

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ingeniería



**Diseño, análisis e instalación de un sistema de
embolsado para productos de confitería y consecuente
reordenamiento de maquinaria**

Excelencia que trasciende

Trabajo de graduación presentado
por Sergio Alfonso Linares Figueroa
para optar por el grado de Licenciado en Ingeniería Mecánica

Guatemala

2008

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ingeniería

**Diseño, análisis e instalación de un sistema de
embolsado para productos de confitería y consecuente
reordenamiento de maquinaria**

Trabajo de graduación presentado
por Sergio Alfonso Linares Figueroa
para optar por el grado de Licenciado en Ingeniería Mecánica

Guatemala
2008

Diseño, análisis e instalación de un sistema de embolsado para productos de confitería y consecuente reordenamiento de maquinaria

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ingeniería

**Diseño, análisis e instalación de un sistema de
embolsado para productos de confitería y consecuente
reordenamiento de maquinaria**

Trabajo de graduación presentado
por Sergio Alfonso Linares Figueroa
para optar por el grado de Licenciado en Ingeniería Mecánica

Guatemala

2008

Vo. Bo.:

(f) _____
Ing. Jorge Cerezo

Tribunal Examinador:

(f) _____
Ing. Jorge Cerezo

(f) _____
Ing. Joaquín Garoz

(f) _____
Ing. Manuel Ruano

Fecha de aprobación: 25 Enero, 2008

CONTENIDO

LISTA DE FIGURAS	VI
RESUMEN	VII
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. ACTUALIDAD DE LA EMPRESA.....	2
A. ORDENAMIENTO DE MAQUINARIA INVOLUCRADA	2
B. PROCESOS DE EMBOLSADO POR PESO Y CONTEO DE UNIDADES.....	5
1. <i>Proceso de embolsado por peso de unidades.</i>	5
2. <i>Proceso de embolsado por conteo de unidades.</i>	6
C. SISTEMA DE EMBOLSADO POR PESO	9
1. <i>Tolva de alimentación.</i>	10
2. <i>Banda transportadora de empujadores.</i>	10
3. <i>Báscula de pesaje automática (ISHIDA).</i>	11
4. <i>Transportador de cangilones.</i>	14
5. <i>Máquina de embolsado por peso.</i>	15
III. MÁQUINA DE EMBOLSADO NUEVA.....	18
A. DESCRIPCIÓN DE LA MÁQUINA	18
1. <i>Características generales de la máquina</i>	19
2. <i>Componentes principales de la máquina.</i>	19
3. <i>Equipo neumático de la máquina.</i>	22
B. PROPUESTAS DE UBICACIÓN E INSTALACIÓN	26
1. <i>Requerimientos del proveedor para la ubicación.</i>	27
2. <i>Propuestas de ubicación en el área y definición.</i>	28
C. DISEÑO SISTEMA DE DOSIFICACIÓN	33
D. SISTEMA DE AIRE COMPRIMIDO	37
1. <i>Definición y requerimientos del sistema.</i>	40
E. SISTEMA DE CONEXIONES ELÉCTRICAS.....	42
F. OPERACIÓN	43
1. <i>Pruebas preliminares.</i>	43
2. <i>Pruebas de producción.</i>	45
IV. REORDENAMIENTO DE MAQUINARIA	48
A. PROPUESTAS PARA MOVIMIENTO, ANÁLISIS Y DEFINICIÓN	48
B. MODIFICACIONES AL ESPACIO FÍSICO	53
C. MOVIMIENTO E INSTALACIÓN DE MAQUINARIA	54
V. BENEFICIOS EN OPERACIÓN	56
A. EFICIENCIA DE PRODUCCIÓN Y REDUCCIÓN DE COSTOS	56
VI. CONCLUSIONES	59
VII. RECOMENDACIONES	60
A. RECOMENDACIONES EN OPERACIÓN	60
B. PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PRELIMINAR (MÁQUINA ENVAFLEX).....	60
VIII. BIBLIOGRAFÍA	65
IX. ANEXOS	66

LISTA DE FIGURAS

Figura	Página
1. Layout general planta.....	3
2. Layout área embolsadoras.....	4
3. Layout área máquina contado.....	4
4. Línea de embolsado.....	6
5. Plato y tolva máquina contadora.....	8
6. Selladora para máquina contadora.....	9
7. Sellador vertical.....	20
8. Mordazas.....	22
9. Propuesta 1 (ubicación en área).....	30
10. Propuesta 2 (ubicación en área).....	31
11. Propuesta 3 (ubicación en área).....	32
12. Diferencia en transportadores.....	33
13. Red cerrada de aire comprimido.....	38
14. Red abierta de aire comprimido.....	39
15. Instalación aire comprimido antes y después.....	41
16. Ajuste de largo de papel.....	44
17. Pruebas producción.....	45
18. Instalación general nueva máquina.....	47
19. Propuesta 1, contadora.....	50
20. Propuesta 2, contadora.....	51
21. Propuesta 3, contadora.....	52

RESUMEN

Los sistemas de embolsado constituyen una parte esencial de muchas empresas ya que son el paso final del proceso de fabricación, y presentan al producto tal y como lo recibirá el cliente. Bajo las necesidades de una empresa en actual crecimiento y búsqueda del mejoramiento en su capacidad de producción, se ha adquirido una nueva máquina de embolsado para empacar en bolsas los diversos productos de confitería que se producen. La compra de esta máquina requiere un estudio sobre la instalación y todos los requerimientos de operación que necesitará la máquina de embolsado, que en este trabajo se desarrollará.

La instalación de la nueva máquina requiere de una reorganización de la maquinaria actualmente instalada, por cuestiones de espacio, y por tanto se analizará esta reorganización con planos de toda la planta tomando en consideración los requerimientos de la empresa y la maquinaria a mover. Siendo una máquina que para su operación requiere únicamente de una instalación de aire comprimido y conexión eléctrica, se realizarán los cálculos de aire necesario y materiales adecuados, y se comparará con la capacidad instalada, para determinar si es necesario instalar mayor capacidad; luego, se procederá a diseñar el sistema de aire comprimido tomando en cuenta todos los factores de diseño conocidos.

Para la instalación de la máquina en la planta es necesario diseñar una estructura que soporte la pesadora que le dosifica el producto para embolsarlo, y sobre éste tema se calculará la carga y el material adecuado para dicha estructura. Asimismo, se analizará la posibilidad de diseñar e instalar un sistema de dosificación de producto para las dos máquinas de embolsado que se encontrarán en el área, o se diseñará un sistema independiente sólo para la máquina nueva.

Una vez instalada la máquina, se describirá brevemente su modo de operación, cuidando tanto el equipo, como la eficiencia en la producción y la seguridad del operador. Finalmente, se recomendará la programación de mantenimientos preventivos que se deberán aplicar a la máquina estando en servicio, así como posibles mejoramientos a la instalación o procedimientos para el futuro crecimiento de la empresa.

I. INTRODUCCIÓN

Es de conocimiento común que todas las empresas busquen constantemente su crecimiento y mejora en todos sus procesos. Dicho crecimiento está, por lo general, acompañado de una inversión de capital que espera recuperarse en una cantidad de tiempo determinado luego de realizar un análisis económico y un estudio de factibilidad para cierto proyecto.

Los proyectos de instalaciones y movimientos de maquinaria son bastante delicados y requieren de atención especial en el sentido que cada parte del diseño de la instalación definirá hasta cierto punto la funcionalidad y el éxito de la misma. Los pasos para el diseño de una instalación dependen de su complejidad y componentes involucrados; sin embargo, siempre se debe tomar en cuenta la globalidad del asunto para no tomar una decisión basada únicamente en un rubro involucrado. En éste trabajo, se realizarán todos los pasos de diseño para la instalación de una máquina nueva para embolsado de producto en presentaciones por peso. Asimismo, se llevará a cabo un reordenamiento consecuente de la maquinaria involucrada por la misma instalación de la máquina. Las máquinas para embolsado de productos son cada vez más comunes en diversos tipos de empresas debido a su fácil operación y gran efectividad al realizar el trabajo. Pueden ser alimentadas por diversas máquinas dependiendo del requerimiento específico de la empresa. En aplicaciones de alimentos, por lo general son alimentadas por básculas automáticas para producir presentaciones con un peso determinado. Las máquinas para embolsado de productos requieren a veces de una compleja instalación, dependiendo de la situación y visión de la empresa; sin embargo, la instalación de este tipo de máquinas requiere de un análisis no sólo de los componentes que lo acompañan, sino que además de las instalaciones de servicio que dichas máquinas requieren.

El trabajo que a continuación se presenta está dividido entonces en dos grandes partes: la instalación de una máquina nueva para embolsar producto y el reordenamiento de la maquinaria existente que dicha nueva máquina sustituirá. El estudio del marco teórico de la situación de la empresa y las especificaciones de la nueva máquina serán aspectos clave para lograr una instalación satisfactoria que pueda mejorar la eficiencia de la empresa, mejorar la productividad y disminuir los tiempos improductivos en los procesos involucrado

II. ACTUALIDAD DE LA EMPRESA

Industria Procesadora de Guatemala S.A. cuenta actualmente con dos máquinas para embolsado de producto, que constituyen la parte más importante de la mayoría de las líneas de producción puesto que es el proceso último al que son sometidos los productos antes de ser ingresados a bodega de producto terminado. Por esta razón, éstas dos máquinas son consideradas el embudo o el “cuello de botella” para todos los procesos a las que pertenecen, por lo que una alta eficiencia operativa y mecánica siempre debe ser mantenida y debe ser constantemente analizada para la aplicación de la mejora continua.

La totalidad de presentaciones de producto que son embolsadas mensualmente en estas máquinas varía dependiendo de la demanda de las mismas y el programa de producción establecido. Además, el número de presentaciones no es de mayor importancia, puesto que existe una presentación de producto surtido de 2kg y 1.2 kg que abarca la mayoría de procesos de la planta; es decir, esta presentación contiene la mayoría de productos que las diferentes líneas de producción de la empresa pueden producir. Como se puede inferir por la descripción anterior, ambas máquinas trabajan por peso, por lo que cuentan con básculas de dosificación automática que controla ésta variable.

Por otro lado, la empresa también cuenta con algunas presentaciones en las que el producto se cuenta en lugar de pesarse, por lo que se cuenta con una máquina contadora para realizar dichas presentaciones. El número de presentaciones que se trabajan en esta máquina varía mensualmente de la misma manera que las presentaciones para las embolsadoras mencionadas anteriormente; sin embargo, sólo existen actualmente tres presentaciones posibles: Olabola Chocolate, Olabola Surtido 17mm y Olabola Surtido 23mm. Aunque esta máquina no parece tener tanta importancia como las dos anteriormente mencionadas, sí constituye asimismo un proceso último para el producto antes de ser ingresado a bodega de producto terminado, por lo que requiere de atención y análisis. A continuación se describirán los aspectos más relevantes de la maquinaria en cuestión, que servirán como punto de inicio para el entendimiento global de las instalaciones y su posterior análisis para la instalación de una nueva máquina embolsadora.

A. Ordenamiento de maquinaria involucrada

Las máquinas para el embolsado de producto se encuentran lado a lado junto a la entrada de la bodega de producto terminado (BPT). Fueron colocadas en este sitio

estratégicamente por dos razones distintas: su cercanía a la bodega y su posición concordante con los diagramas de las líneas de producción, como punto final de algún proceso. La cercanía a la BPT permite la agilidad en el proceso de inspección final por parte del Departamento de Aseguramiento de Calidad del producto inmediatamente después de ser embolsado; esta inspección es muy importante puesto que asegura la calidad final del producto. La localización de estas máquinas de embolsado también concuerdan con los diagramas de las líneas de producción como punto final de los procesos, y permite que el flujo del producto se dé en cierto sentido sin retornos innecesarios. Esto se da en mayor medida para las líneas de dulce y bombón.

La máquina contadora se encuentra localizada en otro punto estratégico, tomando en consideración que los productos que esta máquina procesa son exclusivamente del Departamento de Chicle. Así, como sucede con las máquinas de embolsado, esta máquina también se encuentra en un punto concordante con los diagramas de las líneas de producción del Departamento de Chicle, como punto final de los procesos de producción. Asimismo, también se encuentra en un punto relativamente cercano a otra entrada a la BPT, para dar la continuidad necesaria a los procesos.

A continuación se presentan los layout de la empresa con equipos, donde se podrán localizar por observación las máquinas anteriormente mencionadas de manera global, así como su ordenamiento local y su instalación.

Fig. 1: Layout general planta

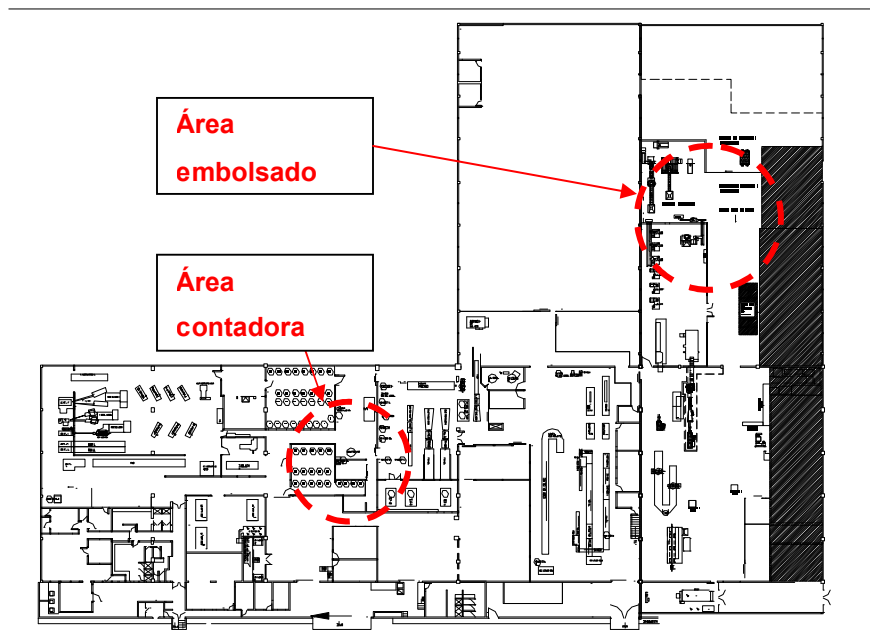


Fig. 2: Layout área embolsadoras

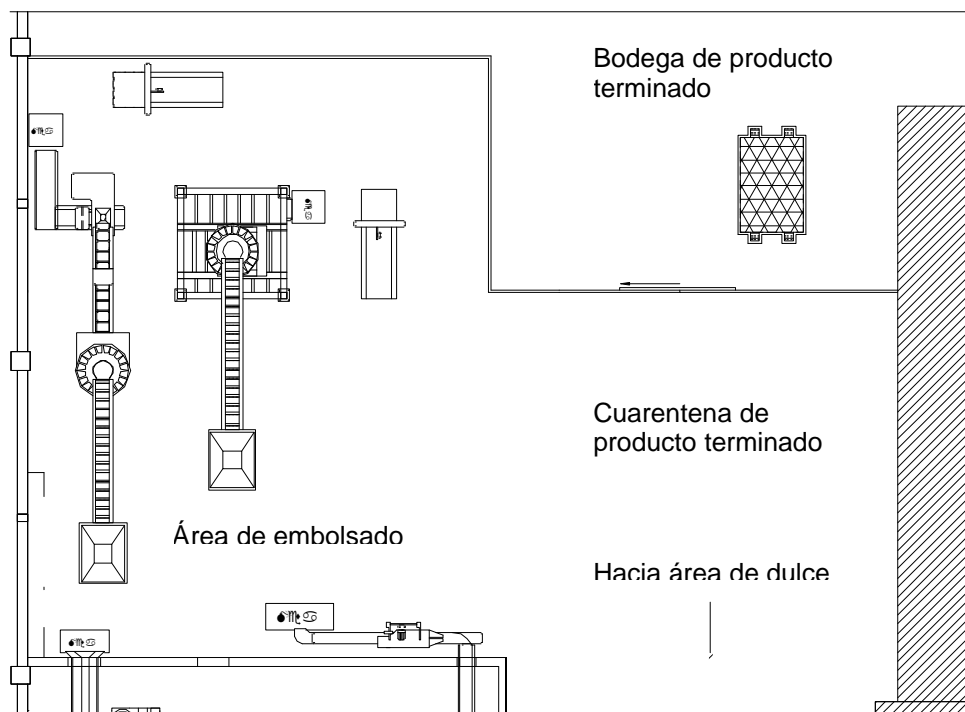
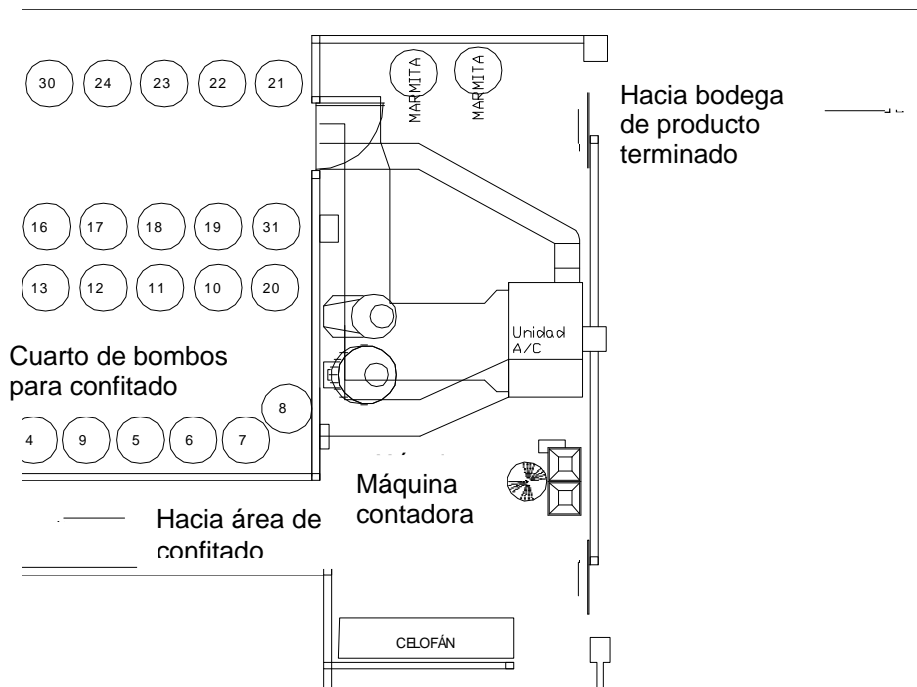


Fig. 3: Layout área máquina contadora



B. Procesos de embolsado por peso y conteo de unidades

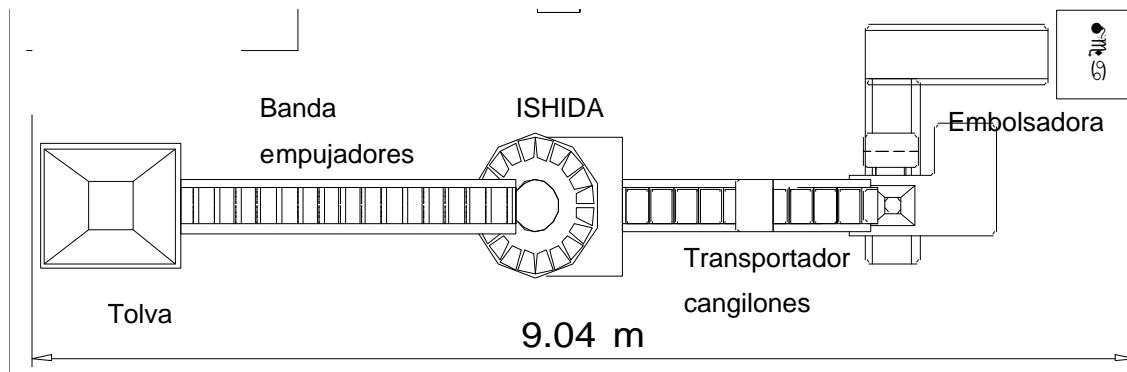
Los procesos de embolsado y conteo de unidades se deben separar y explicar brevemente para entender de manera global la importancia de las máquinas involucradas y poder, entonces analizar de mejor manera la instalación de la máquina de embolsado nueva y el movimiento de la maquinaria instalada actualmente. Asimismo, con las generalidades de los procesos se contará con la base para analizar los requerimientos técnicos de la maquinaria involucrada.

1. Proceso de embolsado por peso de unidades. El proceso de embolsado por peso de unidades es el proceso por el cual el producto a granel se empaqueta en presentaciones de bolsa. El número de unidades que llevará cada bolsa, como se podrá inferir, dependerá del peso requerido por la presentación. La mayoría de las presentaciones de producto finales que se producen en Industria Procesadora de Guatemala S.A. son de este tipo. Más aún, la visión futura de la empresa es manejar todas las presentaciones por medio de éste proceso, por la velocidad de empaque a la que se puede llegar y la versatilidad en operación.

Este proceso consta de dos máquinas de embolsado por peso de unidades, las cuales pueden manejar presentaciones diferentes de producto o las mismas al mismo tiempo, dependiendo de la demanda de producción que se tenga. El flujo del producto que se da en este proceso, para ambas máquinas en general, es el siguiente: los empaques de los diferentes productos son introducidos en una tolva de alimentación; esta tolva alimenta a una banda transportadora que a su vez alimenta una báscula electrónica que dosifica el producto según el peso que se le programe. Después de esta báscula se tiene una variante para las dos máquinas: en una de ellas la báscula dosifica el producto hacia otra banda transportadora de cangilones, y en la otra el producto se dosifica directamente a la máquina de embolsado de manera vertical. En la primera, asimismo, el paso final es la máquina de embolsado. El embolsado entrega bolsas completamente selladas de ambos extremos listas para ser empacadas en cajas para su ingreso a la bodega de producto terminado. Por la cantidad de producto que este proceso maneja, es de suma importancia mantener una eficiencia estable y controlar las variables medibles en todo momento, para implementar mejoras y aumentar la eficiencia global de la empresa.

