

01

versión

Propuesta

Planta de biogás con suspensión acuosa de patata, 252 t/día



Fecha: 06/07/2026

Validez: meses



CONTENIDO

RESUMEN	3
Potencial de las materias primas	4
Características de la planta de biogás	5
PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO	6
Proceso de producción de biogás	7
EQUIPOS PRINCIPALES	8
Tanques receptor y de filtrado	9
Reactor	10
Agitador vertical central	11
Agitador lateral	12
Equipos de bombeo	13
Decantador	14
Gasómetro	15
Refrigeración del biogás	16
Compresor de biogás	17
Lavador biológico y filtro de carbón activado	18
Analizador de gas	19
Antorcha de biogás	20
Abastecimiento de agua y saneamiento	21
Sistema de calefacción	22
Intercambiador de calor	23
Enfriador seco para sustrato	24
Automatización y equipos eléctricos	25
Conjunto de sensores	26
Laboratorio	27
Lista de equipos	28
 ANEXOS:	 33
Anexo 1. Balance de materia	34
Anexo 2. Esquema de proceso	35
Anexo 3. Plano de la planta de biogás	36
Anexo 4. Consumo eléctrico	37
Anexo 5. Prices for equipment and Zorg' services	38



RESUMEN

Zorg Biogas ofrece una instalación para tratar 252 toneladas diarias de suspensión acuosa de patata. Un digestor CSTR vertical de acero con agitador central permite controlar la mezcla y la temperatura. La materia orgánica se transforma en biogás para su uso en la caldera existente, reduciendo el consumo de gas natural adquirido.

El cálculo del sustrato indica aproximadamente 24.872 Nm³ de biogás al día con un 53 % de metano, equivalentes a 13.182 Nm³ de metano al día. Sobre la base del contenido de metano, esto sustituye unos 13.450 Nm³/día de gas natural con un 98 % de metano. La sustitución real en la caldera depende de la calidad del combustible y de las condiciones de funcionamiento.

La línea de tratamiento incluye un lavador biológico, refrigeración, compresión y filtración con carbón activado. El H₂S se reduce de 2.200 ppm antes del lavador a 100 ppm después. El carbón activado realiza el tratamiento final hasta el valor de salida especificado de 0 ppm de H₂S. El gas tratado se suministra a 195 mbar después del filtro.

El lavador consume 6 kg/día de micronutrientes. Se elimina la dosificación de cloruro férrico. El digestor conserva su sistema independiente de dosificación de oligoelementos. La supervisión automática, la protección de presión, la instrumentación y el laboratorio favorecen un funcionamiento estable y el control habitual del proceso.

Un decantador separa el digestato en fracciones sólida y líquida. El filtrado se recoge para su envío a la depuradora local, con una DQO especificada de 12.000 ppm. El suministro incluye equipos de proceso, ingeniería, supervisión de obra, puesta en marcha y formación de operadores.

Potencial de las materias primas

Sustrato	Cantidad (t/día)	Cantidad (t/año)	Contenido de MS (%)	Contenido de MSO (%)	Cantidad de MS (t/día)	Cantidad de MSO (t/día)	Rendimiento de biogás (m³/t MSO)	Biogás (m³/día)	Contenido de metano (%)	Biogás (m³/año)
Suspensión acuosa de patata	252	91 980	15	94	37,8	35,53	700	24 872	53	9 078 280

* MS: materia seca

** MSO: materia seca orgánica

Características de la planta de biogás

Características	Unidad	Valor
Cantidad Digestores	ud.	1
Reactor (vCTR)	ud.	1
Volumen:		
Útil	m3	7000
Total		7339
Temperatura	°C	37
Dimensiones del digestor:		
Diámetro	m	22,2
Altura		18,97
Carga orgánica	kg MSO/m ³	5,05
Retención hidráulica (bruta/neta)	días	29/27
Número de gasómetros	ud.	1
Volumen:	m3	590
Dimensiones del gasómetro:		
Diámetro	m	11,3
Altura		8,5

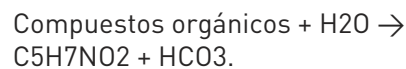
Plantilla

	Turno 1	Turno 2	Turno 3
Gerente	1	-	-
Operador	1	1	1
Total	4		

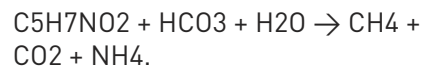


Principio de funcionamiento de la planta

La tecnología se basa en la conversión bioquímica de la materia orgánica, de compuestos de alto peso molecular a otros de bajo peso molecular. La primera etapa es la hidrólisis, que produce ácidos orgánicos y alcoholes.



Los compuestos disueltos obtenidos, como los ácidos orgánicos y alcoholes ($\text{C}_5\text{H}_7\text{NO}_2$, HC_3O_3), se convierten después en CH_4 y CO_2 .



La conversión biológica sucesiva de los compuestos orgánicos tiene lugar en condiciones anaerobias, es decir, en un depósito sin oxígeno o reactor biológico. En la primera etapa, las bacterias acidogénicas hidrolizan el sustrato. En la segunda, las bacterias heteroacidogénicas oxidan los compuestos orgánicos simples, produciendo acetato, dióxido de carbono e hidrógeno libre. Otra parte de los compuestos orgánicos, incluido el acetato, forma compuestos C_1 , es decir, ácidos orgánicos simples.

Las sustancias producidas alimentan a las bacterias metanogénicas. Esta etapa comprende dos procesos, de tipo A y B, cuyo desarrollo depende de las especies bacterianas. Estas convierten los compuestos de las dos primeras etapas en metano CH_4 , agua H_2O y dióxido de carbono CO_2 . Las bacterias metanogénicas son más sensibles al entorno que las acidogénicas: requieren condiciones totalmente anaerobias y un período de reproducción más largo. La velocidad y el alcance de la digestión anaerobia dependen de su actividad metabólica. Por ello, el proceso incluye hidrólisis, oxidación y metanización. Para este sustrato, todas las etapas se desarrollan en el mismo reactor.

Proceso de producción de biogás

La suspensión acuosa de patata se recoge en el tanque de recepción y se bombea al digestor. El reactor funciona a +37 °C. Un agitador vertical central mezcla el contenido; los circuitos de calefacción y refrigeración regulan la temperatura.

