

programa técnico

► **Instalaciones de difusión de remolachas**

La instalación de difusión de BMA de operación continua se emplea para la extracción de azúcar de cosetas de remolacha. Después de haber pasado el macerador de cosetas en contracorriente y la torre de difusión, se obtiene un jugo crudo de alta pureza, de un contenido elevado de sustancias secas y de baja temperatura. Gracias a un tratamiento estéril que se lleva a cabo en ausencia de aire, las infecciones y con ello las pérdidas de azúcar que acarrearán se reducen a un mínimo.



BMA 



Desde hace varios decenios, BMA es el líder mundial en el desarrollo y la construcción de instalaciones de difusión de operación continua para la industria azucarera de remolacha. Las instalaciones de difusión de BMA cuentan entre las instalaciones más eficientes desde el punto de vista tecnológico y temoeconómico.

La instalación de difusión de BMA nuevamente desarrollada, que está equipada solamente con cribas laterales y no dispone de cribas de fondo, posee ventajas importantes en cuanto a la seguridad de servicio, la minimización de infecciones así como al entretenimiento y mantenimiento. Esta concepción nueva junto con una gama de construcción ampliada permiten alcanzar

capacidades de tratamiento diario de remolachas de más de 16 000 t por una unidad.

La instalación de difusión de BMA de operación continua se emplea para la extracción de azúcar de cosetas de remolacha. Después de haber pasado el macerador de cosetas en contracorriente y la torre de difusión, se obtiene un jugo crudo de alta pureza, de un contenido elevado de sustancias secas y de baja temperatura. Gracias a un tratamiento estéril que se lleva a cabo en ausencia de aire, las infecciones y con ello las pérdidas de azúcar que acarrear se reducen a un mínimo.

Instalación de difusión de remolachas

Bases tecnológicas

En la extracción sólida-líquida, la sacarosa contenida en las células de las cosetas de remolacha se extrae mediante agua como líquido de extracción. Dado que las membranas celulares son impermeables para las moléculas de sacarosa, deben ser desnaturalizadas antes de la propia extracción. Una parte de las membranas celulares ya se destruye mecánicamente durante el corte, pero la mayoría sólo se desnaturaliza rápidamente por el efecto térmico.

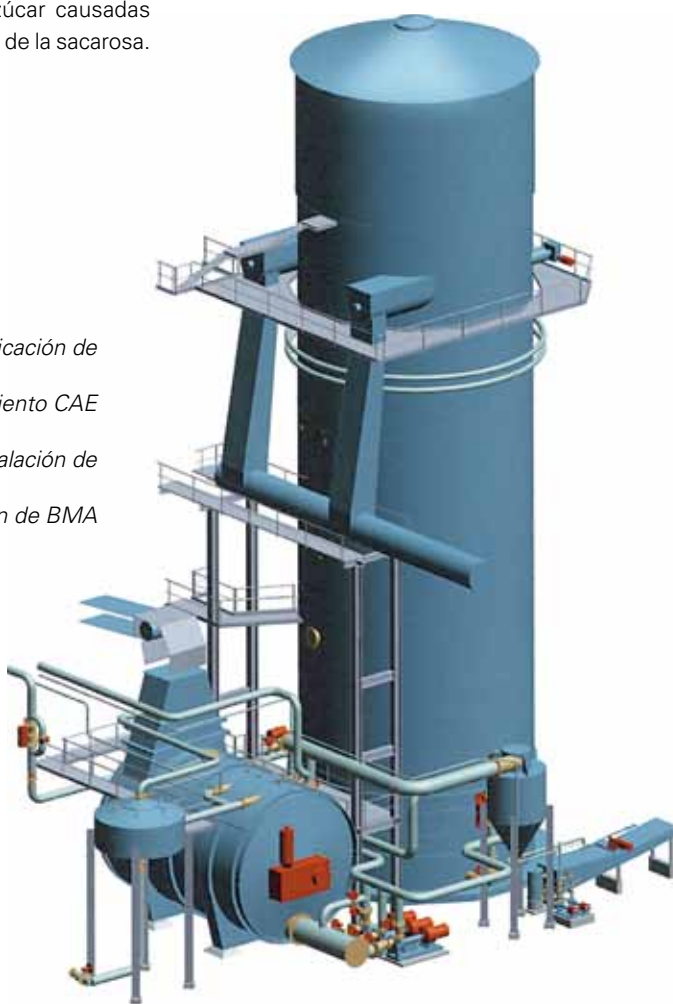
El objetivo de una instalación tecnológica y energéticamente económica es producir un jugo crudo de alta pureza, de un contenido elevado de sustancias secas y de baja temperatura. Esto se alcanza gracias al tratamiento en contracorriente de cosetas y líquido de extracción, a la recirculación completa del agua de las prensas y a cantidades de agua de extracción reducidas. El funcionamiento en ausencia de aire reduce a un mínimo las infecciones y por consiguiente las pérdidas de azúcar causadas por la destrucción microbica de la sacarosa.

