



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

# **DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL PARA UNA MÁQUINA EMPACADORA DE CEREALES**

**Oscar Ernesto Jurado Godoy**

Asesorado por el Ing. Gustavo Aníbal Guerra

Guatemala, marzo de 2007



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL PARA UNA  
MÁQUINA EMPACADORA DE CEREALES**

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

**OSCAR ERNESTO JURADO GODOY**

ASESORADO POR EL ING. GUSTAVO ANÍBAL GUERRA  
AL COFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO MECÁNICO INDUSTRIAL**

GUATEMALA, MARZO DE 2007



## **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:

### **DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL PARA UNA MÁQUINA EMPACADORA DE CEREALES,**

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha 15 de septiembre de 2006.

Oscar Ernesto Jurado Godoy



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO: Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos  
VOCAL I: Ing. Patricia García Soria  
VOCAL II: Ing. Alba Maritza Guerrero de López  
VOCAL III: Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón  
VOCAL IV: Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz  
VOCAL V: Elisa Yazminda Vides Leiva  
SECRETARIA: Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO: Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos  
EXAMINADOR: Ing. Jose Francisco Gómez Rivera  
EXAMINADOR: Ing. Marco Vinicio Monzón Aguirre  
EXAMINADOR: Ing. Víctor Hugo García Roque  
SECRETARIA: Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas



## **ACTO QUE DEDICO A:**

Dios	Por darme la oportunidad de vivir con las personas que me quieren y aprecian.
Mi Familia	Rolando, por ser mi ejemplo de lucha y superación. Amalia, por ser la que dio la vida y siempre está a mi lado dándome su amor y cariño. Antonio, por ser mi hermano y sin tu cariño y aprecio no hubiera podido ser mejor cada día. Alejandra, por ser comprensiva y amorosa conmigo. A mis tíos y tías, abuelitos, primos y primas que gracias a la ayuda de todos ustedes logre salir adelante.
Mis amigos	A todos aquellos que han ayudado en mi superación personal y profesional. Cesar, Manolo, Daniel, Víctor, Juan Pablo, Amilcar, Margaret, Blanca, Andrea y muchos otros que continúan apoyándome cada vez más.
Mi asesor	Gustavo, gracias por el apoyo, las guías y lineamientos para ser un buen profesional.
Mis catedráticos	Por ayudarme en la superación profesional y personal cada día y a superar las metas establecidas por la Universidad.



# ÍNDICE GENERAL

<b>ÍNDICE DE ILUSTRACIONES</b>	<b>V</b>
<b>GLOSARIO</b>	<b>IX</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>XIII</b>
<b>OBJETIVOS</b>	<b>XV</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>XVII</b>
<b>1. EMPRESA DE APOYO</b>	<b>1</b>
1.1. Historia de la empresa	2
1.1.1. Antecedentes	2
1.1.2. Misión, visión y valores	4
1.1.2.1. Misión	5
1.1.2.2. Visión	5
1.1.2.3. Valores	6
1.1.3. Organigrama	7
1.1.4. Recursos humano	8
1.1.5. Actividades	10
1.1.6. Procesos	11
1.1.6.1. Máquina empacadora	12

<b>2. MAQUINARÍA</b>	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
2.1. Historia	15
2.2. Descripción de la maquinaria	17
2.3. Especificaciones de la maquinaria	18
2.4. Seguridad en la máquina	22
2.5. Situación de la máquina, pre implementación	25
2.6. Estadísticas de producción	30
2.7. Diagrama hombre-máquina	39
2.8. Tiempos perdidos pre implementación	41
<b>3. MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL</b>	<b>47</b>
3.1. Teoría del mantenimiento productivo total	48
3.2. Bases del mantenimiento productivo total	54
3.2.1. Mejoras enfocadas o <i>Kobetsu Kaizen</i>	55
3.2.2. Mantenimiento autónomo o <i>Jishu Hozen</i>	60
3.2.3. Mantenimiento planificado o progresivo	63
3.2.4. Mantenimiento de calidad o <i>Hinshitu Hozen</i>	68
3.2.5. Prevención de mantenimiento o mantenimiento preventivo	72
3.2.6. Mantenimiento en áreas administrativas	76
3.2.7. Grupos de trabajo	79
3.2.7.1. Herramientas de trabajo para el círculo de calidad	83
<b>4. DIAGNÓSTICO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO</b>	<b>89</b>
4.1. Análisis de la productividad actual	91
4.1.1. Productividad de la mano de obra	91
4.1.2. Productividad de los materiales	93
4.1.3. Productividad de la Energía	95
4.1.4. Productividad de insumos	97

4.2.	Inspecciones	99
4.2.1.	Visitas	100
4.2.2.	Inspecciones	102
4.2.3.	Orden de trabajo	104
4.3.	Rutina de mantenimiento	107
4.3.1.	Rutina de visita	107
4.3.2.	Rutina de inspección	109
4.3.3.	Rutina de mantenimiento	110
4.4.	Control y supervisión	121
4.4.1.	Ficha de maquinaria	122
4.4.2.	Reportes de fallas	125
4.4.3.	Órdenes de trabajo	127
4.4.4.	Requisición de material y equipo para mantenimiento	127

## **5. PROPUESTA DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO**

<b>TOTAL</b>		<b>131</b>
5.1.	Desarrollo de los pilares del programa de mantenimiento productivo total aplicados para la máquina empacadora.	132
5.1.1.	Mejoras enfocadas	134
5.1.2.	Mantenimiento autónomo	137
5.1.3.	Mantenimiento planificado	139
5.1.4.	Mantenimiento de calidad	141
5.1.5.	Prevención del mantenimiento	143
5.1.6.	Programa de seguridad para la máquina	145
5.1.7.	Mantenimiento en áreas administrativas	146
5.1.8.	Organización de los grupos de trabajo	149
5.1.8.1.	Programa de seguridad para los grupos de trabajo	150
5.2.	Rendimiento de las piezas	152
5.3.	Desarrollo del plan de operaciones	154

5.3.1.	Prearranque	157
5.3.2.	Arranque	158
5.3.3.	Revisión de funcionamiento	159
5.3.4.	Paro	159
5.3.5.	Seguridad en el plan de operaciones	160
5.4.	Cálculo de la productividad post-implementación	162
5.4.1.	Productividad de la mano de obra	167
5.4.2.	Productividad de los materiales	168
5.4.3.	Productividad de la energía	169
5.4.4.	Productividad de insumos	170
5.5.	Soluciones básicas a los problemas más comunes	174
5.5.2.	Tabla de detección de falla (encartonadora)	176
<b>6.</b>	<b>SEGUIMIENTO DE LAS PROPUESTAS</b>	<b>187</b>
6.1.	Control del plan de mantenimiento	188
6.1.1.	Estrategias de respuesta	190
6.2.	Comunicación de los resultados del plan	192
6.2.1.	Despliegue del desempeño de los grupos de trabajo y máquina	194
6.3.	Monitoreo del plan de mantenimiento	195
6.3.1.	Revisiones por la gerencia	197
	<b>CONCLUSIONES</b>	<b>199</b>
	<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>203</b>
	<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>205</b>

# ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

## FIGURAS

1.	Ubicación empresa de cereales y Servicios Integrados	1
2.	Organigrama Servicios Integrados	7
3.	Ejemplo de una maquila de ofertas en Servicios Integrados	10
4.	Proceso de producción llenado de cajilla con producto o cereal	14
5.	Máquina utilizada para el armado de cajillas	16
6.	Ejemplos de bandas trasportadoras utilizadas en la industria	17
7.	Una cajilla vacía, indicando sus dimensiones	19
8.	Pieza donde van las cadenas que arman el plegadizo	21
9.	Pieza que realiza la succión del cartón	22
10.	Ejemplo de bloqueo de equipo	24
11.	Guardas o dispositivos de seguridad en equipo industrial	24
12.	Gráfica de producciones por turno, separadas por categorías	38
13.	Gráfica de productividades unidades por hora, en turno separadas por categorías	39
14.	Diagrama de proceso hombre – máquina empaque de cereales	40
15.	Gráfica de tiempos perdidos antes del TPM	46
16.	Paso de las actividades del <i>Kobetsu Kaizen</i>	56
17.	Planificación de un mantenimiento	64
18.	Diagrama de Tormenta de Ideas	84
19.	Ejemplo del diagrama de Pareto	85
20.	Ejemplo diagrama causa – efecto	86
21.	Gráfico de Pareto para los tiempos perdidos (mecánicos – humanos)	90
22.	Formato de evaluación de visitas	101

23.	Formato de evaluación de inspecciones	103
24.	Formato para órdenes de trabajo	106
25.	Encartonadora vista planta	111
26.	Espacio del calibrador de la Encartonadora	113
27.	Espacios de los cartones en la parte de la bomba de succión	113
28.	Condiciones del eslabón del alimentador del cartón	114
29.	Ajuste de cadenas	116
30.	Succionador de aire para el armado del cartón	120
31.	Formato de información técnica de la maquinaria	124
32.	Formato de reporte de fallas en la maquinaria	126
33.	Formato de requisición de materiales para reparación	129
34.	Ejemplo de aplicación de guardas o resguardos aplicados en maquinaria industrial	146
35.	Equipo de protección personal	152
36.	Calendario del plan de operaciones para, el desarrollo del proyecto	155
37.	Gráfica comparativa de producción, pre y post implementación	172
38.	Gráfica comparativa de los ingresos, pre y post implementación	172
39.	Gráfica comparativa del costo de producción por hora de los materiales	173
40.	Gráfica comparativa del costo de producción por hora de la energía	173
41.	Gráfica comparativa del costo de producción por hora de los insumos	174
42.	Cartelera utilizadas para presentar información a todo el personal de una empresa	194

## TABLAS

I	Perfil del puesto personal operativo	9
II	Dimensiones de condiciones de operación 1	20
III	Dimensiones de condiciones de operación 2	20
IV	Datos de producción antes del TPM	32
V	Resumen de datos de producción, horas y personal utilizado en la producción	33
VI	Datos para el cálculo de la capacidad instalada	34
VII	Datos calculados de la capacidad instalada	34
VIII	Comparación de la producción real vrs producción teórica	35
IX	Tabla de unidades producidas separadas por categorías	37
X	Tabla de productividades unidades por hora separadas por categorías	38
XI	Tiempos perdidos pre implementación	43
XII	Tiempos perdidos por tipos de problemas	43
XIII	Tiempos perdidos en los diferentes turnos analizados. (Tiempo en segundos)	44
XIV	Pasos del mantenimiento autónomo sugeridas por el JIPM	62
XV	Tiempos perdidos, separados en mecánicos y humanos	90
XVI	Resumen de conceptos y valores, productividad de la mano de obra	92
XVII	Resumen de conceptos y valores, productividad de los materiales	94
XVIII	Resumen de conceptos y valores, productividad de la energía	96
XIX	Resumen de conceptos y valores, productividad de los insumos	98
XX	Desarrollo del mantenimiento autónomo	138
XXI	Datos de producción después del análisis del TPM	162

XXII	Resumen de tiempos perdidos en segundos post implementación el TPM	163
XXIII	Resumen de conceptos y valores, productividad de la mano de obra post implementación	167
XXIV	Resumen de conceptos y valores, productividad de los materiales post implementación	168
XXV	Resumen de conceptos y valores, productividad de la energía post implementación	169
XXVI	Resumen de conceptos y valores, productividad de los insumos post implementación	171
XXVII	Tabla de problemas más frecuentes en la encartonadora de cartón extendido	175
XXVIII	Tabla de problemas más frecuentes encontrados en la máquina empacadora de cereales semiautomática	176

## GLOSARIO

### **Control de calidad**

Proceso seguido por una empresa de negocios para asegurarse de que sus productos o servicios cumplen con los requisitos mínimos de calidad establecidos por la propia empresa. Con la política de Gestión (o administración) de calidad optima (GCO) toda la organización y actividad de la empresa está sometida a un estricto control de calidad, ya sea de los procesos productivos como de los productos finales

### **Mantenimiento**

Conjunto de actividades que deben realizarse a instalaciones y equipos con el fin de prevenir o corregir fallas, buscando que éstas continúen prestando el servicio para el cual fueron diseñados.

### **Mantenimiento correctivo**

Está encaminado a corregir una falla que se presenta en determinado momento, El equipo es el que determina las paradas. La función primordial de este tipo de mantenimiento es, poner en marchas el equipo lo más rápido y en el menor tiempo posible.

**Mantenimiento  
periódico**

Es el que se realiza generalmente después de un periodo de tiempo largo (entre 6 y 12 meses), consiste en realizar grandes paradas en los equipos con el fin de efectuar mantenimientos mayores. Este mantenimiento se realiza en plantas de procesos químicos, petroquímicos, azucareros, papeleros, cementeros, etc.

**Métodos**

Son parte importante de un procedimiento e indican la manera de realizar una labor específica. En una organización donde se deseen minimizar los errores, es necesario elaborar un informe de instrucciones para ser utilizado cuando surjan dudas, acerca de la forma de actuar en una situación específica.

**Objetivos**

Son el resultado final que se persigue, hacia ellos se orientan todos los esfuerzos y su consecución (logro) debe ser constante, preocupación de todos los miembros de la organización, por ejemplo elevar el cumplimiento de las labores de mantenimiento a un 98 %.

**Organización**

Es el hecho de dar forma a lo planeado, según los recursos de la empresa definiendo una estructura por funciones, se debe realizar una división clara y efectiva de la autoridad evitando cruces de funciones y obligaciones.

<b>Políticas</b>	Son las normas que enmarcan y orientan el pensamiento a la acción en la toma de decisiones para lograr un objetivo, por ejemplo realizar lo que no se puede contratar.
<b>Presupuestos</b>	Son las metas por alcanzar en diferentes aspectos como mano de obra, consumo de materiales, horas extras, maquinaria.
<b>Procedimiento</b>	Son una serie de labores interrelacionadas para realizar cronológicamente un trabajo. Se deben definir claramente para lograr coordinación entre las diferentes partes del proceso, son unas guías reacción y consecución, los procedimientos tienen una jerarquía de importancia según el proceso a realizar.
<b>Programas</b>	Son las listas o gráficos que indican exactamente quien, cuando, con que y en cuanto tiempo debe realizarse una labor, con esto se logra la coordinación de los recursos para cubrir las necesidades.
<b><i>Outsourcing</i></b>	Subcontratación de algún servicio o actividad no regular y a menor costo.
<b><i>Coopacker</i></b>	Aliado estratégico que contribuye al desarrollo de la empresa.



## RESUMEN

Servicios Integrados es una empresa guatemalteca dedicada a ofrecer servicios a otras empresas como la maquilación de productos y servicios varios. En noviembre del 2005 en calidad de préstamo se logra que una máquina empacadora de cereales semiautomática propiedad de la empresa de cereales sea instalada en las bodegas de producción de Servicios Integrados.

Bajo las condiciones de trabajo, Servicios Integrados debe correr bajo los costos de materiales, energía y mano de obra. En el caso de la empresa de cereales, ellos tiene la responsabilidad de brindarle el mantenimiento; sin embargo, Servicios Integrados tiene ingresos por las unidades producidas, por lo tanto son los principales interesados en la productividad del servicio sea la más optima. Esta maquinaria comenzó con la implementación de una banda transportadora, posteriormente bombas de succión para formar el plegadizo, pegado de solapas; y por último. codificado del plegadizo; quedando así de forma manual la inserción de las bolsas.

Originalmente se tenía que un 80% de los tiempos perdidos eran por problemas mecánicos. Enfocando las reparaciones en los puntos principales de los problemas; capacitando al personal operativo sobre uso, reparación y ajustes de la maquinaria se logra hacer una disminución de los tiempos perdidos y un aumento de la producción. El personal administrativo interactúa en la planificación y revisión de los planes de mantenimiento adicionalmente son los encargados de buscar a las persona indicadas para integrar los grupos de trabajo de forma equitativa y efectiva.



# OBJETIVOS

- **General**

Diseñar un plan de mantenimiento productivo total en una máquina empacadora de cereales.

- **Específicos**

- 1 Estudiar los principios del mantenimiento productivo total, para el diseño del plan.
- 2 Identificar las principales causas de tiempos ociosos en la máquina, para reducirlos.
- 3 Establecer por medio de un análisis estadístico la frecuencia de los problemas humanos y mecánicos, de la operación.
- 4 Evaluar el rendimiento de la máquina empacadora.
- 5 Organizar equipos de trabajo, para el desarrollo de los procedimientos del mantenimiento productivo total.
- 6 Desarrollar un plan de operaciones cumpliendo con los requerimientos de seguridad industrial.

- 7 Calcular la productividad de la máquina empacadora antes y después de la ejecución del mantenimiento productivo total.

# INTRODUCCIÓN

Se considera que el diseño de un plan de mantenimiento productivo total es de gran importancia debido a que las empresas guatemaltecas han venido efectuando compras significativas de maquinaria con tecnología de punta, para incrementar la producción por unidad de tiempo buscando reducción de costos. Sin embargo, estas máquinas deben ser sometidas a labores de mantenimiento para su conservación durante su vida útil. Los trabajos de mantenimiento deben hacerse en el menor tiempo posible, con un horizonte de planificación y con recursos predefinidos.

Esto con la finalidad de que la maquinaria permanezca operando la mayor cantidad de tiempo; contribuyendo así con el logro de objetivos organizacionales, evitando tiempos perdidos por fallas que incidan en el cumplimiento de obligaciones con los clientes.

El mantenimiento dentro de la industria nace en los años 50, y veinte años después, se da un nuevo enfoque gracias al mantenimiento productivo total. El mantenimiento productivo total se enfoca en lograr determinado nivel de disponibilidad de producción, en condiciones exigibles sobre la misma, al mínimo costo y con el máximo de seguridad para el personal que la utiliza y mantiene; por consiguiente, su principal enfoque es: la maximización de la productividad y la integración grupal de todas las personas que tienen de alguna manera contacto la máquina.

El uso de la maquinaria cada vez va en constante crecimiento, por lo que se le está dando una mayor importancia a que el personal que se encuentra en

contacto directo o indirecto con ella por medio de capacitaciones. Para que pueda utilizarla de una manera correcta y cada vez sea más eficiente en la productividad de la misma.

Será de utilidad al estudiante universitario o profesional que esté interesado, el conocer y poder aplicar los conceptos del mantenimiento productivo total como una herramienta que les genere valor agregado sobre sus conocimientos de ingeniería.

# 1. EMPRESA DE APOYO

Servicios Integrados es una empresa guatemalteca dedicada a ofrecer servicios a otras empresas. Sus actividades operativas en las áreas de maquilación de empaque, distribución de productos, mercadeo y procesamiento de información, ofrece un concepto de *Outsourcing* adaptable a sus necesidades, optimizando el uso del recurso humano y los procedimientos que permitan alcanzar las metas propuestas en el menor tiempo posible y al mejor costo dentro del mercado. Esta empresa tienen sus instalaciones en la zona industrial de la ciudad de Guatemala en la zona 12, al final de la calzada Atanasio Azul.

**Figura 1. Ubicación empresa de cereales y Servicios Integrados**



Fuente: [www.googleart.com](http://www.googleart.com)

## **1.1. Historia de la empresa**

A continuación se presenta una breve historia de la empresa.

### **1.1.1. Antecedentes**

En 1998 en la ciudad de Guatemala, una familia emprendedora busca la forma de realizar sus actividades de manera más fácil, inicia con una lluvia de ideas, comenzando sus actividades económicas con una pequeña ferretería. Debido a que la administración y la ubicación de la misma no fue muy efectiva, se decide cambiar el tipo de actividad por lo que deciden buscar otro tipo de negocio.

En noviembre de 2000, uno de los miembros de la familia se encontraba laborando en una empresa transnacional, durante una auditoria se demostró que existía muchos gastos para operaciones que se realizaban eventualmente con personal que sólo trabajaba temporalmente en actividades específicas.

A inicios del 2001, surge la idea de crear una empresa que realizara distintas actividades a menor costo; o bien la contratación de personal para realizar estas actividades varias por un tiempo corto o mientras duren éstas actividades.

La empresa comienza con la idea de una maquila de servicios varios, su primera actividad fue realizada en las instalaciones de Coca-Cola, efectuando la limpieza de los envases, poco a poco comenzaron a surgir más y más actividades dentro de la misma, continuando su crecimiento.

Después de un tiempo de ganar el mercado de maquila de servicios dentro de Coca-Cola, comenzaron a introducirse dentro de otras industrias, dando los distintos servicios, entre los más importantes están: la maquilación de ofertas en termoencogible para todas las empresas. Después de un tiempo de ofrecer este servicio, se inicio la introducción de todos los demás servicios varios; almacenaje, distribución, manipulación, limpieza y operaciones varias para la empresas.

En febrero del 2003, después de varias reuniones con los directivos de Kellogg's de Casa, se logran realizar actividades comenzando con la limpieza de áreas externas, poco a poco se comienza con la realización de otras actividades, como la contribución en la creación de los distintos cereales, inspecciones, manipulación del producto y operación de la maquinaria.

En noviembre del 2005 mediante un convenio se logra que una de las máquinas empacadoras de cereales sea instalada en el inmueble de Servicios Integrados, esto ayuda a ambas partes porque les permitiría tener un contrato a largo plazo y por aparte ayuda a tener más espacio en la planta de producción.

A medida que los negocios han ido creciendo, se ha logrado aprovechar las relaciones con los clientes para lograr que las instalaciones de Servicios Integrados no sean sólo para almacenaje y maquilación de algunos productos, sino que para cumplir con los estándares de calidad de cada una de las empresas a las que se les trabaja. Así, se logra introducir distintos tipos de maquinaria dentro de las instalaciones.

Gracias al buen servicio y al bajo costo que se tiene dentro de Servicios Integrados, y después de pasar un examen de los requerimientos de calidad para proveedores que tiene en norma Kellogg's de CASA, se logra la instalación de una de las máquinas de empaque, la que fue otorgada en calidad de préstamo por Kellogg's CASA a Servicios Integrados.

Dentro de dichas negociaciones se establece que la dirección del negocio es un *Coopacker*; es decir, un aliado estratégico para las operaciones y servicios requeridos ya sean a diario o eventuales. Dentro de las actividades que se resaltan y se deben de cumplir están: el mantenimiento y reparaciones necesarias para la utilización de la maquinaria. Es por eso que se debe de plantear un sistema de mantenimiento que permita ser lo más eficiente posible. Como actividad inicial el personal de Kellogg's de CASA instruyó al personal tanto administrativo, intermedio como operativo, para uso y mantenimiento de la máquina.

Es importante mencionar que sólo en las primeras ocasiones el personal de Servicios Integrados tiene la responsabilidad completa de las operaciones que se realicen con la máquina. El pago de la operación de maquinaria es en relación a las unidades producidas, lo que implica verificar que esta máquina trabaje de forma eficiente y se optimicen todos los recursos.

### **1.1.2. Misión, visión y valores**

A continuación se describen la misión, visión y valores que son los pilares que permiten a Servicios Integrados competir y destacar ante otras empresas similares.

### **1.1.2.1. Misión**

“Prestar servicios de asesoría profesional y apoyo a las empresas en procesos de producción, de empaque de productos, distribución, mercadeo y procesamiento de datos, en función a sus necesidades contribuyendo con ellas en alcanzar sus objetivos; garantizándoles calidad, rapidez y precisión en el manejo de sus proyectos, bajo el concepto de entrega a tiempo estipulado y total confiabilidad con la información manejada.” Citado de las placas ubicadas en las instalaciones de Servicios Integrados para que todos conozcan la Misión de la empresa.

Servicios Integrados es un equipo comprometido en crear una alianza con sus clientes a través de su fuerza interna colaborando con el desarrollo y crecimiento de sus clientes y de su organización.

### **1.1.2.2. Visión**

“Ser considerada como la empresa líder en satisfacción al cliente a través del ofrecimiento de los servicios de empaque, distribución, mercadeo y procesamiento de datos.” Citado de las placas ubicadas en las instalaciones de Servicios Integrados para que todos conozcan la Misión de la empresa.

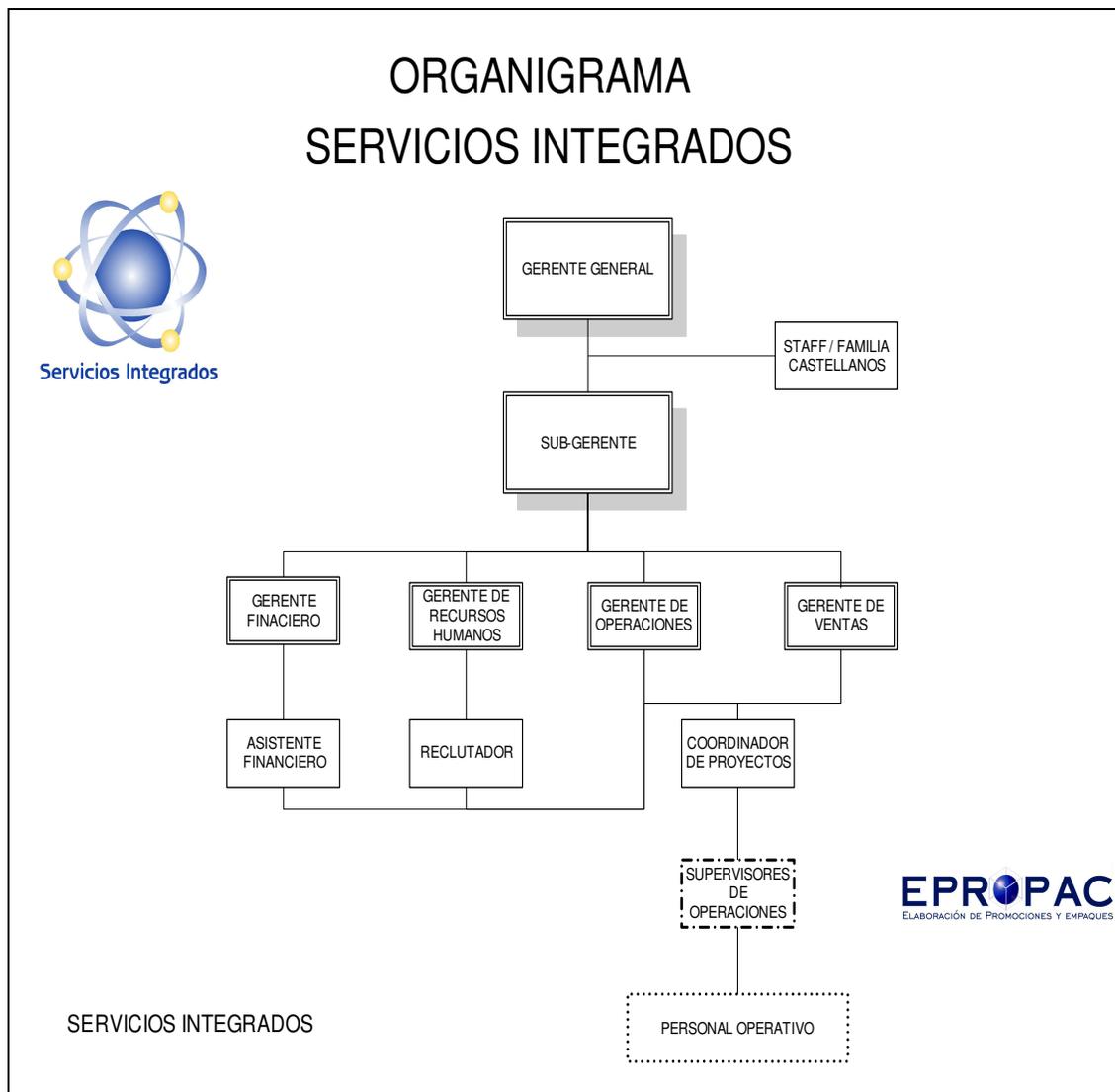
### **1.1.2.3. Valores**

- **INTEGRIDAD:** todas nuestras actividades están sujetas a una transparente negociación y sin poner en riesgo los valores humanos de nuestra empresa.
- **LEALTAD:** nuestra empresa se identifica totalmente con la marca a quien se le presta el servicio.
- **CALIDAD:** todos nuestros servicios buscan al máximo nivel de calidad.
- **MÁXIMIZACIÓN DE RECURSOS:** buscamos aprovechar al máximo la administración de recursos.
- **CONFIDENCIABILIDAD:** la información manejada en los proyectos de nuestros clientes se maneja con el máximo nivel de confiabilidad.
- **COMPROMISO:** nos comprometemos a cumplir los requerimientos pactados con nuestros clientes.
- **ADAPTABILIDAD:** ofrecemos la adaptabilidad de nuestra empresa con respecto a los requerimientos de nuestros clientes dadas a sus necesidades diferentes y constantes.

### 1.1.3. Organigrama

A continuación se presenta el organigrama con el cual se administra Servicios Integrados, este organigrama es el que se aplica a todo los diferentes proyecto en los cuales se tienen alguna relación laboral.

**Figura 2. Organigrama Servicios Integrados**



Fuente: Zaira Ortega, **Manual de inducción**, Pág. 10.

#### **1.1.4. Recursos humano**

Dentro de toda la empresa se tiene la filosofía que el cliente es lo más importante pero sin descuidar que el recurso mas importante el recurso humano.

Se cuenta con aproximadamente 10 personas en el área administrativas, 150 personas fijas y 75 personas temporales en el área operativas, distribuidas en diferentes empresas. Todas ellas se caracterizan por ser individuos de confianza; con capacidad para trabajar en equipo, tanto el área administrativa como el área operativa.

Los horarios de trabajo dependen mucho de las necesidades de los clientes, debido a que esta empresa es una proveedora de servicios, por lo tanto se ve con la necesidad, en muchas ocasiones de alterar sus horarios, o la cantidad de personal para laborar. Por consiguiente, es necesario adaptarse a los horarios que éstos tienen. Sin embargo, el horario para el personal regular dentro de las instalaciones de Servicios Integrado es de lunes a viernes de 7:00 a 17:00 horas y sábado de 8:00 a 12:00 horas.

El recurso humano basa sus tareas en los valores de respeto, apoyo, dirección, participación, comunicación y trabajo en equipo. El esfuerzo está orientado a promover el crecimiento profesional e individual de los colaboradores de la compañía, así como a incrementar los grados de identificación con los intereses y valores del mismo.

Además se espera del recurso humano: compromiso, integración, espíritu de colaboración y diálogo, voluntad y disciplina, motivación al logro, ética y

transparencia. En tal sentido cada individuo que forma parte de la organización debe ser partícipe en el alcance de los objetivos corporativos y de negocio, y en la consolidación de la identidad y cultura únicas.

El perfil del puesto del personal que labora es el siguiente:

**Tabla I. Perfil del puesto personal operativo**

<b>PERFIL DEL PUESTO</b>	
Nivel de Escolaridad	Tercero básico
Experiencia	Manejo de personal, planta de producción, BPM(Buenas Prácticas de Manufactura)
Edad	De 22 a 35 años
Sexo	Ambos
Estado civil	Indiferente
Conocimientos especiales	Conocimientos en maquinaria industrial, BPM (Buenas Prácticas de Manufactura) y EPP (Equipo de Protección Personal)
Adiestramiento	1 semana, (Inducción de puesto de trabajo y la empresa)
Responsabilidad por relaciones	Jefe inmediato, Coordinador y Supervisor Kellogg's.
Responsabilidad por supervisión	Actividades y funciones a nivel operativo
Responsabilidad por manejo de información	Listado de Asistencia, Reportes de Producción y Control de Calidad
Documentos legales	Carencia de antecedentes penales y policíacos; tarjeta de salud y pulmones.

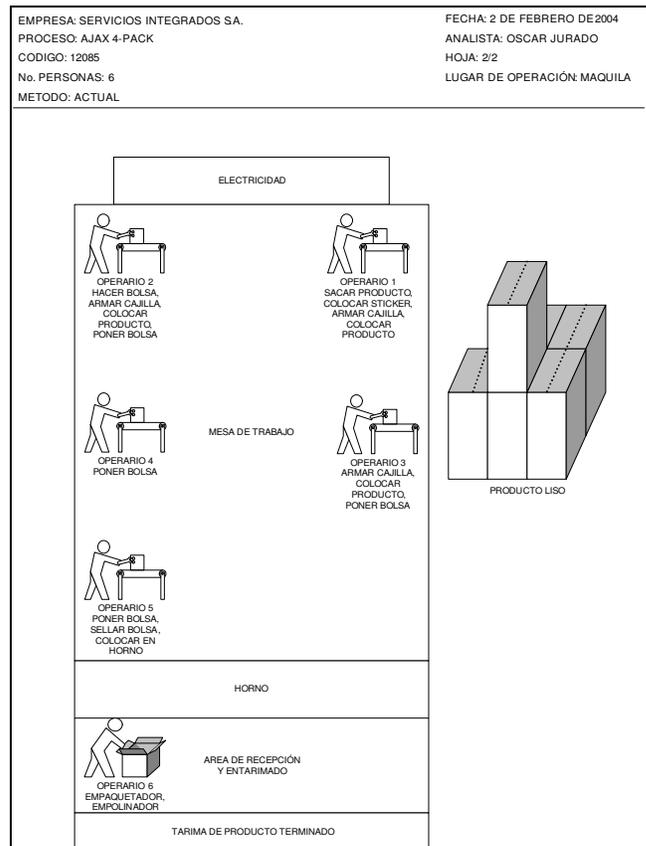
Fuente: Zaira Ortega, **Manual de inducción**, Pág. 1.

### 1.1.5. Actividades

Dentro de las instalaciones se realizan diversas actividades como almacenaje, maquilación de producto terminado en ofertas o paquetes, empaque de producto terminado en su empaque especial o el original, limpieza y decoración de empaques.

A continuación se presenta un ejemplo de las actividades realizadas en las bodegas.

**Figura 3. Ejemplo de una maquila de ofertas en Servicios Integrados**



Fuente: Oscar Jurado, **Diagramas de procesos: ofertas Colgate - Servicios Integrados**, Pág.

### **1.1.6. Procesos**

Los servicios dependen de las necesidades de los clientes ofreciendo como fortaleza la adaptabilidad, la preparación pertinente y el manejo de equipos de trabajo de todo nivel.

Maquilación de empaques de productos: esta división es la que tiene mayor campo de aplicación y trabajo da la gran necesidad actual de la reducción de costos en las diferentes empresas.

#### **SERVICIOS**

- Personal fijo y/o temporal para apoyo en los procesos de producción, de llenado de producto, apoyo en operación de máquina y otros.
- Reempaque de productos; terminado en función a las necesidades de presentación al público; ofertas, promociones, nuevas presentaciones, etc. utilizando material termoencogible, bandas, bolsas de plástico o a criterio del cliente.
- Empaque manual de producto terminado o en proceso.
- Etiquetado de producto en diferentes tamaños y tipos; código de barras, etiquetas para envases autoadhesivas o con pegamento.

## ESTANDARES DE CALIDAD

- Concretar requerimientos del cliente acerca del servicio y tiempo de entrega.
- Aseguramiento de contar con los materiales a requerir.
- Evaluar y colocar el recurso humano necesario de acuerdo su capacidad y experiencia.
- Determinar los controles necesarios para llevar a cabo el proyecto.

### **1.1.6.1. Máquina empacadora**

Para las operaciones de esta máquina es necesario que el personal cumpla con los requerimientos de salubridad tanto gubernamentales como internacionales, ya que es muy importante por que se tienen relaciones de trabajo con una marca a nivel internacional. Deberá cumplir con las especificaciones necesarias para la manipulación y maquilación de alimentos tanto nacionales como internacionales.

El proceso de operación de esta máquina se realiza comenzando con la entrega del producto de forma genérica o en bolsas empacadas, dentro de corrugado; una persona está encargada de poder proveer la materia prima; las bolsas de producto y el plegadizo.

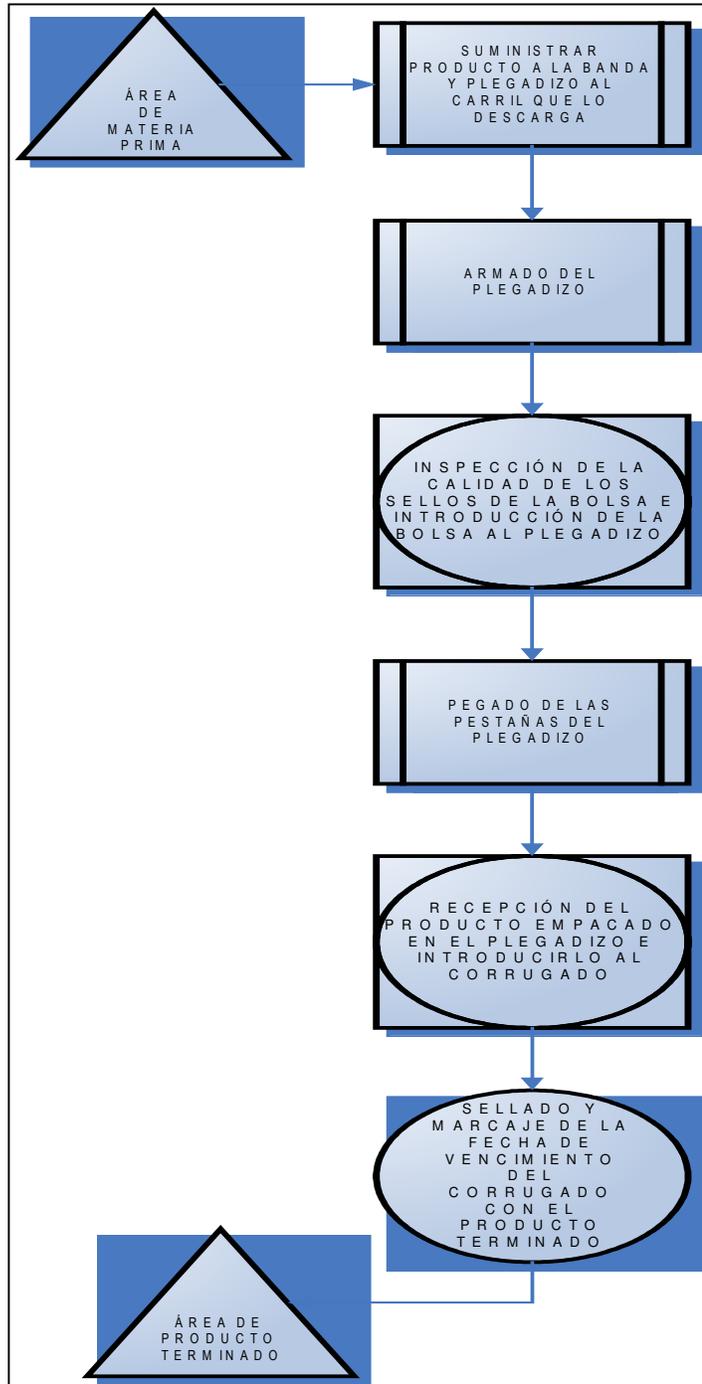
El personal de forma manual introduce las bolsas dentro del plegadizo, este es armado mediante bombas de succión para ayudar a su introducción. Para esta

parte se necesitan dos personas, estas son las encargadas de que la máquina no pare, además realizan una inspección sencilla a los sellos de la bolsa del producto.

Después de la fase de introducción de las bolsas de producto, mediante un brazo una de las pestañas laterales es impulsada en la parte trasera para el cerrado sin problemas, las pestañas de la parte inferior, por medio de unas guías son colocadas en la posición correcta, al llegar a un punto intermedio unos sensores indican a unas pistolas de la expulsión de una goma, y para finalizar el cierre de éstas cajitas de producto utilizando otras guías para sellar por completo.

Al finalizar este proceso, una persona es la encargada de recibir el producto y depositarlo en el corrugado respectivo, adicionalmente debe de sellarlo y codificarlo con la fecha de vencimiento. En el esquema siguiente se sintetiza este proceso.

Figura 4. Proceso de producción llenado de cajilla con producto o cereal



## 2. MAQUINARÍA

Esta maquinaria fue fabricada para satisfacer una necesidad en la industria de cereales. Esta máquina es capaz de empaquetar de forma económica y extremadamente fuerte y fácil de acoplarse con una amplia gama de tamaños diferentes de cartón y métodos de cierre, y para manejar cartones plegadizos.

