

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**PROPUESTA DE UN PROGRAMA PARA DETECCIÓN DE
FALLAS QUE ORIGINAN PAROS E IDENTIFICACIÓN DE
FOCOS DE DESPERDICIO EN EL PROCESO DE
FABRICACIÓN DE VASO DE ZINC, EN UNA COMPAÑÍA
PRODUCTORA DE PILAS**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

**PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR**

RENÉ IVÁN FUENTES MIRANDA

**ASESORADO POR LA ING. MARIA ISABEL JUAREZ OROZCO
AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE**

INGENIERO INDUSTRIAL

GUATEMALA, ABRIL DE 2010

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

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

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
EXAMINADOR	Inga. Alba Maritza Guerrero de López
EXAMINADOR	Ing. Hugo Leonel Alvarado De León
EXAMINADOR	Ing. José Rolando Chávez Salazar
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

PROPUESTA DE UN PROGRAMA PARA DETECCIÓN DE FALLAS QUE ORIGINAN PAROS E IDENTIFICACIÓN DE FOCOS DE DESPERDICIO EN EL PROCESO DE FABRICACIÓN DE VASO DE ZINC, EN UNA COMPAÑÍA PRODUCTORA DE PILAS,

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha 19 de noviembre de 2009.

René Iván Fuentes Miranda

Guatemala, 24 de Octubre de 2008

Ing. José Francisco Gómez Rivera

Director Escuela Mecánica Industrial

Presente.

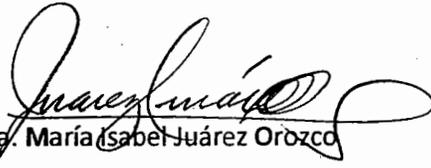
Por medio de la presente hago de su conocimiento que como Asesor del trabajo de graduación titulado:

PROPUESTA DE UN PROGRAMA PARA DETECCIÓN DE FALLAS QUE ORIGINAN PAROS E IDENTIFICACIÓN DE FOCOS DE DESPERDICIO EN EL PROCESO DE FABRICACIÓN DE VASO DE ZINC EN UNA COMPAÑÍA PRODUCTORA DE PILAS.

Elaborador por el estudiante **René Iván Fuentes Miranda** con número de carné **94-16532**, tuve a bien realizar la revisión correspondiente y considero cumple con los requisitos establecidos. Por lo cual extendiendo la presente como finalización de la misma.

Me suscribo ante usted como su atenta y segura servidora.

Atentamente,

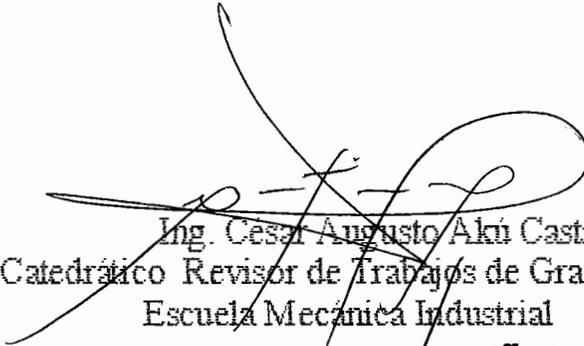

Inga. María Isabel Juárez Orozco

Colegiado 7.272
Ingeniera María Isabel Juárez
Colegiado 7.272



Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado PROPUESTA DE UN PROGRAMA PARA DETECCIÓN DE FALLAS QUE ORIGINAN PAROS E IDENTIFICACIÓN EN EL PROCESO DE FABRICACIÓN DE VASO DE ZINC EN UNA COMPAÑÍA PRODUCTORA DE PILAS, presentado por el estudiante universitario René Iván Fuentes Miranda, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS


Ing. César Augusto Akú Castillo
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela Mecánica Industrial

César Akú Castillo MSc.
INGENIERO INDUSTRIAL
COLEGIADO No. 4,073

Guatemala, Febrero de 2010.

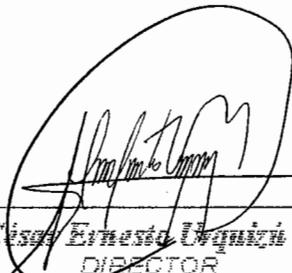
/agrm



FACULTAD DE INGENIERIA

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado "PROPUESTA DE UN PROGRAMA PARA DETECCIÓN DE FALLAS QUE ORIGINAN PAROS E IDENTIFICACIÓN DE FOCOS DE DESPERDICIO EN EL PROCESO DE FRABRICACIÓN DE VASO DE ZINC, EN UNA COMPAÑÍA PRODUCTORA DE PILAS", presentado por el estudiante universitario René Iván Fuentes Miranda aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

ID Y ESNSEÑAD A TODOS



Ing. *Ernesto Urquiza Rodas*
DIRECTOR
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA INDUSTRIAL

Guatemala, Abril de 2010.

/agrm



El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al trabajo de graduación titulado: **PROPUESTA DE UN PROGRAMA PARA DETECCIÓN DE FALLAS QUE ORIGINAN PAROS E IDENTIFICACIÓN DE FOCOS DE DESPERDICIO EN EL PROCESO DE FABRICACIÓN DE VASO DE ZINC EN UNA COMPAÑÍA PRODUCTORA DE PILAS**, presentado por el estudiante universitario **René Iván Fuentes Miranda**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
DECANO



Guatemala, abril de 2010

ACTO QUE DEDICO A

DIOS

Que sin su misericordia hoy no fuera posible alcanzar éste logro. Porque el Señor es quien da la sabiduría; la ciencia y el conocimiento brotan de sus labios.

MIS PADRES

Gracias por su apoyo incondicional y por los esfuerzos realizados en el transcurso de mi vida, como el ejemplo de vida dado.

MI ESPOSA

Gracias por su comprensión y apoyo incondicional dado a mi vida, y demostrarme que se puede ver más allá de lo que los ojos ven.

MIS HERMANOS Y RESPECTIVAS FAMILIAS

Un agradecimiento profundo por su apoyo y ejemplo de perseverancia ante las vicisitudes de la vida.

AGRADECIMIENTOS

**COMUNIDAD CATÒLICA
VERBUM DEI**

Por ayudarme a conocer el
amor de Dios.

