETANO**

El biometano ha emergido como una alternativa clave en la transición energética de Europa, impulsado por diversas tendencias económicas, políticas y sociales. Su desarrollo responde a la necesidad de reducir la dependencia de combustibles fósiles, incrementar la autosuficiencia energética y cumplir con los compromisos climáticos establecidos en la Agenda 2030 y el Pacto Verde Europeo. A continuación, se detallan los principales factores que están moldeando la expansión del biometano en la actualidad.

#### **3.1.1 TRANSICIÓN DE LA ELECTRIFICACIÓN A LA DESCARBONIZACIÓN TÉRMICA**

En los últimos años, los esfuerzos de descarbonización se han concentrado en la producción de electricidad a partir de fuentes renovables, como la energía solar y eólica. Sin embargo, el siguiente desafío se centra en la descarbonización de los sistemas de calefacción y procesos térmicos industriales, que dependen en gran medida de combustibles fósiles. En este contexto, el biometano se perfila como una solución viable debido a su compatibilidad con la infraestructura de gas existente y su capacidad para reducir significativamente las emisiones de CO<sub>2</sub>. Según la Agencia internacional de la Energía, (AIE), “la descarbonización del sector térmico es clave para alcanzar los objetivos climáticos globales”.

(International Energy Agency, 2023)

#### **3.1.2 FIN DE LA ERA DEL GAS BARATO Y CRISIS ENERGÉTICA**

Los recientes conflictos geopolíticos, en particular la guerra en Ucrania, han generado un fuerte impacto en los precios del gas natural, evidenciando la volatilidad y la vulnerabilidad del mercado energético europeo. La incertidumbre y las fluctuaciones de precios han

impulsado la búsqueda de fuentes de energía alternativas, entre ellas el biometano y el biogás. Estos gases renovables se destacan por su producción local y su estabilidad de costes a largo plazo, lo que los convierte en una opción estratégica para los países europeos.

Según el informe de la Comisión Europea (2022), “la diversificación energética y la producción local de biometano son fundamentales para la seguridad energética de Europa”. Además, la Comisión Europea estima que alcanzar el potencial completo de reducción de la dependencia de los combustibles fósiles rusos requería una inversión total de 300.000 millones de euros hasta 2030, de los cuales 37.000 millones de euros estarían destinados al aumento de la producción de biometano en el marco de REPowerEU. (Comisión Europea, 2022).

### **3.1.3 AGENDA ESG Y COMPROMISO CORPORATIVO CON LA DESCARBONIZACIÓN**

Las empresas están adoptando cada vez más estrategias de sostenibilidad en respuesta a la presión regulatoria y social. La integración de criterios ESG (Environmental, Social and Governance) en las operaciones corporativas ha llevado a un mayor interés en el uso de biometano para reducir la huella de carbono. Muchas industrias, especialmente aquellas con altos consumos térmicos como la química, la cementera y la agroalimentaria, están explorando el biometano como una alternativa viable para alcanzar sus objetivos de descarbonización.

### **3.1.4 SINERGIAS CON EL SECTOR AGRÍCOLA Y GANADERO**

El desarrollo del biometano está estrechamente ligado a la colaboración con el sector agrícola y ganadero, ya que estos sectores generan una gran cantidad de residuos orgánicos aptos para la producción de biogás. La valorización de estos residuos no solo contribuye a la economía circular, sino que también ofrece nuevas oportunidades de negocio para los agricultores y ganaderos en un contexto de transformación del modelo productivo.

Además, la FAO señala que la adopción de prácticas sostenibles en la gestión de residuos agrícolas, como la implementación de plantas de biogás, puede contribuir significativamente

a la reducción de las emisiones de GEI en el sector ganadero. Estas prácticas no solo disminuyen las emisiones de metano, sino que también ofrecen oportunidades para la generación de energía renovable y la mejora de la sostenibilidad en las explotaciones agrícolas.

Por lo tanto, la integración de tecnologías de biogás en las operaciones ganaderas se presenta como una solución efectiva para abordar las emisiones de metano, promoviendo una economía circular y contribuyendo a los objetivos climáticos globales. (Food and Agriculture Organization, 2023)

Actualmente en Europa existen 1548 plantas de biogás, lo que supone una producción de 6,4 bcm de biometano de potencia instalada, de los cuales 5,2 bcm están dentro de la UE. Esta capacidad contribuye a evitar anualmente la emisión de casi 29 Mton CO<sub>2</sub>, así como a producir 830.000 toneladas de fertilizantes orgánicos año. (Aebig, 2024) . A diferencia de otros países, España se encuentra a la cola con únicamente 9 plantas y alrededor de 0,25 TWh de producción.

País	Número de plantas	Producción 2023 (TWh)
Alemania	254	100
Francia	675	17
Reino Unido	119	29
Italia	133	33
España	9	0,25

*Tabla 1. Producción de biometano en Europa. (EBA, 2023)*

Ante esta situación, España está muy por detrás de sus homólogos europeos, según Sedigas el potencial de producción en España es de 163TWh/año (la producción en 2023 es de 0,25

TWh) la realidad es que el potencial posible comparado con la producción real queda muy lejos de países como Italia, Francia o Alemania. (Sedigas, 2023)

## **3.2 SITUACIÓN ACTUAL DEL BIOMETANO EN ESPAÑA SEGÚN EL PNIEC**

En España, el aprovechamiento del biogás se encuentra significativamente por debajo de su potencial, situándose entre los países de la UE con mayor capacidad de desarrollo. A pesar de contar con un alto potencial, el país solo dispone de aproximadamente 200 plantas de biogás y menos de una decena de biometano operativas, como se menciona en la Tabla 1 del punto 3.1

Como respuesta a esta situación, en marzo de 2022 el Gobierno de España aprobó la Hoja de Ruta del Biogás, en el marco del PNIEC y la Ley 7/2021 de cambio climático y transición energética. Este documento establece una serie de medidas regulatorias y sectoriales destinadas a impulsar la producción y consumo del biogás, priorizando su uso directo por criterios ambientales, técnicos y económicos. La Hoja de Ruta se encuentra alineada con el Plan REPowerEU, el cual busca reducir la dependencia de la UE de los combustibles fósiles rusos mediante el fomento del biometano, estableciendo un objetivo indicativo de producción de 35 bcm anuales para 2030.

Además, la regulación europea reciente ha reforzado el apoyo al sector con iniciativas como el Reglamento sobre la reducción de emisiones de metano en el sector energético, la Directiva sobre mercados interiores de gas natural y gases renovables, y la Directiva (UE) 2023/2413, que reconoce la contribución del biometano en los objetivos de consumo de biocarburantes y combustibles renovables en el transporte.

A nivel nacional, la Orden TED/728/2024 establece mecanismos de fomento para los biocarburantes y combustibles renovables, incluyendo el biogás y el biometano, especialmente en sectores como la aviación y la navegación. Asimismo, se ha implementado

un sistema de Garantías de Origen para gases renovables, permitiendo certificar su sostenibilidad y reducción de emisiones.

### **3.2.1 OBJETIVOS DEL PNIEC EN RELACIÓN CON EL BIOMETANO**

1. Promoción de la producción y consumo de biogás y biometano.
2. Minimización de emisiones de GEI en la producción y distribución de biogás/biometano.
3. Simplificación y coordinación de los procesos de autorización y tramitación de nuevas plantas de producción.
4. Clarificación de la regulación aplicable en ámbitos energéticos, ambientales y territoriales.
5. Facilitación del acceso a la red gasista.
6. Incorporación del biometano en el mecanismo de fomento de biocarburantes (SICBIOS).
7. Promoción de proyectos de biogás en el marco del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia (PRTR).
8. Desarrollo de herramientas de evaluación de reducción de emisiones de GEI.
9. Actualización de la Hoja de Ruta del Biogás cada tres años para adaptarse a nuevas condiciones geopolíticas y energéticas.

En abril de 2024 se lanzó una consulta pública sobre la orden que regulará las ayudas a proyectos de biogás y biometano, en el marco del Plan de Recuperación financiado por la UE. Este esfuerzo busca cumplir con los objetivos establecidos en la Hoja de Ruta del Biogás y el PNIEC, contribuyendo al incremento de la producción de biometano. (Gobierno de España, 2023).

### **3.3 REALIDAD DE LA SITUACIÓN DEL BIOMETANO EN ESPAÑA**

A pesar del reconocimiento del biometano en el PNIEC y la aprobación de la Hoja de Ruta del Biogás, se han identificado limitaciones significativas en la ambición política y en la implementación de medidas efectivas. Se critica que los objetivos del PNIEC sean insuficientes, con una meta de solo 20 TWh de biogás para 2030, lo que apenas representa el 5% de la demanda de gas, quedando muy por debajo del 10% recomendado por el Plan REPowerEU de la UE.

Además, uno de los mayores desafíos para el sector es la falta de un marco regulatorio coherente y unificado. Existen numerosas barreras administrativas que afectan la viabilidad de los proyectos, incluyendo la ausencia de normativas claras para la inyección en la red gasista y la fragmentación de regulaciones para la aplicación del digestato entre comunidades autónomas. En este proyecto, se ha decidido utilizar “El plan de Biometanización de Castilla La Mancha” a pesar de desarrollar el proyecto en Navarra, debido a que es la comunidad autónoma con mayor desarrollo legislativo. Por otro lado, la falta de incentivos económicos y fiscales también limita el desarrollo del sector, con una alta fiscalidad que reduce la competitividad del biometano frente a otras fuentes energéticas y la falta de esquemas de apoyo comparables a los existentes en otros países europeos, como puede ser el feed-in-tariff.

Finalmente, la creciente oposición social a numerosos proyectos, encabezada por colectivos ecologistas y asociaciones comunitarias, ha puesto en riesgo diversas iniciativas. A pesar de que se trate de planes con ventajas comprobadas para el entorno natural y el territorio, en ciertas ocasiones son cuestionados de manera injusta, lo que evidencia una carencia de cooperación entre las autoridades, los desarrolladores y los actores medioambientales. (Romero, 2024)

Ante este contexto, este trabajo está centrado en el desarrollo de una planta de biometano en España analizando en el camino las dificultades y facilidades de gestión de una planta de tratamiento de residuos agroindustriales y ganaderos en España en 2025.



## **Capítulo 4. DESARROLLO DEL PROYECTO**

### **4.1 SELECCIÓN DE UBICACIÓN**

Para seleccionar la ubicación primero hay que dilucidar cuales son los factores determinantes a la hora de seleccionar la ubicación.

- Potencial de biometanización de las comunidades autónomas
- Conexión a gas
- Competencia
- Disponibilidad de residuos

Existen otros factores como urbanismo y medioambiente que se estudiaran una vez se tenga ubicado el municipio.

#### **4.1.1 POTENCIAL DE PRODUCCIÓN DE BIOMETANO**

Para seleccionar la ubicación correcta es necesario investigar cuáles son las principales comunidades autónomas en términos de producción de biometano. Según el informe de Sedigas de 2023, las 3 principales comunidades en posible producción de biometano son Castilla y León, Andalucía y Castilla-La Mancha

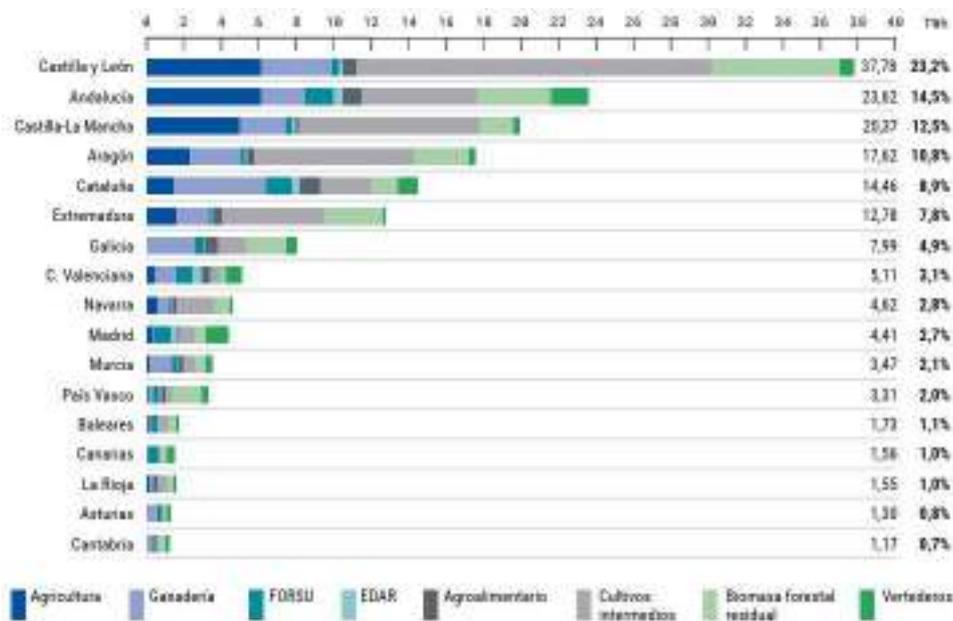


Figura 4. Potencial de producción total de biometano por CC.AA. en función del tipo de residuo. (Sedigas, 2023)

En este trabajo se decide seleccionar una zona con menor potencial para así demostrar la capacidad real de todas las comunidades autónomas en España. Se decide seleccionar en el entorno de Navarra y La Rioja, para seleccionar el emplazamiento es necesario realizar un análisis de los residuos de la zona y la capacidad de conexión a la red de gas.

#### 4.1.2 CAPACIDAD DE CONEXIÓN A GAS

Un factor determinante es la posibilidad de la conexión a gas, para ello es necesario ubicar las redes de transporte y distribución de gas natural. En este proyecto se ha planteado directamente la conexión a red, por ser la opción más desarrollada en la actualidad a nivel europeo y la menos costosa en la inversión.

El procedimiento de conexión de plantas de biometano a la red gasista ha sido recientemente regulado en España mediante la Resolución de la Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia (CNMC) publicada el 30 de abril de 2024. Esta normativa estandariza y homogeneiza la gestión de las conexiones a las redes de transporte y distribución de gas natural, en cumplimiento del Real Decreto-Ley 14/2022 y del Real Decreto 1435/2002.

El procedimiento aprobado establece que la solicitud de conexión debe ser gestionada por los titulares de las redes de transporte y distribución mediante plataformas digitales, garantizando trazabilidad en las comunicaciones. Se establece un criterio de prelación temporal para la tramitación de solicitudes y un coste de hasta 3.000 euros por la elaboración del presupuesto de conexión. La resolución de solicitudes debe producirse en un plazo de 40 días hábiles, y, en caso de aceptación, se formaliza un contrato de conexión.

Finalmente, antes de la puesta en marcha, el nuevo punto de inyección debe ser registrado en el sistema logístico. (BOE, 2024).

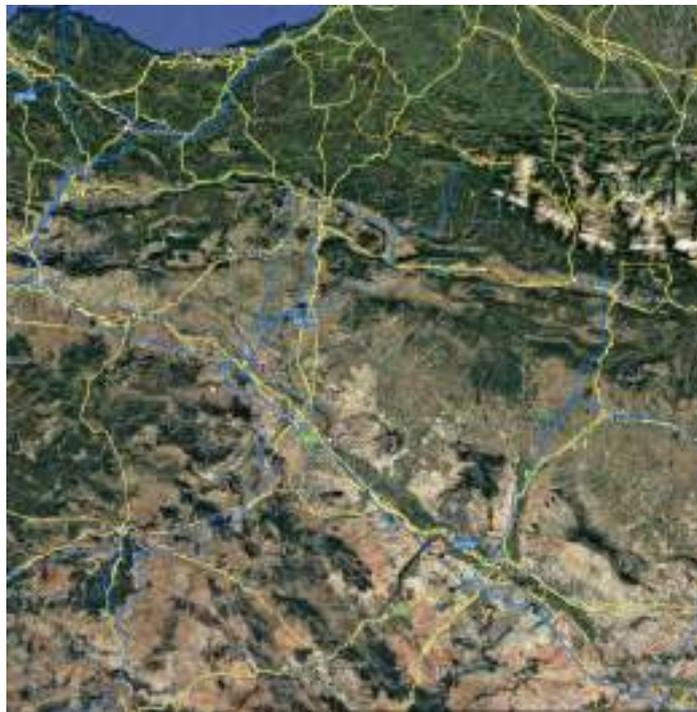
Las regulaciones sobre la conexión de plantas de biometano a la red de gas son gestionadas principalmente a nivel nacional, con enfoques diversos según el país. En el caso de Europa, existen dos tipos principales de redes de gas: la red de transporte, administrada por operadores de sistemas de transmisión (TSO), y la red de distribución, gestionada por operadores de sistemas de distribución (DSO). La red de transporte consiste en gasoductos de alta presión que facilitan el traslado de gas a largas distancias, mientras que la red de distribución está compuesta por tuberías de menor presión destinadas a abastecer residencias, comercios e industrias en un área específica. (GNV Magazine, 2024). En España uno de los principales TSO es Enagás y un ejemplo de DSO y TSO es Nedgia.

Otro de los factores clave que afectan la inyección de biometano en la red es el coste de conexión, que abarca la instalación de estaciones de inyección y la construcción de gasoductos desde las plantas hasta la infraestructura existente. Este coste varía en función de la ubicación del proyecto, el tamaño y capacidad de la planta y la infraestructura de red disponible, lo que conlleva negociaciones sobre la distribución de gastos en distintos países de la UE. (GNV Magazine, 2024). Este aspecto es de especial importancia, ya que requiere que la ubicación del proyecto se encuentre en una distancia aproximada de 1-2 km de distancia, para limitar los costes de inversión.

En 10 de los 28 países de la UE (incluido el Reino Unido), los costes de conexión son compartidos entre los productores de biometano y los operadores de la red. En Francia y Alemania, por ejemplo, estos costes se dividen porcentualmente entre ambas partes,

específicamente para la construcción de gasoductos que conecten la planta con el punto de inyección en la red. (GNV Magazine, 2024) En el caso de España, los costes no son compartidos y son asumidos únicamente por el promotor de la planta.

La resolución de abril de 2024 obliga a los titulares a publicar sus redes de transporte y redes de distribución. Por lo tanto, si ubicamos las redes, se acotan las zonas susceptibles de ubicar la planta de biometano (marcadas en azul). En este caso, se han decidido buscar los actores de la red gasista de Navarra y únicamente se han encontrado redes de Nedgia y Enagás.



*Figura 5. Red de transporte de Enagás en La Rioja, Aragón y Navarra.*

Si ubicamos la red de la distribuidora de Nedgia.

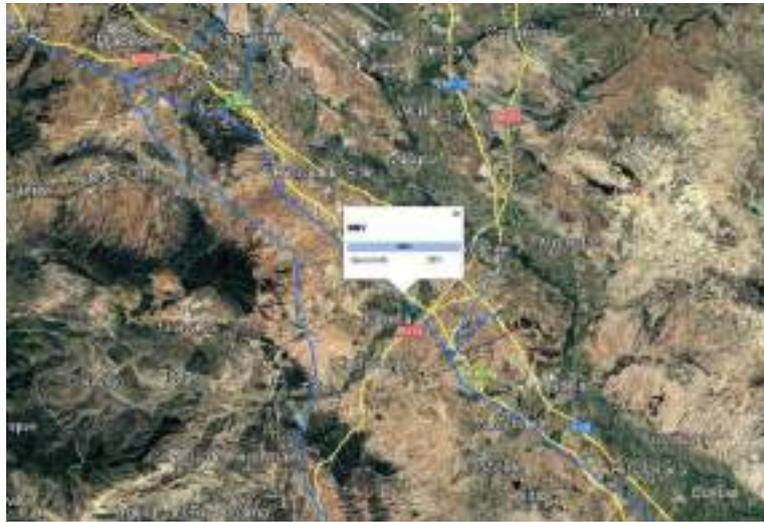


*Figura 6. Red de distribución de Nedgia en La Rioja*



*Figura 7. Red de distribución de Nedgia en Navarra*

Hay varias posibilidades dentro de la red gasista. Una opción interesante es el gasoducto de Enagás a 80 bar, que cuenta con varias ramificaciones de distribución de Nedgia en la zona sur de Navarra, este de la Rioja.



*Figura 8. Detalle red de Enagás 80bar BBV (Barcelona-Bilbao-Valencia)*

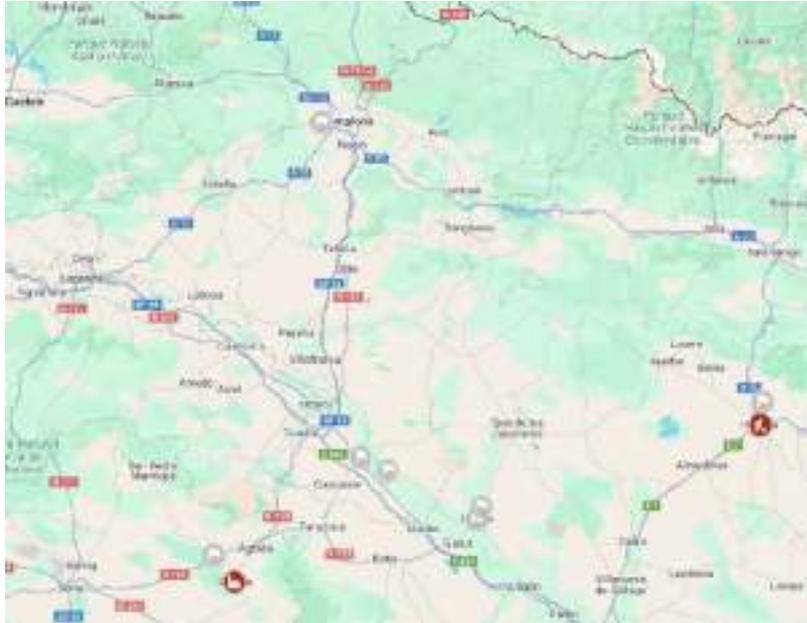


*Figura 9. Detalle red de Nedgia en el sur de Navarra*

Una vez seleccionado la zona interesante de estudio (este de la Rioja-sur de Navarra), se decide analizar la competencia presente en la zona.

### **4.1.3 COMPETENCIA**

Según Gasnam, existen 3 plantas en proyecto en Navarra, 2 en Aragón, 1 en funcionamiento en Soria y otra en proyecto.



*Figura 10. Presencia de competencia en la zona estudiada. (Gasnam, 2024).*

Las más cercanas a la zona interesante:

- Planta de biometano depuradora de Tudela:
  - Ubicada en Tudela, Navarra, es un proyecto promovido por Nilsa, actualmente en desarrollo y con una puesta en marcha prevista para 2026. Esta planta de BioGNC aprovechará fangos y lodos como origen del residuo, con una producción estimada de 11 GWh/año. (Gasnam, 2024)
  
- Planta de biometano de Cabanillas:
  - Ubicada en Cabanillas, Navarra, es un proyecto de BIOVEC MEDIOAMBIENTE S.L., actualmente en desarrollo y con una puesta en marcha prevista para el cuarto trimestre de 2023. Esta planta producirá BioGNC. (Gasnam, 2024)

La planta de biometano planteada en este trabajo fin de máster, no está centrada en desarrollar la planta de biometanización a partir de fangos y lodos, por lo tanto, la planta de Tudela realmente no es competencia. Por otro lado, La planta de Cabanillas (Navarra), en

operación desde 2012 con ampliaciones en 2022 y 2023/24, trata un volumen de 12.000 Tm/año de deyecciones porcinas y 8.000 toneladas de residuos, lo que indica que, si existen residuos suficientes en la zona, no representaría una competencia significativa para nuevos proyectos de biometano. (Biovec, 2025).

#### ***4.1.3.1 Análisis de residuos de la zona***

Teniendo en cuenta la competencia y las redes de transporte y distribución, se decide seleccionar el municipio de Corella (Navarra) para realizar un estudio preliminar de los residuos presentes en la zona.

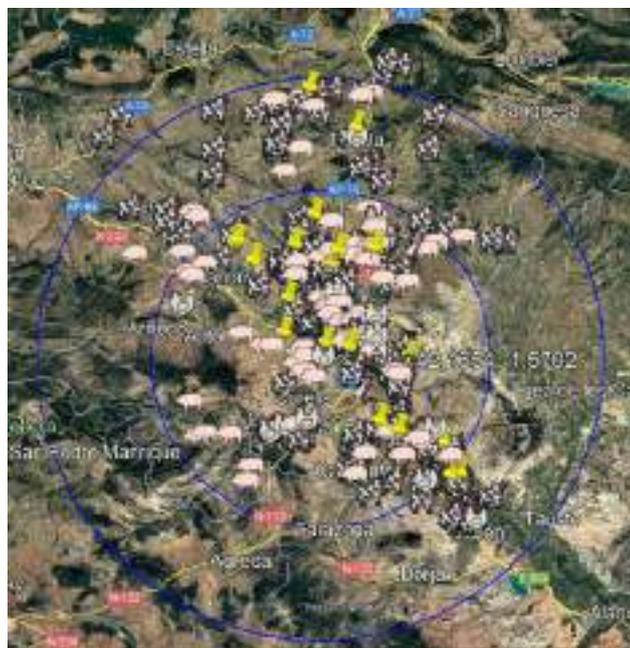
Para realizar el análisis, se han consultado el Registro General de explotaciones ganaderas (REGA) de La Rioja y Navarra. el Registro Estatal de Fuentes y Emisiones Contaminantes (PRTR) y El economista (registro de empresas) una vez consultadas las empresas que tienen residuos orgánicos susceptibles de producir biogás, se ha elaborado la tabla 2 presente en el Anexo I con las principales empresas de la zona, tipo de residuo, ubicación y distancia en kilómetros. En un radio de 50 km se han encontrado el siguiente número de explotaciones:

<b>Residuo</b>	<b>N.º de explotaciones</b>
Purín porcino	89
Gallinaza	13
Industria Alimentaria	21
Vacuno	1*
Matadero	2

\*Corresponde a un gestor con un número amplio de ganaderías

*Tabla 2. Número de explotaciones con residuos ganaderos y agroindustriales en la zona seleccionada*

La variedad de residuos disponibles en las cercanías permite elaborar una dieta equilibrada de residuos orgánicos para alimentar los digestores anaerobios. En la zona existe una gran presencia de gallinaza, purín porcino y restos de la industria alimentaria con 126 explotaciones en un radio inferior a 50 kilómetros de distancia. Posicionando estas explotaciones en el mapa, se puede observar como la gran mayoría de las explotaciones se encuentran en un radio de 30 km alrededor de Corella (Navarra) y Alfaro (La Rioja)



*Figura 11. Mapa de residuos en un radio de 30 y 50 km.*

Para este tipo de proyectos resulta interesante para la viabilidad del proyecto encontrar empresas con residuos interesantes y hacerlos socios participativos para desarrollar conjuntamente la planta de biometano.

Las plantas de biometano en pequeñas ganaderías o agroindustrias ofrecen múltiples ventajas. Permiten utilizar el biogás generado como combustible para la propia industria o para vehículos de empresa, además de poder inyectarlo en la red de gas (Biogás Industrial, s.f.).

Asimismo, optimizan la gestión de residuos orgánicos al aprovechar los digeridos como fertilizantes o compost, pudiendo ser estos aplicados en los terrenos del propietario de los terrenos en producción.

Por lo que, estas plantas pueden diseñarse para una única industria o para cooperativas que gestionen residuos de diferentes explotaciones, mejorando así su eficiencia y rentabilidad. (Biogás Industrial, s.f.) .

En conclusión, en la zona hay una alta presencia de explotaciones ganaderas que permiten desarrollar una planta de biometano a partir de residuos industriales y ganaderos.

#### **4.1.4 SELECCIÓN DEL EMPLAZAMIENTO**

Se decide seleccionar el siguiente emplazamiento por diversas razones:



*Figura 12. Emplazamiento en Corella*

- Las dos parcelas conforman un total de 10 ha.
- Lindan con la carretera NA-161.
- Se encuentra a 1,5 kilómetros del punto de conexión 29 del gasoducto de Enagás BBV.

- Alejada a más de 2 kilómetros de la población



*Figura 13. Mapa del emplazamiento seleccionado*

En verde, destacan las parcelas seleccionadas, en rojo el gasoducto que habrá que construir para poder conectarse a la red de gas y en blanco el núcleo poblacional de Corella alejado a más de dos kilómetros para evitar la posible presencia de olores en el pueblo.

#### **4.1.4.1 Prefactibilidad urbanística**

Se tratan de parcelas rústicas de regadío, con un total de 10 hectáreas, siendo su uso como planta de biometano autorizable si el proyecto es de interés general o si es de uso energético según el Plan General Municipal de Corella.

A nivel de edificación cruza por la parcela un tendido eléctrico y una acequia según los planos del P.G.M.

				CORELLA 1	
				I	II
INFORMACION	PARCELAS CATASTRALES	IDENTIFICACION	POLÍGONO	12	3
			PARCELA	680	892
		SUPERFICIES	EDIFICIOS EXISTENTES TOTAL	NO	
	DISTANCIA A NÚCLEOS URBANOS			10,59	
				2,1 km a CORELLA. LÍMITROFE CON ALFARO	
	PRESENCIA CERCANA DE ELEMENTOS TERRITORIALES		VIAS DE TRANSPORTE	LINDA AL OESTE CON NA-161	
		ELEMENTOS MEDIO AMBIENTALES	RED NATURA	NO	
			AGUA	ACEQUIA	
			VIAS PECUARIAS	NO	
		REDES DE SERVICIOS	ELECTRICIDAD	TENDIDO AÉREO QUE CRUZA EN LA ESQUINA	
			GASODUCTO	NO	
CONSIDERACIONES TÉCNICAS Y DE IMPLANTACIÓN	CONEXIÓN A GASODUCTO	DISTANCIA A ESTACIÓN DE REGULACIÓN Y MEDIDA (ERM)		A 1,45 km	
PLANEAMIENTO TERRITORIAL Y URBANÍSTICO	PLANEAMIENTO TERRITORIAL	P.O.T. 5 - EJE DEL EBRO	ESPACIOS ESPECIAL	NO ES NINGÚN ESPACIO DE ESPECIAL PROTECCIÓN. SÓLO CONSTA COMO SUELO DE	
	PLANEAMIENTO URBANÍSTICO	P.G.M. CORELLA	CLASE Y CATEGORÍA	S.N.U.-REDADIO TIPO 2	
			COMPATIBILIDAD DEL USO	AUTORIZABLE EN INTERÉS PÚBLICO Y/O ENERGÉTICO GENERAL. PROHIBIDO EN INDUSTRIAL	
			OTROS: AREAS DE INTERÉS ESTERARIO	NO	
NORMATIVA SECTORIAL	D.F. 84/1990 ACTIVIDADES INDUSTRIALES: PARAMETROS EDIFICACIÓN		SÍ ES DE APLICACIÓN EN TODO CASO, PUDIENDO EL P.G.M. DE CORELLA ESTABLECER PARAMETROS MÁS RESTRICTIVOS		

Tabla 3. Resumen análisis urbanístico. (P.G.M, Geoportal, Google Earth)

#### 4.1.4.2 Prefactibilidad medio Ambiental

Las parcelas cumplen medioambientalmente con los parámetros necesarios, el único problema es que no admite compostaje, pero se puede plantear la aplicación del digestato bruto, digestato sólido y digestato líquido, según El Real Decreto 1051/2022, de 27 de diciembre, establece normas para la nutrición sostenible en los suelos agrarios.

ASPECTO MEDIOAMBIENTAL	CORELLA 1
Tipo de cultivo (regadío/secano)	Regadío
Clase agrológica	III
Vulnerabilidad a nitratos	NO
Vulnerabilidad de acuíferos	Media
Cercanía a cursos de agua naturales	NO
Inundabilidad	NO
Cercanía de elementos de Patrimonio y paisaje	NO
Catastro minero	NO
Cercanía a instalaciones eólicas	3,11 km
Cercanía a instalaciones fotovoltaicas	630 m
HIC Y HÁBITATS NATURALES	NO
Áreas de importancia de la avifauna esteparia	NO
Cercanía a espacios protegidos	NO
Montes públicos	NO
Vías pecuarias	NO
Bienes Comunales	NO
Ubicaciones potenciales Plan de Residuos Navarra Compostaje y fracción resto	NO APTO CON COMPOSTAJE

*Tabla 4. Resumen análisis medioambiental. (P.G.M, GEOPortal)*

El emplazamiento no presenta afecciones ambientales significativas ni está en zonas protegidas, lo cual es favorable. La calidad del suelo es media y se encuentra alejado de captaciones de agua y núcleos poblacionales

## Capítulo 5. DISEÑO DE LA INSTALACIÓN

### 5.1 PARÁMETROS TÉCNICOS

La digestión anaerobia es un proceso biotecnológico complejo que depende de múltiples factores microbiológicos, operativos y de diseño, cuyo objetivo es maximizar la producción de biogás o biometano y la valorización del digerido. Su eficiencia se basa en la correcta selección de sustratos, el control de los parámetros de operación y el adecuado diseño de los digestores. Según el plan de Biometanización de Castilla La-Mancha de 2024, estos son los principales parámetros que necesitan un control.

#### 1. Tipo de digestión: vía húmeda y vía seca

La digestión anaerobia se clasifica, en función del contenido de sólidos totales en el digestor, en:

- **Vía húmeda:** contenido de sólidos totales menores al 15 %. Requiere dilución de los sustratos.
- **Vía seca:** contenido de sólidos entre 15 % y 40 %. No requiere dilución, siendo más eficiente en el uso del agua.

Esta distinción afecta directamente al tipo de digestor, a los sistemas de agitación necesarios y al diseño general de la planta.

(Castilla La-Mancha, 2024)

#### 2. Temperatura: mesófila y termófila

La temperatura de operación influye en la actividad de las bacterias metanogénicas:

- **Mesófila:** entre 30 °C y 45 °C (óptimo entre 37 °C y 40 °C).

- **Termófila:** entre 50 °C y 60 °C (óptimo en torno a 55 °C).

El **Reglamento (UE) 2019/1009** establece requisitos de temperatura para garantizar la higienización del digerido. Ejemplos de perfiles térmicos:

- Digestión termófila: 55 °C durante 24 h, con TRH de al menos 20 días.
- Pasteurización: 70 °C durante 1 h.
- Compostaje posterior: entre 55 °C y 70 °C durante 3 a 14 días.

(Castilla La-Mancha, 2024)

### **3. Tiempo de retención hidráulico (TRH)**

El TRH es el cociente entre el volumen del digestor y el caudal de alimentación. Representa el tiempo que el sustrato permanece en el digestor y es clave en el diseño del volumen de la planta. Este valor depende del tipo de sustratos utilizados. Valores típicos oscilan entre 15 y 30 días, pero depende de la configuración elegida.

(Castilla La-Mancha, 2024)

### **4. Relación Carbono: Nitrógeno (C: N)**

La relación C: N óptima se sitúa entre 20:1 y 30:1.

- Valores inferiores a 15:1 generan exceso de amonio, lo cual inhibe la actividad microbiana.
- Valores superiores a 40:1 implican deficiencia de nitrógeno, lo que ralentiza la multiplicación bacteriana.

(Castilla La-Mancha, 2024)

## **5. Agitación del digestor**

La agitación asegura la homogeneidad del sustrato dentro del digestor, evitando la formación de sedimentos, costras y zonas muertas. Puede ser mecánica, hidráulica o neumática. Además, permite una mejor distribución térmica y evita la acumulación local de inhibidores.

(Castilla La-Mancha, 2024)

## **6. pH y alcalinidad**

El pH óptimo se encuentra entre 6,7 y 7,2, pudiendo oscilar entre 6,5 y 7,5 sin afectar gravemente el proceso. La alcalinidad natural de los sustratos, especialmente en estiércoles y purines, actúa como sistema tampón que evita variaciones bruscas de pH.

(Castilla La-Mancha, 2024)

## **7. Ácidos grasos volátiles (AGV)**

La acumulación de AGV es un indicador de inestabilidad. Valores superiores a 5.000 mg/L pueden inhibir la digestión. Se relaciona con sobrealimentación, presencia de inhibidores o fallos térmicos. Un descenso del pH causado por AGV afecta directamente a las bacterias metanogénicas.

(Castilla La-Mancha, 2024)

## **8. Inhibidores del proceso**

Existen múltiples sustancias que pueden inhibir total o parcialmente la digestión anaerobia. A continuación, se presentan las más comunes:

Inhibidor	Concentración crítica	Comentarios
<b>Oxígeno (O<sub>2</sub>)</b>	> 0,1 mg/L	Inhibe a las arqueas metanogénicas obligadas
<b>Sulfuro de hidrógeno (H<sub>2</sub>S)</b>	> 5,0 mg/L	Mayor inhibición a pH bajo
<b>Amonio (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>)</b>	> 3.500 – 4.500 mg/L	Inhibición aumenta con bajas temperaturas y pH
<b>Ácidos grasos volátiles</b>	> 5.000 mg/L	Inhibición progresiva de bacterias
<b>Metales pesados (Cu, Zn...)</b>	Cu > 50 mg/L, Zn > 150 mg/L, etc.	Efecto solo en metales disueltos. Posible precipitación.
<b>Antibióticos, desinfectantes</b>	No especificado	Efectos específicos. Evaluación individual necesaria.

*Tabla 5. Inhibidores del proceso de digestión Anaerobia. (Castilla La-Mancha, 2024)*

### Medidas preventivas:

- Estudio previo de la dieta y trazabilidad de los sustratos.
- Evitar sobrealimentaciones.
- Controlar la hermeticidad de la planta.

(Castilla La-Mancha, 2024)

## 9. Estrategia de alimentación

Existen dos modalidades principales:

- **Alimentación continua:** permite mayor estabilidad y rendimiento.
- **Alimentación por lotes (batch):** se utiliza principalmente en digestión seca. Requiere vaciado y llenado periódico.

Las bacterias se adaptan mejor a planes de alimentación regulares y constantes.

(Castilla La-Mancha, 2024)

## **10. Otros factores relevantes**

- **Etapas:** se puede emplear un digestor único o incluir postdigestores.
- **Uso final del biogás:** si se convierte en biometano, requiere sistemas adicionales de purificación.
- **Velocidad de carga orgánica (VCO):** debe mantenerse entre 2,0 y 5,0 kg SV/(m<sup>3</sup>·día), en función de los sustratos.

(Castilla La-Mancha, 2024)

## 5.2 BASES DE DISEÑO

El primer paso para realizar el diseño de la instalación consiste en realizar una dieta en base a los residuos encontrados por la zona de Corella. El dimensionado de la instalación se efectúa a partir de la siguiente cantidad y composición de los siguientes residuos orgánicos.

Datos entrada				
Residuo	Tn/año	%	TS(%)	VS (%)
Purín de cerdo	90.000	51%	6,0%	80,0%
Purín de vacuno	5.000	3%	10,0%	85,0%
Estiércol vacuno	20.000	11%	25,0%	80,0%
Gallinaza	35.000	20%	30,0%	75,0%
Restos agrícolas	26.000	15%	18,0%	86,0%
<b>TOTAL</b>	<b>176.000</b>	<b>100,00%</b>	<b>14,8%</b>	<b>79,2%</b>

Tabla 6. Menú de referencia

Para el cálculo de la producción de biometano, se han utilizado las bases de datos de Vertex Bioenergy, en lo que analíticas se refiere. Para el cálculo de la producción de biometano se han usado datos genéricos de densidad biogás 1,2 kg/m<sup>3</sup> y un PCI de 10,86 KWh/m<sup>3</sup>. (FAO, 2011).

A continuación, se muestran en detalle los cálculos de las bases de diseño de la dieta, según lo mencionado en el punto 5.1.

### 1. Tipo de digestión

Se ha decidido seleccionar el tipo de digestión vía húmeda, al ser el %TS (Sólidos totales) inferior al 15% y esta vía a diferencia de la vía seca permite eliminar los impropios existentes en el residuo.

### 2. Temperatura

Se decide seleccionar un proceso mesófilo, en torno a los 40 °C.

### 3. Producción de biometano

Para el cálculo de la producción de biometano, se han utilizado las bases de datos de Vertex Bioenergy, en lo que analíticas se refiere. Por otro lado, se han usado datos genéricos de densidad biogás 1,2 kg/m<sup>3</sup> y PCI de 10,86 KWh/m<sup>3</sup>. (FAO, 2011).

Los cálculos realizados a partir del menú de entrada en la planta representado en la Tabla 6, son los siguientes:

$$\text{Producción biogás} \left( \frac{\text{Nm}^3}{\text{año}} \right) = \frac{T_n}{\text{año}} * \%MS * \%VS * \left( \frac{\text{Nm}^3 \text{ biogás}}{t \text{ VS}} \right) = 9.098.205 \frac{\text{Nm}^3}{\text{año}}$$

$$\text{Producción biometano} \left( \frac{\text{Nm}^3}{\text{año}} \right) = \text{Producción biogás} \left( \frac{\text{Nm}^3}{\text{año}} \right) * \%CH_4 = 5.289.378 \frac{\text{Nm}^3}{\text{año}}$$

$$\text{Producción biometano (GWh)} = \left( \frac{\text{Producción biometano} \left( \frac{\text{Nm}^3}{\text{año}} \right) * \text{PCI} \left( \frac{\text{KWh}}{\text{m}^3} \right)}{10^6} \right) = 57,4 \frac{\text{GWh}}{\text{año}}$$

Datos entrada	Potencial Biometanización		Producción total				
Residuo	Nm <sup>3</sup> / Tn VS	% CH <sub>4</sub>	Biogas producido Nm <sup>3</sup> /año	BioCH <sub>4</sub> producido Nm <sup>3</sup> /año	% CH <sub>4</sub> / año	GWh producido	% GWh
Purín de cerdo	383	60,0%	1.654.560	992.736	18,8%	10,78	18,8%
Purín de vacuno	382	55%	162.350	89.293	1,7%	0,97	1,7%
Estiércol vacuno	400	55%	1.600.000	880.000	16,6%	9,56	16,6%
Gallinaza	517	58%	4.071.375	2.361.398	44,6%	25,64	44,6%
Restos agrícolas	400	60,0%	1.609.920	965.952	18,3%	10,49	18,3%
<b>TOTAL</b>		<b>58,1%</b>	<b>9.098.205</b>	<b>5.289.378</b>	<b>100%</b>	<b>57,4</b>	<b>100%</b>

Tabla 7. Cálculo de la producción de biometano anual

En principio no se prevé una recirculación (mediante fracción líquida del digestato) en los procesos de digestión anaerobia, los contenidos en Materia Seca (MS) se consideran inferiores al 14-15%, como se muestra en la Tabla 6. Además, la inclusión de la recirculación aumenta la producción de digestato y el volumen de los digestores aumentando el Capex.

La producción estimada de biogás en la digestión anaerobia es de: 9.098.205 m<sup>3</sup>/año, que será depurado mediante un sistema de desulfuración y un posterior upgrading para obtener

un biometano apto para su inyección a red como una fuente de energía limpia equivalente a 57,4 GWh/año.

#### **4. TRH (Tiempo de retención hidráulica)**

El dimensionamiento del sistema de digestión anaerobia se ha basado en una carga total de residuos orgánicos de 176.000 toneladas al año, compuesta por purines, estiércoles y residuos agrícolas. Considerando las densidades de cada uno de los residuos, el caudal diario de entrada al sistema se estima en:

$$Q \text{ digestores primarios } \left( \frac{\text{m}^3}{\text{día}} \right) = 614,2 \frac{\text{m}^3}{\text{día}}$$

Para el tratamiento de esta carga, se ha optado por una configuración compuesta por 3 digestores primarios y 2 digestores secundarios, todos del mismo tipo, con un volumen útil de 5.350 m<sup>3</sup> por unidad. Esta solución responde a un compromiso entre eficiencia del proceso, modularidad operativa y capacidad de mantenimiento.

La ecuación general para el cálculo del tiempo de retención hidráulico es:

$$\text{TRH} = \frac{V \text{ util digestor (m}^3\text{)}}{Q \text{ día } \left( \frac{\text{m}^3}{\text{día}} \right)}$$

Aplicando esta fórmula, el TRH en los digestores primarios ( $3 \times 5.350 \text{ m}^3 = 16.050 \text{ m}^3$ ) es:

$$\text{TRH}_{\text{primarios}} = \frac{V \text{ util digestor (m}^3\text{)}}{Q \text{ día } \left( \frac{\text{m}^3}{\text{día}} \right)} = \frac{16.050 \text{ m}^3}{614,2 \frac{\text{m}^3}{\text{día}}} = 26,15 \text{ días}$$

Cabe destacar que, al tratarse de una configuración en serie 3+2, el caudal que entra a los digestores secundario no es idéntico al de los primarios. Durante la digestión anaerobia se produce una pérdida de masa en forma de biogás, lo que implica una ligera reducción del volumen tratado en la segunda etapa. Los cálculos de la producción de digestato total son 165.082 tn/año, suponiendo que entran a los postdigestores 169.000 t/año, lo que significa una reducción del 4%.

$$Q \text{ digestores secundarios } \left( \frac{\text{m}^3}{\text{día}} \right) = 614,2 \frac{\text{m}^3}{\text{día}} * 0,96 = 589,6 \frac{\text{m}^3}{\text{día}}$$

Para los digestores secundarios ( $2 \times 5.350 \text{ m}^3 = 10.700 \text{ m}^3$ ), el TRH correspondiente es:

$$\text{TRH}_{\text{secundarios}} = \frac{V \text{ util digestor } (\text{m}^3)}{Q \text{ día digestato } \left( \frac{\text{m}^3}{\text{día}} \right)} = \frac{5.350 \text{ m}^3}{589,6 \frac{\text{m}^3}{\text{día}}} = 9,07 \text{ días}$$

El TRH total del sistema (configuración en serie) es:

$$\text{TRH} = \text{TRH}_{\text{primarios}} + \text{TRH}_{\text{secundarios}} = 35,21 \text{ días}$$

Esta configuración se considera adecuada para una digestión anaerobia mesófila, ya que permite un tiempo suficiente para la degradación de la materia orgánica y una postdigestión eficiente, facilitando un digestato estabilizado y con menor contenido en sólidos volátiles.

## 5. Relación C/N

La relación carbono/nitrógeno es un parámetro clave en la estabilidad del proceso de digestión anaerobia, ya que influye directamente en el equilibrio nutricional de los microorganismos metanogénicos. Un rango adecuado de C/N garantiza una degradación eficiente de la materia orgánica sin acumulación de amoníaco ni inhibiciones. En este caso, la mezcla de sustratos seleccionada presenta una relación C/N de 34, lo que se sitúa dentro del rango óptimo recomendado, comprendido entre 20 y 40 (Castilla La-Mancha, 2024). Por tanto, no se esperan efectos inhibidores derivados de un exceso de nitrógeno ni de una carencia de carbono estructural.

Sustrato	C/N
Excretas bovinas	25
Excretas equinas	50
Excretas porcinas	16
Hojas Secas	41

Tabla 8. Relación C/N (FAO, 2011)

La dieta utilizada combina diferentes fracciones orgánicas con valores variables de C/N. Los datos relativos al purín de cerdo, purín vacuno, estiércol vacuno y gallinaza han sido proporcionados por Vertex Bioenergy, mientras que los valores de referencia para el resto de los componentes (como excretas equinas u hojas secas) han sido extraídos de la base de datos de la FAO (Food and Agriculture Organization). Esta combinación ha permitido lograr un equilibrio adecuado en la mezcla alimentada al digestor.

Residuo	Tn/año	kg N/t	kg N/año	Kg C/año	C/N
Purín de cerdo	90.000	3,21	288.900	4.622.400	16
Purín de vacuno	5.000	2	10.000	233.000	23
Estiércol vacuno	20.000	5,83	116.600	2.915.000	25
Gallinaza	35.000	10,2	357.000	17.850.000	50
Restos agrícolas	26.000	3,3	85.800	3.517.800	41
<b>TOTAL</b>	<b>176.000</b>		<b>858.300</b>	<b>29.138.200</b>	<b>34</b>

Tabla 9. Relación C/N en base a la dieta seleccionada.

Además, el contenido total de nitrógeno aportado por los sustratos asciende a 858.000 kg N/año, lo cual es un valor relevante para la planificación de la gestión del digestato. No obstante, el emplazamiento del proyecto, situado en el municipio de Corella, no se encuentra en una zona vulnerable a nitratos, según la legislación vigente.

$$\text{Kilogramos de Nitrógeno por tonelada} = \frac{858.300 \text{ kg de Nitrógeno}}{176.000 \text{ tn de entrada}} = 4,88 \text{ kg} \frac{\text{N}}{\text{tn}}$$

Por tanto, a priori, a razón de 4,88 kilogramos de Nitrógeno por tonelada no existen restricciones específicas para la aplicación agrícola del digestato generado, lo que facilita su valorización como fertilizante orgánico en las parcelas colindantes.

## 6. Producción de digestato

Tras el proceso de digestión anaerobia, se evalúa la transformación de la materia orgánica a través de la cuantificación de las fracciones de sólidos volátiles que han reaccionado y aquellas que permanecen en el digestato, así como la determinación de la masa seca final, el contenido de agua y la cantidad total de digestato generado. Esta información es fundamental tanto para valorar la eficiencia del proceso como para el correcto dimensionamiento del sistema y la planificación de la gestión posterior del subproducto resultante.