La maquinaria en su forma actual es el resultado de un programa continuó de mejoras de diseño enfocadas a extender la utilidad de la máquina y particularmente a racionalizar el sistema de cambio.

### 2.1. Historia

Desde el inicio de las actividades comerciales de la Compañía Kellogg's de CASA, se han buscado los recursos necesarios para hacer más eficientes las operaciones y mejorar los procesos de manera más industrializada.

Esta máquina fue construida por *LANNGENN CORPORATION*, empresa que ubica sus instalaciones centrales en Frankfurt, Alemania. Con base en investigaciones realizadas en Estados Unidos, se descubre la necesidad de los clientes para poder formar e implementar una maquinaria que lograra satisfacer las necesidades para mejorar la productividad de las operaciones que se realizan. Comenzó con la implementación de una banda transportadora para que el producto que ya estaba en las bolsas llegara más rápido al proceso de formación de la caja; aquí se introducía la bolsa con producto, para sellar o pegar las solapas

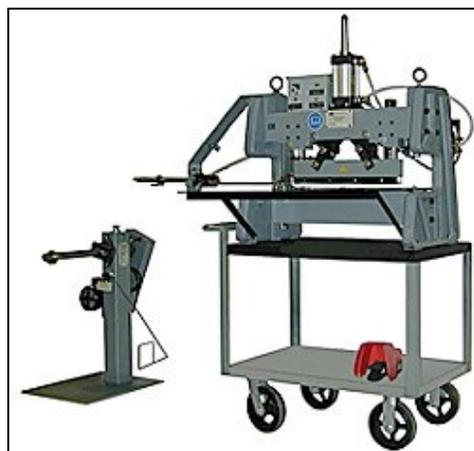
con goma y por medio de sellos de hule se colocara la fecha de vencimiento; al terminar este proceso se debía de colocar este producto terminado en un corrugado marcado con la fecha de vencimiento y paletizado para su posterior distribución.

La segunda parte que se implementó fue el desarrollo de un sistema de armado del plegadizo para la facilitar de la introducción de las bolsas del producto por medio de un sistema de succión de aire.

La tercera parte que se implementó fué el desarrollo de un disparo de goma caliente para el sellado de estos plegadizos ya con el contenido del producto.

Y la última parte de esta maquinaria fue la implementación de un disparo de tinta para la codificación de la fecha de vencimiento. Gracias a este nuevo sistema también se logra llevar un mejor conteo de todas las cajas con producto que se estaban procesando.

**Figura 5. Máquina utilizada para el armado de cajillas**



Fuente: [www.todoencajas.com](http://www.todoencajas.com)

**Figura 6. Ejemplos de bandas transportadoras utilizadas en la industria**



Fuente: <http://www.cosmos.com.mx/b/4blj.htm>

## **2.2. Descripción de la maquinaria**

En su forma sencilla la máquina provee un depósito de paquetes en declive y un alimentador de cartón giratorio montado sobre el principal de la máquina o el transportador del cartón. Es completamente ajustable en tres dimensiones para adaptarse al tamaño específico del cartón.

Los cartones son alimentados uno a la vez del depósito. El alimentador de cartón se abre y coloca los cartones en los vacíos de los arrastradores de la cadena principal, los cuales se mueven constantemente hacia abajo a través de la máquina. Las fundas del cartón erguido se mueven hacia adelante en sucesión mientras la solapa inferior del lado de la carga labrada bajo la plataforma y las solapas para el polvo del lado contrario son cerradas con una combinación de disco arrancador y riel de apoyo. Después de cargar los cartones llenos se mueven progresivamente a la sección de cerrado de la máquina. El método más común de cerrado es el pegamento caliente derretido aplicado con una pistola de pegamento por extrusión en cada lado de la máquina. Un segundo arrancador

vertical cierra las solapas del polvo de lado de carga conforme las fundas del cartón entran en la sección de cierre de la máquina. A este punto el doblador de ambos lados de la máquina levanta suavemente ambas solapas inferiores hasta la vertical. Dos pistolas de pegamento aplican una porción de pegamento conforme los cartones pasan y un segundo juego de dobladores, dobla ambas solapas superiores hacia abajo sobre el pegamento que cubre las solapas inferiores.

Los cartones entonces proceden uno después del otro a través de un sistema corto de compresión, donde el pegamento caliente derretido se enfría para formar la unión de cierre. Cuando los cartones salen del extremo del descargador de la máquina son sellados con firmeza y listos para empacar en valijas o uno sobre el otro.

### **2.3. Especificaciones de la maquinaria**

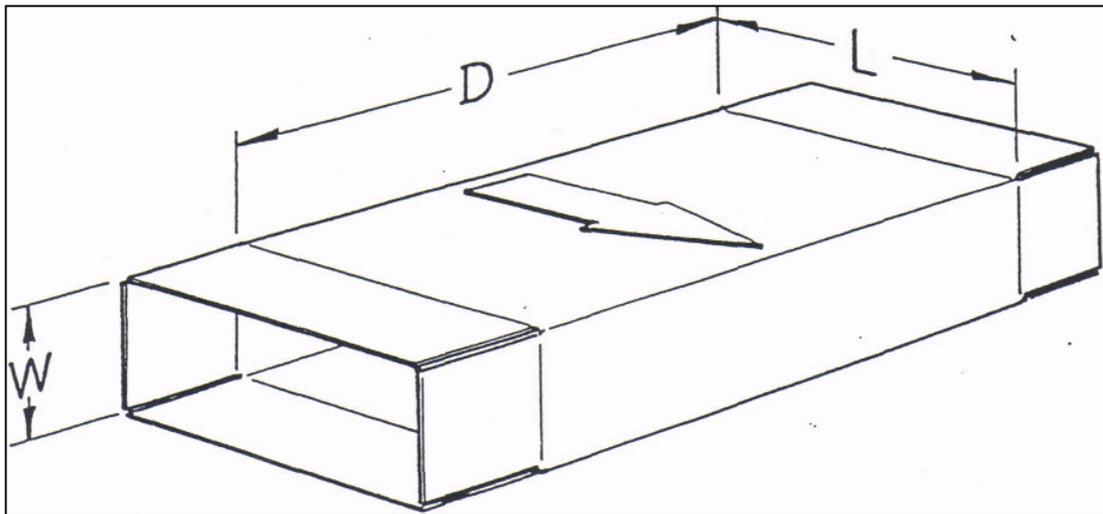
Un juego de bandas de descarga para acelerar los cartones sellados lejos de los arrastradores de la cadena trasera ayuda a minimizar marcas en los cartones cuando se acumulan en el extremo de descarga.

La maquinaria es construida en diferentes grados de longitud 3, 4 1/2, 6, 9, 12" y 18". La máquina de grado de 9" acomoda cartones más largos y se correrá a velocidades más bajas.

A continuación se muestra la figura de una cajilla vacía, para indicar las medidas que tiene, estas cajillas son para productos de 60 gramos, en volumen las más pequeñas en el mercado.

- "L" Longitud del Cartón      medido a lo largo de la pista de la cadena.
- "W" Ancho del Cartón        medido sobre pista de la cadena
- "D" Profundidad del Cartón   medido a través de la pista de la cadena.

**Figura 7. Una cajilla vacía, indicando sus dimensiones**



Fuente: John Michael, **Manual básico de Langgen/Sachet**, Pág. 45.

La máquina está disponible en versiones para zurdos y diestros. Parándose en el extremo del depósito y viendo hacia abajo una máquina para diestros tiene la plataforma de carga o el módulo de autocarga en el lado derecho. La única característica de la máquina que no es cambiable es la "mano".

El tamaño de los cartones que pueden manejarse en la maquinaria  $W > O$ . El resto de valores son mostrados en la siguiente tabla.

**Tabla II. Dimensiones de condiciones de operación 1**

Dimensión	Medidas (mm)
Longitud máxima	317
Ancho máximo	152
Profundidad máximo	356

Fuente: John Michael, **Manual básico de Langgen/Sachet**, Pág. 46.

**Tabla III. Dimensiones de condiciones de operación 2**

Dimensión	Medidas (mm)
Longitud mínima	38
Ancho mínimo	13
Profundidad mínima	95

Fuente: John Michael, **Manual básico de Langgen/Sachet**, Pág. 46.

Debido a problemas de diseño no es posible llevar a cabo todos los tamaños mínimos y máximos en una sola máquina.

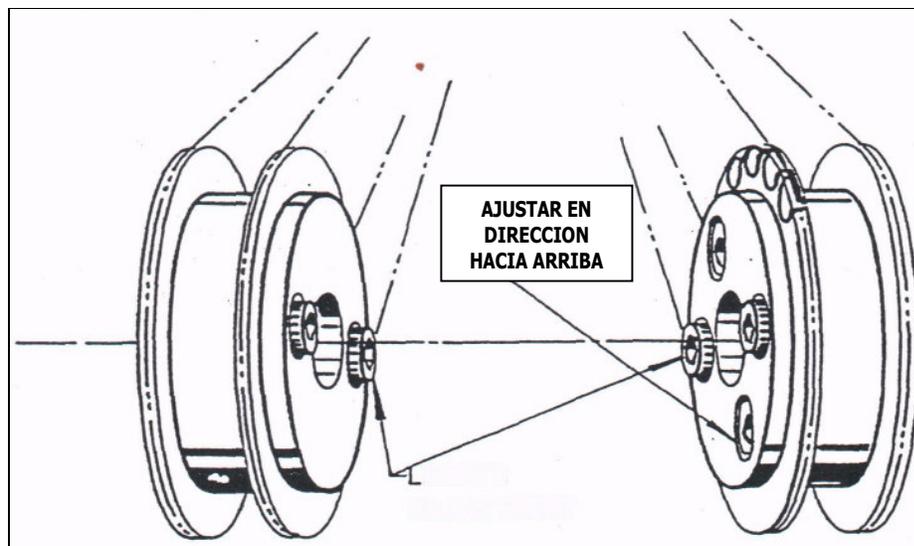
Un cable de abastecimiento de cuatro alambres; uno verde en tamaño #10 mínimo debe ser usado para conectar la máquina a la planta abastecedora de electricidad a 3 fases de voltaje especificado. El abastecimiento de aire entubado a la máquina debe ser de 3/8" de diámetro tamaño mínimo T. Debe extenderse hacia abajo del techo a 3/8" "TEE" cerrada y ajustada con una llave de paso. La apertura del lado del "TEE", debe ser reducida a 1/4 sin o con un desconectador rápido que debe conectarse a la entrada de aire de la máquina, la que está abastecida con un acoplamiento rápido de conexión. La mayoría de la condensación en la pipa correrá hacia abajo dentro de la extensión de la pipa y ayuda a reducir el agua acumulada en el filtro de la máquina. La llave de paso por supuesto debe ser soplada hacia abajo varias veces al día dependiendo de las condiciones. Se sabe que si la línea de aire que abastece la máquina está

extremadamente mojada, debe ser acondicionando un filtro de drenaje propio de 1/4" adelante del filtro de la máquina. La presión de aire, los requisitos eléctrico y consumo estimado son mostrados a continuación:

- VACIO - Contenido por si mismo - utilizado para jalar el cartón.
- ELÉCTRICO - 460V., 3PH., 60HZ @ 30AMPS.
- AIRE - 550 Kg/Sq. cm. @ .113 cu.m/min.

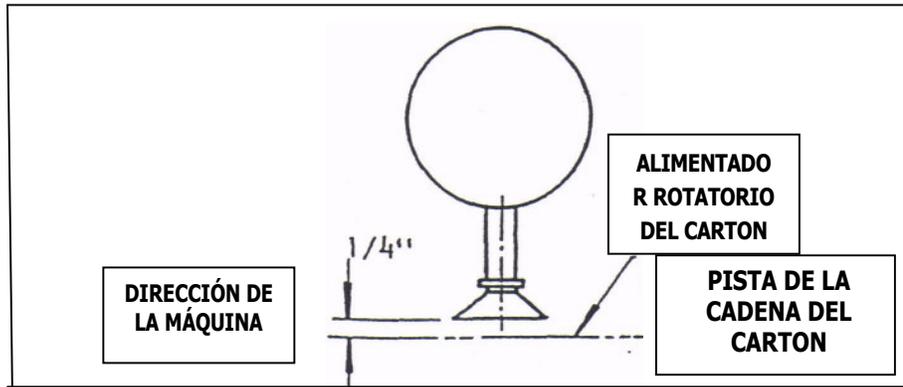
Para probar la rotación de los motores después de la conexión eléctrica, no se debe encender el transportador principal. Con el *switch* encendido, únicamente de la bomba de vacío, se debe observar la rotación del motor relativa a la flecha direccional en la bomba de vacío del sistema, si es incorrecto, se debe alterar los alambres de entrada dentro del *switch* desconectado. Todos los motores en esta máquina son cableados a ser rotatorios a la par, se debe volver a revisar la rotación de la bomba de vacío, si es necesario.

**Figura 8. Pieza donde van las cadenas que arman el plegadizo**



Fuente: John Michael, **Manual básico de Langgen/Sachet**, Pág. 25.

**Figura 9. Pieza que realiza la succión del cartón**



Fuente: John Michael, **Manual básico de Langgen/Sachet**, Pág. 25.

## **2.4. Seguridad en la máquina**

Muchos accidentes industriales involucrando maquinaria de producción son causados por una o tres cosas, falta de familiaridad con una nueva máquina, ajuste con protectores removidos o descuido de producción. Por ello es importante tomar en cuenta las siguientes consideraciones.

Cuando nuevos grupos de trabajo son entrenados en esta máquina, la seguridad debe recomendarse inmediatamente, porque los accidentes pueden ocurrir con mayor facilidad durante los primeros días de operación.

Se deben revisar con frecuencia los buenos hábitos de seguridad, para prevenir que un operador que tenga familiaridad con la máquina, pueda realizar un acto inseguro tal como limpiar pegamento acumulado o jalar cartón que esté atascado mientras la máquina encendida.

Antes de la operación de la máquina se debe cubrir las áreas peligrosas basándose en el entendimiento de las necesidades de los operadores, equipo de limpieza y gente de mantenimiento. En este sentido la protección de esas áreas es por parte de la evaluación minuciosa del cliente, constituyen en la responsabilidad directa.

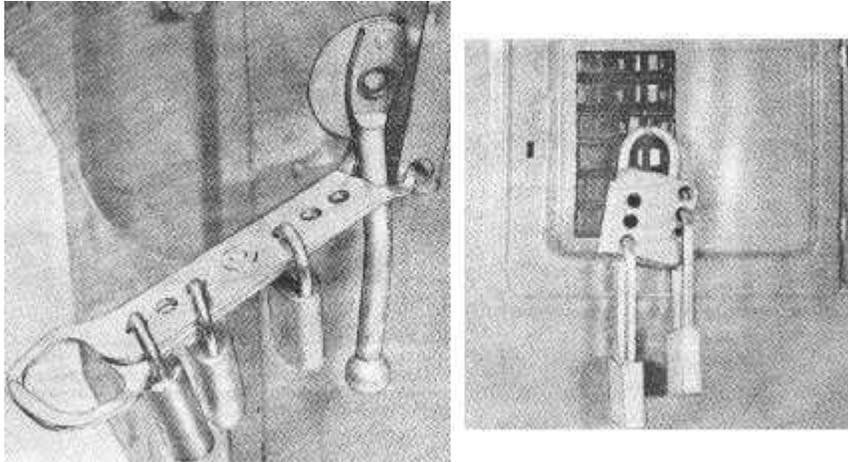
Muchos accidentes con máquinas de conductor de cadena ocurren cuando algo inusual se le está haciendo a la máquina. Debe tomarse gran cuidado cuando se está limpiando, ajustando o liberando de atascamientos. Se debe tener mucho cuidado en cualquier momento que la máquina sea encendida con cubiertas o protectores removidos para mantenimiento, etc.

Por tal razón solo el personal que este calificado para operar la máquina, es decir el personal que llene el perfil y cumpla con los requerimientos, debe ser responsable de arrancar la misma. Absolutamente no debe permitírsele a otra persona el arrancar la máquina durante el tiempo que esté en producción.

Con el fin de que la máquina sea segura de operar, muchos *switch* son integrados, como los seguros de electricidad y los neumáticos; estos adicionalmente se utilizan para los dispositivos que se encuentran calientes como las pistolas de silicón.

Toda la fuerza eléctrica es interrumpida de la máquina cuando la línea de alimentación es desconectada. Es muy importante que se utilicen candados de seguridad para tener mayor control y para que todas las personas que se encuentren dentro de las instalaciones sepa que alguien se encuentran dándole mantenimiento a la máquina.

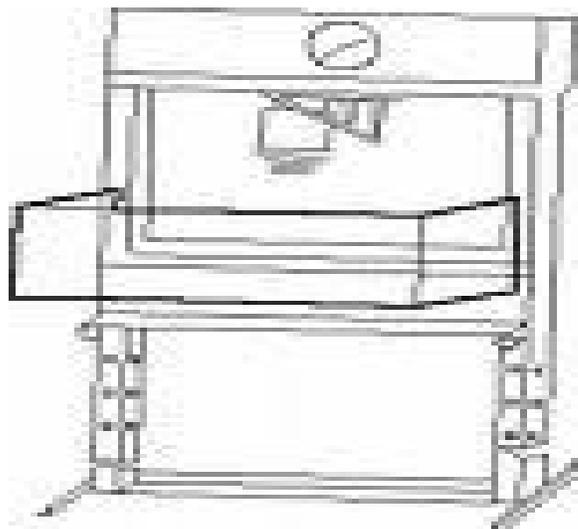
**Figura 10. Ejemplo de bloqueo de equipo**



Fuente: John Michael, **Manual básico de Langgen/Sachet**, Pág. 35

Hay algunos protectores en el módulo de autocarga que deben ser abiertos fácilmente para mantenimiento y cambio. Estos protectores son eléctricamente cerrados con el fin de que la máquina no corra cuando están abiertos, hay un indicador en el tablero de control que muestra la razón por la cual la máquina no enciende.

**Figura 11. Guardas o dispositivos de seguridad en equipo industrial**



Fuente: [www.stps.gob.mx](http://www.stps.gob.mx)

Los seguros instalados están ahí para mantenerse la seguridad, son los que “NO” se deben de eliminar por ninguna circunstancia. La máquina está adaptada con un Clutch de Sobrecarga de Tipo Bola. Si una sobrecarga ocurre, el clutch se libera, empujando un *switch*, deteniendo el conductor principal. Si el clutch se dispara y se detiene la máquina (se enciende una luz de advertencia), se deber encontrar y despejar el atasco. Se deberá utilizar la luz piloto para avanzar el clutch de retorno al enganche y cuando el piloto se apague se deberá volver a oprimir encendido. El clutch se sobrecarga tiene la intención de proteger la maquinaria, aunque no tiene la sensibilidad suficiente para detectar los dedos del personal en el lugar equivocado. Únicamente un botón de "arranque" esta provisto para asegurar la seguridad del operador. La máquina esta provista con protectores o guardas; sobre piezas movibles para protección del operador. Estos deberán estar en la máquina mientras está funcionando. Cuando está conectado, los controles principales quedan sin función. Deberá estar desconectado para operación normal.

## **2.5. Situación de la máquina, pre implementación**

Actualmente el equipo responsable de la operación de la maquinaria está conformado por 5 personas, una de ellas se encarga del abastecimiento del producto y del abastecimiento del plegadizo; dos personas se encargan de la introducción del producto al plegadizo moldeado; una persona se encarga de la recepción de las cajas con producto selladas y con fecha de vencimiento las cuales son introducidas a un corrugado especial y por último una persona se encarga del sellado y la colocación de fecha de vencimiento del corrugado final.

Las condiciones mecánicas más importantes a resaltar son las siguientes; **CONDICIÓN DE ATORAMIENTO**, esta es la que ocurre con más frecuencia. Los diferentes tipos de condiciones de atoramiento que existen:

- **SOBRECARGA EN ALIMENTACIÓN:** se debe de avanzar con pulsos para restablecer un botón con luz piloto ámbar. Una condición de atoramiento en el módulo de autocarga causa que el clutch de sobrecarga de posición sencilla se desenganche. La máquina automáticamente se detiene y la luz piloto se enciende. Después de aclarar la condición de atoramiento la luz de piloto iluminada puede ser usada para avanzar con pulsos la máquina de regreso a su enganchamiento. Se requiere de dos revoluciones completas del clutch para su reenganche. La encartonadora de autocarga puede entonces ser reencendida normalmente.
- **SOBRECARGA EN ENCARTONADORA:** se debe de avanzar con pulsos para restablecer un botón piloto de luz ámbar. Después de aclarar la condición de atoramiento la luz de piloto iluminada puede ser usada para avanzar con pulsos la máquina de regreso a su enganchamiento. Se requiere de dos revoluciones completas del clutch para su reenganche. La encartonadora de autocarga puede entonces ser reencendida normalmente.
- **PRODUCTO ALTO:** para restablecer se debe de oprimir un botón de luz piloto ámbar. Un producto incorrectamente cargado será detectado antes de que sea llevado al área del alimentador de cartón. La máquina se detendrá automáticamente y la luz del piloto se encenderá. La condición de falla debe ser cancelada oprimiendo el piloto iluminado antes de que la máquina pueda ser rearrancada.
- **ATORAMIENTO EN LA CARGA:** para restablecer se debe de oprimir un botón de luz piloto ámbar. Un atoramiento en la carga sensando en la dirección horizontal, causa que la máquina se detenga automáticamente e

ilumine la luz piloto. El ensamble de la leva de carga se retrae para dar acceso y seguridad al operador en corregir la condición de atoramiento. La condición de falla puede ser cancelada oprimiendo el botón. La leva gira automáticamente de regreso a su posición. Oprimiendo otra vez el botón se cancela la condición de falla. En ese momento la máquina puede ser reencendida.

- **ATORAMIENTO EN LA COMPRESIÓN:** para restablecer se debe de oprimir un botón de luz piloto ámbar. Un atascamiento en la sección de carga que empuja hacia arriba será detectado por un sensor en la parte superior de la unidad depresora. La máquina se detendrá automáticamente y la luz piloto será iluminada. Si se requiriera mayor espacio para liberar el atoramiento, la leva de carga se puede jalar hacia atrás. La presión de aire se corta al abrir la puerta de guarda.

A continuación se presentan los distintos tipos de botones que se utilizan y cuales son las funciones de los mismos que pueden ser utilizados dentro de las operaciones de desatoramiento de la máquina o para su funcionamiento:

- **ALIMENTADOR GIRATORIO O/L:** para restablecer esta función se debe de avanzar con pulsos un botón de luz piloto color ámbar. Después de aclarar la condición de atoramiento la luz de piloto iluminada puede ser usada para avanzar con pulsos la máquina de regreso a su enganchamiento. Dos revoluciones completas del clutch son requeridas para su reenganche. La encartonadora de autocarga puede entonces ser reencendida normalmente. La mejor forma de realizar el reajuste del clutch de sobre-carga del alimentador de cartón es girándolo manualmente (dos revoluciones) hasta que el reenganche ocurra. Luego la máquina puede ser re-arrancada normalmente.

- **CONTROLES DE OPERACIÓN, PULSOS CORRER:** el *switch* selector de dos posiciones. La máquina puede con esta opción avanzar poco a poco utilizando el botón iluminado. El avance toma lugar a una velocidad menor preajustada. Las pistolas de pegamento no funcionan en el modo de Pulsos.
- **ENCENDIDO:** el botón verde. Cuando se oprime este botón y dependiendo de la posición del *switch* "pulsos correr", la máquina pulsará ó correrá.
- **MÁQUINA CORRIENDO:** piloto de luz roja encendido mientras que la máquina está corriendo.
- **DETENCIÓN DEL CICLO:** el botón rojo plano. Este botón es usado para detener la máquina normalmente durante la prueba, ajuste, etc. La máquina puede ser arrancada nuevamente oprimiendo el botón "START". El aire no es cortado.
- **PARO DE EMERGENCIA:** el botón en forma de hongo rojo con seguro. Cuando se oprime este botón la máquina se detiene, la luz piloto se enciende, se corta la presión de aire y un seguro sostiene el botón en la posición oprimida. Cuando está lista para recomenzar, se debe de jalar el *switch* de PARO DE EMERGENCIA, para cancelar la posición de paro de emergencia y para reactivar el abastecimiento de aire. Luego se debe de oprimir la luz piloto para cancelar la condición de falla. En este momento se reinicia el funcionamiento de la máquina.
- **LUZ ÁMBAR OPRIMIR PARA RESTABLECER:** la luz ámbar indica que el botón de detención o un protector asegurado está abierto.

- BOMBA DE VACIO: prendido o apagado un *switch* selector de dos posiciones. Este *switch* arranca y detiene la bomba de vacío alimentadora de cartón. La bomba no debe dejarse encendida cuando la máquina no está en producción.
- APLICAR GOMA: el botón con luz piloto ámbar. Al oprimir de manera alterna este botón se enciende el circuito de disparo de la pistola de pegamento y se apaga. La luz se ilumina cuando la pistola está encendida. Las pistolas de pegamento no disparan cuando la máquina es detenida o en modo de pulsos.
- ALIMENTACIÓN MANUAL DE PAQUETES: el botón negro plano. Este es utilizado para probar la alimentación del cartón, independientemente del abastecimiento del producto. Se activa el proceso de alimentación del cartón cuando el botón es oprimido.
- CONTACTO DE AVANCE POR PULSOS DE CONTROL REMOTO: cuando se conecta el *switch* de avance por pulsos remoto con cordón en espiral, algunos controles en el tablero principal quedan automáticamente fuera de función para seguridad del operador. La máquina avanzará únicamente en este caso y a una velocidad reducida. Al remover el cordón en espiral las funciones del tablero de control retornan a funcionamiento normal.
- SOBRECARGA EN BARREDOR: el botón con luz piloto ámbar, (hay 2). Muestra que un clutch de sobrecarga, en uno de los mecanismos de arrastre de bolsa se ha operado. Para reajustar se debe avanzar con pulsos oprimiendo la luz ámbar después de desalojar el atascamiento.

- **ATASCAMIENTO EN LA SALIDA:** el botón con luz piloto ámbar. Muestra una acumulación de producto en la descarga de la encartonadora ó en el chegador de peso. Se debe oprimir para restablecer el funcionamiento.
- **MODO SISTEMA:** el botón de encendido o apagado, es un *switch* selector negro. Se debe seleccionar la forma LISTO (auto) para dar comienzo a la línea completa.
- **FALLA EN LA ALIMENTACIÓN:** el botón de luz ámbar. Muestra una bolsa mal colocada o dos bolsas no separadas por el cuchillo separador en la banda alimentadora. Cuando esto ocurre se debe liberar la condición y oprimir para restablecer el funcionamiento.

## **2.6. Estadísticas de producción**

El término de productividad con gran frecuencia se confunde con el término de producción. Muchas personas piensan que a mayor producción, más productividad. Esto no es necesariamente cierto.

Producción: se refiere a la actividad de producir bienes y/o servicios.

Productividad: se refiere a la utilización eficiente de los recursos (insumos= al producir bienes y/o servicios (productos).

El punto más importante que se tiene que dejar muy claro es que cuando se aumenta la producción no necesariamente se aumente la productividad.

En este caso en particular, la productividad de la máquina empacadora está siendo evaluada en dos turnos; el primer turno es de 6:00 a 14:00 horas y el

segundo turno es de 14:00 a 22:00 horas. En cada turno laboran personal distinto, por consiguiente las habilidades del personal en cada turno también son diferentes.

Actualmente el personal ingresa a las 6:00 horas, tardan para poder arrancar aproximadamente 15 minutos, de los cuales son para poder calentar el deposito de derrite de goma. A la hora de refacción y almuerzo el personal para la máquina para poder salir a refaccionar o almorzar, este tiempo en que tiene paros nuevamente se necesitan 15 minutos para poder volver a ajustar la máquina para reiniciar las actividades.

Antes que ingrese el personal del siguiente turno, los del primer turno paran para poder dejar limpio y ordenado, adicionalmente a este paro al ingresar el personal del siguiente turno es necesario se apliquen nuevos ajustes.

Al momento de que exista algún problema que necesite mayor atención el personal informa al jefe de producción de Servicios Integrados, este analiza la necesidad e informa al jefe de mantenimiento de la compañía de cereales para que pueda coordinar al personal de mantenimiento para darle seguimiento a dicha reparación solicitada.

A continuación se presentan los datos de producción de la primera evaluación que se realizó. Los turnos impares son turno de 6:00 a 14:00 horas y los turnos pares son turno de 14:00 a 22:00 horas.

**Tabla IV. Datos de producción antes del TPM**

<b>CORTE POR TURNO</b>	<b>UNIDADES PRODUCIDAS</b>	<b>CORTE POR DIA</b>
1	2340	9660
2	7320	
3	10080	21420
4	11340	
5	3960	7680
6	3720	
7	3420	6600
8	3180	
9	5580	18300
10	12720	
11	12900	34680
12	21780	
13	18480	32700
14	14220	
15	3720	7140
16	3420	
17	3180	8760
18	5580	
19	12720	25620
20	12900	
21	21780	40260
22	18480	
23	14220	35760
24	21540	
25	19680	34380
26	14700	
27	5520	24060
28	18540	
29	2400	10020
30	7620	
31	18660	36000
32	17340	
33	9300	28860
34	19560	
35	300	6480
36	6180	
37	16140	23460
38	7320	
39	8340	15780
40	7440	
41	14340	31560
42	17220	
43	11280	25260

Continúa

44	13980	41555
45	21540	
46	20015	

Fuente: Personal Servicios Integrados, **Datos de producción por turno.**

En base a la tabla anterior donde se sintetizan los datos de producción se resumen en la siguiente tabla.

**Tabla V. Resumen de datos de producción, horas y personal utilizado en la producción**

<b>Descripción</b>	<b>Valor</b>
Promedio de producción por turno	11424 unidades
Promedio de producción por día	22869 unidades
Horas por turno	8 horas
Horas por día	16 horas
Personal por turno	5 personas
Personal por día	10 personas

Actualmente la capacidad instalada está dada por la capacidad de diseño, el factor de utilización y el factor de eficiencia. Con estos datos se puede indicar cuál es la capacidad instalada de producción a la que se quiere que la máquina trabaje. El análisis de esta información permite observar en algunos momentos no se puede tener una producción efectiva, esto puede deberse a piezas defectuosas, ajustes mínimos o ajustes grandes en la máquina; estos tiempos son todos aquellos en los cuales las producciones son bajas o menores de lo esperado.

Capacidad instalada = capacidad de diseño \* factor de utilización \* factor de eficiencia.

Capacidad de diseño = 28800 unidades / turno.

Factor de utilización =  $7 / 8 = 87.5 \%$

Eficiencia =  $85 \%$

Capacidad instalada =  $(28800) * (87.5\%) * (85\%)$

Capacidad instalada = 21420 unidades / turno

El hecho de que existan tiempos en los cuales no se produce por errores o descomposturas mecánicas, son indicadores de que el mantenimiento realizado necesita mayor atención así como de la necesidad de poner también la disponibilidad tanto de las herramientas y de personal con el conocimiento necesario para reparar o realizar los ajustes para su operación.

**Tabla VI. Datos para el cálculo de la capacidad instalada**

CAPACIDAD DE DISEÑO	FACTOR DE UTILIZACIÓN	FACTOR DE EFICIENCIA
28800	0.875	85%

**Tabla VII. Datos calculados de la capacidad instalada**

CAPACIDAD INSTALADA POR TURNO	CAPACIDAD INSTALADA POR DIA
21420	42840

**Tabla VIII. Comparación de la producción real vrs producción teórica**

CORTE	PRODUCCIÓN REAL		PRODUCCIÓN TEORICA		FALTANTE	
	POR TURNO	POR DIA	POR TURNO	POR DIA	POR TURNO	POR DIA
1	2340	9660	21420	42840	19080	33180
2	7320		21420		14100	
3	10080	21420	21420	42840	11340	21420
4	11340		21420		10080	
5	3960	7680	21420	42840	17460	35160
6	3720		21420		17700	
7	3420	6600	21420	42840	18000	36240
8	3180		21420		18240	
9	5580	18300	21420	42840	15840	24540
10	12720		21420		8700	
11	12900	34680	21420	42840	8520	8160
12	21780		21420		-360	
13	18480	32700	21420	42840	2940	10140
14	14220		21420		7200	
15	3720	7140	21420	42840	17700	35700
16	3420		21420		18000	
17	3180	8760	21420	42840	18240	34080
18	5580		21420		15840	
19	12720	25620	21420	42840	8700	17220
20	12900		21420		8520	
21	21780	40260	21420	42840	-360	2580
22	18480		21420		2940	
23	14220	35760	21420	42840	7200	7080
24	21540		21420		-120	
25	19680	34380	21420	42840	1740	8460
26	14700		21420		6720	
27	5520	24060	21420	42840	15900	18780
28	18540		21420		2880	
29	2400	10020	21420	42840	19020	32820
30	7620		21420		13800	
31	18660	36000	21420	42840	2760	6840
32	17340		21420		4080	
33	9300	28860	21420	42840	12120	13980
34	19560		21420		1860	
35	300	6480	21420	42840	21120	36360
36	6180		21420		15240	
37	16140	23460	21420	42840	5280	19380
38	7320		21420		14100	
39	8340	15780	21420	42840	13080	27060

Continúa

40	7440		21420		13980	
41	14340	31560	21420	42840	7080	11280
42	17220		21420		4200	
43	11280	25260	21420	42840	10140	17580
44	13980		21420		7440	
45	21540	41555	21420	42840	-120	1285
46	20015		21420		1405	

Esta tabla indica las cantidades de las producciones faltantes, ocasionadas por la poca atención al mantenimiento, ya que éste se realiza cada 30 días y entre estos días solo se realizan ajustes básicos o reparaciones inmediatas en su mayor parte por el personal de Servicios Integrados.

Los datos anteriores permiten determinar que no se producen 459,325 unidades por diferentes problemas de ajustes o reparaciones para mantener niveles de calidad necesarios para que el producto sea aceptable. Actualmente no se pueden realizar reparaciones mayores ya que no se cuenta con las herramientas ni los conocimientos o detalles para la ejecución de las mismas.

### TIPOS DE PRODUCTIVIDADES

- Calculo de la productividad de la capacidad instalada

Sin restricciones mas que factor de utilización y eficiencia

$$\text{Factor de utilización} = 7 / 8 = 87.5 \%$$

$$\text{Eficiencia} = 85 \%$$

$$P_{ci} = \frac{\text{PRODUCCION POR TURNO}}{\text{TIEMPO UTILIZADO POR TURNO}}$$

$$P_{ci} = \frac{21420}{8} = 2677 \text{Und}/\text{Hr}$$

- Calculo de la productividad de la producción real teórica  
 Con restricción de tiempo en los arranques + después de los paros  
 de tiempos de comida + mas factor de utilización y eficiencia  
 Factor de utilización =  $6 / 8 = 75 \%$   
 Eficiencia =  $75 \%$

$$P_{\text{cir}} = \frac{\text{PRODUCCION POR TURNO}}{\text{TIEMPO UTILIZADO POR TURNO}}$$

$$P_{\text{cir}} = \frac{16200}{8} = 2025 \text{Und}/\text{Hr}$$

- Calculo de la productividad de la producción real en práctica  
 La producción real implicándolas restricciones y los tiempos

$$P_{\text{cir}} = \frac{\text{PRODUCCION POR TURNO}}{\text{TIEMPO UTILIZADO POR TURNO}}$$

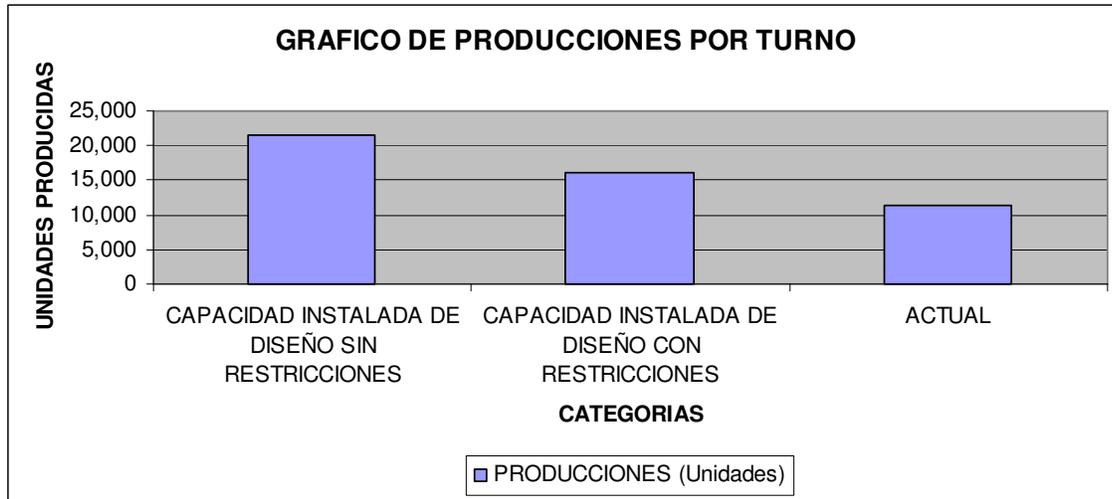
$$P_{\text{cir}} = \frac{11430}{8} = 1428 \text{Und}/\text{Hr}$$

A continuación se muestra una tabla en la cual se desglosan las unidades producidas separadas según la categoría sean teóricas, reales teóricas o reales.

**Tabla IX. Tabla de unidades producidas separadas por categorías**

DESCRIPCION	PRODUCCIONES (Unidades)
CAPACIDAD INSTALADA DE DISEÑO SIN RESTRICCIONES	21,420
CAPACIDAD INSTALADA DE DISEÑO CON RESTRICCIONES	16,200
ACTUAL	11,430

**Figura 12. Gráfica de producciones por turno, separadas por categorías**

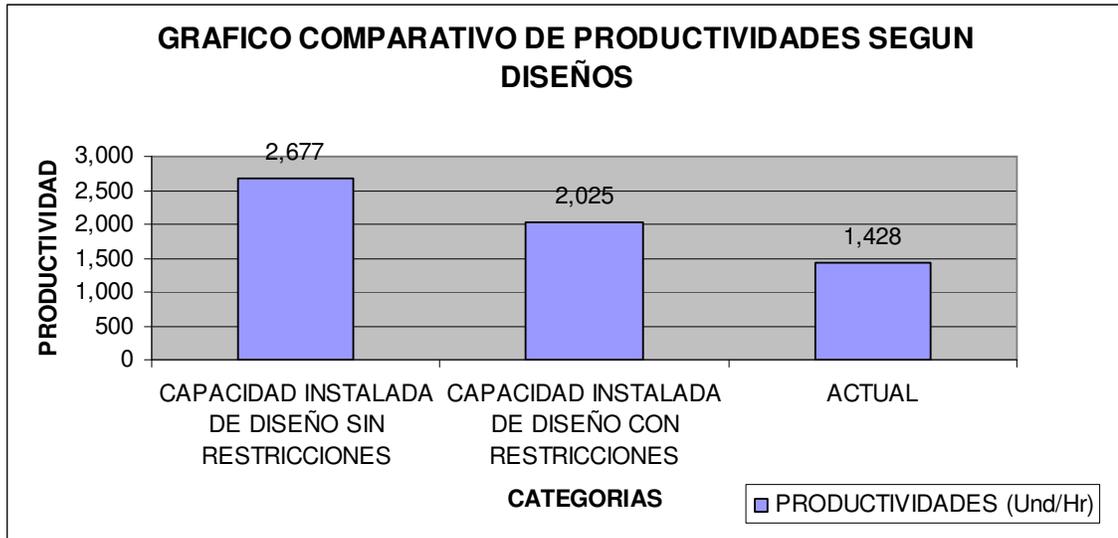


La siguiente tabla presenta las productividades en función a las unidades producidas por hora separadas por categorías en teórica, teórica real y real.

