

01

versão

Proposta

Usina de biogás com polpa de batata, 252 toneladas/dia



Data: 06/07/2026

Validade: meses



Sumário

Visão geral	3
Potencial do substrato	4
Características da usina de biogás	5
Princípio de funcionamento	6
Processo de produção de biogás	7
Equipamentos principais	8
Tanque de recepção e tanque de filtrado	9
Reator	10
Agitador central vertical do reator	11
Agitador lateral	12
Equipamentos de bombeamento	13
Centrífuga decantadora	14
Gasômetro	15
Sistema de resfriamento do biogás	16
Compressor de biogás	17
Lavador e filtro de carvão ativado	18
Analizador de gás	19
Queimador de biogás	20
Sistema de água e esgoto	21
Sistema de aquecimento	22
Trocador de calor	23
Resfriador a seco (sistema de resfriamento do substrato)	24
Automação e equipamentos elétricos	25
Conjunto de sensores	26
Laboratório	27
Lista de especificações	28
 Anexos:	 33
Anexo 1. Fluxograma de materiais	34
Anexo 2. Diagrama básico	35
Anexo 3. Planta da usina de biogás	36
Anexo 4. Consumo de energia elétrica	37
Anexo 5. Preços dos equipamentos e serviços Zorg	38



Visão geral

A Zorg Biogas oferece uma usina para processar 252 toneladas por dia de polpa de batata (resíduo da produção de amido de batata). Um digestor CSTR vertical de aço com agitador central proporciona mistura controlada e regulação da temperatura. A usina converte a matéria orgânica em biogás para a caldeira existente, reduzindo a demanda de gás natural comprado.

O cálculo do substrato resulta em aproximadamente 24.872 Nm³ de biogás por dia com 53% de metano, equivalente a 13.182 Nm³ de metano por dia. Pela proporção de metano, isso substitui aproximadamente 13.450 Nm³/dia de gás natural com 98% de metano. A substituição real na caldeira depende da qualidade do combustível e das condições operacionais.

A linha de tratamento inclui lavador biológico, resfriamento, compressão e filtração com carvão ativado. O sulfeto de hidrogênio é reduzido de 2.200 ppm antes do lavador para 100 ppm depois. O carvão ativado realiza o polimento final até o valor especificado de 0 ppm de H₂S na saída. O gás tratado é fornecido a 195 mbar após o filtro de carvão.

O lavador utiliza micronutrientes a 6 kg/dia. A dosagem de cloreto férrico foi eliminada. O digestor mantém seu sistema separado de dosagem de micronutrientes. O monitoramento automático, a proteção de pressão, a instrumentação e os equipamentos de laboratório favorecem a operação estável e o controle rotineiro do processo.

O digestato é separado em centrífuga decantadora nas frações sólida e líquida. O filtrado é coletado para envio à estação local de tratamento de efluentes, com DQO especificada de 12.000 ppm. O fornecimento inclui equipamentos de processo, engenharia, supervisão da construção, comissionamento e treinamento dos operadores.

Potencial do substrato

Substrato	Quantidade (t/dia)	Quantidade (t/ano)	Teor de MS: (%)	Teor de MSO (%)	Quantidade de MS (t/dia)	Quantidade de MSO (t/dia)	Rendimento de biogás (m ³ /t MSO)	Biogás (m ³ /dia)	Metano Teor (%)	Biogás (m ³ /ano)
Polpa de batata	252	91 980	15	94	37,8	35,53	700	24 872	53	9 078 280

*-MS- matéria seca

**-MSO- matéria seca orgânica

Características da usina de biogás

Parâmetro	Unidade	Valor
Número de reatores	un.	1
Reator (vCTR)	un.	1
Volume:		
Útil	m ³	7000
Total		7339
Temperatura	°C	37
Dimensões gerais do digestor:		
Diâmetro	m	22,2
Altura		18,97
Carga orgânica	kg MSO/m ³	5,05
Tempo de retenção hidráulica (bruto/líquido)	dias	29/27
Número de gasômetros	un.	1
Volume:	m ³	590
Dimensões do gasômetro:		
Diâmetro	m	11,3
Altura		8,5

Número de funcionários

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



Princípio de funcionamento da usina



A tecnologia se baseia na conversão bioquímica de materiais orgânicos de compostos de alta massa molecular em compostos de baixa massa molecular. A primeira etapa é a hidrólise, que produz ácidos orgânicos e álcoois.

$\text{Compostos orgânicos} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_5\text{H}_7\text{NO}_2 + \text{HC}_3\text{O}_3$. Em seguida, compostos dissolvidos como ácidos orgânicos e álcoois ($\text{C}_5\text{H}_7\text{NO}_2, \text{HC}_3\text{O}_3$) são convertidos em gases: CH_4, CO_2 . $\text{C}_5\text{H}_7\text{NO}_2 + \text{HC}_3\text{O}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CH}_4 + \text{CO}_2 + \text{NH}_4$.

A conversão biológica sequencial dos compostos orgânicos ocorre em ambiente anaeróbio, em um tanque sem oxigênio (reator biológico). Na primeira etapa da digestão, bactérias acidogênicas promovem a hidrólise do substrato. Na segunda, compostos orgânicos simples sofrem oxidação por bactérias heteroacidogênicas, produzindo acetato, dióxido de carbono e hidrogênio livre.

Os demais compostos orgânicos, incluindo o acetato, formam compostos C1 (ácidos orgânicos simples). As substâncias produzidas alimentam as bactérias metanogênicas do terceiro tipo. Essa etapa ocorre em dois processos, A e B, conforme o tipo de bactéria. Elas convertem os compostos das duas primeiras etapas em metano CH_4 , água H_2O e dióxido de carbono CO_2 . As bactérias metanogênicas são mais sensíveis às condições do meio do que as acidogênicas. Exigem ambiente totalmente anaeróbio e maior tempo de reprodução. A velocidade e a escala da digestão dependem da atividade metabólica das bactérias. Assim, o processo da usina inclui hidrólise, oxidação e metanogênese. Para esse substrato, as etapas ocorrem no mesmo reator.

Processo de produção de biogás

A suspensão de polpa de batata é coletada no tanque de recepção e bombeada para o digestor. O reator opera a +37°C. Um agitador vertical central mistura o conteúdo, enquanto os circuitos de aquecimento e resfriamento regulam a temperatura do processo.

O reator possui volume total de 7.339 m³ e volume útil de 7.000 m³. Os micronutrientes são fornecidos ao digestor a 2.9 litros/dia. O antiespumante é adicionado conforme a necessidade.

O digestato é bombeado para a centrífuga decantadora. A fração sólida é coletada para armazenamento e transporte. O filtrado segue para o tanque e depois para a estação local de tratamento de efluentes. A DQO especificada do filtrado é de 12.000 ppm.

