



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

**PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA UNA MÁQUINA TERMOENFARDADORA  
AUTOMÁTICA PARA UNA EMPRESA DE BEBIDAS CARBONATADAS**

**Luis Adolfo González Solares**

Asesorado por el Ing. Julio César Torres García

Guatemala, octubre de 2015

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA UNA MÁQUINA TERMOENFARDADORA  
AUTOMÁTICA PARA UNA EMPRESA DE BEBIDAS CARBONATADAS**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**LUIS ADOLFO GONZÁLEZ SOLARES**  
ASESORADO POR EL ING. JULIO CÉSAR TORRES GARCÍA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO MECÁNICO**

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2015

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. Angel Roberto Sic García
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Raúl Eduardo Ticún Córdova
VOCAL V	Br. Henry Eduardo Duarte García
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Carlos Aníbal Chicojay Coloma
EXAMINADOR	Ing. José Ismael Véliz Padilla
EXAMINADOR	Ing. Luis Eduardo Coronado Noj
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

## HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

### **PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA UNA MÁQUINA TERMOENFARDADORA AUTOMÁTICA PARA UNA EMPRESA DE BEBIDAS CARBONATADAS**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica, con fecha 29 de julio de 2015.



Luis Adolfo González Solares

Guatemala, 1 de septiembre de 2015


Ingeniero  
Roberto Guzmán Ortiz  
Director de Escuela de Ingeniería Mecánica  
Facultad de Ingeniería  
Universidad de San Carlos de Guatemala

Ingeniero Guzmán

Por medio de la presente me dirijo a usted, para hacer de su conocimiento que como Asesor del estudiante universitario **Luis Adolfo González Solares**, con número de carné: **2005-15891**, he tenido a la vista el trabajo de graduación titulado: **PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA UNA MÁQUINA TERMOENFARDADORA AUTOMÁTICA PARA UNA EMPRESA DE BEBIDAS CARBONATADAS**. El cual encuentro satisfactorio.

En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

  
Julio César Torres García  
ING. MECÁNICO  
Colegiado 11286  
Julio César Torres García  
Ingeniero Mecánico  
Colegiado 11286  
ASESOR



**USAC**

TRICENTENARIA

Universidad de San Carlos de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Escuela de Ingeniería Mecánica

Ref.E.I.M.265.2015

El Coordinador del Área Complementaria de la Escuela de Ingeniería Mecánica, luego de conocer el dictamen del Asesor y habiendo revisado en su totalidad el trabajo de graduación titulado: **PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA UNA MÁQUINA TERMOENFARDADORA AUTOMÁTICA PARA UNA EMPRESA DE BEBIDAS CARBONATADAS** del estudiante **Luis Adolfo González Solares**, recomienda su aprobación.

**"Id y Enseñad a Todos"**



Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez  
Coordinador del Área Complementaria  
Escuela de Ingeniería Mecánica

Guatemala, septiembre de 2015



**USAC**

TRICENTENARIA

Universidad de San Carlos de Guatemala

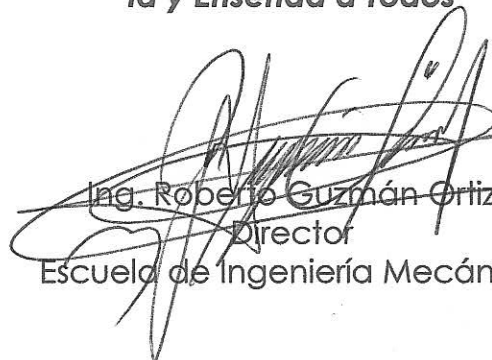
Facultad de Ingeniería

Escuela de Ingeniería Mecánica

Ref.E.I.M.318.2015

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica, de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor y con la aprobación del Coordinador del Área Complementaria del trabajo de graduación titulado: **PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA UNA MÁQUINA TERMOENFARDADORA AUTOMÁTICA PARA UNA EMPRESA DE BEBIDAS CARBONATADAS** del Estudiante **Luis Adolfo González Solares** Carné No. **2005-15891** y luego de haberlo revisado en su totalidad, procede a la autorización del mismo.

**"Id y Enseñad a Todos"**

  
Ing. Roberto Guzmán Ortiz  
Director  
Escuela de Ingeniería Mecánica



Guatemala, octubre de 2015

/aej



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, al trabajo de graduación titulado: **PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA UNA MÁQUINA TERMOENFARDADORA AUTOMÁTICA PARA UNA EMPRESA DE BEBIDAS CARBONATADAS**, presentado por el estudiante universitario: **Luis Adolfo González Solares**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco  
Decano



Guatemala, octubre de 2015

/cc



## **ACTO QUE DEDICO A:**

<b>Dios</b>	Por guiarme en mí camino y darme mucha sabiduría para culminar mi carrera.
<b>Mi hermano</b>	Edgar Alfredo González Solares, por su apoyo incondicional y ser un ejemplo a seguir.
<b>Mi madre</b>	Ana Cristina Solares Reyes, por ser como un padre en mi vida, gracias por todo lo que me dio.
<b>Mi hijo</b>	Luis Felipe, mi motivación para culminar mi carrera.
<b>Mis hermanos</b>	Ana Lucía y José Eduardo, gracias por su apoyo y esos momentos de felicidad.
<b>Mis abuelos</b>	Adrián Solares (q. e. p. d.) y Gloria Reyes, gracias por engendrar a la persona más maravillosa, mi madre.
<b>Mis sobrinos</b>	Fátima Azucena, Diego Adrián y Santiago Alfredo, con cariño fraternal.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

<b>Universidad de San Carlos de Guatemala</b>	Alma máter que me abrió sus puertas, gracias por permitirme ampliar mis conocimientos y ponerlos en práctica cada a día.
<b>Facultad de Ingeniería</b>	Por darme la oportunidad de pertenecer a ella y asimismo, ser el camino para alcanzar el éxito.
<b>Escuela de ingeniería Mecánica</b>	Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez, por su colaboración y apoyo.
<b>Ingeniero</b>	Ing. Julio César Torres García, por su apoyo y su asesoría en la realización de mi trabajo de graduación.
<b>Mis amigos</b>	Por su amistad y confianza.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTA DE SÍMBOLOS .....	VII
GLOSARIO .....	IX
RESUMEN.....	XI
OBJETIVOS.....	XIII
INTRODUCCIÓN .....	XV
1. GENERALIDADES.....	1
1.1. Generalidades de la empresa.....	1
1.1.1. Misión .....	4
1.1.2. Visión.....	5
1.1.3. Valores .....	5
1.1.4. Organigrama.....	6
1.1.5. Área de operaciones y servicios .....	8
1.1.6. Productos.....	8
1.2. Conceptos generales del mantenimiento.....	8
1.2.1. Mantenimiento .....	8
1.2.2. Objetivo del mantenimiento .....	9
1.2.3. Tipos de mantenimiento .....	10
1.2.4. Clasificación de fallas .....	12
2. PROGRAMA DE OPERACIONES PARA LA TERMOENFARDADORA.....	15
2.1. Elaboración de procedimientos del proceso de mantenimiento .....	15

2.1.1.	Procedimiento de control y ejecución del mantenimiento.....	15
2.1.2.	Procedimiento de distribución de formatos de inspección .....	15
2.1.3.	Procedimiento de no conformidad.....	16
2.2.	Desmontaje de la máquina para el transportador .....	19
2.2.1.	Carga y descarga de grupos .....	22
2.2.2.	Manejo en tierra de los grupos .....	27
2.2.3.	Operación de posicionamiento .....	29
2.2.4.	Conexión eléctrica y neumática.....	34
2.2.5.	Primer arranque y puesta en servicio.....	34
2.2.6.	Desarme de la máquina .....	34
2.3.	Dispositivos de seguridad .....	35
2.3.1.	Protección fija.....	35
2.3.2.	Protección móvil.....	36
2.3.3.	Protección en el horno de termoretracción.....	37
2.3.4.	Dispositivos de seguridad en el armado eléctrico ...	38
2.3.5.	Pulsadores de paro de emergencia.....	39
2.3.6.	Señales .....	40
2.4.	Bloqueo y etiquetado de seguridad.....	43
3.	PROGRAMA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO .....	45
3.1.	Instrucciones para el operario .....	45
3.1.1.	Cuadro de mando principal .....	45
3.1.2.	Sistema operativo.....	47
3.2.	Alarma y señales.....	49
3.2.1.	Señal acústica .....	50
3.2.2.	Columna luminosa.....	50
3.3.	Normas de seguridad .....	51

3.3.1	Prohibición de quitar las protecciones.....	52
3.4.	Limpieza de la máquina.....	52
3.4.1.	Limpieza de rutina .....	52
3.4.2.	Limpieza en presencia de líquidos azucarados .....	54
3.5.	Controles periódicos.....	55
3.5.1.	Revisión de cadenas .....	56
3.5.2.	Revisión de sistema neumático .....	56
3.5.3.	Dispositivos de seguridad.....	57
3.6.	Lubricación .....	57
3.6.1.	Lubricación centralizada .....	57
3.6.2.	Lubricación manual.....	58
3.7.	Informe de inspecciones y actividades de mantenimiento.....	59
4.	SEGUIMIENTO .....	67
4.1.	Área de mantenimiento.....	67
4.1.1.	Ordenar e identificar los repuestos .....	67
4.1.2.	Ordenar e identificar herramientas .....	69
4.1.3.	Realizar trazabilidad de las fallas en la maquinaria.....	70
4.1.4.	Manejo de materiales .....	71
4.2.	Área de seguridad industrial.....	72
	CONCLUSIONES .....	77
	RECOMENDACIONES.....	79
	BIBLIOGRAFÍA.....	81
	ANEXOS.....	83



# ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

## FIGURAS

1.	Organigrama .....	7
2.	Formato de conformidad .....	18
3.	Máquina termoenfardadora .....	20
4.	Desmontaje de la máquina.....	21
5.	Prolongación del transportador de traslado lateral .....	23
6.	Transportador de traslado lateral .....	24
7.	Transportador de formación del estrato .....	25
8.	Cuerpo central.....	26
9.	Instalación de horno de termorretracción .....	27
10.	Manejo en tierra .....	28
11.	Fijación del cuerpo central de la máquina .....	30
12.	Ensamblaje del armario eléctrico .....	31
13.	Ensamblaje del transportador de formación del estrato .....	32
14.	Ensamblaje del horno de termorretracción en la máquina .....	33
15.	Protección fija.....	35
16.	Protección móvil.....	36
17.	Protecciones en el horno de termorretracción.....	37
18.	Dispositivos de seguridad en el armado eléctrico .....	38
19.	Pulsadores de paro de emergencia.....	39
20.	Señales luminosas .....	42
21.	Cuadro de mando principal .....	47
22.	Modificación de datos.....	49
23.	Cinta de estabilización superior .....	59

24.	Máscara de protección con filtro .....	74
25.	Protección auditiva.....	75
26.	Protección de ojos .....	76

## TABLAS

I.	Mandos de la máquina.....	45
II.	Limpieza de rutina.....	53
III.	Limpieza en presencia de líquidos azucarados .....	55
IV.	Transportador de formación estrato transportador de traslado lateral.....	60
V.	Zona de selección-separación del producto .....	61
VI.	Cinta de estabilización superior .....	62
VII.	Empujador .....	62
VIII.	Zona de envoltura de la película-entrada del horno de termorretracción.....	63
IX.	Desenrollador película-corte de la película .....	64
X.	Zonas de la bobina de película .....	65



## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
<b>cm</b>	Centímetro
<b>Kg</b>	Kilogramo
<b>m</b>	Metro
<b>%</b>	Porcentaje



## GLOSARIO

<b>Lubricante</b>	Sustancia que se coloca entre dos piezas móviles, no se degrada, forma una película que impide su contacto, permitiendo su movimiento.
<b>Neumática</b>	Parte de la física que trata las propiedades de los gases desde el punto de vista de su movimiento.
<b>Policarbonato</b>	Es un grupo de termoplásticos fácil de trabajar, moldear y termoformar, y es utilizado ampliamente en la manufactura.



## RESUMEN

El punto medular de este trabajo de graduación consiste en levantar los procedimientos necesarios para realizar un mantenimiento sistematizado, donde se involucran los manuales de los fabricantes de la maquinaria, las recomendaciones de los mantenimientos diarios, mensuales, semestrales y anuales según las indicaciones de los mismos, para lo cual se debe de planificar un mantenimiento a través de un cronograma de trabajo mensual y anual donde se incluya la totalidad de la maquinaria de la industria en mención.

Para facilidad del flujo del proceso se elabora un levantamiento de la maquinaria y la función dentro de los procesos internos de trabajo. El elaborar una serie de inspecciones de mantenimiento por máquina no es menos importante, ya que permitirá el control de la ejecución de los mismos, y por lo tanto, sistematizar el mantenimiento.

Con esta herramienta administrativa se puede determinar el tiempo de realización de los trabajos de mantenimiento, y a la vez, calcular el tiempo total necesario para la realización de todas las tareas internas, lo que implica la cantidad de personas que se necesitarán para realizarlas.

Para que se pueda establecer el sistema de calidad propuesto en este trabajo de graduación, es necesario enfocar todo el trabajo de la organización en procesos individuales, con lo que se podrán levantar los procedimientos necesarios para la sistematización de toda la planta de producción



# OBJETIVOS

## General

Realizar un plan de mantenimiento preventivo para una máquina termoenfardadora automática en una empresa de bebidas carbonatadas.

## Específicos

1. Evaluar la situación actual de la empresa en el proceso de mantenimiento preventivo de la maquinaria.
2. Establecer un criterio unificado de la forma de realizar el mantenimiento preventivo, mediante la estandarización de los procedimientos.
3. Definir planes de mantenimiento preventivo por medio de cronogramas y procedimientos documentados.
4. Determinar el seguimiento respectivo para su evaluación de la maquinaria.
5. Definir formatos de inspección por parte de los usuarios de la maquinaria para asegurar que las condiciones de operación sean adecuadas.





## INTRODUCCIÓN

La meta de toda empresa es mantener un crecimiento económico continuo, que a su vez produzca un incremento en la cantidad de operaciones que se realizan en relación a los recursos utilizados, sin embargo, algunas tareas tienden a ser más complejas, por lo que necesitan nuevos y mejores procedimientos para ser ejecutadas con mayor eficiencia. La empresa en estudio es de bebidas carbonatadas, que en los últimos años ha logrado un crecimiento económico significativo, gracias a la calidad de sus productos. Este crecimiento ha sido acompañado de dificultades en la planificación de actividades para el mantenimiento del equipo productivo, manejo de residuos y seguridad industrial.

El presente trabajo contiene observaciones, análisis, resultados y mejoras propuestas, a partir de la información actual de la empresa en aspectos referentes al mantenimiento de sus equipos. La supervisión continua durante el proceso de implementación es importante para fijar los procedimientos y volverlos una cultura, el manejo de los formatos de inspección se convierte en imprescindibles para constatar que el procedimiento está siendo respetado.

La base de datos que obtendrá de los formatos de inspección mostrará nuevas oportunidades de mejora en el proceso o en la herramienta usada para poder cumplir con el mismo, mostrará además, los registros de costos ocultos por reparaciones de emergencia, a los que se llamarán costos de no calidad, que sencillamente indican costos innecesarios que se dan en el proceso productivo por no seguir un procedimiento eficiente y claramente establecido.



# 1. GENERALIDADES

## 1.1. Generalidades de la empresa

La industria embotelladora de bebidas se ha caracterizado por la presencia de alternativas de materiales para el envasado de sus productos (vidrio, cartón complejo, plástico y envase metálico), que compiten entre sí a fin de satisfacer las necesidades de los distintos segmentos del mercado de las organizaciones envasadoras. Cada tecnología de envasado compite con los restantes en función de su capacidad para crear valor en el cliente y en términos de sus costes relativos.

El origen de The Central América Bottling Corporation se remonta al siglo XIX. A lo largo de más cien años, cuatro generaciones de trabajadores han vencido los obstáculos para crear una de las empresas más importantes de Centro América.

A solo dos años de su fundación ya producía la única soda aprobada por la Facultad de Medicina para el consumo masivo, gracias a su excelente calidad. En 1889 se lanzaron al mercado varios sabores en un esfuerzo de diversificación, lanzamiento que fue acompañado de una innovadora campaña de publicidad a través de la prensa escrita, en esa época, el principal medio de comunicación.

Así, el 15 de septiembre de 1904, la fábrica obtuvo su primer premio, la medalla de Oro a la Calidad, otorgada por el jurado de la Feria Industrial de Guatemala. La distribución se realizaba por medio de carretas jaladas por

mulas. El equipo de ventas consistía en ocho carretas, las cuales podían llevar 30 cajas de 36 botellas. La distribución hacia el interior del país, especialmente hacia el nororiente, se llevaba a cabo a través del ferrocarril. En 1934 se adquirió la fábrica de bebidas gaseosas y de hielo La Mariposa, con el propósito de ampliar la oferta de productos y responder en forma oportuna a la expansión del mercado.

