

Filtros Banda al Vacío: Máxima Eficiencia en Recuperación de sacarosa



¿Qué es la cachaza?

- Es el producto separado del jugo de caña en clarificación y filtración.
- Incluye sólidos del jugo crudo, precipitados por calentamiento/alcalización y bagacillo fino agregado como ayuda filtrante.
- Se estima que alrededor de 70% de humedad y una producción típica de 30–80 kg de torta/t caña; un valor medio razonable es 50 kg/t caña.



La cachaza nace en la frontera entre clarificación, filtración y manejo de residuos.

no es solo residuo; es una corriente de proceso con azúcar retenida.

¿Por qué importa recuperar sacarosa?



- La torta retiene jugo azucarado dentro de una matriz de sólidos, fibra, ceras, sales y humedad.
- Se estima que 5–15% de azúcar en base seca en la composición típica de cachaza.
- El azúcar de la torta proviene del jugo que la impregna; por eso el lavado busca sustituir jugo por agua.

El azúcar residual queda atrapado en la torta húmeda.

Cada punto de pol en cachaza es sacarosa que ya fue extraída, pero no recuperada.

Magnitud económica de la pérdida

- Ejemplo ilustrativo: $10,000 \text{ t caña/día} \times 50 \text{ kg cachaza/t caña} = 500 \text{ t/día de cachaza}$.
- Con 70% de humedad, se tiene 30% de sólidos secos se obtienen aproximadamente 150 t/día de sólidos secos.
- Si la cachaza contiene 5–15% azúcar seca, la pérdida potencial equivale a 7.5–22.5 t/día de azúcar en torta.



La recuperación de azúcar tiene impacto técnico y económico.

Un filtro se justifica por las toneladas de sacarosa que evita perder en la cachaza, no solo por su capacidad de procesamiento.

Variables que determinan la pérdida de pol

1 Carga de sólidos

Alimentación más cargada y densa genera torta más exigente y mayor pol residual.

2 Tierra y arena

Presencia de partículas minerales que elevan los sólidos a filtrar y reducen permeabilidad.

4 Lavado

Distribución, temperatura y cantidad de agua condicionan el desplazamiento del jugo y la pol en la torta.

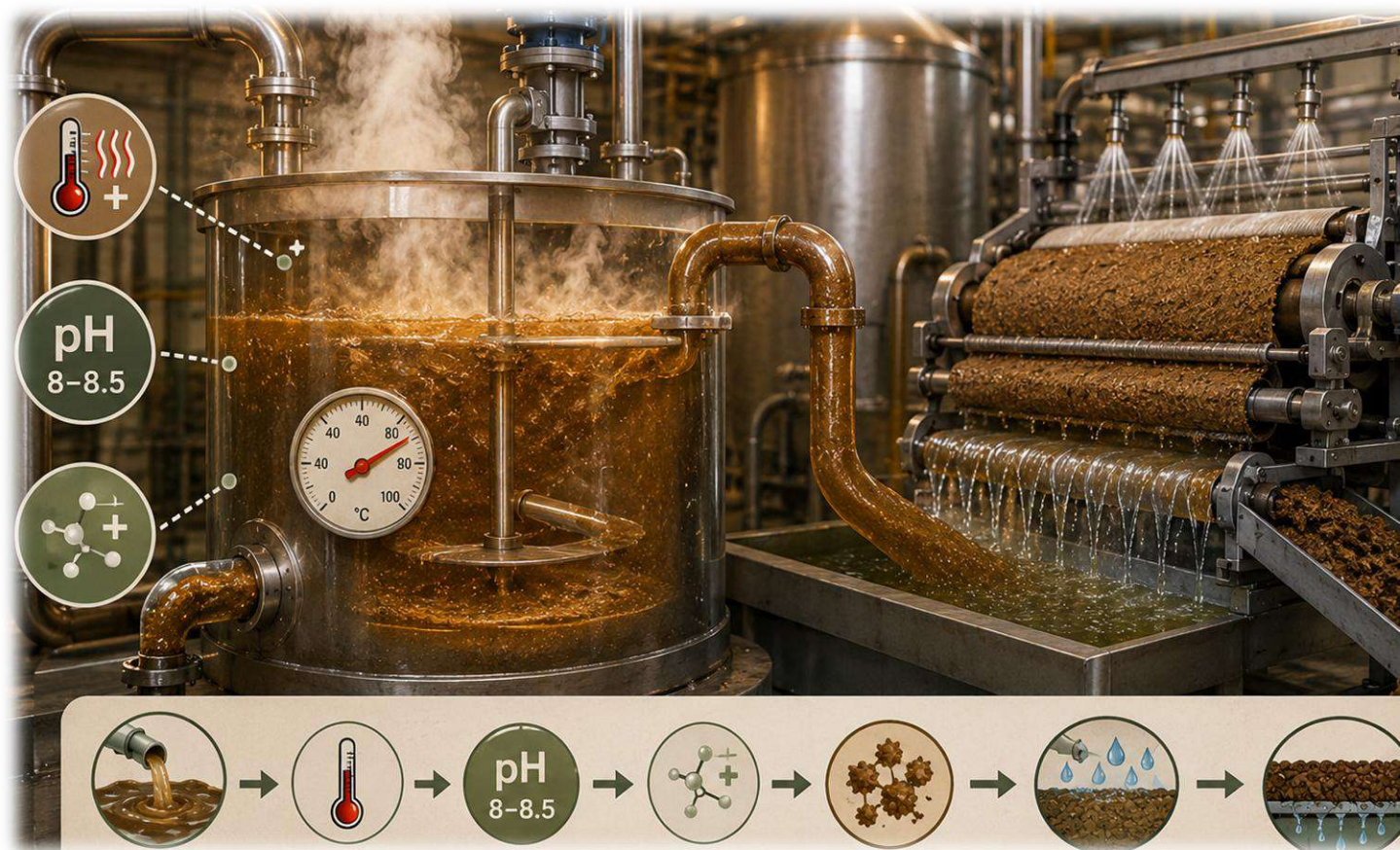
3 Bagacillo

Cantidad, tamaño y calidad del bagacillo modifican la estructura de la torta y la retención de sólidos.



Acondicionamiento del lodo: temperatura y pH

- Mantener elevada la temperatura de alimentación y agua de lavado para minimizar pérdidas microbiológicas.
- El agua de lavado debe ser preferiblemente condensado caliente, alrededor de 80 °C o más.
- Los jugos alcalinos filtran mejor y recomienda pH 8–8.5, evitando exceso de alcalinidad.



Temperatura y pH condicionan permeabilidad, microbiología y calidad del filtrado.

La filtración empieza antes del filtro: en la preparación del lodo.

Bagacillo como ayuda filtrante



- El bagacillo forma una estructura porosa que mejora la filtrabilidad del lodo.
- Se recomienda bagacillo muy fino, menor de 0.85 mm, preferiblemente de fibra corta y médula.
- Las fibras largas tienen poca capacidad filtrante y pueden ser perjudiciales para una torta uniforme.

La fibra fina crea caminos de drenaje y soporte para los sólidos.

El bagacillo correcto convierte lodo difícil en torta filtrable.

Lavado de torta: etapa clave

- El pol en cachaza se reduce aplicando agua de lavado sobre la superficie de la torta.
- Rango típico de aplicación: 1-2 kg de agua/kg torta.
- La distribución uniforme evita zonas secas, canalización y lavado ineficiente.
- El agua caliente ayuda a mantener ceras fluidas y limita crecimiento bacteriano.



El lavado desplaza jugo azucarado y lo devuelve al proceso.

La eficiencia de lavado define la diferencia entre filtrar y recuperar.

Límite práctico: azúcar recuperada vs vapor



La recuperación óptima requiere balance entre azúcar y energía.

- Más agua de lavado reduce pol en cachaza, pero aumenta el agua que debe evaporarse.
- Se recomienda balancear el beneficio contra capacidad de absorción de la torta, canalización, uso alterno como imbibición y demanda de vapor.
- También puede bajar la pureza del filtrado por lixiviación de impurezas parcialmente solubles.

No se trata de usar más agua, sino de usarla mejor.

El Filtro Banda

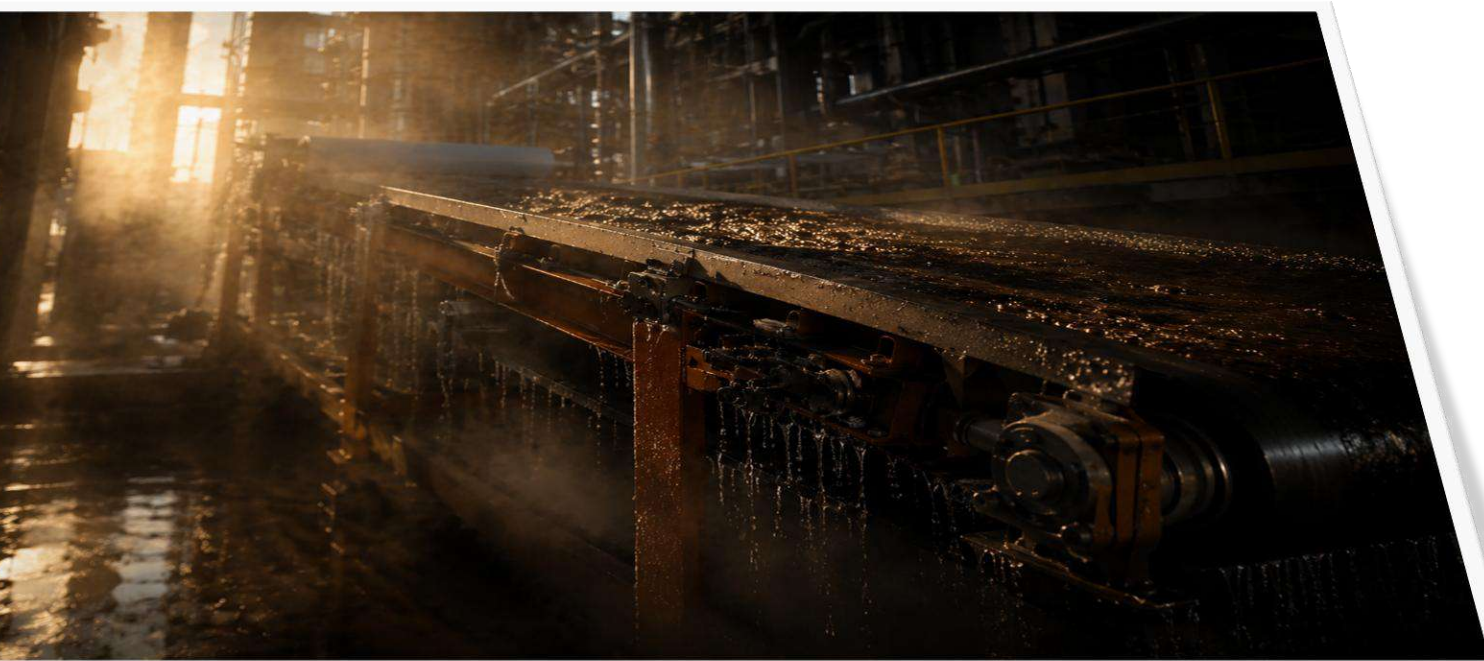
- El objetivo industrial no es solo separar sólidos: es recuperar sacarosa con torta estable y humedad controlada.
- Un buen sistema debe formar torta uniforme, permitir lavado distribuido y descargar de manera continua.
- El filtro banda puede presentarse como solución si demuestra área disponible, control de lavado, facilidad de inspección y desempeño medible.