La **instalación de difusión de remolachas de BMA** está compuesta de dos componentes principales, que cumplen diferentes funciones:

- El **macerador de cosetas en contracorriente** para la desnaturalización térmica de las células, para el intercambio térmico entre las cosetas entrantes y el jugo saliente así como para la desespumación.
- La **torre de difusión** para la extracción sólida-líquida de la sacarosa de las células de cosetas aplicando el principio de contracorriente.

Ambos componentes - el macerador de cosetas en contracorriente y la torre de difusión - están conectados entre sí mediante tuberías y bombas especiales trabajando como una sola unidad.

*Planificación de
emplazamiento CAE
de una instalación de
difusión de BMA*





Funcionamiento

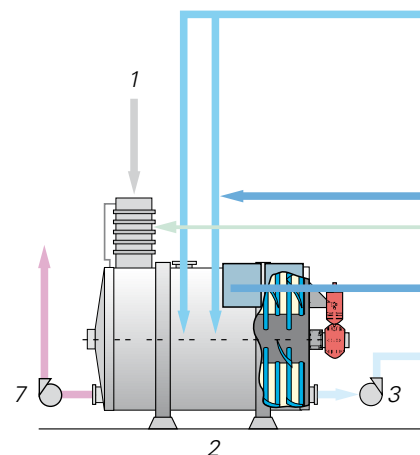
A través de una tolva de carga, las remolachas lavadas y cortadas son introducidas en el macerador, donde se precalientan las cosetas mediante el jugo procedente de la torre de difusión a fin de hacerlas permeables para la extracción de las moléculas de azúcar. Esta mezcla de cosetas y jugo formada dentro del macerador de cosetas en contracorriente se impele por bombas de velocidad regulable hacia la parte inferior de la torre de difusión.

Dentro de la torre de difusión, las cosetas comprimidas son transportadas continuamente hacia arriba con ayuda de aletas de transporte y de retenedores, efectuándose al mismo tiempo la extracción de las moléculas de azúcar de las células de remolacha. Al extremo superior de la torre, la pulpa agotada se evacua mediante dos hélices de extracción y se deshidrata mecánicamente en las prensas de pulpas pospuestas. El agua de las prensas de baja concentración de azúcar formado allí se reconduce completamente a la torre de difusión.

El líquido de extracción compuesto de agua fresca y de agua de las prensas es introducido en la torre a dos niveles separados. El líquido de extracción fluye en sentido opuesto a las cosetas hacia abajo enriqueciéndose a la vez de azúcar debido a la diferencia permanente de concentración. El jugo producido se extrae a través de cribas laterales dispuestas en la parte inferior por todo el perímetro de la torre y, después de haber pasado un separador de arena, fluye de nuevo al macerador de cosetas en contracorriente.

Una parte del jugo reconducido se utiliza para preparar una mezcla de cosetas y jugo bombeable. Otra parte fluye a través del compartimiento de intercambio térmico del macerador de cosetas, cede gran parte del calor contenido a las cosetas frescas y sale del macerador como jugo crudo „frío” a través de las cribas incorporadas en la pared frontal para un tratamiento ulterior en la instalación de depuración del jugo.

