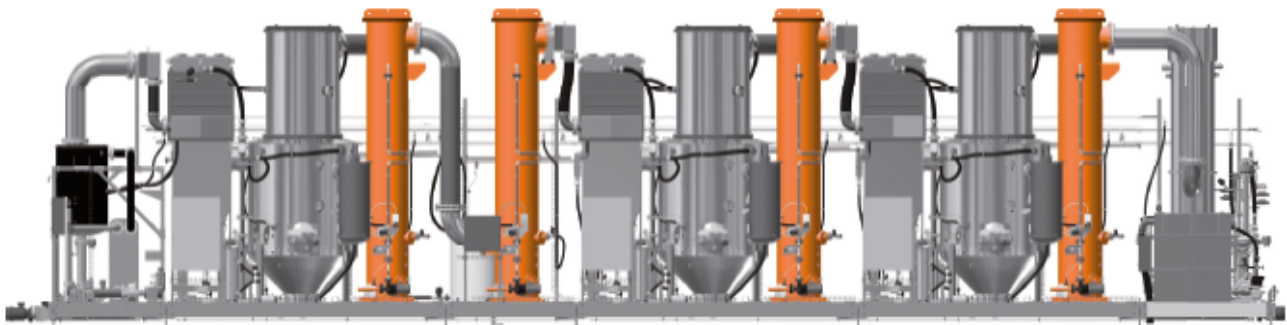


Evaporador térmico al vacío DV4000-4S

Principio de funcionamiento

Aprovechamiento del calor en varias etapas al vacío con lavador de vahos:

- En el módulo de calefacción se extrae calor del circuito de calefacción y la etapa 1 del evaporador se calienta al vacío con vahos (65 °C).
- El digestato del depósito de proceso recircula por el intercambiador de calor de la etapa 1. La energía aportada supera el punto de ebullición y genera vapor de agua.
- Los vahos pasan por el lavador de vahos para fijar el nitrógeno (ASL) y llegan al intercambiador de calor de la etapa 2. Allí calientan el digestato de la etapa 2, condensan y se extraen como destilado.
- Los pasos se repiten hasta el módulo de refrigeración, donde condensan los vahos de la última etapa. La menor presión en cada etapa permite aprovechar el calor varias veces.



Evaporador DV (ilustración de ejemplo): módulo de calefacción, etapas de evaporación con lavador de vahos, módulo de refrigeración

Datos de rendimiento

Caudal de alimentación	4.300 l/h
Producción específica de destilado	4,3 l/kWh térmico (valor de diseño)
Caudal de destilado	máx. 2.300 l/h
Demanda de calor	máx. 600 kW térmicos
Temperatura de impulsión	82 °C (rango de operación 65 a 85 °C)
Alimentación	fracción líquida de digestato procedente de residuos, subproductos o cultivos energéticos
Materia seca en la alimentación	máx. 4,5 % MS
Concentrado	hasta aprox. 12 % MS
Tamaño de partícula	< 250 µm
Dimensiones L × An × Al	27,0 m × 3,0 m × 5,5 m
Tensión de servicio	3/400 V N PE 50 Hz
Peso en vacío	aprox. 38 t

Tres corrientes aprovechables

- **Destilado:** fracción acuosa; reutilizable como agua de proceso o de recirculación; calidad de vertido solo con etapas adicionales de afino específicas del emplazamiento.
- **Solución de sulfato de amonio (ASL):** procedente del lavador de vahos; fertilizante mineral N/S, solución al 35 a 40 %, aprox. 75 kg N/t.
- **Concentrado:** fracción orgánica rica en nutrientes; reducción de volumen de hasta aprox. 70 %.

Componentes principales y fabricantes

- **Generación de vacío:** bomba de vacío de tornillo en seco Busch (serie COBRA), sin aceite y sin contacto, con separación de condensado previa, refrigerada por agua; bajo mantenimiento, sin arrastre de fluido de servicio al destilado
- **Bombas de recirculación:** Calpeda o Salvatore Robuschi, con cierre mecánico doble y presión de barrera
- **Bombas de concentrado y especiales:** Netzsch (tornillo excéntrico) o Grundfos
- **Lavador de vahos:** PP; dosificación de ácido sulfúrico ProMinent, diseñada para ácido sulfúrico al 96 %; depósito de PE, línea de alimentación de PVC-U o PTFE
- **Valvulería:** GEMÜ (válvulas de plástico y de membrana, lado ácido y ASL), Bürkert (lado de acero inoxidable)
- **Sensores e instrumentación:** Endress+Hauser y Bürkert
- **Sistema de control:** Siemens (PLC y HMI)
- **Variadores de frecuencia:** Siemens, montados fuera del armario de control; el armario permanece cerrado (protección IP, sin ventilación forzada, sin aire ambiente corrosivo en la electrónica)
- **CIP:** limpieza in situ integrada, ácida y alcalina
- **Condensación y refrigeración:** condensador con aerorrefrigerador
- **Materiales:** partes en contacto con el medio de acero inoxidable 1.4571 / 1.4301; lado ácido y ASL de PE, PP, PVC-U, PTFE
- **Mantenimiento remoto:** VPN mediante Ewon / Talk2M

Sus ventajas

- Acero inoxidable 1.4571 / 1.4301 en todas las partes en contacto con el medio
- Sin piezas móviles ni cepillos en el digestato: bajo mantenimiento, alta disponibilidad
- CIP integrado (ácido y alcalino): limpieza automática y preventiva
- Armario de control cerrado con variadores montados fuera: sin ventilación forzada, electrónica protegida
- Modular: de 1 a 4 etapas de evaporación por línea, ampliable a varias líneas con la misma periferia
- Valor de diseño 4,3 litros de destilado por kWh térmico; 4,7 l/kWh medidos en operación en una planta de referencia
- El nitrógeno se fija como ASL en el lavador de vahos; el ácido sulfúrico y el digestato nunca se mezclan
- Operación automática 24/7 con poco personal, avisos de fallo y mantenimiento remoto por VPN

Conformidad

La instalación de evaporación cumple los requisitos esenciales de las siguientes directivas:

- Directiva de Máquinas 2006/42/CE
- Directiva de Compatibilidad Electromagnética 2014/30/UE

En cuanto a los riesgos eléctricos, se cumplen los objetivos de seguridad de la Directiva de Baja Tensión 2014/35/UE conforme al anexo I, punto 1.5.1, de la Directiva de Máquinas 2006/42/CE.

Normas armonizadas aplicadas (selección): EN ISO 12100:2010, EN ISO 13850:2015, EN ISO 13732-1:2008, DIN EN IEC 61000-6-2:2019-11

Cada proyecto comienza con un concepto marco y una oferta presupuestaria; el diseño vinculante se realiza tras una evaporación de prueba en laboratorio con su propio material.