

Universidad Rafael Landívar
Facultad de Ingeniería
Licenciatura en Ingeniería Industrial

**MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD DE UNA LÍNEA DE
ENVASADO EN UNA INDUSTRIA ALIMENTICIA**

Claudia Elena Espinoza Fernández
Carnet No. 47672-93

AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD RAFAEL LANDIVAR

Rector:	Lic. Gonzalo de Villa y Vásquez, S.J.
Vicerrector general:	Licda. Guillermina Herrera Peña
Vicerrector Académico:	Dr. Charles J. Beirne, S.J.
Secretario General:	Lic. Renzo Lautaro Rosal
Director Financiero:	Ing. Carlos Vela Schippers
Director Administrativo:	Lic. Tomás Martínez Cáceres
Subdirector Administrativo:	Arq. Mario Humberto Gabriel

AUTORIDADES DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

Decano:	Ing. Jorge Lavarreda Grotewold
Vicedecano:	Ing. Sofía Fernández de Barrios
Secretario:	Ing. José Bolívar González
Director del Departamento de Ingeniería Industrial:	Ing. Jorge Edgar Nadalini Lemus
Director del Departamento de Ingeniería Mecánica Industrial:	Ing. Jose Luis Mendoza Alvarado
Director del Departamento de Ingeniería Civil Administrativa:	Ing. Pierre Castillo Contoux
Director del Departamento de Ingeniería Química Industrial:	Ing. Luis Vicente Chávez de León
Director del Departamento de Ingeniería en Informática y Sistemas:	Ing. Mario Enrique Sosa Castillo
Coordinador de Carreras Técnicas:	Ing. Carlos Antonio Spiegel C.
Representante de Catedráticos:	Ing. Eduardo Barrios Bathen Ing. Juan Carlos Galindo
Representate Estudiantil:	Br. Jorge Recinos Br. Arturo Rosales

RESUMEN EJECUTIVO DE TESIS

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDIVAR

TITULO: Mejora de La Productividad de Una Línea de Envasado en una Industria Alimenticia

AUTOR: Claudia Elena Espinoza Fernández

CARNET: 47672-93

FECHA: noviembre de 1998

El objetivo de este trabajo es diseñar un proceso en línea, para el procedimiento de envasado en empaque flexible con el fin de evitar desperdicio de mano de obra y material de empaque, que tenga la capacidad de responder a la demanda creciente de los productos.

Con el proceso de envasado actual no se cubre la demanda. Por lo que con este trabajo de investigación se contestó la siguiente pregunta de investigación: *¿ Qué porcentaje de la capacidad actual se podría aumentar al diseñar un nuevo proceso de envasado y cómo afectarían al precio del producto los costos del nuevo proceso de envasado?*

Las variables utilizadas en el estudio son: productividad del área de trabajo, productividad por persona, valor del material de empaque y tamaño de la línea de envasado.

Las herramientas utilizadas en la elaboración del trabajo de investigación son: observación cotidiana, diagrama de operaciones y diagrama de recorridos.

Procedimiento: Diagnóstico del proceso, determinación del problema principal, desarrollo de alternativas de solución y evaluación de las alternativas propuestas.

En el proceso de envasado actual, el material de empaque utilizado son dos bolsas de polietileno a las cuales se les elaboraba un nudo para cerrar cada una.

Se propuso como alternativa de solución utilizar una bolsa de polipropileno para empacar el producto, la cual se cierra mediante un sello por calor. El punto de equilibrio para esta alternativa fue bajo y el periodo de recuperación es de 1.09 meses.

Los resultados fueron los siguientes: aumento en un 100% la capacidad de producción, disminución en un 55% el costo del material de empaque, disminución en un 43% el tamaño de la línea de envasado, aumento en un 69% la productividad del área de trabajo y aumento en un 238% la productividad por persona.

Con estos datos se concluye que se aumento la capacidad de producción a la vez que se redujeron los costos de producción.

Adam, E, Ebert, R. (1991). Administración de la producción y las operaciones, 4a edición. México. Editorial Prentice Hall.

Briston, J.H. (1990). Plastics Films. 3ª edición. Singapoer, Longman Singapore Publishers (Pte) Ltd.

Niebel, B. (1990). Ingeniería Industrial (Métodos, Tiempos y Movimientos). 3a edición. México. Ediciones Alfaomega S.A. de C.V.

Orellana, M. (1996). Optimización de Flujo de Materiales para una fábrica de Calzado. Guatemala. Tesis Inédita. Universidad Rafael Landívar.

Rivers, G. (1987). Reorganización de la Planta y Línea de Producción para el aumento de la Productividad de una Empresa de Servicios Eléctricos. Guatemala. Tesis Inédita. Universidad Rafael Landívar.

Stadelman, W., Cotterill, O., (1990) Egg Science and Technology, USA, Food Product Press.

Tawfik, L., Chauvel, A. (1984) Administración de la Producción, México, Editorial Interamericana MacGraw-Hill.

DEDICATORIA

DEDICO ESTE TRABAJO A:

- | | |
|---------------------|---|
| DIOS | Por haberme dado la oportunidad de estudiar; también le pido la sabiduría necesaria para utilizar mis conocimientos de la mejor manera. |
| MI ESPOSO | SANTIAGO, por su entusiasmo y apoyo en la realización de éste trabajo y sobre todo por su amor incondicional. |
| MIS PADRES | RODOLFO Y ANA ELENA, por su esfuerzo y apoyo durante todos mis años de estudio. |
| MIS HERMANOS | MARIA, JOSE Y ANDRES, por su colaboración y entusiasmo. |

INDICE

Página	
Marco No. 1: Introducción	
Introducción	1
Antecedentes en Guatemala	2
Marco Teórico	3
Glosario	13
Marco No. 2: Planteamiento del Problema	
Resumen	16
Objetivos	17
Variables	18
Alcances y Limites	19
Aporte	19
Marco No. 3: Método	
Sujetos	20
Instrumentos	21
Procedimiento	22
Diagnóstico del proceso de envasado	23
Determinación del problema principal	29
Desarrollo de alternativas de solución	30
Evaluación de alternativas	45
Marco No. 4: Resultados	49
Marco No. 5: Conclusiones	
Conclusiones	51
Recomendaciones	52
Anexos	53
Marco No. 6: Referencias Bibliográficas	57

Marco No. 1

Introducción

1.1 Introducción

En el siguiente estudio se analizó el proceso de envase de la mayonesa en bolsa plástica en una fábrica de alimentos. En el anexo No. 1, se presenta una descripción de la mayonesa. El objeto del análisis fue mejorar la productividad de la línea de envasado. Además, se plantearon mejoras en las condiciones de trabajo y en el proceso productivo.

Se analizó este proceso debido a que la demanda de los productos de esta línea estaba creciendo hasta llegar al límite actual de su capacidad. Con un leve análisis se pudo notar la falta de continuidad de dicho proceso y se estimó que, con la aplicación de herramientas de ingeniería industrial, se puede llegar a determinar un método alternativo apropiado para mejorar la productividad del proceso. Para esto se estudió el proceso, los materiales de empaque y algunos métodos alternativos de envasado.

El enfoque que se le dio a esta investigación es técnico, atendiendo prioritariamente al proceso de envasado. En la línea de envasado de esta empresa se producen distintas presentaciones de los productos según su tamaño, éstos son: 4, 8, 16 y 32 onz., medio galón y galón.

1.2 Antecedentes en Guatemala

Para la realización de este estudio se han consultado estudios anteriores para recabar información sobre el tema.

C.E. Rivers G. (1987) realizó el trabajo de investigación titulado "Reorganización de la planta y línea de producción para el aumento de la productividad de una empresa de servicios eléctricos". Este estudio centra su atención en la identificación de problemas que causan una disminución de la productividad en el proceso de producción actual. Para la solución de este problema, se utilizaron las siguientes herramientas de ingeniería: diagrama de las estaciones de trabajo, diagrama de operaciones del proceso, diagrama de recorrido de actividades y análisis de la distribución de la planta. Se realizó una prueba piloto experimental en la fábrica, para implementar el plan de soluciones elaborado. Con este experimento del plan de soluciones se pudo conocer que era posible un incremento de alrededor de un 60% en la productividad de la fuerza laboral, con una reorganización de la planta. También se pudo reducir el tiempo medio de entrega de trabajos en 40% para los motores pequeños y en 25% para los motores grandes.

M.O.Orellana (1996) presenta un estudio de tesis con el título: "Optimización del flujo de materiales para una fábrica de calzado". El informe de este trabajo de investigación empieza con la descripción de la situación actual, luego de observaciones e investigación de campo. Utilizó técnicas de ingeniería para determinar aspectos como: la estructura organizativa de la empresa, diagrama de operaciones de proceso, diagrama de flujo del proceso actual, diagrama de recorrido de actividades, determinación de la producción actual, determinación de los costos de producción actuales, determinación de las condiciones de trabajo. Sobre la base de los resultados propuso mejoras al proceso de producción. Estas mejoras tuvieron

como resultado una disminución en el área de almacenamiento en un 72%, disminución del personal involucrado en el manejo de inventarios de 60%, una reducción del 10% en el pago de planilla, un aumento de 12.5% en el nivel de producción, 75% de disminución en la distancia recorrida por los materiales, una disminución de 75% de tiempo empleado en el manejo de materiales y una reducción en el área total de la planta de 38%.

1.3 Marco Teórico

Productividad

Según Tawfik (1984), la productividad adquirió sentido económico exacto al inicio del siglo XX y la define como: "la relación entre cantidad de bienes, de servicios producidos y la cantidad de recursos utilizados." En la fabricación, la productividad sirve para evaluar el rendimiento de los talleres, las máquinas, los equipos de trabajo y los empleados.

La productividad se puede expresar con base en factores totales o con base a factores parciales. La productividad total de los factores es la relación entre la producción con base en todos los insumos:

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Productos}}{\text{Mano de Obra} + \text{Capital} + \text{Materiales} + \text{Energía}} .$$

La relación entre la producción relativa a uno, dos o tres insumos constituye una medida parcial de la productividad. La producción por hora hombre, a menudo denominada eficiencia de la mano de obra, probablemente es la medida parcial de productividad más común.