Residuo	Datos entrada			Digestion				
	Tn/año	TS(%)	VS (%)	SV reaccionan (t)	SV digestato (t)	MS digestato	Agua	Digestato Total
Purín de cerdo	90.000	6,0%	80,0%	1.985	2.335	3.415	84.600	88.015
Purín de vacuno	5.000	10,0%	85,0%	195	230	305	4.500	4.805
Estiércol vacuno	20.000	25,0%	80,0%	1.920	2.080	3.080	15.000	18.080
Gallinaza	35.000	30,0%	75,0%	4.886	2.989	5.614	24.500	30.114
Restos agrícolas	26.000	18,0%	86,0%	1.932	2.093	2.748	21.320	24.068
<b>TOTAL</b>	<b>176.000</b>	<b>14,8%</b>	<b>79,2%</b>	<b>10.918</b>	<b>9.727</b>	<b>15.162</b>	<b>149.920</b>	<b>165.082</b>

Tabla 10. Cálculo producción de digestato

En base al balance de materia, y considerando la pérdida de masa asociada a la producción de biogás, se ha calculado la producción bruta de digestato mediante la siguiente expresión:

$$\text{Digestato total} \left( \frac{\text{tn}}{\text{año}} \right) = \text{total residuos de entrada} \left( \frac{\text{tn}}{\text{año}} \right) - \frac{\text{Producción biogás} \left( \frac{\text{Nm}^3}{\text{año}} \right) * 1,2 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}}{1000} =$$

$$165.082 \frac{\text{tn}}{\text{año}}$$

Aplicando los valores disponibles, y tomando una producción estimada de biogás que representa una pérdida de masa de aproximadamente 10.918 toneladas/año, se obtiene un total de 165.082 toneladas de digestato al año. Esta cifra representa el subproducto bruto generado, sin considerar recirculaciones internas u operaciones de postratamiento.

A partir de esta cantidad, se ha determinado un contenido en materia seca (MS) del 9,2%, calculado como la relación entre la masa seca del digestato y la masa total de entrada al sistema:

$$\% \text{ MS digestato} = \frac{\text{digestato total} \left( \frac{\text{tn}}{\text{año}} \right)}{\text{total residuos de entrada} \left( \frac{\text{tn}}{\text{año}} \right)} = 9,18\%$$

Este valor es representativo de un digestato con una consistencia líquida, que puede ser gestionado mediante técnicas de fertirrigación o mediante separación sólido-líquido si se desea valorizar la fracción sólida de forma diferenciada.

## **7. Tipo de alimentación**

En este proyecto se ha optado por un sistema de alimentación continua en los digestores anaerobios, debido a su capacidad para mantener condiciones operativas estables y favorecer una producción constante de biogás. Este tipo de alimentación permite introducir de forma progresiva y uniforme el sustrato en el reactor, evitando sobrecargas orgánicas puntuales y facilitando una degradación más eficiente de la materia orgánica. Según la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA), los digestores de flujo continuo son especialmente adecuados para operaciones de escala media y grande, ya que permiten una gestión más predecible del proceso, una automatización más sencilla y una producción sostenida tanto de biogás como de digestato tratable. (EPA, 2023)

## **5.3 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO**

La correcta planificación del aprovisionamiento y tratamiento de residuos orgánicos es un elemento clave para garantizar el rendimiento operativo de una planta de biometano. Dado

que el proceso de digestión anaerobia está condicionado por una serie de parámetros técnicos como la relación C/N, el pH, la carga orgánica o el tiempo de retención, resulta imprescindible que la entrada de sustratos se gestione con precisión, tanto en su logística externa como en su adaptación interna al sistema digestivo.

En este sentido, la logística de recogida y transporte debe cumplir con estrictos requisitos legales, establecidos en la Ley 7/2022 y el Real Decreto 553/2020. Cada tipo de residuo debe estar codificado (LER), transportado por operadores autorizados y documentado mediante el correspondiente Documento de Identificación del Residuo (DIR). Además, la planta debe contar con contratos de tratamiento formalizados con cada productor, sistemas de trazabilidad digital y vehículos adaptados que garanticen el transporte seguro, estanco y sin emisiones. Esta etapa inicial no solo tiene una función administrativa y ambiental, sino que condiciona directamente la eficiencia del sistema biológico posterior.

El diseño de la planta permite una operación altamente flexible, capaz de adaptarse a una amplia gama de residuos orgánicos. Los digestores están preparados para admitir diversos sustratos (líquidos, sólidos o semisólidos), lo que permite configurar diariamente una dieta o “menú de digestión” según la disponibilidad de materiales. Esta estrategia de codigestión no sólo mejora la estabilidad del proceso, sino que optimiza la producción de biogás y maximiza la recuperación energética y de nutrientes. Cuanto mayor sea la diversidad de los residuos, siempre dentro de los márgenes de tolerancia del sistema, mayor será la eficiencia global del proceso.

En condiciones normales de operación, los residuos programados para su tratamiento se descargan en zonas específicas de recepción: los purines en sus depósitos correspondientes, y los residuos sólidos o semisólidos en la nave de recepción. Allí se someten a operaciones previas como maceración, premezclado, cribado o homogeneización, imprescindibles para asegurar la uniformidad del sustrato y su preparación óptima antes de la alimentación al primer digestor. Esta fase inicial actúa como interfaz crítica entre la logística externa y el corazón biológico del sistema.

Desde el punto de vista organizativo, la planta se estructura en áreas de recepción diferenciadas:

- Zona de purines (porcino y vacuno)
- Zona de estiércol vacuno
- Zona de gallinaza
- Zona de otros residuos orgánicos

Estas áreas garantizan una gestión segura, ordenada y eficiente de los flujos de entrada, permitiendo configurar en tiempo real la dieta del sistema en función de la calidad, disponibilidad y sinergia entre los residuos. A partir de esta base, se despliega una secuencia de equipos y tecnologías (desde tolvas de recepción y sistemas de bombeo hasta digestores anaerobios, unidades de upgrading y líneas de gestión del digestato) que constituyen el núcleo operativo de la instalación.

### **5.3.1 RECEPCIÓN DE CAMIONES**

Para el control preciso de los flujos de entrada y salida en la planta, se han previsto dos básculas electrónicas modelo BMC (BridgeMont Heavy Duty) de Avery Weigh-Tronix, con plataformas de hormigón armado de 52 m<sup>2</sup> cada una (aproximadamente 16 m de largo por 3,25 m de ancho). Estas básculas permiten el pesaje de camiones de hasta 135 toneladas, y están diseñadas para un uso intensivo y continuo.



*Figura 14. Báscula para camiones (Avery Weigh Tronix)*

Su instalación permitirá realizar pesajes independientes de entrada y salida, optimizando la logística y garantizando la trazabilidad de los residuos y productos valorizados. Están equipadas con sensores de alta precisión y sistemas digitales de gestión, con posibilidad de operar en modo automatizado y registrar las operaciones de carga y descarga de forma segura y eficiente.

### **5.3.2 RECEPCIÓN Y PRETRATAMIENTO DE PURINES PORCINO Y VACUNO**

Los purines de vacuno y porcino se descargarán directamente desde el camión de transporte mediante una bomba de transferencia hasta los depósitos de purines desde ahí estos purines podrán mezclarse con el resto de los sustratos o ir al proceso de digestión anaerobio. En ningún momento el purín se descargará al exterior, minimizando las emisiones odoríferas y posibles vertidos accidentales.

#### ***5.3.2.1 Recepción y almacenamiento de purines***

Para el almacenamiento intermedio de purines antes de su incorporación al proceso de digestión anaerobia, se han previsto dos depósitos cerrados, dimensionados de acuerdo con el volumen diario de entrada y las recomendaciones operativas para una gestión segura y eficiente de estos residuos líquidos. El objetivo es contar con un almacenamiento suficiente para cubrir entre 4 y 5 días de retención, evitando así saturaciones, asegurando continuidad

en la alimentación del sistema y proporcionando un margen frente a incidencias logísticas, como podrían ser el suministro en fines de semana y festivos.

El caudal de purines previsto en el menú es de aproximadamente 260,27 m<sup>3</sup>/día, lo que equivale a un volumen acumulado de:

$$V_{\text{acumulado}} = 260,27 \frac{\text{m}^3}{\text{día}} * 4,5 \text{ días} = 1171,23 \text{ m}^3$$

Por tanto, se requiere una capacidad de almacenamiento cercana a los 1200 m<sup>3</sup> en total.

Para satisfacer este requisito, se han seleccionado dos depósitos modulares del fabricante Genap, con una base circular de 16,12 metros de diámetro, con cuatro paneles que hacen un total de 3,12 m de altura, lo que proporcionan un volumen por depósito de:

$$V_{\text{deposito}} = \pi * (16,12/2)^2 * 3,12 = 636,8 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{total}} = 2 * 636,8 = 1273,5 \text{ m}^3$$

$$\text{TRH} = \frac{V_{\text{total}}}{\text{TRH}_{\text{teorico}}} = 4,89 \text{ días}$$

Este volumen cubre con holgura el objetivo de 4,5 días de almacenamiento, garantizando flexibilidad operativa y capacidad suficiente para amortiguar variaciones en el suministro de purines.



*Figura 15. Depósitos de almacenamiento de purines (Genap)*

Además, el sistema está diseñado para funcionar en condiciones cerradas, por lo que los purines se descargan directamente desde los camiones mediante bomba de transferencia, sin exposición al exterior, lo que minimiza las emisiones odoríferas y previene vertidos accidentales. La estructura de los depósitos está fabricada con acero galvanizado de alta resistencia y revestimientos interiores aptos para medios agresivos, asegurando durabilidad, estanqueidad y facilidad de mantenimiento.

Se han instalado dos agitadores por tanque BG500 de Paulmichl de 9KW cada uno para mantener la mezcla homogénea durante el tiempo de retención.

#### ***5.3.2.2 Sistema de bombeo y maceración***

Previamente a su introducción en el depósito de almacenamiento, los purines se someterán a un proceso de maceración húmeda para:

- Realizar una dilaceración de sólidos de gran tamaño.
- Proteger a los componentes de la instalación del deterioro provocado por la materia extraña.
- Evitar atascos y las obstrucciones en las bombas, accesorios y sistemas de tuberías.
- Reducción de viscosidad y homogeneización de los líquidos y/o suspensiones.

El purín almacenado en los depósitos indicados anteriormente podrá derivarse a los siguientes espacios:

- Al sistema de recepción de estiércoles, gallinazas y otros residuos, con el objetivo de bajar el % de MS de estos residuos durante el proceso de mezcla previa a la digestión anaerobia.

El caudal del purín es de 10,85 m<sup>3</sup>/h, por lo que para el proceso de pretratamiento del purín antes de su almacenamiento, se seleccionan un macerador Vogelsang RotaCut RCQ-20, ya

que proporciona una capacidad de hasta 90 m<sup>3</sup>/h, suficiente para manejar con holgura el caudal de operación de 10,85 m<sup>3</sup>/h. Este equipo es especialmente adecuado para medios con una materia seca moderada (6 %), donde el objetivo principal es la homogeneización de la suspensión y la protección frente a obstrucciones.



*Figura 16. Macerador RotaCut RCQ Vogelsang*

El RCQ-20 combina un sistema de maceración eficiente de fibras con un separador de materiales pesados, lo que permite una operación continua y segura. Además, incorpora el sistema ACC (Automatic Cut Control), que ajusta automáticamente la presión de corte, reduciendo el desgaste y el consumo energético. Gracias a su diseño compacto (es también una solución óptima para instalaciones con espacio limitado, manteniendo un equilibrio entre rendimiento, fiabilidad y coste operativo).

Tras el proceso de maceración, el purín debe ser impulsado hasta su almacenamiento temporal y posteriormente derivado hacia otros procesos, como la mezcla con estiércoles y residuos secos. Para garantizar un transporte eficiente y continuo del fluido, se han dispuesto dos bombas lobulares Vogelsang VX100-45 en el sistema antes del depósito y dos bombas lobulares después de los depósitos.



*Figura 17. Bombas Vogelsang VX*

Las dos primeras bombas se instalan inmediatamente después del macerador RotaCut RCQ-20, y se encargan de impulsar el purín dilacerado hacia los depósitos de almacenamiento. Dado que el purín ha sido previamente homogeneizado y presenta una viscosidad reducida, esta bomba trabaja con alta eficiencia a bajo requerimiento de presión, aprovechando su diseño autoaspirante y su capacidad nominal de hasta 17 m<sup>3</sup>/h por bomba.

La segunda línea de bombas se ubica a la salida del depósito de almacenamiento, con derivaciones a cada línea de alimentación sólida (3 salidas), cada una con válvula de control de caudal. Tiene como función trasladar el purín hacia el sistema de mezcla con estiércoles y gallinazas, donde contribuye a reducir el porcentaje de materia seca de estos residuos antes de la digestión anaerobia. Esta configuración, con dos bombas, permite una gestión operativa independiente de la carga y descarga del depósito, garantiza una mayor fiabilidad del sistema, y facilita el mantenimiento sin interrupciones del proceso completo. Ambas bombas comparten el mismo modelo para simplificar el mantenimiento y la gestión de repuestos, y están equipadas con el sistema, que proporciona protección frente a cuerpos extraños y un mantenimiento rápido sin necesidad de desmontaje completo.

### 5.3.2.3 Cálculo de dilución de purines

En los sistemas de digestión anaerobia, especialmente en instalaciones con alimentación continua y sistemas automatizados (como sinfines o bombas), es imprescindible que los residuos introducidos al digestor no presenten un contenido excesivo de materia seca (MS). Valores superiores al 15–17% dificultan enormemente la homogeneización, bombeo y agitación, provocando atascos, fallos mecánicos o incluso pérdida de eficiencia del proceso.

Por esta razón, es fundamental ajustar la MS de la mezcla total que entra al digestor, lo cual se realiza en el tanque de premezcla (premix). En este trabajo, se ha establecido como objetivo técnico alcanzar una materia seca de entrada del 14,8%, que es compatible con las capacidades operativas del sistema.

En el menú de entrada elegido, hay residuos sólidos con un gran porcentaje de materia seca como la gallinaza, estiércol vacuno y restos agrícolas.

Residuo	Tn/año	TS(%)	MS (t/a)
Estiércol vacuno	20.000	25,0%	5.000
Gallinaza	35.000	30,0%	10.500
Restos agrícolas	26.000	18,0%	4.680
<b>TOTAL</b>	<b>81.000</b>	<b>%</b>	<b>20.180</b>

Tabla 11. Residuos sólidos con alta materia seca.

Se calculó la materia seca ideal para cada residuo, suponiendo que todos deberían estar diluidos hasta el 14,8%:

Residuo	Tn/año	TS(%)	MS (t/a)	MS ideal (14,8%)	Exceso de MS
Estiércol vacuno	20.000	25,0%	5.000	2.964	2.036
Gallinaza	35.000	30,0%	10.500	5.186	5.314
Restos agrícolas	26.000	18,0%	4.680	3.853	827
<b>TOTAL</b>	<b>81.000</b>	<b>14,8%</b>	<b>20.180</b>	<b>12.003</b>	<b>8.177</b>

Tabla 12. Objetivo de materia seca ideal de residuos sólidos

Existe un exceso en las materias primas semisólidas de 8.177 tn/año de materia seca que necesitan diluirse con los residuos más líquidos en nuestro caso los purines. Los purines presentes en nuestra dieta presentan las siguientes condiciones.

Residuo	Tn/año	TS(%)	MS (t/a)
Purín de cerdo	90.000	6,0%	5.400
Purín de vacuno	5.000	10,0%	500

*Tabla 13. Materias primas presentes en la dieta seleccionada*

La estrategia es usar estos purines combinados en el mismo tanque de premezcla, lo que permite simplificar el manejo y bombeo. Aunque su contenido conjunto de materia seca es limitado (5.900 tn), su función principal es diluir.

El purín se distribuye proporcionalmente al exceso de materia seca de cada residuo sólido, resultando en:

Residuo	Tn/año	TS(%)	MS (t/a)	MS ideal (14,8%)	Exceso de MS (t/a)	% de exceso de MS	Purin necesario (t/a)
Estiércol vacuno	20.000	25,0%	5.000	2.964	2.036	25%	23.658
Gallinaza	35.000	30,0%	10.500	5.186	5.314	65%	61.732
Restos agrícolas	26.000	18,0%	4.680	3.853	827	10%	9.611
<b>TOTAL</b>	<b>81.000</b>	<b>14,8%</b>	<b>26.080</b>				<b>95.000</b>

*Tabla 14. Distribución uso de purines*

El uso de las 95.000 toneladas de purines (vacuno y porcino) ha sido suficiente para reducir el contenido total de materia seca a exactamente 14,8%, cumpliendo con el requisito técnico del sistema. El cálculo correcto y la distribución de cada uno sería mezclar los purines de vacuno (materia seca del 10%) con los restos agrícolas (materia seca del 18%) y el resto con los purines de cerdo (materia seca del 6%) pero en nuestro caso de estudio se ha decidido almacenar los purines de cerdo y de vacuno en el mismo tanque por lo que no se puede distinguir qué porcentajes de purines se destinan a cada residuo de entrada.

### 5.3.3 RECEPCIÓN Y PRETRATAMIENTO DE GALLINAZA.

Primero de todo, debemos calcular el caudal de entrada diario a la planta de gallinaza, asumiendo una densidad de 500kg/m<sup>3</sup>.

$$Q_{\text{entrada}} = 35000 \frac{\text{tn}}{\text{a}} * \frac{1}{0,5} * \frac{\text{m}^3}{\text{kg}} = 70.000 \frac{\text{m}^3}{\text{año}}$$

$$Q_{\text{entrada gallinaza}} = 70.000 \frac{\text{m}^3}{\text{año}} * \frac{1}{365 \text{ días}} * \frac{1}{24 \text{ horas}} = 8 \frac{\text{m}^3}{\text{hora}}$$

La gallinaza, al igual que el estiércol y restos agrícolas, tiene un alto % de materia seca alrededor de un 30% por lo que es necesario diluirla con los purines de cerdo y de vacuno para bajar el contenido de materia seca. Según el cálculo realizado en el apartado Tabla 14, a la gallinaza le corresponden 61.732 m<sup>3</sup>/año, o lo que es lo mismo, 7,05 m<sup>3</sup>/h.

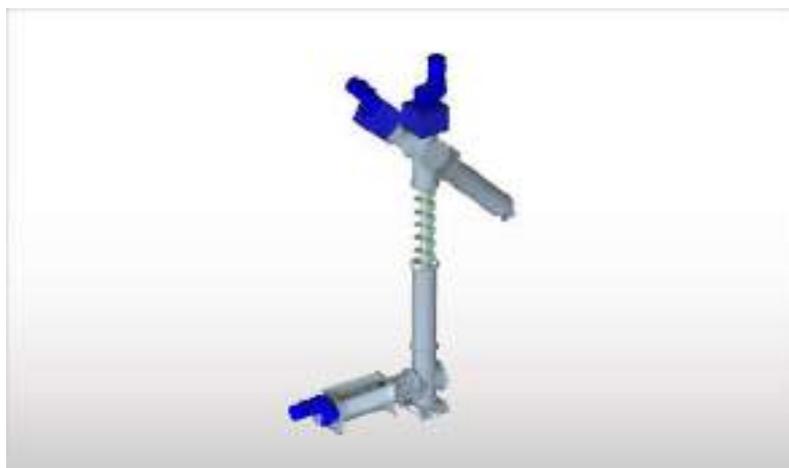
$$Q_{\text{entrada gallinaza+purin}} = 8 \frac{\text{m}^3}{\text{hora}} + 7,05 \frac{\text{m}^3}{\text{hora}} = 15,05 \text{ m}^3/\text{h}$$

La gallinaza, con un contenido de materia seca del 25–30%, se introduce primero en una tolva mezcladora como la de la figura 18. Esta tolva permite homogeneizar el material, facilitar su descarga y evitar que se formen bloques compactos. Gracias a su diseño y sistema de agitación, asegura un flujo constante hacia el siguiente equipo, adaptándose al ritmo de trabajo necesario para el proceso.



*Figura 18. Tolva mezcladora Gallinaza*

Desde la tolva, la gallinaza pasa a un tornillo transportador horizontal del tipo TCB, modelo BFS. Este sinfín está pensado para mover materiales como estiércol de forma eficiente y continua. Se ha elegido el modelo TCB de 200 mm de diámetro ( $\varnothing 200$ ) del sistema de transporte por tornillo sinfín TCB de WAMGROUP, específicamente el modelo BFS (horizontal feeder). Este modelo tiene una capacidad de hasta  $12 \text{ m}^3/\text{h}$ , lo que proporciona un margen suficiente para el caudal requerido de  $7 \text{ m}^3/\text{h}$  de gallinaza. Su diseño robusto y modular lo hace ideal para materiales con alto contenido de sólidos, como estiércol avícola, y es totalmente compatible con la integración al sistema premix de Vogelsang.



*Figura 19. Tornillo sinfín Wamgroup*

Después del transporte horizontal mediante el tornillo sinfín TCB de 200 mm, la gallinaza se mezcla con los purines de cerdo (8 m<sup>3</sup>/h) y se conduce al sistema de mezcla y alimentación líquida premix de Vogelsang, modelo CC55-D1 RCX-58G. Este equipo ha sido seleccionado por su capacidad máxima de 50 m<sup>3</sup>/h, que garantiza un funcionamiento holgado para el caudal combinado de 15 m<sup>3</sup>/h. Además, su diseño compacto permite integrar la mezcla, trituración, separación de cuerpos extraños y bombeo en una sola unidad. Esta solución asegura una suspensión homogénea y lista para alimentar el digestor, mejorando la eficiencia del proceso de digestión y optimizando la producción de biogás.



*Figura 20. Premix de Vogelsang*

### 5.3.4 RECEPCIÓN Y PRETRATAMIENTO DE ESTIÉRCOL VACUNO

Para la recepción y el pretratamiento de estiércol vacuno el proceso necesita la inclusión de un triturador. Tomado como referencia una densidad de estiércol vacuno de 750kg/m<sup>3</sup>.

$$Q_{\text{entrada}} = 20000 \frac{\text{tn}}{\text{a}} * \frac{1}{0,75} * \frac{\text{m}^3}{\text{kg}} = 26.667,67 \frac{\text{m}^3}{\text{año}}$$

$$Q_{\text{entrada estiércol}} = 26.667,67 \frac{\text{m}^3}{\text{año}} * \frac{1}{365 \text{ días}} * \frac{1}{24 \text{ horas}} = 3 \frac{\text{m}^3}{\text{hora}}$$

El estiércol tiene un alto porcentaje de materia seca alrededor de un 25% por lo que es necesario diluirla con los purines de cerdo y de vacuno para bajar el contenido de materia seca. Según el cálculo realizado en la Tabla 14, al estiércol le corresponden 23.658 m<sup>3</sup>/año, o lo que es lo mismo, 2,70 m<sup>3</sup>/h.

$$Q_{\text{entrada estiércol+purín}} = 3 \frac{\text{m}^3}{\text{hora}} + 2,70 \frac{\text{m}^3}{\text{hora}} = 5,70 \text{ m}^3/\text{h}$$

Para el tratamiento del estiércol vacuno, cuyo caudal combinado con purines es de aproximadamente 5,70 m<sup>3</sup>/h, se opta por emplear un sistema compuesto por un triturador, una bomba de tornillo helicoidal y un macerador. A diferencia de la gallinaza, el estiércol vacuno suele contener restos de paja, un material fibroso de difícil descomposición en el digestor. Por este motivo, se requiere una etapa de trituración previa que reduzca su tamaño y facilite su biodegradación. La combinación seleccionada permite homogeneizar el sustrato, reducir la carga de sólidos fibrosos y asegurar una alimentación eficiente al digestor, optimizando así el rendimiento del proceso de biogás.



*Figura 21. Red Unit Vogelsang*

Para el tratamiento del estiércol vacuno con paja, se selecciona una solución compuesta por el sistema RedUnit de Vogelsang, en configuración XRL136-280QD con un caudal holgado de 10 m<sup>3</sup>/permite triturar de forma eficiente materiales sólidos y fibrosos. Posteriormente, el

material se procesa con el PreMix CC55-D1 RCX-58G como el de la figura 20, con un caudal de 40 m<sup>3</sup>/h asegurando una mezcla homogénea con purines y una suspensión lista para alimentar el digestor. Esta configuración garantiza una desintegración eficaz de la paja y una operación estable y continua del sistema.

### **5.3.5 RECEPCIÓN Y PRETRATAMIENTO DE RESTOS AGRÍCOLAS**

Para la recepción y pretratamiento de los restos agrícolas es necesario incluir un triturador, En este caso, se dimensiona con una densidad de 800 kg/m<sup>3</sup>.

$$Q_{\text{entrada}} = 26000 \frac{\text{tn}}{\text{a}} * \frac{1}{0,8} * \frac{\text{m}^3}{\text{kg}} = 32.500 \frac{\text{m}^3}{\text{año}}$$

Los restos agrícolas tienen un alto porcentaje de materia seca alrededor de un 15% por lo que es necesario diluirla con los purines de cerdo y de vacuno para bajar el contenido de materia seca. Según el cálculo realizado en la Tabla 14, a los restos agrícolas le corresponden 9.611 m<sup>3</sup>/año, o lo que es lo mismo, 1,1 m<sup>3</sup>/h.

$$Q_{\text{entrada restos agrícolas+purín}} = 3,71 \frac{\text{m}^3}{\text{hora}} + 1,1 \frac{\text{m}^3}{\text{hora}} = 4,8 \text{ m}^3/\text{h}$$

Para el tratamiento de restos agrícolas, como los residuos de las industrias conserveras de la zona, se selecciona una solución compuesta por el sistema RedUnit de Vogelsang, en configuración XRL136-280QD con un caudal holgado de 10 m<sup>3</sup>/h, que permite triturar de forma eficiente materiales sólidos y fibrosos. Posteriormente, el material se procesa con el PreMix CC55-D1 RCX-58G, como el representado en la figura 20, con un caudal de 40 m<sup>3</sup>/h, asegurando una mezcla homogénea con purines y una suspensión lista para alimentar el digestor. Esta configuración garantiza una desintegración eficaz de los restos vegetales y una operación estable y continua del sistema. En este caso, es fundamental realizar una retirada previa de impropios como cuerdas, plásticos o mallas que pueden acompañar a los residuos de campo, con el fin de evitar obstrucciones y daños en los equipos.

### **5.3.6 DIGESTIÓN ANAEROBIA**

Tras los pretratamientos, las materias primas se introducen de forma continua en un proceso de digestión anaerobia mesófila (40 °C). La instalación cuenta con cinco digestores PowerDigest: tres principales y dos secundarios, de hormigón, 9 m de altura y 29 m de diámetro, con un volumen útil de 5350 m<sup>3</sup>.

La digestión ocurre en cuatro fases (hidrólisis, acidogénesis, acetogénesis y metanogénesis), estabilizando la materia orgánica y produciendo biogás aprovechable energéticamente.



*Figura 22. Digestores PowerDigest*

Cada digester primario dispone de cuatro agitadores Streisal Biobull BIOE 114 G (11 kW). El secundario usa los mismos cuatro agitadores Biobull. Estos sistemas están diseñados para manejar sustratos con alta carga de materia seca, con bajo consumo y fácil mantenimiento.



*Figura 23. Agitadores streisal Biobull*

Todos los digestores incluyen un gasómetro en cubierta para almacenar el biogás.

$$Q_{\text{entrada total}} = Q_{\text{restos agrícolas}} + Q_{\text{purines}} + Q_{\text{estiércol}} + Q_{\text{gallinaza}} = 25,6 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

Entre cada digestor se dispone de una bomba de Vogelsang VX-100-90 que tiene una capacidad de 50 m<sup>3</sup>/h que trata con holgura el caudal de entrada diario de 25,6 m<sup>3</sup>/h.

### **5.3.7 BIOFILTRO**

Para evitar la emisión de olores indeseados en las cercanías de la nave de recepción de sólidos, se ha instalado un sistema de biofiltración con turba gruesa de la marca Burés Profesional. Este biofiltro emplea un material orgánico natural, compuesto por turba de Sphagnum de granulometría gruesa, seleccionada y tratada especialmente para maximizar su porosidad y capacidad de retención de humedad.



*Figura 24. Biofiltro Bures Professional*

Gracias a estas propiedades, el biofiltro permite el crecimiento natural de microorganismos aeróbicos que descomponen compuestos odoríferos presentes en el aire, como el sulfuro de hidrógeno ( $H_2S$ ), el amoníaco ( $NH_3$ ) y otros compuestos orgánicos volátiles (COVs). Estos microorganismos utilizan dichos compuestos como fuente de energía, transformándolos en productos no contaminantes y sin olor, lo que garantiza una salida de aire limpia y sin molestias para el entorno.

El sistema es eficaz incluso en ambientes con altas cargas olorosas y permite un funcionamiento continuo con un mantenimiento mínimo. Su diseño sencillo y natural, junto con una vida útil superior a los 10 años, lo convierte en una solución fiable, económica y sostenible para el control de emisiones atmosféricas en instalaciones con manipulación de residuos orgánicos.

Este tipo de biofiltros, muy utilizados en el norte de Europa, también ofrece beneficios indirectos como la reducción de vectores (insectos, roedores) asociados a los malos olores, mejorando así las condiciones higiénico-ambientales del entorno.

### **5.3.8 SEPARACIÓN SÓLIDO-LÍQUIDO**

Tras el proceso de digestión anaerobia, se generan 165.082 t/año de digestato bruto, con una materia seca total de 15.162 t/año (9,18 %).

Para facilitar su gestión, el digestato se somete a una separación sólido-líquido mediante un separador de tornillo PM300 HYDRO (Fritz Paulmichl GmbH), con capacidad de hasta 65 m<sup>3</sup>/h y rendimiento de hasta un 32 % de materia seca en la fracción sólida. La densidad media resultante de los residuos de entrada es de 785 kg/m<sup>3</sup>.



*Figura 25. Separador sólido -líquido*

En este proyecto, se considera una separación del digestato en:

- 20 % fracción sólida
- 80 % fracción líquida

$$\text{Digestato sólido} = \text{digestato bruto} \times 20\% = 165.082 \frac{\text{tn}}{\text{año}} * 20\% = 33.016 \frac{\text{tn}}{\text{año}}$$

$$\text{Digestato líquido} = \text{digestato bruto} \times 80\% = 165.082 \frac{\text{tn}}{\text{año}} * 80\% = 132.075 \frac{\text{tn}}{\text{año}}$$

Para garantizar un contenido del 30 % de materia seca en el digestato sólido, se estima que:

$$\begin{aligned} \text{MS digestato sólido (tn)} &= \text{MS digestato bruto (tn)} \times 30\% = 15162 \frac{\text{tn}}{\text{año}} * 30\% = \\ &9.905 \frac{\text{tn}}{\text{año}} \end{aligned}$$

$$\text{MS digestato líquido (tn)} = \text{MS digestato bruto} \left( \frac{\text{tn}}{\text{año}} \right) - \text{MS digestato sólido} \left( \frac{\text{tn}}{\text{año}} \right) = 5.257 \frac{\text{tn}}{\text{año}}$$

Estó da como resultado:

- Digestato sólido: 33.016 tn/año, con 30 % de materia seca.
- Digestato líquido: 132.066 tn/año, con un contenido de 3,98% de materia seca.

Para garantizar el transporte continuo del digestato hacia el separador sólido-líquido se incorpora una bomba lobular Vogelsang de la serie VX.

Con un caudal diario equivalente a unos 25 m<sup>3</sup>/h de digestato bruto, se propone utilizar el modelo VX100-90, con una capacidad nominal de hasta 35 m<sup>3</sup>/h, suficiente para operar junto al separador PM300 sin generar cuellos de botella.

En el caso del digestato líquido, tomando una densidad parecida a la del agua de 1050 kg/m<sup>3</sup>.

$$Q_{\text{fracción líquida}} \left( \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \right) = \frac{132.066 \frac{\text{tn}}{\text{año}}}{8760 \text{ horas}} * \frac{1}{1,050 \frac{\text{tn}}{\text{m}^3}} = 14,36 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

Por lo tanto, se decide seleccionar la bomba VX100-64, para bombear el digestato líquido a las balsas de almacenamiento, con una capacidad nominal de 25 m<sup>3</sup>/h.

En resumen, se selecciona el modelo Vogelsang VX100-90 y VX100-64 junto con el modelo Hydro PM300, este último, tiene capacidad suficiente para tratar los 25,6 m<sup>3</sup>/hora de digestato (puede tratar hasta 1560 m<sup>3</sup>/h), posee un diseño móvil y versátil, especialmente por su sistema de descarga elevada que permite cargar directamente en camiones o remolques, agilizando la logística en una planta con alto flujo de vehículos. Esta combinación de eficiencia operativa, facilidad de uso y adaptación a la dinámica de la planta lo convierte en la opción más adecuada para garantizar una separación sólida-líquida eficaz y compatible con las necesidades reales de explotación.

### 5.3.9 ALMACENAMIENTO DE LA FRACCIÓN SÓLIDA

El fango deshidratado se llevará a dos silos de almacenamiento hasta un lugar con trojes y/o pilas de almacenamiento. Este punto facilita tanto la operación continua del proceso como la facilidad de carga de camiones y otorga una capacidad pulmón de almacenamiento que permite una flexibilidad de cara a las empresas externas de transporte de fracción sólida/compost y/o periodos puntuales donde se concentren días festivos.



*Figura 26. Ejemplo de nave de almacenamiento.*

La instalación contempla una zona cerrada para evitar olores, así como evitar el aumento de la humedad por posibles lluvias, tiene 2,5 m de altura, por lo que la capacidad de almacenamiento es la siguiente.

$$\text{Digestato sólido} \left( \frac{\text{tn}}{\text{día}} \right) = \frac{33.016 \text{ tn/año}}{365} = 90,5 \frac{\text{tn}}{\text{día}}$$

Suponiendo que la densidad del digestato sólido es 1tn/m<sup>3</sup>, tenemos 90,5 m<sup>3</sup>/día. El almacenamiento seleccionado para la fase solida es de 20 a 25 días. Haciendo el cálculo.

$$\text{Capacidad almacenamiento digestato sólido} = 90,5 \frac{\text{m}^3}{\text{día}} * 22,5 \text{ días} = 2036 \text{ m}^3$$

Por lo tanto, la capacidad de almacenamiento es de 2036 m<sup>3</sup>, o lo que es lo mismo, 815 m<sup>2</sup> de superficie de la nave con 2,5 metros de altura.

### **5.3.10 ALMACENAMIENTO DE LA FRACCIÓN LÍQUIDA**

Para garantizar una gestión eficiente y segura de la fracción líquida del digestato generado en la planta, se ha dimensionado un sistema de almacenamiento específico basado en balsas a medida, fabricadas por la empresa Genap, especializada en soluciones modulares para líquidos agrícolas e industriales. La fracción líquida del digestato alcanza una producción anual de 132.066 m<sup>3</sup>/año y 362 m<sup>3</sup>/día este efluente proveniente del proceso de separación sólido-líquido se descarga por gravedad y se acumula en unas balsas

$$\text{Digestato líquido} \left( \frac{\text{m}^3}{\text{día}} \right) = \frac{132.066 \frac{\text{m}^3}{\text{día}}}{365} = 362 \frac{\text{m}^3}{\text{día}}$$

Según el Plan Regional de Biometanización de Castilla-La Mancha 2024-2030, el tiempo de almacenamiento requerido para el digerido debe cubrir al menos el periodo de no aplicación más un margen de seguridad del 10%. Esto implica que, si por razones agronómicas, climáticas o normativas hay ciertos meses en los que no se puede aplicar el digerido al suelo, la instalación deberá dimensionarse para poder almacenarlo durante todo ese tiempo, añadiendo además ese margen adicional de seguridad. (Castilla La-Mancha, 2024)



*Figura 27. Balsa de almacenamiento.*

Este periodo de no aplicación puede variar según el tipo de cultivo y la zona geográfica, por lo que se recomienda realizar un estudio agronómico específico para determinar la superficie agraria útil (SAU) disponible y las limitaciones de aplicación en el entorno de la planta (radio de 15 km).

En la práctica, muchas plantas de biometanización diseñan sus balsas de almacenamiento de fracción líquida para una capacidad de entre 4 y 6 meses, con el objetivo de asegurar la gestión durante todo el año, incluso en periodos de exclusión.

Por ello, con el objetivo de asegurar una autonomía operativa se ha seleccionado un almacenamiento de cuatro meses, se ha calculado un volumen total de almacenamiento requerido de 43.440 m<sup>3</sup> aproximadamente

$$\text{Digestato líquido (m}^3\text{)} = 362 \frac{\text{m}^3}{\text{día}} * 120 \text{ días} = 43440 \text{ m}^3$$

La solución adoptada consiste en una balsa de 16.328 m<sup>2</sup> de superficie con una profundidad total de 3,5 metros. De esta profundidad, 0,5 metros se han reservado como fondo libre, en cumplimiento de las buenas prácticas de diseño y las recomendaciones normativas para prevenir desbordamientos debidos a eventos de lluvia intensa o situaciones imprevistas en

la operación. Esto deja una altura útil de almacenamiento de 3,0 metros, lo que permite alcanzar una capacidad efectiva de 48.984 m<sup>3</sup>, mayor a los 4 meses necesarios.

El diseño, realizado a medida por Genap, ofrece no solo la capacidad suficiente para los 120 días previstos, sino también un margen de seguridad, lo cual incrementa la resiliencia operativa del sistema frente a posibles variaciones en la producción, lluvias no contabilizadas o retrasos en la gestión del digestato. Además, el uso de balsas modulares de alta durabilidad y resistencia permite una implantación más flexible y segura, adaptada a las características del emplazamiento y a los requisitos ambientales del proyecto.

### **5.3.11 PRETRATAMIENTO DEL BIOGÁS Y UPGRADING**

Antes de someter el biogás al proceso de upgrading, es imprescindible llevar a cabo un pretratamiento adecuado que garantice la eficiencia y durabilidad de los sistemas de purificación. El biogás crudo, procedente de la digestión anaerobia de residuos orgánicos, contiene no sólo metano (CH<sub>4</sub>) y dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), sino también una serie de impurezas como vapor de agua, sulfuro de hidrógeno (H<sub>2</sub>S), compuestos orgánicos volátiles (COV), siloxanos, oxígeno y nitrógeno. Estas impurezas pueden afectar negativamente el rendimiento del sistema, generar subproductos indeseados o causar corrosión y daño mecánico en los equipos. Por tanto, el pretratamiento implica la deshumidificación, eliminación de H<sub>2</sub>S y partículas, y en algunos casos, el acondicionamiento del biogás mediante ajustes de presión y temperatura. (Biometano, 2023)

Una vez tratado, el biogás es sometido al proceso de upgrading, cuyo objetivo es incrementar la concentración de metano eliminando selectivamente el CO<sub>2</sub> y otros gases residuales. Existen diversas tecnologías de upgrading, entre las cuales destacan:

- **Lavado con agua (PWS):** técnica ampliamente usada que utiliza agua a presión para absorber el CO<sub>2</sub> del biogás, aprovechando su mayor solubilidad en agua. Es sencilla y económica, adecuada para plantas de tamaño medio o grande.

- **Separación por membranas:** emplea membranas semipermeables que permiten el paso preferente del metano, separándolo de los demás componentes. Ofrece alta eficiencia, modularidad y bajos costes de mantenimiento.
- **Adsorción por cambio de presión (PSA):** consiste en el uso de materiales adsorbentes que retienen gases como CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub> y O<sub>2</sub> bajo presión. Posteriormente, la reducción de presión permite su liberación y regeneración del sistema.
- **Absorción química:** se basa en el uso de soluciones líquidas con alta afinidad química por el CO<sub>2</sub>, permitiendo una eliminación eficiente. Aunque alcanza una alta pureza de metano, requiere mayor consumo energético para la regeneración del solvente.
- **Separación criogénica:** enfría el biogás hasta temperaturas muy bajas, licuando selectivamente sus componentes. Es adecuada para la producción de biometano licuado (bioGNL) de alta calidad.
- **Metanización biológica:** tecnología emergente en la que microorganismos convierten el CO<sub>2</sub> y el hidrógeno renovable en metano. Prometedora desde el punto de vista ambiental, aún se encuentra en fase piloto.

La elección de una u otra tecnología depende de múltiples factores: la composición inicial del biogás, el volumen a tratar, el grado de pureza requerido del biometano, y las condiciones económicas y operativas del proyecto. (Biometano, 2023).

Para la planta de biometano de Corella, se ha decidido seleccionar un sistema de upgrading por membranas del proveedor Bright renewables. Primero es necesario conocer el caudal de flujo de biogás a la entrada del sistema de upgrading. En base a nuestra dieta seleccionada, el biogás producido es de 9.098.205 Nm<sup>3</sup>/año.

$$Q \text{ biogás } \left( \frac{\text{Nm}^3}{\text{hora}} \right) = \frac{9.098.205 \frac{\text{Nm}^3}{\text{año}}}{(365 \text{ días} * 24 \text{ horas})} = 1038,6 \frac{\text{Nm}^3}{\text{hora}}$$

Para el proceso de upgrading se ha seleccionado el sistema PurePac Medio de Bright Renewables, basado en tecnología de membranas. Este equipo permite tratar un caudal desde 750 Nm<sup>3</sup>/h a 1500 Nm<sup>3</sup>/h, por lo que existe un margen de variabilidad grande para la planta seleccionada.



*Figura 28. Sistema de upgrading PurePac*

El sistema no requiere productos químicos, lo que reduce la complejidad operativa y el impacto ambiental. Permite alcanzar altas concentraciones de metano (superiores al 97%), adecuadas para su inyección en red o uso como biocombustible.

Posteriormente, se instala una unidad de compresión de la empresa SAFE para llevar el biometano (5.289.378 Nm<sup>3</sup>/año) a presión de la red de transporte de 80bar.

### **5.3.12 APLICACIÓN DEL DIGESTATO**

La aplicación del digestato en suelos agrícolas debe cumplir con una serie de requisitos técnicos y normativos, establecidos principalmente en el Real Decreto 47/2022, sobre la protección de las aguas frente a la contaminación por nitratos de origen agrario, y en el Real Decreto 1051/2022, que regula la nutrición sostenible de los suelos agrarios. Estas normativas establecen límites máximos de nitrógeno aplicable en zonas vulnerables (170 kg

N/ha/año), así como la obligatoriedad de elaborar un plan de abonado ajustado a las necesidades del cultivo, que debe registrarse en el cuaderno digital de explotación. Asimismo, se prohíbe la aplicación en condiciones que favorezcan la escorrentía o pérdidas por volatilización, y se fomenta el uso de buenas prácticas agrarias como la incorporación inmediata al suelo y la gestión precisa de las dosis.

En este contexto, la valorización agronómica del digestato representa una herramienta clave dentro de los principios de la economía circular y la gestión sostenible de residuos orgánicos en el sector agroindustrial. Este subproducto destaca por su elevado contenido en nutrientes como nitrógeno, fósforo y potasio, esenciales para el desarrollo de los cultivos.

Según los datos proporcionados por las estadísticas agrarias de la Comunidad Foral de Navarra, la comarca de la Ribera Baja dispone de una superficie agrícola total de 55.677 hectáreas. De esta superficie, 17.872 hectáreas están destinadas a cultivos extensivos de secano, predominando en ellos el cultivo de cereales de grano.

**RESUMEN POR GRUPOS DE CULTIVOS**

GRUPOS DE CULTIVOS	CLAVE	SECANO (Hectáreas)				REGADÍO (Hectáreas)				TOTAL SECANO Y REGADÍO
		OCUPACIÓN PRINCIPAL	OCUPACIÓN RES PASTIZ-NORES	OCUPADO RES AGRO CASAS	TOTAL	OCUPACIÓN PRINCIPAL	OCUPACIÓN RES PASTIZ-NORES	RES AGRO CASAS	TOTAL	
Cereales grano	160	17.21	0	0	17.21	11.88	0	0	11.88	29.09
Leguminosas grano	200	88	0	0	88	136	0	0	136	224
Tubérculos comestivos forrajes	300	0	0	0	0	17	0	0	17	17
Cultivos herbáceos	480	13	0	0	13	370	0	0	370	383
Frutales y plantas ornamentales	600	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cultivos forrajeros	800	862	0	0	862	0	0	0	0	862
Hortícolas	700	10	0	0	10	0	0	0	0	10
<b>TOTAL CULTIVOS HERBÁCEOS</b>	<b>1801</b>	<b>17.872</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>17.872</b>	<b>23.716</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>23.716</b>	<b>41.588</b>
Citrusas	1100	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Frutales	1200	720	0	0	720	0	0	0	0	720
Viveros	1300	888	0	0	888	0	0	0	0	888
Olivos	1400	111	0	0	111	0	0	0	0	111
Otros cultivos leñosos	1400	11	0	0	11	0	0	0	0	11
Viveros	1600	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>TOTAL CULTIVOS LEÑOSOS</b>	<b>1600</b>	<b>1.126</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1.126</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1.126</b>

Tabla 15. Grupos de cultivos de la Ribera Baja (Comunidad Foral de Navarra)

Por otro lado, los cultivos extensivos de regadío ocupan 28.451 hectáreas, destacando entre ellos las hortícolas, que representan 8.979 hectáreas del total. Finalmente, los cultivos leñosos abarcan una superficie de 9.354 hectáreas, de las cuales 8.198 hectáreas se encuentran en régimen de regadío.

Considerando una producción anual de 132.065,7 toneladas de digestato líquido con un contenido medio de 4,88 kg de nitrógeno por tonelada, se obtiene una carga total de 644.481 kg de nitrógeno al año. Para su aplicación en suelo agrícola, la superficie necesaria dependerá directamente de la dosis de nitrógeno por hectárea que se autorice aplicar.

<b>Dosis de aplicación (kg N/ha)</b>	<b>Superficie necesaria (ha)</b>	<b>Porcentaje sobre superficie total</b>
170	3.791,06	7%
210	3.068,96	6%
250	2.577,92	5%
300	2.148,27	4%

*Tabla 16. Superficie necesaria de aplicación de digestato líquido.*

La tabla 16 recoge las superficies requeridas en función de diferentes dosis de aplicación, expresadas tanto en hectáreas como en porcentaje respecto a la superficie agrícola total de la comarca de la Ribera Baja.

En el caso de la zona donde se ubica la planta, no existe una limitación fija ya que no se encuentra en zonas vulnerables a nitratos, pero se ha decidido seleccionar el límite en 170 kg de N/tn según indica el real decreto 47/2022 anexo III, para las zonas vulnerables a nitratos.



*Figura 29. Mapa de zonas vulnerables a nitratos*

En el caso que se decida ampliar el estudio a otras comunidades con La Rioja Baja, el porcentaje de superficie de la zona estudiada disminuirá, haciendo la aplicación del digestato más sencilla.

## 5.4 CÁLCULOS ENERGÉTICOS

### 5.4.1 CONSUMO TÉRMICO

Para el cálculo del consumo térmico en la planta es condición necesaria calcular la temperatura promedio en el municipio de Corella, para ello, se accede a la ficha meteorológica de Navarra.

	T (°C)
<b>Enero</b>	6,0
<b>Febrero</b>	7,2
<b>Marzo</b>	10,4
<b>Abril</b>	12,7
<b>Mayo</b>	16,6
<b>Junio</b>	20,9
<b>Julio</b>	23,3
<b>Agosto</b>	23,3
<b>Septiembre</b>	19,4
<b>Octubre</b>	15,1
<b>Noviembre</b>	9,6
<b>Diciembre</b>	6,3
<b>ANUAL</b>	<b>14,2</b>

*Tabla 17. Temperaturas medias Corella (Meteo Navarra)*

La temperatura deseada en el digestor según lo mencionado anteriormente trabajamos en régimen mesófilo a aproximadamente 40°C de temperatura. Para hacer el cálculo de la demanda térmica, es necesario conocer los calores específicos de los residuos, por ello se decide calcular el calor específico de cada uno de los residuos en base a esta fórmula, extrayendo los datos de las analíticas.

$$C_p \left( \frac{\text{kcal}}{\text{kg } ^\circ\text{C}} \right) = C_{p,\text{agua}} * \% \text{Humedad} + C_{p,\text{Materia organica seca}} * \% \text{Materia seca}$$

Donde el calor específico del agua es 1 kcal/kg °C y el calor específico de la materia orgánica aproximada es de 0,4 kcal/kg °C (FNR, 2010). Por lo tanto, la tabla de calor específicos queda de la siguiente manera.

<b>Residuo</b>	<b>TS (%)</b>	<b>Cp. (kcal/Kg °C)</b>
Purín de cerdo	6,0%	0,964
Purín de vacuno	10,0%	0,940
Estiércol vacuno	25,0%	0,850
Gallinaza	30,0%	0,820
Restos agrícolas	18,0%	0,892

*Tabla 18. Cálculo calor específico residuos de entrada.*

Como se puede observar, los calores específicos de los purines son próximos al del agua al tener altos contenidos de humedad. Antes de calcular la demanda térmica total, vamos a calcular las pérdidas de calor en el digestor.