La solución comercial debe conectarse con criterios técnicos medibles.

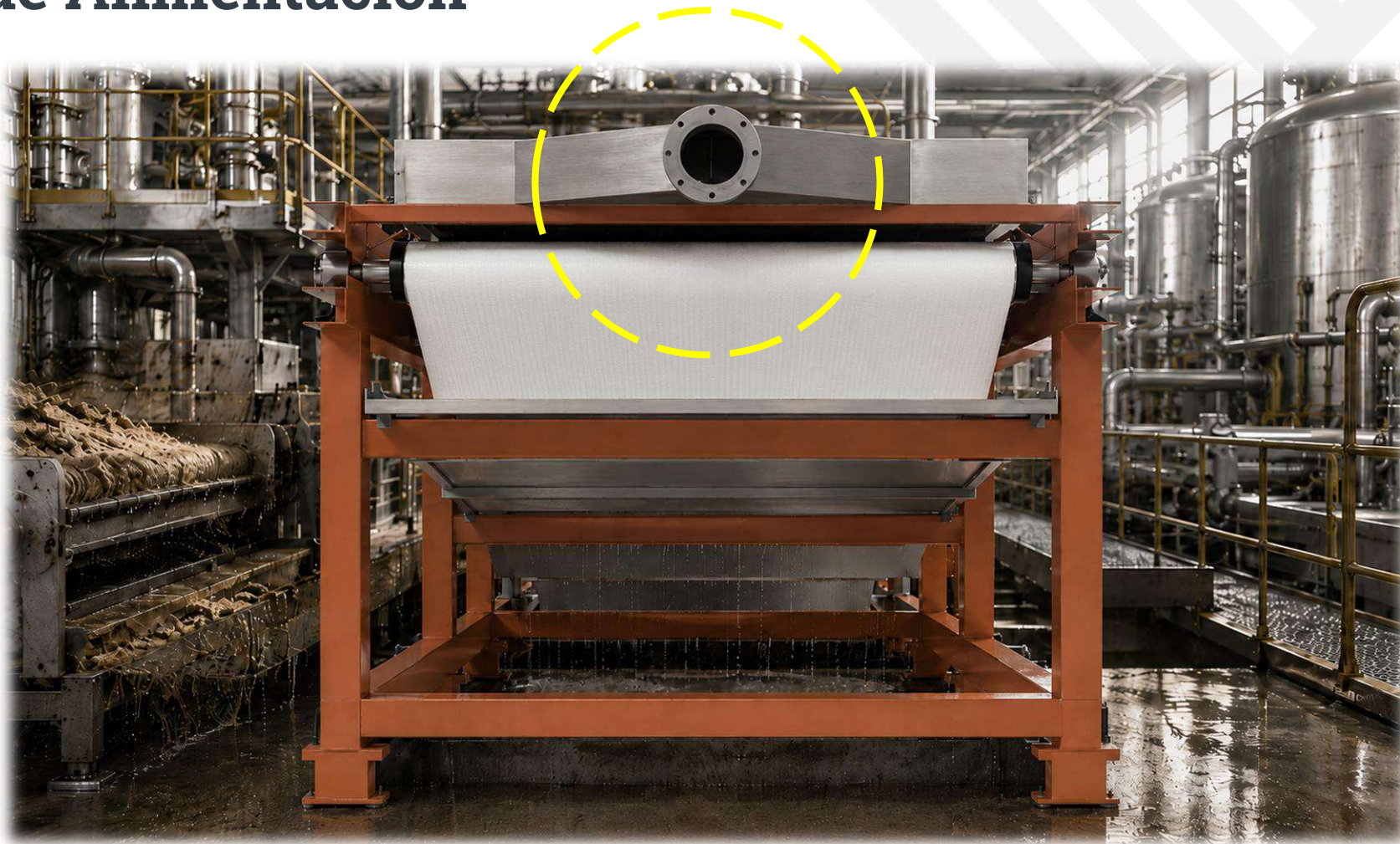
Transición: del antecedente bibliográfico al desempeño del filtro banda.

Criterio de evaluación para la solución



- Menor pol en cachaza
- Humedad de torta manejable
- Lavado uniforme sin canalización
- Claridad/retención de sólidos en el filtrado
- Menor costo total considerando agua, vapor y recuperación de azúcar

Tolva de Alimentación



Tolva de Alimentación

Principales características

- Distribución uniforme: El equipo está diseñado para garantizar que el lodo ingrese de manera suave y uniforme, formando una capa homogénea.
- Nivelación ajustable: Cuenta con un sistema de nivelación que mantiene una distribución uniforme del lodo.
- Facilidad de limpieza: El Filtro Prensa facilita la limpieza periódica, evitando obstrucciones y garantizando un funcionamiento eficiente.

Especificaciones técnicas

- Capacidad de procesamiento de hasta 12 TCH.

Cuidados necesarios

- Nivelación
- Limpieza



Tela Primaria



Tela Primaria

Principales características

Como su nombre lo indica, la tela primaria constituye la primera etapa del proceso de filtración. Su función es distribuir el lodo a lo largo de todo el equipo, pasando inicialmente por el sistema de embebición, posteriormente por las bandejas de vacío y finalmente por los rodillos de prensado.

Longitud

- **22.000 mm**, proporcionando amplia cobertura y una distribución eficiente del lodo.

Ancho

- **2.200 mm**, diseñado para ofrecer una amplia superficie de filtración y máxima eficiencia.

Apertura

- **0,7 mm**

Material

- Poliéster, sin hilo de relleno



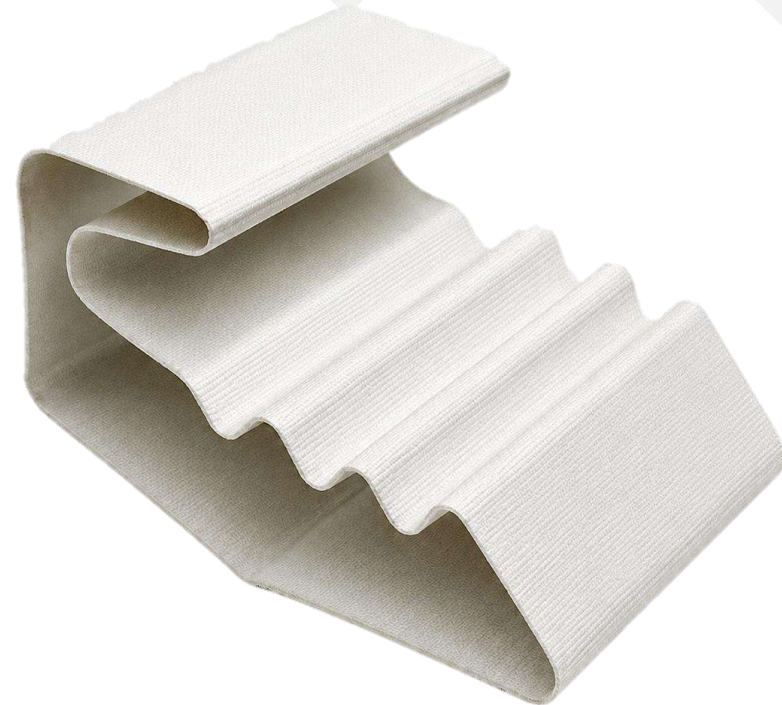
Tela Secundaria



Tela Secundaria

Principales características

- Como su nombre lo indica, esta es la segunda tela del sistema.
- Sus características son idénticas a las de la tela primaria, diferenciándose únicamente por su longitud, que es de 12.000 mm.
- Su función consiste en formar un "sándwich" junto con la tela primaria para conducir el material hacia los rodillos de prensado.



Rodillos de Soporte de la Tela



Principales características

- La función principal de estos rodillos es sostener la tela primaria durante su paso por la zona de imbibición y conducir eficientemente el lodo hacia las bandejas de vacío.



Sistema de Imbibición



Sistema de Imbibición

Principales características

- El sistema de imbibición es una de las partes más críticas del proceso y requiere atención y cuidados especiales. Está compuesto por 7 tubos distribuidores, cada uno equipado con 9 boquillas.

**Sistema de Imbibición
en Funcionamiento**



Sistema de Vacío



Sistema de Vacío

Principales características

- El sistema de vacío está dividido en dos etapas: Vacío primario (alto vacío) y Vacío secundario (bajo vacío).

