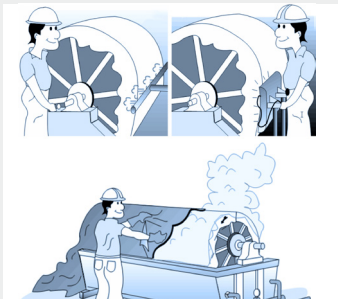


## Métodos para la instalación de telas encogibles



**Luciano Donato**  
Gerente de Marketing, Ventas  
y Servicios Técnicos  
Albany International  
Indaial - SC - Brasil

## momento técnico



### Capa

Representación ilustrativa de los métodos de instalación de telas encogibles.

3

#### Artículo:

Métodos para la instalación de telas encogibles

12

#### Artículo:

Determinando el potencial para Accidentes Graves y Fatalidades

17

#### Artículo:

Oportunidades de reducción en el consumo de energía a través de la optimización del sistema de vacío

El año 2016 ha presentado muchos retos relacionados a la política, a la economía y también a los aspectos sociales para toda América del Sur. Seguramente estamos atravesando un camino difícil, pero que nos llevará a tener países mejores en el futuro.

El sector de celulosa y papel es básico para el desarrollo de nuestra región y ha cumplido bien su rol, colaborando con la generación de empleos y, en muchos casos, con importante peso en la balanza comercial de los países, desarrollando tecnologías de punta para la industria forestal y siendo un importante actor de acciones sociales en todas las comunidades en que actúa. Nos sentimos orgullosos de formar parte de ese engranaje.

Me gustaría invitarles a aprovechar el contenido de esta edición, que fue preparada con

“Hay artículos interesantes que tratan asuntos muy importantes para nuestra industria, como Seguridad y Energía”.

mucha dedicación por parte de nuestro equipo. Hay artículos interesantes que tratan asuntos muy importantes para nuestra industria, como Seguridad y Energía. También presentamos un artículo en el que compartimos informaciones sobre la instalación de films plásticos retráctiles.

Continuamos firmes en nuestro objetivo de participar activamente en la formación técnica de la fuerza de trabajo de nuestro sector. El Momento Técnico es una de las herramientas que utilizamos para ello. Su opinión sobre ese material es muy importante para que podamos mejorar continuamente. Buena lectura.

Luciano Donato

**ALBANY**  
INTERNATIONAL



## Métodos para la instalación de telas encogibles

### Introducción

Este trabajo presenta los métodos para la instalación de telas encogibles con el objetivo de aclarar a los usuarios de la industria de papel y celulosa algunas características, los cuidados y los procedimientos básicos de instalación; asegurando un encogimiento eficaz y uniforme en todo el perímetro de la tela.

Para esto, inicialmente se presenta la diferencia entre las telas encogibles y no encogibles y algunas definiciones del proceso de encogimiento. A seguir, se analizan los cuidados con el almacenamiento y los métodos y procedimientos para el encogimiento. Finalmente, se muestran los tipos de fijación de la tela al equipamiento y algunas recomendaciones que aseguran el éxito de la instalación y, consecuentemente, el desempeño satisfactorio de la tela durante la operación.

Con esto, se espera darle más practicidad y seguridad a las instalaciones en el menor tiempo posible, minimizando o eliminando fallas y dificultades posibles de durante el proceso de encogimiento.

### Telas encogibles y no encogibles

- **Telas encogibles:** son manufacturadas a medida con hilos termoencogibles, ajustándose al equipamiento durante la instalación. El proceso de encogimiento se da a través de la exposición a temperatura, asegurando estabilidad dimensional.
- **Telas no encogibles:** no se encogen cuando expuestas a temperatura, pues fueron previamente sometidas al proceso de termofijado, asegurando su estabilidad dimensional, considerando las condiciones operacionales.

### Proceso de encogimiento

Para entender mejor lo que ocurre con los hilos termoencogibles durante el proceso de encogimiento, siguen a continuación algunas definiciones:

- **Fuerza de encogimiento:** es la fuerza que el hilo ejerce cuando expuesto a temperatura.
- **Post force:** es la fuerza residual que el hilo ejerce tras ser removido de la fuente de calor, asegurando la estabilidad dimensional sin formar burbujas, arrugas o pliegues.

En la tabla a continuación puede observarse la relación entre la fuerza de encogimiento y el post force de distintos tipos de hilos durante el proceso de encogimiento:

Diámetro y tipo de hilo	Punto de fusión (°C)	Fuerza de encogimiento (gf)	Post force (gf)	encogimiento del hilo (%)
.45 mm PP Polipropileno	170	237	179	8
.50 mm K Kynar	156	392	305	12
.40 mm PES Poliéster	257	450	372	18
.40 mm PA6 Poliamida	216	380	170	9

Tabla 1: *Proceso de encogimiento*

Analizando los datos de la tabla, se observa que el hilo de poliéster es el material que presenta más *post force*, asegurando mayor estabilidad dimensional.

La tabla también muestra el punto de fusión, siendo esta la temperatura máxima que el hilo puede recibir durante el proceso de encogimiento. A partir de este límite, el material empieza a deformarse y, consecuentemente, dañar la tela.

A continuación se presenta un gráfico con los resultados de un test de encogimiento en las siguientes condiciones:

- Tiempo de exposición a la temperatura: 5 min;
- Tensión del hilo: 9 g;

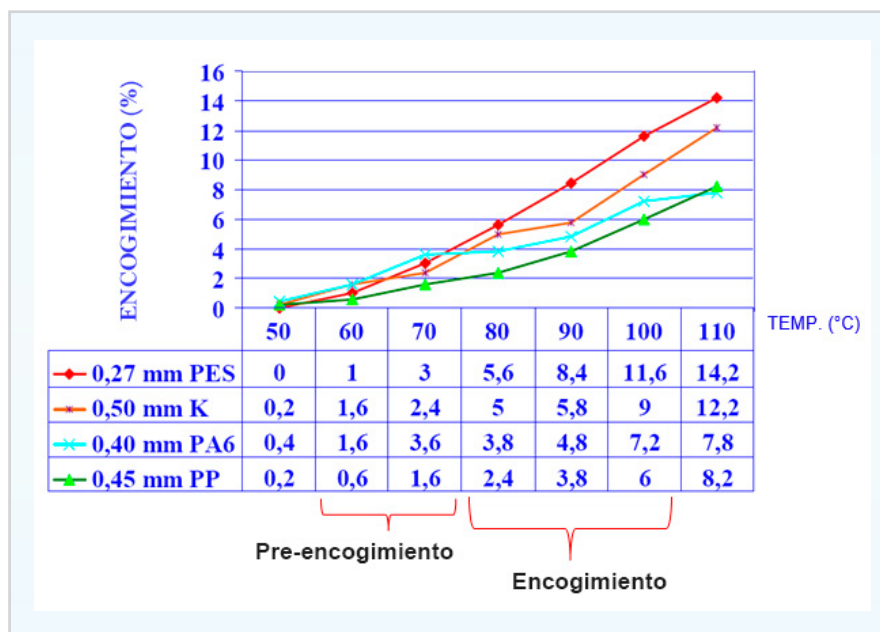


Gráfico 1: Curva de encogimiento.

El gráfico muestra que el hilo de poliéster presentó mayor encogimiento (el 14,2% con la temperatura en 110 °C), seguido del kynar (el 12,2% en la misma temperatura). En la práctica, esto significa mayor rapidez en el proceso de encogimiento.

El test también muestra que los materiales termoencogibles empiezan a sufrir encogimiento a partir de los 60 °C, lo que llamamos pre encogimiento.

### Almacenamiento

Como sabemos, las telas encogibles son manufacturadas con hilo de auto encogimiento y térmicamente no estabilizado. Siendo así, según muestra el gráfico 1, se recomienda mantener las telas encogibles almacenadas en su envase original, en local seco y en temperatura ambiente inferior a los 35 °C.

Caso el almacenamiento se realice en lugar distinto al recomendado, la tela podrá sufrir algún pre encogimiento donde serán alteradas sus dimensiones, imposibilitando futura instalación.

### Métodos y procedimientos para encogimiento

Los métodos son las posibles fuentes de calor utilizadas en el proceso de encogimiento de las telas encogibles. Los procedimientos se refieren a los pasos necesarios para que

la instalación y el encogimiento sean eficaces y uniformes en todo el perímetro de la tela. A continuación se presentan los principales métodos, bien como los dispositivos necesarios para generar calor y los procedimientos básicos de instalación y encogimiento:

- **Método da agua caliente:** el proceso de encogimiento se hace a través de la inmersión de la tela en un tanque de agua calentada por vapor. Caso sea necesario, se puede cerrar la parte superior del tanque o cubrir el filtro evitando la pérdida de calor y, consecuentemente, la caída de la temperatura, según muestra la figura 1.

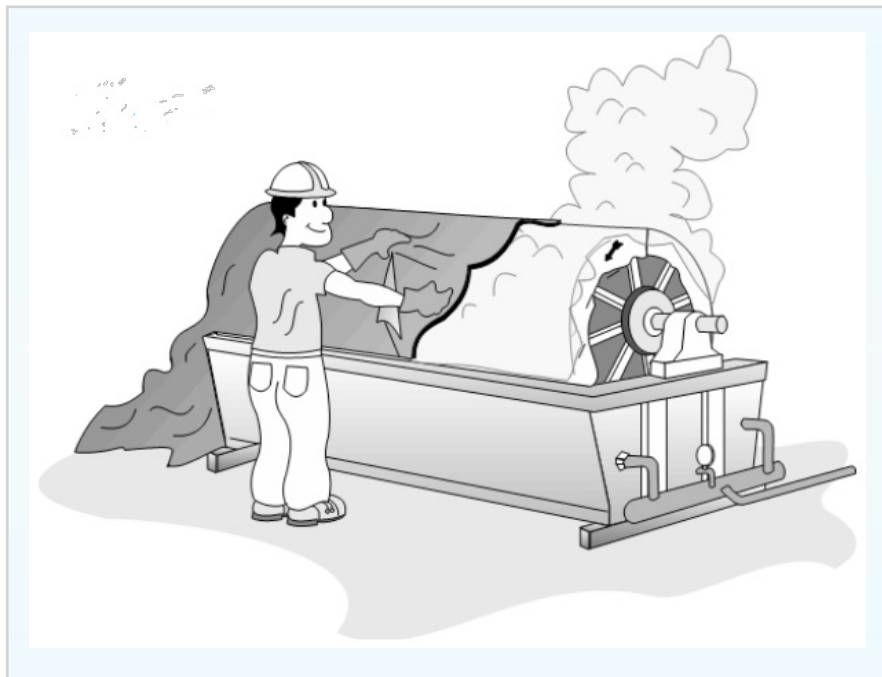


Figura 1: Método de agua caliente.