Debido a que es necesario analizar más detalladamente el sistema de maquinaria que compone este proceso, por su importancia para la instalación de la máquina nueva, se describió anteriormente de manera general el proceso y su importancia para la empresa, y se dejará para un apartado específico el análisis del sistema de embolsado.

Fig. 4: Línea de embolsado



2. Proceso de embolsado por conteo de unidades. El proceso de embolsado por conteo de unidades es el proceso por el cual el producto a granel se empaca en bolsas de 100 unidades. La diferencia principal de este proceso con el anterior, aparte de la diferencia obvia del conteo de unidades, radica en el hecho que se empaca producto a granel, sin ser sometido a algún tipo de empaque previo como se hace en el embolsado por peso. Además, este proceso únicamente maneja presentaciones de 100 unidades ó 50 por los componentes que posee, que serán descritos en este apartado. Como ya se mencionó con anterioridad, este proceso forma parte únicamente del Departamento de Chicle; más específicamente, sólo se pueden procesar chicles en forma de bola confitada.

El flujo de producto de este proceso es como sigue: las bolas de chicle confitadas se introducen en una tolva que almacena el producto; luego se dosifica por gravedad hacia un plato giratorio que posee tres estaciones de 100 agujeros cada una en donde se introducen las bolas y por ende son contadas. El producto contado se recibe en bolsas individuales manualmente; finalmente estas bolsas se colocan en una selladora horizontal por medio de una banda transportadora. La ineficiencia principal de este proceso se da en la recepción y movimiento manual de las bolsas con producto hacia la máquina selladora, ya que se necesita de dos personas para la recepción del producto por la alta velocidad de la máquina.

Con la compra de la máquina de embolsado por peso, se hizo necesaria la fabricación de un nuevo sistema de dosificación, por las dimensiones de la máquina y por consideraciones de espacio. Esto se comprobará más adelante este trabajo. Con esto, se habría dejado la máquina de embolsado antigua sin uso, por lo cual se pensó que ésta podría servir para el proceso de embolsado por conteo de unidades. Con esto se estaría eliminando la ineficiencia del

proceso de conteo de unidades anteriormente mencionada y asimismo instalando una mejor maquinaria para el embolsado de producto por peso. Por esta razón es que se incluye en este trabajo el movimiento de la maquinaria involucrada en la instalación de la máquina de embolsado nueva, ya que lo último complementa la realización de lo primero.

A continuación se describen brevemente los componentes de este proceso; por su simplicidad, no se hace necesario separar el proceso de un sistema, ya que no contiene mayores componentes relevantes para el presente trabajo. Así, se hará especial énfasis en los componentes que serán parte del movimiento de maquinaria y que quedarán funcionando en producción como parte del proceso. El menor énfasis se hará en los componentes que ya no se utilizarán en el proceso.

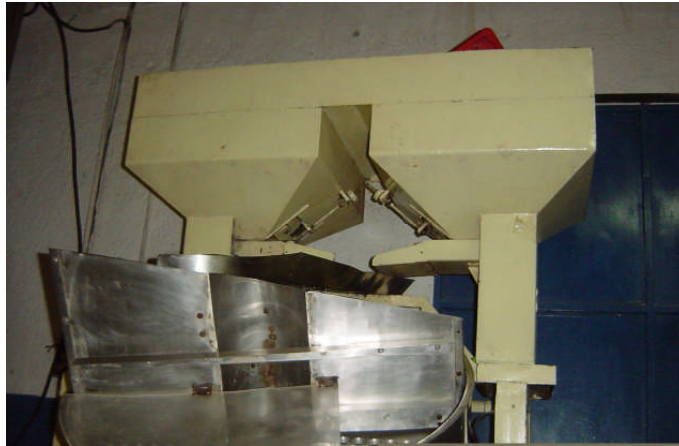
a. Máquina contadora: La máquina contadora realiza la función de contabilizar las unidades de una presentación que se introducirán en una bolsa específica. El diseño de la máquina es bastante simple, por lo que en este apartado no se entrará en detalle sobre los mecanismos involucrados. En la parte superior de la máquina, se cuenta con dos tolvas que se unen en su parte inferior y descargan hacia un canal de dosificación. Dicho canal de dosificación descarga hacia un plato contador de 100 unidades de bola confitada con tres estaciones de 100 agujeros cada una. El plato es circular y gira con respecto a su eje ligeramente elevado con respecto a la base del plato para acomodar las bolas de chicle en cada agujero. Actualmente se manejan, como ya se mencionó, tres tipos de presentaciones y dos diámetros de bola, 17 mm y 23 mm. Por esta razón, el diámetro de los agujeros es de 25 mm para que quepan las bolas de 23 mm y al mismo tiempo evitar que con las bolas de 17 mm no se introduzca más de una bola por agujero.

La sección del plato donde caen las bolas está cerrada con guías metálicas, que se aseguran que todos los agujeros serán llenados con bola para evitar errores de conteo. Al girar el plato con respecto a su eje, mueve las bolas de chicle y las descarga en un separador que actúa con aire comprimido. Este separador tiene dos salidas y es un recipiente inclinado con un separador de paleta que se oscila automáticamente proyectando un arco por medio de un cilindro de doble efecto de 120 mm de carrera y 20 mm de diámetro en el pistón. En cada salida del separador se coloca un operador con una bolsa abierta por el extremo superior esperando que las bolas de chicle sean dosificadas. El separador aumenta la velocidad de producción de bolsas ya que es mucho más productivo que si sólo se contara con una dosificación.

La rotación del plato se da por medio de un mecanismo de sprocket y cadena, accionado por un motor eléctrico de 2 hp acoplado a una caja reductora para cruzar la transmisión 90 °. Los

sprocket tienen una relación de 5:1 con el diámetro menor del lado del motor y el de diámetro mayor acoplado al plato para aumentar el torque por el peso y la magnitud del plato. Lo importante a mencionar aquí es que por la configuración del mecanismo de transmisión de movimiento de rotación del plato, la velocidad del plato se puede modificar cambiando la relación de sprocket. Esto se analizará más adelante en el análisis que se realizará para el diseño de la instalación para el reordenamiento de maquinaria.

Fig. 5: Plato y tolva máquina contadora



b. Selladora horizontal y banda transportadora: La selladora horizontal es la máquina que realiza el trabajo de sellado de bolsas con las unidades contadas. Asimismo, contiene una banda transportadora que realiza el traslado de las bolsas sin sello a través de la selladora y fuera de ella hacia un recipiente receptor de producto embolsado. La banda transportadora se acciona por un motor eléctrico a través de una transmisión de poleas y faja. El acoplamiento del motor no es directo puesto que dependiendo de la aplicación se puede cambiar la relación de poleas para aumentar o disminuir la velocidad de la banda. Para esta aplicación específica, debido a que la alimentación de las bolsas hacia la banda es manual, la velocidad de transporte, y por ende la velocidad de la máquina es tan sólo de 21 bolsas/min.

La selladora horizontal hace el sello por medio de resistencias de banda cuya temperatura se controla por el siguiente sistema de control: una termocopla envía la señal de medida de temperatura a un control de temperatura (pirómetro) y éste a su vez controla el encendido y apagado de las resistencias. La temperatura puede ser fácilmente reprogramada por el operador según lo requiera el sello de la bolsa. Para la correcta alineación de la bolsa durante el sellado, esta máquina también contiene bandas de tracción en la parte donde se realiza el sello.

Esta máquina es completamente independiente de la máquina contadora, por lo que puede utilizarse en otro equipo o para otra aplicación de sellado. Al no usarse para el proyecto descrito en este trabajo, quedará como maquinaria disponible para cualquier aplicación que requiera de su uso.

Fig. 6: Selladora para máquina contadora



C. Sistema de embolsado por peso

Se cuenta con dos máquinas de embolsado, como ya se mencionó; sin embargo, para propósitos de este trabajo sólo se necesita la descripción detallada de una de ellas. Ésta será la máquina involucrada en el movimiento y reorganización, al ser reemplazada por la máquina de embolsado nueva.

El sistema de embolsado por peso contiene (en orden lineal de proceso): una tolva de alimentación, una banda transportadora de empujadores, una báscula de pesaje automática, un transportador de cangilones y la máquina de embolsado (ver figura 4). La línea cuenta además con dos transportadores con banda PVC adicionales en la salida de la máquina de embolsado; estos no son de mayor importancia ya que únicamente reciben el producto final y lo transportan. Sin embargo, sí serán tomados en cuenta para el diseño de la nueva instalación. Se describirá entonces la maquinaria de este sistema a continuación, mencionando cuáles serán parte de la máquina nueva y cuáles serán parte del proceso de embolsado por conteo de unidades.

1. Tolva de alimentación. La tolva se utiliza para almacenar y alimentar el producto a la línea de embolsado; en el sistema, es el primer equipo que el producto encuentra. Está fabricada con lámina de hierro galvanizado de 1/8 " con un marco de hierro negro (acero 1010). El galvanizado no sólo permite el fácil deslizamiento del producto, sino que concuerda con los lineamientos de sanidad del producto. El producto llega a este equipo empacado a granel de las distintas líneas de producción. En operación, se intenta mantener esta tolva a aproximadamente el 70% de su capacidad. El volumen total de la tolva es de 0.589 m^3 ó $589,000 \text{ cm}^3$. No se debe llenar demasiado debido a que el producto, por su poco volumen (desde 3 cm^3 hasta 28.27 cm^3) comparado con el volumen total provoca estagnación y acumulamiento de producto lo cual no permite que éste fluya libremente fuera de la tolva. Tampoco se debe llenar poco debido a la cantidad de mano de obra repetitiva que implicaría llenarla hasta un nivel bajo en cortos intervalos de tiempo. Por lo general, se cargan aproximadamente 7 cajas de $30*35*50 \text{ cm}$ cada 20 min para mantener un nivel adecuado de producto. Para la operación, la tolva cuenta con una compuerta regulable con una varilla roscable y tuerca, que permite al operador controlar la cantidad de producto que saldrá de la tolva. Esta compuerta normalmente sólo se gradúa en los cambios de presentación de producto, debido a las diferencias en volumen y peso de cada producto en las diferentes presentaciones.

Como ya se mencionó, se pueden tener problemas de trabado de producto en este equipo. Sin embargo, se cuenta con un vibrador automático que se acciona cuando la tolva debe alimentar la banda transportadora de empujadores. La vibración de la tolva libera el producto amarrado y lo hace fluir hacia la banda transportadora. El vibrador es un motor eléctrico con eje excéntrico ($e = 1/8 \text{ "}$) con una frecuencia de 50 Hz, 40 W que aporta aproximadamente 3600 vibraciones por minuto. El sistema de control que opera el vibrador es el mismo que controla la operación de la banda transportadora de empujadores. La señal para este sistema de control proviene de la báscula, por lo que el sistema de control se explicará en el apartado de éste equipo.

La tolva de alimentación se utilizará en la máquina de embolsado nueva, ya que ésta no se puede utilizar en el sistema de embolsado por conteo de unidades; como ya se mencionó, dicho sistema cuenta con sus propias tolvas de alimentación en la máquina contadora.

2. Banda transportadora de empujadores. Esta máquina transporta el producto empacado a granel que sale de la tolva de alimentación hacia la báscula de pesaje. La cama o estructura del transportador es de lámina de acero 1010

en forma de C con la parte superior cubierta y la parte inferior hueca. La estructura cuenta con dos guías del mismo material que sirven para alinear la banda y evitar que el producto desborde fuera de la misma. Estas guías pueden ser modificadas por un operador o mecánico que cuente con la herramienta necesaria. El transportador tiene una inclinación de 40 grados. En ambos extremos de la estructura el transportador cuenta con rodos de 7 " de diámetro mayor escalonado hacia un eje de 1" que se acopla a chumaceras tensoras (parte superior) y convencionales horizontales de pared (parte inferior). Para la tracción de los rodos se utiliza un motor reductor eléctrico de 1 hp acoplado mediante un mecanismo de sprocket y cadena con una relación 1:1. Finalmente, la banda transportadora es de PVC sanitaria de 12 " de ancho con empujadores pegados de 2 " de alto. Cabe señalar en este punto que una de las observaciones que se realizó durante este trabajo fue el hecho que el ancho de la banda no permitía que el producto se esparciera lo suficiente y provocaba que éste se encontrara primero con las guías metálicas ya mencionadas. El problema que esto provoca es el alto acumulamiento de producto en el espacio entre un empujador y otro, que ocasiona que en la parte alta del transportador el producto regrese, pase por encima del resto de producto y finalmente salga disparado fuera del mismo. A esto se le añade el hecho que el motor reductor de esta máquina se enciende y se apaga repentinamente, dependiendo de la señal del control de la báscula de pesaje. Esto último contribuye a la inestabilidad del producto dentro del transportador.

Así como la operación del vibrador de la tolva de alimentación se controla por un sistema de control de la báscula de pesaje, el encendido del motor eléctrico que proporciona la tracción de la máquina también está controlado por el mismo sistema. Es decir, el vibrador de la tolva y el motor eléctrico de la banda transportadora se encienden al mismo tiempo y funcionan por el mismo período de tiempo. Esto es necesario debido a que la báscula de pesaje no debe quedarse sin producto para evitar errores en el peso programado. Nuevamente, el sistema de control será explicado en el siguiente apartado.

Aunque esta máquina no se usará tanto para el sistema de embolsado por peso como para el sistema de embolsado por conteo, sí se utilizará para tomar como base su diseño para realizar la fabricación de un transportador para la máquina de embolsado nueva. Asimismo, se analizará la posibilidad de utilizar los materiales del transportador en el nuevo, para disminuir costos del proyecto.

3. Báscula de pesaje automática (ISHIDA). Esta máquina es el componente más importante en el sistema de embolsado por peso, conjuntamente con la máquina de embolsado. Dichas máquinas son las que realizan el trabajo en la línea,

mientras que las demás únicamente se utilizan para almacenaje y transporte. Como se podrá inferir, la báscula (también conocida como pesadora ISHIDA por la marca del fabricante) sirve para pesar el producto que será dosificado hacia el embolsado. La cantidad de producto que sale de esta báscula depende del peso que se le programe. Dicho peso se programará de acuerdo a la presentación que se esté trabajando en la línea.

El funcionamiento de la báscula se basa en el principio del Peso de Combinación. De acuerdo a este principio, varias tolvas de pesado son seleccionadas de manera que el total de sus pesos se acerque lo más posible al peso nominal y se descargan los productos de las tolvas seleccionadas. La descripción de flujo y peso de combinación es la siguiente:

- a. El producto se envía al canal de introducción desde la banda alimentadora de empujadores.
- b. El producto se desplaza del canal de introducción al plato de dispersión, que vibra para transportarlo hacia los canales radiales.
- c. Los canales radiales vibran para transportar el producto hacia las tolvas de depósito.
- d. Las tolvas de depósito descargan el producto en las tolvas de pesado.
- e. El producto se pesa en las tolvas de pesado.
- f. Seleccionar las tolvas de pesado de manera que el peso se aproxime lo más posible y no sea inferior al peso nominal. A continuación el producto de las tolvas seleccionadas es descargado.
- g. El producto se recoge en el canal colector y descargado por el canal de descarga.
- h. Debido a que el producto al pasar por aquí varía en volumen, se puede modificar la velocidad de descarga por medio de un sensor que temporiza la máquina.

Los componentes principales de la báscula de pesaje de este sistema son los siguientes, expuestos de manera tabular:

Número	Nombre	Descripción funcional
--------	--------	-----------------------

1	Canal de introducción	El canal de introducción a forma de embudo orienta el producto desde el alimentador hasta el centro del plato de dispersión.
2	Plato de dispersión	Gracias a las vibraciones del alimentador de dispersión, el plato de dispersión conduce el producto desde el canal de introducción hacia los canales radiales.
3	Alimentador de dispersión (AD)	Disco circular que vibra para conducir el producto hacia los alimentadores radiales. La cantidad de flujo del producto se controla mediante un sensor de peso que detecta la cantidad de producto en el plato de dispersión.
4	Canal radial	Los canales radiales reciben las vibraciones emitidas por los alimentadores radiales y conducen el producto hacia las tolvas de depósito.
5	Alimentador radial (AR)	El alimentador radial vibra para desplazar el producto a lo largo de los canales radiales.
6	Tolva de depósito (TD)	Cada tolva de depósito recibe el producto suministrado por el canal radial situado encima y lo retiene provisionalmente durante un intervalo de tiempo sincronizado con el pesado del producto. Las tolvas de depósito abren y cierran a medida que se realiza la operación de pesado para suministrar el producto a las tolvas de pesado.
7	Tolva de pesado (TP)	Las tolvas de pesado pesan el producto que reciben de las tolvas de depósito. Estas tolvas se abren o cierran como resultado del peso de combinación para alimentar el producto a los canales colectores.
8	Unidad de peso/accionamiento (UPA)	La unidad de peso/accionamiento activa la apertura/cierre de las tolvas de pesado y de depósito. Además, contiene la fotocelda de carga (sensor) que detecta el peso del producto de las tolvas de pesado.

9	Canal colector	El canal colector recibe y agrupa el producto descargado por las tolvas de pesado y lo envía hacia el canal de descarga.
10	Canal de descarga	El canal de descarga agrupa el producto descargado por el canal colector y lo envía hacia el transportador de cangilones.

El control y la operación de la báscula de pesado se da a través de una pantalla táctil donde se puede, entre otros, programar el peso, calibrar la máquina, grabar datos específicos para una presentación, etc.

La báscula de pesaje automática será utilizada en el sistema de embolsado por peso nuevo, lo cual constituye una de las principales ventajas económicas del proyecto por el alto costo de esta máquina. Obviamente se procederá de esta manera debido a que en el reordenamiento la máquina de embolsado que actualmente está por peso pasará a formar parte del sistema de embolsado por conteo de unidades; al hacerlo la báscula pesadora quedará libre por lo cual es ideal utilizarla en la nueva máquina, dado que ésta no se adquirió con báscula incorporada.

4. Transportador de cangilones. El transportador de cangilones conduce el producto pesado que sale de la báscula automática hacia la máquina de embolsado. Esta máquina realiza la misma función que la banda transportadora de empujadores, pero lo hace de diferente manera. Mientras que la estructura del transportador con banda de empujadores es inclinada, la estructura del transportador de cangilones es recta con una subida vertical y dos secciones horizontales. La razón de este ordenamiento es básicamente debido a la forma como se acoplan los cangilones al mecanismo de transporte.

El material de la estructura es acero 1010 al igual que el transportador de la banda de empujadores. Los cangilones son de aluminio 1050 de baja resistencia ya que la aplicación no exige mayor resistencia. Estos cangilones son movidos a través de la estructura del transportador por medio de mecanismos de sprocket y cadena, acoplados a la cadena por medio de pines de seguridad que viajan a todo lo largo del transportador. El motor que le da movimiento a todo el mecanismo es de 2 hp y está acoplado por medio de sprocket y cadena con relación 1:1. Lo relevante a mencionar de este transportador es el volumen que puede soportar cada cangilón. El valor del volumen no es tan importante como destacar el hecho que el volumen es fijo; debido que el transportador es alimentado por la báscula automática, la cantidad de producto

que es dosificado varía dependiendo de la presentación que se desee. Por ejemplo, para una presentación específica donde el peso sea 100 g, el volumen dosificado por la báscula podría ser el mismo que si se trabajara una presentación donde el peso fuera 150 g pero la densidad del producto fuera diferente al primero. Lo mismo sucedería a la inversa, manteniendo el peso constante y variando el volumen.

La velocidad del movimiento de los cangilones está balanceada con la dosificación de la báscula, de modo que cada dosificación alimente a un cangilón exactamente. La operación aquí es importante, ya que en presentaciones donde el peso es grande (por ejemplo 2 kg), el volumen de una dosificación de la báscula sobrepasa la capacidad volumétrica de un cangilón. En estos casos el operador debe programar la báscula de modo que dosifique la mitad del peso en un cangilón y la mitad del peso en otro. También se debe programar la máquina de embolsado para que espere dos dosificaciones en vez de una a través de su sistema de control para ésta función (ver apartado máquina de embolsado).

5. Máquina de embolsado por peso. La máquina de embolsado por peso es la encargada de llenar las bolsas de producto y sellarlas. La marca de la máquina es Bosch; en algún momento se le referirá con esta descripción más adelante en este trabajo. El producto llega aquí por medio del transportador de cangilones anteriormente descrito. Del sistema de embolsado ésta es la única máquina que utiliza aire comprimido debido a los componentes neumáticos que utiliza para realizar los sellos. El requerimiento de aire es de 15 ft³/min. Esta máquina se utilizará para el sistema de embolsado por conteo de unidades, en el reordenamiento de maquinaria que se hará; por esta razón, se analizarán más detalladamente el funcionamiento y los componentes de ésta máquina para el diseño de la instalación en su nueva posición.

Todo el mecanismo de la máquina se acciona por un motor de 2 hp. Dicho motor se encuentra en un compartimiento donde se encuentran todos los mecanismos y en la puerta el panel eléctrico con todos sus componentes. El mecanismo principal se encuentra sumergido hasta aproximadamente la mitad por aceite hidráulico con 1.7 ° Engler. El aceite pasa por una bomba mecánica que se acciona por una leva. La velocidad global de la máquina puede modificarse debido a que se cuenta con un variador de frecuencia en el motor, con lo cual se pueden controlar las revoluciones del mismo. Este variador no era parte de la máquina inicialmente; se contaba con un sistema mecánico con polea de velocidad variable, sin embargo, provocaba varios problemas por desgaste de banda o mala operación del diámetro de la polea de velocidad variable, por lo que se decidió mejorar y aplicar tecnología moderna al sistema.