**Sistema de Vacío
Primario**



**Sistema de Vacío
Secundario**



Sistema de Prensado

Principales características

- Este sistema está diseñado para prensar el lodo con el objetivo de extraer la mayor cantidad posible de líquido.
- Reduce significativamente la humedad y el contenido de POL en la torta, optimizando la eficiencia del proceso.



Área de Descarga de Lodo

Principales características

- El área de descarga corresponde al final del proceso de extracción.
- Después de todo el procesamiento, el lodo puede ser transportado al área de preparación para posteriormente incorporarse al acondicionamiento y fertilización del suelo.
- Esta sección cuenta con dos raspadores: Uno para la tela primaria y uno para la tela secundaria.



Área de Descarga



Sistema de Limpieza

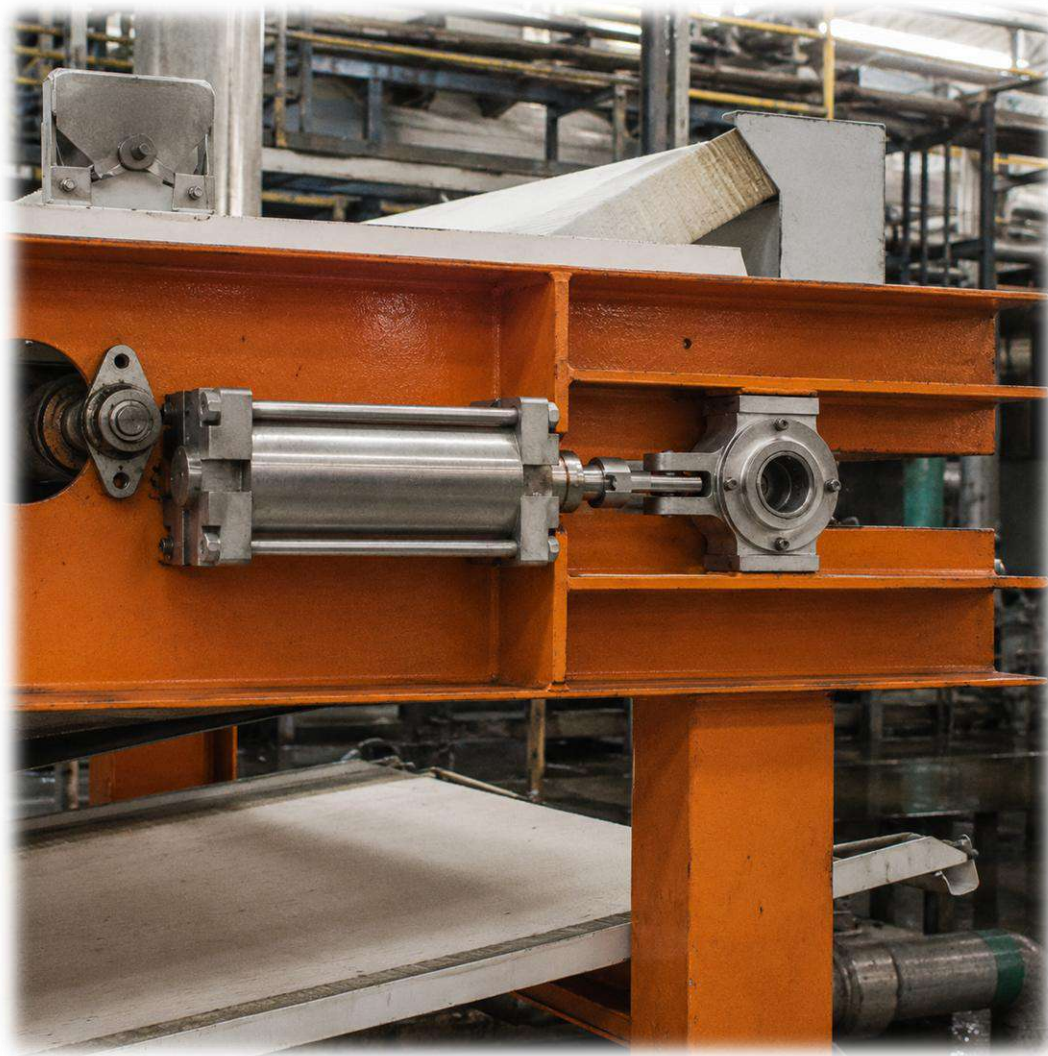
Principales características

- En el retorno de las telas, tanto primaria como secundaria, se encuentran instalados los sistemas de limpieza.
- Cada tela posee su propio sistema, aunque ambos operan utilizando la misma línea de agua.

Presión de Trabajo

- Entre 6 y 8 kgf/cm².
- Se recomienda instalar filtros en la línea de agua para evitar el taponamiento de las boquillas y garantizar una limpieza eficiente de las telas.





Sistemas Neumáticos

Principales características

- Este equipo está compuesto por dos sistemas independientes. El primero garantiza que las telas permanezcan siempre correctamente tensadas, mientras que el segundo controla los pistones de alineación.

Sistema de Tensionamiento de las Telas

- Compuesto por cuatro pistones: dos para la tela primaria y dos para la tela secundaria.
- Estos pistones tienen la función de tensar y amortiguar las telas.



Sistemas Neumáticos

Sistema de Alineación de Telas

- Su función es garantizar el correcto alineamiento de las telas.
- Cuenta con dos pistones que trabajan junto con válvulas guía, responsables de controlar el movimiento y mantener el alineamiento.
- Para ambos sistemas neumáticos es obligatoria la instalación de reguladores y lubricadores para mantener la presión adecuada y asegurar la correcta lubricación del sistema.



Buenas Prácticas de Operación

Hasta adquirir suficiente experiencia y contar con una automatización bien ajustada, el filtro requiere especial atención en los siguientes aspectos:

- Lubricación de las chumaceras.
- Limpieza del equipo.
- Verificación del nivel de aceite.
- Revisión del funcionamiento de las boquillas de limpieza y de imbibición.
- Verificación del espesor de la torta para mantener la estandarización.
- Control de la velocidad de la tela.
- Preparación del lodo (cantidad y tipo de polímero).
- Concentración del lodo a la salida del decantador.
- Concentración del lodo a la entrada del filtro.

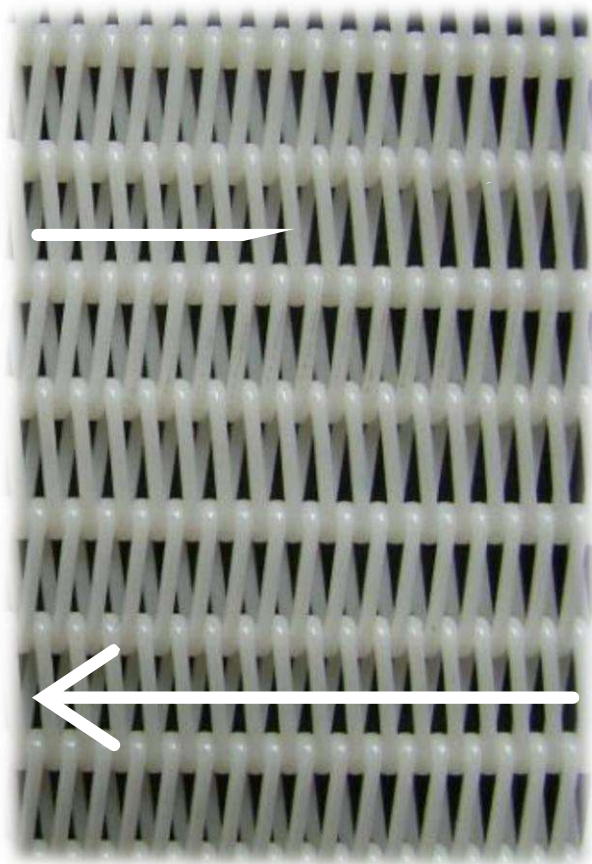
Beneficios

- Mayor área de filtración.
- Ahorro de agua.
- Torta con baja humedad.
- Alta disponibilidad operativa.
- Menor consumo de agua para lavado.
- Bajo consumo energético..



