



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

**INCREMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD EN EL PROCESO DE
ETIQUETADO, MEDIANTE HABILITACIÓN Y MANTENIMIENTO DE
ETIQUETADORA ANKER INNOKET ROLAND**

César Rafael Ponce Santos

Asesorado por el Ing. Álvaro Eduardo Morataya Berduo

Guatemala, abril de 2010

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**INCREMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD EN EL PROCESO DE
ETIQUETADO, MEDIANTE HABILITACIÓN Y MANTENIMIENTO DE
ETIQUETADORA ANKER INNOKET ROLAND**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR:

CÉSAR RAFAEL PONCE SANTOS

ASESORADO POR EL ING. ÁLVARO EDUARDO MORATAYA BERDUO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO MECÁNICO INDUSTRIAL

GUATEMALA, ABRIL DE 2010

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Inga. Alba Maritza Guerrero de López
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Luis Pedro Ortiz de León
VOCAL V	Br. José Alfredo Ortiz Herincx
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez
EXAMINADOR	Ing. Mynor Armando Dardón
EXAMINADOR	Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

INCREMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD EN EL PROCESO DE ETIQUETADO, MEDIANTE HABILITACIÓN Y MANTENIMIENTO DE ETIQUETADORA ANKER INNOKET ROLAND,

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, 12 de noviembre de 2008.

César Rafael Ponce Santos

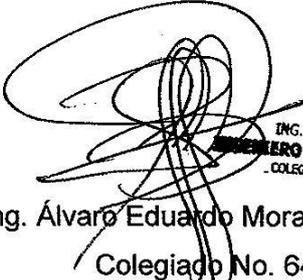
Guatemala 10 de noviembre de 2009

Ing. Francisco Gómez Rivera
Director de Escuela Mecánica Industrial
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos de Guatemala

Por medio de la presente me es grato comunicarle que se procedió a la asesoría y revisión del trabajo de graduación titulado: **“INCREMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD EN EL PROCESO DE ETIQUETADO MEDIANTE HABILITACIÓN Y MANTENIMIENTO DE ETIQUETADORA ANKER INNOKET ROLAND”** desarrollado por el estudiante César Rafael Ponce Santos.

Considero que el trabajo realizado cumple con los objetivos establecidos llenando los requisitos académicos y de práctica necesaria, en virtud de lo cual, lo doy por aprobado solicitando darle el trámite correspondiente.

Atentamente,


ING. ALVARO MORATAYA
INGENIERO MECANICO INDUSTRIAL
COLEGIADO ACTIVO No. 6434
Ing. Álvaro Eduardo Morataya Berduo
Colegiado No. 6434
ING. ALVARO MORATAYA
INGENIERO MECANICO INDUSTRIAL
COLEGIADO ACTIVO No. 6434

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **INCREMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD EN EL PROCESO DE ETIQUETADO MEDIANTE HABILITACIÓN Y MANTENIMIENTO DE ETIQUETADORA ANKER INNOKET ROLAND** presentado por el estudiante universitario César Rafael Ponce Santos, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

María Martha Wolford Estrada
Ingeniera Industrial
Colegiada 8659

Ing. María Martha Wolford
Catedrática Revisora de Trabajos de Graduación
Escuela Mecánica Industrial

Guatemala, Febrero de 2010.

/agrm

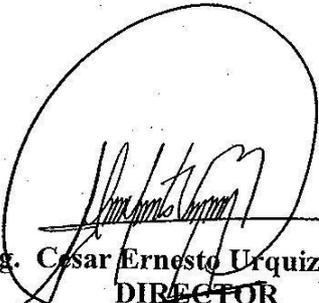
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **INCREMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD EN EL PROCESO DE ETIQUETADO, MEDIANTE HABILITACIÓN Y MANTENIMIENTO DE ETIQUETADORA ANKER INNOKET ROLAND**, presentado por el estudiante universitario **César Rafael Ponce Santos**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”


Ing. Cesar Ernesto Urquiza Rodas RECCION
DIRECTOR
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, abril de 2010.

/mgp

Universidad de San Carlos
De Guatemala



Facultad de Ingeniería
Decanato

Ref. DTG.126.2010

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al trabajo de graduación titulado: **INCREMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD EN EL PROCESO DE ETIQUETADO, MEDIANTE HABILITACIÓN Y MANTENIMIENTO DE ETIQUETADORA ANKER INNOKET ROLAND**, presentado por el estudiante universitario **César Rafael Ponce Santos**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
DECANO



Guatemala, abril de 2010

/cc

ACTO QUE DEDICO A:

DIOS

Por estar conmigo en todo momento y en todas las etapas de mi vida, a ÉL dedico este triunfo alcanzado y los que vendrán.

MIS PADRES

Por brindarme su apoyo sin reservas, mi madre Rosa Carlota Santos y mi padre César Augusto Ponce, que me han cuidado y brindado cariño en todo tiempo.

MIS HERMANOS

Karla Ponce, por ayudarme en todo lo que he necesitado y Fernando Ponce, por ser un excelente amigo.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

Por formarme como profesional y brindarme todo conocimiento adquirido.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

AGRADECIMIENTOS A:

FACULTAD DE INGENIERÍA	Por brindarme los conocimientos en el campo de la ingeniería.
MIS AMIGOS	Por su amistad sincera y no dejarme atrás, por sufrir juntos y apoyarme en todos mis proyectos.
MI ASESOR	Por brindarme su ayuda y conocimientos que serán de utilidad a lo largo de mi profesión.
INGENIEROS	Álvaro Guerra, Rafael Vidaurre, Edgar Calderón y Walter Mayen, por ayudarme de manera desinteresada.
MARCO TULIO GUERRA	Por sus excelentes consejos y su apoyo incondicional.

ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA INDUSTRIAL

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
GLOSARIO	IX
RESUMEN	XIII
OBJETIVOS	XV
INTRODUCCIÓN	XVII
1. ANTECEDENTES GENERALES DE LOS PROCESOS DE ETIQUETADO	1
1.1. Importancia del etiquetado en el producto	4
1.2. Información general del proceso de etiquetado	4
1.2.1. Tipos de etiquetadoras	6
1.3. Etiquetadora Anker Innoket Roland	11
1.3.1. Fallas comunes en etiquetadora Anker Innoket Roland	12
1.4. Tipos de mantenimiento	13
1.4.1. Mantenimiento predictivo	14
1.4.1.1. Ventajas del mantenimiento predictivo	14
1.4.2. Mantenimiento preventivo	15
1.4.2.1. Ventajas del mantenimiento preventivo	16
1.4.3. Mantenimiento correctivo	17
1.4.4. Mantenimiento mejorativo	19
1.5. Factores que subrayan la importancia del mantenimiento	19
1.5.1. Una creciente mecanización	20
1.5.2. Aumento de inventarios de repuestos	20
1.5.3. Controles más estrictos de producción	21
1.5.4. Plazo de entrega cortos	22

1.5.5. Exigencias crecientes de buena calidad	23
1.5.6. Costos mayores	24
1.6. Costos involucrados en el proceso de etiquetado	25
1.6.1. Costo de mantenimiento	25
1.6.2. Costo de mano de obra	25
1.6.3. Costo de energía eléctrica	26
1.7. Diagrama de operaciones de proceso	27
1.8. Diagrama de flujo	30
1.9. Diagrama de recorrido	31
1.10. Análisis de operaciones	33
2. DIAGNÓSTICO DE LOS PROCESOS DE ETIQUETADO	35
2.1. Análisis del sistema actual de etiquetado	35
2.1.1. Secuencia manual de etiquetado	35
2.2. Maquinaria utilizada en el proceso de etiquetado	36
2.2.1. Llenadoras simplex	37
2.2.2. Bandas transportadoras	38
2.2.3. Taponadora	39
2.2.4. Selladora de tapón	40
2.3. Método actual de trabajo	43
2.3.1. Diagrama de operaciones actual	43
2.3.2. Diagrama de flujo actual	48
2.3.3. Diagrama de recorrido actual	51
2.4. Análisis de costos de operación actual	53
2.4.1. Costos de mantenimiento actual	55
2.4.2. Costos de mano de obra actual	56
2.4.2.1. Costo manual	56
2.5. Talleres de mantenimiento	57
2.5.1. Herramientas de los talleres	57

3. PROPUESTA DE MEJORA	61
3.1. Análisis financiero	61
3.1.1. Costo en etiquetado manual	62
3.1.2. Inversión en maquinaria nueva	63
3.1.3. Inversión en habilitación de maquinaria	64
3.1.4. Selección de la mejor alternativa	65
3.2. Costos de habilitación de etiquetadora	67
3.2.1. Diagnóstico de la máquina	69
3.2.1.1. Costos de piezas faltantes	70
3.2.1.2. Costos de piezas con fallas	78
3.2.1.3. Costos de mantenimiento	79
3.2.1.4. Costo de consumo energético	80
3.2.1.5. Costo automatizado	81
3.2.2. Puesta en marcha	82
3.2.2.1. Modificaciones a piezas con fallas	82
3.2.2.2. Diseño e instalación de piezas a fabricar.	85
3.3. Método propuesto de trabajo	85
3.3.1. Diagrama de operaciones propuesto	86
3.3.2. Diagrama de flujo propuesto	88
3.3.3. Diagrama de recorrido propuesto	90
3.4. Análisis de productividad	92
4. IMPLEMENTACIÓN DE LA MEJORA	93
4.1. Plan de capacitación a operarios	93
4.1.1. Instructivo del uso de máquina	94
4.2. Seguridad Industrial en el uso de etiquetadora	95
4.2.1. Normas de seguridad para el uso de máquina	96

4.2.2. Equipo de seguridad	98
4.3. Creación del stock de repuestos	100
4.3.1. Listado de repuestos de etiquetadora	102
5. SEGUIMIENTO Y CONTROL	107
5.1. Plan de mantenimiento	107
5.1.1. Mantenimiento preventivo	109
5.1.1.1. Programa de mantenimiento preventivo	111
5.1.2. Mantenimiento correctivo	112
5.1.2.1. Pasos a seguir según fallas dadas	112
5.2. Muestreo para el control del proceso.	114
5.2.1. Control de calidad	114
5.2.2. Correcciones	115
CONCLUSIONES	117
RECOMENDACIONES	119
BIBLIOGRAFÍA	121
APÉNDICE	123

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1. Etiquetadora para cajas	7
2. Etiquetadora para palets	7
3. Etiquetadora para sacos	8
4. Etiquetadora de frascos y tarros	9
5. Etiquetadora-impresora	10
6. Llenadora simplex	38
7. Banda transportadora	39
8. Taponadora	40
9. Selladora de tapón	42
10. Diagrama de operaciones actual	47
11. Diagrama de flujo actual	50
12. Diagrama de recorrido actual	52
13. Representación de los costos fijos y variables	54
14. Etiquetadora Anker Innoket Roland	63
15. Bomba engomadora	64
16. Eje sujetor	70
17. Transmisión de potencia	71
18. Placa sujeta-etiquetas	71
19. Tuerca sujetadora de corredera	72
20. Tornillo sujetador de corredera	73
21. Placa pared	73
22. Eje con tuerca	74
23. Placa ajusta etiquetas	75
24. Brida de sujeción	75

25. Unidad de mantenimiento	76
26. Carrito presiona etiqueta	77
27. Placa presiona etiquetas	77
28. Tornillo regulador de altura	78
29. Embobinador de etiquetas	79
30. Embobinador	83
31. Regulador de altura	84
32. Diagrama de operaciones propuesto	87
33. Diagrama de flujo propuesto	89
34. Diagrama de recorrido propuesto	91
35. Formato de solicitud de ajuste y/o reparación	108
36. Formato de reporte de fallas	113
37. Bandeja receptora de cola	125
38. Base sujetadora de bandeja receptora	126
39. Carrito presiona etiquetas	126
40. Sujetador de carrito de etiquetas	127
41. Base presiona etiquetas	127
42. Eje sujetador	128
43. Plancha receptora de producto	128
44. Ventiladores de selladora de tapón	129
45. Cotización de etiquetadora	130

TABLAS

I	Costo de etiquetado manual	52
II	Beneficio en habilitación de etiquetadora respecto a compra de una nueva	65
III	Costos mensuales de etiquetado	66
IV	Costos de habilitación de etiquetadora	68
V	Costos de mantenimiento	80
VI	Costo de consumo energético	81
VII	Costo automatizado	82
VIII	Repuestos de unidad de rodillo de cola	102
IX	Repuestos de lechos de los rodillos de cola	103
X	Unidad de mantenimiento completa de dos partes	104
XI	Repuestos de bomba de cola TP-10	105

GLOSARIO

Metacrilato de metilo

Polímero (unión de moléculas idénticas) termoplástico (plástico moldeable al calor) del ácido metacrílico y derivados. Compuesto químico de fórmula $C_5H_8O_2$ utilizado para producir polimetilmetacrilato (PMMA), conocido comúnmente como plástico acrílico.

Poliestireno

Polímero termoplástico que se obtiene de la polimerización (proceso químico por el que los compuestos de bajo peso molecular se agrupan químicamente entre sí) del estireno

Alcohol isopropílico

Alcohol que se utiliza como antioxidante del material, También llamado isopropanol, es un alcohol incoloro compatible con el agua. Su fórmula química semidesarrollada es $H_3C-HCOH-CH_3$.

Nafta

Mezcla de hidrocarburos derivada del petróleo.

Hexano

Hidrocarburo (compuesto bioquímico formado por carbono e hidrogeno) alifático alcano con seis átomos de carbono. Su forma química es: C_6H_{14} .

Termoformado

Proceso de formación de hojas de material termoplástico, que consiste en calentar el material hasta el punto de reblandecimiento para luego obligarlo a que tome la forma de un molde, por medio de presión, de vacío o de ambos.

Neumática

Rama de la mecánica que usa conductores de aire y compresores para producir movimiento.

HP

Unidad de potencia (caballos de fuerza), utilizada para describir la cantidad de trabajo por unidad de tiempo.

RPM

Unidad de medida (revoluciones por minuto) utilizada para describir movimiento circular.

Tungsteno

Metal de corteza terrestre, se encuentra en forma de óxido y de sales en ciertos minerales. Elemento químico de número atómico 74 que se encuentra en el grupo 6 de la tabla periódica de los elementos. Su símbolo es W.

Ergonomía

Ciencia que se encarga de adaptar el cuerpo humano a las tareas y las herramientas de trabajo.

Polimerización

Unión química de dos o más moléculas para formar moléculas más grandes

Extrusión

Procedimiento de fabricación de piezas que consiste en moldearlas en caliente pero sometiéndolas a una determinada presión.

RESUMEN

Se darán a conocer los aspectos históricos e importantes de los procesos de etiquetado, su beneficio y el impacto que causa en el mercado la calidad del producto terminado, como afecta en la reducción de costos y como pueden ayudar los procesos automatizados a mejorar las entregas de los pedidos urgentes.

Se analizará la situación del etiquetado actual dentro de la empresa, hoy por hoy existen dos procesos de etiquetado: uno manual y el otro automatizado. También se analizará cuáles son las maquinarias que se colocarán dentro de la línea de producción para automatizar el proceso manual que actualmente se tiene dentro de la empresa.

Se determinará cuál será la alternativa de mejora al proceso; si será mejor comprar una máquina nueva, habilitar la máquina que actualmente se encuentra sin uso o, si seguir con el método manual de etiquetado. Luego de justificar la elección se realizará la propuesta y la puesta en marcha de la elaboración del proyecto con la mejor elección.

Se implementará la innovación de la mejor alternativa y se realizará el estudio correspondiente a la colocación de la máquina con todos los equipos que se necesitan para ponerla a funcionar. Así como también, se realizará un plan de capacitación a los operarios que estarán manipulando el equipo para su uso adecuado, también se darán normas de seguridad para hacer uso seguro de la máquina, para evitar accidentes lamentables.

Se establecerá un seguimiento a las mejoras planteadas, para mantener un estándar en la calidad del producto y para hacer una adecuada utilización del equipo que realizará el proceso. También se definirá un plan de mantenimiento que permitirá que la máquina siga operando en todo momento sin que hayan paros y se estarán realizando muestreos para tener un estándar de calidad en el producto terminado permitiendo de esta manera una mayor competitividad en el mercado.

OBJETIVOS

GENERAL:

Realizar una propuesta de incremento de la productividad en el proceso de etiquetado manual, mediante la habilitación y mantenimiento de una máquina etiquetadora en el proceso.

ESPECÍFICOS:

1. Determinar la producción que se tendrá con la habilitación de la máquina etiquetadora, ya que se estará implementando un método automatizado.
2. Establecer un programa de mantenimiento preventivo que se le deberá realizar a la máquina etiquetadora, para reducir costos en reparaciones.
3. Evaluar la cantidad de operarios que se necesitarán para la operación de etiquetado automatizado.
4. Realizar un estudio de costos que justifique la habilitación de la máquina etiquetadora, ya que la necesidad de otra máquina es muy alta.
5. Realizar diseños e inventario de piezas de la etiquetadora que servirán para hacer funcionar la misma.
6. Determinar la cantidad de piezas necesarias que siempre deberá de existir en el stock de repuestos, para evitar retrasos en las reparaciones debidas.
7. Elaborar un plan de capacitación a operarios para que hagan uso correcto de la etiquetadora, y obtener altos niveles de producción.

INTRODUCCIÓN

Actualmente se necesita de innovaciones o habilitaciones de procesos que aumenten la productividad y que ayuden a disminuir costos, es por eso que las empresas deberán evaluar las diferentes alternativas, con el fin de utilizar adecuadamente los recursos con los que cuentan.

Los procesos que se realizan de forma automatizada en la actualidad, son los que benefician en gran manera a obtener mayores márgenes de utilidades y también los que logran tener un buen estándar de calidad en cada uno de los productos terminados.

El proceso de etiquetado automatizado desempeña un papel muy importante, por esta razón se deberán realizar las mejoras pertinentes a los equipos que actualmente se encuentran abandonados; a fin de minimizar las dificultades con los plazos de entrega, ya que estos son más exigentes cada día.

Con sistemas manuales de etiquetado se obtienen costos mayores, debido a que se deberá contar con un gran número de personal que realice este proceso. De esta forma es que se obtienen costos mayores porque los costos de planilla son muy representativos dentro de cualquier empresa.

El estudio será de mucha utilidad tanto a la empresa como al estudiante universitario o profesional que quieran implementar métodos nuevos de trabajo o para desarrollar propuestas de mejoras. Con este proyecto se podrán seguir una serie de etapas para desarrollar un buen estudio y saber cuáles son las ventajas de tener sistemas confiables de producción.

1. ANTECEDENTES GENERALES DE LOS PROCESOS DE ETIQUETADO

El objetivo del etiquetado de los productos alimenticios es garantizar a los consumidores una información completa sobre el contenido y la composición de dichos productos, a fin de proteger su salud y sus intereses.

La etiqueta puede contener también información relativa a una característica determinada, como el origen del producto o el método de producción. Algunos alimentos son, además, objeto de una normativa específica, como los organismos modificados genéticamente, los alimentos alergénicos, los alimentos para bebés o determinadas bebidas.

El etiquetado de algunos productos no alimenticios también debe contener información específica, a fin de garantizar la seguridad de su utilización y permitir que el consumidor pueda realmente elegir.

Por otro lado, el embalaje de los productos alimenticios debe cumplir una serie de criterios de fabricación para no contaminar los productos.

Los productos alimenticios envasados cumplen normas armonizadas obligatorias sobre el etiquetado y la publicidad. Entre los datos obligatorios que deben figurar en el etiquetado se hallan, por ejemplo, la denominación de venta del producto, la lista y la cantidad de los ingredientes, los posibles alérgenos, la duración mínima del producto y las condiciones de conservación.

Principios del etiquetado nutricional

- Declaración de nutrientes.

Uno de los principales objetivos del etiquetado es el suministro de información a los consumidores del contenido de los nutrientes incluidos en el alimento y que son considerados de importancia nutricional. Existen etiquetas con declaraciones de contenidos de nutrientes como por ejemplo: Fuente de hierro, con omega-3, etc. Existen etiquetas con propiedades comparativas, como por ejemplo: reducido, aumentado, etc. Por declaración de propiedades relativas a la función de los nutrientes, como: El hierro es un factor en la formación de los glóbulos rojos.

Fechas. Generalmente se habla de diferentes fechas orientadas a los distribuidores y comerciantes, no al consumidor final, estas fechas son: la fecha de fabricación; que es la fecha en que la que el alimento se elabora, la fecha de envasado; que es la fecha en la que se coloca el alimento en el envase sobre el que finalmente se comercializará, la fecha límite de venta; es la última fecha en que se debe ofrecer el alimento para la venta, tras ella debe haber un plazo de almacenamiento en el hogar (generalmente meses).

Otras fechas son de mayor interés para el consumidor final como: Fecha de duración mínima ("consumir preferentemente antes de") que es la fecha por la que, siempre que se hayan dado determinadas condiciones de almacenamiento, la conservación garantiza su ingesta, siendo comercializable. No obstante, tras esa fecha el alimento envasado puede estar todavía con calidad satisfactoria, siendo la probabilidad menor cuanto más alejado nos encontremos de esa fecha. Otra fecha (menos habitual) es la "fecha límite de utilización" (o también: fecha límite de consumo recomendada, fecha de caducidad), es la fecha tras la cual el producto, bajo suposición de haber sido almacenado en las condiciones apropiadas, no tendrá muy probablemente las

cualidades de calidad que normalmente se esperan. Tras esta fecha no se considera el alimento comercializable.

- Información nutricional complementaria.

Es información nutricional añadida que ayudará al consumidor la comprensión del valor nutritivo del alimento, no se considerará sustitutiva a la declaración de ingredientes, sino complementaria y su contenido dependerá de los países.

Es necesario asegurar que el etiquetado nutricional complementario no describa un producto, ni presente información sobre el mismo que sea de algún modo falsa, equívoca, engañosa o carente de significado en algún aspecto, por lo que se hace imprescindible reglamentar los requisitos para el empleo de la información nutricional complementaria en los rótulos de los alimentos acondicionados para ofrecerlos al consumidor. Es cualquier expresión y/o representación que afirme, sugiera o implique que un alimento posee propiedades nutricionales particulares, específicamente pero no sólo en relación a su valor energético y su contenido de proteínas, grasas, carbohidratos y fibra alimentaria, así como también su contenido de vitaminas y minerales.

No se considera información nutricional complementaria:

- a. La mención de sustancias en la lista de ingredientes
- b. La mención de nutrientes como parte obligatoria del rotulado nutricional.
- c. La declaración cuantitativa o cualitativa de algunos nutrientes o ingredientes o del valor energético en el rotulado cuando sea exigido por la legislación específica.

- Etiquetado nutricional

El etiquetado nutricional no deberá dar a entender deliberadamente que los alimentos presentados con tal etiqueta tienen necesariamente alguna ventaja nutricional con respecto a los que no se presenten así etiquetados.

Las operaciones principales de una etiquetadora dependen del tipo, pero a nivel general el diagrama de operaciones es similar y podría clasificarse en las siguientes operaciones.

1. Alimentación de etiquetas desde el almacén o rollo.
2. Recogida de etiquetas, generalmente se realiza por succión con aire comprimido o adhesivo secundario.
3. Aplicación del adhesivo de cobertura total, o en tiras sobre la etiqueta o el envase.
4. Presionado de la etiqueta en el envase con almohadillas, aire comprimido, correa o cepillo. Existen las que posicionan y sujetan el envase con movimiento rotativo. Los envases son sostenidos por un tambor rotatorio, mediante el movimiento en línea recta de una cinta transportadora rueda en estrella o mecanismo de tornillo.