En 1940, debido a la expansión de la empresa y del mercado, se realizaron innovaciones en la fábrica, se adquirió maquinaria moderna para automatizar el proceso de producción y se introdujeron por primera vez los camiones en la distribución del producto, los que, gracias al avance en la construcción de las carreteras, podían llegar a todos los departamentos del país.

En 1941, los representantes de The Pepsi Cola Company visitaron las instalaciones de la fábrica La Mariposa en Guatemala, y en reconocimiento de la calidad de sus productos, la importante red de distribución, la innovación y el espíritu de servicio de sus propietarios y de todo su personal, decidieron otorgarle en 1942, la franquicia para la fabricación y venta de sus productos, especialmente Pepsi Cola.

En 1976, con el apoyo de un gran equipo de trabajadores, se logró uno de los objetivos más importantes de la embotelladora: el liderazgo de Pepsi Cola y de los productos Mariposa en el mercado guatemalteco, que desde ese año hasta hoy son los productos más vendidos del mercado.

En 1988, se dio un paso trascendental en el proceso de desarrollo de la empresa: Junta Directiva tomó, por unanimidad, la decisión de institucionalizar

y profesionalizar al grupo a través de políticas y procedimientos que le permitan afrontar exitosamente los nuevos retos de la globalización.

Se asume el proceso de transformación hacia la competitividad, a través de una política de economías de escala, alianzas estratégicas con los proveedores, programas de capacitación y desarrollo de personal y una innovadora y sobresaliente estrategia de mercadeo.

Los resultados de esta transición fueron reconocidos por The Pepsi Cola Company al otorgar a la Corporación el galardón Embotellador Latinoamericano del año en dos ocasiones consecutivas, algo pocas veces logrado en el mundo. Este premio se otorga a los embotelladores que alcanzan altos niveles de excelencia operativa, lo que a su vez se ha visto reflejado en 18 diferentes premios de la calidad obtenidos en igual número de años.

La proyección de la corporación hacia la comunidad se ve fortalecida por la creación de puestos de trabajo, la realización de importantes inversiones en infraestructura productiva, el apoyo a las actividades deportivas (especialmente el fútbol) y la realización de proyectos educativos y de interés social a través de la Fundación María Luisa Monge de Castillo.

También se ha participado en CENTRARSE, organización que agrupa a diferentes organizaciones que se ocupan de la responsabilidad social empresarial, en donde se han obtenido los siguientes premios: Mención Honorífica en el año 2006, por el caso “El recurso humano la dimensión vital de la responsabilidad social empresarial”, eje público interno; y en el año 2007, con el caso “Algo más que acuerdos y estrategias, lo importante es una relación ganar- ganar”, se ganó en el eje proveedores.

En el 2009, se adquieren acciones de otra parte geográfica del continente, esta vez en el Caribe, teniendo ahora injerencia en Jamaica, Trinidad y Tobago y Puerto Rico. En este mismo año vuelve a ganarse como Embotellador Latinoamericano del año.

La visión del futuro es optimista. Al recordar el pasado se reconoce una larga tradición de excelencia operativa, ética empresarial y liderazgo. La empresa se encuentra fortalecida con los principios y valores de sus fundadores, conscientes de que, en un mundo de cambio constante, estos serán la guía que garantice el éxito.

Actualmente operan en Guatemala, C. A. y el Caribe más de treinta empresas en las que participan empresarios visionarios que producen y distribuyen Pepsi, Mirinda, Seven Up y los productos Mariposa, garantizando el liderazgo de estas importantes marcas a través de un sostenido esfuerzo y del trabajo en equipo.

### **1.1.1. Misión**

“La misión genera identidad, define el carácter perdurable de la organización. Es el objetivo supremo y permanente que señala la contribución de la empresa a la comunidad. Es una percepción clara y compartida que explica por qué y para que existe la empresa”<sup>1</sup>.

La misión de la empresa es: “Somos gente competitiva que crea relaciones sólidas con nuestros clientes y consumidores a través de las mejores propuestas de valor”<sup>2</sup>.

---

<sup>1</sup> BALLVÉ, Alberto. *Misión y valores. La empresa en busca del sentido*. (2006). p. 3.

<sup>2</sup> Embotelladora la Mariposa S. A.

### **1.1.2. Visión**

“Visión es el conjunto de ideas generales que permite definir claramente, a donde quiere llegar la organización en un futuro, mediante proyecciones descriptivas y cuantitativas”<sup>3</sup>.

La visión de la empresa es: “Ser la mejor compañía operadora de bebidas de las Américas y contribuir a un mundo mejor”<sup>4</sup>.

### **1.1.3. Valores**

Los valores de la empresa son los pilares más importantes de la organización, con ellos se define a sí misma, por los valores de la empresa son los valores de sus empleados, los valores de la empresa en estudio son:

- “Soñar en grande: somos personas que aceptamos el reto de desafiarnos más allá de nuestra imaginación, sin limitaciones, sobrepasando nuestros desafíos día a día.
- Somos dueños: actuamos siempre tomando las mejores decisiones, asumiendo total responsabilidad personal de nuestra actuación y los resultados alcanzados.
- Gente excelente: estamos siempre insatisfechos con nuestros procesos y nuestros resultados, por lo que constantemente nos retamos a buscar nuevas oportunidades y reinventar nuestra gestión”<sup>5</sup>.

---

<sup>3</sup> GALINDO RUIZ, Carlos Julio. *Creación de empresas. Guía de planes de negocio*. (2007). p. 5.

<sup>4</sup> Embotelladora la Mariposa S. A.

<sup>5</sup> *Ibíd.*

#### **1.1.4. Organigrama**

La industria embotelladora ha diseñado sistemas empresariales para lograr el cumplimiento de las metas y objetivos propuestos por la alta gerencia. Están compuestos por subsistemas interrelacionados que cumplen funciones específicas y especializadas. El objetivo principal de la organización es lograr la mayor eficiencia en las operaciones.

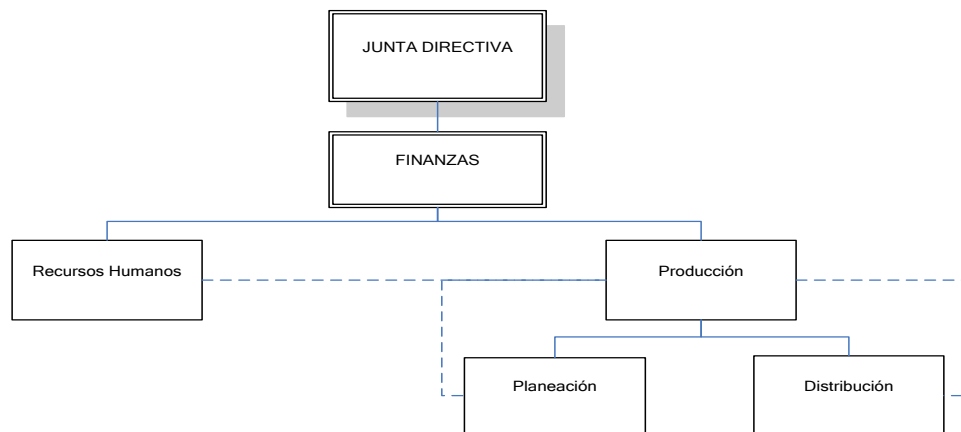
La constitución de la organización está dividida en departamentos, en los que se realizan distintas operaciones, estos son:

- El Departamento de Comercialización se encarga la planificación y ejecución de los planes de ventas, se preocupa por la calidad percibida por el cliente, con lo que busca mantener la fidelidad del cliente. Pronostica las ventas y la producción a realizar en los distintos periodos del año.
- La sección de Producción está encargada de la planificación, ejecución y control de los procesos y transformaciones de la materia prima, verificando el cumplimiento de los estándares de calidad establecidos a medida que el costo sea el más bajo posible.
- La división de Recursos Humanos verifica la interacción entre los colaboradores de la empresa. Asimismo recluta y capacita a las personas que llegarán a formar parte de la empresa, esto para que los nuevos colaboradores desarrollen su trabajo de la mejor manera posible. Este departamento también establece y refuerza la relación empresa-colaborador con el objetivo de crear una identidad laboral en la organización.



- El Departamento de Finanzas recopila, controla y contabiliza los recursos económicos de la organización, luego de estos procedimientos informa a la alta gerencia los resultados, y con ello se buscan nuevos planes de acción y ejecución de los recursos. Esta parte de la organización administra los recursos monetarios para así obtener los mayores beneficios posibles durante las transacciones de bienes.
- Existe otra sección en la organización, esta es el Departamento de Distribución, cuya función principal es el control del traslado del producto terminado hacia los sectores de almacenamiento o ventas, dentro y fuera de la República de Guatemala, tales como bodegas, agencias o clientes.

Figura 1. Organigrama



Fuente: elaboración propia, con el programa Microsoft Visio 2010.

### **1.1.5. Área de operaciones y servicios**

Es el Departamento de Distribución tiene como función principal el control del traslado del producto terminado hacia los sectores de almacenamiento o ventas, dentro y fuera de la República de Guatemala, tales como bodegas, agencias o clientes.

### **1.1.6. Productos**

La empresa desarrolla bebidas carbonatas en lata, botella PRB, jugos en lata, jugo en empaque tetrabrick.

## **1.2. Conceptos generales del mantenimiento**

Antes de realizar cualquier clasificación o descripción de los tipos de mantenimiento, es muy importante saber que es; por lo cual se describe el concepto, objetivos y tipos de mantenimiento existentes.

### **1.2.1. Mantenimiento**

Se considera como la serie de trabajos que hay que ejecutar en algún equipo, planta o método a fin de conservarlo y de el servicio para lo que fue diseñado o para lo que fue adquirido por la empresa, ya que para muchas de estas, el objetivo del mantenimiento es la conservación del servicio que están suministrando los equipos, mismo que puede ser crucial para la continuación de ciertos procesos industriales.

### **1.2.2. Objetivo del mantenimiento**

El mantenimiento tiene como objetivo conservar en perfecto estado de funcionamiento todos los elementos productivos de la empresa (máquinas e instalaciones), para lograr su máximo rendimiento, con la calidad adecuada, y con un mínimo costo.

- **Objetivos del mantenimiento preventivo**
  - Reducir la necesidad de grandes reparaciones, corrigiendo dificultades menores apenas aparezcan: para detectarlas es necesario escuchar a los operadores, que normalmente se dan cuenta antes que la Dirección, de que una máquina hace un ruido raro o de otras irregularidades en su rendimiento, así como no reprender a aquellos empleados que intenten comunicar un fallo producido fuera de su área de control.
  - Mantener la maquinaria en su estado de máxima productividad: para eso es necesario seguir las recomendaciones del manual correspondiente, conservarla limpia y reparar o sustituir las partes desgastadas o faltantes inmediatamente. Agilizar el calendario de reparaciones sin posponer las que sean necesarias previene problemas, que después resultará mucho más caro corregir.
  - Resguardar la seguridad: a medida que se desgastan, algunas partes de la maquinaria se vuelven peligrosas, como las cadenas gastadas o las correas de transmisión consumidas. El personal es valioso y las heridas son costosas desde el punto de vista del

tiempo perdido y la capacitación del reemplazante, para no hablar del impacto negativo que producen en el ánimo de los empleados.

- Mejorar el servicio al cliente: un establecimiento bien mantenido causa mejor impresión al cliente y, en ocasión de la primera compra, ayuda a convencerlo de que el producto estará correctamente elaborado.
- Reducir los costos operativos generales: el productor obtiene más beneficios de una planta bien mantenida, que disminuye los costos y aumenta la satisfacción del cliente.

### **1.2.3. Tipos de mantenimiento**

Conforme envejece el equipo, sus componentes se desgastan, aumentando la frecuencia de falla y como consecuencia, los gastos de mantenimiento son mayores. El mantenimiento se divide en:

- Predictivo: es aquel que se aplica para predecir una falla de los equipos, generalmente utilizando algún tipo de instrumento de medición o análisis de laboratorio para poder determinar el estado del equipo, aun cuando este no presenta ninguna falla a simple vista. Esto tiene la particularidad que puede tener un costo muy elevado, ya que los análisis pueden ser muy costosos.

En un paro general de planta por mantenimiento se debe determinar la factibilidad de aplicar las técnicas disponibles del mantenimiento predictivo al equipo (análisis de vibraciones, termografía, análisis de

aceite y alineación con rayos láser), para que sea este el que determine su mantenimiento y no con base en una fecha determinada.

- Proactivo: es aquel que se hace enfocado a encontrar condiciones que tienen una buena posibilidad de convertirse en daños potenciales del equipo o las instalaciones de la planta.

El objetivo de implementar una estrategia proactiva está dirigida a localizar las causas de falla o controlarlas de tal manera, que el efecto de estas causas no se presenten, enfocado a ampliar la vida del equipo.

- Preventivo: puede definirse como la conservación planeada, teniendo como función conocer sistemáticamente el estado de máquinas e instalaciones para programar en los momentos más oportunos y de menos impacto en la producción, las acciones que tratarán de eliminar las averías que originan las interrupciones. Su finalidad es reducir al mínimo las mismas y una depreciación excesiva de los equipos.

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.

Si se determina cuáles son las causas básicas que están provocando las fallas de los equipos o sus componentes se podrá encontrar la solución más eficaz para que estas no se vuelvan a presentar, y consecuentemente se estará en posibilidad de aplicar el mantenimiento preventivo en un período mayor al que actualmente tiene.

#### **1.2.4. Clasificación de fallas**

Se dice que algo falla cuando deja de brindar el servicio que debía dar o cuando aparecen efectos indeseables, según las especificaciones de diseño con las que fue construido o instalado el bien en cuestión.

La clasificación de fallas está dada por: fallas tempranas, adultas, tardías, las cuales se describen a continuación:

- Fallas tempranas: pueden ser causadas por problemas de materiales, de diseño o de montaje.

Se presentan normalmente en forma repentina y pueden causar graves daños. Actualmente y gracias a los criterios de calidad total, este tipo de fallas se encuentra en franca regresión.

Las fallas más comunes que se dan en la empresa en estudio son a causa de la lubricación de cada una de las piezas de las diferentes máquinas con las que cuenta. Estas se pueden evitar teniendo rutinas de lubricación e inspección de cada una de las piezas.

- Fallas adultas: son las que presentan mayor frecuencia durante la vida útil. Son derivadas de las condiciones de operación y se dan más lentamente que las anteriores.

En la empresa en estudio, las fallas se presentan en la máquinas cuando el operador se da cuenta que esta no funciona a un cien por ciento, al corroborar el estado, el Departamento de Mantenimiento se da cuenta que la falla ya existía desde varios meses, pero por falta de atención,

agravia la reparación, por lo cual se tomarán semanas o tal vez meses en resolverlo.

- Fallas tardías: representan una pequeña fracción de las fallas totales, aparecen en forma lenta y ocurren en la etapa final de la vida del equipo.

Algunas fallas no avisan, o lo hacen poco antes de su producción, por ejemplo, al encender una lámpara incandescente esta sufre la rotura del filamento y no se logra su encendido; una correa dentada de transmisión de un motor de automóvil, que no se encuentra a la vista, funciona correctamente hasta que arriba a su rotura.

Otros tipos de fallas dan indicios con bastante anticipación a su producción, como es el caso del filo de una herramienta de corte, el cual se mantiene en buenas condiciones durante un tiempo, luego el mismo se va perdiendo paulatina y continuamente, hasta llegar a límites inaceptables para el producto.





## **2. PROGRAMA DE OPERACIONES PARA LA TERMOENFARDADORA**

### **2.1. Elaboración de procedimientos del proceso de mantenimiento**

Para el procedimiento de control y ejecución, y procedimiento de inspección se desarrollaron como se describe en los incisos siguientes.

#### **2.1.1. Procedimiento de control y ejecución del mantenimiento**

Dentro del programa de mantenimiento se requiere elaborar todos los procedimientos necesarios para la organización del sistema, estos indican el cómo realizar alguna actividad y de esta manera estandariza la forma de desarrollar algún proceso. Los procedimientos deben ser accesibles para todo el personal, tener control de los lugares de localización de los mismos y el de las copias de los procedimientos. Para el proceso de mantenimiento se elaboraron los siguientes procedimientos.

#### **2.1.2. Procedimiento de distribución de formatos de inspección**

El objetivo de este procedimiento es ordenar la distribución y recepción de los formatos de inspección de mantenimiento preventivo, programado y correctivo.