#### **5.4.1.1 Pérdida de calor en los digestores.**

Las pérdidas de calor a través de las paredes del digestor y cubierta se calculan mediante la siguiente expresión. (Usando como factor de conversión 1 kW = 859,85 kcal/h)

$$Q \text{ (kWt)} = (U * A * \Delta T) * \frac{1\text{kW}}{859\text{kcal/h}} \text{ )}$$

Donde:

- Q = pérdida de calor (Kcal)
- U = Coeficiente global de transmisión de calor (Kcal/h·m<sup>2</sup>·°C)
- A = superficie a través de la cual se produce la pérdida de calor (m<sup>2</sup>)
- ΔT = Diferencia de temperatura entre el interior y el exterior (°C)

Se toman como referencia los siguientes coeficientes globales de transmisión de calor. (García, 2016)

$$U_{\text{cubierta}} = 1,69 \frac{\text{kcal}}{\text{h} \cdot \text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C}}$$

$$U_{\text{pared}} = 0,19 \frac{\text{kcal}}{\text{h} \cdot \text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C}}$$

Por lo tanto, las pérdidas de calor de cada mes haciendo los correspondientes incrementos de temperatura para cada mes, siendo la temperatura de salida del digestor 40 °C y la temperatura de entrada las correspondientes a cada mes de la tabla 17.

<b>Calor perdido en Digestores (KWth/año)</b>	
Enero	146.776
Febrero	141.595
Marzo	127.781
Abril	117.852
Mayo	101.016
Junio	82.453
Julio	72.093
Agosto	72.093
Septiembre	88.929
Octubre	107.492
Noviembre	131.235
Diciembre	145.480
<b>Total</b>	<b>1.334.794</b>

*Tabla 19. Pérdidas caloríficas en los digestores mes a mes.*

El total de pérdidas en los digestores por la cubierta y por las paredes es de 1334 MWth/año, trabajando los digestores 8760 horas al año.

#### **5.4.1.2 Consumo térmico digestores**

Para el cálculo del consumo térmico necesario para alcanzar la temperatura de funcionamiento ( $T_s = 40^\circ\text{C}$ ) en los digestores, se usa la siguiente fórmula.

$$Q \text{ (kcal/año)} = \text{residuo de entrada} \left( \frac{\text{kg}}{\text{año}} \right) * (T_s - T_e) * C_p \left( \frac{\text{kcal}}{\text{kg } ^\circ\text{C}} \right)$$

$$Q \left( \frac{\text{kWt}}{\text{año}} \right) = Q \left( \frac{\text{kcal}}{\text{año}} \right) * 0,01162 \frac{\text{kWh}}{\text{kcal}}$$

$$Q \text{ (kWt)} = \frac{Q \left( \frac{\text{kWt}}{\text{año}} \right)}{8760 \text{ horas}}$$

Por lo tanto, a modo de ejemplo, el mes de enero según la Tabla 17, tiene una temperatura  $T_e$  de  $6^\circ\text{C}$  y un  $T_s$  de  $40^\circ\text{C}$ , usando los calores específicos para cada residuo y calculando los kilogramos que entran de cada residuo por hora en el mes de enero.

ENERO	m (t/h)	$T_e$ ( $^\circ\text{C}$ )	$T_s$ ( $^\circ\text{C}$ )	$\Delta T$ ( $^\circ\text{C}$ )	Q (kcal/mes)	Q (kWh/mes)	P (kWt)
Purín de cerdo	10,3	6,0	40,0	34,0	245.820.000	285.692	391
Purín vacuno	0,6	6,0	40,0	34,0	13.316.667	15.477	21
Estiércol vacuno	2,3	6,0	40,0	34,0	48.166.667	55.979	77
Gallinaza	4,0	6,0	40,0	34,0	81.316.667	94.506	129
Restos agrícolas y otros	3,0	6,0	40,0	34,0	65.710.667	76.369	105
<b>Demanda de energía térmica</b>					<b>454.330.667</b>	<b>528.023</b>	<b>723</b>

Tabla 20. Consumo energético térmico en el mes de enero.

Repitiendo este proceso para todos los meses del año:

<b>Demanda energía térmica digestión (kWth/año)</b>	
Enero	528.023
Febrero	509.387
Marzo	459.691
Abril	423.971
Mayo	363.404
Junio	296.625
Julio	259.353
Agosto	259.353
Septiembre	319.920
Octubre	386.699

Noviembre	472.115
Diciembre	523.364
<b>Total</b>	<b>4.801.904</b>

Tabla 21. Consumo energía térmica al año

Uno de los factores clave en el diseño de la instalación térmica ha sido la incorporación de un margen de seguridad del 20% sobre la potencia térmica calculada, con el objetivo de asegurar la cobertura energética frente a variaciones en las condiciones de operación, eficiencia de los equipos o temperaturas exteriores extremas. Este margen está representado en la figura 30 y permite dimensionar adecuadamente el sistema térmico sin riesgo de subdimensionamiento.

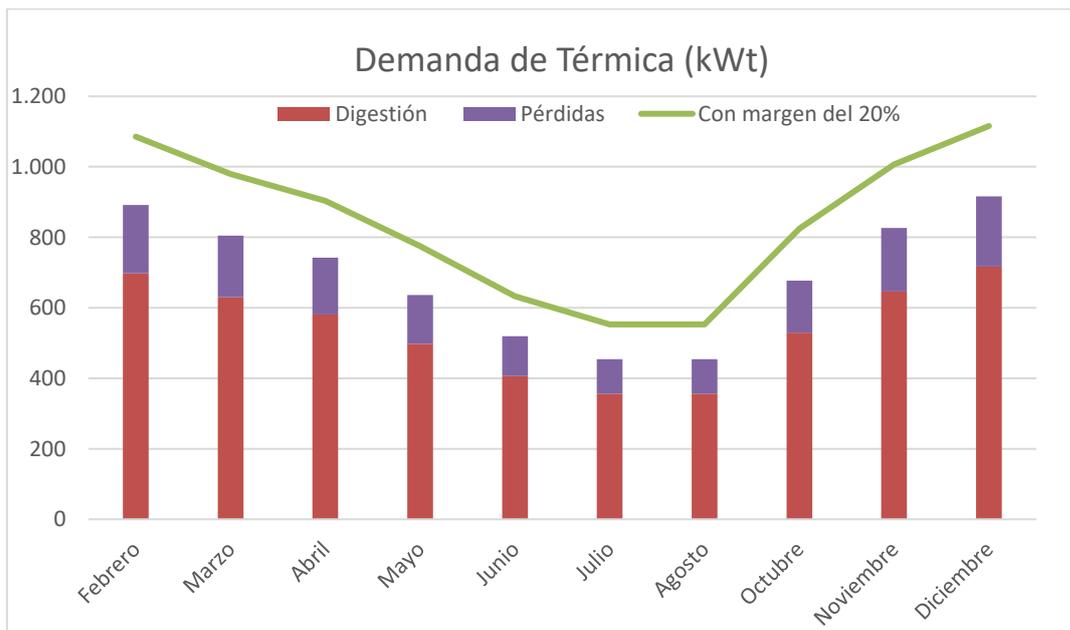
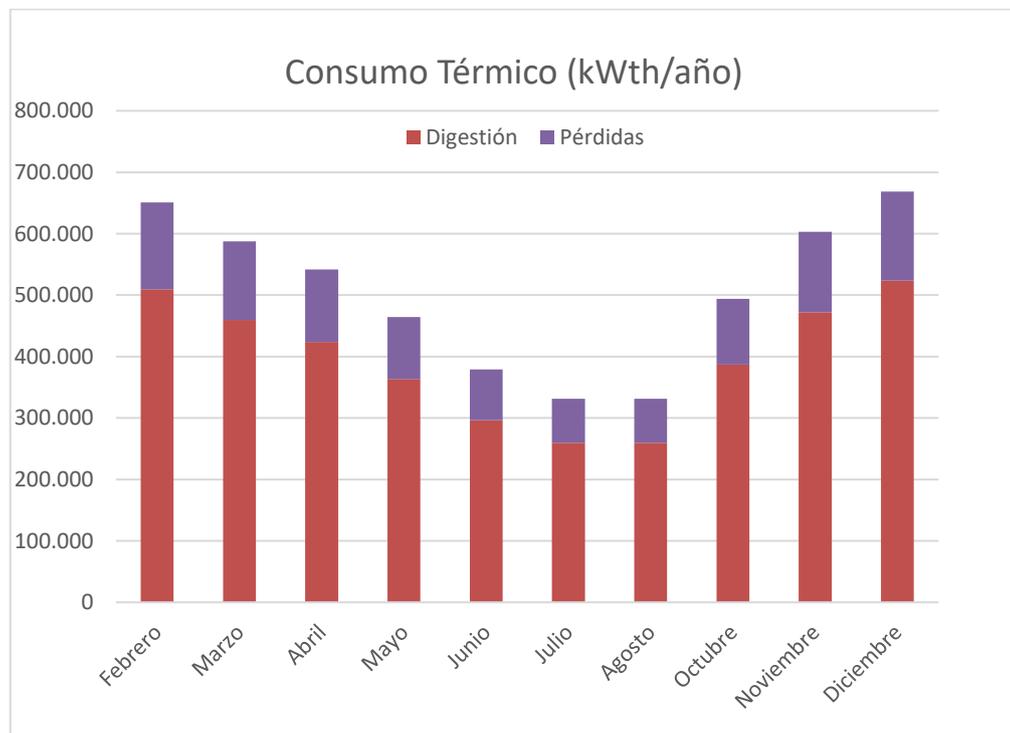


Figura 30. Potencia necesaria y potencia instalada

Del análisis mensual, se observa que la demanda térmica es mayor en los meses más fríos, como enero, febrero y diciembre, donde la diferencia de temperatura entre el ambiente y el digestor es máxima. En estos meses, tanto el consumo necesario para calentar los residuos como las pérdidas térmicas a través de las paredes y la cubierta del digestor se incrementan significativamente. Por el contrario, durante el verano, la cercanía entre la temperatura

ambiente y la temperatura de operación del digestor reduce considerablemente la demanda energética.

En cuanto al consumo térmico total, se ha estimado una necesidad anual de aproximadamente 4.801.904 kWh/año sólo para mantener la temperatura de digestión. A esto se suman unas pérdidas térmicas estimadas en 1.334.794 kWh/año, derivadas de la transmisión de calor a través de la superficie del digestor. Estas pérdidas han sido calculadas en función de la temperatura exterior y los coeficientes de transmisión térmica de los materiales constructivos, siendo también más elevadas en invierno.



*Figura 31. Consumo térmico mes a mes.*

La variabilidad de la demanda térmica queda claramente reflejada en los gráficos analizados, donde los meses invernales concentran la mayor exigencia energética, mientras que los meses cálidos (julio y agosto) muestran mínimos relativos tanto en consumo para digestión como en pérdidas.

En conjunto, estos resultados permiten dimensionar de manera más eficiente el sistema térmico de la planta, anticipando los picos de demanda estacional y asegurando la disponibilidad energética mediante la potencia instalada con un 20% de margen adicional, garantizando así la continuidad y estabilidad del proceso de digestión en cualquier condición climática.

## 5.4.2 CONSUMO ELÉCTRICO

Para llevar a cabo la estimación del consumo energético del sistema, se ha desarrollado una hoja de cálculo en Excel en la que se han incorporado todos los equipos eléctricos relevantes del proyecto, clasificándolos por secciones funcionales (recepción, digestión, separación, upgrading, etc.).

Esta herramienta ha permitido calcular el consumo eléctrico anual de cada equipo mediante la siguiente expresión:

$$\text{Consumo eléctrico anual (kWh)} = P_{\text{consumida}} * h_{\text{año}}$$

De donde:  $P_{\text{consumida}} = P_{\text{instalada}} * K$  (factor de utilización) en este caso se ha seleccionado un factor de utilización de 0,8.

### 5.4.2.1 Cálculo específico para las bombas

Para los equipos de bombeo hidráulico, se ha aplicado adicionalmente un cálculo más detallado basado en principios de la mecánica de fluidos, con el fin de justificar la potencia requerida en base al caudal y la carga dinámica:

$$P_h(\text{kW}) = \frac{\rho \left( \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right) * g \left( \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right) * Q \left( \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \right) * H(\text{m})}{1000}$$

Este enfoque ha permitido dimensionar correctamente las bombas seleccionadas y garantizar que la potencia instalada sea suficiente para cubrir los requerimientos hidráulicos del sistema. Una vez calculada la potencia hidráulica es necesario conocer la potencia eléctrica, para ello se ha estimado un rendimiento del 60% para bombas pequeñas y un rendimiento

del 80% para bombas grandes, dejando un margen de seguridad para la potencia instalada del 10%. (Karassik, 2001)

$$P_e(\text{kW}) = \frac{P_h(\text{kW})}{\eta}$$

La potencia de las bombas calculadas es la siguiente:

	<b>VX100-45</b>	<b>Tornillo sin fin</b>	<b>VX100-90</b>	<b>VX100-64</b>
Caudal (m³/h)	17,00	12,00	35,00	25,00
Presión (bar)	10,00	24,00	4,00	9,00
Densidad (kg/m³)	1000,00	500,00	785,00	1050,00
Eficiencia (%)	60,00	60,00	80,00	60,00
Gravedad	9,80	9,80	9,80	9,80
Altura manométrica (m)	101,94	203,87	129,86	97,08
Caudal (m³/s)	0,00	0,00	0,01	0,01
Potencia hidráulica (kW)	4,72	3,33	9,71	6,94
Potencia eléctrica (kW)	7,86	5,55	12,14	11,56
<b>Potencia instalada (kW)</b>	<b>8,6</b>	<b>6,38</b>	<b>13,96</b>	<b>13,30</b>

Tabla 22. *Potencia instalada de las bombas*

#### 5.4.2.2 Criterio para otros equipos

Para el resto de los equipos (agitadores, trituradores, separadores, soplantes, sistemas de tratamiento de biogás, etc.), se ha recurrido a sus fichas técnicas comerciales, donde se especifica la potencia nominal de operación. Estas potencias han sido ajustadas por un coeficiente de carga (k) que varía entre 0.8.

DESCRIPCIÓN EQUIPOS	Potencia eléctrica			Régimen de funcionamiento	Consumo eléctrico (kWh/año)
	P instalada (kW)	k	Potencia máxima consumida (kW)	Horas de func. En un año	
<b>Recepción y Pretratamiento</b>	<b>175,6</b>	<b>0,8</b>	<b>140,5</b>	<b>4.380</b>	<b>615.302</b>
Purines	75,2	0,8	60,2	4.380	263.501
Estiércol	34,0	0,8	27,2	4.380	119.136
Gallinaza	32,4	0,8	25,9	4.380	113.530
Restos agrícolas y otros	34,0	0,8	27,2	4.380	119.136
<b>Digestión</b>	<b>236,0</b>	<b>0,8</b>	<b>188,8</b>	<b>8.760</b>	<b>1.653.888</b>
Digestor 1	59,0	0,8	47,2	8.760	413.472
Digestor 2	59,0	0,8	47,2	8.760	413.472
Digestor 3	59,0	0,8	47,2	8.760	413.472
Post-digestor	59,0	0,8	47,2	8.760	413.472
<b>Separación S/L</b>	<b>76,8</b>	<b>0,8</b>	<b>61,4</b>	<b>8.167</b>	<b>501.773</b>
Bombeo de digestores a separadores	56,0	0,8	44,8	8.760	392.448
Separadores	7,5	0,8	6,0	6.570	39.420
Fracción Líquida	13,3	0,8	10,6	6.570	69.905
<b>Acondicionamiento del biogás y Upgrading</b>	<b>100,0</b>	<b>0,8</b>	<b>80,0</b>	<b>55.849</b>	<b>4.467.933</b>
Sistema de Calefacción	22,0	0,8	17,6	8.760	154.176
Sistema de Desodorización	22,5	0,8	18,0	8.760	157.680
Servicios de Planta	144,4	0,8	115,5	4.686	541.280
<b>TOTAL</b>	<b>777,3</b>	<b>0,80</b>	<b>621,8</b>	<b>13.013</b>	<b>8.092.033</b>

El análisis energético de la planta revela una potencia eléctrica total instalada de 777,3 kW, con una potencia máxima simultáneamente consumida de 621,8 kW, lo que representa una relación de carga de 0,8. El consumo total anual de energía eléctrica asciende a 8.092.033 kWh, distribuidos entre las diferentes secciones funcionales de la instalación.

La sección de recepción y pretratamiento dispone de una potencia instalada de 175,6 kW, con una potencia máxima consumida de 140,5 kW y un régimen de funcionamiento de 4.380 horas anuales, resultando en un consumo eléctrico de 615.302 kWh/año. Dentro de esta categoría, los equipos de tratamiento de purines son los que más energía demandan (263.501 kWh), seguidos del estiércol (119.136 kWh), la gallinaza (113.530 kWh) y otros restos agrícolas (119.136 kWh), todos con similares horas de operación.

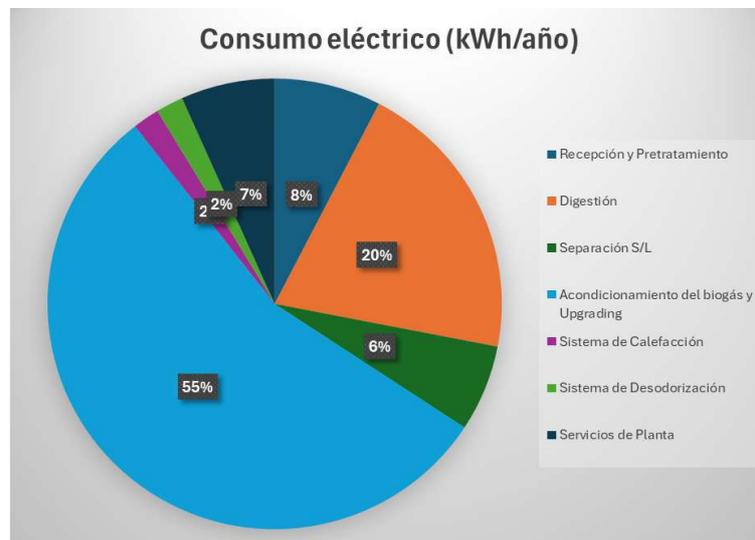
La fase de digestión, compuesta por tres digestores principales y un post-digestor, representa una de las áreas de mayor consumo continuo. Con 236 kW de potencia instalada, y un funcionamiento constante de 8.760 horas/año, cada uno de los digestores consume 413.472 kWh anuales, sumando un total de 1.653.888 kWh/año para esta etapa.

En cuanto a la separación sólido-líquido, la potencia instalada asciende a 76,8 kW, con una potencia máxima de 61,4 kW y un funcionamiento de 8.167 horas/año, lo que da lugar a un consumo de 501.773 kWh/año. Dentro de esta sección, el bombeo desde los digestores a los separadores representa la mayor carga (392.448 kWh), seguido de los separadores (39.420

kWh) y el tratamiento de la fracción líquida (69.905 kWh), ambos con menor régimen horario (6.570 h/año).

El sistema de acondicionamiento del biogás y upgrading es, con diferencia, el mayor consumidor energético de la planta. Con 100 kW de potencia instalada, y un régimen acumulado de 55.849 horas anuales (posiblemente por equipos modulares en paralelo), este bloque consume 4.467.933 kWh/año, lo que representa más del 55% del consumo total.

Otros sistemas relevantes incluyen el sistema de calefacción (22 kW instalados), que operando continuamente a lo largo del año (8.760 h) consume 154.176 kWh, y el sistema de desodorización (22,5 kW), con igual duración operativa y un consumo de 157.680 kWh/año. Por último, los servicios generales de planta, como iluminación, sistemas de control y auxiliares, tienen una potencia instalada de 144,4 kW, funcionando durante 4.686 horas/año, con un consumo de 541.280 kWh.



Este desglose permite identificar claramente que el upgrading del biogás es el principal foco de consumo energético, seguido por la digestión y el pretratamiento. Estos datos son fundamentales para la evaluación del rendimiento energético global de la planta, el diseño de estrategias de eficiencia, así como para estimaciones de costes operativos y dimensionamiento de generación renovable auxiliar, si se contempla.



## **Capítulo 6. PLANIFICACIÓN Y MODELO ECONÓMICO**

### **6.1 MODELO ECONÓMICO**

El modelo económico desarrollado para este estudio tiene como objetivo evaluar la viabilidad financiera de una planta de biogás en Corella, Navarra, a lo largo de un horizonte de 25 años. Este modelo integra múltiples variables técnicas, operativas y financieras, permitiendo simular el comportamiento económico del proyecto bajo distintos escenarios de mercado y condiciones operativas.

La estructura del modelo se basa en la proyección de ingresos, costes operativos (OPEX), inversiones (CAPEX), amortizaciones, impuestos y flujos de caja libre (FCF). A partir de estos elementos, se calculan indicadores clave como el Valor Actual Neto (VAN), la Tasa Interna de Retorno (TIR), el periodo de recuperación de la inversión (Payback) y la ratio de cobertura del servicio de la deuda (DSCR).

Este enfoque permite no sólo estimar la rentabilidad del proyecto, sino también identificar los factores críticos que afectan su sostenibilidad económica, como los precios de la energía, el coste de las materias primas y la eficiencia operativa de la planta.

#### **6.1.1 ELEMENTOS FUNDAMENTALES DEL MODELO ECONÓMICO**

El modelo económico se alimenta de una serie de inputs técnicos y financieros que reflejan las condiciones reales del mercado y las características específicas del proyecto. A continuación, se detallan los principales insumos y precios utilizados:

##### ***6.1.1.1 Precio de Biometano***

Según Magnus Commodities (2024), el precio del biometano en Europa se compone principalmente de dos elementos: el valor del gas natural en el mercado (referenciado al índice TTF) y el valor del certificado de origen renovable o “certificado verde”. El precio del gas TTF ha mostrado una alta volatilidad en los últimos años, pero se ha decidido fijar

un precio en torno a los 33 €/MWh en escenarios conservadores de largo plazo. A este valor se le puede sumar el ingreso adicional derivado de la venta del certificado verde, que puede alcanzar hasta 100 €/MWh, dependiendo del país, la regulación y la demanda de energías renovables. En nuestro caso, según la dieta y las emisiones de CO<sub>2</sub> evitadas se ha decidido seleccionar un precio de certificado de 70€/MWh.

Por tanto, para este estudio se ha adoptado un precio de 103 €/MWh como valor de referencia para el biometano, resultado de la suma del precio medio del gas TTF (33 €/MWh) y el valor estimado del certificado verde (70 €/MWh). Esta estimación permite reflejar de forma realista el potencial ingreso por la venta de biometano en un contexto europeo con incentivos a la descarbonización. (Commodities, 2024).

### **6.1.1.2 Precio electricidad**

Para estimar el coste de la electricidad en el modelo económico del proyecto, se ha utilizado como referencia la curva de precios futuros del mercado eléctrico ibérico (OMIP). Esta fuente proporciona una visión actualizada y fiable de la evolución esperada del precio de la electricidad en el mercado mayorista (OMIE), lo que permite incorporar una base realista y dinámica al análisis financiero.

	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
€/MWh	75	63	58	57	56	56	56	56	56	56	56

*Tabla 23. Precios futuros del mercado eléctrico ibérico (OMIP)*

Adicionalmente, se ha considerado un coste fijo de peajes y cargos regulados de 30 €/MWh, en línea con los costes internos de suministro eléctrico registrados por la planta de bioetanol de Vertex Bioenergy, esta cifra representa los costes no energéticos asociados al acceso y uso de la red eléctrica.

Por tanto, el precio promedio total de la electricidad utilizado en el modelo asciende a 89 €/MWh, resultado de la suma del precio promedio de los futuros medio de mercado (59

€/MWh) y los peajes (30 €/MWh). Esta aproximación permite reflejar de forma precisa el coste real de la energía eléctrica consumida por la planta de biogás.

#### **6.1.1.2.1 Precio energía térmica**

Para el cálculo del coste del combustible en la generación térmica con biomasa, se ha considerado un precio de 30 €/MWh, correspondiente al precio de la astilla de madera.

Esta estimación se fundamenta en los datos del Observatorio de la Biomasa (AVEBIOM), que recoge precios medios del mercado español. Según dicho observatorio, el precio de la astilla (tipo A1/A2, humedad  $\leq 35\%$ ) se situó en torno a 2,99 c€/kWh, es decir, 29,9 €/MWh, a finales de 2023. (Ceca, 2024)

Dado que este valor refleja el coste real del suministro energético de astilla en el mercado, se ha considerado apropiado para este estudio. Cabe señalar que este precio no incluye otros costes asociados al sistema de generación térmica, los cuales han sido evaluados por separado (CAPEX y mantenimiento).

#### **6.1.1.3 Precio materias primas**

En la estimación de costes para las materias primas utilizadas para la producción de biometano, se han considerado los siguientes valores:

<u>Materias primas</u>	<u>€/tn</u>
Purín de cerdo	3
Purín vacuno	4,5
Estiércol Vacuno	20
Gallinaza	30
Restos agrícolas	5

- **Purín de cerdo:** aproximadamente 3 €/tn de precio de compra, según Mundo Agropecuario, donde el purín se vende a ese precio por tonelada. (Mundo Agropecuario, 2022)

- **Purín de vacuno:** valor similar al del purín porcino, en torno a 4,5 €/t de precio de compra, siendo ambos líquidos valorados principalmente por su contenido en nutrientes, en este caso se estima un precio mayor porque tiene mayor materia seca.
- **Estiércol de vacuno:** se observa un precio mayor por su mayor valor agronómico, situándose entre 20 y 40 €/t. (Micro-aid, 2024). Se ha seleccionado un precio de compra de 30€/tn.
- **Gallinaza (estiércol avícola):** se ha estimado el mismo precio que el estiércol vacuno entre 20 y 40€/tn. Se ha seleccionado un precio de compra de 30€/tn.
- **Restos agrícolas:** el precio de los residuos agrícolas varía, pero suele ser muy bajo (unos 5 €/t) o incluso negativo si el productor paga por su retirada; se asume un valor simbólico de compra de 5 €/tn.

En cuanto al precio de venta del digestato sólido se ha estimado un precio de venta de 15€/tn un poco inferior al del estiércol y del digestato líquido se asumen unos costes de 4€/tn de su gestión y aplicación.

#### ***6.1.1.4 Otros inputs financieros***

Se ha aplicado una tasa de actualización de 2 % anual, acorde al IPC general en España en contextos económicos estables. El INE reporta variaciones anuales próximas al 2–2,8 % en los últimos meses y años. (Morningstar, 2024)

Se ha asumido una rentabilidad exigida del 15 %, como nivel mínimo atractivo para inversores en proyectos renovables con riesgo moderado-alto.

El modelo considera un tipo de interés del 4,5 % para la financiación externa; esta cifra es coherente con el nivel estimado en la base regulatoria para renovables, que recoge tipos de bonos a 10 años en torno al 4–4,6 %. (CNMC, 2020).

Además, se ha establecido un apalancamiento del 60 %, un nivel común en proyectos infraestructurales en energías renovables donde se busca equilibrio entre riesgo financiero y coste de capital. (CNMC, 2020).

### 6.1.2 COSTE DE LA INVERSIÓN

La inversión total estimada para la planta de producción de biometano asciende a 16.240.000 €, desglosada en los siguientes conceptos:

Obra civil	€	2.400.000,00 €
Digestores	€	1.200.000,00 €
Equipamiento	€	7.000.000,00 €
Upgrading	€	1.790.000,00 €
Instalaciones eléctricas	€	750.000,00 €
PCI	€	250.000,00 €
Gestión de residuos	€	150.000,00 €
H&S	€	155.000,00 €
Control de calidad	€	120.000,00 €
Compra de terreno	€	300.000,00 €
Ingeniería	€	750.000,00 €
Gasoducto	€	1.375.000,00 €
<b>Total</b>		<b>16.240.000 €</b>

*Tabla 24. Desglose de CapEx*

Dado que no ha sido posible acceder a precios detallados y actualizados para todos los equipos específicos, se ha optado por estimar los valores con base en referencias reales de otras plantas similares previamente ejecutadas. Como soporte comparativo, se ha tomado como referencia el estudio gráfico de la Universidad de Oxford sobre costes de suministro de biometano según capacidad y tipo de sustrato, donde se observa que los costes para plantas alimentadas principalmente por estiércol se sitúan entre 0,7 y 1,4 USD/m<sup>3</sup> CH<sub>4</sub> (aproximadamente 0,65–1,3 €/m<sup>3</sup> al cambio actual). (Oxford University, 2017)

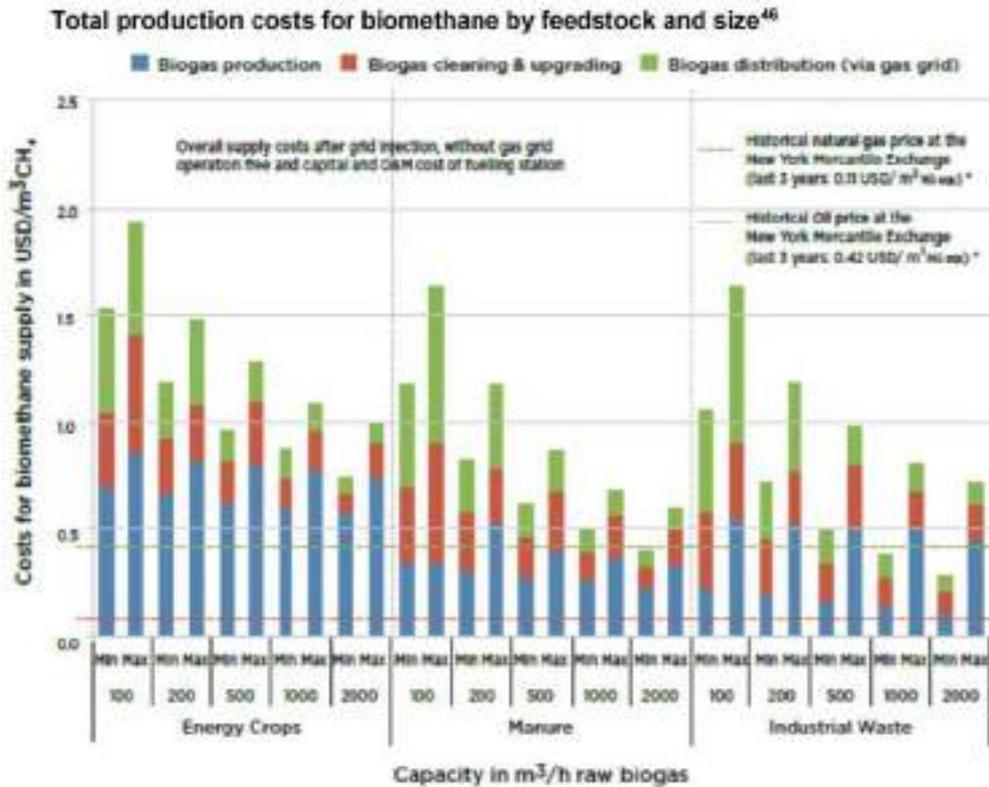


Figura 32. Coste de inversión de planta de biogás

En este caso, la planta tiene una producción anual estimada de 9.098.205m<sup>3</sup>/año, lo que vienen siendo 1038 m<sup>3</sup>/h de biogás y unos 5.289.378 m<sup>3</sup>/año de biometano (604 m<sup>3</sup>/h) lo que supone un coste de inversión unitario (CAPEX específico) de:

$$\frac{16.240.000\text{€}}{5.289.378 \text{ m}^3\text{CH}_4/\text{año}} = 3,07 \text{ €/m}^3$$

Este valor es superior al rango de referencia internacional, pero puede considerarse coherente dada la inclusión en el presupuesto de:

- Enfoque conservador en las estimaciones de ingeniería y seguridad.
- Ajuste por inflación desde la realización del estudio en 2017.
- Inclusión de gastos de ingeniería y terrenos.

Así, el presupuesto planteado refleja una aproximación prudente y realista a la inversión necesaria para una planta de estas características, lo que garantiza la fiabilidad del análisis técnico y económico desarrollado.

### 6.1.3 COSTES OPERATIVOS

El presupuesto total anual de costes operativos (OPEX) estimado para la planta asciende a 1.553.244 € distribuidos en partidas como energía eléctrica, energía térmica, mantenimiento, personal, consumibles, reactivos, maquinaria móvil, analíticas, otros costes e imprevistos.

Energía eléctrica	717.245,45 €
Energía térmica	184.080,00 €
Mantenimiento	141.636,95 €
Analíticas	7.800,00 €
Reactivos	25.517,06 €
Consumibles	42.082,50 €
Personal	287.000,00 €
Coste maquinaria móvil	51.769,59 €
Otros costes	50.871,93 €
Imprevistos	45.240,10 €
<b>Total</b>	<b>1.553.244 €</b>

*Tabla 25. Desglose de Opex*

Con una producción de 5.289.378 m<sup>3</sup> de biometano al año, el coste operativo específico de la planta es;

$$\frac{1.553.244\text{€}}{5.289.378 \text{ m}^3\text{CH}_4/\text{año}} = 0,294 \text{ €/m}^3$$

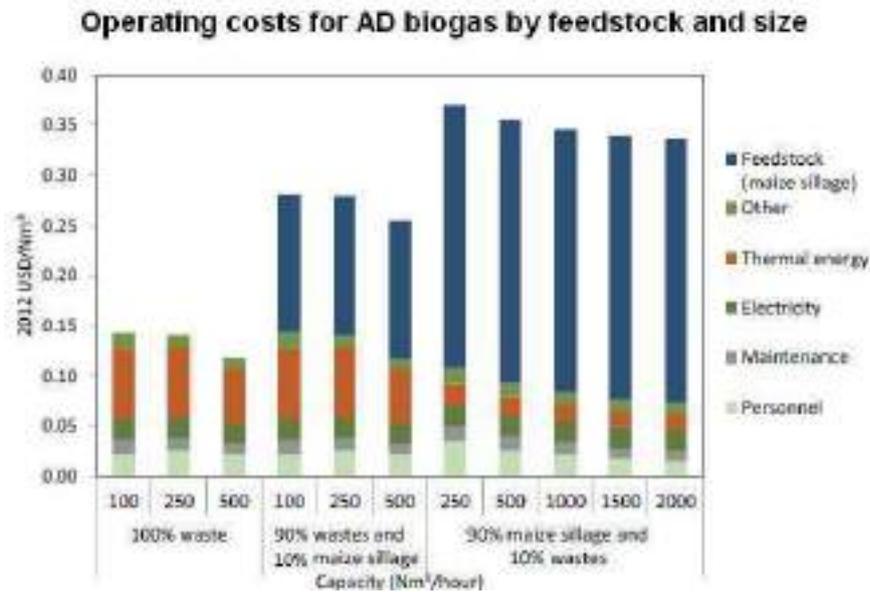


Figura 33. Coste operativo de una planta de biogás (Oxford University, 2017)

Los costes operativos para plantas de digestión anaerobia con materia prima orgánica oscilan entre 0,10 y 0,35 USD/Nm<sup>3</sup>, es decir, aproximadamente 0,09–0,32 €/Nm<sup>3</sup>, en función del tamaño de planta y tipo de sustrato. Por lo tanto, la cifra de 0,294 €/m<sup>3</sup> se encuentra en línea con el estudio de la universidad de Oxford. (Oxford University, 2017)

En este caso, el perfil de gastos está dominado por:

- Energía eléctrica: 46 %
- Personal: 18,5 %
- Mantenimiento y maquinaria móvil: 12,5 %

Este reparto es coherente con instalaciones reales de biometano, donde los mayores consumos están vinculados al upgrading, bombeo, agitación y control térmico del proceso.

Cabe señalar que, en el caso de estudio, no se han incluido los costes asociados a las materias primas (sustratos) dentro del cálculo del OPEX, ya que estos pueden representar tanto un coste como un ingreso, dependiendo del tipo de residuo y del contexto de suministro.

Sin embargo, cabe destacar que el gráfico de referencia tomado como fuente (Oxford University, 2019) sí incluye los costes de sustrato dentro del OPEX, lo que genera una diferencia de base. Si se quisiera homogeneizar el análisis e incluir un valor medio estimado de 0,15 €/m<sup>3</sup> en concepto de materia prima, el coste operativo total pasaría de 0,294 €/m<sup>3</sup> a 0,444 €/m<sup>3</sup>.

Por tanto, puede afirmarse que el OPEX calculado en este estudio está sobredimensionado de forma conservadora, lo que refuerza la validez del modelo al estar ajustado a los rangos reales del mercado actual y a escenarios prudentes de viabilidad económica.

#### **6.1.4 RESUMEN MODELO ECONÓMICO**

El modelo económico desarrollado en este Trabajo Fin de Máster tiene como objetivo evaluar la viabilidad financiera de una planta de producción de biometano, cuyo diseño técnico y dimensión se basan en el tratamiento de residuos orgánicos ganaderos, fundamentalmente purines y estiércoles). Se ha considerado que la planta entrará en operación en el año 2030, año base a partir del cual se han proyectado todos los flujos de inversión, ingresos y costes operativos.

La inversión inicial necesaria (CAPEX) asciende a 16.240.000 €, e incluye las partidas más relevantes: obra civil, digestores, sistema de upgrading, instalaciones eléctricas, gasoducto, ingeniería, compra de terreno y equipamiento. Esta cifra ha sido estimada en base a presupuestos comparables de otras plantas similares en tamaño y tecnología. Al relacionar esta inversión con una producción anual prevista de 5.289.378 m<sup>3</sup> de biometano, se obtiene un coste de inversión específico de 3,07 €/m<sup>3</sup>, valor razonable y justificado por la infraestructura incluida. El análisis de ingresos contempla tres fuentes principales:

Residuos	[k€]	(884)
Venta biometano	[k€]	5.628
Digestato	[k€]	495
<b>Ingresos Brutos</b>	<b>[k€]</b>	<b>5.239</b>

*Tabla 26. Ingresos brutos anuales 2030*

La suma total de ingresos anuales brutos se estima en torno a 5.239.000 €, mientras que los costes operativos anuales (OPEX) ascienden a 1.553.244 €, incluyendo energía eléctrica y térmica, personal, mantenimiento, reactivos, consumibles, analíticas, maquinaria móvil y otros costes.

En cuanto a los costes operativos variables (COGS), se estima un total de 1.475.000 €, principalmente atribuibles a:

Energía eléctrica	[k€]	(696)
Energía térmica	[k€]	(184)
Digestato	[k€]	(595)
<b>COGS</b>	<b>[k€]</b>	<b>(1.475)</b>

*Tabla 27. Costes operativos variables 2030*

Con estos datos, el modelo económico ofrece resultados muy positivos en términos de rentabilidad:

<b>Gross profit</b>	[k€]	3.764
<b>Gross profit Margin</b>	[%]	72%
<b>Operating EBITDA</b>	[k€]	3.030
<b>Total Investment</b>	[k€]	16.240
<b>EBITDA/INVESTMENT</b>	[%]	19%
<b>EBITDA MARGIN</b>	[%]	58%
<b>PAYBACK</b>		Año 6
<b>IRR (25 years)</b>	[%]	15,3%

*Tabla 28. Resultados financieros 2030*

Los resultados financieros del proyecto muestran una alta rentabilidad operativa y una sólida viabilidad económica. El gross profit es de 3.764 k€ con un margen del 72 % evidencia un bajo coste de operación frente a los ingresos.

El EBITDA alcanza los 3.030 k€, con un margen del 58 %, lo que refleja un excelente rendimiento operativo. La relación EBITDA/inversión del 19 % y un payback en el año 6

confirman que la inversión se recupera en un plazo competitivo para infraestructuras de este tipo.

Finalmente, la Tasa Interna de Retorno (IRR) del 15,3 % posiciona al proyecto como una alternativa financieramente atractiva dentro del sector de los gases renovables.

En conjunto, el modelo económico confirma que el proyecto es financieramente viable y competitivo, con márgenes sólidos, costes ajustados y una estructura de ingresos diversificada. La valorización de residuos y el aprovechamiento energético posicionan a la planta como una solución rentable y alineada con los objetivos de transición energética y economía circular que se prevén para 2030.

## **Capítulo 7. CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS**

El presente Trabajo Fin de Máster ha abordado de forma integral el diseño de una planta de biometanización en el contexto español, con un enfoque técnico, económico y medioambiental. A partir del análisis de los sustratos agroindustriales, agrícolas y ganaderos disponibles, se ha definido un sistema eficiente para la valorización de residuos orgánicos mediante digestión anaerobia, con el objetivo de generar biometano como fuente de energía renovable.

En primer lugar, se ha destacado el potencial de España para el desarrollo de esta tecnología, tanto por su capacidad de generación de residuos orgánicos como por el creciente compromiso institucional con la descarbonización. El trabajo identificó y seleccionó un emplazamiento óptimo para la planta, considerando aspectos como disponibilidad de materia prima, cercanía a redes de distribución de gas natural, y barreras logísticas y normativas. Esta selección estratégica es clave para garantizar la viabilidad del proyecto.

Desde el punto de vista técnico, el diseño de la instalación ha incluido una descripción detallada de los procesos de recepción, pretratamiento, digestión anaerobia, upgrading del biogás a biometano, y gestión del digestato. La ingeniería de procesos ha considerado la diversidad de sustratos y sus características fisicoquímicas, estableciendo una "dieta" adecuada que maximiza la producción de biogás y optimiza la eficiencia de la planta.

A nivel energético, se han realizado cálculos precisos de consumo térmico y eléctrico, y se ha demostrado que la instalación puede operar de manera sostenible, incluso con excedentes energéticos bajo ciertos escenarios. El estudio económico ha reflejado que, si bien la inversión inicial es elevada, la rentabilidad a medio y largo plazo es viable gracias a los ingresos por venta de biometano y valorización de digestato.

Desde un punto de vista ambiental, se concluye que la planta propuesta tiene un impacto positivo significativo: reduce las emisiones de gases de efecto invernadero, mejora la gestión de residuos orgánicos y contribuye al desarrollo económico de zonas rurales. La sinergia con los sectores agrícola y ganadero también refuerza el modelo de economía circular y resiliencia local.

A partir del desarrollo realizado en este trabajo, se abren diversas líneas de investigación con potencial transformador en el ámbito de la valorización energética de residuos y la economía circular. Una de ellas es la producción de biohidrógeno, a partir del biometano generado, desarrollado por investigadores de la Universidad Pontificia Comillas. El biometano puede someterse a procesos de reformado (como el reformado con vapor) para obtener hidrógeno, permitiendo así diversificar los vectores energéticos disponibles y contribuir a sectores como la movilidad o la industria química. (Yagüe, Linares Hurtado, Arenas, & Romero, 2024)

Otra línea relevante es el aprovechamiento del digestato como materia prima para la producción de gas de síntesis. A través de procesos termoquímicos como la gasificación o la pirólisis, el digestato sólido podría convertirse en una mezcla de  $H_2$ ,  $CO$  y  $CH_4$ , que a su vez puede emplearse como combustible o como base para la síntesis de productos químicos de valor añadido, ampliando las vías de valorización del subproducto del proceso biológico. (Genia Bioenergy, 2024)

Asimismo, se propone estudiar con más detalle las posibilidades de captura y valorización del  $CO_2$  procedente del proceso de upgrading. Esto permitiría avanzar hacia una planta con mayores emisiones negativas, integrando soluciones de captura, almacenamiento y uso de carbono (CCUS) que refuercen el impacto ambiental positivo del proyecto. (Gas renovable, 2023)

Estas posibles extensiones tecnológicas no solo mejorarían la sostenibilidad del sistema, sino que también podrían aumentar la rentabilidad económica y el atractivo inversor del modelo. Además, contribuirían a la creación de nuevas cadenas de valor industrial en torno al biometano y sus coproductos, consolidando su papel en la transición energética.

## Capítulo 8. BIBLIOGRAFÍA

- Aebig. (2024). *Mapa del biometano*. Obtenido de Aebig:  
<https://aebig.org/2024/07/08/mapa-del-biometano-2024/#:~:text=1.548%20plantas%20de%20biometano%20operativas,sobre%20el%20inventario%202022%2D2023.>
- Aniversario Aimplas. (Septiembre de 2023). *Cómo se obtiene el biogás: energía renovable a partir de residuos orgánicos*. Obtenido de Aimplas:  
<https://www.aimplas.es/blog/como-se-obtiene-el-biogas-energia-renovable-a-partir-de-residuos-organicos/>
- Biogás Industrial. (s.f.). *Biogás Industrial*. Obtenido de Plantas de biogás para el sector ganadero: <https://biogasindustrial.com/plantas-biogas-para-el-sector-ganadero/>
- Biometano. (2023). *Cómo se genera biometano con la tecnología upgrading*. Obtenido de Biometano: <https://biometano.es/como-generar-biometano-con-tecnologia-upgrading/>
- Biovec. (2025). *Biovec Ingeniería Ambiental*. Obtenido de Plantas de biogás, Cabanillas: [https://biovec.net/plantas\\_de\\_biogas/cabanillas/](https://biovec.net/plantas_de_biogas/cabanillas/)
- BOE. (2024). *Resolución de 19 de abril de 2024, de la Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia, por la que se establece el procedimiento de gestión de conexiones de plantas de generación de biometano con la red de transporte o distribución*.
- Castilla La-Mancha. (2024). *Plan de biometanización de Castilla La-Mancha 2024-2030*.
- Ceca, C. G. (2024). *La astilla de madera es el combustible más económico para la calefacción doméstica*. Obtenido de Energías renovables: <https://www.energias-renovables.com/bioenergia/la-astilla-de-madera-es-el-combustible-20240611?>

- CNMC. (2020). *Tasa de retribución financiera de la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energías renovables, cogeneración y residuos para el segundo periodo regulatorio 2020-2025*.
- Comisión Europea. (2022). *Estado de la Unión de la Energía 2022*. Bruselas.
- Commodities, M. (Junio de 2024). *¿Cómo evoluciona el precio del biometano?* Obtenido de <https://magnuscmd.com/es/como-evolucion-a-el-precio-del-biometano/>
- EBA. (2023). *European Biogas Association*. Obtenido de Biogas and biomethane in Europe Report 2023: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/[https://biokierto.fi/wp-content/uploads/2024/01/Biogas-and-biomethane-in-Europe\\_Mieke-Decorte.pdf](https://biokierto.fi/wp-content/uploads/2024/01/Biogas-and-biomethane-in-Europe_Mieke-Decorte.pdf)
- EPA. (2023). *Types of anaerobic digesters*. Obtenido de <https://www.epa.gov/anaerobic-digestion/types-anaerobic-digesters>
- FAO. (2011). *Manual del biogás*.
- FNR. (2010). *Guía del biogás desde la producción hasta su uso*. En F. N. Rohstoffe.
- Food and Agriculture Organization. (2023). *Pathways towards lower emissions*.
- García, L. F. (2016). *Selección y dimensionado de un sistema de generación de biogás mediante digestión anaerobia de purines codigeridos con glicerina*.
- Gas Renovable. (s.f.). Obtenido de Gas renovable: <https://gasrenovable.com/tipos/biometano/>
- Gas renovable. (2023). *Captura y aprovechamiento de CO2 en plantas de biometano*. Obtenido de Gas renovable: <https://gasrenovable.com/captura-aprovechamiento-co2-plantas-biometano/>
- Gasnam. (2024). *Mapa de producción de plantas de Biometano*. Obtenido de Gasnam: <https://gasnam.es/mapa-plantas-produccion-biometano/>

- Genia Bioenergy. (2024). *Syngas: el gas de síntesis o sintegás*. Obtenido de <https://geniabioenergy.com/que-es-el-syngas/>
- GNV Magazine. (2024). *España apuesta al biometano para descarbonizar el transporte*.
- Gobierno de España. (2023). *Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC)*.
- International Energy Agency. (2023). *Renewables 2023*.
- Karassik. (2001). *Pump Handbook*. En Karassik. McGraw-Hill.
- Lorenzo Acosta, Y., & Obaya Abreu, M. (2005). *La digestión anaerobia: aspectos teóricos parte I*.
- Micro-aid. (2024). *Impacto positivo con el valor del estiércol*. Obtenido de Micro-aid: <https://micro-aid.com/es/valor-del-estiercol/>
- Ministerio de Medioambiente. (2010). *El sector del biogás agroindustrial en España*.
- Morningstar. (2024). *El IPC sube cuatro décimas en diciembre y cierra el año en el 2,8%*. Obtenido de Morningstar: <https://www.morningstar.es/es/news/258753/el-ipc-subecuatro-d%C3%A9cimas-en-diciembre-y-cierra-el-a%C3%B1o-en-el-28.aspx>
- Mundo Agropecuario. (2022). *El estiércol de cerdo en lugar de fertilizante ahorra casi 600 euros por hectárea en el cultivo de cebolla*. Obtenido de Mundo Agropecuario.
- Oxford University. (2017). *Biogas: A significant contribution to decarbonising gas markets?* Obtenido de <https://www.oxfordenergy.org/energy-transition-research-initiative/>
- Repsol. (2024). *Metano de origen renovable, un paso más hacia la sostenibilidad*. Obtenido de Repsol: <https://www.repsol.com/es/energia-futuro/movilidad-sostenible/biometano/index.cshmtl?>
- Romero, G. (28 de Noviembre de 2024). España en la carrera del biometano: inmenso potencial y escaso progreso. *RETEMA*.