Las bolsas se forman a partir de bobinas de papel que se montan en un portabobinas en la parte posterior de la máquina. El diámetro máximo de la bobina debe ser 400 mm. El papel se desenrolla de la bobina y pasa por un sistema de rodos tensores para darle al papel la rigidez necesaria y evitar que se formen arrugas en él. Al final de este sistema de rodos tensores el papel se encuentra el tubo formador de bolsas, el cual dobla el papel y lo forma de manera cilíndrica. Al tubo formador se ajusta el sellador vertical que consta de una resistencia de alambre y cinta teflonada que calienta el papel por la unión y le hace una costura.

a. Sistema de mordazas: El movimiento vertical de papel, así como el sello horizontal se lleva a cabo por un sistema de mordazas que tiene movimiento oscilatorio vertical. El movimiento oscilatorio lo realiza un mecanismo oscilatorio vertical compuesto por sprocket, cadena y un eslabón oscilatorio. La entrada del mecanismo es una caja reductora. Las mordazas son las que cuentan con los componentes neumáticos del sistema. Para hacer el sello, ambas mordazas (frontal y posterior) cuentan con un cilindro neumático de doble efecto de 120 mm de carrera y 40 mm de diámetro de pistón. Estos cilindros son los que se encargan tanto del sello horizontal como de la tracción vertical del papel. Cuando las mordazas están en la parte superior, el sistema neumático entrega aire a un extremo del cilindro haciendo que éste cierre las mordazas apretando el papel y jalándolo hacia abajo. Las mordazas, en todo su ancho, cuentan con una resistencia cilíndrica de cartucho cada una, con una potencia de 1000 W y un largo de 280 mm. Estas resistencias son las encargadas de hacer el sello mientras que las mordazas aprietan el papel y lo jalan hacia abajo. La carrera de las mordazas verticalmente se puede modificar dependiendo el largo de bolsa que se desee, que va de 100 – 400 mm. Al llegar a la parte inferior, el sello ha sido realizado por completo; sin embargo, el sello no es lo suficiente como para cortar las bolsas. Para esta operación, se cuenta con un mecanismo de cuchilla neumático que realiza el corte. Lo hace a través de una cuchilla de acero templado que se adapta al vástago de un cilindro neumático de doble efecto de 12 mm de carrera y 30 mm de diámetro del pistón. Lo corto de la carrera de este pistón hace importante la alineación en todo momento de la cuchilla, así como la manutención de un filo adecuado. Por lo general, por el uso de la máquina, las cuchillas se afilan en un taller externo cada dos semanas para evitar falta de corte en las bolsas.

Un aspecto importante a controlar en esta máquina, que asegura la calidad del producto es la sincronización de los mecanismos principales. Las mordazas deben sellar cuando están en la parte superior para evitar falta de calentamiento y por ende de sello en las bolsas. La cuchilla corta las bolsas justo cuando éstas alcanzan la parte inferior y lo hace justo antes que las mordazas suelten la bolsa. El producto debe ser alimentado a la máquina de modo que caiga justo cuando las mordazas se cierran para evitar que las bolsas lleven más producto del

requerido. El producto bajará al fondo de la bolsa al abrirse las mordazas cuando viajan de la parte inferior a la parte superior.

Cabe señalar, que en esta máquina se pueden manejar presentaciones con anchos de bolsa de 100 – 250 mm, lo cual muestra una limitante para nuevas presentaciones que requieren anchos de bolsa más anchos. Ésta fue otra de las razones por la cuál entro en vigencia el proyecto para comprar una máquina de embolsado nueva que tuviera mayor capacidad de manejar una variedad de presentaciones de distintos anchos, ya que actualmente se cuentan con algunas presentaciones con anchos de bolsa de 350 mm (presentación 2 kg). Para producir estas presentaciones se tuvo que realizar una modificación para llenar las bolsas con un tubo formador más grande; sin embargo, debido a que el ancho de las mordazas no es mayor al ya mencionado (250 mm), para sellar estas bolsas se debe utilizar otro sistema de sellado independiente, lo cual afecta la productividad del proceso y aumenta los tiempos improductivos. La velocidad de la máquina puede variar, de 20 – 80 bolsas/min, dependiendo del producto y el material a embolsar. Debido al diseño del sistema de sellado y los materiales utilizados en esta máquina, la velocidad promedio con la que se trabaja es de 35 bolsas/min. Con la nueva máquina de embolsado se esperaría llegar a una velocidad de 65 bolsas/min, debido al diseño mejorado del sistema de sellado y la capacidad de la máquina de manejar diversos tipos de material de empaque.

III. MÁQUINA DE EMBOLSADO NUEVA

La necesidad de una máquina de embolsado nueva ya se hizo saber en algunas partes de este trabajo. Sin embargo, se listarán a continuación para centralizar los puntos antes de describir la máquina adquirida y todo el proceso de diseño para su instalación. La necesidad de una máquina nueva en Industria Procesadora de Guatemala S.A. se analizó debido a los siguientes puntos principales:

- Crecimiento y desarrollo de la empresa, buscando mejorar la productividad y la eficiencia en la producción de productos y su consecuente empaque para entregarlos a bodega de producto terminado en tiempo programado.
- Desarrollo de nuevas presentaciones de bolsas de gran dimensión que requieren de sello ancho que actualmente no se pueden trabajar por las capacidades de la maquinaria.
- Mejorar la productividad de la línea de embolsado por conteo de producto para disminuir la mano de obra requerida y mejorar así los tiempos de entrega.
- Actualizar la maquinaria para embolsado por peso para poder homogenizar las máquinas que realizan ésta función en el futuro y mantener el área de embolsado con el mejor equipo por ser el punto final de muchas líneas de producción de la empresa.

Se escogió la marca Envaflex de SIM (Sociedad Industrial Mexicana) para la nueva máquina de embolsado debido a que en marzo del año 2007 se adquirió una máquina similar que ha aportado resultados favorables para la empresa. Además, se ha podido observar que su operación es simple y los trabajos que se requieren de mantenimiento son pocos en determinado tiempo. La otra ventaja de escoger este proveedor fue la cercanía con Guatemala y por ende la economía que esto representaba. A continuación se realizará la descripción detallada de la máquina adquirida a manera de analizar los requerimientos para su instalación.

A. Descripción de la máquina

La máquina de embolsado Envaflex es una máquina que utiliza componentes neumáticos, mecánicos, eléctricos y termoeléctricos para producir bolsas con producto selladas en ambos extremos. Su operación es bastante versátil en el sentido que no necesita de mayor control sobre los parámetros relevantes para obtener buena calidad de producto. La bolsa que genera es del tipo almohadilla con materiales termosellables de polipropileno y/o polietileno. Se

entrará en detalle con los componentes de ésta máquina como soporte para la instalación de la misma.

1. Características generales de la máquina

Modelo	1521
Tipo	3000
Construcción de máquina	Acero inoxidable
Acabado	Pintura epóxica blanca
Peso neto de la máquina	850 kg
Ancho de sello	15 mm
Tamaño de bolsa máx.	320 x 600 mm
Diámetro exterior máx. bobina	381 mm
Diámetro interior bobina	76 mm
Volumen máximo embolsado	9702 cm ³
Conexión eléctrica	220 V, 3 fases, 60 Hz
Potencia instalada	2 Kw = 2.68 hp
Requerimiento neumático	32 ft ³ /min, aire libre

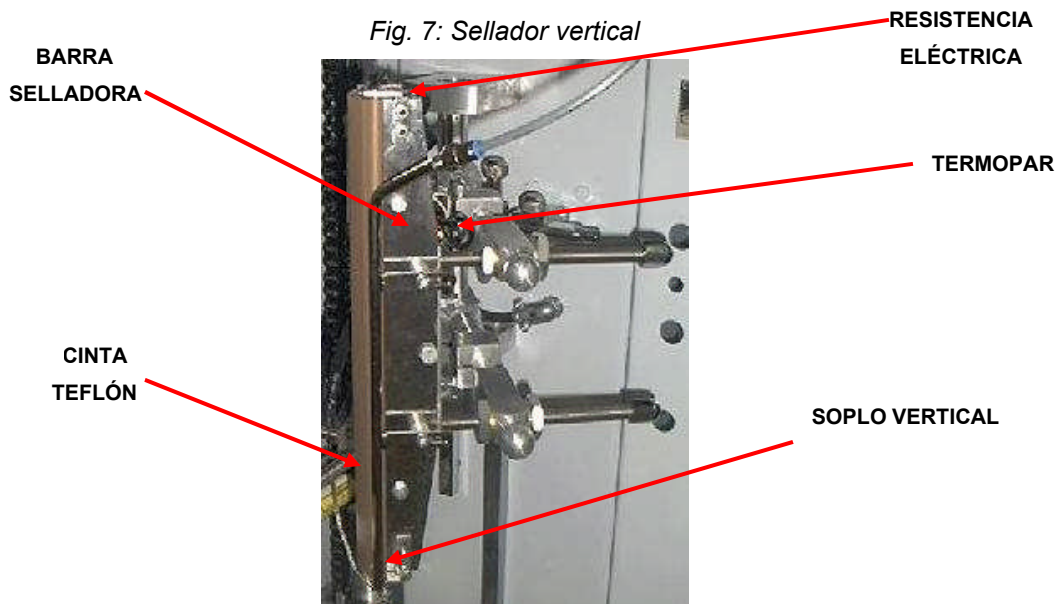
2. Componentes principales de la máquina. El funcionamiento de la máquina es muy similar al ya expuesto para la máquina de embolsado de la máquina que se sustituirá. El cilindro formador de papel es idéntico al de la máquina antes descrita, variando únicamente en su diámetro para mayor capacidad de ancho de bolsas. Más aún, todo el mecanismo de alimentación de papel (rodo portabobina, sistema de rodos tensores y tubo formador) es idéntico, variando únicamente en sus dimensiones por el ancho de la bolsa a formar. Las diferencias con la máquina de embolsado antigua se encuentran en los componentes que esta máquina utiliza y la simplicidad de sus mecanismos para realizar el trabajo de sellado y corte de bolsas. Algunos componentes son idénticos, salvo algunas modificaciones tecnológicas que se hayan realizado.

a. Sellador vertical: La operación de sellado vertical consiste en la unión por medio de calor de la parte posterior de la bolsa formando así un cilindro de material de empaque. Esto se realiza por medio de una barra selladora similar a la máquina de embolsado

antigua. El sellado vertical del material de empaque puede ser de dos tipos según la presentación a embolsar, siendo estos cara – cara o cara – dorso para la empresa.

Para obtener la temperatura adecuada en la barra selladora, ésta tiene una resistencia eléctrica de cartucho de 1500 W con un largo de 250 mm y diámetro de 15 mm que eleva la temperatura de la película de material de empaque y la lleva a un estado semi – sólido que logra realizar la difusión del material y por tanto el sello. La temperatura se controla por un pirómetro y señales de entrada y salida del PLC. La temperatura de la barra se registra por medio de un termopar el cual transforma el calor en electricidad y envía pulsos al pirómetro mediante el cual se puede fijar la temperatura de trabajo, definiendo límites máximos y mínimos. El pirómetro también cuenta con una alarma integrada que se activa si la temperatura se sale de sus parámetros programados, para proteger que la resistencia se sobrecaliente y se queme. Los límites de temperatura serán programados en función de la velocidad de empaque y del calibre de la bobina de material de empaque. A mayor velocidad y calibre se necesitará mayor temperatura en la resistencia debido a la mayor cantidad de material que debe sellarse y al mayor coeficiente de transferencia de calor por conducción que se tendrá por la alta velocidad.

Para que la barra selladora vertical se mantenga presionada contra el tubo formador mientras se realiza el sello, ésta se controla por una señal de salida del PLC que hace actuar una electroválvula y ésta, a su vez a un cilindro de doble efecto que mantiene la presión de sello.



b. Carro y mordazas: El “carro”, como se le conoce de fábrica, es una estructura de aluminio que sirve de base para las mordazas y el corte, se mueve debido a la

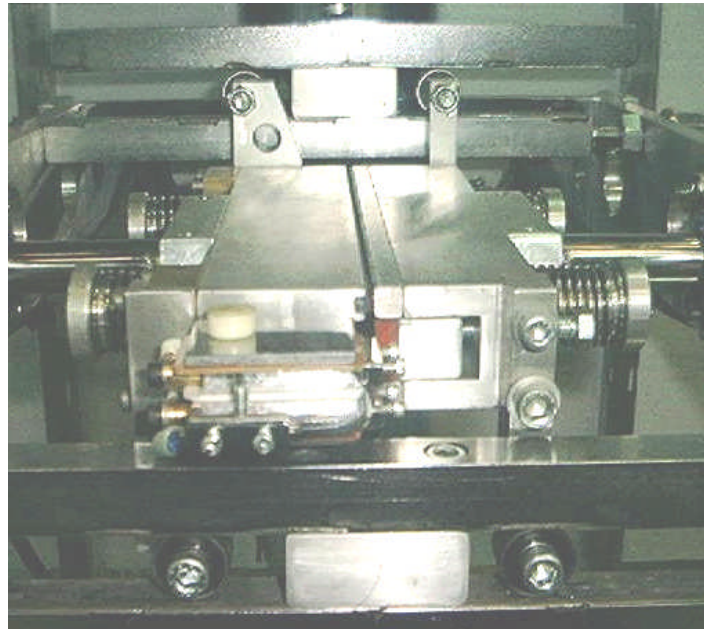
unión mecánica con una cadena que es parte de un mecanismo movido por el motor principal que transforma el movimiento circular en movimiento oscilatorio vertical. Éste realiza todo el trabajo mecánico de la máquina. Se trata de un motor eléctrico de 2.5 hp acoplado a un mecanismo de poleas y banda que transmite el movimiento a 90° por medio de una caja reductora. La salida de la caja acciona una manivela que mueve un cojinete que se encuentra dentro de una corredera. Lo último, debido a su diseño, es el encargado de aportar el movimiento oscilatorio vertical a las mordazas por medio de una cadena y sprocket.

Las mordazas sirven para sostener la película de material de empaque mientras se realiza el sello horizontal de la bolsa y dar la longitud de la misma por medio del corte. Para la realización del sellado horizontal se cuenta con dos resistencias de 1000 W del mismo diámetro que las resistencias de las mordazas de la máquina de embolsado antigua, con un largo mayor de 320 mm. Se encuentran alojadas una en cada mordaza y controladas por medio de un pirómetro y una señal de retroalimentación de un termopar. Este último permite controlar la temperatura de trabajo de las mordazas y establecer los límites máximos y mínimos, así como la alarma para protección de sobrecalentamiento en las resistencias.

El accionamiento de las mordazas para la apertura y cierre de las mismas debe estar sincronizada con todo el movimiento de la máquina para evitar mascado de producto y variaciones en los largos de bolsa. La apertura y el cierre se da por medio de cilindros de doble efecto neumáticos de 120 mm de carrera y 45 mm de diámetro de pistón que se encuentran acoplados a cada una de las mordazas. El accionamiento automático se da por medio de una electroválvula que recibe una señal emitida por el PLC que la actúa para suministrar el aire comprimido en ambos extremos del cilindro. Además de la electroválvula, este sistema neumático cuenta con un regulador de presión para delimitar la fuerza ejercida en los cilindros.

Dentro del carro se encuentran los elementos que realizan el corte de la bolsa. La máquina puede ser fabricada con uno de tres tipos de corte distintos, según el tipo de material de empaque que se utilizará: corte con sierra, corte con cuchilla o corte con alambre. Se hará énfasis en el primer tipo de corte, que será el que se tendrá en la máquina nueva debido al tipo de material que se utilizará para empaque (polietileno). El movimiento de corte lo proporciona un cilindro de doble efecto controlado por el PLC, que acciona un mecanismo de eslabones para empujar en ambos extremos de la mordaza la sierra. Es de esta manera debido a que los cilindros se encuentran alineados con la mordaza y no de manera perpendicular, por lo cual se requiere de un mecanismo para transmitir el movimiento a 90°.

Fig. 8: Mordazas



c. **Desenrollador de porta-bobina:** Es una de las partes más importantes de la máquina, ya que permite guiar el material de empaque desde el portabobina hasta la entrada del tubo formador, razón por la cual se debe tener especial cuidado en su manejo. Los componentes principales del conjunto desenrollador son los siguientes:

- Eje de porta-bobina
- Conos de porta-bobina
- Perillas de ajuste para desplazamiento horizontal de la película
- Freno de disco
- Goma de freno
- Brazo basculante
- Tubos embalados

Además de los componentes anteriormente mencionados, el sistema desenrollador de papel cuenta con un sensor fotoeléctrico que detecta el registro del papel para que el corte de bolsas sea exacto. La posición y el alineamiento de este sensor es sumamente importante para que la sincronización de los mecanismos de la máquina se lleven a cabo.

3. Equipo neumático de la máquina. El aire comprimido es indispensable para esta máquina debido a la gran cantidad de componentes neumáticos con los que cuenta. Por tanto, es necesario tener especial cuidado en la instalación de

este servicio y asegurarse que el aire tiene la calidad que se requiere. El aire comprimido contiene impurezas como gotas de agua, polvo, restos de aceite, óxidos, cascarillas y similares. Dichas impurezas se separan en su mayoría por un secador de aire instalado en el área de compresores. En caso de no ser detenidos por este equipo, la máquina de embolsado Envaflex cuenta con un filtro dentro de la unidad de mantenimiento marca FESTO, el cual genera condensados y proporciona un aire limpio y seco.

Una vez regulado el aire, es necesario colocarlo a una presión de trabajo óptima. Esta presión de trabajo es menor que la existente, por lo que se pueden presentar oscilaciones de presión. Presiones demasiado elevadas producen grandes pérdidas de carga y un desgaste elevado. Una presión baja no es económica ya que los rendimientos son bajos. Por estos motivos es necesario llevar a cabo un control de la presión mediante un regulador de presión. Para realizar esta operación, la unidad de mantenimiento cuenta con un regulador de presión con enclave y un manómetro donde se puede observar la presión de salida.

Los elementos neumáticos utilizan piezas móviles, que necesitan de lubricación. Para que estén suficiente y continuamente lubricados, se añade al aire comprimido una cierta cantidad de aceite mediante un lubricador. Si se realiza la lubricación, se tienen ventajas como la reducción del desgaste, la disminución de pérdidas por rozamiento, la protección contra la corrosión, entre otras. El lubricador se encuentra en la unidad de mantenimiento y utiliza aceite OFS W-32 "FESTO"; proporciona de 1 a 12 gotas de aceite por cada 1000 litros de aire regulándolo por medio de un tornillo de ajuste. El caudal mínimo de lubricación es de 20 l/min. Los tipos de aceite que se pueden utilizar son los siguientes:

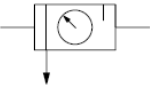
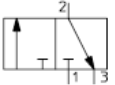
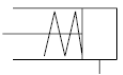
Tipos de aceite	Viscosidad
Festo OFSW-32	32 mm ² /s A 40 °C equivalente a la clase ISO VG 32 según ISO 3448
Aral Vital GF32	
Esso Nuto H32	
Mobil DTE 24	
BP Energol HLP 32	
Shell Tellus Oil DO 32	

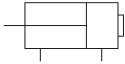

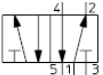

Los síntomas de un mal acondicionamiento de aire comprimido pueden ser los siguientes:

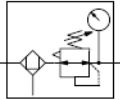

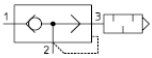

- Rápido desgaste de piezas móviles en cilindros y válvulas

- Formación de gotas de agua en las conducciones
- En el lubricador se deposita agua
- Velocidad lenta de los elementos de trabajo
- Los silenciadores de las válvulas se ensucian

Los elementos de trabajo que utilizan aire comprimido se presentan a continuación de manera tabular para su mejor entendimiento. Se incluirán los símbolos neumáticos para comprender los requerimientos de aire de mejor manera:

NOMBRE	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN	APLICACIÓN
Unidad de mantenimiento		<p>Elemento encargado de acondicionar el aire comprimido, está compuesto por un elemento filtrante y un lubricador. La función del filtro es retener las partículas de suciedad presentes en el aire comprimido. El aire comprimido se enriquece con una niebla de aceite en cantidad dosificante proporcional al caudal de aire. El número de gotas se regula con el tornillo de ajuste, con 1 a 12 gotas por cada 1000 litros de aire. Se puede regular la presión deseada y comprobarlo con el manómetro, cuenta con purga automática de condensados. Tiene una presión máxima de entrada de 12 bar y una máx. de salida de 10 bar. La capacidad de filtrado son 40 micras y puede trabajar en condiciones de temperatura de -10 °C a 52 °C.</p>	Acondionamiento del aire comprimido
Válvula de arranque		<p>Válvula de cierre encargada de conectar o desconectar la unidad de mantenimiento de la red neumática principal.</p>	En las unidades de mantenimiento
Cilindro simple efecto		<p>Cilindro de simple efecto de carrera corta, el avance lo proporciona el aire y el retroceso un resorte interno, no posee amortiguación y puede que el</p>	En el freno del material de empaque; en la barra selladora

		vástago gire.	para impulso.
Cilindro doble efecto		El aire provoca dos carreras de avance – retroceso. Tiene una amortiguación regulable para los fines de carrera y el émbolo cuenta con un imán permanente que puede ser detectado por un sensor de proximidad en toda la longitud de la carrera.	Corte, mordazas, embrague, sello vertical, codificador, pinzas, agitador, topes de corte, compuerta, prensa papel, entre otros.
Válvula 3/2		La misión de la válvula es bloquear, abrir o desviar vías de circulación del aire comprimido, posee 3 empalmes y dos posiciones. El 1 es la entrada, el 2 es la salida y el 3 es la purga. Para el caso de la aplicación en mención, es de accionamiento eléctrico. Después de la conmutación, la válvula conserva la posición adoptada sólo mientras existe la señal de cambio de posición. La válvula posee un accionamiento auxiliar manual.	Impulso, freno, soplo, sprock, etc.
Válvula 5/2		La válvula 5/2 posee cinco empalmes y dos posiciones, el primero es la entrada de aire, la 1 y 4 son las salidas de aire y la 3 y 5 son las purgas de aire. De accionamiento eléctrico. Después de la conmutación, la válvula conserva la posición adoptada sólo mientras existe la señal de cambio de posición. La válvula posee un accionamiento auxiliar manual.	Para el accionamiento de los cilindros de corte, mordazas, embrague, sello vertical, codificador, pinzas, agitador, topes de corte, compuerta, prensa papel, entre otros.
Regulador de caudal		La válvula influye en el caudal, con el regulador de caudal puede modificarse la sección por la que pasa paralelamente la corriente de aire comprimido. Paralelo a la función	Se aplica a la alimentación y escape de los cilindros de doble efecto y de simple

		reguladora actúa una función anti retorno. Posee una conexión roscada que permite la unión con otros elementos.	efecto.
Regulador de presión		La válvula modifica la presión a un valor ajustable por medio manual, cuenta con empalmes individuales y un manómetro para observar el ajuste deseado.	En sello vertical y sello horizontal.
Silenciador		Este elemento se encarga de eliminar el ruido producido por la salida de aire en las purgas de las válvulas. El tamaño varía dependiendo del flujo.	En todas las válvulas, en las purgas correspondientes
Escape rápido		La válvula de escape rápido sirve para vaciar lo más rápido posible un volumen lleno e aire comprimido. Se monta en los escapes de los cilindros de las mordazas de las máquinas más rápidas para conseguir que los cilindros se vacíen rápidamente y así incrementen su velocidad de movimiento.	Escape de mordazas de las máquinas rápidas.
Tubo flexible (manguera)	Sin símbolo	En sus diferentes diámetros, se aplica para la conducción de aire de los elementos de control a los elementos de trabajo.	Aplicación general.
Suministro de aire comprimido		Representación de una toma de aire, sin considerar el origen.	Aplicación general.