O biogás bruto é armazenado em um gasômetro externo de dupla membrana. O ar de sustentação da membrana permanece separado do gás de processo. Dispositivos de segurança protegem o armazenamento contra sobrepressão e vácuo.

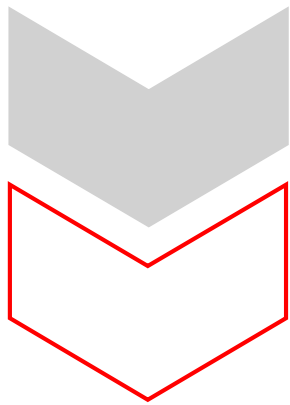
Um soprador booster eleva a pressão a 40 mbar antes do lavador biológico. O ar de processo é fornecido ao lavador em volume equivalente a 10% do biogás bruto. A dosagem de micronutrientes é de 6 kg/dia. Não é necessária a dosagem de cloreto férrico.

A vazão total de projeto é de aproximadamente 27.360 Nm³/dia, ou 1.140 Nm³/h. O lavador biológico reduz o H₂S de 2.200 para 100 ppm. A perda de carga de 5 mbar deixa 35 mbar a jusante.

O conjunto de resfriamento remove condensado antes do compressor principal. O compressor eleva a pressão do gás a 200 mbar. O H₂S permanece em 100 ppm até o filtro de carvão ativado, que realiza o polimento até o valor especificado de 0 ppm. A perda de pressão de 5 mbar no filtro deixa 195 mbar para alimentar a caldeira existente.

O sistema de controle monitora os parâmetros do processo, o estado dos equipamentos e os alarmes. Os operadores podem selecionar controle automático ou manual, com acesso local e remoto.

Equipamentos principais





Tanque de recepção e tanque de filtrado

O tanque recebe as matérias-primas líquidas e é equipado com sensores de nível e agitadores laterais. Funciona como reservatório pulmão para acumular os substratos antes de encaminhá-los aos pontos da usina previstos no processo tecnológico.

Especificações

Tanque de recebimento

Diâmetro:	8,54 m
Altura:	4,37 m
Volume:	244 m³
Quantidade:	1 un.

Tanque de filtrado

Diâmetro:	8,54 m
Altura:	4,37 m
Volume:	244 m³
Quantidade:	1 un.

Painéis (parede esmaltada do tanque, teto)

Flanges, bocais e flanges soltos externos

Visor de controle

Iluminação Ex

Boca de visita

Escada vertical, escada e passarela

Suportes e abraçadeiras de tubulação na borda do tanque (internos/externos)



Reator (RT-01)

O biodigestor, elemento essencial da usina de biogás, é construído com painéis de aço esmaltado sobre uma base de concreto. A camada vítrea de esmalte protege toda a estrutura contra pH agressivo e danos mecânicos. A montagem com segmentos de aço é rápida e segura. Os painéis são unidos por parafusos e um selante especial. O revestimento é aplicado pelo método PUESTA: camadas de pó são depositadas por atração eletrostática, produzindo uma superfície uniforme, densa e lisa.

Especificações

Altura:	18,97 m
Diâmetro:	22,2 m
Volume total:	7339 m³
Volume de substrato	7000 m³
Quantidade:	1 un.

Painéis (parede esmaltada do tanque, teto)

Flanges, bocais e flanges soltos externos

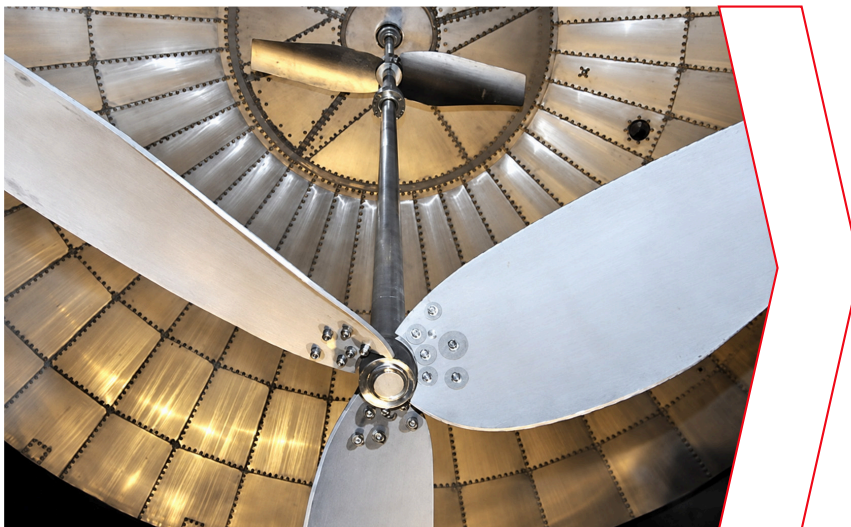
2 visores 2 × DN 250 com lavagem por água

Iluminação Ex

Boca de visita

Escada vertical, escada e passarela

**Suportes e abraçadeiras de tubulação na borda do tanque
(internos/externos)**



Agitador vertical central do reator (AG-01)

O agitador é fixado no centro da cobertura rígida do biodigestor. As pás têm orientações diferentes: as inferiores elevam o substrato do fundo, enquanto as superiores o distribuem pelo tanque e direcionam o fluxo para baixo. O agitador opera continuamente, mantendo o substrato em mistura constante.

Especificações

Potência do motor:	37 kW
Quantidade por reator:	1 un.
Quantidade total:	1 un.



Agitador lateral (AG-02, AG-03)

Os agitadores laterais misturam substratos de baixa e média viscosidade em reatores de biogás e tanques de recepção. Em tanques metálicos, o agitador é fixado a uma coluna de suporte. O acionamento fica no exterior, e o eixo com hélice atravessa uma flange na parede do reator. Essa montagem impede a transmissão de esforços do agitador às paredes do tanque. São adequados a meios agressivos, com teor de matéria seca de até 11%. O formato especial das pás permite misturar diferentes substratos e romper camadas flutuantes e crostas.