- **Dispositivos:** en el tanque del filtro o en tanque apropiado, posicionar en el fondo un caño tipo ducha con salida de vapor perpendicular a la tela. Se recomienda que el caño tenga 75 mm de diámetro con orificios de 6 mm equidistantes entre sí (en) 25 mm. La presión mínima de la línea de vapor debe ser de 3,5 kg/cm<sup>2</sup>, sin embargo es deseable una presión de hasta 9,8 kg/cm<sup>2</sup>. Téngase en cuenta que una habrá una considerable pérdida de calor, entonces, una presión más alta juntamente con una línea de vapor adecuadamente dimensionada, asegurará el perfecto calentamiento del agua y consecuentemente, el encogimiento correcto de la tela.
- **Procedimientos:** tras cerciorarse de que la tela esté instalada correctamente en el filtro, colocar en el tanque agua suficiente para sumergir parte de la misma. Se recomienda marcar en el eje del filtro según el número de etapas necesarias para sumergir todo el perímetro de la tela y abrir el vapor para iniciar el calentamiento del agua. A partir del momento que la temperatura llega a los 60 °C, se inicia el proceso de pre encogimiento de la tela. Mantener el filtro parado por cinco minutos en cada etapa demarcada, girando hasta sumergir la próxima parte de la tela. Ejecutar este procedimiento hasta completar una vuelta, recordando que la enmienda de la tela deberá ser la última etapa a entrar en contacto con el agua. Al final del pre encogimiento, la tela deberá estar pegada al filtro, teniendo inicio el proceso de encogimiento. Con la temperatura del agua próxima a los 100 °C. Verificar si la tela se mantiene alineada en relación a las laterales, y mantener el filtro girando lentamente por aproximadamente 120 minutos para obtener el perfecto encogimiento de la tela. El tiempo puede ser mayor o menor según la temperatura del agua y la velocidad del filtro. La con-



dición ideal es la temperatura de 100-110 °C con el filtro girando a una velocidad de 2-3 m/min. Al final del proceso, verificar la eficacia del encogimiento. Caso necesario, repetir el procedimiento por 30 minutos, aumentando la temperatura del agua y/o reduciendo la velocidad de rotación del filtro. Cerrar el vapor y retirar el agua del tanque para iniciar la terminación final y la fijación de la tela al equipamiento.

- **Método de la ducha de vapor:** el proceso de encogimiento se hace a través de la inyección de vapor directamente en la tela, según muestra la figura 2 a continuación. En este método, también es favorable cerrar la parte superior del tanque o cubrir el filtro evitando la pérdida de calor y, consecuentemente, la caída de la temperatura.



Figura 2: Método de la ducha de vapor.

- **Dispositivos:** ducha de vapor con caño de 50 mm de diámetro con orificios de 3 mm equidistantes entre sí 25 mm. La presión de la línea de vapor debe ser mayor a 9,8 kg/cm<sup>2</sup>, alcanzando la temperatura ideal para el encogimiento de la tela.
- **Procedimientos:** tras cerciorarse de que la tela esté correctamente instalada en el filtro, posicionar la ducha de vapor considerando que la distancia de la misma en relación a la tela depende de la temperatura del vapor; es decir, cuanto más baja la temperatura, más próximo de la tela deberá posicionarse la ducha. Se recomienda marcar el eje del filtro según el número de etapas necesarias para que todo el perímetro de la tela quede expuesto al vapor. Abrir el vapor manteniendo la temperatura próxima a los 75 °C para ejecutar el proceso de pre encogimiento. Mantener el filtro parado por cinco minutos en cada etapa demarcada, girando hasta que la próxima parte de la tela esté expuesta al vapor. Ejecutar este procedimiento hasta completar todas las etapas, recordando que la enmienda de la tela deberá ser la última etapa a estar expuesta al vapor. Al final del pre encogimiento, la tela deberá estar pegada al filtro, teniendo inicio el proceso de encogimiento. Verificar si la tela se mantiene alineada en relación a las laterales. Con la temperatura próxima a los 100 °C, mantener el filtro girando lentamente por aproximadamente 90 minutos. El tiempo puede ser mayor o menor según la temperatura del vapor y la velocidad del filtro. La condición ideal es la temperatura de 100-110 °C con el filtro girando a una velocidad de 2-3 m/min. Al final del proceso, cerrar el vapor y verificar la eficacia del encogimiento. Caso necesario, repetir el procedimiento por aproximadamente 30 minutos, aumentando la temperatura del

vapor y/o reduciendo la velocidad de rotación del filtro. Iniciar la terminación final y fijación de la tela al equipamiento.

- **Método da lâmpara infrarroja:** el proceso de encogimiento se hace a través de un equipamiento conformado por resistencias eléctricas o lámparas infrarrojas que, una vez incandescentes, irradian calor y calientan la superficie de la tela, según muestra la figura 3.

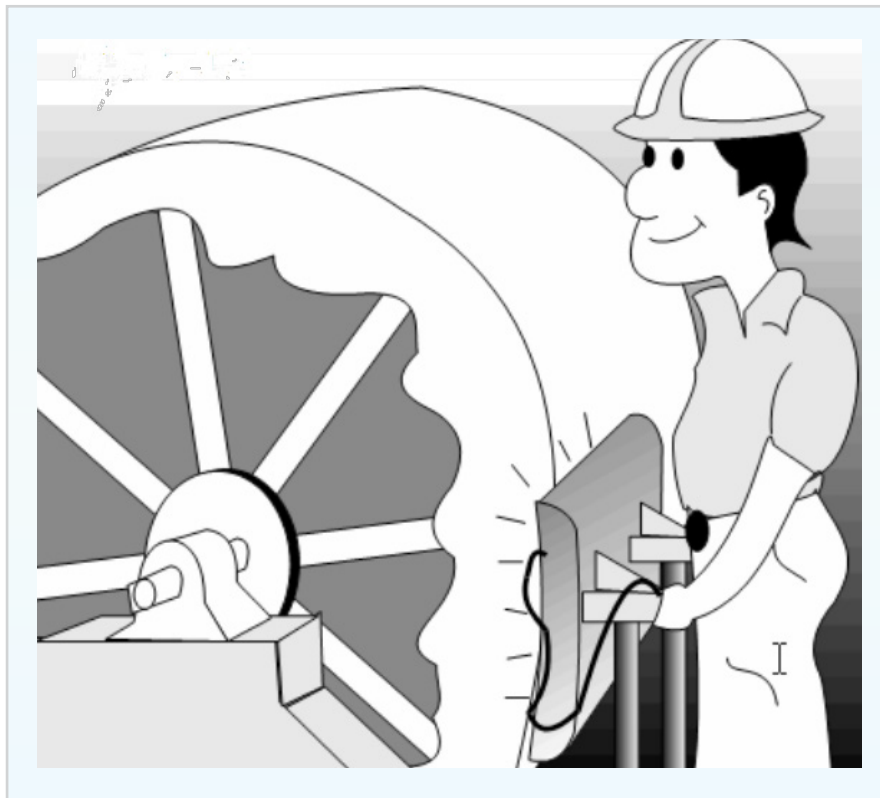


Figura 3: Método da lâmpara infrarroja.

- **Dispositivos:** equipamiento apropiado con control de temperatura, distancia y tiempo de exposición.
- **Procedimientos:** Tras cerciorarse de que la tela esté instalada correctamente en el filtro, posicionar el equipamiento adecuadamente próximo de la tela, controlando la temperatura y la distancia del aparato en relación a la tela. La condición ideal es la temperatura de 150 °C con el aparato posicionado a 50 mm de la tela. Se recomienda marcar el punto inicial en una de las laterales de la tela. Realizar el pre encogimiento de cinco segundos en cada región pasando por todo el largo y perímetro de la tela hasta completar una vuelta, recordando que la enmienda de la tela deberá ser la última etapa a recibir calor. Al final del pre encogimiento, la tela deberá estar pegada al filtro, teniendo inicio el proceso de encogimiento. Repetir el procedimiento por dos vueltas más; pero con el tiempo de 15 e 30 segundos respectivamente, con el equipamiento en las mismas condiciones. Al final del proceso, verificar la eficacia del encogimiento y, caso necesario, repetir el procedimiento por una vuelta más con el tiempo de 40 segundos. Iniciar la terminación final y fijación de la tela al equipamiento.