Sedigas. (2023). *Estudio de la capacidad de producción de biometano en España*.

Yagüe, L., Linares Hurtado, J., Arenas, E., & Romero, J. (2024). Levelized Cost of Biohydrogen from Steam Reforming of Biomethane with Carbon Capture and Storage (Golden Hydrogen)—Application to Spain. *Energies*.

## **ANEXO I: INTEGRACIÓN DE LOS ODS**

El presente trabajo centrado en el diseño e implantación de una planta de producción de biometano en la provincia de Navarra (España), a partir del aprovechamiento de residuos orgánicos como estiércol, purines, gallinaza y restos agrícolas, se encuentra firmemente alineado con varios de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) establecidos por la Agenda 2030 de las Naciones Unidas. A continuación, se detallan los principales ODS con los que se vincula este proyecto y los motivos de dicha alineación:

### **ODS 7: Energía asequible y no contaminante**

El objetivo central del TFM es la producción de biometano, un gas renovable que puede inyectarse en la red gasista o utilizarse como combustible alternativo. La planta contribuye directamente a diversificar el mix energético, reducir la dependencia de combustibles fósiles y promover el acceso a energía sostenible. Además, al utilizar residuos locales, se reduce la huella energética del transporte de materias primas.

### **ODS 12: Producción y consumo responsables**

El proyecto promueve un uso más eficiente de los recursos disponibles, valorizando residuos agroganaderos que de otro modo podrían generar problemas ambientales como la contaminación de suelos y aguas. La planta representa un ejemplo claro de economía circular, transformando desechos en energía limpia y fertilizantes orgánicos reutilizables.

### **ODS 13: Acción por el clima**

El biometano es una fuente de energía con balance neutro o incluso negativo de emisiones de CO<sub>2</sub>, especialmente si se tiene en cuenta que captura metano que, de liberarse sin tratamiento, tendría un impacto climático mucho mayor. La sustitución de combustibles fósiles por biometano contribuye significativamente a la mitigación del cambio climático.

### **ODS 6: Agua limpia y saneamiento**

El tratamiento adecuado de purines, estiércol y otros residuos orgánicos ayuda a prevenir la contaminación de cuerpos de agua y acuíferos. La planta, al estabilizar estos residuos, contribuye a una mejor gestión del ciclo del agua en zonas rurales, especialmente en áreas con alta densidad ganadera.

### **ODS 9: Industria, innovación e infraestructura**

El proyecto implica el desarrollo e implementación de tecnologías sostenibles para el tratamiento de residuos y la producción de energía. Representa un avance en la infraestructura energética rural y fomenta la innovación en el sector agroindustrial y energético navarro.

### **ODS 11: Ciudades y comunidades sostenibles**

Aunque se localiza en un entorno rural, la planta mejora la sostenibilidad de las comunidades cercanas al ofrecer una solución local al problema de los residuos, crear empleo rural y contribuir al bienestar de la población mediante la reducción de emisiones y malos olores.

### **ODS 15: Vida de ecosistemas terrestres**

Una gestión adecuada de residuos ganaderos reduce el impacto ambiental sobre suelos y ecosistemas cercanos. Al transformar estos residuos en recursos, se evita la sobrecarga de nutrientes en el suelo, protegiendo la biodiversidad local y evitando fenómenos como la eutrofización.

### **Conclusión**

Este TFM, más allá de su viabilidad técnica y económica, se presenta como una propuesta alineada con la sostenibilidad integral, capaz de responder simultáneamente a retos energéticos, ambientales y sociales. La planta de biometano no solo representa una solución innovadora a problemas locales de gestión de residuos, sino que también contribuye

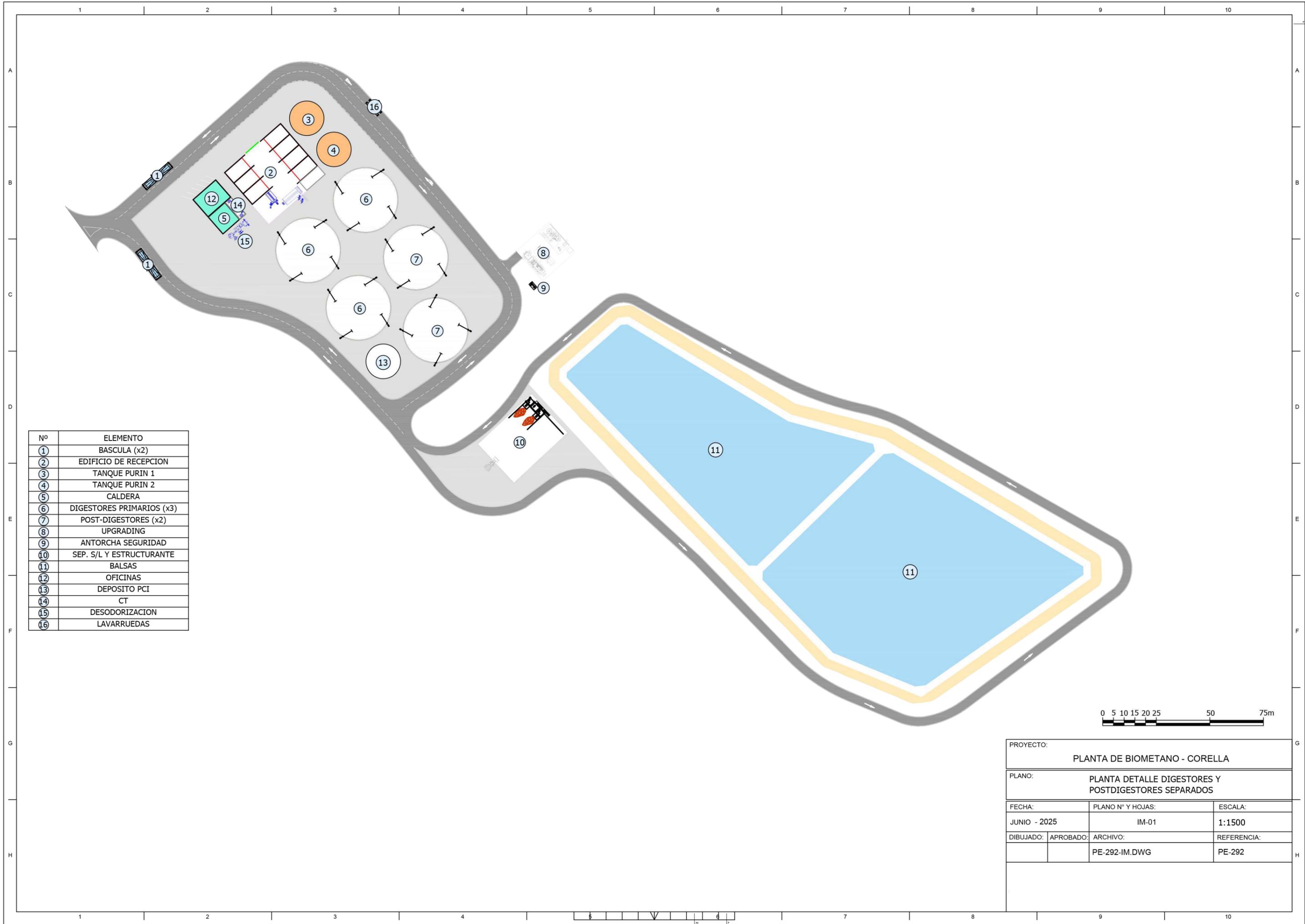
activamente al cumplimiento de múltiples ODS, reforzando el compromiso de Navarra con los principios de desarrollo sostenible y la transición energética justa.

## ANEXO II: RESIDUOS

Explotación	Provincia	Población	Actividad económica
FERNANDO MARCILLA GARRIDO	La Rioja	Rincón de Soto	Porcino
ALICIA MARCILLA GARRIDO	La Rioja	Aldeanueva de Ebro	Porcino
ELABORADOS NATURALES DE LA RIBERA	Navarra	Corella	Industria alimentaria
GRANJAS COFÍN, S.C.	La Rioja	Alfaro	Porcino
GRANJA LA LAGUNA, T.C.	La Rioja	Alfaro	Porcino
CARLOS MORALES MIRANDA	La Rioja	Alfaro	Porcino
SONIA PASCUAL SAEZ	La Rioja	Alfaro	Porcino
JUAN JESUS LIGERO JIMENEZ	La Rioja	Alfaro	Porcino
GRANJA AREPALA, S.L.	La Rioja	Alfaro	Porcino
JOSE RAUL MUÑOZ RUPEREZ	La Rioja	Alfaro	Porcino
H.J. HEINZ MANUFACTURING SPAIN S.L.U.	La Rioja	Alfaro	Elaboración de zumos
CONSERVAS GEACHE	Navarra	Alfaro	Elaboración de conserva
MADURGA CALAHORRA DIEGO Y MADURGA CHIVITE	Navarra	Cintruénigo	Avicultura
AYALA SANCHEZ MANUEL RIBE CHIVITE BEATRIZ	Navarra	Cintruénigo	Porcino
MADURGA CALAHORRA DIEGO Y MADURGA CHIVITE	Navarra	Cintruénigo	Avicultura
RIBEREGA, S.COOP.	Navarra	Castejón	Industria alimentaria
ISABEL CHIVITE GIL-ENRIQUE GOMEZ SANZ	Navarra	Fitero	Avicultura
AVICOLA CINTRUENIGOSL	Navarra	Fitero	Avicultura
AN Avícola Mólida (Grupo AN)	Navarra	Fitero	Matadero
ISABEL CHIVITE GIL-ENRIQUE GOMEZ SANZ	Navarra	Fitero	Avicultura
ULTRACONGELADOS VIRTÓ, S.A.	Navarra	Azagora	Industria alimentaria
JESUS DIAZ TERES	Navarra	Funes	Porcino
URSUA SOBEJANO, S.L.	Navarra	Funes	Porcino
ALINTER ALIMENTACION SAU	Navarra	Funes	Industria alimentaria
RUBEN GARRIDO ALDAMA	La Rioja	Calahorra	Porcino
DELFIN PEJENANTE FERNANDEZ	Navarra	Cadreita	Porcino
GRANJA CUARTOCHICO S.L.	Navarra	Cadreita	Porcino
SAT LARENAL 712 NA	Navarra	Cadreita	Porcino
PABLO DOMINGO ARENZANA	Navarra	Cadreita	Porcino
JOSE JAVIER BARASOAIN	Navarra	Cadreita	Porcino
AVICOLA RALUMI SLU	Navarra	Valtierra	Avicultura
CASTILLEJO CASTILLEJO, ANA Y MAEZTU ZAPATERIA	Navarra	Valtierra	Porcino
CASTILLEJO SAENZ P SAMANES MIRANDA A Y GUER	Navarra	Valtierra	Porcino
HERNANDEZ SOTA, JULIAN JESUS	Navarra	Valtierra	Porcino
CRISTINA CHIVITE GARBAYO	Navarra	Peralta	Porcino
CEBAPOR, S.L.U.	Navarra	Peralta	Porcino
NAVARRO ARAGONESA DE FORRAJES S.A.U.	Navarra	Peralta	Piensos
HNOS FRAILE MORENO	La Rioja	Grávalar	Porcino
ALBERTO GARIJO GONZÁLEZ	La Rioja	Rincón de Olivedo o los Cast	Porcino
AVICOLA RIOJA	La Rioja	Quel	Avicultura
INTERMALTÁ, S.A.	Navarra	San Adrián	Elaboración de malta
GENERAL MILLS SAN ADRIAN SL	Navarra	San Adrián	Industria alimentaria
MARIA VICTORIA CALVO RADA	Navarra	Tudela	Porcino
CRISTINA CHIVITE GARBAYO	Navarra	Tudela	Porcino
RAQUEL MADURGA CALAHORRA	Navarra	Tudela	Porcino
MERCANTIL UVE, S.A.	Navarra	Tudela	Matadero
MERCANTIL UVE, S.A.	Navarra	Tudela	Piensos
GARCÍA VALDEMORO, LUIS FERNANDO	Navarra	Tudela	Porcino
DE HEUS NUTRICIÓN ANIMAL, S.A.U.	Navarra	Tudela	Piensos
GROPECUARIA OBANOS SA	Navarra	Marcilla	Piensos
REFRESCOIBERIA S.A.U. (MARCILLA)	Navarra	Marcilla	Elaboración de zumos
S.A.T. 3206 SDAD. GARCÍA-CASAJUS	Navarra	Murchante	Porcino
GRANJA GIL GONZALEZ	La Rioja	Cervera del Río Alhama	Porcino
GRANJA EL POMERAL, T.C.	La Rioja	Cervera del Río Alhama	Porcino
GRANJA LOS PALOMOS, T.C.	La Rioja	Cervera del Río Alhama	Porcino
LOS LLANOS, T.C.	La Rioja	Valverde	Porcino
OLARTE Y YERRO, C. B.	La Rioja	Igea	Porcino
HERMANOS GIL LOPEZ, S.C.	La Rioja	Igea	Porcino
INTEGRACIONES PORCINAS JAVI JIMENEZ, S.L.	Navarra	Arguedas	Porcino
IÑIGUEZ MONCAYOLA S.C.	Navarra	Arguedas	Porcino
JOSE MANUEL BRETON HERCE	La Rioja	Pradejón	Porcino
IVAN BRETON MARRODAN	La Rioja	Pradejón	Porcino
ELENA RUIZ ZAPATA	La Rioja	Pradejón	Porcino
SC AREJULA SORET EDUARDO Y JUAN CARLOS BAR	Navarra	Villafraesa	Avicultura

ELENA RUIZ ZAPATA	La Rioja	Pradejón	Porcino
SC AREJULA SORET EDUARDO Y JUAN CARLOS BAR	Navarra	Villafranca	Avicultura
S.A.T. 6277 EL ESCOPAR	Navarra	Villafranca	Porcino
GRANJA VALLE DE ODIETA	Navarra	Villafranca	Vacuno
INDUSTRIAS ALIMENTARIAS DE NAVARRA, S.A.U.	Navarra	Villafranca	Industria alimentaria
AGROPECUARIA ALESYES, S.L.	Navarra	Villafranca	Porcino
SC ARANA MAÑAS F CIRAUQUI URSUA CM FUERTES	Navarra	Villafranca	Porcino
AGROPECUARIA EL PALOMAR, S.L.	Navarra	Villafranca	Porcino
CEBAPOR, S.L.U.	Navarra	Villafranca	Porcino
GRANJA LA CAÑADA, S.L.	Navarra	Villafranca	Porcino
ELCUAZ BARBERIA, JAVIER	Navarra	Villafranca	Porcino
CEBAPOR, S.L.U.	Navarra	Villafranca	Porcino
AGROPORC ALESYES SL	Navarra	Cácer	Porcino
MAYOR OÑATE, S.L.	Navarra	Fontellas	Porcino
JUAN JOSE LITAGO	Navarra	Cabanillas	Porcino
GRANJA MONTEOLIVETE SL	Navarra	Cabanillas	Porcino
JUAN JOSÉ LITAGO GIL	Navarra	Cabanillas	Porcino
PEDRO GUERRA CASTILLEJO	Navarra	Falces	Porcino
UNION DE FABRICANTES DE CONSERVAS, S.A. (UNFA)	Navarra	Falces	Industria alimentaria
PEDRO GUERRA CASTILLEJO	Navarra	Falces	Porcino
ISRAEL PEREZ AICUA	Navarra	Caparroso	Porcino
UENTE MALO FRANCISCO JAVIER Y PASCUAL SESMA	Navarra	Caparroso	Porcino
GRANJA DOS HERMANAS, S.A.	Navarra	Caparroso	Porcino
JOSE ANYONIO PEREZ OCHOA	Navarra	Caparroso	Porcino
AGROPECUARIA SAVAQ, S.I.	Navarra	Caparroso	Porcino
PEREZ ARANA, SALVATIERRA, OCHOA S.I.	Navarra	Caparroso	Porcino
PIENSOS CAPARROSO, S.L.	Navarra	Caparroso	Piensos
SASO CAPARROSO SAT 729 NA	Navarra	Traibuenas	Porcino
ALFREDO SAENZ SAENZ Y OTROS, S. C.	La Rioja	Ausejo	Porcino
SC HERAS IGEA ALBERTO Y ALFONSO	Navarra	Murillo el cuende	Porcino
GRANJA ARCADI, S.L.	Navarra	Murillo el cuende	Porcino
GRANJA ARCADI, S.L.	Navarra	Murillo el cuende	Porcino
NAVAGESPROY SL	Navarra	Ribasorda	Avicultura
PABLO DOMINGO ARENZANA	Navarra	Lodosa	Porcino
OMAYMA BENMOUSSA SABRI	Navarra	Rada	Avicultura
AGROPECUARIA SAN FERMIN, S.L.	Navarra	Rada	Avicultura
SC AGUIRRE IRISO S MOZAZ OSES P J OSES RUIZ M P	Navarra	Pitillas	Porcino
IGNACIO SADABA LASHERAS	Navarra	Mélida	Porcino
ASOCIACIÓN GANADEROS PORCINO FUSTIÑANA (GA	Navarra	Fustiña	Porcino
CONGELADOS DE NAVARRA S.A.U	Navarra	Fustillana	Industria alimentaria
IBÁÑEZ MARCHITE JL Y VENTURA BARASOAIN Y	Navarra	Fustiñana	Porcino
CALVO PEÑA JESÚS Y POYO CALVO FLORO	Navarra	Fustiñana	Porcino
MIRANDA DE ARGA PORCINO, SL	Navarra	Miranda de Arga	Porcino
DANIEL SAYAS OSTA	Navarra	Buñuel	Porcino
GRUPO EMPRESARIAL PALACIOS ALIMENTACION, S.	Navarra	Buñuel	Industria alimentaria
LIVERCO SL	Navarra	Buñuel	Piensos
ZUFIAURRE SUSO, JULIAN	Navarra	Tafalla	Avicultura
REFRESCO IBERIA, S.A.U.	Navarra	Tafalla	Elaboración de zumos
LEYRE Y JAVIER VICENTE CUARTERO	Navarra	Cortes	Avicultura
MARIANO JAVIER CIRIZA CASTRO	Navarra	Cortes	Porcino
GARRIZ CHIVITE, DANIEL	Navarra	Murilla el Fruta	Porcino
GRANJA MARIA ISABEL CAMEROS BENEDICTO, S.L.	Navarra	Carcastillo	Porcino
SC URRUTIA BAYLOQ-TILH FRANCISCO JAVIER Y L	Navarra	Carcastillo	Porcino
LARRAPORC, S.A.	Navarra	Larraga	Porcino
MARIA ASCENSION LARREA BAÑALES	Navarra	Artsajona	Porcino
GÓMEZ ANCIANO, VIRGINIA	Navarra	Artsajona	Porcino
CATALÁN ALDUAN, SOFÍA	Navarra	Artsajona	Porcino
GRANJA VILLANUEVA, S.A.	Navarra	Artsajona	Porcino
PIENSOS COSTA, S.A.	Navarra	Artsajona	Piensos
GRANJA LASERNA, S.A.	Navarra	Mendiarría	Porcino
MIGUEL ANGEL MARIN ESCRIBANO	Navarra	Figarol	Porcino
GRANJA LOS ALECOS, SL	Navarra	Barásoain	Porcino
GAM GANADERA SLU	Navarra	Barásoain	Porcino
JOSE LUIS SAEZ DEDEZ	Navarra	Barásoain	Porcino

## **ANEXO III: PLANO DE EMPLAZAMIENTO**



Nº	ELEMENTO
①	BASCULA (x2)
②	EDIFICIO DE RECEPCION
③	TANQUE PURIN 1
④	TANQUE PURIN 2
⑤	CALDERA
⑥	DIGESTORES PRIMARIOS (x3)
⑦	POST-DIGESTORES (x2)
⑧	UPGRADING
⑨	ANTORCHA SEGURIDAD
⑩	SEP. S/L Y ESTRUCTURANTE
⑪	BALSAS
⑫	OFICINAS
⑬	DEPOSITO PCI
⑭	CT
⑮	DESODORIZACION
⑯	LAVARRUEDAS



PROYECTO:		
PLANTA DE BIOMETANO - CORELLA		
PLANO:		
PLANTA DETALLE DIGESTORES Y POSTDIGESTORES SEPARADOS		
FECHA:	PLANO N° Y HOJAS:	ESCALA:
JUNIO - 2025	IM-01	1:1500
DIBUJADO:	APROBADO:	ARCHIVO:
		PE-292-IM.DWG
		REFERENCIA:
		PE-292

## **ANEXO IV: MODELO ECONÓMICO**

		2.023	2.024	2.025	2.026	2.027	2.028	2.029	2.030	2.031	2.032	2.033	2.034	2.035	2.036	2.037	2.038
		Year 0	Year 1	Year 2	Year 3	Year 4	Year 5	Year 6	Year 7	Year 8	Year 9	Year 10	Year 11	Year 12	Year 13	Year 14	Year 15
Ingresos	Residuos	€	-785.000	-800.700	-816.714	-833.048	-849.709	-866.703	-884.037	-901.718	-919.753	-938.148	-956.911	-976.049	-995.570	-1.015.481	-1.035.791
	Venta biometano	€	5.628.070	5.628.070	5.628.070	5.628.070	5.628.070	5.628.070	5.628.070	5.628.070	5.628.070	5.628.070	5.628.070	5.628.070	5.628.070	5.628.070	5.628.070
	Fertilizantes	€	495.240	495.240	495.240	495.240	495.240	495.240	495.240	495.240	495.240	495.240	495.240	495.240	495.240	495.240	495.240
	<b>Total</b>	€	5.338.310	5.322.610	5.306.596	5.290.262	5.273.601	5.256.607	5.239.273	5.221.592	5.203.557	5.185.162	5.166.399	5.147.261	5.127.740	5.107.829	5.087.519
Gastos	Costes operacionales	€	-1.685.658	-1.601.592	-1.574.432	-1.579.905	-1.585.649	-1.599.762	-1.614.158	-1.628.841	-1.643.818	-1.659.095	-1.674.677	-1.690.570	-1.706.782	-1.723.318	-1.740.184
32%	-711.557	Coste energía eléctrica total	€	-849.660	-752.556	-712.096	-704.004	-695.912	-695.912	-695.912	-695.912	-695.912	-695.912	-695.912	-695.912	-695.912	-695.912
7%	-163.292	Mantenimiento y reparaciones equipos biogás	€	-141.637	-144.470	-147.359	-150.306	-153.312	-156.379	-159.506	-162.696	-165.950	-169.269	-172.655	-176.108	-179.630	-183.222
8%	-184.080	Consumo energía térmica	€	-184.080	-184.080	-184.080	-184.080	-184.080	-184.080	-184.080	-184.080	-184.080	-184.080	-184.080	-184.080	-184.080	-184.080
15%	-330.881	Personal	€	-287.000	-292.740	-298.595	-304.567	-310.658	-316.871	-323.209	-329.673	-336.266	-342.992	-349.851	-356.848	-363.985	-371.265
3%	-77.935	Consumibles y reactivos	€	-67.600	-68.952	-70.331	-71.737	-73.172	-74.635	-76.128	-77.651	-79.204	-80.788	-82.403	-84.052	-85.733	-87.447
5%	-119.800	Otros, analíticas e imprevistos	€	-103.912	-105.990	-108.110	-110.272	-112.478	-114.727	-117.022	-119.362	-121.750	-124.184	-126.668	-129.202	-131.786	-134.421
3%	-59.685	Coste de maquinaria móvil	€	-51.770	-52.805	-53.861	-54.938	-56.037	-57.158	-58.301	-59.467	-60.656	-61.869	-63.107	-64.369	-65.656	
27%	-609.028	Coste gestión de digeridos	€	-528.260	-538.825	-549.602	-560.594	-571.806	-583.242	-594.907	-606.805	-618.941	-631.320	-643.946	-656.825	-669.961	
	-2.256.257	<b>Costes totales</b>	€	-2.213.918	-2.140.418	-2.124.033	-2.140.498	-2.157.455	-2.183.004	-2.209.064	-2.235.646	-2.262.759	-2.290.414	-2.318.623	-2.347.395	-2.376.743	-2.406.678
	(=) EBITDA	(=) EBITDA	€	3.124.392	3.182.192	3.182.563	3.149.763	3.116.146	3.073.603	3.030.208	2.985.946	2.940.799	2.894.748	2.847.777	2.799.866	2.750.997	2.701.151
10	(-) D&A	(-) D&A	€	-1.624.000	-1.624.000	-1.624.000	-1.624.000	-1.624.000	-1.624.000	-1.624.000	-1.624.000	-1.624.000	-1.624.000	-1.624.000	-1.624.000	-1.624.000	-1.624.000
	(=) EBIT	(=) EBIT	€	1.500.392	1.558.192	1.558.563	1.525.763	1.492.146	1.449.603	1.406.208	1.361.946	1.316.799	1.270.748	2.847.777	2.799.866	2.750.997	2.701.151
	Intereses	Intereses	€														
	(=) EBT	(=) EBT	€	1.500.392	1.558.192	1.558.563	1.525.763	1.492.146	1.449.603	1.406.208	1.361.946	1.316.799	1.270.748	2.847.777	2.799.866	2.750.997	2.701.151
25%	(-) Taxes	(-) Taxes	€	-375.098	-389.548	-389.641	-381.441	-373.036	-362.401	-351.552	-340.487	-329.200	-317.687	-711.944	-699.967	-687.749	-675.288
	(=) Resultado Neto	(=) Resultado Neto	€	1.125.294	1.168.644	1.168.922	1.144.322	1.119.109	1.087.202	1.054.656	1.021.460	987.599	953.061	2.135.833	2.099.900	2.063.248	2.025.863
	EBITDA	EBITDA	€	3.124.392	3.182.192	3.182.563	3.149.763	3.116.146	3.073.603	3.030.208	2.985.946	2.940.799	2.894.748	2.847.777	2.799.866	2.750.997	2.701.151
	(-) Capex	(-) Capex	€	-16.240.000													
	(-) Taxes	(-) Taxes	€		-375.098	-389.548	-389.641	-381.441	-373.036	-362.401	-351.552	-340.487	-329.200	-317.687	-711.944	-699.967	-687.749
	(=) Free Cash Flow	(=) Free Cash Flow	€	-16.240.000	2.749.294	2.792.644	2.792.922	2.768.322	2.743.109	2.711.202	2.678.656	2.645.460	2.611.599	2.577.061	2.135.833	2.099.900	2.063.248
				0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,12	1,12	2,13	3,16	4,20	6,07	7,17	8,30	
				Year 0	Year 1	Year 2	Year 3	Year 4	Year 5	Year 6	Year 7	Year 8	Year 9	Year 10	Year 11	Year 12	
				Year 15													

	Discount rate @ 4,5% (Kd)		Discount rate @ 15%	
	2024-2033	2024-2038	2024-2033	2024-2038
NPV	5.245.577	11.085.153	-2.531.342	-813.844
Project IRR	2024-2033	2024-2038	2024-2048	
	10,7%	13,9%	15,3%	
Payback Period	Year 6			

		Year 1	Year 2	Year 3	Year 4	Year 5	Year 6	Year 7	Year 8	Year 9	Year 10	Year 11	Year 12	Year 13	Year 14	Year 15
60%	Deuda	€	9.744.000													
10	Repago	€	974.400	974.400	974.400	974.400	974.400	974.400	974.400	974.400	974.400	0	0	0	0	0
4,5%	Intereses	€	438.480	394.632	350.784	306.936	263.088	219.240	175.392	131.544	87.696	43.848	0	0	0	0
	Debt Service	€	1.412.880	1.369.032	1.325.184	1.281.336	1.237.488	1.193.640	1.149.792	1.105.944	1.062.096	1.018.248	0	0	0	0
	FCF	€	2.749.294	2.792.644	2.792.922	2.768.322	2.743.109	2.711.202	2.678.656	2.645.460	2.611.599	2.577.061	2.135.833	2.099.900	2.063.248	2.025.863
	DSCR (FCF / DS)	x	1,95	2,04	2,11	2,16	2,22	2,27	2,33	2,39	2,46	2,53	0,00	0,00	0,00	0,00
	DSCR (FCF / DS) Acum.	x	1,95	1,99	2,03	2,06	2,09	2,12	2,14	2,17	2,20	2,23	0,00	0,00	0,00	0,00



## **ANEXO V: CATÁLOGOS, EQUIPOS Y ANALÍTICAS**



### INFORME DE ENSAYO ANALÍTICO

REFERENCIA	DATOS CLIENTE
------------	---------------

Nº DE INFORME: 130672

SANPOR 2016, S.L.U.

Nº DE MUESTRA: 23-5452

C/ Azucena, 5

Nº DE ACTA DE TOMA DE MUESTRA: 52766-01

37810 La Lurda

Salamanca

#### DATOS DE IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

**Toma de muestra:** *Tomada por:* El solicitante (Abiomed Higiene no se hace responsable de las condiciones de la toma de muestra).  
*Procedimiento de muestreo:*  
*Fecha:* *Envase:* Bote plástico *Cantidad:* 2 kilos *Transporte:* Tª ambiente  
*Observaciones:* Muestra entregada por el cliente en laboratorio (Los resultados de este informe aplican a la muestra como se ha recibido).

**Tipo de muestra:** FERTILIZANTE **Descripción de la muestra:** Abono  
**Recepción:** 14/06/2023 9:00:00 **Inicio Ensayo:** 15/06/2023 **Fin Ensayo:** 11/07/2023  
**Información aportada por el cliente**<sup>(a)</sup>: Purín

#### RESULTADOS

##### Físico-Químico

PARÁMETROS	RESULTADOS	UNIDADES	METODOLOGÍA
Humedad	90,5	%	Secado a 105 °C y Gravimetría - PNT-AL-020
Materia orgánica	8,0	%	Calcinción a 550 °C y Gravimetría
Nitrógeno Total	0,2	% N	Digestión y Titulación volumétrica
Nitrógeno amoniacal	< 0,1	% NH <sub>4</sub> -N	Destilación y Titulación Volumétrica
Relación C/N	23,3	-	Cálculo
Fósforo total	1211	mg/kg P	Espectrofotometría UV-Vis
Potasio total	499	mg/kg K	Absorción atómica - PNT-AL-024

**OBSERVACIONES:** Resultados referidos sobre materia natural

miércoles, 12 de julio de 2023



**María Montore Blázquez**  
Responsable de Laboratorio Físicoquímico



## INFORME DE ENSAYO ANALÍTICO

REFERENCIA	DATOS CLIENTE
------------	---------------

Nº DE INFORME: 130673

SANPOR 2016, S.L.U.

Nº DE MUESTRA: 23-5453

C/ Azucena, 5

Nº DE ACTA DE TOMA DE MUESTRA: 52766-02

37810 La Lurda

Salamanca

### DATOS DE IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

**Toma de muestra:**  
*Tomada por:* El solicitante (Abiomed Higiene no se hace responsable de las condiciones de la toma de muestra).  
*Procedimiento de muestreo:*  
*Fecha:* *Envase:* Bote plástico *Cantidad:* 2 kilos *Transporte:* Tª ambiente  
*Observaciones:* Muestra entregada por el cliente en laboratorio (Los resultados de este informe aplican a la muestra como se ha recibido).

**Tipo de muestra:** FERTILIZANTE

**Descripción de la muestra:** Abono

**Recepción:** 14/06/2023 9:00:00

**Inicio Ensayo:** 15/06/2023

**Fin Ensayo:** 11/07/2023

**Información aportada por el cliente** <sup>(a)</sup>: Estiércol 15 días

### RESULTADOS

#### Físico-Químico

PARÁMETROS	RESULTADOS	UNIDADES	METODOLOGÍA
Humedad	70,6	%	Secado a 105 °C y Gravimetría - PNT-AL-020
Materia orgánica	23,6	%	Calcinación a 550 °C y Gravimetría
Nitrógeno Total	0,9	% N	Digestión y Titulación volumétrica
Nitrógeno amoniacal	0,1	% NH <sub>4</sub> -N	Destilación y Titulación Volumétrica
Relación C/N	15,2	-	Cálculo
Fósforo total	3635	mg/kg P	Espectrofotometría UV-Vis
Potasio total	2090	mg/kg K	Absorción atómica - PNT-AL-024

**OBSERVACIONES:** Resultados referidos sobre materia natural

miércoles, 12 de julio de 2023



**María Montore Blázquez**  
Responsable de Laboratorio Físicoquímico



(a) Abiomed Higiene no se hace responsable de la información aportada por el cliente.

Las incertidumbres de medida de los parámetros validados están calculadas y a disposición del cliente.

Los datos que se recogen en este informe de ensayo afectan exclusivamente a la/s muestra/s analizada/s. No debe reproducirse total ni parcialmente sin la autorización por escrito de este laboratorio.

## Origen del producto.

Tradicionalmente, la gallinaza se ha utilizado con un gran contenido de humedad, obteniéndose con su aplicación buenos resultados productivos pero con el inconveniente de un manejo complicado, difícil calibración y malos olores.

**La gallinaza seca**, se obtiene haciendo circular las heces de las gallinas, durante varios días, en un circuito de cintas transportadoras en una corriente de aire que produce la evaporación del agua que contiene.

Así se consigue un producto de textura suelta con aglomerados de mediano tamaño y con una humedad entre el 12 y el 20%.



## Composición

En el cuadro siguiente podemos ver el resultado del análisis de la gallinaza como fertilizante.

Del resultado de su análisis destacan las siguientes características:

- Una relación muy bien proporcionada de N-P-K para su utilización como abono completo y único.
- Un Nitrógeno orgánico de liberación lenta.
- Un elevado contenido de materia orgánica.
- Un nivel muy alto de calcio, un elemento muy mejorador de la estructura de los suelos participando en los mecanismos de intercambio catiónico.
- Una relación C/N muy baja, más que cualquier otro estiércol, que será indispensable para la descomposición de los rastrojos donde se aplique.

### Composición de la gallinaza (tal cual)

Materia seca	83,10	%
pH	7,90	
Materia orgánica	58,00	%
Nitrógeno	4,00	%
Fósforo	2,60	%
Potasio	2,30	%
Calcio	9,50	%
Magnesio	0,80	%
Sodio	0,30	%
Hierro	506,10	mg/kg
Manganeso	297,50	mg/kg
Cobre	37,40	mg/kg
Zinc	531,80	mg/kg
Relación C/N	7,26	
Conductividad	4,57	dS/m
Densidad	500	kg/m <sup>3</sup>

## Propiedades de la gallinaza seca

La gallinaza es un fertilizante orgánico que combina todos los nutrientes esenciales N, P, K y otros macro y microelementos, con un alto contenido de materia orgánica. Esto hace que sea un producto que ejerce unos efectos muy positivos sobre las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, mejorando los rendimientos de los cultivos.

**Para la física del suelo**, los efectos más notables son los siguientes:

- Favorece la estabilidad del suelo al mantener floculado el complejo arcillo húmico.
- Facilita los mecanismos de distribución del aire entre el suelo y la atmósfera exterior.
- Permite la circulación del agua en el suelo al impedir la destrucción de agregados y el taponamiento de los poros y aumenta la capacidad de retención del agua.

**Para la química del suelo** juega un papel decisivo en los siguientes aspectos:

- Es un fertilizante completo, conteniendo los principales elementos necesarios para un óptimo rendimiento de los cultivos N, P, K, Ca, Mg y otros microelementos y materia orgánica (consultar análisis completo).

- Las formas orgánicas del N y P actúan como fertilizantes de liberación lenta, por lo que son menos susceptibles de lavado que otros fertilizantes minerales.

- La formación de complejos orgánicos mejora la disponibilidad de los microelementos.

- La combinación de fertilizantes orgánicos y minerales consigue mayores rendimientos.

**En el aspecto biológico y medioambiental** las funciones más notables son las siguientes:

- Es alimento para los cultivos y para los microorganismos del suelo.
- Favorece la respiración radicular.
- Incrementa la actividad microbiana.
- Un mejor enraizamiento disminuye la erosión del suelo.
- El aumento de la capacidad de retención del agua, disminuye la contaminación por el lavado de elementos fertilizantes.
- La baja relación C/N facilita la humificación de los rastrojos limitando el efecto de "hambre de nitrógeno".





## Manejo

La gallinaza seca, por su textura suelta y muy bajo contenido en humedad, **se distribuye** en el terreno con una abonadora de discos centrífugos adaptada para aplicar grandes cantidades de producto.

**La cantidad** que se utiliza normalmente oscila entre 1000 y 4000 kg/ha teniendo poca respuesta cantidades inferiores. Normalmente se recomienda 2500 kg/ha para secano y 4000 kg/ha para regadío.

Para elegir **la época de aplicación** debe tenerse en cuenta que para ser aprovechada por la planta, algunos compuestos tienen que

mineralizarse. Hay un amplio margen de maniobra, pudiendo anticiparse varios meses o realizarlo poco antes de la siembra. No es aconsejable aplicarlo en cobertera.

**Su incorporación al suelo** no exige ningún manejo especial. Es conveniente mezclarlo con el suelo mediante una labor de cultivador o grada de discos, no importa cuando, antes o después del laboreo profundo.

**No debe mezclarse** con productos cálcicos, ya que puede haber una ligera pérdida por volatilización de nitrógeno amoniacal.



## Tecnificación Agraria y Medioambiental, S.L. TECNAMED



## Gallinaza seca

El actual desarrollo de la mecanización  
facilita la aplicación de este fertilizante completo,  
abono natural, que produce una comprobada mejora  
en los rendimientos de los cultivos

### Tecnificación Agraria y Medioambiental, S.L.

Príncipe de Vergara, 120, Esc. 2, 4º C  
28002 Madrid  
Móvil 659 93 54 51  
tecnamed@telefonica.net



# BRIDGEMONT

Heavy Duty  
Concrete Deck  
Truck Scale  
(BMC)

*Technical Specification*

## DESCRIPTION

The BridgeMont Heavy Duty Concrete Deck (BMC) Truck Scale is an outstanding design that incorporates the most advanced engineering and production technology. It is a scale for the majority of users, who require a scale they can depend on, day in and day out. The BMC is fully assembled at the factory, so when it arrives at the job site, it is ready for the concrete to be poured without other hidden costs or requirements for additional material and labor as found with many competitive models.

## SPECIFICATIONS

FEATURE	BENEFITS
<b>Gross Capacity</b>	With a capacity up to 135 tons, this scale can handle a wide range of trucks and configurations.
<b>Platform Lengths</b>	Platform lengths from 10' to 150'; assuring each customer the right size for the application.
<b>Platform Widths</b>	Standard widths of 10', 11', 12' and all the way up to 15' to fit a range of applications and existing foundations.
<b>Concentrated Load Capacity (LLC)</b>	At 45 tons, the BMC Truck Scale is comparable to other product costing thousands more.
<b>"r" Factor</b>	With an "r" Factor of 2.65, the BMC can handle more than 2.5 times the legal highway load limit of 34,000 lb.
<b>Module Size</b>	At 10', 12', 20', 23.5', and 25'; the BMC uses fewer load sensors, only 8 on a typical 70' scale, compared to 10 or more on competitive models.
<b>Weighbridge Thickness</b>	At 10.125" thick, the BMC Truck Scale provides a lower profile, compact and structurally superior design.
<b>Elevation Profile</b>	At 14", the compact, efficient design of the BMC minimizes approach and exit requirements, and provides the user total confidence in integrity of the weighbridge. Additional under clearance is easily achieved with convenient base plate risers.
<b>Full Electronic Design</b>	Avery Weigh-Tronix has consistently been a leader in utilizing state of the art technology in virtually every aspect of their truck scale product range
<b>Factory Assembled</b>	Minimizes installation time and costs. Insures consistent product quality. No rebar or sheeting required.
<b>Weighbridge Design</b>	An outstanding weighbridge design, that includes a 5" field poured concrete deck, on top of a robust steel deck substructure. This superior design places the concrete in a compression application, above the neutral axis and the steel components in a tension and compression application. This design has more steel content than most competitive models.
<b>Corrosion Protection</b>	All steel surfaces are commercial blast cleaned to SSPC 6 industry standards. A high performance, high solids, two component urethane primer is applied, followed by a final coat of high quality, heavy-duty polyurethane.
<b>Module Installation</b>	The absence of grout plates and the drilled in place anchor bolts mean simple, low cost installation.
<b>Weigh Bars®</b>	Capacity of 75,000 lb for each sensor, with 200% overload safety factor.
<b>Weigh Bar Performance</b>	Impervious to end, side, and torque loading conditions that can destroy conventional load cells.
<b>Weigh Bar Design</b>	Produced from high quality aircraft alloy steel bar stock, that has been heat treated, quenched and tempered to resist corrosion. Also provides better repeatability and less hysteresis than stainless steel.
<b>Weigh Bar Reliability</b>	Failure rate of only 0.31% compared with a national average of 3 to 5% on conventional load cells.
<b>Weigh Bar Protection</b>	Extremely resistant to surge voltage or lightning related problems. Strain gauges are hermetically sealed against moisture or corrosive elements.
<b>Weigh Bar Cabling</b>	Stainless steel jacketed cables in factory installed conduit runs.
<b>Easi-Post Self-Checking System</b>	Rugged Easi-Post™ suspension with self-checking design absorbs shocks and vibration from sudden starting and stopping of vehicles on scale. All components are made with hardened, stainless steel material for outstanding strength, durability, and corrosion protection. No check rods or bumper plates required.
<b>NEMA 4X Stainless Steel Junction Box</b>	Compact, all stainless steel junction and summation boxes, with connector-less cables for elimination of moisture or condensation related problems. Includes Gore breather vent to equalize pressure inside and outside the box.



## ZM SERIES INDICATORS

The ZM Series Indicators are available with a wide range of features and functionality to match the needs of specific applications, from simple to complex. A truck scale In/Out software application provides tracking for open transactions and storage for completed transactions as well as tare weights.

### Approvals –

NTEP, Cert. Of Conf. #97-074  
Approved up to 14' width  
Approved for livestock weighing

### Warranty –

5 years - Weigh Bars  
10 years - Weighbridge structure

## OPTIONS & ACCESSORIES

- ZT Digital Load Cell
- ZB210 Digital Junction Box
- Guide Rails
- Manhole Rings and Covers
- Multi-Platform Systems for Axle Weighing
- Guard Posts
- Pre-Fab Foundations
- Indicators
- Remote Displays
- Printers
- ZM Kiosk Systems
- Hazardous Area Systems



### GUIDE RAILS AND POSTS

Extreme-duty guide rails are bolted in place to provide a strong, attractive barrier against accidental drive-offs. Tubing is gentle on truck wheels and is offset to allow full use of deck. Yellow paint is standard feature.



### MANHOLE

Provides easy access in pit installations. Reinforced 2' x 2' manhole includes a heavy duty cover to maintain weighbridge integrity.



### UNATTENDED SYSTEMS

Allows 24/7 scale availability. Can be customized with several hardware options such as loop detectors, ID readers, video surveillance, traffic lights, and wireless communication.



### REMOTE DISPLAYS

These remote displays allow clear, comfortable viewing of scale information at considerable distances: indoors and outdoors. Popular options such as wireless RF connectivity and integrated traffic lights are available.

NOMINAL PLATFORM LENGTH (feet)	MODULES	WEIGH BARS	GROSS CAPACITY (tons)
10	1	4	45
12	1	4	45
20	1	4	45
24	1	4	45
30	2	6	90
35	2	6	90
40	2	6	90
47	2	6	90
60	3	8	135
70	3	8	135
80	4	10	135
93	4	10	135
100	4 or 5	12	135
116	5	12	135

All platform lengths are available in a choice of standard widths: **9'10.5", 11', 12', 13', 14'**

*Custom widths available by consulting factory*

# Avery Weigh-Tronix

[www.averyweigh-tronix.com](http://www.averyweigh-tronix.com)

**Avery Weigh-Tronix is an ITW company**

(/es/)

## BG 500

### Apoyo potente.

El agitador BG 500 de PAULMICHL se utiliza para proporcionar un apoyo mecánico y potente en fermentadores y tanques de fermentación secundaria. Infinitamente variable y fácil de manejar, está equipado con una instalación de ajuste hidráulico para permitir una adaptación óptima al sustrato del tanque, incluso con niveles de llenado cambiantes, en tanques de fermentación secundaria o tanques de almacenamiento final herméticos al gas. El agitador de biogás BG 500 se utiliza para proporcionar un apoyo mecánico y potente para el proceso de homogeneización en fermentadores, principalmente en el área de entrada de sólidos.



(/es/).



## Potente soporte

### Ventajas del agitador BG 500

- Ideal para su uso en depósitos elevados
- Puede utilizarse con distintos niveles de llenado
- Funcionamiento suave y duradero gracias al robusto rascador
- Posibilidad de ajuste hidráulico continuo y de fácil manejo
- Unidad de sellado de alta calidad
- Posibilidad de instalación en pared y techo
- Transmisión potente y silenciosa mediante correa dentada

## Datos técnicos

- + Opcional: toma de fuerza adicional o única o unidad de accionamiento hidráulico
- + Estándar: dispositivo de ajuste hidráulico horizontal y vertical con bomba manual y unidad de control
- + Depósito de expansión de aceite para control de fugas
- + Longitud de instalación estándar: 5,00 m - longitudes más cortas disponibles (bajo pedido)
- + Diámetro de la pala del agitador: 600 - 840 mm
- + Cierre mecánico: SIC/SIC

(/es/).

## **El agitador adicional BG 500-V**

El agitador se utiliza como apoyo mecánico y potente en fermentadores, principalmente como agitador adicional para recipientes equipados con un solo agitador (por ejemplo, agitador de paletas horizontales). El agitador se fabrica individualmente, con una placa de instalación estándar o con un diseño personalizado para las aberturas de techo existentes. La unidad de accionamiento reforzada garantiza un uso fiable para mayores exigencias.

### **Datos técnicos**

Tamaño del motor: 9,0 - 18,5 kW

Equipamiento adicional opcional con unidad de motorreductor

Robusto engranaje cónico para la desviación en empuje horizontal

Instalación con taladro de núcleo Ø 700 mm

Margen de giro continuo de 360° para una adaptación óptima al campo de aplicación

Opción de ajuste hidráulico continuo y de fácil manejo

# Genap Water Tank



Genap's water tank systems are renowned worldwide for being a high quality, low cost solution for the storage of large volumes of water. The modular system, with storage capacities ranging from 5 m<sup>3</sup> to 2,000 m<sup>3</sup>, can be assembled by hand without the need for cranes or other equipment. Genap's made to measure liners and covers complete the system.

The panels are galvanized as standard. Optionally, an additional coating can be applied to both sides of the steel panels. This increases the warranty period and design life of the tank. The available liners are suitable for all types of water including drinking, dirty and recirculated water.

## Technical Data

- Corrugated galvanized steel sheets (thickness 0.8 mm - 1.85 mm)
- Panel length: 2.24 / 3.05 meters
- Tank diameters: 1.34 - 30.90 meters (short panels) / 1.82 – 30.95 meters (long panels)
- Steel grade (minimal): S280 / S350 (DIN-EN 10147)
- All tanks are statically calculated
- Warranty: 10 years (coated), 7 year (galvanized)

## Options

- Different types of liners for use in specific conditions such as heat, cold, high UV exposure and the use of chlorine and other chemicals.
- Fully or partially coated; colour is green (RAL 6007).
- Covers suitable for all environments including high UV intensity, high wind and snow loads and extreme cold.
- Bottom and sidewall inlets and outlets
- Water Level Indicator
- Tank ladder



- ✓ Modular system that can be assembled without construction cranes
- ✓ High stability and mechanical resistance
- ✓ Suitable for all types of water

## Would you like more information?

Go to [genap.com](http://genap.com) or contact us directly to discuss the options.