**COMUNIDAD CATÓLICA
SAN PABLO,
GRUPO JUDA DE
ISRAEL**

Por ayudarme a perseverar en
el camino de Dios.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
GLOSARIO.....	VII
RESUMEN.....	IX
INTRODUCCIÓN.....	XI
JUSTIFICACIÓN.....	XIII
OBJETIVOS.....	XV
1. CONCEPTOS Y GENERALIDADES.....	1
1.1 Antecedentes históricos.....	1
1.2 Conceptos fundamentales sobre mantenimiento.....	1
1.2.1. Mantenimiento.....	1
1.2.1.1. Mantenimiento correctivo.....	1
1.2.1.2. Mantenimiento de avería.....	2
1.2.1.3. Mantenimiento predictivo.....	2
1.2.1.4. Mantenimiento preventivo.....	2
1.2.2. Organización del departamento de Mantenimiento.....	3
1.2.3. Responsabilidad del departamento de mantenimiento.....	4
1.2.4. Importancia del departamento de Mantenimiento.....	5
1.3 Conceptos fundamentales a cerca de desperdicio....	6
2. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	
2.1 Problemas más comunes que se dan en el proceso de fabricación.....	7
2.1.1 Paredes delgadas.....	7

2.1.2	Fondos delgados.....	8
2.1.3	Mal corte.....	9
2.1.3.1	Vaso con rebaba.....	9
2.1.3.2	Vaso ovalado.....	9
2.1.3.3	Altura de vaso.....	9
2.1.4	Tómbolas de rotado de ficha.....	10
2.2	Diagrama del proceso de extrusion.....	10
2.3	Método para identificar fallas.....	11
2.4	Fallas identificables por medio del análisis de Pareto.....	12
2.5	Requisición de materia prima.....	13
2.6	Control de existencias.....	13
2.7	Identificación de focos de desperdicio.....	14

3.	PROPUESTAS PARA MINIMIZAR FALLAS EN EL PROCESO.....	15
3.1	Plan de mantenimiento preventivo.....	15
3.1.1	Área de mecánica.....	15
3.1.1.1	Clasificación de las partes de la máquina extrusora.....	15
3.1.1.2	Actividades de mantenimiento preventivo a realizar.....	16
3.1.1.3	Frecuencia de realización de las actividades de mantenimiento.....	19
3.1.1.4	Razones para realizar las actividades de mantenimiento.....	19
3.1.1.5	Personal encargado del programa de mantenimiento.....	27
3.1.2	Área eléctrica.....	29

3.1.2.1	Clasificación de las partes de la máquina extrusora.....	29
3.1.2.2	Actividades de mantenimiento preventivo a realizar.....	30
3.1.2.3	Frecuencia de realización de las actividades de mantenimiento.....	30
3.1.2.4	Razones para realizar las actividades de mantenimiento.....	32
3.1.2.5	Personal encargado del programa de mantenimiento preventivo.....	32
3.1.3	Área neumática.....	32
3.1.3.1	Clasificación de las partes de la maquina extrusora.....	33
3.1.3.2	Actividades de mantenimiento preventivo a realizar.....	33
3.1.3.3	Frecuencia de realización de las actividades de mantenimiento.....	35
3.1.3.4	Razones para realizar las actividades de mantenimiento.....	35
3.1.3.5	Personal encargado del programa de mantenimiento preventivo.....	37
3.2	Detección de necesidades de capacitación.....	37
3.2.1	Brechas de capacitación identificadas en personal del departamento de mantenimiento.....	37
3.2.1.1	Planes de acción.....	38

3.2.2	Brechas de capacitación identificadas en personal del departamento de producción.....	38
3.2.2.1	Planes de acción.....	38
4.	IMPLEMENTACIÓN DEL PROGRAMA PARA DETECCIÓN DE FALLAS Y CONTROL DE DESPERDICIO.....	39
4.1	Procedimiento utilizado para identificar fallas en el departamento de extrusión.....	39
4.1.1	Cuantificación de tiempos de paro como resultado de fallas encontradas.....	42
4.1.2	Procedimientos utilizados para identificar focos más comunes de desperdicio.....	43
4.2	Procedimiento utilizado para el control de materia Prima.....	44
5.	SEGUIMIENTO DEL PROGRAMA.....	45
5.1	Índices de paro.....	45
5.1.1	Tiempos de paro producidos por las fallas	45
5.1.2	Disponibilidad de maquinaria.....	46
5.1.3	Eficiencia de maquinas extrusoras.....	47
5.2	Índices de desperdicio.....	48
5.2.1	Porcentajes de desperdicio.....	48
5.2.2	Porcentajes de desperdicio por focos....	48
	CONCLUSIONES.....	49
	RECOMENDACIONES.....	51
	BIBLIOGRAFÍA.....	53

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Organigrama del departamento de mantenimiento.....	3
2.	Diagrama de proceso del área de extrusión.....	11
3.	Descripción de atribuciones de mantenimiento.....	28
4.	Formato de identificación de fallas.....	40
5.	Diagrama Pareto de identificación de fallas	41
6.	Formato para registro de desperdicio.....	43

TABLAS

I.	Actividades de mantenimiento área mecánica.....	17
II.	Razones para realizar actividades de mantenimiento...	20
III.	Formato de revisión de fallas.....	26
IV.	Lista de funciones en el área de extrusión.....	31
V.	Actividades de mantenimiento área neumática.....	34
VI.	Actividades de mantenimiento área neumática.....	36
VII.	Reporte diario de producción.....	45

GLOSARIO

Ficha de Zinc	Materia prima para realizar el vaso de zinc.
Myca	Componente con el que se lleva a cabo la lubricación de la ficha de zinc.
Punzón	Pieza cilíndrica que forma las paredes del vaso de zinc.
Dado	Pieza que forma el fondo del vaso de zinc.
Grafito	Componente que en conjunto con la Myca se realiza la lubricación de la ficha de zinc.
Manita	Componente de la máquina extrusora que transporta el vaso cuando es formado.

RESUMEN

En el presenta trabajo de graduación se desarrolla una propuesta de un programa para detectar fallas que originan paros en una **máquina extrusora** e identificar los focos de desperdicio en el proceso de fabricación del vaso de zinc, en una empresa que fabrica pilas.

Inicialmente se proporcionan las herramientas teóricas básicas acerca del origen de la empresa, también se detallan los conceptos fundamentales sobre mantenimiento y desperdicios. Se presentan los conceptos con respecto a mantenimiento, se da a conocer la organización estructural del departamento, así también se describe la importancia de dicho departamento en el proceso productivo.

En el capítulo dos se presenta un diagnóstico de la situación actual, describe brevemente el proceso de fabricación del vaso de zinc, a través de un diagrama de flujo, así como los problemas más comunes que se presentan en la máquina extrusora como en la máquina cortadora de vaso y las consecuencias de dichos problemas.

Seguidamente se presenta una propuesta de mantenimiento preventivo, el cual ayudará a minimizar las fallas en las máquinas formadoras de vaso, en donde se involucran los aspectos mecánicos, eléctricos y neumáticos de las máquinas extrusoras, en el capítulo cuatro se describe la implementación del programa para detección de fallas e identificación de focos de desperdicio, valiéndose para ello de la aplicación de los gráficos de Pareto.

En el último capítulo se describe el seguimiento que se dará al programa para tomar los planes de acción encaminados a la mejora continua de las operaciones del proceso de fabricación de vaso de zinc.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad existe un gran interés por la calidad, tanto en el campo industrial como en la sociedad en su conjunto, esto se debe a múltiples razones entre las cuales están: mayor demanda de calidad por parte de los clientes, un mercado caracterizado por un creciente grado de competencia, exigencia de mejor rentabilidad e impacto social, así como la responsabilidad legal de los productos y servicios que se proveen.