### Tipo de Fijación

Tras finalizar el procedimiento de terminación final, especialmente en las laterales de la tela, es necesario fijarla al equipamiento, según la presentación a continuación:

- **Anillos:** se atornillan sobre la tela en los bordes del filtro. En algunos equipamientos, los anillos pueden atornillarse en la superficie próxima del borde en canaletas específicas, según muestra la figura 4;

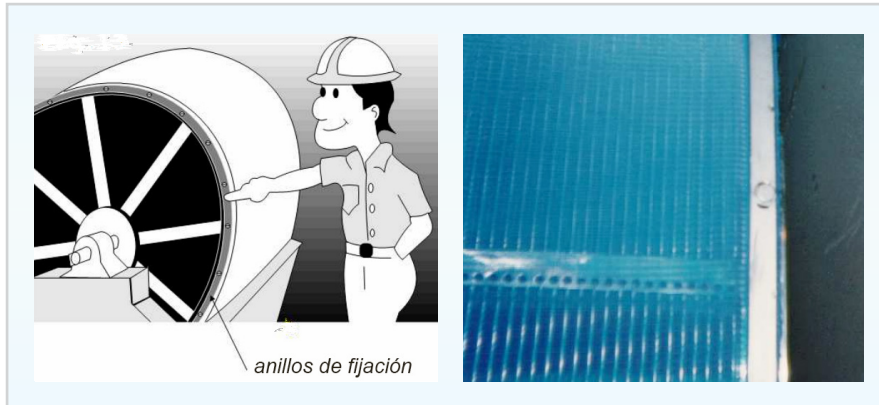


Figura 4: Fijación por anillos.

- **Cintas (flejes):** se tensan y se unen en las extremidades utilizando equipamiento adecuado. Según la aplicación, pueden ser de acero o plástico. Caso sean de acero, pueden unirse utilizando un aparato de soldadura, sin embargo con riesgo inminente de dañar la tela. Se recomienda posicionar las cintas a cada metro por toda la extensión del filtro, según muestra la figura 5;



Figura 5: Fijación por cintas.

- **Plugs:** son tarugos de plástico insertos en los orificios del filtro. Se recomienda posicionarlos en hileras a cada dos metros por toda la extensión del filtro, según muestra la figura 6;

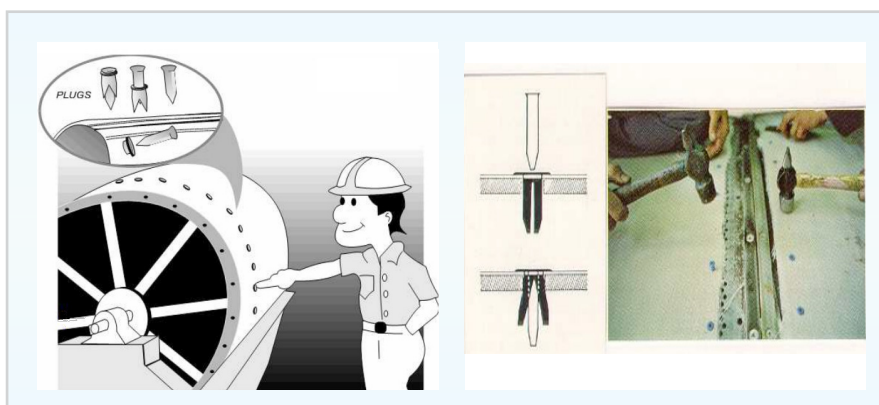


Figura 6: Fijación por plugs.



- **Régla transversal:** son reglas fijadas sobre la tela en el sentido transversal del filtro. Normalmente son dos: posicionadas una en cada extremidad del filtro, según muestra la figura 7;



Figura 7: *Fijación por regla transversal.*

- **Pegamento:** aplicación de pegamento sobre la tela en regiones con ranuras, ubicadas en la superficie próxima al borde del filtro, según muestra la figura 8;

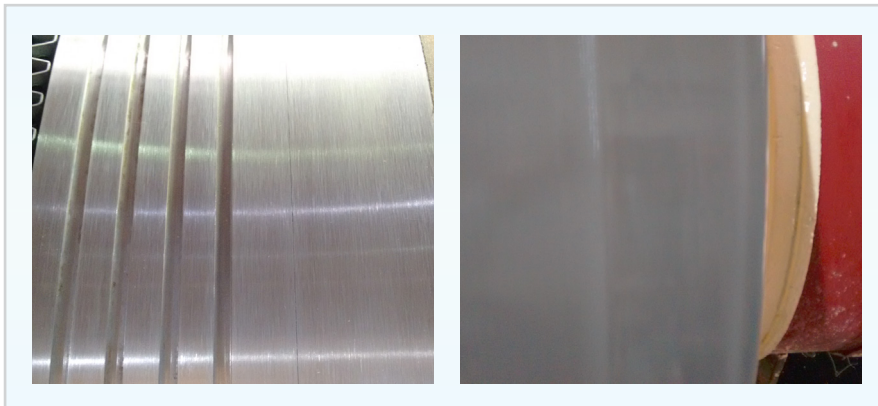


Figura 8: *Fixação por cola.*

- **Ojales y cuerda:** son provistos con la tela con la finalidad de mantenerla estable sobre el filtro durante el proceso de encogimiento, evitando desplazamientos. En algunos casos, se utiliza este procedimiento para la fijación de la tela al equipamiento, según muestra la figura 9;



Figura 9: *Fijación por ojales y cuerda.*

## Recomendaciones

Siguen a continuación algunas recomendaciones importantes que aseguran el éxito de la instalación y, consecuentemente, el desempeño satisfactorio de la tela durante la operación:

- Antes de remover la tela usada del filtro, revisar las dimensiones de la tela a instalarse para eliminar el riesgo de que sea menor al perímetro del filtro, posible de ocurrir durante el transporte o almacenamiento inadecuado;
- El tanque y el filtro deben ser totalmente limpios, eliminando todo tipo de residuo generado por el proceso;
- Verificar el filtro para encontrar posibles puntos que puedan dañar la tela durante la instalación, encogimiento u operación. Caso necesario, utilizar soldadura y rectificar para eliminar las partes sobrantes y los ángulos vivos;
- Antes de exponer la tela a altas temperaturas, cerciorarse de que esté posicionada correctamente sobre el filtro, verificando la alineación y especialmente el cierre de la enmienda, caso exista;
- El calor excesivo, independientemente del método de encogimiento utilizado, podrá deformar o quemar la tela;
- El encogimiento uniforme de la tela, bien como su fijación al equipamiento y la terminación final, se consideran fundamentales para alcanzar el resultado esperado;
- Para las telas con unión, el regulado del raspador existente en algunas aplicaciones deberá realizarse en la región de la unión por ser más espesa que el cuerpo de la tela.

El desempeño satisfactorio no depende exclusivamente de la instalación, pero un encogimiento mal realizado influye directamente en el tiempo de vida y en la productividad del equipamiento.

## Consideraciones Finales

El objetivo principal de este trabajo fue presentar los métodos y los procedimientos para la instalación y el encogimiento de las telas encogibles y; así, identificar lo más adecuado en términos de eficacia y uniformidad.

Para alcanzar este propósito fue necesario entender algunas características que posibilitaron diferenciar las telas encogibles a través de los materiales y proceso de manufactura.

De forma práctica, podemos entender el comportamiento de los hilos durante el proceso de encogimiento, siendo evidenciado por la tabla 1 que el hilo sufre encogimiento durante y después de la exposición a la temperatura, según la fuerza de encogimiento y *post force*.

A través de la tabla 1, fue posible identificar el límite de temperatura que podrá ser aplicado en los distintos tipos de materiales durante el proceso de encogimiento. La curva de encogimiento, representada por el gráfico 1, mostró la temperatura a la que los materiales empezaron a sufrir encogimiento, resaltando la importancia del almacenamiento adecuado de las telas encogibles.

En relación a los métodos y procedimientos para encogimiento, se puede decir que los métodos de agua caliente y ducha de vapor tienen procedimientos similares, siendo diferenciado por el agua. Estos procedimientos propician un encogimiento más uniforme, siendo considerados rápidos y fáciles por ser más de observación y cuidado que de ejecución. Sin embargo, vale resaltar que el método ducha de vapor presenta riesgo inminente de dañar la tela debido al vapor direccionado.

El método de lámpara infrarroja es un procedimiento lento por ser totalmente manual, proporcionando riesgo inminente de dañar la tela debido al movimiento del aparato y al hecho de que el tiempo de exposición en cada región es operacional. Además, dificulta la uniformidad del encogimiento. Este método se recomienda como alternativa en los casos donde no sea posible efectuar el encogimiento utilizando el método del agua caliente o de la ducha de vapor.

Ante estas consideraciones, se concluye que el método más adecuado para el encogimiento de telas es el del agua caliente, por ser considerado más seguro, fácil y rápido, con garantías de encogimiento más eficaz y uniforme.

En relación a los tipos de fijación, se puede decir que todos son eficaces. Sin embargo, cada uno tiene sus particularidades, siendo el tipo ideal el que más se adapta al equipamiento y a las necesidades operacionales.

Para finalizar, se concluye además que el éxito en la instalación y en el encogimiento de la tela depende exclusivamente de los procedimientos recomendados, ejecutándolos de forma práctica y segura en el menor tiempo posible, minimizando o eliminando fallas y dificultades. Sin embargo, el desempeño satisfactorio de la tela, además de la instalación y del encogimiento adecuado, depende del condicionamiento y de la especificación correcta del producto, según la aplicación.

Es conveniente señalar que más informaciones y detalles de instalación pueden ser encontrados en los manuales de instalación para las telas encogibles.

## Referências

MATOS, N. J. **Momento Técnico: Telas Plásticas**. 12. ed. 2006. p. 3-7

WAGNER, A. **Manual de instalação para telas encolhíveis**.

### Perfil del autor:

Alzir Wagner es Licenciado en Ciencias de la Computación por la Fundación Universidade Regional de Blumenau (FURB). Tiene cursos técnicos de Fabricación de Papel y Celulosa por la ABTCP (São Paulo/SP). Inició sus actividades en Albany International en 1998 como Operador de Unión. Actualmente ejerce la función de Técnico de Servicios para todas las líneas de producto.



## ■ Determinando el potencial para Accidentes Graves y Fatalidades

A lo largo de los cinco últimos años, Mercer ORC Networks y BST examinaron exhaustivamente un hecho sorprendente que llamó la atención de los líderes operacionales y de seguridad: los indicadores de Accidentes Graves y Fatalidades (o SIF— sigla en inglés para *Serious Injuries and Fatalities*) aumentaron o se mantuvieron en los mismos niveles, mientras que los indicadores de accidentes registrable (OSHA *recordables rates*) seguidamente se redujeron. Este estándar terminó por confirmar que los buenos resultados en los indicadores de accidentes registrables no definen que una empresa esté en nivel *World Class*, pues la compañía todavía puede tener experiencias con SIFs.