# Genap Water Tank



## Assortment long panels

Diameter (m)	1.59 meter (2 panels)	2.36 meter (3 panels)	3.12 meter (4 panels)	3.88 meter (5 panels)	4.64 meter (6 panels)
1.82	4 m <sup>3</sup>	6 m <sup>3</sup>	8 m <sup>3</sup>	10 m <sup>3</sup>	12 m <sup>3</sup>
2.73	9 m <sup>3</sup>	14 m <sup>3</sup>	18 m <sup>3</sup>	23 m <sup>3</sup>	27 m <sup>3</sup>
3.64	17 m <sup>3</sup>	25 m <sup>3</sup>	32 m <sup>3</sup>	40 m <sup>3</sup>	48 m <sup>3</sup>
4.55	26 m <sup>3</sup>	38 m <sup>3</sup>	51 m <sup>3</sup>	63 m <sup>3</sup>	75 m <sup>3</sup>
5.46	37 m <sup>3</sup>	55 m <sup>3</sup>	73 m <sup>3</sup>	91 m <sup>3</sup>	109 m <sup>3</sup>
6.10	46 m <sup>3</sup>	69 m <sup>3</sup>	91 m <sup>3</sup>	113 m <sup>3</sup>	136 m <sup>3</sup>
6.37	51 m <sup>3</sup>	75 m <sup>3</sup>	99 m <sup>3</sup>	124 m <sup>3</sup>	148 m <sup>3</sup>
6.98	61 m <sup>3</sup>	90 m <sup>3</sup>	119 m <sup>3</sup>	148 m <sup>3</sup>	177 m <sup>3</sup>
7.28	66 m <sup>3</sup>	98 m <sup>3</sup>	130 m <sup>3</sup>	161 m <sup>3</sup>	193 m <sup>3</sup>
7.85	77 m <sup>3</sup>	114 m <sup>3</sup>	151 m <sup>3</sup>	188 m <sup>3</sup>	224 m <sup>3</sup>
8.19	84 m <sup>3</sup>	124 m <sup>3</sup>	164 m <sup>3</sup>	204 m <sup>3</sup>	244 m <sup>3</sup>
9.10	103 m <sup>3</sup>	153 m <sup>3</sup>	203 m <sup>3</sup>	252 m <sup>3</sup>	302 m <sup>3</sup>
10.01	125 m <sup>3</sup>	186 m <sup>3</sup>	245 m <sup>3</sup>	305 m <sup>3</sup>	365 m <sup>3</sup>
10.92	149 m <sup>3</sup>	221 m <sup>3</sup>	292 m <sup>3</sup>	363 m <sup>3</sup>	434 m <sup>3</sup>
11.83	175 m <sup>3</sup>	259 m <sup>3</sup>	343 m <sup>3</sup>	426 m <sup>3</sup>	510 m <sup>3</sup>
12.75	203 m <sup>3</sup>	301 m <sup>3</sup>	398 m <sup>3</sup>	495 m <sup>3</sup>	592 m <sup>3</sup>
13.66	233 m <sup>3</sup>	346 m <sup>3</sup>	457 m <sup>3</sup>	568 m <sup>3</sup>	680 m <sup>3</sup>
14.57	265 m <sup>3</sup>	393 m <sup>3</sup>	520 m <sup>3</sup>	647 m <sup>3</sup>	773 m <sup>3</sup>
15.48	299 m <sup>3</sup>	444 m <sup>3</sup>	587 m <sup>3</sup>	730 m <sup>3</sup>	
16.39	335 m <sup>3</sup>	498 m <sup>3</sup>	658 m <sup>3</sup>	818 m <sup>3</sup>	
17.30	374 m <sup>3</sup>	554 m <sup>3</sup>	733 m <sup>3</sup>	912 m <sup>3</sup>	
18.21	414 m <sup>3</sup>	614 m <sup>3</sup>	812 m <sup>3</sup>		
19.12	456 m <sup>3</sup>	677 m <sup>3</sup>	895 m <sup>3</sup>		
20.03	501 m <sup>3</sup>	743 m <sup>3</sup>	983 m <sup>3</sup>		
20.94	547 m <sup>3</sup>	812 m <sup>3</sup>	1,074 m <sup>3</sup>		
21.85	596 m <sup>3</sup>	884 m <sup>3</sup>	1,169 m <sup>3</sup>		
22.76	647 m <sup>3</sup>	960 m <sup>3</sup>			
23.67	699 m <sup>3</sup>	1,038 m <sup>3</sup>			
24.58	754 m <sup>3</sup>	1,119 m <sup>3</sup>			
25.49	811 m <sup>3</sup>	1,204 m <sup>3</sup>			
26.40	870 m <sup>3</sup>	1,291 m <sup>3</sup>			
27.31	931 m <sup>3</sup>	1,382 m <sup>3</sup>			
28.22	994 m <sup>3</sup>	1,475 m <sup>3</sup>			
29.13	1,059 m <sup>3</sup>	1,572 m <sup>3</sup>			
30.04	1,126 m <sup>3</sup>	1,672 m <sup>3</sup>			
30.95	1,196 m <sup>3</sup>	1,775 m <sup>3</sup>			

## Assortment short panels

Diameter (m)	1.59 meter (2 panels)	2.36 meter (3 panels)	3.12 meter (4 panels)	3.88 meter (5 panels)	4.64 meter (6 panels)
1.34	2 m <sup>3</sup>	3 m <sup>3</sup>	4 m <sup>3</sup>	5 m <sup>3</sup>	7 m <sup>3</sup>
2.01	5 m <sup>3</sup>	7 m <sup>3</sup>	10 m <sup>3</sup>	12 m <sup>3</sup>	15 m <sup>3</sup>
2.69	9 m <sup>3</sup>	13 m <sup>3</sup>	18 m <sup>3</sup>	22 m <sup>3</sup>	26 m <sup>3</sup>
3.36	14 m <sup>3</sup>	21 m <sup>3</sup>	28 m <sup>3</sup>	34 m <sup>3</sup>	41 m <sup>3</sup>
4.03	20 m <sup>3</sup>	30 m <sup>3</sup>	40 m <sup>3</sup>	49 m <sup>3</sup>	59 m <sup>3</sup>
4.70	28 m <sup>3</sup>	41 m <sup>3</sup>	54 m <sup>3</sup>	67 m <sup>3</sup>	80 m <sup>3</sup>
5.37	36 m <sup>3</sup>	53 m <sup>3</sup>	71 m <sup>3</sup>	88 m <sup>3</sup>	105 m <sup>3</sup>
6.04	46 m <sup>3</sup>	68 m <sup>3</sup>	89 m <sup>3</sup>	111 m <sup>3</sup>	133 m <sup>3</sup>
6.72	56 m <sup>3</sup>	84 m <sup>3</sup>	111 m <sup>3</sup>	138 m <sup>3</sup>	164 m <sup>3</sup>
7.39	68 m <sup>3</sup>	101 m <sup>3</sup>	134 m <sup>3</sup>	166 m <sup>3</sup>	199 m <sup>3</sup>
8.06	81 m <sup>3</sup>	120 m <sup>3</sup>	159 m <sup>3</sup>	198 m <sup>3</sup>	237 m <sup>3</sup>
8.73	95 m <sup>3</sup>	141 m <sup>3</sup>	187 m <sup>3</sup>	232 m <sup>3</sup>	278 m <sup>3</sup>
9.40	110 m <sup>3</sup>	164 m <sup>3</sup>	216 m <sup>3</sup>	269 m <sup>3</sup>	322 m <sup>3</sup>
10.07	127 m <sup>3</sup>	188 m <sup>3</sup>	248 m <sup>3</sup>	309 m <sup>3</sup>	369 m <sup>3</sup>
10.75	144 m <sup>3</sup>	214 m <sup>3</sup>	283 m <sup>3</sup>	352 m <sup>3</sup>	421 m <sup>3</sup>
11.42	163 m <sup>3</sup>	242 m <sup>3</sup>	319 m <sup>3</sup>	397 m <sup>3</sup>	475 m <sup>3</sup>
12.09	182 m <sup>3</sup>	271 m <sup>3</sup>	358 m <sup>3</sup>	445 m <sup>3</sup>	532 m <sup>3</sup>
12.76	203 m <sup>3</sup>	302 m <sup>3</sup>	399 m <sup>3</sup>	496 m <sup>3</sup>	593 m <sup>3</sup>
13.43	225 m <sup>3</sup>	334 m <sup>3</sup>	442 m <sup>3</sup>	549 m <sup>3</sup>	657 m <sup>3</sup>
14.10	248 m <sup>3</sup>	368 m <sup>3</sup>	487 m <sup>3</sup>	606 m <sup>3</sup>	724 m <sup>3</sup>
14.78	273 m <sup>3</sup>	405 m <sup>3</sup>	535 m <sup>3</sup>	665 m <sup>3</sup>	796 m <sup>3</sup>
15.45	298 m <sup>3</sup>	442 m <sup>3</sup>	585 m <sup>3</sup>	727 m <sup>3</sup>	870 m <sup>3</sup>
16.12	324 m <sup>3</sup>	481 m <sup>3</sup>	636 m <sup>3</sup>	791 m <sup>3</sup>	947 m <sup>3</sup>
16.79	352 m <sup>3</sup>	522 m <sup>3</sup>	690 m <sup>3</sup>	859 m <sup>3</sup>	
17.46	381 m <sup>3</sup>	565 m <sup>3</sup>	747 m <sup>3</sup>	929 m <sup>3</sup>	
18.13	410 m <sup>3</sup>	609 m <sup>3</sup>	805 m <sup>3</sup>	1,002 m <sup>3</sup>	
18.81	442 m <sup>3</sup>	655 m <sup>3</sup>	867 m <sup>3</sup>	1,078 m <sup>3</sup>	
19.48	474 m <sup>3</sup>	703 m <sup>3</sup>	929 m <sup>3</sup>	1,156 m <sup>3</sup>	
20.15	507 m <sup>3</sup>	752 m <sup>3</sup>	994 m <sup>3</sup>		
20.82	541 m <sup>3</sup>	803 m <sup>3</sup>	1,062 m <sup>3</sup>		
21.49	576 m <sup>3</sup>	856 m <sup>3</sup>	1,131 m <sup>3</sup>		
22.16	613 m <sup>3</sup>	910 m <sup>3</sup>	1,203 m <sup>3</sup>		
22.84	651 m <sup>3</sup>	966 m <sup>3</sup>	1,278 m <sup>3</sup>		
23.51	690 m <sup>3</sup>	1,024 m <sup>3</sup>	1,354 m <sup>3</sup>		
24.18	730 m <sup>3</sup>	1,083 m <sup>3</sup>	1,433 m <sup>3</sup>		
24.85	771 m <sup>3</sup>	1,144 m <sup>3</sup>	1,513 m <sup>3</sup>		
25.52	813 m <sup>3</sup>	1,207 m <sup>3</sup>			
26.19	856 m <sup>3</sup>	1,271 m <sup>3</sup>			
26.87	901 m <sup>3</sup>	1,338 m <sup>3</sup>			
27.54	947 m <sup>3</sup>	1,405 m <sup>3</sup>			
28.21	993 m <sup>3</sup>	1,474 m <sup>3</sup>			
28.88	1,041 m <sup>3</sup>	1,545 m <sup>3</sup>			
29.55	1,090 m <sup>3</sup>	1,618 m <sup>3</sup>			
30.22	1,140 m <sup>3</sup>	1,693 m <sup>3</sup>			
30.90	1,192 m <sup>3</sup>	1,769 m <sup>3</sup>			



# PRODUCCIÓN DE BIOGÁS CON UNA VISIÓN DE FUTURO

Equipos y sistemas para bombeo,  
trititación y separación

**VOGELSANG – LEADING IN TECHNOLOGY**

**VOGELSANG**







# DE CONFIANZA

**Calidad y experiencia  
que garantizan una tecnología  
preparada para el futuro**

**Vogelsang inventó la bomba lobular con revestimiento de elastómero y, desde hace décadas, es una de las empresas de ingeniería mecánica más importantes del mundo en el ámbito de la tecnología de bombeo y trituración. En los sectores con más proyección de futuro, como es el caso de la producción de biogás, nuestros clientes confían en nuestra capacidad de innovación y la calidad sobresaliente de nuestros equipos.**

En base a nuestra experiencia y a nuestro equipo de I+D+R, desarrollamos componentes y sistemas intuitivos que ofrecen al cliente altos índices de disponibilidad.

El proceso de producción y la calidad de nuestros equipos reflejan la seriedad con la que nos tomamos el compromiso de ofrecer a nuestros clientes productos imbatibles. La adaptabilidad y versatilidad de nuestras máquinas les permite ofrecer una vida útil más larga, ayudando a los operadores de plantas de todo el mundo a desarrollar su actividad con eficiencia, adaptándose en todo momento a los cambios en la reglamentación.

# VOGELSANG: SIMPLEMENTE, MÁS BIOGÁS

## Componentes fiables para cada tarea individual

A día de hoy, y en el contexto de la transición hacia energías más sostenibles, las plantas de biogás son una fuente fiable de producción de gas y energía en numerosos países europeos, con Alemania a la cabeza. La fiabilidad y la eficiencia de esta energía dependen de la calidad de la tecnología que se instale en las plantas de biogás. Esta afirmación es válida tanto para una pequeña planta de una explotación agropecuaria como para una instalación de gran tamaño orientada a la generación de energía. Vogelsang ha estado desde siempre al lado de los pioneros de la tecnología del biogás y, a día de hoy, sigue contribuyendo a que los sistemas funcionen de manera más eficiente y económica.

### La ventaja de ser un experto

Los componentes que desarrollamos – y que no dejamos de perfeccionar – operan con éxito en plantas de biogás de todo el mundo. Nuestro esfuerzo de investigación, desarrollo continuo e innovación ayuda a los operadores de plantas a maximizar su rendimiento de producción de gas.

### Producción de biogás más eficiente

La rentabilidad de una planta de biogás depende ante todo de la eficiencia de cada uno de sus componentes individuales. Para que todos nuestros componentes contribuyan a esa eficiencia general, empleamos materiales de alta calidad y principios de funcionamiento inteligentes. Nuestras máquinas se coordinan perfectamente entre sí para trabajar de manera armoniosa, lo que abre nuevas posibilidades a la producción rentable de biogás.

### Una inversión que se amortiza sola

Vogelsang ofrece productos fiables y soluciones eficientes diseñados a medida, de acuerdo con los requisitos de cada tarea. Lo mismo ocurre con nuestras tecnologías de bombeo, trituración y alimentación de digestores, así como con las de desintegración de sustrato: cuanto más sistemáticos son los procesos y más homogénea es la suspensión orgánica bombeada a los digestores, mayor es la producción de biogás. Es más, nuestras soluciones reducen los costes de energía de los procesos de bombeo y agitación de la suspensión, lo que a su vez repercute positivamente en la cuenta de resultados.\*

### Gestión de la calidad

En Vogelsang, el control de la calidad es una necesidad evidente que se percibe en cada fase del proceso productivo. Ninguno de nuestros productos sale de nuestra fábrica sin ser previamente revisado. No dejamos de mejorar nuestro sistema de gestión de la calidad y certificamos nuestra actividad conforme a la norma DIN EN ISO 9001:2015. Sabemos que quien no avanza se queda atrás.

**Además,** ofrecemos alimentadores de materia sólida con alta funcionalidad, los cuales proporcionan el tamaño de partícula óptimo para favorecer al máximo el desarrollo de las bacterias. Nuestra tecnología ayuda a los operadores a reducir el consumo de energía durante los procesos de maceración, agitación y bombeo en sus plantas de biogás, mejorando al mismo tiempo su rendimiento a la hora de evaluar la capacidad de generación de biogás.

**Para más información, consulta el catálogo de Vogelsang “Alimentación innovadora de sólidos”.**

\* Fuente: El proyecto de investigación de la UE «EU AGRO BIOGAS» ha demostrado una reducción de costes de hasta el 40 % y una mejora del rendimiento de gas de hasta el 8 %, para una planta de biogás de 500 kW.

# Tecnología Vogelsang de bombeo, trituración, maceración y separación para plantas de biogás



## HiCone® y Serie CC® (bombas de tornillo helicoidal)

- Sustitución rápida y sencilla de los elementos de bombeo
- Requisitos de espacio mínimos, en especial para las labores de mantenimiento
- Diseñadas para aplicaciones pesadas; pueden bombear medios altamente abrasivos y con alto contenido en cuerpos extraños
- HiCone: geometría revolucionaria y un sistema de ajuste innovador que proporciona una mayor vida útil, con bajos costes de explotación

## Serie VX y Serie IQ (bombas lobulares)

- Compactas, duraderas y de fácil mantenimiento gracias a su diseño QuickService
- Autoaspirantes y resistentes al funcionamiento en seco
- Se puede invertir el sentido de bombeo, lo que las hace aptas para tareas de bombeo muy variadas
- Serie IQ: integración, manejo y mantenimiento especialmente sencillos



## RotaCut®

- Corte y separación de materiales pesados todo en uno
- Maceración fiable de gruesos y materiales fibrosos en medio líquido
- Protección de los componentes de la planta situados aguas abajo
- Monitorización online opcional

## CC-Cut/BioCut®

- Bomba de desplazamiento positivo con RotaCut aguas arriba
- Diseño especial para el sector del biogás
- Macera y mezcla la suspensión orgánica, protegiendo componentes de la planta aguas abajo de su instalación

## RedUnit XRL

- Triturador de dos ejes apto para reducir de manera económica el tamaño de gruesos tales como fruta, verdura y la mayoría de los residuos orgánicos
- Idónea para medios secos y líquidos



## DebrisCatcher

- Separador activo de materiales pesados con bajo consumo de energía
- Robusto y potente
- Separación de cuerpos extraños y protección de los componentes de la planta situados aguas abajo

## DisRuptor

- Desintegración mecánica de alto rendimiento
- Aumenta el área superficial disponible para las bacterias
- Reduce la viscosidad
- Acelera y aumenta la producción de gas

## XSplit®

- Separador de tornillo de prensado con características únicas
- Formación fiable del tapón sin necesidad de agregar agentes auxiliares
- Bajas necesidades de mantenimiento y tareas de mantenimiento sencillas
- Excelente relación coste-beneficio

# REVOLUCIÓN EN EL MUNDO DEL BOMBEO

**HiCone®: la única bomba de tornillo helicoidal con innovador sistema de ajuste**

Sistema de ajuste (en proceso de patente) que minimiza al máximo los costes de operación y mantenimiento a lo largo de todo el ciclo de vida útil del equipo.

Geometría cónica especial para alargar el tiempo de vida en la unidad de bombeo

Presión de impulsión estable

Sustitución sencilla de componentes sin necesidad de desmontar la bomba de sus tuberías

Diseño compacto, con mínimo requerimiento de espacio



Sistema de arranque inteligente, con requerimiento de potencia más bajo

Ajuste del rotor y el estator de la unidad de bombeo en función de las condiciones de trabajo



Visualización en tiempo real del estado de desgaste

Caudal de hasta 290 m<sup>3</sup>/h



#### Forma cónica para un ajuste preciso y económicamente insuperable

El rotor y el estator tienen una geometría cónica especial, idónea para adaptar la bomba a cada medio en cada caso. Las bombas de tornillo helicoidal HiCone ofrecen a los operadores de las plantas de biogás una vida útil extraordinariamente más larga y una relación coste/rendimiento más favorable en comparación a las bombas de cavidad progresiva convencionales.

#### Ventajas de las bombas HiCone®

- Reducción de costes durante todo el ciclo de vida del equipo
- Vida útil más larga
- Sistema de ajuste automático para trabajar siempre con la máxima eficacia y rendimiento
- Sistema inteligente de arranque automático: reduce al mínimo el consumo de electricidad durante su puesta en marcha
- Alta disponibilidad y mantenimiento sencillo.
- Monitorización en continuo del equipo para evitar averías inesperadas

# MAYOR VIDA ÚTIL, GRACIAS A SU SISTEMA DE AJUSTE OPTIMIZADO

**La combinación de una geometría única y un innovador sistema de ajuste, ahorra energía y alarga la vida útil de la nueva bomba de tornillo helicoidal HiCone®**



HiCone Automatik: ajuste durante el funcionamiento

**Vogelsang es el inventor de la bomba con lóbulos revestidos de elastómero, el macerador en vía húmeda con separador de materiales pesados Rotacut y muchos otros equipos que ayudan a bombear y acondicionar líquidos agresivos, lodos muy viscosos y suspensiones con alto contenido en sólidos. Es natural también que hayamos optimizado el principio de funcionamiento de las bombas de tornillo helicoidal.**

Previamente, ya habíamos introducido en el mercado nuestra serie CC, que destaca por la rapidez con la que pueden sustituirse sus piezas internas. Estas bombas representan un gran avance que ha beneficiado a los operadores de plantas. Ahora, las nuevas bombas de tornillo helicoidal de la serie HiCone combinan una revolucionaria geometría cónica con su sistema de ajuste inteligente. Estos dos elementos proporcionan una vida útil aún más larga y, al mismo tiempo, reducen sensiblemente los costes asociados a la operación y al mantenimiento del equipo durante su ciclo de vida.

## **Ajustes extraordinariamente sencillos**

El apriete entre el rotor y el estator de estas bombas se puede ajustar de manera muy rápida y sencilla, para adaptar el funcionamiento a diferentes tareas de bombeo. Solo con pulsar un botón o con un clic del ratón desde la sala de control, los distintos elementos de la bomba se ajustan de forma directa y precisa a los parámetros de funcionamiento, la presión, la viscosidad o la temperatura. De este modo, el consumo de energía y el desgaste se reducen al mínimo.

## **Máxima disponibilidad y mínimo consumo energético**

Como resultado, la vida útil de la bomba es mucho mayor; además, brinda una disponibilidad extremadamente alta en comparación con las bombas de tornillo helicoidal convencionales. El ahorro de costes es evidente, y aún más si cabe, si se mantiene en todo momento el mínimo consumo de energía. Adicionalmente, las bombas de la serie HiCone consumen mucha menos electricidad de lo habitual durante la operación de puesta en marcha. La razón de ello es su sistema inteligente de arranque automático, que permite emplear motores más pequeños y una electrónica más económica a fin de conseguir un mismo resultado. Este sistema automático garantiza un funcionamiento de alto rendimiento energético, sobre todo para ciclos cortos de bombeo.

# UNA NUEVA ERA

## Máxima eficiencia: concepto QuickService para una bomba de tornillo helicoidal duradera

Nuestras bombas de la serie CC ofrecen desde hace tiempo una fiabilidad y durabilidad que evita paradas prolongadas en el tiempo. Ahora, las bombas de la nueva serie HiCone de Vogelsang requieren aún menos mantenimiento, gracias a la geometría cónica de los elementos de la unidad de bombeo y a sus funciones de ajuste. Los usuarios se benefician de una vida útil significativamente más larga y de una mayor disponibilidad, hecho que les brinda la oportunidad de dedicar más tiempo para ocuparse de otras tareas.



Una pantalla monitoriza en continuo el estado de los elementos de la unidad de bombeo. Cualquier labor de mantenimiento preventiva puede planificarse con la antelación necesaria. Y, a la hora de sustituir piezas, estas bombas de última generación se benefician de nuestro valorado concepto QuickService. La bomba incorpora un mecanismo de rotación que facilita enormemente la sustitución de sus elementos, sin necesidad de desmontar la bomba de sus tuberías. El estator y el rotor pueden desmontarse y sustituirse como una unidad completa en unos pocos pasos, incluido también el eje cardán, si también fuese necesario.

La sustitución del cierre mecánico cartucho tiene lugar de un modo fácil y sencillo, puesto que puede cambiarse desde un lateral después de retirar el motorreductor.



Bomba de tornillo helicoidal HiCone

# ALTAS PRESTACIONES CON UN MANTENIMIENTO SENCILLO

**CavityComfort** – La bomba  
de tornillo helicoidal para  
aplicaciones pesadas

Eje cardán robusto,  
equipado con camisa  
de protección



Sustitución del cierre  
mecánico sin necesidad  
de abrir la bomba

Cierre mecánico  
de alta calidad

Mantenimiento fácil y rápido



Para realizar tareas de inspección y mantenimiento no es necesario desmontar las tuberías

## Bombeo fiable y sustitución sencilla de piezas: la mejor combinación

Las bombas de desplazamiento positivo CavityComfort (serie CC) de Vogelsang han demostrado una gran eficacia en el sector del biogás. Estas bombas de tornillo helicoidal resultan duraderas y fiables en aplicaciones con medios muy viscosos y abrasivos, o con alto contenido de cuerpos extraños. Las bombas de la serie CC destacan por su diseño innovador. Son insuperables en aplicaciones que no admiten paradas prolongadas para la realización de trabajos de reparación y mantenimiento.

### Principio de funcionamiento

Las bombas volumétricas CC de Vogelsang incorporan un rotor en forma de tornillo helicoidal que gira en el interior de un estator adaptado a la forma del rotor. La geometría y el movimiento excéntrico del rotor crean cavidades dentro del estator que permiten bombear los medios altamente viscosos. Como su principio de funcionamiento se basa en la estanqueidad entre el rotor y el estator, con estos equipos también es posible bombear a altas presiones sin una pérdida significativa de potencia.

### QuickService, un concepto único para el reemplazo rápido de sus componentes

Para nuestros clientes del sector del biogás es muy importante poder acceder con facilidad a los componentes internos de la unidad de bombeo. Si comparamos los distintos diseños de bombas de tornillo helicoidal presentes en el mercado, nuestras unidades de bombeo de la serie CC permiten sustituir sus piezas de desgaste con una rapidez y facilidad imbatible. De este modo, la bomba vuelve a estar lista para funcionar en muy poco tiempo. El estator y el rotor se cambian como un conjunto. Si es necesario, también se puede sustituir todo el conjunto rotativo (estator, rotor y eje cardán). Alternativamente, se puede desmontar el estator como una sola unidad. Una vez desmontado, si

es preciso se puede sustituir tanto el rotor como su eje cardán. No obstante, sea cual sea el procedimiento, no es necesario desmontar la camisa que protege el eje cardán. Y gracias a un mecanismo de rotación inteligente, tampoco hace falta desmontar los componentes del sistema de tuberías al realizar las operaciones de reparación y mantenimiento.

### Práctico sistema de sustitución de los elementos de estanqueidad

El eje de la bomba se sella con un cierre mecánico tipo cartucho, de eficacia contrastada. Como es una unidad preensamblada, se puede sustituir in situ de manera rápida y sencilla, después de retirar el eje cardán a través de la cámara de bombeo. Una vez retirado el motorreductor, se puede acceder al cierre mecánico desde el lado del accionamiento, sustituyéndolo en unas pocas maniobras y sin necesidad de abrir la unidad de bombeo.

### Detalles inteligentes para una vida útil más prolongada

A lo largo del desarrollo de la serie CC, el equipo de diseño de Vogelsang ha optimizado muchos aspectos que afectan favorablemente a su vida útil. Por ejemplo, para evitar averías se ha utilizado un eje cardán ampliamente dimensionado, protegido de serie por una camisa de alta resistencia. La potencia de accionamiento se suministra mediante robustos motorreductores de ejes paralelos. La cámara de succión StreamLine optimiza el flujo y garantiza una superficie de paso extremadamente amplia en toda la bomba, evitando los atascos. Como alternativa, la cámara de succión MultiConnect permite conectar de manera sencilla y directa distintos sistemas de tuberías con diferentes tamaños y variedades de conexión.





# RENDIMIENTO FIABLE, APLICACIONES FLEXIBLES

## Bombas lobulares Vogelsang: fiabilidad demostrada en una gran variedad de aplicaciones

El bombeo de purines o de residuos y sustratos procedentes de la agricultura industrializada requiere una tecnología de bombeo potente, resistente y sofisticada. Los sólidos abrasivos, la materia fibrosa y los líquidos especialmente viscosos imponen requisitos muy exigentes a las bombas, tanto en términos de capacidad de succión como de durabilidad. En el peor de los casos, los terrones y los cuerpos extraños de gran tamaño pueden provocar averías en las bombas, lo que a su vez causa problemas en otros sistemas, como puede ser el caso de los alimentadores de materia sólida.

Desde su invención, seguimos mejorando su diseño con el fin de alcanzar su perfección. Hoy en día, las bombas lobulares con revestimiento de elastómero son una referencia en cuanto a fiabilidad y durabilidad para muchos sectores en todo el mundo.



### Ventajas de las bombas Vogelsang

- Diseño compacto, con requisitos mínimos de espacio
- Idóneas para toda clase de aplicaciones. Son de fácil manejo, con sentido de bombeo reversible, autoaspirantes y resistentes al funcionamiento en seco
- Resistentes a los materiales extraños gracias al innovador InjectionSystem
- Los lóbulos HiFlo, de alta eficiencia y sin pulsaciones, contribuyen a un funcionamiento más económico
- Las reparaciones y el mantenimiento son sencillos, aseguran una alta disponibilidad de las bombas y tiempos mínimos de inactividad

# SIEMPRE A LA VANGUARDIA DE LA TECNOLOGÍA

## Modelos estándar y soluciones a medida

Durante décadas, las bombas lobulares de Vogelsang han demostrado su eficacia en la industria y la agricultura. También están presentes en miles de plantas de biogás de todo el mundo. Nuestras bombas están sujetas a un proceso de desarrollo continuo. Además, tienen características innovadoras diseñadas especialmente para el sector del biogás. Se caracterizan por su alta eficiencia y su facilidad de mantenimiento: dos factores decisivos para la rentabilidad de cualquier planta.

### Principio de funcionamiento

Las bombas lobulares de Vogelsang son bombas rotativas de desplazamiento positivo, sin contacto entre sus lóbulos y la cámara de bombeo. Sus lóbulos HiFlo trabajan libres de pulsaciones, ofreciendo un bombeo uniforme con unos niveles de vibración extremadamente bajos. Su diseño hace que nuestras bombas sean más resistentes tanto a los cuerpos extraños como al funcionamiento en seco.

Su caudal aumenta de forma proporcional a la velocidad. En definitiva, las bombas lobulares Vogelsang han demostrado ser una opción eficaz para prácticamente cualquier aplicación de bombeo dentro de una planta de biogás.

### Versatilidad absoluta en el sector del biogás

Las bombas Vogelsang tienen un sinfín de aplicaciones. Son capaces de bombear medios muy variados, desde digestato hasta medios abrasivos – como purín con presencia de arena – o suspensiones orgánicas viscosas con alto contenido en sólidos y fibras. Muchos materiales voluminosos pueden pasar por la cámara de bombeo, gracias a su paso libre de hasta 90 mm.

### Dimensiones compactas y ahorro de espacio

Nuestras bombas son tan compactas que pueden integrarse en cualquier sistema, incluso en los espacios más reducidos. En la mayoría de los casos, son muy fáciles de incorporar en instalaciones ya existentes.

### Prácticas, económicas y fáciles de mantener

La operación y el mantenimiento de las bombas Vogelsang son muy sencillos. Nos aseguran unos tiempos de inactividad muy reducidos, una alta disponibilidad y, sobre todo, unos costes de explotación muy bajos.

Gracias a su diseño QuickService, solo hay que abrir la tapa para acceder fácilmente a la cámara de bombeo. Las piezas internas de desgaste pueden sustituirse en unos minutos, sin necesidad de retirar las tuberías o de desmontar la unidad de bombeo de su emplazamiento. Y, para que la estabilidad y rigidez del equipo sean máximas a altos valores de presión, las bombas con diseño QuickService llevan además un tercer rodamiento incorporado en la tapa.

### Accionamientos

Ofrecemos diferentes tipos de motores de combustión, hidráulicos y eléctricos, con accionamiento mediante motorreductor o, en las versiones más compactas, mediante accionamiento eléctrico con correas. Todas las bombas se pueden configurar para ser controladas mediante un variador de frecuencia, lo que garantiza su funcionamiento óptimo en todo momento.

### Garantía del eje

Las bombas Vogelsang cuentan con ejes a prueba de rotura, de gran sección y sin resaltes. Por eso garantizamos todas las bombas de la serie VX durante cinco años frente a roturas internas del eje\*.

\* En condiciones normales de uso y de acuerdo con nuestras condiciones de garantía.

### Tecnología de estanqueidad para profesionales

Desde hace años, nuestras bombas VX incorporan de serie cierres mecánicos tipo cartucho, lo que facilita una sustitución rápida y eficaz de todos sus componentes en una única unidad. Estos cierres mecánicos son unidades totalmente preensambladas, garantizando una alta disponibilidad y fiabilidad en su funcionamiento. También disponemos de cierres mecánicos especiales de eficacia 100 % contrastada para plantas de biogás.

### InjectionSystem de Vogelsang

En las bombas lobulares convencionales, los cuerpos extraños y la materia sólida no entran inmediatamente en la cámara de bombeo, sino que se quedan girando frente a ella. Con frecuencia, este fenómeno provoca daños y un mayor desgaste en los bordes de los lóbulos. Nuestro innovador InjectionSystem favorece la inyección directa de los cuerpos extraños al interior de la cámara de bombeo, evitando que estos colisionen con los bordes de los lóbulos. Por otro lado, hemos mejorado el sellado interno de la bomba. Previa consulta, el sistema InjectionSystem puede adaptarse in situ en nuestras bombas para cualquier sentido del flujo en la instalación.

### Tecnología de control

La implantación progresiva de nuestra tecnología de control mejora de manera notable el rendimiento y la eficiencia de las bombas lobulares. Se lleva a cabo una monitorización constante de la presión, la intensidad de corriente y (opcionalmente) de la velocidad, y se establecen correlaciones inteligentes entre todos estos parámetros. De este modo, la unidad de control de rendimiento (PCU) registra automáticamente la carga y se ocupa de que la bomba trabaje dentro de su rango óptimo de operación, utilizando para este fin parámetros de control bien definidos.

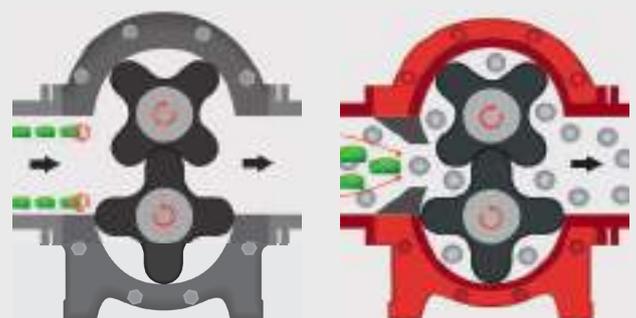
### Cuatro subseries

Las bombas lobulares de la serie VX se dividen en cuatro subseries. Cada bomba individual se configura según las necesidades y la aplicación. El revestimiento interior, el material de los lóbulos y el tipo de accionamiento se definen de manera individual, de acuerdo con las necesidades de la planta de biogás.

## Diseños especiales

A petición, podemos desarrollar internamente diseños especiales adaptados a requisitos específicos. Por ejemplo:

- Bombas multicámara
- Bombas sumergibles
- Unidades móviles de bombeo
- Accionamientos combinados
- Placas de desgaste radiales
- Que cumplan con la normativa ATEX



En las bombas lobulares de diseño convencional, aguas arriba se forma un vórtice justo a la entrada de la cámara de bombeo. Muchos de los materiales extraños e impropios que provocan daños en los lóbulos, quedan atrapados a la entrada de la bomba en este remolino.

El InjectionSystem de Vogelsang impide la formación de vórtices a la entrada de la cámara de bombeo. Reduce los daños causados por los cuerpos extraños y, además, mejora la eficiencia y la capacidad de succión en nuestras unidades de bombeo.

# MANEJO Y MANTENIMIENTO INCREÍBLEMENTE SENCILLOS

Excelente rentabilidad gracias a la reducción  
del mantenimiento y servicio



Con su diseño completamente novedoso, la serie Vogelsang IQ demuestra que vale la pena reinventar una tecnología que ha tenido un gran éxito durante años. Hemos rediseñado por completo su construcción, reduciendo al mínimo absoluto los componentes principales de la cámara de bombeo. Como resultado, el funcionamiento y el mantenimiento son aún más sencillos que los de las bombas de nuestra serie VX.

### Principio de funcionamiento

La serie IQ está formada por bombas lobulares de desplazamiento positivo equipadas con lóbulos HiFlo libres de pulsaciones. El InjectionSystem incorporado en la propia carcasa de la bomba IQ, le aporta una tolerancia extremadamente alta frente a la presencia de cuerpos extraños. Nuestro InjectionSystem evita el deterioro de los lóbulos y garantiza una capacidad de succión siempre constante. El diseño optimizado de su carcasa aporta de serie un depósito de líquido, que evita que la bomba funcione en seco.

A diferencia de la serie VX, en la serie IQ la carcasa de la bomba está fabricada en una sola pieza. Se puede desmontar en unos pocos pasos, permitiendo acceder de una manera fácil a todos sus elementos internos, sin la necesidad de desinstalar el equipo de su lugar definitivo de emplazamiento.

### Integración sencilla

Las conexiones orientables en nuestras bombas de la serie IQ se adaptan a las situaciones más comunes de instalación. Pueden situarse fácilmente en distintas posiciones, incluso en vehículos cisterna y unidades móviles, sin necesidad de emplear conectores especiales.

### Vida útil prolongada y bajos costes de funcionamiento

El InjectionSystem hace mucho más que aumentar la capacidad de succión y la eficacia de las bombas: quizá lo más interesante es que conduce de forma inteligente los cuerpos extraños a la cámara de bombeo y, con ello, alarga la vida útil de la bomba hasta un 150 % de acuerdo con pruebas realizadas en campo.

Además de la simplificación del diseño, el número de piezas de recambio esenciales se ha reducido a la mitad en comparación con el diseño convencional, lo cual supone un ahorro importante. Y no solo eso: las piezas de recambio también son más económicas y se requiere un menor tiempo para la realización de las operaciones de reparación y mantenimiento. Las bombas de la serie IQ están diseñadas para que se tarde menos de la mitad del tiempo en sustituir cualquier pieza de desgaste, incluidos los lóbulos, las placas de desgaste, la carcasa de la bomba y sus cierres mecánicos.



Bomba IQ152-158 montada sobre una bancada resistente a la torsión. Las conexiones orientables hacen que resulte muy fácil adaptar la bomba a las instalaciones más habituales.



### Ventajas de la serie IQ

- Acceso fácil y rápido a los elementos de la bomba
- Manejo eficiente de los cuerpos extraños
- Excelente capacidad de succión y protección integrada contra el funcionamiento en seco
- Reducción significativa de los costes de las piezas de recambio



Pantalla de corte con ACC plus

# MENOS INTERRUPCIONES Y SUSPENSIONES MÁS HOMOGÉNEAS

**RotaCut® con separador integrado  
para materiales extraños:  
procesos más fiables con un bajo  
coste de mantenimiento**

Para que la producción de una planta de biogás sea eficiente, es indispensable que los procesos funcionen de manera estable y sin problemas. Cuando se utiliza purín y ensilaje de pasto, la planta de biogás recibe una mayor cantidad de trozos de metal, piedras y otros materiales problemáticos, como trozos de pezuñas, ramas, cuerdas y redes. Con mucha frecuencia, estos materiales atascan o incluso pueden llegar a dañar los componentes de la planta. Al mismo tiempo, aumentan la viscosidad de la suspensión orgánica, en especial cuando hay presencia de biomasa extremadamente fibrosa, como paja o restos de forraje, que hacen que se formen capas flotantes en el digestor. Todo ello reduce la eficiencia general de la planta y eleva el consumo y los requerimientos de agitación.

El RotaCut se encarga de separar el material pesado, macera la materia gruesa y corta la biomasa fibrosa. Produce una suspensión orgánica más homogénea y contribuye a un funcionamiento más fiable y económico de la instalación. Resulta un equipo muy versátil, ya que puede intervenir tanto en la alimentación de líquidos, como en la circulación del digestor o la transferencia al postdigestor, así como en la recirculación del retorno; también se puede instalar aguas arriba de la separación o antes del intercambiador de calor. De uno u otro modo, ayuda a mejorar de manera considerable la eficiencia global de la planta de biogás.



Vogelsang utiliza un software propio para calcular la geometría óptima de la pantalla de corte y obtener así el tamaño de partícula deseado. De esta manera, seleccionamos la mejor geometría para operar de manera suave con un desgaste mínimo. Las pantallas de corte son reversibles y están fabricadas en acero especial de alta resistencia al desgaste.

## **Ventajas de RotaCut®**

- Maceración fiable de materia gruesa y fibrosa
- Protección frente a cuerpos extraños de todos los componentes y equipos situados aguas abajo
- Suspensiones más homogéneas y fluidas, para un consumo de potencia más reducido en agitadores y bombas
- Aumento del área superficial en los sustratos, lo que redundará en una mayor producción de gas
- Funcionamiento totalmente automático, con bajo mantenimiento y libre de interrupciones gracias a su sistema de control de corte automático (ACC)
- Monitorización automática de la unidad y eliminación automática de fallos gracias al uso de nuestra PCU (opcional)

### Principio de funcionamiento

El RotaCut es un macerador para medios de viscosidad variable que combina dos funciones: separación de materia pesada y reducción de sólidos. Procesa el contenido en materia sólida y lo transforma en un medio fácilmente bombeable. El medio se hace circular en continuo a través del RotaCut y, durante el proceso, se separan por gravedad los materiales pesados, como las piedras o los trozos de metal. Estos materiales se retiran después fácilmente a través de su conexión de limpieza. La corriente de líquido transporta todas las sustancias flotantes y suspendidas en el medio (fibras, pelo, huesos, madera, material enredado, ensilaje de plantas enteras o de pasto) hasta una pantalla de corte, en donde se maceran por la acción de unas cuchillas autoafilables. Al mismo tiempo, se mejora la homogeneidad del medio.

### ACC: potencia constante, larga vida útil

El control automático del corte (ACC) aporta unas prestaciones de maceración excepcionales al RotaCut. El ACC elimina la necesidad de realizar un mantenimiento manual, ya que ajusta automáticamente la posición de las cuchillas y mantiene su presión de contacto constante contra la pantalla de corte: tan alta como sea necesario y, al mismo tiempo tan baja como sea posible. La presión se adapta en todo momento al medio sin interrumpir el funcionamiento. Con ello no solo se rebaja el consumo de energía; también se reduce el desgaste y se alarga sensiblemente la vida útil de las cuchillas.

### Información al instante con ACCplus

La función opcional ACCplus hace posible la monitorización en línea de las unidades RotaCut para sus series RCQ y RCX. Indica gráficamente el estado en que se encuentran las cuchillas, tanto en una pantalla externa como en el sistema de control central. También nos indica cuándo deben cambiarse las cuchillas, lo que nos facilita gestionar con antelación los pedidos de piezas de repuesto y planificar las paradas de mantenimiento. Los sistemas ACC abren la puerta a las mejoras de la eficiencia y a la implantación del máximo grado de automatización para las aplicaciones en continuo.

### Unidad de control del rendimiento (PCU): tecnología de control inteligente para una mayor eficiencia

Si se agrupan varias bombas y maceradores en una misma unidad, la PCU se encarga de supervisar los procesos asociados a cada máquina, así como otros parámetros. Proporciona una comunicación óptima entre las distintas máquinas y monitoriza en continuo las cargas de cada componente. El control individualizado de los componentes garantiza a su vez un rendimiento óptimo del conjunto de toda la unidad. La PCU es capaz de detectar situaciones peligrosas de forma temprana y las corrige antes de que se conviertan en un serio problema, de forma totalmente automática. Todos los parámetros se pueden transferir a un control central para supervisarlos de forma remota, mediante una conexión Profibus. Este control de los parámetros de funcionamiento totalmente automatizado y adaptado a cada situación da como resultado una reducción sensible de los costes, un menor número de fallos y una vida útil más larga de los componentes.

### Eliminación más rápida de cuerpos extraños con el sistema de eliminación de residuos

Una planta de biogás puede recibir una gran cantidad de cuerpos extraños, dependiendo del sustrato que se utilice. Eliminar estos materiales extraños supone un esfuerzo considerable. Por ello, es interesante complementar el RotaCut RCX con el innovador sistema de eliminación de residuos DRS de Vogelsang, que retira los cuerpos extraños durante el funcionamiento del RotaCut RCX, sin interrumpir su funcionamiento.

En comparación con las soluciones convencionales, el DRS reduce a una sexta parte el tiempo de trabajo asociado a la eliminación de cuerpos extraños. Incluso puede automatizarse parcialmente mediante un control adecuado. Además, junto con el material pesado solo se retiran unos 15 l de fluido. El beneficio es doble: se evitan paradas prolongadas del RotaCut RCX y solo es preciso devolver al sistema una pequeña cantidad de fluido.



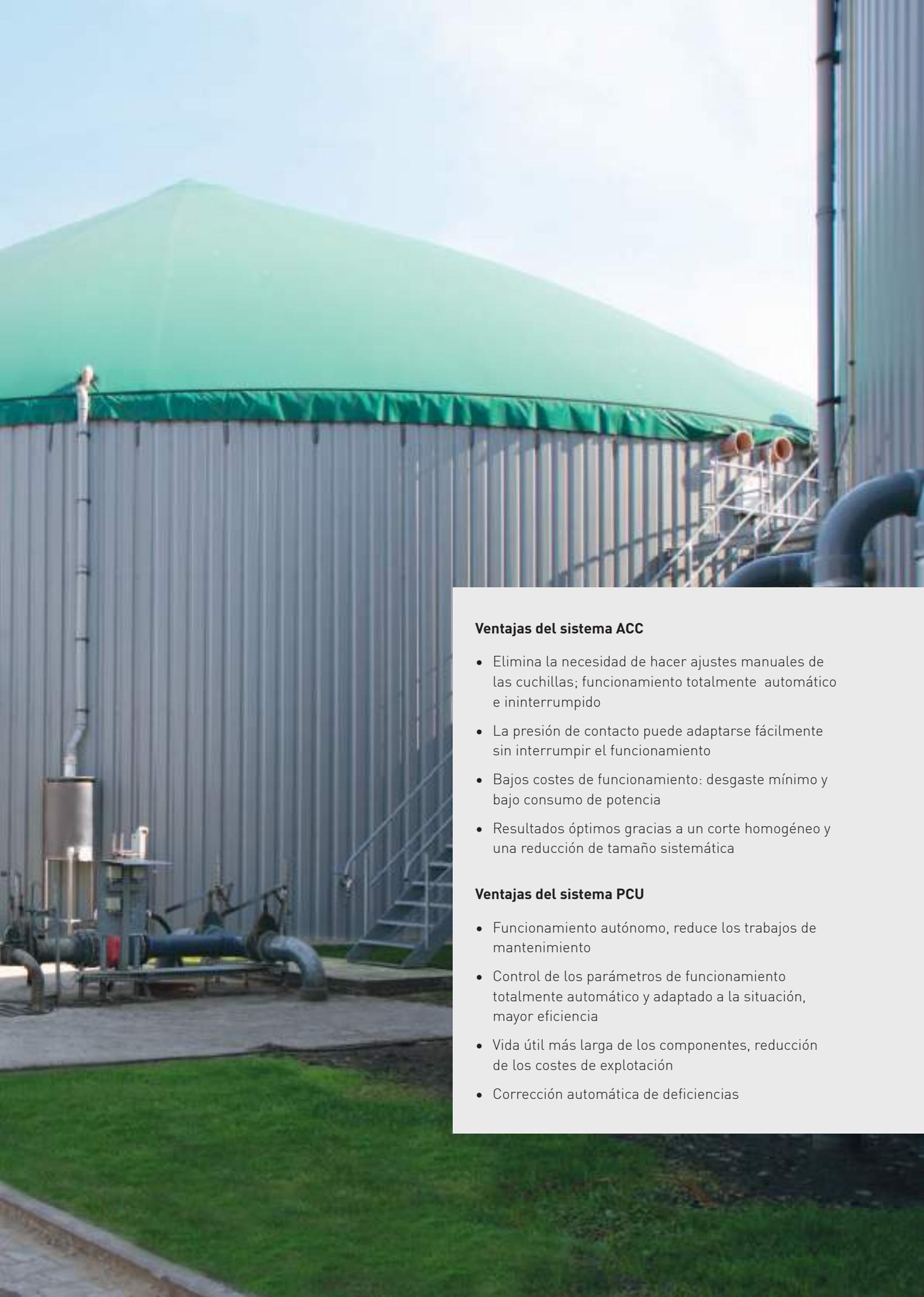
RCQ-33G Inline



RC 10000 Compact XL



RCX-58G con DRS



#### **Ventajas del sistema ACC**

- Elimina la necesidad de hacer ajustes manuales de las cuchillas; funcionamiento totalmente automático e ininterrumpido
- La presión de contacto puede adaptarse fácilmente sin interrumpir el funcionamiento
- Bajos costes de funcionamiento: desgaste mínimo y bajo consumo de potencia
- Resultados óptimos gracias a un corte homogéneo y una reducción de tamaño sistemática

#### **Ventajas del sistema PCU**

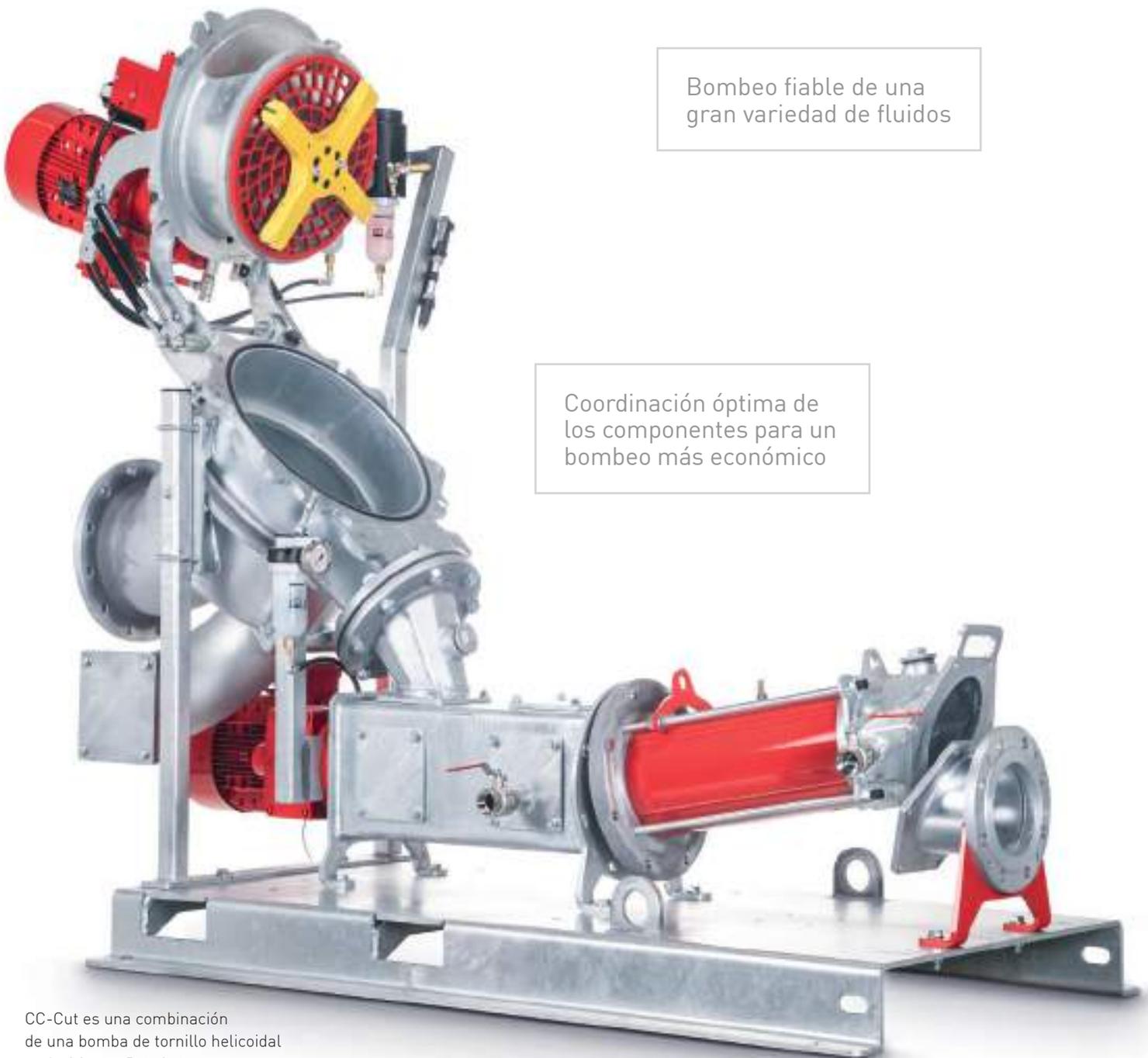
- Funcionamiento autónomo, reduce los trabajos de mantenimiento
- Control de los parámetros de funcionamiento totalmente automático y adaptado a la situación, mayor eficiencia
- Vida útil más larga de los componentes, reducción de los costes de explotación
- Corrección automática de deficiencias

# COMBINADOS PERFECTOS

**CC-Cut y BioCut®: bomba de desplazamiento positivo y macerador todo en uno. Ideales para plantas de biogás**

Bombeo fiable de una gran variedad de fluidos

Coordinación óptima de los componentes para un bombeo más económico



CC-Cut es una combinación de una bomba de tornillo helicoidal serie CC y un RotaCut

Separación de materiales pesados y maceración de materiales extraños aguas arriba de la bomba

Diseño compacto, apto para espacios reducidos

Mantenimiento in situ rápido y sencillo



BioCut es una combinación de una bomba lobular serie VX y un RotaCut

## Dos sistemas compactos para un bombeo más económico

En la mayoría de las plantas de biogás es necesario cebar, bombear y preparar medios líquidos muy variados. Los medios suelen contener grandes cantidades de sólidos y materia fibrosa, así como materiales complicados como ramas, trozos de pezuñas, etc. En definitiva, se trabaja con medios muy viscosos y con una alta carga de cuerpos extraños. Vogelsang ha desarrollado dos sistemas de bombeo compactos especialmente adaptados a estas tareas tan exigentes: BioCut y CC-Cut. Ambos se componen de una robusta bomba de desplazamiento positivo con un potente macerador situado aguas arriba de la unidad de bombeo.