La calidad de los productos solo se puede obtener mediante la optimización de las materias primas, personal capacitado, así como contar con maquinaria en óptimo estado de funcionamiento que garantice la continuidad de las operaciones. En este contexto los procesos industriales van directamente ligados al adecuado funcionamiento de los equipos que intervienen en ellos, y es por eso que surge la necesidad de mejorar la productividad, de tomar decisiones acertadas, de manejar un amplio volumen de información y de evaluar eficazmente el desempeño de los equipos industriales, para minimizar sus fallas y desperdicios de materia prima en los procesos productivos.

La implementación de un programa es con el propósito de orientar al personal operativo y administrativo de la planta a que se auto evalúen en la empresa e identifiquen las debilidades y que tengan posibilidad de corregirlos en el menor tiempo posible y que no impacten dentro del proceso productivo.

JUSTIFICACIÓN

En nuestros días, el mundo de los negocios se ha vuelto tan competitivo y globalizado, que las empresas se ven en la necesidad de buscar alternativas y estrategias para poder sobrevivir a los grandes cambios y ser competitivos. En este sentido el Ingeniero Industrial se ha dado a la tarea de idear e implantar métodos, herramientas, técnicas, sistemas que garanticen el liderazgo y ventaja competitiva de las distintas empresas donde se desempeña.

La aparición de fallas y averías en los componentes de una instalación industrial trae consigo la disminución de los beneficios que pudieran derivarse del proceso productivo en cuestión. Aquellas averías que dan lugar a la no disponibilidad del proceso provocan una disminución de ingresos, originando un incremento de los costos de producción, ya que, como mínimo, habrá que reparar o sustituir el equipo averiado, y en el peor de los casos, deberán pagarse unas importantes indemnizaciones por los posibles daños ocasionados a terceros.

De allí la importancia de contar con un adecuado programa de mantenimiento que incluya todas las actividades dirigidas a conservar las características de diseño de equipos, para evitar fallas imprevistas, y que de cómo resultado prolongar el ciclo de vida útil de la maquinaria y ofrecer productos de calidad en el mercado.

OBJETIVOS

General

Proponer un programa para detectar fallas que originan paros e identificación de focos de desperdicio con el que se pueda mejorar la eficiencia, eficacia en el proceso de producción de vaso de zinc.

Específicos:

1. Proporcionar la teoría básica del proceso de fabricación del vaso de zinc.
2. Mejorar el control de existencias de materia prima en el departamento de extrusión
3. Presentar un plan de mantenimiento para minimizar las fallas en el proceso.
4. Identificar las fallas más comunes en las prensas extrusoras.
5. Identificar los focos que provoquen mayor desperdicio.
6. Identificar los porcentajes de desperdicio.
7. Identificar los porcentajes de desperdicio por foco.

1. CONCEPTOS Y GENERALIDADES

1.1 Antecedentes históricos

Rayovac es una empresa que se fundó en Guatemala en el año de 1961, inicialmente se instaló con capital guatemalteco dedicada a la fabricación de pilas secas de carbón, con el nombre DURALUX, S.A. A través de los años llamó la atención de una marca de pila de origen norteamericano fundada en 1906 en Madisson W. Llamada Rayovac, desde entonces la marca de pila pasa a ser Rayovac, aunque la empresa se siguió llamando Duralux, S.A. Actualmente Rayovac Guatemala es la fábrica de pilas secas de carbón más grande de Latinoamérica, y está instalada en la zona 6 de la ciudad de Guatemala. Cuenta con una extensión de 3.5 manzanas.

1.2 Conceptos fundamentales sobre mantenimiento

A continuación se describirán los conceptos básicos de mantenimiento que servirá como base para la elaboración del presente trabajo.

1.2.1 Mantenimiento

Es una serie de actividades que deben realizarse con el fin de conservar en óptimas condiciones los elementos físicos de una fábrica (maquinaria, equipo, instalaciones); para operar en condiciones de funcionamiento seguras, eficientes, económicas y especialmente para mantener el servicio que prestan y para el cual han sido creados.

1.2.1.1 Mantenimiento correctivo

Está dirigido a reducir y mejorar las condiciones insatisfactorias en maquinaria y equipos, se produce después de realizar una inspección que ha sido solicitada en cualquier momento, y se llega a la conclusión de que es necesario cambiar algún repuesto dañado, o sea, se corrige lo dañado.

1.2.1.2 Mantenimiento de avería

Se realiza cuando se produce algún paro en la producción, debido a alguna avería o falla imprevista en la maquinaria y es necesario repararla. En cualquier industria es necesario llevar a cabo un plan de mantenimiento preventivo para tener que evitar averías en la maquinaria

1.2.1.3 Mantenimiento predictivo

En éste no se sabe con exactitud las frecuencias de cambio de algún repuesto dañado, aunque se mantenimiento sea planificado con anticipación, ya que dicha frecuencia varía en función del desgaste que tenga la pieza que ha sido inspeccionada, es un mantenimiento costoso, por el hecho de que en muchos casos se necesitan elementos especiales, que midan o indiquen si las características de dichas piezas están dentro de los límites permisibles para su uso, la ventaja es que la vida útil de los repuestos se aprovecha al máximo.

1.2.1.4 Mantenimiento preventivo

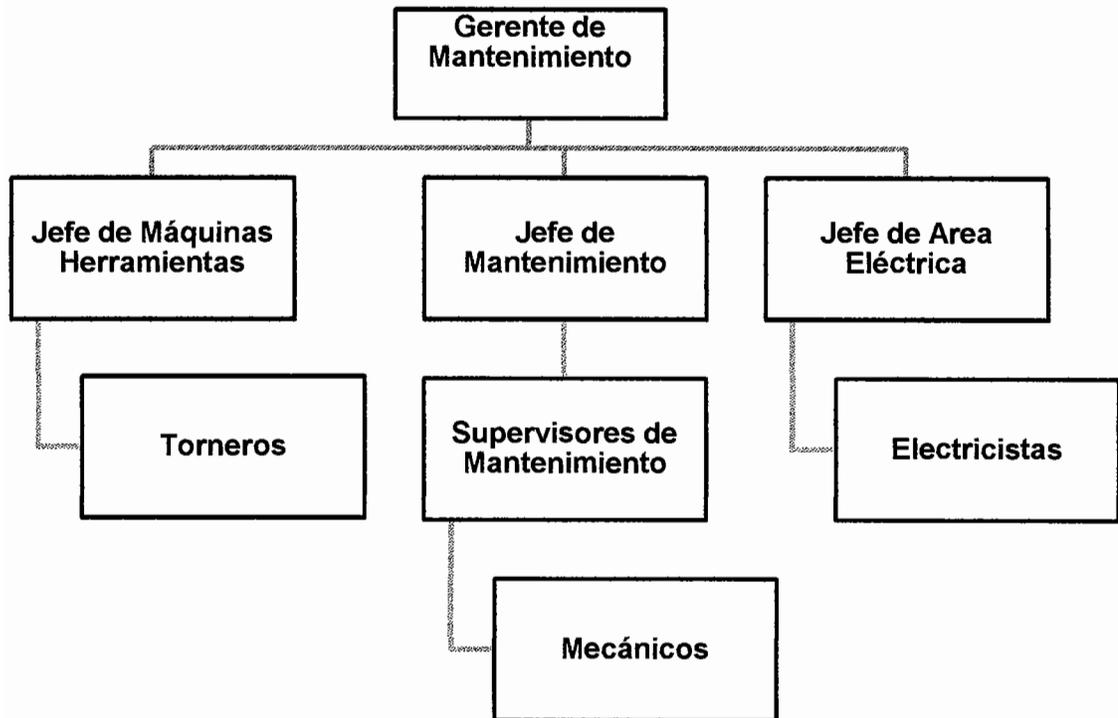
En este se planifican y se programan las actividades de mantenimiento a desarrollar, de tal forma que se eliminen las averías que provocan paros imprevistos, considerando que los paros necesarios para la realización de este mantenimiento, tengan la menor influencia posible sobre la producción.