*Torre
de difusión*





*Instalaciones de difusión
de BMA en fase
de producción*

► Jugo crudo

► Jugo de circulación

► Jugo desespumado

► Mezcla coquetas/jugo

► Agua de las prensas

► Agua fresca

► Vapor

1. Coquetas frescas

2. Macerador de coquetas en
contracorriente

3. Bomba de la mezcla coquetas/jugo

4. Recipiente de desespumación

5. Bomba de jugo desespumado

6. Calentador de jugo desespumado

7. Bomba de jugo crudo

8. Torre difusión

9. Separador de arena

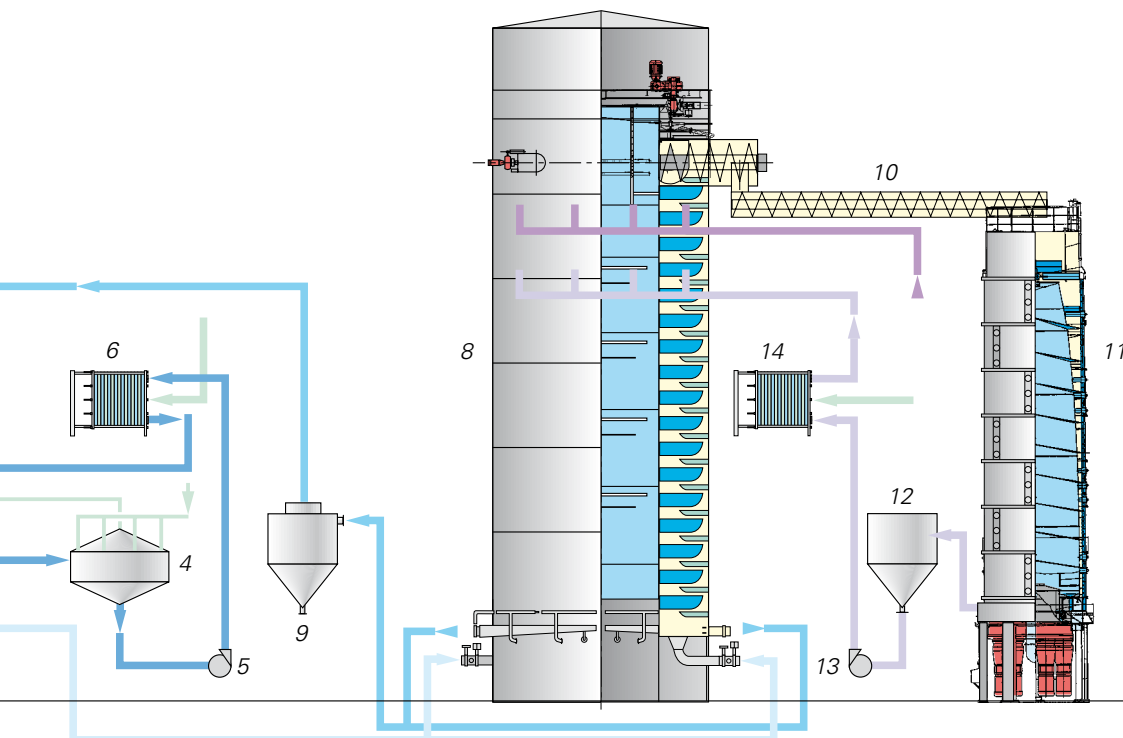
10. Hélice de transporte

11. Prensa de pulpas

12. Recipiente de agua de las prensas

13. Bomba de agua de las prensas

14. Calentador de agua de las prensas





El macerador de cosetas en contracorriente



En el compartimiento de maceración del aparato, se esponja el relleno denso del compartimiento de intercambio térmico, se acaba el calentamiento de las cosetas y se prepara una mezcla bombeable de cosetas y jugo.