**Tabla X. Tabla de productividades unidades por hora separadas por categorías**

DESCRIPCION	PRODUCTIVIDADES (Und/Hr)
CAPACIDAD INSTALADA DE DISEÑO SIN RESTRICCIONES	2,677
CAPACIDAD INSTALADA DE DISEÑO CON RESTRICCIONES	2,025
ACTUAL	1,428

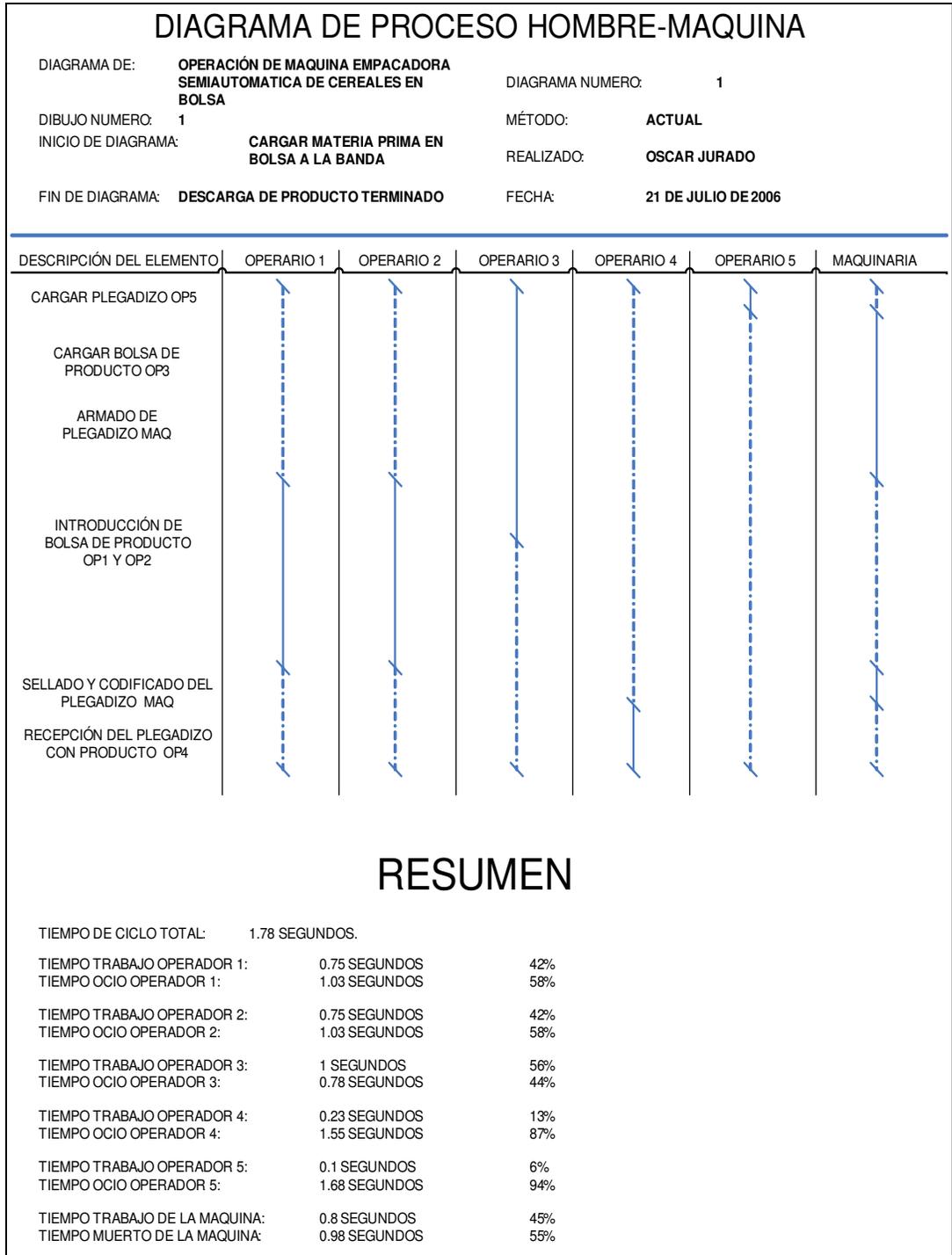
**Figura 13. Gráfica de productividades unidades por hora, en turno separadas por categorías**



## 2.7. Diagrama hombre-máquina

Este diagrama permite identificar cada una de las actividades que realizan los operarios y las funciones que se ejecuten con la máquina. En este diagrama se observa que los operarios tienen más porcentaje de ocio que de trabajo. Ya que por cada unidad que se produce continúan con la producción normal debido a que esta es una producción constante y que el tiempo de producción por unidad es de aproximadamente 1.78 segundos. En tal sentido si se logra reducir el tiempo de ocio de los operarios y mejorar los tiempos de trabajo de la máquina la producción aumentará y si se logra mantener los costos la productividad podrá mejorar por consiguiente.

**Figura 14. Diagrama de proceso hombre – máquina empaque de cereales**



## **2.8. Tiempos perdidos pre implementación**

Según los registros de los tiempos perdidos en el proceso de producción afectan los niveles de producción de la máquina.

Los problemas mecánicos son todos aquellos en los cuales no tiene ninguna oportunidad de prevenirlos. En el caso de los problemas humanos se refiere a todos los problemas que son por algún descuido de alguna persona que se encuentre cerca o alrededor de la máquina. La siguiente tabla presenta los tiempos perdidos que se tienen en el proceso pre implementación del TPM.

Goma: disparo de goma de la pistola en exceso o mínimo.

Clave: la impresión de fecha de vencimiento no es legible.

Guías: las guías que dirigen los dobleces del plegadizo no están ajustadas.

Cadena: las cadenas no están ajustadas existe un desfase entre ellas.

Ventosa: las bombas de succión no tienen suficiente presión.

Limpieza de máquina: limpieza necesaria ya sea por mantener el orden y limpieza del ambiente o por defectos anteriores.

Falta de producto: la cantidad de producto a trabajar no cumple la demanda a procesar.

Ajustes a máquina: los ajustes necesario para que la maquinaria pueda producir cumpliendo con los lineamientos de calidad.

Pestañeros: la palanca que hace el doblado al pestañero no se encuentra alineada o no realiza el doblado al momento indicado.

Falta de materiales: la cantidad de material a trabajar no cumple la demanda a procesar.

Plegadizo defectuoso: el plegadizo aparece con defectos, los cuales no cumplen con los lineamientos de calidad.

Falla en cono central: los engranes principales se encuentran desfasados, no están lubricados o los golpes por minuto no son los necesarios para cumplir con la demanda.

Paquete torcido: el paquete que lo ingresa el personal operativo topa con las solapas o pestañas del plegadizo, no logrando cerrar el plegadizo.

Electricidad: cuando se bajan las palancas o existe algún corto circuito.

Otro: factores que no son regulares o son espontáneos pero afectan la continuidad de la producción.

**Tabla XI. Tiempos perdidos pre implementación**

CONCEPTO	TIPO DE PROBLEMA	TIEMPO (minutos)	PORCENTAJE
GOMA	MECANICO	2615	19%
CLAVE	MECANICO	739.3	5%
GUIAS	MECANICO	1104	8%
CADENA	MECANICO	1365.8	10%
VENTOSA	MECANICO	696.1	5%
LIMPIEZA DE MÁQUINA	HUMANO	431.8	3%
FALTA DE PRODUCTO	HUMANO	570	4%
AJUSTES A MÁQUINA	MECANICO	1929.8	14%
PESTAÑERO	MECANICO	688.5	5%
FALTA DE MATERIALES	HUMANO	282.6	2%
PLEGADIZO DEFECTUOSO	HUMANO	385.9	3%
FALLA EN CONO CENTRAL	MECANICO	523.6	4%
PAQUETE TORCIDO	HUMANO	152.4	1%
ELECTRICIDAD	MECANICO	1267.6	9%
OTRO	HUMANO	902.6	7%

TOTAL	13655.1
-------	---------

Fuente: Personal Servicios Integrados, **Reporte de fallas.**

**Tabla XII. Tiempos perdidos por tipos de problemas**

TIPO DE PROBLEMA	TIEMPO (minutos)
HUMANO	2725.32
MECANICO	10929.8

TOTAL 13655.1

Fuente: Personal Servicios Integrados, **Reporte de fallas.**

Los tiempos perdidos humanos como lo muestra la tabla anterior representan un 20% del total y los tiempos perdidos mecánicos representan un 80% del total por lo que nuestro enfoque principal debe de ser en los problemas mecánicos aunque no debemos de obviar estos ya que puede ser de gran importancia al final. La siguiente tabla muestra un registro de todos los datos de tiempos perdidos que se tienen a lo largo de los turnos analizados.

**Tabla XIII. Tiempos perdidos en los diferentes turnos analizados. (Tiempo en segundos)**

TURNO	goma	Clave	guias	Cadena	ventosa	limpieza de máquina	falta de producto	ajustes a máquina	Pestañero	falta de materiales	plegado defectuoso	falta en cono central	paquete torcido	Electricidad	otro	Total por turno
1	-	-	-	-	-	150.	150.	-	-	-	142.	24.0	-	-	100	566
2	12. 3	-	130 .0	-	-	-	-	240	-	36.0	-	-	-	-	-	418. 3
3	183 .4	-	-	-	-	15.0	-	-	-	-	-	-	-	13 8	-	336. 4
4	-	242	-	-	-	-	-	-	-	57.0	-	-	-	-	-	299. 0
5	120 .0	-	78	320. 0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	518
6	15. 0	-	155	125. 0	90. 1	-	140. 0	-	-	-	-	-	-	-	-	525. 1
7	-	-	15. 0	-	-	-	110	55	45	-	-	135	-	17 4	-	534
9	-	-	-	25.9	245 .0	-	-	164. 0	-	-	-	35.0	-	-	-	469. 9
10	115 .0	-	-	-	-	-	-	55.5	-	42.6	-	-	45.0	-	-	258. 1
11	-	-	-	27.8	136 .0	-	-	-	-	-	-	-	89.0	-	-	252. 8
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	87. 2	-	87.2
14	165	-	-	-	10.	-	-	-	25.	-	-	-	-	-	13.6	213. 6
15	27. 1	-	111 .0	7.0	26. 0	-	-	25.0	57. 0	-	-	35.0	-	54. 0	183. 0	525. 1
16	71.	-	30.	-	10.	-	-	205.	-	-	-	173.0	-	45	-	534.
17	63. 0	123 .0	123 .0	12.1	-	-	-	24.0	18 0.0	-	-	-	-	-	16.0	541. 1
18	-	-	50. 0	20.0	124 .0	-	22.0	134. 0	-	-	55.0	-	-	64. 9	-	469. 9
19	-	-	15. 0	5.0	-	-	-	-	-	25.0	-	-	-	93. 1	120. 0	258. 1
20	50. 0	-	45. 0	-	-	157. 8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	252. 8

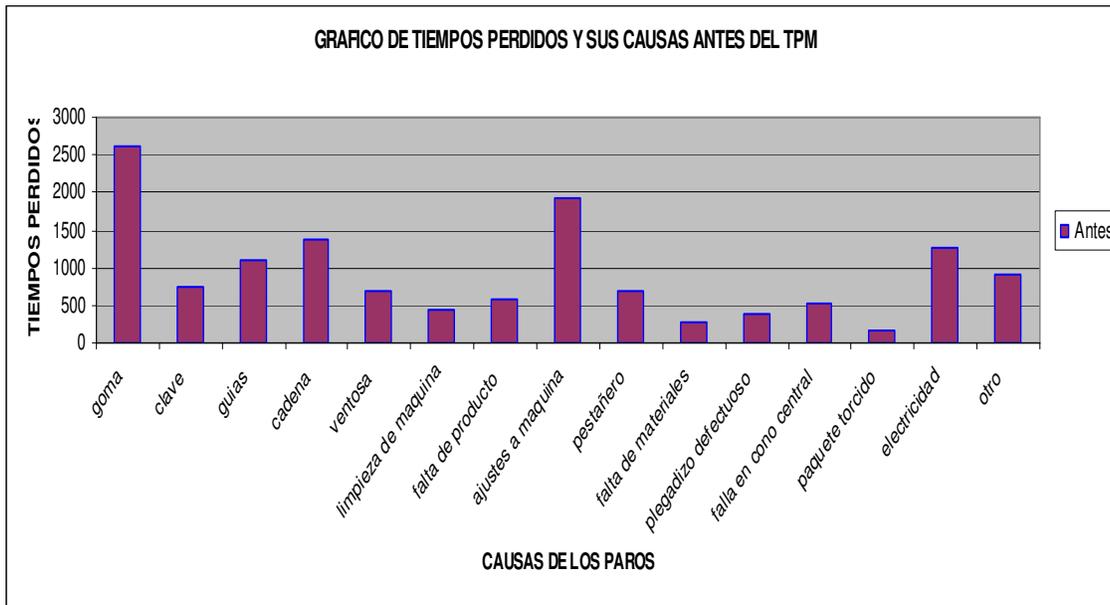
Continúa

21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22	87.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	87.2
23	55.0	-	30.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.4	65.2	60.0	213.6
24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	51.6	51.6
26	45.0	-	40.0	-	30.0	-	-	74.4	-	-	-	-	10.0	-	-	199.4
27	215.0	-	30.0	-	-	-	-	-	96.7	-	-	-	-	-	130.0	471.7
29	340	20.	10	50.	-	-	-	100.	-	-	-	-	-	44.3	-	564.3
30	180.0	-	136	33.0	-	-	-	26.0	14.4	-	-	20.0	-	-	-	409.4
31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	81.9	-	-	-	-	81.9
32	30.	-	20.	-	-	-	71.0	-	-	-	-	-	-	-	-	121.
33	-	-	25.	-	-	-	77.0	-	-	-	-	12.6	-	24.5	-	359.6
34	-	-	-	-	25.0	-	-	-	-	-	-	-	-	30.2	-	55.2
35	-	36.6	-	575	-	-	-	-	-	-	15.0	-	-	-	-	626.6
36	104	138.1	20.	-	-	-	-	100.	-	-	-	-	-	-	90.0	452.1
37	94.	-	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	42.6	156.6
38	75.	-	-	165	-	-	-	125.	48.3	-	-	-	5.0	-	-	418.3
39	-	-	-	-	-	41.9	-	100.	19.2.1	-	-	54.0	-	-	-	388.0
40	225.0	55.0	-	-	-	-	-	-	-	122.0	-	-	-	12.7	-	414.7
41								175				35				210.
42		124.6														124.6
43	245.0							55.8								300.8
44	-	-	-	-	-	-	-	125.0	-	-	-	-	-	-	95.7	220.7
45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Continúa

46	-	-	-	-	-	41.7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	41.7
T O T	2,6 15. 0	739 .3	1,1 04. 0	1,36 5.8	696 .1	431. 8	570. 0	1,92 9.8	68 8.5	282. 6	385. 9	523.6	152. 4	1,2 67. 6	902. 6	13,6 55.1

**Figura 15. Gráfica de tiempos perdidos antes del TPM**



### **3. MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL**

El mantenimiento productivo total está dirigido a la maximización de la efectividad del equipo durante toda la vida del mismo. El Mantenimiento Productivo Total, cuyas siglas del inglés son PTM (Total Productive Maintenance), nace en los años 70, 20 años después del inicio del mantenimiento preventivo.

El TPM involucra a todos los empleados de un departamento y de todos los niveles; motiva a las personas para el mantenimiento de la planta a través de grupos pequeños y actividades voluntarias, y comprende elementos básicos como el desarrollo de un sistema de mantenimiento, educación en el mantenimiento básico, habilidades para la solución de problemas y actividades para evitar las interrupciones.

Es por ello que la alta administración debe crear un sistema que reconozca y recompense la habilidad y responsabilidad de todos por el MPT. Una vez que los trabajadores adquieren el hábito del mantenimiento y limpieza de su lugar de trabajo, han adquirido disciplina.

El TPM nació en Nippondenso Co., Ltd., una importante empresa proveedora del sector automovilístico. Esta compañía introdujo esta visión de mantenimiento en 1961.

La compañía logró grandes resultados de su modelo de mantenimiento a partir de 1969 cuando introdujo sistemas automatizados y de transferencia rápida, los que requerían alta fiabilidad. El nombre inicial fue "Total member participation PM" abreviado (TPM). Este nombre muestra el verdadero sentido del TPM, esto

implica la participación de todas las personas en el mantenimiento preventivo (PM). Por ello la compañía recibió un premio por la excelencia al PM en 1971. Para el desarrollo del PM de *Nipponden*, el *Japan Institute of Plant Engineers* (JIPE) apoyó y ayudó a desarrollar el modelo de mantenimiento. Posteriormente el JIPE se transformaría en el *Japan Institute of Plant Maintenance* (JIPM) organización líder y creadora de los conceptos TPM.

El JIPM ha evolucionado la idea de TPM y hoy se reconoce que el TPM ha logrado cubrir todos los aspectos de un negocio. Se conoce como el modelo TPM de tercera generación, donde más que mantener el equipo, se orienta a mejorar la productividad total de una organización. TPM no es aplicar 5'S e informatizar la gestión de mantenimiento como algunos creen. El modelo JIPM moderno pretende que una organización sea dirigida dentro del concepto de mantener y hacer uso adecuado de todos los recursos de una organización.

### **3.1. Teoría del mantenimiento productivo total**

Mantenimiento Productivo Total es la traducción de TPM® (*Total Productive Maintenance*). El TPM es el sistema japonés de mantenimiento industrial desarrollado a partir del concepto de "mantenimiento preventivo" creado en la industria de los Estados Unidos. El término TPM se basa en los siguientes enfoques: la letra M representa acciones de management y mantenimiento. Es un enfoque que se concentra en realizar actividades de dirección y transformación de empresa. La letra P está vinculada a la palabra "productivo" o "productividad" de equipos pero se considera que se puede asociar a un término con una visión más amplia como "perfeccionamiento". La letra T de la palabra "total" se interpreta como "todas las actividades que realizan todas las personas que trabajan en la empresa".

El TPM es una estrategia compuesta por una serie de actividades ordenadas que una vez implantadas ayudan a mejorar la competitividad de una organización industrial o de servicios. Se considera como estrategia, ya que ayuda a crear capacidades competitivas a través de la eliminación rigurosa y sistemática de las deficiencias de los sistemas operativos. El TPM permite diferenciar una organización en relación a su competencia debido al impacto en la reducción de los costos, mejora de los tiempos de respuesta, fiabilidad de suministros, el conocimiento que poseen las personas y la calidad de los productos y servicios finales.

El JIPM define el TPM como un sistema orientado a lograr:

- cero accidentes.
- cero defectos.
- cero averías.

Estas acciones deben conducir a la obtención de productos y servicios de alta calidad, mínimos costes de producción, alta moral en el trabajo y una imagen de empresa excelente. No sólo debe participar las áreas productivas, se debe buscar la eficiencia global con la participación de todas las personas de todos los departamentos de la empresa. La obtención de las "cero pérdidas" se debe lograr a través de la promoción de trabajo en grupos pequeños, comprometidos y entrenados para lograr los objetivos personales y de la empresa.

El mantenimiento preventivo fue introducido en Japón en la década de los cincuenta en conjunto con otras ideas como las de control de calidad, Ciclo Deming y otros conceptos de *management* americano. Posiblemente en la creación del TPM influyó el desarrollo del modelo *Wide - Company Quality Control* o *Total Quality Management*. En la década de los sesenta en el mundo del mantenimiento en empresas japonesas se incorporó el concepto *Kaizen* o de mejora continua. Esto significó que no sólo corregir las averías era la función de

mantenimiento, sino mejorar la fiabilidad de los equipos en forma permanente con la contribución de todos los trabajadores de la empresa.

Este progreso de las acciones de mejora llevó a crear el concepto de prevención del mantenimiento, realizando acciones de mejora de equipos en todo el ciclo de vida: diseño, construcción y puesta en marcha de los equipos productivos para eliminar actividades de mantenimiento.

La primera empresa en introducir estos conceptos fue la Nippon Denso Co. Ltd. en el año 1971. Es muy seguro que el efecto de la implantación de estrategias de *Total Quality Management* hicieron que el TPM se desarrollara en esta empresa, ya que también se destaca esta empresa como una de las pioneras en la aplicación de principios como *Hoshin Kanri*, *Daily Management* y *Cross Functional Management* característicos de modelos avanzados del TQM. A esta empresa se le reconoció con el premio de excelencia empresarial y que más tarde se transformó en Premio PM (Mantenimiento Productivo).

En la década de los ochenta se introdujo el modelo de mantenimiento basado en el tiempo (TBM) como parte del modelo TPM. El aporte del sistema RCM (*Reliability Center Maintenance*) o mantenimiento centrado en la fiabilidad ayudó a mejorar la eficiencia de las acciones preventivas de mantenimiento.

El TPM ha progresado muy significativamente y continuará beneficiando al desarrollo de las telecomunicaciones, tecnologías digitales y otros modelos emergentes de dirección y tecnologías de mantenimiento. Posiblemente en los siguientes años se incorporen al TPM modelos probados de gestión de conocimiento, nuevos sistemas económicos y financieros, tecnología para el análisis y estudio de averías automático y nuevos desarrollos.

Los objetivos que una organización busca al implantar el TPM pueden tener diferentes dimensiones:

- **Objetivos estratégicos:** el proceso TPM ayuda a construir capacidades competitivas desde las operaciones de la empresa, gracias a su contribución a la mejora de la efectividad de los sistemas productivos, flexibilidad y capacidad de respuesta, reducción de costes operativos y conservación del "conocimiento" industrial.
- **Objetivos operativos:** el TPM tiene como propósito en las acciones cotidianas que los equipos operen sin averías y fallos, eliminar toda clase de pérdidas, mejorar la fiabilidad de los equipos y emplear verdaderamente la capacidad industrial instalada.
- **Objetivos organizativos:** el TPM busca fortalecer el trabajo en equipo, incremento en la moral en el trabajador, crear un espacio donde cada persona pueda aportar lo mejor de sí, todo esto, con el Propósito de hacer del sitio de trabajo un entorno creativo, seguro, productivo y donde trabajar sea realmente grato.

Las características del TPM más significativas son:

- Acciones de mantenimiento en todas las etapas del ciclo de vida del equipo.
- Participación amplia de todas las personas de la organización.
- Es observado como una estrategia global de empresa, en lugar de un sistema para mantener equipos.
- Orientado a la mejora de la efectividad global de las operaciones, en lugar de prestar atención a mantener los equipos funcionando.
- Intervención significativa del personal involucrado en la operación y producción en el cuidado y conservación de los equipos y recursos físicos.

- Procesos de mantenimiento fundamentados en la utilización profunda del conocimiento que el personal posee sobre los procesos.

El modelo original TPM propuesto por el Instituto Japonés de Mantenimiento de Plantas sugiere utilizar pilares específicos para acciones concretas diversas, las cuales se deben implantar en forma gradual y progresiva, asegurando cada paso dado mediante acciones de autocontrol del personal que interviene.

El TPM se orienta a la mejora de dos tipos de actividades directivas:

- a) dirección de operaciones de mantenimiento y
- b) dirección de tecnologías de mantenimiento.

El TPM es sinérgico con otras estrategias de mejora de las operaciones como el sistema de producción Justo a Tiempo, Mass Customization, Total Quality Management, Gestión del Conocimiento Industrial, modelos de certificación de sistemas de calidad, etc.

Las metas del mantenimiento productivo total son:

- Maximizar la eficacia de los equipos.
- Involucrar en el mismo a todas las personas y equipos que diseñan, usan o mantienen los equipos.
- Obtener un sistema de mantenimiento productivo para toda la vida del equipo:
  - Involucrar a todos los empleados, desde los trabajadores a los directivos.
  - Promover el PTM mediante motivación de grupos activos en la empresa.

Entre los distintos beneficios que se pueden obtener al implementar el sistema de mantenimiento productivo total podemos resaltar tres áreas de enfoque básicas:

- ORGANIZATIVOS.
- SEGURIDAD.
- PRODUCTIVIDAD.

Organizativos:

- Mejora de calidad del ambiente de trabajo.
- Mejor control de las operaciones.
- Incremento de la moral del empleado.
- Creación de una cultura de responsabilidad, disciplina y respeto por las normas.
- Aprendizaje permanente.
- Creación de un ambiente donde la participación, colaboración y creatividad sea una realidad.
- Dimensionamiento adecuado de las plantillas de personal.
- Redes de comunicación eficaces.

Seguridad:

- Mejorar las condiciones ambientales.
- Cultura de prevención de eventos negativos para la salud.
- Incremento de la capacidad de identificación de problemas potenciales y de búsqueda de acciones correctivas.
- Entender el porqué de ciertas normas, en lugar de cómo hacerlo.
- Prevención y eliminación de causas potenciales de accidentes.
- Eliminar radicalmente las fuentes de contaminación y polución.

Productividad:

- Eliminar pérdidas que afectan la productividad de las plantas.
- Mejora de la fiabilidad y disponibilidad de los equipos.
- Reducción de los costos de mantenimiento.
- Mejora de la calidad del producto final.
- Menor costo financiero por recambios.
- Mejora de la tecnología de la empresa.
- Aumento de la capacidad de respuesta a los movimientos del mercado.
- Crear capacidades competitivas desde la fábrica.

### **3.2. Bases del mantenimiento productivo total**

Los procesos fundamentales han sido llamados por el JIPM como "pilares". Estos pilares sirven de apoyo para la construcción de un sistema de producción ordenado. Se implantan siguiendo una metodología disciplinada, potente y efectiva. Los pilares considerados por el JIPM como necesarios para el desarrollo del TPM en una organización son:

1. Mejoras enfocadas o *Kobetsu Kaizen*.
2. Mantenimiento autónomo o *Jishu Hozen*.
3. Mantenimiento planificado o progresivo.
4. Mantenimiento de calidad o *Hinshitu Hozen*.
5. Prevención de mantenimiento o mantenimiento preventivo.
6. Mantenimiento en áreas administrativas.
7. Grupos de trabajo.

### **3.2.1. Mejoras enfocadas o *Kobetsu Kaizen***

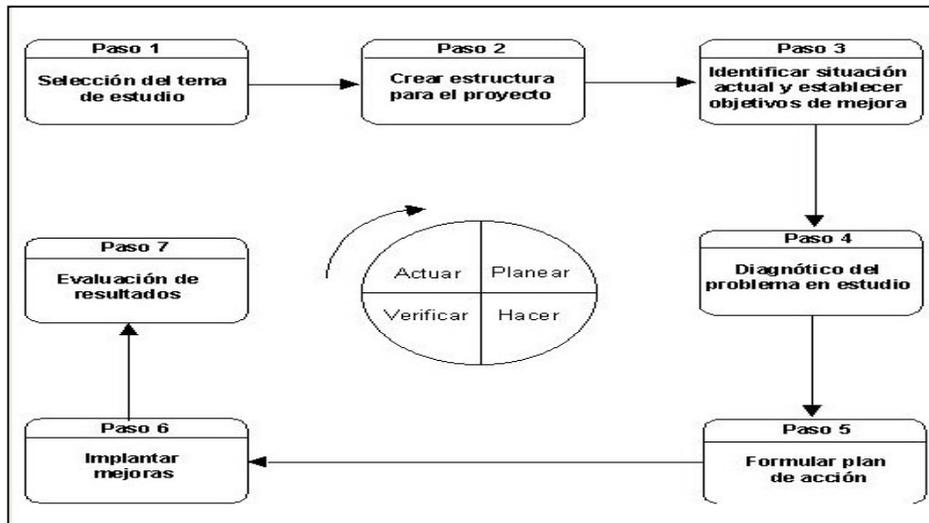
Son actividades que se desarrollan con la intervención de las diferentes áreas comprometidas en el proceso productivo, con el objeto maximizar la Efectividad Global de Equipos, procesos y plantas; todo esto a través de un trabajo organizado en equipos funcionales e interfuncionales que emplean metodología específica y centran su atención en la eliminación de cualquiera de las pérdidas existentes en las plantas industriales.

Se trata de desarrollar el proceso de mejora continua similar al existente en los procesos de control total de calidad aplicando procedimientos y técnicas de mantenimiento. Si una organización cuenta con actividades de mejora similares, simplemente podrá incorporar dentro de su proceso *Kaizen* o de mejora, nuevas herramientas desarrolladas en el entorno TPM. No deberá modificar el proceso de mejora que aplica actualmente.

Las técnicas TPM ayudan a eliminar dramáticamente las averías de los equipos. El procedimiento seguido para realizar acciones de mejoras enfocadas sigue los pasos del conocido ciclo PHVA (Planificar-Hacer-Verificar-Actuar).

El desarrollo de las actividades *Kobetsu Kaizen* se realiza a través de los pasos mostrados en la siguiente Figura:

**Figura 16. Paso de las actividades del *Kobetsu Kaizen***



Fuente: David J. Sumanth, **Ingeniería y administración de la productividad**, Pág. 75.

## PASO 1. SELECCIÓN DEL TEMA DE ESTUDIO.

El tema de estudio puede seleccionarse empleando diferentes criterios:

- Objetivos superiores de la dirección industrial.
- Problemas de calidad y entregas al cliente.
- Criterios organizativos.
- Posibilidades de replicación en otras áreas de la planta.
- Relación con otros procesos de mejora continua
- Mejoras significativas para construir capacidades competitivas desde la planta.
- Factores innovadores y otros.

## PASO 2. CREAR LA ESTRUCTURA PARA EL PROYECTO

La estructura frecuentemente utilizada es la del equipo interfuncional. En esta clase de equipos intervienen trabajadores de las diferentes áreas involucradas en el proceso productivo como supervisores, operadores, personal técnico de mantenimiento, compras o almacenes, proyectos, ingeniería de proceso y control de calidad. Es necesario recordar que uno de los grandes propósitos del TPM es la creación de fuertes estructuras interfuncionales participativas.

Se considera que un alto factor en el éxito de los proyectos de mejora enfocada radica en una adecuada gestión del trabajo de los equipos; esto es, un buen plan de trabajo, seguimiento y control del avance, como también, la comunicación y respaldo motivacional por parte de la dirección superior.

En las empresas japonesas es frecuente encontrar un tablero de control visual donde se registran los diferentes equipos, su avance y estado actual. Esta clase de tableros visuales producen un efecto motivacional, especialmente cuando algunos de los equipos se encuentran avanzados en su trabajo o de presión cuando se encuentran detenidos durante un largo período de tiempo sin actuar.

## PASO 3. IDENTIFICAR LA SITUACIÓN ACTUAL Y FORMULAR OBJETIVOS

En este paso es necesario un análisis del problema en forma general y se identifican las pérdidas principales asociadas con el problema seleccionado. En esta fase se debe recoger o procesar la información sobre averías, fallos, reparaciones y otras estadísticas sobre las pérdidas por problemas de calidad, energía, análisis de capacidad de proceso y de los tiempos de operación para identificar los cuellos de botella, paradas, etc. Esta información se debe presentar en forma gráfica y estratificada para facilitar su interpretación y el diagnóstico del problema.

Una vez establecidos los temas de estudio es necesario formular objetivos que orienten el esfuerzo de mejora. Los objetivos deben contener los valores numéricos que se pretenden alcanzar con la realización del proyecto.

#### PASO 4: DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA

Antes de utilizar técnicas analíticas para estudiar y solucionar el problema, se deben establecer y mantener las condiciones básicas que aseguren el funcionamiento apropiado del equipo. Estas condiciones básicas incluyen: limpieza, lubricación, chequeos de rutina, apriete de tuercas, etc. También es importante la eliminación completa de todas aquellas deficiencias y las causas del deterioro acelerado debido a fugas, escapes, contaminación, polvo, etc. Esto implica realizar actividades de mantenimiento autónomo en las áreas seleccionadas como piloto para la realización de las mejoras enfocadas.

Las técnicas analíticas utilizadas con mayor frecuencia en el estudio de los problemas del equipamiento provienen del campo de la calidad. Debido a su facilidad y simplicidad tienen la posibilidad de ser utilizadas por la mayoría de los trabajadores de una planta. Sin embargo, existen otras técnicas de desarrollo en TPM que permiten llegar a eliminar en forma radical los factores cuasantes de las averías de los equipos. Las técnicas más empleadas por los equipos de estudio son:

- Método Why & Why conocida como técnica de *conocer porqué*.
- Análisis modal de fallos y efectos (AMFES).
- Análisis de causa primaria.
- Método PM o de función de los principios físicos de la avería.
- Técnicas de ingeniería del valor.
- Análisis de datos.
- Técnicas tradicionales de mejora de la calidad: siete herramientas.
- Análisis de flujo y otras técnicas utilizadas en los sistemas de producción.
- Justo a tiempo como el SMED o cambio rápido de herramientas.

Es necesario atender las recomendaciones de los expertos del Instituto Japonés de Mantenimiento de Plantas (JIPM) Shirose, Kimura y Kaneda sobre las limitaciones de los métodos tradicionales de calidad para abordar problemas de averías de equipos. Los expertos manifiestan que esta clase de técnicas permiten eliminar en buena parte las causas, pero para llegar a un nivel de cero averías es necesario emplear preferiblemente la técnica PM.

#### PASO 5: FORMULAR PLAN DE ACCIÓN

Una vez se han investigado y analizado las diferentes causas del problema, se establece un plan de acción para la eliminación de las causas críticas. Este plan debe incluir alternativas para las posibles acciones. A partir de estas propuestas se establecen las actividades y tareas específicas necesarias para lograr los objetivos formulados. Este plan debe incorporar acciones tanto para el personal especialista o miembros de soporte como ingeniería, proyectos, mantenimiento, etc., como también acciones que deben ser realizadas por los operadores del equipo y personal de apoyo rutinario de producción como maquinistas, empacadores, auxiliares, etc.

#### PASO 6: IMPLANTAR MEJORAS

Una vez planificadas las acciones con detalle se procede a implantarlas. Es importante durante la implantación de las acciones contar con la participación de todas las personas involucradas en el proyecto incluyendo el personal operador. Las mejoras no deben ser impuestas ya que si se imponen por orden superior no contarán con un respaldo total del personal operativo involucrado. Cuando se pretende mejorar los métodos de trabajo, se debe consultar y tener en cuenta las opiniones del personal que directa o indirectamente interviene en el proceso.

## PASO 7: EVALUAR LOS RESULTADOS

Es muy importante que los resultados obtenidos en una mejora sean publicados en una cartelera o paneles, en toda la empresa lo cual ayudará a asegurar que cada área se beneficie de la experiencia de los grupos de mejora. El comité u oficina encargada de coordinar el TPM debe llevar un gráfico o cuadro el la cual se controlen todos los proyectos, y garantizar que todos los beneficios y mejoras se mantengan en el tiempo.

### **3.2.2. Mantenimiento autónomo o *Jishu Hozen***

Una de las actividades del sistema TPM es la participación del personal de producción en las actividades de mantenimiento. Este es uno de los procesos de mayor impacto en la mejora de la productividad. Su Propósito es involucrar al operador en el cuidado del equipamiento a través de un alto grado de formación y preparación profesional, respeto de las condiciones de operación, conservación de las áreas de trabajo libres de contaminación, suciedad y desorden.

El mantenimiento autónomo se fundamenta en el conocimiento que el operador tiene para dominar las condiciones del equipamiento, esto es, mecanismos, aspectos operativos, cuidados y conservación, manejo, averías, etc. Con este conocimiento los operadores podrán comprender la importancia de la conservación de las condiciones de trabajo, la necesidad de realizar inspecciones preventivas, participar en el análisis de problemas y la realización de trabajos de mantenimiento liviano en una primera etapa, para luego asimilar acciones de mantenimiento más complejas.

El mantenimiento autónomo está compuesto por un conjunto de actividades que se realizan diariamente por todos los trabajadores en los equipos que operan,

incluyendo inspección, lubricación, limpieza, intervenciones menores, cambio de herramientas y piezas, estudiando posibles mejoras, analizando y solucionando problemas del equipo y acciones que conduzcan a mantener el equipo en las mejores condiciones de funcionamiento. Estas actividades se deben realizar siguiendo estándares previamente preparados con la colaboración de los propios operarios. Los operarios deben ser entrenados y contar con los conocimientos necesarios para dominar el equipo que opera.

Los objetivos fundamentales del mantenimiento autónomo son:

- Emplear el equipo como instrumento para el aprendizaje y adquisición de conocimiento.
- Desarrollar nuevas habilidades para el análisis de problemas y creación de un nuevo pensamiento sobre el trabajo.
- Establecer los estándares para evitar el deterioro del equipo.
- Mejorar el funcionamiento del equipo con el aporte creativo del operador.
- Construir y mantener las condiciones necesarias para que el equipo funcione sin averías y rendimiento pleno.
- Mejorar la seguridad en el trabajo.
- Lograr un total sentido de pertenencia y responsabilidad del trabajador.
- Mejora de la moral en el trabajo.

El desarrollo del mantenimiento autónomo sugiere una serie de etapas o pasos, los cuales pretenden crear progresivamente una cultura de cuidado permanente del sitio de trabajo.

Las etapas sugeridas por los líderes del JIPM para aplicar el mantenimiento autónomo se muestran en la figura siguiente:

**Tabla XIV. Pasos del mantenimiento autónomo sugeridas por el JIPM**

Etapa	Nombre	Actividades a realizar
1	Limpieza e inspección	Eliminación de suciedad, escapes, polvo, identificación de "Fugui"
2	Acciones correctivas para eliminar las causas que producen deterioro acumulado en los equipos. Facilitar el acceso a los sitios difíciles para facilitar la inspección	Evitar que nuevamente se ensucie el equipo, facilitar su inspección al mejorar el acceso a los sitios que requieren limpieza y control, reducción el tiempo empleado para la limpieza
3	Preparación de estándares experimentales de inspección autónoma	Se diseñan y aplican estándares provisionales para mantener los procesos de limpieza, lubricación y apriete. Una vez validados se establecerán en forma definitiva
4	Inspección general	Entrenamiento para la inspección haciendo uso de manuales, eliminación de pequeñas averías y mayor conocimiento del equipo a través de la inspección.
5	Inspección autónoma	Formulación e implantación de procedimientos de control autónomo
6	Estandarización	Estandarización de los elementos a ser controlados. Elaboración de estándares de registro de datos, controles a herramientas, moldes, medidas de producto, patrones de calidad, etc. Aplicación de estándares
7	Control autónomo pleno	Aplicación de políticas establecidas por la dirección de la empresa. Empleo de tableros de gestión visual, y tableros <i>Kaizen</i>

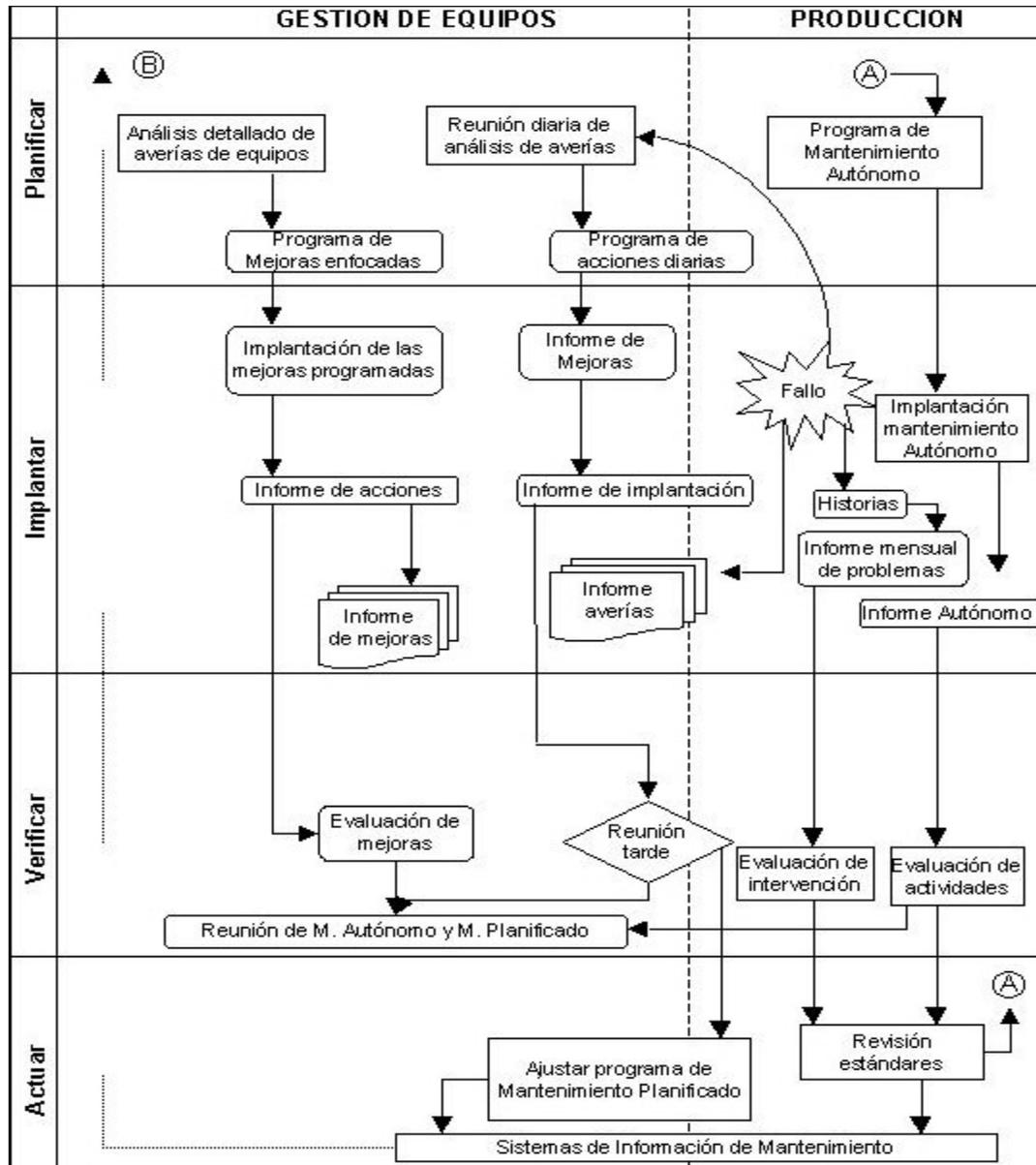
Fuente: George Philips, **Como hacer un TPM**, Pág. 175.