El reactor tiene un volumen total de 7.339 m³ y un volumen útil de 7.000 m³. Se dosifican 2,9 litros/día de oligoelementos al digestor. Se añade antiespumante cuando es necesario.

El digestato se bombea al decantador. La fracción sólida se recoge para su almacenamiento y transporte. El filtrado pasa al tanque de filtrado y después a la depuradora local. La DQO especificada es de 12.000 ppm.

El biogás bruto se almacena en un gasómetro externo de doble membrana. El aire de soporte de las membranas permanece separado del gas de proceso. Los dispositivos de seguridad protegen contra sobrepresión y vacío.

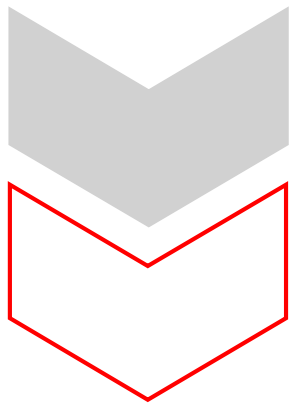
Un soplante eleva la presión a 40 mbar antes del lavador biológico. Se suministra aire al lavador equivalente al 10 % del volumen de biogás bruto. La dosificación de micronutrientes es de 6 kg/día. No se requiere cloruro férrico.

El caudal combinado de diseño es de unos 27.360 Nm³/día, o 1.140 Nm³/h. El lavador reduce el H₂S de 2.200 a 100 ppm. Una pérdida de presión de 5 mbar deja 35 mbar aguas abajo.

La refrigeración elimina el condensado antes del compresor principal. Este eleva la presión a 200 mbar. El H₂S se mantiene en 100 ppm hasta el filtro de carbón activado, que realiza el tratamiento final hasta el valor especificado de 0 ppm. La pérdida de 5 mbar en el filtro deja 195 mbar para el suministro a la caldera existente.

El sistema de control supervisa los valores de proceso, el estado de los equipos y las alarmas. Permite funcionamiento automático o manual y acceso local o remoto.

EQUIPOS PRINCIPALES





Tanques receptor y de filtrado

El depósito recibe materias primas líquidas y está equipado con sensores de nivel y agitadores laterales para mezclarlas. Los depósitos actúan como almacenamiento intermedio y suministran posteriormente los sustratos a los distintos puntos de la planta según el proceso tecnológico.

Especificaciones

Depósito de recepción

Diámetro	8,54 m
Altura	4,37 m
Volumen:	244 m ³
Cantidad	1 ud.

Depósito de filtrado

Diámetro	8,54 m
Altura	4,37 m
Volumen:	244 m ³
Cantidad	1 ud.

Paneles (pared esmaltada, techo)
 Bridas, boquillas y bridas sueltas exteriores
 Mirilla
 Luminaria antideflagrante
 Boca de hombre
 Escalera y pasarela
 Soportes y abrazaderas de tuberías
 (interior/exterior)



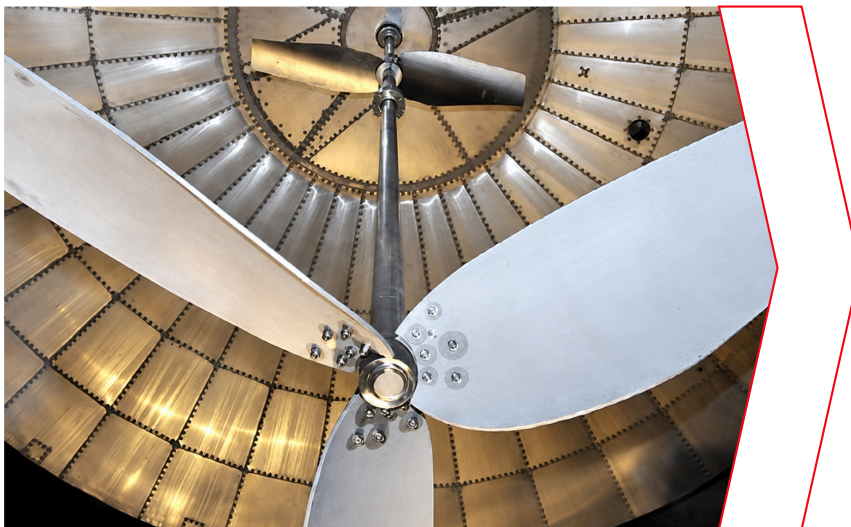
Reactor (RT-01)

El digestor es un componente esencial de la planta, fabricado con chapa de acero esmaltada e instalado sobre una base de hormigón. La capa vítrea de esmalte protege toda la superficie metálica y resiste condiciones de pH agresivas y daños mecánicos. El depósito se monta de forma rápida y segura con segmentos de acero, unidos mediante pernos y un sellante especial. El esmalte se aplica por capas mediante el método PUESTA: el polvo se deposita por atracción electrostática, creando un recubrimiento uniforme, denso y liso.

Especificaciones

Altura	18,97 m
Diámetro	22,2 m
Volumen total	7339 m ³
Volumen útil	7000 m ³
Cantidad	1 ud.

Paneles (pared esmaltada, techo)
 Bridas, boquillas y bridas sueltas exteriores
 2 mirillas 2 × DN 250 con lavado de agua
 Luminaria antideflagrante
 Boca de hombre
 Escalera y pasarela
 Soportes y abrazaderas de tuberías
 (interior/exterior)



Agitador vertical central (AG-01)

El agitador se fija en el centro de la cubierta rígida del digestor. Sus palas tienen distintas orientaciones y generan una fuerza ascendente que eleva el sustrato desde el fondo hasta la parte superior. Las palas superiores distribuyen el sustrato por el digestor y dirigen el flujo hacia abajo. El agitador funciona continuamente, manteniendo una mezcla constante del sustrato.

Especificaciones

Potencia del motor	37 kW
Cantidad por reactor:	1 ud.
Cantidad total:	1 ud.



Agitador lateral (AG-02, AG-03)

Los agitadores laterales mezclan sustratos de viscosidad baja y media en digestores y depósitos de recepción. En depósitos metálicos, el agitador se fija a una columna de soporte. El accionamiento queda fuera y el eje con hélice atraviesa una brida de la pared. Este montaje evita transmitir las fuerzas del agitador a las paredes del depósito.

Son adecuados para medios agresivos con hasta un 11 % de materia seca. Las palas de diseño especial permiten mezclar diferentes sustratos y romper capas flotantes y costras.