- Alcance: para todas las áreas de Producción.
- Definiciones o abreviaturas.
- Coordinadores: de mantenimiento, personal que se encarga de administrar el área de mantenimiento.
- Desarrollo del procedimiento.
- Coordinadores: chequea el programa mensual de mantenimiento preventivo y organiza el mantenimiento diario, semanal, mensual, semestral y anual según corresponda en el organigrama.
- Técnico: luego de recibir instrucción verbal del coordinador de mantenimiento, se dirige a la máquina asignada, toma del porta documento el formato de inspección de la máquina a realizar el mantenimiento, la llena parcialmente con la información requerida, realiza el mantenimiento, vuelve a tomar el formato de inspección y termina de llenarlo, luego lo deposita nuevamente en el porta documento.
- Coordinador: luego de terminar el día laboral, revisa todos los formatos de inspección escribe los datos en la hoja excel de control de mantenimiento y devuelve los formatos de inspección al lugar del porta documentos de cada máquina. Cada mes debe de cambiar el formato diario, además de colocar el formato de inspección semanal, mensual, semestral o anual, según corresponda a la planificación estipulada. En cada uno de los formatos es el mismo procedimiento.

### **2.1.3. Procedimiento de no conformidad**

Este procedimiento indicará la forma de documentar las irregularidades que se presentan en los trabajos externos e internos en la planta de producción, para así evidenciar las oportunidades de mejora en cualquier área de la producción y programar acciones correctivas para eliminar la causa de la oportunidad de mejora.

- Alcance: para todas las áreas de producción.
- Definiciones o abreviaturas.
- Coordinadores: de producción, de mantenimiento.
- Desarrollo del procedimiento.
- Coordinadores: en el momento de detener o atrasar algún proceso de trabajo programado, deberá emitir un formato de no conformidad, este debe dirigirse al coordinador del área o proveedor externo que impidió o atrasó la ejecución del trabajo según orden de trabajo.

Llena el formato y le entrega el original del formato de no conformidad junto con la copia de la orden de trabajo al coordinador del área responsable del atraso o impedimento del trabajo, también puede ser dirigida al representante de la compañía externa que se contrató para efectuar un servicio o compra de algún producto, que en su efecto no ingresó en el tiempo estipulado a la bodega y que atrasó o impidió la ejecución de cualquier trabajo interno. Una copia del formato de no conformidad debe enviársele al jefe de Producción y otra para el archivo de la persona que lo emite.

Figura 2. Formato de conformidad

Fecha: _____	
De: _____ Área	A: _____ Área o proveedor externo
Nombre: _____ Coordinador	_____ Coordinador o proveedor externo
<b>DESCRIPCIÓN</b>	
Orden de trabajo No: _____	
Trabajo programado/orden de compra: _____	
Efecto que causó: _____	
<b>JEFE DE PLANTA</b>	
<b>Investigación</b>	<input type="checkbox"/> <b>Procede</b> <input type="checkbox"/> <b>No procede</b>
Causa: _____	
Acciones: _____	
Responsable de las acciones: _____	
Nombre, puesto	
Fecha ejecución de las acciones: _____	

Fuente: elaboración propia, con programa Microsoft Word.

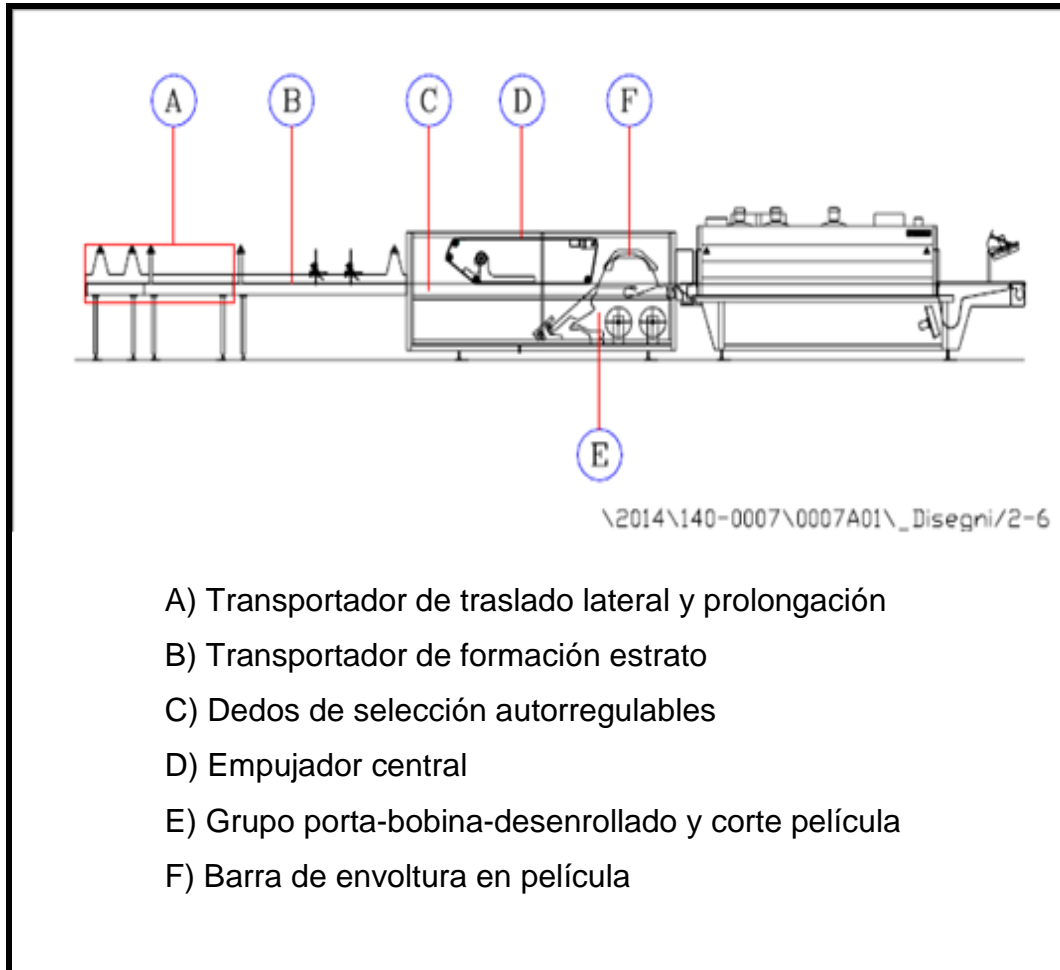
## **2.2. Desmontaje de la máquina para el transportador**

La termoenfardadora es una máquina automática destinada a agrupar envases y envolverlos con película termoencogible para formar fardos.

La máquina está formada por los grupos principales siguientes:

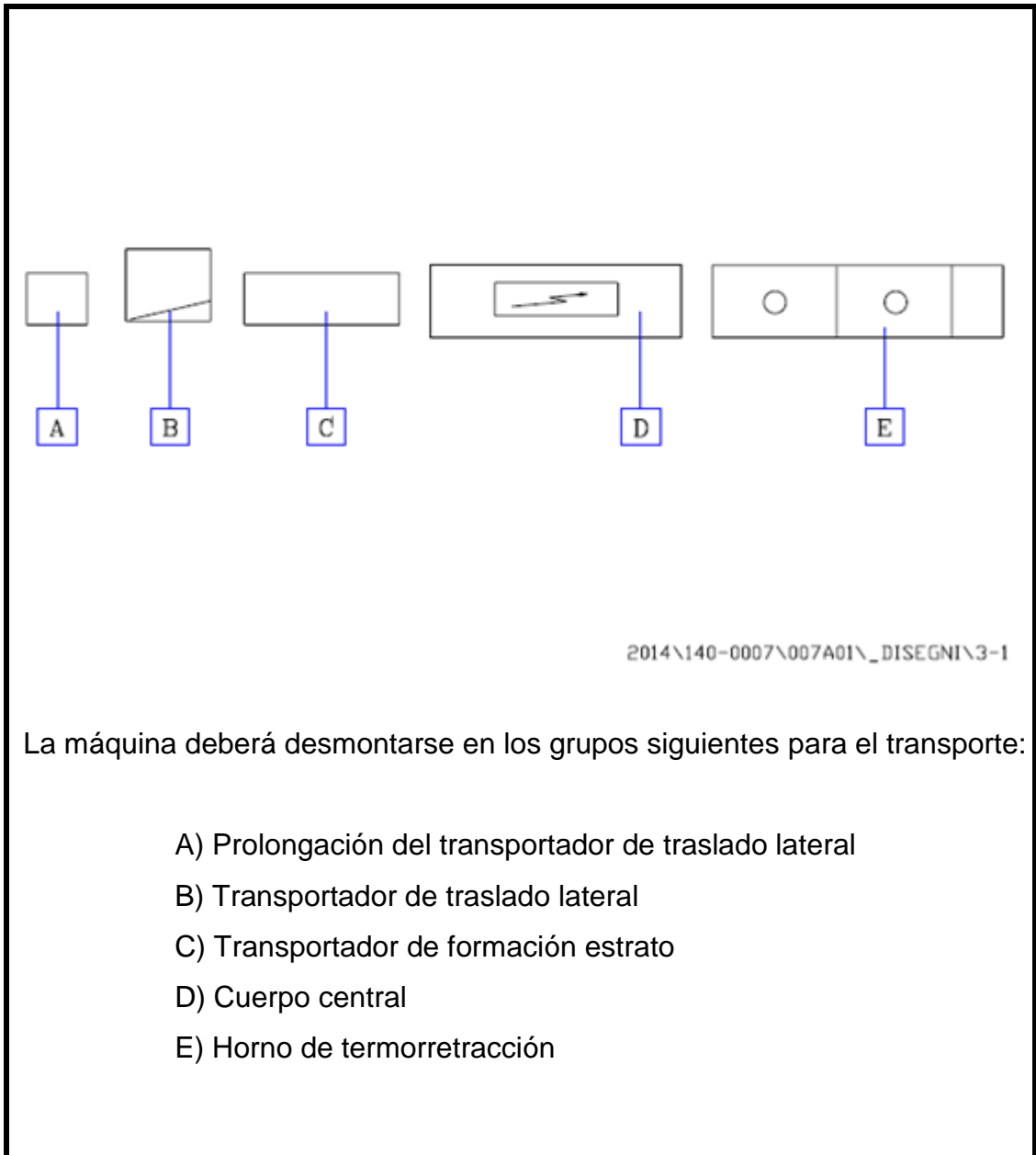
- Transportador de traslado lateral y prolongación
- Transportador de formación estrato
- Dedos de selección autorregulables
- Empujador central
- Grupo porta-bobina-desenrollado y corte película
- Barra de envoltura en película

Figura 3. **Máquina termoenfardadora**



Fuente: empresa embotelladora de bebidas carbonatadas.

Figura 4. **Desmontaje de la máquina**



Fuente: empresa embotelladora de bebidas carbonatadas.

Si la planta es distante de la planta OCME, los grupos de la máquina se embalan en dos cajones de madera de dimensiones adecuadas y se envuelven en una película plástica de protección.

Si la planta está cerca de la planta OCME, los grupos de la máquina no se embalan para efectuar el transportador.

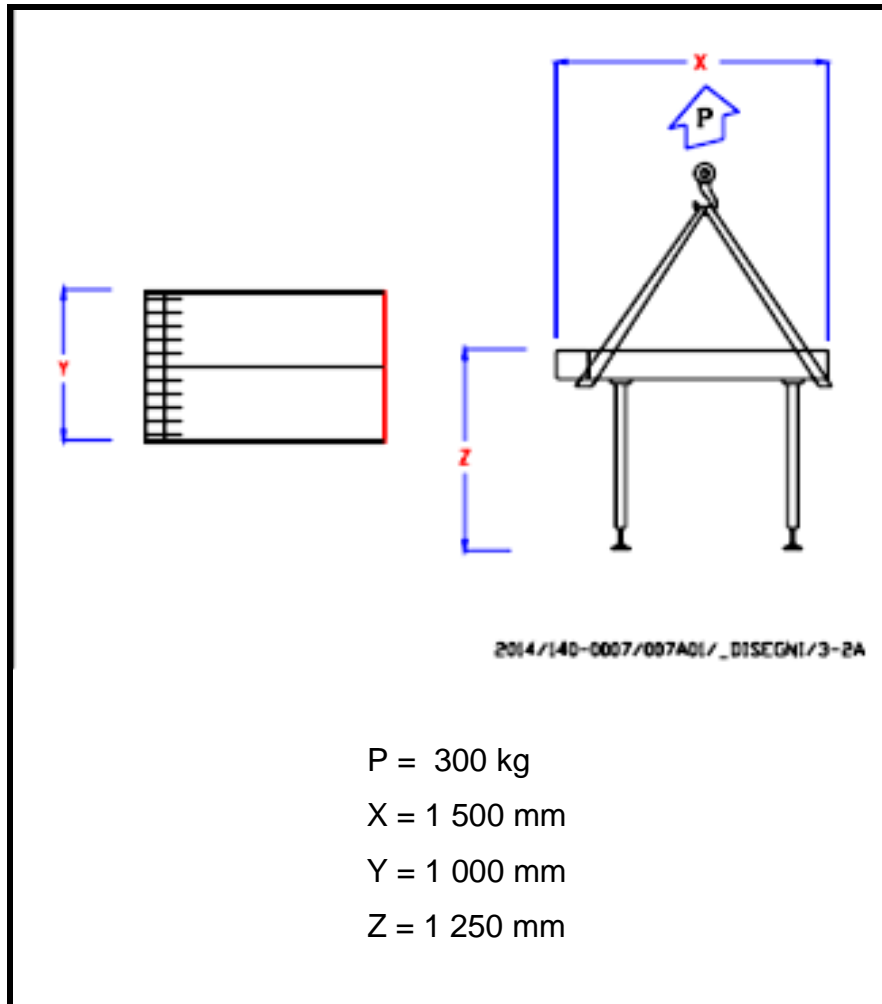
### **2.2.1. Carga y descarga de grupos**

Para cargar, descargar y desplazar los grupos de la máquina es necesario seguir las instrucciones:

- Los grupos dotados de cáncamos, o en los cuales están indicados los puntos donde se debería aplicarlas, deben ser levantados a los puntos indicados.
- Las eslingas se deben enganchar firmemente a los cáncamos y al gancho de la grúa o del polipasto.
- Los ganchos utilizados deben estar dotados de cierre de seguridad que impida la salida de la eslinga.
- Por lo que concierne los grupos que no están dotados de cáncamos, o en los cuales no pueden ser aplicados, es posible utilizar eslingas, colocándolas de modo que el peso quede balanceado.