### **3.2.3. Mantenimiento planificado o progresivo**

El objetivo del mantenimiento planificado es el de eliminar los problemas del equipamiento a través de acciones de mejora, prevención y predicción. Para una correcta gestión de las actividades de mantenimiento es necesario contar con bases de información, obtención de conocimiento a partir de los datos, capacidad de programación de recursos, gestión de tecnologías de mantenimiento y un poder de motivación y coordinación del equipo humano encargado de estas actividades.

El mantenimiento progresivo es uno de los pilares más importantes en la búsqueda de beneficios en una organización industrial. El JIPM le ha dado a este pilar el nombre de "Mantenimiento Planificado". Algunas empresas utilizan el nombre de mantenimiento preventivo o mantenimiento programado. Consiste en la necesidad de avanzar gradualmente hacia la búsqueda de la meta "cero averías" para una planta industrial.

Figura 17. Planificación de un mantenimiento



Fuente: George Philips, **Como hacer un TPM**, Pág. 143.

Limitaciones de los enfoques tradicionales de mantenimiento planificado:

El mantenimiento planificado que se practica en numerosas empresas presenta, entre otras, las siguientes limitaciones:

- No se dispone de información histórica necesaria para establecer el tiempo más adecuado para realizar las acciones de mantenimiento preventivo. Los tiempos son establecidos de acuerdo a la experiencia, recomendaciones de fabricante y otros criterios con poco fundamento técnico y sin el apoyo en datos e información histórica sobre comportamiento pasado.
- Se aprovecha la parada de un equipo para "hacer todo lo necesario en la máquina" ya que la tenemos disponible.
- Se aplican planes de mantenimiento preventivo a equipos que poseen un alto deterioro acumulado. Este deterioro afecta la dispersión de la distribución estadística de fallos, imposibilitando la identificación de un comportamiento regular del fallo y con el que se debería establecer el plan de mantenimiento preventivo.
- A los equipos y sistemas se les da un tratamiento similar desde el punto de vista de la definición de las rutinas de preventivo, sin importar su criticidad, riesgo, efecto en la calidad, grado de dificultad para conseguir el recambio o repuesto, etc.
- Es poco frecuente que los departamentos de mantenimiento cuenten con estándares especializados para la realizar su trabajo técnico. La práctica habitual consiste en imprimir la orden de trabajo con algunas asignaciones que no indican el detalle del tipo de acción a realizar. Este tipo de situaciones le indican a las diferentes personas los diferentes de lineamientos como: tipo de estándar a cumplir, forma, cuidados, características de calidad, registro de información, seguridad, tiempo, herramientas y otros elementos necesarios para realizar el trabajo de inspección. Esta situación se aprecia en todo tipo de empresas e inclusive en aquellas que poseen certificaciones y programas o modelos de calidad avanzados.

- El trabajo de mantenimiento planificado no incluye acciones *Kaizen* para la mejora de los métodos de trabajo. No se incluyen acciones que permitan mejorar la capacidad técnica y mejora de la fiabilidad del trabajo de mantenimiento, como tampoco es frecuente observar el desarrollo de planes para eliminar la necesidad de acciones de mantenimiento. Esta también debe ser considerada como una actividad de mantenimiento preventivo.

Aportes del TPM a la mejora de mantenimiento planificado:

El TPM posee una óptica o visión superior de los proceso de gestión preventiva de equipos. El TPM utiliza tres grandes estrategias para su actuación:

1. Actividades para prevenir y corregir averías en equipos a través de rutinas diarias, periódicas y predictivas.
2. Actividades *Kaizen* orientadas a mejorar las características de los equipos o "mantenimiento por mejora" y *Kaizen* para eliminar acciones de mantenimiento.
3. Actividades *Kaizen* para mejorar la competencia administrativa y técnica de la función mantenimiento.

Si se comparan las tres estrategias anteriores sugeridas en TPM, con las prácticas habituales de mantenimiento planificado, se observa que existe una diferencia significativa en cuanto al alcance de sus actividades. Algunas empresas han considerado que implantar un programa informático de gestión de mantenimiento (GMAO) les conducirá a resolver los problemas del mantenimiento preventivo. La verdad es que se logran mejorar las acciones administrativas de mantenimiento, pero no la disminución de las averías y fallos en el equipo, las cuales se lograrán con acciones adicionales como:

- Utilización de la información para identificar y reducir los fallos frecuentes.
- Utilización de información para el establecimiento de mejores tiempos de mantenimiento preventivo.

- Implantar acciones *Kaizen* para practicar mantenimiento por mejora.
- Implantar acciones de prevención de mantenimiento.
- Implantar acciones para mejorar la competencia técnica de la función de mantenimiento.
- Desarrollo de conceptos *Kaizen* en los aspectos relacionados con los métodos de trabajo y gestión de mantenimiento.
- Participación integral de todo el personal relacionado con las operaciones de la empresa en las acciones de mantenimiento.

Seguramente las anteriores estrategias sugeridas por TPM se constituyen en los mejores aportes al desarrollo del mantenimiento planificado. Sin embargo, desde el punto de vista del desarrollo de una organización, el TPM ha marcado una diferencia conceptual al lograr justificar y proponer acciones concretas para eliminar las barreras existentes entre los departamentos de producción y mantenimiento, en cuanto al principio de responsabilidad por el cuidado y conservación de los equipos. Lograr involucrar a todas las áreas de una fábrica para alcanzar los objetivos de productividad global, ha sido el mayor éxito de la práctica del TPM.

Pasos del pilar mantenimiento planificado:

1. Utilización de información para el establecimiento de mejores tiempos de mantenimiento preventivo.
2. Implantar acciones *Kaizen* para practicar Mantenimiento por Mejora.
3. Implantar acciones de prevención de mantenimiento.
4. Implantar acciones para mejorar la competencia técnica de la función de mantenimiento.
5. Desarrollo de conceptos *Kaizen* en los aspectos relacionados con los métodos de trabajo y gestión de mantenimiento.
6. Participación integral de todo el personal relacionado con las operaciones de la empresa en las acciones de mantenimiento.

Seguramente las anteriores estrategias sugeridas por TPM se constituyen en los mejores aportes al desarrollo del mantenimiento planificado. Sin embargo, desde el punto de vista del desarrollo de una organización, el TPM ha marcado una diferencia conceptual al lograr justificar y proponer acciones concretas para eliminar las barreras existentes entre los departamentos de producción y mantenimiento, en cuanto al principio de responsabilidad por el cuidado y conservación de los equipos. Lograr involucrar a todas las áreas de una fábrica para alcanzar los objetivos de productividad global, ha sido el mayor éxito de la práctica del TPM.

#### **3.2.4. Mantenimiento de calidad o *Hinshitu Hozen***

Esta clase de mantenimiento tiene como propósito mejorar la calidad del producto reduciendo la variabilidad, mediante el control de las condiciones de los componentes y condiciones del equipo que tienen directo impacto en las características de calidad del producto. Frecuentemente se entiende en el entorno industrial que los equipos producen problemas cuando fallan y se detienen, sin embargo, se pueden presentar averías que no detienen el funcionamiento del equipo pero producen pérdidas debido al cambio de las características de calidad del producto final. El mantenimiento de calidad es una clase de mantenimiento preventivo orientado al cuidado de las condiciones del producto resultante.

Mantenimiento de calidad es conocido en Japón con el nombre *Hinshitsu Kanri*. La palabra *Hinshitsu Kanri* es muy conocida en la industria japonesa ya que significa "control de calidad. Es una estrategia de mantenimiento que tiene como propósito establecer las condiciones del equipo en un punto donde el "cero defectos" es factible. Las acciones del MC buscan verificar y medir las condiciones

"cero defectos" regularmente, con el objeto de facilitar la operación de los equipos en la situación donde no se generen defectos de calidad.

Mantenimiento de calidad no es:

- Aplicar técnicas de control de calidad a las tareas de mantenimiento
- Aplicar un sistema ISO a la función de mantenimiento
- Utilizar técnicas de control estadístico de calidad al mantenimiento
- Aplicar acciones de mejora continua a la función de mantenimiento

Mantenimiento de calidad es:

- Realizar acciones de mantenimiento orientadas al cuidado del equipo para que este no genere defectos de calidad.
- Prevenir defectos de calidad certificando que la maquinaria cumple las condiciones para "cero defectos" y que estas se encuentra dentro de los estándares técnicos.
- Observar las variaciones de las características de los equipos para prevenir defectos y tomar acciones adelantándose a la situación de anormalidad potencial.
- Realizar estudios de ingeniería del equipo para identificar los elementos del equipo que tienen una alta incidencia en las características de calidad del producto final, realizar el control de estos elementos de la máquina e intervenir estos elementos.

Mantenimiento de calidad y control de calidad en el proceso no es lo mismo. Lo importante no es mantener en funcionamiento el equipo ya que es altamente fiable gracias a otros pilares TPM. Se trata de mantener los más altos estándares de calidad del producto controlando las condiciones de los elementos y sistemas de la maquinaria. El control de calidad en proceso se concentra en este, mientras que el MC se concentra en las condiciones de la maquinaria.

## Principios del mantenimiento de calidad:

Los principios en que se fundamenta el mantenimiento de calidad son:

1. Clasificación de los defectos e identificación de las circunstancias en que se presentan, frecuencia y efectos.
2. Realizar un análisis PM (mantenimiento preventivo) para identificar los factores del equipo que generan los defectos de calidad.
3. Establecer valores estándar para las características de los factores del equipo y valorar los resultados a través de un proceso de medición.
4. Establecer un sistema de inspección periódico de las características críticas.
5. Preparar matrices de mantenimiento y valorar periódicamente los estándares.

## Herramientas de análisis en el mantenimiento de calidad:

Los principales instrumentos utilizados en el MC son:

- Matriz QA o mantenimiento de calidad.
- Análisis modal de fallos y efectos.
- Método PM.
- Tecnologías para medir las condiciones de los parámetros del equipo.
- Técnicas de mejoras enfocadas (*Kobetsu Kaizen*).
- Diagramas de flujo de proceso.
- Diagramas matriciales.
- Lecciones de un punto (LUP).
- Técnicas de análisis de capacidad de proceso.

Tecnologías utilizadas en el mantenimiento de calidad para las mediciones:

- Instrumentos de medida.
- Galgas.
- Indicadores de interferencia láser.
- Máquinas de medición por láser.
- Visiogramas.
- Medidores de tensión.
- Vibrotensores.
- Osciloscopios.
- Medidores de potencia (Voltímetro).
- Termómetros.
- Rayos X.
- Medidores de ángulos.
- Contadores de partículas.
- Medidores de sonido y FFT (Fast Fourier Transform).

ETAPAS DEL PILAR MANTENIMIENTO DE CALIDAD:

El JIPM ha establecido nueve etapas para el desarrollo del mantenimiento de calidad. Estas se deben auditar y siguen las estrategias de prueba piloto, equipo modelo y transferencia del conocimiento utilizados en otros pilares TPM.

Etapas 1. Identificación de la situación actual del equipo.

Etapas 2. Investigación de la forma como se generan los defectos.

Etapas 3. Identificación y análisis de las condiciones 3M (Materiales, Máquina y Mano de obra).

Etapas 4. Estudiar las acciones correctivas para eliminar "Fugas".

Etapas 5. Analizar las condiciones del equipo para productos sin defectos y comparar los resultados.

Etapas 6. Realizar acciones *Kobetsu Kaizen* o de mejora de las condiciones 3M.

Etapa 7. Definir las condiciones y estándares de las 3M.

Etapa 8. Reforzar el método de inspección.

Etapa 9. Valorar los estándares utilizados.

### **3.2.5. Prevención de mantenimiento o mantenimiento preventivo**

Son aquellas actividades de mejora que se realizan durante la fase de diseño, construcción y puesta a punto de los equipos, con el objeto de reducir los costes de mantenimiento durante su explotación. Una empresa que pretende adquirir nuevos equipos puede hacer uso del historial del comportamiento de la maquinaria que posee, con el objeto de identificar posibles mejoras en el diseño y reducir drásticamente las causas de averías desde el mismo momento en que se negocia un nuevo equipo. Las técnicas de prevención de mantenimiento se fundamentan en la teoría de la fiabilidad, esto exige contar con buenas bases de datos sobre frecuencia de averías y reparaciones.

El mantenimiento preventivo no es un método o procedimiento que se deba seguir al pie de, la letra. Es más bien una ideología que formula unos principios básicos que cada persona interpreta y adecua a sus propias necesidades, según el tipo de empresa y de equipos, pero siguiendo los siguientes principios básicos:

1. Inspecciones programadas para buscar evidencia de falla de equipos o instalaciones, para corregirlas en un lapso de tiempo que permita programar la reparación, sin que haya paro intempestivo.
2. Actividades repetitivas de Inspección, lubricación, calibraciones, ajustes y limpieza.
3. Programación de esas actividades repetitivas con base a frecuencias diarias, semanales, quincenales, mensuales, anuales, etc.

4. Programación de actividades repetitivas en fechas calendario perfectamente definidas, siguiendo la programación de frecuencias de actividades, que deberán respetarse o reprogramarse en casos excepcionales.
5. Control de esas actividades repetitivas con base a formatos de ficha técnica, órdenes o solicitud de trabajo, hoja de vida, programa de inspección, programa de lubricación, programa de calibraciones, etc.

Un programa de mantenimiento preventivo tiene entre otras las siguientes ventajas:

1. Con el tiempo se disminuyen los paros imprevistos de equipos, que son reemplazados por paros programados.
2. Se mejora notoriamente la eficiencia de los equipos y por lo tanto de la producción.
3. Mejora notablemente la imagen del Departamento de Mantenimiento, al entregar reparaciones más confiables.
4. Después del tiempo de estabilización del programa, se obtienen una reducción real de costos:
  - a. Al disminuir las fallas repetitivas.
  - b. Por disminución de duplicación de reparaciones: una para desvarar el equipo y otra para repararlo adecuadamente.
  - c. Por disminución de grandes reparaciones, al programar oportunamente las fallas incipientes.
  - d. Por mejor control del trabajo debido a la utilización de programas y procedimientos adecuados.
  - e. Menores costos de producción por menos cantidad de productos defectuosos, debido a la correcta graduación de los equipos.
  - f. Por disminución de los pagos por tiempo extra al disminuir los paros intempestivos.

- g. Por disminución de accidentes durante la ejecución de mantenimientos, debido al trabajo programado según procedimientos escritos y no trabajos de emergencia bajo alta presión, para entregar el equipo lo más pronto posible.

Las limitaciones del mantenimiento preventivo. El mantenimiento preventivo tiene ciertas limitaciones:

1. Inicialmente pueden aumentarse aparentemente los costos de mantenimiento debido a que se deben seguir programas de frecuencias y fechas calendario que antes no se llevaban a cabo, sino que se trabajaba, hasta que el equipo se dañara. Igualmente los costos de lubricantes y otros insumos posiblemente aumenten, ya que anteriormente no se gastaban con la frecuencia requerida para lograr el correcto funcionamiento del equipo.
2. Se generan costos administrativos por diseño de formatos, registro de equipos, búsqueda de información consignación de datos, programación., etc. Posiblemente se requiera mínimo, una persona adicional para encargarse de esas labores.
3. Cuando se requieran operarios para desarrollar trabajos de mantenimiento correctivo, al comienzo del programa preventivo, éstos pueden estar ocupados en trabajos programados de mantenimiento preventivo.
4. Posiblemente se debe parar más veces la producción que antes, al menos inicialmente, para cumplir los programas de inspecciones, lubricación etc. Sin embargo estos paros serán programados, permitiendo a producción adecuar sus propios programas con la debida anticipación.
5. Como no todos los equipos se pueden incluir inicialmente en un programa preventivo, cuando fallen algunos y se deba realizar mantenimiento correctivo, se pueden generar críticas destructivas del programa.
6. Si no se respetan las fechas y frecuencias programadas, el programa no funcionará.

7. El líder de un programa preventivo debe tener una excelente comunicación y relaciones con todos los departamentos de la empresa, si no se cumple ésta condición será muy difícil sacar adelante el programa.
8. No se pueden esperar resultados importantes hasta después de 1 año de implementación de un programa de Mantenimiento Preventivo.

Para establecer con éxito un programa de mantenimiento preventivo, se deberán tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

1. Recoger toda la información histórica posible de tiempo de paro de las máquinas. Para poder establecer bases contra las que se puedan comparar los beneficios del programa preventivo a desarrollar.
2. Realizar un examen detallado de todos los equipos para determinar:
  - a. Qué equipos requieren tanto mantenimiento correctivo programado, que justifiquen más bien su reemplazo u obsolescencia.
  - b. Qué equipos formarán parte del programa inicial de mantenimiento preventivo.
  - c. Qué trabajos se deben efectuar.
  - d. Cuál sería el costo del mantenimiento correctivo programado para los, equipos seleccionados,.
  - e. Cuál sería el tiempo y las necesidades de personal para realizar el correctivo, programado y el preventivo programado.
3. Realizar mantenimiento correctivo programado inicial, a los equipos seleccionados, para que una vez iniciado el programa preventivo, no empiecen a fallar intempestivamente y alteren totalmente las frecuencias y fechas programadas de trabajos.
4. Establecer costos separados del programa de actualización de equipos o mantenimiento correctivo programado inicial.
5. Realizar la cedulación o sea, dar un número de identificación a todos los equipos de la planta, de acuerdo a unas normas previamente establecidas.

6. Seleccionar los equipos que entrarán en el programa de mantenimiento preventivo, dejando el resto de equipos, con la forma tradicional de mantenimiento que se esté llevando hasta ese momento.
7. Diseñar los formatos de ficha técnica, órdenes de trabajo, hoja de vida, formato de como realizar una inspección, de programación de inspecciones, de programación de lubricación, de programación de, calibraciones, etc.
8. Realizar un programa inicial de frecuencias y fechas calendario para las actividades repetitivas de mantenimiento preventivo, para los equipos seleccionados, de uno 6 meses de duración, al final de los cuales se evaluarán los resultados del programa contra el histórico de paros de los equipos, para introducir los correctivos necesarios, o para incluir nuevos equipos.

### **3.2.6. Mantenimiento en áreas administrativas**

Esta clase de actividades no involucra al equipo productivo. Los departamentos como planificación, desarrollo y administración no producen un valor directo como producción, pero facilitan y ofrecen el apoyo necesario para que el proceso productivo funcione eficientemente, con los menores costos, oportunidad solicitada y con la más alta calidad. Su apoyo normalmente es ofrecido a través de un proceso productivo de información.

Este mantenimiento se aplica igual que para producción, considerando que el producto de gestión administrativa es el manejo información contable y de recursos humanos. De manera similar que en producción se basa en las 5 ´S:

1. Seleccionar y ordenar,
2. Situar y organizar,
3. Sanear y limpiar,

4. Sostener y estandarizar,
5. Seguir y disciplinar.

Se empieza con la limpieza y organización de escritorios y archivos, eliminando lo innecesario y utilizando el computador, para disminuir al máximo el material escrito visible, cuyos registros de respaldo se microfilmarán o irán a archivos. Las comunicaciones entre empleados será por e-mail.

Se realiza estudio asesorado por expertos externos, para definir flujo de trabajo, reasignación de funciones que presenten duplicidad o ineficiencias. Se darán los entrenamientos realmente necesarios.

Se realizará una modificación de las instalaciones para trabajar en el ambiente más agradable posible, buscando la máxima eficiencia de los empleados.

El administrativo se basa en la implementación de las '5 S' o 5 etapas de mejoramiento:

- *SEIRI* (ordenar y seleccionar): retirar del sitio todos los objetos que no son necesarios, dejando únicamente lo necesario, en las cantidades necesarias y solo cuando es necesario.
- *SEITON* (organizar y situar): es el arreglo de los elementos necesarios, de manera que sean fáciles de usar y estén marcados de tal forma que sean fáciles de encontrar y quitar.
- *SEISO* (limpiar y sanear ): eliminar cualquier desperdicio, suciedad o material extraño al sitio de trabajo, logrando:
  - Mantener limpio los equipos y mejorar su eficiencia.
  - Mantener limpios las paredes, pisos y los elementos del área.
  - Detectar y eliminar los focos de generación de suciedad y contaminación.

- SEIKETSU ( sostener y estandarizar): es el estado que existe cuando las tres primeras etapas son mantenidas, ayudando a:
  - Mejorar el entorno del trabajo.
  - Mantener cero accidentes.
  - Mantener las tres primeras 'S', para establecer procedimientos de estandarización.
- SHITSUKE (disciplinar y seguir): es hacer de los procedimientos correctos de limpieza y mantenimiento un habito y así lograr:
  - Sostener y promover mejoramientos.
  - Estricto cumplimiento de acciones.
  - Disminuir errores y tiempos.
  - Mejorar las relaciones humanas.
  - Desarrollar el medio para futuros mejoramientos.

Existen otras 4´S adicionales a las 5´S, las cuales le permiten a las áreas administrativas continuar con las mejoras:

- Relacionadas con la mejora de Usted mismo:
  - *Shikari* (constancia): es la capacidad de toda persona para mantenerse firmemente en una línea de acción. La voluntad de lograr una meta. La constancia en una actividad: mente positiva para el desarrollo de hábitos y lucha por alcanzar un objetivo. *Shikari* significa perseverancia para el logro de algo, pero esa perseverancia nace del convencimiento y entendimiento de que el fin buscado es necesario, útil y urgente para la persona y para la sociedad.
  - *Shitsukoku* (compromiso): es cumplir con lo pactado. Cuando se empeña la palabra se hace todo lo posible por cumplir. Es una idea ética que se desarrolla en los lugares de trabajo a partir de una alta moral personal.
- Relacionadas con la organización y la empresa:

- *Seishoo* (coordinación): esta S tiene que ver con la capacidad de realizar un trabajo con método y teniendo en cuenta las demás personas que integran el equipo de trabajo. Busca aglutinar los esfuerzos para el logro de un objetivo establecido. .
- *Seido* (sincronización): *Seido* implica normalizar el trabajo, debe existir un plan de acción, normas específicas que indiquen lo que cada persona debe realizar. Los procedimientos y estándares ayudarán a armonizar el trabajo.

### **3.2.7. Grupos de trabajo**

Estos grupos tienen la misma filosofía que los círculos de calidad, con la diferencia que se enfoque en el mantenimiento con mejores resultados. La idea básica consiste en crear conciencia de calidad y productividad durante el mantenimiento en todos y cada uno de los miembros de una organización, a través del trabajo en equipo y el intercambio de experiencias y conocimientos, así como el apoyo recíproco. Todo ello, para el estudio y resolución de problemas que afecten el adecuado desempeño y la calidad de un mantenimiento, proponiendo ideas y alternativas con un enfoque de mejora continua del mantenimiento.

Generalmente, es un grupo de entre 5 a 8 personas, voluntarias de mantenimiento que se reúnen cada cierto tiempo para resolver problemas, utilizando las herramientas clásicas del control de calidad.

Los objetivos principales de estos grupos de trabajo son:

- Resolver los problemas más difíciles, los que parece que no tienen solución.
- Motivar al personal.

## FASES DE UN CÍRCULO DE MANTENIMIENTO:

- Identificación de problemas.
- Selección del problema a resolver.
- Análisis del problema seleccionado.
- Propuesta de solución del problema.
- Presentación de la propuesta a dirección.
- Dictamen de la dirección acerca de la propuesta.

Su consideración debe ser incluida en los manuales como una herramienta importante para motivar a su personal, manteniendo abiertos los canales de comunicación entre todos los niveles de mando, asegurando la participación de todos en el proceso de toma de decisiones relacionadas con la mejora de la disponibilidad de los equipos e instalaciones de la planta.

La coordinación de los círculos estará a cargo de un facilitador, fijándose en acuerdo con la gerencia de recursos humanos su frecuencia, participantes y duración. En los manuales se hará referencia, también, a las políticas que aplicará al respecto la gerencia.

La importancia de los grupos de trabajo o círculos de mantenimiento está enfocada en que todas las personas que integran el departamento de mantenimiento deberán de ayudar y cumplir con ciertas tareas específicas en las cuales también deberán de ayudar a mejorar la productividad en el departamento de producción.

Puestos importantes del departamento de Mantenimiento:

Gerente departamental: Responsable del cumplimiento de los objetivos de este sistema de la empresa. Esto implica, entre otras funciones:

- Definir las metas a alcanzar dentro de los objetivos y políticas previamente acordadas con la alta gerencia de la empresa y con su staff.
- Establecer los procedimientos para encarar el mantenimiento y para la recopilación, procesamiento, divulgación de datos y formulación de los informes correspondientes;
- Analizar los datos e informes y formular recomendaciones y/o modificaciones a los programas y "modus operandi" establecidos;
- Definir los programas de entrenamiento y capacitación del personal;
- Establecer procedimientos para la evaluación de la eficiencia del plan de mantenimiento;
- Establecer presupuesto y costos de mantenimiento;
- Establecer un registro y análisis de fallas de los equipos e instalaciones y desarrollar y/o ajustar procedimientos para su control o eliminación efectivas;
- Actualizar el Manual de Gestión de Mantenimiento;
- Definir y administrar los recursos físicos y humanos para cumplir satisfactoriamente con los objetivos y metas fijadas;
- Representar a este sistema frente a la Gerencia General y/o su staff gerencial, a los demás departamentos de la empresa y a las autoridades nacionales con competencia en las temáticas propias del ámbito de actividad de mantenimiento en cada empresa en particular.

El Gerente de Mantenimiento debe responder a un perfil de capacitación preferentemente universitaria con formación básica que cubra, por lo menos, la mayoría de las técnicas de trabajo departamental. Paralelamente, es recomendable que tenga conocimiento general de la tecnología involucrada en los procesos productivos, así como conceptos de limpieza, higiene y seguridad industriales.

Por último, pero no por ello menos importante que los requisitos anteriores, debe contar con aptitudes para dirigir y motivar la ejecución de los trabajos, es decir, debe ser "líder".

Supervisores o mandos medios: Es el enlace natural entre la gerencia y los trabajadores encargados de realizar las tareas de mantenimiento propiamente dichas, operación de los servicios a la producción, etc. Su capacitación debe ser preferentemente técnica que cubra también, y como mínimo, la mayoría de las técnicas del trabajo requeridas en el Área de Mantenimiento. También debe contar con un conocimiento general de la tecnología de los procesos productivos y de los servicios a atender, así como conocer los conceptos básicos de limpieza, higiene y seguridad industriales. También en este nivel se requiere que sean líderes, cuenten con aptitudes para dirigir y motivar al personal a su cargo en la correcta y eficiente ejecución de las tareas.

Personal operativo:

Taller: Se requiere de capacitación técnica básica, preferentemente bi o multivalente, que atienda los requerimientos propios de cada industria en particular.

Zonas: Para este segmento del Área de Mantenimiento se requiere que, además de capacitación técnica básica como mecánicos montadores, dispongan de conocimiento de la tecnología de los procesos productivos cuyos equipos e instalaciones atienden, así como de un buen ejercicio de las relaciones humanas y, paralelamente, un acatamiento exclusivo al Área de Mantenimiento.

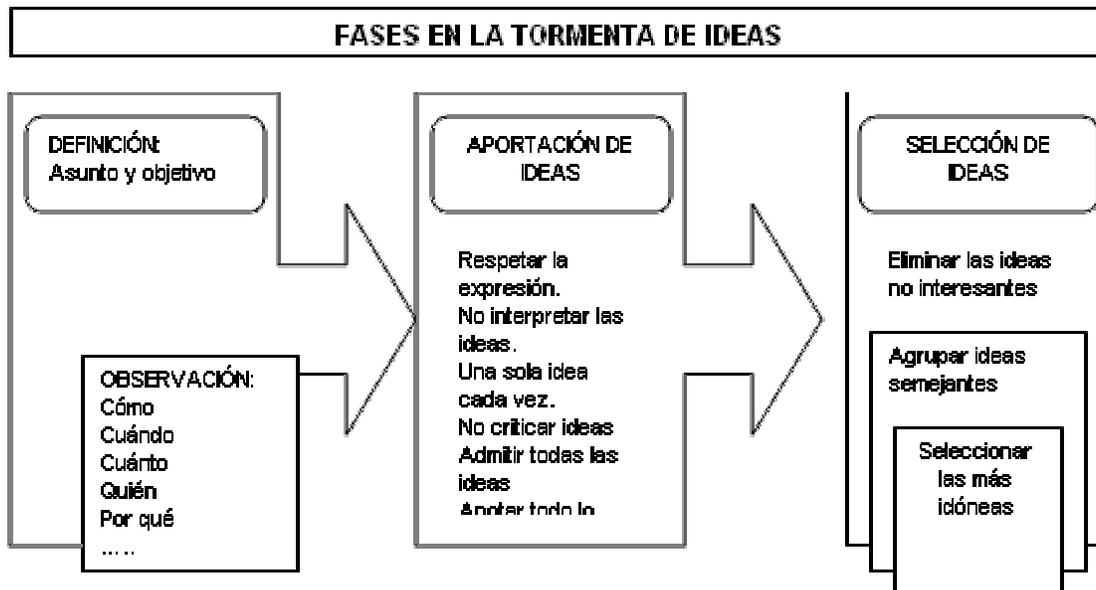
Servicios: Deben contar con formación técnica básica y con un buen conocimiento de la tecnología de los procesos a atender.

#### **3.2.7.1. Herramientas de trabajo para el círculo de calidad**

Las herramientas de trabajo del círculo de calidad del mantenimiento que más se utilizan son:

- **TORMENTA DE IDEAS:** herramienta de trabajo en grupo, muy eficaz en la identificación de problemas y causas, así como soluciones.

Figura 18. Diagrama de Tormenta de Ideas



Fuente: Carlos Monroy, Como hacer una tormenta de ideas, Pág. 11.

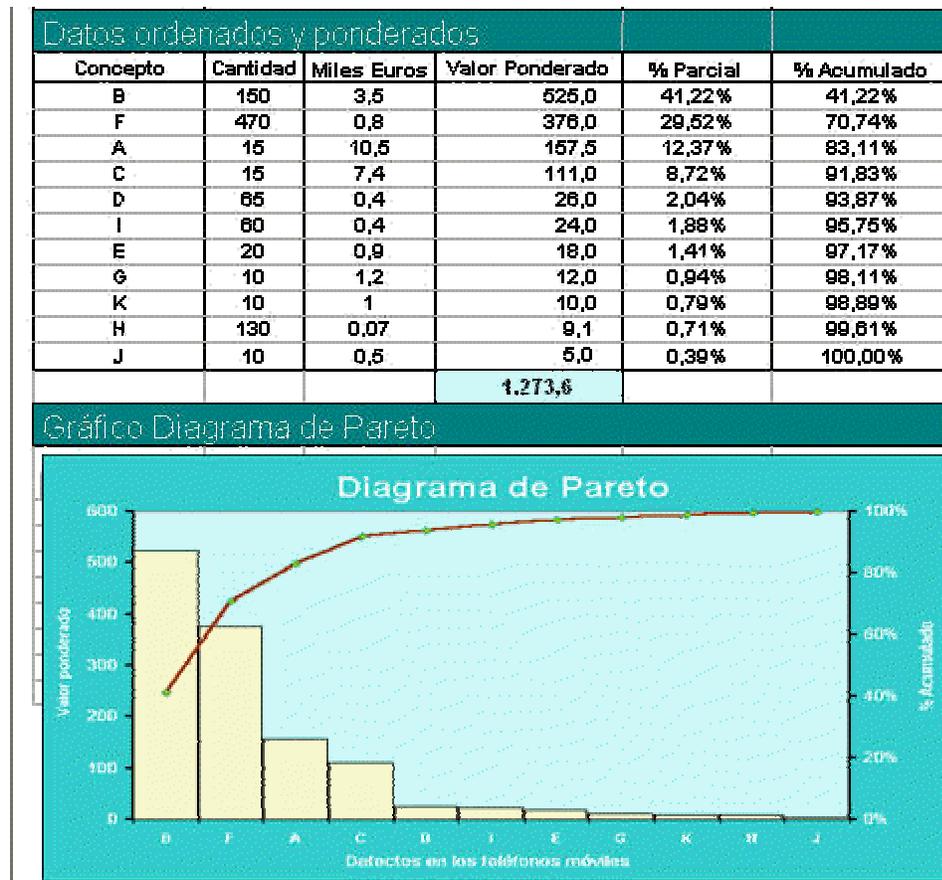
- **DIAGRAMA DE PARETO:** es una representación gráfica de los datos obtenidos sobre un problema que ayuda a identificar los problemas prioritarios. Se le conoce como 80 / 20

**PROCEDIMIENTO:**

- Identificar el problema.
- Diseñar una tabla de recogida de datos.
- Elaborar tabla con lista de ítem y totales individuales.
- Ordenar y hallar totales individuales.
- Ordenar y hallar totales acumulados.
- Dibujar el diagrama de barras y el polígono de frecuencias acumuladas.
- Se traza una línea por el 80%.

A continuación se muestra un ejemplo de cómo se realiza un diagrama de Pareto.

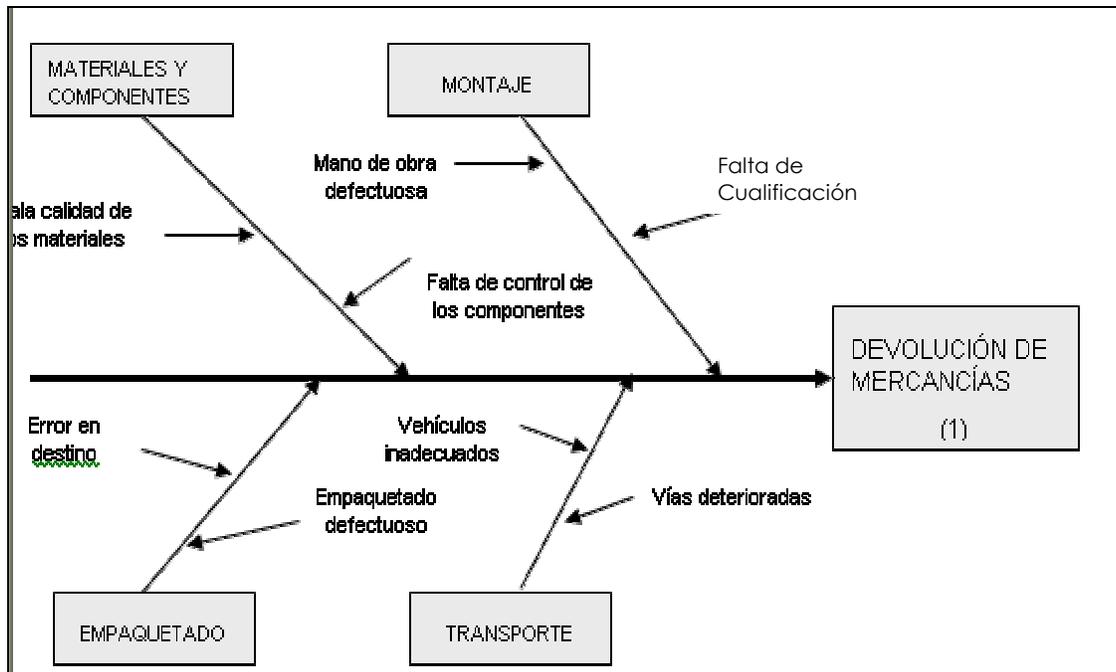
**Figura 19. Ejemplo del diagrama de Pareto**



Fuente: Carlos Monroy, Diagrama de Pareto?, Pág. 4.

- **DIAGRAMA CAUSA-EFECTO:** se representa la relación existente entre un determinado efecto y las posibles causas que lo producen.

**Figura 20. Ejemplo diagrama causa – efecto**



Fuente: Carlos Monroy, Diagrama de Pareto? Pág. 7.

Las habilidades tienen que ver con la correcta forma de interpretar y actuar de acuerdo a las condiciones establecidas para el buen funcionamiento de los procesos. Es el conocimiento adquirido a través de la reflexión y experiencia acumulada en el trabajo diario durante un tiempo. El TPM requiere de personal que haya desarrollado habilidades para el desempeño de las siguientes actividades:

- Habilidad para identificar y detectar problemas en los equipos.
- Comprender el funcionamiento de los equipos.
- Entender la relación entre los mecanismos de los equipos y las características de calidad del producto.
- Poder de analizar y resolver problemas de funcionamiento y operaciones de los procesos.
- Capacidad para conservar el conocimiento y enseñar a otros compañeros.
- Habilidad para trabajar y cooperar con áreas relacionadas con los procesos industriales.



## 4. DIAGNÓSTICO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO

Actualmente no se cuenta con un departamento de mantenimiento, por lo consiguiente no se tiene un plan de mantenimiento propio, la empresa dueña de la máquina se encarga de hacerlo cada 30 días de trabajo para mantener los estándares de los productos. Aunque con este plan se realizan algunas reparaciones menores se obvian estos casos las reparaciones mayores.