Con el fin de medir el progreso de la productividad Tawfik emplea el índice de productividad (P) como punto de comparación.

$$P = 100 \times \frac{\text{Productividad Observada}}{\text{Estándar de Productividad}}$$

La productividad observada es la productividad medida durante un período definido en un sistema conocido. El estándar de productividad es la productividad que sirve de referencia; éste puede ser histórico o se encuentra en tablas bibliográficas clasificadas por tipo de industria.

La productividad de una empresa depende principalmente de la mano de obra, si ésta es de mano de obra intensiva. Es con este factor que se empiezan las investigaciones y el desarrollo; y es en función de su desempeño que se mide la productividad. El ser humano, dado a su carácter emotivo influye directamente en la productividad de la empresa.

Los elementos que afectan la productividad de la mano de obra pueden clasificarse en dos grupos:

1. *Elementos ajenos a la Empresa*

- Medio familiar: La personalidad del individuo, sus hábitos y sus problemas familiares afectan su desempeño y consecuentemente su productividad; el alcoholismo y la drogadicción contribuyen al ausentismo y motivan jornadas improductivas; las enfermedades y las defunciones afectan la productividad del empleado.
- Medio Social: Las disposiciones fiscales locales, los transportes públicos y los servicios municipales, pueden crear medios ambientes comunitarios propicios o no para la productividad.

2. *Elementos Propios de la Empresa*

- Condiciones Físicas de Trabajo: El empleado, que tiene las herramientas adecuadas y goza de condiciones favorables, generalmente es productivo.
- Imagen de la Empresa: El empleado que trabaje para una empresa prestigiada se siente frecuentemente orgulloso, al identificarse con ella y suele ser más productivo; si este prestigio se debe a la calidad del producto, el empleado buscará el honor en la calidad.
- Políticas de la Empresa: Si éstas estimulan el ánimo de las personas que trabajan en ella, el personal participará en el desarrollo de la empresa y contribuirá voluntariamente al aumento de la productividad.

El aumento de la tasa de productividad de una empresa tiene como efecto disminuir el costo unitario de la mano de obra y los precios al consumidor. El aumento de los precios puede desencadenar una disminución del volumen de las ventas y provocar una reducción en el empleo y en la utilización del equipo.

Existe una relación precisa entre calidad y productividad. En general, cuando aumenta la calidad, también lo hace la productividad. Esto sucede por la sencilla razón que se elimina el desperdicio. El volumen de los insumos que se requiere para producir buenos productos se reduce, por lo tanto, la productividad aumenta.

Si existe capacidad no usada en el individuo o en el sistema de producción, los incrementos en la velocidad de la línea (y en la productividad) pueden ser alcanzados sin que disminuya la calidad o de una manera complementaria, la calidad puede mejorarse sin cambiar la velocidad. Si se concentra en la calidad, dejando la velocidad constante, la calidad debe aumentar, el desperdicio se eliminará y la productividad se incrementará.

Producción en Línea

La producción en línea o en serie, es una disposición de los lugares de trabajo en la que las operaciones, que van sucediéndose, están localizadas en contigüidad inmediata una de otra. En una línea, el material circula continuamente y a una velocidad uniforme, por una serie de operaciones balanceadas, que permiten la ejecución total y simultánea de las operaciones de un producto, avanzando las piezas trabajadas a lo largo de un camino razonablemente directo hasta llegar al lugar de empaque o almacenamiento del producto final.

Los requisitos de una línea de producción son:

- Una gran demanda del producto
- Un ritmo de producción, de tal modo, que se pueda establecer una tasa uniforme de salida de la producción.
- Que exista un tiempo en el cual se termine uno o más productos, siendo este tiempo el tiempo de ciclo.
- Tener un producto estandarizado, para así evitar cambios en el proceso y en la instalación de producción.
- El flujo, de materia prima y material de empaque, debe ser continuo e ininterrumpido.
- La línea de producción debe presentar la posibilidad de dividir el trabajo en operaciones de tiempos iguales, con el fin de lograr un ritmo de producción equilibrado.
- La maquinaria utilizada debe estar en buen estado para evitar interrupciones en la línea.

Los principios de una línea son

- Distancias mínimas.
- Flujo de trabajo o proceso uniforme.
- Debe tener un tiempo de ciclo o ritmo de producción.
- El trabajo debe ser dividido en operaciones. El tiempo de cada operación debe ser el mismo o similar a los demás
- Todas las operaciones se realizan simultáneamente a lo largo de la línea de trabajo
- Cada estación de trabajo realiza una única operación o grupo de operaciones homogéneas o significativas.
- La línea debe poseer una secuencia fija de pasos.
- Se debe buscar minimizar el material en proceso a lo largo de la línea.
- Una línea de producción tiene una flexibilidad limitada
- El flujo de entrada y salida de la línea debe ser constante.

Balance de Líneas

Es el proceso de ordenamiento de las tareas en secuencia de acuerdo con los trabajos, de forma tal que se obtenga un flujo uniforme con una utilización óptima de la fuerza de trabajo y equipo.

La esencia del problema del balance de líneas consiste en agrupar o subdividir las actividades o tareas, en forma tal, que en todas las estaciones haya una cantidad igual de trabajo a realizar, de acuerdo con el tiempo requerido para ejecutar las tareas. Cuando se logra esta igualdad, suponemos que existe un balance perfecto y se espera un flujo uniforme; cuando no se logra, la operación más lenta de la secuencia regirá el flujo en toda la línea de producción (convirtiéndose en el tiempo de ciclo) y originará un cuello de botella que restringirá la salida del producto. Como resultado, una estación de trabajo se utiliza al máximo, mientras que las demás no

trabajan a plena capacidad. Esto ocasiona tiempo ocioso o muerto, aunque los operarios siguen trabajando lo hacen más lentamente, ajustándose al ritmo de la línea. Esto último no siempre es evitable y no impide un balance de líneas, aunque no altamente eficiente.

El balance de una línea es establecer una producción determinada deseada contra una línea determinada ya establecida.

Un puesto de trabajo es un lugar específico para la realización de una o varias operaciones. Y el tiempo de ciclo es el tiempo transcurrido entre una y otra unidad que sale de la línea.

Existen dos formas de empezar para balancear una línea:

- Encontrar el número mínimo de puestos de trabajo para un tiempo de ciclo dado. Para esto, se resuelve un problema de distribución debido a que se debe determinar el número de puestos de trabajo requerido para alcanzar el tiempo de ciclo especificado.
- Encontrar el tiempo mínimo de ciclo para un número dado de puestos de trabajo. Para solventar se resuelve un problema de programación debido a que se sabe el número de puestos de trabajo y por lo tanto la naturaleza esencial de la distribución.

En la práctica, no se hace distinción entre un problema de distribución o de programación debido a que los dos utilizan los mismos procedimientos de solución. Una vez se han especificado el tipo y la longitud de la línea de producción, se utiliza un método de balance de línea.

Las herramientas de ingeniería necesaria para balancear una línea son:

- El diagrama de operaciones del proceso o diagrama de ensamble. De esta manera se conocerán las operaciones que se deben realizar.

- Un diagrama o gráfico de precedencias. Esto es necesario para saber qué operaciones deben hacerse antes de empezar a realizar otra operación.
- El pronóstico de la demanda del producto que se realiza en la línea de producción.
- El tiempo productivo por día. Este tiempo debe estar expresado en la misma unidad de tiempo que fueron expresadas las operaciones en el diagrama de ensamble.

Existen factores que pueden modificar el balance de la línea y su rendimiento. Estos factores no son considerados por los métodos para balancear las líneas de producción. Algunos de estos factores son: la tasa salarial del operario, la ubicación del equipo en la planta, el espacio para las partes en proceso, factores sociopsicológicos, los tiempos estándares, la variación en la forma de realizar las tareas y el fenómeno de "plato hondo". El fenómeno de "plato hondo" señala que debido a la variabilidad del operario, se conduce a una acumulación de trabajo hacia el centro de la línea. Para descongestionar las estaciones centrales requieren que sus operaciones sean de tiempos más cortos o tengan más holgura de tiempo. Esto significa desbalancear deliberadamente las líneas de montaje poniendo en los puestos de trabajo, que están a la mitad de la línea, operaciones más cortas que las que están al principio y al final de la misma.

Existe una gran cantidad de métodos para balancear una línea, a continuación se enumeran tres procedimientos:

Procedimiento No. 1: Primero asignar operarios a aquellas tareas en las que tiene mayor número de tareas subsecuentes.

Procedimiento No. 2: Primero asignar operarios a aquellas tareas que tiene el tiempo de operación más largo.

Procedimiento No.3: Primero asignar operarios a aquellas tareas que tiene en combinación el mayor número de tareas subsecuentes y el tiempo de operación más largo.

Ninguno de los tres métodos anteriores da una solución óptima, por lo que es adecuado realizar los tres métodos y escoger el mejor o la combinación de ellos que dé el mejor resultado.

Materiales de Empaque

Briston explica en su libro *Plastics Films*, (1990) las propiedades y características del polietileno, polipropileno y poliéster, las cuales se describen a continuación:

El *polietileno* de baja densidad es un material resistente, ligeramente translúcido y al tocarlo se siente encerado. La densidad varía en un rango de 0.916 g/cm³ y 0.935 g/cm³. La temperatura a la cual este polímero se suaviza es un poco menor que la necesaria para hervir agua. Por esta razón este material no se puede usar donde exista esterilización con vapor. El polietileno presenta una buena combinación de propiedades tales como resistencia a la tensión, al impacto, a romperse y a rasgarse. Además, mantiene estas propiedades a temperaturas relativamente bajas (- 60°C a -70°C). Es una buena barrera para el agua y el vapor de agua, pero es una mala barrera para los gases. Presenta una excelente resistencia química, particularmente a los ácidos y soluciones inorgánicas, pero es sensible a los hidrocarburos, los hidrocarburos halogenados, a los aceites y a las grasas. Este material es inoloro e insaboro. La lámina del polietileno de baja densidad fácilmente puede ser sellada con calor. La impresión de la lámina se puede realizar con diversos métodos luego de haber tratado la superficie con anterioridad.