B. Propuestas de ubicación e instalación

El diseño de la instalación en general, comenzó desde las propuestas emitidas a Gerencia General en Industria Procesadora de Guatemala S.A. Para el análisis de las propuestas se tomaron en cuenta los siguientes puntos:

- Requerimientos de ubicación proporcionados por la empresa proveedora.
- Ubicación de acuerdo a las líneas de los procesos de producción.
- Ubicación respecto a la bodega de producto terminado.

- Ubicación respecto a la otra máquina de embolsado similar.
- Facilidad en la operación de la máquina.
- Disposición para conexión a servicios de aire comprimido y corriente eléctrica.

Debido al reordenamiento de maquinaria que se analizó como uno de los puntos para la factibilidad de la compra de la nueva máquina, la ubicación fue definida desde un inicio, ya que tomaría el lugar de la máquina antigua de embolsado por peso que ya fue descrita con anterioridad. Sin embargo, para motivos de análisis de la instalación, se analizarán los puntos mencionados anteriormente para asegurar que el diseño de la instalación es satisfactorio. Además, aunque la ubicación general se definió desde la compra de la máquina, la ubicación exacta de la misma no lo fue, por lo que será tema de éste apartado.

1. Requerimientos del proveedor para la ubicación. Por conocimiento del proveedor, se recomendaba que la ubicación de la máquina fuera un lugar fresco de la planta, libre de polvo y de humedad excesiva, debido a la existencia de partes electrónicas. Para la operación y mantenimiento, se recomendó un espacio mínimo de 1.5 m alrededor de toda la máquina tanto que permitiera el acceso. Con respecto al anclaje y la nivelación de la máquina, se recomendó que el piso fuera perfectamente plano para evitar vibraciones excesivas por desnivel del suelo y que fuera anclada mediante tornillos de ½ " si la velocidad de operación superaba las 80 bolsas/min.

La ubicación escogida, de manera global, cuenta con ventilación por medio de un ventilador en la bodega de producto terminado y un extractor de aire localizada justo arriba del área de las máquinas de embolsado. La humedad no se controla, punto que tendrá que ser considerado en el mantenimiento de la maquinaria que será mayor por éstas condiciones. El espacio de 1.5 m, se cumple para dos de los cuatro lados de la máquina. La razón de esto se explicará más adelante. Para el anclaje, se tomó por experiencia la configuración de la otra máquina de embolsado, y el hecho que no se esperaba una velocidad mayor a las 80 bolsas/min. Por tanto, no se ancló la máquina al suelo pero sí se corroboró que no hubiera desniveles en él. Esto se hizo por medio de niveles estándar con líquido en su interior que indican si el suelo tiene cierta inclinación. Se corroboró con este instrumento las cuatro esquinas donde entrarían en contacto la máquina con el suelo.

Los otros puntos para el análisis de la ubicación de la instalación se discutirán en el siguiente apartado, junto con las propuestas de ubicación exacta en el área escogida de la máquina y todos sus componentes.

2. Propuestas de ubicación en el área y definición. Las propuestas de ubicación en el área se basaron en los puntos ya mencionados para asegurar la correcta instalación de la máquina y la versatilidad en la operación. El área de embolsado, como se muestra en la figura 2, se encuentra justo al lado de la entrada de la bodega de producto terminado, por lo que el flujo del producto será continuo y en línea. Asimismo, dicha área se observa en el plano general de la planta como el punto final de las líneas de producción por su posición global.

Un aspecto importante para la definición de la posición exacta de la máquina fue la necesidad de instalar una estructura, similar a la que se tiene para la otra máquina de embolsado que se encuentra en la misma área. La estructura serviría para el montaje de la báscula de pesaje (ISHIDA) sobre la máquina de embolsado para la dosificación del producto. El diseño de esta estructura será tema de otro apartado de este trabajo, sin embargo, es necesario mencionarla ya que fue el elemento que finalmente definió la posición exacta de la nueva máquina de embolsado. Antes de comenzar describiendo las propuestas que se realizaron para la instalación, es necesario mencionar algunas premisas que se definieron aún antes de comenzar con las propuestas debido a que se deseaban así, ya sea por experiencia o por mejoramiento en la operación.

a. Debido a la distribución del producto en proceso que se tiene en el área, se deseaba mantener las tolvas de alimentación de una y de la otra máquina alineadas lado a lado. Esto además facilitaría la carga de las mismas con producto, ya que por lo general, el producto llega a esta área en sacos (aprox. 40 kg) o en cajas (aprox. 20 kg). Debido que se cuenta únicamente con una persona para la operación de cargar las tolvas con producto, la mejor opción era colocarlas lo más cerca posible.

b. Debido a la configuración de las mordazas de la máquina de embolsado nueva, la descarga de producto de ésta es hacia afuera de ella cuando se está parado frente a la máquina. Por esta razón, la máquina no debía tener ninguna obstrucción por la parte de enfrente, ya que se tenía que tener cierto espacio para colocar una banda de descarga para transportar el producto fuera de la máquina y hacia el proceso de enfardado.

c. Debido a que en la máquina de embolsado antigua la operación de ambas máquinas en el área se operaban por un sólo operador debido a la cercanía de ellas y la simplicidad que esto requiere, esto debía ser una premisa para la ubicación de la nueva instalación. Es decir, la nueva

máquina de embolsado debía quedar lo suficientemente cerca como para ser operada conjuntamente con la otra máquina por una sola persona.

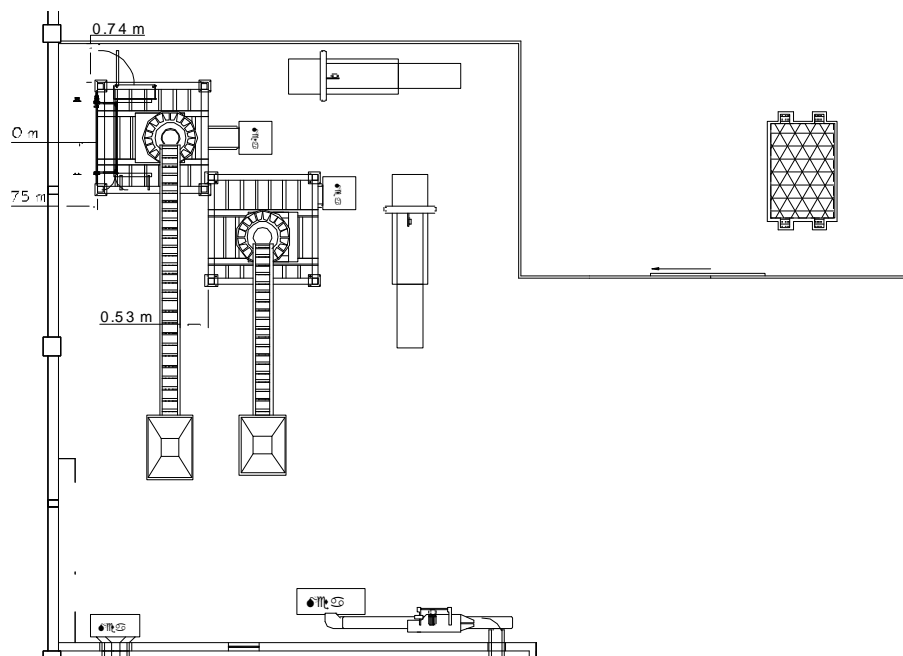
En resumen, las tres premisas descritas anteriormente obligaban a que la nueva máquina: tuviera su tolva de alimentación junto a la tolva de alimentación de la otra máquina de embolsado existente, que su descarga no tuviera obstrucciones y que su operación fuera realizada por el mismo operador que la otra máquina. El análisis de estas premisas obligaron a la máquina a quedar en una posición general: debía quedar junto a la otra máquina con la descarga sin obstrucciones. Entonces, en el layout de la instalación, en el análisis inicial de propuestas se colocó la máquina con la descarga de frente a la otra máquina para poder ser operada por una sola persona, sin embargo, se desfasó una de la otra para que no quedaran completamente de frente por la limitante de la descarga de la máquina nueva.

A continuación se presentarán las tres propuestas que se realizaron para el análisis de la posición exacta de la máquina nueva de embolsado. Se finalizará este apartado definiendo la opción escogida y su justificación.

1) Propuesta # 1: Inicialmente se pensó que las estructuras metálicas de ambas máquinas que soportan las básculas de pesaje podrían estar traslapadas en una de sus esquinas y así poder tener una conexión entre ellas que facilitaría la inspección de ambas básculas si así se deseaba. La tolva se colocó justo al lado de la otra existente con lo cual se obtuvo una aproximación inicial de la distancia que debía tener la banda transportadora de empujadores para llevar el producto de la tolva a la báscula de pesaje. Asimismo, se separó lo más que se pudo la máquina de la pared en su parte posterior por lo requerido por el proveedor.

El inconveniente que se analizó aquí fue la existencia de un espacio “muerto” en el área donde las esquinas de las estructuras se traslapaban, ya que por ahí no podría haber tránsito de empleados y tampoco podría ser utilizado para algún fin específico. Otro inconveniente que se observó en esta propuesta fue el poco espacio que quedaba en uno de los lados de la báscula de pesaje sobre la estructura para transitar y operar en caso de querer realizar algún ajuste o reparación de mantenimiento. La ventaja de esta propuesta era la cobertura de la mayoría de la máquina (excepto algunos elementos del porta bobina) por la estructura metálica, con lo que se disminuía la probabilidad de caída de suciedad del techo del área sobre la máquina. Como lo indicaba el proveedor, debido a la existencia de un gran número de componentes electrónicos, era importante cuidar la limpieza de la máquina para evitar incrustaciones no deseadas en dichos componentes. La otra ventaja que se observó fue la existencia de un “pasillo” recto entre una y otra estructura metálica, con suficiente espacio para que transitara una persona (aprox. 40 cm) de una estructura a otra para realizar inspecciones.

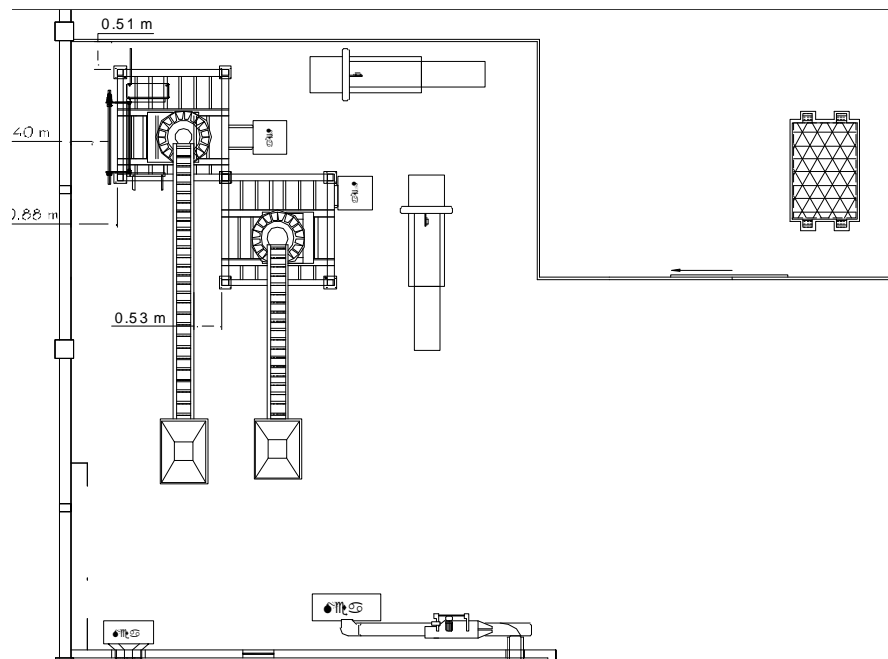
Fig. 9: Propuesta 1 (ubicación en área)



2) Propuesta # 2: Con la tolva en la misma posición y el transportador en la misma línea, se procedió a mover la estructura metálica de modo que los postes de una y de otra estructura coincidieran en el mismo punto. Obviamente, esto implicaría que ambas estructuras contarán con un poste común entre ellas. Aunque esto significaría que el balance estático de fuerzas en ambas estructuras se modificaría, el espacio libre alrededor de la báscula de pesaje estaba mejor distribuido, con lo cual mejoraría la maniobrabilidad para la realización de ajustes en dicha máquina, limpieza o inspección. Además, en esta propuesta se redujo el espacio “muerto” debido a la fusión de los postes de ambas estructuras. La desventaja de esta propuesta era la falta de una conexión concreta entre las estructuras metálicas, por lo que sería imposible trabajar ambas básculas de pesaje simultáneamente, a menos que el operador o ajustador subiera a una estructura a la vez. Esto último aumentaría la cantidad de tiempo improductivo de los empleados. Otra desventaja que se observó fue la distribución de peso sobre la estructura metálica, que por no ser simétrica tendería a debilitar más un lado de la estructura que otro. Finalmente, también se analizó el hecho que con esta configuración, uno de los postes (esquina inferior izquierda en figura 10) se encontraba demasiado cerca a la apertura de la puerta del panel eléctrico de la máquina, así como a los eslabones para el porta bobina. De ser así, cualquier variante en las dimensiones de la máquina con respecto a lo estipulado provocaría que la puerta no pudiera abrirse en su totalidad para realizar mantenimientos en los componentes eléctricos, y/o que uno

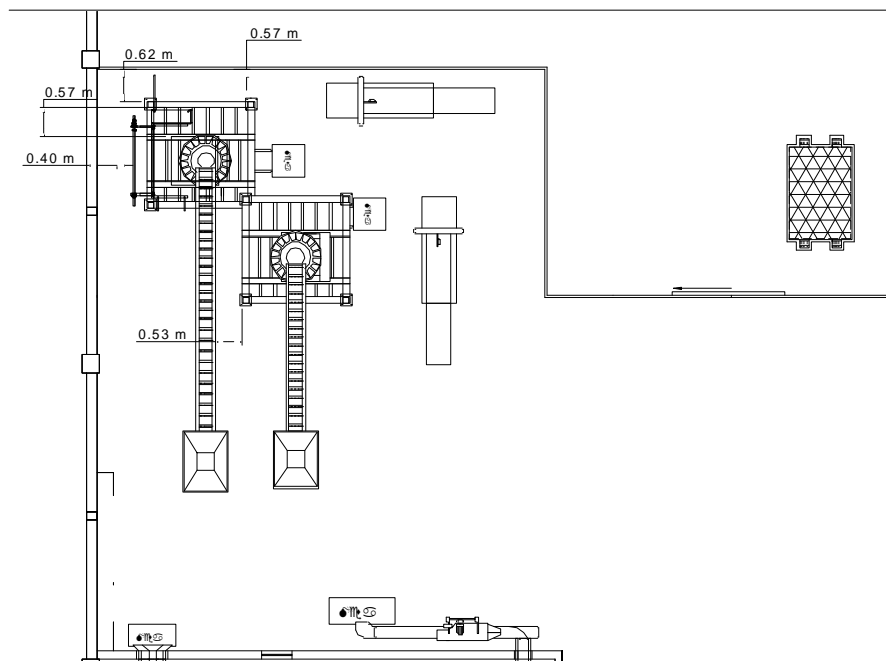
de los componentes del desenrollador de papel tuviera problemas al topar con otros componentes.

Figura 10: Propuesta 2 (ubicación en área)



3) Propuesta # 3: En la última propuesta realizada, se continuó con la idea de colocar un poste común entre las estructuras. Esta vez, se consultó con el proveedor que estaría a cargo de la construcción de la estructura metálica y éste mencionó que las dimensiones de la estructura eran suficientes para contar con un soporte confiable aunque se tuviera este poste en común. Al hacer esta corroboración, se dejó un pasillo entre estructuras más amplio (aprox. 35 cm) para poder realizar inspecciones y mantenimientos simultáneamente en ambas básculas de pesaje. Por otro lado, se trató de cubrir la mayoría de la máquina por la estructura metálica, dejando fuera únicamente los componentes del sistema desenrollador. La distribución de peso de la báscula de pesaje en la estructura también fue mejorada, centrandó la primera lo más que se pudo con respecto a la segunda. Aunque se han mencionado únicamente las mejoras de la propuesta, también se deben mencionar algunos puntos negativos de la misma. Aunque se logró contar con un espacio de conexión entre estructuras, aún era demasiado reducido, lo cuál provocaría incomodidades en la gente que transitara por él. Por otro lado, las puertas de los gabinetes eléctricos localizados en ambos lados de la máquina aún se observaron demasiado cerca de los postes de la estructura metálica, al estar abiertas a 90 °. Una pequeña variación en las dimensiones de la máquina y/o la instalación de la misma provocaría que las puertas no se abrirían completamente.

Figura 11: Propuesta 3 (ubicación en área)



Después de analizar detenidamente las tres propuestas expuestas con anterioridad, tomando en cuenta tanto ventajas como desventajas, se decidió realizar la instalación según la propuesta # 3. Para que ésta definición fuera factible, se eliminó la desventaja del espacio reducido para transitar entre una y otra estructura al añadir dos placas en forma de triángulo en ambos lados del pasillo que se formaba. Esto era factible debido a que la diferencia en alturas entre una y otra estructura es de tan sólo 10 cm., por lo que la unión entre ellas se observaría como una pequeña grada. El espacio de tránsito aumentó a 50 cm. Con respecto a la apertura de los gabinetes eléctricos a ambos lados de la máquina, por experiencia se observó que la mayoría de trabajos del departamento de mantenimiento en la parte eléctrica son fuera del panel de control; más aún, al realizar un trabajo de mantenimiento dentro del panel de control, no es tan crítico mantener la puerta a 90° como inicialmente se pensaba.

La distribución del peso de la báscula de pesaje no se dejaría al centro de la estructura, sin embargo, se tomaría por experiencia con la estructura de la otra máquina el mismo proveedor con el mismo calibre de material y dimensiones de las vigas y postes. La estructura tendría 10 cm. más de altura respecto a la estructura para la otra máquina; la diferencia se debió a la altura mayor de la máquina de embolsado nueva. Se aseguró, al diseñar la estructura metálica, que los

soportes de la báscula de pesaje se posicionaran justo sobre las vigas mayores para mejor soporte. La estructura se fabricaría con vigas y postes de viga cuadrada de 5 x 5", calibre ¼ ". Los soportes menores se fabricarían de viga cuadrada de 2 x 2" calibre 1/8 ".

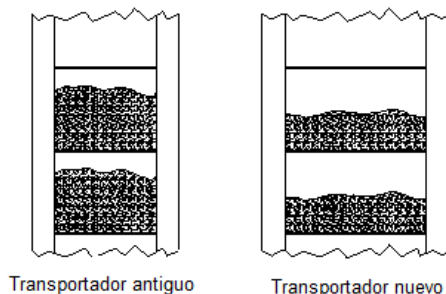
C. Diseño sistema de dosificación

El sistema de dosificación que debía ser modificado era el transporte desde la tolva de alimentación a la báscula de pesaje. Se mencionó con anterioridad que la báscula de pesaje se colocaría sobre la estructura metálica de manera similar a como se hizo para la máquina ya existente. La tolva, como también ya se mencionó, se colocaría al lado de la tolva de alimentación de la otra máquina para fácil operación de dosificación de producto. Al colocar la estructura metálica y la tolva de alimentación en su posición, se definió el largo que debía tener el transportador con la banda de empujadores. El largo total del transportador debía ser 6.75 m, dosificando a una altura de 3.66 m y con un ángulo de inclinación respecto a la horizontal de 31.1 °. Debido que el ángulo de inclinación del transportador de banda con empujadores de la máquina antigua era de 40 °, el nuevo ángulo era aceptable e inclusive ayudaría para que el producto no se esparciera o se saliera fuera del transportador.