Siete empresas globales patrocinaron un estudio para explorar este fenómeno, sus implicaciones y cómo encararlo. Los datos conjuntos de estas empresas fueron sometidos a un análisis cualitativo y estadístico profundo, además del análisis de causa raíz. Los líderes de cada empresa crearon un equipo de apoyo para el análisis. El estudio identificó dos motivos principales para que la reducción de los accidentes leves y registrables no corresponda a una reducción de los SIFs:

1. Las causas y las correlaciones de los SIF normalmente son distintas a las relativas a los accidentes leves.
2. El potencial para los SIF es bajo para la mayoría de los accidentes leves (cerca del 80%).

La cuestión del potencial es importante para tratar de los SIFs. Por ejemplo: considere la actividad de transporte manual de carga. Las lesiones más comunes resultantes de este tipo de actividad son las torsiones y luxaciones y no es común que esas exposiciones resulten en fatalidades. Por otro lado, una caída de tres metros de altura claramente tiene el potencial de provocar una fatalidad o una lesión que altere la vida, aunque este no sea siempre el resultado de una de esas caídas. Para evitar los SIFs, las iniciativas de seguridad deben enfocarse en las exposiciones que tienen el potencial para dichos accidentes.

Cuando las empresas analizan solamente los índices de accidentes registrables como la principal medida de su desempeño de seguridad (lo que es una práctica común), pierden de vista datos importantes relacionados a los SIFs. Iniciativas de seguridad pueden direccionarse a exposiciones con bajo potencial para SIF, simplemente porque son las que ocurren más frecuentemente. Y como no hay visibilidad de los orígenes de los SIFs, los líderes pueden equivocarse al creer que estas acciones reducen la ocurrencia de todos los tipos de accidentes.

### Entendiendo y gerenciando este problema

Como en cualquier otra área de desempeño, es importante medir el progreso en la prevención de los SIF. Un indicador de desempeño muestra si mejoramos, si estamos estancados o incluso si empeoramos en nuestros esfuerzos para alcanzar un objetivo. En otras palabras, nos muestra si nuestros esfuerzos dan resultados o si necesitamos cambiar el abordaje.

Un reto al medir el progreso en la prevención de los SIF es que, en cualquier organización, los eventos relacionados a los accidentes graves y fatalidades no son frecuentes. Consecuentemente, la propia medición de ocurrencias de los SIF involucra un pequeño volumen de datos, prácticamente imposibilitando el intento de detectar las tendencias y los cambios estadísticamente válidos de los datos de forma significativa.

Sin embargo, como ya discutimos, los SIFs son el resultado de exposiciones que tienen potencial para generarlos. Y en cuanto este potencial intrínseco de la exposición resultará de hecho en un SIF es una cuestión de suerte. De tal forma, lo que realmente debemos medir es el índice de potencial de SIF – la exposición que resultó en una fatalidad o accidente grave,

tanto cuanto las que no resultaron en fatalidades o accidentes graves, pero tenían el potencial de convertirse en SIF.

Reduciendo el índice de potencialidad de los SIF, consecuentemente reducimos las chances de ocurrencia de accidentes graves y fatalidades. Medir el índice de potencial de los SIF nos dice como estamos mejorando y amplía el volumen de datos para un nivel donde podemos observar cambios y tendencias.

Esto representa el reto de definir una medida adecuada para potencial de los SIF y un método de clasificación de accidentes/cuasi accidentes, de modo que podamos identificar los potenciales de SIF. La eficacia de esta clasificación se determina por dos factores críticos:

1. Consenso y alineamiento en las definiciones de "SIF" y "Potencial de Exposición a SIF".
2. Un sistema válido, confiable y repetible para evaluar las ocurrencias que tengan Potencial de Exposición a los SIF.

### Definición de SIF y Potencial de Exposición a SIF

Cada organización debe definir la amplitud de su definición "accidente grave" dentro de "fatalidades y accidentes graves". Mientras las fatalidades se refieren a los accidentes fatales relacionados al trabajo, los accidentes graves pueden definirse de forma más o menos amplia, como el ejemplo a continuación:

- Ejemplo 1: **Accidente Grave** – un accidente relacionado al trabajo que **amenaza la vida**. **Casos de amenaza a la vida** son ampliamente entendidos como casos que necesitaron acciones inmediatas de rescate y preservación de la vida, que si no se hubiesen tomado inmediatamente, resultarían en la muerte de la persona. Estos casos normalmente requieren la intervención del equipo de emergencia para el soporte y la preservación de la vida. Algunos ejemplos comunes son: la pérdida significativa de sangre, daños cerebrales, daños a la espina dorsal, uso de Reanimación Cardiopulmonar (RCP o CPR) o Desfibrilador Externo Automático (DEA o AED), trauma pectoral o abdominal que afecta los órganos vitales y quemaduras graves.
- Ejemplo 2: **Accidente Grave** – un accidente relacionado al trabajo que **amenaza o altera la vida**. Además de los **casos de amenaza a la vida**, ya citados en el Ejemplo 1, los **casos de alteración de la vida** normalmente son vistos como situaciones que resultaron en pérdida significativa y permanente de una parte del cuerpo o funcionamiento de un órgano que afecta o impide las actividades normales de la persona permanentemente. Algunos ejemplos comunes son: las lesiones significativas en la cabeza, lesiones en la espina dorsal, parálisis, amputaciones, fracturas traumáticas de huesos y quemaduras graves.

El modo como la organización define los SIF varía según el énfasis que la organización le da al asunto. Todas las organizaciones deben seguir la prevención de todos los accidentes y enfermedades, con énfasis especial para los SIF. La medida apropiada de este énfasis especial suele depender de factores como el número y los tipos de exposiciones e incidentes ocurridos.

En relación a la definición de Potencial de Exposición a los SIF, un caso puede considerarse como teniendo ese potencial cuando un accidente resulta en un SIF, o cuando la exposición podría haber resultado, de modo razonable, en fatalidad o lesión grave, consideradas todas las circunstancias, factores o cambios en las medidas de prevención, y un sentido de que la suerte o el azar influyeron en los resultados ocurridos. En otras palabras, si la misma situación ocurriera una decena o un centenar de veces, ¿sería razonable concluir que el resultado sería eventualmente un SIF?



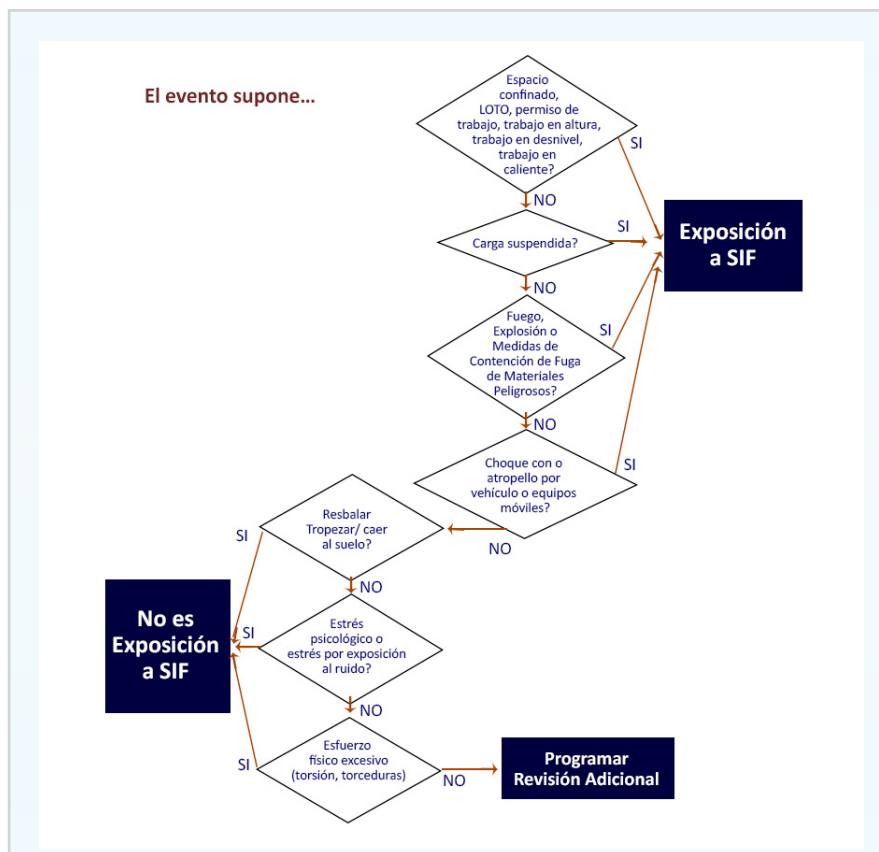
## El sistema de clasificación de Potencial de Exposición a SIF

Establecidos los puntos anteriores, la organización está preparada para definir un sistema de clasificación para evaluar de forma confiable el potencial de Exposición a los SIF en ocurrencias. Existe un abordaje simple para ese sistema de clasificación, conocido como "Árbol de Decisión Basado en la Ocurrencia". Este método es simple y utiliza las características de accidentes o cuasi accidentes para clasificar si una situación tiene el potencial para SIF. Los beneficios de este abordaje son: (1) es mucho menos dependiente de un juicio subjetivo; por lo tanto los eventos pueden clasificarse de una forma consistente por distintos individuos de la organización (por ejemplo: en el lugar donde el incidente ocurrió); y (2) una vez establecido el sistema, la clasificación se convierte en algo fácil y rápido. Al utilizar el abordaje basado en el evento, debemos empezar reconociendo que existen actividades particulares que normalmente producen mayores proporciones de eventos precursoros.