Especificações

Agitador do tanque de recepção

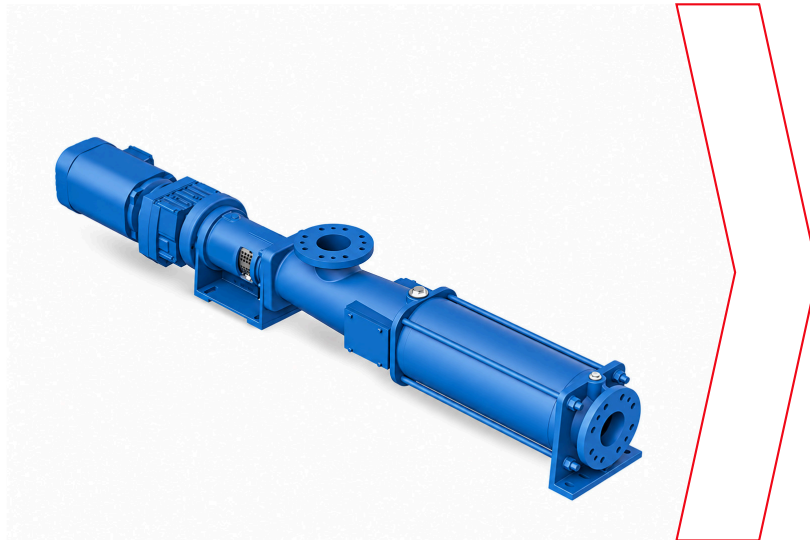
Potência do motor: 5,5 kW

Quantidade por tanque: 1 un.

Agitador do tanque de filtrado

Potência do motor: 3,0 kW

Quantidade por tanque: 1 un.



Equipamentos de bombeamento (PU-01, PU-02)

As bombas transportam o substrato entre os equipamentos da usina e para fora da instalação. O projeto permite acesso fácil a todas as bombas. O acionamento é feito por motorreductor de engrenagens helicoidais. O estator possui entrada em funil para o enchimento ideal da câmara de bombeamento. A junta universal robusta, protegida contra desgaste e equipada com rosca de alimentação, e o pedestal de mancais com acionamento integrado proporcionam autocentragem do eixo. A construção modular oferece flexibilidade e baixos custos ao longo da vida útil.

Especificações

Bomba de alimentação de substrato (PU-01)

Potência do motor:	11 kW
Vazão:	40 m ³ /h
Pressão:	4 bar
Quantidade:	1 un.

Bomba de digestato (PU-02)

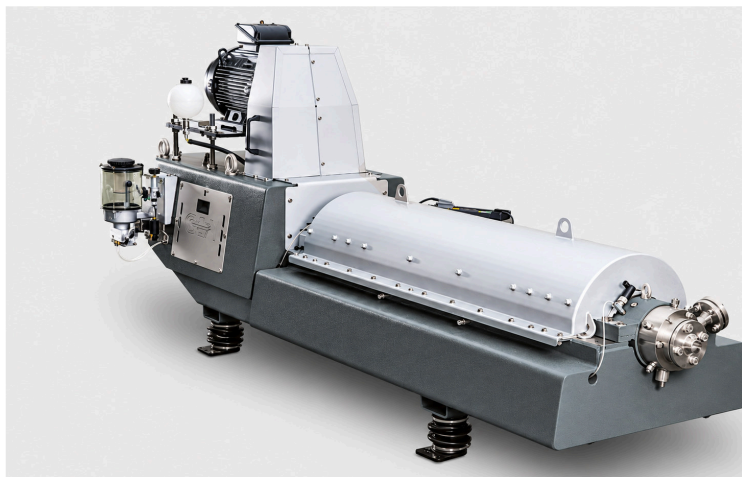
Potência do motor:	11 kW
Vazão:	40 m ³ /h
Pressão:	4 bar
Quantidade:	1 un.

Bomba de circulação de substrato (PU-03)

Potência do motor:	7,5 kW
Vazão:	30 m ³ /h
Pressão:	4 bar
Quantidade:	1 un.

Bomba de filtrado (PU-04)

Potência do motor:	11 kW
Vazão:	40 m ³ /h
Pressão:	4 bar
Quantidade:	1 un.



Centrífuga decantadora (D-01)

Esta centrífuga decantadora foi adaptada para clarificação, separação de líquidos e desaguamento de sólidos. Ela pode ser comparada a um tanque de sedimentação enrolado em torno de um eixo. No tanque, partículas sólidas mais pesadas que o líquido descem pela gravidade e formam uma camada de sedimento no fundo. No tambor rotativo, as partículas mais pesadas se deslocam até a parede interna pela força centrífuga, formando outra camada de sedimento. Como a força centrífuga é de aproximadamente 3000 x g, em vez de 1 x g no campo gravitacional, a separação de sólidos do líquido é muito mais rápida e eficiente.

Especificações

Potência do motor:	55 kW
Vazão:	20 m ³ /h
Quantidade:	1 un.



Gasômetro (GH-01)

O gasômetro armazena biogás e uniformiza sua pressão e composição. Possui duas membranas. A externa é de tecido de poliéster revestido de PVC, resistente às intempéries e protegido contra UV; a interna de armazenamento é de PELD. A permeação máxima de metano é de 260 cm³/m² a 1 bar. A membrana resiste ao biogás e permite operação de -30°C a +60°C. O biogás expande a membrana interna. O ar insuflado entre as membranas pressuriza a interna e mantém o formato da externa.

A pressão do biogás no gasômetro é de 2-5 mbar. As membranas são projetadas e cortadas em máquinas NC e soldadas por alta frequência. Isso melhora a qualidade e a vida útil em comparação com membranas feitas manualmente e soldadas por equipamentos convencionais. Uma válvula de segurança protege o gasômetro contra sobrepressão. Um visor na membrana externa permite observar a membrana interna.

Especificações

Altura:	8,5 m
Diâmetro:	11,3 m
Volume total:	590 m ³
Quantidade:	1 un.



Secador e resfriador de biogás (CHL-01)



A secagem e o resfriamento do biogás são realizados por resfriador de gás e chiller de líquido resfriado a ar. A linha inclui trocadores de baixa pressão, chillers de água e resfriadores a seco RWD. O trocador casco e tubos de uma passagem conduz o gás dentro dos tubos e a água de resfriamento no casco. As partes em contato com o gás são de aço inoxidável 316Ti ou 316L; o casco também é inoxidável. A conexão de saída da câmara de gás é radial e a abertura de inspeção, axial. Aceitação conforme PED 2014/68/EU e AD-Merkblätter, com ensaio de pressão em fábrica.

Especificações

Vazão volumétrica de gás:	1150 m ³ /h
Temperatura do gás na entrada:	+35°C
Temperatura do gás na saída:	+10°C
Potência elétrica:	32 kW
Quantidade:	1 un.



Compressor principal de biogás (BC-01)

O soprador de biogás movimenta o gás e aumenta sua pressão por meio de um impulsor que gira em um canal toroidal, elevando progressivamente sua energia. Transporta o biogás do gasômetro ao consumidor

para uso na caldeira existente.

Especificações

Vazão:	1320 m ³ /h
Pressão:	200 mbar
Potência do motor:	16,0 kW

Quantidade:	2 un.
-------------	-------



Lavador biológico e filtro de carvão ativado

O lavador biológico remove sulfeto de hidrogênio antes do conjunto de resfriamento. Um soprador booster fornece gás a 40 mbar. A adição controlada de ar de processo e micronutrientes favorece a remoção biológica de enxofre. A perda de pressão de 5 mbar deixa 35 mbar na saída do lavador.