La **temperatura** en el macerador de cosetas en contracorriente sube bruscamente en el margen de temperatura microbiológicamente desfavorable entre 30 y 40 °C. Ya que este margen de temperatura es transcurrido rápidamente, el peligro de infecciones se reduce a un mínimo. Por la misma razón se recomienda que la temperatura del jugo crudo que sale del macerador de cosetas se mantenga por debajo de 30°C.

Una característica particular del macerador de cosetas en contracorriente es la producción de un jugo crudo „frío“, cuya temperatura supera la de las cosetas frescas por 10 - 15 K según el caudal de jugo extraído. En el siguiente proceso de producción, este jugo crudo frío puede ser calentado mediante calor residual (vapores de cristalización, condensados) que de otra forma quedaría inaprovechado. De esta manera se alcanzan economías de vapor de un 5-7% s. r. en comparación con instalaciones de extracción que trabajan sin macerador de cosetas en contracorriente.

Con un grado de relleno adecuado, la diferencia de temperatura teóricamente alcanzable entre el jugo crudo extraído y las cosetas frescas depende de la diferencia entre la temperatura en el compartimiento de maceración y la de las cosetas frescas así como del caudal de jugo extraído. Esta relación está representada en la figura en página 5.

La diferencia de temperatura realmente alcanzable entre jugo crudo y cosetas frescas es influida por el factor de eficiencia de intercambio térmico que se halla, según la calidad de las cosetas y la densidad de relleno correspondiente, entre un 90 % y un 95 %.

Para un funcionamiento óptimo del macerador de cosetas en contracorriente y para la esterilidad de toda la instalación, una **desespumación** eficaz desempeña un papel importante. Espuma puede formarse por ejemplo por gases desprendidos durante la desnaturalización de las células de remolacha o a causa del tratamiento de remolachas dañadas microbiológicamente o no maduras. Otro posible factor que puede fomentar la formación de espuma es el aire introducido con la carga de cosetas.

La espuma se extrae del macerador de cosetas junto con una corriente parcial de jugo a través de una criba de hendiduras en la parte superior de compartimiento de maceración. En el desespumador pospuesto se suprime la espuma con ayuda de vapor que, en caso necesario, se mezcla con un aditivo antiespumante.

Aparte de la aportación de calor por el agua fresca o de prensas, la cantidad de calor necesaria para la desnaturalización de las células de las cosetas y para la extracción se aporta al sistema a través de la corriente parcial de jugo del circuito de desespumación. En este circuito está instalado un calentador que calienta al jugo de un orden de un 80% s.r. a una temperatura de aprox. 80°C. De este calentamiento resulta además un efecto positivo de la esterilización de corriente parcial que contribuye a una reducción visible del número de gérmenes en el jugo.

El macerador de cosetas en contracorriente está dividido en dos compartimientos, - el compartimiento de intercambio térmico y el compartimiento de maceración.

A la entrada del compartimiento de intercambio térmico las cosetas frescas frías se introducen en el macerador en ausencia de aire. Gracias a la disposición y a la ejecución de las aletas de transporte y de los retenedores dentro del compartimiento de intercambio térmico así como a la regulación sin escalones de la velocidad de giro del eje del macerador es posible alcanzar un relleno homogéneo y denso de cosetas, que es necesario para un intercambio óptimo del calor. El jugo crudo que se ha enfriado en contracorriente a las cosetas se extrae a través de una criba incorporada en la pared frontal. Esta criba, que consta de hilos de acero inoxidable de doble conicidad, tiene una superficie cribante abierta de un 34 %.



El macerador de cosetas
en contracorriente para
un intercambio óptimo de calor



Todos los componentes del macerador de cosetas en contracorriente que entran en contacto con las cosetas están fabricados de un acero resistente a la corrosión o están revestidos de acero inoxidable.