Un precursor de un SIF es una situación de alto riesgo en la cual los controles de gestión están ausentes, son ineficaces o no se cumplen, y que resultará en una lesión grave o fatal si se permite continuar. Eventos precursoros son situaciones de alto riesgo absoluto. Actividades que pueden tener altas proporciones de eventos precursoros incluyen:

- Trabajo próximo a puntos de aplastamiento;
- Entrada en espacios confinados;
- Bloqueo y etiquetado;
- Movimiento de cargas suspendidas y soportadas;
- Trabajo en altura;
- Vehículos industriales;
- Trabajo en Caliente.

### Árbol de decisión basado en la ocurrencia



La organización puede definir una personalización trabajando a partir de un árbol de decisión de clasificación de los SIF genéricos (figura 1). Un pequeño grupo aplica el árbol de decisión genérico al historial de accidentes e incidentes de la organización (accidentes, cuasi accidentes y eventos de seguridad de proceso).

Tras identificar los eventos cuyos criterios del árbol de decisión indican como potencial o no de SIF, tendremos un número de eventos no clasificados. El grupo pasa a realizar un análisis basado en el juicio de los eventos no clasificados una sola vez y, para los seleccionados como orígenes, modifica el árbol de decisión genérico y lo personaliza para las exposiciones de la organización. El árbol de decisión personalizado puede entonces ser utilizado en toda la organización para orientar la clasificación de todos los accidentes e incidentes, sirviendo de medida para los orígenes de los SIF.

Con este abordaje, las decisiones sobre los eventos se basan en criterios objetivos según van ocurriendo, asegurando consistencia. El árbol puede ser aplicado localmente, así la clasificación/identificación de los eventos con potencial de SIF puede darse en tiempo real, facilitando el relato de medición de SIF. Este abordaje también es rápido, ya que evita las discusiones caso por caso durante el proceso de clasificación. Marcar los eventos clasificados como no potencial de SIF y que eventualmente no se encajaron en los criterios de inclusión o exclusión en el árbol de decisión posibilita la mejora continua del proceso. El grupo original que redefinió el árbol puede reunirse anualmente (o en cualquier intervalo de tiempo deseado) para examinar las características de estos casos que pueden resultar en perfeccionamiento del árbol de decisión.

Algunos pueden argumentar que este proceso puede no considerar algunos eventos con potencial de generar SIF que nunca ocurrieron antes; pero contar con un proceso de clasificación simple con el 90% o más de precisión y que elimina inconsistencias es suficiente para vencer las objeciones de la mayoría de las personas.

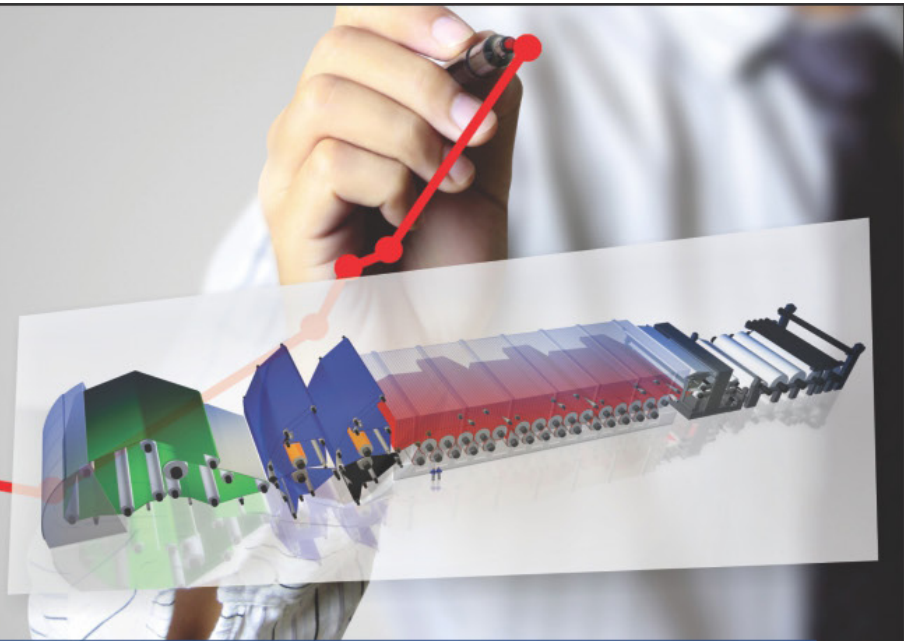
## Conclusión

Independientemente del método utilizado para clasificar el potencial de los SIF, el primer paso para reducir fatalidades y accidentes graves es establecer y registrar un sistema de medición de exposición a estos accidentes y cuasi accidentes. Cuando una organización incorpora un índice de eventos con Exposición a los SIF a sus índices de accidentes registrables y accidentes con ausencia, crea una base para medir el progreso y detectar aumentos de los riesgos. El verdadero progreso en la reducción de accidentes de SIF solamente es posible cuando existe visibilidad de los problemas y de los retos.

### Perfil del autor:

Gregorio Philippe Pereira es graduado en Ingeniería de Producción por la Universidade Regional de Blumenau (FURB), actualmente realizando postgrado en Ingeniería de Seguridad Laboral por la Universidade Candido Mendes. Tiene también curso técnico en Seguridad Laboral por el CEDUPHH (Blumenau/SC). Inició sus actividades en Albany International en 2009 como Técnico de Seguridad Laboral. Actualmente ejerce la función de coordinador del sistema de gestión de seguridad laboral.

- ✓ Tecnología
- ✓ Innovación
- ✓ Resultados



**Albany International. La tecnología e innovación, garantizando el mejor resultado para su máquina.**

## PACKLINE EL

Tela Formadora de bajo espesor con un excelente potencial de vida

- Beneficios
- Alto contenido seco de la hoja
  - Aumento de la vida útil de la tela
  - Mayor retención de sólidos
  - Un menor consumo de energía

## PRESSPLANE 2

Fieltro con tecnología para máquinas Tissue; excelente aplicación para las posiciones que requieren menos consumo de energía.

- Beneficios
- Rápido *break in*
  - Una mayor estabilidad y durabilidad
  - Distribución uniforme de la presión
  - Mejor perfil de humedad
  - Aumento de secado
  - Fácil acondicionamiento y limpieza

## SEAMPLANE II

Fieltro aplicado a diversos tipos de papel, con tecnología de costura diferenciada de gran rendimiento y calidad.

- Beneficios
- Mayor secado de la hoja
  - Elimina marcación
  - Más durabilidad
  - Instalación fácil, rápida y segura

## SEAM PRESSPOINT II

Fieltro con tecnología de costura para una mejor estabilidad estructural y uniformidad.

- Beneficios
- Mejor manejo de agua
  - Alto volumen libre
  - Alta resistencia a la compactación
  - Excelente estabilidad dimensional
  - Alto potencial de vida
  - Instalación fácil y segura
  - Calidad superior de la costura

## AEROPULSE K

Lona Secadora con la estructura aerodinámica activa para papel kraft y embalaje.

- Beneficios
- Reducción en el consumo de vapor
  - Posibilidad de aumento de la productividad
  - Mejor perfil de humedad
  - Reducción de la vibración de la hoja
  - Aumento de la ventilación y aumento en el volumen de aire seco en el bolsillo
  - Mayor resistencia a la abrasión
  - Durabilidad de la costura



**ALBANY**  
INTERNATIONAL

www.albint.com



## ■ Oportunidades de reducción en el consumo de energía a través de la optimización del sistema de vacío

Las bombas de vacío pueden considerarse como siendo uno de los equipamientos más robustos utilizados en las máquinas de papel. Pueden pasar años sin verificaciones y operan aún bajo altas temperaturas de agua de sellado, lo que ocasionalmente puede presentar dudosa calidad. Sin embargo, permanecen generando un diferencial de presión, que llamamos vacío, aunque en condiciones muy distantes de las recomendadas por los fabricantes.

Por este motivo, las bombas de vacío suelen ser rezagadas cuando se trata del mantenimiento y de auditorías regulares para verificar su funcionamiento.

Podemos pensar que, por estar produciendo dentro de los estándares solicitados, con calidad, no es necesario hacer nada respecto a las optimizaciones en el sistema de vacío. Todo lo contrario: este es el mejor momento para realizarlas auditorías a fin de identificar los cuellos de botella del sistema, que servirán de base para reducir el consumo de energía sin perder la producción.

El vigésimo sexto presidente de los Estados Unidos, Theodore Roosevelt, dijo una vez: "*Do what you can with what you have, where you are*" que; en traducción libre, significa: "Haga lo que pueda con lo que tiene, donde esté". Podemos aplicar este concepto a las optimizaciones que pueden realizarse en los sistemas de vacío de cualquier máquina de papel. Según Humbert Koefler [1], de Andritz, "Las facturas de energía pueden reducirse en un 10%, sin ninguna inversión".

### Consumo de energía en las máquinas de papel

La generación de vacío representa, típicamente en una máquina de papel, uno de los mayores sistemas, capaz de presentar entre 400 y 6.000 kW de potencia instalada de motores para su operación.

En números genéricos, del consumo total de energía de la sección de formación, entre el 30 y el 40% se consumen por el sistema de vacío. En el prensado, este número baja para unos 20%. De cualquier forma, es importante observar que pequeñas acciones para reducir el consumo de energía en estas secciones pueden generar impactos significativos en los costos de operación de las máquinas de papel en general.

A continuación demostraremos qué tipo de trabajo necesitamos implementar para asegurar una reducción en el consumo de energía, sin perjudicar la producción de papel o de celulosa.

### Auditorías de vacío

Los trabajos de auditoría de vacío realizados por Albany International pueden tener varios objetivos, entre ellos: aumentar la producción, reducir el consumo de agua, redistribuir el sistema de vacío, adecuar para reformas y también reducir el consumo de energía eléctrica.