Buenas Prácticas de Operación

Forma correcta
de pasar el hilo



Forma incorrecta
de pasar el hilo





Prodek
Serving the Industry

10900 N.W. 21st Street, Unit 190, Miami, Fl. 33172
T: +1 (305) 594-4488 / WA: +1 (786) 271-6720



E-mail: info.prodek@prodekinc.com
www.prodekinc.com

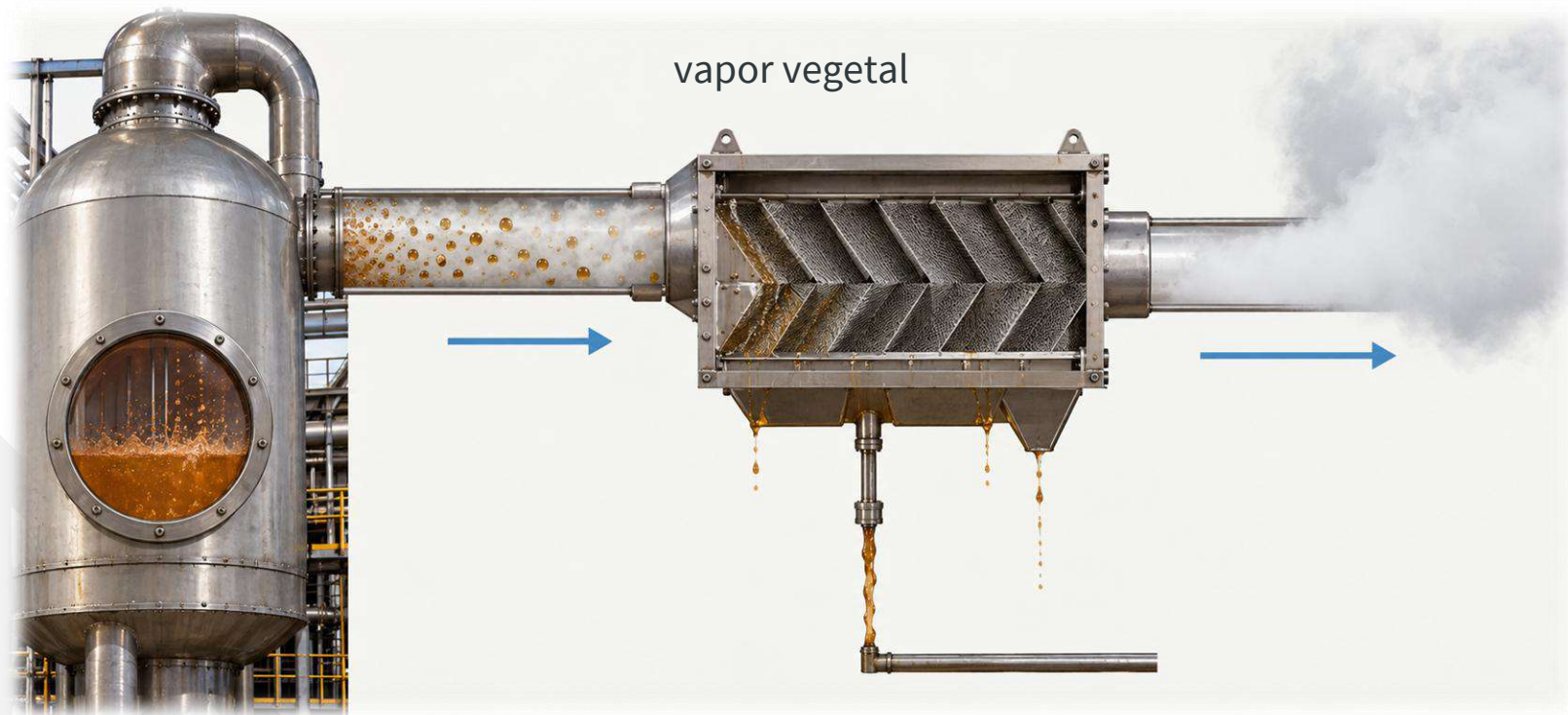
ORIGEN, DAÑOS Y BENEFICIOS DE RECUPERACIÓN DE ARRASTRE

Evaporadores, Tachos - Condensados



Prodek
Serving the Industry

¿Qué es el Arrastre?



El arrastre es líquido azucarado que viaja con el vapor.

- En evaporadores: gotas de jugo o meladura salen con el vapor.
- En tachos: gotas de masa/miel se arrastran especialmente en arranques y paradas.
- El problema no es solo mecánico: también es una pérdida directa de sacarosa.

Cuerpo

jugo/meladura en gotas

¿Dónde se origina?

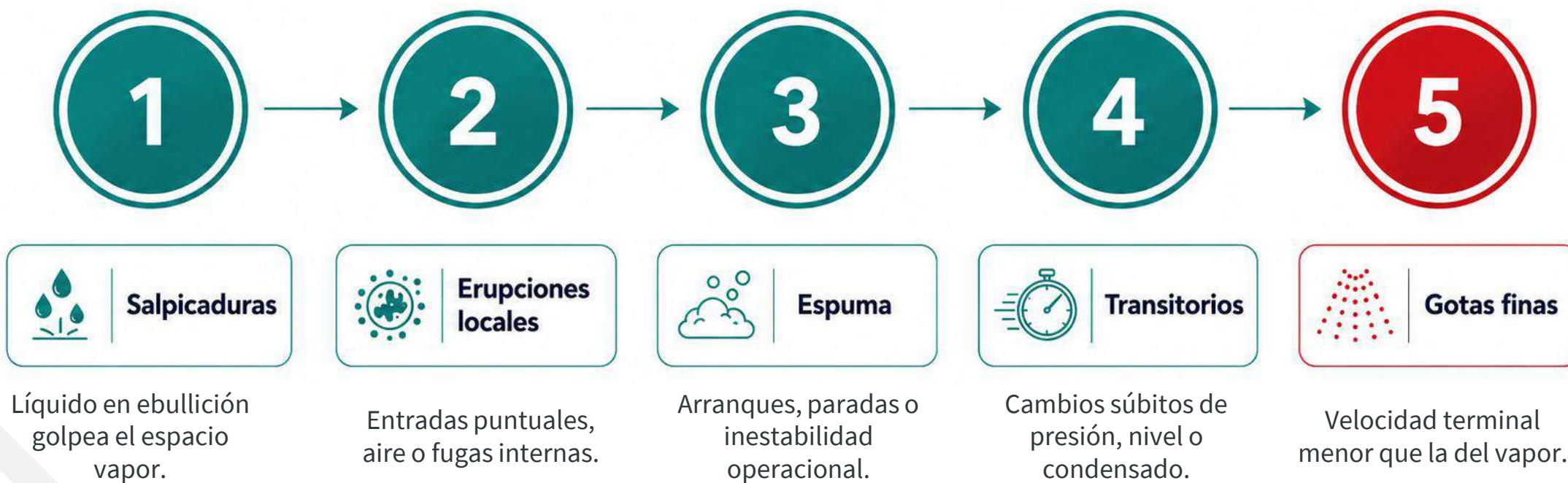


Pérdidas de azúcar por arrastre en evaporadores; separarlos es parte del control.

En tachos el arrastre serio ocurre casi siempre en arranques/paradas, espuma o entrada de aire.

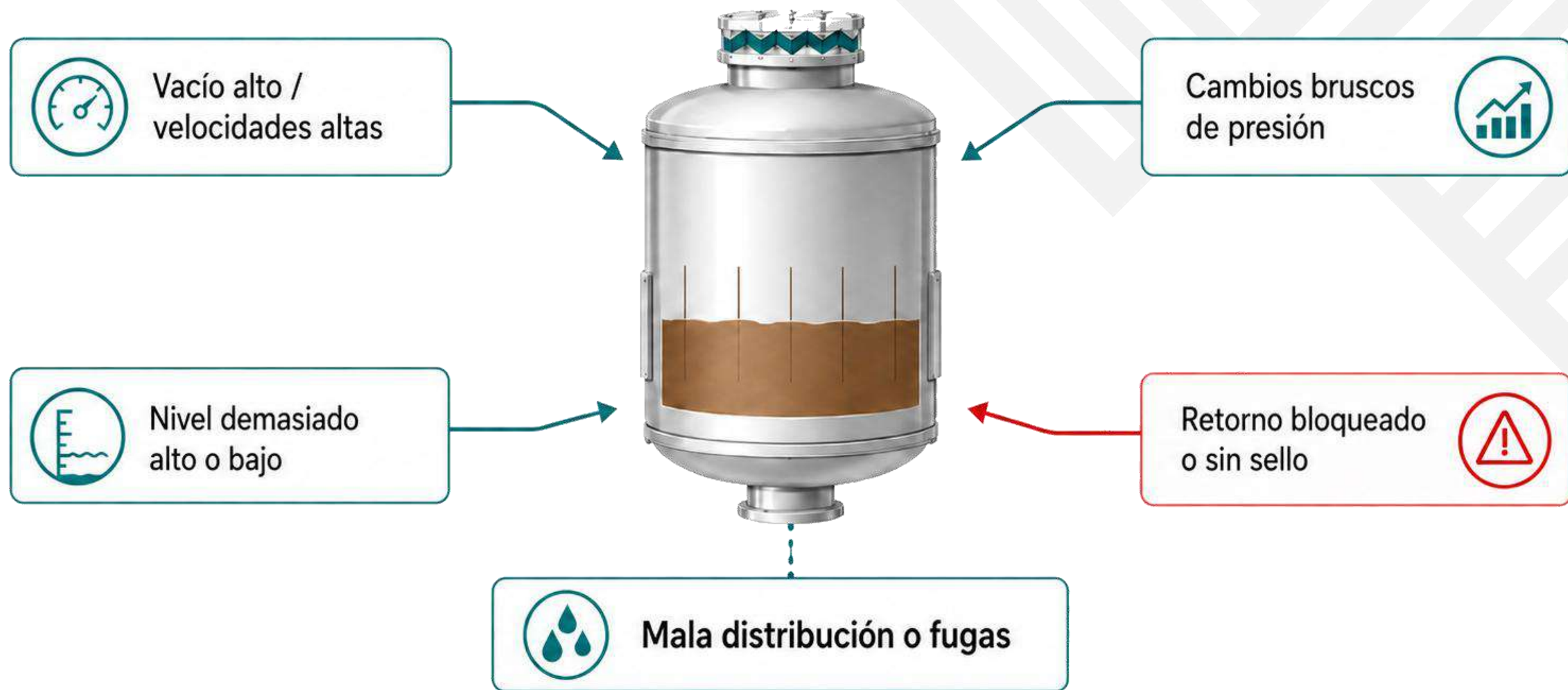
En el último cuerpo es especialmente sensible por el alto vacío.

Cinco orígenes del Arrastre



La quinta causa suele ser la más crítica: gotas de 1-100 µm pueden viajar con el vapor aunque exista altura libre.

condiciones que agravan el problema



Señales de alarma

azúcar en condensados • fluctuación de vacío • espuma • arrastre visible en retorno • caída de presión anormal

Daños: de una gota a una pérdida de fábrica



- Menor recuperación:
- Contaminación de condensados:
- Rearrastré:
- En filtros:

azúcar sale del circuito de proceso.

riesgo para reúso y efluentes.

separador o retorno mal diseñado devuelve el problema al vapor.
espuma/filtrado al condensador puede causar grandes pérdidas.

Inferencia práctica: el daño no siempre se ve como “azúcar perdida”; muchas veces aparece como contaminación de condensados, mayor carga de efluentes o pérdida indeterminada.