1.1. Importancia del etiquetado en el producto

El etiquetado de alimentos es el principal medio de comunicación, por una parte entre los productores de alimentos y los consumidores finales. El etiquetado suele ser cualquier documento, bien sea escrito, impreso o gráfico que contiene la etiqueta del alimento, siendo la etiqueta una información que acompaña o se expone cerca durante su venta, se considera etiqueta alimenticia incluso la información empleada en la venta o comercialización del mismo.

Las normas de etiquetado de alimentación están sometidas al derecho alimentario propio de cada país, no obstante existen organismos internacionales como la FAO (organización específica de la ONU) que armonizan un conjunto de buenas prácticas que sirve de referencia común a los países. Las normas no pueden aplicarse por igual a todos los productos, algunos de ellos (como por ejemplo el vino, o los alimentos transgénicos) tienen normativas específicas.

1.2. Información general del proceso de etiquetado

El etiquetado de los productos alimentarios debe estar presente en el envase y no debe inducir a error al consumidor. Los datos de las características del producto, el origen, la composición, la forma de obtención y la caducidad deben ser muy claros. No se permite atribuir al producto alimentario propiedades que no tengan, de tipo terapéutico (salvo algunas excepciones), ni destacar propiedades especiales si todos los productos de su tipo las tienen.

La etiqueta de los productos alimentarios debe indicar, como mínimo:

- La denominación de venta del producto.
- Los ingredientes y el peso que tienen en el producto, en orden decreciente.
- El porcentaje de alcohol, si su volumen supera el 1,2%.
- La fecha de duración mínima o fecha de caducidad de los productos muy perecederos.
- El peso o la cantidad neta en la mayoría de productos envasados (l, cl, ml, kg, g).
- Las condiciones de obtención y de tratamiento del producto (si contiene ingredientes modificados genéticamente o irradiados, productos envasados en atmósfera protectora).

- Las condiciones especiales de conservación y utilización.
- La manera de consumir el producto.
- La identificación del lote del producto.
- El país de origen del producto cuando sea de fuera de la Unión Europea.
- La identificación de la empresa (nombre, razón social o denominación del fabricante o envasador).
- En algunos productos, como la fruta envasada, debe indicarse el número de registro sanitario del envasador.
- El código de los aditivos. Actualmente no es necesario incluir el nombre completo de los aditivos, pero próximamente existirá la obligación de detallar las sustancias que puedan ser perjudiciales para determinadas enfermedades o alergias de los consumidores (azúcar, gluten, etc.)

1.2.1. Tipos de etiquetadoras

Por sus aplicaciones existen las siguientes etiquetadoras:

- Etiquetadoras para cajas

Llevan incorporado un aplicador de etiquetas para cajas multifuncional, flexible y adaptable a todo tipo de aplicaciones debido a sus diferentes palas aplicadoras. Tipos: Lineal, 90°, pala rápida y expulsión.

Impresora-aplicadora de etiquetas para cajas. Impresión con etiquetas térmicas y por termo transferencia de cinta negra.

Figura 1. **Etiquetadora para cajas**



Fuente: www.directindustry.es

- Etiquetadoras para palets

Palets; impresión por termo transferencia o térmica.

Tamaño etiquetas: Máx. 150 x 220 mm (Din-A5)

Figura 2. **Etiquetadora para palets**



Fuente: www.hotfrog.es

- Etiquetadoras para sacos

Impresión por termo transferencia.

Dispensación sobre saco en dinámico.

Figura 3. Etiquetadora para sacos



Fuente: www.vulka.es

- Etiquetadoras de frascos y tarros

Por encima de 60 etiquetas o envases/min., las máquinas de etiquetado automáticas son adecuadas. Necesitan un operario que lleve la botella a la máquina, la cual encola y pega la etiqueta en una vuelta. Aparte del método de manejo del envase, existen tres sistemas diferentes de aplicación del adhesivo, comunes en todas las etiquetadoras automáticas para tarros y frascos:

- Aplicación directa del adhesivo a las etiquetas, éstas están sujetas a la máquina mediante pinzas.

- Aplicación del adhesivo mediante plancha giratoria que, en una vuelta aplica el adhesivo a la etiqueta.
- Impregnación ligera del adhesivo en botellas, pegando a continuación la etiqueta al tarro.

Según la aplicación de la etiqueta, número y posición, si ha de despegarse o no en el lavado, etc., se seleccionará un método u otro.

Figura 4. **Etiquetadora de frascos y tarros**



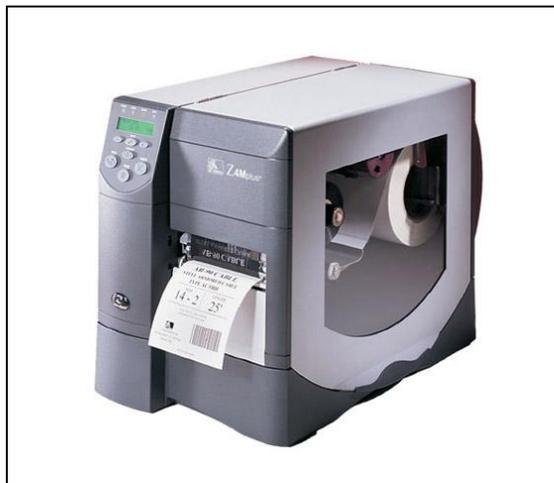
Fuente: www.gycpack.com.ar

- Etiquetadoras-Impresoras

Este tipo de máquinas permite la aplicación automática de las etiquetas. Este tipo de impresoras son por transferencia térmica, incluyendo la opción de distintas anchuras de cabezal y velocidad. El control incorporado a la etiquetadora permite la aplicación automática de la etiqueta una vez impresa, sin que el ordenador deba gestionar nada más que la simple impresión de la etiqueta con el envío de su formato y de los datos variables de cada impresión.

Este tipo de etiquetadoras automáticas con impresión, no sólo incorporan una impresora de etiquetas, sino también un potente ordenador industrial alojado en un armario de cuadro eléctrico, lo que las dota de una total autonomía a la hora de conformar un puesto de etiquetado automático, no necesitando de ningún elemento auxiliar de control para realizar su función, ya que permiten y llevan integrado el control de las cintas de transporte de piezas y/o cajas o palets a etiquetar.

Figura 5. **Etiquetadora-impresora**



Fuente: www.macsacom.com

1.3. Etiquetadora Anker Innoket Roland

La etiquetadora Anker Innoket Roland es una máquina rotativa para recipientes cilíndricos o con contornos, con etiquetas envolventes (wrap-around), ideal para la industria de bebidas, comida y no-comida. La variedad de aplicación cubre latas, potes, botellas, recipientes plásticos y otros, pudiendo utilizarse etiquetas de papel o plástico.

La etiquetadora KHS Anker Innoket Roland HS es impresionante con su gama de atributos; empezando por el magazín de etiquetas ajustable, que asegura la economía de tiempo y formatos cuando se está trabajando con etiquetas de diferentes tamaños. La etiquetadora también posee ajuste automático del tambor de cola, que es perfectamente sincronizado con la colocación de las etiquetas, de acuerdo con su tamaño. Opcionalmente, trabajar con rocío en vez de tambor de cola. Además es importante mencionar que tiene el comando del tambor de cola por frecuencia controlada, garantizando la perfecta aplicación de la etiqueta sobre toda la gama de velocidad de la máquina.

Como estándar, la etiquetadora KHS Anker Innoket Roland HS está equipada con sistema de control de velocidad sin pasos (stepless), que es electrónicamente controlada a través de un comando de control de frecuencia. La máquina es construida en acero-inoxidable, resistente a corrosión, y funciona sin vibración.

1.3.1. Fallas comunes en etiquetadora Anker Innoket Roland

Las posibles fallas en el etiquetado pueden ser de diferente índole:

- **Etiqueta desplazada respecto al lomo del producto.**

Es por altura de segmentos en la estación o puede ser también por desajuste en la caja porta etiquetas cuando se realiza un cambio en la presentación del producto.

- **Falta de adhesivo.**

Sucede cuando se hacen cambios de cubetas de adhesivo (cambio de lotes de producción) y este no tiene la viscosidad adecuada (características requeridas en el proceso), no manteniendo una película constante en el rodillo que alimenta los segmentos. Además por falla de la bomba de pegamento.

- **Etiqueta mal encolada o arrugada.**

Se ocasiona debido a que la banda que transporta la etiqueta con el pegamento correspondiente este deteriorada o demasiado sucia.

- **Caída de envase**

Esto sucede cuando un envase viene apachado de la cavidad inferior (de la base) o de los lados, ocasionando que éste quede trabado entre las bases que soportan el envase.

- **Acumulación de envases en encajonadora**

Esto sucede cuando en el siguiente proceso se tiene algún problema, parando de inmediato (este ocasiona una reacción en cadena parando toda la línea de producción).

- **Ajustes mecánicos**

Esto sucede cuando se realiza un cambio de presentación, o cuando existe vibración excesiva en los ejes de los segmentos.

- **Falta de envases**

Esto sucede cuando se tiene problemas en alguna estación de trabajo anterior a esta.

- **Etiqueta encolada en un producto que no corresponde.**

Podría suceder por variación en la presión del aire comprimido, debido a fugas de aire o mala alimentación de origen. Dando como resultado que la etiqueta resulte en un envase anterior o posterior.

- **Ausencia de etiqueta.**

Puede suceder cuando existe una diferencia entre el tamaño estándar y el tamaño real (caja porta etiqueta) de la etiqueta o contra etiqueta o cuando el envase viene manchado de los costados no permitiendo que el adhesivo haga su trabajo sobre el mismo.

1.4. Tipos de mantenimiento

Existen cuatro tipos reconocidos de operaciones de mantenimiento, los cuales están en función del momento en el tiempo en que se realizan, el objetivo particular para el cual son puestos en marcha, y en función a los recursos utilizados. De estos cuatro sólo se verán tres tipos para el caso de estudio, así tenemos:

1.4.1. Mantenimiento predictivo

El mantenimiento predictivo es una técnica para pronosticar el punto futuro de falla de un componente de una máquina, de tal forma que dicho componente pueda reemplazarse, con base en un plan, justo antes de que falle. Así, el tiempo muerto del equipo se minimiza y el tiempo de vida del componente se maximiza.

Esta técnica supone la medición de diversos parámetros que muestren una relación predecible con el ciclo de vida del componente. Algunos ejemplos de dichos parámetros son los siguientes:

- Vibración de cojinetes
- Temperatura de las conexiones eléctricas
- Resistencia del aislamiento de la bobina de un motor

El uso del mantenimiento predictivo consiste en establecer, en primer lugar, una perspectiva histórica de la relación entre la variable seleccionada y la vida del componente. Esto se logra mediante la toma de lecturas (por ejemplo la vibración de un cojinete) en intervalos periódicos hasta que el componente falle.

1.4.1.1. Ventajas del mantenimiento predictivo

Existen numerosas ventajas del mantenimiento predictivo, pero las más importantes se enumeran a continuación:

- Reduce los tiempos de parada.
- Permite seguir la evolución de un defecto en el tiempo.
- Optimiza la gestión del personal de mantenimiento.

- La verificación del estado de la maquinaria, tanto realizada de forma periódica como de forma accidental, permite confeccionar un archivo histórico del comportamiento mecánico.
- Conocer con exactitud el tiempo límite de actuación que no implique el desarrollo de un fallo imprevisto.
- Toma de decisiones sobre la parada de una línea de máquinas en momentos críticos.
- Confección de formas internas de funcionamiento o compra de nuevos equipos.
- Permitir el conocimiento del historial de actuaciones, para ser utilizada por el mantenimiento correctivo.
- Facilita el análisis de las averías.
- Permite el análisis estadístico del sistema.

1.4.2. Mantenimiento preventivo

El mantenimiento preventivo consiste en la revisión periódica de ciertos aspectos, en general se ocupa en la determinación de condiciones operativas, de durabilidad y de confiabilidad de un equipo en mención este tipo de mantenimiento nos ayuda en reducir los tiempos que pueden generarse por mantenimiento correctivo.

El mantenimiento preventivo es la programación de inspecciones, tanto de funcionamiento como de seguridad, ajustes, reparaciones, análisis, limpieza, lubricación, calibración, que deben llevarse a cabo en forma periódica en base a un plan establecido y no a una demanda del operario o usuario.

La característica principal de este tipo de mantenimiento es la de inspeccionar los equipos y detectar las fallas en su fase inicial, y corregirlas en el momento oportuno.

Su propósito es prever las fallas manteniendo los sistemas de infraestructura, equipos e instalaciones productivas en completa operación a los niveles y eficiencia óptimos.

Con un buen mantenimiento preventivo, se obtiene experiencias en la determinación de causas de las fallas repetitivas o del tiempo de operación seguro de un equipo, así como a definir puntos débiles de instalaciones, máquinas, etc.

1.4.2.1. Ventajas del mantenimiento preventivo

Las ventajas de este tipo de mantenimiento son varias, a continuación se enumeran algunas:

- Seguridad: Las obras e instalaciones sujetas a mantenimiento preventivo operan en mejores condiciones de seguridad.
- Vida útil: Una instalación tiene una vida útil mayor que la que tendría con un sistema de mantenimiento correctivo.
- Coste de reparaciones: Es posible reducir el costo de reparaciones si se utiliza el mantenimiento preventivo.
- Inventarios: También es posible reducir el costo de los inventarios, empleando el sistema de mantenimiento preventivo.
- Carga de trabajo: La carga de trabajo para el personal de mantenimiento preventivo es más uniforme que en un sistema de mantenimiento correctivo.

- **Aplicabilidad:** Mientras más complejas sean las instalaciones y más confiabilidad se requiera, mayor será la necesidad del mantenimiento preventivo.

Se estima que una sana combinación de mantenimiento correctivo y preventivo puede reducir los costos en 40 a 50 %. Hay que recordar que entre los costos indirectos están: pérdida de prestigio por incumplimiento de programas de producción y entregas, primas por accidentes, litigios y demandas, desmotivación a la calidad y productividad, etc.

1.4.3. Mantenimiento correctivo

No planificado

El mantenimiento correctivo consiste en la corrección de las averías o fallas, cuando éstas se presentan, y no planificadamente, al contrario del caso de mantenimiento preventivo.

Esta forma de mantenimiento impide el diagnóstico fiable de las causas que provocan la falla, pues se ignora si falló por mal trato, por abandono, por desconocimiento del manejo, por desgaste natural, etc.

El ejemplo de este tipo de mantenimiento correctivo no planificado es la habitual reparación urgente tras una avería que obligó a detener el equipo o máquina dañada.

El correctivo de emergencia deberá actuar lo más rápidamente posible, con el objetivo de evitar costos y daños materiales y/o humanos mayores.

Debe efectuarse con urgencia ya sea por una avería imprevista a reparar lo más pronto posible o por una condición imperativa que hay que satisfacer

(problemas de seguridad, de contaminación, de aplicación de normas legales, etc.).

Este sistema de mantenimiento resulta aplicable en sistemas complejos, normalmente componentes electrónicos o en los que es imposible predecir las fallas y en los procesos que admiten ser interrumpidos en cualquier momento y durante cualquier tiempo, sin afectar la seguridad.

También para equipos que ya cuentan con cierta antigüedad. Tiene como inconvenientes, que la falla puede sobrevenir en cualquier momento, muchas veces, el menos oportuno, debido justamente a que en esos momentos se somete al bien a una mayor exigencia.

Planificado

El mantenimiento correctivo planificado consiste en la reparación de un equipo o máquina cuando se dispone del personal, repuestos, y documentos técnicos necesarios para efectuarlo.

Al igual que el anterior, corrige la falla y actúa ante un hecho cierto.

La diferencia con el de emergencia, es que no existe el grado de apremio del anterior, sino que los trabajos pueden ser programados para ser realizados en un futuro normalmente próximo, sin interferir con las tareas de producción.

En general, se programa la detención del equipo, pero antes de hacerlo, se van acumulando tareas a realizar sobre el mismo y se programa su ejecución en dicha oportunidad, aprovechando para ejecutar toda tarea que no se podría hacer con el equipo en funcionamiento.

1.4.4. Mantenimiento mejorativo

Consiste en la modificación o cambio de las condiciones originales del equipo o instalación. No es tarea de mantenimiento propiamente dicho, aunque lo hace mantenimiento.

El mantenimiento mejorativo puede ser técnico y/o administrativo. Busca mejorar el funcionamiento del equipo o un elemento de este.

- Busca mejorar el confort.
- Busca prevenir/ atenuar accidentes.
- Debe tenerse certeza de la modificación que se va a realizar.
- Es una poderosa herramienta de crecimiento personal, del equipo de trabajo y de la empresa.
- Se obtienen beneficios de satisfacción personal, ahorros y una clara diferenciación entre las empresas.
- Con los equipos, siempre hay posibilidad de mejora.

1.5. Factores que subrayan la importancia del mantenimiento

El costo de mantenimiento industrial incluyendo las ramas de construcción y servicios es cada vez mayor. Estudios revelan que representa el 5% del valor de las ventas (en la industria del acero llega al 12%).

Un buen servicio de conservación de instalaciones y equipos busca reducir al mínimo las suspensiones del trabajo, al mismo tiempo que hace más eficaz el empleo de los recursos humanos, a efecto de conseguir los mejores resultados con el menor costo posible. Las necesidades de tener una organización apropiada de mantenimiento, de programar y planear con acierto, ha sido puesta en relieve por los motivos siguientes:

1.5.1. Una creciente mecanización

La mecanización cada vez mayor en la industria ha reducido el costo de mano de obra directa, pero a la vez ha impuesto la exigencia de conservar debidamente los medios de producción y el servicio que prestan.

Se debe de proveer a operadores humanos con maquinaria para ayudarles con los requerimientos físicos del trabajo. También puede referirse al uso de máquinas para reemplazar la labor manual o el uso de animales. El siguiente paso de la mecanización es la automatización.

El término es principalmente usado en el ámbito industrial. Con la aparición de herramientas mecanizadas, como el torno propulsado por vapor se redujo drásticamente el tiempo necesario para llevar acabo diversas tareas, mejorando la productividad. Hoy por hoy, muy pocas de las labores de construcción se llevan a cabo con herramientas manuales.

1.5.2. Aumento de inventarios de repuestos

La mecanización de la industria y la complejidad de los elementos que la forman, exige la existencia de repuestos y accesorios.

En los cursos sobre optimización del inventario de repuestos e insumos es habitual que nos enfoquemos en las técnicas para determinar si debe tenerse determinado material en inventario y, en caso positivo, cuál ha de ser el punto de pedido y el lote de compra, tanto para consumos determinados como inciertos. La aplicación de estas técnicas es imprescindible para disponer de un inventario que asegure la satisfacción del servicio con una cierta confianza y eficientemente, es decir, con su menor valor compatible con la primera condición. Dicho en otras palabras, el objetivo es mejorar el retorno sobre la

inversión pero preservando el flujo de valor. Sin embargo, siendo el uso de las técnicas una condición necesaria para lograr el objetivo, no es suficiente.

Los datos relativos al stock y los equipos o instalaciones de la empresa que los emplean son informaciones adicionales que se debe de organizar bien. Esta última información debe actualizarse permanentemente con los retiros del almacén, aseveración en la que damos por sentado que el sistema computarizado de planta, con su árbol de equipos y componentes, y órdenes de trabajo, está ligado al de almacenes. Los datos de stock sirven para elementos de consulta, disparador de requisiciones y para indicar si es esperable que el material esté en stock regularmente, aunque su existencia puntual al momento de la consulta sea nula. Las planillas electrónicas ya muestran, en esta etapa, dificultades difícilmente salvables.

1.5.3. Controles más estrictos de producción

Aún cuando esta clase de controles han reducido al mínimo los inventarios de materiales entre las distintas operaciones, ha provocado que sea mayor el impacto de las interrupciones en la producción (mayor costo de inventarios por espacio y manipuleo).

Los controles de producción tienen la función de dirigir y regular el movimiento metódico de los materiales por todo el ciclo de fabricación, desde la requisición de materias primas, hasta la entrega del producto terminado, mediante la transmisión sistemática de instrucciones a los subordinados, según el plan que se utiliza en las instalaciones del modo más económico.

Para lograr el objetivo, la gerencia debe estar al tanto del desarrollo de los trabajos a realizar, el tiempo y la cantidad producida; así como modificar los planes establecidos, respondiendo a situaciones cambiantes.

Preguntas básicas para el control de la producción:

- ¿Qué es lo que se va a hacer?
- ¿Quién ha de hacerlo?
- ¿Cómo?, ¿Dónde?, y ¿Cuándo se va a cumplir?

El control es algo más que planeación:

Control, es la aplicación de varias formas y medios, para asegurar la ejecución del programa de producción deseado.

1.5.4. Plazo de entrega cortos

Han hecho que disminuyan los inventarios de productos terminados proporcionando un mejor servicio al cliente, más, al mismo tiempo, han aumentado el efecto perjudicial de las interrupciones en la producción.

Los planes a corto plazo demandan más de nuestra atención y energía día a día, lo que nos ayuda a orientar el esfuerzo y a evitar la pérdida de tiempo, y nos recompensan dándonos satisfacciones a corto plazo.

Los planes a corto plazo son usualmente planes a desarrollarse en un año o menos y contienen detalles y calendarios del tipo de presupuesto o plan de financiamiento para su realización. Así, el plan de producción y el plan de distribución incluirán cuotas de venta, presupuesto de distribución y pronóstico estimado de ventas.

Se basa en la lógica del sistema cerrado, por la planeación se orienta hacia la optimización y maximización de los resultados. El grado de libertad es mínimo por que se deben obtener resultados, es por ello que la administración debe tomar decisiones a corto plazo. Su amplitud es sólo hacia una tarea u operación. Por esta última razón, el nivel operacional se orienta hacia la eficiencia. La planeación operacional está constituida por numerosos planes operacionales que proliferan en las diversas áreas y funciones de la empresa.

1.5.5. Exigencias crecientes de buena calidad

Una buena calidad en el producto terminado mejora las ventas, pero también hace relevante la urgencia de corregir cualquier condición impropia de producción como de la calidad de la misma.

Cada vez más las exigencias de los consumidores en los actuales escenarios económicos es muy relevante, especialmente por el rol que desempeña la calidad y en donde, las empresas exitosas están plenamente identificadas que ello constituye un buena ventaja competitiva.

La gerencia moderna esta muy comprometida como algunos señalan, a responder continuamente a las exigencias de un entorno que cada vez es más dinámico, turbulento e imprevisible.

Todo ello hace necesario, la adopción de un sistema gerencial con orientación a la calidad que favorezca a los logros, objetivos establecidos y haga más competitivas a las empresas.

Las empresas modernas saben, que para permanecer en los mercados y garantizar una buena participación se debe tener presente, que la calidad actualmente es muy importante tenerla bien controlada, porque ella involucra como se sabe:

- Satisfacer plenamente las necesidades del cliente.
- Cumplir las expectativas del cliente y algunas más.
- Despertar nuevas necesidades del cliente.
- Lograr productos y servicios con cero defectos.
- Hacer bien las cosas desde la primera vez.
- Diseñar, producir y entregar un producto de satisfacción total.