La diferencia entre este tipo de mantenimiento y el predicativo, está en que con el preventivo, se planifica un cambio de repuesto para algún día determinado, y ese día se tiene que cambiar, mientras que con el predicativo, si el repuesto resiste y su cambio puede esperar un tiempo prudencial, no se cambia y se sigue utilizando.

1.2.2 Organización del departamento de mantenimiento

La organización del departamento de mantenimiento de una empresa, dependerá del tamaño de la misma, de las funciones y objetivos que debe cumplir éste dentro de ella, de las necesidades que tenga que satisfacer, así como de las políticas generales sobre mantenimiento adoptadas por la dirección de la empresa. El departamento de mantenimiento está organizado de la siguiente forma:

Figura 1. Organigrama del departamento de mantenimiento



Fuente: Recursos Humanos

1.2.3 Responsabilidad del departamento de mantenimiento

El departamento de mantenimiento, conformado por:

- Gerente de Mantenimiento
- Jefe de Mantenimiento
- Jefe de Máquinas Herramientas
- Jefe de Área Eléctrica
- Supervisores de Mantenimiento
- Mecánicos

Son las personas que conforman el departamento de mantenimiento las encargadas y responsables de administrar y coordinar todas las actividades de mantenimiento que se deben realizar, así como:

- a. Mantener la maquinaria e instalaciones en condiciones satisfactorias de operación, basados en que se deben obtener productos de calidad a bajos costos.
- b. Elaborar y controlar el inventario del equipo.
- c. Investigar y analizar los problemas de mantenimiento de la maquinaria y equipo de la empresa
- d. Sobre la base de las solicitudes de mantenimiento, planificar, organizar, dirigir y controlar el trabajo requerido.
- e. Elaborar archivos técnicos para uso del departamento.

- f. Determinar los recursos humanos, técnicos y económicos, necesarios para la realización del mantenimiento.
- g. Analizar y determinar las funciones y responsabilidades del personal de mantenimiento.
- h. Vigilar y evaluar el desarrollo del mantenimiento.
- i. Coordinar la programación del trabajo, junto con el departamento de producción con la debida anticipación para desarrollar las actividades de mantenimiento, cuando el equipo está fuera de servicio, minimizando las pérdidas de producción.

1.2.4 Importancia del departamento de mantenimiento

A continuación se mencionan las ventajas que se obtienen, al desarrollar un programa de mantenimiento preventivo, en cualquier empresa:

- a. Se reduce la probabilidad de fallas en la maquinaria y equipo.
- b. La maquinaria y equipo es más eficiente.
- c. Se aumenta la productividad.
- d. Se reduce la probabilidad de fallas en la maquinaria y equipo.
- e. Se prolonga la vida útil de la maquinaria y equipo.
- f. Se reducen las existencias de repuestos en la bodega.
- g. Se disminuye el tiempo en que los equipos permanecen fuera de servicio.

- h. Se disminuyen los costos de reparación, pues así se evitan los costos indirectos debidos a imprevistos.

1.3 Conceptos fundamentales a cerca de desperdicio

Según la real academia española desperdicio es residuo de lo que no se puede o no es fácil aprovechar o se deja de utilizar por descuido.

Un desperdicio es un sobrante y, si queremos trabajar eficientemente, debemos eliminarlos al máximo. Es lo que pretendía el programa “cero defectos” y es lo que se busca con la gestión de calidad. Lo que ocurre es que en una empresa le sobra tiempo y movimientos innecesarios; otra, personal; y otra compañía tiene excesivas piezas defectuosas de lo que para ella representa un desperdicio. Existen 7 tipos de desperdicios:

- a. Desperdicio durante el proceso de producción
- b. Desperdicio por pérdidas de tiempo
- c. Desperdicio por fabricación de piezas defectuosas
- d. Desperdicio por movimientos innecesarios
- e. Desperdicio por exceso de producción
- f. Desperdicio por exceso de existencias
- g. Desperdicio por traslados evitables.

Para nuestro estudio tomaremos en cuenta el desperdicio durante el proceso de producción, el cual se puede dar a través de una mala operación en las máquinas, pruebas en los mantenimientos de avería, etc.

2. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

2.1 Problemas más comunes en el proceso de fabricación

Es de importancia detallar los problemas más comunes que se dan durante el proceso de fabricación de las pilas, a continuación se detallan con mayor énfasis cada uno de ellos.

2.1.1 Paredes delgadas

Se le llama pared a lo que es el entorno del vaso de zinc, la cual tiene especificaciones de control de calidad con respecto al grosor de dicha pared, siendo éstas de 0.320 – 0.335 milímetros (mm), la cual se debe mantener por arriba del mínimo siendo está de 0.320 mm., ya que si la pared del vaso estuviera abajo del mínimo provocará problemas en la fabricación de la pila.

Una pared delgada se presenta en la fabricación del vaso de zinc debido a diferentes causas, dentro de ellas podemos mencionar las siguientes:

a. **Punzón astillado.**

El punzón es la herramienta que le da la forma cilíndrica al vaso, pero cuando éste se encuentra astillado provoca que las paredes del vaso se salgan de las especificaciones de control de calidad, es cuando existe una pared delgada en el vaso.

b. **Finalización de la vida útil del punzón.**

Cuando el punzón concluye su vida útil por haber llegado al número de unidades producidas provoca que las paredes del vaso empiecen a variar y/o a estar delgadas.

c. Ficha de zinc.

Cuando la ficha de zinc esté mal lubricada, provocada por el exceso de pulidas que se rotan en las tómbolas, como también por el diferente tamaño de la ficha que pueda existir en las diferentes toneladas de ficha que se utilizan en el proceso de fabricación del vaso.