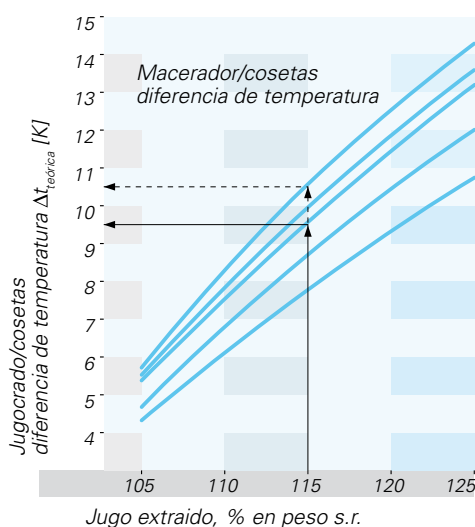
En lo que concierne los **equipos de medición y de regulación** empleados en el macerador de cosetas se debe considerar: Para la desnaturalización de las cosetas en el compartimiento de maceración del macerador, es importante mantener exactamente la temperatura requerida de unos 70°C. Esto se logra mediante un calentamiento controlado del jugo desespumado, lo que puede ser automatizado en función de la temperatura en el compartimiento de maceración.

Para poder alcanzar la temperatura más baja posible del jugo crudo, es imprescindible un control del grado de relleno del compartimiento de maceración. Para ello se emplea el sistema de regulación del grado de relleno, que varía la velocidad de giro del eje del macerador en función de la absorción de corriente del motor de accionamiento. El nivel de carga en el macerador se mantiene constante regulando de la velocidad de las bombas de cosetas.

Antes de acceder al macerador de cosetas en contracorriente, a una temperatura de 80°C, el jugo se mezcla con el jugo de torre más frío. De esta forma se evita el sobrecalentamiento local con las conocidas consecuencias desfavorables para la estructura de las cosetas.

El **accionamiento** del macerador de cosetas en contracorriente se efectúa mediante un reductor flotante con acoplamiento de seguridad y electromotor abridado, cuya velocidad de giro puede regularse sin escalones.

Tanto la criba de la pared frontal como la criba de desespumación son limpiadas por rascadores móviles ubicados en las aletas giratorias de transporte.



La temperatura
del jugo crudo
frío en función
del jugo extraído

La concepción nueva de las torres de difusión de BMA

La torre de difusión de BMA consta del cuerpo cilíndrico equipado de retenedores, del eje transportador con aletas de transporte y de distribución, del accionamiento, de las hélices de extracción y de la parte inferior con las cribas laterales. El espacio de extracción propiamente dicho con su geometría optimizada en comparación con los modelos anteriores, es el espacio anular entre la virola exterior y el eje de transporte interior.

Una de las características más destacadas de la torre de difusión de BMA conocida hasta ahora, es la extracción del jugo a través de cribas de fondo y de cribas laterales. La carga máxima de las cribas de fondo es de aprox. $65 \text{ m}^3/[\text{m}^2 \cdot \text{h}]$. Este valor es limitado por la pila de coquetas que se encuentra por encima de las cribas y que influye en la corriente. Varias series de ensayos han mostrado que contrariamente a las cribas de fondo, es posible sin problemas aumentar el caudal de tratamiento de las cribas laterales hasta $200 \text{ m}^3/[\text{m}^2 \cdot \text{h}]$. En la nueva torre de difusión, la extracción de jugo se efectúa exclusivamente a través de cribas laterales de diseño completamente nuevo.

La mezcla de coquetas y jugo preparada dentro del macerador de coquetas en contracorriente se impele con bombas de coquetas hacia la torre de difusión y se introduce en la torre en contracorriente al sentido de flujo y a la dirección de giro a través de tubuladuras dispuestas en la placa de fondo. Unas aletas distribuidoras de gran superficie aseguran una distribución regular de las coquetas sobre la sección de extracción y su transporte rápido hacia arriba. De este modo, a nivel de las cribas laterales se forma una zona en la que ante todo se junta jugo, permitiendo así su fácil extracción.

Gracias a la disposición eficaz de las aletas de transporte y de los retenedores, las coquetas son transportadas con esmero a través del espacio de extracción hacia arriba, donde se evacúan de la torre mediante hélices de extracción.