La auditoría se divide en las siguientes mediciones:

- Rotación de las bombas de vacío;
- Temperatura de las bombas de vacío y del agua de sellado;
- Niveles de vacío en las bombas de vacío y en los elementos, tales como cajas y rollos de succión;
- Casos de estudio.

### Rotación de las bombas de vacío

Todas las bombas de vacío tienen curvas de dimensionamiento, donde se puede relacionar el nivel de vacío de trabajo con la rotación del rotor, el volumen de aire generado en la succión y la potencia requerida del motor.

La figura 1 muestra una curva típica de bomba de vacío. El aspecto general de la curva puede variar, sin embargo las informaciones son básicamente las mismas. Por ejemplo: si obtenemos un valor de 260 rpm en el rotor de la bomba, con un nivel de vacío de 10 inHg (3,45 mca), tendremos un caudal de aire de aproximadamente 21.000 CFM.

Comparativos entre la norma TAPPI y el mercado pueden indicar que, en la posición utilizada, el caudal necesario sería de 17.000 CFM. En este caso, podríamos reducir la rotación de la bomba de vacío para alcanzar este valor.

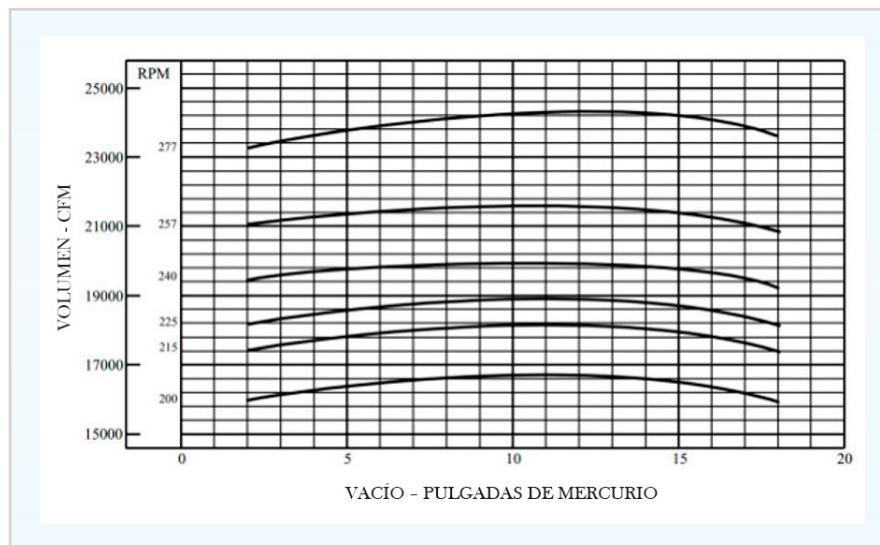


Figura 1: Curva de bomba de vacío típica, caudal, nivel de vacío y rotación.

Utilizando la figura 2 para dimensionar los motores, observamos que, para operar con 260 rpm, el motor necesita aproximadamente 600 HP (441,3 kW). Ya para operar en 210 rpm, el motor necesita menos de 400 HP (294,2 kW) para operar en el caudal de 17.000 CFM mencionado anteriormente.



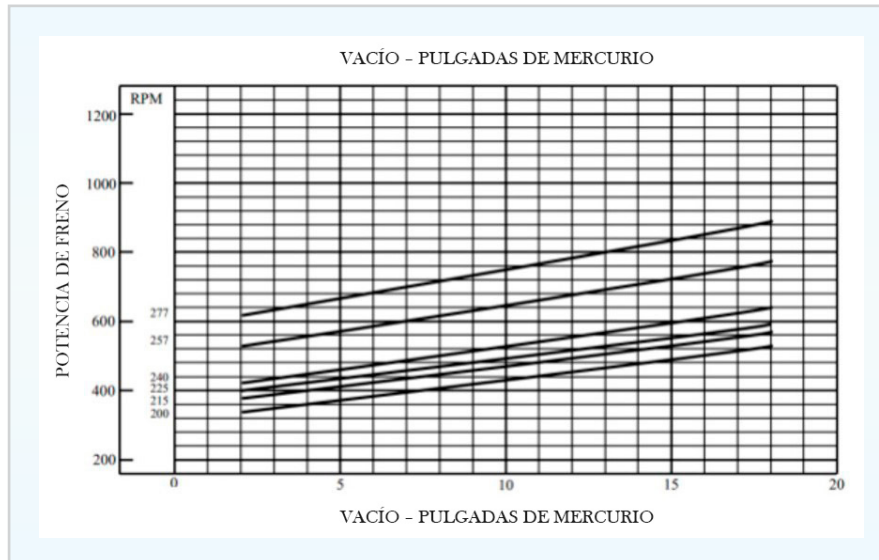


Figura 2: Curva de bomba de vacío típica, potencia del motor, nivel de vacío y rotación.

Apenas para facilitar los cálculos, consideremos que la potencia nominal sea igual a la consumida, que el equipamiento opere 350 días por año y que el costo del kWh sea de 0,50 R\$/kWh.

Motor de 600 HP (441,3 kW)

$$\text{consumo anual} = 441,3 \text{ kW} \times 24 \frac{\text{h}}{\text{dia}} \times 350 \frac{\text{dias}}{\text{ano}} \times 0,50 \frac{\text{R\$}}{\text{kWh}}$$

$$\text{consumo anual} = \text{R\$ } 1.853.460,00$$

Motor de 400 HP (294,2 kW)

$$\text{consumo anual} = 294,2 \text{ kW} \times 24 \frac{\text{h}}{\text{dia}} \times 350 \frac{\text{dias}}{\text{ano}} \times 0,50 \frac{\text{R\$}}{\text{kWh}}$$

$$\text{consumo anual} = \text{R\$ } 1.235.640,00$$

La diferencia en reales entre la primera situación y la segunda es de R\$ 617.820,00 anuales en ahorro de energía.

En este caso hipotético, se reemplazó un motor más potente por otro menos potente. Sin embargo, resultados similares pueden obtenerse con la instalación de inversores de frecuencia, cambio de reductores y ajuste de poleas en las bombas de vacío que operan con este tipo de sistema.

En más del 90% de los casos, los accionamientos de las bombas de vacío se sobredimensionan, creando la oportunidad de ganar con la reducción del consumo de energía, reduciendo la rotación de las bombas de vacío.

Temperatura de las bombas de vacío y del agua de sellado

Durante las auditorías de vacío se miden las temperaturas en cuatro puntos de la bomba: en

la entrada, en la salida, en el casco y en las líneas de agua de sellado. El objetivo de estas mediciones es rastrear los desequilibrios que puedan comprometer el correcto funcionamiento de las bombas. Con los valores obtenidos en la salida de la bomba y en la línea de agua de sellado es posible saber si la cantidad de agua utilizada es la adecuada para asegurar la eficiencia máxima del equipamiento.

En la figura 3, podemos visualizar una tabla con los valores de temperatura registrados en una auditoría de vacío

entrada	salida	casco	agua del sellado	salida agua del
oC	oC	oC	oC	oC
28,5	36,6	33,2	27,4	9,2
29,5	34,4	33,8	27,2	7,2
27,7	34,8	33,9	27,6	7,2
27,7	35,3	33,9	27,5	7,8
47,4	59,5	50,5	27,6	31,9
38,1	58,1	51,6	29,8	28,3
49,1	52,4	45,9	27,9	24,5
49,0	51,5	42,8	27,9	23,6

Figura 3: Datos de temperatura de bombas de vacío.

El resultado de la sustracción de la temperatura de salida por la temperatura del agua de sellado deberá ubicarse entre 8 y 16°C. Caso sea inferior a 8°C, significa que el flujo de agua está por encima de lo recomendado. Además del desperdicio de agua, puede causar pérdida de eficiencia de la bomba de vacío, aumento de la corriente del motor y desgaste precoz del equipamiento. Si el resultado es mayor que 16°C, significa que el caudal de agua está por debajo de lo recomendado, también causando pérdida de eficiencia de la bomba de vacío.

En las dos situaciones relatadas, se concluye que la cantidad de energía usada para operar una bomba con caudal de agua adecuado y, por lo tanto, alta eficiencia, es la misma – sino es menor – que la consumida por una bomba operando con baja eficiencia. Es decir: el costo por tonelada de papel o celulosa producido será inexorablemente más alto en el caso de descontrol de caudal de agua de sellado.

En la tabla a continuación, se construyó un simple comparativo de escenarios. En el primero, la diferencia de temperatura entre la salida y el agua de sellado está dentro de la franja recomendada de 8 a 16°C, indicando el caudal de agua de sellado adecuado para asegurar un funcionamiento eficiente del equipamiento. Ya en segundo escenario, el resultado de la sustracción se encuentra fuera de la franja.

Escenario A		Escenario B
<b>CAUDAL ADECUADO</b>		<b>CAUDAL INADECUADO</b>
CONSUMO DE ENERGÍA	=	CONSUMO DE ENERGÍA
ESTABILIDAD DE MÁQUINA	>	ESTABILIDAD DE MÁQUINA
COSTO POR TONELADA	<	COSTO POR TONELADA

Otro factor importante es la temperatura del agua de sellado. Como estamos en un país tropical, normalmente las temperaturas encontradas son de alrededor de 30°C, mientras que las curvas provistas por los fabricantes se elaboraron en la temperatura de 15,5°C. Cuanto más alta la temperatura del agua de sellado, mayor será la pérdida de eficiencia de las bombas de vacío. Este fenómeno se da porque la cantidad de vapor de agua a 15,5°C es menor que a 30°C. Como el vapor también es un gas, "roba" la capacidad volumétrica de la bomba, reduciendo su eficiencia como podemos ver en el diagrama y en el gráfico presentado a continuación.