Existe un proceso denominado "laminado", que se utiliza para fabricar bolsas de polímeros. El laminado se realiza para que el empaque se pueda presentar una

combinación de las propiedades de láminas diferentes. El proceso de laminado garantiza una alta brillantez y una impresión que se conservará en forma óptima, durante toda la vida del producto. Un ejemplo de laminado puede ser una lámina de poliéster impresa al dorso, luego se aplica un adhesivo para juntar la lámina de polietileno. La lámina de polietileno puede ser transparente o se le puede agregar algún pigmento.

El **polipropileno**, tiene una densidad menor que el polietileno de baja densidad (0.90 g/cm^3), también es más duro y la temperatura a la cual se suaviza es mayor. El polipropileno puede ser extruido utilizando diversos métodos. La lámina de polipropileno cast, presenta una buena transparencia y brillo; pero al incrementar el grosor de esta lámina se pierde claridad. La resistencia a la tensión es el doble que la del cast de polietileno de baja densidad, pero la resistencia a rasgarse es aproximadamente la mitad de éste. Una limitante de la lámina de polipropileno cast es su baja resistencia al impacto a bajas temperaturas (debajo de los 0°C). La permeabilidad de la lámina del polipropileno cast, es un poco más alta que la del polietileno de alta densidad, pero mucho más baja que la del polietileno de baja densidad. La resistencia química del polipropileno es buena, particularmente tiene mejor resistencia a los aceites y grasas que los polietilenos.

La lámina de **poliéster** es dura, fuerte y tiene una excelente transparencia. Este material es inerte a los componentes de la comida. El sello, mediante calor, es difícil porque tiende a encogerse. Algunas veces se le agrega aditivos para poder sellarlo, pero se obtienen mejores resultados si se lamina con polietileno de baja densidad. La lámina de poliéster tiene una gran resistencia a rasgarse y resiste el desgaste. La resistencia al impacto es alta y retiene esta propiedad a bajas temperaturas (-70°C). La permeabilidad al vapor de agua es parecida a la del polietileno de baja densidad. La permeabilidad a los gases y olores es baja. Es químicamente resistente a los ácidos y alcalinos diluidos. Es resistente a un amplio rango de solventes. Tiene buena resistencia a los aceites y grasas. La lámina de

poliéster es un buen aislante eléctrico. La superficie de la lámina de poliéster puede ponerse áspera utilizando métodos mecánicos, logrando así poder marcarla con lápiz o con tinta.

En el anexo No. 2, se presenta una tabla donde se comparan las distintas propiedades de cada material.

1.4 Glosario

Las siguientes definiciones están basadas en el trabajo de Adam y Ebert (1991), las cuales explican los conceptos más relevantes de este trabajo de investigación.

Actividad Predecesora: Una actividad que se debe llevar a cabo antes de hacer otra.

Balanceo de Líneas: Asignación de actividades a las estaciones de la línea, de manera que los tiempos de trabajo sean iguales en todas las estaciones, tanto como sea posible.

Capacidad: Habilidad productiva de una instalación, la que normalmente se expresa como volumen de producción en la unidad de tiempo: máxima tasa de posibilidad productiva o de conversión en las operaciones de una organización.

Capacidad de Flujo: Medición de la capacidad en términos de la tasa de producción o insumo en la unidad de tiempo.

Capital Intensivo: Procesos que presentan alta inversión en maquinaria y equipos. Su atención se centra en avances tecnológicos e inversiones de capital.

Ciclo de Trabajo: Secuencia total de los movimientos o acciones que constituyen una sola operación.

Diagrama de Flujo del Proceso: Analiza las actividades entre las estaciones de trabajo, para capturar los flujos de los productos a través de todo el proceso de producción.

Diagrama de Operaciones: Representación gráfica de una actividad que indica toda las operaciones, inspecciones, tolerancias y materiales que se utilizan en un proceso de fabricación.

Diagrama de Proceso: Representación gráfica de un proceso de fabricación o manufactura.

Diseño de Distribución Física: El ordenamiento espacial de los recursos físicos que se emplea para fabricar el producto.

Mano de obra intensiva: Procesos que, por sus características, requieren de mucha mano de obra. La programación de la fuerza de mano de obra y la capacitación de los empleados, son cuestiones dominantes en este ambiente.

Operación Cuello de Botella: De todas las estaciones de trabajo en una línea de ensamble, aquella que requiere el tiempo más largo de operación.

Proceso: Serie de operaciones de manufactura que hacen avanzar el producto hacia sus especificaciones finales de tamaño y forma.

Producción en Línea: Disposición de los lugares de trabajo en los que, las operaciones que van sucediéndose, están localizadas en contigüidad inmediata una de otra.

Productividad: Relación entre la cantidad de bienes o servicios producidos y la cantidad de recursos utilizados.

Tiempo de Ciclo: Tiempo transcurrido entre unidades terminadas que salen de la línea de ensamble.

Trabajo: Conjunto de actividades relacionadas que se deben llevar a cabo para cumplir con los objetivos de la organización.

Marco No. 2

Planteamiento del Problema

2.1 Resumen

En sus inicios, la empresa envasaba en frascos de vidrio. Para realizar este trabajo, se contaba con una línea semiautomática que lograba el volumen de producción necesario para la demanda de sus productos. Con el tiempo, la empresa fue creciendo y se produjeron cambios en el mercado. Uno muy importante fue el cambio del tipo de envase. El envase rígido del mercado se trasladó a un envase flexible. La principal razón de este cambio fue el menor costo del envase flexible. Rápidamente todo el sector industrial cambia a este tipo de envase. Al cambiar el tipo de envase la modificación más importante que se le realizó a la línea semiautomática fue en la llenadora, se diseñó un nuevo dosificador, el cual permitía llenar un empaque flexible por cada ciclo de la llenadora. Además, se acomodaron unas mesas, al lado de la línea, para poder continuar el proceso de envase en empaque flexible.

A continuación se describe el proceso de envase en empaque flexible:

El empaque flexible utilizado, es una bolsa de polietileno. El proceso actual de envase empieza a partir del momento en que se prepara la bolsa para ser llenada. Esta preparación consiste en introducir una bolsa plástica transparente dentro de otra bolsa plástica; ésta, es la bolsa exterior que tiene impresa la etiqueta del producto. Seguidamente, se almacena la bolsa en cajas hasta el momento en que serán utilizadas.

Al momento de envasar el producto se traen las bolsas preparadas que se utilizarán. Luego se llenan las bolsas semiautomáticamente y se colocan en recipientes para efectos de transportación. A continuación, se trasladan los recipientes, conteniendo las bolsas ya llenas, a una mesa donde se encuentran

operarias que elaboran un nudo en la bolsa interior. Seguidamente, otras operarias acomodan el nudo de la bolsa interior en la bolsa exterior y proceden a hacer un nudo en la bolsa exterior. Luego las bolsas son metidas en cajas, las cuales se sellan y se almacenan.

Con este proceso no se estaba cubriendo satisfactoriamente la demanda. Por lo que con este trabajo de investigación se pretende contestar la siguiente pregunta de investigación:

¿ Qué porcentaje de la capacidad actual se podría aumentar al diseñar un nuevo proceso de envasado y cómo afectarían al precio del producto los costos del nuevo proceso de envasado?

2.2 Objetivos del Trabajo

Objetivos Generales

1. Aumentar la capacidad de la línea que envasa productos de 4, 8 y 16 onzas en empaque flexible.
2. Aplicar las técnicas y herramientas de ingeniería para evaluar el proceso y encontrar una solución factible que optimice la línea de envasado.
3. Contribuir, con la mejora de la empresa, para que se encuentre preparada para hacerle frente a la competencia derivada de la globalización.
4. Desarrollar un trabajo de campo que sirva como base para futuros estudios en áreas relacionadas.

Objetivos Específicos

Diseñar un proceso en línea, para el procedimiento de envasado en empaque flexible con el fin de evitar desperdicio de mano de obra y material de empaque, que tenga la capacidad de responder a la demanda creciente de los productos.

2.3 Variables

Las variables que se analizaron, para medir el desempeño de la unidad de trabajo y de las personas, son las siguientes:

- *Productividad del área de trabajo*: la cantidad de bolsas que salen de una unidad de trabajo por período de tiempo: Esta variable mide el nivel de producción que tiene cada unidad de trabajo.
- *Productividad por persona*: la cantidad de bolsas que realiza una persona por período de tiempo: Esta variable será de utilidad en el proceso de balanceo de líneas. Indica cuál es la productividad promedio que se espera de las personas en la línea de envase.
- *Valor del material de empaque*: el costo de material de empaque.
- *Tamaño de la línea de envasado*: el número de operarios en la línea de envasado, atendiendo a los distintos métodos posibles de envasado.

2.4 Alcances y Límites

Mediante este trabajo se desea crear una guía para que la empresa conozca otros métodos alternativos que pueda utilizar en la línea de envasado, los cuales logren un aumento en la productividad y en el volumen de producción.

En este trabajo, solamente se presenta algunas opciones de métodos alternativos para el envasado de los productos, estos métodos de envasado se pueden mejorar continuamente pero en este trabajo se presentan únicamente los primeros resultados, debido a la limitante del tiempo.

El estudio solamente es válido por un período de un año a partir de cuando fue hecho por cambios en la tecnología y sólo es aplicable a plantas similares a la descrita.

2.5 Aporte

Hay poco escrito sobre el tema en nuestro país, sobre todo aplicado a la industria guatemalteca.

El trabajo permitirá al lector tener un acercamiento de la situación de una empresa nacional productora de artículos comestibles y de cómo pueden estudiarse los problemas de dichas empresas.

Al mejorar la productividad de la línea de envasado, será posible mantener bajos costos lo cual permitirá ofrecer un precio más competitivo por un período de tiempo más largo, en beneficio del consumidor, sin que esto afecte la rentabilidad de la empresa.

Marco No.3

Método

Para desarrollar el siguiente trabajo de investigación se utilizaron diferentes técnicas, algunas de ellas fueron la observación cotidiana de las actividades y la investigación de campo utilizando herramientas de ingeniería con el objetivo de conocer una mejor forma de empaquetar el producto.