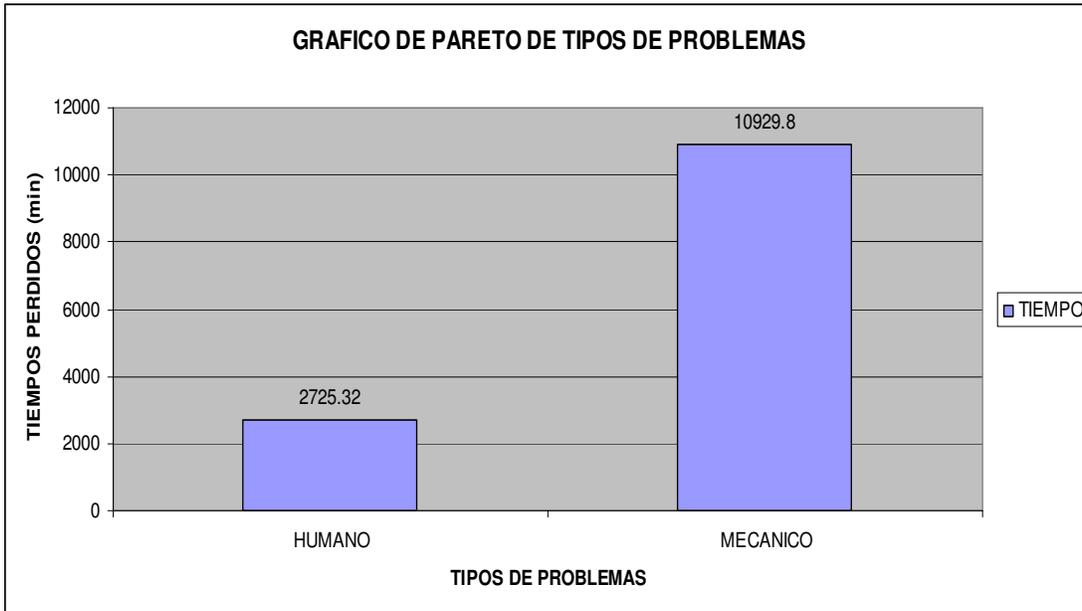
El personal que realiza las operaciones de mantenimiento preventivo es personal de la empresa de cereales, como se mencionó anteriormente este personal realiza los análisis y las reparaciones que se tiene programadas cada 30 días de trabajo, sin embargo progresivamente se procura que el personal que opera esta máquina realice las reparaciones menores sin la necesidad de llamar a alguien de la empresa de cereales para que las efectúe para ello se están realizando capacitaciones al personal con el fin de que sean ellos quienes efectúen las reparaciones menores y mayores con este personal que se mantiene en con mayor contacto con la operación de la misma.

Realizando una recapitulación podemos observar que el tiempo perdido se atribuye a los problemas mecánicos en un 80% y a los humanos un 20%. A continuación se muestra una tabla con los tiempos perdidos por parte humana y por parte mecánica, y como lo indica en la gráfica los problemas mecánicos son los más importantes en buscar una solución inmediata.

**Tabla XV. Tiempos perdidos, separados en mecánicos y humanos**

TIPO DE PROBLEMA	TIEMPO (minutos)	PORCENTAJE
HUMANO	2725.32	20%
MECANICO	10929.8	80%

**Figura 21. Gráfico de Pareto para los tiempos perdidos (mecánicos – humanos)**



#### **4.1. Análisis de la productividad actual**

Los estudios y análisis del funcionamiento y productividad de la máquina ha permitido establecer que el hecho de que las prácticas de mantenimiento son realizadas por el personal de la empresa de cereales que no utilizan frecuentemente la máquina y que este es realizado únicamente 1 vez cada 30 días disminuyen la productividad de la misma.

Como ya se mencionó anteriormente el mejorar la producción, la eficiencia, los ingresos no necesariamente son sinónimos de aumento de la productividad. La eficiencia actual de la máquina es del 40%, debido a que únicamente se está trabajando a 24 golpes por minuto cuando la capacidad de la máquina es de 60 golpes por minuto. Esto quiere decir que en lugar de producir 60 unidades que se pueden producir si se trabaja a un 100% de eficiencia. Solo se producen 24 unidades debido a que no trabaja a los niveles totales de eficiencia por los distintos problemas que se tiene actualmente por malas reparaciones o reparaciones tardías.

##### **4.1.1. Productividad de la mano de obra**

La productividad actual parcial de los productos es 142 unidades/ hora-hombre. Con la intervención de 5 personas por turno de 8 horas.

La productividad de mano de obra se calcula con respecto a las unidades producidas entre la mano de obra directa y unidades monetarias que intervienen en los procesos de producción directa.

**Tabla XVI. Resumen de conceptos y valores, productividad de la mano de obra**

<b>Descripción</b>	<b>Valor</b>
Unidades producidas promedio por hora	1429 unidades / hora
Precio de venta sin IVA	Q 0.067 / unidad
Total de ingresos promedio por hora	Q 95.71 / hora
Costo de producción de mano de obra por unidad	Q 0.028223 / unidad
Total de costo de producción por hora de mano de obra	Q 42.41 / hora

<p>TOTAL DE INGRESOS POR HORA</p> <p>INGRESOS = (PRODUCCION) * (PRECIO)</p> <p>INGRESOS = (1429) * (0.067) = <math>Q95.71/hr</math></p> <p>COSTO DE PRODUCCION DE MANO DE OBRA</p> <p>COSTO DE MANO DE OBRA = (PRODUCCION) * (COSTO)</p> <p>INGRESOS = (1429) * (0.02823) = <math>Q40.34/hr</math></p>
---

Los datos anteriores indican que la productividad parcial de la mano de obra es 2.37 Q/Q, la productividad unida a los costos evidencia que cada Q 1.00 invertido en mano de obra nos representa Q2.37 de aprovechamiento de este insumo.

PRODUCTIVIDAD DE MANO DE OBRA	
PRODUCTIVIDA	MO = $\frac{\text{INGRESOS}}{\text{INSUMO DE MO}}$
PRODUCTIVIDA	MO = $\frac{Q95.71/h}{Q40.34/h} = 2.37 Q/Q$

#### 4.1.2. Productividad de los materiales

La productividad de los materiales se refiere al nivel de utilización de los materiales, cumpliendo con los requisitos o requerimientos que se tiene de éstos, es decir si los materiales se utilizan de manera es la correcta o se tiene un mal uso de ellos.

Los materiales utilizados actualmente son los que se refieren únicamente al funcionamiento específico de la maquinaria: el plegadizo, goma de silicón y tinta para colocar la fecha de vencimiento. Sin embargo dentro de esta categoría se ignoran los materiales que se utilizan para dar mantenimiento, ya que estos están todavía a cargo de la empresa de cereales.

Para calcular la productividad de los materiales se utilizan los datos siguientes:

**Tabla XVII. Resumen de conceptos y valores, productividad de los materiales**

Descripción	Valor
Unidades producidas promedio por hora	1429 unidades / hora
Precio de venta sin IVA	Q 0.067 / unidad
Total de ingresos promedio por hora	Q 95.71 / hora
Costo de producción de materiales por unidad	Q 0. 012 / unidad
Total de costo de producción por hora de los materiales	Q 17.15 / hora

<p>TOTAL DE INGRESOS POR HORA</p> <p>INGRESOS = (PRODUCCION) * (PRECIO)</p> <p>INGRESOS = (1429) * (0.067) = <math>Q95.71/hr</math></p> <p>COSTO DE PRODUCCION DE MATERIALES</p> <p>COSTO DE MATERIALES = (PRODUCCION) * (COSTO)</p> <p>INGRESOS = (1429) * (0.012) = <math>Q17.15/hr</math></p>
---

Los datos muestran que la productividad parcial de los materiales es de 5.58 Q/Q, indicándonos que la productividad con los costos evidencia que por Q 1.00 invertido en materiales nos representa Q5.58 de aprovechamiento de este insumo.

PRODUCTIVIDAD DE MATERIALES	
PRODUCTIVIDAD MO =	$\frac{\text{INGRESOS}}{\text{INSUMO DE MATERIALES}}$
PRODUCTIVIDAD MO =	$\frac{Q95.71/h}{Q17.15/h} = 5.58 Q/Q$

#### 4.1.3. Productividad de la Energía

La productividad de la energía se refiere a el nivel de uso de la energía eléctrica, ya que esta pone en funcionamiento a la máquina empacadora y al compresor, además es la única energía que se debe de pagar o que se tienen registros.

Para calcular la productividad en esta área se utilizan los datos siguientes:

**Tabla XVIII. Resumen de conceptos y valores, productividad de la energía**

Descripción	Valor
Unidades producidas promedio por hora	1429 unidades / hora
Precio de venta sin IVA	Q 0.067 / unidad
Total de ingresos promedio por hora	Q 95.71 / hora
Costo de producción de la energía por unidad	Q 0. 018 / unidad
Total de costo de producción por hora de la energía	Q 25.73 / hora

<p>TOTAL DE INGRESOS POR HORA</p> <p>INGRESOS = (PRODUCCION) * (PRECIO)</p> <p>INGRESOS = (1429) * (0.067) = Q95.71 / hr</p> <p>COSTO DE PRODUCCION DE ENERGIA</p> <p>COSTO DE MATERIALES = (PRODUCCION) * (COSTO)</p> <p>INGRESOS = (1429) * (0.018) = Q25.73 / hr</p>
--

Los cálculos anteriores muestran la productividad parcial de la energía es 3.72 Q/Q, la productividad con los costos evidencia que por cada Q 1.00 invertido en energía nos representa Q3.72 de aprovechamiento de este insumo.

PRODUCTIVIDAD DE ENERGIA	
PRODUCTIVIDAD MO =	$\frac{\text{INGRESOS}}{\text{INSUMO DE ENERGIA}}$
PRODUCTIVIDAD MO =	$\frac{Q95.71/h}{Q25.73/h} = 3.72 Q/Q$

#### 4.1.4. Productividad de insumos

La productividad de los insumos se refiere a todos los insumos que se utilizan o que intervienen para la producción de producto. Estos insumos son los siguientes:

- Mano de obra.
- Materiales.
- Energía.

El uso eficiente de estos insumos permitirá que se continúe con el objetivo principal de una empresa o negocio, que es de mantener el producto en el mercado obteniendo ganancia a bajos costos.

Los datos siguientes permitían calcular el nivel de aprovechamiento de los insumos:

**Tabla XIX. Resumen de conceptos y valores, productividad de los insumos**

<b>Descripción</b>	<b>Valor</b>
Unidades producidas promedio por hora	1429 unidades / hora
Precio de venta sin IVA	Q 0.067 / unidad
Total de ingresos promedio por hora	Q 95.71 / hora
Costo de producción de mano de obra por unidad	Q 0.028223 / unidad
Costo de producción de materiales por unidad	Q 0.012 / unidad
Costo de producción de energía por unidad	Q 0.018 / unidad
Total del costo de producción por hora de mano de obra	Q 42.41 / hora
Total del costo de producción por hora de los materiales	Q 17.15 / hora
Total del costo de producción por hora de la energía	Q 25.73 / hora
Total del costo de producción por hora del total de insumos	Q 83.22 / hora

Los cálculos permiten establecer que la productividad parcial de los insumos es 1.15 Q/Q, la productividad unida a los costos muestra que por cada Q 1.00 invertido en insumos representa Q1.15 de aprovechamiento de todos los insumos.

<p>PRODUCTIVIDAD DE INSUMOS</p> <p>TOTAL DE INSUMOS = <math>\sum</math> MANO DE OBRA + ENERGIA + MATERIALES</p> <p>TOTAL DE INSUMOS = <math>\sum</math> Q40.34 + Q17.15 + Q25.73</p> <p>TOTAL DE INSUMOS = Q83.22</p> <p>PRODUCTIVIDAD MO = <math>\frac{\text{INGRESOS}}{\text{INSUMO DE INSUMOS}}</math></p> <p>PRODUCTIVIDAD MO = <math>\frac{Q95.71/h}{Q82.22/h} = 1.15 Q/Q</math></p>
---

## 4.2. Inspecciones

La importancia de un mantenimiento reside en determinar que es lo que se desea evaluar y con que frecuencia se deben de realizar estas evaluaciones, que se conocen como inspecciones.

En general estas inspecciones se deben realizar dependiendo de la antigüedad, uso y tipo de trabajo a las que está sometida la maquinaria.

En este caso en particular las inspecciones o evaluaciones que se realizan son bastante frecuentes ya que esta máquina no es de primera mano, sino que ha tenido varios dueños anteriormente, y cada uno tenía diferentes modalidades o formas de operarla.

#### **4.2.1. Visitas**

Son revisiones rutinarias que se realizan basándose principalmente en la observación, estas requieren en gran medida de la aplicación de todos los sentidos para detectar de mejor forma algún mal funcionamiento los equipos, éstas comprenderán trabajos de limpieza y chequeo de niveles de lubricantes, grasas. La característica principal de las visitas es que no se hacen desmontajes mayores.

Estas visitas se realizan una vez por mes, por lo que no se logra tener un buen margen del desgaste ocurrido por el uso de la máquina durante las operaciones. Con estas visitas se pueden determinar los principales problemas externos, pero para poder hacer una evaluación más específica de cada una de las partes es necesario que se realicen las inspecciones.

A continuación se presenta el formato utilizado para la realización de las evaluaciones de visitas:

**Figura 22. Formato de evaluación de visitas**

<b>FORMATO DE EVALUACIÓN DE VISITAS</b>		
CÓDIGO MAQUINARIA	DESCRIPCIÓN MAQUINARIA	FECHA
CÓDIGO EVALUADOR	NOMBRE EVALUADOR	HORA DE EVALUACIÓN
PROCESO A EVALUAR		BUENO MALO
NIVELES DE LUBRICACION		BUENO MALO
SISTEMA ELECTRICO		BUENO MALO
ESTADO DE GUARDAS O PROTECTORES		BUENO MALO
VIBRACIONES		BUENO MALO
PROCEDIMIENTOS DE OPERACIÓN		BUENO MALO
PROCEDIMIENTOS DE LIMPIEZA		BUENO MALO
<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: flex-end;"> <div style="width: 45%; border-top: 1px solid black; border-right: 1px solid black; border-bottom: 1px solid black; padding: 5px;">PERSONAL DE MANTENIMIENTO</div> <div style="width: 45%; border-top: 1px solid black; border-right: 1px solid black; border-bottom: 1px solid black; padding: 5px;">JEFE DEL ÁREA DE MANTENIMIENTO</div> </div>		

Fuente: Oscar Jurado, Formatos para maquinaria Servicios Integrados.

#### **4.2.2. Inspecciones**

Éstas se utilizan en puntos en los cuales es necesario desmontar hacer desmontajes para poder realizar limpieza y lubricación profunda como la limpieza de las líneas guías para el dobles y pegado de las solapas del plegadizo. También se realizan inspecciones cuando se reporta alguna anomalía en el equipo o maquinaria dentro de la línea. Para realizar las inspecciones los operarios necesitaran equipo de medición y diagnóstico según sea el caso de la parte o ubicación de la parte de la máquina que se este inspeccionando.

Las inspecciones que se realizan actualmente solo son en los puntos donde existen anomalías o desviaciones de calidad.

A continuación se presenta el formato utilizado para la evaluación de las inspecciones realizadas.

**Figura 23. Formato de evaluación de inspecciones**

FORMATO DE EVALUACIÓN INSPECCIONES									
CÓDIGO MAQUINARIA		DESCRIPCIÓN MAQUINARIA						FECHA	
CÓDIGO EVALUADOR		NOMBRE EVALUADOR						HORA DE EVALUACIÓN	
PARTE EVALUADA	LUBRICACION	LIMPIEZA	NIVELES DE OPERACION	SISTEMA ELECTRICO	POSEEN HERRAMIENTAS ADECUADAS	PARO DE EMERGENCIA ACTIVO	NECESITA REPARACION	ESTA EN BUENAS CONDICIONES	
BANDA TRANSPORTADORA									
DOSIFICADOR DE CAJILLA									
ARMADO DE CAJILLA									
PEGADO DE CAJILLA									
CODIFICADO DE CAJILLA									
<p>PERSONAL DE MANTENIMIENTO _____</p> <p style="text-align: right;">JEFE DEL ÁREA DE MANTENIMIENTO _____</p>									

Fuente: Oscar Jurado, Formatos para maquinaria Servicios Integrados.

### **4.2.3. Orden de trabajo**

Son las fuentes de datos relativos a las actividades desarrolladas por el personal de ejecución del mantenimiento. Éstas se emiten cuando se ha detectado mediante visitas, inspecciones, por una reparación planeada o por el reporte de algún operario algún desperfecto dentro de la línea de producción la cual no puede ser reparada inmediatamente. Al generar la orden de trabajo se debe indicar la prioridad de la misma para no tardar demasiado en hacer la reparación porque de ser así puede dañarse aún más el equipo o maquinaria. La orden de trabajo tendrá la función de reportar anomalías y solicitar la autorización para poder ejecutar los trabajos pertinentes.

Actualmente las órdenes de trabajo solo indican cuando son realizadas las reparaciones y cuales fueron las reparaciones efectuadas cada 30 días, aún cuando las solicitudes de reparación se den diariamente o por semana según el caso particular. Las órdenes de trabajo son realizadas por el jefe producción de bodega de Servicios Integrados, cuando los ajustes no llegan a cumplir con los índices de calidad o producción establecidos.

De existir la necesidad de una reparación mayor o ajuste que no se puede efectuar por los operarios se hace, es necesaria la comunicación con el jefe de mantenimiento de la empresa de cereales para que puedan coordinar a una persona que se presente a analizar el problema, y que realice la reparación necesaria.

El sistema actual de órdenes de trabajo se realiza mediante solicitud de reparación por parte del personal operativo, la inspección previa del jefe de producción de planta de Servicios Integrados. Después de dicha solicitud se

procede a realizar la reparación inmediata o el llenado de la orden de trabajo. De ser necesaria la reparación de manera urgente es necesario contactar al jefe de mantenimiento de la empresa de cereales.

Además de indicar la prioridad, el tipo de defecto encontrado, se debe de especificar qué trabajo es necesario efectuar, en el caso que se conozca cual deba ser el trabajo a realizar. De igual manera los materiales y repuestos a utilizar, la hora y fecha de solicitud de reparación, la persona y el puesto que este tiene y por último la firma y nombre tanto del jefe de mantenimiento como la persona que realizará o esta realizando la reparación o mantenimiento.

**Figura 24. Formato para órdenes de trabajo**

ORDEN DE TRABAJO MANTENIMIENTO PARA COOPACKER		
<b>DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO</b>	NO. XXXX  COO	
PRIORIDAD:	URGENTE <input checked="" type="radio"/> PUEDA ESPERAR <input checked="" type="radio"/>	REPARACIÓN MAQUINA EMPACADORA SEMIAUTOMATICA COOPACKER
TIPO DE DEFECTO:	MECANICO <input checked="" type="radio"/> ELECTRICO <input checked="" type="radio"/>	ESTETICO <input checked="" type="radio"/> SEGURIDAD <input checked="" type="radio"/>
TRABAJO NECESARIO A EFECTUAR:		
_____		
_____		
_____		
_____		
REPUESTOS NECESARIOS A UTILIZAR:		
_____		
_____		
_____		
_____		
HORA Y FECHA DE LA SOLICITUD:		
_____		
PERSONA QUE LO SOLICITA:		
_____		
PUESTO DE TRABAJO:		
_____		
_____		
PERSONAL DE MANTENIMIENTO		
_____		
JEFE DEL ÁREA DE MANTENIMIENTO		

Fuente: Oscar Jurado, Formatos para maquinaria Servicios Integrados.

### **4.3. Rutina de mantenimiento**

El buen funcionamiento de un programa de mantenimiento se basa en rutinas de mantenimiento. En las cuales se realizan visitas e inspecciones, éstas con el fin de llevar un control más planificado del estado de la maquinaria.

Por otra parte, de las rutinas de mantenimiento también depende buena administración del tiempo y los repuestos dependen de las rutinas de mantenimiento ya que éstas son las acciones que permiten dar un buen mantenimiento preventivo y correctivo actualmente. Las visitas son las principales fuentes de información global del estado de la máquina, las inspecciones brindan un detalle más a fondo del estado de la maquinaria y el plan de mantenimiento es el medio mediante el cual se puede optimizar el tiempo utilizado para reparaciones y el tiempo de obtención de los materiales.

#### **4.3.1. Rutina de visita**

Las visitas se realizan 1 semana antes de la fecha de mantenimiento para verificar los niveles de funcionamiento de la máquina. Este tipo de rutina del mantenimiento es la principal para determinar si de forma externa la maquinaria se encuentra en buen funcionamiento o si son necesarias reparaciones de estética, de presentación o de seguridad externa de la misma.

Esta es la primera verificación del funcionamiento de la máquina, aunque no es una observación a detalle brinda una idea general de la situación. Esta visita la realiza una persona que integra el departamento de mantenimiento de la empresa de cereales. En esta visita se verifica que los niveles de calidad sean los

adecuados, la información que se anotó en las órdenes de trabajo y se hace una breve investigación con los operarios acerca de los problemas mas frecuentes que se tienen, anotando todos estos datos para llevar un registro de todos los posibles problemas que se deberá resolver con el mantenimiento.

Una de las funciones que con más frecuencia se realiza en las rutinas de visitas es el chequeo de los niveles de aceite.

Un ejemplo de la rutina de visita en la máquina realizada tanto por el personal de mantenimiento de la empresa de cereales como el personal operativo de Servicios Integrados familiarizado con la operación de la máquina. A continuación se describe la verificación del funcionamiento de la máquina para la dosificación del plegadizo:

1. Se debe operar el control de alimentador de cartón para uno o dos cartones y vigilar conforme van pasando por la máquina.
2. Si cualquier problema surgiese, se debe detener y tomar una acción correctiva. Esta acción correctiva no es más que nivelar las cadenas para que el plegadizo baje al mismo tiempo y que el sistema vibratorio este ajustado.
3. Cuando el cartón pueda correr suavemente a través de la máquina se debe escoger varios cartones e inspeccionarlos cuidadosamente para patrones de pegamento apropiados, buen sello de pegamento, sellos y carencia de marcas en la superficie.

### **4.3.2. Rutina de inspección**

El procedimiento para las inspecciones depende en gran parte del uso que se le da a la maquinaria, además de tomarse en cuenta las instrucciones del fabricante y las condiciones locales que puedan influir en la periodicidad necesaria para definir las inspecciones.

La utilización de una lista de los elementos a inspeccionar durante las diversas inspecciones, así como las formas de ejecución de las mismas, es de gran importancia y de gran ayuda para el personal de mantenimiento esto permitirá eficientizar el tiempo de inspección y que los requerimientos de las piezas, equipo y materiales para el mantenimiento se encuentren con facilidad de acceso, por tal razón esta rutina se debe realizar 3 días antes de la fecha programada para el mantenimiento y que con ello se pueda obtener todo lo necesario a tiempo.

Si en el transcurso de una inspección se detecta algún deterioro importante que pone en riesgo la seguridad del equipamiento, es recomendable la reparación inmediata. Si esto no fuera posible, es conveniente impedir la utilización del equipo.

En la rutina de inspección se utilizan algunos aparatos y herramientas que ayudan a determinar si es necesario hacer reparaciones, ajustes o cambios en el momento que se realiza el mantenimiento, ya que en este proceso se debe desarmar por algunos momentos la máquina para poder verificar los niveles de lubricación, vibración y desgastes de las piezas y otros factores que son importantes para la calidad del producto.

Una de las inspecciones que se realizan con mayor frecuencia es la revisión de los niveles de lubricación tanto de los tanques que contienen los aceites, como

el nivel de engrase que tiene las piezas. Adicionalmente a estos es muy importante chequear la presión que llega a los puntos importantes de salida de aire comprimido.

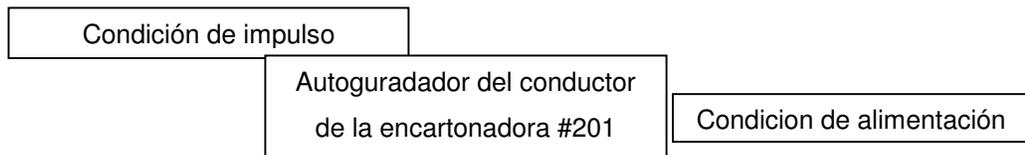
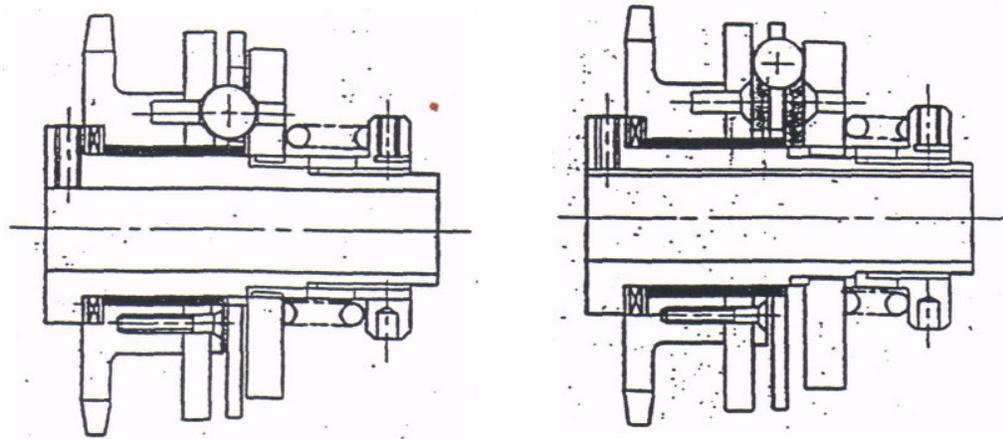
Estas rutinas de inspecciones se enfocan en las revisiones de lubricación para no afectar la eficiencia de la máquina, limpieza alrededor dentro y alrededor para que su funcionamiento sea el más óptimo sin obstrucciones, el sistema eléctrico se inspecciona para verificar que no tenga variaciones que alteren la calidad del producto. Las herramientas utilizadas sean las adecuadas para que estos no alteren el funcionamiento de la máquina, que los botones de paro estén en buenas condiciones ya que estos son de vital importancia para cualquier operación de alguna maquinaria. Los niveles sean los correctos como por ejemplo los niveles del tanque de goma estén siendo usados en el nivel promedio y no en los niveles del límite inferior. Si necesitan reparaciones o pueden seguir en funcionamiento.

#### **4.3.3. Rutina de mantenimiento**

Las rutinas de mantenimiento son los procedimientos específicos de mantenimiento que con toda la información recolectada en las rutinas anteriores. Estas rutinas son efectuadas por 3 personas del departamento de mantenimiento de la empresa de cereales y una persona de Servicios Integrados que opera la máquina como soporte y ayudante de mantenimiento que regularmente es quien opera la maquinaria. Las rutinas de mantenimiento están constituidas por ajustes menores o mayores, reparaciones, cambios, engrases, chequeos y modificaciones a cualquier equipo mecánico. Es importante tomar en cuenta la capacitación o inducción que se le da al personal.

Esta etapa de mantenimiento consta de las reparaciones, modificaciones y cambios necesarios, para la parte mecánica y la eléctrica, teniendo en cuenta que se debe trabajar de manera segura. Por tal razón durante esta fase de mantenimiento se debe parar la línea de producción hasta que la operación finalice. Adicionalmente al paro de línea es necesario que se desconecte la alimentación de energía eléctrica y la alimentación de aire comprimido para las bombas de succión. Es importante para realizar este proceso de mantenimiento se debe para la línea de producción cuando aun esté caliente el dispositivo de la goma, para poderla vaciar y realizar el bombeo de la misma sin problemas y antes de que se enfríe.

**Figura 25. Encartonadora vista planta**



Fuente: John Michael, **Manual básico de Langgen/Sachet**, Pág. 29.

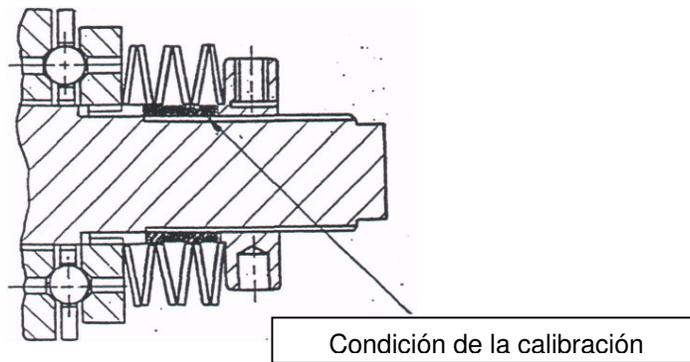
Los ajustes pequeños se hacen moviendo o añadiendo anillos espaciadores. Es ideal mantener un clutch ligero para evitar daños costosos a la máquina en un atasco pesado. Se debe lubricar y ajustar con espaciadores. No se debe apretar el clutch utilizando el resorte para mantener su posición, se deben utilizar los anillos espaciadores.

El ajuste del clutch se hace de la siguiente manera:

- Se debe girar el conducto de velocidad variable a la posición de alta velocidad.
- Se debe aflojar el collar de ajuste del clutch de forma contraria a las manecillas del reloj, hasta que el clutch se desenganche cuando sea encendida la máquina. Con el fin de hacer un ajuste sensible, es importante comenzar con una posición que sea demasiado baja.
- Se debe girar el collar de ajuste como el reloj en vueltas que van aumentando 1/4 hasta que la máquina empiece sin el desenganche del clutch.
- No se debe apretar más de 1/4 de vuelta desde el punto donde la máquina empiece a alta velocidad sin desenganchar el clutch. Girar el control de velocidad variable a su posición de velocidad normal. El clutch estará en el momento ajustado para sensibilidad máxima a alta velocidad. Si la máquina nunca funciona a alta velocidad, el ajuste del clutch puede realizarse en posición normal. Esto dará la mayor protección posible. Una vez que el troqué se encuentra lo mejor posible se deben colocar los espaciadores atrás del collar de ajuste con el fin de que el collar se asiente a la posición apropiada. Los espaciadores también sirven para centrar el resorte de sobrecarga.

Los espaciadores son mostrados en la siguiente ilustración.

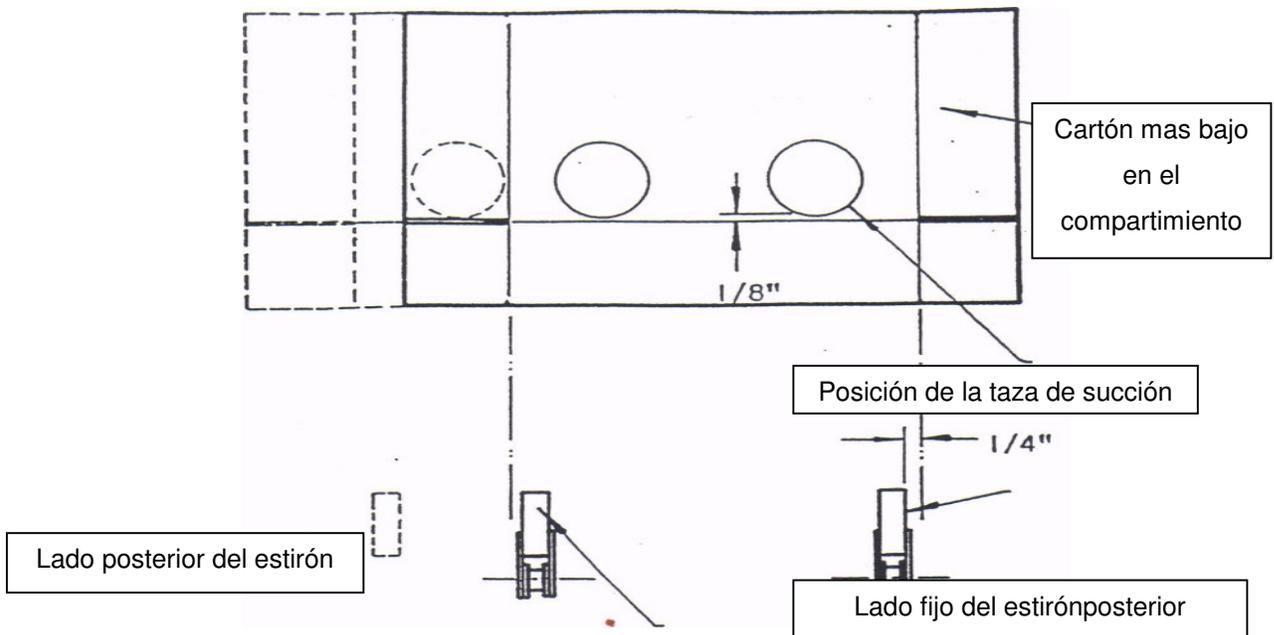
**Figura 26. Espacio del calibrador de la Encartonadora**



Fuente: John Michael, **Manual básico de Langgen/Sachet**, Pág. 30.

Los cartones en el depósito deben acomodarse con el fin de que las siguientes condiciones sean satisfechas:

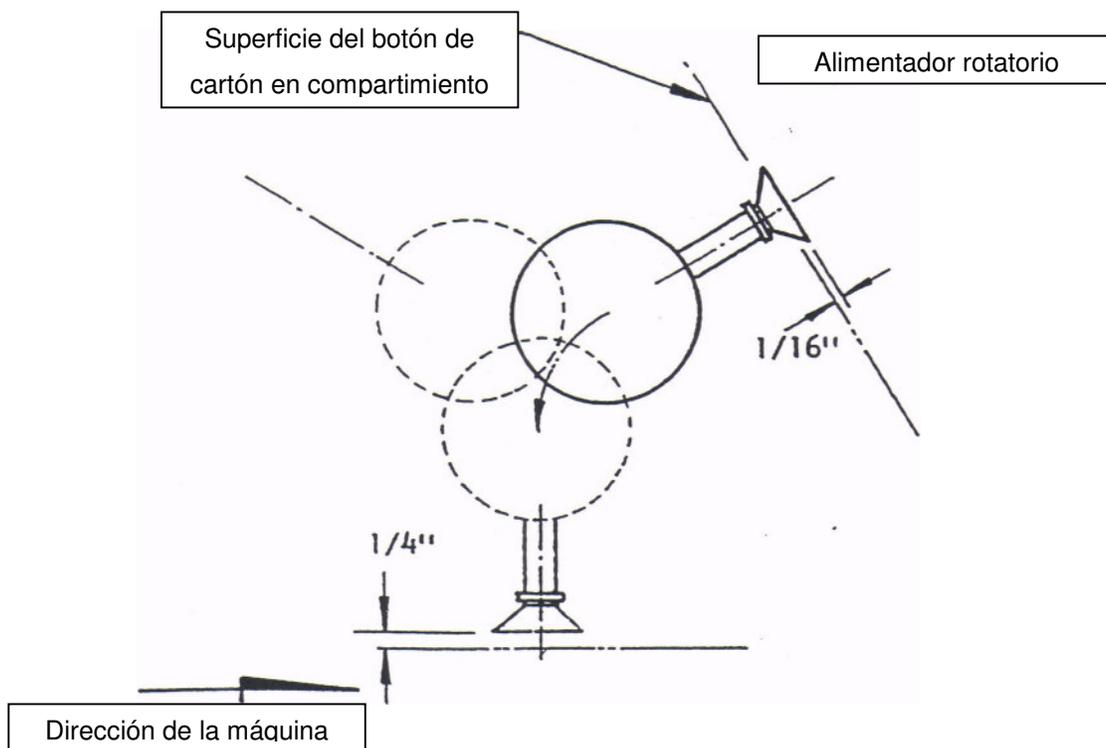
**Figura 27. Espacios de los cartones en la parte de la bomba de succión**



Fuente: John Michael, **Manual básico de Langgen/Sachet**, Pág. 31.

Los eslabones del alimentador de cartón deben ser ajustados para que sean satisfechas las siguientes condiciones:

**Figura 28. Condiciones del eslabón del alimentador del cartón**



Fuente: John Michael, **Manual básico de Langgen/Sachet**, Pág. 33.

El golpeador de la solapa dust, contrario al lado de carga, debe ajustarse para que se logren las condiciones siguientes:

- El disco golpeador (lado contrario de carga) debe estar lo más bajo posible bajo el mango, para que haga contacto con la parte inferior 8mm (3/8") de la solapa dust. Esta posición es extremadamente importante cuando el cartón tiene una gran dimensión en lo ancho.
- Los rieles de cierre para máquinas con aplicadores de pegamento son correctamente ajustados cuando la caja cierra suave y silenciosamente. Un

ruido de cierre es una señal segura de ajustes falsos. El riel de doblez de la solapa de cartón debe estar suficientemente lejos para que no forcé la solapa hacia arriba bajo la barra de soporte para el riel de levantamiento. Sin embargo, debe ser levantada antes de que la posición de aplicación de pegamento sea alcanzada.

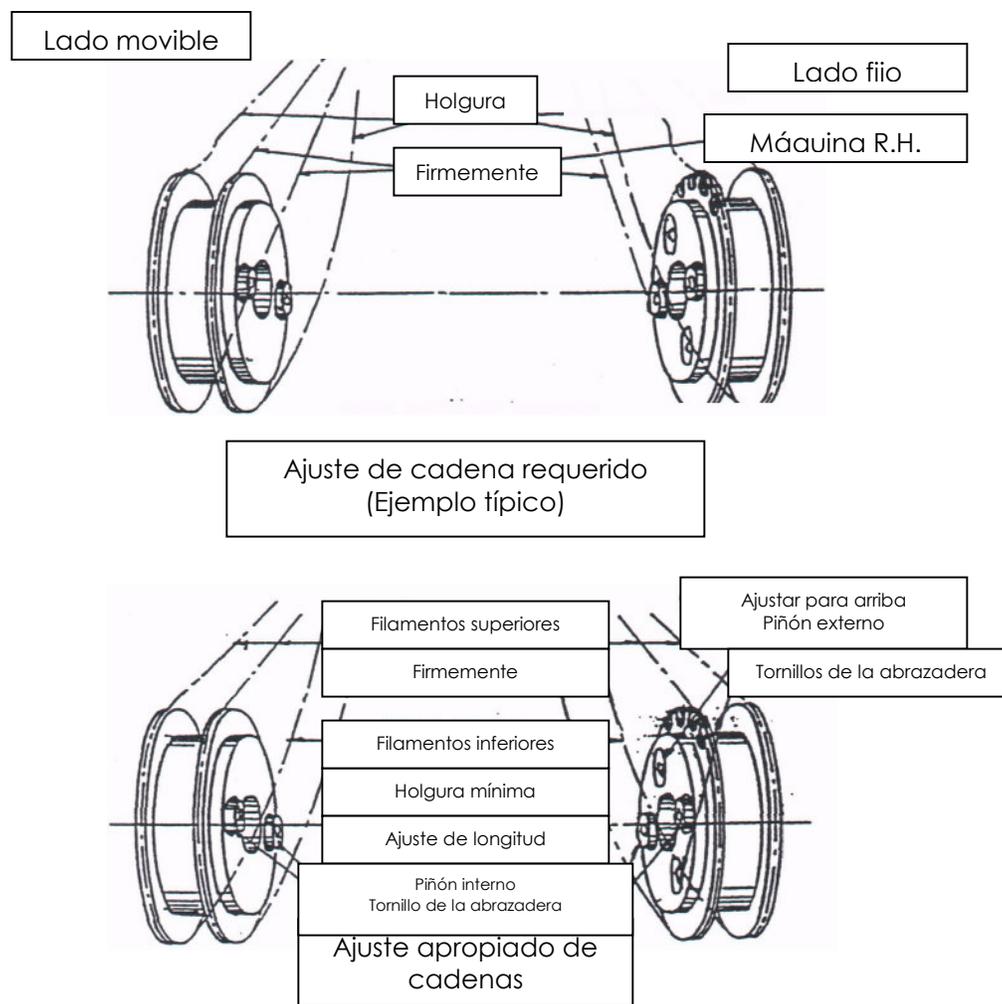
- El riel de doblez de la solapa debe doblarse rápidamente pero no tan aprisa que la misma pegue al aplicador de pegamento. El movimiento de doblez debe ser suave y silencioso.
- Los rieles de compresión deben estar suaves, derechos y paralelos y trabajar mejor con derrite caliente si son 1/32" (1mm) más ancho que la dimensión de profundidad del cartón. Si es posible, se debe ajustar la altura del riel de compresión con el fin de que el pegamento se escurra abajo de la solapa se irá debajo del riel de compresión y así no cause contaminación. De hecho estos rieles deberían llamarse rieles de detención para que su ajuste correcto pudiera ser entendido más fácilmente. Si el pegamento se escurra continuamente en un riel en particular, entonces ese riel no está definitivamente en su posición correcta.

Algunos de los procesos de mantenimiento que son muy importantes para el funcionamiento correcto de la misma, se describen a continuación:

1. Cuadrado de la cadena principal: las dos cadenas exteriores empujan el cartón a través de los labradores de cierre. Si están descuadrados el uno del otro, el cartón no cerrará apropiadamente. Una cadena exterior está colocada en el extremo del alimentador de cartón del lado móvil de la máquina. Esta cadena no es ajustable y también es la cadena maestra. Todas las otras partes de la máquina están ajustadas a ella. La cadena exterior en el lado fijo puede ser ajustada encuadrada, con la cadena

maestra. Los ajustes están hechos en los ejes de la abrazadera en cada extremo de la máquina del lado fijo. Se debe aflojar los dos tornillos en receso del socket en cada extremo y mover la cadena exterior en fase con la cadena maestra. Las cadenas internas, son ajustadas aflojando el par de tornillos del socket expuestos en ambos extremos de la máquina.