2.1.2 Fondos delgados

Como la palabra lo dice fondo es el área que se encuentra en la parte baja del vaso, así como las paredes también el fondo tiene sus especificaciones de control de calidad con respecto al grosor de éste, siendo éstas de 0.670 – 0.680 milímetros (mm), el cual sí está menor al límite inferior 0.670 mm causa problemas en la fabricación de la pila.

Cuando el vaso presenta fondos delgados se debe a varias causas, dentro las cuales se encuentran las siguientes:

a. Dado

El dado es la herramienta que le da forma al fondo del vaso, pero cuando éste llega a su vida útil ya sea por haber producido el número de unidades establecidas o por lastimarse en el proceso de fabricación.

b. Ficha de Zinc

Así como una mala lubricación provoca variación de paredes, así también provoca variación de fondos, es decir el vaso producido tiene fondos delgados o fondos gruesos, los cuales se salen de las especificaciones de control de calidad.

2.1.3 Mal corte

Corte se refiere al borde de la parte alta del vaso de zinc, el cual se lo da la máquina especializada en darle forma y altura específica al vaso, dicha máquina se llama Trimmer.

La parte del Trimmer que le da el corte al vaso es la cuchilla, y cuando a ésta se le desgasta el filo por uso el vaso que se está produciendo empieza a tener mal corte provocando daños en la fabricación de pilas.

2.1.3.1 Vaso con rebaba

El vaso con rebaba se da cuando la cuchilla se encuentra desalineada y/o sin filo, entonces el vaso empieza a presentar ciertas ondulaciones en el borde del vaso.

2.1.3.2 Vaso ovalado

Cuando el vaso se encuentra ovalado puede ser porque la cuchilla se encuentre desalineada, la copa del trimmer hace demasiada presión al vaso, o la misma se encuentre desalineada, o bien los cojinetes de la copa hayan llegado a su vida útil.

2.1.3.3 Altura de vaso

La medida de la altura del vaso sufre variaciones debido a la mala calibración del equipo, esta altura debe estar en 45 mm para que en el siguiente proceso de fabricación no tengan inconvenientes.

2.1.4 Tómbolas de rotado de ficha

En la tómbola es donde la ficha pasa por el proceso de rotado, el cual sirve para darle lubricación a la ficha con los siguientes elementos:

- Myca
- Grafito

Es de suma importancia darle mantenimiento a las tómbolas, ya que con el número de pulidas que se realizan en ellas se va acumulando residuos de los materiales que se utilizan para la lubricación de la ficha, por lo que es recomendable lavarlas por lo menos cada dos meses.

2.2 Diagrama del proceso de extrusión

A continuación se describe el diagrama de operaciones del proceso de extrusión de la elaboración del vaso de zinc.

Figura 2 Diagrama del proceso de extrusión

DIAGRAMA DE PROCESO

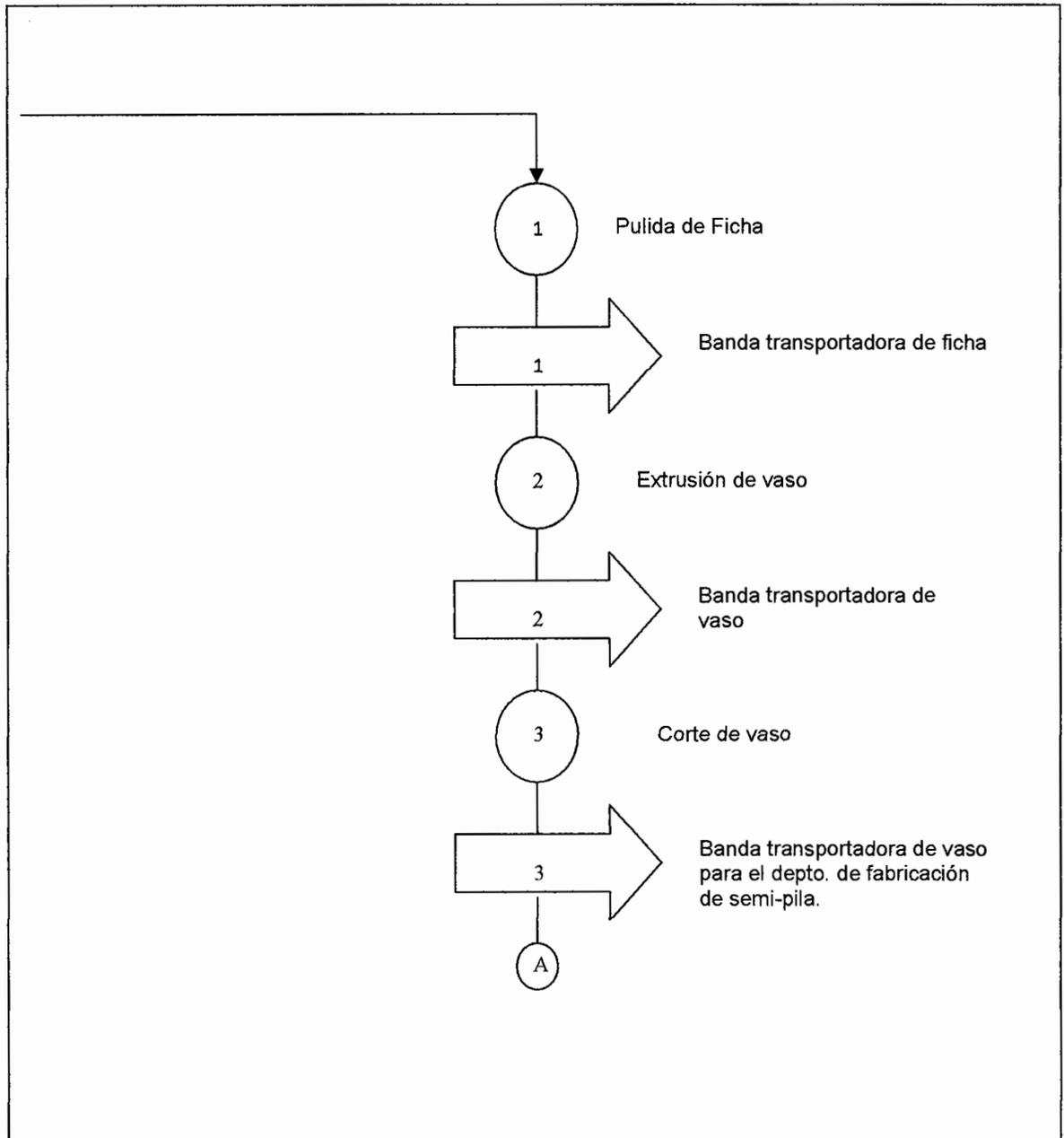
Nombre del Proceso: Vaso de Zinc Línea D

Departamento: Extrusión

Inicia en: Departamento de Extrusión

Termina en: Departamento de fabricación de semi-pila

Elaborado por: René Fuentes



2.3 Método para identificar fallas

En una empresa existen diversidad de problemas que esperan ser resueltos, cada uno de los problemas puede deberse a causas diferentes.