3.1 Sujetos

Aproximadamente, el 70% del volumen de los productos que elabora la empresa, los presenta al mercado en un empaque flexible, como el explicado anteriormente. Es por esta razón que surgió la inquietud de mejorar este proceso de envasado, el cual comenzó aproximadamente hace diez años. Se empezó empaquetando solamente ciertas presentaciones, pero hoy en día se envasan, en este empaque, presentaciones de 4,8,16 y 32 onzas, galón y medio galón.

Las presentaciones de 4,8 y 16 onzas representan un 48% de los productos con este tipo de empaque, por eso este estudio se centra en estas presentaciones, pero se espera que los logros obtenidos, sean utilizados para las otras presentaciones.

El centro productivo, que se desea estudiar, se dedica principalmente al empaque en envase flexible y de vez en cuando, envasa en tarros de vidrio. La mayor parte de los días envasan en las presentaciones de 4, 8 y 16 onzas en bolsa plástica, siendo la presentación más usual, la de 16 onzas. Por lo cual, dio una gran oportunidad de observar y analizar el proceso de envasado en empaque flexible casi todos los días, con lo que se facilitó el desarrollo de esta investigación.

También es un área representativa, porque sus productos representan un 43% de los productos envasados en bolsa plástica. Su equipo es similar al utilizado en las otras áreas donde se envasa en el mismo tipo de empaque, por lo cual los logros obtenidos en esta área son aplicables a las demás áreas.

Esta área solamente cuenta con una línea de envasado a diferencia de las demás áreas que tienen dos o más. Esto proporcionó un ambiente controlable al analizar las pruebas piloto, realizadas para evaluar la factibilidad de las soluciones propuestas.

3.2 Instrumentos

Para poder lograr cumplir con los objetivos de esta investigación se utilizaron las siguientes herramientas de análisis:

- Este trabajo se basó, en gran parte, en la *observación cotidiana* del proceso, con el fin de entenderlo a cabalidad. La observación fue reforzada por medio de entrevistas no estructuradas a operarias de la línea, supervisoras, mandos medio y personal administrativo que conoce el proceso. Una vez familiarizado con el proceso actual, se continuó con la aplicación de las herramientas de ingeniería que se resumen a continuación.
- *Diagrama de Operaciones (DOP)*: mediante una representación gráfica se podrá evaluar de una forma precisa las actividades que se llevan a cabo para concluir con el producto final. También se podrá determinar si es posible eliminar algunas actividades con el fin de agilizar la línea de envase.
- *Diagrama de Recorridos*: con la representación gráfica de los movimientos de la materia prima, material de empaque y producto terminado, se buscará optimizar el tiempo y esfuerzo en estas actividades para mejorar la productividad de la empresa.

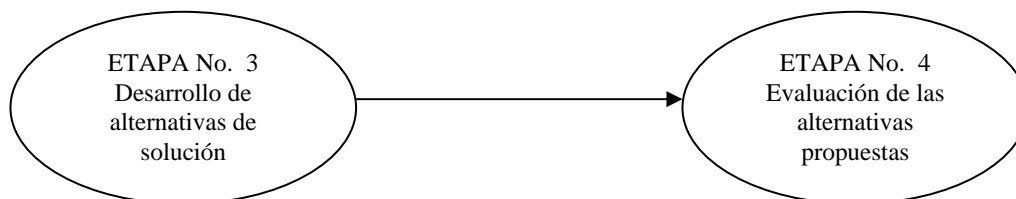
3.3 Procedimiento

El procedimiento seguido, para desarrollar esta investigación, se divide en cuatro etapas, como se ilustra a continuación:



1. Visitas a la empresa
2. Observar el proceso
3. Recabar datos del proceso
4. Elaboración del DOP
5. Determinar problemas más frecuentes
6. Evaluar procedimiento
7. Determinar si la oferta cubre la demanda
8. Medir variables de estudio
9. Elaboración del plano del área

10. Analizar diagramas e información cuantitativa y cualitativa
11. Evaluar operaciones y el proceso mediante preguntas de análisis
12. Determinar el problema principal

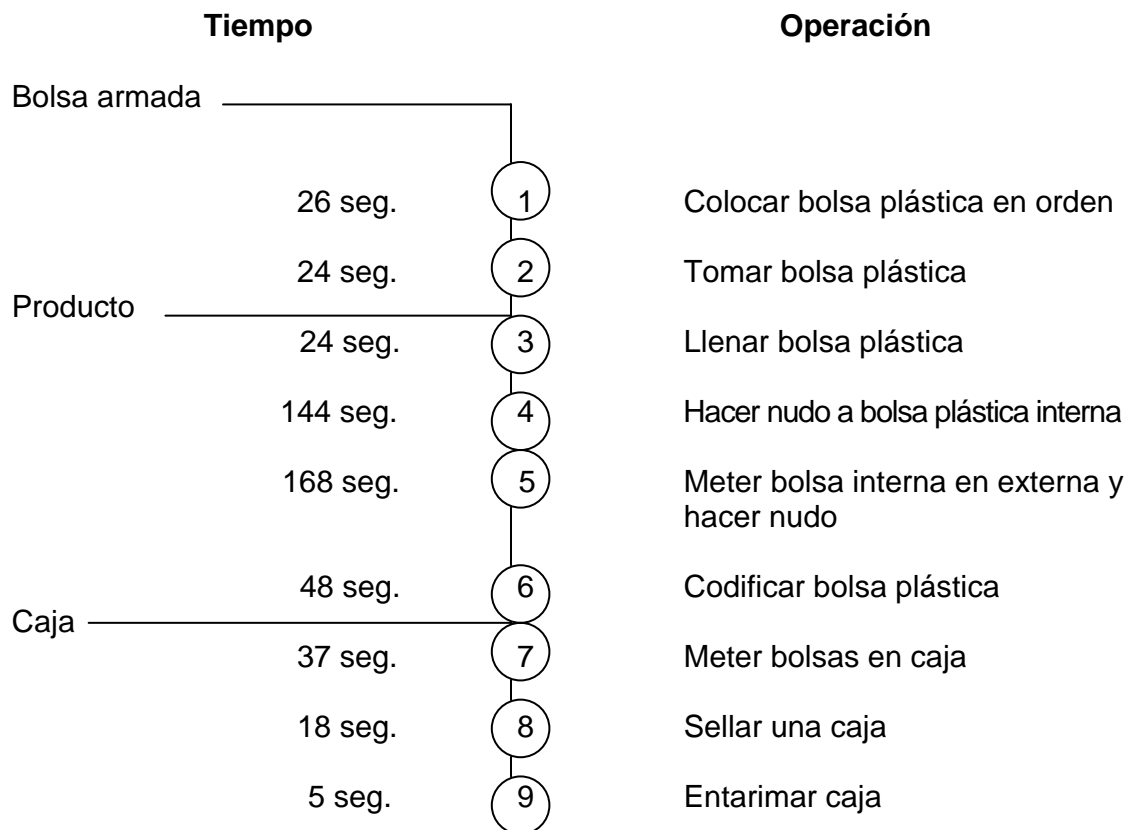


13. Analizar información teórica, diagramas, cualitativos y cuantitativos
14. Estudiar tendencias del mercado
15. Crear una alternativa para resolver el problema principal
16. Describir alternativa y equipo a utilizar
17. Analizar factibilidad de la alternativa respecto a Material de Empaque, Mano de Obra, Equipo, mercado
18. Creación del DOP
19. Comparación entre alternativa y proceso actual
20. Cálculo de las variables de estudio.

21. Elaborar un punto de equilibrio con datos las diferentes alternativas de solución
22. Determinar el periodo de recuperación de la inversión para cada alternativa
23. Comparar resultados de las variables de estudio
24. Sobre la base de los resultados, escoger la mejor alternativa

ETAPA 1, *Diagnóstico del proceso de envasado*

Luego de varias visitas a la empresa se pudo desarrollar un Diagrama de Operaciones del proceso de envasado actual, el cual se presenta a continuación:



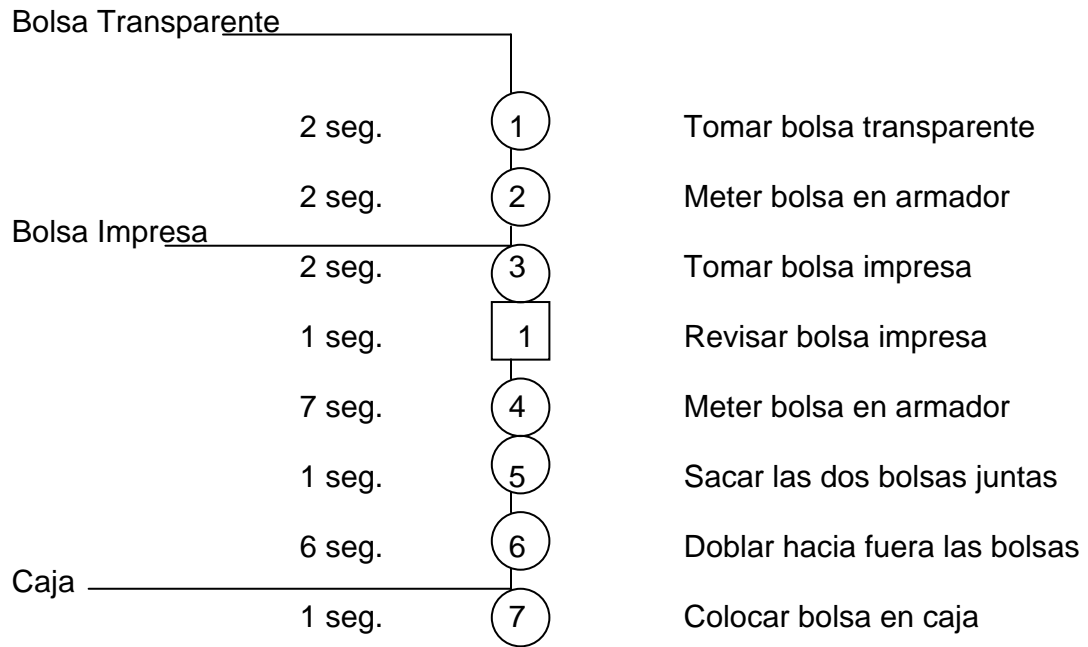
Evento	Número	Tiempo por caja
Operación	9	1min 45seg.