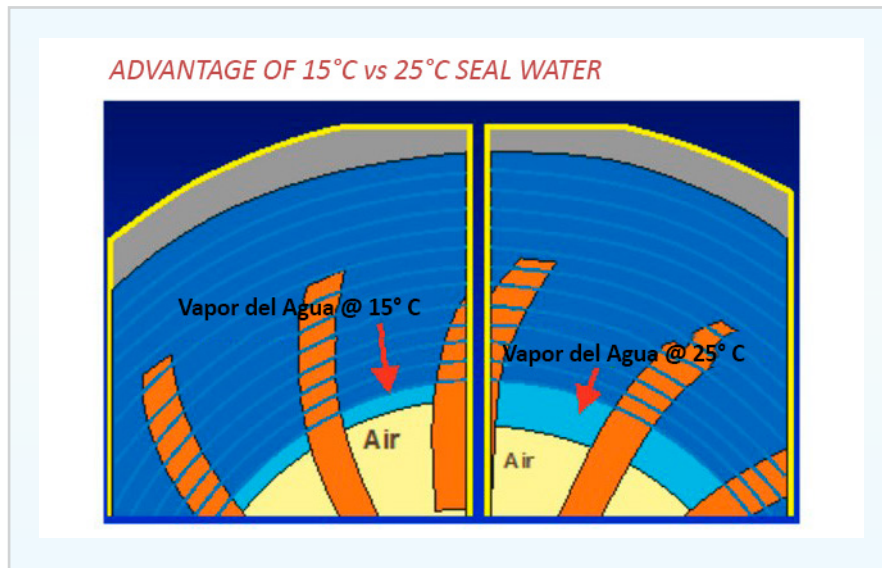


Figura 4: Efecto de la temperatura del agua de sellado en el interior de una bomba de vacío.

En la figura 5, se puede calcular la pérdida de eficiencia para varias temperaturas de agua de sellado. Vamos a utilizar el ejemplo ilustrado por las líneas azules presentadas en el gráfico. A 80°F (26,6°C), el factor de corrección es de 0,96, es decir, pérdida del 4% de eficiencia. A 110°F (43,3°C), el factor pasa a ser de 0,88; es decir, el 12% de pérdida de eficiencia, sin incluir la edad, pérdida de carga o pérdidas en las líneas.

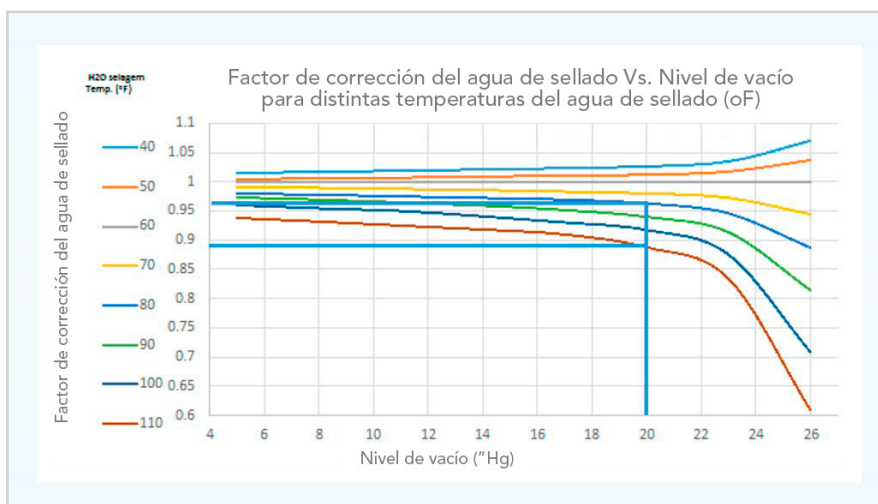


Figura 5: Factores de corrección para distintas temperaturas de agua de sellado.

Existe también una relación entre la temperatura del agua de sellado y el consumo de energía de los motores de las bombas de vacío, que puede ser fácilmente observada en la figura 6.

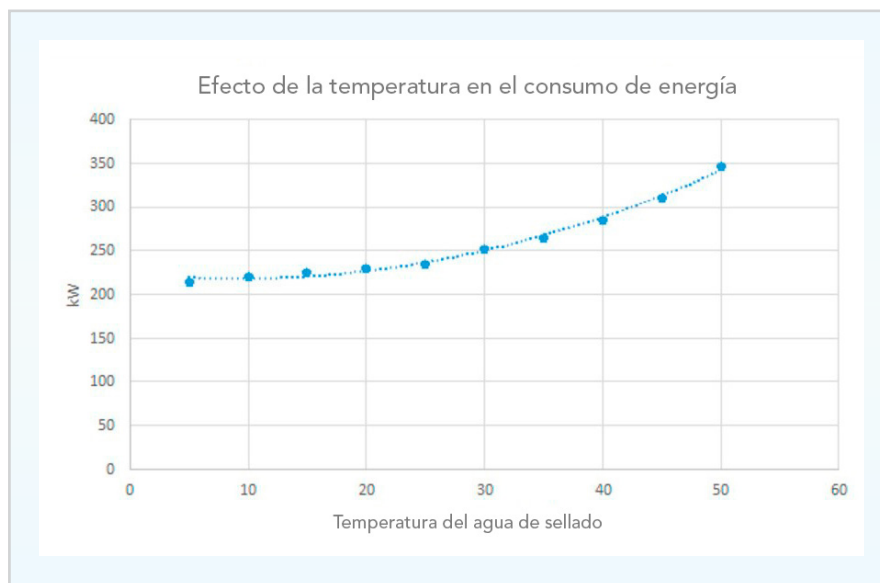


Figura 6: Efecto de la temperatura del agua de sellado en el consumo de energía de las bombas de vacío.

Para temperaturas inferiores a 30°C, se observa poca alteración en el consumo de energía. Sin embargo, después de este valor, las diferencias se vuelven expresivas. A 30°C, la potencia requerida es de 250 kW, ya a 40°C, este valor se aproxima de 280 kW, un aumento del 11%.

En síntesis: cuanto más baja la temperatura del agua de sellado, más eficiente será la bomba de vacío y menos energía eléctrica será consumida para la misma producción de papel o de celulosa.

### Niveles de vacío

Es muy recomendable que las piernas de las bombas de vacío contengan vaciómetros de fácil lectura y acceso para los operadores, o puntos de toma de vacío, con el objetivo de accionar rápidamente en caso de problemas. Sin querer ser reiterativo, una bomba que supuestamente debería generar un diferencial de vacío de 6 mca consume prácticamente la misma energía si presenta problemas y opera con 1,5 mca. Por lo tanto, la verificación de los niveles de vacío en las bombas deberá realizarse periódicamente, caso el objetivo sea mantener el consumo de energía eléctrica lo más bajo posible.

De la misma manera, los puntos de medición o vaciómetros deberán estar presentes en los elementos de desagüe, tales como: láminas de vacío, cajas de mediano vacío, cajas de alto vacío, rollos de succión y cajas de succión de los fieltros. La reducción en los valores registrados en estos puntos puede indicar alguna alteración en el sistema de vacío y contribuir para inestabilidades en la máquina de papel, por lo tanto deben ser monitoreados con atención.

La diferencia máxima aceptable entre el nivel de vacío en la bomba de vacío y cualquier elemento en la máquina de papel no podrá ser superior a 350 mmca. En este caso, algunas hipótesis pueden ser levantadas y testeadas. Las más comunes son gran pérdida de carga, provocada por mal dimensionamiento del sistema y pérdidas o restricciones en las líneas. La figura 7 ilustra este tipo de situación, donde la bomba presenta un nivel de vacío de 6,0 mca, y el rollo *couch*, apenas 4,0 mca. En este caso, el valor aceptable en el rollo debería ser de 5,65 mca

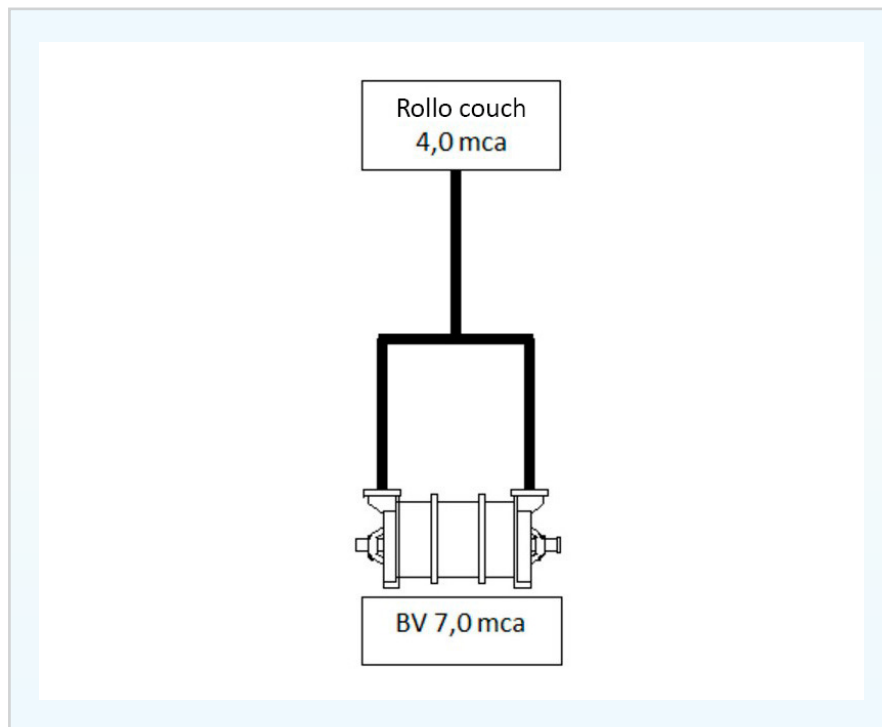
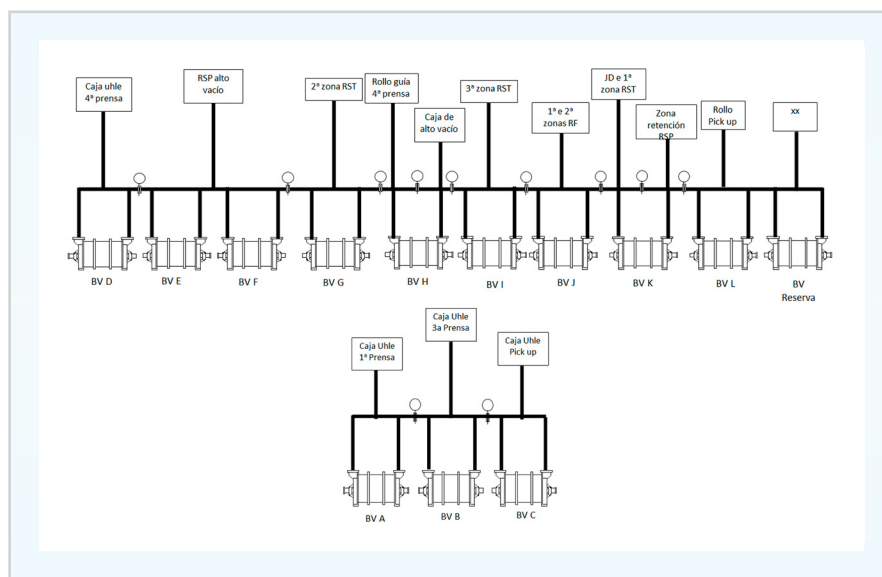


Figura 7: Diferencia entre la bomba de vacío y el punto de aplicación.