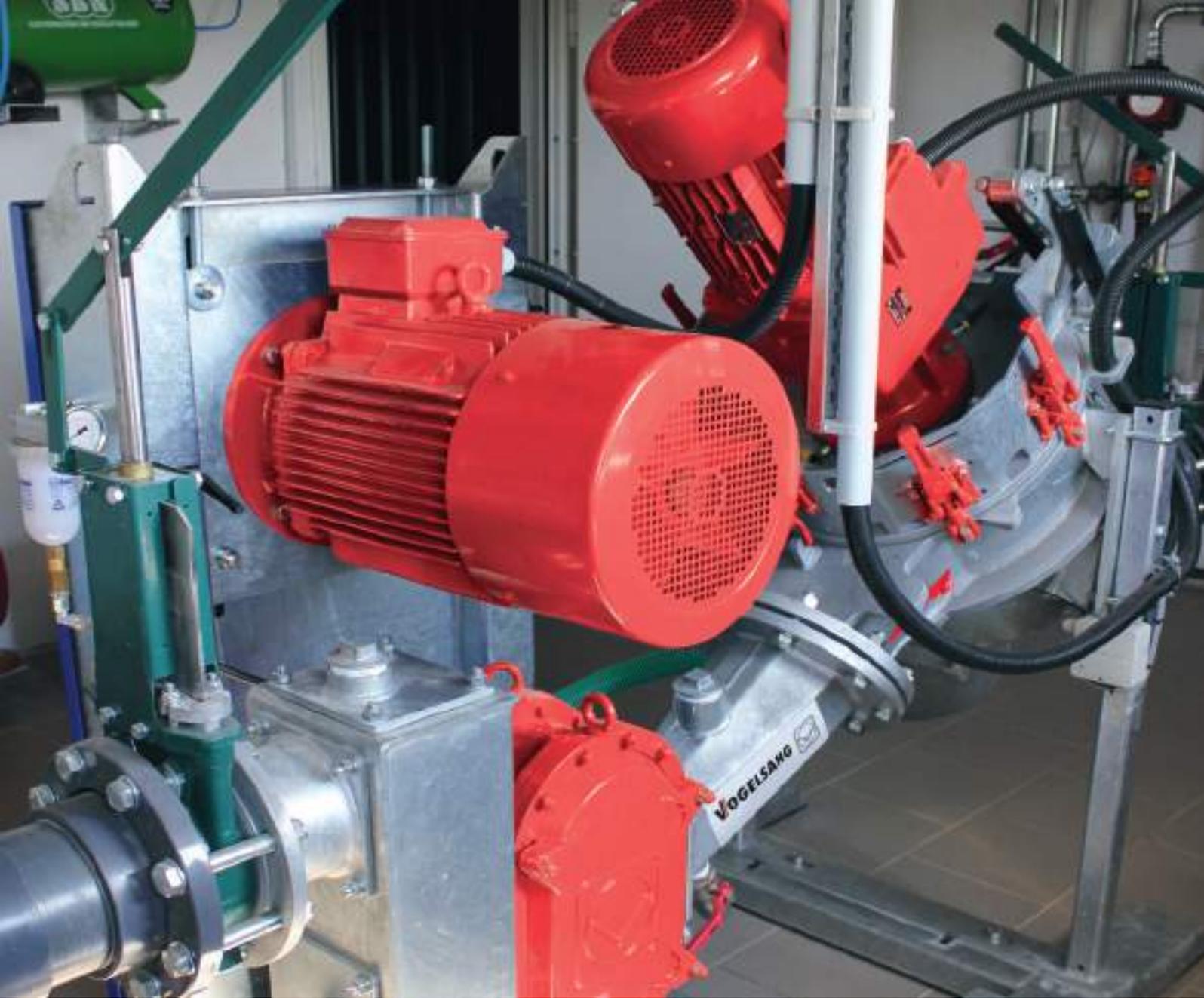
### Principio de funcionamiento

El BioCut está equipado con una bomba lobular autoaspirante; por su parte, el CC-Cut utiliza una bomba de tornillo helicoidal. Los dos incorporan una unidad RotaCut integrada, de eficacia contrastada. El conjunto tiene unas dimensiones extremadamente compactas. Estas máquinas – que requieren poco espacio de instalación – actúan como sistema de bombeo central y se encargan de separar los materiales pesados, como piedras y trozos de metal, del purín, suspensiones orgánicas u otros líquidos. Al mismo tiempo, maceran los materiales problemáticos que contiene el

medio y la biomasa, la cual se añade intencionadamente al proceso. El resultado es una suspensión homogénea, que se puede bombear de manera fluida y sin complicaciones. Esta potente acción de desintegración reduce tanto la tendencia a la formación de capas, como la viscosidad del medio. También minimiza el consumo de energía requerido para la agitación y mejora de manera sustancial el rendimiento de producción de biogás.

### Mantenimiento sencillo

El mantenimiento y la sustitución de piezas del BioCut y el CC-Cut son tan sencillos como los de sus componentes individuales. Todas las piezas de desgaste se pueden sustituir in situ sin necesidad de desmontar los componentes de la unidad. Los equipos Vogelsang están pensados para ofrecer un mantenimiento fácil y sencillo, una característica que nuestros clientes valoran muy positivamente.





# PREPARACIÓN ÓPTIMA PARA EL PROCESO DE FERMENTACIÓN

## Triturador de dos ejes RedUnit XRL para procesamiento de grandes volúmenes de materia sólida

Nuestro RedUnit XRL es un triturador robusto que se emplea principalmente para reducir materiales gruesos como frutas, verduras y gran variedad residuos orgánicos. Antes de introducir los restos de cultivos, alimentos u otros residuos de la industria alimentaria en el digestor, debemos someterlos a una preparación que permita procesarlos de forma óptima en la planta de biogás, evitando causar interrupciones. El RedUnit XRL aumenta el área superficial en los cosustratos, acelerando su proceso de fermentación, mientras que al mismo tiempo protege la planta de biogás frente a problemas, posibles daños y reparaciones costosas.

### Principio de funcionamiento

El RedUnit XRL está equipado con dos rotores monolíticos de acero especial mecanizados en una sola pieza, que se encargan de triturar toda la materia sólida que llega a su interior. Gracias a sus aristas y bordes afilados, los rotores son capaces de cortar las fibras largas, así como los materiales gruesos y quebradizos. Es posible ajustar la reducción modificando la forma y el contorno de las cuchillas de los rotores.

### Diseño de fácil mantenimiento

Rotores montados sobre ejes bien dimensionados y apoyados a ambos lados en un doble juego de rodamientos. Además, están fabricados de una sola pieza con el fin de maximizar su estabilidad y funcionalidad. El diseño incorpora el concepto QuickService de Vogelsang, orientado a agilizar el mantenimiento a pie de equipo en su lugar de emplazamiento.

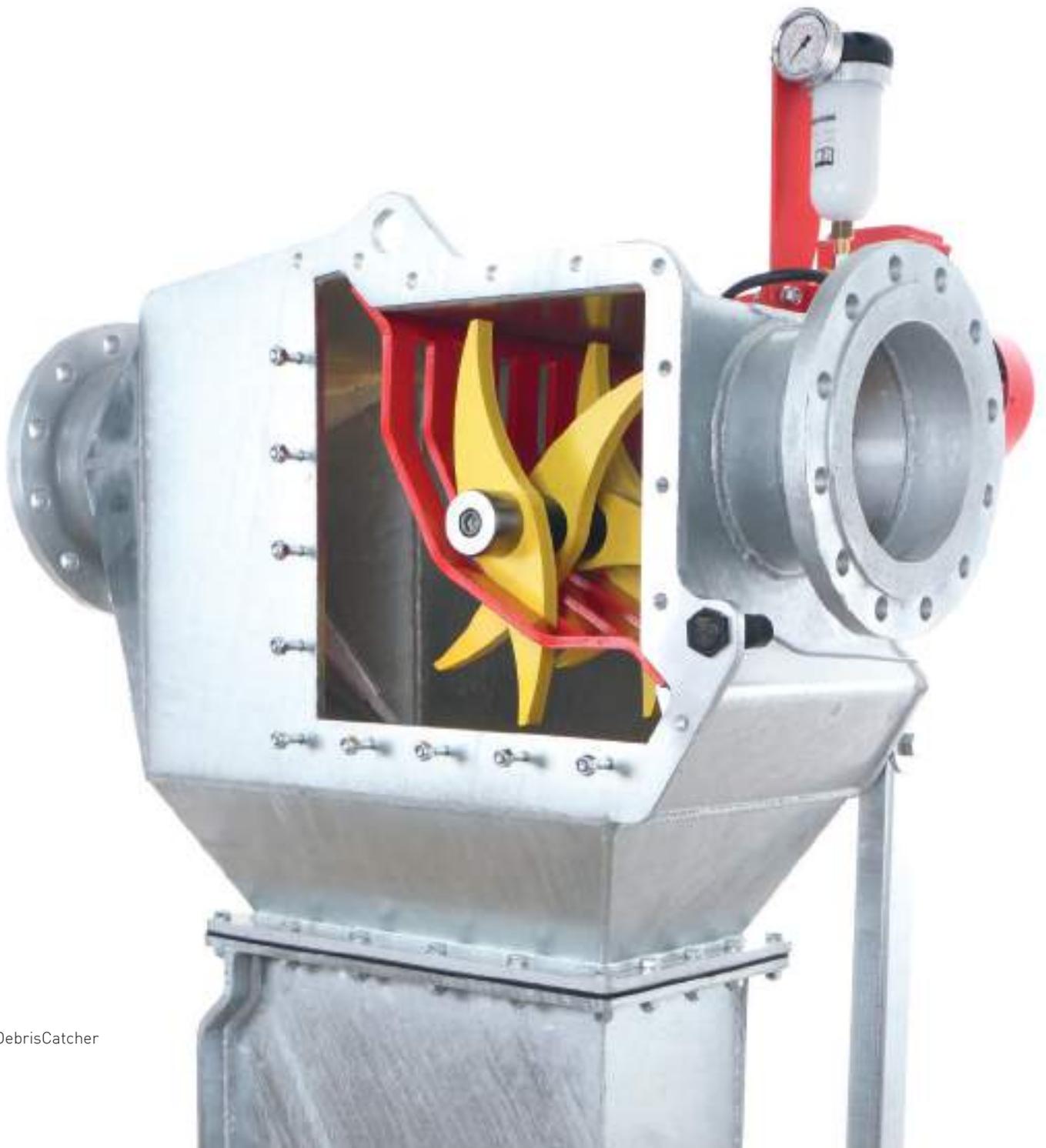


### Ventajas del RedUnit XRL

- Diseño robusto, larga vida útil
- Alta disponibilidad, tiempos de mantenimiento mínimos
- Trituración económica de sustratos gruesos y voluminosos
- El digestor recibe un sustrato con una preparación óptima; descomposición más rápida y mayor producción de gas

# TECNOLOGÍA AVANZADA PARA EVITAR FALLOS

**DebrisCatcher: separación activa  
de cuerpos extraños para la máxima  
protección de tu planta**



Con frecuencia, materiales pesados como piedras o trozos de metal causan problemas a los operadores de plantas de biogás. Para empezar, se quedan alojados en el digestor y, con el tiempo, reducen el volumen de fermentación. Sin embargo, lo más grave es que causan daños en las bombas, los agitadores y otros componentes de la planta. En Vogelsang somos especialistas en tecnología específica para este sector y tenemos una solución de efectividad inigualable. Combinamos la separación pasiva de materiales pesados con separación activa mediante el uso de un tamiz y unidades de limpieza libres de contacto. El DebrisCatcher es un complemento importante dentro de nuestro catálogo de productos para protección de bombas y otros componentes dentro de las plantas. Te ayudará a alcanzar el rendimiento objetivo, evitando posibles paradas debidas a fallos en los procesos.

### Principio de funcionamiento

La geometría de la carcasa del DebrisCatcher de Vogelsang se desarrolló con la ayuda de simulaciones de flujo. Objetivo: aprovechar de la mejor manera posible la gravedad para separar las piedras y los trozos de metal. El material pesado contenido en el medio se hunde en el separador permitiendo su separación. El resto de cuerpos extraños se quedan retenidos en el tamiz, desde donde se guían al separador por la acción de las unidades de limpieza rotativas.

### Eficaz y duradero

La baja velocidad de las unidades de limpieza, combinada con su funcionamiento libre de contacto, reduce el desgaste al mínimo. El eje de transmisión cuenta con un contracojinete que le proporciona la estabilidad necesaria para arrancar la materia extraña más incrustada. A pesar de la baja potencia de accionamiento, se proporcionan altos valores de par. Se pueden alcanzar fácilmente caudales de hasta 150 m<sup>3</sup>/h con medios que presenten una concentración de hasta el 13 % de materia seca. El DebrisCatcher es un equipo fiable que evita daños y atascos en bombas, así como en otros componentes por presencia de cuerpos extraños.

### DRS: eliminación totalmente automática de cuerpos extraños

En combinación con nuestro innovador sistema de eliminación de residuos DRS de Vogelsang, el DebrisCatcher puede expulsar los cuerpos extraños sin necesidad de abrir el equipo o interrumpir el funcionamiento de la máquina.



### Aplicaciones

El DebrisCatcher está especialmente indicado para las plantas de biogás que procesan sustratos pretriturados (como ensilaje de maíz o ensilaje de pasto finamente cortado) que, aun así, pueden contener materiales extraños en forma de lodos o purines.

# FLEXIBILIDAD SIN LÍMITES

**DisRuptor: desintegración  
mecánica de sólidos, individualmente  
adaptable**



DisRuptor  
DR7000

Una desintegración óptima del sustrato es otro de los parámetros clave que determina el rendimiento de una planta de biogás. Por eso, Vogelsang ofrece una alternativa mecánica para la desintegración de sustratos: el nuevo DisRuptor, que destaca por su diseño flexible. La reducción del tamaño de partícula y la rotura simultánea de las fibras incrementan el área superficial de la materia sólida utilizada. De este modo, las bacterias tienen un mejor acceso a los nutrientes, aceleran la conversión e incrementan la producción de gas.

### **Principio de funcionamiento**

La unidad de funcionamiento del DisRuptor consiste en un rotor con seis álabes, así como una corona exterior. Cuando el rotor gira a alta velocidad, hace pasar la materia sólida de la suspensión por el pequeño espacio de separación entre el rotor y su corona exterior, moliéndola y deshaciéndola. Este espacio puede ajustarse a la aplicación específica y al tipo de sustrato. Gracias a estas características, el DisRuptor realiza un tratamiento mecánico particularmente flexible y eficaz.

### **Mecanismo ajustable**

El mecanismo de ajuste del DisRuptor es muy fácil de manejar. Un sistema hidráulico permite mover fácilmente hacia arriba el cabezal del DisRuptor, para facilitar el acceso a su unidad de funcionamiento. Para adaptarlo al tipo de sustrato, el espacio entre los álabes y su corona exterior se puede ajustar en unos pocos pasos, sin la necesidad del uso de herramientas especiales.

### **Un beneficio adicional**

La desintegración del sustrato que lleva a cabo el DisRuptor ayuda a evitar la formación de capas flotantes y reduce la viscosidad de la suspensión orgánica. Como resultado, el consumo de potencia y las necesidades de energía para agitación y bombeo se reducen de una manera considerable. Permite alargar su vida útil y compensar el desgaste que tiene lugar entre la corona exterior y sus álabes, al poderse ajustar en cualquier momento su separación.

### **Prestaciones sobresalientes**

El DisRuptor tiene un diseño extraordinario y complementa a la perfección la gama de productos para plantas de biogás de Vogelsang. Incluso ha sido premiado por jurados de expertos independientes; por ejemplo, fue el ganador del Premio a la innovación de EnergyDecentral en 2016.



### **Ventajas del sistema DisRuptor**

- Aumenta la superficie disponible para las bacterias
- Reduce la viscosidad
- Acelera y aumenta la producción de gas
- Garantiza una alta capacidad

# SEPARACIÓN COMPLETA DE SÓLIDOS Y LÍQUIDOS

**Separador de sólidos XSplit®:  
diseño innovador, de funcionamiento  
económico y mantenimiento sencillo**



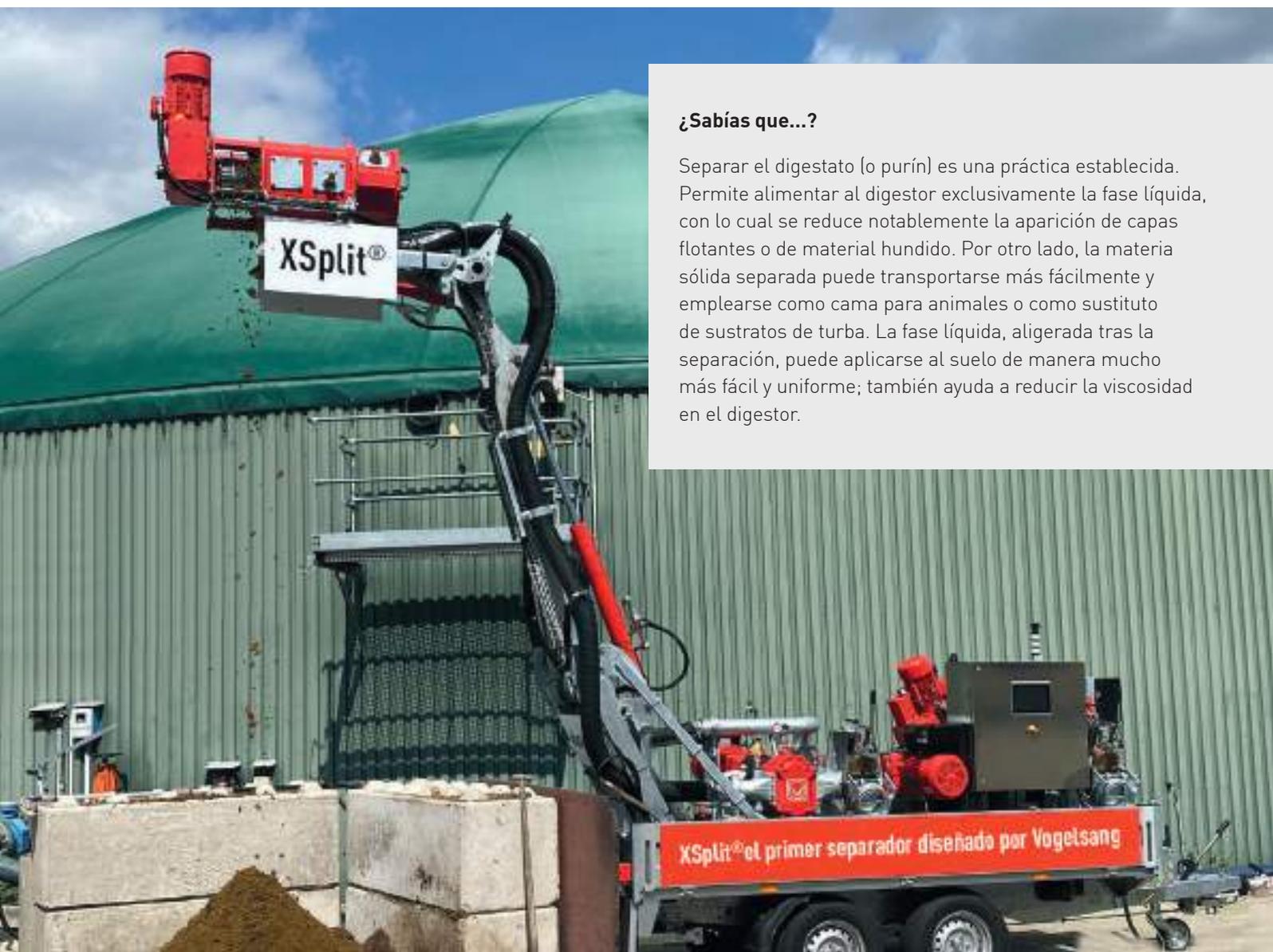
Separador XSplit

**El separador XSplit® de Vogelsang combina el concepto clásico de los separadores de tornillo con un novedoso diseño, que proporciona características únicas e importantes ventajas al usuario.**

El desarrollo del nuevo separador XSplit de Vogelsang parte de un concepto funcional bien conocido: los separadores de tornillo de prensa, pero con un diseño y una ejecución técnica absolutamente novedosa. En este caso, el accionamiento se encuentra en el lado de descarga de materia sólida, lo cual confiere al XSplit una excelente relación coste-beneficio y una serie de características especiales.

Para empezar, como el accionamiento se encuentra por detrás de la salida de materia sólida —y no en la entrada—, se elimina la necesidad de un sistema de estanqueidad para el accionamiento. Eso reduce tanto el gasto en repuestos como los tiempos de las tareas de mantenimiento. Igualmente, es posible acceder al tornillo de prensado y al cesto del tamiz en unos pocos pasos sencillos. Como es habitual en Vogelsang, las operaciones de mantenimiento y reparación se pueden llevar a cabo sobre el terreno, de manera fácil y rápida. Adicionalmente, el comportamiento del nuevo separador XSplit durante el arranque es mucho más silencioso, en comparación con otros equipos.

El XSplit incorpora un disco de estanqueidad fabricado en elastómero de alta calidad en la zona de prensado, gracias al cual alcanza contenidos de materia seca de hasta el 40%, más que otros separadores de tornillo de prensa. Este disco tiene una gran resistencia a la presión que se aplica mediante el tornillo de prensado y, conjuntamente con este, garantiza la formación de un tapón uniforme y fiable sin necesidad de añadir agentes auxiliares. Y con fugas iniciales prácticamente nulas. Disponemos de todo un catálogo de tamices adaptados a distintos medios y consistencias, con resultados de separación sumamente fiables.



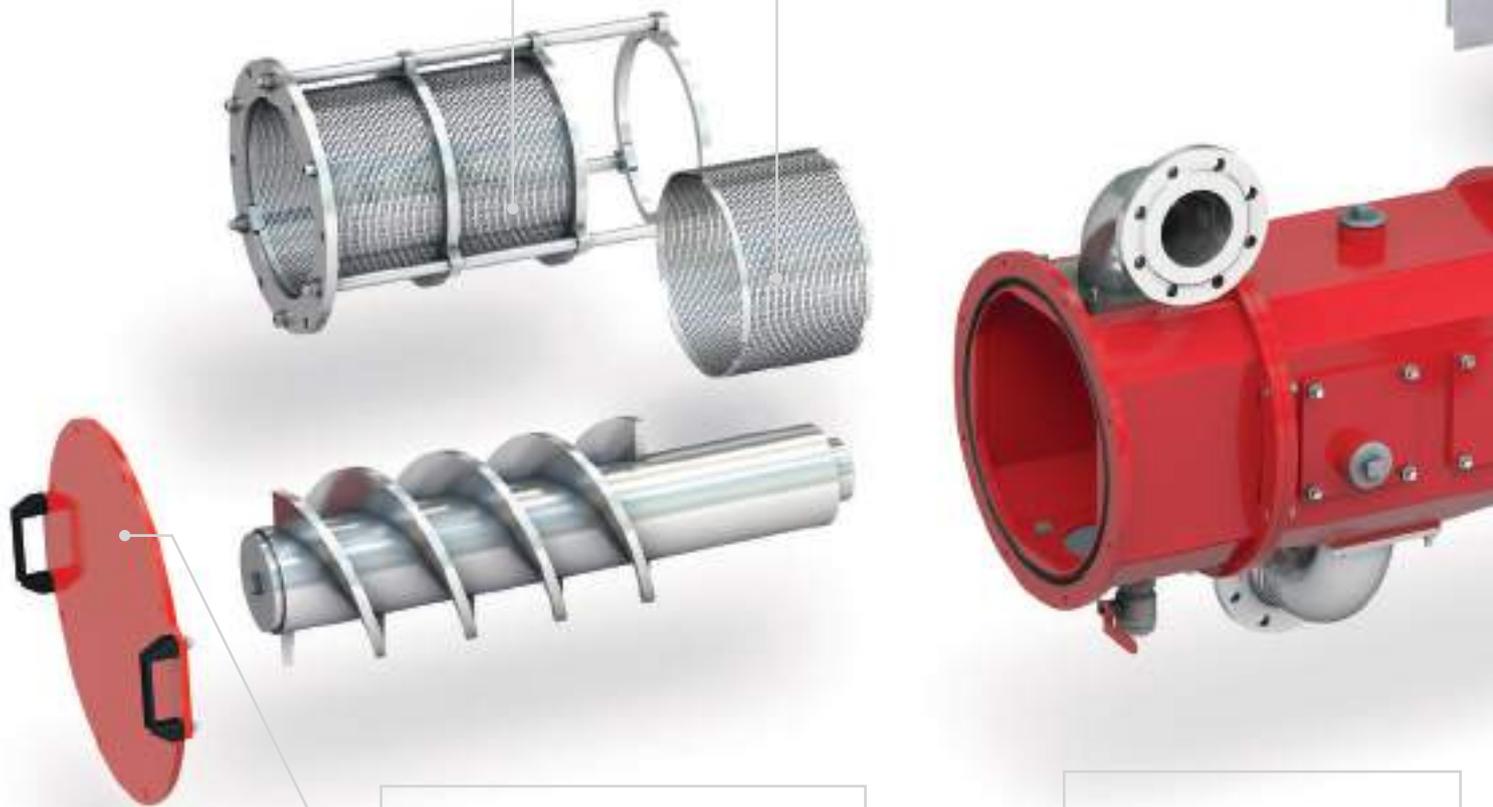
### ¿Sabías que...?

Separar el digestato (o purín) es una práctica establecida. Permite alimentar al digestor exclusivamente la fase líquida, con lo cual se reduce notablemente la aparición de capas flotantes o de material hundido. Por otro lado, la materia sólida separada puede transportarse más fácilmente y emplearse como cama para animales o como sustituto de sustratos de turba. La fase líquida, aligerada tras la separación, puede aplicarse al suelo de manera mucho más fácil y uniforme; también ayuda a reducir la viscosidad en el digestor.

Comportamiento optimizado de puesta en marcha del separador

Diseño compacto, con requisitos mínimos de espacio

Amplio catálogo de tamices para obtener resultados de separación fiables con cualquier medio

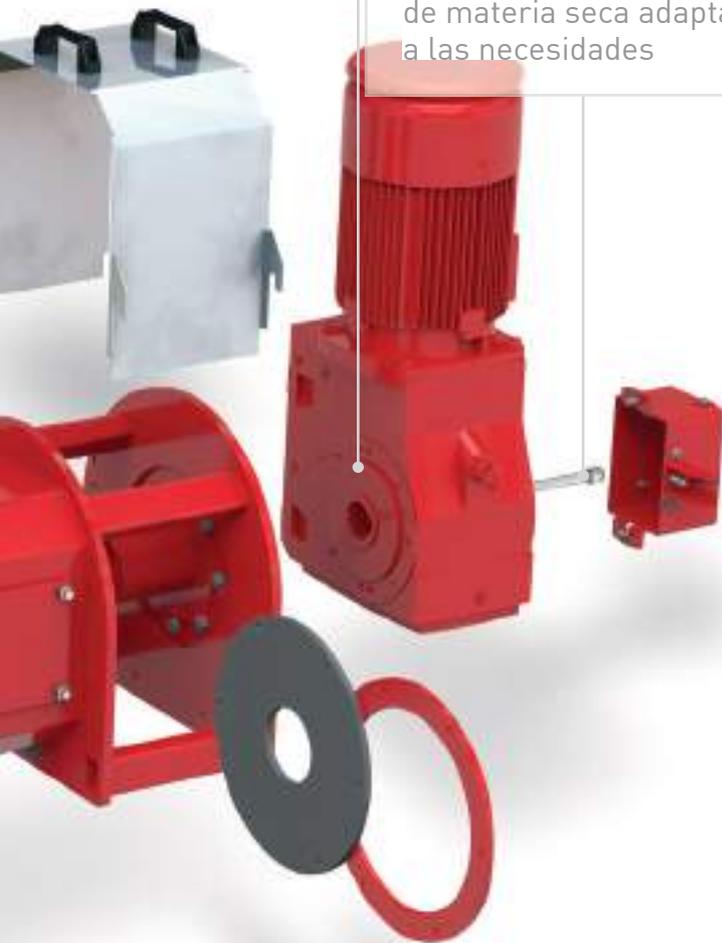


Acceso muy sencillo al cesto del tamiz y al tornillo de prensado, para agilizar el mantenimiento

Es posible obtener contenidos de materia seca de hasta el 40%

El innovador diseño, con el accionamiento colocado detrás de la descarga de materia sólida, elimina la necesidad de un sistema extra de estanqueidad del eje

La zona de prensado puede ajustarse individualmente para obtener un contenido de materia seca adaptado a las necesidades



Formación fiable de un sello

Resultados de separación excelentes



Una abertura de mantenimiento proporciona un cómodo acceso al tornillo de prensado y al tamiz.

#### Ventajas del separador XSplit®

- Contenido de materia seca hasta del 40%
- El contenido de materia seca puede ajustarse fácilmente
- Formación fiable de tapones sin necesidad de agregar agentes auxiliares
- No requiere sistema de estanqueidad del eje adicional
- Bajas necesidades de mantenimiento, tareas de mantenimiento sencillas
- Excelente relación coste-beneficio

# CÓMO SACARLE PARTIDO AL DIGESTATO

## Tecnología agrícola de Vogelsang para una gestión moderna y económica de digestatos y purines

Vogelsang se fundó en 1929 y no tardó en convertirse en uno de los fabricantes de cisternas agrícolas más importantes del norte de Alemania. La bomba lobular con revestimiento de elastómero inventada por Helmut Vogelsang se adoptó como tecnología móvil de bombeo en las cisternas de purín y supuso uno de los mayores avances de la tecnología agrícola de la época.

Aunque, desde entonces, Vogelsang se ha transformado en una empresa de ingeniería mecánica con presencia en todo el mundo, nunca ha dejado de desarrollar nuevos productos – ni de perfeccionar productos ya existentes – para el sector agrícola. Hoy día, es un fabricante de sólido prestigio con un completo catálogo de soluciones modernas para bombeo y distribución de purines, digestato y otros fluidos fertilizantes. Una historia de éxito de la que forman parte todos los clientes que utilizan nuestros productos en sus explotaciones.

### Bombas para explotaciones agropecuarias

Trasvasar, vaciar, llenar... todos los días son tareas que no pueden esperar. Las bombas lobulares de Vogelsang te ayudan en tu trabajo diario con sus características, entre ellas, InjectionSystem y el cierre mecánico Quality Cartridge.

### Equipos para vehículos de aplicación

Menos espuma, llenado completo, gran capacidad de succión, alta velocidad de caudal y vaciado uniforme: las bombas lobulares y las unidades RotaCut de Vogelsang, compactas y de mantenimiento sencillo, te ayudan a explotar todo el potencial de tu vehículo de aplicación.



## Soluciones móviles

Vogelsang ofrece la máxima potencia de bombeo para una aplicación eficaz de digestato y purín utilizando contenedores, estaciones de llenado y cisternas: soluciones bien diseñadas con una tecnología bien contrastada en la que puedes confiar.

## Gran variedad de soluciones

Las bombas Vogelsang admiten numerosas configuraciones: instalaciones permanentes, sobre una base de tres puntos, con motor eléctrico o hidráulico, o con toma de fuerza.

## Con las bombas lobulares Vogelsang, todo es más fácil

**Serie R:** Nuestros modelos clásicos. Técnica de bombeo robusta para aplicaciones sencillas. Presiones máximas de 5 bar y caudales de hasta 6000 l/min.

**FarmerPump:** A la medida de las necesidades de la agricultura. Duradera y fácil de usar, con lubricación por circulación de aceite. Presiones máximas de 8 bar y caudales de hasta 4500 l/min.

**Serie VX:** Tecnología líder en seguridad, durabilidad y mantenimiento. Con lóbulos HiFlo, InjectionSystem, cierre mecánico Quality Cartridge y nuestro exclusivo concepto QuickService, que agiliza la sustitución de sus piezas de desgaste. Presiones máximas de 16 bar y caudales de hasta 23 600 l/min.

**Serie GL:** El mismo rendimiento, pero más compactas y ligeras. Nuevas bombas lobulares de aluminio sin caja de engranajes y con un ahorro de espacio que te sorprenderá. Las bombas Serie GL pesan menos de la mitad y su longitud es sensiblemente más corta: dos ventajas decisivas a la hora de montarlas en cisternas.  
Rendimiento: máximo 8 bar y 6000 l/min.

## Special solutions for management of digestate and liquid manure

**PowerFill:** Acelerador de carga para el llenado de depósitos con accionamiento hidráulico. Reduce hasta en un 30 % el tiempo de llenado del tanque; además, homogeneiza el purín durante la etapa de llenado de la cisterna.

**FillMaster:** Una solución eficaz para la cadena del purín. Las bombas de la serie VX pueden llenar cisternas con purines sin dificultad, desde cualquier lugar.

## Maceradores

**RotaCut MXL:** Macerador absolutamente fiable y duradero. Mejora la seguridad operativa si se combina con un separador de cuerpos extraños en la cisterna.

## Distribuidores de precisión Vogelsang

Para distribuir purín y digestato de una manera precisa y fiable, se requiere de una dosificación con gran exactitud. Vogelsang ofrece varias soluciones:

**DosiMat DMX:** un sistema de corte y dosificación de accionamiento hidráulico con alimentación superior, que mediante la acción de su rotor distribuye el purín y el digestato de manera uniforme por cada una de sus salidas. Su principio de diseño garantiza una alta precisión en la distribución y una fiabilidad a toda prueba.

**ExaCut ECL:** un distribuidor de precisión con nuestra tecnología de rotores. Excelente rendimiento de corte, cuchillas con afilado automático y distribución homogénea de purín y digestato utilizando desde 18 hasta 48 salidas. Con un separador de materia pesada integrado, que protege todo el sistema de distribución frente a la entrada de cuerpos extraños problemáticos.

**ExaCut ECQ:** distribuidor de precisión de mantenimiento rápido y sencillo, con separador de materia pesada integrado y vida útil extendida. Gracias al diseño específico de sus cabezales de corte, el ExaCut ECQ distribuye purín y digestato con una precisión insuperable, pudiendo emplear desde 24 hasta 48 salidas.

## Aplicadores de purín por tubos a ras del suelo y zapatas de arrastre de Vogelsang

Vogelsang ofrece una amplia gama compuesta por potentes sistemas de tubos de arrastre y zapatas, para aplicar purín y digestato con las mínimas emisiones posibles, alcanzando además una gran eficiencia en la aplicación de sus nutrientes. Disponemos de sistemas para explotaciones y campos de cualquier tamaño, con anchos de trabajo de hasta 36 metros para cisternas y de hasta 18 metros para vehículos autopropulsados. Los sistemas umbilicales, adaptados a distintos vehículos tractores, destacan por su bajo peso, su alta precisión de distribución y sus distancias de descarga. Con numerosas opciones de equipamiento, ofrecen a los agricultores la flexibilidad y eficacia necesarias para llevar a cabo su labor con éxito.

## Aperos de labranza Strip Till: fertilización con purín y digestato a nivel de las raíces

Además de los sistemas convencionales de aplicación de purín, Vogelsang ofrece aperos adaptados a las nuevas técnicas de labranza mínima, que cada vez despiertan un mayor interés. En función de las características del campo, las unidades XTill VarioCrop labran el suelo de forma óptima para la siembra de cultivos en hilera, combinando el laboreo con la fertilización localizada a nivel de las raíces.

## Soluciones económicas para un amplio espectro de tareas



### Serie VX y serie IQ

Por sus excelentes características – diseño compacto, autoaspiración, fácil reparación y mantenimiento –, las bombas lobulares Vogelsang son una solución económica para una gran variedad de tareas de bombeo.



### RotaCut®

Macerador húmedo y separador de materiales pesados todo en uno. Separa con absoluta fiabilidad cuerpos extraños como piedras o piezas metálicas. Además, macera eficazmente los materiales fibrosos y gruesos presentes en los medios líquidos, produciendo una suspensión final más fluida y homogénea.



### CC-Mix

Alimentación económica de digestores con materia sólida fluida pero ligeramente pastosa. Un mezclado óptimo con una suspensión líquida aumenta el rendimiento de producción de biogás, reduciendo notablemente el consumo energético necesario para su bombeo y agitación en el digestor.



### HiCone® y Serie CC®

Bombeo de medios altamente viscosos y abrasivos o con una alta proporción de cuerpos extraños. Mayor vida útil y extraordinaria facilidad de mantenimiento, gracias a la forma cónica del rotor y el estator, junto con el innovador concepto de ajuste y mantenimiento.



### RedUnit XRL

Facilita una fermentación eficiente de frutas, verduras y distintos residuos orgánicos. Un potente triturador de dos ejes para procesar de forma económica sólidos de gran tamaño tanto en medios líquidos como secos.



### PreMix®

El alimentador de materia sólida universal 4 en 1 capaz de alimentar varios digestores con una biosuspensión inmejorable. Separa los cuerpos extraños, procesando de forma óptima una amplia variedad de cosustratos, al triturar con gran eficacia todas sus partículas gruesas y fibrosas.



### DisRuptor

Desintegración mecánica flexible y eficiente de sustratos estructurados mediante una unidad de funcionamiento variable. Aumenta el área superficial del sustrato, para acelerar la fermentación y elevar la producción de gas. Evita la aparición de capas flotantes y rebaja la viscosidad de la suspensión orgánica.



### XSplit®

Un separador con una extraordinaria relación coste-beneficio. Admite medios con hasta un 40% de materia seca y forma tapones de manera fiable sin necesidad de añadir agentes auxiliares. Y con un mantenimiento muy sencillo.

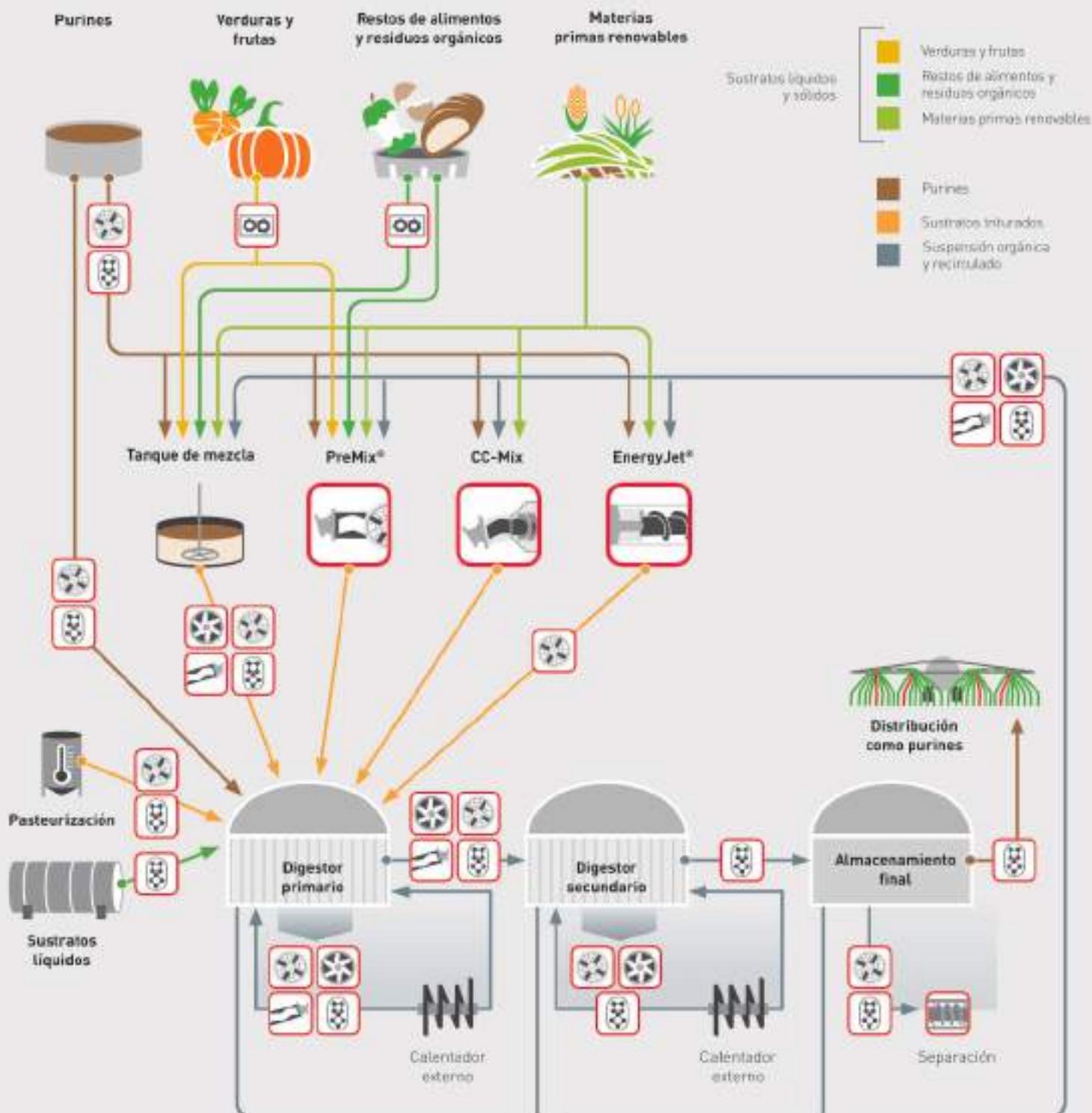


### EnergyJet®

La solución más eficaz para alimentar digestores sin problemas con purín y otros recursos renovables. Un sistema resistente al desgaste y a los cuerpos extraños, que mezcla un sustrato estructurado con una suspensión líquida, formando una suspensión orgánica perfectamente macerada.

# PRODUCCIÓN ECONÓMICA DE BIOGÁS

con tecnología fiable y eficiente



# EN LO REFERENTE AL MANTENIMIENTO, NO DEJAMOS NADA AL AZAR

**Servicios globales para un uso adecuado  
y una larga vida útil**

## **Atención y suministro de la A a la Z**

Somos conscientes de que la proximidad es esencial para alcanzar el éxito, por lo que nuestros servicios intentan cubrir de la mejor manera posible todas las necesidades de nuestros clientes. Nuestra presencia en países donde contamos con filiales, centros de servicio y socios contractuales nos permite mantener un contacto directo y fluido con nuestros clientes, ofreciéndoles siempre un servicio posventa fiable y eficaz.

Esto significa que facilitaremos siempre la ayuda necesaria durante todas las fases de nuestro proyecto en común. Todo ello es posible gracias a nuestro personal altamente cualificado: expertos, asesores y técnicos que conocen a la perfección los equipos Vogelsang.



Desde su fundación en 1929, Vogelsang se ha convertido en una empresa de ingeniería mecánica de reconocido prestigio internacional con numerosas sucursales, centros de ventas y filiales.



### **Somos previsores**

Somos previsores por el bien de nuestros clientes y el primer paso para lograrlo es contar con una documentación amplia y detallada. Las piezas de repuesto están disponibles en poco tiempo gracias a nuestro elevado grado de integración vertical en la producción. Además, siempre habrá un socio autorizado en la zona que ayudará con las reparaciones y con la sustitución de piezas de desgaste. El paquete de servicios Vogelsang completa la oferta: tanto si se necesita ayuda con la puesta en marcha, como un curso de formación in situ o en las instalaciones de Vogelsang, un acuerdo de mantenimiento o un paquete de recambios para las piezas de desgaste, ofrecemos un programa de atención hecho a medida de cada cliente.

## Qué ofrecemos

Ofrecemos soluciones para los siguientes sectores:  
AGUAS RESIDUALES, BIOGÁS, INDUSTRIA,  
TECNOLOGÍA AGRÍCOLA, TRANSPORTE DE PASAJEROS



## Nuestra amplia gama de productos y servicios

- Alimentadores de sólidos
- Bombas y sistemas de bombeo
- Consultoría y mantenimiento
- Gestión de datos y tecnología de control
- Soluciones personalizadas para aplicaciones especiales
- Suministro, evacuación y limpieza
- Tecnología de desintegración
- Tecnología de distribución
- Trituradores, separadores y mezcladores

Copyright 2023 Vogelsang GmbH & Co. KG

La disponibilidad de productos, el aspecto así como las especificaciones y los detalles técnicos están en continuo desarrollo, por lo que toda la información aquí presente está sujeta a posibles cambios. Vogelsang®, BioCut®, BlackBird®, CC-Serie®, EnergyJet®, HiCone®, PreMix®, RotaCut®, XRipper®, XSplit® y XTill® son, en determinados países, marcas registradas de Vogelsang GmbH & Co. KG, Essen (Oldenburg), Alemania. Todos los derechos reservados, incluidos los de gráficos e imágenes.

Future-oriented biogas production\_ES\_10207723\_MET0000192 – Printed in Germany

## España

Vogelsang S.L.U.