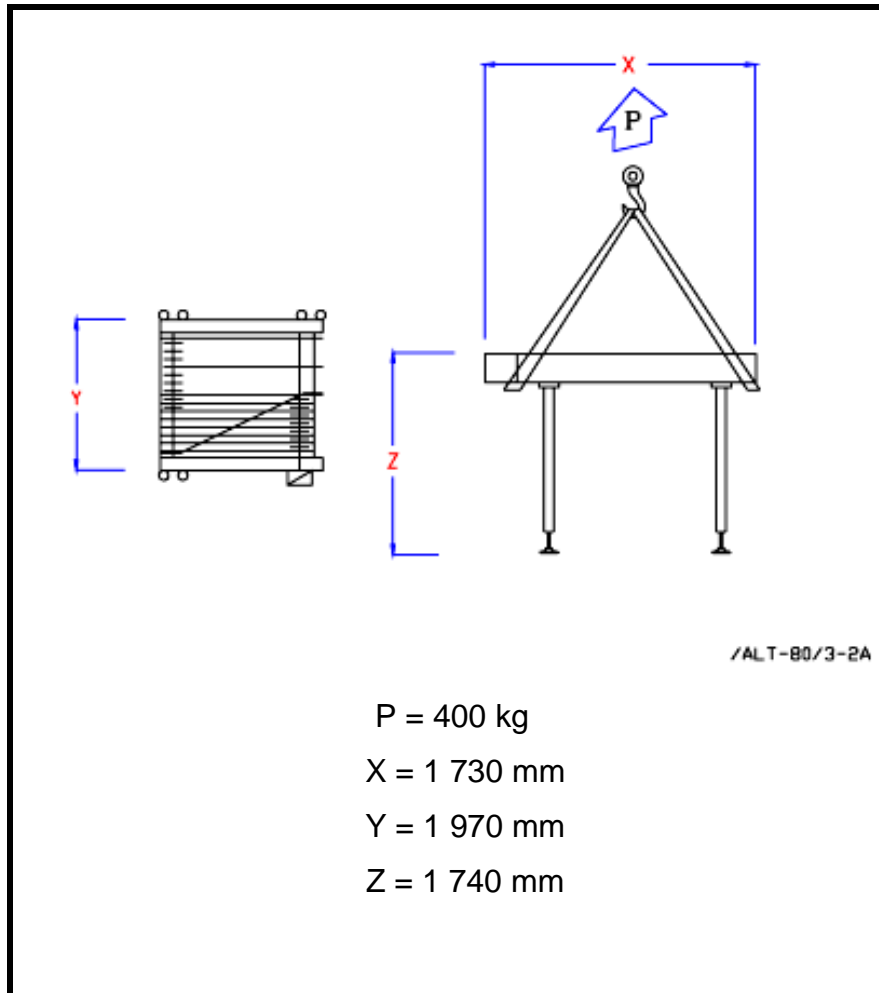


Figura 5. Prolongación del transportador de traslado lateral



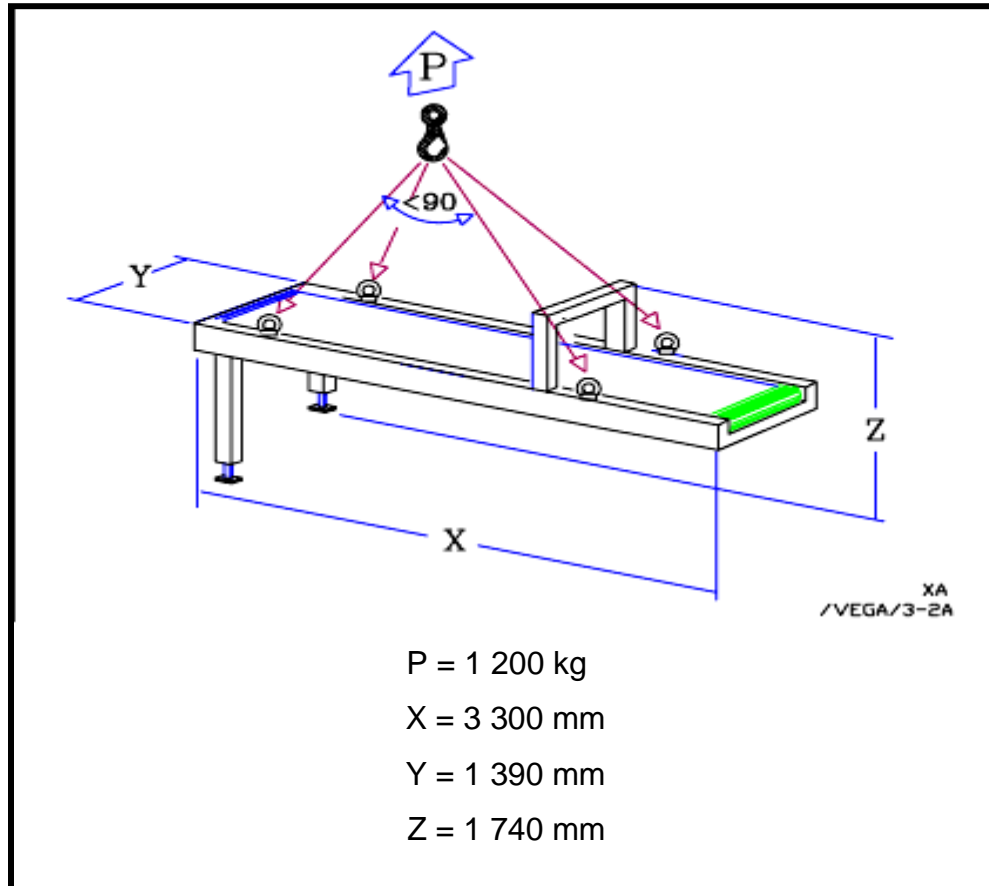
Fuente: elaboración propia, con programa Working Model.

Figura 6. Transportador de traslado lateral



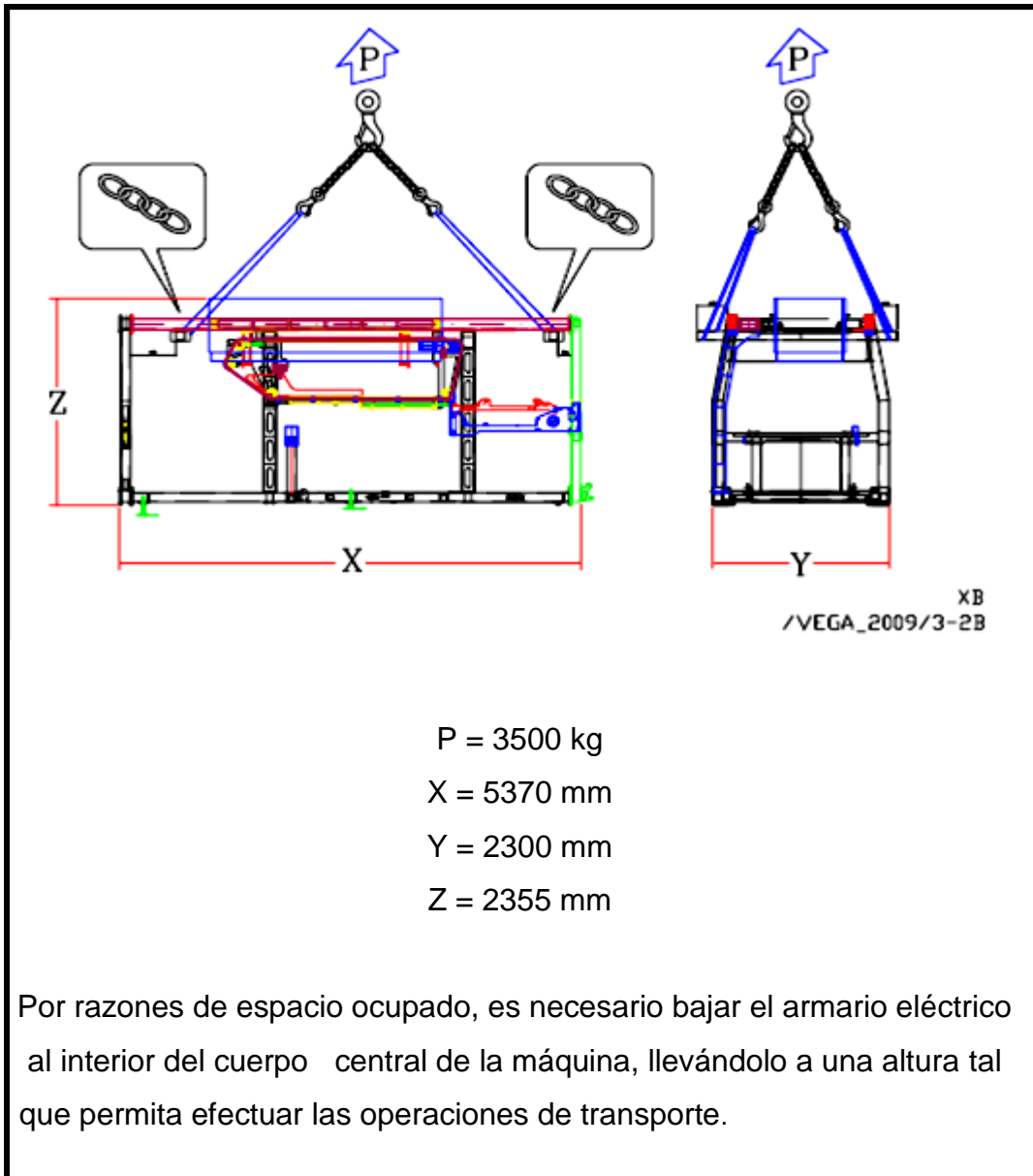
Fuente: elaboración propia, con programa Working Model.

Figura 7. Transportador de formación del estrato



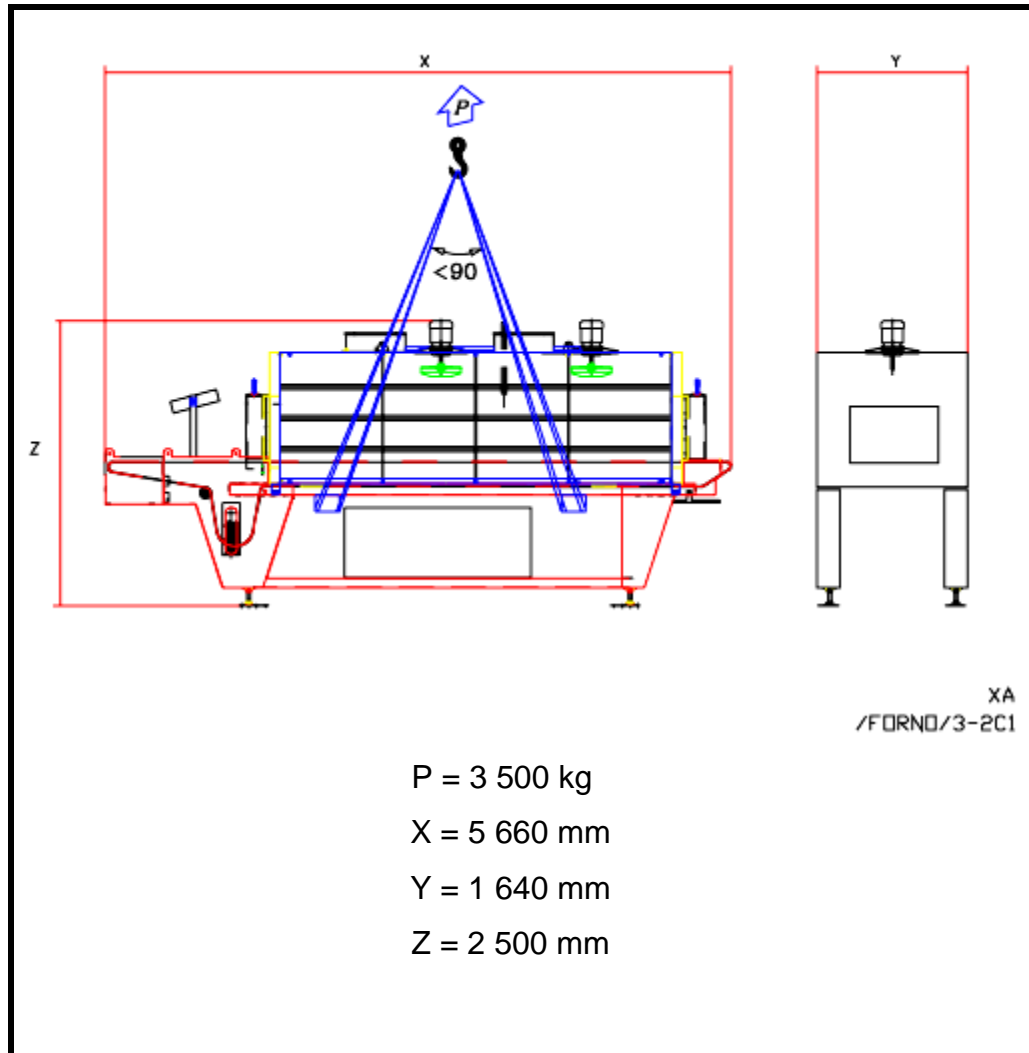
Fuente: elaboración propia, con programa Autodesk Inventor.

Figura 8. **Cuerpo central**



Fuente: elaboración propia, con programa Autodesk Inventor.

Figura 9. **Instalación de horno de termorretracción**



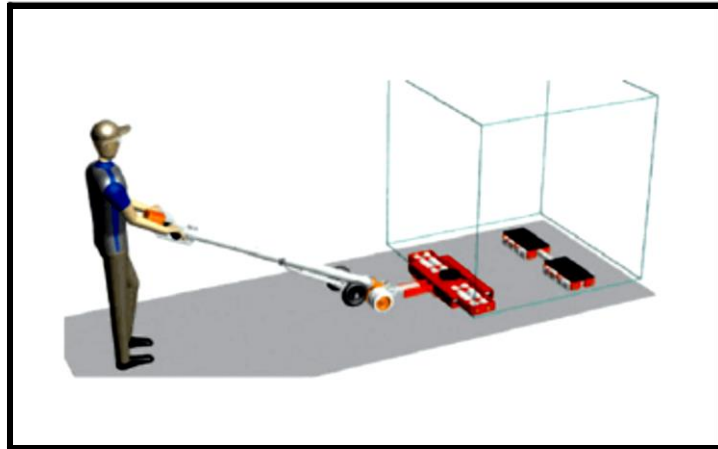
Fuente: elaboración propia, con programa Autodesk Inventor.

### 2.2.2. Manejo en tierra de los grupos

Para manejar en tierra los grupos de la máquina, es necesario utilizar bloques corredizos de rodillos. Poner la carga a manejar en los bloques y desplazarla manualmente, mediante el brazo de guía.

Poner un bloque corredizo bajo cada pie de la carga.

Figura 10. **Manejo en tierra**



Fuente: elaboración propia, con programa Autodesk Inventor.

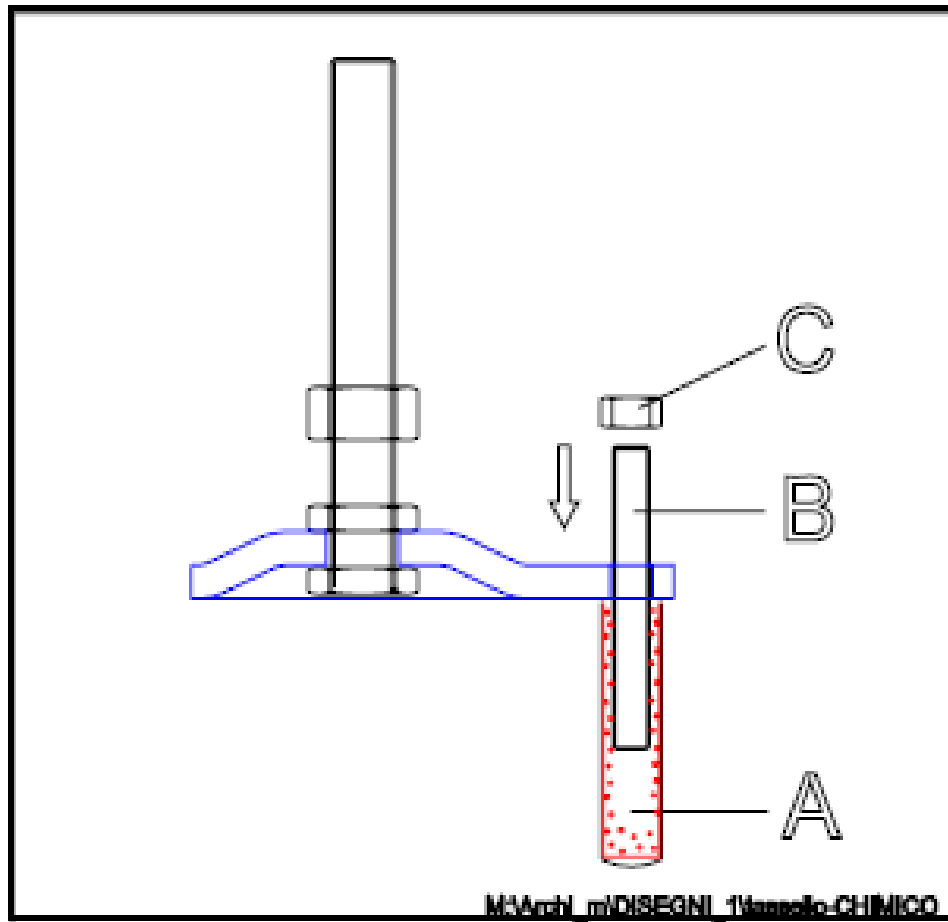
- Antes del empleo: asegurarse de que los bloques corredizos sean apropiados para el uso previsto y estén en buenas condiciones.
- Los bloques corredizos deben utilizarse únicamente paralelamente al eje de la carga a desplazar y tendrán las dimensiones apropiadas para soportar la carga.
- Poner los bloques corredizos de modo que la carga esté repartida equitativamente sobre los mismos y pueda ser desplazada con estabilidad.
- Todos los rodillos de los bloques corredizos utilizados deben apoyarse igualmente a lo largo de toda la longitud.

### 2.2.3. Operación de posicionamiento

Para fijar el cuerpo central de la máquina, se utilizan los pernos químicos:

- Perno químico HPB 16 (código OCME 30FHBP16).
- Barra fileteada M16 para pernos químicos(código OCME 30F16190)  
proceder como sigue a continuación:
  - Hacer un agujero debajo del pie de soporte (normalmente  $\varnothing$  20 mm).
  - Poner el perno químico (A) en el agujero.
  - Insertar la barra roscada (B), golpeándola con una maceta hasta que entre a fondo en el perno químico.
  - Esperar el tiempo de reacción del producto químico (indicado en el perno químico) y sujetar el pie con el tornillo (C).