### Casos de estudio

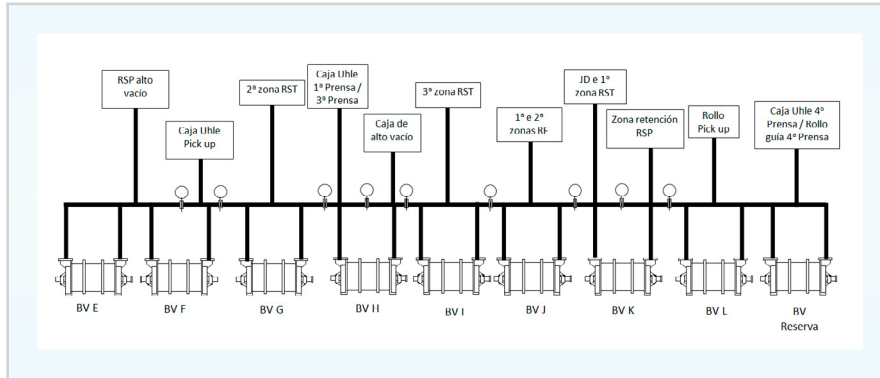
Redistribución de los sistemas de vacío de máquinas de papel con exceso de capacidad instalada.

En este primer caso, la auditoría de vacío identificó exceso de capacidad instalada en la sección de prensado. El flujograma de vacío antes de la redistribución puede observarse en el diagrama a continuación:



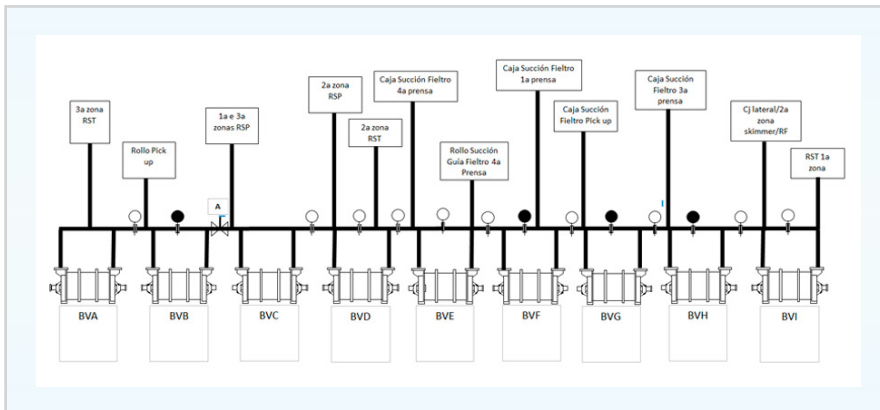
Con los resultados obtenidos, el equipo de PAG (*Process Analysis Group*), de Albany, definió junto con el cliente las bombas que podrían desconectarse y qué alteraciones en estilos de indumentarias y estrategias de condicionamiento deberían adoptarse. Con esto, surge el nuevo flujograma del sistema de vacío:



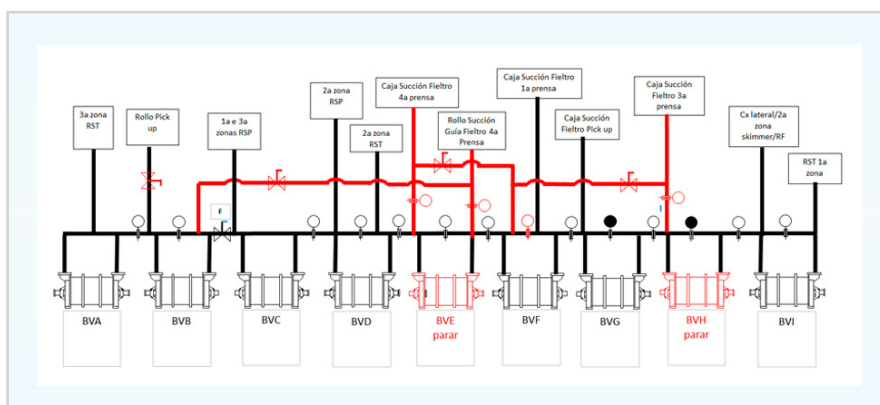


Observe que las bombas A, B y C fueron desconectadas, pues eran las más grandes de la fábrica. De tal forma, el acondicionamiento de los filtros fue redistribuido para las demás, incluso una bomba reserva, recordando que, debido a la nueva estrategia de acondicionamiento, el filtro de la 3ª prensa utiliza apenas parte del caudal de BVH. Tras la instalación, la válvula se cierra y el filtro opera totalmente sin acondicionamiento, bien como el filtro de la 4ª prensa. La reducción en el consumo de energía fue de aproximadamente US\$ 500.000,00 anuales, sin perjudicar el funcionamiento de la máquina y la calidad del papel.]

En el segundo caso, también se identificaron algunas oportunidades de desconexión de bombas de vacío, considerando el exceso de la capacidad para algunos rollos de succión y para los filtros utilizados. A continuación, es posible analizar el flujograma actual del sistema de vacío de la máquina de papel.



Nuevamente utilizamos los recursos del consultor de prensado de Albany, en conjunto con el cliente, para elaborar un flujograma de vacío, con la posibilidad de desconexión de, al menos, dos bombas de vacío, resultando en una reducción del consumo de energía de aproximadamente US\$ 370.000,00 anuales, según se observa a continuación:



## Conclusiones

Es posible reducir el consumo de energía de las máquinas de papel con acciones rápidas y prácticamente sin inversión, en la mayoría de los casos.

Para esto, auditorías regulares en el sistema de vacío son altamente recomendables, pues permiten detectar los cuellos de botella y las oportunidades de optimización. Además, la adopción de buenas prácticas en el mantenimiento de las bombas de vacío, bien como la calidad del agua de sellado, por ejemplo, contribuye positivamente para el correcto funcionamiento de esta sección tan importante para las máquinas de papel en general.

## Bibliografía

- Condicionamento de feltros. Momento Técnico Ed. 04. Freitas, Julio.
- Sistema de vácuo na seção de formação. Momento técnico Ed 23. Goss, Cesar e Leitis, Gustavo.
- Auditorias de vácuo Albany International. Moraes Jr, Volni.
- *Reducing Energy Consumption in Paper Making using Advanced Process Control and Optimisation*. Austin, Paul.
- *Determination of Vacuum Pump Operational Efficiency*. Singhal, DK.
- *Paper Machine Vacuum Systems Offer Range of Energy-Saving Opportunities for Mills*. Pulp and Paper Magazine. Sweet, Douglas F..
- Dicas Técnicas: Fatores que causam baixos níveis de vácuo. Nash.
- *Making with Less*. Sweet, Douglas.
- *Energy-saving solutions for the paper machine*. TAPPSA – 2010. Osara, Mikko.
- *Measuring Paper Machine Energy Performance*. Reese, Dick.
- *Vacio en las Máquinas de Papel*. Rendina, Alfredo.
- *Energy Saving Potential at Felt Conditioning*. Kokkonen, Kari.
- *Opportunities to Improve Energy Efficiency on Paper Machine*. Kumar, Vivek.

### Perfil del autor:

Volni Nunes de Moraes Junior es Ingeniero Químico por la Universidade Federal de Santa Catarina UFSC, con MBA en Marketing por la FGV, Curso de Black Belt Lean Six Sigma por la M. I. Domenech Consultores y MBA en Inteligencia de Mercado por el IBRAMERC. Inició sus actividades profesionales en Santa Maria Companhia de Papel e Celulose, en 2000, y en Albany, en 2002, como Ingeniero de Servicios de Formación. Actualmente ejerce la función de Ingeniero de Servicios en la línea de Prensado y sistemas de vacío para máquinas de papel y celulosa.

[indmomento\\_tecnico@albint.com](mailto:indmomento_tecnico@albint.com) | Um canal direto para sugestões e dúvidas.

Órgão Informativo de Albany International Brasil - Mayo de 2016 - Albany International Tecidos Técnicos Ltda. - [www.albint.com](http://www.albint.com) - Rua Colorado, 350 - CEP 89130-000 - Indaial - Santa Catarina - Brasil - Telefone: (47) 3333-7500 - Fax: (47) 3333-7666 - E-mail: [indmomento\\_tecnico@albint.com](mailto:indmomento_tecnico@albint.com)

### Expediente:

Editores: Fábio J. Kühnen, Harlei A. Erdmann - Diagramação: Studio Gama Comunicação - Revisão: Diogo F. Biehl - A redação não se responsabiliza pelos conceitos emitidos em artigos assinados. É proibida a reprodução total ou parcial de textos, fotos e ilustrações, por qualquer meio, sem autorização.