- Producir un artículo o un servicio de acuerdo a las normas establecidas.
- Dar respuesta inmediata a las solicitudes de los clientes.
- Sonreír a pesar de las adversidades.
- Una categoría tendiente siempre a la excelencia.
- Calidad no es un problema, es una solución.
- La calidad de un producto o servicio es la percepción que el cliente tiene del mismo.
- Conjunto de propiedades inherentes a un objeto que permiten apreciarlo como igual, mejor o peor que el resto de objetos de los de su especie.
- También se puede decir que la calidad es la propiedad o conjunto de características de un elemento que le dotan de una ventaja competitiva.

Lo cierto es, que el sistema de gestión de la calidad, es el conjunto de normas interrelacionadas de una empresa u organización por los cuales se administra de forma ordenada la calidad de la misma, en la búsqueda de la satisfacción de sus clientes.

1.5.6. Costos mayores

Son el resultado de una mano de obra cada vez más cara y el constante aumento de los precios de materia prima y accesorios, como también suele ser la falta de equipo adecuado que realice las actividades de una forma eficiente.

También se obtienen mayores costos si se procede a realizar mantenimientos correctivos en lugar de preventivos, en donde, en lugar de corregir una pequeña falla se estará cambiando una pieza muy cara o peor aún el cambio de un equipo completo.

1.6. Costos involucrados en el proceso de etiquetado

Son tres los costos que se ven involucrados en el proceso de etiquetado, siendo estos el costo de mantenimiento, costo de mano de obra y el costo de energía eléctrica.

1.6.1. Costo de mantenimiento

Los costos de mantenimiento son muy difíciles de estimar con anticipación. La evidencia de los sistemas existentes muestra que los costos de mantenimiento son lo más cuantioso del desarrollo y uso del sistema.

El precio del mantenimiento varía mucho de una aplicación a otra, pero en promedio, representan alrededor de cuatro veces los costos de desarrollo en grandes sistemas de software.

Para obtener los costos de mantenimiento se utiliza el TCA (Tráfico de Cambio Anual), el cual es un porcentaje de instrucciones que sufre un cambio por adición o modificación.

1.6.2. Costo de mano de obra

Mano de obra es el costo del trabajo aplicado directamente a un servicio, como el trabajo de un mecánico. El trabajo no aplicado directamente al servicio, como limpiar, es un gasto general. Los costos de mano de obra indirecta se derivan de multiplicar el costo de la mano de obra por hora, por el número de horas requeridas para completar el trabajo. El uso de tarjetas de tiempo y un reloj determinan el número de horas trabajadas en cada servicio.

La mano de obra es el esfuerzo físico o mental empleados en la fabricación de un producto. Los costos de mano de obra pueden dividirse en mano de obra directa y mano de obra indirecta, como sigue:

Mano de obra directa: Es aquella directamente involucrada en la fabricación de un producto terminado que puede asociarse con éste con facilidad y que representa un importante costo de mano de obra en la elaboración del producto. El trabajo de los operadores de una máquina en una empresa de manufactura se considera mano de obra directa. Persona que pule la madera y ensambla la litera.

Mano de obra indirecta: Es aquella involucrada en la fabricación de un producto que no se considera mano de obra directa. La mano de obra indirecta se incluye como parte de los costos indirectos de fabricación. El trabajo de un supervisor de planta es un ejemplo de este tipo de mano de obra. (Jefe de Turno en la mueblería).

1.6.3. Costo de energía eléctrica

La estructura de las tarifas por consumo de energía eléctrica se basa en los costos de suministro a los usuarios, por lo cual se han tomado en cuenta las diferencias regionales, estaciones del año, horarios de consumo, nivel de la tensión de suministro y la demanda.

Los costos de operación de la parte de la factura de consumo de energía eléctrica se basan en el número de Kwh. registrados en el término de cierto período. Para establecer comparaciones, se debe tomar en consideración el período de facturación. El número de días de trabajo y el número de días cubiertos tendrán diferencias.

En un sistema eléctrico, uno de los factores a controlar es el factor de potencia. Este factor resulta de la comparación de la potencia aparente (KVA) con la potencia real (KW).

Los Kwh. se miden por integración de la demanda a lo largo del tiempo. Los medidores mecánicos llevan a cabo esta integración por medio de un sistema de relojería que va desplazando unos engranes con indicadores durante el periodo de consumo.

Los medidores electrónicos hacen el equivalente por medio de manejo de información. En este caso también es posible medir el consumo en diferentes periodos del día. En el caso de tarifas horarias, es importante acumular los pulsos de cada horario por separado. Este tipo de medidores son obligatorios en el caso de tarifa horaria.

1.7. Diagrama de operaciones de proceso

Es una representación gráfica de los pasos que se siguen en toda una secuencia de actividades, dentro de un proceso o un procedimiento, identificándolos mediante símbolos de acuerdo con su naturaleza; incluye, además, toda la información que se considera necesaria para el análisis, tal como distancias recorridas, cantidad considerada y tiempo requerido. Estas se conocen bajo los términos de operaciones, transportes, inspecciones, retrasos o demoras y almacenajes. De igual manera que un plano o dibujo de taller presenta en conjunto detalles de diseño como ajustes tolerancia y especificaciones, todos los detalles de fabricación o administración se aprecian globalmente en un diagrama de operaciones de proceso.

El diagrama de operaciones de proceso permite exponer con claridad el problema, pues si no se plantea correctamente un problema difícilmente podrá ser resuelto.

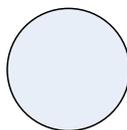
Este diagrama muestra la secuencia cronológica de todas las operaciones de taller o en máquinas, inspecciones, márgenes de tiempo y materiales a utilizar en un proceso de fabricación o administrativo, desde la llegada de la materia prima hasta el empaque o arreglo final del producto terminado.

Señala la entrada de todos los componentes y subconjuntos al ensamble con el conjunto principal. De igual manera que un plano o dibujo de taller presenta en conjunto detalles de diseño como ajustes tolerancia y especificaciones, todos los detalles de fabricación o administración se aprecian globalmente en un diagrama de operaciones de proceso.

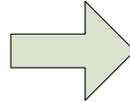
Antes de que se pueda mejorar un diseño se deben examinar primero los dibujos que indican el diseño actual del producto. Análogamente, antes de que sea posible mejorar un proceso de manufactura conviene elaborar un diagrama de operaciones que permita comprender perfectamente el problema, y determinar en qué áreas existen las mejores posibilidades de mejoramiento.

Las principales operaciones que se utilizan en la fabricación de un diagrama de operaciones son:

Operación: Se dice que hay una operación cuando se modifica de forma intencionada cualquiera de las características físicas o químicas de un objeto como taladrar, cortar, esmerilar, etc. también hay actividades que no modifican las características físicas o químicas de un objeto como escribir, colocar, sujetar, leer, etc.



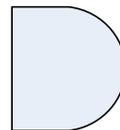
Transporte: Se dice que hay un transporte cuando un objeto es llevado de un lugar a otro, salvo cuando el traslado es parte de la operación, o sea efectuado por los operarios en su lugar de trabajo, en el curso de una operación o inspección.



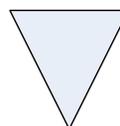
Inspección: Se dice que hay una inspección cuando un objeto es examinado para fines de identificación o para comprobar la cantidad o calidad de cualquiera de sus propiedades.



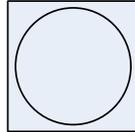
Demora: Se dice que hay espera o demora con relación a un objeto cuando las condiciones (salvo las que modifiquen intencionalmente las características físicas o químicas del objeto) no permitan o requieran de la ejecución de la acción siguiente prevista. A la demora también se le denomina almacenamiento temporal.



Almacenaje: Existe almacenamiento cuando un objeto es guardado y protegido contra el traslado no autorizado del mismo.



Actividad combinada: Cuando se desea indicar actividades conjuntas por el mismo operario en el mismo punto de trabajo, los símbolos empleados para dichas actividades (operación e inspección) se combinan con el círculo inscrito en el cuadro.



1.8. Diagrama de flujo

Es la representación gráfica de flujo o secuencia de rutinas simples, es una forma de especificar los detalles algorítmicos de un proceso mediante la esquematización gráfica para entenderlo mejor. Se basan en la utilización de diversos símbolos para representar operaciones específicas. Se les llama diagramas de flujo porque los símbolos utilizados se conectan por medio de flechas para indicar la secuencia de la operación.

Un diagrama de flujo es la representación gráfica del flujo o secuencia de rutinas simples. Tiene la ventaja de indicar la secuencia del proceso en cuestión, las unidades involucradas y los responsables de su ejecución; en pocas palabras es la representación simbólica o pictórica de un procedimiento administrativo.

El diagrama de flujo es especialmente útil para poner de manifiesto costos ocultos como distancias recorridas, retrasos y almacenamientos temporales. Una vez expuestos estos períodos no productivos, el analista puede proceder a su mejoramiento.

Algunos de los lineamientos que se siguen para hacer el dibujo del diagrama de flujo son:

- Cualquier flujo de datos que abandone un proceso debe estar basado en los datos que entran al proceso.
- Todos los flujos de datos tienen un nombre que refleja los datos que fluyen entre procesos, almacenes de datos, fuentes o destinos.
- Solo deben entrar al proceso, los datos necesarios para llevarlo a cabo.
- Un proceso no debe saber nada de ningún otro en el sistema, es decir debe ser independiente, la única dependencia que debe existir es aquella basada en sus propios datos de entrada y salida.
- Los procesos siempre están en continua ejecución, no se inician ni tampoco se detienen.
- Los analistas siempre deben suponer que un proceso está listo para ejecutar su trabajo

1.9. Diagrama de recorrido

Este diagrama presenta, en forma de matriz, datos cuantitativos sobre los movimientos que tienen lugar entre dos estaciones de trabajo cualesquiera.

Las unidades son por lo general el peso o la cantidad transportada y la frecuencia de los viajes.

El diagrama de recorrido es una especie de forma tabular del diagrama de cordel. Se usa a menudo para el manejo de materiales y el trabajo de distribución. El equivalente de este es el diagrama de frecuencia de los recorridos.

Con toda probabilidad pueden encontrarse posibilidades de mejorar una distribución de equipo en planta si se buscan sistemáticamente. Deberán disponerse las estaciones de trabajo y las máquinas de manera que permitan el procesado más eficiente de un producto con el mínimo de manipulación.

No se haga cambio alguno en una distribución hasta hacer un estudio detallado de todo los factores que intervienen, el analista de métodos debe aprender a reconocer una distribución deficiente y presentar los hechos al ingeniero de fábrica o planta para su consideración. Los programas de computadora pueden proporcionar rápidamente distribuciones que constituyen un buen principio en el desarrollo de la distribución recomendada.

Las principales operaciones que se utilizan en la fabricación de este diagrama son:

Operación: Se dice que hay una operación cuando se modifica de forma intencionada cualquiera de las características físicas o químicas de un objeto como taladrar, cortar, esmerilar, etc. también hay actividades que no modifican las características físicas o químicas de un objeto como escribir, colocar, sujetar, leer, etc.

Inspección: Se dice que hay una inspección cuando un objeto es examinado para fines de identificación o para comprobar la cantidad o calidad de cualquiera de sus propiedades.

Operación – Inspección: Se dice que hay una operación – inspección cuando a un objeto se le hace una operación y se inspecciona al mismo tiempo, ya sea para verificar sus dimensiones o comprobar algo como: pesar, medir, etc., utilizando una herramienta de ajuste o comprobación.

Traslado o transporte: Se dice que hay un transporte cuando un objeto es llevado de un lugar a otro, salvo cuando el traslado es parte de la operación, o sea efectuado por los operarios en su lugar de trabajo, en el curso de una operación o inspección.

Demora: Se dice que hay espera o demora con relación a un objeto cuando las condiciones (salvo las que modifiquen intencionalmente las características físicas o químicas del objeto) no permitan o requieran de la ejecución de la acción siguiente prevista. A la demora también se le denomina almacenamiento temporal.

Almacenamiento: Existe almacenamiento cuando un objeto es guardado y protegido contra el traslado no autorizado del mismo.

1.10. Análisis de operaciones

El procedimiento esencial del análisis de la operación es tan efectivo en la planeación de nuevos centros de trabajo como en el mejoramiento de los existentes. El paso siguiente a la presentación de los hechos en forma de diagrama de operaciones o de curso e proceso es la investigación de los enfoques del análisis de la operación. Debe considerarse que el análisis es un procedimiento que nunca puede considerarse completo.

La experiencia ha demostrado que prácticamente todas las operaciones pueden mejorarse si se estudian suficientemente. Puesto que el procedimiento del análisis sistemático es igualmente efectivo en industrias grandes y pequeñas, en talleres y en la producción en masa, podemos concluir que el análisis de la operación es aplicable a todas las actividades de fabricación, administración de empresas y servicios del gobierno.

2. DIAGNÓSTICO DE LOS PROCESOS DE ETIQUETADO

2.1. Análisis del sistema actual de etiquetado

En el método actual de etiquetado se tiene un proceso completamente manual, en donde se tiene a cinco personas llevando a cabo la actividad de etiquetado de los envases cilíndricos.

Este sistema tiene algunas desventajas las cuales son: el costo mayor en el pago de planillas, el tiempo de terminación de las metas diarias de producto terminado y la uniformidad en la colocación de las etiquetas; debido a que una máquina tiene la característica de ser mecanizada, y por lo tanto, hay menos error en la colocación de las etiquetas.

2.1.1. Secuencia manual de etiquetado

El etiquetado de los envases como algunas de las actividades de la empresa se realizan de forma manual, los etiquetadores le colocan una etiqueta a cada envase, toma el paquete de etiquetas que se le ha asignado para colocarle a los envases, coloca abundante goma en un pedazo de cartón, luego toma un envase, después toma una etiqueta; así mismo a la etiqueta la empapa de suficiente goma para adherirla al envase, este proceso lo repite con cada envase producido durante el día.

La desventaja de este método es la pérdida de tiempo para etiquetar cada envase, debido a que el operario tarda aproximadamente doce segundos por envase; y en la producción de quinientos envases representa una hora con

cuarenta minutos por persona. Entonces utilizando la mano de obra de cinco personas etiquetando, la producción de quinientos envases se llevará a cabo en un tiempo de veinte minutos.

El proceso de etiquetado que se tiene actualmente se puede mejorar con la implementación de una máquina etiquetadora que agilizará el proceso de etiquetado, ya que todo el producto elaborado en envases cilíndricos tiene que ser trasladado al área de etiquetado, por lo que este proceso debe ser lo suficientemente rápido para etiquetar todos los envases al ritmo de llegada, evitando el cuello de botella que actualmente se forma en esa área y también evitar que se amontonen las cajas que se tienen que etiquetar posteriormente por no darse abasto el etiquetado manual.

2.2. Maquinaria utilizada en el proceso de etiquetado

Las máquinas utilizadas hasta llegar al proceso de etiquetado funcionan a base de corriente monofásica y trifásica, tal es el caso de los compresores que hacen funcionar los sistemas neumáticos y sistemas de aire comprimido que sirven tanto al área de producción; como también a los del área de talleres de mantenimiento, que estos también funcionan con corriente eléctrica.

La maquinaria que se utiliza son: las llenadoras simplex, bandas transportadoras, taponadora y la selladora de tapón. Estas máquinas están conectadas entre si colocadas en serie, ya que el producto fluye en una sola dirección y van conectadas una seguida de otra con el fin de obtener una altura y un nivel adecuado para que el flujo del producto sea sin interrupciones de ninguna índole.

2.2.1. Llenadoras simplex

Las máquinas de consumo en la empresa, en su gran mayoría son máquinas llenadoras, con el principio de funcionamiento de las máquinas llenadoras simplex.

Las máquinas llenadoras simplex son llenadoras que cumplen con algunas de las siguientes descripciones: pistón llenador, cabeza única, fabricados por simplex, modelo AS, número de serie 6883. De acero inoxidable incluye la alimentación y tolva de llenar el cilindro neumático medición de 3 " de diámetro x 8" de largo. La aprobación de la gestión de apertura es de 1 "de diámetro.

Algunas llenadoras trabajan de forma mecánica, utilizando únicamente un moto reductor que hace que gire a la velocidad requerida y así hacer mover al pistón que hace que el producto sea impulsado hacia fuera. También valiéndose de la gravedad para que el producto caiga y también de un motor llenador que hace impulsar al producto hacia el deposito de donde se extrae el producto.

Otras llenadoras cuentan con los beneficios de la automatización, este tipo de llenadoras utilizan sensores detectores. Existen sensores que detectan el llenado máximo en el depósito, y estos envían la señal al motor llenador de no enviar más producto ya que se alcanzo una capacidad máxima.

También hay sensores que detectan la ausencia de envases, omitiendo la acción de llenado para que no ocurran derrames en el área de llenado.

Figura 6. **Llenadora simplex**



Fuente: **Industria de alimentos.**

2.2.2. Bandas transportadoras

Son máquinas de diseño en horizontal, en vertical o en pendiente que se usan para el transporte continuado de materiales en una trayectoria determinada, hasta el punto final o de descarga.

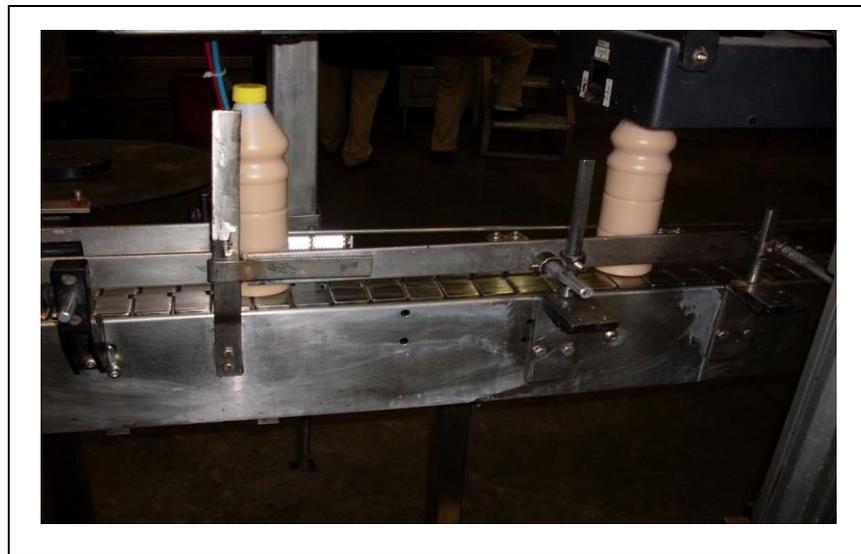
Se componen de una cinta de superficie que circula en unos rodillos y poleas, por un motor de propulsión, y todo ello dispuesto en una estructura o soporte.

Hay transportadoras que son accionadas por gravedad, y otras por fuerza motriz como las cintas transportadoras, transportadores de placas, paletas, cadenas, neumáticos, tornillos, etc.

Las bandas transportadoras constituyen sistemas mecanizados para transporte de materiales. En su forma más elemental, consisten en una banda que recibe su tracción mediante rodillos especiales los cuales a su vez son conducidos por moto reductores.

La banda es fabricada, según su aplicación, con materiales y dimensiones diferentes y sirve directa o indirectamente para transportar los materiales.

Figura 7. **Banda transportadora**



Fuente: **Industria de alimentos.**

2.2.3. Taponadora

Las máquinas taponadoras son eficientes para el cerrado de cualquier tipo de tapas de rosca.

El movimiento rotatorio es necesario para tapar las botellas, ya que se realiza con componentes mecánicos.

Estas funcionan con el principio de rotación de dos ejes que a su vez tienen rodos que hacen girar los tapones de los envases, llevando a cabo la actividad de roscado.

Con altura ajustable para trabajar con envases de diferentes tamaños. La máquina cuenta con goma cerrado intercambiable y conlleva a la producción de 40 a 60 roscas de envases por minuto, también requiere corriente monofásica o trifásica.

Figura 8. Taponadora.



Fuente: **Industria de alimentos.**

2.2.4. Selladora de tapón

Esta selladora conlleva a un sellado por inducción, que es un proceso de calentamiento sin contacto con el que se logra el sellado hermético de un

envase con tapa la cual contiene un liner (sello) de aluminio que se sella mediante calor.

En un principio, el sello que se encuentra dentro de la tapa, es una envoltura que consta de varias capas:

- a) Una capa de cartón
- b) Una capa de cera
- c) Una capa de aluminio
- d) Una capa de polímero

La capa de polímero (D) debe ser compatible con el material del envase y a su vez debe ser capaz de producir la fuerza de sellado que su aplicación necesita.

Cuando la tapa se ubica sobre el envase y pasa a través del campo electromagnético producido por el cabezal de sellado, ocurren varias cosas. Una corriente electromagnética, llamada corriente parásita de Foucault, es inducida a la porción de foil, resultando en un tipo de resistencia de calentamiento.

El calentamiento del foil hace que se derrita la capa de cera, la cual es absorbida por el cartón, liberando el foil. Al mismo tiempo la capa de polímero se derrite, sellando herméticamente el foil a la boca del envase.

Cuando la tapa se abre (se libera) el sello interno se encuentra soldado a la boca del envase y el cartón permanece dentro de la tapa.

Mediante este proceso se pueden obtener altas velocidades, haciéndola apropiada para líneas de producción de alta capacidad.

El soporte ajustable es un ensamble que ayuda al operario a posicionar la fuente de potencia sobre la cinta transportadora. Con el cabezal de sellado adjunto a la parte inferior de la fuente de potencia, el soporte ajustable asiste al operario para obtener la separación requerida entre el cabezal de sellado y el envase a sellar.

La fuente de potencia ha sido diseñada para operar a una temperatura ambiente de 40°C (104°F) como máximo y el 80% humedad relativa no condensante, se vale de ventiladores que regulan la temperatura y se muestran en apéndice cinco.

Figura 9. **Selladora de tapón**



Fuente: **Industria de alimentos.**

2.3. Método actual de trabajo

Consta prácticamente de pasos manuales que se podrían mejorar implementando la utilización de máquinas que realicen el trabajo de una manera más eficiente y con menos probabilidad de error.

Tal es el caso de una línea de producción con la cual no se cuenta con una máquina etiquetadora que realice la operación de etiquetar el producto de una manera más rápida, y utilizando en menor cantidad al personal de mano de obra directa, ya que podría ser de gran utilidad en otras operaciones en la que es indispensable la versatilidad de manos humanas en lugar de máquinas.

En la mayoría de las líneas de producción no se cuenta con banquillos en los cuales puedan realizar su labor de trabajo, ya que en algunas áreas de trabajo si se puede implementar la utilización de banquillos para que a la hora de que estén trabajando a la misma vez no se cansen los operarios y puedan rendir mejor en la ejecución de sus actividades asignadas.

2.3.1. Diagrama de operaciones actual

El diagrama actual de operaciones cuenta con algunos pasos indispensables para la elaboración de no solamente de un producto sino varios productos alimenticios. Estos son prácticamente los pasos que se realizan actualmente para elaborar los productos que a su vez se pueden mejorar.

1. Limpieza de tanques:

Se conecta la manguera que se utiliza para sacar el agua con la que se limpia el depósito, para cuando se cambia de producto.

2. Armar tubería: (poner caída, llave de paso, filtro)

En este proceso los operarios son los que se encargan de armar la tubería de donde saldrá el producto, revisando bien cada una de las partes armadas para que no ocurra algún tipo de derrame de producto.

3. Pesado de materias primas:

Esta operación se lleva a cabo en el área de cocina, es aquí en donde se procede a hacer el cálculo de las proporciones de cada materia prima por medio de pesas que indican cuanto hay que agregar de cada producto.