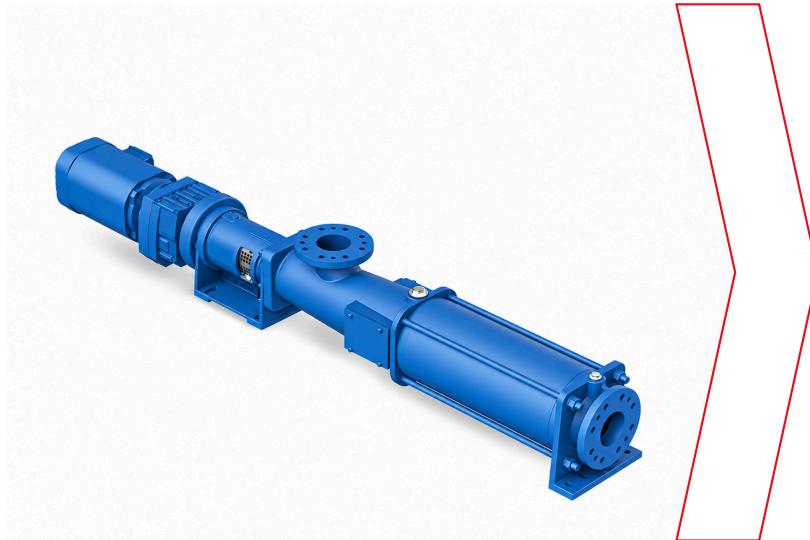
Especificaciones

Agitador del depósito de recepción

Potencia del motor	5,5 kW
Cantidad por depósito:	1 ud.

Agitador del depósito de filtrado

Potencia del motor	3,0 kW
Cantidad por depósito:	1 ud.



Equipos de bombeo (PU-01, PU-02)

Las bombas transportan el sustrato hacia los equipos e instalaciones de la planta, entre ellos y hacia la salida. La disposición permite acceder fácilmente a todas las bombas. El accionamiento se realiza mediante un motorreductor helicoidal. El estator dispone de una entrada con tolva para llenar óptimamente la cámara de bombeo. El diseño incluye una articulación robusta protegida contra el desgaste con tornillo de alimentación, un soporte de rodamientos resistente con accionamiento directo y un eje autocentrante. La construcción modular ofrece flexibilidad y bajos costes durante la vida útil.

Especificaciones

Bomba de alimentación de sustrato (PU-01)

Potencia del motor	11 kW
Caudal	40 m ³ /h
Presión:	4 bar
Cantidad	1 ud.

Bomba de digestato (PU-02)

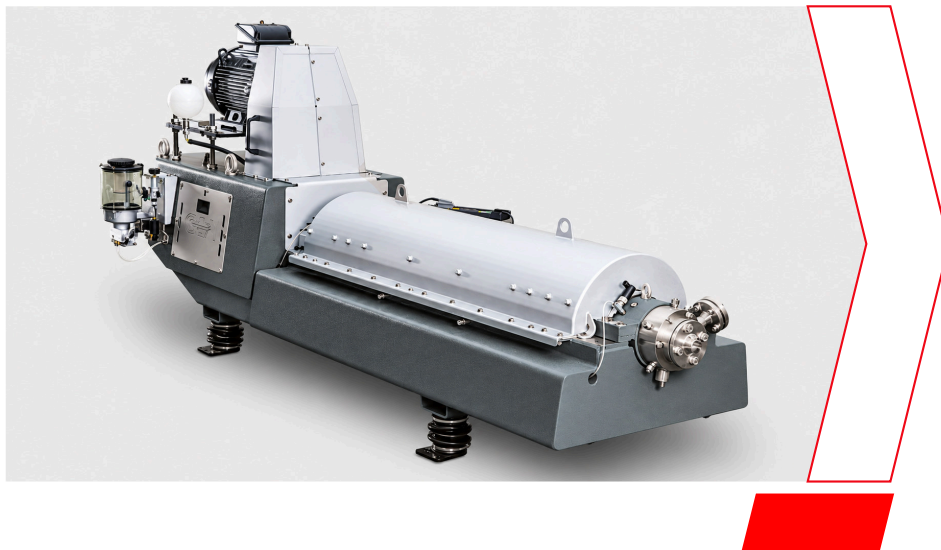
Potencia del motor	11 kW
Caudal	40 m ³ /h
Presión:	4 bar
Cantidad	1 ud.

Bomba de circulación de sustrato (PU-03)

Potencia del motor	7,5 kW
Caudal	30 m ³ /h
Presión:	4 bar
Cantidad	1 ud.

Bomba de filtrado (PU-04)

Potencia del motor	11 kW
Caudal	40 m ³ /h
Presión:	4 bar
Cantidad	1 ud.



Decantador (DR-01)

El decantador centrífugo está diseñado para clarificar líquidos y deshidratar sólidos. Su principio puede compararse con un estanque de sedimentación enrollado alrededor de un eje. En un estanque, las partículas más pesadas que el líquido se depositan por gravedad y forman una capa de sedimento.

En el tambor giratorio, la fuerza centrífuga desplaza las partículas más pesadas hacia la pared interior, donde forman una capa de sólidos. La aceleración centrífuga del decantador es de aproximadamente 3.000 g, frente a 1 g en el campo gravitatorio; por ello, la separación resulta mucho más rápida y eficaz.

Especificaciones

Potencia del motor	55 kW
Caudal	20 m ³ /h
Cantidad	1 ud.



Gasómetro (GH-01)

El gasómetro almacena biogás y homogeneiza su presión y composición. El sistema tiene dos membranas. La exterior es de tejido de poliéster recubierto de PVC, resistente a la intemperie y protegido frente a los rayos UV; la interior es una membrana PELD para almacenar el gas. Las membranas son resistentes al biogás; su resistencia se expresa en N/5 cm.

La permeabilidad máxima al metano es de $260 \text{ cm}^3/\text{m}^2$ a 1 bar. La lámina permite operar entre -30°C y $+60^\circ\text{C}$. La membrana interior se tensa con la presión normal del biogás. Se insufla aire entre las dos membranas para presurizar la interior y mantener la forma de la exterior.

La presión del biogás en el gasómetro es de 2–5 mbar. Las membranas se diseñan y cortan en máquinas de control numérico y se sueldan mediante corrientes de alta frecuencia. Esto mejora considerablemente la calidad y la vida útil frente a las membranas fabricadas manualmente y soldadas con equipos convencionales.