Após resfriamento e compressão, o filtro de carvão ativado faz o polimento antes do fornecimento à caldeira existente. A análise do gás monitora o desempenho do tratamento e determina a substituição do carvão. As concentrações especificadas de H₂S são de 2.200 ppm antes do lavador, 100 ppm depois e 0 ppm após o carvão ativado.

Especificações

Capacidade de projeto do lavador	1.150 Nm ³ /h
Ar de processo	10% do biogás bruto
Micronutrientes do lavador	6 kg/dia
Perda de pressão no lavador	5 mbar
Filtro de carvão ativado	1.150 Nm ³ /h
Carga de carvão ativado	300 kg
Perda de pressão no filtro de carvão	5 mbar
Pressão de alimentação do gás	195 mbar
Lavador com soprador booster: potência elétrica	20 kW



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

O analisador determina a composição qualitativa e quantitativa da mistura gasosa. Nos analisadores por absorção, os componentes do biogás são absorvidos sequencialmente por diferentes reagentes. Os analisadores automáticos medem continuamente propriedades físicas ou físico-químicas da mistura ou de seus componentes. A operação utiliza métodos físicos de análise, incluindo reações químicas auxiliares.

Especificações

O conjunto inclui suporte de parede, tela LCD com menu, medidor de vazão / válvula de controle e sensores.

Quantidade:

1 un.

Gases medidos: metano % (CH₄), dióxido de carbono % (CO₂), sulfeto de hidrogênio ppm (H₂S)



Tocha (BF-01)

A tocha realiza a combustão completa, temporária ou periódica, do biogás que não pode ser aproveitado como fonte de energia. O sistema inclui queimador e equipamentos auxiliares. O queimador por injeção reúne bocal com injetor, controle de admissão de ar, tubo de proteção da chama, conexões e comando. O conjunto de combustão é de aço inoxidável. A estrutura sustenta o queimador e a conexão montada verticalmente. O painel fixado à estrutura contém os elementos de monitoramento e controle da ignição e da chama.

Especificações

Vazão:	1150 m ³ /h
Pressão:	min 10 mbar- max 60 mbar
Quantidade:	1 un.

Sistema de água e esgoto



O sistema fornece água de processo, água para os circuitos da instalação, água de uso sanitário e água para combate a incêndio. Os principais elementos são bombas centrífugas de um estágio, destinadas ao bombeamento de efluentes e água de uso doméstico. Os conjuntos de pressurização elevam a pressão de água limpa em instalações industriais. Cada conjunto possui 2-3 bombas em paralelo, instaladas em uma base comum e equipadas com as conexões e válvulas necessárias.

Especificações

Bomba de drenagem

Altura manométrica 4 m

Vazão 2-3 m³/h

Motor 0,24 kW

Equipamentos

Painel de controle da bomba

Placa de base

Manômetros

Válvulas de retenção

Chaves de nível tipo boia

Suportes

Válvulas



Sistema de aquecimento

O sistema aquece a usina e mantém a temperatura constante no fermentador. Inclui bombas de circulação, trocador de calor, coletor e tubulações. O calor da caldeira é transferido pelo trocador e distribuído pelas bombas. O fluido térmico é água tratada com adição de etilenoglicol. A temperatura de entrada no fermentador é de 60°C e a de saída, 40°C.

Especificações

Bomba de circulação do fluido térmico

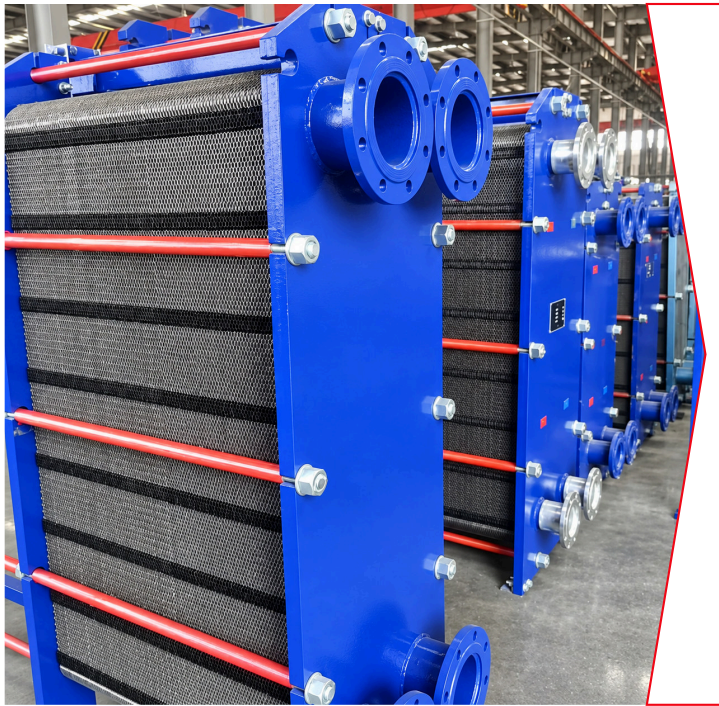
Potência do motor:	2,0 kW
Vazão:	20 m ³ /h
Pressão:	1 bar

Bomba de circulação do fluido térmico

Potência do motor:	0,8 kW
Vazão:	3 m ³ /h
Pressão:	1 bar

Estação de bombeamento de propilenoglicol

Potência do motor:	0,8 kW
Vazão:	1 m ³ /h
Pressão:	4 bar



Trocador de calor de placas (HE-01)

Os trocadores de calor a placas desmontáveis estão entre as soluções mais avançadas para troca térmica. Com capacidades de 5 kW a 30 MW, podem ser utilizados em diversos processos industriais. O equipamento é composto por uma estrutura e um conjunto de placas de transferência de calor. A estrutura inclui placas fixa e móvel, guias superior e inferior e suporte traseiro. Todas as placas do conjunto têm as mesmas dimensões, mas são giradas 180 graus entre si, formando canais alternados para os fluidos quente e frio. Os fluidos escoam em contracorrente, e o calor atravessa a parede das placas. Há dezenas de tamanhos de placas, cada um com diferentes corrugações. A combinação de placas com relevos distintos amplia as configurações possíveis dos canais, permitindo dimensionar o trocador de acordo com a potência requerida e as perdas de carga admissíveis.

Especificações

Vazão volumétrica
Temperatura
Pressão de trabalho

5–100 m³/h
até 90°C
a 4 bar

Capacidade do trocador de calor do substrato
Quantidade:

450 kW
1 un.