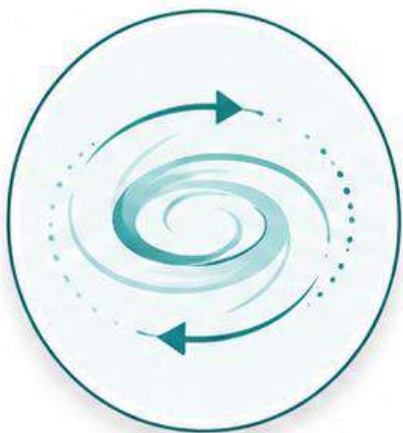
Separadores: principios y familias



Gravedad

bajar velocidad

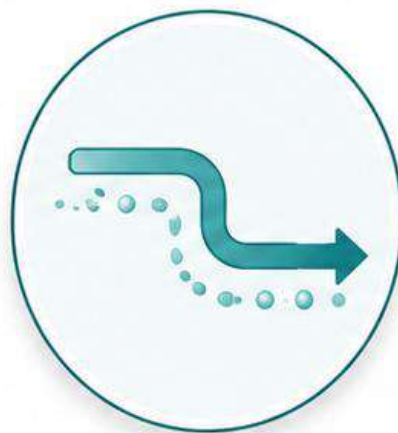
Reversión de flujo



**Fuerza
centrífuga**

girar el flujo

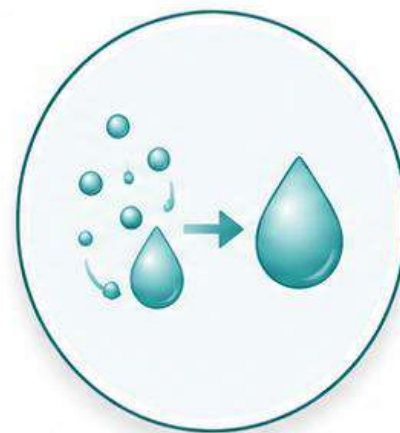
Centrífugo



**Cambio de
dirección**

impacto inercial

Malla de alambre



**Intercepción y
coalescencia**

unir gotas

Placas Chevron



Impacto

captura en superficie

Cambio de dirección

Beneficios de los Separadores de Arrastre



Recuperan azúcar

devuelven gotas al cuerpo o al tacho



Protegen condensados

menor azúcar hacia condensador/agua



Mantienen capacidad térmica

baja caída de presión en diseños adecuados



Dan estabilidad operativa

menos rearrastre, menos eventos anormales

Separadores bien diseñados pueden dejar la contaminación por debajo de 10 mg azúcar/kg de condensado; chevron reportados por debajo de 5 mg/kg.

1

El arrastre nace de ebullición + vapor + operación inestable.

2

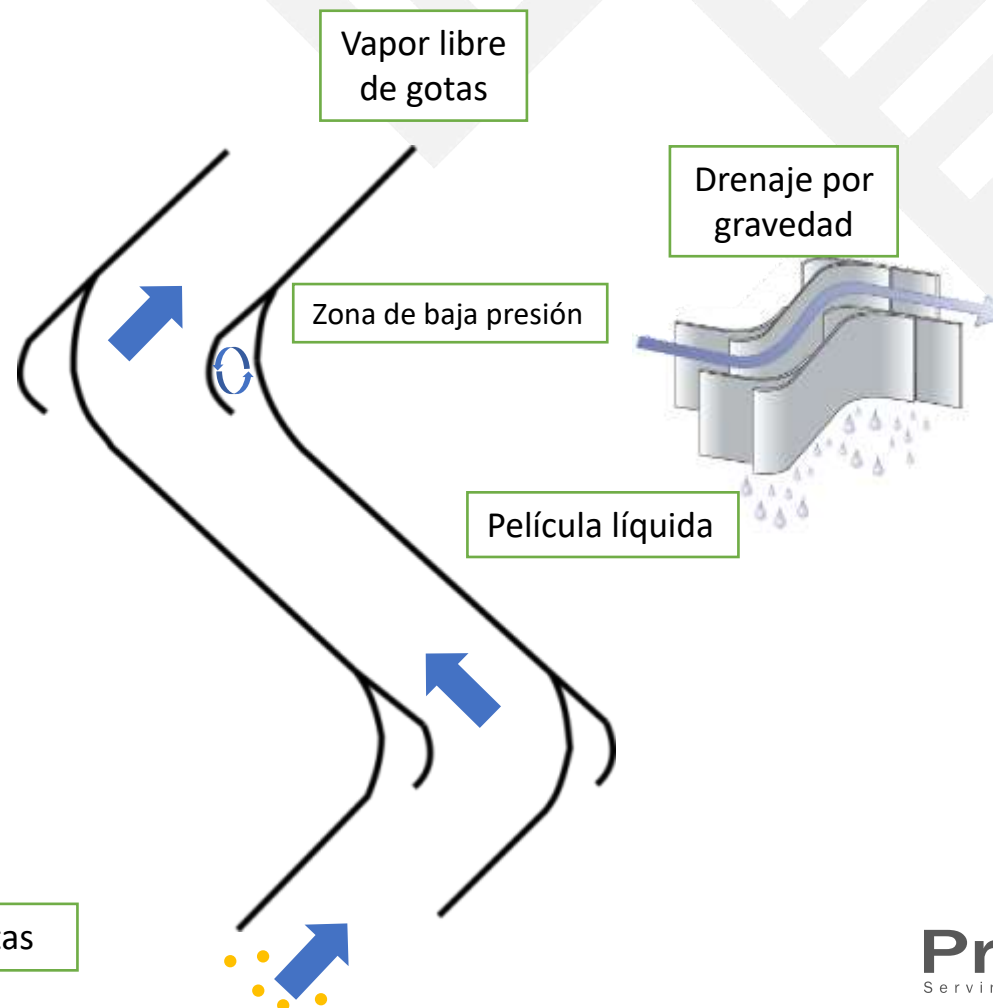
El daño principal es pérdida de azúcar y contaminación de condensados.

3

El separador correcto no “arregla” mala operación, pero reduce la pérdida residual.

Principio de funcionamiento de separadores de arrastre

Concepto de placas de Munters



Tipos de Eliminadores de Gotas

Flujo Horizontal

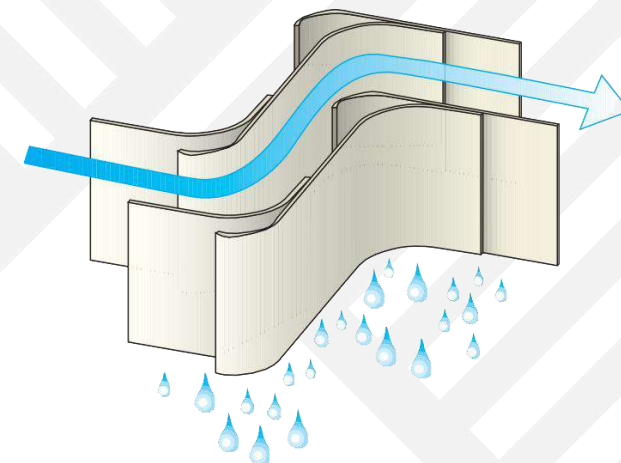
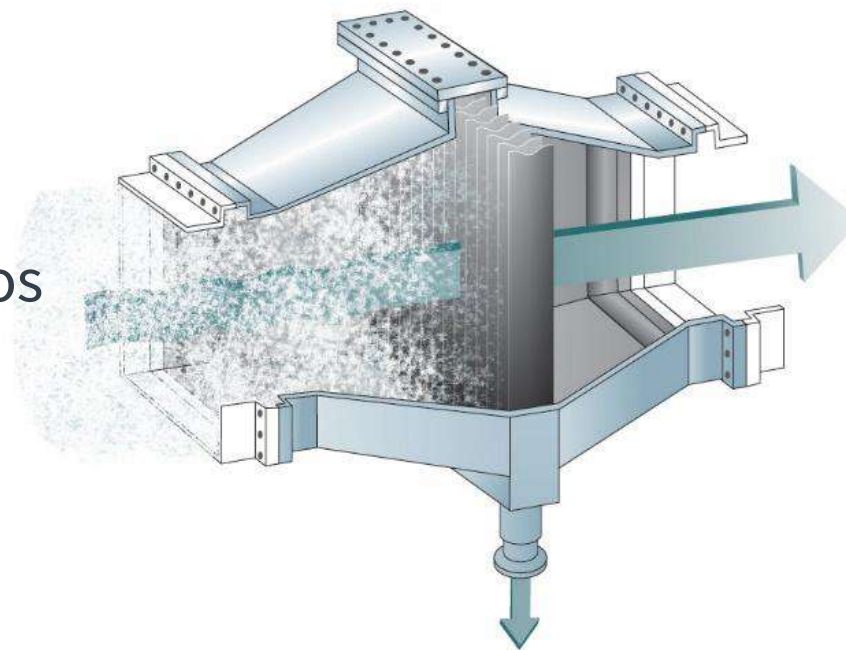