Para resolver los problemas es muy difícil querer resolver todos al mismo tiempo, por lo que es fundamental seleccionar el problema más importante. La herramienta estadística que nos permitirá identificar las fallas se llama diagrama de causa o efecto o análisis de Pareto

2.4 Fallas identificables por medio del análisis de Pareto

La idea primordial del diagrama de Pareto es localizar los defectos, fallas o problemas vitales para concentrar los esfuerzos de solución o mejora en éstos. El diagrama de Pareto también ayuda a seleccionar el problema que es más conveniente atacar y, además al expresar gráficamente la importancia del problema, se facilita la comunicación y se recuerda de manera permanente cuál es la falla principal.

El análisis de Pareto es aplicable a todo tipo de problemas: calidad, eficiencia, conservación de materiales, ahorro de energía, seguridad, etcétera.

El diagrama de Pareto es conocido también como “Ley 80-20” o “Pocos vitales, muchos triviales”, el cual reconoce que unos pocos elementos (el 20%) generan la mayor parte del efecto (el 80%); el resto de los elementos generan muy poco del efecto total. Es decir que de la totalidad de los problemas de una empresa sólo unos pocos son realmente importantes.

2.5 Requisición de materia prima

La materia prima que se utiliza en del departamento de Extrusión es el zinc, siendo su presentación en discos redondos los cuales son llamados fichas. La medida de peso por que la que se hace la requisición de materia prima es por toneladas.

La requisición de ficha se hace en base a un pronóstico de producción, siendo el supervisor de producción del departamento de extrusión el encargado de dicha tarea, así como de la recepción de la misma para verificar que sí lo pedido de materia prima es lo que llevan de bodega.

2.6 Control de existencias

El control de existencias no es más que llevar un inventario interno en el departamento de extrusión de las materias primas que se utilizan en el departamento. El inventario, en el pasado, se había considerado como una existencia de seguridad o amortiguamiento, para cubrir la mala planificación o el mal desempeño, así como para proteger de la incertidumbre en la demanda o de la variabilidad en el proceso de abastecimiento.

Las empresas ya no pueden darse el lujo de tener inventarios altos, si quieren ser competitivas en los mercados globales. El inventario puede ser un mal necesario pero conlleva un costo muy alto, el inventario excesivo representa un costo, un derroche, un disfraz para la mala planificación.

2.7 Identificación de focos de desperdicio

La importancia que tiene un buen inventario, también lo tiene el uso de la materia prima que se utiliza en cualquier proceso productivo, ya que si se utiliza de una manera eficiente y eficaz, conlleva a minimizar costos de fabricación, lo cual ayudará a aumentar la productividad de cualquier empresa.

A través del diagrama de Pareto se logrará identificar los focos de desperdicio de zinc para poder minimizar el desperdicio que provoca la producción de vaso, ya que esta materia prima es una de las que más impacto tiene en el costo de fabricación de pilas.

3. PROPUESTA PARA MINIMIZAR FALLAS EN EL PROCESO

3.1 Plan de mantenimiento preventivo

A continuación se mencionarán las partes de las áreas mecánica, eléctrica y neumática que se encuentra formada la prensa extrusora de vaso y posteriormente se indicará el mantenimiento que se debe realizar sobre cada una de los elementos de las mismas.

3.1.1 Área mecánica

A continuación se describe el plan de mantenimiento preventivo en el área mecánica para minimizar las fallas que se dan durante el proceso de fabricación de vaso de zinc.

3.1.1.1 Clasificación de las partes de la máquina extrusora

A. En el motor principal:

A.1 Cojinetes

A.2 Ventilador del motor

A.2.1 Aspas del ventilador del motor principal

A.3 Poleas

B. Tracción Mecánica

B.1 Cojinete del Volante

B.2 Disco del clutch

B.3 Disco del freno

B.4 Tambores de fijación de disco de clutch y de freno

B.5 Engranaje de dientes helicoidales

B.6 Cuñas del clutch

B.7 Cuñas de eje del engranaje helicoidal

B.8 Tejas de eje cigüeñal

C. Estación formadora de vaso

- C.1 Tejas del eje principal del cabezal
- C.2 Guías de bronce del cabezal
- C.3 Guías de fibra fenólica del cabezal
- C.4 Porta punzón
- C.5 Tornillo de sujeción del porta punzón
- C.6 Boquilla
- C.7 Votador
- C.8 Resorte del votador
- C.9 Punzón
- C.10 Tejo del punzón
- C.11 Dado
- C.12 Tornillos de ajuste y tuercas del dado
- C.13 Tejo del dado

D. Estación de posicionamiento de vaso

- D.1 Manita
- D.2 Leva de manita
- D.3 Cojinetes de manita
- D.4 Cadena de tracción
- D.5 Esploket
- D.6 Esploket de tensión

3.1.1.2 Actividades de mantenimiento preventivo a realizar en el área Mecánica.

A continuación se detallan las actividades del mantenimiento a realizar durante el proceso de fabricación del vaso de la pila de zinc.

Tabla I Actividades de mantenimiento área mecánica

Parte de la máquina	Elemento	Actividad	Frecuencia (Semana)			
			1	3	6	12
Motor principal	Cojinetes	Revisión y Limpieza	x			
	Poleas	Revisión del ajuste	x			
Ventilador del motor principal	Aspas	Revisión y limpieza		x		
Tracción mecánica Tracción mecánica	Cojinete del volante	Revisión y limpieza	x			
	Disco del clutch	Revisión		X		
	Disco de freno	Revisión		X		
	Tambores de fijación de disco de clutch y de freno	Revisión		x		
	Engranaje de dientes helicoidales	Revisión			x	
	Cuñas de clutch	Revisión			x	
	Cuñas de eje del engranaje helicoidal	Revisión				x
	Tejas de eje cigüeñal	Revisión		x		
	Revisión de ruidos extraños en tracción mecánica.	revisión	x			
Estación formadora de vaso	Tejas del eje principal del cabezal	Revisión		x		
	Guías de bronce del cabezal	Revisión		x		
	Guías de fibra fenólica del cabezal	Revisión			x	
	Porta punzón	Revisión		x		

Continuación

Parte de la máquina	Elemento	Actividad	Frecuencia (Semana)			
			1	3	6	12
Estación formadora de vaso	Tornillos de sujeción del porta punzón	Revisión		x		
	Boquilla	Revisión	x			
	Votador	Revisión	x			
	Resorte del votador	Revisión	x			
	Punzón	Revisión	x			
	Tejo del punzón	Revisión	x			
	Dado	Revisión	x			
	Tornillos de ajuste y tuercas del dado	Revisión	x			
	Tejo del dado	Revisión	x			
	Estación de posicionamiento de vaso	Manita	Revisión y limpieza			
Leva de la manita		Revisión y limpieza		x		
Cojinetes de la manita		Revisión y limpieza		x		
Cadena de tracción		Revisión y limpieza		X		
Esploket		Revisión			x	
Esploket de tensión		Revisión	x			

3.1.1.3 Frecuencia de realización de las mismas.

Se puede definir como la programación de inspecciones, tanto de funcionamiento como de seguridad, ajustes, reparaciones, análisis, limpieza, lubricación, calibración, que deben llevarse a cabo en forma periódica en base a un plan establecido y no a una demanda del operario o usuario. La frecuencia dependerá de lo crítico que sea la parte a inspeccionar, como se muestra en la tabla anterior.