Una válvula de seguridad evita daños por sobrepresión. Una mirilla en la membrana exterior permite inspeccionar la interior.

Especificaciones

Altura	8,5 m
Diámetro	11,3 m
Volumen total	590 m ³
Cantidad	1 ud.



Secado y refrigeración del biogás (CHL-01)



El secado y la refrigeración del biogás se realizan mediante un enfriador de gas y una enfriadora de líquido refrigerada por aire. Las soluciones específicas para biogás incluyen intercambiadores de baja presión, enfriadoras de agua y enfriadores secos RWD. El enfriador de gas es un intercambiador de carcasa y tubos de un paso: el gas circula por los tubos y el agua de refrigeración por la carcasa.

Todas las piezas en contacto con el gas son de acero inoxidable 316Ti o 316L; la carcasa también es inoxidable. La cámara de salida dispone de conexión radial y abertura de inspección axial. La aceptación se realiza conforme a PED 2014/68/UE y las hojas AD, con prueba de presión en fábrica.

Especificaciones

Caudal de gas:	1150 m ³ /h
Temperatura de entrada del gas:	+35°C
Temperatura de salida del gas:	+10°C
Potencia eléctrica:	32 kW
Cantidad	1 ud.



Compresor principal de biogás (BC-01)

El soplante mueve el biogás y aumenta su presión mediante un impulsor que gira dentro de un canal anular, transfiriendo energía de forma progresiva. Transporta el biogás desde el gasómetro hasta el consumidor, en este caso la caldera existente.

Especificaciones

Caudal	1320 m ³ /h
Presión:	200 mbar
Potencia del motor	16,0 kW

Cantidad	2 ud.
----------	-------



Lavador biológico y filtro de carbón activado

El lavador biológico elimina el sulfuro de hidrógeno antes de la refrigeración. Un soplane previo suministra el gas a 40 mbar. La aportación controlada de aire y la dosificación de micronutrientes favorecen la eliminación biológica del azufre. Tras una pérdida de 5 mbar, la presión de salida es de 35 mbar.

Después de la refrigeración y compresión, el filtro de carbón activado realiza el tratamiento final antes del suministro a la caldera existente. El análisis del gas permite controlar la eficacia y determinar cuándo sustituir el carbón. Las concentraciones de H₂S especificadas son 2.200 ppm antes del lavador, 100 ppm después y 0 ppm tras el carbón activado.

Especificaciones

Caudal de diseño del lavador	1 150 Nm ³ /h
Aire de proceso	10 % del biogás bruto
Micronutrientes del lavador	6 kg/día
Pérdida de presión del lavador	5 mbar
Filtro de carbón activado	1 150 Nm ³ /h
Carga de carbón activado	300 kg
Pérdida de presión del filtro de carbón	5 mbar
Presión de suministro del gas	195 mbar
Lavador con soplane: potencia eléctrica	20 kW



Analizador de gas (CH₄, CO₂, H₂S) (GA-01)

El analizador determina la composición cualitativa y cuantitativa de la mezcla gaseosa. En los analizadores de absorción, los componentes del biogás se absorben sucesivamente con distintos reactivos. Los analizadores automáticos miden continuamente las propiedades físicas o fisicoquímicas de la mezcla o de sus componentes. Utilizan métodos físicos de análisis, incluidas reacciones químicas auxiliares.

Especificaciones

El conjunto incluye
 Equipo de montaje mural
 Menú en pantalla LCD
 Caudalímetro / válvula de control
 Conjunto de sensores

Cantidad

1 ud.

Gases: metano % (CH₄), CO₂ %, sulfuro de hidrógeno ppm (H₂S)



Antorcha de biogás (BF-01)

La antorcha permite la combustión completa temporal o periódica del biogás cuando no puede utilizarse como fuente de energía. El sistema consta de un quemador y equipos auxiliares. El quemador funciona por inyección e incluye una boquilla con inyector y regulación del aire, un tubo protector de llama, accesorios y un sistema de control. El conjunto de combustión se fabrica en acero inoxidable.

La estructura soporta el quemador y el tubo vertical. El armario de control fijado a la estructura contiene todos los elementos de supervisión y control del encendido y de la llama.

Especificaciones

Caudal
Presión:

1150 m³/h
min 10 mbar-
max 60 mbar

Cantidad

1 ud.

Abastecimiento de agua y saneamiento



El sistema suministra agua de proceso, agua para calefacción y refrigeración, agua potable y de uso doméstico, y agua contra incendios. Los principales equipos son bombas centrífugas de una etapa para aguas residuales, agua potable y doméstica y aguas de alcantarillado.

Los grupos de presión aumentan la presión del agua limpia en instalaciones industriales. Constan de dos o tres bombas en paralelo sobre un bastidor común, con todos los accesorios necesarios.

Especificaciones

Bomba de drenaje

Presión 4m

Caudal 2–3 m³/h

Potencia del motor 0,24 kW

Equipos

Armario de control de bombas

Placa base

Manómetros

Válvulas de retención

Interruptores de flotador

Soportes

Válvulas



Sistema de calefacción

El sistema térmico calienta la planta y mantiene constante la temperatura del digestor. Incluye bombas de circulación, intercambiadores, colectores de calefacción y tuberías. El calor de la caldera se transfiere a la instalación mediante un intercambiador y se distribuye con bombas de circulación. El sistema prepara agua con etilenglicol. Las temperaturas de entrada y salida del digestor son de 60 °C y 40 °C, respectivamente.