Flujo Vertical

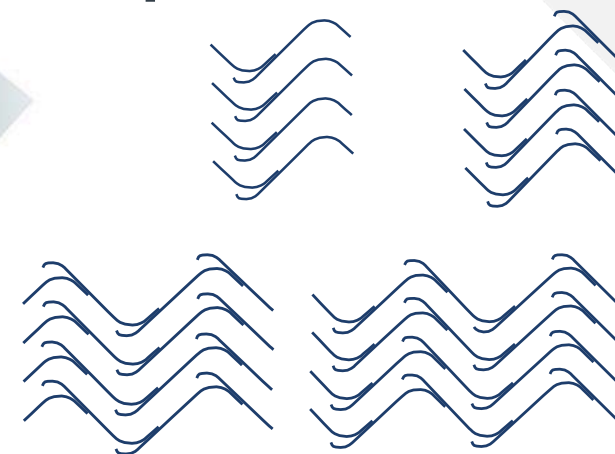


Separadores de Flujo Horizontal

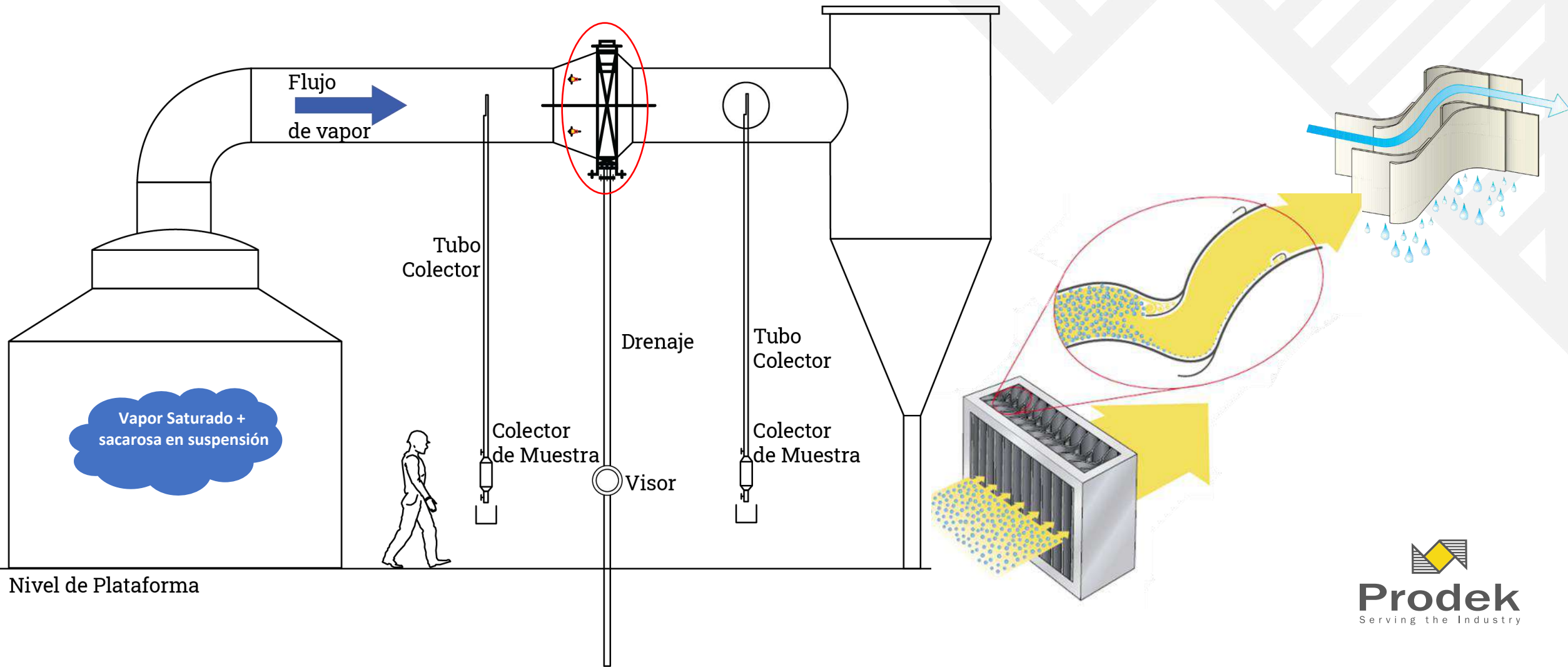
- Tipo de estructura
- Eficientes
- Forma de descarga
- Reducción de pérdidas y daños
- Recomendaciones de uso



Tipos de Estructuras

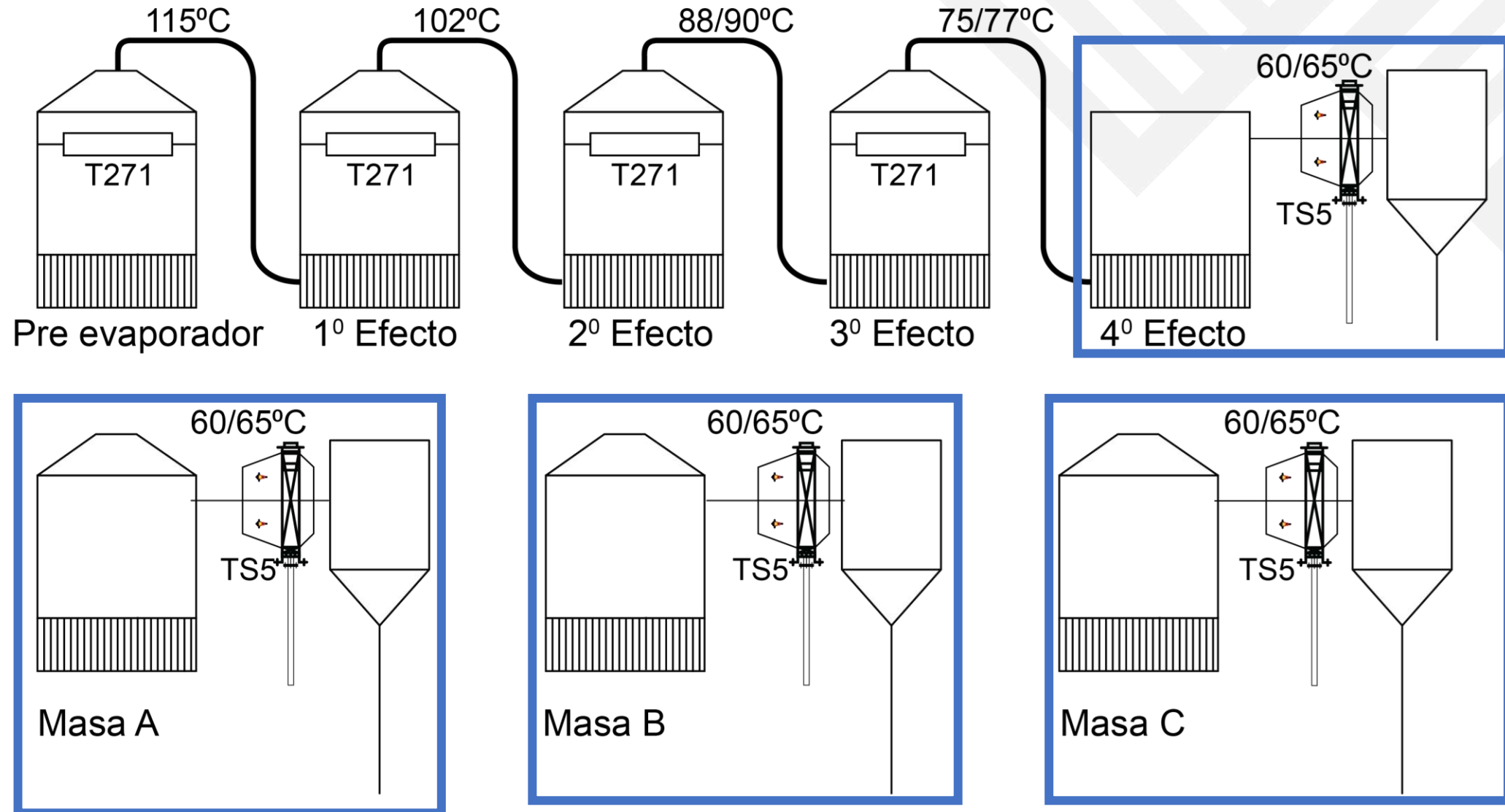


Separadores de Flujo Horizontal



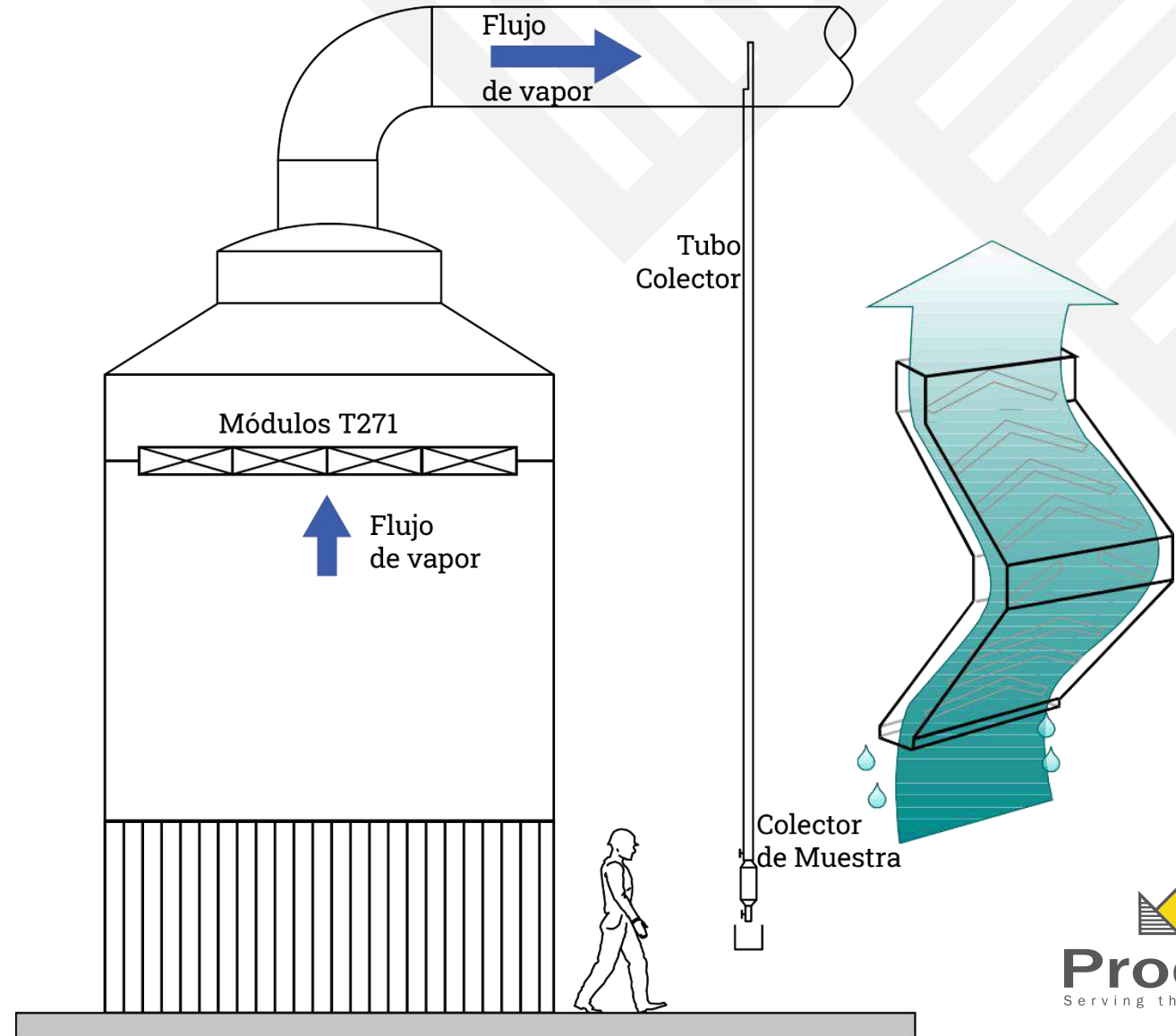
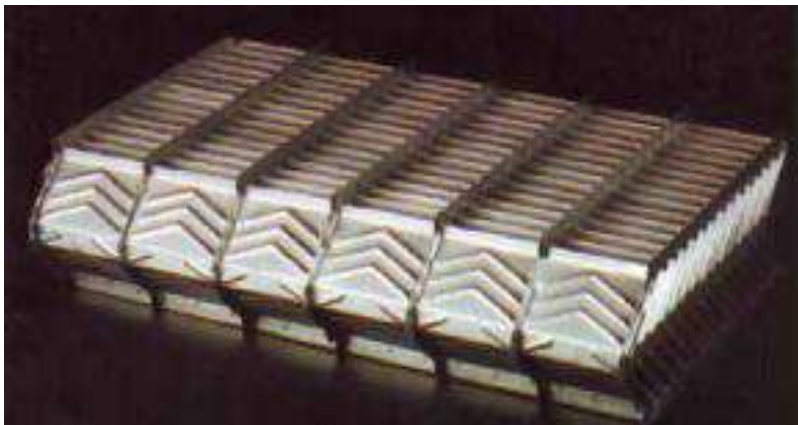
Prodek
Serving the Industry