4. Mezclado y cocinado de materias primas:

Esta es una operación paralela, que se realiza en el área de cocina. La cual está a cargo de los cocineros, aquí se fabrica mostaza y también otros productos alimenticios, en donde se procede a mezclar las materias primas; primeramente agregándole el agua tratada previamente y luego se le agrega cada materia prima en un orden específico para no alterar la mezcla.

5. Llenado de envases:

Se activa el dosificador, el cual es el que regula la cantidad de producto que saldrá hacia el envase que se estará llenando.

6. Taponado de envases:

Esta etapa es muy importante, ya que se tiene que graduar tanto la altura como el ancho de la rosca del envase. Aquí es donde se enroscan los tapones a cada envase y se tiene que tener cuidado para que todos los envases vayan con sus respectivos tapones y que no haya derrame de producto.

7. Sellado del tapón

Esta operación se lleva a cabo con el cap sealer o sellador de tapón, que lleva a cabo la función de formar un sello; es un proceso de calentamiento sin contacto con el que se logra el sellado hermético del envase.

8. Encajado para etiquetar

Esta es una de las actividades que se realiza para no tener amontonado el producto en la línea de producción, debido a que las personas que etiquetan el producto no pueden mantener un ritmo que haga más ágil el proceso.

9. Depositar en área de espera a etiquetar

Es la etapa siguiente que resulta de llevar el producto encajado a un área donde se pueda almacenar durante se etiqueta una cierta cantidad de producto y luego se procede a seguir etiquetando el producto que se quedó en espera.

10. Desencajado para etiquetar

Es el proceso de sacar los envases de las cajas en donde se encuentran almacenados, ya que se deben etiquetar posteriormente de haberlos llevado a un área de espera.

11. Etiquetado manual

Es una actividad de gran importancia, en la cual se toma el envase y una etiqueta; depositando en la etiqueta un poco de goma para luego ponérsela al envase el cual es manipulado de una forma manual.

12. Encajado de producto terminado

Se procede a depositar el producto terminado en las cajas que se llevaran el producto por lotes de diversas cantidades, dependiendo del tamaño del envase; así se depositarán en sus respectivas cajas.

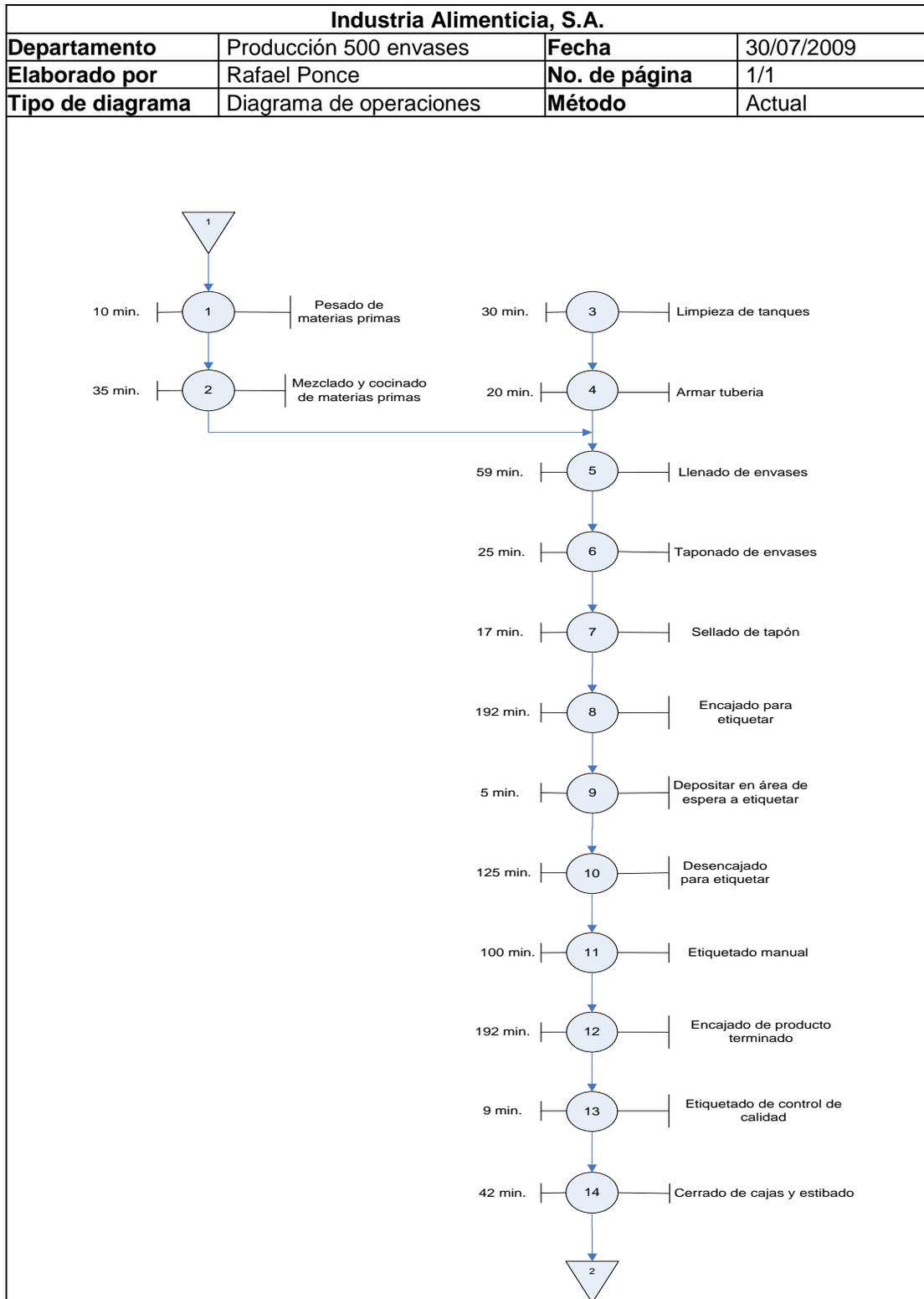
13. Etiquetado de control de calidad

Es prácticamente la inspección que realiza el personal de control de calidad, que se hace con el fin de evitar que los lotes de producto terminado sean rechazados.

14. Cerrado de cajas y estibado

Se procede a sellar las cajas con una máquina hidroneumática de cinta adhesiva que facilita a los operarios el estar sellando las cajas manualmente y luego son transportadas al área de almacenaje de donde se distribuyen a sus destinos finales.

Figura 10. Diagrama de operaciones actual



Cuadro resumen			
Símbolo	Descripción	Cantidad	Tiempo (min.)
	Operación	14	861
	Almacenaje	2	----
Sumatoria		16	861

Fuente: **Industria de alimentos.**

2.3.2. Diagrama de flujo actual

Consta prácticamente de los mismos pasos que el diagrama anterior, solamente que aquí se detallan algunas actividades, tales como: transporte, inspección, demora y distancias recorridas que realiza el producto en proceso y el terminado.

1. **Traslado a cocina:**

Es la actividad que lleva a cabo el personal de cocina y el operador de una máquina de montacargas, ya que la materia prima que se transporta al área de cocina es en gran cantidad y se requiere de una máquina que lo transporte.

2. **Espera:**

Es una pequeña demora que se lleva a cabo debido a que se tiene que esperar a que se ponga toda la maquinaria en posición para comenzar a introducir cada uno de los ingredientes de la materia prima.

3. **Traslado a tanque de llenado:**

Se lleva a cabo mediante un motor de propulsión de producto, que se desplaza a lo largo de toda la tubería que transporta todo el producto que se procesará dependiendo de lo que se esté elaborando.

4. Inspección de control de calidad:

Es una revisión que realiza el personal de control de calidad, para verificar que el producto no vaya con algún defecto; ya sea de cocinado del producto y también de manufacturado en el envase.

5. Traslado a espera de etiquetar:

Es una actividad que realizan los operarios, en la cual tienen que transportar las cajas de producto previamente empacadas a un área en donde tienen que esperar a que se termine el producto que se etiquetó para seguir etiquetando el producto que está sin etiqueta.

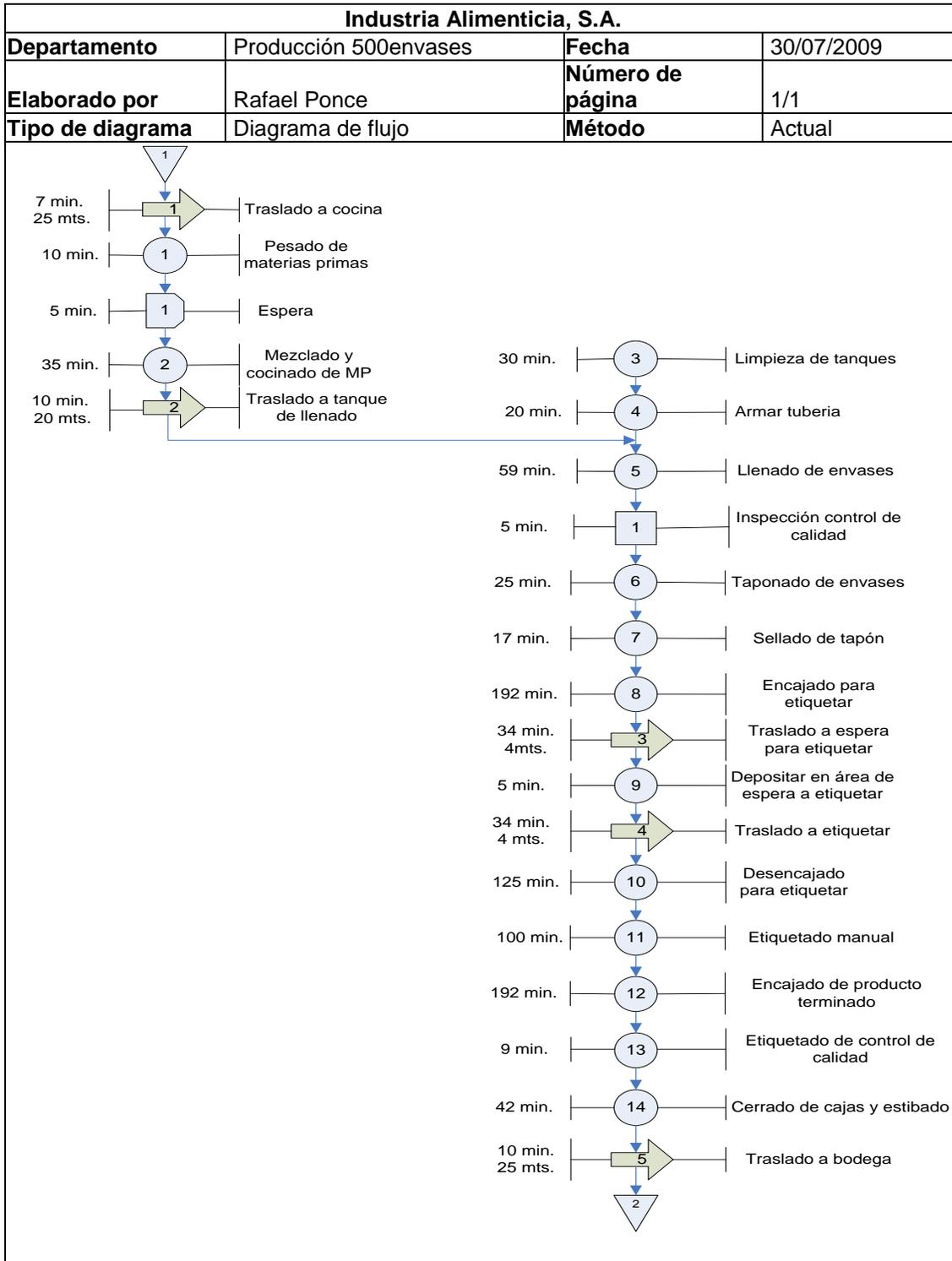
6. Traslado a etiquetar:

Luego que se terminó el producto para etiquetar, el operario tiene que regresar al área en donde está el producto que no se ha etiquetado para seguir etiquetando los envases que no tienen etiqueta.

7. Traslado a bodega:

Ya terminado el proceso de manufactura del producto, se procede al almacenamiento del producto que se ha empacado en cajas de diversos tamaños dependiendo de la presentación que lleve cada envase.

Figura 11. Diagrama de flujo actual



Cuadro Resumen				
Símbolo	Descripción	Cantidad	Tiempo (min.)	Distancia (mts.)
	Operación	14	861	
	Transporte	5	95	78
	Inspección	1	5	
	Demora	1	5	
	Almacenaje	2	---	
Sumatoria		23	966	78

Fuente: **Industria de alimentos.**

2.3.3. Diagrama de recorrido actual

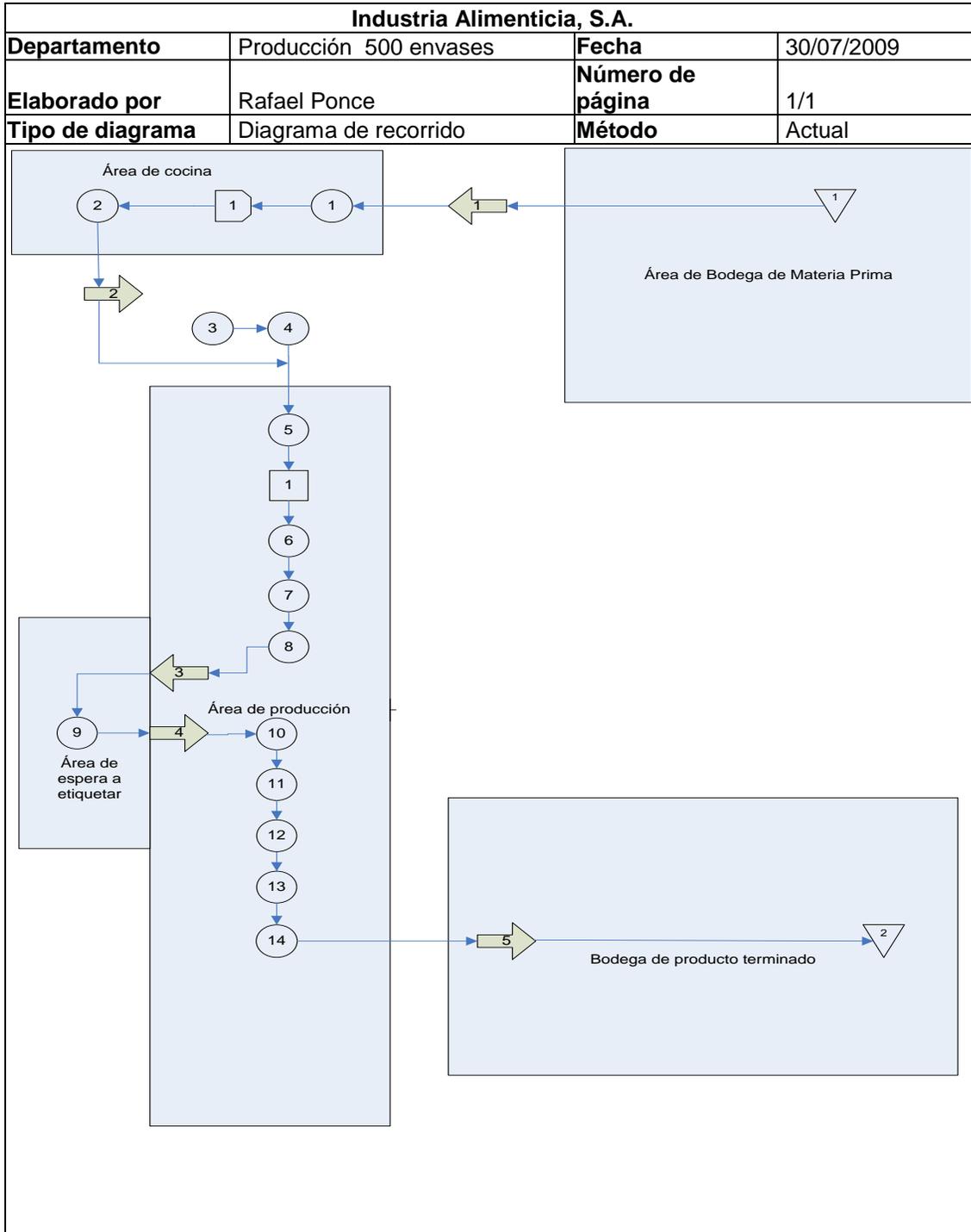
El diagrama de recorrido no es más que la representación gráfica del recorrido que realiza el producto, desde que está en bodega de materia prima, pasando por el área de manufactura y terminando en el área de bodega de producto terminado para su pronta distribución.

El actual diagrama muestra un cambio de dirección del producto a lo largo de la línea de dirección, esto debido a que en el área de etiquetado se tiene actualmente un atraso debido a que no se tiene una máquina que realice el trabajo de etiquetar.

Actualmente se tienen personas etiquetando el producto, lo cual hace mas tardado el proceso de etiquetado y finalización de las metas diarias de trabajo.

Las personas que actualmente etiquetan los envases, tienen que llevar los envases ya tapados; a un área donde tienen que esperar para que puedan seguir etiquetando posteriormente.

Figura 12. Diagrama de recorrido actual



Fuente: Industria de alimentos.

2.4. Análisis de costos de operación actual

Los costos de operación están constituidos por los costos variables de operación y los costos fijos de operación. También se refiere a los gastos de operación. De donde se obtiene la ecuación de los costos de la siguiente manera.

Costos de operación = costos variables de operación - costos fijos de operación.

Los costos variables o costes variables son aquellos que se modifican de acuerdo a variaciones del volumen de producción (o nivel de actividad), se trate tanto de bienes como de servicios. Es decir, si el nivel de actividad decrece, estos costos decrecen, mientras que si el nivel de actividad aumenta, también lo hace esta clase de costos.

Los costos variables tienden a tener un comportamiento lineal, lo que le confiere la característica de poseer un valor promedio por unidad que tiende a ser constante. Todos aquellos costos que no son considerados variables, son fijos. Esta distinción es esencial para ser usada en las herramientas de decisiones basadas en costos.

En la teoría microeconómica los costes variables suelen considerarse no lineales, existiendo un primer tramo de rendimientos crecientes seguido de un tramo de rendimientos decrecientes.

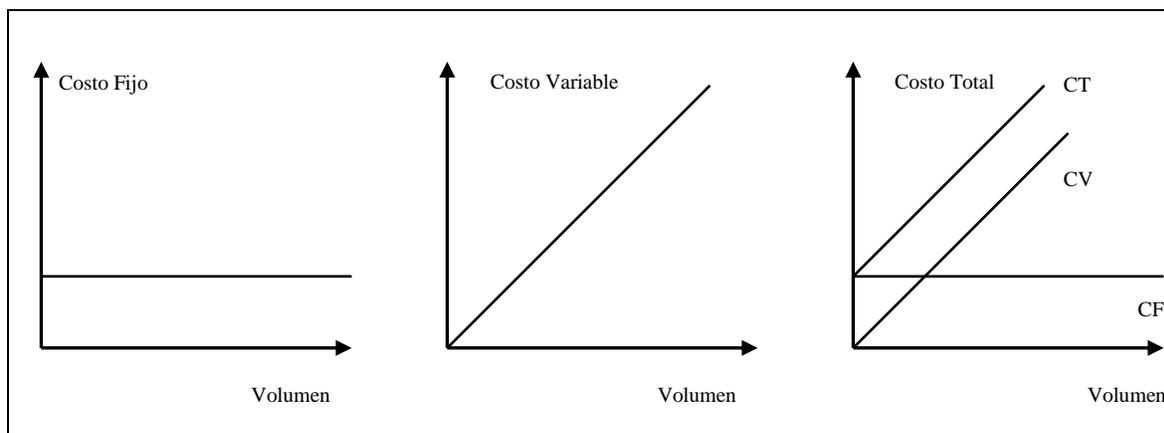
En un supermercado, los cajeros son un costo variable, ya que los gerentes pueden ajustar fácilmente las horas que trabajan para adecuarlas al número de compradores que acudan al local.

Los costos fijos son aquellos cuyo monto total no se modifica de acuerdo con la actividad de producción. En otras palabras, se puede decir que los costos fijos varían con el tiempo más que con la actividad; es decir, se presentarán durante un período de tiempo aun cuando no haya alguna actividad de producción.

Por definición, los costos fijos no cambian durante un periodo específico. Por lo tanto, a diferencia de los variables, no dependen de la cantidad de bienes o servicios producidos durante el mismo periodo (Por lo menos dentro de un rango de producción). Por ejemplo, los pagos de arrendamiento de las instalaciones y el salario del presidente de la compañía son costos fijos, cuando menos a lo largo de cierto periodo.

Naturalmente los costos fijos no son para siempre. Tan solo son fijos a lo largo de un período en particular, un trimestre o un año. Más allá de esos plazos, los arrendamientos pueden terminarse y los ejecutivos pueden ser despedidos. Para ser más específicos, cualquier costo fijo puede eliminarse o modificarse en un plazo suficiente de tiempo.

Figura 13. **Representación de los costos fijos y variables**



Realizado por César Rafael Ponce

2.4.1. Costos de mantenimiento actual

Los costos de mantenimiento que se tienen actualmente en la línea de producción, se puede decir que solamente constan de: el mantenimiento que se le debe dar a los siguientes equipos:

- **Llenadora simplex:** Engrasado y lubricado de las piezas movibles de esta llenadora de envases y cambio de sellos de los acoples de las tuberías que conduce el producto hasta la llenadora; que no son muy frecuentes.
- **Banda transportadora:** Engrase y lubricado de los engranajes que accionan las cadenas para transportar los envases y algunos ajustes que requiera la banda transportadora en algunos tornillos que sujetan el conjunto de engranajes y accesorios.
- **Taponadora:** Ajustes de tornillos de sujeción y nivelación de la altura requerida para cada presentación de los envases en cuestión, cambio de cojinetes que es mas común que en las anteriores y cambio de las gomas intercambiables que hacen girar la rosca.
- **Selladora de tapón:** Graduación en la temperatura de la resistencia que hace sellar el tapón herméticamente, ajuste en los tronillos de sujeción y altura para diferentes envases.

2.4.2. Costos de mano de obra actual

Los costos de mano de obra actual se debe únicamente al uso de mecánicos y electricistas que llevan a cabo la función de mantenimiento actual de las máquina y la mano de obra de los operarios que llevan a cabo la actividad de operar la máquina llenadora simplex, un operador para la taponadora y personas encargadas de ponerle la etiqueta al producto terminado; que se lleva a cabo de una manera manual.

2.4.2.1. Costo manual

En lo que se refiere a costo manual, es a la utilización de personas que llevan a cabo la función de etiquetar los envases cilíndricos.

El costo manual que actualmente se tiene en el área de etiquetado es muy alto, debido a que se requiere la mano de obra de cinco personas que llevan a cabo la operación de etiquetar los envases de una manera tal que, ellos tienen que pegar o colocar las etiquetas en los envases; colocándole goma a las etiquetas, sujetar los envases y luego colocar la etiqueta en el envase.

Este costo manual se puede disminuir implementando la utilización de una máquina etiquetadora que actualmente se tiene en desuso por falta de repuestos e inactividad, este es el objetivo que se quiere alcanzar para disminuir así costos y aumentar la eficiencia en el área de etiquetado.

2.5. Talleres de mantenimiento

El mantenimiento que actualmente se tiene dentro de la empresa es el mantenimiento de área, ya que tiene la ventaja de que ofrece un servicio más rápido y el personal puede conocer mejor las máquinas que debe atender.