**Figura 29. Ajuste de cadenas**



Fuente: John Michael, **Manual básico de Langgen/Sachet**, Pág. 45.

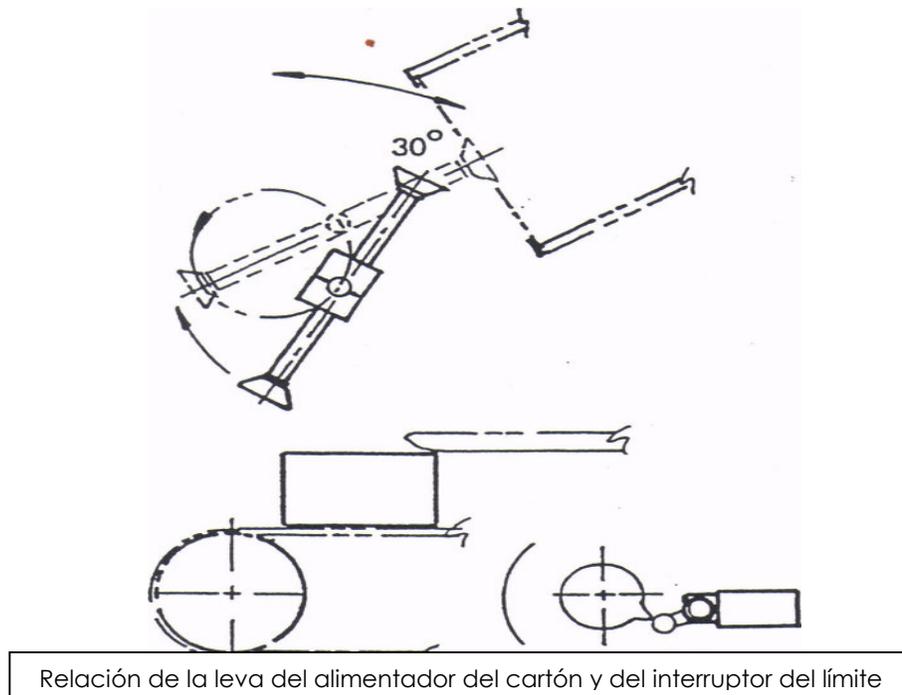
2. Tensión de cadena principal: las cadenas principales no están lubricadas así que la tensión debe ser ajustada semanalmente y con más cuidado que lo normal. Aún con cuatro cadenas en un juego similar, una o más cadenas serán un poco diferentes en longitud. La barra inactiva del carro principal, extremo del alimentador de cartón, tiene tornillos que permiten realizar tensión cuidadosa.
  - a. Se debe soltar todos los tornillos de la abrazadera en el eje de la barra y rueda conductora.
  - b. Se debe apretar los tornillos equitativamente en ambos lados hasta que la cadena más corta este a su total tensión, con el eje de la barra paralela; se debe apretar los tornillos de la abrazadera. La cadena más tensionada se debe levantar por lo menos (2") 50mm de su pista de la cadena cuando estén ajustados adecuadamente.
  
3. Igualdad de la cadena superior: la cadena superior del lado fijo está detenida en el extremo del conductor únicamente y así puede ser ajustada con la otra; cadena de referencia. Después del ajuste en fase encuadre superior, ambas cadenas juntas pueden ser movidas hacia adelante o atrás para permitir cuadrar los extremos del cartón. Las cadenas se tornan más efectivas para cartones más altos que el arrastre de la cadena. El ajuste final es hecho en el extremo inferior de la cadena conductora al carro superior. Algunos cartones tienen diferentes diseños en el borde de las solapas en cada extremo y requieren una cantidad diferente de ajuste. Podría ser necesario poner una cadena ligeramente hacia adelante o hacia otras para permitir igualdad apropiada en ambos lados. Se debe utilizar el ajuste de fase para esto o cambie la fuerza aplicada por el labrador de doblez en el lado desigual. Más fuerza jala nuevamente la tapa del cartón hacia atrás.

4. Tensionar las cadenas superiores: el ajuste de tensión en el ensamble de la cadena superior también utiliza tornillos, los que son usados en el procedimiento de tensión de cadena principal. Antes de volver a apretar los tornillos de la abrazadera se debe ver a través de las barras del carro y las de soporte y colocar el eje inactivo en posición alineada. Hay suficiente margen en las abrazaderas para dejar el eje inactivo a menos que se vuelva a apretar con mucho cuidado.
  
5. Ajustes del alimentador giratorio: si el alimentador está completamente fuera de ajuste, la geometría del alimentador giratorio de cartón es ajustado utilizando una secuencia específica. Los intentos para desviar esta secuencia causarán un funcionamiento insatisfactorio. Se debe desprender el programador "sprocket" del eje inactivo del transportador abajo del alimentador, y sostener el mecanismo de la alimentadora para que los dos "crank arm castings" estén en posición vertical y colgando hacia abajo. La superficie del lado máquinado es la referencia utilizada. Si los tubos del recipiente de succión no están exactamente verticales cuando los "crank arm castings" están en esta posición, deben hacerse vertical. Si los dos manubrios de las cajas de velocidad no están verticales, se debe corregir eso primero y luego desprender el eje de extremo cuadrado en el lado motriz dentro del marco contrario a la válvula de vacío giratoria y girar el eje cuadrado, mientras se sostienen los brazos en posición hasta que los tubos del recipiente de succión estén también verticales. Es importante revisar cuidadosamente que tanto los brazos como los tubos estén exactamente verticales; y apretar la abrazadera en el eje de extremo cuadrado. El mecanismo puede ser girado en este momento y el alimentador debe hacer el movimiento apropiado regresado a parado a la posición de abajo con el brazo y el tubo vertical. Se debe sostener el mecanismo del alimentador en esta posición y girar el conductor principal avanzando la máquina hasta que la carátula frontal de los arrastres traseros estén a la mitad del recipiente de

succión. Apretar la abrazadera en la rueda conductora la que fue aflojada para comenzar la secuencia de ajustes. Una vez que este ajuste esta hecho cuidadosamente y apretado no necesitará de más atención. Si el recipiente de succión toca el cartón en el depósito en el lugar equivocado, no debe moverse la geometría del ajuste pero si los soportes de cartón en el depósito. El eje en el recipiente de succión en el lado fijo no debe ser movido una vez que se ha localizado una posición adecuada. Entonces puede ser utilizado como una referencia para ajustar el otro eje. El eje en el lado movable puede estar sin abrazadera y deslizarse a los lados a una posición mas ancha o angosta. Las líneas de conexión de vacío deben hacerse para cada posición diferente del lado movable si el ajuste de profundidad es grande. Los tubos de soporte del recipiente de succión son ajustables dentro y fuera para que el recipiente de succión toque la pila de cartón en el depósito. El recipiente de succión debe comprimir 1/16 " (2mm) contra la pila cuando el movimiento esta a su máximo, éste se debe revisar con vacío apagado. Una vez que el recipiente de succión este programado a esta posición, los otros deben ajustarse a él por medida, disco al borde del recipiente. Medida nominal con alimentador standard es de (6") 152mm. El ajuste esta hecho cerrando el tubo en el seguro, girando el tubo hacia las manecillas del reloj para menor extensión y del lado contrario para mas extensión. No se debe ajustar la longitud del tubo a menos que el ajuste geométrico sea correcto. La válvula de vacío giratorio está avanzada o retrasada utilizando el eje de extremo cuadrado en el lado de la válvula de vacío dentro del marco. Se debe aflojar la abrazadera y girar el eje de extremo cuadrado hasta que el vacío cierre (1/4") 6mm antes de la posición de fondo del alimentador. Este ajuste puede hacerse cuando la máquina esta estacionada o mientras ésta funcionando. Velocidad ultra-rápida con un autocargador puede requerir cierre adelantado y debe hacerse con la máquina encendida.

6. La cadena tensa del golpeador alimentador: el golpeador está montado en un soporte de ángulo pesado, el cual está ahuecado donde se atornilla a la pista de la cadena y los soportes huecos del riel. Antes de que este soporte pueda moverse para tensionar la cadena, el aditamento arriba de la barra cuadrada que sostiene el riel se deberá aflojar. Después de mover el ángulo de soporte para tensionar la cadena conductora del golpeador, inspeccione el eje del golpeador para asegurarse que este vertical antes de volver a apretarse. Se debe volver a poner las abrazaderas en las barras cuadradas. Se debe revisar la cadena nuevamente en caso de que el apretar el ángulo de soporte cause sobretensión.

**Figura 30. Succionador de aire para el armado del cartón**



Fuente: John Michael, **Manual básico de Langgen/Sachet**, Pág. 31.

#### **4.4. Control y supervisión**

El control del mantenimiento se realiza mediante reportes que el jefe de taller realiza después de hacer una reparación, se lleva a cabo mediante una “orden de trabajo mantenimiento” la que se hace cuando ya se ha hecho la reparación. De esa manera sirve de control de trabajo de mantenimiento y como control de labores. Cuando se realiza una reparación de importancia dentro de la planta el jefe de mantenimiento de la empresa de cereales y el jefe de producción de bodega de Servicios Integrados son quienes dan el visto bueno del trabajo realizado en los casos en los cuales la reparación no es demasiado exigente la misma persona que realiza el mantenimiento da su visto bueno sobre la reparación.

El control de trabajos que lleva cada encargado de mantenimiento tiene como función principal para llevar el control del tiempo que este se tarda en hacerse una reparación, ya sea dentro del proceso de producción de la empresa o de alguna reparación general de la planta, así mismo permite llevar un control estadístico de los problemas o fallas que ocurren como también las soluciones y reparaciones que se realicen.

Los sistemas de control y supervisión permiten conocer que actividades son las que se realizan, cuando se realizan y que se utiliza en cada reparación o ajuste. Estos sistemas brindan un historial de las diferentes actividades que se han ejecutado y los materiales y equipo utilizados, así como quienes son las personas que intermediaron en estas operaciones.

Entre la papelería que se utiliza para el control podemos mencionar las siguientes:

- Ficha de maquinaria.
- Reporte de fallas.
- Orden de trabajo.
- Requisición de materiales y equipo para mantenimiento.

#### **4.4.1. Ficha de maquinaria**

La ficha de maquinaria es la que identifica cada máquina, asignándole un código y recopilando todos los datos que puedan identificarla, esta ficha es la parte principal del inventario técnico ya que sirve para conocer la maquinaria de la planta y así asignarle el debido programa de mantenimiento basándose en las instrucciones del fabricante y nuestras exigencias de producción. La información que se necesita para una ficha de maquinaria es la siguiente:

- Código, descripción modelo, serie: esta es información directa de la maquinaria, el código indica la identificación que se le hace en la planta, éste describe características de la maquinaria o equipo. En la descripción se puede colocar el nombre de la máquina o sus características particulares.
- Información del proveedor: esta es la descripción de la empresa que da la maquinaria, quien la hace, fecha de instalación, costo etc. esta información hace más fácil la búsqueda de soporte cuando es necesario.
- Especificaciones técnicas: en esta parte se colocan características tales como voltaje, revoluciones por minuto potencia, fases etc. éstas nos ayudan

a identificar y verificar si cumple con las necesidades de la empresa y si se adapta a las instalaciones.

- Mantenimiento: esta parte brinda información acerca de los procedimientos, periodos y repuestos necesarios para el buen mantenimiento de la maquinaria y que con ello tenga una vida útil lo mas larga posible.

Las fichas de maquinaria se llenan al momento de adquirirla. Con el paso del tiempo se realizan las modificaciones necesarias de cada uno de los rubros que en esta se realicen nuevamente. Un ejemplo de ello son los mantenimientos como en los casos de los mantenimientos ya que los procedimientos pueden ser mejorados, los repuestos pueden llegar a cambiar por discontinuidad de los mismos o de igual manera las mejoras de algunas piezas.

**Figura 31. Formato de información técnica de la maquinaria**

<b>FICHA DE MAQUINARIA</b>		
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	MODELO
FABRICANTE		SERIE
DIRECCIÓN		TELÉFONO
REPRESENTANTE COMERCIAL		FECHA DE INSTALACIÓN
COSTO DE LA MAQUINARIA	INSTALADA POR	
VOLTAJE	GOLPES POR MINUTO	
POTENCIA	FASES	
<b>MANTENIMIENTO</b>		
LUBRICACIÓN		
RECOMENDACIONES DE USO		
DETALLE DE REPUESTOS		
OBSERVACIONES		

Fuente: Oscar Jurado, Formatos para maquinaria Servicios Integrados.

#### **4.4.2. Reportes de fallas**

Este formato proporciona la información sobre los problemas mas frecuentes que ocurren durante la operación de la maquinaria es decir las fallas más frecuentes durante la operación que posteriormente se realizan las reparaciones inmediatas o de ser necesario una reparación mayor en la máquina. Estos tipos de reportes permiten tener un control estadístico de las fallas sistemáticas, al estudiar de forma adecuada la frecuencia con la que presenta fallas determinada maquinaria se puede encontrar el momento más adecuado para la reposición sin llegar a esperar que falle el componente, además gracias a este reporte se va formando un historial de fallas con el que se puede presentar información económica sobre el funcionamiento de la maquinaria que da la pauta para decidir si se continua utilizando o mejor se cambia por una más rentable.

Una falla es la finalización de la habilidad de un componente para continuar su funcionamiento correcto. Este reporte se encuentra en la máquina dentro de la línea de producción, en ésta se registran los paros describiendo las causas aparentes que lo provocaron. Se toman datos como fecha del paro, hora exacta, duración y motivo. Esta deben ser avalados por el operario y por el encargado de producción, y que servirá para justificar paros no programados en la línea de producción. La información que se necesita en esta ficha es:

- Información de la maquinaria: en este espacio se coloca la descripción de la maquinaria el código y el nombre para su identificación.
- Descripción del problema: en este cuadro se coloca información acerca del paro, la fecha, hora, duración, motivo etc. en base a ésta se puede obtener el estadístico de fallas.



#### **4.4.3. Órdenes de trabajo**

Estas funcionan cuando ocurre un problema en la línea de producción, se deben reportar para que realizar las reparaciones o modificaciones necesarias. También se anotan todos los trabajos que se deben realizar antes de un mantenimiento preventivo o correctivo. Cualquier medio ya sea por un operario o por una ficha de chequeo, debe generar una orden de trabajo indicando la naturaleza de la falla, tipo de reparación necesaria y la prioridad de la misma, ésta sirve para solicitar autorización para realizar los trabajos, además sirve de medio de información al encargado de producción. Deben ser autorizadas por el jefe de taller de mantenimiento y el jefe de producción para adecuar el horario de reparación con el fin de que no interrumpa las labores de producción ni las labores de mantenimiento. En la orden de trabajo se debe de indicar la fecha y hora conveniente para realizar la reparación.

El control de estas órdenes de trabajo, es de gran importancia ya que permite controlar el buen aprovechamiento del recurso humano, de los utensilios, equipo y demás insumos que intervienen en la rutina de mantenimiento. Así como para poder tener un historial de los insumos; cantidad, forma de uso y personal que interviene; también indica cuáles son los problemas que ocurren con mayor frecuencia y cuál es la manera más fácil de resolverlos.

#### **4.4.4. Requisición de material y equipo para mantenimiento**

Ésta es elaborada por el encargado de compras el cual hace la solicitud de materiales y repuestos para las labores del departamento, son emitidas con base en el análisis de la utilización de los repuestos y materiales por parte de bodega.

La requisición de materiales se fundamenta en el análisis del control de las órdenes de trabajo ya que en éste se reportan los materiales y repuestos utilizados en las diferentes operaciones de mantenimiento.

Toda requisición de materiales y equipo para un mantenimiento debe ser respaldada con las órdenes de trabajo y confirmada de la misma manera con el jefe de producción y el jefe de mantenimiento. Estas requisiciones deberán de ser entregadas con anticipación para que todos los requerimientos puedan estar disponibles; aunque con el estadístico de los requerimientos anteriores, el departamento de compras, procura de mantener todos los materiales a la disposición del departamento de mantenimiento.

La información necesaria en la requisición de materiales es:

- Cantidad: expresa en forma cuantitativa los repuestos y materiales necesarios.
- Fecha de la solicitud: se escribe la fecha en la cual bodega hace la requisición de los materiales.
- Observación: se anota cualquier sugerencia que se considere necesaria, por ejemplo la calidad necesaria de los repuestos y materiales, o urgencia de los mismos.
- Precio: se describe el precio unitario que se pagara por los materiales que se necesitan.
- Firma de los responsables: deberá ir firmado por el encargado de taller y el gerente de mantenimiento.





## **5. PROPUESTA DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL**

Como ya se mencionó anteriormente no basta realizar una rutina de mantenimiento si no se logra los objetivos principales de un mantenimiento y que la productividad de cada máquina pueda aumentar y no disminuir con el paso del tiempo, con las reparaciones o los ajustes que se le realizan.

La integración de esta propuesta podrá proporcionar, al departamento de producción y al departamento de mantenimiento, mejoras para la efectiva utilización de su tiempo y recursos. En el caso del departamento de producción, los tiempos de paro por ajustes y reparaciones disminuirán; y al mismo tiempo los niveles de calidad serán satisfactorios en mayor número de unidades producidas. En el departamento de mantenimiento: se lograrán los objetivos de mejora en la calidad del producto, las reparaciones se realizarán en el tiempo establecido, se optimizará el uso de los recursos y los tiempos de espera para determinado repuesto, material o equipo para reparación disminuirán.

## **5.1. Desarrollo de los pilares del programa de mantenimiento productivo total aplicados para la máquina empacadora.**

Cada uno de los pilares del mantenimiento productivo total tiene su propio enfoque pero todos buscan el mismo objetivo. Su objetivo principal es disminuir el deterioro acelerado del equipo, eliminar fallas, defectos y poder operar rentablemente.

La filosofía principal de todo mantenimiento es que el servicio se mantiene y el recurso se conserva, aquí nace la idea del mantenimiento. Con el paso del tiempo la filosofía del mantenimiento fue evolucionando dando lugar a diferentes tendencias comenzando con el pensamiento del cuidado físico de la máquina:

- Enfoque máquina:
  - Correctivo: sólo se intervenía en caso de paro o falla importante.
  - Preventivo: con establecimiento de algunas labores preventivos.
- Enfoque al servicio que presenta las máquinas:
  - Productivo: importancia de la fiabilidad para la entrega del servicio al cliente, se busca la eficiencia económica en el diseño de la planta.
  - Productivo total: lograr eficiencia del productivo a través de un sistema compresivo y participativo total de los empleados de producción y mantenimiento.

Con el paso del tiempo se ha considerado que el trabajo humano intervenía en la elaboración de un producto o servicio en un 90% y el 10% restante era trabajo de la máquina. En la actualidad, se tiene la tendencia a invertir esta relación, ya que en algunos casos las máquinas interviene en más o menos 90% y

el resto lo realiza la mano de obra. Esto obliga a las empresas modernas a basar sus utilidades en la eficacia de la conservación de sus recursos, por lo que es muy común ver que, entre empresas que elaboran productos similares con máquinas y procedimiento similares, la que obtiene mejores resultados en calidad y precio de sus productos es aquella que ha logrado establecer un eficaz sistema de conservación.

El mantenimiento debe enfocarse hacia el servicio que proporciona la máquina y no a la máquina misma; este concepto es difícil de percibir por muchas personas, sobre todo aquellas que tienen arraigado el concepto del mantenimiento de los años 50.

El mantenimiento productivo total constituye una serie de actividades ordenadas que son implementadas para mejorar la competitividad de la industria, esta permitirá su competencia organizacional gracias a:

- la reducción de los costos,
- mejora de los tiempos de respuesta,
- fiabilidad de suministros,
- el conocimiento que poseen las personas,
- la calidad de los productos y servicios finales.

La principal herramienta para poder llevar a un correcto funcionamiento e implementación del sistema de mantenimiento; mantenimiento productivo total, es necesario crear una cultura de calidad total en todos los departamentos y la necesidad de la mejora continua en los mismos. En especial el departamento de mantenimiento quien deberá orientar sus resultados a cero accidentes, cero defectos y cero averías.

Este diseño del plan de mantenimiento productivo no representa cambiar de forma completa el sistema de mantenimiento que se tiene actualmente, sino que

se refiere a organizar, planificar, dirigir y controlar de una manera mas eficiente los recursos que intervienen en el mantenimiento. Adicionalmente modificar e implementar nuevas o mejores maneras de realizar algunos métodos o rutinas de mantenimiento.

### **5.1.1. Mejoras enfocadas**

Esta fase del mantenimiento productivo total tiene como principal objetivo maximizar la efectividad global de los equipos, basándose en la mejora continua; centrando su atención en la eliminación de cualquier pérdida existente dentro de la planta de producción y conforme al orden de prioridades evaluadas de los distintos problemas. Las mejoras enfocadas se basan en la secuencia de:

- PLANIFICAR.
- HACER.
- VERIFICAR.
- ACTUAR.

PRIMERO, SELECCIÓN DEL TEMA.

El primer paso para las mejoras enfocadas es seleccionar el problema más importante a resolver. Es decir que si existen una serie de problemas que necesitan mayor atención, para la selección del tema es importante realizar una lista de los problemas más importantes y ordenarlos de manera que estos puedan ser atendidos según este listado. Es importante que, para la selección del tema, se debe buscar cual es que más afecta la productividad de la empresa y cual de las mejoras continuas tiene relación la una con la otra; así como la importancia de crear capacidades competitivas para la planta.

## SEGUNDO, CREAR ESTRUCTURA PARA EL PROYECTO.

Para poder crear una estructura del proyecto se debe definir el tema y a quienes de la planta afecta para que se pueda crear una estructura interfuncional; es decir, integrar un equipo de trabajadores que pertenezcan a diferentes áreas que estén involucrados en el proceso productivo. La formación de estos equipos permite involucrar a todas las áreas en la mejora continua, y que la distribución del trabajo sea más apropiada según las habilidades que tienen los integrantes y la supervisión del trabajo cuando se trabaja en forma de cadena.

## TERCERO, IDENTIFICAR SITUACIÓN ACTUAL Y ESTABLECER OBJETIVOS DE MEJORA.

Esta parte se refiere al análisis de la situación actual y la identificación de las pérdidas asociadas con el problema. Para esta parte se debe investigar la historia de fallas, el reporte de paros y las estadísticas de producción que se tienen para determinar de forma más detallada y por medio de la documentación proporcionada, la situación actual sobre los problemas de calidad, producción y seguridad. Esta información se presentará en forma gráfica y porcentual para que todos los involucrados en el proceso productivo sepan que pasa dentro de la planta. La definición de los objetivos en función de mejoras debe ser en forma numérica para que puedan ser medibles a lo largo del tiempo estimado.

## CUARTO, DIAGNOSTICO DEL PROBLEMA DE ESTUDIO.

Esta parte es muy importante porque se deben de establecer las condiciones básicas que aseguren el funcionamiento correcto de la máquina, es decir, la lubricación, la limpieza y el chequeo del funcionamiento correcto. Adicionalmente se deben de eliminar las causas de deficiencia y deterioro

acelerado. Utilizando las diferentes técnicas analíticas que existan o que sean necesarias para poder diagnosticar de forma correcta el problema ya definido.

#### QUINTO, FORMULAR PLAN DE ACCIÓN.

Esta parte es donde todos los integrantes de los diferentes equipos deben realizar el plan de acción, después de su selección, el análisis, el diagnóstico y las causas que lo ocasionan. El plan de acción debe contener el problema seleccionado, las causas y las posibles soluciones; deberá ser detallado para poder asignar los recursos y las tareas a los diferentes integrantes de los equipos. Además se deben incluir en esta parte a los diferentes departamentos que serán afectados o que estarán involucrados en el proceso de la rutina de mantenimiento para lograr mayor eficiencia. Este plan de acción también asigna las tareas de forma específica para poder medir el tiempo utilizado por los integrantes del equipo.

#### SEXTO, IMPLEMENTAR MEJORAS.

Después de que el plan de acción está terminado con todos los detalles y con la disposición de los recursos físicos y humanos se procede a poner en marcha el plan de acción ya establecido. Estas mejoras no deben ser impuestas por el supervisor sino deben de ser implementadas por el personal operativo y el personal del departamento de mantenimiento, aunque deben ser supervisadas y asesoradas por el jefe o supervisor de planta.

#### SEPTIMO, EVALUACIÓN DE RESULTADOS.

Es importante que todos los resultados obtenidos gracias a los procesos anteriores sean publicados para que todo el personal de la empresa pueda darse

cuenta de las mejoras alcanzadas por los equipos que participaron en el mantenimiento de mejoras enfocadas, debido a que los resultados se pueden expresar en forma numérica será más fácil cuantificar el desarrollo de los objetivos y su cumplimiento. Aunque algunos de los resultados numéricos dependerán de otro objetivo cumplido.

### **5.1.2. Mantenimiento autónomo**

Este tipo de mantenimiento radica en las rutinas de mantenimiento diarias donde los principales involucrados deben de ser las personas que operan la máquina. Esta etapa del mantenimiento productivo total, busca que todos los involucrados en la operación de la máquina puedan conocerla, que obtengan nuevas habilidades de análisis de los problemas; mejorar la forma de operación de la máquina, crear condiciones para que el equipo trabaje sin averías, ni fallos; tener mayor seguridad en la operación; mejorar la responsabilidad del trabajador y que la moral del trabajo sea la más elevada. Estas rutinas deben ser diarias y donde se puedan realizar inspecciones, ajustes menores; además se tienen que establecer algunos lineamientos y estándares para que se pueda verificar que estas rutinas diarias produzcan mejoras en el proceso productivo. Para que esta etapa de mantenimiento sea efectiva y las rutinas puedan llevarse a cabo de forma efectiva, el personal debe ser capacitado.

Esta parte del mantenimiento productivo total, deberá ser conformado por el personal operativo que opera la maquinaria, previamente capacitado en forma de dar ajustes menores a la maquinaria, el uso adecuado de las herramientas; los aceites y grasas que se utilizan y las partes que componen la maquinaria. Se debe crear una cultura de importancia para que los niveles de productividad sean altos, es decir que la cultura de productividad debe conducir a mejorar constantemente

la productividad, iniciando con mantener la maquinaria sin fallas, ni averías promedio de los ajustes. Crear una rutina de inspección previa al arranque de la maquinaria, con el establecimiento de estándares en la lubricación, vibración, presión, temperatura y sin olvidar los estándares de calidad del producto.

El desarrollo de un sistema de mantenimiento autónomo se puede realizar de la siguiente manera:

**Tabla XX. Desarrollo del mantenimiento autónomo**

Etapa	Nombre	Actividad
1	Limpieza e inspección.	Eliminar todas la suciedad y polvo que se encuentra sobre la máquina y eliminación de fugas si existen.
2	Acciones correctivas para eliminar las causas que producen deterioro acumulado en los equipos. Facilitar el acceso a los sitios difíciles para facilitar la inspección	Verificar que la limpieza anterior fue la mejor, verificación de la limpieza en los lugares mas difíciles de acceder.
3	Preparación de estándares experimentales de inspección autónoma	Establecimiento de los estándares para determinar si la limpieza y la inspección cumplen con las medidas necesarias de operación.
4	Inspección general	Capacitación y entrenamiento de los operarios para inspección haciendo uso de manuales, eliminación de pequeñas averías y mayor conocimiento del equipo a través de la inspección.
5	Inspección autónoma	Formulación e implantación de procedimientos de control autónomo. Es decir en esta parte se hace conciencia a los trabajadores acerca de la gran importancia de la productividad y la importancia que tienen el aporte de cada trabajador.
6	Estandarización	Aplicación de los estándares ya establecidos anteriormente en el caso de los elementos para ser controlados y elaboración de estándares de registro de datos, controles a herramientas, moldes, medidas de producto y patrones de calidad.

Continúa

7	Control autónomo pleno	Implementación de medidas para que los resultados de este mantenimiento pueda ser chequeado por todos los trabajadores y cómo cada vez se cumplen los estándares esperados.
---	------------------------	---

### 5.1.3. Mantenimiento planificado

Esta fase del mantenimiento productivo total, es una de las más importantes, en algunas empresas utilizan el nombre de mantenimiento preventivo o mantenimiento programado. Esta fase consiste en la necesidad de avanzar gradualmente hacia la búsqueda de la meta "cero averías" para una planta industrial. Es decir en esta fase es donde progresivamente de forma gerencial se planifica cuales serán los enfoques del mantenimiento, aquí se determina parte por parte que piezas tendrán reemplazo o tendrán su respectiva reparación.

Este tipo fase del mantenimiento productivo total, permite obtener una visión más elevada en cuanto a la prevención del mantenimiento a los diferentes equipos.

En la implementación del mantenimiento planificado se utilizaran tres estrategias, las que cuales se describen a continuación:

1. La realización de rutinas diarias, periódicas y predicativas de inspecciones para prevenir y corregir los problemas de producción y de calidad. Mediante las inspecciones diarias en las cuales se puedan verificar los estándares necesarios para determinar el arranque, es decir que previo al arranque de la maquinaria se deberá cumplir con ciertos estándares como limpieza, lubricación y calibración.

2. Utilizando una secuencia de mejora continua, se eliminará el mantenimiento correctivo, ya que por medio de las rutinas periódicas y diarias no existirán averías, ni fallas.
  
3. Las actividades de mejora continua también deberán ser aplicadas en las áreas administrativas, en especial en el departamento de mantenimiento. Este departamento es el encargado de verificar y controlar que la planificación sea la correcta y que se realicen todas las rutinas de mantenimiento como fueron planificadas.

Algunas de las técnicas que se usarán para que el mantenimiento planificado sea un éxito son:

- Por medio de la documentación, se realiza un control estadístico de las fallas más frecuentes, para identificarlas y reducirlas.
- Documentar los procedimientos de las reparaciones de la fallas, incluyendo los detalles de herramientas, insumos, personal y los tiempos empleados.
  
- Iniciar con el proceso *Kaizen* (mejoras continuas) para que el mantenimiento correctivo, no sea necesario.
- Implementar las rutinas de mantenimiento preventivo, para aumentar la vida útil de la maquinaria.
- Adquirir más competencia administrativas, por medio de la capacitación. Tener personal más capacitado y crear la cultura desde los niveles administrativos hasta los niveles operativos del mejoramiento continuo y de la necesidad de seguir un plan de mantenimiento y los beneficios que este traerá.

#### **5.1.4. Mantenimiento de calidad**

Esta fase del mantenimiento productivo total tiene como propósito: mejorar la calidad del producto reduciendo la variabilidad, utilizando las herramientas del control de los componentes y condiciones del equipo que tienen contacto directo con las características de calidad del producto. A nivel industrial confundimos que los equipos producen problemas cuando fallan y se detienen, sin embargo, se presentan averías que no detienen el funcionamiento del equipo pero producen pérdidas debido al cambio de las características de la calidad del producto final.

El mantenimiento de calidad es una clase de mantenimiento preventivo orientado al cuidado de las condiciones del producto resultante. La estrategia principal de este mantenimiento de calidad busca la verificación y medición de las condiciones del punto donde el producto sea “cero defectos”.

El mantenimiento de calidad, realiza acciones de mantenimiento orientadas al cuidado del equipo para que este no genere defectos de calidad; el mantenimiento de calidad no es aplicar técnicas de calidad en el proceso de mantenimiento. El control de calidad se concentra en procesos, mientras que el mantenimiento de calidad se concentra en las condiciones de la máquina.

Los pasos para la implementación del mantenimiento de calidad son los siguientes:

1. Identificar la situación actual del equipo.
2. Investigar la generación de los defectos más frecuentes que se han encontrado de forma estadística en el reporte de fallos.
3. Identificar y analizar las condiciones de los materiales, la maquinaria y la mano de obra. Es importante ponderar que tanto afectan cada uno de estos insumos en la calidad del producto.

4. Identificar las acciones correctivas que se aplican a los diferentes defectos.
5. Analizar las condiciones del equipo para productos sin defectos y comparar los resultados.
6. Realizar actividades que conduzcan a las mejoras continuas en los materiales, maquinaria y mano de obra.
7. Establecer los estándares apropiados que permitan brindar calidad en el producto final en los materiales, maquinaria y mano de obra.
8. Implementar mejoras eficientes en los métodos de inspección. En especial en las rutinas de inspecciones que tendrán lugar diariamente de forma superficial antes del arranque del día y semanalmente previo al paro del fin de semana.
9. Verificar y evaluar periódicamente si los estándares utilizados cumplen con los requisitos de calidad del producto final.

Por medio de los reportes de paros se documenta la información y se procede a clasificar las razones de los paros como las frecuencias, por qué se presentan y las soluciones que se tienen para éstos. La realización con el equipo o tecnología para medir que los factores del equipo no generan defectos de calidad en busca de la teoría de “cero averías”. La tecnología, herramientas o equipo utilizado para estos procesos son los instrumentos de medición; pie de gallo y regla métrica, medidores de potencia o vatímetro, termómetros y medidores de ángulos. Por medio de un análisis del rendimiento de las piezas se deben determinar los estándares de las características de las piezas y del equipo. También se debe integrar dentro del mantenimiento planificado un sistema control de los estándares de piezas del equipo, que se encuentren dentro de una rutina semanal, para verificar el desempeño y el desgaste de las piezas, crear matrices que permitan desarrollar el mantenimiento de calidad y la verificación de los estándares de calidad del producto final.

### **5.1.5. Prevención del mantenimiento**

Esta fase del mantenimiento productivo total, se refiere a todas aquellas actividades que se realizan durante la fase de diseño y puesta a punto de los equipos, con el objeto de reducir los costos de mantenimiento durante su explotación. Las técnicas de mantenimiento se fundamentan en la teoría de la fiabilidad, esto exige contar con buenas bases de datos sobre frecuencia de averías y reparaciones. Es más bien una idea ideología que formula unos principios básicos que cada persona interpreta y adecua a sus propias necesidades; según el tipo de empresa y de equipos.

Las actividades que se realizan en el mantenimiento preventivo son las siguientes:

1. La importancia de las programaciones de las inspecciones permitirá identificar la falla de la maquinaria o las instalaciones para poder corregirlas en un lapso de tiempo que permita con anticipación programar las reparaciones; y así evitar los paros durante la operación. Las inspecciones como anteriormente han sido mencionadas serán antes de la operación diaria. Al finalizar la semana de producción se realiza una inspección más detallada de las piezas y del funcionamiento de la máquina.
2. Es muy importante que no se obvien las actividades aunque parezcan repetitivas, las más importantes son las inspecciones, lubricación, calibración, ajustes y limpieza; todas estas actividades deben realizarse a diario, de ser posible de dos a tres veces durante el día para verificar que no existen problemas con la máquina. Es importante que estas rutinas sean implementadas y no pasadas por alto ya que nos permitirá darle mayor vida útil a nuestro equipo.

3. La programación de estas actividades repetitivas con base a frecuencias diarias, semanales, quincenales, mensuales y anuales. La frecuencia con la que se realicen estas programaciones dependerá de las necesidades que se tienen en cada uno de los componentes o de las rutinas, por ejemplo: la limpieza de línea de producción deberá de ser cada 4 horas para que no exista un desorden en las líneas eliminando la posibilidad de los accidentes. En el caso de las inspecciones son necesarias a diario para que no pueda deteriorarse rápidamente, es decir la vida útil del componente de la maquinaria. En el caso de la lubricación deberá ser semanal. En el caso de los ajustes es recomendable que se ésta realicen en cada cambio de turno para elevar sus rendimientos.
  
4. Es necesario calendarizar cada una de las inspecciones y actividades de mantenimiento para que se tenga un record de los acontecimientos del mantenimiento. Esta calendarización deberá ser coordinada por el departamento de mantenimiento y autorizadas en conjunto con el jefe de producción y con el jefe de mantenimiento.
  
5. El procedimiento de llenar cada uno de los formatos, es de gran importancia, adicionalmente llevar record de las actividades realizadas permitirá al departamento de mantenimiento saber cómo actuar ante diferentes problemas o averías. Toda esta información deberá ser guardada en los archivos. En estas informaciones se deberá registrar toda operación que pueda afectar las operaciones de la maquinaria.

### **5.1.6. Programa de seguridad para la máquina**

La seguridad en toda área de trabajo es de gran importancia y para las operaciones es aún de mayor importancia ya que en esta área van costos ocultos que no se logran observar a simple vista.

Las operaciones que se llevan a cabo en un ambiente de trabajo seguro y saludable con el apego de las condiciones gubernamentales y los lineamientos de la empresa de cereales permitirá ser una empresa con ventajas competitivas ante otras empresas.

Para Servicios Integrados la seguridad y salud en el trabajo no son negociables, son una condición de empleo que garantizan la continuidad y el éxito del negocio, apoyando en las instalaciones y equipos seguros, entrenamiento, comunicación permanente, evaluaciones continuas y una participación activa con responsabilidad compartida entre trabajadores.

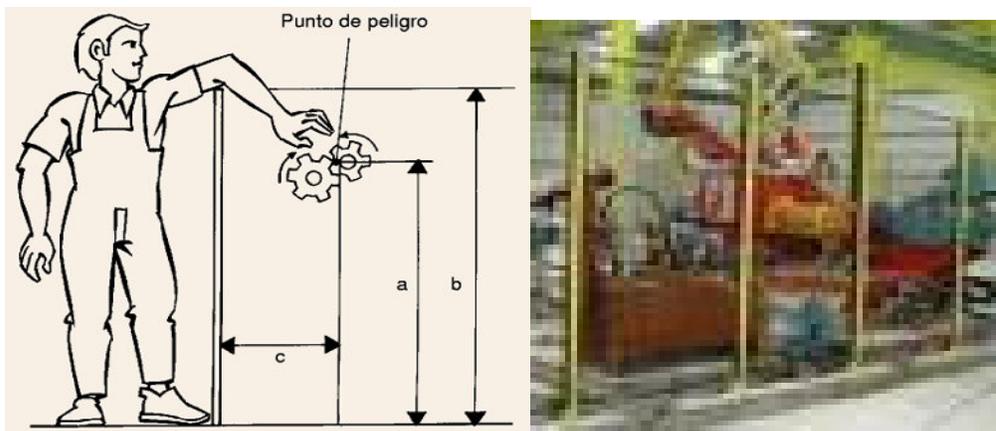
En relación al orden y la limpieza, todo el personal, debe mantener siempre ordenado y limpio su lugar o puesto de trabajo, se deben recoger los desechos que se encuentren sobre o a un lado del equipo de proceso.

El uso adecuado y constante del equipo de protección personal disminuye lesiones o daños físicos, haciendo más segura las tareas de trabajo asignadas.

El uso de anteojos y equipo de protección auditiva es de gran importancia ya que pueden surgir desperfectos mecánicos que no se pueden evitar. La capacitación al personal tanto en cuanto al uso como al por qué del equipo de protección personal es de gran importancia. Además la capacitación del personal del uso de la máquina les permitirá al personal trabajar de forma segura.

Las guardas o resguardos nunca deberán ser removidos de ninguna parte de la máquina, estando en funcionamiento, excepto que esto se requiera para darle mantenimiento o limpieza y siempre que se siga el procedimiento de bloqueo y etiquetado. Los resguardos que sean removidos para llevar a cabo mantenimiento, deberán ser puestos de nuevo inmediatamente y las máquinas no deben ser operadas mientras no tengan colocados sus resguardos. Esta terminantemente prohibido que el personal trabaje sobre o alrededor de una máquina sin resguardos en lugares de movimiento con ropa floja o suelta, con pulseras, anillos, cadenas, relojes o cualquier otra joya, así como el cabello o barba larga sin protección de redcilla.