TIEMPO POR BOLSA 20.6 seg.

También se presenta el diagrama de operaciones (DOP) del proceso de armado de bolsa

Tiempo

Operación



Evento	Número	Tiempo
Operación	7	21 seg.
Inspección	1	1 seg.

En este proceso laboran 36 personas, las cuales se asignan a las diferentes operaciones según el criterio del jefe del área.

Para la programación de las diversas presentaciones de la línea de envasado, un factor considerable es la existencia de bolsa armada (una bolsa impresa, que contiene una bolsa transparente en su interior y un dobléz de las dos bolsas juntas). Esta actividad es realizada por un grupo de 6 personas las cuales se dedican exclusivamente a este trabajo. Esta actividad representa un punto crítico en el proceso de envasado por dos razones: a) No se puede envasar si no hay existencia de bolsa armada y b) es un punto de fácil contaminación para el material de empaque por el manejo de éste, tanto durante la operación de armado como en el tiempo de almacenar antes de ser utilizada.

Se observó que, en este proceso, siempre existe la tendencia de una acumulación de producto en proceso delante de la quinta operación. Este fenómeno puede que se deba al factor conocido como "plato hondo" de una línea de producción. Es un problema continuo y llega a ser tan significativo que es necesario detener las operaciones precedentes porque es impráctico seguir operando de esta manera por razón de espacio.

Otra causa, por la cual es necesario interrumpir el llenado de empaque flexible, es debido a que se acumulan muchas bolsas plásticas delante de las operarias que están encargadas de elaborar el nudo en la bolsa interior. Es preciso detener el llenado porque existe el riesgo de contaminación del producto al permanecer un período alargado de tiempo en contacto con el aire y por razones de espacio.

La producción no cubre la demanda actual, por lo cual se incurre en gastos adicionales como horas extras ordinarias y extraordinarias.

Al evaluar el procedimiento utilizado actualmente, se percibieron las siguientes características:

- Una gran demanda del producto, la cual no se esta satisfaciendo con la producción actual
- El producto envasado se presenta en tres presentaciones, siendo cada una de ellas una presentación estándar.
- El producto es elaborado en un molino coloidal con una capacidad de 37 litros por minuto, lo cual proporciona un flujo de producto ininterrumpido a la llenadora.
- El material de empaque es proporcionado en forma continua al proceso de envasado.
- La maquinaria utilizada es una llenadora marca "simplex" de pistones, la cual ha tenido un buen mantenimiento y muy raras veces ha ocasionado interrupciones en las horas de producción.
- Existe un ritmo de producción aproximada para cada tamaño envasado en la línea.
- La distancia que recorre el producto, entre una operación y la otra es despreciable.
- Todo el proceso del envase actual, está distribuido en nueve operaciones, como se muestra en el DOP del proceso de envasado actual.
- La mayoría de las operaciones se pueden realizar independientemente de las otras

Estas características establecen que, el proceso de envasado estudiado se ajusta a una línea de producción, en la cual el producto puede circular continuamente a una velocidad uniforme por una serie de operaciones balanceadas, originando un ritmo de producción equilibrado, con un tiempo de ciclo determinado, con flujo de entrada y salida constante.

La medida utilizada para determinar la productividad del área de trabajo, fue el número de bolsas elaboradas por minuto. La productividad por persona fue calculada dividiendo la productividad del área de trabajo entre el número de personas

que se encontraran en la línea. Estas medidas de productividad fueron calculadas para cada presentación estudiada; los resultados obtenidos son los siguientes:

Para la presentación de 16 onzas

Productividad del área de trabajo: 35.51 bolsas / minuto

Productividad por persona: 0.986 bolsas / minuto persona

Para la presentación de 8 onzas

Productividad del área de trabajo: 29.96 bolsas / minuto

Productividad por persona: 0.8322 bolsas / minuto persona

Para la presentación de 4 onzas

Productividad del área de trabajo: 39.54 bolsas / minuto

Productividad por persona: 1.098 bolsas / minuto persona

Se presenta el plano del área estudiada, con un diagrama de recorrido tanto para la materia prima como para el material de empaque y producto terminado.

ETAPA 2, *Determinación del problema principal*

Para localizar los puntos susceptibles a mejorar y determinar el problema principal, se evaluaron todas las operaciones y aspectos del proceso, respondiendo a las siguientes preguntas de análisis, las cuales se basaron en Niebel (1990) y en el estudio realizado:

1. ¿Cuál es la finalidad de la operación?
2. ¿Por qué es necesaria esta operación?
3. ¿Por qué esta operación se efectúa de esta manera?
4. ¿Dónde podría ejecutarse la operación a más bajo costo?
5. ¿Cuándo debe llevarse a cabo la operación para que el manejo de materiales sea mínimo?
6. ¿Existe algún otro material que presente alguna ventaja en el proceso de envasado del producto?
7. ¿Es posible cambiar el diseño del empaque de tal modo que facilite el proceso de envasado del producto?
8. ¿Las condiciones de trabajo son las adecuadas?
9. ¿Existe una mejor distribución del equipo en la planta?

Luego de analizar el Diagrama de Operaciones y la información obtenida mediante las entrevistas, visitas a la planta y el análisis de las operaciones, se concluyó, que el problema principal está compuesto por dos aspectos, los cuales se describen a continuación:

- a) La producción elaborada en un turno de ocho horas diarias y cinco días a la semana, no cubre la demanda actual.
- b) El producto no circula continuamente y a una velocidad uniforme por las operaciones realizadas para envasarlo.

ETAPA 3, *Desarrollo de alternativas de solución para mejorar la productividad*

Luego de analizar, tanto la información teórica como la recabada en el área de producción, se desarrollaron tres alternativas de solución para mejorar la productividad. Estas son usar dos bolsas de polietileno, una bolsa sellada y otra con un nudo; usar una bolsa de polipropileno sellada y utilizar el empaque conocido como doy pack.

Alternativa de solución No. 1

Utilizar dos bolsas de polietileno de 5.75 milésimas de espesor de densidad: una impresa y una transparente. La bolsa transparente 33% más corta que la bolsa impresa y sellar esta bolsa utilizando una selladora eléctrica semiautomática de pulso para polímeros de baja densidad.

Esta alternativa se ajusta a las características de una línea de producción de mano de obra intensiva, al igual que el proceso actual.

En esta alternativa la bolsa transparente es trasladada a la llenadora. La bolsa viene ordenada en paquetes de 100 bolsas, por lo cual, al llenarlas, se pueden tomar directamente del paquete.

Seguidamente la bolsa es sellada utilizando las selladoras. A las cuales se les implementó un mecanismo que permite sellar tres bolsas simultáneamente. Se presenta un dibujo de la selladora y el mecanismo en el anexo No. 3. Este mecanismo está formado de dos partes. La parte fija, es aquella que está atornillada a la selladora, la cual es tres veces el largo de la resistencia utilizada para sellar. La parte móvil, es dos veces el largo de la resistencia. En los extremos de la parte móvil se encuentran colocados cuatro cojinetes, los cuales permiten que se desplace de un extremo al otro de la parte fija. Este movimiento permite que, mientras se sellan tres bolsas simultáneamente, se coloquen otra tres en el otro extremo de la parte móvil,

manteniendo así un ritmo constante entre las bolsas selladas y las bolsas colocadas para ser selladas.

Luego, una operaria desliza la bolsa con producto dentro de una bolsa impresa y codificada. Esta bolsa es codificada con anterioridad por un operario. El costo de codificarla disminuye debido a que, al tomar las bolsas de los paquetes, el tiempo necesario para codificar las bolsas es menor.

Después se le elabora un nudo a la bolsa externa y se mete dentro de la caja la cual es sellada y entarimada.

En esta propuesta, se utilizan dos bolsas de polietileno para mantener en forma óptima la presentación, debido a las propiedades del material de empaque descritas en el marco teórico. Aunque el polietileno no cumple con las propiedades ideales para envasar el producto, la alta rotación del producto y el bajo costo del polietileno, permiten que éste sea una opción para este proceso.

Para asegurar que el sello de la bolsa interna resiste a la manipulación que el producto sufre, se elaboraron unas bolsas. Estas bolsas fueron sometidas a análisis físicos para determinar la resistencia del sello. El análisis fue satisfactorio por lo cual se concluyó que el sello es una manera adecuada para cerrar este empaque.

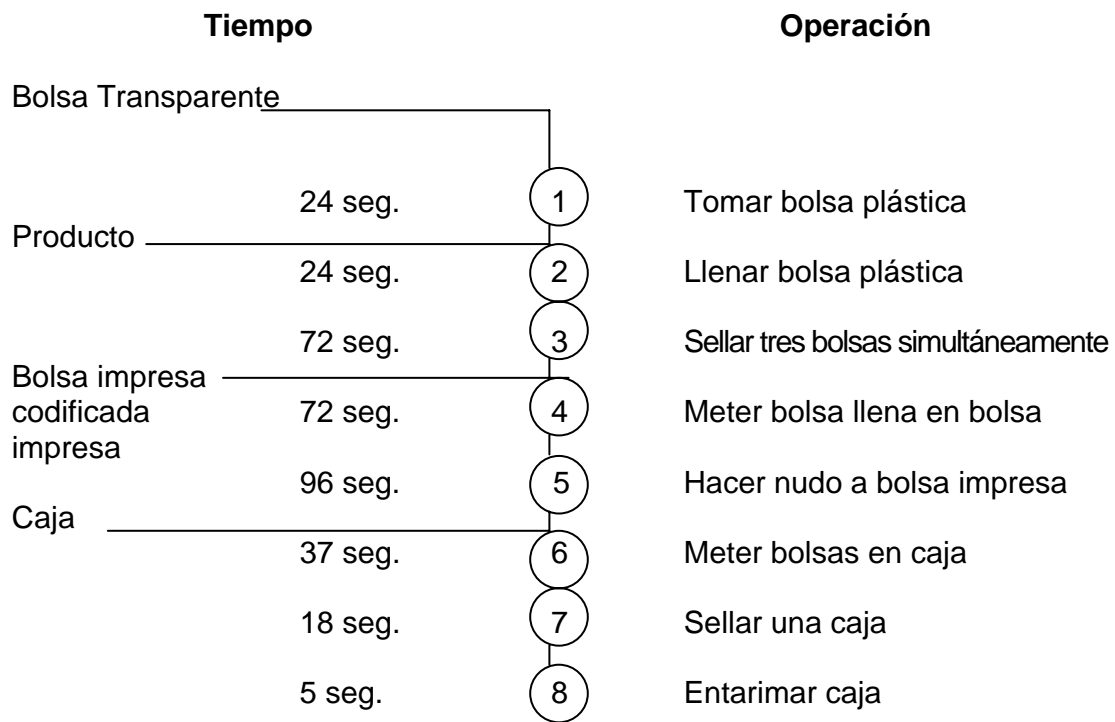
Se mantuvo el nudo en la bolsa impresa porque en el punto de venta utilizan la parte superior del nudo para colgar el producto en exhibidores.