Para evitar el esparcimiento del producto fuera del transportador, problema que por experiencia con las otras máquinas de embolsado se había observado, se analizó la posibilidad de modificar el diseño de los transportadores existentes al fabricar el nuevo transportador requerido. Basándose en el volumen aproximado de producto que era dosificado al transportador de empujadores antiguo, se pensó aumentar el ancho de la cama del transportador y por ende el ancho de la banda de empujadores. Esto con el propósito que el producto dosificado se esparciera en todo el ancho del empujador justo en la salida de la tolva de alimentación y no cuando el producto está siendo transportado. Es decir, se aumentaría la capacidad volumétrica del transportador debido a la cantidad de producto que la báscula de pesaje exige.

Para calcular el volumen aproximado que era dosificado al transportador de empujadores de la máquina de embolsado antigua, se obtuvo el volumen que existía entre un empujador y otro, y por observación, se multiplicó por un porcentaje de llenado para tener una mejor aproximación al valor real. De manera gráfica, lo que se buscaba era lo siguiente:

Figura 12: Diferencia en transportadores



Las dimensiones entre empujadores en el transportador antiguo eran de 12"x9"x2", con lo cual se obtiene un volumen de 216 in³. Multiplicando por un factor de 75 %, se obtiene un volumen total aproximado de producto de 162 in³ = 2654.7 cm³. Este volumen aproximado fue utilizado para calcular las nuevas dimensiones que debía tener el transportador para disminuir el porcentaje de llenado entre empujadores por lo menos a 50 %, ya que se han observado transportadores con producto en más o menos esta cantidad con muchos menores problemas de esparcimiento del producto fuera de ellos. Suponiendo un 50 % de llenado, manteniendo las dimensiones del alto del empujador (2 ") y la distancia entre estos (9 "), se obtiene que el ancho de la banda debe ser de **18"** como mínimo. Para evitar costos demasiado elevados, por el ancho mayor de la cama de la estructura del transportador, se utilizó este valor para el diseño final del transportador.

Otro factor a considerar para el diseño de los transportadores fue el torque necesario del motor para evitar el trabado del sistema y el deslizamiento de la banda con respecto al rodo de tracción. Esto ayuda también a que la alineación de la banda no se pierda y provoque daños parciales o permanentes a la misma. Los empujadores también pueden salir dañados al rozarse con las guías laterales. Para el cálculo de la potencia necesaria en el motor se obtuvo una relación resumida de los tres tipos de potencia que deben ser vencidos para realizar el transporte de carga. Los tres tipos de potencia se calculan y se resumen como sigue:

- Potencia necesaria para mover la banda descargada:

$$N1 = \frac{C \cdot f \cdot L \cdot v \cdot Gm}{75}$$

- Potencia necesaria para vencer las resistencias de rozamiento al movimiento de la carga:

$$N2 = \frac{C \cdot f \cdot L \cdot Q_t \cdot \cos \delta}{270}$$

- Potencia necesaria para elevar la carga:

$$N3 = \pm \frac{Q_t \cdot H}{270}$$

Lo anterior se puede resumir en una sola relación, como se muestra a continuación:

$$P = \frac{C * f * L}{367} (3.6G_m v + Q_t \cos \delta) + \frac{Q_t H}{367}$$

Para las fórmulas anteriores, la nomenclatura es como sigue:

SÍMBOLO	DEFINICIÓN
C	Coefficiente de fricción según la longitud del transporte.
f	Coefficiente de fricción en los rodillos de tracción
L	Longitud de transporte en metros
v	Velocidad lineal de la banda (m/s)
G_m	Peso de las partes móviles
δ	Ángulo de inclinación del transporte, en grados.
Q_t	Capacidad real de transporte (Ton/hr), proporcionada por el fabricante.
H	Altura vertical de transporte, en m.

Factor C

L (m)	3	4	5	6	8	9	10
C	9.0	7.6	6.6	5.9	5.1	5.5	4.1
L (m)	16	20	25	32	40	50	63
C	3.6	3.2	2.9	2.6	2.4	2.2	2.0
L (m)	80	100	125	160	200	250	300
C	1.9	1.8	1.65	1.59	1.47	1.38	1.33
L (m)	400	500	600	700	800	900	1000
C	1.25	1.20	1.17	1.13	1.11	1.08	1.05

G_m (kg/m)

B (mm)	500	600	650	800	1000	1200	1400	1600	1800
G _m para transportadores estándar	17	26	28	40	56	70	85	105	120
G _m para bandas pesadas y perfiladas	20	30	32	45	62.5	80	110	135	160

Los datos para trabajar la fórmula anterior se obtuvieron como sigue: el factor de fricción C depende únicamente de la longitud que se transporta el producto. Para la aplicación en cuestión, esta longitud (L) es de 6.6 m. Por interpolación lineal se obtuvo el valor de $C = 5.66$. El factor de fricción (f) de los rodillos generalmente varía de 0.025 a 0.03; para propósitos de diseño se utilizó el último valor. El peso de la banda y partes giratorias del transportador (G_m) se obtuvo de la tabla que se observa arriba para un ancho de banda (B) de 500 mm. Cabe señalar que aunque el ancho de diseño encontrado ya en este apartado, con un valor de 18" = 457.2 mm no es exactamente el que se usa, el menor valor de la tabla expuesta aquí es de 500 mm, por lo que se utilizó este valor como aproximación conservadora. La velocidad lineal (v) se encontró experimentalmente de la operación de la banda de empujadores que se encontraba en la máquina de embolsado antigua. Se observó que un empujador recorría toda la distancia entre empujadores en aproximadamente un segundo. Debido a que este valor se debía proporcionar en m/s, se realizó la conversión. El valor final fue de 0.23 m/s. La capacidad real (o teórica) de transporte de la banda de empujadores fue proporcionada por el fabricante, ya que su valor depende del material y el número de capas con las que se fabrica la banda. Esta banda en específico, de material PVC de uso liviano, tiene una capacidad de carga de 15 ton/hr. La altura (H) a la que se eleva la carga es de 3.73 m, y el transportador tiene un ángulo (δ) con respecto a la horizontal de 31.1°. Para efectos de diseño, se tomará un factor de seguridad de 3.

Entonces, para la aplicación específica que se analiza en este trabajo, el cálculo se realizó como sigue, basándose en datos de las tablas anteriores:

$$P = 3 \left[\frac{(5.66)(0.03)(6.6)}{367} (3.6(17)(0.23) + 15 \cos(31.1)) + \frac{(15)(3.73)}{367} \right]$$

$$P = 0.693 \text{ kW}$$

$$P = 0.93 \text{ hp}$$

El valor anterior indica que para el nuevo transportador se necesitaba un motor con una potencia de 1 hp de potencia. Afortunadamente, el motor del transportador antiguo utilizado para la máquina de embolsado, es de 1 hp. Debido a que este transportador con banda de empujadores no se utilizará en ninguna de las dos instalaciones mencionadas en este trabajo, era totalmente factible la utilización del mismo en el nuevo transportador. Cabe señalar que el factor de seguridad fue impuesto a los cálculos con el afán de asegurar la buena operación de transporte. De haber escogido un factor de seguridad menos conservador, digamos 1.0, el diseño requeriría un motor de 0.3 hp. Los motores sólo cuentan con potencias nominales, por lo que el motor más cercano que cumpliría con esta demanda era el de ½ hp, con lo cual se tendría un factor de seguridad de 1.6. Esto hubiera sido factible, sin embargo, la existencia de un motor de mayor potencia que no se utilizaría para otra aplicación sugirió asegurar más el diseño y así ahorrar costos de equipo.

Los demás accesorios del transportador con banda de empujadores (chumaceras, rodos, ejes y guías) fueron proporcionados por el fabricante del mismo, y sólo se adaptaron al motor existente por medio de cadenas y sprocket con una relación 1:1. Dicha relación se tomó de referencia de la otra máquina, debido que la velocidad de transporte debía ser la misma, y no se requería modificación en el torque ya mencionado.

D. Sistema de aire comprimido

Debido a que la máquina de embolsado antigua instalada en el área de embolsado requiere de instalación de aire comprimido para su funcionamiento, ésta únicamente se tuvo que modificar localmente para adoptarla a la nueva máquina de embolsado tomando en consideración la estructura que existiría en la ubicación. Para el requerimiento de aire no se tuvo que realizar ningún cálculo, ya que fue proporcionado por el fabricante. Sin embargo, en este apartado se analizará la necesidad de la modificación de la red neumática para un mejor servicio.

Existe en Industria Procesadora de Guatemala S.A. un área llamada “planta procesadora” que se refiere al área más nueva de toda la planta, la cual cuenta con el equipo más nuevo y las líneas de producción recién instaladas. Dichas líneas de producción son para la fabricación de dulce y bombón. En esta área, asimismo, se encuentran las máquinas de

embolsado junto a la bodega de producto terminado. La maquinaria de esta área se instaló completa, es decir, se instalaron las líneas de producción completas con todos sus componentes necesarios para la producción. Así, la “planta procesadora” se refiere al área de la empresa más recientemente instalada. Al realizar las instalaciones de esta área se tuvo que analizar cómo conectar las líneas de servicios a todas las máquinas que lo requirieran. Los servicios incluían energía eléctrica, aire comprimido y vapor. Con respecto al aire comprimido en específico, se instaló una derivación desde el compresor para no aumentar demasiado el diámetro de la tubería de salida del mismo. Además, para el resto de la planta ya se contaba con una red cerrada de aire comprimido por lo que se definió que era mejor instalar una línea independiente.

Es necesario aquí diferenciar una red cerrada de una red abierta para sistemas de aire comprimido. Una **red abierta** se constituye por una sola línea principal de la cual se desprenden las secundarias y las de servicio (maquinaria). La poca inversión inicial necesaria de esta configuración constituye su principal ventaja. Además, en la red pueden implementarse inclinaciones para la evacuación de condensados. La principal desventaja de este tipo de redes es su mantenimiento. Ante una reparación es posible que se detenga el suministro de aire "aguas abajo" del punto de corte lo que implica una detención de la producción. En una **red cerrada**, por otro lado, la línea principal constituye un anillo. La inversión inicial de este tipo de red es mayor que si fuera abierta. Sin embargo con ella se facilitan las labores de mantenimiento de manera importante puesto que ciertas partes de ella pueden ser aisladas sin afectar la producción. Una desventaja importante de este sistema es la falta de dirección constante del flujo. La dirección del flujo en algún punto de la red dependerá de las demandas puntuales y por tanto el flujo de aire cambiará de dirección dependiendo del consumo. El problema de estos cambios radica en que la mayoría de accesorios de una red (p. ej. filtros) son diseñados con una entrada y una salida. Por tanto un cambio en el sentido de flujo los inutilizaría. Las redes cerradas son mayormente utilizadas en sistemas de aire comprimido complejos debido a la importancia de suministro de flujo en la maquinaria, ya que con ellas se garantiza un mejor abastecimiento de aire. Esto es principalmente necesario para maquinaria con cilindros neumáticos que consumen una gran cantidad de flujo volumétrico de aire comprimido.

Figura 13: Red cerrada de aire comprimido

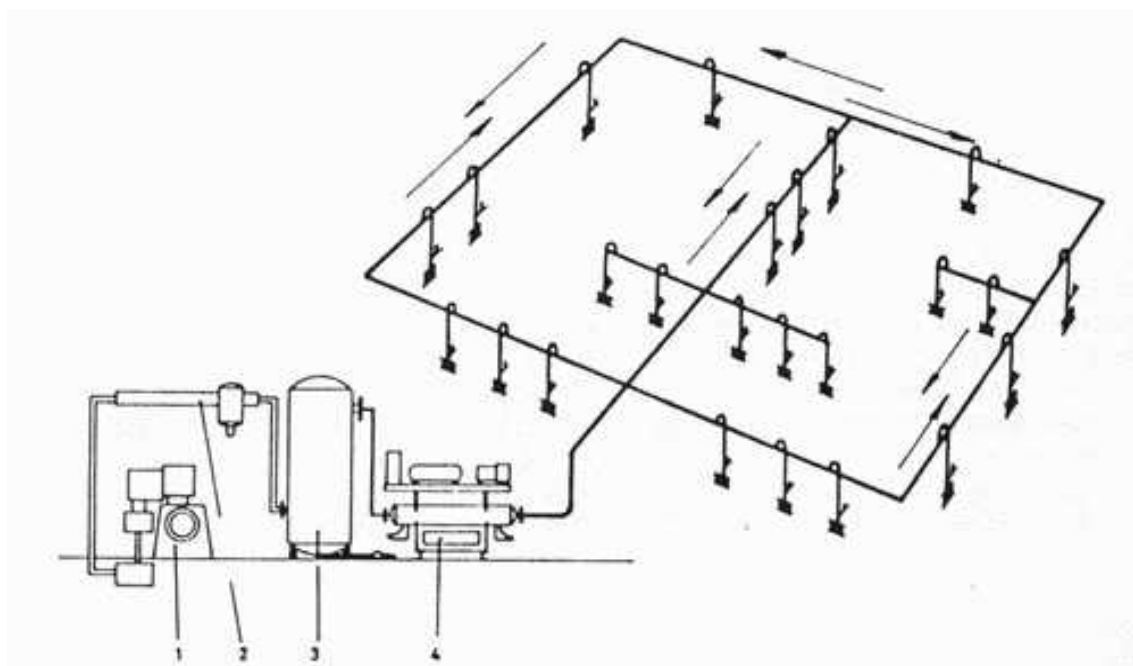
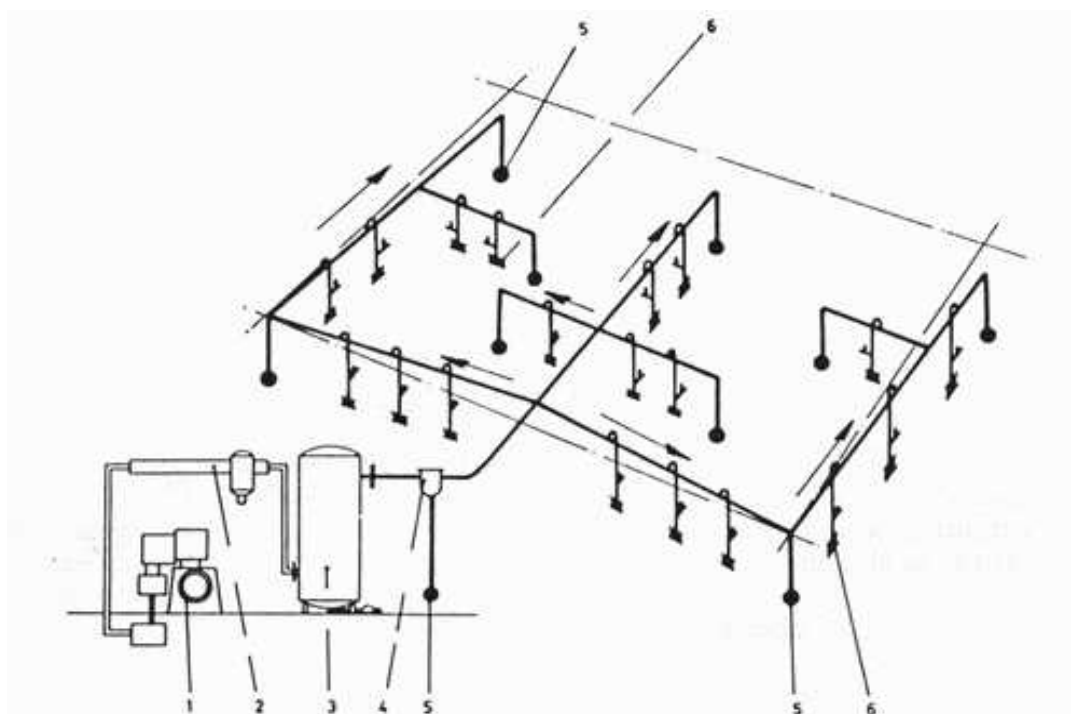


Figura 14: Red abierta de aire comprimido



La relevancia de lo anteriormente citado es la ubicación en la que se encontraría la nueva máquina de embolsado (punto último con respecto al compresor) y el alto consumo de aire que ésta requeriría con respecto a la anterior (10 ft³/min más). Por tanto, se analizó la posibilidad de modificar la instalación de aire comprimido del área “planta procesadora” de modo que formara otra red de distribución cerrada. Esto con el objetivo de asegurar el buen abastecimiento de flujo hacia la nueva máquina de embolsado y así evitar bajo rendimiento de la máquina por falta de aire.

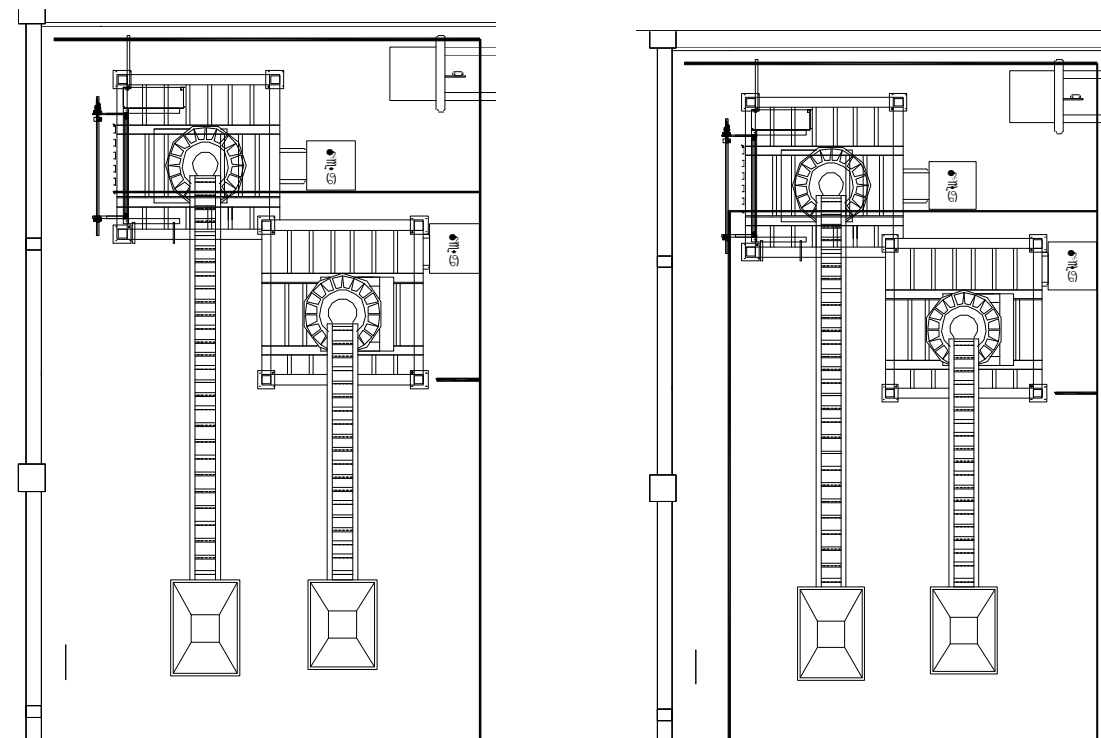
1. Definición y requerimientos del sistema. Para realizar la modificación de una red abierta a una red cerrada en el área de “planta procesadora”, fue necesaria la adquisición de ciertos materiales para instalar la tubería que cerraría el anillo. Primeramente, se analizó la posición donde se llevaría a cabo la bifurcación de flujo hacia uno y otro lado para formar el anillo. Se trató de aprovechar al máximo la tubería existente para disminución de costos en el proyecto. A continuación se listan los materiales necesarios para la modificación de la red, junto con una breve justificación de uso.

NOMBRE	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD NECESARIA	FUNCIÓN
Pulmón de tres vías con purga	UNIDAD	1	Dividir el flujo y recolectar condensados al inicio del anillo. Proporciona el empuje del aire aunque exista contrapresión.
Válvula de bola	UNIDAD	3	Válvulas de servicio para independizar tramos de la tubería en caso de realizar algún trabajo de mantenimiento o ampliación de la red.
Tee	UNIDAD	1	Sustitución de codo a 90° situado en la bajada hacia la máquina de embolsado nueva.
Tubería HG	METROS	60	Tubería que compone el anillo del sistema de aire comprimido. El material es hierro galvanizado para disminuir pérdidas por fricción y evitar incrustaciones por retención de humedad.

Codo 90°	UNIDAD	1	Única giro de la tubería desde el pulmón de tres vías.
Unión universal	UNIDAD	3	Uniones de tubería para independizar tramos. Se recomienda no exceder una longitud de 20 m de tubería sin una unión universal para el mantenimiento de la misma. Se escogió una unión universal por cada válvula de servicio instalada.

La instalación de este sistema se hizo antes de comenzar la instalación de la nueva máquina. Al contar con esta instalación, fue más fácil definir la instalación local de aire comprimido para la máquina de embolsado. Como se puede observar de la figura 14, sólo se necesitó cortar la tubería 10 cm hacia un lado de donde se encontraba la bajada de aire para la máquina antigua. Para la salida del anillo hacia la máquina de embolsado nueva se utilizó una tee seguida de 87 cm de tubería para acercarse a la toma de la máquina y luego se le realizó el “gancho” retenedor de condensados en forma de “U” inversa. Como se puede observar, la instalación de aire comprimido no fue tan grande como lo fue el cambio de un sistema abierto a un sistema cerrado. Aunque se desconoce el análisis completo de consumos en todas las máquinas incluidas en esta red cerrada, para la nueva máquina de embolsado es obvio que las pérdidas se redujeron ya que en lugar de ser la última máquina será ahora la primera desde el pulmón, siguiendo la línea nueva hasta la máquina en cuestión. En esta red cerrada, el consumo de aire instantáneo dará a conocer la última máquina del sistema (y por ende el más afectado por la caída de presión) en ese momento determinado. El análisis completo de consumos, no sólo para este nuevo anillo sino para el ya instalado en otra área de la empresa sería una buena acción de seguimiento para mantener un buen suministro de aire comprimido y detectar maneras de mejorar el sistema.