Los talleres de mantenimiento con los que se cuenta actualmente son dos los cuales son: el taller mecánico y el taller eléctrico.

Dichos talleres cuentan con herramientas que le son proporcionados dentro de la misma empresa, también cuentan con un cuarto o local en el cual pueden realizar sus distintas actividades y en donde pueden almacenar sus herramientas, manuales e impresos de equipo y almacenamiento de aceite, pintura y solventes.

2.5.1. Herramientas de los talleres

La distribución de la herramienta de los talleres de mantenimiento queda de la siguiente manera:

Taller Mecánico

- Llave ajustable 12"
- Llave ajustable 6"
- Llave Stilson 12"
- Llaves cola-corona

Sistema Americano: 5/16, ¼, 3/8, 7/16, ½, 9/16, 5/8, 11/16, ¾, 7/8, 13/16, 15/16, 1", 1 1/16, 1 1/8, 1 ¼.

Sistema Milimétrico: 6, 8, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 17, 19, 21, 22, 24, 25, 27, 28, 32.

- Juego de copas americana
- Extensiones 2 ½ “, 5” , 10”
- Ratch raíz de ½ “
- Martillo de bola
- Mazo de goma
- Flexímetro 5 metros o 16 pies
- Barreno
- Pulidora
- Esmeril
- Sierra de arco
- Prensa
- Máquina soldadora eléctrica
- Equipo de soldadura oxiacetilénica
- Aire comprimido
- Grasa para equipo procesador de alimento
- Grasa multigrado de no contacto con alimentos
- Aceites lubricantes para equipo procesador de alimentos
- Aceites lubricantes de no contacto con alimentos: Meropa 220 (Moto reductores)
- Lubricante Kaeser para compresores
- Lubricante Delo 400 Sae 40
- Lubricante Sae 10 para bomba de vacío
- Llaves alen: Milimétricas y americanas
- Alicata
- Vise grip
- Pinza saca seguros: Para abrir y para cerrar
- Caja de herramientas.

Taller Eléctrico

- Multitester
- Barreno
- Martillo
- Llave stilson
- Alicata
- Pinza
- Llave ajustable 12"
- Brocas
- Cautín
- Flexímetro
- Sierra
- Cinta de aislar
- Corta alambre
- Libreta marca cables
- Desarmadores: Plano y de cruz
- Llaves alen
- Llaves cola-corona
- Copas milimétricas
- Escuadra
- Barniz
- Dieltron 1 desplazante de humedad
- Dieltron 3 limpia contactos

3. PROPUESTA DE MEJORA

3.1. Análisis financiero

El análisis del proyecto constituye la técnica matemático-financiera y analítica, a través de la cual se determina los beneficios o pérdidas en los que se puede incurrir al pretender realizar una inversión o algún otro movimiento, en donde uno de sus objetivos es obtener resultados que apoyen la toma de decisiones referente a actividades de inversión.

Asimismo, al analizar los proyectos de inversión se determinan los costos de oportunidad en que se incurre al invertir en un objetivo actual para obtener beneficios instantáneos, mientras se sacrifican las posibilidades de beneficios futuros o; si es posible privar el beneficio actual para trasladarlo al futuro, al tener como base específica a las inversiones.

Una de las evaluaciones que deben de realizarse para apoyar la toma de decisiones en lo que respecta a la inversión de un proyecto, es la que se refiere a la evaluación financiera, que se apoya en el cálculo de los aspectos financieros del proyecto.

El análisis financiero constará de tres opciones que se contemplarán, se realizará el estudio necesario para optar por la mejor alternativa; la cual será la que genere menos costos y gastos.

3.1.1. Costo en etiquetado manual

Este es el proceso con el que se trabaja actualmente en el área de producción específicamente en el área de etiquetado, en donde se tienen a varias personas etiquetando manualmente los envases y trasladando los envases a un área de espera de donde tendrán que ser nuevamente trasladados al área de etiquetado para seguir con la operación de etiquetar los envases.

Este costo de etiquetado manual no representa más que el costo de tener a los operadores que realizan la actividad de etiquetar, el costo de no tener los pedidos urgentes a tiempo y también el costo que representa en el uso inadecuado de la goma; ya que las personas toman una cantidad inadecuada de goma para adherirlo a la etiqueta que, posteriormente es pegada al envase.

Tabla I. **Costo de etiquetado manual**

Operarios	Actividad	Tiempo normal (Q)	Tiempo extra (Q)	Costo total mensual (Q)
5	Etiquetado de producto	11762.40	8822.40	20584.80

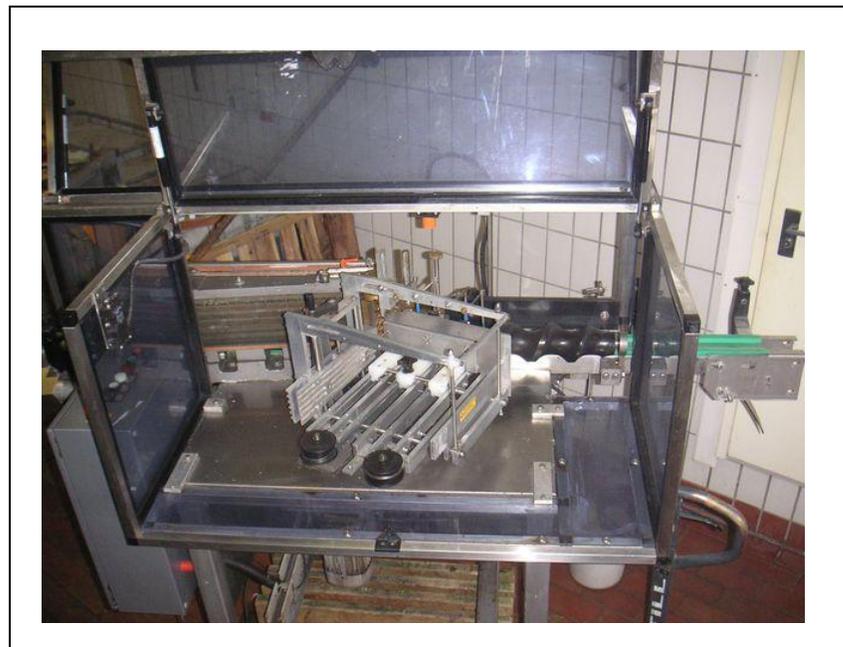
Fuente: **Industria de alimentos.**

Este costo total es simplemente el que se tiene por una jornada ordinaria de trabajo, y se harán los cálculos para los demás en base a esta jornada de trabajo y con horas extras para un pedido urgente. Los detalles se describen en apéndice uno.

3.1.2. Inversión en maquinaria nueva

La adquisición de una etiquetadora nueva es una de las opciones que se contemplarán, se ha realizado una cotización a la empresa Prosintec, S.A. para tener el estimado del valor de la máquina. Se muestra la máquina etiquetadora a continuación:

Figura 14. **Etiquetadora Anker Innoket Roland**



Fuente: **Prosintec, S.A.**

Las características de la etiquetadora Anker son: Capacidad para 250 envases/minuto, 1 tornillo dosificador para envases de 15 centímetros de diámetro, 1 motorreductor Baldor relación 40-1 60Hz., conveyor motorizado, sistema de carrito para etiquetas, sistema de bombeo para recirculación de goma, tiempo de entrega de 3 a 4 semanas. Cotización en apéndice seis.

Costo de la Unidad

Q 179,066.79

3.1.3. Inversión en habilitación de maquinaria

La inversión que se llevará a cabo es mediante la adquisición de equipos y accesorios que complementan a la máquina etiquetadora, muchos son los accesorios faltantes pero la inversión alta que se tendrá es la compra de una bomba engomadora.

La bomba engomadora al momento de adquirirla se obtiene el servicio de instalación y un suministro con capacidad de 8 a 11 litros de pegamento, regulador de tanque, mangueras y pistolas por microprocesador, flotador de seguridad, modo de reposo y reloj de puesta en marcha, instalación eléctrica y electrónica.

Figura 15. **Bomba engomadora**



Fuente: **Industria de alimentos.**

La inversión de la bomba engomadora es la más alta y asciende a la cantidad de **Q10, 350.00**, y cuyo tiempo de instalación es de 3 días, los costos de accesorios y piezas faltantes se verán más adelante.

3.1.4. Selección de la mejor alternativa

Para la selección de la mejor alternativa, que consista en invertir en una maquinaria nueva o habilitar una máquina del mismo tipo y especificación, se deben de realizar estudios que nos ayuden a determinar la reducción de costos en un periodo de tiempo determinado al momento que se elija la opción que mejor se adapte a las necesidades de la empresa.

Para este caso el estudio que se realizó fue el estudio económico, en base al cual se tomará la mejor decisión que convenga a la empresa no solo en una inversión económica, sino en un aumento en la productividad de la empresa y también una reducción en los costos de fabricación, haciendo un etiquetado eficiente y eficaz.

Para hacer un comparativo de la inversión que será necesaria respecto a invertir en la maquinaria debemos tomar en cuenta los siguientes datos:

Tabla II. **Beneficio en habilitación de etiquetadora respecto a compra de una nueva.**

Inversión en etiquetadora nueva	Q.179,066.69
Inversión en habilitación de etiquetadora	Q. 23,349.00
Beneficio 87%	Q. 155,717.79

Realizado por César Rafael Ponce

Tomando en cuenta los datos de la tabla anterior se ha determinado que invertir en una etiquetadora nueva sería invertir el 100% de presupuesto asignado, mientras que invertir en habilitar la maquinaria con la que ya se cuenta sería del 13% de presupuesto. Obteniendo así una reducción en costos del 87% beneficiando a la empresa al momento de habilitar la etiquetadora.

Debido a que solamente se cuenta con una etiquetadora y es necesaria la habilitación de la otra, porque, al momento de etiquetar manualmente se incurren en costos elevados y es necesario pagar la mano de obra utilizada en ese proceso, a continuación veremos en la siguiente tabla los costos que representa para la empresa:

Tabla III. **Costos mensuales de etiquetado**

Etiquetado manual mensual	Q. 20,584.80
Etiquetado automatizado mensual	Q. 12,930.86
Reducción del costo mensual al habilitar maquinaria	Q. 7,653.94

Realizado por César Rafael Ponce

Al hacer el análisis de reducción de costos en el área de producción, específicamente en el área de etiquetado se obtiene que, habilitar la etiquetadora representara para la empresa un 37% de ahorro mensual, a seguir etiquetando manualmente que constituye invertir un 100% de los recursos en pago de mano de obra.

Tomando en cuenta los datos anteriores se procede a tomar la siguiente decisión: Habilitar la etiquetadora Anker Innoket Roland representa un **beneficio significativo del 87%** que en cantidades monetarias sería de **Q155,717.79**, contribuyendo a realizar un proceso de etiquetado, sistematizado, eficiente y eficaz.

Lo que también **reduciría costos de fabricación en un 37% mensual** que consiste en la cantidad de **Q.7,653.94**; y es beneficioso para la empresa al momento de recibir un pedido urgente porque se reduce el tiempo de trabajo necesario.

3.2. Costos de habilitación de etiquetadora

Para la habilitación de la máquina etiquetadora se tendrán que contemplar algunos costos que son de gran importancia, para lo cual se hace un estudio independiente para cada uno con sus valores respectivos.

Son tres los aspectos directos que se analizaron para llegar a la toma de decisión, los cuales se muestran en la tabla siguiente:

Tabla IV. **Costos de habilitación de etiquetadora**

1) Inversión en habilitación de maquinaria		
Cantidad	Descripción	Costo parcial (Q)
1	Bomba engomadora	10, 350.00
2) Costos de piezas faltantes		
1	Eje sujetor	93.50
1	Transmisión de potencia	1, 975.50
2	Placa sujeta-etiquetas	510.00
5	Tuerca sujetadora de corredera	375.00
5	Tornillo sujetador de corredera	135.00
1	Placa pared	975.00
5	Eje con tuerca	585.00
1	Placa ajusta etiquetas	2,575.00
1	Brida de sujeción	1, 075.00
1	Unidad de mantenimiento	1, 785.00
1	Carrito presiona etiqueta	2, 150.00
1	Placa presiona etiquetas	625.00
3) Costos de piezas con fallas		
1	Tornillo regulador de altura	115.50
1	Embobinador de etiquetas	25.00
COSTO TOTAL		23,349.00

Realizado por César Rafael Ponce

Se concluye que el costo total en la habilitación de la etiquetadora en desuso asciende a la cantidad de Q 23,349.00

3.2.1. Diagnóstico de la máquina

La máquina a diagnosticar es una etiquetadora Anker Innoket Roland, que en la actualidad se encuentra deshabilitada por falta de piezas y mantenimiento, la cual se ha dejado abandonada por varios años.

Lo que se pretende es hacer un diagnóstico para verificar si los costos que se analizarán no se elevan demasiado, esto para ver realmente si es conveniente invertir en la máquina etiquetadora.

Para el diagnóstico se hará uso de una máquina etiquetadora que actualmente se tiene en uso, y que hoy por hoy se encuentra produciendo en una línea de producción.

Se hará el análisis ya sea para hacer uso de la misma, que es el objetivo principal o para tener una máquina como reemplazo si le llegará a pasar algo a la máquina actual, este último sería un lujo que no se pueden dar la mayoría de las empresas.

Más adelante se describirá detalles adicionales en la habilitación de la etiquetadora, como lo son: los costos de las piezas que le faltan a la etiquetadora, los costos que se tendrán para componer las piezas con fallas, costos de mantenimiento, costo de consumo energético, costo automatizado y las modificaciones que se le harán a las piezas con fallas.

3.2.1.1. Costos de piezas faltantes

Los costos que se describen a continuación son de piezas que se darán de muestra para llevar a cabo la fabricación de ellas.

Los costos y piezas se muestran y detallan, para tener un control de la cantidad necesaria que se requieren, así como para tener la suma en quetzales que se necesitarán para realizar la inversión.

Figura 16. **Eje sujetor**



Fuente: **Industria de alimentos.**

Se necesitará la fabricación de un eje sucesor en aluminio trabajado en torno con moleteado para manipulación, perforado al centro con \varnothing de cinco milímetros con un roll pin para tope. El tiempo de entrega es en dos días.

Precio unitario.....Q.93.50

Figura 17. **Transmisión de potencia**



Fuente: **Industria de alimentos.**

Se necesitará la fabricación de una transmisión de potencia en cold roll para gran elasticidad de torsión de ejes, que proporcione una gran elasticidad de alineamiento, acoples sujetos con tornillos grado cinco y tuerca de seguridad, fácil y rápido desacoplamiento para mantenimiento. El tiempo de entrega es de tres días.

Precio unitario.....Q.1, 975.50

Figura 18. **Placa sujeta-etiquetas**



Fuente: **Industria de alimentos.**

Se necesitará la fabricación de dos placas sujeta etiquetas totalmente en acero inoxidable con perforación en los extremos de ¼" Ø y sujeta con tornillería de cabeza Hexagonal, arandela de presión y tuerca de seguridad. El tiempo de entrega es en un día.

Precio unitario.....Q.255.00
Costo total..... Q510.00

Figura 19. **Tuerca sujetadora de corredera**



Fuente: **Industria de alimentos.**

Fabricación de cinco tuercas sujetadora de corredera en veckton color negro y fabricación de buje en bronce con rosca para direccionamiento de envases. Tiempo de entrega es de dos días.

Precio unitario.....Q75.00
Costo total.....Q375.00

Figura 20. **Tornillo sujetador de corredera**



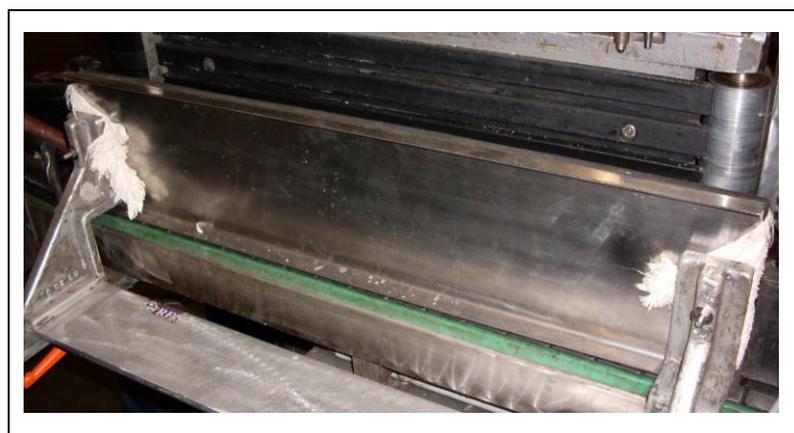
Fuente: **Industria de alimentos.**

Fabricación de cinco tornillos sujetador de corredera en acero inoxidable con rosca corrida, adaptación de tuerca soldada con tig a cordón corrido, roldana. Tiempo de entrega inmediata.

Precio unitario.....Q.27.00

Costo total.....Q135.00

Figura 21. **Placa pared**



Fuente: **Industria de alimentos.**

Fabricación de una placa pared en aluminio de 1/2" espesor x 70 centímetros de ancho, perforada en los extremos para sujeción con tornillos cabeza plana y tuerca de seguridad acero inoxidable. Tiempo de entrega de dos días.

Precio unitario.....Q.975.00

Figura 22. **Eje con tuerca**



Fuente: **Industria de alimentos.**

Fabricación de cinco ejes con tuerca incorporada en aluminio de 1/2" Ø x 20" de largo, rosca corrida de 1/2" de profundidad. Tiempo de entrega de un día.

Precio unitario.....Q117.00

Costo total.....Q585.00

Figura 23. **Placa ajusta etiquetas**



Fuente: **Industria de alimentos.**

Fabricación de una placa ajusta etiquetas en aluminio con platina de 8" de ancho x 3/8" de espesor ranurado en los extremos de 1/2" Ø, ejes laterales de acero inoxidable direccionadores de la placa, niveladores de placa con barra roscada de 1/4" y tuercas acero inoxidable. Tiempo de entrega de cinco días.

PrecioQ.2,575.00

Figura 24. **Brida de sujeción**



Fuente: **Industria de alimentos.**

Fabricación de Brida de sujeción en aluminio con ranurado de 1" x 1/4" de profundidad, de 15" de largo x 2" ancho x 1/2" grosor, sujetado a la base del equipo con tornillos cabeza hexagonal de 3/8" x 2 1/2" de largo acero inoxidable. Tiempo de entrega de dos días.

Precio unitario.....Q1, 075.00

Figura 25. **Unidad de mantenimiento**

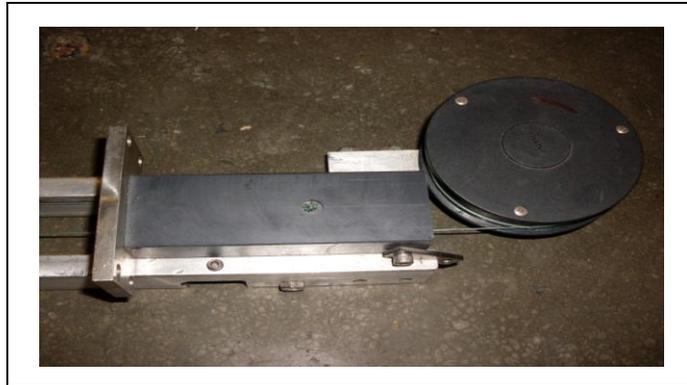


Fuente: **Industria de alimentos.**

Se necesitará 1 suministro e instalación de 1 unidad de mantenimiento marca Norgren de 1/2" con filtro, regulador de presión y lubricador sujeta al equipo con tornillos cabeza plana y tuerca de seguridad de 1/4" acero inoxidable. Tiempo de entrega e instalación de 1 día.

Precio unitario.....Q.1, 785.00

Figura 26. **Carrito presiona etiqueta**

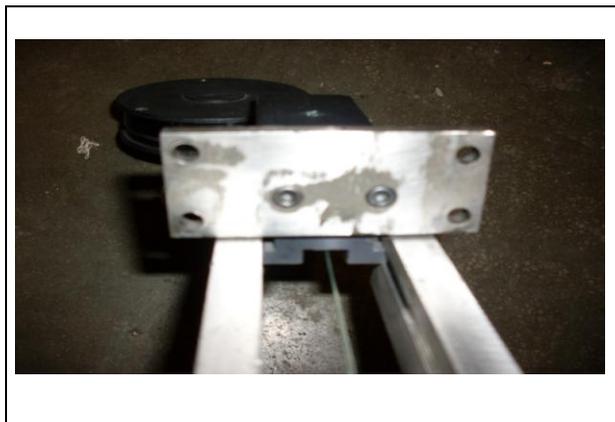


Fuente: **Industria de alimentos.**

Fabricación de carrito presiona etiqueta en aluminio, fabricación de guías con platina de 3/8" x 2" de ancho sujeta a base de equipo con tornillos cabeza plana de 1/4" x 3" de largo. Fabricación de guía en veckton negro y sujeta a base con remaches pop. Tiempo de entrega de cuatro días.

Precio unitario.....Q.2, 150.00

Figura 27. **Placa presiona etiquetas**



Fuente: **Industria de alimentos.**

Fabricación de una placa presiona etiquetas en acero Inoxidable, de 1/4” de grosor con fabricación de guía soporte en cold roll sujeta a placa con tornillos allen cilíndricos. Tiempo de entrega de dos días.

Precio unitario.....Q625.00

3.2.1.2. Costos de piezas con fallas

En el estudio realizado se verificó que existen piezas que están actualmente, el único inconveniente es, que algunas de ellas tienen fallas que se tendrán que rectificar y hacer un diagnóstico para ver a cuanto asciende el costo.

Para saber el costo estimado de estas piezas se ha realizado una cotización a una empresa dedicada a, fabricación y reconstrucción de piezas en metal y materiales especiales, y las piezas que se analizaron y tienen fallas que se tienen que rectificar son:

Figura 28. **Tornillo regulador de altura**



Fuente: **Industria de alimentos.**

El costo que se tendrá para componer la falla que actualmente tiene esta pieza asciende a la cantidad de **Q.115.50** y el tiempo de entrega es de un día.

Figura 29. **Embobinador de etiquetas**



Fuente: **Industria de alimentos.**

El costo para esta pieza que es el embobinador de las etiquetas, asciende a la cantidad de **Q25.00**, y el tiempo de entrega de la pieza es de $\frac{1}{2}$ día.

3.2.1.3. Costos de mantenimiento

Los costos de mantenimiento que se tendrán para la habilitación de la etiquetadora es la de tener a un mecánico que realice las funciones que se detallan en el mantenimiento preventivo, el cual es un costo que se tiene actualmente y que por lo tanto, no se tomará en cuenta para la habilitación de la máquina.

Este costo de mantenimiento se tomará para una jornada ordinaria de trabajo, y con horas extras para un pedido urgente, y se muestra en la tabla a continuación. Y los detalles se encuentran en el apéndice dos.

Tabla V. **Costos de mantenimiento**

Mecánico	Actividad	Tiempo normal (Q)	Tiempo extra (Q)	Costo total mensual (Q)
1	Mantenimiento	2488.80	1866.00	4354.80

Fuente: **Industria de alimentos.**

3.2.1.4. Costo de consumo energético

El consumo de energía eléctrica que se tendrá adicional en la empresa será debido a la habilitación de la etiquetadora, ya que los demás equipos como lo son: Llenadora simplex, bandas transportadoras, taponadora y selladora de tapón ya están siendo utilizados actualmente y solo se tendrá que sumar el consumo de la etiquetadora.