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

3.1.1.4 Razones para realizar las actividades de mantenimiento

Una de las características principales de realizar actividades de mantenimiento es la de inspeccionar los equipos y detectar las fallas en su fase inicial, corregirlas en el momento oportuno.

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

Tabla II Razones para la realización de las actividades de mantenimiento.

ACTIVIDAD A DESARROLLAR	RAZÓN DEL MANTENIMIENTO
Revisión y limpieza de cojinetes	Evitar la rotura del cojinete, debido a la fricción existente que ocasione desgaste, el aumento de temperatura que se produce y por el fin de su vida útil.
Revisión y limpieza de las aspas de ventiladores	El polvo existente en el ambiente y el polvillo que suelta la ficha de zinc lubricada al procesarla, se acumula en todos los elementos de la máquina y llega a dificultar el adecuado funcionamiento de las aspas.
Revisar ajuste de poleas	Evitar un movimiento discontinuo que se produce al no tener bien alineados las poleas entre sí, lo que ocasiona que no se transmita un movimiento de forma adecuada
Revisar disco del cluths	Permite detectar el correcto embrague de la máquina, por medio del buen estado de las pastillas de asbesto.

ACTIVIDAD A DESARROLLAR	RAZÓN DEL MANTENIMIENTO
Revisar disco de freno	Permite que la máquina frene adecuadamente, verificando el desgaste de las pastillas de asbest.
Revisar tambores de fijación de disco de clutsh y de freno	El fin es el correcto posicionamiento de ambos discos para un buen funcionamiento, y acople con el block de la máquina.
Revisar engranaje de dientes helicoidales	Evitar que se produzca una transferencia inadecuada de movimiento entre engranajes, por el mal ajuste de tales o fin de la vida de dichos elementos.
Revisar cuñas de clutsh	Evitar el juego entre el eje y el clutsh, con lo que garantizamos que el cuñero del eje no se desgaste y la cuña no falle por rotura.
Revisar cuñas del eje de engranaje helicoidal	Mantiene el engranaje en posición evitando choque entre dientes y la fractura de los mismos por concentración de esfuerzos.
Revisar tejas de eje cigüeñal	Evita que la biela sufra sobrecalentamiento, y mantiene un adecuado movimiento entre los dos componentes mecánicos.

Continuación

ACTIVIDAD A DESARROLLAR	RAZÓN DEL MANTENIMIENTO
Revisión de ruidos extraños de tracción mecánica.	Mantener adecuadamente los ajustes y/o torques en los componentes mecánicos, así como una adecuada lubricación.
Revisión de tejas del eje principal del cabezal.	El fin es el correcto posicionamiento de ambos discos para un buen funcionamiento y acople con el block de la máquina
Revisión de guías de fibra fenólica del cabezal.	Evita un sobre calentamiento entre las partes metálicas del cabezal y el block de la máquina, así como un movimiento sube y libre de ruidos por fricción.
Revisión de porta punzón.	Mantener en correcta posición la herramienta, durante el proceso de formación del vaso.
Revisión de tornillo de sujeción del porta punzón	Permite sujetar el porta punzón al cabezal de la máquina con el fin de alinear correctamente dicha herramienta.
Revisión de boquilla.	Permite detectar si existiera variación de las paredes del vaso, como una inadecuada formación del vaso.

Continuación

ACTIVIDAD A DESARROLLAR	RAZÓN DEL MANTENIMIENTO
Revisión de votador.	Nos permite que el vaso se posicione adecuadamente en el carril de salida sin sufrir ninguna deformación.
Revisión de resorte del votador.	Evita que el vaso pase a través del votador hacia la tuerca del punzón donde el vaso se deformaría.
Revisión de punzón.	Nos permite mantener siempre el grosor de las paredes del vaso en los parámetros de control.
Revisión de tejo del punzón.	Evita que exista variación de paredes o cintura en las paredes del vaso así como la rotura del punzón.
Revisión de dado.	Permite que el zinc fluya adecuadamente y que no exista ninguna deformación en el fondo del vaso.
Revisión de tornillos de ajuste y tuercas del dado.	Permite el centrado adecuado de los dados, con el fin de alcanzar una uniformidad en las paredes.
Revisión de tejo del dado.	Mantener una uniformidad en los fondos del vaso, como la vida útil del dado.
Revisión y limpieza de la manita	Permite el posicionamiento adecuado de los vasos en el carril de la máquina.

Continuación

ACTIVIDAD A DESARROLLAR	RAZÓN DEL MANTENIMIENTO
Revisión y limpieza de la leva de la manita	Permite mantener el tiempo en el mecanismo para el posicionamiento del vaso.
Revisión y limpieza de cojinetes de manita.	Eliminar el polvo y el grafito que se acumulan dentro de él, para un buen funcionamiento.
Revisión y limpieza de cadena de tracción.	Eliminar los sedimentos causados por los desgastes y el polvo.
Revisión de sprocket.	Verificar el desgaste de los dientes así como el diámetro del eje principal y las cuñas.
Revisión de sprocket de tensión.	Evitar que la cadena pierda su tensión y el tiempo del mecanismo.

Fuente: Propuesta a la empresa

3.1.1.4 Revisión

La revisión a profundidad se debe realizar semanalmente en todas las máquinas, revisando una máquina por día, e incluyendo en un formato lo encontrado en esta revisión. En dicho formato se deben incluir observaciones de las piezas y del funcionamiento de la máquina en general, las cuales son realizadas por el mecánico encargado. Estas revisiones son apoyadas por formatos que sirven para llevar los datos de anomalías encontradas en las máquinas, como por ejemplo: si se encontró muy sucia una máquina, son alguna pieza quebrada, o algún desajuste. En los formatos se colocan las piezas que se espera se cambien o que se limpien, lubriquen etc., es más que todo, un vistazo a grandes rasgos de la situación de la máquina. Este se utiliza a la hora de evaluar los problemas que tiene cada máquina. El operador por lo general deja un historial colgado en la máquina, donde incluye los problemas más frecuentes que se presentaron durante la semana, por lo que el encargado de realizar la revisión debe tomar como prioridad los comentarios dados por este.