La disposición de las palas de transporte y de los retenedores permite alcanzar un denso y uniforme relleno de la torre por toda su sección. De esta forma, con un tiempo de extracción de tan sólo 105 minutos es posible alcanzar un caudal de jugo crudo extraído de un 110% s. r. con una pérdida de sacarosa de un 0,25% s. r. En la práctica, se ha mostrado que tales resultados incluso se alcanzan con un alto contenido de pasta. La relación entre el caudal de jugo extraído, el tiempo de extracción y las pérdidas de sacarosa es ilustrada en la figura más abajo.

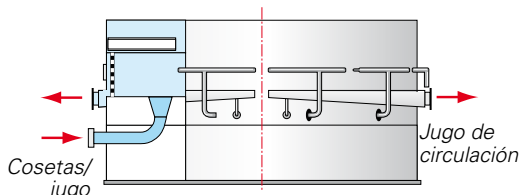
La extracción del azúcar de las coquetas se realiza dentro de la torre por la contracorriente del agua fresca y del agua de las prensas. Mientras que el agua fresca es introducida por debajo de las hélices de extracción y distribuida por toda la sección de extracción, la alimentación del agua de las prensas se efectúa en una zona de torre que corresponde al contenido de azúcar del líquido de extracción ambiental.

En vez de las conocidas cribas de fondo empleadas hasta ahora, **la parte inferior de la torre** está provista de un fondo macizo de acero resistente a la corrosión.

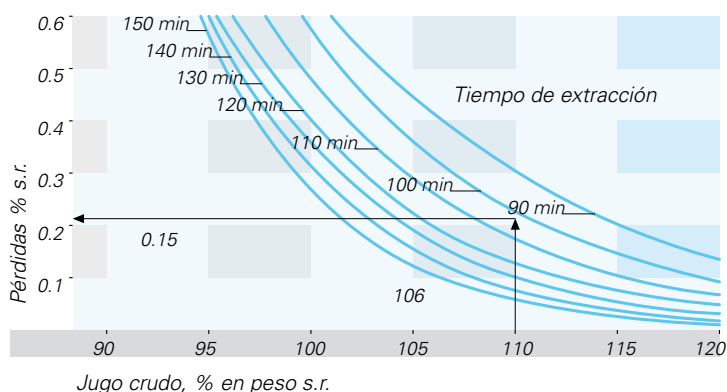
La ventaja de la construcción nueva consiste en la supresión de las cribas de fondo y de los rascadores correspondientes, evitándose su destroz por cuerpos extraños y con ello, los trabajos correspondientes de mantenimiento después de la campaña. Por consiguiente, no sólo se reducen los costos de inversión sino también los de mantenimiento.

Otra ventaja importante del nuevo diseño del fondo es la considerable reducción del peligro de infecciones, ya que se suprimen las zonas de jugo por debajo de las cribas de fondo que antes implicaban un peligro de infecciones, posibilitando así una explotación estéril de la torre.

La concepción nueva
de la parte inferior
de la torre



Dependencia de las pérdidas de
extracción de jugo crudo extraído
y tiempo de extracción



Como ya mencionado, las cribas laterales pueden ser cargadas hasta $200 \text{ m}^3/[\text{m}^2 \cdot \text{h}]$. Para garantizar una seguridad suficiente, en la torre nueva la carga de cribas está limitada a $100 \text{ m}^3/[\text{m}^2 \cdot \text{h}]$.

Las **cribas laterales** se han integrado completamente en la envoltura exterior, de modo que se suprimen los espacios de juego convencionales y las cribas forman una superficie lisa con el forro exterior de la torre.

La concepción de la evacuación de juego al interior y al exterior de las cribas permite alcanzar una corriente de circulación de un 100% evitándose toda posibilidad de formación de depósitos.