Carrer Falcó 10-12 | 43810 El Pla de Santa Maria Tarragona | España

Teléfono: +34 977 606 733 | Fax: +34 977 606 733

spain@vogelsang.info

## América Central y América del Sur

Vogelsang GmbH & Co. KG

Holthoeye 10 – 14 | 49632 Essen (Oldenburg) | Alemania

Teléfono: +49 5434 83 - 0 | Fax: +49 5434 83 -10

germany@vogelsang.info

[vogelsang.info](http://vogelsang.info)



# ESPECIFICACIONES TÉCNICAS



## PRODUCCIÓN DE BIOGÁS CON UNA VISIÓN DE FUTURO

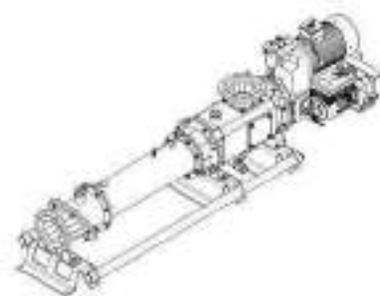
Equipos y sistemas para bombeo,  
trituration y separación

VOGELSANG – LEADING IN TECHNOLOGY

**VOGELSANG**



# HiCone®



Una bomba de tornillo helicoidal revolucionaria,  
con unos costes de explotación increíblemente bajos

Dimensiones	Caudal máximo*	Presión máxima	Paso de sólidos
	m <sup>3</sup> /h	bar	mm
HiCone 44	37	12	48
HiCone 55	75	12	62
HiCone 66	150	12	78
HiCone 77	290	12	98

\* Capacidad máxima teórica. En la práctica, la capacidad suele ser menor, dependiendo de la diferencia de presión, la viscosidad del medio y la instalación de la bomba. Estaremos encantados de configurar la mejor bomba de tornillo helicoidal para tu aplicación con ayuda de nuestro software de dimensionado.

# Serie CC®



Bomba de tornillo helicoidal CavityComfort para  
aplicaciones pesadas

Tipo*	Capacidad máxima**	Presión máxima	Superficie de paso máxima
	m <sup>3</sup> /h	bar	mm
CC44 - M1	40	6	63
CC44 - M2	40	12	63
CC44 - D1	80	6	63
CC55 - M1	80	6	73
CC55 - M2	80	12	73
CC55 - D1	165	6	79
CC66 - M1	145	6	88
CC66 - M2	145	12	88
CC66 - D1	290	6	95
CC77 - M1	225	6	108
CC77 - M2	225	12	108

\* D1/M1: bomba de tornillo helicoidal de una etapa; M2: bomba de tornillo helicoidal de dos etapas.

\*\* Capacidad máxima teórica. En la práctica, la capacidad suele ser menor, dependiendo de la diferencia de presión, la viscosidad del medio y la instalación de la bomba. Estaremos encantados de configurar la mejor bomba de tornillo helicoidal para tu aplicación con ayuda de nuestro software de dimensionado.

# Serie VX

Bombas lobulares Vogelsang serie VX: fiabilidad demostrada para una gran variedad de aplicaciones de bombeo



Tipo	Volumen l/rev.	Capacidad máxima* m³/h	Presión máxima		Velocidad máxima min <sup>-1</sup>	Desviación máxima del eje	
			Q bar	QD bar		Q mm/bar	QD mm/bar
<b>Serie VX136</b>							
70	1,27	61	10	12	800	0,01	0,002
105	1,90	91	10	12	800	0,03	0,004
140	2,53	121	8	12	800	0,05	0,007
210	3,80	182	5	10	800	0,16	0,016
280	5,06	243		8	800		0,031
420	7,59	364		6	800		0,090
<b>Serie VX186</b>							
92	3,56	128	10		600	0,01	
130	5,03	181	10	12	600	0,02	0,003
184	7,21	256	8	12	600	0,05	0,008
260	10,06	362	5	10	600	0,12	0,012
368	14,24	513	2 [3**]	8	630	0,33	0,028
390	15,09	543	2 [3**]	7	600	0,40	0,028
520	20,12	724		6	600		0,065
736	28,48	1.025		3	600		0,191
<b>Serie VX215</b>							
226	15,47	501	5	8	540	0,10	0,010
320	21,88	708	2,5	7	540	0,29	0,026
452	30,94	1.002		5	540		0,069
640	43,76	1.417		3	540		0,167
<b>Serie VX230</b>							
226	13,45	436	8	12	540	0,05	0,006
320	19,04	617	5	10	540	0,13	0,012
452	26,90	872		10	540		0,029
640	38,08	1.234		6	540		0,073

\* Capacidad máxima teórica. En la práctica, la capacidad suele ser menor, dependiendo de la diferencia de presión, la viscosidad del medio y la instalación de la bomba. Estaremos encantados de configurar la mejor bomba lobular para tu aplicación con ayuda de nuestro software de dimensionado.

\*\* No en funcionamiento continuo.

# Serie IQ

Excelente rentabilidad gracias a la reducción de los tiempos de mantenimiento y reparación



Tipo	Volumen	Capacidad máxima*	Presión máxima	Velocidad máxima	Desviación máxima del eje
	l/rev.	m <sup>3</sup> /h	bar	min <sup>-1</sup>	mm/bar
IQ152-112	2,61	110	7	700	0,03
IQ152-158	3,67	154	5	700	0,08

\* Capacidad máxima teórica. En la práctica, la capacidad suele ser menor, dependiendo de la diferencia de presión, la viscosidad del medio y la instalación de la bomba. Estaremos encantados de configurar la mejor bomba lobular para tu aplicación con ayuda de nuestro software de dimensionado.

# RotaCut<sup>®</sup>

Macerador RotaCut<sup>®</sup> con separador integrado de materiales pesados: procesos fiables y bajo coste de mantenimiento

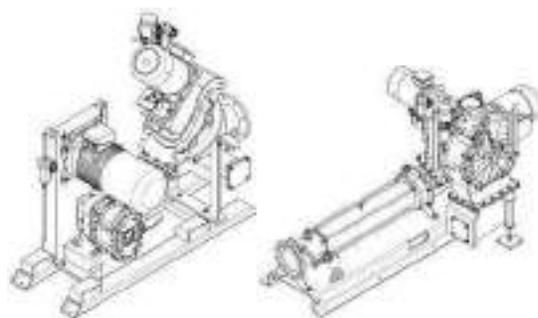


Tipo	Rendimiento máximo*	Velocidad opcional	Potencia opcional	Motor hidráulico	Separador de materiales pesados/diseño disponible	Opciones de superficie de paso en la pantalla de corte
	m <sup>3</sup> /h	min <sup>-1</sup>	kW			mm
RC 3000	180	76 - 326	1,5 - 4,0	x	Inline, MXL	4/8/10/12/15/20/28
RCQ - 26	180	72 - 326	2,2 - 5,5		Inline	4/8/10/12/15/20/28
RC 5000pro	300	66 - 330	1,5 - 7,5	x	Inline, Compact XL, MXL	4/6/8/10/12/15/24/30
RCQ - 33pro	300	115 - 292	5,5 - 7,5		Inline, Compact XL	4/6/8/10/12/15/24/30
RC 10000pro	600	66 - 319	2,2 - 7,5	x	Inline, Compact XL, MXL	4/8/10/12/16/20/25/34/38
RCQ - 43pro	600	115 - 292	5,5 - 7,5		Inline, Compact XL	4/8/10/12/16/20/25/34/38
RCX - 48	600	114 - 311	5,5 - 11		RCX, DRS	4/8/10/12/16/20/25/34/38
RCX - 58	750	94 - 276	7,5 - 15	x	RCX, DRS, MXL	4/8/10/12/16/25/34/40/50
RCX - 68	1.200	98 - 243	11 - 18,5		RCX, DRS	30/40/50

\* Rendimiento en función del contenido en sólidos.

# BioCut® y CC-Cut

BioCut® y CC-Cut: bomba de desplazamiento positivo y macerador todo en uno, especialmente desarrollados para plantas de biogás

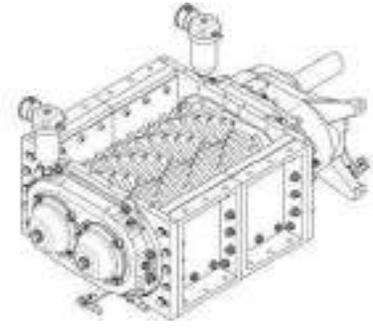


Modelo		Capacidad nominal	Presión máxima	Potencia instalada	
Bomba	RotaCut	m <sup>3</sup> /h	bar	kW, bomba	RotaCut kW
<b>BioCut</b>					
VX136 - 105Q	RCQ - 26G	25	4	7,5	4
VX136 - 105Q	RCQ - 33Gpro	30	4	7,5	5,5
VX136 - 140Q	RCQ - 33Gpro	42	4	11	5,5
VX186 - 130Q	RCQ - 43Gpro	98	4	22	7,5
<b>CC-Cut*</b>					
CC44 - M2	RCQ - 33Gpro	10	8	5,5	5,5
CC44 - D1	RCQ - 43Gpro	27	4	7,5	7,5
CC55 - M2	RCQ - 33Gpro	20	8	9,2	5,5
CC55 - D1	RCX - 48G	50	4	11	8,3
CC66 - M2	RCX - 48G	30	8	15	8,3
CC66 - D1	RCX - 58G	90	4	18,5	16,5
CC77 - M2	RCX - 58G	70	8	22	16,5

\* D1: bomba de tornillo helicoidal de una etapa; M2: bomba de tornillo helicoidal de dos etapas.

# RedUnit XRL

Triturador de dos ejes RedUnit XRL  
para procesamiento de sólidos voluminosos

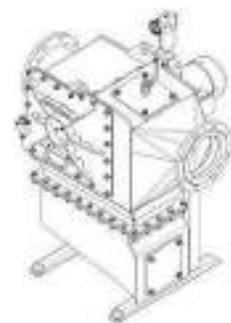


Tipo	Anchura de las cuchillas	Rendimiento máximo*	Abertura de entrada	Potencia
	mm	m <sup>3</sup> /h	mm (L x A)	kW
XRL136 - 200QD	6/10/14	6	200x320	4 - 5,5
XRL136 - 280QD	6/10/14	10	280x320	4 - 11
XRL136 - 560QD	6/10/14	20	560x320	4 - 11
XRL186 - 260QD	8/11/16/32	20	260x445	11 - 15
XRL186 - 520QD	8/11/16/32	40	520x445	11 - 22
XRL186 - 780QD	8/11/16/32	60	780x445	11 - 22
XRL260 - 800	16/25/40	85	800x598	2x22 - 37
XRL260 - 1200	16/25/40	130	1.200x598	2x22 - 37
XRL260 - 1600	16/25/40	175	1.600x598	2x22 - 37

\* Aplicable en el caso de sólidos fáciles de reducir.

# DebrisCatcher

DebrisCatcher: separación activa de material pesado  
para proporcionar la máxima protección a tu planta



Rendimiento máximo*	Presión máxima	Potencia instalada	Opciones de superficie de paso	Conexiones	Diseños disponibles para el depósito de vertido
m <sup>3</sup> /h	bar	kW	mm	DN	
200	4	2,2	12/25/40	150/200	Standard/DRS

\* Rendimiento en función del contenido en sólidos.

# DisRuptor

Desintegración mecánica de sólidos,  
individualmente adaptable

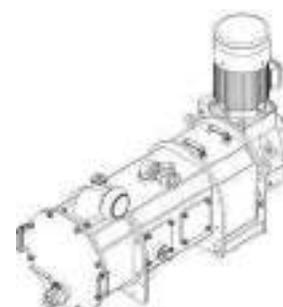


Tipo	Rendimiento máximo*	Presión máxima	Potencia instalada	Velocidad	Conexiones	Diseño disponible
	m <sup>3</sup> /h	bar	kW	min <sup>-1</sup>	DN	
DR7000	200	4	15/22	975	150/200	Inline/Compact XL

\* Rendimiento en función del contenido en sólidos.

# XSplit<sup>®</sup>

Separador de tornillo de prensa innovador, con una  
relación coste-beneficio extraordinaria y ventajas únicas



Tipo	Rendimiento máximo*	Contenido máx. de materia seca (DM)**	Velocidad	Potencia instalada	Dimensiones LxAxA
	m <sup>3</sup> /h	%	min <sup>-1</sup>	kW	mm
XS25-50	50	40	15-36	4-7,5	1.450x550x950

\* Valores máximos

## Qué ofrecemos

Ofrecemos soluciones para los siguientes sectores:  
AGUAS RESIDUALES, BIOGÁS, INDUSTRIA,  
TECNOLOGÍA AGRÍCOLA, TRANSPORTE DE PASAJEROS



## Nuestra amplia gama de productos y servicios

- Alimentadores de sólidos
- Bombas y sistemas de bombeo
- Consultoría y mantenimiento
- Gestión de datos y tecnología de control
- Soluciones personalizadas para aplicaciones especiales
- Suministro, evacuación y limpieza
- Tecnología de desintegración
- Tecnología de distribución
- Trituradores, separadores y mezcladores

Copyright 2023 Vogelsang GmbH & Co. KG

La disponibilidad de productos, el aspecto así como las especificaciones y los detalles técnicos están en continuo desarrollo, por lo que toda la información aquí presente está sujeta a posibles cambios. Vogelsang®, BioCut®, BlackBird®, CC-Serie®, EnergyJet®, HiCone®, PreMix®, RotaCut®, XRipper®, XSplit® y XTill® son, en determinados países, marcas registradas de Vogelsang GmbH & Co. KG, Essen (Oldenburg), Alemania.

Todos los derechos reservados, incluidos los de gráficos e imágenes.

Future-oriented biogas production\_TD\_ES\_09207723\_MET0000193 - Printed in Germany

## España

Vogelsang S.L.U.

Carrer Falcó 10-12 | 43810 El Pla de Santa Maria Tarragona | España

Teléfono: +34 977 606 733 | Fax: +34 977 606 733

spain@vogelsang.info

## América Central y América del Sur

Vogelsang GmbH & Co. KG

Holthoeye 10 - 14 | 49632 Essen (Oldenburg) | Alemania

Teléfono: +49 5434 83 - 0 | Fax: +49 5434 83 -10

germany@vogelsang.info

[vogelsang.info](http://vogelsang.info)





## BIOBULL®

EL AGITADOR PARA FERMENTADORES CON BAJO CONSUMO DE ENERGÍA DE LOS PROFESIONALES EN TÉCNICA DE AGITACIÓN

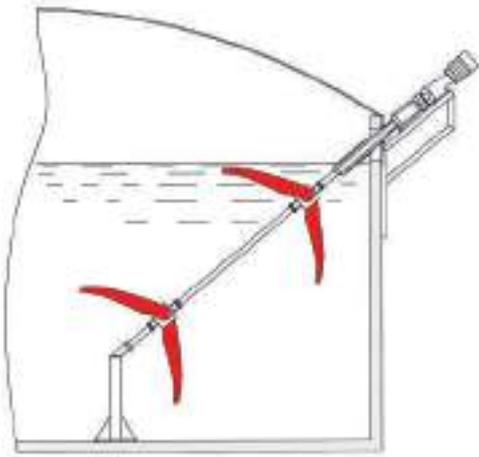
**CAMPOS DE APLICACIÓN:** APTO PARA SU EMPLEO EN CONTENEDORES DE LAS MÁS DIVERSAS FORMAS Y TAMAÑOS CON UN NIVEL DE LLENADO GENERALMENTE CONSTANTE: CONTENEDORES DE HORMIGÓN CON CÚPULA DE GAS O CUBIERTA MACIZA, FERMENTADORES DE ACERO, FERMENTADORES ANULARES, ENTRE OTROS. PARA SUSTRATOS CON CONTENIDOS MÁXIMOS DE MATERIA SECA.

**ALTO PODER DE AGITACIÓN CONSTANTE:** AFLUENCIA SIN TRABAS DEL SUSTRATO, SIN PERJUICIO DE LOS ELEMENTOS DE AGITACIÓN. GRAN POTENCIA HIDRÁULICA CON FLUJOS PARCIALES EN HORIZONTAL Y VERTICAL GRACIAS AL MONTAJE INCLINADO DEL EJE DEL AGITADOR. LA EJECUCIÓN DE LA FORMA DE LA HÉLICE, EL GRAN DIÁMETRO DEL BUJE Y LA TRANSICIÓN LISA Y TANGENCIAL HACIA LAS ASPAS DE LA HÉLICE EVITAN LA FORMACIÓN DE „TRENZAS“.

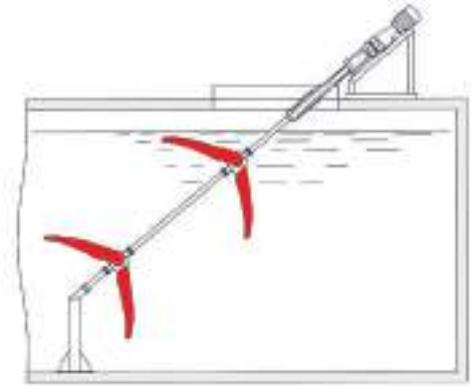
**MÍNIMO CONSUMO DE CORRIENTE:** GRAN PODER DE CIRCULACIÓN, RENDIMIENTO INUSUALMENTE ALTO DEBIDO AL GRAN DIÁMETRO DE LA HÉLICE. MOTOR LENTO. LA FUERZA ASCENSIONAL DE LOS PERFILES TRIDIMENSIONALES DE LAS ASPAS DE LA HÉLICE REDUCE EL PAR MOTOR NECESARIO.

**FACILIDAD DE MANTENIMIENTO:** LAS PIEZAS DE DESGASTE IMPORTANTES ESTÁN MONTADAS EN EL EXTERIOR, POR LO QUE SE TIENE ACCESO LIBRE A ELLAS PARA TRABAJOS DE MANTENIMIENTO O REPARACIÓN; ES DECIR, NO ES NECESARIO ABRIR PERIÓDICAMENTE LA CUBIERTA DEL CONTENEDOR. CIERRE SIFÓNICO SIN CONTACTO ESTANCO A LOS GASES PLATAFORMA DE MANTENIMIENTO (OPCIONAL).

**FIABILIDAD/VIDA ÚTIL:** EL BIOBULL® LLEVA EN EL MERCADO 15 AÑOS, Y LOS PRIMEROS MODELOS AÚN ESTÁN EN SERVICIO. ¡REALMENTE PODEMOS CERTIFICAR Y PROBAR SU LARGA VIDA ÚTIL!



streisal Biobull® para fermentadores con cúpula de gas



streisal Biobull® para fermentadores con cubierta de hormigón

#### FICHA TÉCNICA:

Potencia nominal [KW]	Tensión nominal [V]	Frecuencia nominal máx. [Hz]	Corriente nominal [A]	Régimen nominal [rpm]	Clase de protección del motor	Poder de circulación [m <sup>3</sup> /h] 1 hélice *) [Ø 2.650 mm]	Fuerza de empuje [N]**)
11	400	50	aprox. 23	aprox. 38	IP 54	aprox. 22.600	aprox. 7.000

\*) Poder de circulación determinado para el agua a efectos de comparación \*\*\*) Fuerza de empuje inclusive el coeficiente de impactos para el cálculo

#### SEGURIDAD:

PROTECCIÓN CONTRA EXPLOSIONES SEGÚN ATEX II 2 G (ZONAS 1 Y 2)  
 CONVERTIDOR DE FRECUENCIA CON SOFTWARE DE SEGURIDAD PARAMETRIZABLE  
 (LIMITACIÓN DEL PAR, RECONOCIMIENTO DE ROTURA DEL EMBRAGUE, ETC.)  
 SAFEGUARD  
 EMBRAGUE DE PERNO DE SEGURIDAD COMO ÚLTIMO PUNTO NOMINAL DE ROTURA

#### MEDIDAS Y PESOS:

DIÁMETRO DE LA HÉLICE: 2.650 mm O 1.500 mm (OPCIONAL)  
 PASO MURAL NECESARIO: REVESTIMIENTO DEL PASO EN 600 X 600 mm O 500 mm DE DIÁMETRO PASO DE CUBIERTA NECESARIO  
 PARA LEVANTAR EL EJE DEL AGITADOR: 2.200 X 650 mm  
 PESO TOTAL: APROX. 1.100 - 1.500 Kg EN FUNCIÓN DE LA EJECUCIÓN  
 LA ALTURA DE LA CONSOLA DEL RODAMIENTO DE FONDO Y LA LONGITUD DEL EJE DEL AGITADOR DEPENDEN DE LAS MEDIDAS DEL CONTENEDOR.

#### MATERIALES:

PIEZAS SUMERGIDAS EN GAS EN EL FERMENTADOR: ACERO INOXIDABLE 1.4571 (V4A)  
 PIEZAS FUERA DEL FERMENTADOR: GALVANIZADAS O PINTADAS/RECUBIERTAS  
 RODAMIENTO DE FONDO: SELLO MECÁNICO DE CARBURO DE SILICIO  
 HÉLICE (Ø 2.650 MM) POLÍMERO DE ALTA RESISTENCIA EXENTO DE DESGASTE CON NÚCLEO DE ACERO  
 HÉLICE (Ø 1.500 MM) ACERO INOXIDABLE 1.4301 (V2A)

#### NIVEL DE RUIDO:

56+/-5 DB(A) O  
 48+/-5 DB(A) EN CASO DE EQUIPAMIENTO CON TRANSMISIÓN SILENCIOSA (OPCIONAL)  
 A 10 M DE DISTANCIA RESPECTIVAMENTE

(SALVO MODIFICACIONES TÉCNICAS O ERROR)

**CONTACTO:** STREISAL GMBH PETERMANDSTRASSE 2 88239 WANGEN IM ALLGÄU ALEMANIA  
 TEL +49(0)7522-707965-0 FAX +49(0)7522-80450 WWW.STREISAL.DE INFO@STREISAL.DE

# PowerDigest

Technical Data Sheet

## The straightforward & classical solution

### Advantages

- Space saving design
- Ideally suited for liquid byproducts
- Outstanding biological desulphurization
- High full-load hours
- Easy to extent with more feedstock
- Time saving option

The PowerDigest has been developed for feedstock with low dry matter. It is ideally suited for large cattle farms, as well as for the agro-industrial sector.



- 1 Primary digester
- 2 Agitation system
- 3 Heating system
- 4 Gasholder inner and outer membrane
- 5 Reception pit
- 6 Central pumping station
- 7 Pressure relief valve

## Technology highlights

The PowerDigest consists of a concrete or steel tank with a gasholder on top to guarantee space saving and a compact design. Due to our long-shaft mixers, a good homogenization of the feedstock can be achieved, fostering the degradation of the biomass. Moreover, the PowerDigest includes an improved biological desulphurization solution which decreases significantly the H<sub>2</sub>S content, minimizing the amount of active carbon needed for downstream gas cleaning. Furthermore, its gravitational overflow helps to reduce electrical consumption.

## Modular design

Due to its high flexibility, it is possible to combine as many PowerDigest as needed to treat all the available feedstock. In addition, this plant can work with a CHP, a gas upgrading unit, or a boiler as downstream processing equipment without any complicated interfaces or gas losses. In our plants we reach average full-load hours of more than 95%. The equipment of the plant can be either placed in an operational building or be delivered in practical 20-foot containers to be just placed on site – a time saving option!

## High reliability and easy maintenance

Only reliable plant components from reputable suppliers have been chosen for this plant. Special focus lies on the agitation technology, which is very efficient due to the use of strategically placed long-shaft mixers. The mixer engines are placed outside of the digester and are directly accessible, making maintenance of the system effortless.

## Top components, best-of-class technology consumption

BIOGEST® uses plant components which have been optimized to process all types of waste and by-products, in addition to agricultural feedstock. BIOGEST® operates as a manufacturer, design and construction contractor, biogas plant owner and operator, and uses its experience to provide only proven technology which assures a robust durability of the equipment and low maintenance costs on a long term basis.

## Covering the entire value chain

Our cost-effective and resource-saving solutions, based on technically advanced designs, contribute to an environmentally friendly future by providing green and sustainable energy. The scope of BIOGEST® services range from project feasibility studies, design development and business planning to turnkey construction and commissioning of plants.

## Service and maintenance

Our clients also trust our expertise when it comes to operation and maintenance, for which we offer tailor-made service agreements. Our technical and biological service provides support after the construction and commissioning of your biogas plant is completed, to help you achieving excellent performance over the long-term. Our service package also includes regular plant inspections by our specialists, and training customer employees on how to operate their plants. Moreover, our eShop offers wear and tear parts needed for your daily operation that you can directly order from your computer or from the mobile phone app we have developed.

## Our experience

BIOGEST® has completed more than 190 projects on 3 continents and is able to provide tailored services due to its highly qualified international team. With more than 30 years of experience in the AD sector, we have optimized the process design of our plants to guarantee simple operation while achieving high reliability.



**Picture:** BIOGEST® PowerDigest biomethane plant, 184,000 MMBTU/year (585 Nm<sup>3</sup>/h), Oak Valley, South Dakota, US

### Headquarters

**BIOQUADRAT Energie- und Wassertechnik Holding GmbH**

THE ICON VIENNA Central Station  
Gertrude-Froehlich-Sandner Straße 2-4  
Tower 9, Floor 9  
A-1100 Vienna, Austria

### Contact

T +43 1 2260700  
office@biogest.at  
www.biogest.at

### Worldwide Offices



RENEWABLE ENERGY

# BULK BIOMASS CONVEYING SYSTEM TCB



## Description

TCB Biomass Conveying system is a complete screw conveyor system which extracts the bulk fraction of the biomass from the mixer/hopper, lifting and charging it into the digester of the Biogas production plant.

The system consists of:

- 1 BFS Horizontal Screw Feeder
- 2 BVS Vertical Screw Conveyor
- 3 BIS Injector Screw

### BFS Feeder

It receives the material from the mixer/hopper and transfers it to the BVS Vertical Screw.

The BFS Feeder is a discharging equipment provided with optional inlet spouts pre-engineered to suit the most commonly used mixers on the market.

### BVS Vertical Screw

It receives the material from the BFS Screw Feeder by a frontal discharge.

BVS Vertical Screw lifts vertically the biomass to the appropriate height for feeding the BIS Injector Screw.

### BIS Injector Screw

This equipment collects the bulk material from the BVS Vertical Screw and injects it into the digester under the liquid level.



## Technical features and performance

- Modular versatile system
- Facilitates inspection
- Vertical Screw Conveyor with load-bearing structure
- Extra-thick heavy-duty helicoid flighting manufactured from highly resistant 304 stainless steel
- Standard connection for mixers/hoppers
- Highly efficient conveying

## Benefits

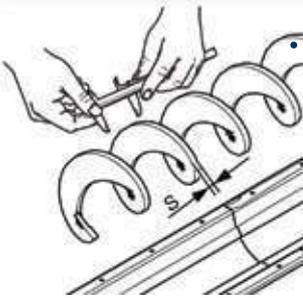
- ✓ Clean and silent
- ✓ Versatile and suitable for conveying various organic materials
- ✓ Sturdy fabrication and mechanical components
- ✓ Small footprint
- ✓ Standard industrial product

## Throughput rate table

Ø	m <sup>3</sup> /h
200	12
300	20
400	50

# Components, options and accessories

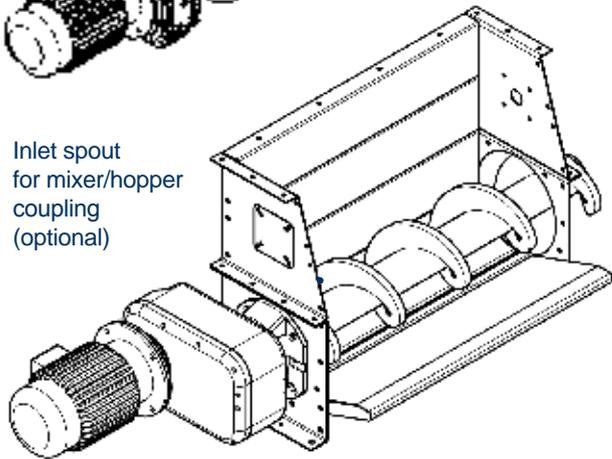
Extra-thick helicoid flighting heavy-duty manufactured from highly resistant steel



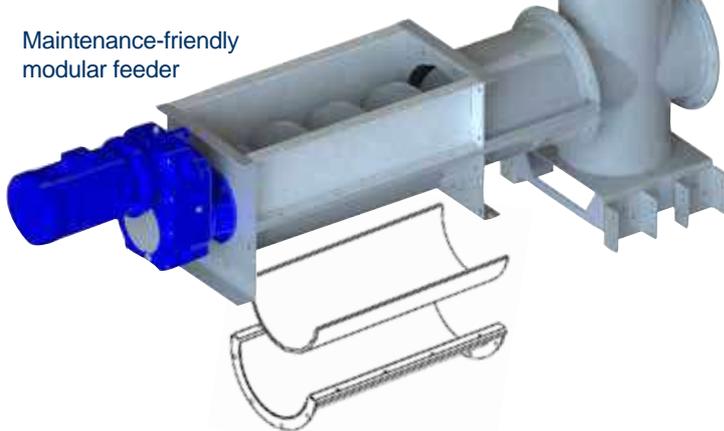
Bridgebraker on the inlet spout for mixer/hopper (accessory)



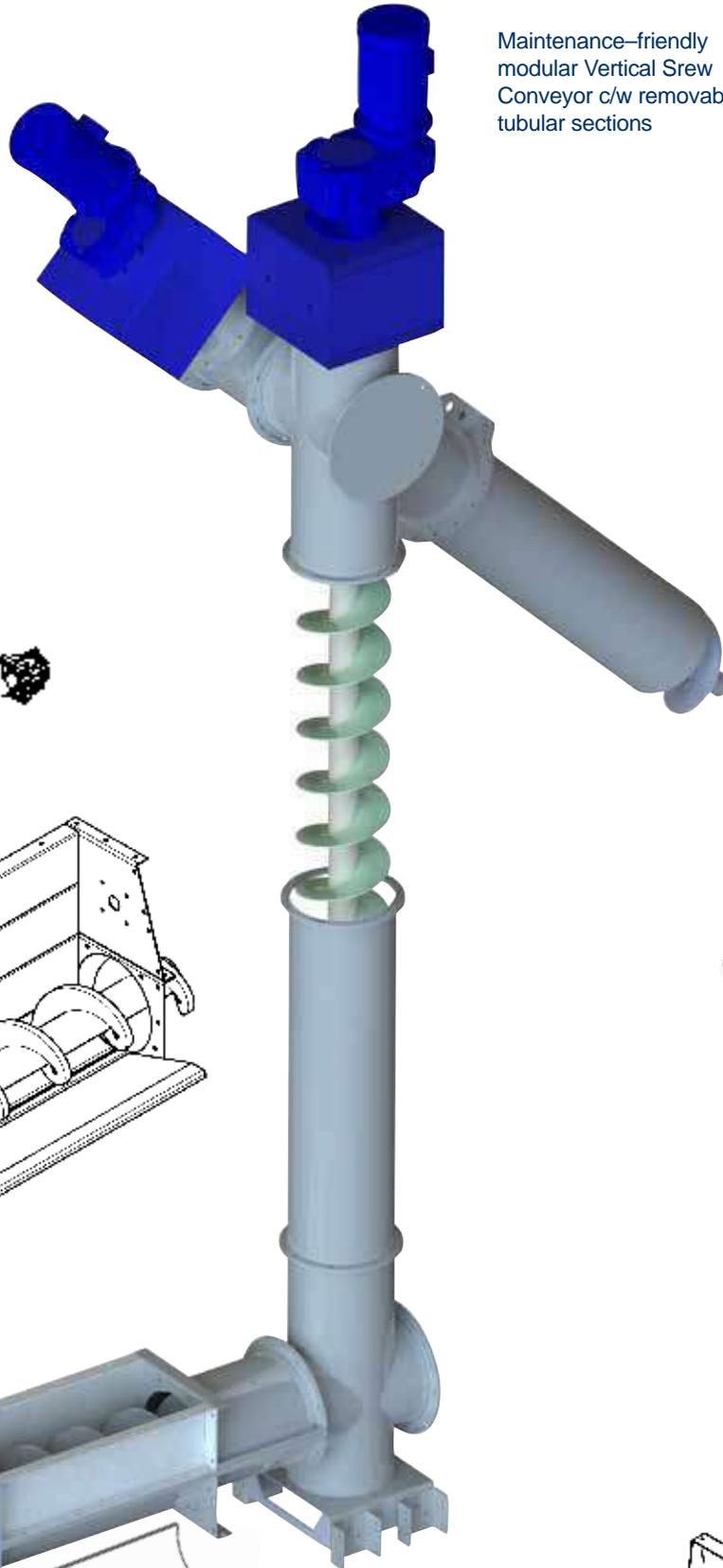
Inlet spout for mixer/hopper coupling (optional)



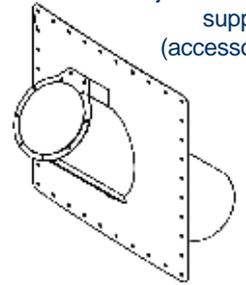
Maintenance-friendly modular feeder



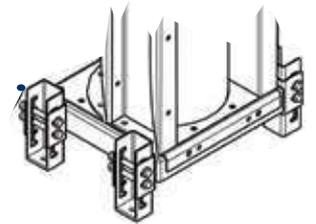
Maintenance-friendly modular Vertical Screw Conveyor c/w removable tubular sections



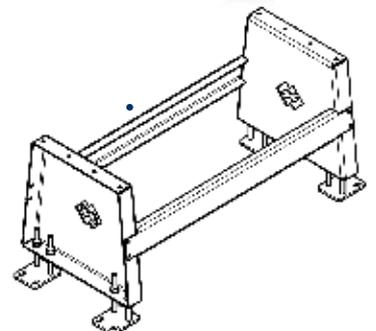
Injector screw support (accessory)



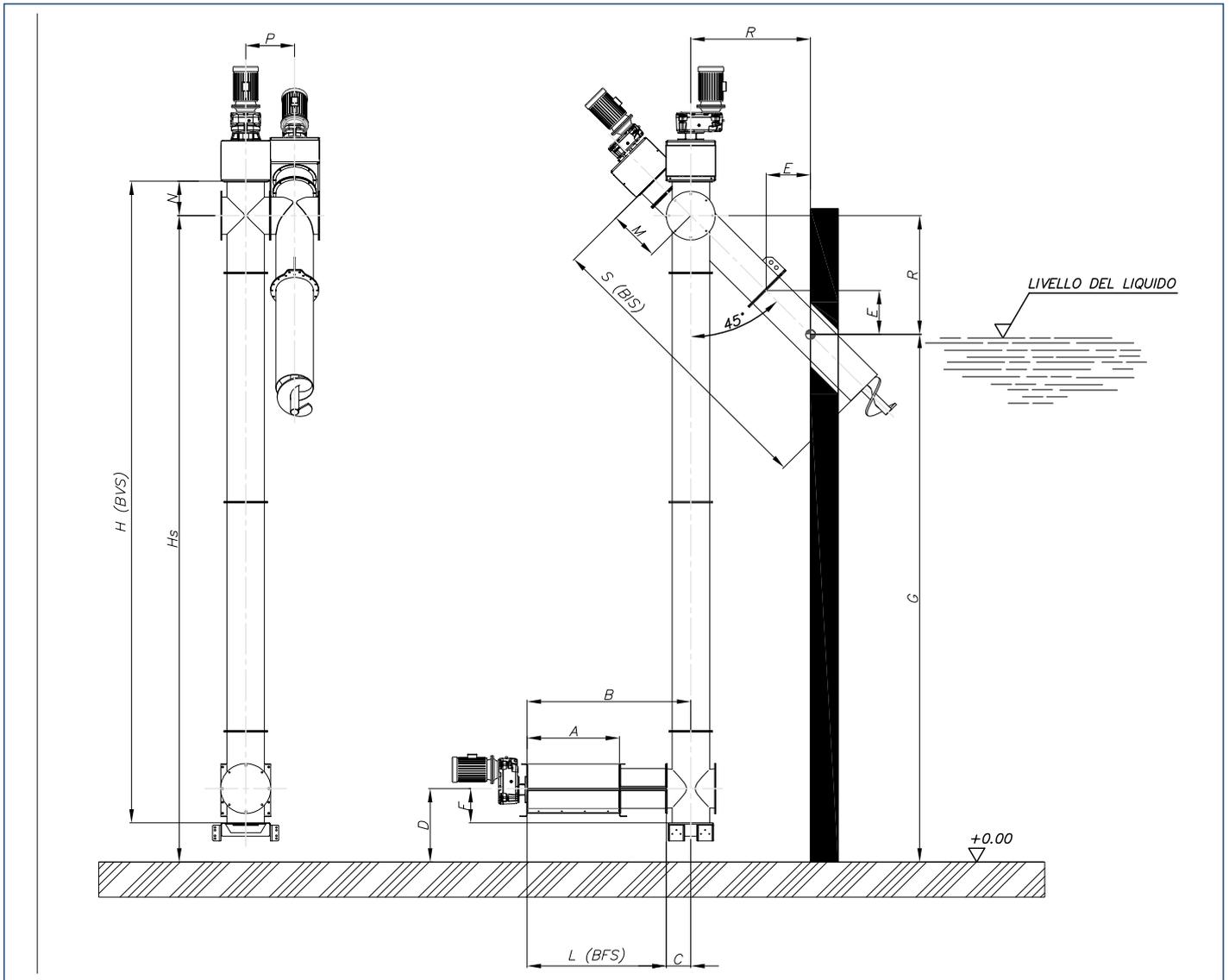
Adjustable feet for BVS (accessory)



Support for BFS (accessory)



# Dimensions



BFS	A		B		L	
	min	max	min	max	min	max
200	1,000	3,500	1,215	6,215	1,500	6,000
300			1,265	6,265		
400			1,265	6,265		

D = 800 (standard version foot)

L = B - C : length from flange to flange on BFS (to be used in order code)

BVS	Hs		N	F	C	H		P
	min	max				min	max	
200	3,250	7,250	275	275	215	3,000	7,000	430
300	3,150	7,150	325	325	265			530
400	3,050	7,050	375	375	265			530

H = (G + R) - D + F + N : height from flange to flange on BVS (to be used in order code)

BIS	E	S	R		M	
			min	max	min	max
300 - 400	400	3,210	1,000	1,260	700	1,050
		3,460	1,185	1,430		

# Application



**Manure (25 - 30% dry matter)**

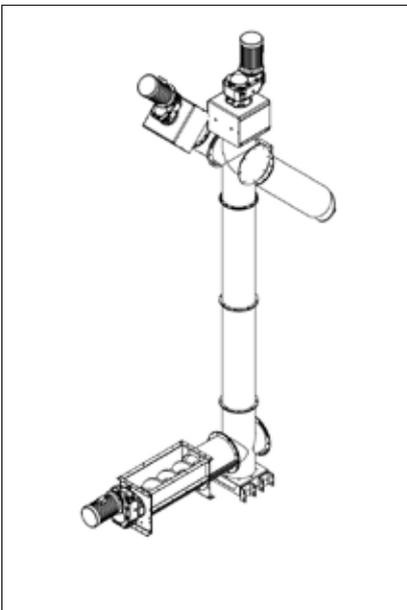


**Crops**

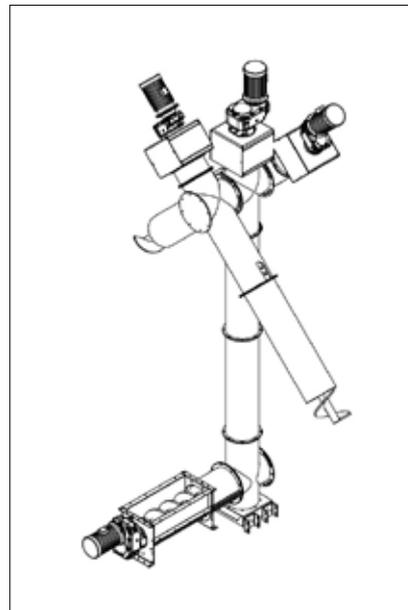


**Green Waste**

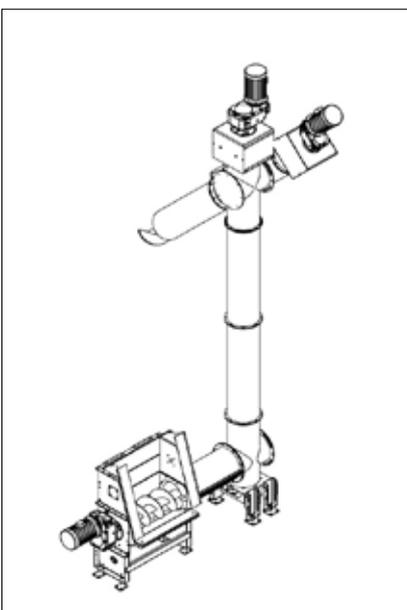
# Configuration



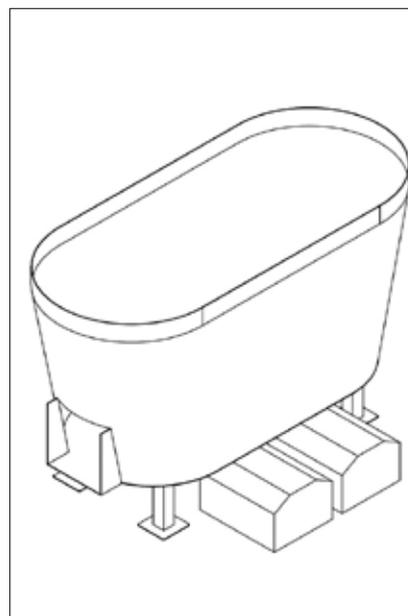
**TCB system with BFS feeder and standard loading hopper**



**TCB system with double injection feeder BIS**



**TCB system with BFS feeder and loading hopper ready for mixing truck**



**Ready for any type of mixing truck**



## BIOFILTRO DE TURBA GRUESA

### Composición

**BURÉS PROFESIONAL, S.A.**, ha desarrollado el producto **Biofiltro de Turba gruesa de *Sphagnum*** calibrada a partir una mezcla de turbas gruesas de diferentes orígenes y granulometrías más un posterior tratamiento en planta para obtener un material capaz de absorber los compuestos odoríferos y otros contaminantes desde la corriente de aire residual. Los microorganismos de vida libre que proliferan de manera natural sobre este material orgánico utilizan como fuente de nutrientes y energía estos compuestos, vía descomposición aerobia.

Material procedente de las turberas de Lituania y el Norte de Alemania, pasa por un proceso de selección mediante cribado, en fracciones de granulometría gruesa de turbas rubias y negras, producto adecuado para su utilización como biofiltro.

La granulometría de la turba, da la porosidad a medida que la partícula se hace más gruesa.

Este procesado incrementa el área específica del material y permite una colonización más efectiva del medio por parte de los microorganismos.

Al aumentar el área específica del material del lecho de biofiltración, se crea un gradiente de concentración en el biofilm, que mantiene un flujo continuo de masa, desde los componentes del gas hasta el biofilm húmedo.



### Características

Característica	Unidad	Valor
Humedad	(%)	70-95
pH	-	4
Granulometría (mm)	(mm)	20-40
Porosidad	(%)	80
Materia Orgánica M.O.	(%)	90
Densidad real	(Kg/m <sup>3</sup> )	95-130
Densidad aparente húmeda UNE-EN12580	(Kg/m <sup>3</sup> )	120-160
Conductividad eléctrica	(dS/m)	0,17
Capacidad Intercambio Catiónico (CIC)	(meq/100gr)	180
Capacidad de retención de agua	(Agua a 10cm c.a.) (%)	70 -- 80
Capacidad de aireación	(Aire a 10cm de c.a.) (%)	10 -- 20
Tiempo de vida útil	(años)	>10
Tipos de microorganismos que eliminan	-	COV'S H <sub>2</sub> S NH <sub>4</sub>
Nitrógeno Total	(%)	< 50 mg/l
Fósforo Total,P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	(%)	< 50 mg/l
Potasio Total,K <sub>2</sub> O	(%)	< 50 mg/l
Sodio Total, NaO	(%)	0,1-0,5
Relación C/N	(%)	20-29

En las fracciones gruesas puede haber una cierta parte fibrosa de lino silvestre (*Eriophorum vaginatum*).

La turba gruesa se puede utilizar como material único constituyente del lecho de biofiltración, o en combinación con otros materiales como el brezo.

Este tipo de lechos de biofiltración requiere un tratamiento regular para evitar su compactación – como por ejemplo el volteo del material.

## Parámetros de control

Se deben crear y mantener unas condiciones físico-químicas adecuadas, que permitan la proliferación de la microbiota sobre el material del lecho. Los parámetros esenciales son temperatura, pH, Humedad y cantidad de nutrientes.

Recordamos a nuestros clientes, que el material de relleno del biofiltro se debe manejar con cuidado, evitando su compactación para no incrementar el coste energético de su operatividad.

El lecho de turba en sí no debe tener más de un metro de profundidad, para evitar que se compacte.

La temperatura del lecho se mantiene entre 10-45°C.

El pH debe permanecer siempre en un rango de 4-7,5.

Para corrientes altamente olorosas, el flujo de aire no debe de ser mayor de 110-130 m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup> de lecho.

Para olores menos intensos, el flujo puede incrementarse hasta 200 m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup> de lecho.

Los lechos de turba se usan principalmente en el norte de Europa, donde se han empleado en agricultura y en procesado de pescado.

Por otra parte, el rendimiento y la vida útil del biofiltro están en función del tipo de contaminante y de su carga másica.



## Ventajas y aplicaciones

La biofiltración es una técnica muy versátil, capaz de tratar olores (sulfhídrico, amoníaco...), compuestos tóxicos y Compuestos Orgánicos Volátiles (COV's).

La eficiencia del tratamiento de estos elementos se encuentra por encima del 90-95% para bajas concentraciones de contaminantes, típicamente < 1.000 ppm.

Los **biofiltros de BURÉS PROFESIONAL, S.A.**, se usan con éxito en las siguientes actividades:

- o EDAR municipales.
- o Plantas de compostaje.
- o Vertederos.
- o Industria química.
- o Industria alimentaria.
- o Destilerías.
- o Industria tabaquera.
- o Industria papelera.
- o Industria farmacéutica.
- o Industria del mueble.
- o Aplicación de pinturas y recubrimientos.
- o Manufactura de resinas.
- o Curtido de pieles.

**Los biofiltros de BURÉS PROFESIONAL, S.A. son una alternativa tecnológica efectiva de control de la contaminación atmosférica y odorífera respetuosa con el medio ambiente.**

- o Tecnología sencilla y de bajo coste de implantación y operación.
- o Elevada eficiencia de eliminación de COV's y compuestos odoríferos.
- o El control de la contaminación odorífera redonda en el control de vectores (moscas, roedores...)
- o Biofiltros prácticamente sin mantenimiento.
- o El proceso de biofiltración resulta en una descomposición completa de los contaminantes, creando productos secundarios no peligrosos.
- o El material constituyente del biofiltro es orgánico, no tóxico y biodegradable mediante compostaje una vez finalizada su vida útil.

Eficiencias típicas de un filtro de lecho de turba para la eliminación de olores.

COMPUESTOS OLOROSOS	CONCENTRACIÓN DE ENTRADA (ppm)	REDUCCIÓN A TRAVÉS DEL BIOFILTRO (%)
Etanol	10-70	>99
Metanol	50-300	>99
Acetona	70-400	>97
Acetato de etilo.	500-5000	>75

Fuente: *Kiely, G:* Ingeniería Ambiental.

# Energía eficiente Calefacción con biomasa



***firematic***

**349 - 501 kW**

- Grandes edificios
- Hoteles
- Urbanizaciones



# La innovación es nuestro éxito...

## SOBRE HERZ:

- 50 empresas
- Sede en Austria
- Investigación y desarrollo en Austria
- Empresa austriaca
- 3.000 empleados en más de 100 países
- 30 centros de producción



### HERZ – La compañía

Fundada en 1896, HERZ ha estado continuamente activa en el mercado más de 120 años. Con 6 centros en Austria, otros 24 en Europa y más de 3.000 empleados en el país y el extranjero. HERZ es uno de los fabricantes internacionales más importantes de componentes para el sector de la calefacción y de la instalación.



### HERZ Energietechnik GmbH

HERZ Energietechnik cuenta con más de 200 empleados en la producción y las ventas. En los centros de la empresa Pinkafeld/Burgenland y Sebersdorf/ Estiria se encuentran unas modernas instalaciones de fabricación y laboratorios dedicados a la investigación de productos innovadores. Durante varios años, HERZ ha trabajado con centros de investigación local e institutos de formación. Con los años, HERZ se ha posicionado como especialista en sistemas de energías renovables. HERZ juega un papel importante en el desarrollo de sistemas de calefacción modernos, rentables y respetuosos con el medio ambiente, sistemas con el máximo nivel de comodidad y facilidad.

### HERZ y el medio ambiente

Todas las instalaciones HERZ cumplen las normas más estrictas en cuanto a niveles de emisiones como certifican los numerosos sellos medioambientales obtenidos.



### Calidad HERZ

Los diseñadores de HERZ están continuamente en contacto con las instituciones de investigación de reconocido prestigio a fin de de mejorar aún más nuestros elevados estándares de calidad.



# Productos de calidad austriaca...



## Servicio técnico HERZ:

Junto con HERZ Armaturen GmbH, -con representaciones en todos los países europeos-, nuestros socios y nuestros representantes de la fábrica, estamos en condiciones de proporcionar un alto nivel de competencia y ofrecer soporte a nuestros clientes de manera óptima y en todo momento.