**Figura 34. Ejemplo de aplicación de guardas o resguardos aplicados en maquinaria industrial**



### 5.1.7. Mantenimiento en áreas administrativas

Esta fase del mantenimiento productivo total, trata de involucrar a todo el personal, en especial el personal de las áreas administrativas los cuales juegan un papel muy importante en el desarrollo de la productividad de la maquinaria. El

personal de las áreas administrativas proporciona un eficiente control en los costos de producción y en el control de la calidad. La técnica de las 5´S en las áreas administrativas son similares a las del área de producción.

La aplicación de las 5´S en las áreas administrativas son las que nos permiten desarrollar un plan de mantenimiento en estas áreas, las cuales se describen a continuación:

- Ordenar y Seleccionar (*SEIRI*): mantener en el área de trabajo solo lo necesario, eliminar todo lo que no nos permita realizar nuestro trabajo de forma ordenada. En cada uno de los escritorios o cubículos debemos tener de forma ordenada la información y solo la necesaria, es decir debemos seleccionar la información mas reciente y almacenar la mas antigua. Como por ejemplo infamación financiera solo debemos tener lo de 6 meses atrás, el de un año atrás almacenarlo y mas de un año eliminarlo o enviarlo a reciclaje.
- Organizar y Situar (*SEITON*): mantener en un lugar de fácil acceso y utilizar los elementos necesarios. El fácil acceso a los implementos de uso diario nos permitirá ser más eficientes, como por ejemplo una engrapadora para unir documentos importantes, un sacabocados para almacenar información. Los leids para almacenar la información deben de estar en un lugar visible, además identificados para que la información sea de fácil ubicación para cualquier persona.
- Limpiar y Sanear (*SEISO*): mantener limpio los equipos, las paredes, pisos y elementos del área. Eliminar todos los focos de generación de suciedad y contaminación que existan en las áreas de trabajo. Las rutinas de limpieza en la áreas administrativas deben de ser 2 veces al día en la mañana y en la tarde, también es conveniente tener separado el papel y cartón del resto de basura para poder contribuir con el medio ambiente y no hacer mas voluminoso el contenedor de basura.

- Sostener y Estandarizar (*SEIKETSU*): es muy importante que el entorno de trabajo se mantenga ordenado y sea mejorado continuamente, que no existan accidentes y la estandarización de los procesos. Establecer un proceso de auto limpieza mensual en el área de trabajo, por ejemplo cada 3 meses se puede revisar la información de 6 meses antes y mandarla a almacenar, de la misma manera la información de 1 año atrás mandarlo a destrucción o reciclaje según sea el procedimiento adecuado.
- Disciplinar y Seguir (*SHITSUKE*): es crear un rutina de limpieza y mantenimiento de las áreas de trabajo, estos hábitos son muy importantes para promover los mejoramientos, y tener un estricto control de los cumplimientos de las necesidades, la disminución de los errores y el tiempo de operación de determinados procesos, un mejoramiento de las relaciones humanas y el mejoramiento continuo. Crear la rutina y mantener esa disciplina es de vital importancia establecer fechas específicas para que se continúe con la rutina de limpieza y la documentación se estandarizada para todos.

En las áreas administrativas es muy importante que las relaciones humanas puedan mejorar constantemente ya que esto les permitirá que la organización de los diferentes departamentos sean más efectivas. El personal que labora en el departamento de mantenimiento debe tener una buena capacitación o entrenamiento en la resolución de los problemas más importantes o que tienen gran frecuencia. El rol de la coordinación del departamento de recursos humanos para poderle dar seguimiento al personal que efectúa el mantenimiento es fundamental ya que estas personas deberán tener un amplio conocimiento en las diferentes áreas o recursos que tengan asignados en la reparación.

### **5.1.8. Organización de los grupos de trabajo**

El personal que labora en el departamento de mantenimiento, se ha formado una imagen, como una persona tosca, uniforme sucio, lleno de grasa, mal hablado, lo cual ha traído como consecuencia problemas en la comunicación entre las áreas operativas y este departamento y un mal concepto de la imagen, generando poca confianza.

Al igual que los círculos de calidad tienen la misma idea de crear conciencia y productividad, solo que ahora es aplicable en el mantenimiento, se debe ir creando conciencia y productividad en todos y cada uno de los miembros de una organización, a través del trabajo en equipo y el intercambio de experiencias y conocimientos, así como el apoyo recíproco.

Generalmente estos grupos de trabajo están integrados entre 5 a 8 personas. Las funciones principales que tendrán a su cargo estos grupos de trabajo son las siguientes:

- Identificación de problemas.
- Selección del problema a resolver.
- Análisis del problema seleccionado.
- Propuesta de solución del problema.
- Presentación de la propuesta a dirección.
- Aplicar el dictamen de la dirección acerca de la propuesta.

En este caso el personal que integrará estos grupos de trabajo deberán ser el mismo personal operativo que en la actualidad son 5 personas incluyendo tanto a los hombres como a las mujeres. Esto debido a que son ellos quienes conocen mejor el funcionamiento, problemas y ajustes necesarios para la operación de la

máquina. A este grupo se sumarán 3 personas del departamento de mantenimiento. Y son los siguientes:

- 2 (dos) Mecánicos.
- 1 (uno) Electro-mecánico.

Todo el personal que integre estos grupos debe estar capacitado y conocer perfectamente la forma de operar la máquina y el funcionamiento que tiene. Como objetivo especial es importante que todas las personas cuenten con capacitación constante en lo que se refiere a las herramientas y formas de uso; seguridad industrial, razones y justificación; componentes y elementos que integran la máquina; equipo a utilizar, uso, manejo y recomendaciones.

Todo el personal que trabaje en el área de mantenimiento deberá entender el por qué y las justificaciones del mantenimiento. Así mismo debe existir un líder para que pueda dirigir al resto del personal y poder distribuir las distintas actividades.

#### **5.1.8.1. Programa de seguridad para los grupos de trabajo**

La seguridad en el mantenimiento es de gran importancia tanto para los grupos de trabajo como para el departamento de mantenimiento. La importancia de la seguridad está ligada a todos los departamentos.

Las actividades que deben realizar el personal administrativo con respecto a la seguridad en mantenimiento son:

- Aplicar las medidas de seguridad.
- Instruir a los operarios de los riesgos específicos.
- Ordenar y exigir que todos los trabajadores observen las normas.

- Instruir a los trabajadores autónomos o contratados.

Las actividades que tienen que seguir las personas que realizarán el mantenimiento son las siguientes:

- Observar las normas de seguridad y medios de protección.
- Utilizar a conciencia los dispositivos de seguridad.
- Indicar al mando posibles deficiencias.
- No quitar ni modificar los dispositivos de seguridad o protección.
- No llevar a cabo, por iniciativa propia operaciones o maniobras que no sean de su competencia si pueden comprometer la seguridad propia o de otros.

La seguridad es responsabilidad de todos pero no se debe olvidar que se forma parte de un equipo de trabajo, por lo que es necesario cuidarse unos a otros para que se cumplan con los lineamientos de seguridad establecidos para todo el personal. Estos lineamientos son:

- Uso de equipo de protección personal:
  - Lentes = protección de la vista.
  - Tapones para oídos = protección auditiva.
  - Zapatos de punta de acero = protección para los pies.
  - Guantes = protección para todas las superficies calientes.
  - Uniforme = estandarización de la ropa; ayuda a que no existan ropas flojas.
  - Redecilla = protección para el producto y para el cabello.
- Orden y limpieza.
- Capacitación:
  - Uso del equipo de protección personal.
  - Manejo de la maquinaria.
  - Uso del equipo y herramientas para el mantenimiento.
  - Herramientas y formas para implementar un mejor mantenimiento en las diferentes áreas.

**Figura 35. Equipo de protección personal**



Se deben de evitar las bromas y empujones con sus compañeros de trabajo, cerca de una máquina o en horas de trabajo, respetar la rotulación de seguridad, usar el equipo de seguridad dependiendo las tareas que le sean asignadas, no correr en parejas de trabajo y/o pasillos, no se deben realizar actos que comprometan su integridad física, la de compañeros o del equipo y seguir las medidas en planes de emergencia. Algunos de los planes de emergencia son los siguientes:

- Incendios.
- Terremotos.
- Contaminación.

## **5.2. Rendimiento de las piezas**

La máquina tiene partes que no están expuestas al desgaste o stress anormal, cuando la máquina esta funcionando, entonces nunca requieren reemplazo. Hay algunas partes que se desgastan normalmente y deben ser inspeccionadas regularmente para evitar retrasos costosos. Algunas partes de las que puede esperarse desgaste rápido, requieren inspección diaria.

El estado del recipiente de succión puede afectar seriamente la función del alimentador de cartón. Los recipientes deben ser revisados diariamente en cuanto a roturas, desgaste y en ciertos tipos de desprendimiento del metal. Los fuelles deben ser revisados para un funcionamiento adecuado. El hundimiento rápido o daño frecuente es una señal segura de ajustes incorrectos del alimentador del cartón.

En circunstancias normales los recipientes deben durar de dos semanas a un mes en turno de operación sencilla. Los recipientes deben ser revisados diariamente antes de iniciar la producción. El desgaste rápido del recipiente puede ser causado por el depósito ajustado demasiado abajo. Debe haber un espacio de 1/8" a 1/4" desborde del recipiente a la parte superior del cartón colocado en la pista de la cadena en la sección de levantamiento.

Otro daño a los recipientes puede ser causado teniendo los toques del depósito demasiado flojos o que la pila de cartón caiga al área del alimentador de cartón. Esto es obviamente serio y debe ser corregido inmediatamente. Este tipo de accidentes con frecuencia pone fuera de línea los ejes giratorios de la caja de velocidad. Después de un cambio o después de hacer un ajuste al depósito o alimentador de cartón, revise siempre los recipientes para asegurarse que no pegue o rocen con algo mientras la máquina este funcionando.

Los arrastres plásticos en el transportador principal son reforzados y deben dar años de servicio, pero si permite que pegue o rocen con una parte fija de la máquina como la pista de cadena del transportador superior, las barras abridoras de cartón o los rieles sostenedores superiores, serán dañados rápidamente. Después de realizar un ajuste revise para asegurarse que los arrastres estén separados de las piezas fijas.

Aunque los arrastres de la cadena superior dan menos problemas, se recomienda revisarlos de cualquier roce con otras partes después de efectuar cambios o ajustes. Las bandas de aceleración de descarga pueden ser dañadas por desalineación o por el roce con equipo del cliente. Estas bandas son especiales y deben estar cuidadosamente protegidas de daños. Los *switches* de límite utilizados en la máquina son de tipo industrial con una larga vida de servicio. El *switch* eléctrico es renovable sin necesidad de reemplazar el *switch* entero.

El rodillo de soporte del fechador clave (balero seguidor de leva) será dañado por ajustes demasiado apretados en la presión del estampado. El ajuste es correcto cuando el carácter cepilla suavemente el rodillo de apoyo sin ningún cartón. El ajuste de presión de estampado debe hacerse con el ajuste flojo para que el disco gire manualmente para revisar la presión del estampado.

No debe sentirse ninguna aspereza conforme las estampas pasan por el rodillo. Los ajustes demasiado apretados dañan el metal y el rodillo de apoyo. Se puede lograr mayor legibilidad con el uso de una unidad de tinta porelon opcional de la máquina.

### **5.3. Desarrollo del plan de operaciones**

El plan de operación comprende a las actividades que se realizarán para la operación de la maquinaria, es decir las limpiezas, las inspecciones y demás procedimientos que conllevarán a aumentar la vida útil de la máquina. En esta parte se pueden introducir fechas exactas para mantenimientos específicos que tendrán enfoque que por lo regular no se logran realizar.

**Figura 36. Calendario del plan de operaciones, para el desarrollo del proyecto**

ID	Task Name	Start	Finish	Duration	May 2006				Jun 2006				Jul 2006			
					23/4	30/4	7/5	14/5	21/5	28/5	4/6	11/6	18/6	25/6	2/7	9/7
1	DIAGNOSTICO DEL MANTENIMIENTO	24/04/2006	24/05/2006	4.6w	█											
2	DISEÑO, DOCUMENTACIÓN Y ANÁLISIS	25/05/2006	14/06/2006	3w					█							
3	PRUEBAS PRE IMPLEMENTACIÓN	19/06/2006	06/09/2006	11.6w									█			
4	ANÁLISIS POST IMPLEMENTACIÓN	06/07/2006	07/08/2006	4.6w									█			
5	DOCUMENTACIÓN POST IMPLEMENTACIÓN	08/08/2006	21/08/2006	2w									█			

- Diagnostico del mantenimiento: evaluación y observación de los componentes que interactúan dentro del mantenimiento.
- Diseño, documentación y análisis: por medio la teoría del mantenimiento productivo total, se debe determinar cuál es la mejor manera de hacer funcional el mantenimiento productivo total.
- Pruebas pre implementación: se debe hacer las pruebas para verificar la factibilidad de las modificaciones.
- Análisis post implementación: se comprueba que las implementaciones del mantenimiento productivo total son las mejores.
- Documentación post implementación: se documenta la información final de las modificaciones respectivas de las mejoras con respecto al mantenimiento productivo total.

El diagnóstico del plan de mantenimiento; es la observación y evaluación de las rutinas actuales del mantenimiento. Para esta parte se realiza una rutina de mantenimiento, se observa, se toman apuntes, no se hacen sugerencias ni se interactúa, es solamente un espectador.

El diseño, documentación y análisis; gracias a la información que se logra recaudar del diagnóstico es momento de documentar toda la información adicionalmente a esta información la teoría que se tiene con anterioridad son utilizadas para realizar un diseño de la propuesta del plan de mantenimiento productivo total conjuntamente el análisis permite que el diseño final sea el más adecuado, previo a sus pruebas de implementación.

Las pruebas de implementación; son la parte donde se corrobora que el diseño acertadamente es el correcto. Es necesario que se realicen las pruebas en situaciones reales, es decir que ahora al momento de efectuar una rutina de mantenimiento no sea solamente un espectador u observador sino que exista participación y opinión. Es aquí donde se realizan las pruebas respectivas para integrar de forma equitativa los grupos de trabajo, creando de esta manera la ideología y conciencia de la importancia del mantenimiento productivo total.

El análisis post implementación, es la parte donde después de las pruebas ya realizadas se debe de definir con cuáles las acciones urgentes que se deben de tomar, estandarizar los procesos y establecer metas y determinar la manera con la que se llevara continuidad a los cambios o modificaciones del plan actual.

La documentación post implementaciones, se refiere al seguimiento que se llevará por medio de los formatos anteriormente presentados y el archivar dicha información. Esta información se presenta en forma resumida a todo el personal por medio de gráficas colocadas en lugares visibles.

A continuación se presentan los procedimientos más importantes que se deberán de seguir para el funcionamiento de la maquinaria.

### 5.3.1. Prearranque

El procedimiento de pre-arranque, en el caso de la unidad *Nordson* de pegamento derretido en caliente. El principal interruptor debe estar encendido y el *switch* para el sistema de goma debe ser revisado para ver que está prendido. El *switch* de la unidad de derrite en caliente debe ser revisado para ver que está prendido. El *switch* de la unidad de derrite en caliente está en su propio gabinete. Al mismo tiempo se debe asegurar que el *switch* de encendido y apagado de las pistolas de pegamento está en apagado, (luz de piloto apagado). Si los cartones son pasados a través de la máquina por la estación de pegamento en una máquina equipada con derrite en caliente mientras que el pegamento está frío y las pistolas de pegamento son encendidas, se pueden ocasionar daños costosos pueden hacerse a las pistolas de pegamento.

Con el fin de que el operador tenga tiempo de asentar la línea después de que empieza la producción se sugiere, la siguiente lista de revisión:

- Llenar el compartimiento de cartón con cartones.
- Llenar la reserva de pegamento de derrite en caliente. Es particularmente importante desarrollar hábitos muy limpios para llenar el tanque. Mantener ambas, la caja de pegamento cubierto con sus tapas, y la cubierta del tanque de derrite en caliente excepto cuando se está llenando. El equipo que derrite en caliente es calentado a 350 F ó 177 C. Quemaduras a esta temperatura son extremadamente peligrosas y dolorosas.
- Chequear el nivel de aceite en la reserva en la bomba de vacío, llenar con aceite sin detergente # 10 si es necesario. Drenar el aceite gastado del depósito del mofle de la bomba de vacío.
- Chequear el nivel de aceite en la lubricadora principal de aire de la máquina en donde la línea de aire conecta a la máquina y llenarlo con aceite sin detergente # 10 si es necesario. La aceitera deberá perder 6mm. (1/4") a

12mm (1/2") de aceite por turno de la aceitera. Si el uso de aceite está fuera de este nivel el control de goteo deberá ser ajustado. La rotación en el sentido de las agujas del reloj proporciona menos aceite.

- Es la responsabilidad del operador de revisar visualmente la máquina antes de que la producción empiece. Debe poner mayor atención a mangueras o cables eléctricos que rocen en piezas movibles, cartones rotos o bolsas de producto atascadas en piezas mecánicas, pegamento incorporado en los rieles o en empujadores de bolsa y la condición de las copas de succión. Deberá empezar la máquina localizando cualquier clase de ruidos anormales y observar cualquier forzamiento.

### **5.3.2. Arranque**

Después de que la lista de pre-arranque ha sido revisada; el operador deberá utilizar la siguiente lista para que la máquina, comience la producción.

1. Prender el aire y revisar la presión, correcta en los manómetros.
2. Se deberá encender la Bomba de Vacío.
3. Colocar el *switch* de "Pistolas de Pegamento" en PRENDIDO. (El pegamento debe estar a la temperatura de operación).
4. Seleccionar la posición CORRER.
5. Arrancar la máquina.

### **5.3.3. Revisión de funcionamiento**

Después de seguir el procedimiento de encendido se deben realizar, las siguientes revisiones deben realizarse para confirmar que el cartón está listo para la producción.

1. Se deberá operar el control de alimentador de cartón para uno o dos cartones y vigilar conforme van pasando por la máquina.
2. Si sugiera cualquier problema, detener y tomar una acción correctiva.
3. Cuando el cartón pueda correr suavemente a través de la máquina se debe elegir varios cartones e inspeccionarlos cuidadosamente para patrones de pegamento apropiados, buen sello de pegamento, sellos y carencia de marcas en la superficie.

### **5.3.4. Paro**

Cuando la producción es completa la máquina se deberá apagar de tal forma que pueda ser encendida eficientemente para la siguiente vez.

El procedimiento de paro es como sigue:

1. Después de que el último cartón haya sido retirado de la máquina cierre la bomba de vacío.
2. Detener la máquina.
3. Girar el selector "pistolas goma" a apagado. En caso de que no se gire el *switch* a apagado puede acarrear daños caros a las pistolas de pegamento durante el arranque o trabajo de mantenimiento.
4. Cerrar la entrada de aire a presión.

5. Apagar el interruptor eléctrico principal. En el equipo de goma derrite en caliente el *switch* que activa los circuitos de calentamiento pueden dejarse encendidos con el fin de que sólo el interruptor principal se necesite encender para el próximo turno.
6. Reportar cualquier problema de la máquina no solucionado al supervisor con el fin de que pueda ser corregido antes del siguiente turno.
7. Si la máquina no está en condiciones de ser manejada, colocar un letrero en el interruptor.

### **5.3.5. Seguridad en el plan de operaciones**

La seguridad es de gran importancia como ya lo mencionamos anteriormente ya que esta nos permite evitar que existan paros de línea de producción y los costos ocultos de los accidentes.

Es importante que este personal cuente con su herramienta adecuada para el tipo de trabajo, no se debe utilizar ninguna herramienta hechiza ni una herramienta como sustituto de otra, ni utilizar cuñas para adaptar llaves al tamaño requerido. De igual manera no se debe utilizar herramientas que se encuentren dañadas. Todas las herramientas no importa a quien pertenezcan o el uso para que estén destinadas, deben ser mantenidas en perfectas condiciones. Todas las herramientas defectuosas deben ser etiquetadas y retiradas del lugar de trabajo para que no sean utilizadas.

El reportar un peligro rápidamente. Los peligros pequeños deben ser eliminados rápidamente. Los problemas más complicados deben ser reportados a una persona para que los elimine. También el área debe ser cerrada.

La mayoría de los accidentes industriales ocurren alrededor de maquinaria. Muchos otros están relacionados con descargas eléctricas, quemaduras o materiales peligrosos. Todos estos accidentes están causados por la descarga no controlada de energía peligrosa.

Norma de Bloqueado/Etiquetado. Sirve para eliminar muertes y lesiones. A fin de eliminar muertes sin sentido y lesiones graves en trabajadores de servicio y mantenimiento, se desarrolló una norma de Bloqueado/Etiquetado para controlar la energía peligrosa. Los bloqueos se hacen generalmente en los momentos de limpieza y reparación de equipos. Un bloqueo debe hacerse en todas las posibles fuentes de energía.

Los pasos para un buen bloqueo son:

- Avisar a los compañeros y al supervisor que se va a hacer un bloqueo. Todas las personas que pueden usar el equipo deben ser avisadas.
- Identificar las posibles fuentes de energía. Estas incluyen fuentes eléctricas, hidráulicas, neumáticas, gravedad, mecánicas, resortes y otros.
- Apagar y bloquear todas las posibles fuentes de energía. Esto significa bloquear la electricidad o poder, parar todas las partes en movimiento y bajar equipo que esté en alto, drenar o bloquear líneas, eliminar la presión e aire y soltar resortes.
- Bloquear la energía. Ponga sus propios candados en energía eléctrica, válvulas y otros controles de manera que nadie los pueda activar.
- Probar que no puede conectarse el equipo. Regresar a cualquier *switch* a “*OFF*” antes de proceder.
- Hacer limpieza y el mantenimiento que tenga que hacer.
- Después de que su trabajo sea completado, regresar todo a la posición inicial.

Los candados son intransferibles, acompañe su candado con una nota de advertencia. Conozca la maquinaria y donde se bloquea

#### 5.4. Cálculo de la productividad post-implementación

Evidentemente como se mostrará a continuación la productividad en este caso se aumenta ya que la producción aumenta, y la mano de obra continua constante así como los insumos de materiales y energía.

**Tabla XXI. Datos de producción después del análisis del TPM**

CORTE POR TURNO	UNIDADES PRODUCIDAS	CORTE POR DIA
1	32520	70620
2	38100	
3	29760	52020
4	22260	
5	21342	40576
6	19234	
7	4500	12780
8	8280	
9	28980	44460
10	15480	
11	19440	23460
12	4020	
13	12345	27782
14	15437	
15	14700	48720
16	34020	
17	43920	80460
18	36540	
19	33480	54240
20	20760	
21	40740	74940
22	34200	
23	29280	53400
24	24120	
25	40860	67260
26	26400	

Continúa

27	18000	57600
28	39600	
29	24120	44254
30	20134	
31	18935	31700
32	12765	
33	12780	25500
34	12720	
35	38040	74340
36	36300	
37	24060	45400
38	21340	
39	25020	49020
40	24000	
41	40320	66360
42	26040	
43	14880	50640
44	35760	
45	43800	72900
46	29100	
	<b>1168432</b>	<b>UNIDADES</b>

Fuente: Personal Servicios Integrados, **Datos de producción por turno.**

**Tabla XXII. Resumen de tiempos perdidos en segundos post implementación el TPM**

TURNO	goma	clave	Guías	cadena	ventosa	limpieza de máquina	falta de producto	ajustes a máquina	pestañero	falta de materiales	plegado defectuoso	falla en cono central	paquete torcido	electricidad	Otro	Total por turno
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	1 2 5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	125.
3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	-	-	2 3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	23.0
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	-	2 0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20.0

Continúa

8	-	-	-	-	-	31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	31.0
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	2 0 1	-	-	-	-	37	160	-	-	-	-	-	-	-	398.
11	1 5	-	-	-	55	110	-	-	-	-	80	-	-	-	-	260
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14	-	-	-	-	-	-	-	-	312	-	-	-	-	-	-	312.
15	-	2 6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	26.0
16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	231	-	-	231.
18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	150	-	-	-	150.
21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	121	121.
22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
27	2 4	-	1 5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	112	-	-	151
28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
29	-	-	-	-	-	-	-	-	121	-	-	-	-	-	-	121. 0
30	-	-	-	-	-	321	-	-	-	-	-	-	-	-	-	321
31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
32	-	1 7	-	-	-	-	82	-	49	-	-	-	-	-	5.5	153. 5
33	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Continúa

34	1 2 0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	120
35	-	-	1 2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12.0
36	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
37	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
38	-	-	7 4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	74.0
39	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
40	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.0
41	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
42																	
43																	
44																	
45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
46	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tot al es	2 8 6	2 6 4	1 2 4	-	55	462	119	160	482	-	80	150	343	-	126. 5	2,65 1.5	

Al aumentar la producción es evidente que los tiempos perdidos, se logran disminuir pero continúan existiendo solo que en diferentes dimensiones. Ya que el personal de producción ya esta capacitado y puede hacer las reparaciones antes de iniciar las labores. Adicionalmente el tiempo que antes se perdía en el cambio de turno, ahora se logra minimizar utilizando una rotación del personal, de forma pausada en las áreas que deben de ser relevadas. De la misma manera se hace en los tiempos de comida, se relevan las actividades.

A diferencia de este plan de mantenimiento, ya se realizan rutinas de mantenimiento de forma periódica pero con menos tiempo entre cada rutina. Adicionalmente con la documentación de cada uno de los problemas o ajustes que

sean podrá dar un enfoque más rápido y seguro en los ajustes o reparaciones. Estos ajustes en las inspecciones gracias a la experiencia e intercambio de conocimientos el personal se podrán realizar analices diarios, semanales, quincenales o mensuales. Es decir que la periodicidad de estas rutinas de inspecciones pueden ser determinadas por separado. El personal operativo ya puede realizar estas actividades de ajustes sin esperar hasta que el personal de mantenimiento llegue a hacer estos ajustes mínimos, y en el caso que existan ajustes mayores o reparaciones que se necesite una persona con mayor capacidad o conocimientos las órdenes de mantenimiento se envían por vía electrónica para que se pueda programar, la llegada o visita de la persona encargada, del área a reparar.

Gracias al mantenimiento productivo total se logra aumentar la productividad de la máquina hasta 88%, es decir ahora se realizan 53 golpes por minuto satisfactorios o mas bien 53 cajillas de producto terminado.

La productividad actual parcial de los productos es 316 unidades/ hora-hombre. Esta productividad es la que se alcanza nuevamente con la intervención de 5 personas operativas, contando con la intervención del personal de mantenimiento cada vez que sea necesario para reparaciones o ajustes mayores que no puedan ser resueltos pro el personal operativo, por turno de 8 horas.

La productividad ha podido ser aumentada utilizando una de las técnicas más utilizadas en el ámbito industrial, la de un aumento de la producción manteniendo los mismos insumos utilizados.

#### 5.4.1. Productividad de la mano de obra

La productividad de mano de obra se calcula con respecto a las unidades producidas entre la mano de obra directa en unidades monetarias que intervienen en los procesos de producción directa. En este caso el personal que interviene en esta fase no cambia y los costos siguen constantes.

**Tabla XXIII. Resumen de conceptos y valores, productividad de la mano de obra post implementación**

<b>Descripción</b>	<b>Valor</b>
Unidades producidas promedio por hora	3175 unidades / hora
Precio de venta sin IVA	Q 0.067 / unidad
Total de ingresos promedio por hora	Q 212.62 / hora
Costo de producción de mano de obra por unidad	Q 0. 028223 / unidad
Total de costo de producción por hora de mano de obra	Q 42.61 / hora

Con los datos anteriores la productividad parcial de la mano de obra es 4.99 Q/Q, indicándonos que la productividad con los costos nos indica que por Q 1.00 invertido en mano de obra nos representa Q4.99 de aprovechamiento de este insumo.

### 5.4.2. Productividad de los materiales

La productividad de los materiales se refiere al nivel de utilización de los materiales si se cumple con los requisitos o requerimientos que se tiene de estos, es decir si la utilización de los materiales es la correcta o se tiene un mal uso de ellos en este caso los materiales si se ven afectados por la cantidad de unidades producidas ya que es un valor por cada unidad producida.

Los materiales utilizados actualmente son el plegadizo, goma de silicón y tinta para las máquinas que colocan la fecha de vencimiento. Para cumplir con los requerimientos de sanidad y calidad del producto los materiales utilizados para el mantenimiento de la máquina, están bajo el costo de la empresa de cereales.

**Tabla XXIV. Resumen de conceptos y valores, productividad de los materiales post implementación**

<b>Descripción</b>	<b>Valor</b>
Unidades producidas promedio por hora	3175 unidades / hora
Precio de venta sin IVA	Q 0.067 / unidad
Total de ingresos promedio por hora	Q 212.62 / hora
Costo de producción de los materiales por unidad	Q 0.012 / unidad
Total de costo de producción por hora de los materiales de obra	Q 38.10 / hora

Con los datos anteriores la productividad parcial de los materiales es 5.58 Q/Q, esto indica que la productividad sumada a los costos muestra que por cada Q 1.00 invertido en materiales representa Q5.58 de aprovechamiento de este

insumo. Como se observa en este caso no existe diferencia en la productividad de los materiales ya que se tiene asignado un valor constante por cada unidad producida. En este caso el valor de producción es de forma unitaria no como en el caso de la mano de obra directa que el valor de producción de una unidad, es cargado al valor que se paga por hora a dicho personal.

### 5.4.3. Productividad de la energía

La productividad de la energía se refiere a el nivel de utilización de la energía eléctrica, ya que ésta es la que le proporciona la energía a la máquina empacadora y al compresor, además es la única energía que se debe pagar o de la que se tienen registros.

**Tabla XXV. Resumen de conceptos y valores, productividad de la energía post implementación**

<b>Descripción</b>	<b>Valor</b>
Unidades producidas promedio por hora	315 unidades / hora
Precio de venta sin IVA	Q 0.067 / unidad
Total de ingresos promedio por hora	Q 212.61 / hora
Costo de producción de la energía por unidad	Q 0.018 / unidad
Total de costo de producción por hora de mano de obra	Q 57.15 / hora

Con los datos anteriores la productividad parcial de la energía es 3.72 Q/Q, esto indica que la productividad sumada a los costos muestra que por Q 1.00 invertido en energía representa Q3.72 de aprovechamiento de este insumo. Al igual que la productividad de materiales los costos son unitarios a diferencia de los costos de mano de obra directa.

#### **5.4.4. Productividad de insumos**

La productividad de los insumos se refiere a todos los insumos que se utilizan o que intervienen para la producción del producto. Estos son los siguientes:

- Mano de obra.
- Materiales.
- Energía.

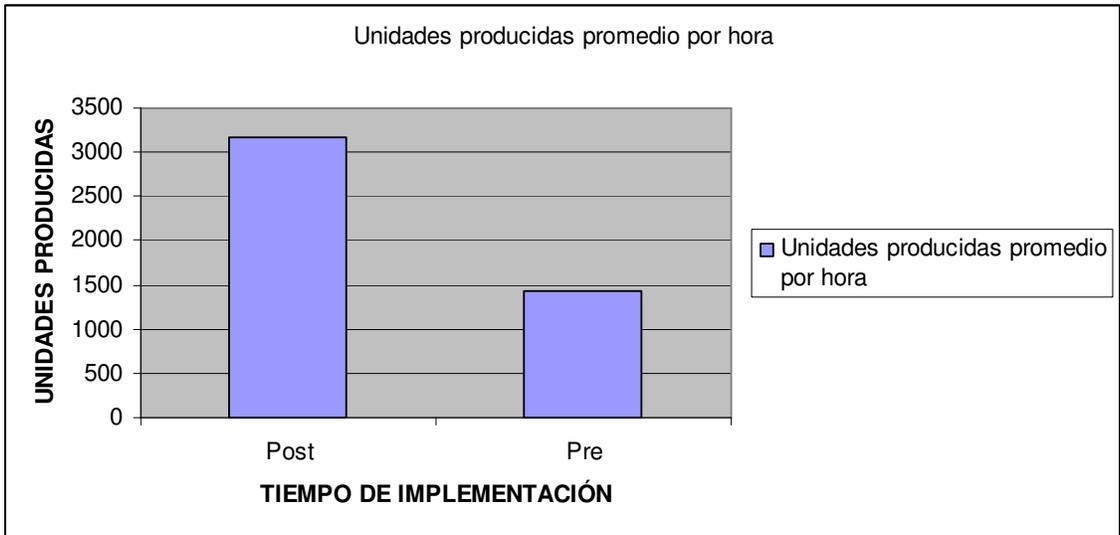
La utilización eficiente de estos insumos permitirá continuar con los objetivos principales de una empresa o negocio, el de mantener el producto en el mercado obteniendo ganancia a bajo costo.

**Tabla XXVI. Resumen de conceptos y valores, productividad de los insumos post implementación**

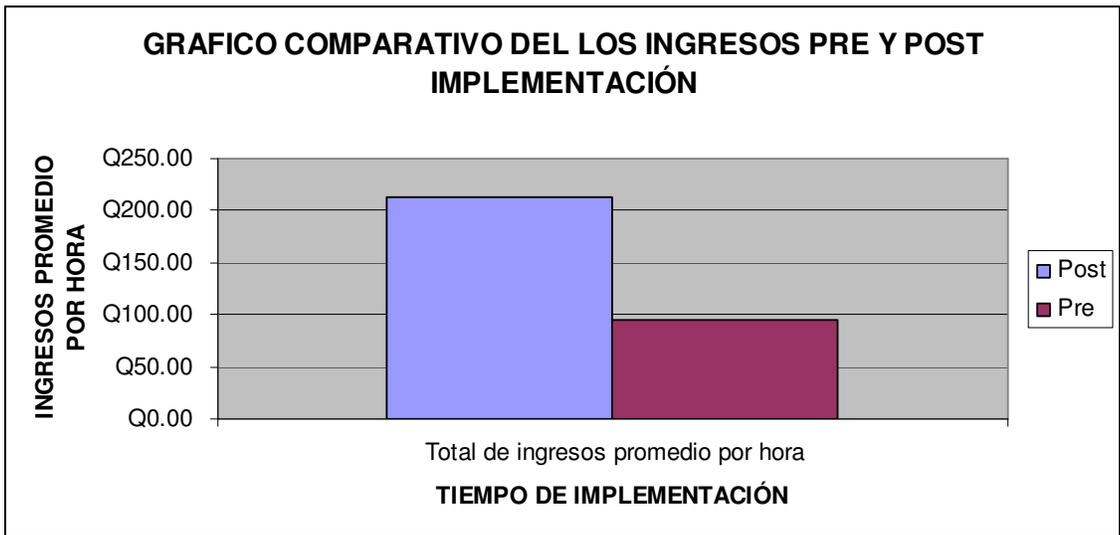
<b>Descripción</b>	<b>Valor</b>
Unidades producidas promedio por hora	3175 unidades / hora
Precio de venta sin IVA	Q 0.067 / unidad
Total de ingresos promedio por hora	Q 212.62 / hora
Costo de producción de mano de obra por unidad	Q 0.028223 / unidad
Costo de producción de materiales por unidad	Q 0.012 / unidad
Costo de producción de energía por unidad	Q 0.018 / unidad
Total del costo de producción por hora de mano de obra	Q 42.61 / hora
Total del costo de producción por hora de los materiales	Q 38.19 / hora
Total del costo de producción por hora de la energía	Q 57.15 / hora
Total del costo de producción por hora del total de insumos	Q 137.87 / hora

Con los datos anteriores la productividad parcial de la energía es 1.54 Q/Q, esto indica que la productividad sumada a los costos muestra que por cada Q 1.00 invertido en insumos representa Q1.54 de aprovechamiento de todos los insumos. En esta parte tanto como en la mano de obra directa se puede observar que existe una aumento ya que aquí se ven afectados todos los insumos que corresponden a la producción del producto terminado.

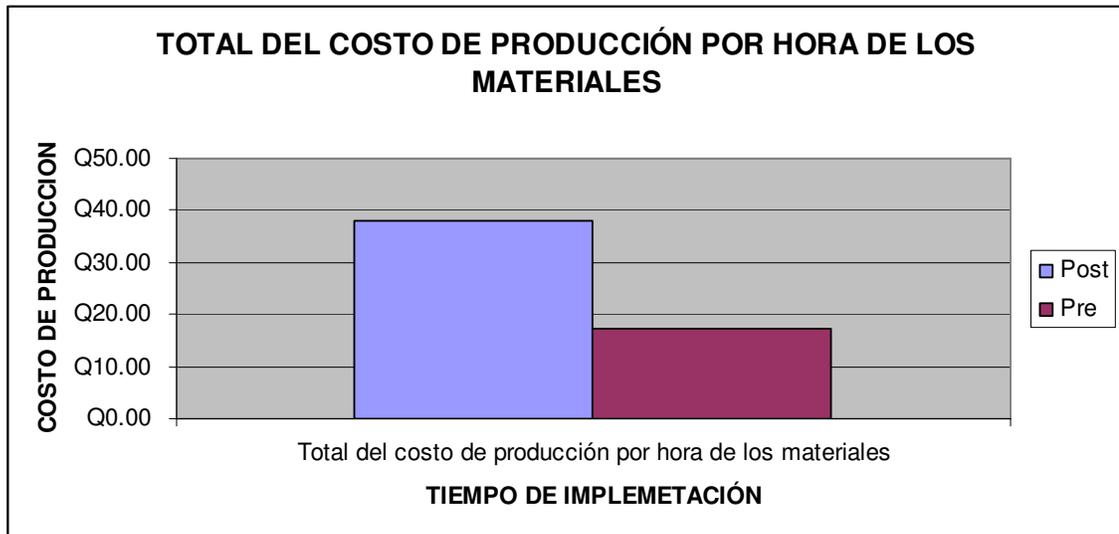
**Figura 37. Gráfica comparativa de producción, pre y post implementación**



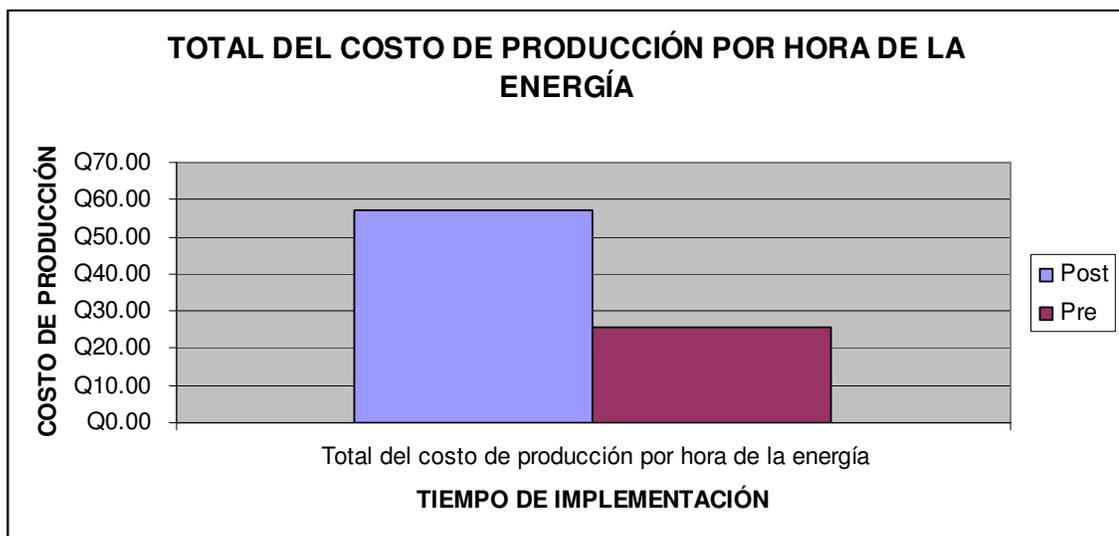
**Figura 38. Gráfica comparativa de los ingresos, pre y post implementación**



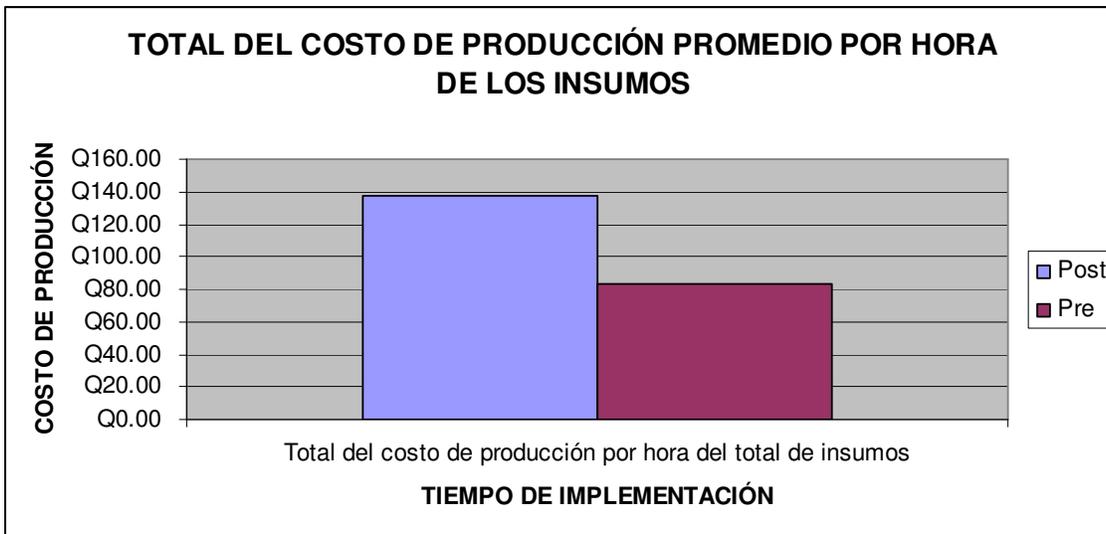
**Figura 39. Gráfica comparativa del costo de producción por hora de los materiales**



**Figura 40. Gráfica comparativa del costo de producción por hora de la energía**



**Figura 41. Gráfica comparativa del costo de producción por hora de los insumos**



### 5.5. Soluciones básicas a los problemas más comunes

Durante la realización de este proyecto se realizaron evaluaciones a los diferentes procesos en la máquina empacadora de cereales. Durante este tiempo se presentaron diferentes problemas los cuales se describen a continuación.