Especificaciones

Bomba de circulación del fluido térmico

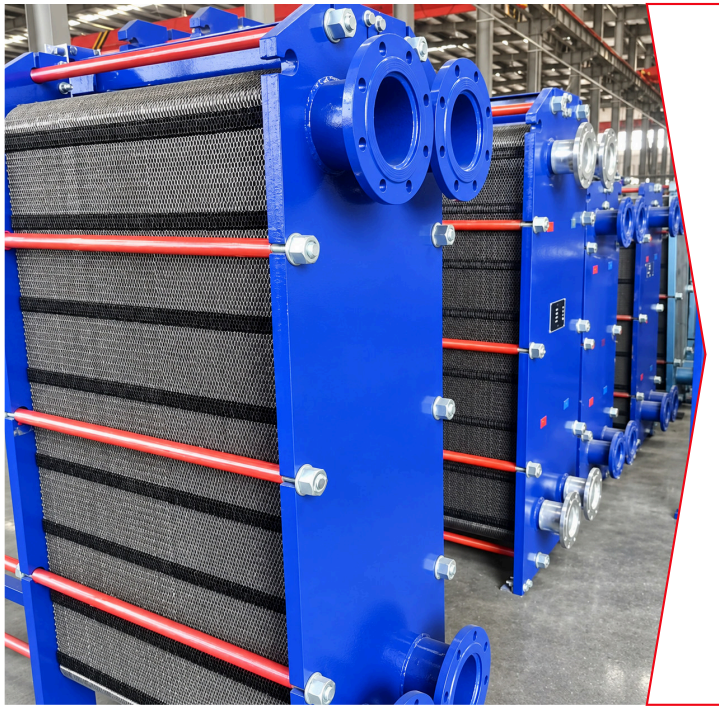
Potencia del motor	2,0 kW
Caudal	20 m3/h
Presión:	1 bar

Bomba de circulación del fluido térmico

Potencia del motor	0,8 kW
Caudal	3 m3/h
Presión:	1 bar

Estación de aporte de propilenglicol

Potencia del motor	0,8 kW
Caudal	1 m3/h
Presión:	4 bar



Intercambiador de placas (HE-01)

Los intercambiadores de placas desmontables constituyen una solución avanzada para la transferencia de calor. Con potencias térmicas de 5 kW a 30 MW, pueden utilizarse en diversos procesos tecnológicos.

El intercambiador está formado por un bastidor y un paquete de placas de transferencia térmica. El bastidor incluye placas fija y móvil, guías superior e inferior y soporte posterior. Las placas del paquete tienen el mismo tamaño, pero se giran 180 grados unas respecto de otras, formando canales alternos para los fluidos caliente y frío.

Los fluidos circulan a contracorriente. El medio caliente cede calor a través de la pared de la placa. Existen numerosas dimensiones de placas y distintas corrugaciones para cada tamaño. La combinación de placas con relieves diferentes amplía las configuraciones posibles de los canales y permite adaptar el intercambiador a la potencia y las pérdidas especificadas.

Especificaciones

Caudal
Temperatura
Presión

5 to 100m³/h
hasta 90°C
a 4 bar

Potencia del intercambiador del sustrato
Cantidad

450 kW
1 ud.

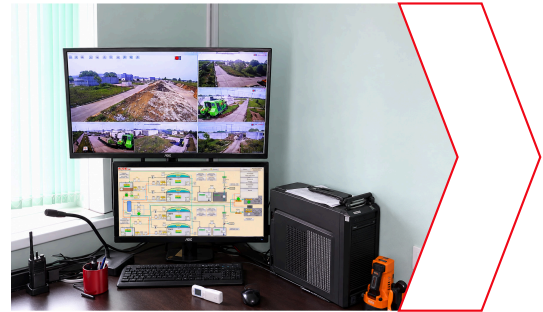
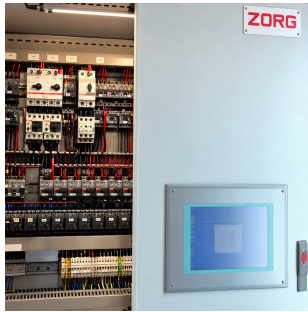


Enfriador seco para sustrato

El equipo enfría el sustrato hasta la temperatura de proceso. La alimentación a alta temperatura puede provocar un calentamiento incontrolado. El refrigerador está conectado a las tuberías de calefacción y a los intercambiadores, y se activa cuando es necesario.

Especificaciones

Potencia térmica:	80 kW
Potencia eléctrica:	3 kW
Cantidad	1 ud.



Automatización y equipos eléctricos

El sistema de control supervisa y regula la planta y limita posibles daños. En una emergencia, como un corte eléctrico, lleva automáticamente la instalación a condiciones seguras. Los equipos eléctricos críticos disponen de alimentación de emergencia. La automatización permite supervisar en tiempo real, detectar y corregir desviaciones de inmediato, optimizar recursos y costes y registrar parámetros en una base de datos. El sistema consta de un armario de control, sensores de proceso y actuadores.

El armario utiliza un controlador industrial Siemens CPU315-DP2, periferia distribuida Simatic ET200S y un panel táctil OP277 Touch. La comunicación se realiza mediante PROFIBUS y MPI con interfaz física RS-485. El programa se desarrolla con Simatic Step7.

El armario es modular. En la parte superior están la alimentación y los procesadores central y de preprocesamiento. La periferia distribuida Simatic ET200S incluye módulos de entrada y salida. En la parte inferior se encuentran los relés de interfaz y bornes para los actuadores. Un solo operador controla toda la planta.

Especificaciones

Armario de entrada con automatización ASE-1, 2, 3

Controlador base Siemens CPU315-DP2

Periferia Simatic ET200S

Panel táctil OP277

Comunicación PROFIBUS y MPI

Interfaz RS-485

Sistema de control Simatic Step7



Conjunto de sensores

Los sensores miden magnitudes físicas como temperatura, presión, nivel y humedad, y proporcionan datos para supervisar la planta.

Especificaciones

- Sensor de conductividad
- Sensor de presión/nivel
- Sensor ultrasónico
- Sensor de presión de gas
- Sondas de temperatura con vainas
- Sensor de humedad y temperatura del gas



Laboratorio

El seguimiento de las materias primas y de la digestión es esencial para un funcionamiento eficiente. El laboratorio determina la materia seca de la alimentación y del digestato, la relación entre ácidos orgánicos volátiles y carbono inorgánico total (FOS/TAC), el grado de digestión y la producción de biogás. También permite evaluar la eficacia del separador.