El costo se tomará para una jornada ordinaria de trabajo y tomando en cuenta las horas extras para esa jornada, se tomaron los cálculos independientes para las horas extras aunque el consumo en jornada normal y jornada extra es el mismo, entonces el consumo de electricidad queda de la siguiente manera y sus detalles se muestran en apéndice tres.

Tabla VI. **Costo de consumo energético**

Máquinas	Función	Tiempo normal (Q)	Tiempo extra (Q)	Costo total mensual (Q)
1	Etiquetar producto	228.096	114.048	342.144

Fuente: **Industria de alimentos.**

Entonces el costo total mensual que se tendrá por consumo eléctrico de la etiquetadora será de **Q342.144.**

3.2.1.5. Costo automatizado

Para saber el costo que se tendrá al momento de tener un proceso totalmente automatizado, se procedió a analizar dos aspectos muy importantes. Los cuales fueron el costo de consumo energético y el costo de mantenimiento.

El costo energético: porque solamente se le sumaría el costo del consumo de la etiquetadora, debido a que todos los demás equipos que complementan el proceso de producción están actualmente en uso.

Y el costo de mantenimiento debido a que, se debe tomar en cuenta el mantenimiento que se le debe aplicar a la etiquetadora, ya que actualmente este costo no se tiene dentro de la empresa y es un factor muy importante que se tiene que contemplar para llegar a hacer uso de la máquina.

Entonces, el costo automatizado quedará detallado de la siguiente manera:

Tabla VII. **Costo automatizado**

Costo analizado en empresa	Costo en quetzales.(Q)/mes
costo energético	342.144
costo de mantenimiento	4,354.80
costo dos operarios	8233.92
Costo total	12,930.86

Realizado por César Rafael Ponce

Dando a conocer que el costo automatizado mensual ascenderá a la cantidad de **Q12,930.86**.

3.2.2. Puesta en marcha

La puesta en marcha implicará el trabajo no sólo del personal de mantenimiento, sino también de los operadores, supervisores, ingenieros encargados de la producción y personal a fin.

Entonces el funcionamiento de la máquina será todo un éxito si cada uno colabora en distintas funciones que se les sean asignadas, ya que se tiene que revisar el lugar donde se va a colocar la etiquetadora, la instalación de las piezas faltantes, la modificación de las piezas con fallas y adaptar cada uno de los accesorios que hacen falta.

3.2.2.1. Modificaciones a piezas con fallas

Las modificaciones que se realizarán a las piezas han sido analizadas para, economizar y no tener que obtener la pieza nueva que es muy costosa, ya

que se tienen algunas partes que se pueden adaptar es mejor hacer el trabajo si se obtendrá un buen resultado.

En alguna de ellas es muy costoso obtener la pieza original y es por ello que se obtienen piezas y accesorios con la misma función, y aunque no del mismo color y tamaño pero se pueden adaptar obteniendo un buen funcionamiento. Tal es el caso de las piezas que se describen a continuación y que función llevan cada una de ellas.

Figura 30. **Embobinador**



Fuente: **Industria de alimentos.**

Esta pieza se tiene actualmente en existencia en la empresa de alimentos, no es la original para la máquina, pero haciendo uso de algunas herramientas se puede obtener la misma función de la original.

La modificación que se hará a esta pieza es, colocarle dos tornillos a la pieza que sujetará el embobinador, hacerle un agujero de 3/8" a la pieza de aluminio para sujetarlo, colocarle una tuerca de la medida del tornillo de 3/8" y una arandela de presión, invertir la pieza de aluminio para que no tope en una orilla de la corredera y colocarle hilo de pescar que se tiene en el área de pintura.

Figura 31. **Regulador de altura**



Fuente: **Industria de alimentos.**

La modificación de esta pieza consiste en, hacerle un agujero pasado a la pieza superior de aluminio de 1/2" de diámetro en el lugar donde lleva rosca, colocarle una tuerca con una arandela de cobre para evitar desgaste de la pieza de aluminio, colocarle dos tuercas en la parte inferior de la pieza de aluminio para obtener la funcionalidad de subir y bajar.

Colocarle una tuerca insertada en la pieza inferior de aluminio, ya que la pieza de aluminio actual ya no cuenta con esa rosca que venía con la pieza y la rosca era de aluminio, así se evitará de comprar la pieza inferior que es muy grande y por lo mismo es muy costosa por el tipo de material.

3.2.2.2. Diseño e instalación de piezas a fabricar.

El diseño e instalación de las piezas que se han de fabricar se detallan con medidas exactas, algunas se diseñaron tomando como referencia piezas que se pudieron desmontar de la máquina que actualmente se encuentra en uso, mientras que otras solamente se diseñaron conforme a la conveniencia de montaje y utilización.

La instalación de las piezas diseñadas se lleva a cabo de una manera sencilla y fácil, ya que no se requieren de máquinas ni herramientas especiales o muy sofisticadas para instalarlas. Las piezas diseñadas que se tienen que fabricar para instalarlas posteriormente se diseñaron mediante el programa autocad y se detallan en apéndice cuatro.

3.3. Método propuesto de trabajo

Ahora se mejorará el proceso de trabajo con el fin de ahorrar tiempo y dinero. Todas las mejoras que se establezcan se harán sin aumento de gastos, considerando sólo una mejor distribución del puesto de trabajo, economía de movimientos, colectivos y distancias recorridas.

Este método propuesto incluye lo que es, la habilitación de una etiquetadora, ya que actualmente se cuenta con una máquina igual en uso que funciona sin ningún problema en una línea de producción.

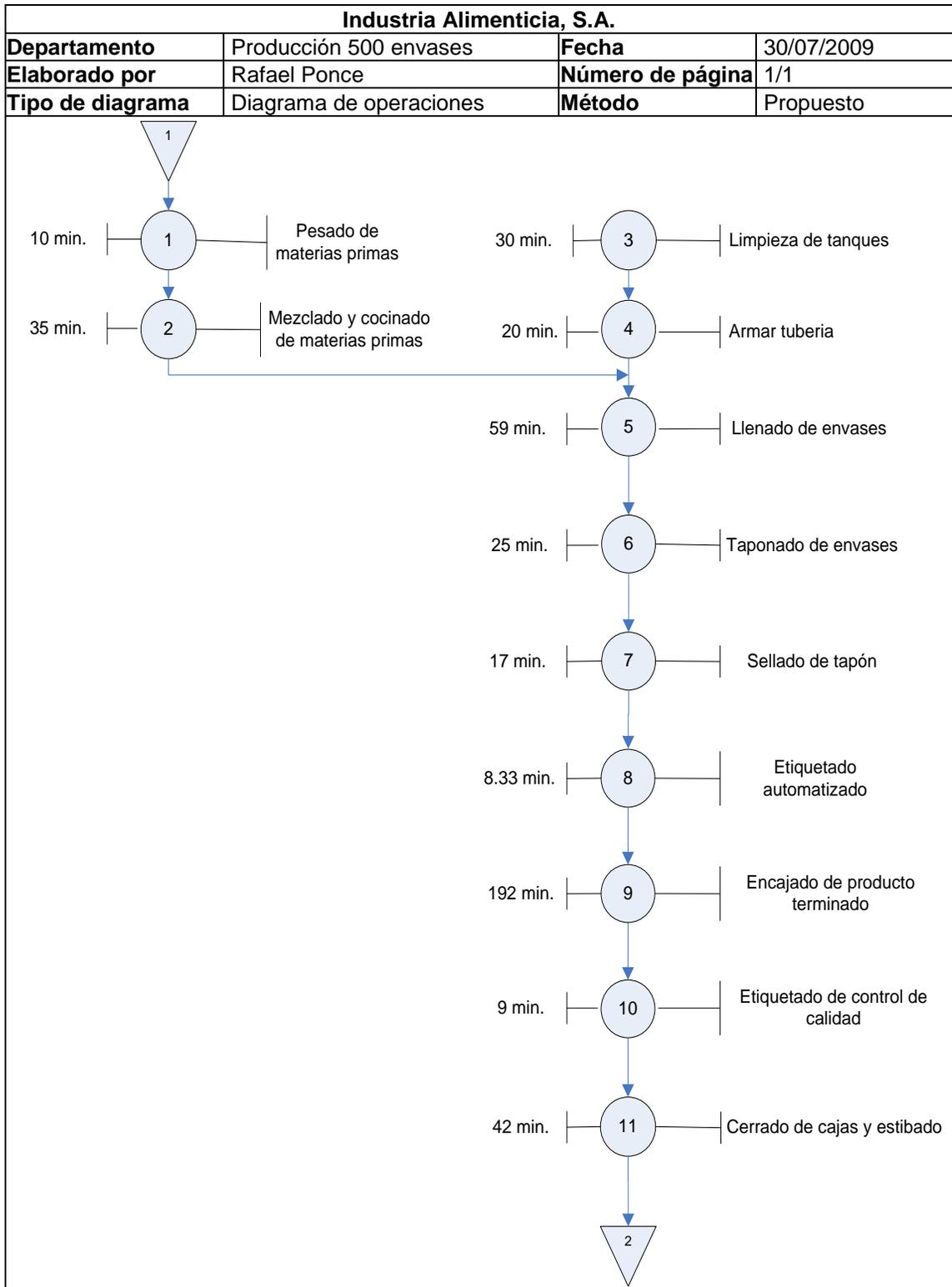
Se pretende con este nuevo método hacer fluida la producción y evitar el cuello de botella que se ocasiona actualmente en el área de etiquetado, si se coloca la etiquetadora en línea con la producción se estará evitando muchos gastos, así como demoras en la entrega de producto terminado.

La utilización de este nuevo método con la implementación de la etiquetadora que actualmente se encuentra deshabilitada será de gran beneficio y la forma esquemática de su funcionamiento se muestra en los diagramas de operaciones, flujo y recorrido propuestos.

3.3.1. Diagrama de operaciones propuesto

Muestra lo que se llevará a cabo en cada una de las operaciones propuestas para mejorar las actividades actuales, y también lleva los pasos básicos del diagrama actual pero incluye las mejoras que se darán con la implementación de la etiquetadora en desuso.

Figura 32. Diagrama de operaciones propuesto



Cuadro Resumen			
Símbolo	Descripción	Cantidad	Tiempo (min.)
	Operación	11	448
	Almacenaje	2	---
Sumatoria		13	448

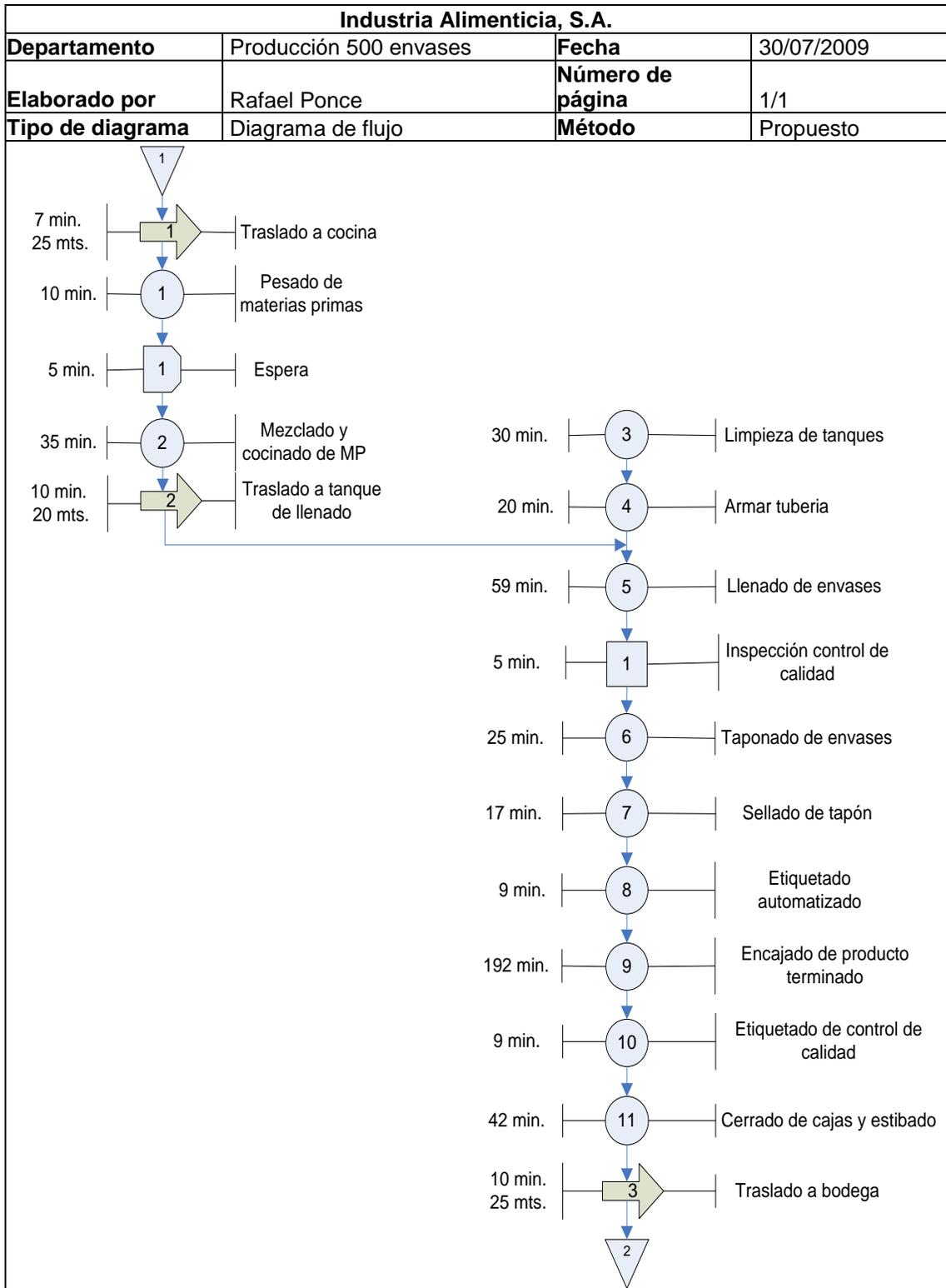
Fuente: **Industria de alimentos.**

3.3.2. Diagrama de flujo propuesto

Este diagrama muestra las mejoras propuestas en algunas de las operaciones que se utilizan en el diagrama de flujo actual, se obtendrá una producción mas eficiente, debido a que se eliminarán pasos innecesarios y los tiempos de elaboración del producto terminado se reducirá en gran medida.

El flujo del producto quedará de una forma lineal y no se tendrá que perder tiempo en llevar y traer producto de un lado a otro, así como el personal tendrá mejores condiciones de trabajo ya que no se tienen que estar cansando a la hora de cargar las cajas de producto.

Figura 33. Diagrama de flujo propuesto



Cuadro Resumen				
Símbolo	Descripción	Cantidad	Tiempo (min.)	Distancia (mts.)
	Operación	11	448	
	Transporte	3	27	70
	Inspección	1	5	
	Demora	1	5	
	Almacenaje	2	---	
Sumatoria		18	485	70

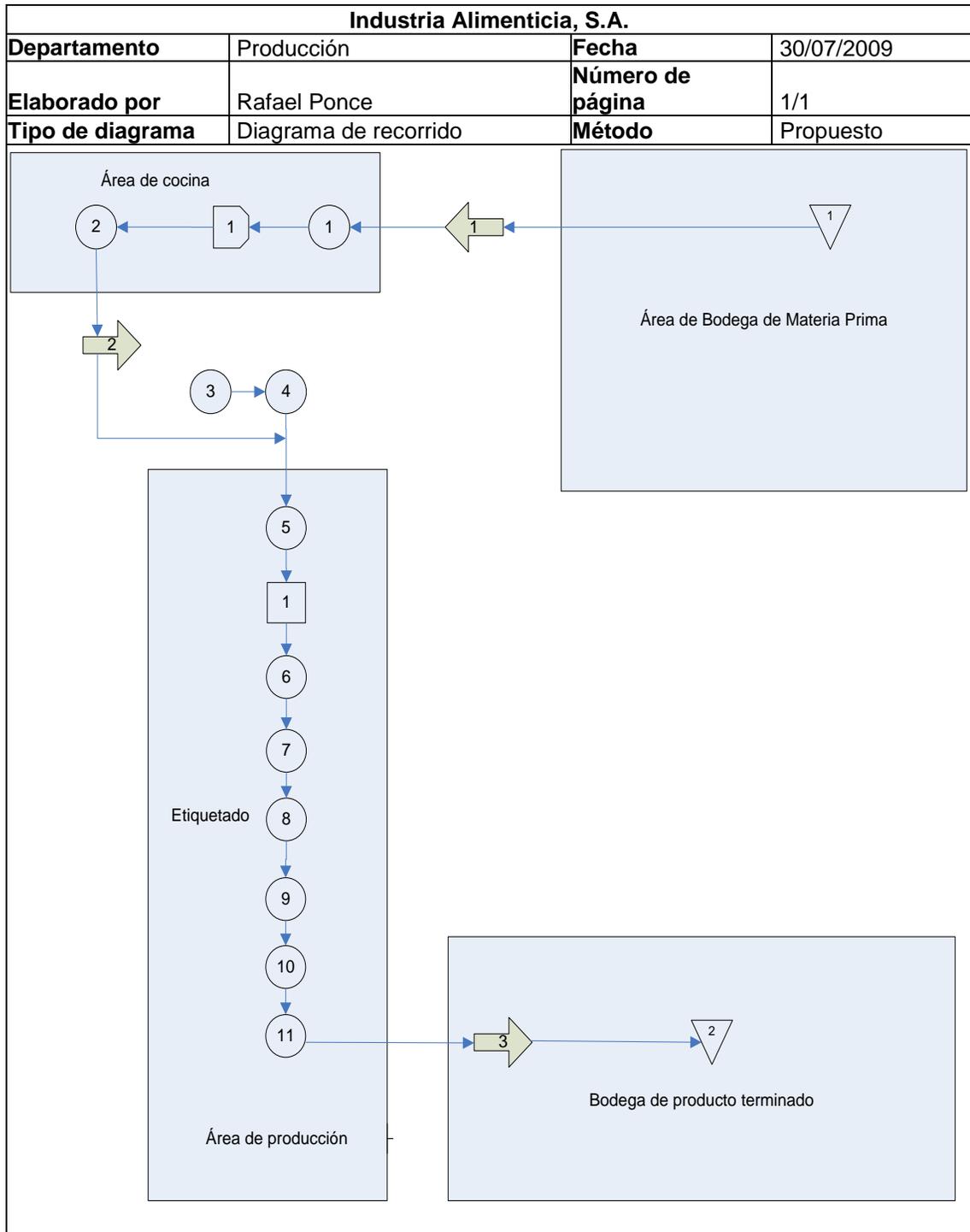
Fuente: **Industria de alimentos.**

3.3.3. Diagrama de recorrido propuesto

Este diagrama propuesto muestra gráficamente la nueva ubicación de cada una de las operaciones que se llevarán a cabo en el área de producción, y específicamente en el área de etiquetado de los envases.

No se tendrá que llevar más el producto a un área de espera a etiquetar, ya que se contará con una etiquetadora que colocará las etiquetas de una forma eficiente, disminuyendo el tiempo de colocación, costos innecesarios como lo son: el mal uso de la goma, rompimiento de etiquetas por mala manipulación y mejorará el pegado de la etiqueta colocándolas uniformemente en el envase.

Figura 34. Diagrama de recorrido propuesto



Fuente: Industria de alimentos.

3.4. Análisis de productividad

Utilizando la ecuación que se muestra a continuación:

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Producción}}{\text{Insumos}} = \frac{\text{Productos generados}}{\text{Recursos empleados}},$$

se obtienen los cálculos de productividad que se detallan en el apéndice siete.

Con la situación actual de la empresa se tiene una productividad de 0.2778 envases/hora-hombre y con la habilitación de la etiquetadora se obtendrá una productividad de 1.3889 envases/hora-máquina; obteniendo un incremento del 399.96%.

Cálculo del período de recuperación o Payback:

Este método calcula el tiempo necesario para recuperar la inversión y se procede de la siguiente forma:

$$\text{Payback} = \frac{\text{Inversión}}{\text{Promedio de ingresos anuales}}$$

El tiempo de recuperación de la inversión en la habilitación de la etiquetadora de acuerdo al Payback detallado en apéndice siete, es de tres meses con dos días.

Incremento del ritmo de producción:

Con la mejora propuesta, el ritmo de producción detallado en el apéndice siete obtuvo un incremento de 900 %.

En base al incremento de productividad, período de recuperación de la inversión y el aumento del ritmo de producción, se puede concluir que la propuesta de mejora tendrá impactos positivos para la empresa.

4. IMPLEMENTACIÓN DE LA MEJORA

4.1. Plan de capacitación a operarios

La seguridad de los operadores se verá garantizada mediante un manual de uso de la máquina etiquetadora, que llevará pasos indispensables que deben darse para evitar daños y accidentes laborales.

Dentro de los principios de acción preventiva hay que tener en cuenta, además del derecho básico de los trabajadores a su protección personal, las actuaciones a desarrollar en situaciones de emergencia o en el caso de riesgo grave o inminente, se deben cumplir las garantías de seguridad a cada uno de ellos ya que es así que se verá un desarrollo dentro de la empresa como un aumento en la productividad de la misma.

Las actividades de capacitación propiamente dichas se realizarán, básicamente, mediante la organización y realización de cursos talleres y eventos orientados a recrear los conocimientos, habilidades y destrezas específicas relacionadas al uso de los equipos.

Las actividades de capacitación estarán dirigidas principal aunque no exclusivamente, a líderes, funcionarios y miembros (as) activos (as) de la distintas áreas existentes en la empresa o área de implementación, así como también, se darán lineamientos en un instructivo para realizar rutinas de uso y limpieza a la máquina y accesorios.

4.1.1. Instructivo del uso de máquina

- ✓ Formación e información sobre el uso de determinada herramienta específica para cada equipo.
- ✓ Control periódico del estado de las herramientas utilizadas en la máquina etiquetadora.
- ✓ Hacer uso de protección ocular cuando se esté verificando el funcionamiento de la máquina (pantallas, gafas).
- ✓ Evitar contactos eléctricos por manipulación de equipos y cuadros eléctricos, se recomienda avisar al encargado de electricidad.
- ✓ Evitar atrapamientos con las partes móviles de la máquina, y sus respectivos accesorios.
- ✓ Apagar la bomba impulsadora de goma cuando se desconecte la máquina etiquetadora para evitar que hayan derrames de goma.
- ✓ Si se da derrame de goma en la máquina, proceder a limpiarla y comenzar nuevamente habilitando la máquina.
- ✓ Al inicio de cada jornada se recomienda lavar el rodillo que engoma las etiquetas para evitar que las etiquetas queden mal pegadas o que haya ausencia de las mismas.
- ✓ Verificar que el nivel de goma sea el adecuado, a la mitad o tres cuartos del total del envase.
- ✓ Se recomienda realizarle limpieza al sensor detector de envases máximo a cada mes, esto lo realizará el encargado de electricidad.
- ✓ Realizar el apriete adecuado a cada uno de los accesorios que son corredizos para que se pueda graduar alguna distancia.
- ✓ Tener herramientas especiales para cambiar las placas que se usan en las distintas presentaciones de los envases.

4.2. Seguridad Industrial en el uso de etiquetadora

La seguridad es una condición para que exista desarrollo sostenible en las empresas, pues es la única forma para que las empresas subsistan en la economía cada día más globalizada.