La apariencia física del producto no se ve alterada con esta propuesta de solución, por lo cual no se elaboró ningún estudio del impacto que tendría este cambio en el consumidor final.

Con esta propuesta de solución, se elimina la operación de preparación de bolsa. La cual es elaborada por un grupo de 6 personas quienes todos los días preparan con anterioridad la bolsa para ser llenada. Al llevarse a cabo la operación

de esta manera el manejo de materiales se minimiza, debido a que ya no es necesario trabajar la bolsa con anterioridad y también se elimina el inventario de bolsa preparada.

El diagrama de operaciones de proceso (DOP) para esta alternativa de solución, es el siguiente:



Evento	Número	Tiempo por caja
Operación	8	1 min. 20 seg.

TIEMPO POR BOLSA 14.5 seg.

Partiendo del DOP de proceso de envasado actual, se elimina la operación No. 1, se sustituye la operación No. 4, con lo cual el tiempo que se utilizaba para cerrar la bolsa interna, se disminuye. La operación No. 6, se traslada para hacerla con anterioridad, bajando el costo de esta operación.

Para este proceso de envasado son válidas las características del proceso enunciadas en el diagnóstico del proceso de envasado; por esta razón se concluye, que este proceso se ajusta a la descripción de una línea de producción. Por lo cual se presentan los cálculos para balancear la línea de producción con esta alternativa.

Tiempo Productivo: 8.25 horas = 495 min. = 29,700 seg.

Demanda = 1200 cajas = 28,800 unidades

Tiempo de ciclo (teórico) = Tiempo productivo / demanda

Tiempo de ciclo = 1.031 seg.

Puesto de Trabajo	Tarea a realizar	Tiempo de la tarea	Cantidad de operarios
1.	No. 1	2 seg.	2
2.	No. 2	2 seg.	2
3.	Pasar bolsa	0.5 seg.	1
4.	No. 3	3 seg.	9
5.	No. 4	3 seg.	3
6.	No.5	4 seg.	4
7.	No.6	1.542 seg.	2
8.	No.7 y No.8	1 seg.	1
Total de operarios			24

El tiempo de ciclo real es de 1 segundo.

Cálculo de la Eficiencia de la línea

Tiempo total (Tiempo necesario para realizar una unidad) = 17.042 seg.

Eficiencia de la línea: = Tiempo total / (Número de puestos reales * Tiempo de ciclo)
 = 17.042 / (24 * 1) = 0.71

Eficiencia de la línea = 71 %

Los factores que modificaron el balance de la línea y su rendimiento son los siguientes:

- La llenadora cuenta con dos estaciones de llenado, por esta razón es necesario tener dos personas realizando la operación No. 1 y No. 2.
- Debido a la ubicación del equipo en la planta, es necesario tener una personas que pase las bolsas llenas a las mesas donde serán selladas.
- Las selladoras necesitan tres personas para operarlas.

Se propone una distribución distinta del equipo en la planta, con el objetivo de facilitar el proceso de envasado de los productos. Se presenta la distribución de los operarios en la línea, mediante círculos con el número de la tarea a realizar. La c, representa a la persona que codifica el empaque flexible.

Alternativa de solución No.2

Esta alternativa consiste en utilizar una bolsa de polipropileno para empacar el producto. Esta bolsa puede ser sellada con las selladoras descritas en la alternativa No. 1. La bolsa debe ser de 2.5 pulgadas más larga que lo necesario para empacar el producto, de tal manera que quede una pestaña. En esta pestaña debe venir perforado un agujero de 1/4 de pulgada de diámetro. Una vez es sellado el producto, se empaca en las cajas, las cuales son selladas y entarimadas.

Esta alternativa se ajusta a una línea de producción de mano de obra intensiva igual que el proceso actual y la alternativa de solución No. 1.

Para determinar que la bolsa de polipropileno es realmente una buena barrera a la grasa del producto, se elaboraron pruebas de vida de anaquel. Se llenaron unas bolsas del producto y se mantuvieron en observación. La prueba consistió en dos fases. En la primera, las bolsas se llenaron y se observó en el medio ambiente, durante el tiempo de vida del producto. La segunda fase consistió en meter las bolsas a un horno a una temperatura de 40°C por un tiempo de un mes, logrando así un envejecimiento acelerado. En las dos pruebas se demostró que el material es adecuado para el empaque del producto.

En algunos puntos de venta el producto es colgado por la parte superior del nudo en exhibidores. Por esta razón, al eliminar el nudo, es necesario crear una opción para que se pueda colgar el producto de los exhibidores. Para eliminar este problema se pensó en la pestaña y el agujero descritos con anterioridad.

Esta alternativa de solución modifica de manera notoria la apariencia física del producto. Para medir el impacto que este cambio tendría en los canales de distribución y en el consumidor final, se elaboró una encuesta. Las personas fueron elegidas al azar de una muestra recomendada por el gerente de mercadeo de la empresa. La encuesta se realizó a 29 distribuidores y a 45 consumidores finales de este producto. La encuesta y los resultados obtenidos son los siguientes:

Encuesta sobre el Empaque

Resultado de la encuesta a distribuidores

Realizada a 29 distribuidores

1. ¿Distribuye productos envasados en bolsas plástica?	Sí	No		
	79%	6%		
2. ¿Qué opina de este empaque con relación al empaque anterior?				
Contenido	Más	Igual	Menos	Nula
	24%	62%	7%	7%
Apariencia	Mejor	Igual	Peor	Nula
	52%	48%		
Tamaño	Mayor	Igual	Menor	Nula
	31%	66%		3%
Forma de Exhibición	Mejor	Igual	Peor	Nula
	56%	34%	7%	3%
3. Le gusta este nuevo empaque	Sí	No		
	93%			7%

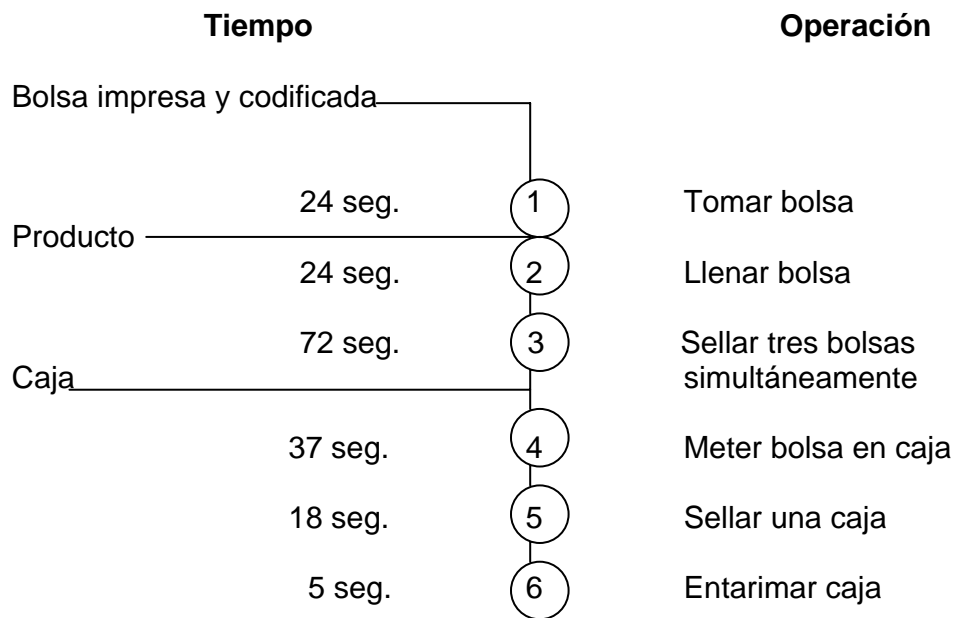
Encuesta sobre el Empaque

Resultado de la encuesta al consumidor final

Realizada a 45 consumidores finales

1. ¿Consume productos envasados en bolsas plásticas?	Sí	No		
	91%	9 %		
2. Para utilizar los productos que están envasada en bolsa plástica ¿qué procedimiento utiliza?				
	Deshace el nudo			7%
	Traslada el contenido a un frasco			29%
	Corta una esquina de la bolsa para sacar el producto			38%
	Corta una esquina de la bolsa y pasa el producto a un frasco			13%
	No Contestaron			13%
3. ¿Qué opina de este empaque con relación al empaque anterior?				
Contenido	Más	Igual	Menos	Nula
	2%	78%	20%	
Apariencia	Mejor	Igual	Peor	Nula
	22%	76%		2%
Tamaño	Mayor	Igual	Menor	Nula
	13%	78%	7%	2%
Exhibición en punto de venta	Mejor	Igual	Peor	Nula
		35%	58%	7%
4. Le gusta este nuevo empaque				
	Sí	No	No Contestaron	
		93%	5 %	2%

El Diagrama de operaciones (DOP) para esta alternativa de solución es el siguiente:



Evento	Número	Tiempo por caja
Operación	6	3 min

TIEMPO POR BOLSA 7.5 seg.

Partiendo del DOP del proceso de envasado actual, con esta alternativa de solución, se elimina la operación No. 1 y No.5. La operación No. 4, es sustituida por una operación de sellado de las bolsas. Se eliminó la operación de codificar bolsa en el DOP debido a que se codifica con anterioridad. Al realizar esta operación, fuera de la línea, su costo disminuye, debido a que, al tomar las bolsas de los paquetes, el tiempo necesario para codificar las bolsas es menor.