Figura 15: Instalación aire comprimido antes (izquierda) y después (derecha)



E. Sistema de conexiones eléctricas

En condiciones normales, la máquina de embolsado está diseñada para operar con energía eléctrica de 220V trifásica, 60 Hz. con neutro. El cable alimentador de la máquina debía ser un cable del tipo uso rudo de cuatro conductores calibre 10 AWG, el cual debía conectarse a un interruptor de navajas trifásico (flipón industrial) de 30 amperes (3 x 30 A), debiéndose conectar primero el hilo neutro sin ningún sistema de desconexión, este hilo está marcado con una N y generalmente es él más claro de los cuatro, luego se deben conectar las fases marcadas con L1, L2 y L3 en la debida secuencia. Es muy importante al realizar las conexiones eléctricas revisar la rotación del motor, ubicado en la parte posterior de la máquina. Se debía revisar que la rotación fuese horario (como lo marca la flecha marcada) parado frente al motor. En caso que el motor mostrara el giro contrario, se procedería a revisar las conexiones de las fases L1, L2 y L3.

Para realizar la conexión de las líneas a la red eléctrica se contaba con la acometida que se había realizado para la máquina anterior. Además, el panel de distribución eléctrico, donde entra la línea principal de la empresa eléctrica a través de un banco de transformadores está justo en el área involucrada. Por esta razón los costos para la instalación eléctrica fueron mínimos. Debido a que la tubería con los cables tenía una bajada para la casa antigua a la par

de donde se obtenía el aire comprimido, los cálculos de materiales fueron muy similares a los obtenidos para dicho servicio, con la diferencia de los materiales especiales para conducción eléctrica. Se adquirió tubería HG y acoples LT para la estética y el buen mantenimiento posterior de la instalación. Es necesario mencionar en este punto que tanto para la instalación eléctrica como para la neumática, no se llegó a las tomas de la máquina con tubería rígida. En lugar de esto, se terminó la tubería a una altura mas o menos de 1.5 m sobre el nivel del piso, y luego se acopló una manguera flexible (para aire comprimido) y manguera para LT (para conexión eléctrica). La razón por la que se definió así fue para proteger las instalaciones de servicios de golpes inconscientes al equipo, ya que por experiencia, la tubería en esta área a nivel del suelo no dura debido a la cantidad de producto que aquí se maneja poniendo en peligro la tubería para los servicios mencionados.

F. Operación

Para las pruebas se involucró al personal de producción que sería encargado de operar la máquina cuando ésta entrara en operación continua. El objetivo de las pruebas fue determinar la productividad de la máquina al trabajar con los materiales de empaque utilizados por la empresa normalmente. Todas las pruebas fueron realizadas conjuntamente con un técnico proporcionado por la empresa proveedora para cumplir con la garantía de la máquina. Además, la capacitación se recibió por parte de él con respecto a la operación, mantenimiento y mejoramiento en la productividad de la máquina. Al final de las pruebas, el técnico entregó un formato de aprobación a Gerencia de Producción para avalar que la máquina ya había sido ajustada a la perfección y que tanto el departamento de producción como el de aseguramiento de calidad estaban de acuerdo con los parámetros obtenidos para la realización en serie del producto.

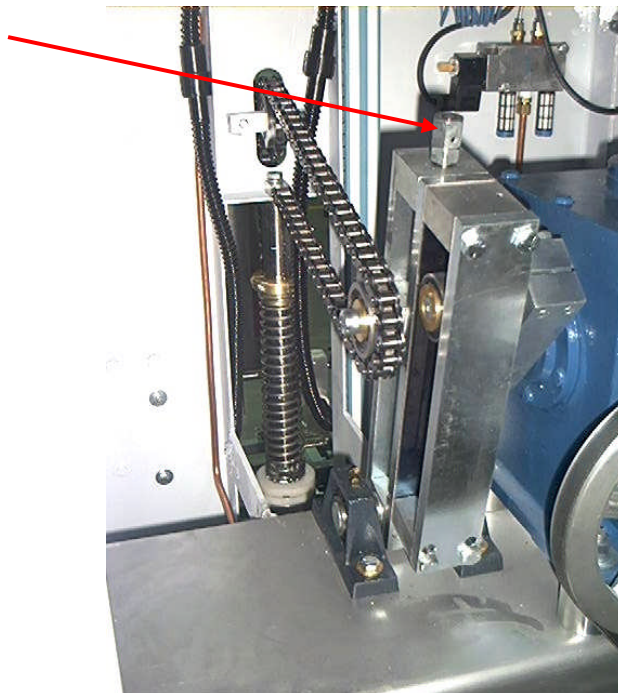
1. Pruebas preliminares. Las pruebas preliminares se realizaron programadas fuera de las horas de trabajo para producción. Gerencia de Recursos Humanos fue el encargado de programar a los empleados de manera que estuvieran en la mayoría de pruebas para adentrarlos en la operación de la máquina. Las pruebas preliminares fueron básicamente para arrancar todos los equipos componentes del sistema instalado y para observar la reacción a una operación bastante normal. Es muy importante mencionar que estas pruebas se realizaron todas sin producto, ya que lo que se deseaba era familiarizarse con los componentes de la máquina y los ajustes necesarios y más comunes que se harían. Se listarán entonces los principales ajustes que se realizaron en la máquina para prepararla para entrar en operación formal.

a. Ajuste sellador vertical: En el sellador vertical se hicieron tres tipos de ajuste que dependían del tipo de material a utilizar, polipropileno. Se debía tener una separación nominal de 3/16 “ entre la barra y el tubo formador. Este valor dependía únicamente del material de empaque, ya que se trataba de la separación que produciría la disipación de calor entre uno y otro material. Además, el sellador vertical se debía ajustar inicialmente a 90° con respecto al tubo formador, es decir completamente paralelo a la tracción del sello. Este sellador también se colocó centrado perfectamente con respecto al tubo formador, buscando la unión traslapada de material de empaque para un mejor sello. Finalmente, se ajustó la cantidad de presión entre la barra selladora y el tubo formador, ya que idealmente, el sello debía ser por calentamiento y no por presión. Demasiada presión puede ser una causa de daño prematuro de la resistencia. El ajuste se realizó por medio de los reguladores de caudal anteriormente mencionados.

b. Ajuste de mordazas y carro: Antes de comenzar con el sello de las bolsas, el técnico realizó dos operaciones de revisión en este sistema. Primero, se comprobó la linealidad de las mordazas para que coincidieran perfectamente al cierre. Esto se hizo al poner a tope las mordazas y verificando que cerraran perfectamente. Existía una pequeña holgura al principio, por lo tanto se aflojaron los dos tornillos que sujetan la cabeza de las mordazas y se alinearon por observación. Cuando se probaron las mordazas para la realización del sello, éstas tenían cierto golpeteo. Este se le eliminó regulando la cantidad de aire en los cilindros de doble efecto que actúan las mordazas.

c. Tamaño de bolsa: El ajuste de tamaño de bolsa (largo de bolsa o largo mecánico) se logró con la máquina de embolsado parada y moviendo el tornillo de ajuste que tiene el retorno rápido con una llave o matraca, para un sentido o para el otro, según sea el caso. El largo de la bolsa se obtiene al operar la máquina sin foto celda. Se probó con la longitud máxima que se había acordado que la máquina tendría, de 60 cm. Este largo lo dio sin ningún problema al realizarse los ajustes anteriormente mencionados. Se definió que por lo delicado de la posición en la cual se encuentra el tornillo de ajuste en la máquina (ver figura 15), los ajustes de largo de papel deberían ser realizados siempre por el supervisor de área ó el personal de mantenimiento.

Figura 16: Ajuste de largo de papel



d. Registro de bolsa: Una vez obtenido el alineamiento correcto del material de empaque sobre el tubo formador, se procedió a colocar el haz de luz del sensor fotoeléctrico en el centro de la marca de registro del material. Para esto se mueve el cabezal sensor en movimiento transversal respecto al del material de empaque. Luego se separó la barra selladora vertical y se arrastró el material de empaque que se encontraba en el tubo formador hasta el lugar previsto donde el sello horizontal coincidiera exactamente entre las mordazas. Manteniendo esta posición fija, se ajustó el cabezal sensor en sentido vertical con referencia al material de empaque, de tal manera que quedara detrás de la marca de registro a una distancia de aproximadamente 10 mm. Después de esto, se tuvieron que realizar pequeños ajustes como los mencionados anteriormente hasta obtener la impresión de la bolsa centrada verticalmente.

2. Pruebas de producción. Después de hacer las pruebas mencionadas anteriormente con el técnico en planta, y de asegurarse que todos los puntos mencionados eran completamente entendidos por el personal involucrado (operador, personal de mantenimiento, supervisor de área, gerentes de los departamentos, etc.), se procedió a realizar pruebas internas con producto para determinar los largos de bolsa u otros ajustes necesarios y registrarlos para posterior operación. Se probaron las presentaciones más determinantes y de mayor movimiento para la empresa. Cabe señalar que debido que eran pruebas de producción, fueron programadas y, por tanto, no se pudo probar todas las presentaciones que se trabajarán en la máquina. Es decir, se trabajó las pruebas según lo exigía el programa de

producción del mes de diciembre. Sin embargo, la experiencia tomada en estas pruebas marcó los procedimientos básicos a ser realizados al querer trabajar una nueva presentación. Durante la duración del período de prueba (aproximadamente 15 días), se encontraron algunos problemas comunes, que se listarán a continuación para tomarlo en cuenta en el mantenimiento de la maquinaria, o de manera similar en la capacitación a operarios.

Figura 17: Pruebas producción



SELLO VERTICAL:

FALLA	DIAGNÓSTICO (POSIBLES CAUSAS)	SOLUCIÓN
SELLO VERTICAL	Mal estado del teflón y el corcho del Tubo formador así como el teflón de la barra selladora.	Cambiar el teflón y corcho del tubo formador o recorrer el teflón en la barra selladora.
LA TEMPERATURA EN EL SELLADOR VERTICAL NO ES LA ADECUADA	Un mal ajuste en la temperatura del pirómetro.	Ajustar la temperatura en el Pirómetro y revisar que el rango de alarma se encuentre entre los 3° y 6°.
EL PÍROMETRO MARCA ERROR	Que el termopar esté abierto	Revisar que el termopar y cables estén mandando la señal adecuada al pirómetro.

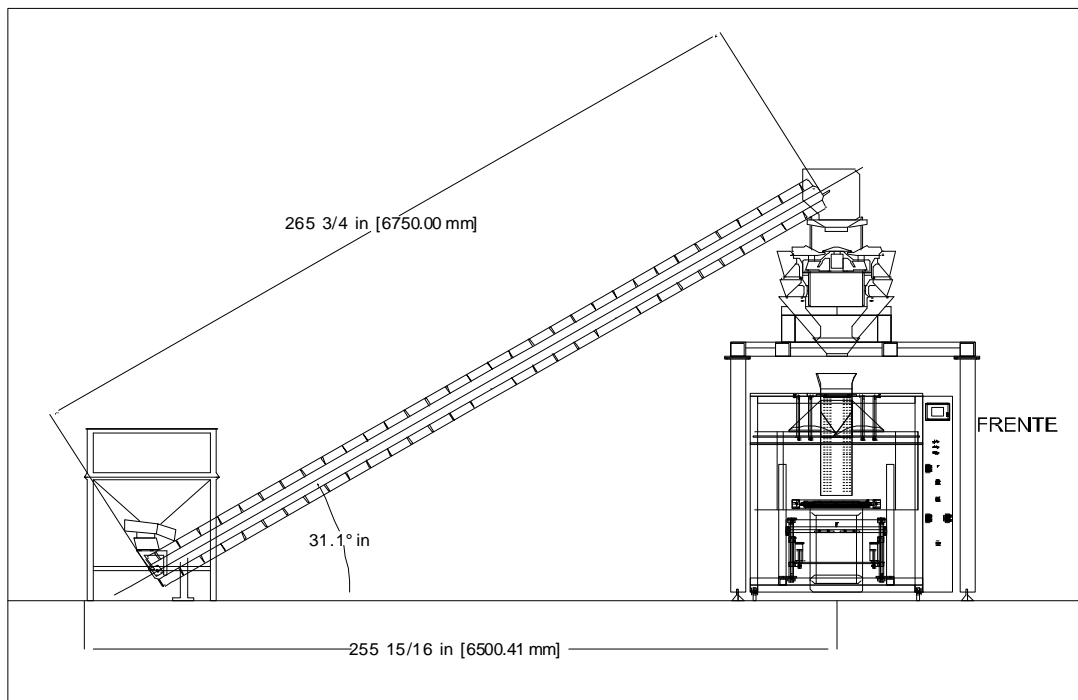
SELLO HORIZONTAL:

FALLA	DIAGNÓSTICO	SOLUCIÓN
-------	-------------	----------

	(POSIBLES CAUSAS)	
SELLO HORIZONTAL DEFECTUOSO	Mal estado del teflón, instaladas. Para celofán existe mal funcionamiento de la resistencia ó del termopar.	Cambiar el teflón o cintas cambiar la resistencia o revisar que la temperatura del termopar.
LA TEMPERATURA EN EL SELLADOR VERTICAL NO ES LA ADECUADA	Un mal ajuste en la temperatura del Pirómetro. En el caso de celofán, mal ajuste de la perilla de temperatura.	Ajustar la temperatura en él Pirómetro y revisar que el rango de alarma se encuentre entre los 3° y 6°. Para celofán dar el ajuste adecuado de temperatura.
EL SELLADOR HORIZONTAL NO ACTUA	Falta de presión de aire en el pistón o éste está dañado, falla del microswitch o sensor.	Revise que la presión de aire en el sello horizontal sea la correcta. Revisar que el micro switch esté funcionando correctamente .

Los resultados de las pruebas realizadas en producción se incluyen como anexos en este trabajo, en el formato original manejado por la empresa para dichas pruebas. Los objetivos de las pruebas, en general, eran determinar si el material podía trabajarse en la máquina aumentando la productividad y la eficiencia de la línea. Cabe señalar que en dichas pruebas no fue necesario realizar ningún trabajo de mantenimiento mayor, con lo cual se comprobó la versatilidad de la máquina y el buen diseño de su instalación. Asimismo, se verificó el diseño del transportador de empujadores modificado para evitar la caída excesiva de producto; los resultados fueron positivos ya que en todas las presentaciones que se trabajaron en el mes, la caída de producto del transportador fue mínima. La productividad de la máquina para las distintas presentaciones varió principalmente debido al material de empaque. Además, es necesario mencionar que en las pruebas se intentaba obtener la productividad máxima trabajando con el material que se tenía. Por dicha razón, en los resultados de la prueba se mostraba una pérdida de descarga, que sin embargo no era a causa de la máquina de embolsado, sino a la capacidad de la báscula de pesaje en cuanto a velocidad. Es decir, aunque la máquina de embolsado daba la velocidad de empaque, la dosificación por parte de la báscula no era lo suficientemente rápida para mantenerse al nivel de la embolsadora. Se puede plantear el análisis para realizar el cambio de la báscula por otra de mayor capacidad. En el estudio de factibilidad para este cambio debería incluirse el número de presentaciones a las cuales se les puede aumentar velocidad y el costo de producción para relacionarlo con el costo inicial de la báscula de pesaje automática (ISHIDA). Sin embargo, este tema no es parte del análisis que se realiza en este trabajo.

Figura 18: Instalación general nueva máquina



IV. REORDENAMIENTO DE MAQUINARIA

La nueva máquina de embolsado Envaflex sustituyó la máquina de embolsado Bosch para un mejor rendimiento, productividad y capacidad de empaque. La sustitución dejó no sólo a la máquina de embolsado sin uso momentáneo, sino también al transportador de cangilones que lo alimentaba y el transportador de empujadores que transportaba el producto desde la tolva hacia la báscula de pesaje ISHIDA. Como ya se mencionó con anterioridad, la empresa está en la constante búsqueda de estandarizar sus procesos, por lo que desde que se instaló la primera máquina de embolsado por peso de producto, se ha intentado llevar todas las presentaciones de producto a esta máquina para su empaque final. Sin embargo, existe la máquina contadora de 100 unidades cuya demanda es bastante alta considerando que es una única máquina para toda la producción que pudiera haber de ésta presentación en un determinado mes. Más aún, actualmente se está en el proceso de introducir una nueva presentación de conteo de 50 unidades en esta máquina para bola de 23 mm, por lo que la máquina es una de las prioridades para la empresa.

Debido que la máquina contadora de 100 unidades es la única que entrega el producto a granel listo para ser embolsado, era obvio que sería una buena opción que alimentara una máquina de embolsado de producción en serie para reducción de tiempos improductivos y mano de obra. Así, se definió que la máquina contadora de 100 unidades sustituiría en el sistema de embolsado a la báscula de pesaje automática ISHIDA. El componente del sistema que quedaría completamente sin uso, como ya se dijo anteriormente, sería el transportador con banda de empujadores.

A. Propuestas para movimiento, análisis y definición

Al igual que como se hizo para la instalación de la nueva máquina de embolsado Envaflex, para el reordenamiento de la maquinaria existente (contadora 100U y máquina de embolsado Bosch) también se realizaron varias propuestas tomando como punto de partida algunas premisas que fueron definidas desde el inicio. Las premisas para esta instalación se enumeran a continuación:

1. Debido a la distribución de maquinaria que quedó definida para el área de embolsado luego de realizar la instalación de la nueva máquina Envaflex, no era factible trasladar la máquina contadora de 100 U hacia dicha área. Así, se debía realizar el reordenamiento

trasladando la máquina de embolsado Bosch hacia el área donde se encontraba inicialmente la máquina contadora.

2. La operación del nuevo sistema de embolsado por conteo de unidades (máquina contadora y máquina de embolsado Bosch) debía ser tan versátil (o más) como lo era la operación del sistema antiguo de embolsado a partir de la máquina de embolsado Bosch.
3. Cualquier distribución que se definiera para el nuevo sistema de embolsado por conteo de unidades debía considerar el tránsito por el área de tarimas con producto (ancho aproximado de 1.3 m), debido que dicha área representa un pasillo de tránsito donde pasa todo el producto que va hacia el área de embolsado por peso.

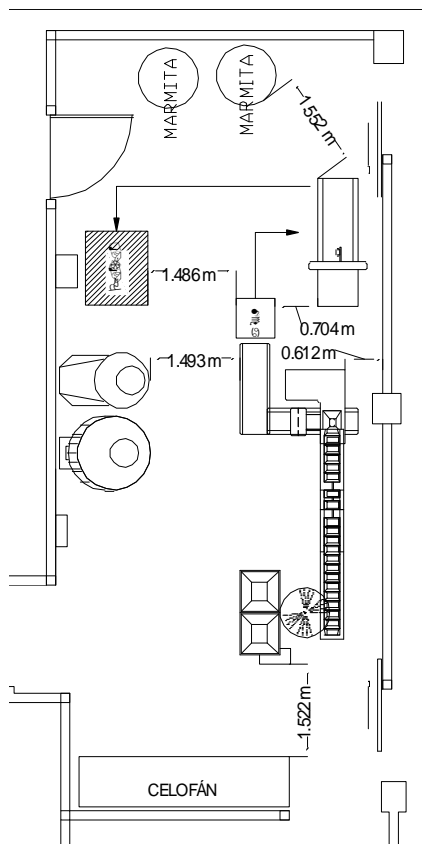
A continuación se presentan las propuestas que se analizaron para la instalación del nuevo sistema de embolsado por conteo de unidades, cada una con su justificación (ventajas y desventajas):

a. Propuesta #1: La existencia de una unidad de aire acondicionado instalada en el pasillo en cuestión dificultaba el análisis de distribución de maquinaria con la inclusión de la máquina de embolsado Bosch. Por esta razón, como primera propuesta se analizó la posibilidad de mover toda la unidad de aire acondicionado e instalarla de nuevo en la parte superior del cuarto que acondiciona, el cuarto para la mayoría de bombos para confitar. Esta propuesta era factible debido a que se tiene una instalación similar, con la unidad de aire acondicionado en la parte superior, para el otro cuarto de bombos para confitar. Debido a la magnitud de este trabajo, se contactó al proveedor de servicios para todos los aires acondicionados en la planta, para que observara el trabajo y emitiera una cotización de materiales y mano de obra. Esta cotización sería incluida en el estudio de factibilidad para ésta propuesta.

El movimiento de la unidad de aire acondicionado era tan sólo el primer paso de esta propuesta. Al no tener la unidad de a/c en el área, quedaba suficiente espacio para colocar el sistema de embolsado por conteo de unidades justo al lado de una de las paredes del pasillo. Este sistema incluye la máquina contadora, el transportador de cangilones, la máquina de embolsado Bosch, los dos transportadores de banda a la salida de la máquina de embolsado y la máquina enfardadora. El reordenamiento en esta propuesta no hacía necesaria la necesidad de movilizar algún otro equipo, lo cual representaba una ventaja. El inconveniente de esta propuesta, por supuesto a parte de la inversión de capital para el movimiento de la unidad de a/c

era el hecho que la operación y la carga de producto hacia el sistema se encontraban dispuestos de manera que viendo el sistema de frente cuando se camina hacia el pasillo, la carga y operación debían ser por la parte posterior en vez de por el frente. Esto no se deseaba por estética y control del proceso, por lo que esta propuesta se abandonó; sin embargo, pautó los puntos de partida para la propuesta # 2.