Equipos

Balanza analítica
Analizador de humedad
Titulador automático
Medidor de pH de laboratorio
Centrífuga
Juego de matraces

Especificación de equipos



Nº	Equipos	Características	Cant.
1	Agitador lateral (recepción)	N=5,5 kW	1
1.1	Motorreductor estanco		1
1.2	Hélice de acero antidesgaste		1
1.3	Mecanismo de ajuste del agitador		1
1.4	Soporte del motor		1
1.5	Juego de fijaciones		1
2	Agitador vertical central	N=37 kW	1
2.1	Motorreductor estanco		1
2.2	Hélice de acero antidesgaste		1
2.3	Eje adaptado a la altura del digestor		1
2.4	Pala		1
2.5	Variador de frecuencia		1
2.6	Soporte inferior del agitador		1
3	Válvula de seguridad del digestor		1
4	Agitador lateral (filtrado)	N=3,0 kW	1
5	Bomba de alimentación de sustrato	40 m3/h N=11.0 kW	1
6	Bomba de digestato	40 m3/h N=11.0 kW	1
7	Bomba de circulación de sustrato	30 m3/h N=7,5 kW	1
8	Decantador	N=55 kW	1
9	Bomba de filtrado	40 m3/h N=11,0 kW	1

Nº	Equipos	Características	Cant.
10	Gasómetro de PVC	590 m3	1
10.1	Membrana de protección climática	Ø11,3 m	1
10.2	Membrana PELD, permeabilidad CH4 máx. 260 cm³/(m²·d·bar), 650 N/5 cm, resistente al biogás		1
10.3	Soplante de aire	16A, 0,5kW	
10.4	Protección de sobrepresión y vacío		1
10.5	Sensor de nivel de la membrana		1
10.6	Sistema de montaje		1
10.7	Accesorios		1
10.8	Válvula de seguridad		1
11	Refrigeración del biogás	1150m3/h	1
11.1	Enfriadora		1
11.2	Intercambiador de calor		1
11.3	Depósito de propilenglicol		1
12	Filtro de carbón activado		1
12.1	Número de columnas de carbón	300 kg	1
13	Compresor de biogás	Q=1320 m3/h, H=200 mbar, N=16 kW	2
14	Caudalímetro electromagnético		1
15	Antorcha de biogás	1150 m3/h	1
16	Analizador de gas	juego	1
17	Equipamiento de gas incluido	juego	1
17.1	Bomba de drenaje con flotador	DN=50, Q=1m3/h, H=13 m	2

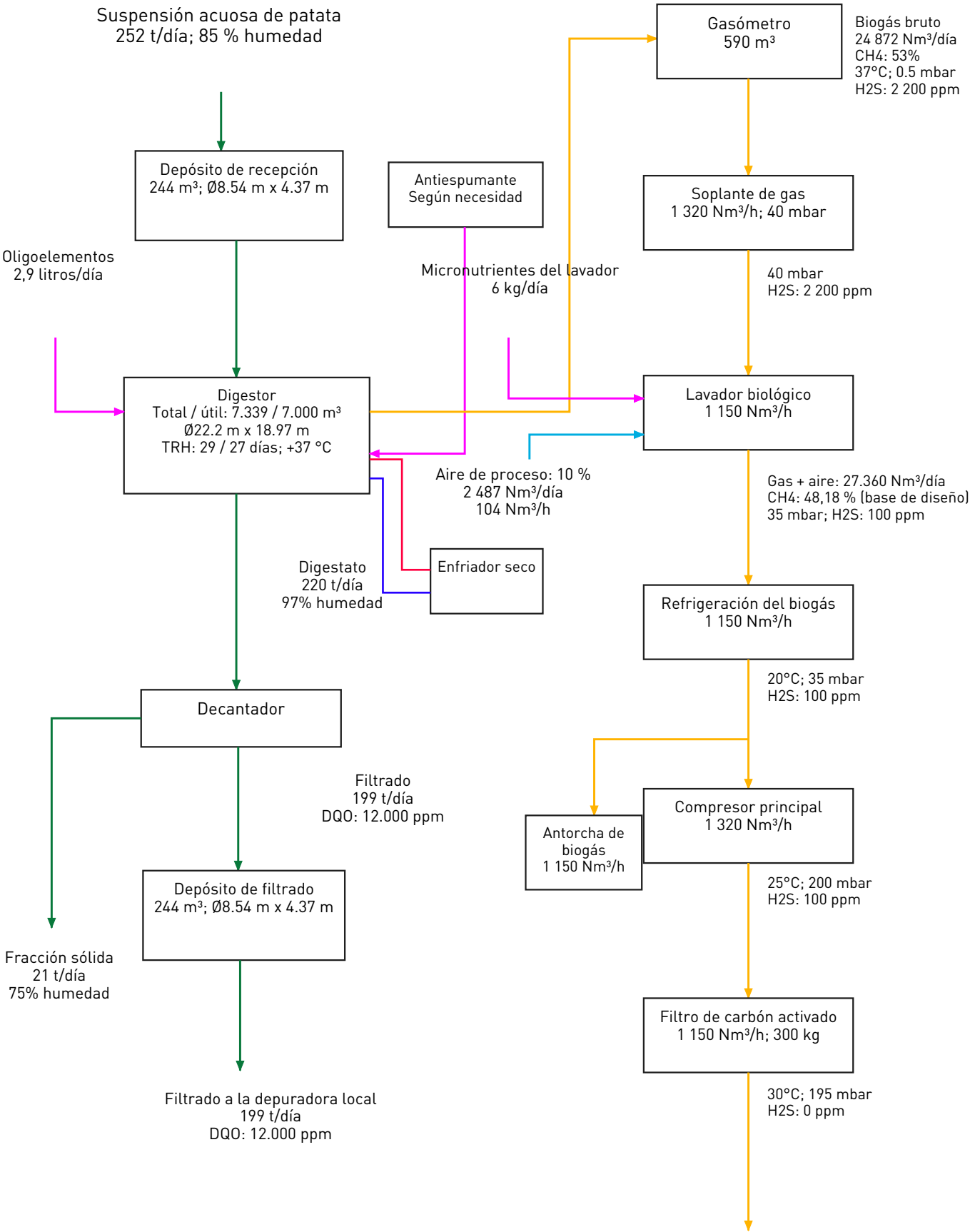
Nº	Equipos	Características	Cant.
18	Sistema de calefacción	juego	1
18.1	Vaso de expansión de membrana	V=1000 l,P=6Bar T=120°C	1
18.2	Bomba de circulación del fluido térmico	Q=30 m3/h,H=1bar	1
18.3	Estación de aporte de propilenglicol	Q=1,0 m3/h, H=4 bar	1
18.4	Bomba de circulación de calefacción del digestor	Q=18 m3/h, H=1.1 bar	1
19	Agua y saneamiento, completo, desmontado	juego	1
20	Automatización y equipos eléctricos	juego	1
20.1	Armario de distribución con automatización DB-1		1
20.2	Armario de distribución con automatización DB-2		1
21	Juego de sensores		1
21.1	Sensor de presión de gas 0 025Bar		2
21.2	Sensor de presión de gas 0,4Bar		2
21.3	Sensor de presión (nivel del sustrato), 1,0 bar		4
21.4	Sensor de presión del sustrato 2,5bar		4
21.5	Termómetro resistivo (gas)		3
21.6	Termómetro con vaina (sustrato del reactor)		3
21.7	Termómetro de resistencia con vaina (temperatura del sustrato en el digestor)		3
21.8	Termómetro resistivo (fluido térmico)		3
21.9	Sensor conductivo de nivel máximo		3
21.10	Sensor conductivo de nivel de agua		3
21.11	Sensor de posición de membrana		1
21.12	Sensor de presión del refrigerante	SEN 3276 B065 G1/2 6Bar	2