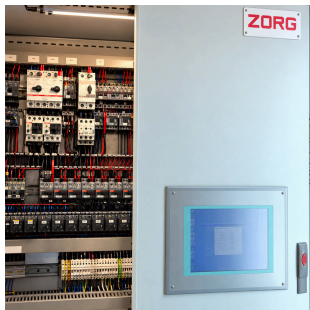


Resfriador a seco (sistema de resfriamento do substrato)

O equipamento resfria o substrato até a temperatura de operação exigida pelo processo. Substratos alimentados em alta temperatura podem provocar aquecimento descontrolado. O resfriador é conectado às tubulações de aquecimento e aos trocadores de calor, sendo acionado quando necessário.

Especificações

Potência térmica:	80 kW
Potência elétrica:	3 kW
Quantidade:	1 un.



Automação e equipamentos elétricos

A automação supervisiona e regula a operação da usina e limita danos. Em emergências, como falha de energia, a instrumentação leva automaticamente a instalação a uma condição segura. Equipamentos elétricos críticos recebem alimentação de emergência. O sistema permite monitoramento em tempo real, identificação e correção imediata de desvios, operação otimizada com economia de recursos e registro dos parâmetros em banco de dados. Inclui painel de controle, sensores de processo e atuadores. O painel utiliza controlador Siemens CPU315-DP2, periferia distribuída Simatic ET200S e painel OP277 Touch com tela sensível ao toque. A comunicação é feita por PROFIBUS e MPI, com interface física RS-485. O programa é desenvolvido no Simatic Step7. O painel é modular: na parte superior ficam a alimentação e os processadores; o sistema Simatic ET200S inclui módulos de entradas e saídas. A parte inferior contém relés de interface e bornes para conexão dos atuadores. Um único operador controla toda a instalação.

Especificações

Quadro de entrada com automação ASE-1, 2, 3

Controlador principal Siemens CPU315-DP2

Periféricos Simatic ET200S

Painel de operação OP277 com tela sensível ao toque

Comunicação PROFIBUS e MPI

Interface RS-485

Sistema de controle Simatic Step7



Conjunto de sensores

Os sensores medem grandezas físicas, como temperatura, pressão e umidade, fornecendo dados ao sistema de controle.

Especificações

Sensor de condutividade

Sensor de pressão / nível

Sensor ultrassônico

Sensor de pressão do gás

Transmissores de temperatura com poços de proteção

Sensor de umidade e temperatura do gás



Laboratório

O monitoramento e o controle dos parâmetros das matérias-primas e da fermentação são importantes para a operação eficiente. O laboratório permite avaliar o teor de matéria seca na alimentação e na massa fermentada, a relação entre ácidos orgânicos voláteis e carbono inorgânico total (FOS/TAC), o grau de digestão do substrato, a produção de biogás e a eficiência do separador.

Equipamentos

Balança analítica
Analisador de umidade
Titulador automático
Medidor de pH de laboratório
Centrífuga
Conjunto de frascos

Especificação dos equipamentos



Nº	Equipamentos	Características	Qtd.
1	Agitador lateral (tanque de recepção)	N=5,5 kW	1
1.1	Motoredutor estanque		1
1.2	Hélice (aço resistente ao desgaste)		1
1.3	Mecanismo de controle do agitador		1
1.4	Suporte do motor elétrico		1
1.5	Conjunto de fixadores		1
2	Agitador central vertical do reator	N=37 kW	1
2.1	Motoredutor estanque		1
2.2	Hélice (aço resistente ao desgaste)		1
2.3	Eixo (adaptado à altura do fermentador)		1
2.4	Pá		1
2.5	Inversor de frequência		1
2.6	Suporte de fixação da parte inferior do agitador		1
3	Válvula de segurança dos digestores		1
4	Agitador lateral (tanque de filtrado)	N=3,0 kW	1
5	Bomba de alimentação de substrato	40 m3/h N=11.0 kW	1
6	Bomba de digestato	40 m3/h N=11.0 kW	1
7	Bomba de circulação de substrato	30 m3/h N=7,5 kW	1
8	Centrífuga decantadora	N=55 kW	1
9	Bomba de filtrado	40 m3/h N=11,0 kW	1

Nº	Equipamentos	Características	Qtd.
10	Gasômetro de PVC	590 m3	1
10.1	Membrana de proteção climática	Ø11,3 m	1
10.2	Membrana do gasômetro PELD, permeação de metano max.260 cm3/m2*d*1 bar, 650 N/5cm Resistente ao biogás		1
10.3	Soprador de ar	16A, 0,5kW	
10.4	Válvula de sobrepressão e vácuo		1
10.5	Sensor de nível da cúpula		1
10.6	Sistema de montagem		1
10.7	Acessórios		1
10.8	Válvula de segurança		1
11	Sistema de resfriamento do biogás	1150m3/h	1
11.1	Chiller		1
11.2	Trocador de calor		1
11.3	Tanque de propilenoglicol		1
12	Filtro de carvão ativado		1
12.1	Número de colunas de carvão	300 kg	1
13	Compressor de biogás	Q=1320 m3/h, H=200 mbar, N=16 kW	2
14	Medidor de vazão eletromagnético		1
15	Tocha	1150 m3/h	1
16	Analizador de gás	conj.	1
17	Equipamentos de gás incluídos	conj.	1
17.1	Bomba de drenagem com boia	DN=50, Q=1m3/h, H=13 m	2

Nº	Equipamentos	Características	Qtd.
18	Sistema de fornecimento de calor	conj.	1
18.1	Vaso de expansão com membrana	V=1000 l,P=6Bar T=120°C	1
18.2	Bomba de circulação do fluido térmico	Q=30 m3/h,H=1bar	1
18.3	Estação de bombeamento de propilenoglicol para aquecimento do sistema	Q=1,0 m3/h, H=4 bar	1
18.4	Bomba de circulação para fornecer fluido térmico ao digestor	Q=18 m3/h, H=1.1 bar	1
19	Sistema completo de água e esgoto, desmontado	conj.	1
20	Automação e equipamentos elétricos	conj.	1
20.1	Quadro de distribuição de entrada com automação DB-1		1
20.2	Quadro de distribuição de entrada com automação DB-2		1
21	Sensores, conjunto		1
21.1	Sensor de pressão do gás 0,025 bar		2
21.2	Sensor de pressão do gás 0,4 bar		2
21.3	Sensor de pressão (nível do substrato) 1,0 bar		4
21.4	Sensor de pressão (pressão do substrato) 2,5bar		4
21.5	Termômetro de resistência (temperatura do gás)		3
21.6	Termômetro com poço termométrico (temperatura do substrato no fermentador)		3
21.7	Termômetro com poço termométrico (temperatura do substrato no tanque do digestor)		3
21.8	Termômetro de resistência (temperatura do fluido térmico)		3
21.9	Sensor condutométrico de nível máximo		3
21.10	Sensor condutométrico de nível de água		3
21.11	Sensor de posição da cúpula		1
21.12	Sensor de pressão do fluido refrigerante	SEN 3276 B065 G1/2 6Bar	2