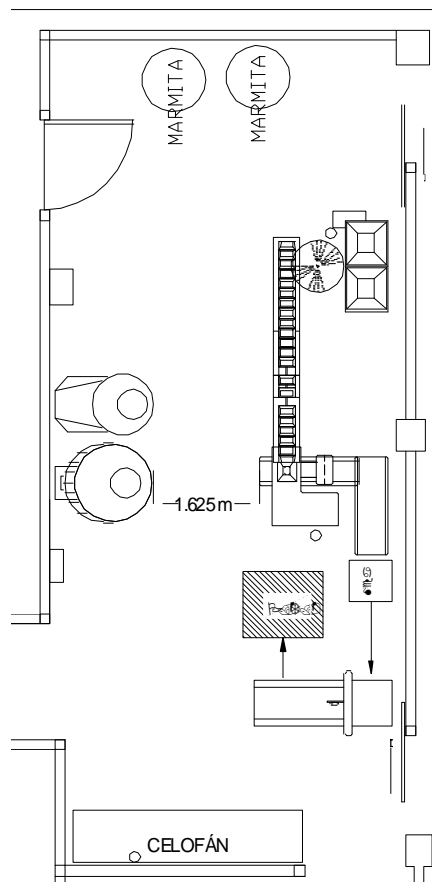
Fig 19: Propuesta 1, contadora



b. Propuesta #2: Para la realización de esta propuesta únicamente se eliminó los problemas estéticos y de operación encontrados en la propuesta #1 rotando el sistema de embolsado por conteo de unidades 180° . Aunque ésta es muy similar a la anterior, la diferencia en operación se hacía evidente, ya que se tendría mayor espacio para maniobrabilidad por parte del operador, lo cual ayudaría además al control de todo el proceso por el operador y los supervisores. Otro punto a favor para esta propuesta era el ordenamiento en la salida del proceso de embolsado y enfardado. Esto ayudaría asimismo al orden de todo el proceso y nuevamente haría posible su mejor control. Esta propuesta también debía incluir la cotización del movimiento de la unidad de aire acondicionado hacia la parte superior del cuarto de bombos de

confitado. Por último, en ésta tampoco se contempló ningún otro movimiento de otro equipo más que el ya mencionado.

Fig. 20: Propuesta 2, contadora



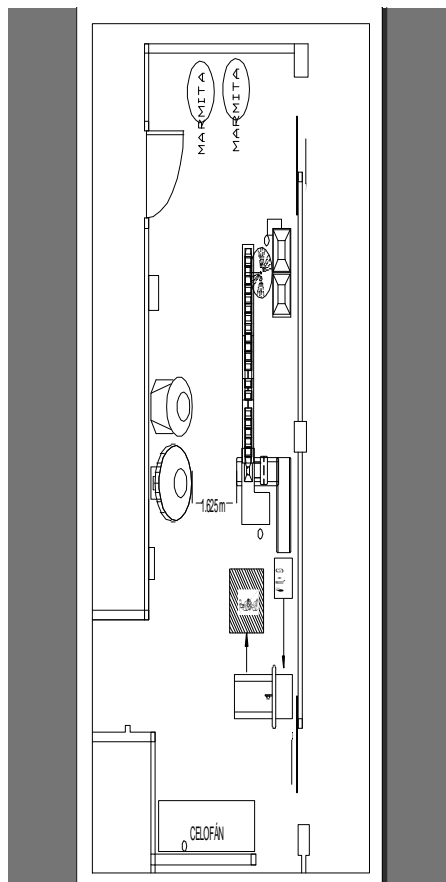
c. Propuesta #3: Para comparar opciones que tuvieran alguna variante relevante, se analizó la posibilidad de no trasladar el equipo de aire acondicionado hacia la parte superior del cuarto ya mencionado. Esto con el afán de disminuir costos y reducir las modificaciones al espacio físico. Debido a que la capacidad del sistema de aire acondicionado fue calculada para la instalación que se tenía, no realizar movimientos era un factor deseable. Sin embargo, por la limitante de espacio físico en el pasillo en cuestión, se debía realizar más de alguna modificación.

Al no mover la unidad de a/c, el sistema de embolsado por conteo de unidades obviamente ya no podía caber en esa posición, por lo que se debía analizar la instalación en otro punto del pasillo. Se analizó entonces la posibilidad de modificar un área del pasillo por medio de trabajos civiles únicamente. Se observó detenidamente el espacio utilizado por dulce en su bodega y se determinó que no se utilizaba todo el espacio disponible, por lo que la propuesta

consistía en disminuir el espacio de la bodega de dulce y utilizar el espacio restante para la colocación del sistema de embolsado por conteo de unidades. Esto se lograría al botar un muro y levantar otro para redimensionar la bodega de dulce mencionada. También se debía modificar la puerta de malla cortándola a las dimensiones de la nueva requerida. La nueva disposición “escalonada” del espacio civil concordaba con la distribución (también “escalonada”) del sistema de embolsado por conteo de unidades. El inconveniente de esta propuesta radica principalmente en los espacios reducidos que presenta, así como la falta de ordenamiento con respecto a la línea de proceso. Por ejemplo, el punto para cargar la tolva de alimentación de la máquina contadora de unidades está demasiado escondido en relación al punto de almacenamiento del producto preparado para éste proceso (localizado a la par de los bombos pulidores).

Para esta propuesta, se debían cotizar los trabajos civiles anteriormente mencionados para incluirlos en el estudio de factibilidad. Esta cotización, junto con la obtenida para el movimiento de la unidad de a/c de las propuestas #1 y #2 serviría para definir la mejor opción.

Fig. 21: Propuesta 3, contadora



La cotización para el movimiento de la unidad de a/c tenía un valor de Q. 43,000.00, mientras que la totalidad de los trabajos civiles fueron cotizados en Q. 15,300.00. La gran diferencia de costos implicaba inclinarse más por la realización de los trabajos civiles, basándose en costos del proyecto. Sin embargo, algunos puntos específicos hicieron definir el proyecto por el movimiento del equipo de a/c. El primero era la estandarización de ambos equipos de a/c para los cuartos de bombos para confitado, colocados en las partes superiores de ambos cuartos correspondientes. Además, el movimiento del equipo de a/c aumentaría su eficiencia debido a la disminución en la longitud de tubería de refrigerante, y por tanto de pérdidas de presión, desde y hacia la unidad condensadora. Finalmente, respecto a la unidad de a/c, se tenía un proyecto atrasado de revisión del serpentín de vapor para control de la humedad por variaciones descontroladas en éste parámetro dentro del cuarto. Al realizar el cambio, debido a que se tendría que desarmar por completo la unidad evaporadora, se podría realizar la inspección de todo el serpentín para determinar si alguna sección (o todo) necesitaba reparación. Con respecto a la instalación del sistema de embolsado por conteo de unidades, se observó un mejor ordenamiento al contar con más espacio para todos los componentes del sistema. Debido a que sería el último punto en el proceso de fabricación y empaque de las presentaciones por 100 unidades, se debía darle la importancia necesaria para su operación óptima y mejoramiento en la productividad. Así, finalmente, se *definió la propuesta # 2* para la instalación del sistema de embolsado por conteo de unidades.

B. Modificaciones al espacio físico

La única modificación al espacio físico que se realizó al definir la opción de instalación, fue el movimiento del equipo de aire acondicionado; más específicamente, de la unidad evaporadora que contenía el serpentín de vapor con su respectiva instalación de tubería de vapor para la eliminación de humedad relativa del aire. Aunque los trabajos fueron realizados por un proveedor de servicios externo a la empresa, en este apartado se describirán brevemente los trabajos realizados para comprender la magnitud del movimiento y así relacionarlo con los costos del mismo.

Primero, se debía considerar la estructura de soporte para la unidad evaporadora del aire acondicionado. Esta estructura estaría montada sobre el techo del cuarto de bombos para confitado. Fue diseñada tomando en cuenta tanto el área de ocupación de la unidad evaporadora como un área reservada para trabajos de mantenimiento. Las vigas se fabricaron de acero (hierro negro) con perfil en "I". La cama de la estructura contenía 4 vigas dispuestas de manera entre cruzada, soldadas a un marco con el mismo perfil. Para transitar por la estructura se le colocó malla metálica soldada al marco de la estructura. Segundo, se cortaron las tuberías para

el refrigerante R-22 que venían e iban hacia el compresor (unidad condensadora) situado fuera de la empresa en una terraza. Las vueltas hacia la nueva instalación se soldaron con acero plata por ser tubería de cobre. Luego fueron forradas para evitar pérdida de calor por convección. Para la tubería de vapor se tuvo que agregar un tramo debido a que la caldera generadora de vapor estaba del lado opuesto al que se estaba realizando el movimiento.

El serpentín de vapor se revisó para determinar si requería de reparación en algún tramo. Es necesario mencionar que este serpentín fue fabricado localmente con varios tramos, por lo que la soldadura podía haber empezado a ceder por envejecimiento. Sin embargo, después del análisis cuidadoso del serpentín por observación, se le realizó una prueba hidrostática para chequeo de fugas. El serpentín no presentó ninguna fuga por lo que sólo se le realizó la limpieza interna con químico para eliminar incrustaciones que pudiera tener. Con respecto a la limpieza, cabe señalar que fue general, ya que se debía preparar la tubería recién cortada para el refrigerante R-22 y así evitar retención de polvo u otra partícula que podría quedarse atrapada en la tubería. La última modificación que se hizo a este sistema fue la reestructuración del sistema de ductos para el transporte del aire acondicionado. Este sistema se tuvo que volver a calcular para disminuir las pérdidas de presión lo más posible.

C. Movimiento e instalación de maquinaria

El movimiento de la maquinaria hacia el pasillo en cuestión se realizó por medio de un montacargas con una capacidad de carga de 5000 lb. Para el movimiento, se tuvo que separar el transportador de cangilones de la máquina de embolsado Bosch, tanto por cuestiones de carga como de disponibilidad de espacio para el movimiento a través de los pasillos de la planta.

La instalación de aire comprimido se analizó de la siguiente manera. La máquina contadora de 100 U no necesitaba conexión de aire comprimido, aunque con anterioridad sí se contaba con un cilindro de simple efecto para accionar el selector de producto. Este selector se utilizaba para dar más velocidad al proceso al tener a dos operadoras receptoras de producto, una por cada descarga de la máquina. Esto se hacía de esta manera ya que con una sola descarga se hacía demasiado difícil mantener la productividad con un solo operador debido a la alta velocidad. Para el transportador de cangilones, sin embargo, no había necesidad de dos descargas debido a que sólo se necesitaba una para cargar cada cangilón. Por otro lado, la máquina de embolsado Bosch sí necesitaba de conexión de aire comprimido para actuar los elementos neumáticos de la máquina, como son las mordazas de sello horizontal y vertical y electroválvulas para cierre de paso. Debido a la importancia que esto implicaba para la dosificación de aire comprimido a partir del sistema y la instalación nueva, se decidió utilizar para

la máquina de embolsado Bosch la acometida que se tenía en el área para una máquina empacadora que antiguamente ocupaba un lugar. La ventaja de dicha acometida es que pertenecía a la primera derivación en la red cerrada para el aire comprimido. Es decir, es la derivación de la línea principal más cercana al compresor de aire en distancia. Esto indicaba una ventaja para el diseño de la instalación de aire, ya que debido a la corta distancia que se agregaría a la acometida, no sería necesario recalcular por la poca caída de presión adicional que esto implicaría.

Al contar con la acometida de aire comprimido preparada para la instalación, la colocación de la maquinaria fue el único paso a seguir. Las conexiones eléctricas se realizaron como se habían conectado con anterioridad ambas máquinas, únicamente cambiando el lugar de conexión. Sí se contaba con la capacidad instalada, por lo que no se encontró problema en este sentido. Al contar con toda la maquinaria en su posición y lograr realizar el arranque se procedió a definir el sistema de control que accionaría la máquina contadora según el requerimiento de la máquina embolsadora. Es importante recordar que la báscula de pesaje era accionada y controlada para la dosificación de producto por medio de un sensor foto eléctrico, por lo que este sistema debía trabajar de manera similar.

Así, el mismo sistema de control que se tenía para la báscula de pesaje se adaptó a la máquina contadora, ya que contaba con los mismos componentes. Como ya se dijo con anterioridad, el accionamiento de la máquina contadora debía ser a través de la máquina de embolsado Bosch. Finalmente, se tuvo que sincronizar la maquinaria del sistema. Cabe mencionar que la sincronización ya existía entre el transportador de cangilones y la máquina de embolsado Bosch; la sincronización se tuvo que realizar entonces entre la máquina contadora y el transportador de cangilones. Se debía encontrar la relación tal que cada descarga de la máquina contadora se introdujera en un solo cangilón, o de manera similar que cada descarga fuera de 50 unidades en vez de 100 y que fuera descargada en un solo cangilón. La opción a tomar de las dos anteriores se basó en la capacidad volumétrica de cada cangilón. Debido a que las 100 unidades cabían perfectamente bien en un solo cangilón, se tomó esta premisa como la base para realizar la sincronización. La sincronización se realizó simplemente modificando la relación de sprocket del mecanismo que proporciona movimiento al plato. Así, se modificó esta relación pasando de 5:1 a 3.5:1, disminuyendo así la velocidad de descarga para sincronizarla con la velocidad del transportador de cangilones.

V. BENEFICIOS EN OPERACIÓN

Los beneficios en la operación de ambos sistemas tratados en este trabajo fueron evidentes en poco tiempo después de las instalaciones ya mencionadas. Primero, se pudo observar que el porcentaje de tiempos improductivos bajó en ambos sistemas. En la máquina contadora, el porcentaje bajó de 12.3% a 7.2%. Esta disminución considerable en el porcentaje de tiempos improductivos se debe a la facilidad de no operar manualmente la alimentación de pepel como antes se realizaba. Es decir, con anterioridad se debía parar frecuentemente para la obtención de bolsas preformadas para recibir unidades a granel, mientras que ahora únicamente se perdía el tiempo al montar una bobina cada aproximadamente una hora. Esto es tan sólo un ejemplo de una mejora que se pudo observar para la máquina contadora. Es necesario mencionar, sin embargo, que aunque aquí se señalarán algunas mejoras observadas en el proceso en general, es probable que aún no se hayan observado mejoras específicas y puntuales, debido principalmente a lo reciente del cambio en la operación.

A. Eficiencia de producción y reducción de costos

Aunque como ya se mencionó anteriormente, aún no se cuenta con suficientes datos para concluir concretamente sobre el efecto del cambio de maquinaria sobre la eficiencia de producción, en éste apartado se mencionarán algunos puntos que podrían indicar una tendencia hacia la mejora. En la máquina para embolsado Bosch, las últimas semanas de operación en su posición inicial se tuvieron eficiencias bajas por un aumento en las fallas mecánicas. La mayoría de horas paro se dieron en el sistema de sello y corte. Específicamente, con respecto al sistema de sello se tenía el problema de desgaste interno en la pieza de aluminio portadora de resistencia por lo cuál se quemaron algunas resistencias y otras se dañaron permanentemente. Por otro lado, la cuchilla estaba dando problemas con el filo por pérdida del mismo. La pérdida de filo se debía principalmente a la cantidad de cambios de presentación que se daban en esta máquina y la poca capacidad de la cuchilla a dichos cambios. Además de los paros descritos anteriormente, la velocidad de producción no era la deseada para algunas presentaciones, básicamente por la capacidad de sello de la máquina que requería de mayor tiempo de sello.

Para el sistema de embolsado por peso, todos los problemas mencionados anteriormente prácticamente desaparecieron por la operación de la nueva máquina de embolsado. El mejoramiento en el diseño de la máquina aumenta las posibilidades para subir velocidad a la máquina. En algunas pruebas de funcionamiento se logró elevar inclusive la velocidad de producción. Por ejemplo, para una de las presentaciones especiales que no se

podían realizar con la configuración normal de la máquina, sino que había que realizarle extensas modificaciones, hizo un cambio de presentación que le tomaba antes 25 min en tan sólo 5 min. La velocidad de operación para la misma presentación, que antes estaba en 35 bolsas/min, logró aumentarse un 14% hasta 40 bolsas/min. Todas estas mejoras se reflejaron en cierto momento en la eficiencia global de la planta, al estar éste proceso relacionado con todas las demás áreas de la planta. En el sistema de embolsado por conteo de unidades también se tuvieron mejoras, aunque quizás no fueron tan evidentes como en el sistema de embolsado básicamente debido a la diferencia entre una máquina nueva y una máquina antigua. La primera mejora de entrada para el sistema de conteo fue el aumento de velocidad en producción de aproximadamente 22 bolsas/min a 30 bolsas/min. por la mayor capacidad de velocidad entre la selladora de resistencia y banda transportadora antigua y la máquina de embolsado Bosch. Aunque cabe señalar que todos los problemas mencionados con anterioridad en la máquina de embolsado Bosch se esperan tener en el sistema de conteo de unidades, éstos no serán tan relevantes debido a la menor producción que habrá en la máquina por ser únicamente presentaciones con unidades contadas. De manera similar, los problemas en el corte y sello serán menores debido a las pocas variaciones en tipos de material que se tendrán en la máquina.

Las mejoras mencionadas anteriormente tuvieron un impacto positivo en la reducción de costos. Aunque es obvio que la inversión de capital seguramente no ha retornado, de mantenerse las mejoras el retorno de la inversión sería en poco tiempo. Además de la reducción de costos de producción por el número menor de paros que tendrán las líneas, es decir, por la mayor productividad de las líneas, también se redujeron costos en mano de obra. La cantidad de empleados que se necesitaba anteriormente para trabajar los dos procesos (embolsado por peso y por conteo de unidades) era 10. Actualmente, se necesitan 8 empleados para realizar el mismo trabajo de manera más eficiente, como ya se expuso. Esto representa un ahorro de mano de obra constante a partir del momento del arranque de ambas líneas. Básicamente, las dos personas que se removieron fueron las receptoras de producto a granel en el sistema de embolsado por conteo de unidades antiguo, las cuales se sustituyeron por la dosificación automática al transportador de cangilones. Finalmente, es necesario mencionar la disminución de gastos por mano de obra de mantenimiento y compra de repuestos. Aunque nuevamente, todavía se necesitaría tiempo para analizar esto, la máquina que podría dar mayores problemas mecánicos sería la máquina de embolsado Bosch; al trabajar menos horas programadas al mes, se reducirá la probabilidad de falla en las mismas y se podrá aumentar el número de trabajos preventivos. Esto con el fin de reducir los gastos emergentes de repuestos en dicha máquina, que de igual manera se reducirían por el número menor de horas trabajadas por la máquina. Como parte de las recomendaciones de éste trabajo, se incluirá el seguimiento del

funcionamiento de ambas máquinas para poder realizar un análisis estadístico más detallado donde se pueda analizar el retorno sobre la inversión de mejor manera, así como la ganancia monetaria generada.

VI. CONCLUSIONES

- ❖ El conocimiento minucioso de la operación y los componentes de los sistemas de embolsado por peso y conteo de unidades son de suma importancia para cualquier modificación que se desee realizar al sistema.
- ❖ Para el correcto análisis de algún movimiento o instalación de maquinaria de cualquier tipo, es necesario contar con planos de ingeniería de las instalaciones para poder observar de mejor manera las propuestas emitidas.
- ❖ En el análisis de propuestas para un reordenamiento de maquinaria o instalación se deben considerar tanto puntos técnicos como operativos, estéticos, físicos y económicos.
- ❖ Dependiendo del flujo de producto que un transportador con banda de empujadores maneje, así deberá ser diseñado el ancho de la base para evitar caída excesiva del producto. Para este tipo de transportadores es muy importante verificar la capacidad del motor con respecto a los requerimientos de carga en la banda.
- ❖ Una red cerrada de aire comprimido asegura un mejor y suficiente abastecimiento que una red abierta. Esto es principalmente importante en sistemas donde el flujo sea un factor determinante, como en sistemas con cilindros neumáticos.
- ❖ Puntos específicos tales como un menor número de paros emergentes indican una tendencia hacia el aumento en la eficiencia y disminución de costos. Se deben registrar datos para evaluar el comportamiento de la eficiencia en ambos procesos.

VII.RECOMENDACIONES

Las siguientes recomendaciones están basadas en la experiencia durante la instalación y el movimiento de la maquinaria, así como en la operación observada de la maquinaria durante las pruebas realizadas.

A. Recomendaciones en operación

- ❖ Realizar un procedimiento para la toma de parámetros importantes tales como temperatura de mordazas y barra selladora vertical, presión de aire comprimido, velocidad de máquina, estado del corte, etc., con el objetivo de localizar posibles puntos de falla y trabajarlos de manera preventiva.
- ❖ Involucrar a los operarios en cualquier capacitación posterior a la obtenida en la instalación de la máquina, ya que son ellos quienes más se relacionan con la máquina día a día.
- ❖ Capacitar a los operarios en el cuidado de los componentes que requieren de cambio repetitivo como lo es el teflón, las cuchillas, las gomas del freno de la bobina, etc. para darles mayor vida y así reducir costos en el mantenimiento.
- ❖ Revisar y supervisar los procedimientos de limpieza a realizarse en la máquina nueva Envaflex. Estos deben tomar en cuenta tanto la buena limpieza de las partes mecánicas como la protección de las partes eléctricas/electrónicas.

B. Programa de mantenimiento preliminar (máquina Envaflex)

El mantenimiento preventivo es de gran importancia para que la máquina esté en óptimas condiciones siempre. Con este tipo de mantenimiento será fácil reducir los paros de producción debido a un desperfecto del equipo y que una pequeña falla se convierta en un problema de mayores dimensiones que pueda dañar una pieza que sea fundamental en el buen funcionamiento de la máquina.

Es también importante que se utilicen los lubricantes recomendados y las piezas originales ya que son respaldados por una empresa diseñadora de maquinaria que por

experiencia emite y revisa la información que transmite al cliente, para evitarle cualquier tipo de problema con el diseño de la máquina.