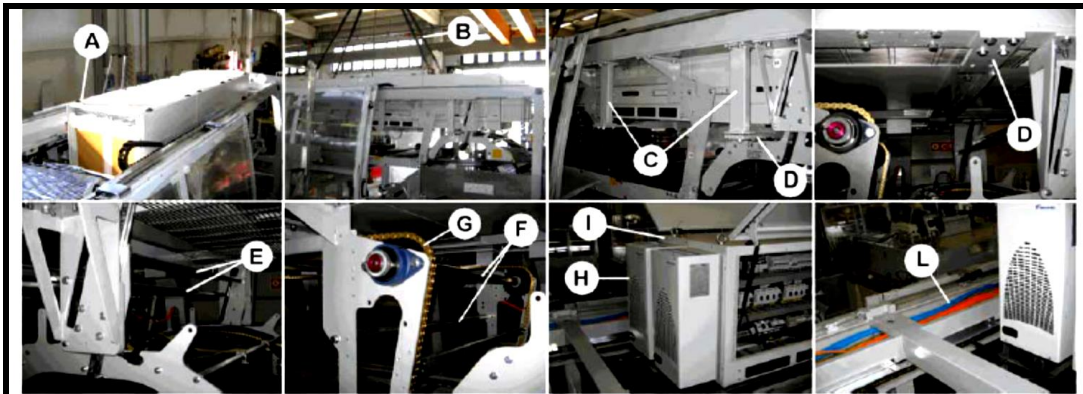
Figura 11. Fijación del cuerpo central de la máquina



Fuente: elaboración propia, con programa Working Model.



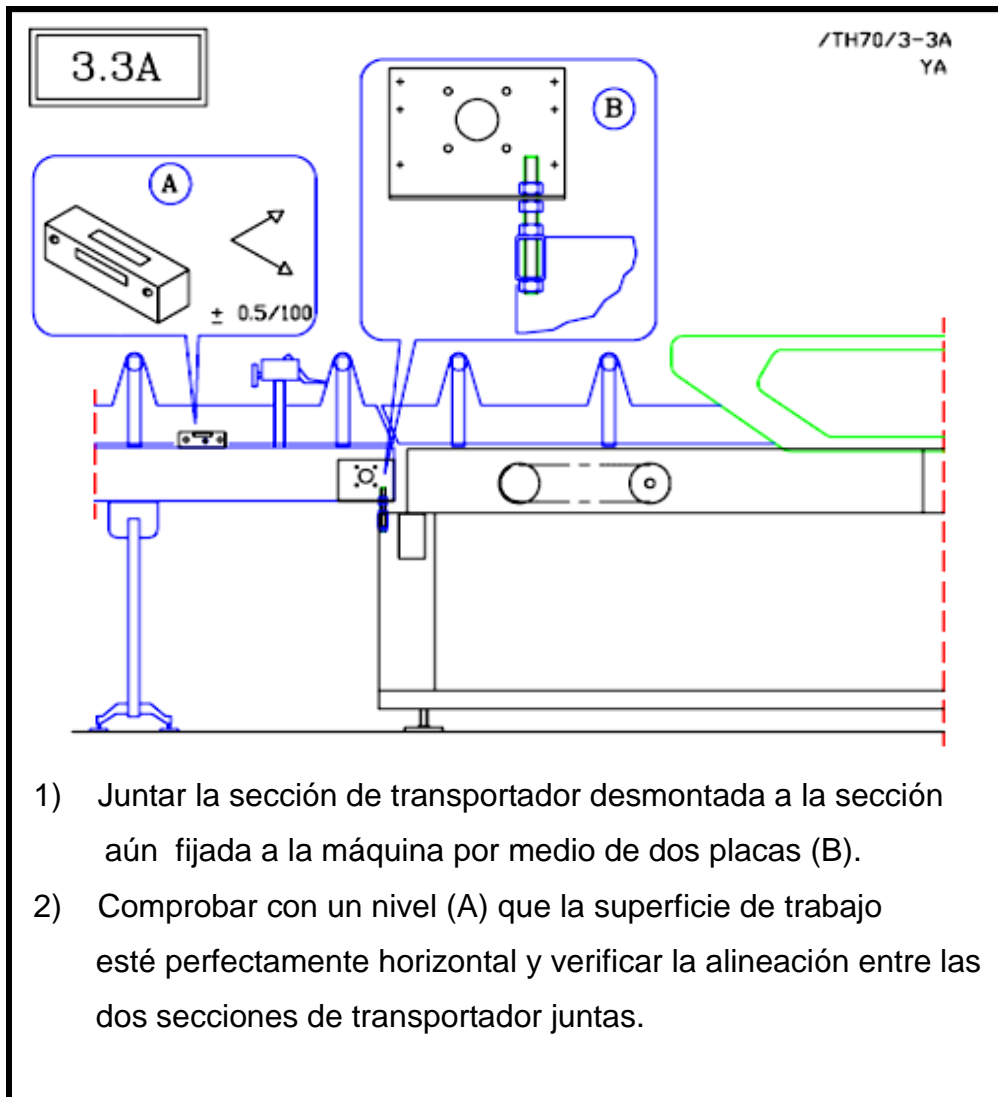
Figura 12. **Ensamblaje del armario eléctrico**



- 1) Sujetar el armario eléctrico con cables fijados a argollas (A).
- 2) Levantar el armario eléctrico con los cables de elevación (B), fijados firmemente al polipasto.
- 3) Desmontar los espaciadores de sostén (C) y las barras transversales (D), luego montar las barras transversales en la parte superior de la estructura de la máquina.
- 4) Apoyar el armario eléctrico sobre las barras transversales de sostén (D).
- 5) Montar los pernos de sostén del grupo enrollador de película (E).
- 6) Montar el perno de motorización, el motor y los pernos de sostén del cuerpo central de la máquina (F).
- 7) Enganchar y montar la cadena (G) del cuerpo central de la máquina.
- 8) Montar los acondicionadores (H) en los dos lados del armario eléctrico, atornillando los tornillos de bloqueo (I); para sostener los acondicionadores, utilizar cables fijados firmemente al polipasto.
- 9) Colocar los cables eléctricos (L) en el canal superior en el lado opuesto operador, observando la numeración de los bornes.

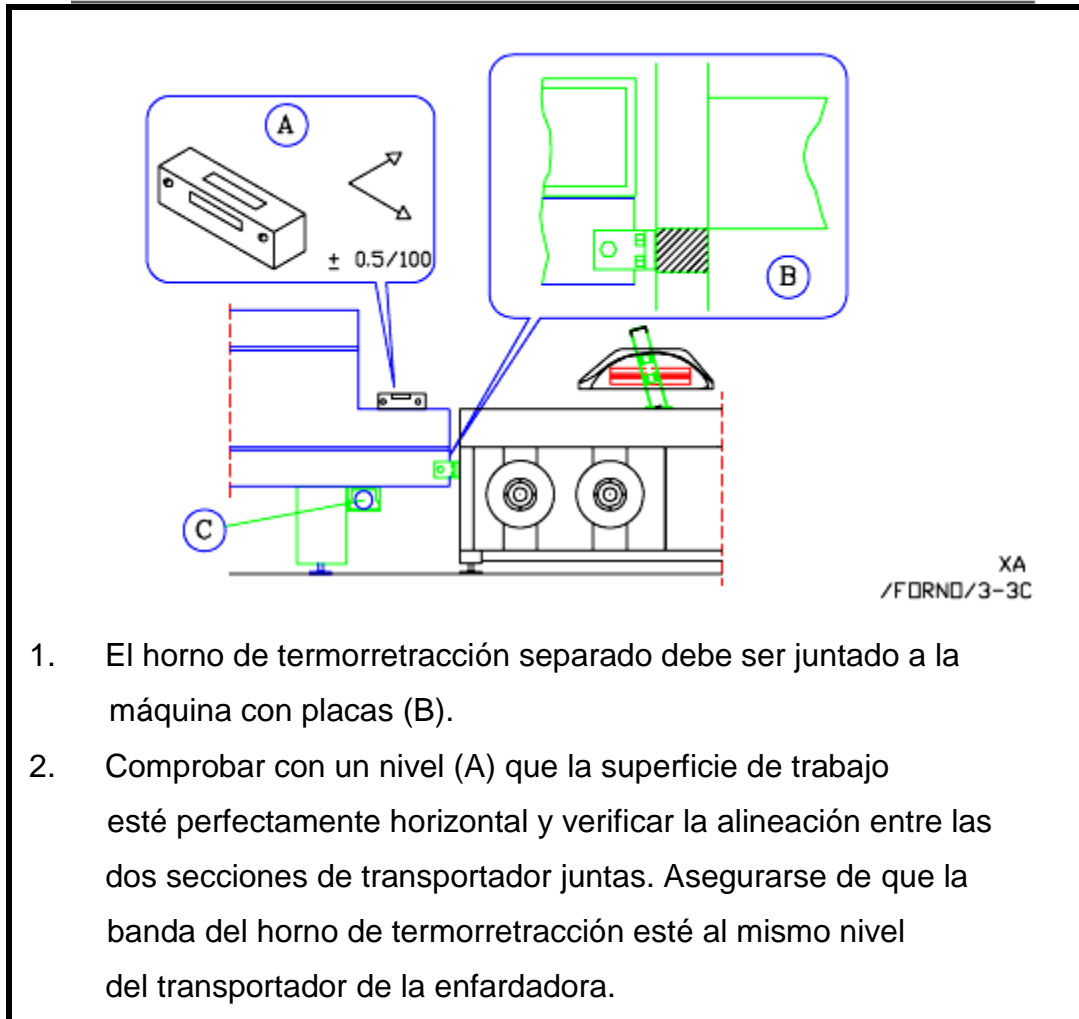
Fuente: elaboración propia.

Figura 13. **Ensamblaje del transportador de formación del estrato**



Fuente: elaboración propia, con programa Autodesk Inventor.

Figura 14. **Ensamblaje del horno de termo retracción en la máquina**



Fuente: elaboración propia, con programa Autodesk Inventor.

#### **2.2.4. Conexión eléctrica y neumática**

Para la conexión eléctrica y neumática se debe montar los canales de cables que han sido quitados por sus dimensiones.

Los canales recogen los cables que salen del cuadro eléctrico y alcanzan los componentes o cajas de derivación en la máquina.

Una vez distribuidos los cables en los recorridos distintos, es posible empezar conectar los hilos a los bornes, respetando la numeración de los bornes.

#### **2.2.5. Primer arranque y puesta en servicio**

Estas operaciones solo deben ser realizadas por técnicos, también en caso de desplazamientos sucesivos de la máquina.

#### **2.2.6. Desarme de la máquina**

No es necesario adoptar precauciones particulares, ya que la máquina no es construida con materiales nocivos, a excepción de los aceites residuales (en los reductores, bombas de lubricación, circuitos hidráulicos) y de la batería de seguridad del PLC.

Las lámparas al interior del armario eléctrico son de incandescencia.

## 2.3. Dispositivos de seguridad

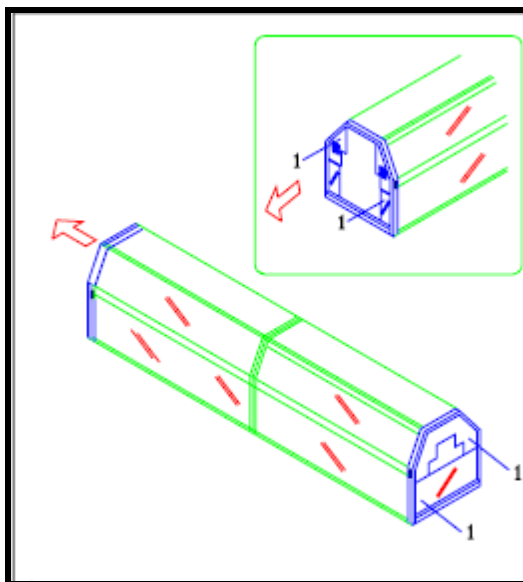
La máquina está dotada de protecciones fijas y móviles para aislar las zonas peligrosas.

### 2.3.1. Protección fija

Estas protecciones están fijadas a la estructura con tornillos o pernos y pueden ser quitadas utilizando llaves apropiadas.

Podría necesitarse quitar dichas protecciones en el caso de que un técnico mecánico tuviera que realizar una actividad de mantenimiento extraordinario. Ver figura 15.

Figura 15. Protección fija



Fuente: elaboración propia, con programa Autodesk Inventor.

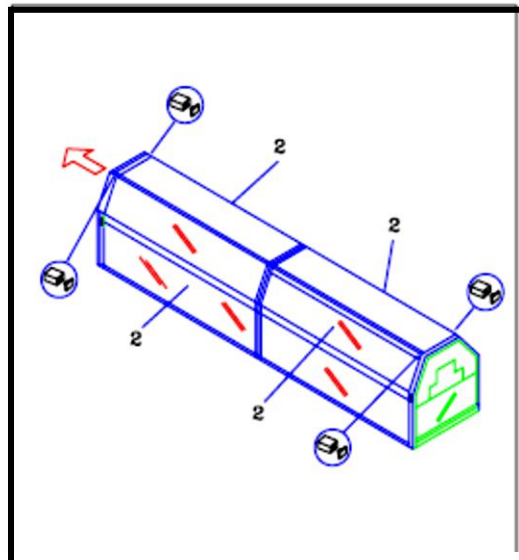
### 2.3.2. Protección móvil

Se trata de protecciones correderas o articuladas e interbloqueadas. Cada protección está dotada de un final de carrera de seguridad que impide su apertura, si la máquina está marchando.

Para abrir una protección, el operador tiene que presionar el pulsador parada disponible en la botonera principal. El ciclo automático de la máquina se para, la máquina se para al final del ciclo, luego se apagan los actuadores.

Para reanudar el funcionamiento, el operador tiene que cerrar la protección, luego presionar los pulsadores reset, power y marcha ciclo automático disponibles en la botonera principal. Ver figura 16.

Figura 16. **Protección móvil**



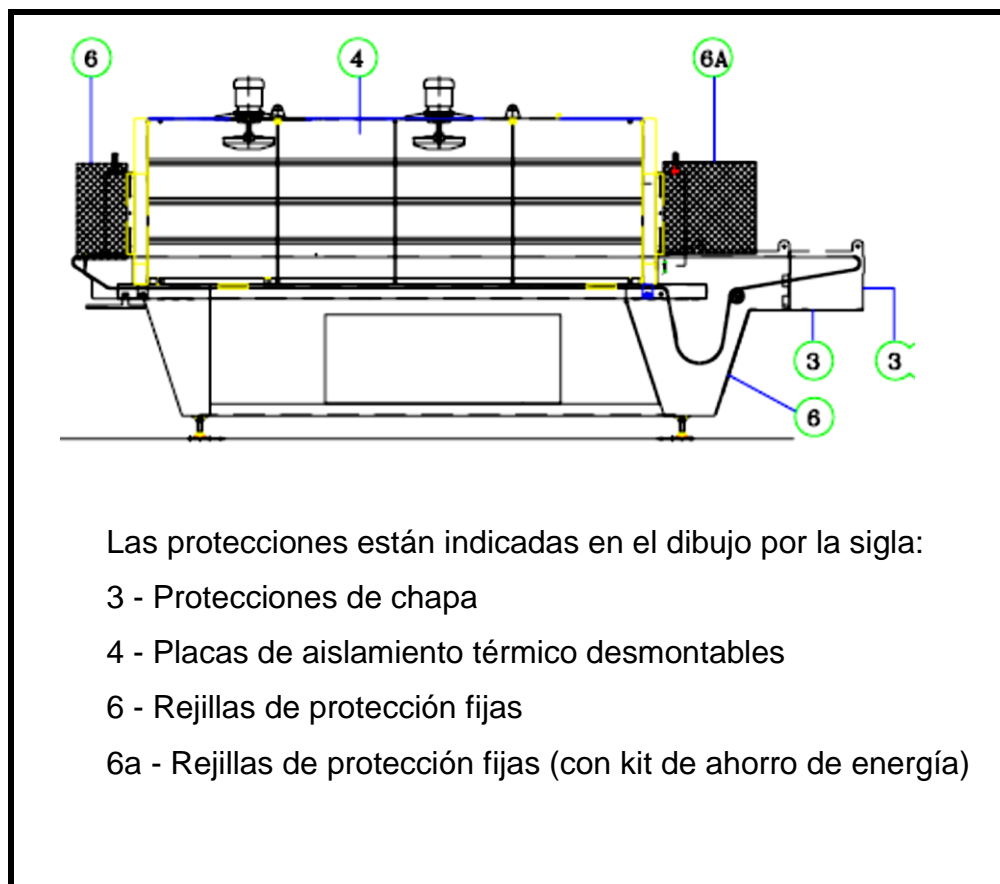
Fuente: elaboración propia, con programa Autodesk Inventor.