Nº	Equipamentos	Características	Qtd.
22	Resfriador a seco de 80 kW térmicos		1
23	Laboratório	conj.	1
24	Tanque de aço esmaltado	244 m3	2
25	Tanque de aço esmaltado (reator)	7339 m3	1

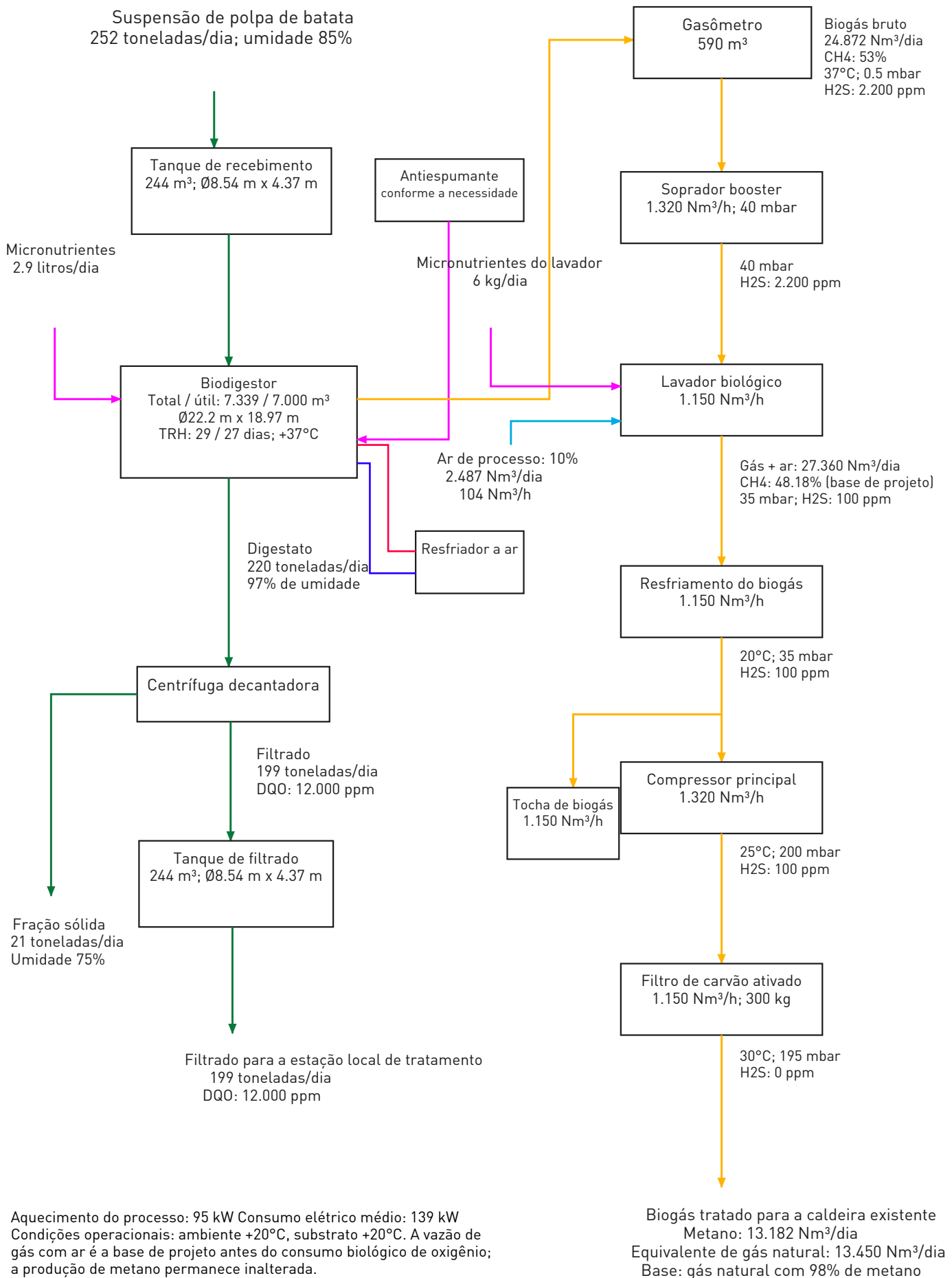
26	Lavador biológico com sala técnica	1150 Nm³/h	1
26.1	Soprador de gás a montante	1320 Nm³/h 40 mbar	1