Recomendaciones de uso

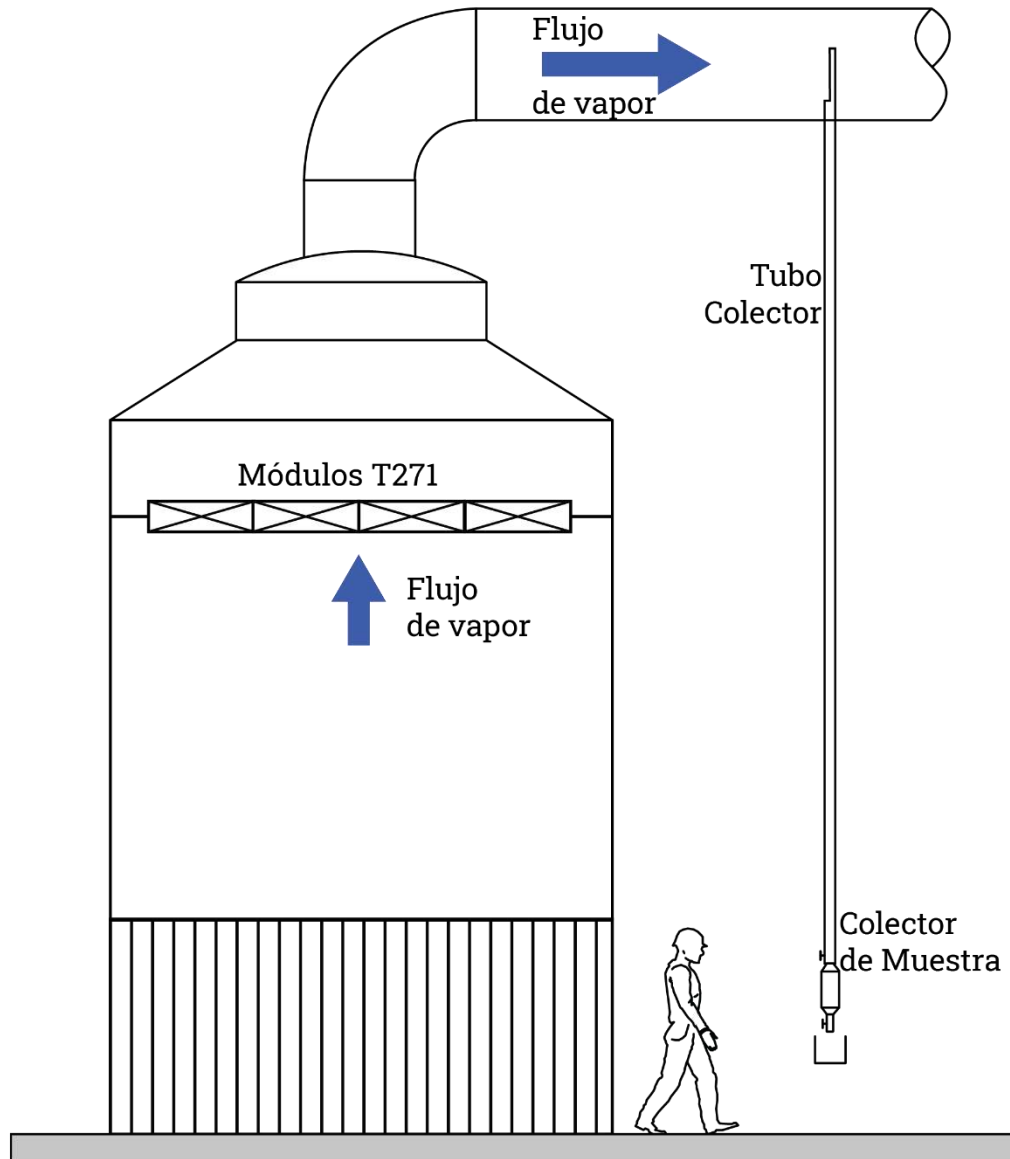


Separadores de Flujo Vertical

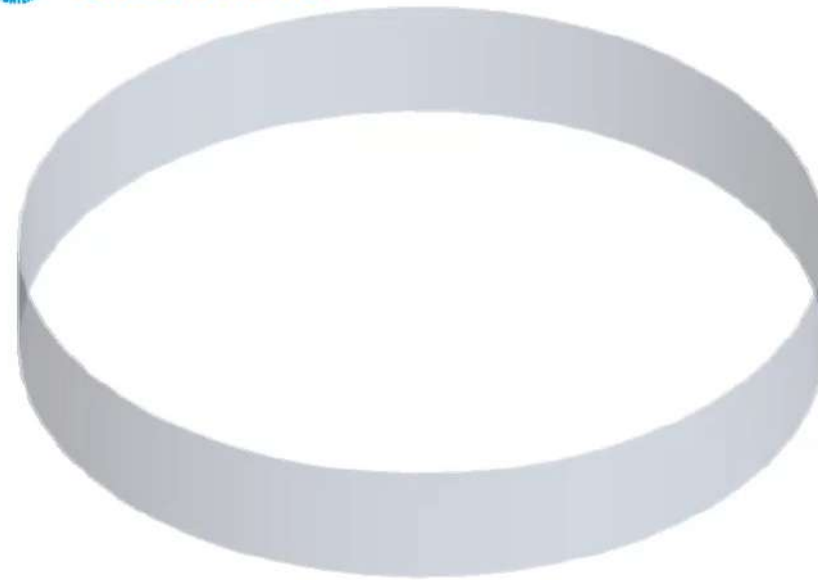
- Tipo de estructura
- Eficiencia
- Forma de descarga
- Recomendaciones de uso