### 2.3.3. Protección en el horno de termoretracción

Estas protecciones están fijadas a la estructura con tornillos o pernos y pueden ser quitadas utilizando llaves apropiadas.

Podría necesitarse quitar dichas protecciones en el caso de que un técnico mecánico tuviera que realizar una actividad de mantenimiento extraordinario.

Figura 17. Protecciones en el horno de termorretracción



Fuente: elaboración propia, con programa Autodesk Inventor.

#### 2.3.4. Dispositivos de seguridad en el armario eléctrico

En el armario eléctrico del horno de termorretracción se encuentra instalado el seccionador general. Al desconectar este dispositivo, se corta la corriente a todos los equipos de la máquina, incluido al cuadro eléctrico.

Las puertas del armario eléctrico están dotadas de cerraduras, cuyas llaves están solamente a disposición de personas autorizadas y al corriente de los riesgos eventuales.

Figura 18. Dispositivos de seguridad en el armario eléctrico



Fuente: empresa embotelladora de bebidas carbonatadas.



### 2.3.5. Pulsadores de paro de emergencia

Estos pulsadores cabeza de hongo de color rojo se reconocen fácilmente.

Presionando uno de dichos pulsadores, se produce la parada inmediata del ciclo automático y de todos los motores, y la desactivación inmediata de las resistencias calentadoras del horno de termorretracción.

Los pulsadores de emergencia se encuentran:

- En la botonera principal
- En el transportador de formación del estrato, lado opuesto operador
- En el transportador de formación del estrato, lado operador
- En la salida del horno de termorretracción, lado operador
- En la salida del horno de termorretracción, lado opuesto operador

Figura 19. Pulsadores de paro de emergencia



Fuente: empresa embotelladora de bebidas carbonatadas.

### 2.3.6. Señales

En la columna luminosa se encuentra instalado un avisador acústico que se acciona en los casos siguientes:

- Potencia a los actuadores (motores, neumática).
  - Inicio del movimiento de la máquina.
  - Banda del horno de termorretracción parada con túnel caliente.
  - Anomalía de los contactores de los ventiladores del horno de termorretracción.
  - Anomalía de los interruptores magnetotérmicos del horno de termorretracción contactores pegados de las resistencias del horno de termorretracción.
  - Sobre temperatura del horno de termorretracción.
  - Puesta a cero del encoder de los servomotores.
  - Calibración del sensor de ultrasonidos de control del radio de la bobina.
  - Atascamiento en la salida del horno de termorretracción.
  - Ciclo de soldadura de la película en curso (soldadura manual).
  - Puesta a cero del ciclo de soldadura de la película.
  - Habilitación del ciclo automático.
  - Inicio del posicionamiento para cambio formato automático.
  - Puesta a cero de los servo accionamientos.
  - Columna luminosa.
- Las lámparas indicadoras de 3 colores en la columna luminosa señalan los estados siguientes:

- Luz verde parpadeante
  - ✓ Ciclo automático con entrada parada
  - ✓ Ciclo automático con soldadura película en curso
  
- Luz naranja encendida fija
  - ✓ Acumulación mínima en los transportadores de entrada.
  - ✓ Acumulación mínima transportador formación estrato.
  - ✓ Acumulación máxima en la salida del horno.
  - ✓ Falta consentimiento por grupos siguientes.
  - ✓ Transportadores de entrada parados.
  - ✓ Llenado del transportador de formación estrato.
  
- Luz naranja parpadeante
  - ✓ Nivel mínimo de troqueles en almacén
  - ✓ Nivel mínimo de troqueles en deshojador
  - ✓ Nivel mínimo de película en la bobina
  - ✓ Error corrección muesca película
  - ✓ Error longitud muesca película
  - ✓ Nivel mínimo de cola
  
- Luz roja encendida fija
  - ✓ Falta ciclo automático
  - ✓ Telerruptores pegados del horno de termorretracción

- Luz roja parpadeante
  - ✓ Envases caídos antes de zona de selección.
  - ✓ Película no soldada.
  - ✓ Anomalía del dispositivo de centrado de la banda de envoltura película.

Figura 20. **Señales luminosas**



Fuente: empresa embotelladora de bebidas carbonatadas.

## **2.4. Bloqueo y etiquetado de seguridad**

Lockout-Tagout (LOTO) es un procedimiento de seguridad utilizado en los procesos industriales para asegurarse que los equipos estén apagados y no serán encendidos antes de que finalice la actividad de mantenimiento. Para esto, todas las fuentes de energía deben ser aisladas, descargadas y dejar inoperativas antes de empezar cualquier actividad de servicio o mantenimiento en la máquina.

El LOTO se realiza mediante un candado (*lock*) que bloquea el dispositivo aislador de energía en posición *OFF*. Según esta pauta, se debe colocar una etiqueta (*tag*) en el dispositivo cerrado con candado, indicando que el bloqueo no debe ser quitado. La persona que quitará el candado debe ser la misma que lo puse, cuyo nombre está escrito en el etiqueta.



### 3. PROGRAMA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

#### 3.1. Instrucciones para el operario


Los mandos de la máquina están concentrados en la consola de mando, pero otros mandos se encuentran en los alrededores de algunas zonas donde se puede intervenir con los mandos manuales. Los mandos se encuentran:

- En el armario eléctrico
- En la consola de mando

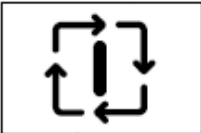


##### 3.1.1. Cuadro de mando principal

El cuadro de mando principal tiene varias funciones que se describen en la tabla I.

Tabla I. Mandos de la máquina

<p><b>Parada</b> Al presionar este pulsador, el ciclo automático de la máquina se para (si está en curso). La máquina se para al final del paso, luego se corta corriente a los actuadores. Este mando no determina la parada ni del horno de termorretracción, ni de los transportadores de entrada y salida de la máquina (si instalados), ya que estos grupos están dotados de su propio circuito de potencia.</p>	
---	---

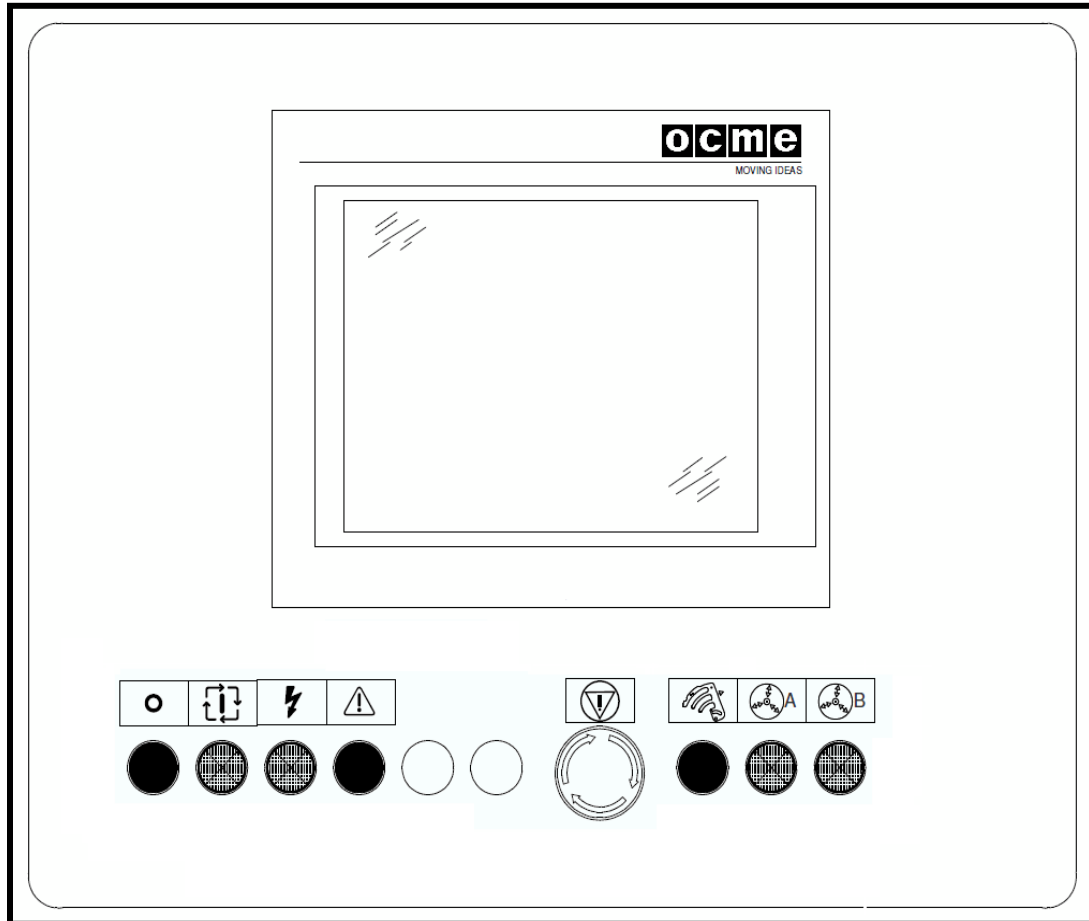
Continuación de la tabla I.

<p><b>Inicio ciclo automático</b>          Después de encender los actuadores y seleccionar el funcionamiento en modo automático en el panel operador, es necesario mantener presionado este pulsador hasta que la señal acústica deja de sonar para poner en marcha el ciclo automático de toda la máquina (si se cumplen las condiciones requeridas para el funcionamiento).          Si el operador suelta el pulsador antes de que la señal acústica deja de sonar, la máquina no se pondrá en marcha.          Cuando la señal acústica deja de sonar, la máquina funciona en modo automático y el pulsador se enciende (luz fija).          La luz parpadeante señala que una sección de la máquina no está funcionando en modo automático debido a una alarma ya que el funcionamiento en modo manual está habilitado.</p>	
<p><b>Power</b>          Mantener presionado este pulsador hasta que la señal acústica deja de sonar para obtener el cierre de los telerruptores de la máquina.          Si el operador suelta el pulsador antes de que la señal acústica deja de sonar, los telerruptores generales no se conectarán.          Cuando la señal acústica deja de sonar, los telerruptores generales de la máquina se cierran y el pulsador se enciende (luz fija).          La luz parpadeante señala que un telerruptor general de la máquina está desactivado.          La luz apagada señala que todos los telerruptores generales de la máquina están desactivados.</p>	
<p><b>Emergencia general</b>          Estos pulsadores cabeza de hongo de color rojo se reconocen fácilmente.          Presionando uno de dichos pulsadores, se produce la parada inmediata del ciclo automático y de todos los motores de la máquina, y se desactivan las resistencias calentadoras del horno de termorretracción.</p>	

Fuente: elaboración propia, con programa Microsoft Word.



Figura 21. **Cuadro de mando principal**



Fuente: empresa embotelladora de bebidas carbonatadas.

### 3.1.2. **Sistema operativo**

El sistema operativo es caracterizado por pantalla táctil, por lo tanto todas las operaciones se realizan tocando directamente las funciones visualizadas.

En el panel operador es posible seleccionar los programas de trabajo a ejecutarse, habilitar o deshabilitar algunos ciclos de funcionamiento, utilizar los mandos manuales y programar o modificar datos.

Para modificar un valor o introducir una descripción es necesario tocar el campo que contiene el número. Aparece un teclado que permite introducir letras o números. Una vez introducido el valor deseado, presionar entrar para confirmar.

El panel operador es caracterizado también, por la función de autodiagnóstico, que señala las anomalías de funcionamiento.

Algunas operaciones son protegidas mediante contraseña, conocida solo por el personal autorizado. La contraseña se queda activa durante un intervalo de tiempo predefinido.

Para modificar los datos (los datos modificables son contraseñados por una casilla blanca), es necesario tocar la casilla que contiene el valor. Aparece un teclado alfanumérico. Presionar la tecla verde (x-v) en la parte inferior del teclado para pasar a las letras mayúsculas, luego minúsculas y viceversa.

Una vez introducido el dato, confirmar presionando entrar.

Figura 22. **Modificación de datos**



Fuente: empresa embotelladora de bebidas carbonatadas.

### 3.2. **Alarma y señales**

Los pulsadores de emergencia se encuentran en:

- La botonera principal
- El transportador de formación del estrato, lado opuesto operador
- El transportador de formación del estrato, lado operador
- La salida del horno de termorretracción, lado operador
- La salida del horno de termorretracción, lado opuesto operador

### **3.2.1. Señal acústica**

En la columna luminosa se encuentra instalado un avisador acústico que se acciona en los casos siguientes:

- Potencia a los actuadores (motores, neumática).
- Inicio del movimiento de la máquina.
- Banda del horno de termorretracción parada con horno caliente.
- Anomalía de los contactores de los ventiladores del horno de termorretracción, anomalía de los interruptores magnetotérmicos del horno de termorretracción.

### **3.2.2. Columna luminosa**

- Las lámparas indicadoras de 3 colores en la columna luminosa señalan los estados siguientes:
  - Luz verde parpadeante
    - ✓ Ciclo automático con entrada parada
    - ✓ Ciclo automático con soldadura película en curso
  - Luz naranja encendida fija
    - ✓ Acumulación mínima en los transportadores de entrada.
    - ✓ Acumulación mínima transportador formación estrato.
    - ✓ Acumulación máxima en la salida del horno.
    - ✓ Falta consentimiento por grupos siguientes.

- ✓ Transportadores de entrada parados.
- ✓ Llenado del transportador de formación estrato.
  
- Luz naranja parpadeante
  - ✓ Nivel mínimo de troqueles en almacén
  - ✓ Nivel mínimo de troqueles en deshojador
  - ✓ Nivel mínimo de película en la bobina
  - ✓ Error corrección muesca película
  - ✓ Error longitud muesca película
  - ✓ Nivel mínimo de cola
  
- Luz roja encendida fija
  - ✓ Falta ciclo automático
  - ✓ Telerruptores pegados del horno de termorretracción
  
- Luz roja parpadeante
  - ✓ Envases caídos antes de zona de selección.
  - ✓ Película no soldada.
  - ✓ Anomalía del dispositivo de centrado de la banda de envoltura película.

### **3.3. Normas de seguridad**

Las actividades de mantenimiento y lubricación deben ser efectuadas solo con la máquina parada, después de cortar tensión a todos los componentes.

Antes de realizar cualquier operación de mantenimiento o limpieza en el horno de termorretracción es necesario esperar a que se enfríe completamente (temperatura ambiente).

### **3.3.1. Prohibición de quitar las protecciones**

Generalmente no es necesario quitar las protecciones para efectuar las actividades de mantenimiento ordinario. De lo contrario, se indicarían expresamente las protecciones a quitar.

## **3.4. Limpieza de la máquina**

No es necesario limpiar toda la máquina al cambio de formato, de todos modos, se puede aprovechar la parada para limpiar las superficies de deslizamiento de los envases. Además, es aconsejable limpiar los equipajes quitados, para que estén listas para la próxima sustitución.

### **3.4.1. Limpieza de rutina**

Para el funcionamiento correcto de la máquina es necesario mantener limpias las partes en movimiento y las superficies de deslizamiento de los envases y de la película.

La máquina se puede ensuciar por factores contingentes (rotura de envases o película) o debido a la acumulación de polvo en el curso del tiempo; en el primer caso, es necesario intervenir inmediatamente, mientras que en el segundo caso se necesita una intervención periódica.

Tabla II. Limpieza de rutina

Elemento	Acciones
Transportador de traslado lateral	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Quitar el polvo con chorro de aire comprimido.</li> <li>• Lavar las láminas y la banda con paño mojado en agua caliente (añadir al agua una solución desgrasante).</li> <li>• Vaciar y limpiar los tanques colectores de gotas para evitar que la banda del transportador reciba con el tiempo la suciedad acumulada.</li> </ul>
Transportador de formación estrato	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Quitar el polvo con chorro de aire comprimido.</li> <li>• Lavar las láminas y la banda con paño mojado en agua caliente (añadir al agua una solución desgrasante).</li> <li>• Vaciar y limpiar los tanques colectores de gotas para evitar que la banda del transportador reciba con el tiempo la suciedad acumulada.</li> </ul>
Zona de selección de estrato	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Quitar el polvo con aire comprimido.</li> <li>• Lavar las láminas, las cadenas y las superficies deslizantes con un paño mojado en agua caliente (añadir al agua una solución desgrasante).</li> <li>• Vaciar y limpiar los tanques colectores de gotas para evitar que las cadenas con el tiempo retengan la suciedad acumulada.</li> <li>• Limpiar y secar las guías de ajuste de las cadenas y todos los puntos de deslizamiento.</li> </ul>
Zona de desenrollado y corte de la película	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Limpiar los rodillos engomados con paño mojado en agua caliente, luego secarlos perfectamente.</li> <li>• Esta operación debe ser efectuada sólo si fuera estrictamente necesario, puesto que la zona debe ser mojada lo menos posible.</li> </ul>

Continuación de la tabla II.