Las cribas dispuestas por todo el perímetro tienen una anchura de hendidura ligeramente modificada. Según la experiencia, no hay peligro de que se dañen las cribas laterales. No obstante, por razones de seguridad se han previsto conductos de lavado que permitirán una limpieza de las cribas en caso de fallos eventuales ocasionados por ejemplo por una calidad insuficiente de las cosetas.

No es necesario abrir las cámaras de acumulación de juego después de la campaña, lo que reduce los costos de mantenimiento.

El **accionamiento** del eje transportador de la torre de difusión se realiza por medio de varias unidades de accionamiento de velocidad regulable. Para permitir una transmisión segura y sin perturbaciones de los pares elevados que surgen durante el funcionamiento con altos grados de relleno, BMA ha diseñado en colaboración con constructores de engranajes un accionamiento especial dotado de un alojamiento de los piñones de accionamiento tan flexible que permite a todo momento asegurar la paralelidad exacta de los flancos frente a la rueda grande. El par transmitido de cada unidad de accionamiento es medido y controlado continuamente.

La concepción revisada del accionamiento prevé una reducción del número de unidades de accionamiento con una relación de transmisión modificada entre piñón y rueda grande. Estas unidades ahora están ejecutadas como engranajes planetarios de disposición céntrica, protegidas contra cargas excesivas extraordinarias por

un acoplamiento de seguridad que limita los pares de giro.

En la torre se aplica el siguiente **sistema de medición y regulación**: Para asegurar un trabajo impecable de extracción es preciso que la torre se explote con un elevado y constante grado de relleno de cosetas. El ajuste del grado de relleno se efectúa modificándose el nivel de líquido en la torre o variándose la velocidad del eje transportador.

En la práctica se fija la velocidad que co-responde al nivel de carga deseado. Alteraciones del grado de relleno que pueden surgir debido a cantidades o calidades oscilantes de cosetas se compensan por medio de la variación automática del nivel de líquido en la torre.

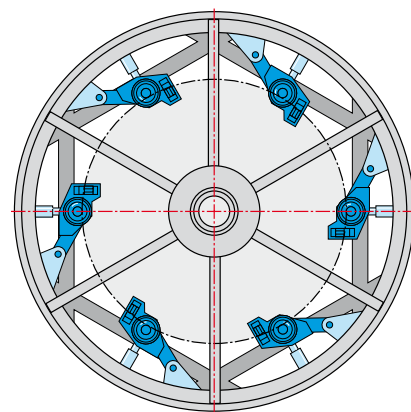
Según tamaño y rendimiento de la torre, el nivel normal de líquido en la torre se encuentra, entre 1 y 2 metros por debajo de las hélices de extracción. Si se ajusta un nivel de carga inferior, la zona de secado ampliada dificultaría la salida de las cosetas, es decir se prolongaría el tiempo de estancia de las cosetas, aumentándose al mismo tiempo el grado de relleno. Por el contrario, al ajustar un nivel de carga superior, se facilita la salida de las cosetas de la torre. Debido a la cantidad superior que sale de la torre, el tiempo de estancia será más corto y el grado de relleno inferior.

Independientemente de la regulación del grado de relleno de la torre, el nivel de carga se mantiene constante a un valor de consigna prefijado introduciendo agua fresca de extracción.

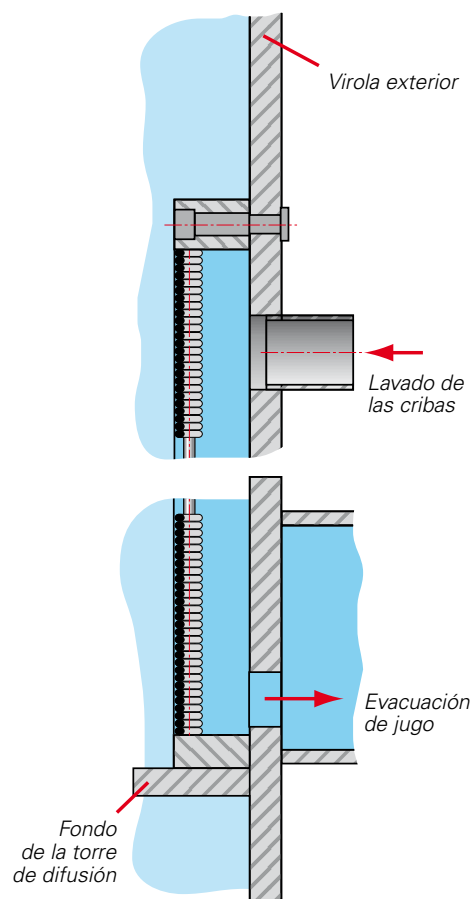
En principio, todos los grupos constructivos que entran en contacto con el producto son revestidos de acero inoxidable o están fabricados de acero resistente a la corrosión.