Un sistema de seguridad como parte integral de una capacitación estructurada realza la importancia de la seguridad en el trabajo al dar pautas al operario, al supervisor y al empresario para crear estaciones y ambientes de trabajo seguros.

El uso de máquinas automatizadas en las estaciones de trabajo es de gran beneficio para las empresas, pero también conllevan una gran responsabilidad. Es por ello que se recomienda hacer uso de los manuales de instrucciones asociados al uso de las máquinas a utilizar.

Una máquina etiquetadora es muy eficiente cuando se encuentra en optimas condiciones de uso y cuando se tienen los lineamientos de uso adecuado de la misma. Debido a que es muy importante saber utilizar los equipos y conocer los riesgos y responsabilidad que conlleva hacer uso de los mismos se dan algunas normas de seguridad para su utilización.

4.2.1. Normas de seguridad para el uso de máquina

- ✓ Mantener el manual de instrucciones a mano en todo momento, junto a la máquina.
- ✓ Deben tomarse medidas para garantizar que la máquina sólo es operada en una condición segura y funcional.
- ✓ Durante la limpieza, la reparación o el cambio a un contenedor distinto o tamaño de la etiqueta, el interruptor principal con cierre siempre debe estar activado a cero y con candado, de manera que la máquina no está bajo tensión y no se puede activar por cualquier persona.
- ✓ El operador deberá garantizar la limpieza y una visión clara de su lugar de trabajo. Cualquier objeto colocado en la máquina no debe ser obstáculo para la máquina, ni la posibilidad de llegar a los elementos de funcionamiento con facilidad.
- ✓ Los dispositivos de protección deben ser retirados durante los trabajos de reparación y reemplazados antes de reiniciar la máquina.
- ✓ Todas las instrucciones de seguridad y señales de advertencia en la máquina debe mantenerse en condiciones legibles
- ✓ Sólo usar fusibles originales con la energía eléctrica dada. En caso de que haya cualquier interrupción en el suministro eléctrico, apagar la máquina inmediatamente.
- ✓ Precaución: La presión máxima del aire comprimido es de 8 bar, por lo tanto, no intentar activar el gas de la bomba engomadora en el recipiente con cualquier otro objeto.
- ✓ El lubricador de la unidad de mantenimiento se encuentra bajo presión por algún tiempo después de su uso. No abrir, de otra manera pueden escapar como líquido de cáustico.
- ✓ No usar reloj, pulseras, anillos u otros adornos en manos y antebrazos por ser peligrosos y dificultar durante la operación.

- ✓ No inclinar mucho la cabeza del lado en donde se guardan las piezas de la máquina, debido que en esa área funciona la transmisión de potencia.
- ✓ No utilizar el cabello suelto en mujeres, preferiblemente hacer uso de cofia para evitar que se enrede en la transmisión de potencia o en el tornillo sin fin que transporta el producto, en el caso de los hombres utilizar cabello corto acompañado del uso de cofia.
- ✓ Se deberá hacer uso de guardapolvos protectores en el área donde lleva la transmisión de potencia, para evitar daños al personal de trabajo y para prolongar el tiempo de vida útil de cada accesorio.
- ✓ Tener un control de orden y limpieza en la zona, así como hacer uso de calzado especial de trabajo para evitar que se resbale, preferentemente hacer uso de zapatos y no de tenis.
- ✓ Informar al operario sobre los riesgos de atrapamientos de las extremidades y cuales pueden ser medidas de mitigación.
- ✓ Uso de mascarilla e información al trabajador de los riesgos a los que está expuesto cuando se procesan los productos alimenticios.
- ✓ Rotación con otro puesto de trabajo durante tiempos establecidos por los encargados de producción.

4.2.2. Equipo de seguridad

El equipo de seguridad es muy importante, ya que la buena utilización del equipo adecuado para cada necesidad estará evitando muchos accidentes laborales que se den a la hora de manipular alguna máquina o herramienta.

El equipo de protección individual debe adecuarse a las disposiciones sobre diseño y construcción en materia de seguridad y de salud que afecten al trabajador, en cualquier caso, un equipo de protección individual deberá:

- ✓ Ser adecuado a los riesgos de los que haya que protegerse, sin suponer de por sí un riesgo adicional;
- ✓ responder a las condiciones existentes en el lugar de trabajo;
- ✓ tener en cuenta las exigencias ergonómicas y de salud del trabajador;
- ✓ adecuarse al portador, tras los necesarios ajustes.

Cuando se habla de equipo de seguridad personal se hace mención a varias partes del cuerpo que son susceptibles a recibir algún daño, y para los cuales existe protección específica, dentro de los que se encuentran:

- ✓ Ropa y equipo de seguridad

Los trabajadores no deben pensar que están a salvo de accidentes, ya que el exceso de confianza muchas veces los ocasionan. Muchos accidentes se pueden evitar con el uso de ropa y equipo protector que, por ley, siempre deben de estar disponibles.

El equipo protector se debe entregar a todo el personal expuesto a riesgos de trabajo aunque solo sea por breve tiempo.

✓ Mascarillas y caretas

Es una buena medida de precaución no respirar partículas que haya en el aire, vapores de productos químicos y malos olores. Como se trata de una industria de alimentos se requiere mucho de la utilización de mascarillas, debido a que se tienen estándares de calidad que se deben de cumplir.

En el área de cocina es muy indispensable su uso, ya que son químicos muy fuertes los que se preparan y también para evitar que caigan partículas de suciedad del trabajador.

✓ Cascos protectores

Es muy indispensable el uso de los cascos protectores cuando los trabajadores tengan que salir a realizar una actividad fuera de su área de trabajo, debido a que se tiene que pasar debajo de escaleras, en instalaciones bajas y existen riesgos que es mejor prevenir.

✓ Cofia

Es una redcilla que se utiliza para recoger el cabello, y se deberá de utilizar como equipo de protección para evitar que queden expuestos los cabellos tanto de hombres como de mujeres y ocasionen suciedad en la producción de alimentos.

✓ Protección auditiva

Es un equipo de protección individual que reduce los efectos del ruido en la audición, evitando así cualquier daño en el oído. Es importante una buena protección auditiva que reduzca los niveles de ruido dejando pasar la voz y amortiguando los sonidos a un nivel aceptable, el equipo puede contar con orejeras o tapones desechables.

✓ Guantes protectores

Los guantes deben cubrir adecuadamente el área expuesta. Para ello existen guantes de diferentes tamaños, que cubren hasta la muñeca, el antebrazo y otros más que cubren hasta el hombro. En el área donde se recibe el producto cocinado es muy indispensable el uso de los mismos debido a que ocurren accidentes en los que los trabajadores resultan con quemaduras.

4.3. Creación del stock de repuestos

El establecimiento del stock de repuestos es de relevante importancia, ya que es con ello que se garantizará que si una máquina falla por determinada pieza esta no se quede sin producir por no tener en existencia el repuesto que se necesita, o bien porque tarda mucho tiempo en llegar a la empresa si se solicita a algún proveedor.

Se debe contar con los repuestos que se desgastan o fallan con mayor frecuencia, ya que existen repuestos que son los que se deben de gastar antes que se gasten otras piezas importantes de los equipos y así evitar incurrir en costos mayores al tener que obtener piezas caras.

Dentro del stock de repuestos que se utilizará se contemplarán tener en existencia tanto repuestos, lubricantes, grasas y como también accesorios para evitar paros prolongados de producción, el listado del stock de accesorios y lubricantes será el siguiente:

- ✓ Lubricante Kaeser para compresores
- ✓ Lubricante Delo 400 Sae 40
- ✓ Lubricante Sae 10 para bomba de vacío

- ✓ Lubricante afloja piezas
- ✓ Grasas para industria alimenticia
- ✓ Grasas No. 2 y No. 3
- ✓ Dieltron 1 desplazante de humedad
- ✓ Dieltron 3 limpia contactos
- ✓ Barniz
- ✓ Cinta de aislar
- ✓ Cables
- ✓ Libreta marca cables
- ✓ Cinta especial de sellado de bolsas
- ✓ Empaques de coplas
- ✓ Tornillos de anclaje
- ✓ Manguera de conducción de producto
- ✓ Llaves de paso
- ✓ Guantes de protección

Este listado de repuestos y accesorios es de gran importancia mantener en existencia, ya que son los que se utilizan con mayor frecuencia y lo bueno de cada uno de ellos es que no ocupan mucho espacio.

El listado de repuestos y accesorios en si que utiliza la etiquetadora se detalla en las tablas que siguen a continuación, y se deberá tener en existencia conforme a las cantidades que se detallan debido a que son repuestos que se deterioran con gran facilidad.

4.3.1. Listado de repuestos de etiquetadora

Los repuestos de la etiquetadora Anker están clasificadas según el equipo auxiliar que se utiliza, ya que se tienen equipos para aire, para cola o goma y otros accesorios en general.

El listado de repuestos indica la cantidad con la que se debe de contar para estar en prevención si se llega a presentar alguna falla, ya que un paro prolongado en la producción representa un costo significativamente alto.

Tabla VIII. **Repuestos de unidad de rodillo de cola**

Cantidad	Descripción	Código
1	rueda dentada	163031/ 063.015-0001
1	cojinete de rodillos de cola	193031/ 093.004-0001
1	eje de rodillo de goma	193276/ 093.004-0002
1	cojinete de bolas acanalado	100677/ RK6004 2RS1
1	cojinete de bolas acanalado	100679/ RK6006 2RS1
1	disco conjunto de eje	108413
1	Chaveta 6*6*25	100636/ 1.4301

Fuente: **Industria de alimentos.**

Tabla IX. **Repuestos de lechos de los rodillos de cola**

Cantidad	Descripción	Código
1	palanca de bloqueo	193203/ 093.012-0002/1
1	tazón de cola	193272/ 093.012-0003/1
1	perno	193049/ 093.012-0004
1	conjunto de tornillo M8	193050/ 093.012-0005
1	rascador de cola oscilante	193051/ 093.012-0006
1	bandeja de retorno de cola	193046/ 093.012-0007
1	conexión al pegamento	193274/ 093.012-L015/1
1	tirador	193324/ 093.012-0020
1	piezas intermediarias	163298 063.016-0010
1	riel	163040 063.016-0004
1	conjunto de disco eje	108412
1	chaveta	100639/ 1.4301
1	alfiler	101811/ A2
1	tornillo hexagonal M10*30	104654/ A2
2	tornillo de cilindro M8*20	100160/ A2

Fuente: **Industria de alimentos.**

Tabla X. **Unidad de mantenimiento completa de dos partes**

Cantidad	Descripción	Código
1	control de presión de aire	109163
1	ángulo de fijación WK- WG-1	109165
1	proyector de niebla WK- ô- 1/4	109162
1	grupo embrague WK- KU1-1	109166
1	ángulo R 1/4"	101805
1	boquilla de manguera R 1/4" 8mm	109187
1	llave de bola R 1/4"	101807
2	arandela 1/4"	100373
1	embrague de mano	101009
1	manguera de chorro 6mm	101100

Fuente: **Industria de alimentos.**

Tabla XI. **Repuestos de bomba de cola TP-10**

Cantidad	Descripción	Código
1	pistón de aire	110505
1	elevación del tubo	110507
1	tubo de líquido	110508
1	vástago	110509
1	pistón de líquido	110510
1	sello de líquido	110511
1	tornillo de la válvula	110512
1	perno límite	110513
1	válvula de bola	110514
1	controlador de temperatura	110516
1	base para la unidad de control	110517
1	detector de calor PT100	110518
1	dispositivo de calentamiento	110520
1	conjunto de sellos para dispositivos de calentamiento	110522
1	sello para vástago	110525
1	interruptor de presión	110526
1	botón de ajuste	110527

Fuente: **Industria de alimentos.**

5. SEGUIMIENTO Y CONTROL

5.1. Plan de mantenimiento

Es importante mantener bien lubricado con aceites o con grasas, la que recomienda el fabricante, cada una de las partes móviles de la etiquetadora; entre las cuales están: las chumaceras, los cojinetes, engranajes y piñones, las unidades de mantenimiento de aire comprimido y cada uno de los accesorios que lleva la etiquetadora que se puedan lubricar.

Se debe tomar en cuenta, que cada una de las partes a lubricar utiliza lubricantes especiales, debido a que, se trata de productos alimenticios con los cuales es muy especial el trato de lubricantes. Ya que en algunas partes utilizan lubricantes normales o de uso general y para partes expuestas al área de producción se deberá de utilizar grasa para uso de productos alimenticios.

El plan de mantenimiento constará de órdenes de trabajo y solicitud de ajuste o reparación para diversos equipos del área de producción, así como, para otras áreas donde se tengan máquinas automatizadas.

La solicitud de ajuste o reparación tendrá como objetivo registrar todas las fallas y las intervenciones que tienen los equipos, y sirven para identificar los equipos que presentan mayor cantidad de fallas, lo cual indica que se le deberá dar un mantenimiento preventivo frecuentemente o el tipo de mantenimiento que se le está realizando no es el adecuado.

En el formato se debe incluir la siguiente información: número de solicitud, fecha y hora de solicitud, código y ubicación de máquina, nombre del

personal que solicita, tipo de tarea solicitada, descripción de tarea, así como los datos de quien recibe la solicitud.

La solicitud de ajuste o reparación tendrá la siguiente presentación:

Figura 35. **Formato de solicitud de ajuste y/o reparación**

Industria de Alimentos, S.A.		
FICHA DE SOLICITUD DE AJUSTE Y/O REPARACIÓN		
Fecha: Guatemala	__/__/20__	Hora de solicitud: Hrs. __:__ No. __
Máquina o equipo:	_____	
Código:	_____	Ubicación: _____
Solicitante:	_____	Firma: _____
Tarea solicitada:		
Ajuste:	<input type="checkbox"/>	Reparación: <input type="checkbox"/> Otro: <input type="checkbox"/>
Descripción de la tarea:	_____	
Prioridad:		
Normal:	<input type="checkbox"/>	Urgente: <input type="checkbox"/>
Recibido por:	_____	Firma: _____
Fecha de recepción: Guatemala	__/__/20__	Hora de recibida: Hrs. __:__

Fuente: **Industria de alimentos.**

5.1.1. Mantenimiento preventivo

Para este tipo de mantenimiento se utilizarán inspecciones objetivas para el análisis de la maquinaria, las cuales serán aplicadas según las condiciones de las mismas, los métodos son los siguientes:

- ✓ Métodos térmicos: Puede hacerse con el uso de pintura termina, la cual cambia de color con el aumento de la temperatura o puede hacerse por medio de termómetros.
- ✓ Monitoreo de lubricación:

El mantenimiento preventivo se realizará a diversos equipos y accesorios de la maquina etiquetadora, y para dar un buen mantenimiento se deben tener buenas bases sobre la instalación de algunos equipos entre los cuales tenemos:

La bomba impulsora de goma, y el plan de mantenimiento preventivo e instalación de la misma es el siguiente:

- ✓ Deberá tener una base sólida para evitar que la goma se caiga por un falso movimiento, pero también debe permitir la vibración que le ejerce el aire comprimido debido a que lleva partes flexibles.
- ✓ Al momento de instalar la bomba se debe tener cuidado, para dejar que ésta pueda inspeccionarse de una manera fácil durante su funcionamiento.
- ✓ Se debe colocar lo más cerca posible de donde se suministrará la goma para que la tubería de distribución de goma sea lo más corta y directa posible.
- ✓ El depósito de goma se deberá lavar a cada semana, esto, para evitar que goma vieja se quede pegada en las paredes y obstruya la circulación de la goma y también evitar que el pegado de las etiquetas sea no uniforme.

- ✓ Para encender la bomba, abrir la válvula de corredera manual todo el tiempo. Una presión de operación de 6 bar debe ser ajustada en el filtro de control.
- ✓ La cantidad de pegamento que se extrae es ajustado durante la operación en el acelerador que utiliza el aire. El ajuste es infinitivo. Girar hacia el exterior: se aumenta la cantidad de extracción. Girar hacia el interior: la cantidad de extracción es menor. El ajuste puede ser fijado por apretar la tuerca.
- ✓ El control de temperatura se monta junto a la unidad de la bomba. Al girar la perilla de ajuste, la temperatura se puede ajustar de 0-50 grados centígrados.

Sensores detectores, son los que detectan la presencia del envase que se etiquetará y el que también envía la señal para activar el aire comprimido, y para ellos se contemplará lo siguiente:

- ✓ Colocar el sensor detector en un lugar que no interrumpa el transporte de los envases y que pueda detectarlos de una forma fácil y práctica.
- ✓ El sensor activador del aire deberá estar en óptimas condiciones para evitar fugas de aire.
- ✓ Verificar el estado de ambos sensores y limpieza para ambos de la forma recomendada para cada uno de ellos.

Plancha sujetadora o pared de respaldo y placas sujetadoras de etiquetas, una lleva la función de sujetar los envases y la otra la de sujetar las etiquetas, se realizará lo siguiente en ellas:

- ✓ Limpieza en las paredes, para evitar que el producto no se quede trabado o que no pueda girar con libertad para enrollarse en el envase que llevará la etiqueta.
- ✓ Verificar que los tornillos de sujeción estén bien soldados, para evitar que se caigan las placas y que se desnivelen causando desajustes en los demás accesorios.

5.1.1.1. Programa de mantenimiento preventivo

- ✓ Lubricar periódicamente, chumaceras, cojinetes y también los engranajes del moto reductor que da la potencia a la maquina.
- ✓ Tensado de las fajas cuando estas ya estén flojas debido al movimiento de giro que le ejerce el motor.
- ✓ Revisar periódicamente el estado de la faja plana, y si fuese necesario habrá que cambiar la misma.
- ✓ Verificar nivelación de la máquina etiquetadora, por lo menos, cada mes o dos meses ya que esta máquina no provoca vibraciones.
- ✓ Apretar tornillos flojos por el movimiento, por lo menos, cada mes o dos meses de lo contrario el eje podrá sufrir deflexiones permanentes.
- ✓ Verificar que el eje transportador de goma coincida con los dientes bases donde gira, y así, evitar que los mismos entren en contacto y provoquen desgaste de metal con metal y mal pegado de etiqueta.
- ✓ Echarle grasa a las graseras cada 100 horas de uso. A los soportes de buje no les deberá faltar grasa.
- ✓ Revisar el gusano, por lo menos, cada mes o dos meses debido a suciedad o falta de piezas.
- ✓ Si el gusano se traba: apagar el motor, apagar la bomba propulsora de goma, limpiar y buscar el atasco. Después chequear si no hubo daños. Si los hay, proceder a repararlos de inmediato.
- ✓ Si hay una baja en la capacidad del gusano transportador de producto o tornillo sin fin, revisar lo siguiente:
 - La tensión de la faja sea la adecuada,
 - Si no se atasca el tornillo sin fin por algún factor y
 - Verificar si tienen grasa los bujes o cojinetes sobre el cual giran los ejes.

5.1.2. Mantenimiento correctivo

Al momento de realizar el mantenimiento correctivo se hará principalmente para agilizar el proceso de compostura de la maquina, y se hará por medio de una observación del funcionamiento del equipo y se podrán realizar reparaciones o pruebas menores.

Lleva un propósito importante el cual es de evitar que el equipo quede sin producir y evitar que las piezas en cuestión sufran desgaste o algún daño permanente, así mismo, se verificará el funcionamiento del equipo para saber cual fue la causa, así como medir la efectividad de reparaciones que se hayan realizado con anterioridad.

5.1.2.1. Pasos a seguir según fallas dadas

Cuando se han presentado fallas o daños a equipos, no queda más que recurrir a la utilización del mantenimiento correctivo; el cual se realizará de una forma ordenada utilizando formas técnicas de solución de problemas.

Para ello se utilizarán fichas de reportes de fallas, con las cuales se pretende obtener la información de las fallas provocadas.

El personal operativo es el que se encuentra en contacto directo con las máquinas y equipos, y son ellos, quienes tienen mayor conocimiento del funcionamiento normal de las máquinas, además son quienes pueden detectar cuando una máquina tiene mal funcionamiento, el cual después podría convertirse en una falla.

Algunas de las anomalías que podría presentarse son: ruidos, vibraciones extremas, disminución de velocidad o fuerza, entre otros.

Con este formato se creará un registro de las anomalías o fallas que presentan los equipos, que posteriormente permitirán continuar con la producción y una inspección para evitar fallas futuras.

Figura 36. **Formato de reporte de fallas**

Industria de Alimentos, S.A.		
Ficha de reporte de fallas		
Fecha: Guatemala ___/___/20__	Hora de solicitud: Hrs. ___:___	No: _____
Máquina o equipo: _____		
Código: _____	Ubicación: _____	
Solicitante: _____	Firma: _____	
Fecha en que ocurrió la falla: ___/___/20__		
Descripción de la falla: _____		

Recibido por: _____	Firma: _____	
Fecha de recepción: Guatemala ___/___/20__	Hora de recibida: Hrs. ___/___	

Fuente: **Industria de alimentos.**

5.2. Muestreo para el control del proceso.

La problemática del control se encuentra en el desconocimiento de los procesos mismos por parte del operador, de la falta de entendimiento de los principios de medición y operación de los instrumentos, la automatización y el control de las plantas industriales.

Uno de los principales problemas en procesos es la presencia de retardos, es decir, se puede modificar la concentración de un caudal de entrada pero su efecto tardará en observarse. Se debe entender la información de los instrumentos involucrados en los procesos de producción, conocer las estrategias de control y saber como afectan al proceso los ajustes de los equipos, instrumentos y accesorios de las máquinas automatizadas.

5.2.1. Control de calidad

Si un proceso en una planta es visto como un conjunto de operaciones inteligentemente conectadas, entonces la mantención del punto de operación del proceso global de la planta se podría satisfacer manteniendo una consigna determinada en cada operación. El punto de operación requerido puede ser simple, un cierto pH o una cierta temperatura o complejo como una cierta rentabilidad.

Para obtener una excelente calidad no solo en los productos, sino también en el ambiente laboral de los trabajadores, se debe cuidar de cumplir con algunos factores importantes para satisfacer y cumplir con las expectativas de un buen ambiente de trabajo, algunos de ellos son:

- ✓ Seguridad: presión, temperatura, composición, etc. entre un máximo y un mínimo de seguridad.
- ✓ Especificaciones: es decir, control de la calidad de una variable; no sólo cantidad.
- ✓ Regulación ambiental: efluentes, emisiones, residuos sólidos.
- ✓ Restricciones operacionales para cada equipo u operación: alturas de tanques, potencias a las bombas, etc.
- ✓ Economía óptima: frente a materiales cambiantes, energías a tarifa cambiante, etc.

5.2.2. Correcciones

Las correcciones que se deben realizar en la empresa son de ámbito general, ya que no solo se deben de corregir algunas actividades sino todas las que influyen en la ejecución de los trabajos y productividad en general.