Separadores de Flujo Vertical



Instalación tipo

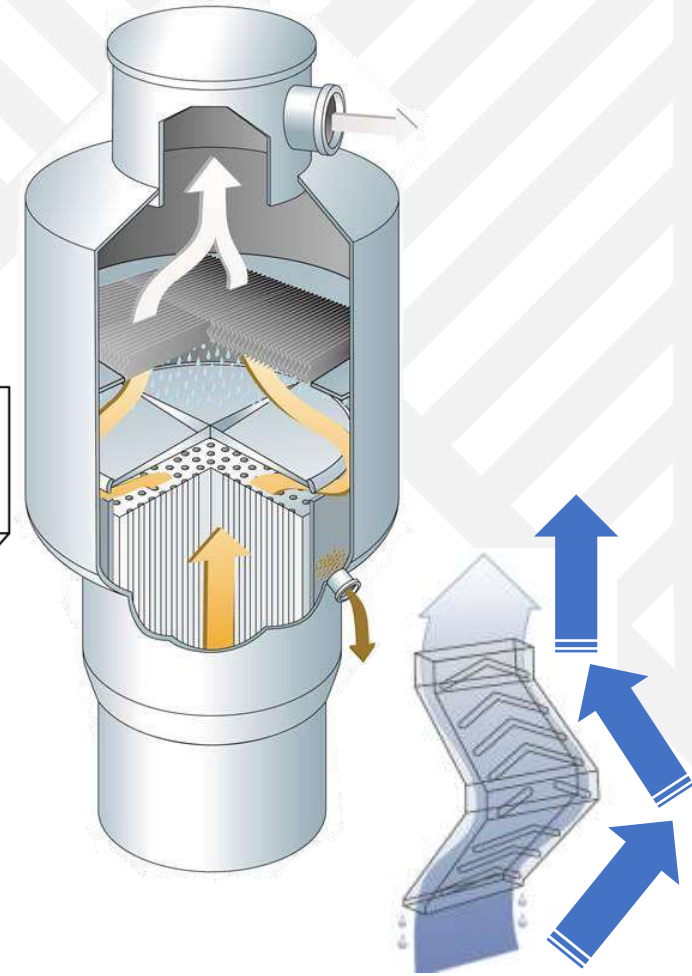
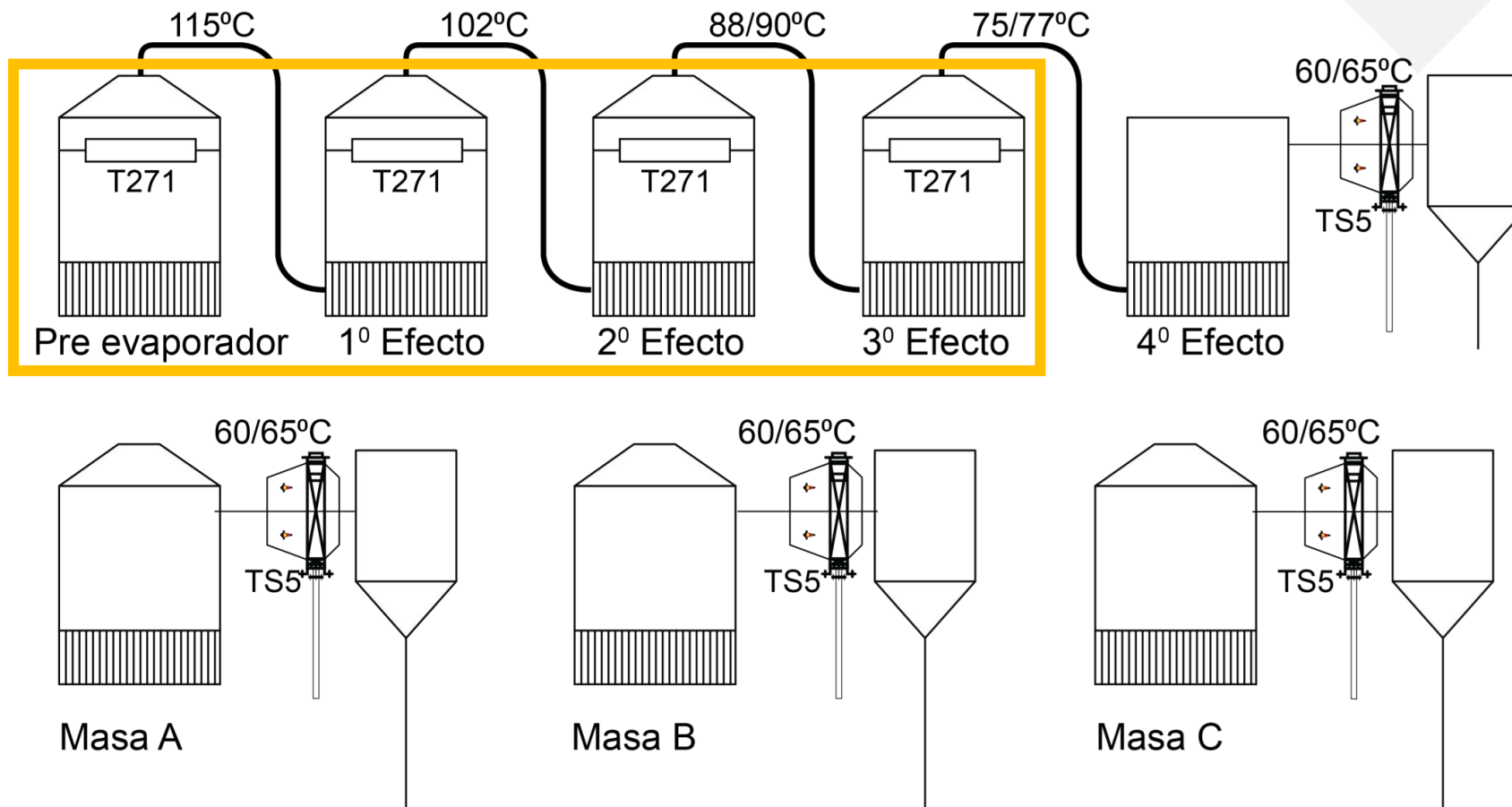


Separadores de Flujo Vertical

- Mantenimiento Típico
 - 1 min por hora
 - 2-3 bar
 - 25 l/m por boquilla
 - Caída de presión 10mm de agua
- Limpieza profunda



Recomendaciones de uso



En la práctica...



Resultados (flujo vertical)

Ingenio	Tamaño	Lugar de instalación	Arrastre inicial (sin Sep.)	Arrastre final (con Sep. Mun.)	Tiempo trabajo por el cuerpo	Recuperación
1	4,000 m ² Primer cuerpo de evaporación	Interna – láminas corrugadas verticales	48 kg/h	6 kg/h	4800 h = 200 días	201,600 kg/zafra

Beneficio por zafra = \$ 116,114.00

Resultados (flujo horizontal)

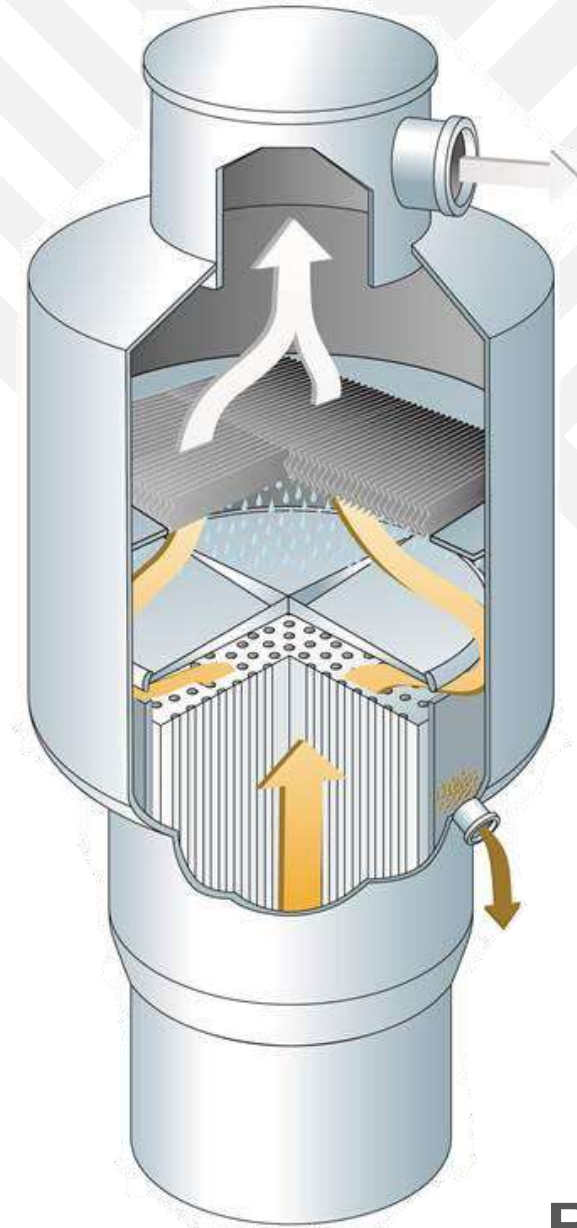
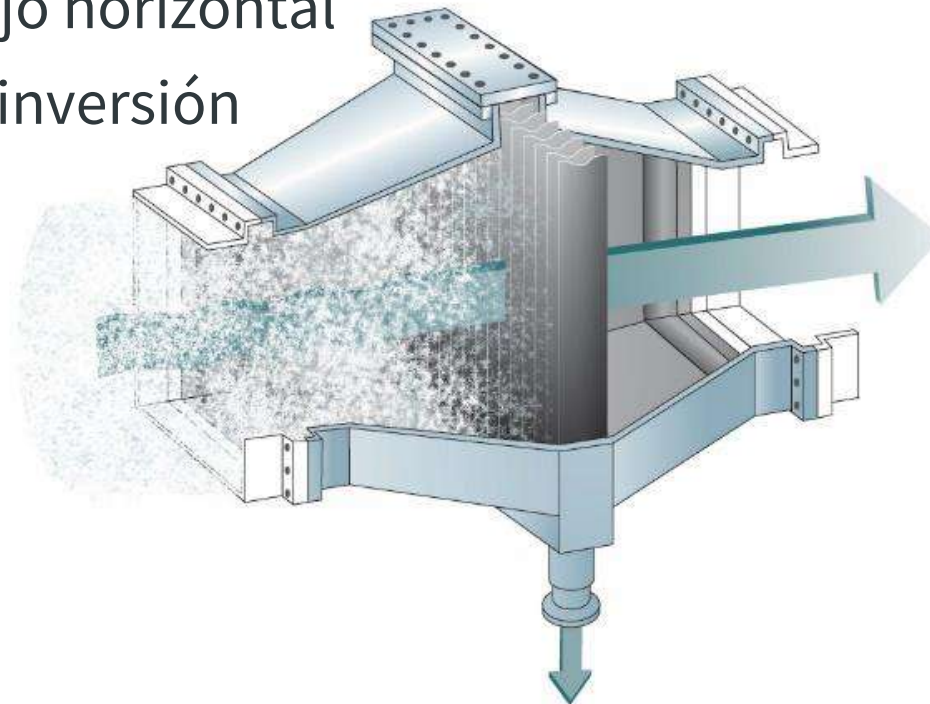
Ingenio	Tamaño	Lugar de instalación	Arrastre inicial	Arrastre final	Tiempo trabajo por el cuerpo	Recuperación
2	1500 m ² – Cuerpo final de quintuple efecto	Externa – láminas corrugadas horizontales	22.5 kg/h	1.87 kg/h	4800 h = 200 días	99,024kg/zafra

Beneficio por zafra = \$ 57,034

*Azúcar No. 11 05/oct 23 0.2618 lb

En conclusión...

- Arrastres de sacarosa
- Muestreo
- Separadores de flujo vertical
- Separadores de flujo horizontal
- Rápido retorno de inversión





Prodek
Serving the Industry

10900 N.W. 21st Street, Unit 190, Miami, Fl. 33172
T: +1 (305) 594-4488 / WA: +1 (786) 271-6720



E-mail: info.prodek@prodekinc.com
www.prodekinc.com