Para este proceso de envasado siguen siendo válidas las características del proceso enunciadas en el diagnóstico del proceso de envasado; concluyendo que

este proceso se ajusta a la descripción de una línea de producción. Por lo cual, se presentan los cálculos para balancear la línea de producción con esta alternativa.

Tiempo Productivo: 8.25 horas = 495 min. = 29,700 seg.

Demanda = 1,200 cajas = 28,800 unidades

Tiempo de ciclo (teórico) = Tiempo productivo / demanda

Tiempo de ciclo = 1.031 seg.

Puesto de Trabajo	Tarea a realizar	Tiempo de la tarea	Cantidad de operarios
1.	No. 1	2 seg.	2
2.	No. 2	2 seg.	2
3.	Pasar bolsa	0.5 seg.	1
4.	No. 3	3 seg.	9
5.	No.6	1.542 seg.	2
6.	No.7 y No.8	1 seg.	1
Total de operarios			17

El tiempo de ciclo real es de 1 segundo.

Cálculo de la Eficiencia de la línea

Tiempo total (Tiempo necesario para realizar una unidad) = 10.042 seg.

Eficiencia de la línea: = Tiempo total / (Número de puestos reales * Tiempo de ciclo)

$$= 10.042 / (17 * 1) = 0.5907$$

Eficiencia de la línea = 59 %

Los factores que modificaron el balance de la línea y su rendimiento son los siguientes:

- La llenadora cuenta con dos estaciones de llenado, por esta razón es necesario tener dos personas realizando la operación No. 1 y No. 2.
- Debido a la ubicación del equipo en la planta, es necesario tener una persona que pasen las bolsas llenas a las mesas donde serán selladas.
- Las selladoras necesitan tres personas para operarlas.

Se propone una distribución distinta del equipo en la planta, con el objetivo de facilitar el proceso de envasado de los productos. Se presenta la distribución de los operarios en la línea, mediante círculos con el número de la tarea a realizar. La c, representa a la persona que codifica el empaque flexible.

Alternativa de solución No.3

Se propone como tercera alternativa de solución, cambiar el empaque actual, empleando el empaque conocido como Doy Pack.

A diferencia del proceso actual y de las demás alternativas de solución, esta alternativa se ajusta a una línea de producción de capital intensivo.

El empaque denominado Doy Pack, es presentado en el anexo No. 4. Este empaque presenta la peculiaridad de que permanece estable (parado) y da una buena presentación.

Este empaque puede ser fabricado de polímeros laminados de baja densidad. Para elaborar este empaque se puede laminar poliéster y polietileno de baja densidad. Se utiliza poliéster debido a que es más barato que el polipropileno y presenta propiedades similares. Para que esta solución pueda implementarse, es necesario la inversión en una máquina que elabore y llene este tipo de envase.

Esta maquinaria utiliza bobinas impresas del material de empaque que se va a utilizar. El material de empaque es similar al descrito con anterioridad.

Partiendo de las bobinas, la máquina forma la bolsa conocida como Doy Pack mediante cortes, dobleces y sellos del material de empaque. Luego, la máquina transporta la bolsa ya armada, la llena y la sella automáticamente.

Por ser automática la máquina, solamente necesita de una persona para operarla.

Debido a que este empaque posee una presentación diferente y más atractiva al que está siendo utilizado actualmente, el departamento de mercadeo esperaría que, con este cambio, se logre una mejor penetración de mercado. Se sabe que este empaque es aceptado por los clientes, ya que es utilizado por otra marca y tiene buena aceptación.

Existen varias casas que fabrican este tipo de máquina. Se muestra una tabla comparativa de dos casas distintas de fabricantes y de los factores importantes en la

toma de decisión en la compra de una máquina. Además de estos factores, se debe analizar la confiabilidad de los proveedores para el servicio.

Factor	Packmatec PM-140	Volpack S170 F
Asistencia Técnica	Instalación: alimentación y hotel del técnico	Instalación: alimentación y hotel del técnico
Capacidad en volumen por bolsa	Hasta 450 gramos	De 45 a 450 gramos
Consumo de KVA	4	5.5
Forma de Pago	30 % al pedirla 70% carta de crédito	Carta de crédito Irrevocable
Tamaños de Formatos en mm	Cotizados 80 * 140 y 100 * 174	Min. 70 * 100 Max 140 * 200
Garantía de piezas mecánicas	6 meses	6 meses
Instalaciones necesarias	Eléctricas y aire comprimido	Eléctricas y aire comprimido
Mantenimiento necesario	A sistema neumático, termostatos, equipo de dosificación y resistencia de selladoras	
Origen	España	España
Precio FOB, Máquina base	\$ 92,773	\$ 118,640
Repuestos en Stock	Empaques	Empaques
Tiempo de entrega	3 a 4 meses	4 meses
Velocidad de llenado	50 bolsas/ min.	80 bolsas/min.

Luego de haber analizado los factores presentados en la tabla, se decidió utilizar, para evaluar esta alternativa, la máquina Volpack S170 F. Esta decisión se tomó sobre la base de que produce 60% más de bolsas por minuto y además, se le ha comprado otros equipos a este proveedor.

ETAPA 4, *Evaluación de las alternativas propuestas*

Para evaluar las tres alternativas de solución presentadas con anterioridad, se realizó un análisis de punto de equilibrio. Este método se utiliza para determinar el momento en el cual las ventas cubrirán los costos, tanto fijos como variables. Este análisis nos indica la relación que existe entre los parámetros de costo, volumen y utilidad. La fórmula utilizada para calcular el punto de equilibrio es:

$$\text{Utilidad} = \text{Ingreso total de ventas} - \text{Costos fijos} - \text{Costos variables}$$

En el punto de equilibrio la utilidad es cero, despejando la ecuación:

$$0 = \text{Precio de venta} * \text{unidades} - \text{Costos fijos} - \text{Costo unitario} * \text{unidades}$$

$$\text{Costo fijos} = \text{unidades} * (\text{Precio de venta} - \text{Costo unitario})$$

$$\text{Unidades} = \text{Costo fijo} / (\text{Precio de venta} - \text{Costo variable unitario})$$

En la siguiente tabla se presenta el cálculo del punto de equilibrio para las tres alternativas de solución. Se omitieron los datos reales por ser confidenciales, pero se presentan variables cualitativas.

	Alternativa No. 1	Alternativa No. 2	Alternativa No. 3
Costos fijos	Igual	Igual	Igual

Depreciación	Baja	Baja	20 veces más alto
Total de costos fijos	Bajo	Baja	15 % más alto
Precio de venta	Igual	Igual	Igual
Costo M.P.	Igual	Igual	Igual
Costo M.E.	Alto	Bajo	Mediano
Costo M.O.	Alto	Bajo	Muy bajo
Costo embalaje	Igual	Igual	El doble
Total costos variables	Alto	Mediano	Bajo
Punto de equilibrio en unidades	Mediano	Bajo	Alto

PERIODO DE RECUPERACION DE LA INVERSION

No.	Monto de inversión	Operarios Eliminados	Ahorro de los operarios (mensual)	Período de recuperación
1	Q. 24,000	17	Q. 15,529.50	1.55 meses
2	Q 24,000	24	Q. 21,924.00	1.09 meses
3	Q 771,160	41	Q. 37,453.35	20.60 meses

COMPARACION DE LAS MEDIDAS DE PRODUCTIVIDAD

Presentación de 16 onzas

	Productividad del área de	Productividad por persona
--	---------------------------	---------------------------

	trabajo	
Proceso actual	35.51 bolsas/min.	0.986 bolsas/min. persona
Alternativa de solución No. 1	60 bolsas/min.	2.4 bolsas/min. persona
Alternativa de solución No. 2	60 bolsas/min.	3.33 bolsas/min. persona
Alternativa de solución No. 3	80 bolsas/min.	80 bolsas/min. persona

**RESUMEN DE LOS FACTORES IMPORTANTES
PARA LA TOMA DE DECISION**

	<i>Alternativa de Solución # 1</i>	<i>Alternativa de Solución # 2</i>	<i>Alternativa de Solución # 3</i>
Línea de	Mano de Obra Intensiva	Mano de Obra Intensiva	Capital Intensivo
Material de Empaque	2 Bolsas de Polietileno	1 Bolsa laminada de Polipropileno con Polietileno	1 Bolsa laminada de Poliéster con Polietileno
Personas en la línea de Producción	25 Personas	18 Personas	1 Persona
Presentación	No cambia	Cambio Moderado	Cambio Total
Punto de Equilibrio	Mediano	Bajo	Alto
Inversión	Q. 24,000	Q. 24,000	Q. 771,160
Período de Recuperación	1.55 Meses	1.09 Meses	20.60 Meses
Productividad del Area de Trabajo	60 Bolsas / Min.	60 Bolsas / Min.	80 Bolsas / Min.
Productividad por Persona	2.4 Bolsas/Min. Per.	3.3 Bolsas/Min. Per.	80 Bolsas/Min. Per.

La productividad del área del trabajo en la alternativa # 1 y # 2, es de 60 bolsas por minuto; mientras que la alternativa # 3, es de 80 bolsas por minuto. Pero la inversión de la alternativa # 3, es mucho más alta que la de las otras dos alternativas. El período de recuperación de la inversión para la alternativa # 2, es el menor, al igual que el punto de equilibrio. La productividad por persona de la alternativa # 2, es mayor que la de la alternativa # 1, porque al envasar en una sola bolsa, existen menos operaciones en el proceso. Luego de haber analizado los datos presentados anteriormente, se concluyó que, la mejor alternativa de solución, es la # 2.

Marco No.4

Resultados

Al organizar el proceso de envasado en una línea de producción se estandarizó el proceso y se definieron los puestos de trabajo, obteniendo como resultado un aumento en la capacidad en la línea de producción estudiada.

El costo del producto utilizando en el nuevo proceso de envasado, disminuyó. Esta disminución se atribuye tanto a la disminución del personal como a la reducción del costo del material de empaque y al aumento de la productividad.