Algunas de las correcciones que se deben de realizar comienzan en el área personal, ya que son las personas las que se encargan de verificar el buen funcionamiento de los sistemas automatizados, y se detallan algunas a continuación:

- ✓ El comportamiento del personal
- ✓ Las especificaciones del proceso
- ✓ Los procedimientos
- ✓ Las sesiones informativas
- ✓ La formación en el trabajo
- ✓ Cursos de formación
- ✓ La participación previa

- ✓ Búsqueda de métodos de mejora.
- ✓ Fomentar la idea de la necesidad de un control férreo de la calidad.
- ✓ El establecimiento de objetivos de calidad y la aplicación de todo tipo de medidas y cambios para poder alcanzar estas metas.
- ✓ La necesidad de comprometer a los trabajadores en la obtención de una mayor calidad mediante programas de formación profesional, comunicación y aprendizaje.
- ✓ La revisión de los sistemas y proceso productivos para poder mantener el nivel de calidad alcanzado
- ✓ La eliminación de las operaciones con tendencia a fallar
- ✓ La sustitución de los trabajadores que tienden a cometer fallos por máquinas
- ✓ Criterios para la calificación del personal operativo
- ✓ Oportunidad de ensayar o simular
- ✓ Criterios de mantenimiento
- ✓ Retroalimentación sistemática de la información procedente de las operaciones.

CONCLUSIONES

1. Se obtendrá un incremento considerable de la productividad en el proceso de etiquetado, equivalente a un **399.96 %** que se reflejará en la mejora de la calidad del producto, entrega rápida de los pedidos urgentes y en la reducción de costos para la empresa.
2. La producción obtendrá un impacto positivo al implementar el sistema automatizado de etiquetado, los cuales repercutirán en un ahorro substancial en los recursos utilizados para éste proceso.
3. Para que la máquina etiquetadora mantenga un sistema de producción eficaz, fue necesario aplicarle un adecuado programa de mantenimiento preventivo; esto dará como resultado una reducción en los defectos del producto final.
4. Actualmente en el proceso de etiquetado participan cinco personas, al implementar el sistema automatizado serán únicamente necesarias dos personas: una de ellas se encargará de operar la máquina etiquetadora y la otra recibirá los envases salidos del proceso.
5. Se elaboró un análisis financiero comparativo para justificar la habilitación de la etiquetadora abandonada, en lugar de invertir en una máquina nueva. Así como un estimado de los beneficios: financiero, productivo, y humano que repercutirán a corto plazo. Se obtendrá un beneficio del 83% de ahorro al habilitar la etiquetadora, respecto a invertir en una nueva y un ahorro mensual del 37% correspondiente a mano de obra directa.

6. Debido al tiempo que la máquina ha pasado sin uso fue necesario la realización del diseño de piezas faltantes, ya que muchas de las piezas de la máquina deshabilitada sirvieron de repuestos para la máquina que actualmente está en uso, y estas a la vez serán de mucha utilidad para hacerla funcionar nuevamente, adicional a esto, se elaboró u inventario de repuestos.
7. Como la máquina sufre desgaste en algunas piezas más que otras, fue necesario la implementación de un stock de repuestos; siendo este de 51 piezas. Estas piezas estarán disponibles al momento que las que se encuentran en uso lleguen al fin de su vida útil, aproximadamente 720 horas continuas.
8. Con la implementación de una máquina en desuso es necesario capacitar al personal para mantener estándares de calidad, siendo necesario que los operarios tengan conocimiento del uso correcto de la etiquetadora. Con la debida capacitación se mejorarán los niveles de producción, mismos que se verán reflejados en los ingresos y utilidades de la planta.

RECOMENDACIONES

1. Hacer un estudio de las operaciones actuales de mantenimiento, para establecer los puntos débiles y proceder a mejorarlos, esto con el fin de mantener los equipos en óptimas condiciones de utilización y no tener que deshabilitarlos por falta de mantenimiento.
2. Leer las instrucciones de manuales de los equipos antes de utilizarlos, así como también; los operadores de máquinas deben recibir la capacitación adecuada, obteniendo un mejor rendimiento, tanto de los trabajadores como de los equipos.
3. Realizar inspecciones de mantenimiento con rutinas programadas, ya que se debe mantener en óptimas condiciones los equipos. Se necesita de revisiones periódicas diarias, semanales y mensuales, para evitar al máximo un desgaste en las piezas.
4. Verificar el cumplimiento de las normas establecidas, y proponer métodos de seguimiento y control de correcciones.
5. Mejorar y actualizar las rutinas de mantenimiento anuales, para mantener una mejora continua en la calidad del producto terminado.
6. Llevar a cabo la habilitación de equipos que actualmente se encuentran en desuso, para obtener una reducción de costos en la obtención de equipos nuevos, porque los que se encuentran en desuso cumplen con las características y funciones que uno nuevo.

BIBLIOGRAFÍA

1. Dávila Sagastume, Marlon. Estudio, análisis y propuesta para el mejoramiento administrativo, financiero, de producción y mercadeo de la empresa Reparación de radiadores Portocarrero. Trabajo de graduación de Ingeniería Industrial de la Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería. 2007.
2. Greene, Richard W. **Válvulas, selección, uso y mantenimiento.** McGraw-Hill. México. 1989. 278 p.
3. James O. Rice, Robert C. Rosaler. Tr. Julio. Fournier González. **Manual de mantenimiento industrial.** McGraw-Hill. México 1989.
4. Melgar Dorigoni, Rafael Leonardo. Proceso de automatización de una empacadora. Tesis de Ingeniería Eléctrica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería. 2000.
5. Niebel, Freivalds. **Ingeniería Industrial, Métodos, Estándares y Diseño del Trabajo.** Alfaomega. México. 2004. 745 p.
6. Pacaja Meyer, Hugo Alfonso. Aplicación de ingeniería mecánica industrial en administración de mantenimiento de edificios de la USAC. Tesis de Ing. Mecánica Industrial de la Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería. 2000.
7. Ramírez Cavassa, César. **Seguridad industrial, un enfoque integral.** 3ra edición, Limusa, México . 2007, 538 p.

8. Rivera García, Marco Vinicio. Montaje, mantenimiento y seguridad industrial para la operación del equipo de esterilización y destiladores de agua, en el Hospital General de Accidentes del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social (IGSS). Tesis de Ing. Mecánica Industrial de la Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería. 1999.
9. Rubén Posadas Vielman, Julio Carlos. Plan de mantenimiento preventivo para máquinas extrusoras de cintas de polipropileno. Tesis de Ingeniería Industrial de la Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería. 1999.

Referencias electrónicas

10. www.monografias.com/trabajos22/mantenimiento-industrial
Agosto 2009
11. www.monografias.com/trabajos24/control-produccion
Agosto 2009
12. www.rincondelvago.com/diagramas-de-flujo
Agosto 2009

APÉNDICE

APÉNDICE 1: Costos de mano de obra

Jornada ordinaria de trabajo

El salario promedio de un operario al mes es de Q 1810.00

5 operarios * Q1810.00 = Q 9050.00 30días * 8hr. /día = 240hrs. normal

Q 9050.00 = Q 30.70 / hr. 30días * 4hr. /día = 120hrs. extra
240hr.

Q 30.70 / hr. * 1.3 pasivo laboral = **Q 49.01 / hr.** **tiempo normal**

Q 49.01 / hr. * 1.5 = **Q 73.52 / hr.** **tiempo extra**

Para una jornada diurna de 8 horas diarias y 4 horas extras, si se quiere entregar un pedido urgente se tendrá un costo mensual en el área de etiquetado de:

Q 49.01 / hr. * 240 = **Q 11762.40 tiempo normal/mes**

Q 73.52 / hr. * 120 = **Q 8822.40 tiempo extra/mes**

APÉNDICE 2: Costo de mantenimiento

Jornada ordinaria de trabajo

1 mecánico Q1915.00

Q1915.00 = Q7.98/hr.

240hr.

Q 7.98/hr. * 1.3 pasivo laboral = Q10.37/hr. tiempo normal

Q10.37/hr. * 1.5 = Q15.55/hr. tiempo extra

Para una jornada diurna de 8 horas diarias y 4 horas extras, si se quiere entregar un pedido urgente se tendrá un costo mensual en el área de mantenimiento de:

Q10.37/hr. * 240 = **Q 2488.80 tiempo normal/mes**

Q15.55/hr. * 120 = **Q 1866.00 tiempo extra/mes**

APÉNDICE 3: Cálculos de consumo energético

Cálculos:

De la fórmula de Kw. = $\frac{I*V*FP}{1000}$

Donde I = corriente

V = voltaje

FP = factor de potencia

Si el costo del Kw.-hr. es de Q0.6

$\frac{8*220*0.9}{1000} = 1.584$ Kw.-hr.

Cálculo de Kw.-hr:

1.584 * 8 horas = 12.672 Kw.-hr/día jornada ordinaria

1.584 * 4 horas = 6.336 Kw.-hr/día jornada extra

Cálculo de consumo en quetzales al día:

12.672 Kw.-hr/día * (Q0.6/Kw.-hr) = Q 7.6032 jornada ordinaria

6.336 Kw.-hr/día * (Q0.6/Kw.-hr) = Q 3.8016 jornada extra

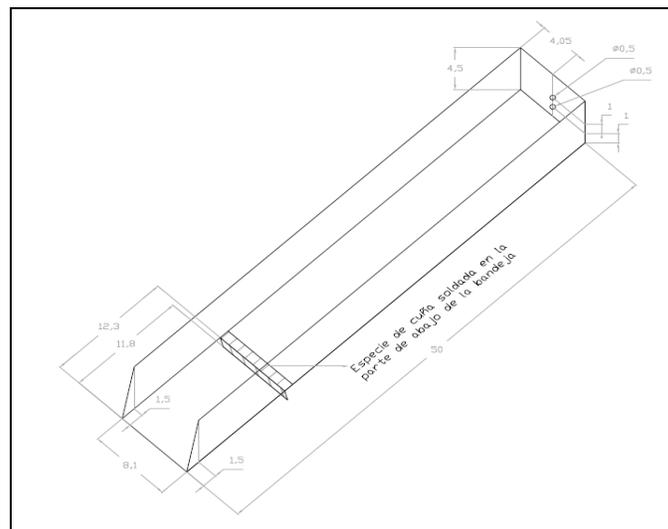
Cálculo de consumo en quetzales al mes:

Q 7.6032 * 30 = **Q 228.096 al mes** jornada ordinaria

Q 3.8016 * 30 = **Q 114.048 al mes** jornada extra

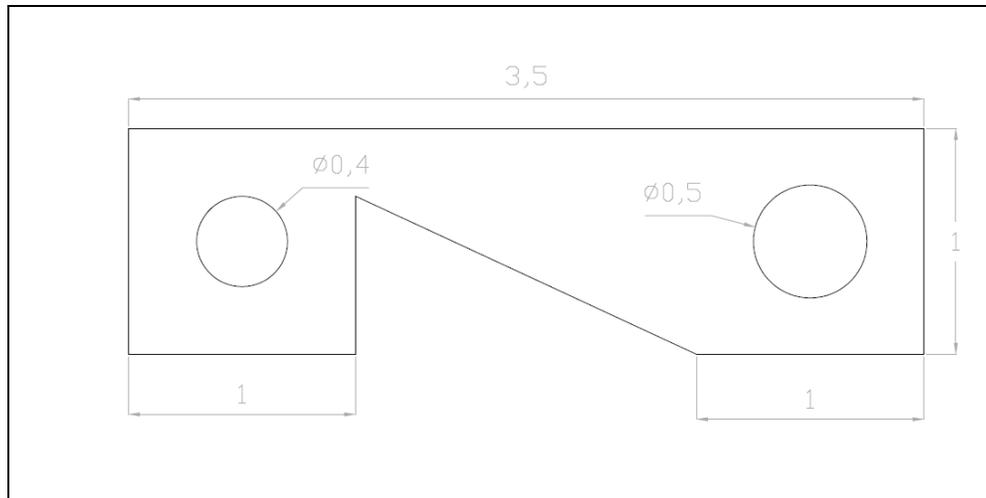
APÉNDICE 4: Diseño de piezas a fabricar

Figura 37. **Bandeja receptora de cola**



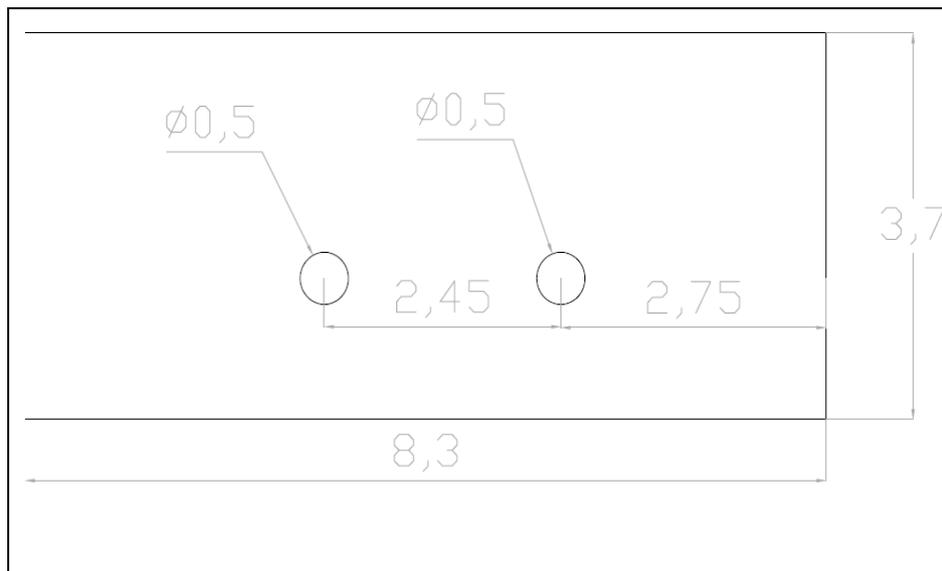
Diseñado por César Rafael Ponce

Figura 40. **Sujetador de carrito de etiquetas**



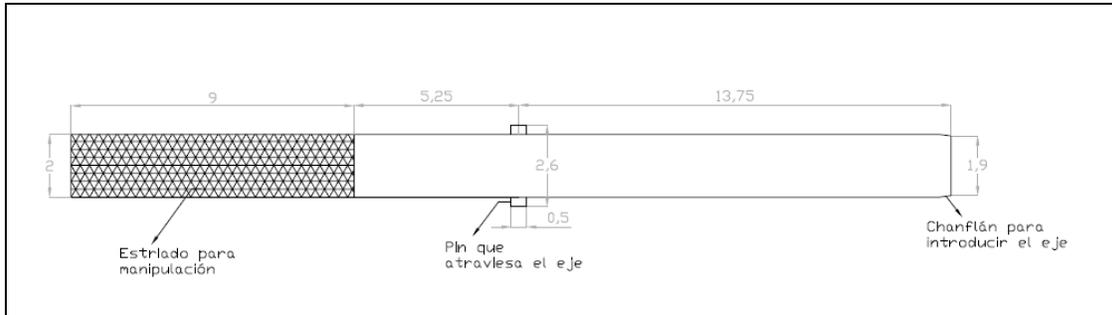
Diseñado por César Rafael Ponce

Figura 41. **Base presiona etiquetas**



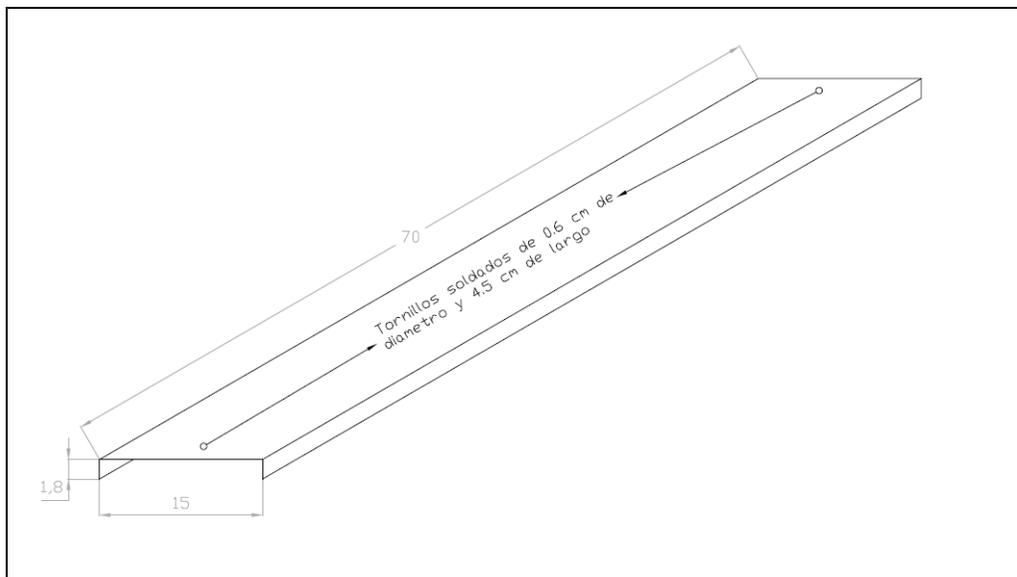
Diseñado por César Rafael Ponce

Figura 42. Eje sujetor



Diseñado por César Rafael Ponce

Figura 43. Plancha receptora de producto



Diseñado por César Rafael Ponce

APÉNDICE 5: Ventiladores de selladora Cap sealer

Ventiladores de selladora

Los ventiladores, ubicados en la parte inferior de la unidad, refrigeran la fuente de potencia y los cabezales de sellado. Se utilizan cuatro ventiladores que hacen circular el aire en direcciones opuestas, dos hacia la base de la fuente de potencia y dos hacia los cabezales de sellado. Debe asegurarse que ambos ventiladores funcionen cuando realice el mantenimiento. Algunas aplicaciones utilizan una selladora en ambientes húmedos. La fuente de potencia de la Super Seal™ Max fue construida con esta clase de ventiladores externos. A fin de que los mismos funcionen correctamente en esta clase de ambientes, deben estar continuamente en funcionamiento. Dejar que el ventilador se detenga cuando aún está húmedo aumentará la posibilidad de agarrotamiento.

Figura 44. Ventiladores de selladora de tapón



Fuente: **Manual Cap Sealer**

APÉNDICE 6: Cotización de etiquetadora

Figura 45. Cotización



PROSINTEC, S. A.

*Fabricación de Productos Industriales, Compra-Venta
Agrícolas y Diversas, Importación y Exportación*

Calzada Aguilar Batres 10-53, Zona 12, Guatemala, C. A.
Telefax: 2475-5927 • Tels.: 2440-0972 • 2440-5398 • 2471-7025 E-mail: prosintec@tutopia.com

COTIZACION

Nº 007840

Guatemala, 3 de Septiembre de 2009

Señor (es): Alimentos Regis S.A. NIT: _____

Dirección: Ing. Cesar Porco

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	PRECIO UNIT.	PRECIO TOTAL
Motores Eléctricos Reductores de Velocidad Poleas en "Y" Planas Sprinkles, Cadenas Bandas Transportadoras Acoples Rígidos y Flexibles Cojinetes	Suministro de 1 etiquetadora Angler modelo AS12ARR63 con capacidad para 250 envases/min. La cual incluye: - 1 tornillo dosificador para envases de Ø 15 cms de fondo. - Motorreductor Baldor relación 40-1 220/440 60 Hz. - Conveyor motorizado. - Sistema de carrete para etiquetas. - Comida inicial en Planta Prosintec. - sistema de bombeo para recirculación de goma. No incluye: Instalación Servicio de transporte a planta Olmeca. Tiempo de entrega: 3 a 4 semanas Precio en USD	TOTAL Q	\$21,548.35

CONDICIONES DE PAGO: ANTIPO: CONTRA ENTREGA: CONTADO:

TIEMPO DE ENTREGA: VALIDEZ DE LA OFERTA: DIAS

La firma de la presente implica la aceptación de los precios y condiciones de la misma.

Firma PROSINTEC, S. A. _____ Firma del cliente _____

inprosec@proil.com

Fuente: Prosintec, S.A.

APÉNDICE 7: Análisis productivo

De la ecuación de productividad mostrada a continuación:

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Producción}}{\text{Insumos}} = \frac{\text{Productos generados}}{\text{Recursos empleados}}, \text{ se mostrarán los}$$

siguientes datos que se tienen actualmente y los propuestos para la empresa.

Para un pedido de 500 envases de producto, con un insumo humano de cinco personas, laborando treinta días del mes durante doce horas diarias, y se tiene:

$$\text{Productividad} = \frac{500 \text{ envases}}{5 \text{ personas} \times 30 \text{ días} \times 12 \text{ horas}}$$

$$\text{Productividad} = 0.2778 \text{ envases/hora-hombre}$$

El análisis siguiente es el propuesto para incrementar la productividad, para un pedido de 500 envases de producto, una máquina etiquetadora, laborando treinta días del mes durante doce horas diarias, y se tiene:

$$\text{Productividad} = \frac{500 \text{ envases}}{1 \text{ máquina} \times 30 \text{ días} \times 12 \text{ horas}}$$

$$\text{Productividad} = 1.3889 \text{ envases/hora-máquina}$$

$$\text{Incremento de productividad} = \left(\frac{1.3889 - 0.2778}{0.2778} \right) \times 100 = 399.96 \%$$

Se incrementará la productividad en un 399.96 %, al habilitar la etiquetadora que actualmente se encuentra en desuso.

Ritmo de producción actual:

$$\text{Ritmo de producción}_1 = \frac{1 \text{ envase}}{12 \text{ segundos}} \times \frac{60 \text{ segundos}}{1 \text{ minuto}} \times 1 \text{ persona}$$

$$\text{Ritmo de producción}_1 = 5 \text{ envases/minuto}$$

$$\text{Ritmo de producción}_5 = \frac{1 \text{ envase}}{12 \text{ segundos}} \times \frac{60 \text{ segundos}}{1 \text{ minuto}} \times 5 \text{ personas}$$

$$\text{Ritmo de producción}_5 = 25 \text{ envases/minuto}$$

$$25 \text{ envases} \rightarrow 1 \text{ minuto}$$

$$500 \text{ envases} \rightarrow x$$

$$\frac{1 \text{ minuto}}{25 \text{ envases}} \times 500 \text{ envases} = 20 \text{ minutos}$$

$$\text{Ritmo de producción manual} = \frac{500 \text{ envases}}{20 \text{ minutos}}$$

Ritmo de producción actual para cinco personas:

$$\text{Ritmo de producción manual} = 25 \text{ envases/minuto}$$

Ritmo de producción propuesto habilitando etiquetadora:

$$\text{Capacidad de etiquetadora} = 250 \text{ envases/minuto}$$

$$\text{Incremento ritmo de producción} = \left(\frac{250 - 25}{25} \right) \times 100$$

$$\text{Incremento ritmo de producción} = 900\%$$

El ritmo de producción obtuvo un incremento del 900 %.

Payback:

$$\text{Payback} = \frac{\text{Inversión}}{\text{Promedio de ingresos anuales}}$$

Inversión habilitación de etiquetadora = 23349.00 quetzales

Costo de 5 operarios = 20584.80 quetzales/mes

Costo de 2 operarios = 8233.92 quetzales/mes

Costo mantenimiento = 4354.80 quetzales/mes

Costo energía eléctrica = 342.14 quetzales/mes

$$\text{Ahorro neto}_{\text{mes}} = 20584.80 \text{ Q/mes} - 8233.92 + 4354.80 + 342.14 \text{ (Q/mes)}$$

$$\text{Ahorro neto}_{\text{mes}} = 7653.94 \frac{\text{Q}}{\text{mes}} \times \frac{12 \text{ meses}}{1 \text{ año}}$$

$$\text{Ahorro neto}_{\text{mes}} = 91847.28 \text{ quetzales/año}$$

$$\text{Payback} = \frac{23349.00 \text{ quetzales}}{91847.28 \text{ quetzales/año}} = 0.2542 \text{ años}$$

Payback = 3 meses con 2 días

El período de recuperación de la inversión en habilitar la etiquetadora, será de 3 meses con 2 días.