Nº	Equipos	Características	Cant.
22	Aerorrefrigerador, 80 kW térmicos		1
23	Laboratorio	juego	1
24	Depósito de acero esmaltado	244 m3	2
25	Tanque de acero esmaltado (digestor)	7339 m3	1

26	Lavador con sala técnica	1150 Nm³/h	1
26.1	Soplante previo	1320 Nm³/h 40 mbar	1

ANEXOS

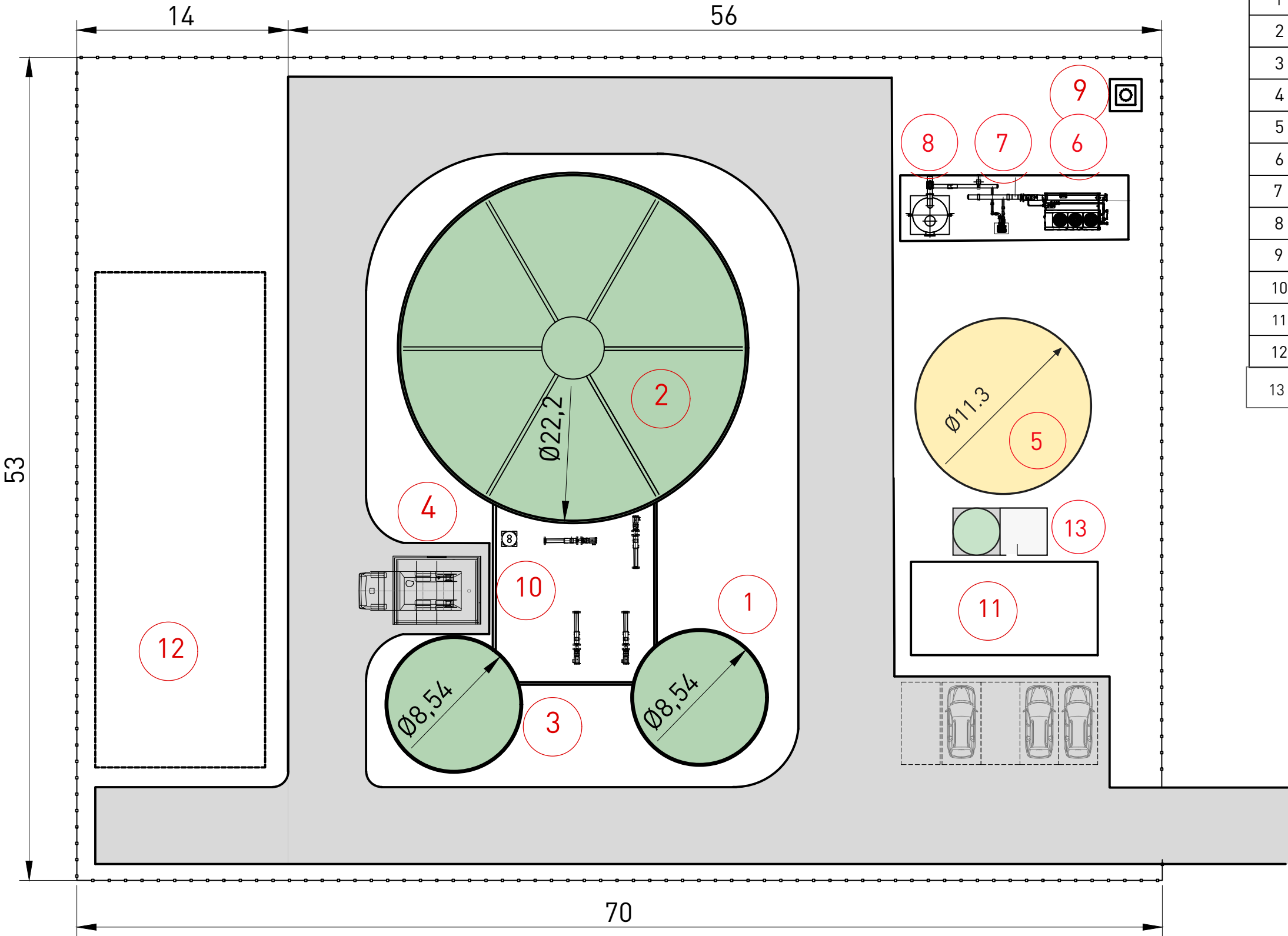




Calefacción del proceso: 95 kW
Consumo eléctrico medio: 139 kW
Base: ambiente +20 °C, sustrato +20 °C
Caudal gas + aire de diseño antes del consumo biológico de oxígeno; la producción de metano no cambia.