MANTENIMIENTO DIARIO:

EQUIPO	TRABAJO A REALIZARSE	MATERIAL NECESARIO
UNIDAD DE SERVICIO	* Revisar vaso lubricante: Nivel de aceite. Goteo (1 a 3 gotas por minuto)	Aceite Neumático Marca: ENV-A-FLEX
EQUIPO NEUMÁTICO	* Revisar que no existan fugas. * Revisar que la presión sea la correcta (6 a 7 Kg/cm ²). * Purgar la instalación externa (en lugares extremadamente húmedos es recomendable el purgar al cambio de turno)	
EQUIPO ELÉCTRICO	* Revisar conexión de clavijas . * Revisar que la condición de los cables sometidos a temperaturas muy altas se encuentren en buen estado (sellador vertical y sellador horizontal).	
MORDAZA POLIETILENO	* Revisar las que las cintas de teflón no estén quemadas. * Verificar que e alambre de níquel cromo no este dañado ó flojo. * Revisar que los hules de la mordaza no estén dañados ó fuera de posición.	
SELLADOR VERTICAL	* Revisar las tolerancias de los ajustes de verticalidad y el juego del sellador.	

MANTENIMIENTO SEMANAL:

EQUIPO	TRABAJO A REALIZARSE	MATERIAL NECESARIO
FRENO	* Revisar el estado de la zapata y en su caso cambiarlo	
CADENA	* Limpiar de grasa y polvo. * Aceitar.	Aceite comercial SAE-60 Marca: Mobil
BUJE DEL CARRO	* Quitar los residuos de grasa.	Grasa

	* Engrasar el buje vía grasera	Mobilux EP2 NLGI-2
GUÍAS DEL CARRO	* Quitar los residuos de grasa. * Engrasar las pistas.	Grasa Mobilux EP2 NLGI-2
CORREDORAS DE LAS MORDAZAS	* Quitar los residuos de grasa. * Engrasar las guías.	Grasa Mobilux EP2 NLGI-2
RETORNO RAPIDO	* Quitar los residuos de grasa. * Engrasar las chuma-ceras vía grasera.	Grasa Mobilux EP2 NLGI-2
SILENCIADORES	* Desmontarlos, sopletearlos con aire comprimido y lavarlo con agua jabonosa.	Aire comprimido agua y jabón.
DESENROLLADOR	* Quitar los residuos de grasa. * Engrasar el freno de la bobina.	Grasa Mobilux EP2 NLGI-2
INTERIOR DEL ARMAZÓN	* Limpiar con aire seco el interior para remover polvo y partículas. * Limpieza con agua jabonosa en la charola inferior para remover excesos de aceite.	Aire comprimido, agua y jabón.
INTERIOR GABINETE DE CONTROL	* Revisar todos los elem. con que cuenta el tablero no se encuentren flojos, o en su defecto desconectados.	

MANTENIMIENTO MENSUAL:

EQUIPO	TRABAJO A REALIZARSE
SELLADOR VERTICAL	* Revisar limpieza la resistencia * Revisar que los cables no estén quemados o maltratados * Limpiar la cavidad de la resistencia de partículas de polvo adheridas a ella por el efecto de la temperatura.
PORTABOBINA	* Revisar que todos los cojinetes giren libremente.
REDUCTOR	* Revisar el nivel de aceite.

MANTENIMIENTO SEMESTRAL:

EQUIPO	TRABAJO A REALIZARSE
MOTOR	* Limpiar polea variable
CONEXIONES ELÉCTRICAS	* Reapretar todas las conexiones * Verificar que todos los cables no estén dañados debido al calentamiento.
ARRANCADOR	* Limpiar platinos.
NEUMATICO	* Revisar conexiones y eliminar fugas. * Cambiar las mangueras que estén dañadas o maltratadas.
DESENRROLLADOR	* Cambiar cojinetes.
VASO LUBRICANTE	Si el nivel de aceite esta por debajo de la marca en el vaso abrir el tornillo de aireación hasta que ya no pueda oírse el ruido del aire. Desconectar el vaso en sentido anti horario visto de abajo llenar el lubricador con el aceite indicado montar el vaso, apretar el tornillo de aireación. Ajustar el núm. de gotas por min.
FILTRO Y REGULADOR	Desmontar el regulador. Inspeccionar el diafragma y las juntas. Inspeccionar, limpiar y lubricar el conjunto de la válvula Reemplazar las piezas desgastadas o deterioradas.
INVERSOR DE FRECUENCIA (OPCIONAL)	Limpiar las aletas de Enfriamiento con aire a presión (4 a 6 kg/cm ²) Limpiar de la acumulación de material conductivo o grasa con aire a presión, el circuito impreso. Reemplazar el capacitor de filtrado si produce un olor anormal o decoloración. Reemplazar el ventilador en caso de ruido anormal.

MANTENIMIENTO ANUAL:

EQUIPO	TRABAJO A REALIZARSE	MATERIAL NECESARIO
REDUCTOR	* Limpieza externa. * Cambio de aceite	Aceite para transmisión HD85W-144
RETORNO	* Limpieza.	

RAPIDO	* Cambio de cojinete	
SPROCKET	* Limpieza. * Cambio de cojinete.	
VÁLVULAS	* Limpieza. * Cambio de empaques	
MOTOR	* Cambiar cojinetes. * Sopletear todo el interior * Barnizar.	
PISTONES	* Limpieza * Cambiar empaques. NOTA: Para el Servicio anual de pistones estamos considerando jornadas Diarias e trabajo de 16 horas, si sus jornadas son mayores se les recomienda que el cambio de los empaques sea semestral.	
	* Apretar toda la tortillería y revisar el desgaste de los elementos mecánicos	
FILTRO Y REGULADOR	Reemplazar el elemento filtrante: 1.- Descargar el aire del sistema y de la unidad. 2.- Desenroscar el vaso del filtro en sentido anti horario mirando desde abajo. 3.- Desenroscar el retenedor del filtro en sentido anti horario mirando desde abajo. 4.- Reemplazar el elemento filtrante. 5.-Volver a montar las piezas en orden inverso al del desmontaje.	

VIII. BIBLIOGRAFÍA

Hamac Hansella Company. 1971. *Transwrap 175-H manual*. Germany. 230pp.

Ishida Company, Ltd. 1997. *Manual de pesadora multicabezal CCW-SE*. Japón. 458pp.

Kauman S.A. 1994. *Bases para el cálculo de una banda transportadora*. España.
<http://www.kauman.com/es/products/calc_potencia_es.asp#tablaVI> [con acceso el 17 Agosto de 2007]

Mills, D., et al. 2004. *Handbook of pneumatic conveying engineering*. 10th Edition. Marcel Dekker Inc., New York, New York. 703pp.

Rulmeca S.A. 1989. *Cálculo de la potencia para la manipulación de BULK*. México.
<http://www.rulmeca.com/download_cms/catalogues/mp/spanish/P.74.pdf> [con acceso el 20 de Agosto de 2007]

Saldarriaga, J. 1998. *Hidráulica de tuberías*. Editorial D'Vinni Ltda., Bogotá, Colombia. 690pp.

Shigley, E., et al. 2002. *Diseño de ingeniería mecánica*. 6ta Edición. Editorial McGrawHill, México. 1247pp.

Sociedad Industrial Mexicana S.A. 1999. *Manual envasadora Envaflex 1521 T-3000*. México. 386pp.

IX. ANEXOS

Formatos de pruebas de producción máquina de embolsado nueva:



INDUSTRIA PROCESADORA DE GUATEMALA S.A.
DEPARTAMENTO DE ASEGURAMIENTO DE CALIDAD

PO-GC-006-F1

SOLICITUD DE PRUEBAS

NOMBRE DEL SOLICITANTE:

FECHA DE LA SOLICITUD;

FECHA DE REQUERIMIENTO DEL NUEVO PRODUCTO:

MARCA DEL PRODUCTO:

TIPO DE PRODUCTO:

CHICLE DULCE DURO GALLETA BOMBÓN PALETA

OTROS:

N/A

NOMBRE DEL PRODUCTO:

NOMBRE DE LA PRUEBA:

DESCRIPCION DEL MATERIAL:	Bobina bolsa transparente 2Lbs
CANTIDAD:	1 Bobina
PROVEEDOR:	MULTIFILM
REFERENCIA DEL PROVEEDOR:	PP CAST/ PP CAST

TIPO DE PRUEBA: A NIVEL LABORATORIO A NIVEL INDUSTRIAL

ESPECIFIQUE: En máquina embolsadora Envaflex

COMENTARIOS

Al momento de definir la medida del largo de repetición de la bobina será muy importante que se evalúe la caída de
Los bombones para que la embolsadora no muerda producto. Se debe definir el largo que tendrá la bobina bolsa de
2 lbs con sello ancho. Se necesitará de una bobina transparente, producto surtido de 2lbs (bombón, dulce twist y
chicle), un mecánico para realizar ajustes (si es necesario) y la disponibilidad de la maquina por al menos 2 horas.

FECHA SOLICITADA PARA LA PRUEBA:

14-Diciembre-2007

DESCRIPCIÓN DE LA PRUEBA

Se colocará el surtido del producto en la tolva. Se ajustará la bobina transparente (usada actualmente) en la máquina.
Se accionará la banda, para que el producto suba a la pesadora ISHIDA. Se Determinará el largo y se enfardará con esta bolsa para verificar que no exista problemas en la Caja. Si existe algún problema, se tomarán acciones para
Corregirlo. Se mandarán los resultados y se guardarán muestras.

APROBACIÓN DE LA REALIZACIÓN DE LA PRUEBA POR GERENCIA GENERAL sí NO

OBSERVACIONES DE LA GERENCIA GENERAL:

_____ N/A _____

PRESENTES EN LA REALIZACIÓN DE LA PRUEBA:

Carlos Fonseca, Sergio Melendez, Luis Paniagua, Sergio Linares

RESULTADOS DE LA PRUEBA, verificar que el diseño cumple con los elementos de entrada (7.3.5.)

BUENOS: El largo de repetición de la bobina/bolsa para surtido 2Lbs, con sello ancho, se conserva (295mm). Las mordazas no mascan el producto. Se mantiene la velocidad de la embolsadora en 42bolsas/min. Conclusión: Cambiar la presentación de este producto en sello ancho. No hay necesidad de modificar la formulación. Toda vez, realizado el cambio a la presentación con sello ancho, no se volverá a la presentación con sello angosto.

CONCLUSIONES EN CUANTO A LA PRODUCTIVIDAD DEL PROCESO, POR PARTE DE GERENCIA DE PRODUCCIÓN:

La productividad aumenta por velocidad de la embolsadora de 35 a 40 bolsas/min., lo que equivale al 14%.

GERENCIA DE PRODUCCIÓN APRUEBA LOS RESULTADOS DE LA PRUEBA: sí NO

(Llenar sólo en caso Gerencia de calidad no apruebe los resultados de la prueba)

LA PRUEBA REQUIERE DE AJUSTES O CAMBIOS EN LOS CÁLCULOS (7.3.7): sí NO

PROPUESTA DE AJUSTES O CAMBIOS (si aplica)

GERENCIA GENERAL AUTORIZA AJUSTES EN CÁLCULOS DE LA PRUEBA: sí NO

(Llenar sólo en caso Gerencia de Producción apruebe los resultados de la prueba)

GERENCIA GENERAL APRUEBA LOS RESULTADOS DE LA PRUEBA (si aplica): Sí NO

(Llenar sólo en caso Gerencia General no apruebe los resultados de la prueba)

GERENCIA GENERAL AUTORIZA UN NUEVO DISEÑO DEL PRODUCTO (si aplica): Sí NO

FECHA DE EMISIÓN	PERSONA(S) RESPONSABLE(S)
15/12/07	Sergio Melendez / Luis Paniagua



INDUSTRIA PROCESADORA DE GUATEMALA S.A.
DEPARTAMENTO DE ASEGURAMIENTO DE CALIDAD

PO-GC-006-F1

SOLICITUD DE PRUEBAS

NOMBRE DEL SOLICITANTE:

FECHA DE LA SOLICITUD;

FECHA DE REQUERIMIENTO DEL NUEVO PRODUCTO:

MARCA DEL PRODUCTO:

TIPO DE PRODUCTO:

CHICLE DULCE DURO GALLETA BOMBÓN PALETA

OTROS:

N/A

NOMBRE DEL PRODUCTO:

NOMBRE DE LA PRUEBA:

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL:	Bobina bolsa Can Can Menta
CANTIDAD:	1 Bobina
PROVEEDOR:	MULTIFILM
REFERENCIA DEL PROVEEDOR:	POLIPROPILENO CAST 25 MICRAS LAMINADA CON POLIPROPILENO CAST 25 MICRAS

TIPO DE PRUEBA: A NIVEL LABORATORIO A NIVEL INDUSTRIAL

ESPECIFIQUE: En nueva máquina embolsadora Envaflex (sello ancho)

COMENTARIOS

Se probará la bobina bolsa, con el nuevo formato, la descarga del producto, el sello ancho (de tal forma que no masque Los dulces), la temperatura de sello y la velocidad de operación. Se necesitará de la presencia de un mecánico para realizar ajustes, la presencia del operador de la embolsadora y de los Responsables de la prueba.

FECHA SOLICITADA PARA LA PRUEBA: **19-diciembre- 2007**

DESCRIPCION DE LA PRUEBA

Se utilizará producto Can Can Menta, para observar que el sello ancho no masque el producto. Se partirá del peso actual por descarga del producto (342g). Se tomará la velocidad de la embolsadora y temperatura de sellos. Se mandarían los resultados, así como del funcionamiento del tubo formador y se guardarán pruebas las cuales se presentarían a Gerencia General. Se verificará que el sello ancho no masque dulces.

APROBACIÓN DE LA REALIZACIÓN DE LA PRUEBA POR GERENCIA GENERAL SÍ NO

OBSERVACIONES DE LA GERENCIA GENERAL:

_____ N/A _____

PRESENTES EN LA REALIZACIÓN DE LA PRUEBA:

Sergio Meléndez, Rodrigo Pacheco, Carlos Fonseca, Armando Garcia, Luis Paniagua, Sergio Linares

RESULTADOS DE LA PRUEBA, verificar que el diseño cumple con los elementos de entrada (7.3.5.)

BUENOS: El material cuenta con buen sello, tanto vertical como horizontal. La temperatura que se registró para el sello vertical fue de 140°C y horizontal 115°C. La bolsa, aplicándole producto, no se pega a los sellos de la envaflex.
Se ha probado el material, colocando esponjas por debajo del sello, la cantidad de aire dentro de la bolsa se mantiene
Al agregarle producto, se logra un buen sello, y comportamiento en maquina. Ha sido la prueba de producto, con material Polipropileno Cast, que no ha causado mayor inconveniente. Hay que tomar en cuenta los paquetitos sin
Dulce, ya que estos tienden a ser mascados por el sello ancho. La velocidad de la máquina fue de 52 bolsas/min.
La presentación de la bolsa es mejor que la bolsa actual, ya que esta se podrá colgar, sin rasgarse.

CONCLUSIONES EN CUANTO A LA PRODUCTIVIDAD DEL PROCESO, POR PARTE DE GERENCIA DE PRODUCCIÓN:

La máquina trabajó a 52 bolsas/min, perdiendo alrededor de 4 descargas/min, por velocidad de descarga de la ishida.
Se trabajó con esponjas para soltar la bolsa de las mordazas y sacarle aire.

GERENCIA DE PRODUCCIÓN APRUEBA LOS RESULTADOS DE LA PRUEBA: SÍ NO

(Llenar sólo en caso Gerencia de calidad no apruebe los resultados de la prueba)

LA PRUEBA REQUIERE DE AJUSTES O CAMBIOS EN LOS CÁLCULOS (7.3.7): SÍ NO

PROPUESTA DE AJUSTES O CAMBIOS (si aplica)

GERENCIA GENERAL AUTORIZA AJUSTES EN CÁLCULOS DE LA PRUEBA:

SÍ

NO

(Llenar sólo en caso Gerencia de Producción apruebe los resultados de la prueba)

GERENCIA GENERAL APRUEBA LOS RESULTADOS DE LA PRUEBA (si aplica):

SÍ

NO

(Llenar sólo en caso Gerencia General no apruebe los resultados de la prueba)

GERENCIA GENERAL AUTORIZA UN NUEVO DISEÑO DEL PRODUCTO (si aplica):

SÍ

NO

FECHA DE EMISIÓN	PERSONA(S) RESPONSABLE(S)
19/12/07	Luis Paniagua/Rodrigo Pacheco/Sergio Melendez



INDUSTRIA PROCESADORA DE GUATEMALA S.A.
DEPARTAMENTO DE ASEGURAMIENTO DE CALIDAD

PO-GC-006-F1

SOLICITUD DE PRUEBAS

NOMBRE DEL SOLICITANTE:

FECHA DE LA SOLICITUD;

FECHA DE REQUERIMIENTO DEL NUEVO PRODUCTO:

MARCA DEL PRODUCTO:

TIPO DE PRODUCTO:

CHICLE DULCE DURO GALLETA BOMBÓN PALETA

OTROS:

N/A

NOMBRE DEL PRODUCTO:

NOMBRE DE LA PRUEBA:

DESCRIPCION DEL MATERIAL:	Bobina bolsa Ola Bola grande (multi 5 y 6)
CANTIDAD:	1 Bobina
PROVEEDOR:	Multifilm
REFERENCIA DEL PROVEEDOR:	POLIPROPILENO CAST 25 MICRAS / LAMINADA CON POLIPROPILENO CAST 25 MICRAS

TIPO DE PRUEBA: A NIVEL LABORATORIO A NIVEL INDUSTRIAL

ESPECIFIQUE: En nueva máquina embolsadora Envaflex (sello ancho)

COMENTARIOS

Se desea observar el comportamiento del material de empaque con producto, el sellado ancho (verificando que no masque ningún chicle) y la velocidad de embolsado por la nueva maquina Envaflex. Se estará cambiando la bobina
Bolsa multiempaque 3 y 4 a bobina bolsa multiempaque 5 y 6, para la bola empacada individual, debido a que los
Chicles que se obtienen de las tec maq conservan mayor cantidad de aire dentro del empaque, ocupando un mayor
Volumen en la bolsa.

FECHA SOLICITADA PARA LA PRUEBA: **11-diciembre-2007**

DESCRIPCIÓN DE LA PRUEBA

Se colocará una bobina en la máquina embolsadora. Se dosificará el producto bola empacada (18mm) en la máquina ISHIDA. Se establecerá el peso en el estándar (400g peso promedio) y se dejará trabajando durante 15 minutos,
tomando las temperaturas de sello vertical y horizontal. De igual forma la velocidad de operación. Se observará el

comportamiento del material. Si en algún momento no se logra obtener un buen sello del material, se realizarán los ajustes necesarios (bajándole temperatura a los sellos) de forma que se encuentre el punto de estabilidad del material. Si se logra un buen sello, se subirá la velocidad hasta donde sea posible obtener un producto sin problemas. Se verificará que el sello ancho no masque los chicles. Se tomarán muestras y se enviarán a Gerencia para aprobación

APROBACIÓN DE LA REALIZACIÓN DE LA PRUEBA POR GERENCIA GENERAL SÍ NO

OBSERVACIONES DE LA GERENCIA GENERAL:

N/A

PRESENTES EN LA REALIZACIÓN DE LA PRUEBA:

Sergio Melendez, Rodrigo Pacheco, Armando Garcia, Sergio Linares, Luis Paniagua

RESULTADOS DE LA PRUEBA, **verificar que el diseño cumple con los elementos de entrada (7.3.5.)**

BUENOS: El producto tiene suficiente espacio para no ocasionar inconvenientes. La temperatura del sello vertical fue De 140° C y del horizontal de 115° C. La velocidad a la que se trabajo fue de 52bolsas/min. La alimentación de chicle Fue la que causo inconveniente, debido a que al probar las bandas, el producto se caía, o la Ishida no tenia producto Para pesar. Al momento de utilizar esta bolsa, será necesario bajar 2 pulgadas, aproximadamente, ya que el producto Al realizar 1 caída, tiene suficiente largo para no mascar el producto.. La bolsa con 2 pulgadas menos, estará destinada para multiempaques 2, 3 y 4, así como Bolita empacada individual. Se han entregado muestras a Gerencia

CONCLUSIONES EN CUANTO A LA PRODUCTIVIDAD DEL PROCESO, POR PARTE DE GERENCIA DE PRODUCCIÓN:

La bolsa larga actual se trabajó a 52 bolsas/min. Se puede disminuir su largo, siempre y cuando tenga de 2 a 2.5 cms más de espacio efectivo que la bolsa pequeña actual. Se solicita trabajar con el material recomendado por el Proveedor: polipropileno cast (en la parte externa) y polietileno (en la parte interna), para evitar que se pegue en las mordazas, trabajando sin esponjas

GERENCIA DE PRODUCCIÓN APRUEBA LOS RESULTADOS DE LA PRUEBA: SÍ NO

(Llenar sólo en caso Gerencia de calidad no apruebe los resultados de la prueba)

LA PRUEBA REQUIERE DE AJUSTES O CAMBIOS EN LOS CÁLCULOS (7.3.7): SÍ NO

PROPUESTA DE AJUSTES O CAMBIOS (si aplica)

Definir el tamaño para tener std 1, 3 y 4 multitis

GERENCIA GENERAL AUTORIZA AJUSTES EN CÁLCULOS DE LA PRUEBA: SÍ NO

(Llenar sólo en caso Gerencia de Producción apruebe los resultados de la prueba)

GERENCIA GENERAL APRUEBA LOS RESULTADOS DE LA PRUEBA (si aplica): Sí NO

(Llenar sólo en caso Gerencia General no apruebe los resultados de la prueba)

GERENCIA GENERAL AUTORIZA UN NUEVO DISEÑO DEL PRODUCTO (si aplica): Sí NO

FECHA DE EMISIÓN	PERSONA(S) RESPONSABLE(S)
13/12/07	Rodrigo Pacheco/Sergio Melendez/Luis Paniagua