Zona de envoltura de la película	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Quitar con chorro de aire comprimido el polvo y los fragmentos de goma depositados por el rodillo engomado con el tiempo.</li> <li>• Lavar la banda de la superficie de envoltura de la película con paño mojado en agua caliente (añadir al agua una solución desgrasante).</li> </ul>
Limpieza de los equipos eléctricos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mantener limpias las lentes de las fotocélulas, limpiando sea el proyector sea el reflector. Esta operación debe ser efectuada por lo menos una vez al mes pero, si la máquina está instalada en un ambiente muy polvoriento, es aconsejable efectuarla una vez a la semana.</li> <li>• Quitar el polvo con aire comprimido.</li> <li>• Para eliminar gruesa suciedad, utilizar paños humedecidos en agua tibia (no empapados).</li> </ul>
Limpieza del horno de termorretracción	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Para acceder a la banda, es necesario quitar las protecciones.</li> <li>• Hacer marchar el transportador manualmente por medio de la manivela y quitar los residuos con cuidado.</li> </ul>
Ventilador del armario eléctrico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Limpiar el filtro del aspirador, montado en la puerta del armario eléctrico, quitándolo y soplando con aire comprimido.</li> </ul>

Fuente: elaboración propia, con programa Microsoft Word.

### 3.4.2. Limpieza en presencia de líquidos azucarados

Es necesario limpiar la máquina con cuidado, en caso de utilización de productos que contienen azúcar (bebidas dulces), porque su depósito obstaculiza el movimiento de las cadenas y el deslizamiento de envases y troqueles.



Hay que limpiar cada día con cuidado las zonas indicadas, lavándolas con trapos mojados en agua caliente.

Tabla III. **Limpieza en presencia de líquidos azucarados**

Elemento	Acción
Zona del transportador de traslado lateral / transportador de dosificación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lavar las cadenas y las superficies de deslizamiento.</li> <li>• En la zona abajo se encuentra un tanque de recogida de los líquidos, que serán descargados al suelo.</li> </ul>
Zona de selección	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lavar las cadenas y las superficies de deslizamiento.</li> <li>• En la zona abajo se encuentra un tanque de recogida de los líquidos, que serán descargados al suelo.</li> </ul>
Zona del empujador	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mantener limpias las superficies de deslizamiento, las cadenas de traslado del troquel y la palanca de plegado de las solapas.</li> </ul>
Zona del grupo enrollador de película	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lavar las barras y las superficies de deslizamiento.</li> <li>• Mantener limpias las barras fileteadas y las tuercas de ajuste de la posición de las guías del troquel.</li> <li>• Después de limpiar los grupos, engrasar de nuevo las barras.</li> </ul>

Fuente: elaboración propia, con programa Microsoft Word.

### 3.5. **Controles periódicos**

Se deben realizar los siguientes controles periódicos.

### **3.5.1. Revisión de cadenas**

Comprobar el tensado de las cadenas después de las primeras 200 horas de trabajo.

El tensado de la cadena se efectúa por medio de tensores específicos, hasta el punto de precarga.

La cadena debe ser bastante tensada, sin tirar el piñón de transmisión.

Dos cadenas paralelas se deben tensar de la misma medida para evitar que el movimiento del grupo resulte desalineado.

- Por desgaste de la cadena: se entiende el alargamiento de la misma con respecto a la medida inicial. Para verificar el estado de desgaste, es necesario medir un trozo de cadena de 50 cm por lo menos; el valor resultante no debe superar el 3 % del valor de la cadena nueva para las cadenas simples, y el 1,5 % para las cadenas dobles.

### **3.5.2. Revisión de sistema neumático**

Se debe comprobar cotidianamente la descarga del agua en el grupo filtro, en la entrada del sistema neumático.

Efectuar esta operación cuando el sistema neumático no está bajo presión.

### **3.5.3. Dispositivos de seguridad**

Se debe comprobar mensualmente el funcionamiento de los dispositivos de seguridad. Por lo que concierne la lista de los dispositivos y de las operaciones a efectuarse.

## **3.6. Lubricación**

A continuación se describen las instrucciones de lubricación del equipo.

### **3.6.1. Lubricación centralizada**

La máquina tiene un sistema de lubricación centralizada que distribuye el lubricante.

- Horno de termorretracción
  - Cadenas de arrastre del transportador de red.
  - Banda del horno de termorretracción.
  - Cadena de motorización del cepillo de limpieza de la banda (si presente).
  
- Enfardadora
  - Cadenas del grupo empujador
  - Cadenas de las barras de envoltura de la película

La lubricación es realizada automáticamente, programada por el ordenador (en los datos).

Por lo que concierne la banda del horno de termorretracción, un ciclo de lubricación es realizado cada 30 minutos aproximadamente.

El nivel mínimo de lubricante en la bomba es señalado por un mensaje de autodiagnóstico. Si el operario no restablece el nivel correcto de lubricante dentro de una hora, la máquina se para (la termoenfardadora se para y el horno de termorretracción se apaga en modo ordinario).

Cuando la bomba está en función, la presión del aceite debe ser 35÷40 Bar.

### **3.6.2. Lubricación manual**

Cada 1 000 horas de trabajo es necesario engrasar manualmente las partes siguientes:

- Cremalleras de ajuste de la altura de los grupos
- Guías lineales de recirculación de bolas

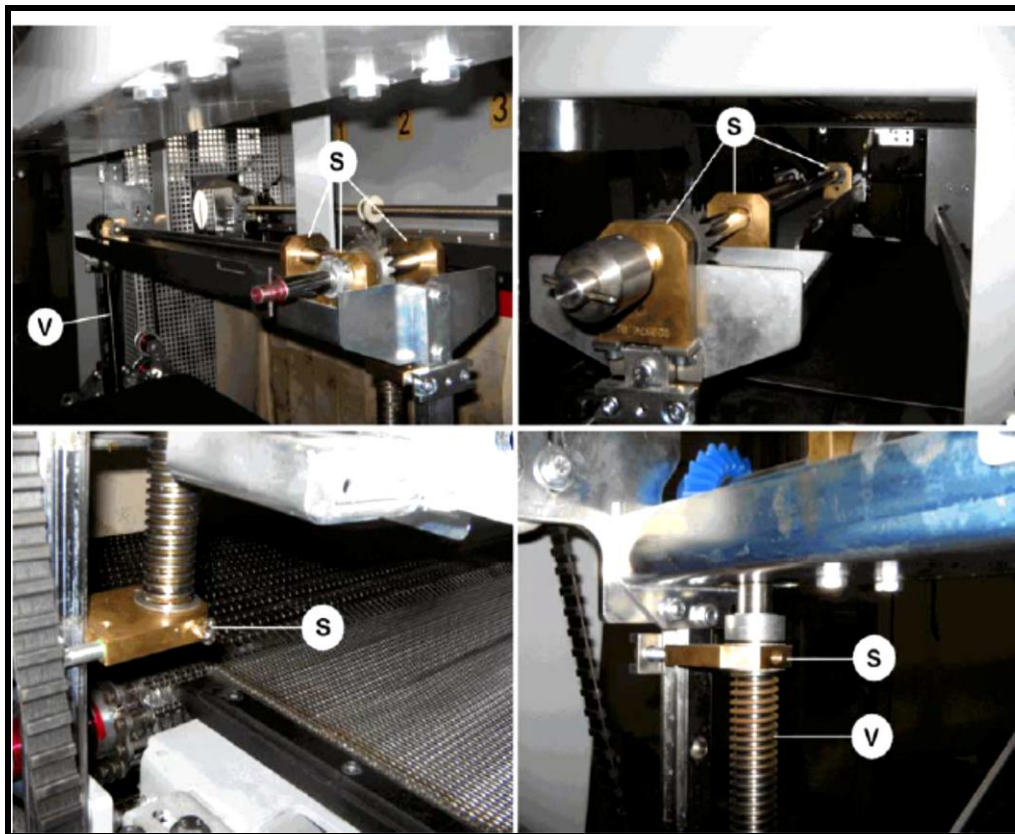
La frecuencia de lubricación es variable y depende del formato en producción.

- Cinta de estabilización superior: las cintas de estabilización se encuentran instaladas en más zonas de la máquina (zona empujador y entrada del horno de termorretracción) y se accionan solo en caso de ajustes efectuados para el cambio formato.

Lubricar con grasa (G3) los tornillos de ajuste (V) de la altura del grupo, utilizando un pincel.

Los soportes (S) de los ejes de ajuste manual se deben lubricar con grasa (G3), utilizando una bomba manual.

Figura 23. **Cinta de estabilización superior**



Fuente: empresa embotelladora de bebidas carbonatas.

### 3.7. Informe de inspecciones y actividades de mantenimiento

Para el informe de actividades de mantenimiento se presenta las tablas de mantenimiento programado.

Tabla IV. Transportador de formación estrato-transportador de traslado lateral

Control periódico (horas de trabajo)					Componentes	Sustitución aconsejada (horas de trabajo)
100	200	500	1 000	2 500		
O	-	-	-	-	Limpiar las láminas (de separación de los canales y oscilantes y quitar las etiquetas o los residuos de cola eventuales.	-
O	-	-	-	-	Limpiar la chapa en la zona de paso del transportador de formación del estrato al transportador en la zona de separación.	-
-	O	-	-	-	Controlar y limpiar las fotocélulas y los sensores de control.	-
-	-	-	-	M	Controlar el estado de las cadenas de plaquetas (o cinta) y de los piñones y guías de desplazamiento correspondientes.	20 000
-	-	-	M	-	Asegurarse de que no haya ninguna pérdida en el circuito neumático.	-
-	-	-	O	-	Asegurarse de que no haya ninguna pérdida de aceite en las conexiones entre motor y reductor.	-
-	-	-	O	-	Limpiar y engrasar con grasa (G4) las guías de desplazamiento de las láminas oscilantes.	-
-	-	-	O	-	Limpiar y engrasar con grasa (G3) las cremalleras de reglaje de la altura de los palpadores de palancas.	-
-	-	-	-	M	Controlar el nivel de aceite en el reductor de la motorización y rellenar con aceite (O9), en caso necesario.	-
O	-	-	-	-	Limpiar y lubricar las plaquetas del transportador de formación del estrato (véase párrafo 7.8-Lubricación Manual-Plaquetas del transportador de formación del estrato).	-
-	-	M	-	-	Comprobar el alargamiento de la banda del transportador de formación estrato después de las primeras 200 horas de trabajo; después de eso, efectuar un control periódico.	-

Fuente: elaboración propia, con programa Microsoft Excel.

Tabla V. Zona de selección-separación del producto

Control periódico (horas de trabajo)					Componentes	Sustitución aconsejada (horas de trabajo)
100	200	500	1 000	2 500		
-	-	-	M	-	Controlar el desgaste de las plaquetas de plástico de las cadenas del transportador de selección.	2 500
-	-	-	M	-	Controlar el tensado de las cadenas de los dedos electrónicos.	10 000
-	-	-	M	-	Controlar el desgaste de las chapas dentadas de plástico de juntura de las cadenas.	5 000
-	-	-	-	M	Comprobar el estado de desgaste de las guías de acero inoxidable de las cadenas de los dedos de selección.	20 000
-	-	-	M	-	Comprobar el estado de desgaste de los piñones y guías de cadena de los dedos de selección.	10 000
-	-	-	O	-	Limpia y lubricar con grasa (G4) las guías lineales de deslizamiento lateral de las cadenas.	-
-	-	-	-	M	Verificar que no haya pérdidas de aceite en las conexiones entre motor y reductor.	-
-	O	-	-	-	Controlar y limpiar las fotocélulas y sensores de control.	-
-	-	M	-	-	Comprobar el alargamiento de las cadenas del transportador de selección después de las primeras 200 horas de funcionamiento. Luego, comprobar las cadenas periódicamente.	-

Fuente: elaboración propia, con programa Microsoft Excel.

Tabla VI. **Cinta de estabilización superior**

Control periódico (horas de trabajo)					Componentes	Sustitución aconsejada (horas de trabajo)
100	200	500	1 000	2 500		
-	-	-	-	M	Controlar el desgaste de los rodillos.	5 000
-	-	-	O	-	Limpiar y lubricar con grasa (G3) las guías de ajuste de la altura.	-
-	-	-	-	M	Comprobar el tensado de las correas y el desgaste de los piñones.	10 000
-	-	-	-	M	Controlar el desgaste de los cojinetes radiales.	10 000

Fuente: elaboración propia, con programa Microsoft Excel.

Tabla VII. **Empujador**

Control periódico (horas de trabajo)					Componentes	Sustitución aconsejada (horas de trabajo)
100	200	500	1 000	2 500		
-	-	-	-	M	Comprobar el tensado de las cadenas con barras del grupo empujador.	10 000
-	-	-	-	-	Sustituir las guías de plástico de las cadenas del grupo empujador.	20 000
-	-	-	-	M	Sustituir los piñones y cojinetes del grupo empujador.	10 000
-	O	-	-	-	Controlar y limpiar las fotocélulas y sensores de control.	10 000

Fuente: elaboración propia, con programa Microsoft Excel.



Tabla VIII. **Zona de envoltura de la película-entrada del horno de termorretracción**

Control periódico (horas de trabajo)					Componentes	Sustitución aconsejada (horas de trabajo)
100	200	500	1 000	2 500		
-	-	-	M	-	Comprobar el tensado y verificar el estado de desgaste de la cinta de estabilización (esponja).	2 500
-	-	-	M	-	Comprobar el tensado y verificar el estado de desgaste de la correa dentada de motorización de la cinta de estabilización.	10 000
-	-	-	-	M	Verificar el estado de desgaste de la parte final curva y de la superficie de polizeno.	10 000
-	-	-	-	M	Comprobar el tensado de las cadenas del grupo enrollador.	10 000
-	-	-	-	M	Verificar el estado de desgaste de la cinta de la superficie.	10 000
-	-	-	-	M	Verificar el estado de desgaste del transportador de red en la entrada del horno de termorretracción.	10 000
-	-	-	O	-	Verificar el estado de desgaste del rodillo loco y del rodillo excéntrico.	-
-	-	-	-	M	Verificar el estado de desgaste de los cojinetes.	10 000
-	-	-	-	M	Verificar el estado de desgaste de las guías de polizeno.	10 000
-	-	-	-	M	Controlar y limpiar las fotocélulas y sensores de control.	-
-	-	-	O	-	Comprobar el alargamiento de la banda del transportador de formación estrato después de las primeras 200 horas de trabajo; después de eso, efectuar un control periódico.	-

Fuente: elaboración propia, con programa Microsoft Excel.

Tabla IX. **Desenrollador película-corte de la película**

Control periódico (horas de trabajo)					Componentes	Sustitución aconsejada (horas de trabajo)
100	200	500	1 000	2 500		
-	-	-	-	M	Verificar el estado de desgaste de los rodillos engomados de desenrollado de la película.	10 000
-	-	-	M	-	Verificar el estado de desgaste de las cintas de subida de la película.	10 000
-	-	-	-	M	Verificar el estado de desgaste de la contracuchilla de corte de la película.	10 000
-	-	-	M	-	Verificar el estado de desgaste de la cuchilla de corte de la película.	2 500
-	-	-	-	M	Verificar el estado de desgaste de los rodillos de motorización de las cintas.	10 000
-	-	-	-	M	Comprobar el tensado de la correa de motorización del grupo desenrollador y del grupo de corte de la película.	10 000
-	-	-	-	M	Sustituir los cojinetes de los soportes de los rodillos engomados, del rodillo de motorización de las cintas, de la cuchilla y contracuchilla de corte de la película.	10 000

Fuente: elaboración propia, con programa Microsoft Excel.

Tabla X. **Zonas de la bobina de película**

Control periódico (horas de trabajo)					Componentes	Sustitución aconsejada (horas de trabajo)
100	200	500	1 000	2 500		
-	-	-	-	M	Comprobar el estado de desgaste de la tira de goma del grupo de soldadura de la película.	5 000
-	-	-	-	M	Comprobar el estado de desgaste de la tira de teflón del grupo de soldadura de la película.	5 000
-	-	-	-	M	verificar el estado de desgaste del alambre de soldadura.	10 000

Fuente: elaboración propia, con programa Microsoft Excel.



## **4. SEGUIMIENTO**

### **4.1. Área de mantenimiento**

Debido a que el mantenimiento es vital para que un proceso de producción más limpia sea eficiente, se deben realizar acciones que beneficien directamente el uso de recursos, tales como: el tiempo de producción, el costo de los repuestos y la vida útil del equipo.