Biogás tratado a la caldera existente
Metano: 13.182 Nm³/día
Equivalente de gas natural: 13.450 Nm³/día
Base: gas natural con 98 % de metano

N/Nº	Denominación	Nota
1	Depósito de recepción	RT-01
2	Digestor	D-01
3	Depósito de filtrado	FT-01
4	Plataforma del decantador	DR-01
5	Gasómetro	GH-01
6	Refrigeración del biogás	CHL-01
7	Compresor de biogás	BC-01
8	Filtro de carbón activado	CF-01
9	Antorcha de biogás	BF-01
10	Sala técnica	ER-01
11	Sala técnica	TR-01
12	Depuradora local	WWTP
13	Lavador con sala técnica	SC-01



Anexo 4

Planta de biogás					
Denominación	Potencia inst. (kW)	Cant.	Potencia total instalada, kW	Horas de trabajo al día	Consumo, kWh/día
Agitador vertical del digestor	37,0	1	37,0	18,0	666,0
Agitador lateral del tanque de recepción	5,5	1	5,5	12,0	66,0
Agitador lateral del depósito de filtrado	3,0	1	3,0	12,0	36,0
Refrigeración del biogás	32,0	1	32,0	24,0	768,0
Compresor de biogás	16,0	2	32,0	12,0	384,0
Bomba de alimentación de sustrato	11,0	1	11,0	6,0	66,0
Decantador	55,0	1	55,0	8,0	440,0
Bomba de sustrato al separador	11,0	1	11,0	8,0	88,0
Bomba de filtrado	11,0	1	11,0	5,0	55,0
Bomba de circulación al intercambiador	7,5	1	7,5	12,0	90,0
Soplante para doble membrana	1,0	1	1,0	24,0	24,0
Enfriador seco para sustrato	4,0	1	4,0	24,0	96,0
Bomba de circulación de calefacción del digestor	0,8	1	0,8	24,0	18,0
Bomba de circulación de refrigeración del digestor	2,0	1	2,0	24,0	48,0
Bomba de agua caliente del edificio técnico	0,1	1	0,1	24,0	1,9
Estación de bombeo de propilenglicol	0,8	1	0,8	0,5	0,4
Bomba de drenaje	1,0	2	2,0	0,5	1,0
Iluminación del recinto de la planta	1,0	1	1,0	8,0	8,0
Focos de las mirillas del digestor	0,1	1	0,1	0,5	0,0
Iluminación del cuadro eléctrico	0,1	1	0,1	0,5	0,1
Lavador biológico con soplante	20,0	1	20,0	24,0	480,0
Potencia total instalada, kW			237		
Consumo eléctrico total, kWh/día					3336
Potencia total consumida, kW					139

Precios: planta de biogás con pulpa de patata, 252 t/día

Pos.	Denominación	Precio unitario, EUR	Subtotal, EUR
1	Proyecto de detalle	48.300	48.300
2	Supervisión	40.000	40.000
3	Puesta en marcha y formación	40.000	40.000
4	Gastos de viaje y alojamiento	20.000	20.000
5	Laboratorio	18.900	18.900
6	Agitador central 37kW	105.300	105.300
7	Agitador lateral 5,5kW	15.400	15.400
8	Agitador lateral 3,0kW	7.000	7.000
9	Bomba de alimentación de sustrato 11kW	18.900	18.900
10	Bomba de digestato 11kW	18.900	18.900
11	Bomba de recirculación de sustrato 7,5kW	16.100	16.100
12	Bomba de filtrado 11kW	18.900	18.900
13	Válvula de compuerta de sustrato	4.900	49.000
14	Válvula de sustrato con actuador eléctrico	5.600	22.400
15	Gasómetro 590 m3	39.000	39.000
16	Refrigerador de biogás	73.500	73.500
17	Soplante de biogás	15.400	30.800
18	Filtro de carbón activado , 300 kg	24.500	15.400
19	Antorcha de biogás	88.900	88.900
20	Analizador de gas	18.900	18.900
21	Unidad de acondicionamiento del gas	31.500	31.500
22	Protección de sobrepresión y vacío	8.400	8.400
23	Abastecimiento de agua y saneamiento	25.200	25.200
24	Subestación térmica	31.500	31.500
25	Enfriador seco (refrigeración del digestor)	25.900	25.900
26	Automatización y armario eléctrico	138.000	138.000
27	Conjunto de sensores	25.000	75.000
28	Lavador biológico	150.000	150.000
29	Tanque del digestor 7339 m3	756.800	756.800
30	Depósito de recepción 244 m3	62.400	124.800
31	Flotador	142.400	142.400
32	Intercambiador de sustrato	15.400	15.400
33	Construcción y montaje	0	500.000
			2.230.500
			2.230.500

Cliente

Plazos de ejecución y pagos

Meses	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	10	11	12
Documentación del proyecto	50%		50%										
Aprobaciones y permisos													
Equipos				30%		25%	25%	20%					
Entrega de equipos						25%	25%	25%	25%				
Construcción													
Supervisión				50%			50%						
Puesta en marcha de la planta											50%	50%	

Contratos

El proyecto se ejecuta simultáneamente mediante varios contratos

- Contrato de ingeniería
- Contrato de suministro de equipos
- Contrato de supervisión
- Contrato de puesta en marcha y formación

Exclusiones del suministro:

- 1) Documentación del proyecto, permisos de construcción y autorizaciones, y adaptación por una ingeniería local autorizada para la tramitación de permisos. La empresa local sella los documentos y representa el proyecto; el diseño técnico no cambia sustancialmente. 10.000-15.000 EUR.
- 2) Estudios topográficos y geológicos: 3.000-7.000 EUR.
- 3) Transformador y línea eléctrica exterior: 50 kW para construcción y arranque, y 139 kW en funcionamiento normal.
- 4) Viales exteriores de acceso.
- 5) Suministro temporal de agua para la construcción y las pruebas hidráulicas: al menos 300 m³/día. Puede utilizarse agua técnica no salina de río, lago o pozo.
- 6) Inóculo para el arranque: biomasa de otra planta de biogás, estiércol bovino u otros estiércoles, o lodos de una depuradora municipal. El cliente lo entrega una vez durante un periodo de 1-2 semanas para llenar al menos el 15-20 % del volumen del reactor; cantidad prevista: 2.000 m³. El volumen restante se llena con el agua indicada anteriormente.
- 7) Maquinaria para transportar el fertilizante sólido a los campos: camión, pala cargadora o tractor.
- 8) Carbón activado: $0,3 \text{ t/año} \times 1.800 \text{ EUR/t} = 540 \text{ EUR/año}$.
- 9) Micronutrientes del lavador: 6 kg/día, o 2,19 t/año.
- 10) Antiespumante: 1 t/año; por ejemplo, aceite vegetal, de palma o de colza.
- 11) Agua desmineralizada para el sistema de calefacción: 2,0 t.
- 12) Repuestos para dos años: 80.000 EUR.



Centro de negocios «Twin Yards»
Walter-Gropius-Straße 23,
DE-80807, Múnich, Alemania

Móvil +49 1511 457 29 45 (WhatsApp, Viber, Telegram)

zorg@zorg-biogas.com
www.zorg-biogas.com