- Asesoría en el proyecto.
- Planificación de la sala de calderas y sistema alimentación.
- Servicio integral.

## Formación HERZ para:

- Operador de la instalación.
- Projectistas.
- Técnicos.
- Instaladores.
- Montadores.
- Formación continua del personal de mantenimiento.

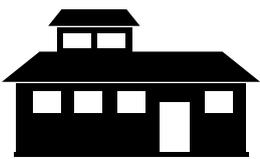
*El cliente es lo primero*



# La caldera firematic se adapta a todas las configuraciones...

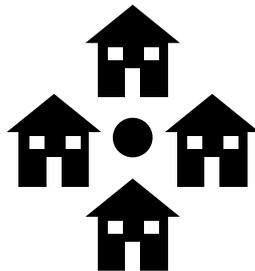


La caldera firematic se adapta a todas las configuraciones...



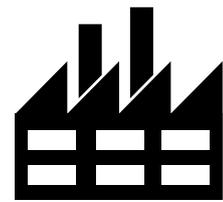
## Grandes edificios

Hospitales, escuelas, edificios públicos, complejos hoteleros, edificios con calefacción central, como por ejemplo calefacción para piscinas, polideportivos, spa, etc.



## Urbanizaciones

District Heating, complejos residenciales, etc.



## Industrias

Carpinterías, fábricas de muebles, etc.

## COMPACTA

### Diseño modular.

Gracias al diseño modular de la cámara de combustión y del módulo de intercambio de calor, la instalación y el montaje se realizan de forma rápida y fácil. Incluso en las salas de calderas con poco espacio, el sistema ofrece una solución óptima.

## FLEXIBLE

### Flexible y fácil de instalar y conectar.

El extractor de humos de la caldera se puede instalar en la parte posterior o lateral (derecha o izquierda). Además, el ventilador de humos es pivotable, por lo que es posible una colocación fácil y flexible.

## COMFORTABLE

### Limpieza automática del quemador, intercambiador de calor y extracción automática de las cenizas.

La cámara de combustión y el intercambiador de calor se limpian y se mantienen limpios de forma automática. Las cenizas se transportan de forma automática al contenedor de cenizas frontal. Si fuera necesario, de forma opcional, se pueden transportar a un contenedor de cenizas más grande.

## EMISIONES

### Tecnología de combustión al más alto nivel.

Gracias a la tecnología de parrilla móvil desarrollada íntegramente por HERZ, la geometría compacta de la cámara de combustión y la sonda Lambda de serie, que controla el suministro de aire y la cantidad de material, dan como resultado unos valores de emisiones muy bajos.

Además, no es necesaria la recirculación y se pueden evitar en gran medida (según los requisitos de emisión) sistemas de captación de polvo o filtros adicionales.

## SIMPLE E INTUITIVO

### Regulación multifuncional.

Se ha desarrollado un concepto de regulación multifuncional con la pantalla táctil T-CONTROL fácil de usar. Muchos procesos y parámetros se pueden regular de forma óptima.



# Fácil, moderno y comfortable...



La regulación con pantalla táctil de color VGA controla el funcionamiento de la caldera, el circuito de calefacción, ACS, depósito de inercia e instalación solar.

## T-CONTROL

Regulación de serie para:

- Depósito de inercia.
- Regulador de temperatura de retorno (bomba y válvula mezcladora).
- Calentamiento de agua sanitaria según necesidades.
- Circuito de calefacción (bomba y válvula mezcladora).
- Circuito solar.
- Protección antihielo.

Un práctico menú de funciones y sencillo diseño de pantallas con dibujos 3D aseguran un funcionamiento fácil de la caldera.

El funcionamiento modular del T-CONTROL permite una ampliación de hasta 55 módulos. Esto facilita controlar la combustión (con sonda Lambda), la inercia, la temperatura de retorno, los circuitos de calefacción, la producción de agua caliente sanitaria, la instalación solar y al sistema de regulación y así optimizar el funcionamiento conjunto. La central de regulación y control se podrá ampliar siempre y realizar cambios en los módulos externos.

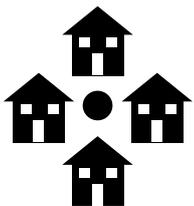
# ... con la unidad de control central T-CONTROL



## T-CONTROL

### Acceso remoto a la regulación mediante myHERZ

Como opción adicional, el T-CONTROL ofrece la posibilidad de visualización y mantenimiento remoto vía smartphone, PC o tablet-PC. La aplicación permite controlar la caldera de forma directa. Además facilita la visualización y modificación de parámetros en cualquier momento y desde cualquier punto.



Con la regulación T-CONTROL se puede controlar un District Heating de hasta 50 clientes.

### Otras ventajas del T-CONTROL:

- Modo de espera.
- Envío de mensajes de estado y de error vía e-mail.
- Transferencia de datos y actualización de software vía USB.
- Posibilidad de comunicación ModBus (TCP / IP).

### Funcionamiento en cascada

Con el T-CONTROL HERZ se pueden conectar hasta 8 calderas en cascada. Cuantas más calderas se conecten mayor será la potencia. Una de las ventajas de la conexión en cascada es la alta eficiencia en la demanda energética.

# Ventajas y detalles...

## T-CONTROL, regulación fácil con pantalla táctil.



### Regulación de serie para:

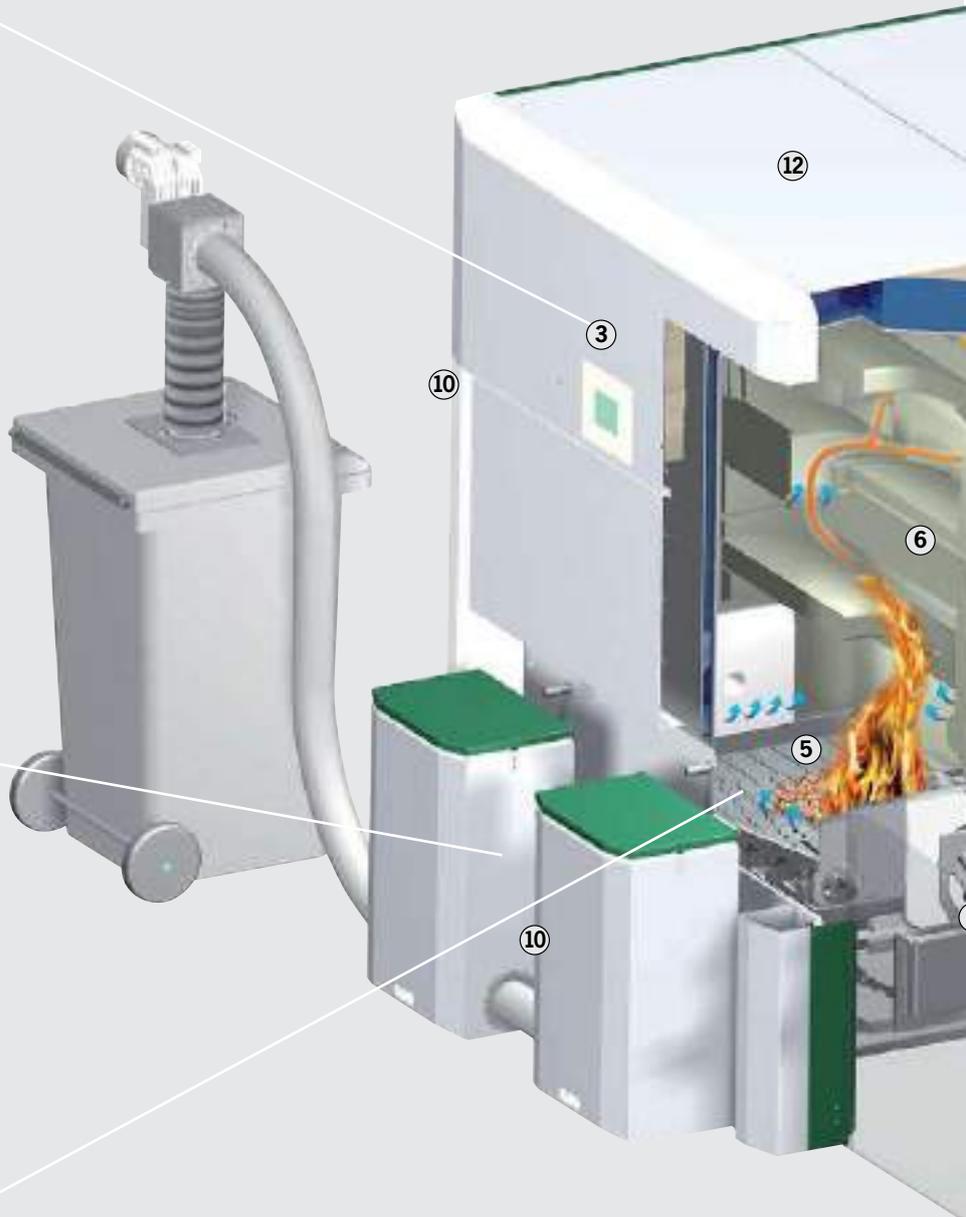
- Depósito de inercia.
- Regulación de la temperatura de retorno (bomba y válvula mezcladora).
- Calentamiento de agua sanitaria según necesidades.
- Circuito de calefacción (bomba y válvula mezcladora).
- Protección antihielo.

## Extracción automática de cenizas.

- Mediante los dos tornillos sinfín, las cenizas de combustión y las volátiles son transportadas automáticamente a los dos depósitos de cenizas frontales.
- Para un mayor confort, existe la posibilidad de un sistema automático de extracción de cenizas a un contenedor de mayor capacidad. Debido al gran volumen del contenedor de cenizas, las operaciones de vaciado de cenizas son menos frecuentes. Por lo tanto, se ahorra tiempo y aumenta el confort.

## Introduccion lateral a parrilla móvil de combustión.

- Sinfín introductor lateral para astillas o pellets a la cámara de combustión (con doble sinfín introductor).
- Con el movimiento de la parrilla de combustión se consigue una limpieza de los elementos de la parrilla. Estos elementos están fabricados con materiales de fundición de alta calidad. Con esta limpieza de parrilla se mantiene un caudal de aire óptimo a través de los elementos de la parrilla y garantiza una combustión óptima.
- La retirada de las cenizas de la cámara de combustión se realiza de forma automática mediante la basculación del último tramo de la parrilla. El tornillo sinfín, situado en la parte inferior del tramo de parrilla basculante, transporta las cenizas directamente al contenedor de cenizas.
- Introducción de la parrilla en una matriz.



## Dispositivos de seguridad:

- Dispositivo protección de retorno de llama (RSE).
- Dispositivo extintor automático (SLE): Sistema con aspersores.
- Protección antirretorno de llama (RZS): Nivel combustible.
- Control de temperatura en sala de caldera (TÜF).
- Sensor para control de la temperatura en el almacén de combustible (TÜB).

### 1. Almacén intermedio

Dispone de control de nivel mediante infrarrojos (evita la necesidad de sistemas mecánicos) y doble sinfín introductor.

### 2. RSE (Dispositivo protección de retorno de llama).

SLE (Dispositivo extintor automático: Sistema con aspersores).

### 3. T-CONTROL

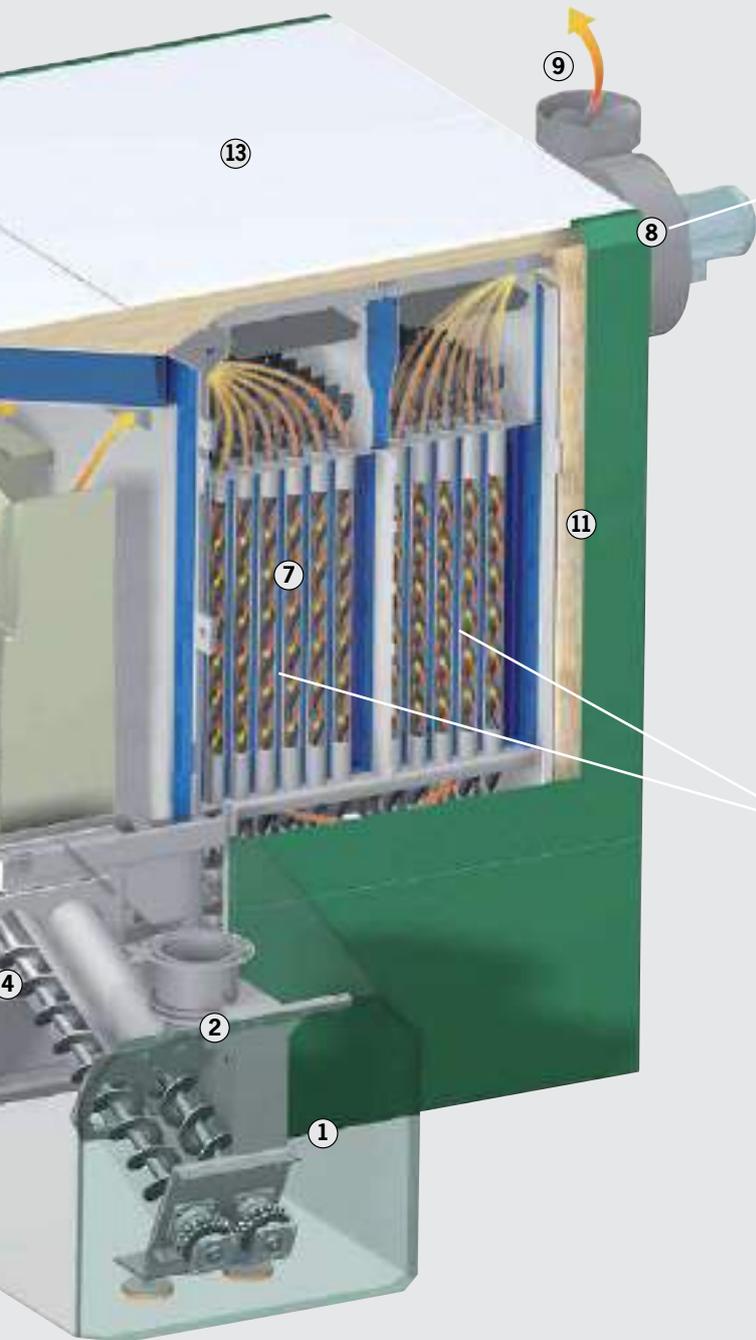
unidad de control central.

### 4. Encendido automático

con ventilador de aire caliente.

### 5. Parrilla móvil

con limpieza automática.



## Combustión que ahorra energía mediante la sonda Lambda.



- Gracias a la sonda Lambda, que supervisa de forma permanente los valores de los gases y reacciona a las distintas calidades de combustible, se obtienen siempre valores de combustión perfectos y valores de emisiones muy reducidos.
- La sonda Lambda controla la impulsión de aire primario y secundario. Además, consigue una combustión más limpia, incluso en funcionamiento a carga parcial.
- El resultado es el consumo de combustible más reducido y unos niveles de emisiones muy bajos, incluso con distintas calidades de combustibles.

## Limpieza automática del intercambiador de calor.



- Los intercambiadores se limpian automáticamente mediante un sistema de turbuladores integrados. El sistema de limpieza se activa incluso durante el funcionamiento de combustión. De esta forma, no es necesario ningún tipo de limpieza manual.
- Rendimiento alto y constante, gracias a las superficies limpias del intercambiador de calor y, como consecuencia, el consumo de combustible es menor.
- Las cenizas volátiles que se producen se transportan a través de un sinfín al depósito de cenizas frontal.

**6. Cámara de combustión divide en 2 zonas**  
fabricada en SiC (resiste temperaturas hasta 1550°C) con parrilla robusta en fundición de acero cromo. Los elementos de la parrilla pueden cambiarse de forma individual. La cámara de combustión tiene 2 zonas de aire secundario.

**7. Intercambiador de calor**  
con turbuladores con limpieza automática.

**8. Control con sonda Lambda**  
para supervisión automática de gases y de la combustión.

**9. Ventilador de aspiración**  
que regula la velocidad y controla la instalación para un funcionamiento óptimo y seguro.

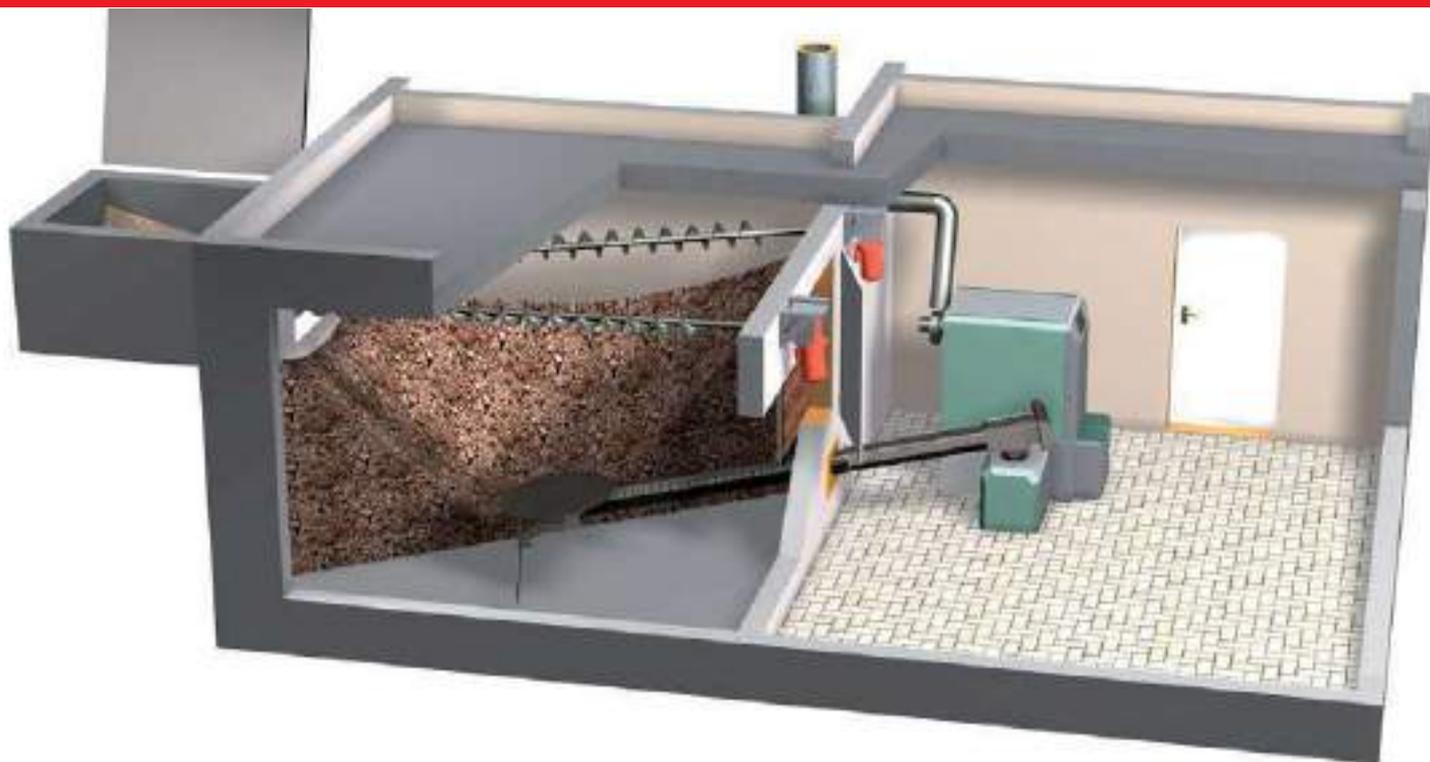
**10. 2 depósitos de cenizas frontales**  
para las cenizas de combustión y las cenizas del intercambiador.

**11. Aislamiento térmico de alta eficiencia**  
garantizando mínimas pérdidas de calor.

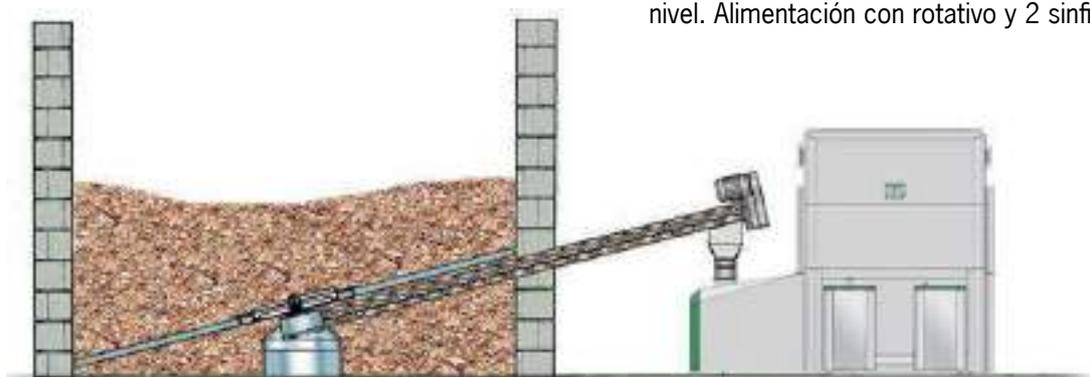
**12. Módulo cámara de combustión.**

**13. Módulo intercambiador de calor.**

# Sistemas de alimentación...



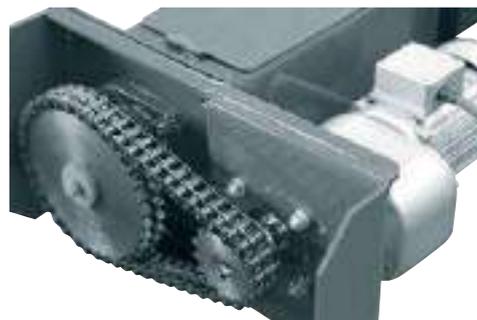
Almacén de combustible y sala de calderas al mismo nivel. Alimentación con rotativo y 2 sinfines.



La tecnología HERZ de alimentación combustible - ¡Todos los componentes necesarios!

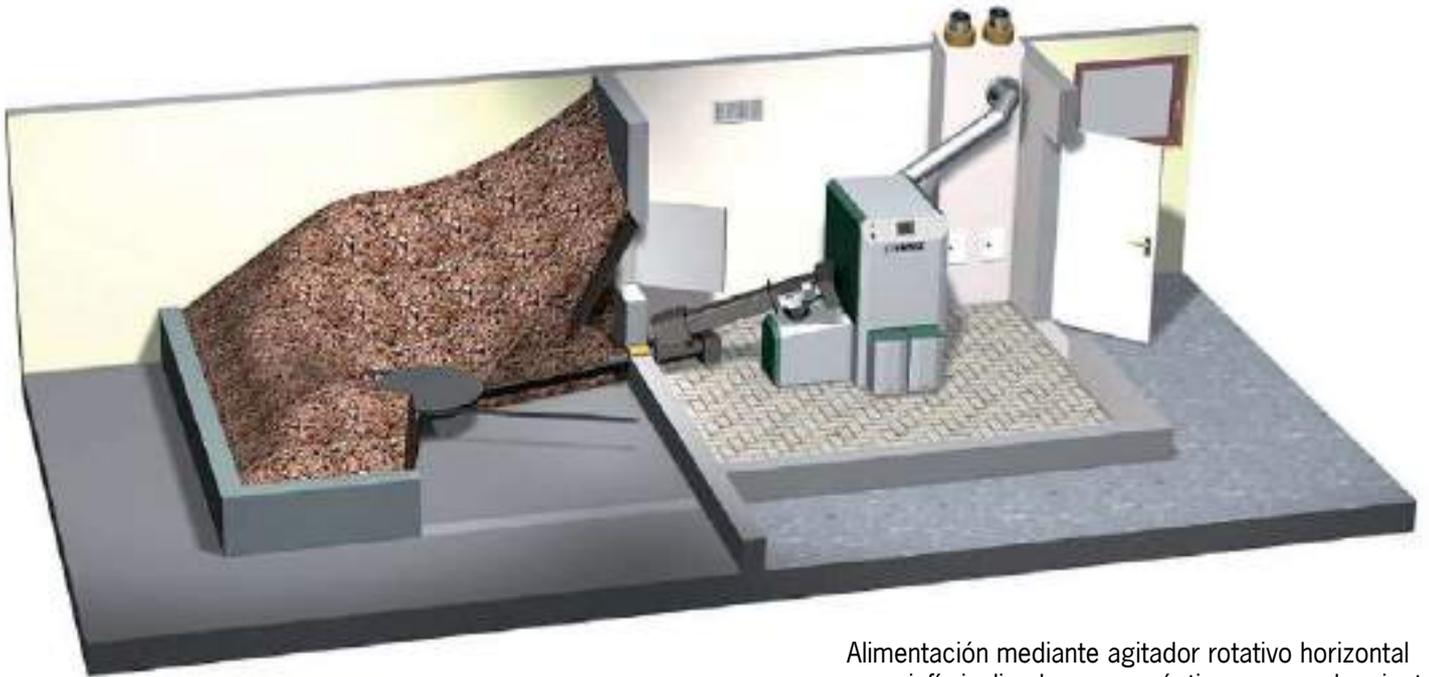


Sistema de alimentación mediante sinfín flexible para astillas y pellets. La forma especial "canal G" garantiza un sistema de transporte estable.



Motores de gran calidad con cadenas (cadena doble). Elementos muy robustos con bajo consumo eléctrico.

... para astillas y pellets



Alimentación mediante agitador rotativo horizontal con sinfín inclinado para un óptimo aprovechamiento del almacén.

## Rotativo

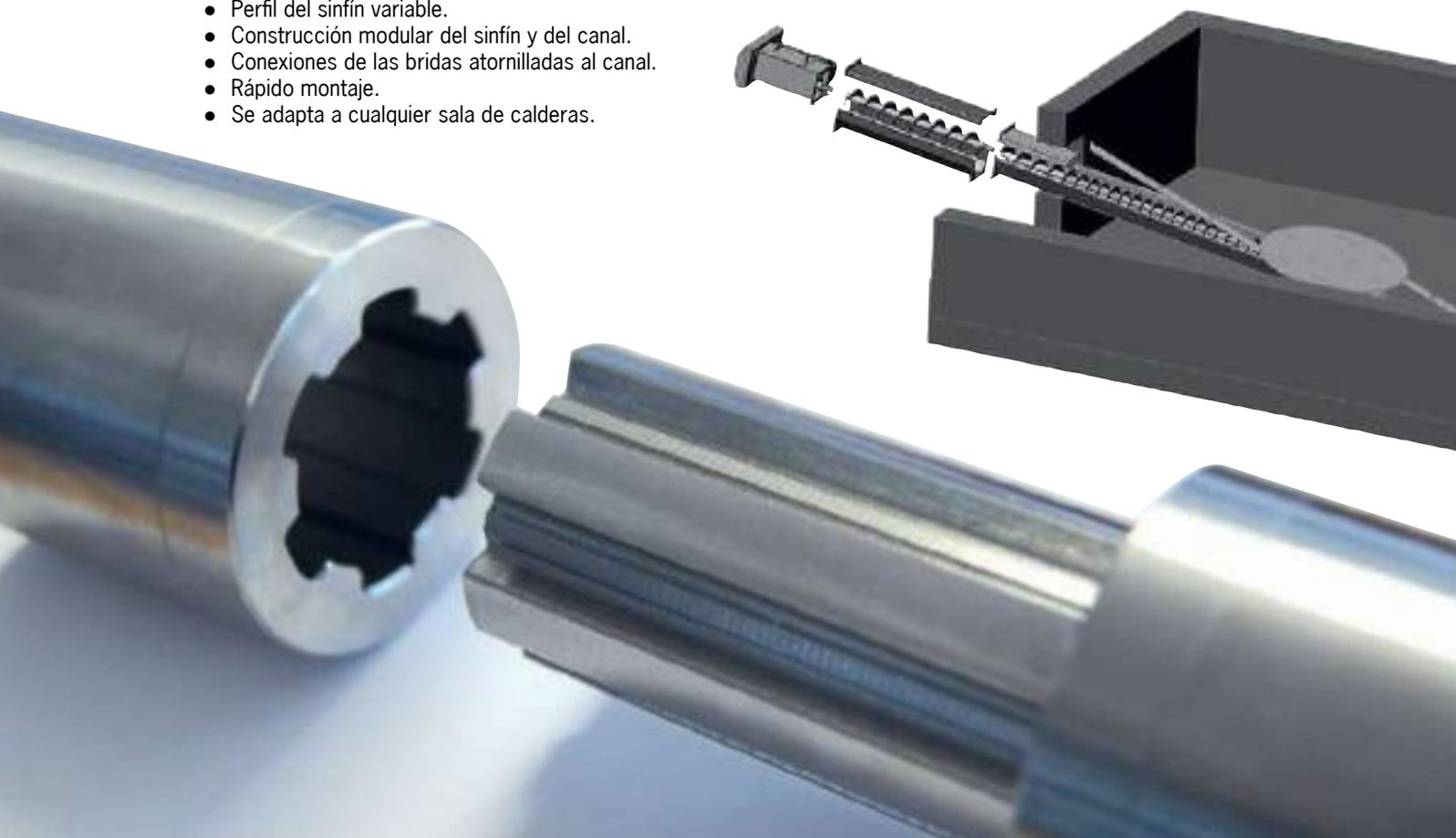
Rotativos muy robustos con sistema de cojinetes y transmisión reforzados.

### Sistema modular

El sistema de alimentación con sinfines es modular, esto significa que el sistema está formado por elementos que se pueden combinar según la situación y dimensiones de la sala de calderas.

### Las ventajas:

- Perfil del sinfín variable.
- Construcción modular del sinfín y del canal.
- Conexiones de las bridas atornilladas al canal.
- Rápido montaje.
- Se adapta a cualquier sala de calderas.



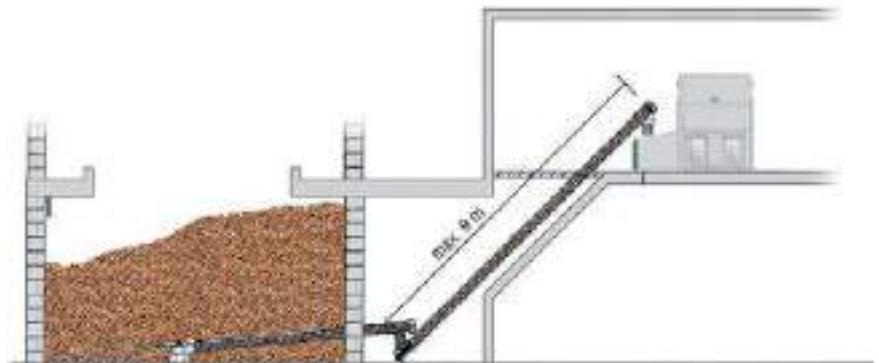
# Sistemas de descarga de combustible...



Almacén de combustible y sala de calderas a distintos niveles. Descarga horizontal mediante agitador rotativo y tubo de caída.

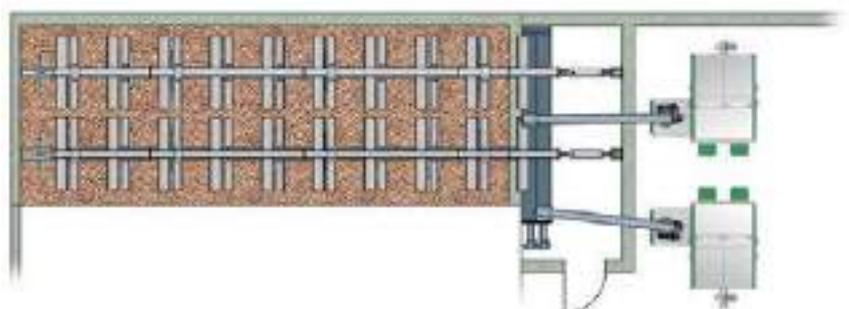
## Rotativo con sinfín

La ventaja del rotativo con el sinfín es el uso eficiente del almacén de combustible. Además con el sinfín se pueden alcanzar longitudes de hasta 9m y ángulos de 45°.



## Suelo móvil

Sistema de alimentación con suelo móvil y sinfín.



## El sistema

Los pellets o astillas de la tolva se transportan mediante un sinfín vertical hasta una altura máxima de 10 metros al almacén de combustible. El sinfín proporciona una distribución óptima del combustible en el almacén de combustible.

## Las principales ventajas:

- Adaptable a cualquier necesidad.
- Robusto.
- Fiable.
- Hasta 10 metros de altura.
- Alta resistencia a la corrosión.  
Galvanizado de todas las piezas de revestimiento exterior de la instalación.
- Distribución óptima del combustible en el silo gracias al sinfín de llenado horizontal (hasta 12 metros de longitud).



# Para un llenado óptimo del silo...

El sistema de llenado vertical HERZ ofrece una gran variedad de opciones dependiendo del espacio y la situación del almacén de combustible. Ejemplos:

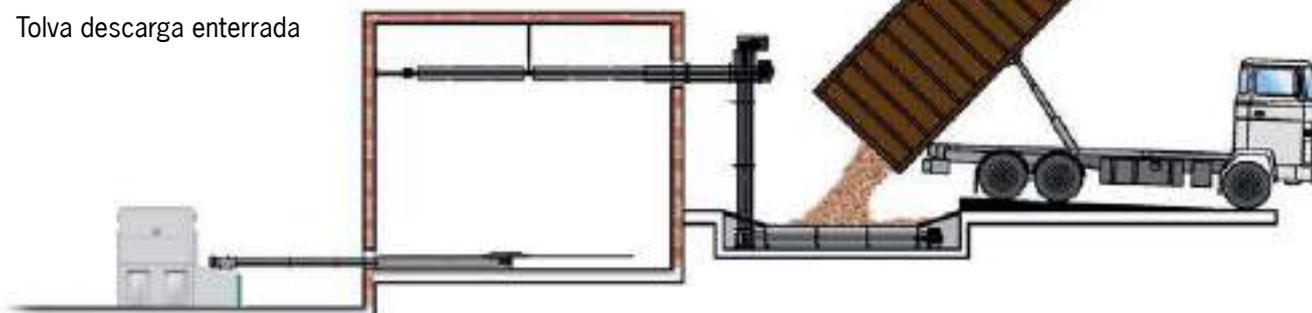


Almacén de combustible ubicado encima de la sala de calderas.



Almacén de combustible situado al lado de la sala de calderas.

Tolva descarga enterrada

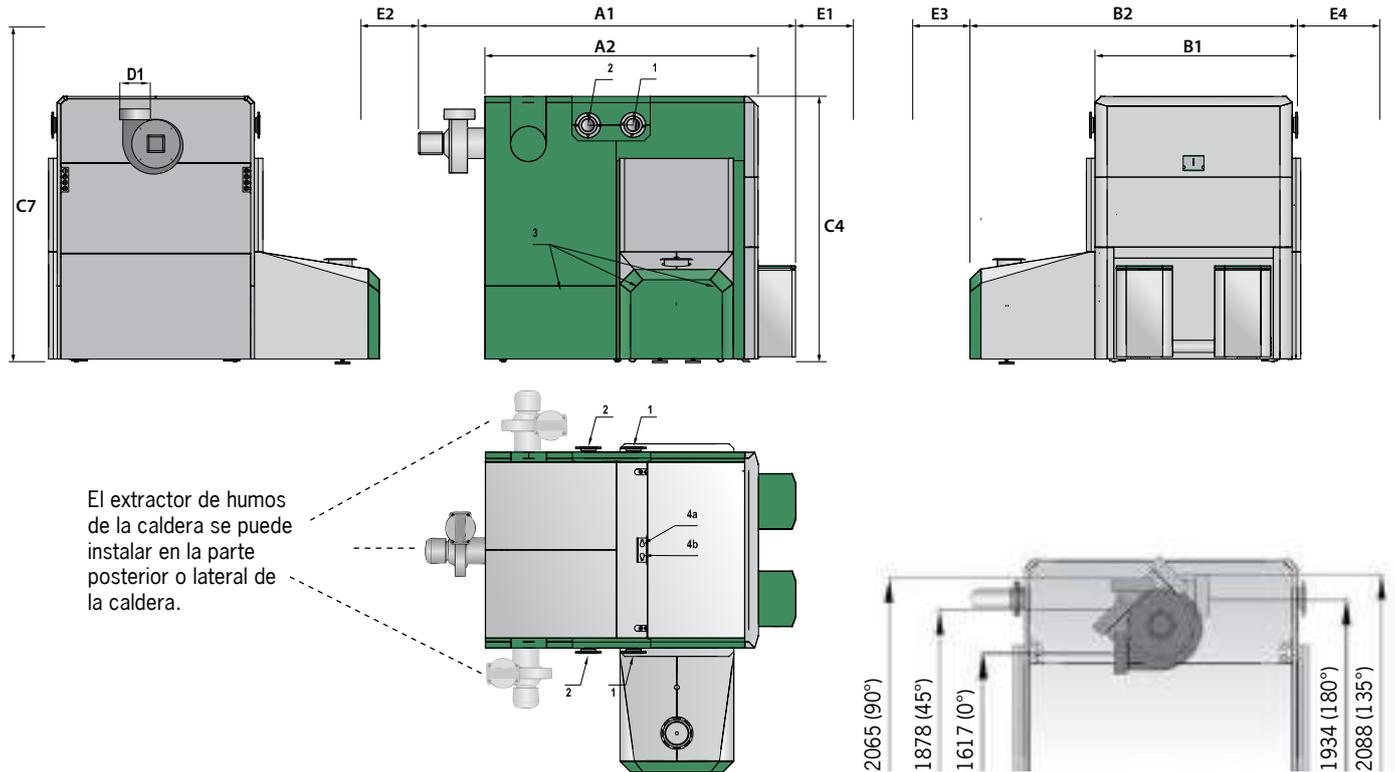


## Sistema de almacenamiento de doble carga

En los sistemas de doble carga se usan 2 sinfines. En la tolva hay 2 sinfines en paralelo que van directamente hasta los sinfines verticales. De esta manera se consiguen caudales hasta 120 m<sup>3</sup>/h. HERZ, dependiendo de cada situación, propone soluciones personalizadas para cada instalación.

# Dimensiones y datos técnicos firematic 349-501

## firematic 349-501



## firematic 349-501

Datos técnicos	349	351	399	401	499	501
Rango de potencia con astillas (kW)	103,9-349	103,9-351	103,9-399	103,9-401	103,9-499	103,9-540
Rango de potencia con pellets (kW)	104,0-349	104,0-351	104,0-399	104,0-401	104,0-499	104,0-540
<b>Dimensiones (mm)</b>						
A1 Longitud - total	3011	3011	3011	3011	3011	3011
A2 Longitud - frontal	2260	2260	2260	2260	2260	2260
B1 Ancho	1612	1612	1612	1612	1612	1612
B1* Anchura	1200	1200	1200	1200	1200	1200
B2 Ancho - con alimentación	2731	2731	2731	2731	2731	2731
C4 Altura	2185	2185	2185	2185	2185	2185
C5 Altura superior - zona alimentación RSE	848	848	848	848	848	848
C7 Altura mín. recomendada sala calderas	2600	2600	2600	2600	2600	2600
D1 Diámetro salida humos	250	250	250	250	250	250
E1 Espacio de mantenimiento parte frontal	1000	1000	1000	1000	1000	1000
E2 Espacio de mantenimiento parte trasera	750	750	750	750	750	750
E3 Espacio mín. de mantenimiento lado izquierdo	500	500	500	500	500	500
E4 Espacio mín. de mantenimiento lado derecho	900	900	900	900	900	900

Datos técnicos		349	351	399	401	499	501
Peso módulo cámara de combustión	kg	2010	2010	2010	2010	2010	2010
Peso intercambiador de calor modular	kg	1960	1960	1960	1960	1960	1960
Peso total (incluyendo protecciones)	kg	4393	4393	4393	4393	4393	4393
Eficiencia combustión $\eta_f$	%	>94	>94	>94	>94	>94	>94
Presión máxima de trabajo	bar	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Temperatura máx. de trabajo permitida	°C	95	95	95	95	95	95
Contenido de agua	l	1130	1130	1130	1130	1130	1130
Caudal máxico de gases a potencia nominal: Astillas (pellets)	kg/s	0,198 (0,206)	0,199 (0,207)	0,226 (0,225)	0,227 (0,236)	0,285 (0,285)	0,286 (0,309)
Caudal máxico de gases a potencia parcial: Astillas (pellets)	kg/s	0,071 (0,070)	0,071 (0,070)	0,071 (0,070)	0,071 (0,070)	0,071 (0,070)	0,071 (0,070)

- 1... Impulsión DN100, PN 6  
 2... Retorno DN100, PN 6  
 3... Conexión de llenado/vaciado 3/4" DI  
 4a... Entrada intercambiador de calor seguridad  
 4b... Salida intercambiador de calor seguridad  
 DI... diámetro interior

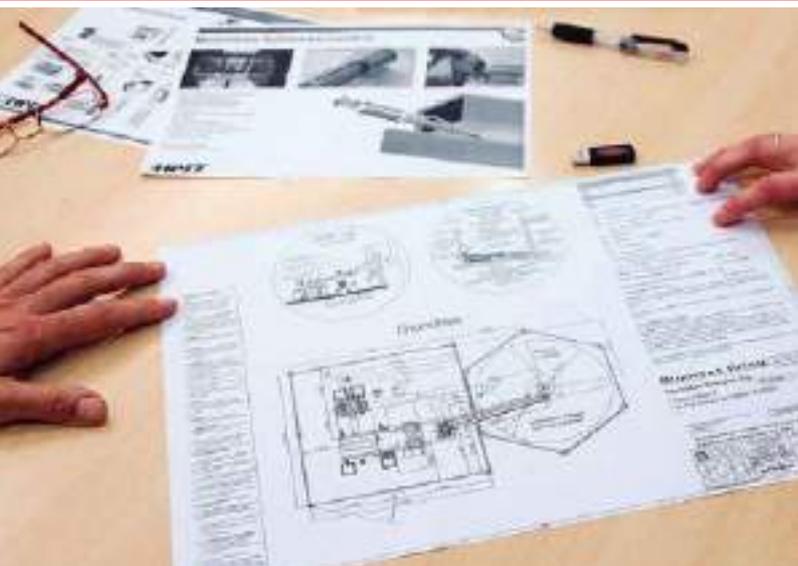
### COMBUSTIBLES PERMITIDOS:

- Astillas M40 (máx. contenido en agua 40%)**  
 - EN ISO 17225-4: Clase A1, A2, B1 y dimensiones partículas P16S, P31S  
 - ÖNORM M7133: G30-G50

### Pellets

- EN ISO 17225-2: Clase A1, A2  
 - ENplus, ÖNORM M7135, DINplus o Swisspellet

# HERZ&TERMOSUN, compromiso y experiencia



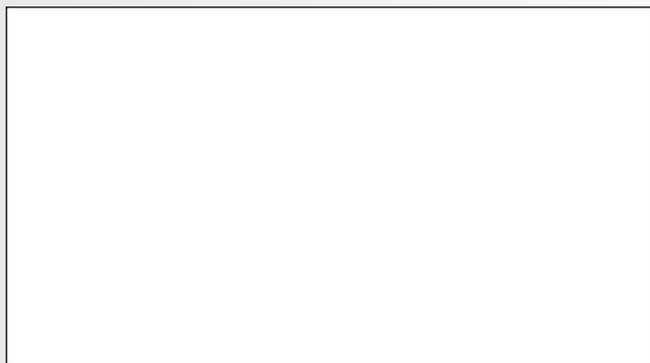
## TERMOSUN, más de 10 años con HERZ

- Distribución de calderas de biomasa
- Soporte técnico y asesoramiento
- Documentación y stock permanente
- Formación continua
- Sistemas completos
- Tecnología innovadora
- Ingeniería
- Diseño y calidad certificada

Nuestra máxima es satisfacer las necesidades de nuestros clientes con confianza, estabilidad y solvencia.



Nos reservamos el derecho a modificaciones técnicas, errores de imprenta y fallos tipográficos. Las imágenes son representaciones genéricas solo sirven como ilustración de los productos.



**TERMOSUN ENERGÍAS S.L.**  
Distribuidor exclusivo HERZ y BINDER  
+34 938 618 144

Oficinas comerciales:  
Andalucía, Aragón, Castilla y León,  
Cataluña, Galicia, Madrid, Navarra,  
La Rioja, País Vasco y Portugal.

info@termosun.com  
www.termosun.com



Los sistemas de biomasa HERZ cumplen con las más estrictas normativas.





## Soluciones All-in-One

# FICHA TÉCNICA

### Alojamiento

Dos locales separados: uno para la unidad de compresión y el otro para el cuadro de control eléctrico

### Potencia absorbida (compresor) – kW

55 -> 400

### Accionamiento

Motor eléctrico directamente acoplado al compresor

### Sistema de refrigeración

Sistema de refrigeración por agua y aire (versión antideflagrante)

### Dimensiones (m)- LxPxH

12x2.4x2.8

### Presión en aspiración – barG

0.3 -> 70

### Presión en descarga – barG

Preferencias de privacidad

**Capacidad – Sm<sup>3</sup>/hora**

Hasta 7.000

**Grado de filtración de los filtros en aspiración y envío – μ**

0.01

**Paquetes de cilindros – almacenamiento**

18 (línea directa de “blow-down” incluida)

**Líneas panel de prioridad y seguridad – #**

Hasta un máximo de 3

**Tipo de surtidor**

ESP con cabezal electrónico y medidor másico

**Temperatura de funcionamiento – °C**

-45/+55

**Certificaciones**

EC – EAC – US

**Ventajas All-in-one:**

- Dimensiones generales mínimas: All-in-One es a todos los efectos una estación de GNC diseñada dentro de un único alojamiento, plenamente operativa, que ocupa menos lugar respecto a una estación tradicional de metano comprimido. Incluye en su interior, el paquete de compresión, el secador, el almacenamiento, el panel de prioridad y seguridad, los auxiliares y los paneles eléctricos de control, junto con todos los accesorios.

(/en/)

# Separator PM300

## Full power.

Experience an enormous throughput capacity in slurry separation with the PM 300. With a throughput capacity of up to 65 m<sup>3</sup>/h, the PM 300 is a master of slurry separation, achieving a dry matter content of up to 32%.

## Basic models



(/en/)



## Features & advantages

### of our PM300 separator

- Ideal for large farms & contractors
- Throughput capacity up to 65m<sup>3</sup>/h (depending on the medium to be separated)
- TS content up to 32 %
- Gear motor 5.5 / 7.5 kW
- Robust cast housing
- Standard press screw with counter bearing and special wear protection
- Extensive special technical equipment

## Technical data

- + Extensive special technical equipment
- + Standard press screw with counter bearing and special wear protection
- + Ideal for large farms & contractors
- + Robust cast housing
- + Gear motor 5.5 / 7.5 kW
- + Flow rate up to 65m<sup>3</sup>/h (depending on the medium to be separated)
- + DM content up to 32 %

(/en/kontakt/anfrage#c)

(tel:00497563/9124790)

(<https://wa.me/4915259621700>)

(/en/)



## Why Hydro?

- Entire unit can be transported and positioned using a lifting vehicle
- Discharge height over 4 m
- Direct substrate discharge into a transport vehicle
- Unit mounted on a robust, hot-dip galvanised base frame
- Possible variants: Hydro A or Hydro F for easy transport by car or tractor

### Description of the unit

Set up, drive up & get started. The Hydro separator is a professional model for mobile separation. The hydraulic lifting device on the separator enables direct separation from the substrate into a high trailer or transport vehicle. This saves you money on expensive superstructures or time for loading into a trailer. You also have the flexibility to use the separator on any system.

The separator is fed via a self-priming progressive cavity pump. Depending on the model variant, the unit has a throughput capacity of up to 85 m<sup>3</sup>/h. The fully automatic control and regulation unit enables reliable separation operation of the system. With a frequency converter installed as standard, the separator can be fed via manual individual speed control and pressure control technology. The pump is monitored with a vacuum, temperature and leakage monitor for safety. The press water is discharged via a free outlet or a press water pump.

**Hydro A variant:** A variant of the Hydro separator is the Hydro-A. Here, the separator is permanently installed on a car trailer, making transport even easier. The separator can be attached and transported immediately without the need for lengthy loading and lashing. Thanks to a total weight of max. 3.5 t, a class BE trailer driving licence is sufficient. With various attachment options, feed and press water hoses and various couplings can be attached directly to the chassis, making operation even easier. Of course, the Hydro-A is road-legal and is therefore also ideal for inter-company use.

**Variant F:** The Hydro-F is the big brother of the Hydro-A. It takes up the advantages of the Hydro-A, with the difference that it is installed on an agricultural chassis and is therefore transported with a tractor. One of the advantages of the Hydro-F is that the fold-out direction is in the direction of the drawbar. This means that it can also be positioned and operated in confined spaces. The drawbar can be retracted and extended and therefore does not interfere with operation. This makes the separator even more flexible to use. As the weight is not limited to 3.5 t here, the trailer can be equipped with even more accessories. With various mounting options, feed and press water hoses as well as various couplings can be attached directly to the chassis and make operation even easier.

CoI (/en/kontakt/anfrage#c) (tel:00497563/9124790) (<https://wa.me/4915259621700>)