Las herramientas de la ingeniería industrial brindan a las empresas la oportunidad de observar las situaciones de un ángulo diferente, permitiéndoles encontrar opciones para mejorar sus procesos productivos. En este estudio, el diagrama de operaciones fue la herramienta más aplicada, contribuyendo en la búsqueda de la optimización del proceso de envasado.

Los diagramas de operaciones de proceso (DOP), permiten visualizar las etapas consecutivas del proceso productivo. En ellos se encuentra las operaciones y los tiempos necesarios del proceso de conversión de la materia prima a producto terminado. El DOP proporciona información exacta del proceso al supervisor. Este diagrama puede ser utilizado como una herramienta de apoyo en la inducción de operarios nuevos, logrando así que el operario comprenda sus funciones dentro de la línea de producción.

Al realizar este trabajo, se elaboraron los planos del área de producción estudiada. Por medio de estos planos se puede conocer la distribución del equipo de la planta, logrando así apreciar el área completa de la producción y el aprovechamiento del espacio.

La operación de armado de bolsa ocupaba treinta metros cuadrados de espacio. Al eliminar esta operación, el espacio se encuentra disponible para ser empleado en las necesidades futuras que la empresa presente. Las bolsas eran almacenadas e inventariadas en cajas. Al eliminar esta operación, disminuyó el trabajo de control de inventarios de bolsa armada y el espacio que éstas ocupaban está disponible para almacenar otros materiales.

Marco No.5

Conclusiones

- I Para la línea de productos envasados en empaque flexible se aumentó la capacidad de producción del área en un 100%.
- I El costo del material de empaque disminuyo en un 55%.
- I Disminuyó en un 43% el número de operarios necesarios para el proceso de envasado.
- I La productividad del área de trabajo se aumento en un 69%
- I La productividad por persona aumento en un 238%
- I Con los ahorros de material de empaque y mano de obra y el aumento en la capacidad de producción, se redujeron los costos.

Recomendación

- I Se recomienda organizar los demás procesos de envasado de los diversos productos, en líneas de producción, tal como la descrita en este estudio.
- I Con los ahorros obtenidos en el proceso de envasado se puede mantener un precio competitivo, que le permita a la empresa estar preparada para la competencia derivada de la globalización.

ANEXO No. 1

MAYONESA

La mayonesa es un aderezo alimenticio. El cual es una emulsión semi sólida preparada a base de aceite vegetal y huevo. Debe de contener no menos de un 65% de aceite vegetal.

La mayonesa lleva un ingrediente acidulante el cual puede ser vinagre y/o jugo de limón. Otros ingredientes opcionales para la elaboración de la mayonesa pueden ser: sal, especias (menos turmeric o asafrán), sabores naturales o glutanato monosódico. Se le puede agregar conservadores como calcio disódico EDTA, el cual puede usarse para preservar el color y el sabor.

Para mantener la mayonesa en fôrma óptima, se debe de considerar varios factores entre ellos:

Se debe de evitar que el producto se encuentre a temperaturas mayores de 30° C, debido a que ésta deshace la emulsión. Además, esta temperatura puede degradar el sabor, el color, la apariencia y el olor.

El producto no se puede congelar debido a que también se deshace la emulsión.

El oxígeno, la luz y las temperaturas, arriba de 30°C, pueden causar la oxidación de la mayonesa.

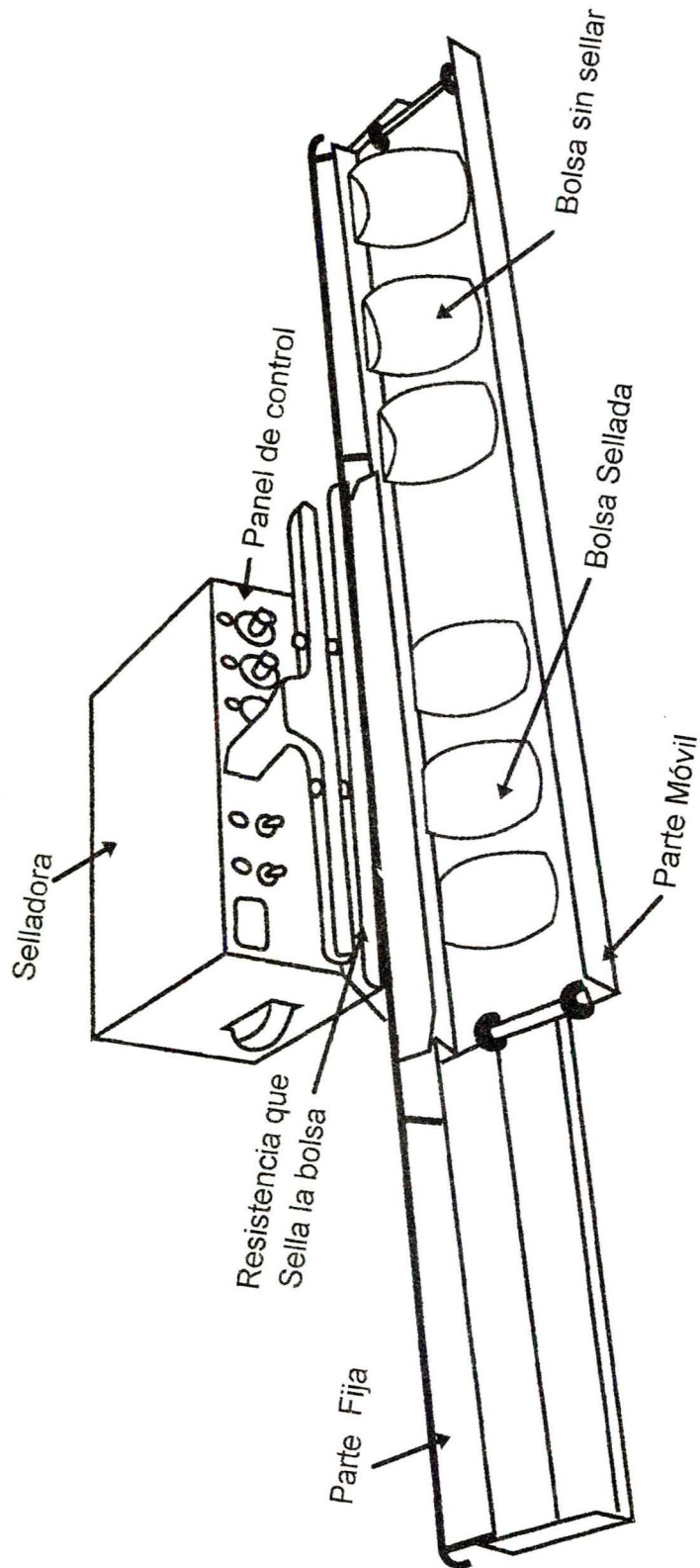
La vida de anaquel de la mayonesa es de aproximadamente nueve meses.

ANEXO No. 2

Materiales de Empaque

PROPIEDADES		POLIETILENO	POLIPROPILENO	POLIESTER
	<i>Densidad</i>	0.916 - 0.935 g/cm ³	0.90 g/cm ³	1.05 g/cm ³
	<i>Propiedades Físicas</i>	Es resistente a la tensión, al impacto, a romperse y a rasgarse. Mantiene estas propiedades a - 70°C.	La resistencia a la tensión es el doble que la del cast de polietileno de baja densidad, pero la resistencia a rasgarse es aproximadamente la mitad de éste. Presenta una baja resistencia al impacto debajo de los 0°C.	Es resistente a rasgarse y resiste el desgaste. La resistencia al impacto es alta y retiene esta propiedad a - 70°C.
	<i>Características</i>	Resistente, ligeramente translúcido Inoloro, insaboro y fácil de sellar con calor.	Tiene buena transparencia y brillo, pero al incrementar el grosor de esta lámina se pierde claridad. El material puede ser extruído.	Duro, fuerte y tiene una excelente transparencia, inerte a los componentes de la comida y buen aislante eléctrico. El sello, mediante calor, tiende a encoger el material; se obtienen mejores resultados si se lamina con polietileno de baja densidad.
	<i>Resistencia</i>	Al agua y al vapor de agua. Buena resistencia química, particularmente a los ácidos y soluciones inorgánicas.	La resistencia química es buena, particularmente tiene mejor resistencia a los aceites y grasas que los polietilenos.	La resistencia al vapor de agua es parecida a la del polietileno de baja densidad. Es químicamente resistente a los ácidos y alcalinos diluidos. Es resistente a un amplio rango de solventes. Tiene buena resistencia a los aceites y grasas.
	<i>Temperatura de Suavización</i>	Es un poco menor que la necesaria para hervir agua.	Es mayor que la del polietileno.	Es mayor que la del polipropileno.
	<i>Sensibilidad</i>	A los gases, los hidrocarburos, los hidrocarburos halogenados, a los aceites y a las grasas.	A los ácidos fuertes, los hidrocarburos y los hidrocarburos halogenados	Es un poco sensible a los gases y olores.
<i>Impresión</i>	Puede realizarse con diversos métodos luego de haber tratado la superficie con anterioridad.	Puede realizarse por medio de roto grabación o plexografía.	La superficie puede ponerse áspera utilizando métodos mecánicos, logrando así poder marcarla con lápiz o con tinta.	

ANEXO No. 3





DOY PACK

Marco No. 6

Referencias Bibliográficas

Adam, E, Ebert, R. (1991). Administración de la producción y las operaciones, 4a edición. México. Editorial Prentice Hall.

Briston, J.H. (1990). Plastics Films. 3ª edición. Singapoer, Longman Singapore Publishers (Pte) ltd.

Niebel, B. (1990). Ingeniería Industrial (Métodos, Tiempos y Movimientos). 3a edición. México. Ediciones Alfaomega S.A. de C.V.

Orellana, M. (1996). Optimización de Flujo de Materiales para una fábrica de Calzado. Guatemala. Tesis Inédita. Universidad Rafael Landívar.

Rivers, G. (1987). Reorganización de la Planta y Línea de Producción para el aumento de la Productividad de una Empresa de Servicios Eléctricos. Guatemala. Tesis Inédita. Universidad Rafael Landívar.

Stadelman, W., Cotterill, O., (1990) Egg Science and Technology, USA, Food Product Press.

Tawfik, L., Chauvel, A. (1984) Administración de la Producción, México, Editorial Interamericana MacGraw-Hill.