Todos los alojamientos están dispuestos de tal manera que se posibilita su fácil mantenimiento.

Accionamiento con engranaje planetario



Cribas laterales





Ventajas, características y tamaños constructivos

Las instalaciones de difusión de remolachas de BMA presentan las siguientes ventajas y características:

- Gozan de una amplia experiencia adquirida en más de 360 instalaciones de difusión en casi todos los países con industria transformadora de remolachas.
- Una reducida necesidad de superficie y espacio.
- La posibilidad de instalar el macerador de cosetas en contracorriente más lejos de la torre.
- La posibilidad de instalar la torre al aire libre, incluso bajo condiciones climáticas extremas.
- Una seguridad de servicio óptima.
- Una alta flexibilidad en cuanto a condiciones de servicio y la calidad de las cosetas, alcanzándose capacidades de tratamiento posibles entre un 65% y un 120% de la capacidad nominal.
- La posibilidad de combinar un macerador de cosetas en contracorriente con dos o más torres de difusión o una torre con varias maceradores de cosetas en contracorriente.
- La obtención de un jugo crudo "frío," reduciéndose considerablemente la demanda de calor.
- Unas pérdidas de extracción mínimas con un reducido caudal de jugo extraído
- Un tratamiento de cosetas producidas con cuchillas Koenigsfeld y Goller o de cosetas en forma de rodajas.
- Una desespumación óptima del macerador de cosetas.
- Un tratamiento prácticamente estéril gracias a la supresión de las cámaras de jugo de las cribas de fondo, a un circuito de desespumación con esterilización de corriente parcial y a una zona de temperatura crítica restringida dentro del compartimiento de intercambio térmico del macerador.
- Unas superficies de criba suficientemente grandes para una fácil extracción del jugo.
- Un tratamiento cuidadoso de las cosetas.
- Un impedimento de todo sobreescaldamiento local de las cosetas.
- Unas cosetas agotadas de un contenido de sustancia seca de un 10 - 12 %
- Una recirculación completa de las aguas de prensas.
- Un volumen reducido de trabajos de entretenimiento y mantenimiento.



**Tratamiento de
remolachas**
nominal

Torre de difusión

**Macerador de cosetas en
contracorriente**

[t/d]	Diámetro [m]	Diámetro / Longitud [m]
4.000	6,5	4,2 / 7,0
5.000	7,0	4,7 / 8,0
6.000	7,6	5,2 / 8,0
7.000	8,2	5,6 / 8,0
8.000	8,9	6,0 / 8,0
9.000	8,9	6,0 / 8,0
10.000	9,6	6,7 / 8,5
11.000	10,6	6,7 / 8,5
12.000	10,6	7,5 / 9,5
13.000	12,0	7,5 / 9,5
14.000	12,0	8,2 / 10,0
15.000	13,6	8,2 / 10,0
16.000	13,6	9,0 / 11,0
17.000	13,6	9,0 / 11,0

Las longitudes de extracción de las torres varían según el caso de aplicación y el tamaño de la instalación.



© Braunschweigische
Maschinenbauanstalt AG
Postfach 32 25
38022 Braunschweig
Alemania
Teléfono +49-531-8040
Telecopiador +49-531-804 216
sales@bma-de.com
www.bma-worldwide.com