ANEXOS



Diagrama de fluxo de materiais

Anexo 1

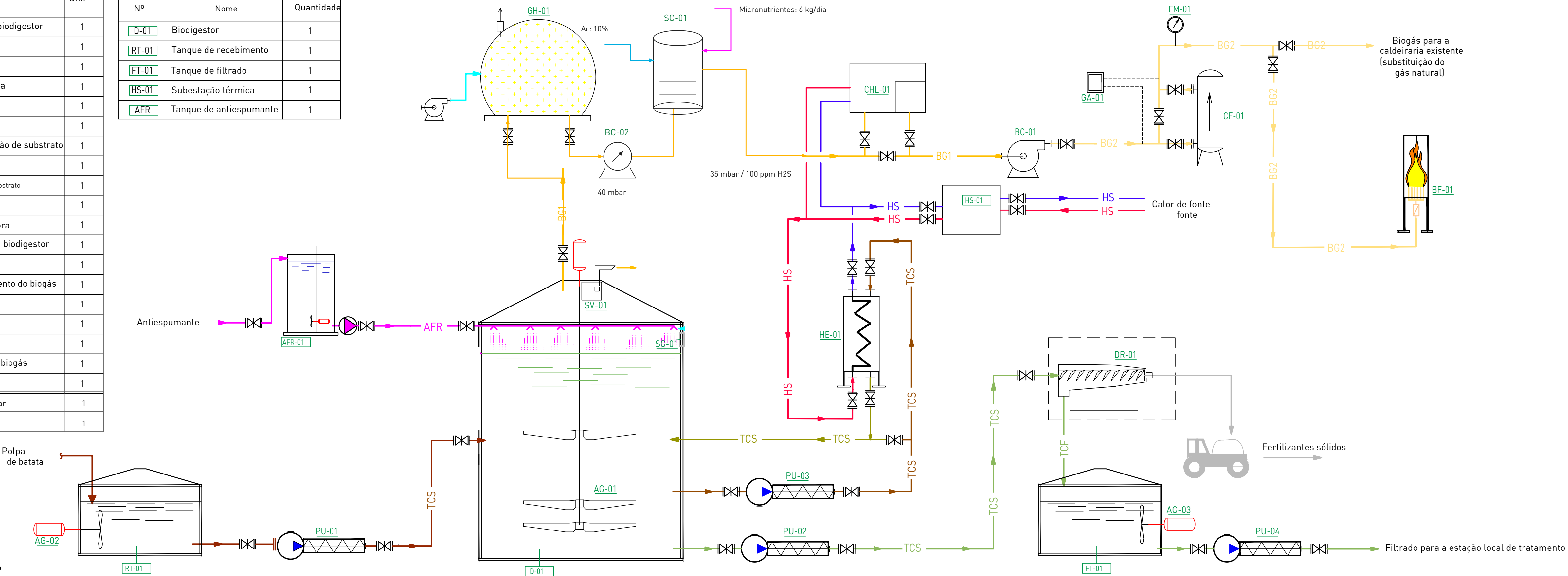


Aquecimento do processo: 95 kW Consumo elétrico médio: 139 kW
Condições operacionais: ambiente +20°C, substrato +20°C. A vazão de gás com ar é a base de projeto antes do consumo biológico de oxigênio; a produção de metano permanece inalterada.

Especificação		
Nº	Nome	Qtd.
AG-01	Agitador central do biodigestor	1
AG-02	Agitador lateral	1
AG-03	Agitador lateral	1
SV-01	Válvula de segurança	1
SG-01	Visores	1
AB-01	Soprador de ar do lavador	1
PU-01	Bomba de alimentação de substrato	1
PU-02	Bomba de digestato	1
PU-03	Bomba de circulação de substrato	1
PU-04	Bomba de filtrado	1
DR-01	Centrífuga decantadora	1
HE-01	Trocador de calor do biodigestor	1
GH-01	Gasômetro	1
CHL-01	Sistema de resfriamento do biogás	1
BC-01	Soprador de biogás	1
CF-01	Filtro de carvão ativado	1
BG-01	Analizador de biogás	1
FM-01	Medidor de vazão de biogás	1
BF-01	Tocha de biogás	1
BC-02	Soprador de gás, 40 mbar	1
SC-01	Lavador biológico	1

Estruturas		
Nº	Nome	Quantidade
D-01	Biodigestor	1
RT-01	Tanque de recebimento	1
FT-01	Tanque de filtrado	1
HS-01	Subestação térmica	1
AFR	Tanque de antiespumante	1

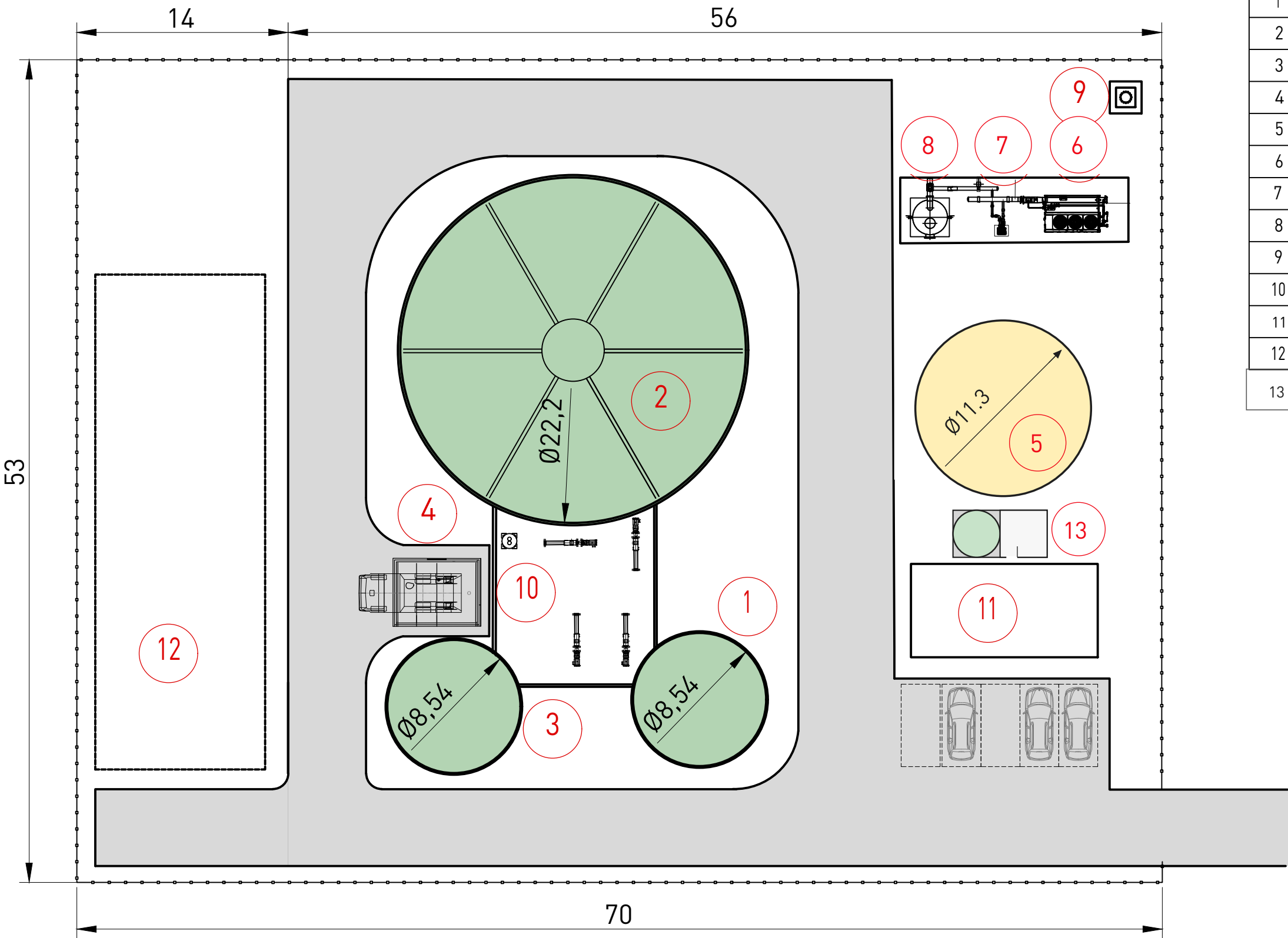
Diagrama de processo



Legenda das tubulações

- TCS Substrato
- TCF Filtrado
- BG1 Biogás
- BG2 Biogás
- HS Tubulação de aquecimento
- AFR Antiespumante