#### 5.5.1. Tabla de fallas para ENCARTONADORA de cartón extendido

La extensión del cargador de paquete es un accesorio que extiende el depósito del alimentador de cartón estándar a una longitud de 80 a 240 centímetros.

**Tabla XXVII. Tabla de problemas más frecuentes en la encartonadora de cartón extendido**

FALLA	CAUSA	CORRECCIÓN
Los cartones no alimentan.	El sensor de fibra óptica o reflector demasiado alto o fuera de posición.	El sensor debe estar montado con el fin de que monitoree la parte más alta de los cartones (donde empiezan a caer al depósito fijo corto). El sensor debe moverse hacia arriba hasta que la parte salida se detenga justo antes de que toquen las barras superiores del depósito 25mm (1") de espacio.
El monumento del alimentador no se apaga.	Carbones casi terminados. El sensor de fibra óptica o reflector demasiado alto o fuera de posición.	Se deberá volver a llenarla extensión del cargador con cartones.
Cartones demasiado flojos en depósito fijo cortó.	Fibra óptica demasiado baja o fuera de posición.	El sensor debe estar montado con el fin de que monitoree la parte más alta de los cartones (donde empiezan a caer al depósito fijo corto). El sensor debe moverse hacia arriba hasta que la parte salida se detenga justo antes de que toquen las barras superiores del depósito 25mm (1") de espacio.
Cartones muy apretados en el depósito fijo corto que no levanta el alimentador de cartón.	Fibra óptica demasiado alta.	El sensor debe estar montado con el fin de que monitoree la parte más alta de los cartones (donde empiezan a caer al depósito fijo corto). El sensor debe moverse hacia arriba hasta que la parte salida se detenga justo antes de que toquen las barras superiores del depósito 25mm (1") de espacio.

### 5.5.2. Tabla de detección de falla (encartonadora)

La siguiente tabla muestra las fallas de la máquina, la causa probable y la corrección. Las fallas son presentadas en el orden normal que pueden ocurrir en la máquina.

**Tabla XXVIII. Tabla de problemas más frecuentes encontrados en la máquina empacadora de cereales semiautomática**

FALLA	CAUSA	CORRECCIÓN
Los cartones no salen del depósito.	No hay vacío.	"Alimentación de cartón" encendido. Arranque bomba de vacío. Manejo manual del cartón. Revise el calibrador de vacío. Piloto encendido la válvula requiere 20 minutos mínimos. Llene el lubricador en la bomba de vacío. Revise las mangueras caídas o desconectadas cámbielas.
Los cartones no salen del depósito.	Recipientes de succión faltantes o gastados.	Cambie. El desgaste rápido de los recipientes de succión indica fallas de ajuste del alimentador de cartón. El depósito está demasiado abajo o el corte es demasiado tarde.
Los cartones no salen del depósito.	Los recipientes no tocan los cartones arriba del golpe.	Cartones deformados. Quite y cambie con cartones derechos. Barras del depósito demasiado apretado, afloje las barras para que los cartones estén libres al caer al fondo del depósito. El alimentador giratorio afloje los tornillos en los tubos del recipiente de succión. Extienda los tubos. Gire los tubos en el sentido contrario de las agujas del reloj. Se deberá medir del disco al borde del recipiente de tal forma que todos los recipientes estén uniformes.

## Continúa

Los cartones no salen del depósito.	Los cartones no avanzan.	Revise el funcionamiento del aparato fotográfico y el motor de aire en el depósito extendido únicamente. (Línea #2)
Los cartones no alimentan del depósito.	Válvula de vacío fuera Válvula de vacío de ajuste.	Alimentador giratorio. Ajuste la válvula giratoria de vacío utilizando la abrazadera dentro del marco en el lado de la válvula de vacío.
El cartón alimenta del depósito pero falla en abrirse adecuadamente.	Válvula de vacío fuera de tiempo.	Mueva el disco de plástico hacia adelante o hacia atrás hasta que el vacío cierre 1/4" (6mm) antes del punto más bajo del golpe. Este ajuste puede hacerse con la máquina encendida y es mejor realizarlo de esa forma para cierre de vacío.
El cartón alimenta del depósito pero falla en abrirse adecuadamente.	Rieles superiores fuera de posición en la estación de levantamiento de cartón.	Ajuste para que el borde guía superior del cartón alimentado libere las esquinas guía de los rieles superiores por 1/8" (3mm) a 1/4" (6mm). Los rieles son colocados con abrazaderas para que se deslicen hacia arriba o hacia abajo.
El cartón alimenta del depósito pero falla en abrirse adecuadamente.	Rieles abridores de cartón fuera de posición.	Ajuste los dos rieles del desgarrador montado en la estación de apertura del cartón para que éste los toque simultáneamente y para que el cartón empiece a abrirse antes de que los arrastres traseros hagan contactos con el cartón.
El cartón alimenta del depósito pero falla en abrirse adecuadamente.	Alimentador de cartón fuera de tiempo.	El alimentador giratorio es reprogramado en la rueda dentada (sprocket).
El cartón alimenta del depósito pero falla en abrirse adecuadamente.	Marco del alimentador demasiado largo.	Ajuste el marco alimentador hasta que los recipientes de succión (en sus más bajas posiciones esten de 1/8" (3mm) a 1/4" (6mm)) sobre el cartón colocado en la estación de apertura.

## Continúa

<p>El cartón alimenta del depósito pero falla en abrirse adecuadamente.</p>	<p>Cartones pegado junto adentro.</p>	<p>Comuníquese con el proveedor del cartón. Con frecuencia una nueva caja de cartón funcionaría bien.</p>
<p>El cartón alimenta del depósito pero falla en abrirse adecuadamente.</p>	<p>Cartones deformados. Cartones mal orientados.</p>	<p>Cartones en el depósito al revés.</p>
<p>El cartón alimenta del depósito pero falla en abrirse adecuadamente.</p>	<p>Caja de velocidades fuera de línea. Causado por un apilamiento de cartón que cae a través del depósito.</p>	<p>Gire el alimentador giratorio hasta que una de las cajas de velocidad esté vertical. Posición hacia abajo. Mida con un cuadro grande desde la pista de la cadena principal. Afloje la abrazadera en la parte inferior de la caja de velocidades 2 tornillos. Gire la otra caja de velocidades hasta que ambos lados estén completamente verticales. Revise varias veces. Vuelva a apretar la abrazadera.</p>
<p>El cartón alimenta del depósito pero falla en abrirse adecuadamente.</p>	<p>Arrastres en la cadena principal demasiado apretada o muy floja, ajuste la longitud del cartón.</p>	<p>Ajuste las cadenas frontales de arrastre con el fin de que un cartón tenga 1/16" (6mm) de espacio mientras esté colocado entre los arrastres de la cadena.</p>

## Continúa

<p>El cartón alimenta del depósito pero falla en abrirse adecuadamente.</p>	<p>Geometría del movimiento del alimentador incorrecta.</p>	<p>Alimentador Giratorio. Ajuste como sigue:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Avance a la posición en donde los dos moldes de aluminio están en la posición más baja. Afloje el eje con extremo cuadrado opuesto a la válvula giratoria y coloque un juego de ejes de recipiente de succión hacia abajo. Vuelva a apretar la abrazadera.</li> <li>2. Inspeccione los tubos del recipiente de succión. Si los tubos no están verticales, cuando las cajas de velocidad están verticales, posición hacia abajo, afloje la abrazadera dentro del marco contrario a la válvula de vacío y gire el tubo del recipiente de succión hasta que éste exactamente vertical.</li> </ol>
<p>El cartón alimenta del depósito pero falla en abrirse adecuadamente.</p>	<p>Los brazos montados del retenedor del recipiente están doblados.</p>	<p>Enderece o reemplace los brazos. Los brazos están correctamente ajustados cuando los puntos exteriores apenas tocan el cartón o la barra de cruce de aluminio arriba del golpeador.</p>
<p>El cartón no esta centrado conforme va entrando a la pista de la cadena.</p>	<p>Depósito incorrectamente ajustado.</p>	<p>Mueva las guías laterales del depósito para que los cartones en el depósito se muevan en una dirección para corregir el desalineamiento. El uso de la charola o sostén evita este problema. Una marca de referencia ayuda con la línea señalada del lado de carga.</p>
<p>Solapa inferior de carga se rompe o falla al pasar debajo de la plataforma de carga.</p>	<p>Cartón surtido fuera del centro de las cadenas.</p>	<p>Mueva las guías laterales del depósito de cartón con las dos líneas señaladas al final de las solapas 6mm (1/4") fuera de los lados exteriores del arrastre</p>

Continúa

		trasero.
Solapa inferior de carga se rompe o falla al pasar debajo de la plataforma de carga.	Rieles retenedores superiores demasiado flojos.	El cartón debe estar sostenido firmemente, de tal forma que más presión pueda marcar la caja; por los rieles retenedores superiores.
Golpeador hacia arriba falla en cerrar las solapas.	Rieles retenedores superiores demasiado flojos.	Baja el marco del alimentador de cartón o ajuste de los rieles retenedores.
Golpeador hacia arriba falla en cerrar las solapas.	Golpeador fuera de ajuste.	Ajuste la apertura del golpeador para levantar suavemente la solapa y doblarla hacia adelante.
Golpeador hacia arriba falla en cerrar las solapas.	Riel de respaldo del golpeador demasiado arriba o demasiado abajo.	Mueva el riel de levantamiento de abajo hasta que la solapa entre con seguridad atrás de él dejando un espacio de 6mm (1/4").
Golpeador hacia arriba falla en cerrar las solapas.	El disco golpeador en medio de la solapa asegura el cartón.	Mueva el golpeador y el riel de levantamiento, hacia abajo hasta la parte más baja de la solapa.
El golpeador de abajo falla en cerrar la solapa.	Rieles retenedores superiores o ensamble de cadena superior demasiado flojo o demasiado apretado.	La cadena superior o los rieles superiores deben permitir 2mm (1/16") a 3mm (1/8") de espacio sobre el cartón.
El golpeador de abajo falla en cerrar la solapa.	Producto saliendo del cartón.	El aparato de autocarga debe cargar completamente el producto dentro del cartón.
El golpeador de abajo falla en cerrar la solapa.	Sobretamaño del producto.	Cambie el producto o el tamaño del cartón.
Solapas inferiores se desgastan o se doblan con rudeza.	Labrador de dobles no ajustado correctamente. Derrite caliente o pegamento frío.	El labrador de dobles debe de tener un ángulo hacia abajo de cerca de 30° y la parte plana debe librar el cartón por 1/4" (6mm). El riel de compresión curvo debe completar los últimos 1/4" (6mm) del cierre.

## Continúa

Solapas inferiores se desgastan o se doblan con rudeza.	Labrador de dobles no ajustado correctamente. Derrite caliente o pegamento frío.	Si el labrador de dobles sigue a las pistolas aplicadoras de derrite caliente o pegamento en frío demasiado cerca de la solapa, se doblará hacia abajo sobre la pistola. Mueva la pistola hacia arriba o el mecanismo labrador de dobles hacia abajo. El cierre debe ser suave y ningún movimiento lateral del cartón debe ocurrir.
Solapas inferiores se desgastan o se doblan con rudeza.	Labrador de dobles no ajustado correctamente. Derrite caliente o pegamento frío.	El labrador debe tener un ángulo de cerca de 30° hacia arriba y el lado plano debe librar el cartón por 1/4" (6mm). El riel de levantamiento curvo debe completar los últimos 1/4" (6mm) del dobles.
Cartones no sellan adecuadamente. Sistema de derrite caliente.	No pegamento.	Dirija manualmente el solenoide de la pistola de pegamento. Si se dispara el pegamento la falla es probablemente eléctrica. Esta es una operación peligrosa, utilice una capa protectora sobre las puntas de la pistola.
Cartones no sellan adecuadamente. Sistema de derrite caliente.	No pegamento.	Tanque vacío-rellene. Tanque frío-encienda. Ninguna presión de aire en la unidad de bombeo, sistema de derrite caliente ajuste 20-30lb/m <sup>2</sup> .
Cartones no sellan adecuadamente. Sistema de derrite caliente.	No pegamento.	Máquina en posición de avance. Los sistemas de derrite caliente no funcionan mientras avanza la máquina. Seleccione la posición marcha.
Cartones no sellan adecuadamente. Sistema de derrite caliente.	No pegamento.	No pasa el aire a las pistolas. El <i>switch</i> de límite no detecta el cartón en la estación de pegamento corrija.
Cartones no sellados adecuadamente. Sistema de derrite caliente.	No pegamento.	Falla el <i>switch</i> para pegamento salteado. Corrija.

## Continúa

<p>Cartones no sellados adecuadamente. Sistema de derrite caliente.</p>	<p>Demasiado o poco pegamento en el cartón.</p>	<p>Aumente la presión de aire en la bomba para el sistema de derrite caliente. Quite la boquilla y utilice un limpiador de punta para remover las partículas de basura o aumente la presión de la bomba se deberá expulsar. Revise la temperatura del tanque, mangueras y pistolas. Normal 350°F ó 177°C.</p>
<p>Cartones mal sellados.</p>	<p>Demasiado o poco pegamento en el cartón.</p>	<p>El pegamento pasado a un riel en la máquina. Ajuste el riel para que el pegamento permanezca en el cartón o mueva la pistola de pegamento.</p>
<p>Sistema de caliente.</p>	<p>Demasiado pegamento en el cartón.</p>	<p>No se enfría a tiempo. Se deberá bajar la presión de la bomba aplicadora de derrite caliente. Utilice boquillas con orificio más pequeño.</p>
<p>Cartón mal sellado el cartón tiene la cantidad adecuada de pegamento.</p>	<p>El pegamento no está en el área adecuada del cartón.</p>	<p>Idealmente el cordón de pegamento debe de estar a 6mm (1/4") del fondo del cartón. Esta posición aprovecha el respaldo natural proporcionado por la solapa interior del cartón. Esta posición no es posible con solapas económicas.</p>
<p>Cartón mal sellado el cartón tiene la cantidad adecuada de pegamento.</p>	<p>La compresión es demasiado apretada.</p>	<p>A menos que el producto, el cartón proporcione soporte, normalmente no lo hace, la compresión debe ser lo suficientemente fuerte para cerrar las solapas. Cualquier compresión adicional tiende a separar las solapas empujando hacia adentro la solapa interior.</p>
<p>Cartón mal sellado el cartón tiene la cantidad adecuada de pegamento, todos los sistemas de pegamento.</p>	<p>La compresión es demasiado apretada.</p>	<p>Revise esto a mano formando y cerrando una extremidad de un cartón. Oprima este extremo hacia abajo sobre la superficie plana. Mire en el extremo abierto y empuje con fuerza. Observe que hace la solapa mayor interior. Ajustes al riel de compresión o banda deben hacerse utilizando el eje de línea para mantener el paralelismo.</p>

## Continúa

<p>Cartón mal sellado el cartón tiene la cantidad adecuada de pegamento, todos los sistemas de pegamento.</p>	<p>La compresión es demasiado suelta.</p>	<p>Mueva los rieles de compresión o las bandas hacia adentro hasta que las solapas estén casi totalmente cerradas utilizando manija de ajuste de profundidad.</p>
<p>El cartón tiene la cantidad adecuada de pegamento pero está mal cerrada y muestra tiras, sistemas de derrite caliente.</p>	<p>Rieles de compresión apretados en el extremo hacia arriba, afloje hacia abajo permitiendo que el cartón cierre y luego se vuelva a abrir.</p>	<p>Rieles de compresión deben de estar absolutamente rectos, revisados por la vista y doblados cuidadosamente si no están derechos, y exactamente paralelos por medida. Ajuste a la posición paralela usando las abrazaderas proporcionadas. Haga los ajustes de profundidad con la manija.</p>
<p>El cartón tiene la cantidad adecuada de pegamento pero está mal cerrada y muestra un cordón no compresado sobre la solapa que aplicó con poco o sin transferir. Sistema de derrite caliente.</p>	<p>El pegamento no se adhiere a la capa del cartón.</p>	<p>Comuníquese con el proveedor del cartón. Comuníquese con el proveedor de pegamento para cambiar de pegamento. Comuníquese con el fabricante de pegamento o cambie la temperatura de la máquina para la aplicación del pegamento.</p>
<p>El cartón tiene la cantidad adecuada de pegamento pero está mal cerrada y muestra un cordón no compresado sobre la solapa que aplicó con poco o sin transferir. Sistema de derrite caliente.</p>	<p>El pegamento no se adhiere a la capa del cartón.</p>	<p>Si el pegamento se separa del interior de la solapa superior pero se pega a la parte exterior de la solapa inferior, intente cambiar los soportes de la pistola de pegamento para aplicar el mismo de lado inferior de la solapa superior. La máquina tiene otros soportes montados.</p>

## Continúa

<p>El cartón se sella correctamente conforme sale de la máquina pero se abre después al quedar en el enfriador, sistema de derrite caliente.</p>	<p>Capa del cartón.</p>	<p>Comuníquese con el proveedor del cartón. Comuníquese con el proveedor de pegamento para cambiar de pegamento. Comuníquese con el fabricante de pegamento o cambie la temperatura de la máquina para la aplicación del pegamento. Si el pegamento se separa del interior de la solapa superior pero se pega a la parte exterior de la solapa inferior, intente cambiar los soportes de la pistola de pegamento para aplicar el mismo de lado inferior de la solapa superior. La máquina tiene otros soportes montados.</p>
<p>El cartón sella bien pero el extremo de las solapas se descuadra.</p>	<p>Cadena superior s deberá cuadrar, fuera de ajuste.</p>	<p>Utilizando el botón de la abrazadera debajo de la protección de la cadena motriz, avance o retrase la cadena superior hasta que el cartón se encuadre. Algunas veces el apretar o aflojar el labrador de solapa superior del lado descuadrado lo corregirá. Más presión jala el cartón de regreso hacia arriba menos presión permite que se mueva hacia adelante.</p>
<p>La máquina se para con el conductor de autocarga, luz piloto de sobrecarga encendida.</p>	<p>Cadena trasportadora de cubeta enganchada en el extremo guía de la pista de cadena.</p>	<p>Regrese manualmente el conductor y tensiona las cadenas trasportadoras de recipientes.</p>
<p>La máquina se para con el conductor de autocarga, luz piloto de sobrecarga encendida.</p>	<p>Golpeador vertical e interferencia con el recipiente.</p>	<p>Revise la posición del eje y tiempo de rotación y corrija interferencias.</p>
<p>La máquina se para con el conductor de autocarga, luz piloto de sobrecarga encendida.</p>	<p>Producto o cartón atascado entre el sprocket y la cadena.</p>	<p>Se deberá limpiar y volver a empezar.</p>

## Continúa

La máquina se para con el conductor de autocarga, luz piloto de sobrecarga encendida.	Parte suelta atascada en el mecanismo.	Regrese manualmente el conductor. Remueva la parte atorada y repare el daño.
---	--	--

El cuadro anterior nos indica un listado de los problemas que a lo largo del proceso de diseño del plan del mantenimiento productivo total, se encontraron y de los que no había necesidad de detener la línea de producción.



## **6. SEGUIMIENTO DE LAS PROPUESTAS**

Es de gran importancia que las propuestas no solo se queden implementadas sino que de parte de toda la empresa se logre continuar con la revisión y seguimiento de todos los rubros que se propusieron anteriormente.

El seguimiento de las propuestas se refiere a que después de desarrollado el manual de normalización, es de extraordinaria importancia que tanto el personal de mantenimiento como el de producción y de la gerencia que revisen cada cierto tiempo el plan de mantenimiento para que se impida su desviación, ya que el activamiento del soporte es más efectivo en la medida que exista reiteración.

El seguimiento de estas propuestas las realizarán los jefes de los departamentos tanto de producción de Servicios Integrados y jefe de mantenimiento de la empresa de cereales. Estas personas son las encargadas de darles el total seguimiento a que se cumplan con los objetivos del plan de mantenimiento.

Estas reuniones deberán de ser comparativas contra los tiempos perdidos versus la producción, esta comparación permitirá verificar que los tiempos perdidos y las unidades no producidas sean realmente justificados.

Estas revisiones deberán de ser semanales, para que semana a semana se logre obtener los mejores resultados. La gerencia por su parte deberá de asignar divisor indicadores los cuales con ello hará su medición. El establecimiento de estándares, ayudara a que este seguimiento sean el mas adecuado, al momento

de no cumplir con un indicador ya establecido previamente, se deberá enfocar en ese problema.

La medición de resultados, como su nombre lo indica, en ésta etapa se van a medir los resultados contra lo ejecutado, aplicando las unidades de medida, las cuales, deben ser definidas acorde a los estándares. Para llevar a cabo lo anterior, es necesario apoyarse en los sistemas de información de la organización, y para que el proceso de control resulte efectivo la información que obtengamos debe ser totalmente confiable, oportuna, y que fluya por los canales idóneos de la comunicación.

Al realizar la medición y obtención de la información arriba señalada, es conveniente comparar los resultados medidos con los estándares previamente fijados, obteniendo así las posibles desviaciones, mismas que deben reportarse inmediatamente. Las unidades de medida normalmente aplicables son: tiempo por pieza producida, porcentaje de material rechazado, horas-máquina utilizada.

### **6.1. Control del plan de mantenimiento**

El control del plan de mantenimiento se refiere a la medición de los resultados actuales y pasados en relación con los esperados, ya sea total o parcialmente, con el fin de corregir, mejorar y formular nuevos planes.

Su importancia radica en la injerencia que tiene en todas las actividades de la organización, con el fin de vigilar el estricto cumplimiento a los planes formulados, y así contribuir a la consecución de los objetivos de la organización.

Las medidas de control por medio del control:

- Se establecen medidas correctivas encaminadas al logro de los objetivos.
- Se da en todas las demás funciones administrativas.
- Determinamos y analizamos las causas que en un futuro pueden originar desviaciones.
- Obtenemos información respecto de la situación de los planes, sirviendo como base al reiniciarse el ciclo administrativo.
- Reducimos costos y tiempos al contrarrestar los errores presentados.
- Al aplicarlo se hace conciencia sobre el proceso administrativo en la organización, y consecuentemente en alcanzar los niveles máximos de productividad de los recursos de la organización en general.

Los elementos importantes que se tienen dentro de cualquier medida de control son los siguientes:

- Relación con lo planificado: El control siempre existe para verificar el logro de los objetivos que se establecen en la planeación.
- Medición: Para controlar es imprescindible medir y cuantificar los resultados
- Detectar desviaciones: Una de las funciones inherentes al control, es descubrir las diferencias que se presentan entre la ejecución y la planeación.
- Establecer medidas correctivas: El objeto del control es prever y corregir errores.

Las técnicas necesarias para que el control del cumplimiento de las actividades son las siguientes:

Que se anote cada día lo que tiene por objeto garantizar que los ejecutivos reciban oportunamente los informes, reportes, concentraciones, estadísticas, gráficas, etc., que habrán de requerir, y son precisamente las herramientas auxiliares para llevar a cabo el proceso de control.

Las técnicas de control que se utilizan pueden ser desde simples agendas en las que debe recibirse, hasta los sistemas más modernos.

En el presente plan de mantenimiento utiliza un sistema de control en específico, el de producción donde se verifica que la producción, los gastos y la calidad sean los más eficientes durante el proceso de producción.

### **6.1.1. Estrategias de respuesta**

Cualquier anomalía que se presente en la ejecución de los planes, deberá ser investigada para conocer las causas que la generaron, haciendo un análisis detallado para identificar sus causas, y así poder establecer las medidas necesarias para evitarlas en un futuro, las cuales obstaculizan el logro de los objetivos previstos.

La implantación de controles representan un costo para la organización, debido a ello, es importante que los beneficios que se obtengan con la implantación de estos, sea mucho mayor que los del costo de operación de los controles.

La primera estrategia de respuesta es el diagnóstico conjunto de problemas; en este punto, un administrador o grupo discute la retroalimentación y decide si hay un problema real que necesita resolverse. Este proceso tiene que juntar los esfuerzos entre el cliente interno o operadores de la máquina empacadora y los especialistas o mecánicos. En este punto el cliente interno puede decidir que el problema no es valioso o serio para ser atendido. El cliente interno debe aceptar el diagnóstico, así como las soluciones que habrán de ser implementadas.

Después del diagnóstico se deberá de proceder a la acción; enseguida, el consultante y el cliente de común acuerdo en ir más allá, conviene las acciones a realizar. Esta fase corresponde al comienzo del proceso de "romper el hielo". La acción que deberá tomarse depende del problema, en la cultura de la organización y en el tiempo y gastos que habrán de ahorrarse.

Los controles tienden a conducir a la acción correctiva, cuando se detectan fallos, debemos verificar donde está el mal, cómo sucedió, quien es el responsable y así tomar las medidas de corrección pertinentes.

Cuando en la medición de resultados encontramos desviaciones en relación con los estándares, es conveniente hacer el ajuste ó corrección correspondiente. Normalmente las tendencias correctivas a los controles las asume el ejecutivo de la organización, sin embargo, antes de llevar a cabo el proceso conviene conocer si la desviación es un síntoma ó una causa. Podemos ejemplificar lo anterior cuando un producto en el mercado disminuye su venta, esto es un indicio de que algo se ha ejecutado mal en base a lo planeado, la primer actitud para contrarrestar la poca demanda del producto no es precisamente elevar el número vendedores o someterlos a capacitación, sino analizar detalladamente si esa baja no se debe a mala calidad del producto o si el proceso de comercialización ha sido muy raquítico.

Cuando se lleva el establecimiento de medidas correctivas, se origina la retroalimentación, de acuerdo a lo anterior, es en éste proceso donde se entrelaza la planeación y el control.

## **6.2. Comunicación de los resultados del plan**

La comunicación de los resultados del plan es de gran importancia que todos en la empresa la conozcan ya que con ella se pueden medir los logros que se desean alcanzar. Esta comunicación de resultados debe ser periódica y se logra por medio de una retroalimentación.

La retroalimentación es el proceso mediante el cual, la información que se obtiene en el control se ajusta al sistema administrativo con el paso del tiempo. Dependerá mucho de la calidad de la información que se obtenga para que la retroalimentación fluya de manera rápida.

Es importante que la información que se obtenga de los controles sea accesible para las personas que han de interpretarlos, evitar al máximo los tecnicismos, ya que éstos provocan confusiones a quienes intervienen en su operación.

Los sistemas de información son los medios a través de los cuales llegan los datos e informes concernientes al funcionamiento general de la organización, éstos se deben ajustar a las características particulares de cada organización. Los sistemas de información normalmente usados son técnicas como contabilidad, auditoria, presupuestos, sistemas computarizados, archivos, formas y reportes, e informes.

Los informes constituyen un efectivo medio de control siempre y cuando sean bien formulados, para lo cual, es necesario considerar algunas observaciones:

- Que sean sencillo y claros.
- Que su contenido sea analizado a fin de determinar su grado de confiabilidad.
- Apoyarse con gráficas, audiovisuales y explicación verbal.
- Que sea presentado con oportunidad.
- Que contenga información estratégica, no dando importancia a la cantidad sino a la calidad.
- Incluir conclusiones ó interpretaciones y sugerencias.

Las formas son herramientas que se utilizan en cada una de las áreas de la organización para la transmisión y registro de datos de las actividades inherentes a cada puesto, las formas más utilizadas son tarjetas de control de asistencia, permisos, pólizas de diario, tarjetas de almacén, etc.

El sistema de comunicación de los resultados del plan deberán de ser claros y concisos, esta información tiene que ser presentada de forma gráfica en lugares visibles para que toda la empresa pueda tener el acceso.

Esta información deberá ser analizada y depurada, con los elementos más importantes y al mismo tiempo con las justificaciones respectivas. La presentación de la información puede ser dada de tal manera que todos la pueda percibir en forma clara y concisa una manera de obtener esta información con facilidad es por medio de los paneles de información o carteleras.

**Figura 42. Carteleras utilizadas para presentar información a todo el personal de una empresa**



### **6.2.1. Despliegue del desempeño de los grupos de trabajo y máquina**

Para esta etapa se deberá de hacer un comparativo entre los diferentes grupo ya que se cuentan con dos turnos. Por medio de gráficas comparativas entre los dos grupos demostrando la diferencia de producción entre uno y el otro, así como el porcentaje de calidad que se logre obtener durante el turno.

Adicionalmente se deberá de reconocer públicamente por medio de la cartelera de anuncios las producciones de cada uno de los grupos y el porcentaje de calidad. Estas medidas de anuncios permitirán crear una sana competencia entre los grupos de trabajo.

La publicación del desglose de los tiempos perdidos y su justificación deberá motivar a los grupos a que estos tiempos se reduzcan en gran medida, ya que cada grupo es responsable por el mantenimiento de la maquinaria. Este desglose de los tiempos perdidos se podrá verificar la necesidad que se tiene para solucionar los respectivos problemas.

### **6.3. Monitoreo del plan de mantenimiento**

Trabajando en conjunto a base los indicadores de producción, calidad, seguridad.

Estos indicadores de producción se basan en un estimado de producción mínimo con el cual se mediaran las producciones.

El indicador de calidad esta medido con respecto al análisis de una muestra del lote de la producción.

El indicador de seguridad se analiza con respecto a la cantidad de accidentes e incidentes que ocurran por descuidos humanos o por defectos mecánicos.

El plan de mantenimiento puede ser monitoreado con los tiempos perdidos ya que existen mejoras, estos tiempos deberán disminuir hasta ser eliminados. De

existir algún tiempo perdido que sea por causas mecánicas y sobre salga de todos los tiempos será necesario tomar medidas en el asunto para poder resolver el problema.

Estos tiempos perdidos como ya fue mencionado anteriormente son revisados por el jefe de producción de Servicios Integrados y el jefe de mantenimiento de la empresa de cereales, por lo que deberán de ser digitados y representados gráficamente para que el análisis sea más fácil no solo por parte de gerencia sino también por el personal operativo.

Cada fin de mes deberá de revisara el plan de mantenimiento, modificando de ser necesario las modificaciones para continuar alcanzando los objetivos de mejorar la productividad. Estas revisiones y modificaciones más que necesarias ya que esta propuesta se fundamente en la filosofía *KAIZEN*, que es la mejora continúa.

### **6.3.1. Revisiones por la gerencia**

Su finalidad es la optimización del manejo de todos los recursos propiedad de la organización, esto se hace para disminuir pérdidas, aprovechamiento adecuado del tiempo, establecimiento de políticas; lo cual redundará en la disminución de costos.

Considerando que los controles en las organizaciones son importantes debido a la utilidad que éstos tienen en el desarrollo de las actividades de todas las áreas que integran la organización. La revisión por la gerencia nos puede servir para lo siguiente:

- Seguridad en la acción seguida.
- Corrección de los defectos.
- Mejoramiento de lo obtenido.
- Nueva planeación general.
- Motivación del personal.

La importancia de las revisiones de gerencia es para analizar desde un punto de vista superior si se están cumpliendo con los objetivos principales de la empresa y si el mantenimiento está permitiendo mejorar la productividad de la máquina.

La gerencia tiene la importante misión de determinar las medidas necesarias para el cumplimiento de los objetivos, ya sea una reestructuración, agregar acciones o incluso eliminar acciones del plan de mantenimiento.



## CONCLUSIONES

1. Se diseño un plan de mantenimiento productivo total, cumpliendo con los lineamientos específicos de aumentar la productividad, duplicando la producción. El diseño de este plan lleva la filosofía japonesa de la mejora continua, con la cual se busca la integración de todos los integrantes de la empresa. La formación de este plan se crea con base a cero accidentes, cero defectos y cero averías. Mediante el estudio de los tiempos perdidos, tanto mecánicos como humanos, se reduce el tiempo perdido por problemas mecánicos enfocando las reparaciones en los problemas más constantes. Adicionalmente con base a experiencia del personal más experimentado pueda compartir sus conocimientos con el resto, y uno con otro pueda dar un mejor servicio.
2. El mantenimiento productivo total es la filosofía de mantenimiento que surgió en el Japón a raíz del mantenimiento preventivo. Este mantenimiento está dirigido a la maximización de la efectividad del equipo durante toda la vida del mismo. Los principales pilares del mantenimiento productivo total, son: mantener las rutinas de mantenimiento y mejorar las mismas rutinas; integración del personal de todas las áreas involucradas; por medio de datos anteriores planificar las mejoras; realizar las reparaciones o ajustes en busca obtener mejores niveles de calidad; que en el diseño se prevea el mantenimiento durante la fase de diseño; el mantenimiento en las áreas administrativas se aplica de la misma manera sólo que en busca de mantener el orden, la limpieza y lo realmente necesario en el lugar de trabajo para evitar la perdida o traspapeleo de documentos; y la creación de círculos de calidad que se enfoquen hacia la mejora de la productividad.

3. El principal problema, en el cual se deben de enfocar las reparaciones y ajustes, es en la goma. Este disparo de goma de la pistola cuando excede o disminuye la cantidad adecuada afecta en los estándares de calidad por no pegar de forma correcta las solapas de la cajilla. Este disparo tiene que ser el de mayor enfoque. El segundo problema donde son los ajustes a la maquinaria con los lineamientos de calidad; estos ajustes son necesarios y obligatorios para que el producto pueda satisfacer las demandas de calidad.
4. Las principales causas de los tiempo perdidos se dividen en dos las cuales son mecánicos que interactúan en un 80% y los humanos en un 20%. Posteriormente después de la implementación del plan de mantenimiento productivo total se tiene que los problemas humanos se redujeron en un 58.5% y los mecánicos redujeron un 86.1%.
5. El rendimiento de la máquina es la capacidad de producción según las especificaciones del proveedor, las cuales son 21,420 unidades por turno, esta es la esperada según los datos del proveedor. La esperada real según las especificaciones del proveedor tomando en cuenta los tiempos perdidos por arranque y cambios de turno es 18,900 unidades por turno. Y la producción real realizando un estudio de tiempos es 11,430 unidades por turno, en esta etapa se analiza los tiempos reales por comida, arranque, ajustes y cambios de personal. Y la producción post implementación es 25,400 unidades por turno, esta ultima es realizando las modificaciones, ajustes previos y mejorando los tiempo tanto de cambio de personal como de comidas.
6. Estos grupos de trabajo son parte importante para el desarrollo de un plan de mantenimiento productivo total, es necesario crear no solo la conciencia y el deseo de mejora la productividad sino creando buenos niveles de

comunicación entre los que intervienen en el mantenimiento, a través del intercambio de experiencias y conocimientos. Estos grupos son integrados entre 5 a 8 personas; sus responsabilidades directas son: la identificación de problemas, selección del problema a resolver., análisis del problema seleccionado, propuesta de solución del problema, presentación de la propuesta a dirección y aplicar el dictamen de la dirección acerca de la propuesta. El personal que integrar estos grupos deberán ser el mismo personal operativo que actualmente operan la maquinaria. Más 2 mecánicos y 1 electromecánico. Todas estas personas deberán de estar capacitadas y conocer perfectamente la forma de opera la maquinaria y el funcionamiento que tiene.

7. Para el desarrollo del un plan de operaciones es importante la participación de todas las áreas en este proceso ya que todas las áreas serán responsables en las decisiones y acciones necesaria para su operación. Este plan comprende las actividades de limpieza, inspecciones y demás procedimientos que conlleven a aumentar la vida útil de la maquinaria. Las principales acciones que integran nuestro plan de operaciones son el diagnostico del mantenimiento; diseño, documentación y análisis; pruebas pre implementación; y análisis post implementación; documentación post implementación. Todos estos procedimientos deben de ser efectuados bajo las condiciones de seguridad, el principal procedimiento aplicable en el caso del sistema de mantenimiento es el trabajar con el equipo de seguridad y el bloqueo o señalización.
8. La productividad pre implementación es 1.15 Q/Q por cada Q1.00 invertido da Q1.15 de aprovechamiento y la productividad post implementación es 1.54 Q/Q por cada Q1.00 invertido da Q1.54 de aprovechamiento. Esta aumento fue de un 33.9% de incremento en la productividad.



## RECOMENDACIONES

- 1 La continuidad de una conciencia en los grupos de trabajo se logra sólo con un incentivo, no sólo monetario, sino que también con el reconocimiento frente a los demás grupos de trabajo. Por lo que se recomienda la creación de premios a la excelencia.
- 2 El personal con mayor conocimiento es el principal responsable, para que los de menor experiencia pueda conocer y razonar ante los diversos problemas que se encuentren día a día; sin embargo, las capacitaciones ayudaran a que el personal pueda reaccionar con mayor facilidad ante estos y otros problemas. Las capacitaciones son los valores agregados que el personal poco a poco va adquiriendo y permiten mejorar las actividades que se realizan. Estas capacitaciones deben ser constantes y sobre temas que se puedan ser aplicar en el desarrollo del sistema productivo.



## BIBLIOGRAFÍA

1. Monroy Peralta Fredy Mauricio. Principios básicos de mantenimiento, Guatemala, Centroamérica: S.I. 2003.
2. Monroy Peralta Fredy Mauricio. Aislamiento y Monitoreo de vibraciones, Guatemala, Centroamérica: S.I. 2003.
3. Monroy Peralta Fredy Mauricio. Guía para los cursos de Montaje y Mantenimiento de equipo y Vibraciones Mecánicas, Guatemala, Centroamérica: S.I. 2003.
4. Sumanth, David J. Administración para la productividad total, México 1999, primera edición.
5. Grimaldi-Simonds. La Seguridad Industrial Su Administración. Alfaomoga México 1985.
6. David J. Sumanth. Ingeniería y Administración de la Productividad. MacGrawHill, Mexico 1990, Primera Edición.
7. David J. Sumanth. Administración para la productividad total, CECSA Mexico 1999, Primera Edición.
8. Hellriegel, Jackson, Slocum. Administración un Enfoque Basado en Competencias, Colombia, Thomson, 2002
9. Niebel, Benjamín. Ingeniería Industrial, Métodos, estándares y diseño del trabajo. Mexico 2001. Décima edición.
10. George Philips, Como hacer un TPM. El Salvador 2003. Única Edición.