#### **4.1.1. Ordenar e identificar los repuestos**

Existe una secuencia de pasos para realizar eficientemente un inventario de repuestos; a continuación se describe esta secuencia:

- Planificar el período de tiempo necesario y la fecha oportuna para iniciar y terminar el inventario, decisión que será tomada por todo el personal.
- Diseñar una base de datos: debe contener la clasificación de repuestos que ha sido planificada por el personal encargado y permitir visualizar el cambio en las entradas y salidas por repuesto, así como los costos. En el caso de que ya existe una base de datos para inventario, solo se actualizará al hacer un inventario en detalle de las bodegas.
- Determinar el lugar en donde se ubican los repuestos: por lo general todos los repuestos se ubican en bodegas del área de mantenimiento; sin embargo, algunas empresas los colocan en espacios alternos distintos a tales bodegas.

- Asignación de tareas: se debe distribuir la tarea de inventario dentro del personal de mantenimiento, y así reducir el tiempo para realizarlo; tal decisión será tomada por el jefe de mantenimiento.
- Identificar los repuestos a inventariar: dependiendo de la clasificación interna que le otorgue el personal encargado que puede ser de acuerdo con el tipo de máquina en el que se utilice, aplicaciones comunes o especiales.
- Cuantificar las existencias por repuesto: hacer un conteo correcto de la cantidad de repuestos e integrar su valor inmediatamente a la base de datos, para el proceso de actualización de la misma.
- Asignar un código y una posición a una clase de repuesto: para tal acción se debe tomar en cuenta el lugar en donde se desean colocar tales repuestos, el código puede variar desde las letras del abecedario hasta las iniciales de las máquinas o utilidad de las piezas, pero ante todo, debe ser visible y claro el proceso de señalización del área donde van los repuestos, de forma que facilite el ordenamiento final.
- Posicionamiento del inventario: el último paso para desarrollar el inventario debe ser la colocación de las piezas en los lugares predestinados y previamente señalizados por el personal encargado.
- La prevención para no inventariar piezas que ya lo están, será colocar algún tipo de señal que prevenga a todo el personal sobre la posibilidad de repetir el proceso de cuantificación y sobrevaloración del inventario.

#### **4.1.2. Ordenar e identificar herramientas**

La herramienta de trabajo necesita que se le asignen aspectos y características especiales a fin de clasificarla de forma adecuada. Los pasos para realizar un proceso de planificación y ejecución de ordenamiento e identificación son los siguientes:

- Determinar el tipo de clasificación que se va a aplicar, que puede ser por el tipo de trabajos en los que se utiliza, o por sus características propias.
- Realizar una planificación de la ubicación exacta que tendrán las existencias.
- Determinar la forma en que se identificará la herramienta, ya sea por la ubicación, por marcación física de códigos sobre las mismas o por etiquetado de acuerdo con el tipo de elementos que se identifiquen.
- Diseñar documentos que se utilicen para controlar la entrada y salida de cada tipo de herramienta y para el control periódico de la totalidad en bodega.
- Recolectar toda la herramienta que se encuentre dentro y fuera del Departamento de Mantenimiento.
- Cuantificar las existencias reales y en libros, a fin de verificar para eliminar las diferencias.
- Usar una nomenclatura técnica para designar la herramienta.
- Ubicarla en los lugares designados dentro de la bodega de mantenimiento.
- Realizar un proceso de identificación de la herramienta propia del personal encargado de mantenimiento, para evitar confusiones de pérdida, transporte y retención de herramienta, que pueda causar conflictos entre personal y organización.

#### **4.1.3. Realizar trazabilidad de las fallas en la maquinaria**

Hay dos tipos de trazabilidad: la externa y la interna. La primera se refiere a estándares internacionales, la segunda se puede aplicar a estándares propios de la empresa y nacionales.

Con el propósito de marcar la tendencia con la que se producen las averías en la maquinaria, se debe realizar una clasificación especial determinada por el personal de Mantenimiento y así tomar decisiones confiables acerca de planificación de actividades, compra y almacenamiento de piezas de repuesto.

Cuando se utiliza la trazabilidad como un concepto de rastreo de datos históricos y se aplica al pronóstico de fallas, se encuentra que los pasos para trazar las ocurrencias son:

- Recolección de datos históricos internos por máquina, de acuerdo con uno o más períodos de producción.
- Clasificación de las ocurrencias.
- Tabulación de los valores obtenidos, fallas a través del tiempo que pueden ser meses, semanas e incluso días.
- Análisis para determinar la tendencia y comportamiento de los datos.
- Utilizando métodos de correlación se puede establecer el tipo de familia a la que pertenece el comportamiento de los datos tabulados.
- Realizar pronósticos de evaluación y riesgo, a fin de determinar la estimación con el error mínimo.
- Realizar la estimación de fallas a corto, mediano y largo plazo, haciendo estimaciones de requerimiento de repuestos, presupuestando sus valores económicos para la toma de decisiones eficiente.



#### **4.1.4. Manejo de materiales**

Un sistema de planificación de manejo y requerimiento de materiales o MRP, por sus siglas en inglés, establece controles exhaustivos de los inventarios a fin de sincronizar la demanda de piezas con los niveles de reordena los proveedores.

Existen dos tipos de MRP: el primero da una clara determinación de los parámetros tiempo y capacidad. El segundo planifica el uso eficaz de los recursos de fabricación. Aplicar un MRP al control de repuestos de la empresa tiene como propósito:

- Disminuir inventarios.
- Disminuir los tiempos de espera entre interrupciones y disponibilidad de repuestos.
- Incrementar la eficiencia.
- Reducir reparaciones paliativas.
- Planear a largo y mediano plazo el requerimiento de piezas a fin de hacer los presupuestos correspondientes.
- Reducir costos e incrementar beneficios.
- Simular un proceso de producción en función de necesidad de repuestos y pronóstico de compra de materiales.

El procedimiento para implantar un MRP aplicado al departamento de Mantenimiento es el siguiente:

- Se establece previamente el pronóstico de fallas u ocurrencias en la maquinaria durante un período de producción futuro.

- Son determinadas las cantidades estimadas de ocurrencias por máquina. Se investigan los historiales de intervalo de tiempo de entrega de los últimos pedidos de cada repuesto, el cual debe coincidir con el ciclo de tiempo elegido. Los intervalos de tiempos se refieren al tiempo en que el proveedor tardó en entregar el material luego de haber colocado el pedido.
- La matriz de asignación de las distintas materias o repuestos, debe construirse por cada mes que compone el tiempo a trabajar.
- Son determinadas las políticas con base en los historiales de entrega de producto por parte de los proveedores y con la información actualizada de existencias de repuestos; se calculan las distintas variables que le darán forma al gráfico de inventario determinántico.
- Construido el gráfico con la información anterior, se utiliza una técnica matemática de relación de triángulos para determinar las fechas de puesta de pedido y recibo de material en función de las cantidades de existencia y planificadas para el período en cuestión.
- Se elabora una matriz con la cantidad, fecha de puesta de pedido y fecha de ingreso a bodega de materia prima para cada material.

#### **4.2. Área de seguridad industrial**

Los olores son producidos de la relación directa con las emisiones evaporativas.

Los respiradores de cartucho químico son probablemente la protección más efectiva y sencilla en algunos tipos de trabajo con disolventes. Las recomendaciones para elegir uno son:

- Que se adecúe para mantener el contaminante a que se está expuesto.
- Que proteja totalmente las vías de entrada (ojos, nariz, boca).
- Que sea lo más confortable posible.
- Que se utilice adecuadamente.
- Que se mantenga limpio para su uso.
- Que esté homologada frente al riesgo al cual se quiere proteger.
- Que no haya perdido ninguna de sus características esenciales de protección.
- Que sea para una persona.

El filtro de carbón activado debe de ser reemplazado siguiendo las instrucciones del fabricante o cuando la respiración se dificulte o cuando el filtro comienza a oler.

Las máscaras faciales, que son las menos adecuadas para el trabajador, se desgastan o son bloqueadas por la suciedad, y pueden provocar serios daños, ya que el trabajador se cree protegido y no está consciente de la exposición que sufre.

Cuando el oxígeno está limitado, un respirador tipo filtro no es adecuado. Resulta entonces indispensable utilizar una unidad que suministre aire al trabajador. En este caso, la mejor protección es una máscara de aire con una presión positiva. El aire puede ser suministrado por un compresor con un filtro,

una planta permanente de aire comprimido (siempre con filtro) o botellas de oxígeno.

Una máscara completa puede incluir el mismo tipo de filtro que la media máscara antes descrita. Una máscara completa protege igualmente los ojos y la cara contra las salpicaduras de los disolventes.

Figura 24. **Máscara de protección con filtro**



Fuente: equipo de protección personal,  
<http://www.ferreteriapetapa.com/index.php/productos/proteccion-y-seguridad-industrial/proteccion-respiratoria>: Consulta: junio 2015.

En general, el problema de contaminación acústica en las empresas puede generarse a partir de la operación de las máquinas. Debe considerarse también las emisiones generadas por las actividades propias del transporte, tanto de materias primas como productos terminados.

Los equipos de protección auditiva son dispositivos que sirven para reducir el nivel de presión acústica en los conductos auditivos a fin de no producir daño en el trabajador de la planta.

Estas versiones se pueden diferenciar en dos tipos:

- Protectores auditivos externos: orejeras y cascos.
- Protectores auditivos internos: tapones.

Figura 25. **Protección auditiva**



Fuente: equipo de protección personal,  
<http://www.ferreteriapetapa.com/index.php/productos/proteccion-y-seguridad-industrial/proteccion-respiratoria>: Consulta: junio de 2015.

Protección de los ojos: dentro de este grupo se incluyen los equipos entregados para proteger al trabajador frente a aquellos riesgos existentes en medio laboral que puedan afectar la vista o la cara.

Los principales agentes agresores que pueden causar accidentes o enfermedades profesionales son, entre otros:

- Impactos de partículas
- Salpicaduras de líquidos
- Atmósferas contaminadas

Figura 26. **Protección de ojos**



Fuente: equipo de protección personal, [www.seguritex.com](http://www.seguritex.com): Consulta: junio 2015

- Casco: su principal objetivo es proteger la cabeza de quien lo usa de peligros, golpes, además es dieléctrico.

## CONCLUSIONES

1. Con el trabajo de campo realizado durante la recopilación de información, se establecen las bases dentro de la empresa para llevar a cabo el plan de mantenimiento preventivo con fines de mejoramiento óptimo.
2. El mantenimiento preventivo, mediante la estandarización de los procedimientos, disminuirá los tiempos de reparación y los paros en maquinaria. Debido a que con un control de las fallas existentes se puede determinar si la máquina está en condiciones de operar o se necesita un cambio de la misma.
3. Los procedimientos, cronogramas y demás documentación para un mantenimiento preventivo permiten estandarizar dicho proceso. Al documentarlo y dejar evidencia de los resultados, se puede realizar un análisis del mismo.
4. Con la implementación, control y seguimiento se puede permitir la evaluación adecuada de la maquinaria, con ello se logra tener controlados los resultados y mantener el sistema de calidad de la línea de producción.
5. Al implementar los formatos de inspección adecuados se debe de tomar en cuenta las especificaciones del fabricante de la maquinaria, lo cual permitirá un resultado óptimo en el funcionamiento por lo tanto, los usuarios tendrán una herramienta más para determinar el proceso de mantenimiento o reparación necesaria.





## RECOMENDACIONES

1. Es necesario capacitar al personal con la visión de que cada trabajador que realiza una operación, es cliente del trabajador que realiza la operación que le antecede, y es proveedor del trabajador que realiza la operación que le sigue, de tal manera que se pueda llegar al mejoramiento continuo de cada operación que se realiza en la empresa.
2. Tener una superficie para el almacenamiento de los lotes, con el tamaño máximo de las piezas que haya que hacer, y para el trabajo terminado y en espera de ser trasladado. La mayor parte de las veces, esas superficies son necesarias para la realización efectiva de la labor, con el fin de proporcionar el lugar del cual se toman las piezas para trabajarlas y aquella en que se colocan una vez terminadas.
3. Todas las personas que intervienen en la manipulación de sustancias o preparaciones peligrosas, deben disponer de instrucciones escritas sobre las propiedades y riesgos de los productos químicos. Esta información debe estar disponible en el lugar de trabajo, en un área de fácil acceso o en cada uno de los productos. Todos los recipientes y embalajes que contengan productos químicos en el lugar de trabajo, sean pequeños o grandes, deben llevar la etiqueta de advertencia correspondiente, claramente comprensible.



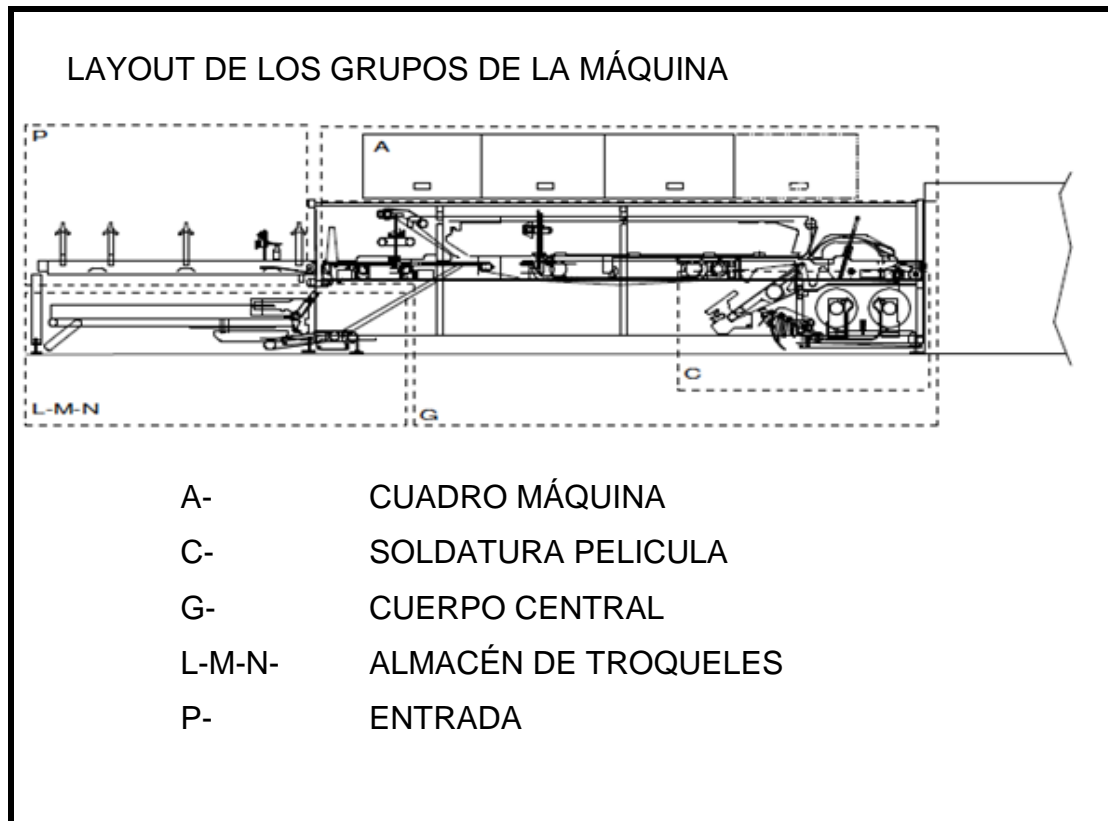
## BIBLIOGRAFÍA

1. BOLAÑOS, Gudiel, GARIVALDI, Erick. *Diseño, mantenimiento en formado*. Trabajo de graduación de Ing. Mecánica. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1990. 178 p.
2. DELMONTE, John. *Moldeo de plásticos*. Barcelona: S. E. 1967.136 p.
3. DOYLE, Lawrence E. *Materiales y procesos de manufactura para ingenieros*. México: Prentice-Hall. 1988. 107 p.
4. IXCOLÍN BARRIOS, Julio César. *Sistemas informáticos para la automatización de programas de mantenimiento*. Trabajo de graduación Ing. Mecánica, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1995. 177 p.
5. JENSEN, C. H. Ed. *Dibujo y diseño de plásticos*. México: McGraw-Hill. 1973. 102 p.
6. PALENCIA GARCÍA, Oliverio. *El mantenimiento productivo total y su aplicabilidad industrial*. En: Segundo Congreso Internacional de Ingeniería en Mantenimiento. 2010. 134 p.



## ANEXOS

1.



Fuente: empresa embotelladora de bebidas carbonatas.

2. Funcionamiento de la máquina



Fuente: empresa embotelladora de bebidas carbonatas.