Planta de implantação



Identificação das estruturas

Nº	Nome	Observações
1	Tanque de recebimento	RT-01
2	Biodigestor	D-01
3	Tanque de filtrado	FT-01
4	Plataforma da centrífuga	DR-01
5	Gasômetro	GH-01
6	Sistema de resfriamento do biogás	CHL-01
7	Compressor de biogás	BC-01
8	Filtro de carvão ativado	CF-01
9	Queimador de biogás	BF-01
10	Sala de equipamentos	ER-01
11	Sala técnica	TR-01
12	Estação local de tratamento de efluentes	ETE
13	Lavador + sala técnica	SC-01

Anexo 4

Usina de biogás					
Nome do equipamento	Pot. instalada (kW)	Quantidade (un.)	Potência total instalada (kW)	Horas de operação por dia	Consumo em kWh por dia
Agitador vertical do reator	37,0	1	37,0	18,0	666,0
Agitador lateral do tanque de recepção	5,5	1	5,5	12,0	66,0
Agitador lateral no tanque de filtrado	3,0	1	3,0	12,0	36,0
Sistema de resfriamento do biogás	32,0	1	32,0	24,0	768,0
Compressor de biogás	16,0	2	32,0	12,0	384,0
Bomba de alimentação de substrato	11,0	1	11,0	6,0	66,0
Centrífuga decantadora	55,0	1	55,0	8,0	440,0
Bomba de substrato para o separador	11,0	1	11,0	8,0	88,0
Bomba de filtrado	11,0	1	11,0	5,0	55,0
Bomba de circulação de substrato para o trocador de calor	7,5	1	7,5	12,0	90,0
Soprador de ar para membrana dupla	1,0	1	1,0	24,0	24,0
Sistema de resfriamento do digestor	4,0	1	4,0	24,0	96,0
Bomba de circulação do fluido térmico para o reator	0,8	1	0,8	24,0	18,0
Bomba de circulação do fluido para resfriamento do reator	2,0	1	2,0	24,0	48,0
Bomba de circulação de água quente do prédio técnico	0,1	1	0,1	24,0	1,9
Estação de bombeamento de propilenoglicol	0,8	1	0,8	0,5	0,4
Bomba de drenagem	1,0	2	2,0	0,5	1,0
Iluminação da área da usina de biogás	1,0	1	1,0	8,0	8,0
Refletores dos visores dos biodigestores	0,1	1	0,1	0,5	0,0
Iluminação de serviço do quadro elétrico	0,1	1	0,1	0,5	0,1
Lavador biológico com soprador booster	20,0	1	20,0	24,0	480,0
Potência total instalada, kW			237		
Consumo total de energia elétrica, kWh/dia					3336
Potência total consumida, kW					139

Preços da usina de biogás para 252 toneladas de polpa de batata/dia

Pos.	Nome	Preço unitário, EUR	Subtotal, EUR
1	Projeto executivo	48.300	48.300
2	Supervisão	40.000	40.000
3	Partida e treinamento	40.000	40.000
4	Despesas de hospedagem e viagem	20.000	20.000
5	Laboratório	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 alimentação de substrato 11kW	18.900	18.900
10	Bomba de digestato 11kW	18.900	18.900
11	Bomba de circulação de substrato 7,5kW	16.100	16.100
12	Bomba de filtrado 11kW	18.900	18.900
13	Válvula gaveta para substrato	4.900	49.000
14	Válvula de substrato com atuador elétrico	5.600	22.400
15	Gasômetro 590 m3	39.000	39.000
16	Chiller de biogás	73.500	73.500
17	Soprador de biogás	15.400	30.800
18	Filtro de carvão ativado, 300 kg	24.500	15.400
19	Queimador de biogás	88.900	88.900
20	Analizador de gás	18.900	18.900
21	Unidade de tratamento de gás	31.500	31.500
22	Proteção contra sobrepressão e vácuo	8.400	8.400
23	Abastecimento de água e esgoto	25.200	25.200
24	Central de aquecimento	31.500	31.500
25	Resfriador a seco (resfriamento do substrato no fermentador)	25.900	25.900
26	Automação e painel elétrico	138.000	138.000
27	Sensores (conjunto)	25.000	75.000
28	Lavador biológico	150.000	150.000
29	Tanque do reator 7339 m3	756.800	756.800
30	Tanque de recepção 244 m3	62.400	124.800
31	Flotador	142.400	142.400
32	Trocador de calor do substrato	15.400	15.400
33	Obras civis e instalação	0	500.000 Cliente
			2.230.500
			2.230.500

Prazos de execução e pagamentos

Meses	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	10	11	12
Documentação do projeto	50%		50%										
Aprovações e licenças													
Equipamentos				30%		25%	25%	20%					
Entrega						25%	25%	25%	25%				
Construção													
Supervisão				50%			50%						
Partida da usina de biogás											50%	50%	

Contratos

O projeto é executado simultaneamente sob vários contratos

- Contrato de engenharia
- Contrato de fornecimento de equipamentos
- Contrato de supervisão
- Contrato de partida e treinamento

Itens excluídos do escopo da usina de biogás:

- 1) Relatório do projeto, licenças e autorizações de obra e adaptação da documentação por empresa local de engenharia habilitada para obter as licenças. A empresa carimba a documentação e assume a representação do projeto, sem alterar seu conteúdo. 10 000 - 15 000 EUR
- 2) Levantamentos topográficos e geológicos 3000-7000 EUR
- 3) Transformador e linha elétrica externa: 50 kW para partida e construção e 139 kW para operação normal.
- 4) Vias externas.
- 5) Fornecimento temporário de água durante a construção e os testes hidráulicos dos reatores: pelo menos 300 m³ de água por dia. Pode ser água de uso técnico de rio, lago ou poço, sem salinidade.
- 6) Inóculo para a partida: biomassa de outra usina de biogás ou, eventualmente, dejetos bovinos, outros dejetos ou lodo de estação municipal de tratamento de esgoto. O cliente deve fornecer o inóculo uma única vez, durante 1–2 semanas, para preencher pelo menos 15–20% do volume do reator, 2000 m³. O restante é preenchido com a água mencionada acima.
- 7) Máquinas para transportar fertilizante sólido da usina de biogás aos campos agrícolas (caminhão, pá carregadeira, trator).
- 8) Carvão ativado: 0,3 tonelada/ano x 1.800 EUR/tonelada = 540 EUR/ano
- 9) Micronutrientes do lavador: 6 kg/dia (2,19 toneladas/ano).
- 10) Antiespumante: 1 tonelada por ano (óleos vegetais, como óleo de palma ou de canola).
- 11) Água desmineralizada para o sistema de aquecimento: 2,0 toneladas.
- 12) Peças de reposição para dois anos: 80.000 EUR.



Centro empresarial "Twin Yards"
Walter-Gropius-Straße 23,
DE-80807, Munique, Alemanha

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

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