Tabla III Formato de revisión

FORMATO DE REVISIÓN SEMANAL			
Fecha de realización:			
OBJETO DE REVISIÓN	SI se realizó	No se realizó	Observaciones
Limpieza	X		Se pudo observar que en áreas superficiales la máquina tiene excesos de materiales corrosivos.
Lubricación	X		
Estación de Vaso	X		
Estación de Mezcla	X		
Estación de Guías	X		La segunda guía superior se encuentra gastada, se solicitará su cambio programado.
Estación de Roldana	X		
Estación de Jig	X		
<p>Observaciones generales: La máquina se encuentra en buenas condiciones, sin embargo se avisará a mantenimiento para que se realicen los trabajos antes descritos lo antes posible, para evitar inconvenientes futuros.</p> <p style="text-align: center;">Firma del encargado</p> <p style="text-align: center;">_____</p>			
Encargado de realización:			
Máquina numero:			

Fuente: Propuesta para el departamento mantenimiento

3.1.1.5 Personal encargado del programa de mantenimiento preventivo.

Las personas encargadas de las actividades de mantenimiento preventivo son las pertenecientes al área de mantenimiento del departamento de extrusión, siendo el supervisor de mantenimiento el encargado de la planificación y control de dicho mantenimiento.

En el trabajo de mantenimiento se debe involucrar tanto a mecánicos como a operadores de la línea, pasando por supervisores de mantenimiento y producción, y finalmente con el jefe de mantenimiento preventivo. La responsabilidad de los operadores es mantener lubricadas las partes móviles mientras la máquina se encuentra funcionando, los mecánicos deben de realizar un trabajo más específico, la revisión, limpieza y lubricación general.

Figura 3 Descripción de atribuciones de mantenimiento

Encargado	Trabajo	Duración
Operador	Limpieza de residuos de papeles o mezcla, lubricación de partes móviles	de 5 a 6 veces durante una jornada de trabajo de 8 horas
Mecánico	Revisión, limpieza y lubricación general, realización de tabla de inspección y cambio de piezas	Una vez a la semana
Supervisores	Coordinar con los mecánicos, trabajos extraordinarios o cambios rutinarios de piezas. Informar al jefe de mantenimientos preventivos de trabajos extraordinarios a realizar.	Control diario, flujo de información constate con todo el personal involucrado.
Jefe de mantenimiento preventivo	Este debe coordinar todos los trabajos extraordinarios que se tengan que realizar. Pedido y requisición de repuestos y materiales, control de inventario de repuestos. Ingreso de datos y revisión de historiales por máquinas.	Flujo de información constante, el sistema debe retroalimentarse e involucrar a todas las personas encargadas.

Fuente: Propuesta a la empresa

3.1.2 Área eléctrica

Dentro de las áreas a realizar el mantenimiento preventivo esta la eléctrica debido a que esta área es de vital importancia para el funcionamiento de todo el equipo involucrado en el proceso de la elaboración del vaso de zinc.

3.1.2.1 Clasificación de las partes de la máquina extrusora.

A continuación se describe las partes involucradas en la máquina extrusora:

1. Arranque motor principal
2. Paro motor principal
3. Switch presión de aire
4. Switch presión de aceite
5. Microswitch de compuertas
6. Pulsador clutch on
7. Pulsador clutch off
8. Pulsador toques
9. Sensores de vaso de carril
10. Contactor principal
11. Contactor delta
12. Contactor estrella
13. Válvula de clutch
14. Luz de aire
15. Luz de aceite
16. Resistencia carril de ficha
17. Resistencia de dado
18. Microswitch guardas de seguridad de máquina
19. Contador de unidades para producción de máquina

3.1.2.2 Actividades de mantenimiento preventivo a realizar en el área eléctrica

La limpieza de sensores eléctricos se debe de realizar por lo menos una vez al día, de preferencia al inicio de la jornada de trabajo. La limpieza la deben de realizar los electricistas en turno y consiste en el siguiente procedimiento:

- a. Se debe detener la máquina básica R6, por seguridad del electricista, accionando el paro de emergencia. Con un tiempo estimado de paro 5 minutos.
- b. Se utiliza un spray limpiador para contactos eléctricos, el cual se puede rociar directamente al sensor, o utilizando un hisopo de algodón. Es importante tener cuidado de no aplicar en áreas de alta temperatura, o cerca de fuente de ignición, ya que es un producto inflamable.
- b. Se debe de secar el área limpiada y accionar nuevamente la máquina, es recomendable que el electricista pertenezca observando la máquina por lo menos otros 5 minutos, para asegurarse que el trabajo realizado es satisfactorio.

3.1.2.3 Frecuencia de realización de las mismas.

Para la realización de la frecuencia de las actividades de mantenimiento como limpieza y revisión de las electroválvulas, se debe tomar en cuenta que estas son libres de mantenimiento, por lo únicamente se debe de cuidar que la calidad del aire sea la adecuada, realizando la rutinas correspondientes en las unidades de mantenimiento de cada máquina. Sin embargo es importante mantener estas electroválvulas limpias superficialmente, ya que esta suciedad puede afectar los sistemas eléctricos y

corroer los componentes metálicos, para dicha limpieza se puede utilizar un spray desengrasante y quitar la suciedad restante con un wipe.

Tabla IV Lista de funciones de la extrusora

LISTADO DE FUNCIONES DE ENTRADAS Y SALIDAS	
1	Arranque motor principal
2	Paro motor principal
3	Switch presión de aire
4	Switch presión de aceite
5	Micros de compuerta
6	Pulsador clutch ON
7	Pulsador clutch OFF
8	Pulsador toques
9	Sensores de vaso carril
10	Contactador principal
LISTADO DE FUNCIONES DE ENTRADAS Y SALIDAS	
11	Contactador delta
12	Contactador estrella
13	Válvula de clutch
14	Luz de aire
15	Luz de aceite

Fuente: Visita a la empresa

3.1.2.4 Razones para realizar las actividades de mantenimiento.

Las razones para realizar las actividades de mantenimiento en el área eléctrica son de importancia debidas a los componentes como paros de emergencia y sensores los cuales pueden ayudar a prevenir accidentes.

3.1.2.5 Personal encargado del programa de mantenimiento preventivo.

El personal encargado de realizar las actividades del mantenimiento eléctrico son los eléctricos.

3.1.3 Área neumática

El área neumática también se debe tener un mantenimiento para poder tener un equipo libre de partículas que puedan dañar los equipos. Todo circuito neumático requiere de una alimentación para trabajar. En el caso de las máquinas básicas se utiliza aire comprimido; este tiene que pasar por una etapa de acondicionamiento, previo a ser entregado al circuito, para de esta forma evitar daños a los componentes neumáticos y extender al máximo su vida útil.

El aire comprimido antes de llegar a las máquinas básicas pasa por las unidades de mantenimiento, la cual tiene función de limpiar el aire de suciedad, virutas de la tubería, óxidos y condensaciones, mediante un filtro con separador de agua. Cuenta además con un regulador de presión, el cual ajusta al aire comprimido suministrado a la presión de funcionamiento requerida y compensa las fluctuaciones de la presión de entrada. El vaso del filtro posee un tornillo de drenaje para limpiar impurezas acumuladas, cuenta con un manómetro que muestra la presión ajustada y una válvula de interrupción de corte y descarga de presión en el sistema. Finalmente antes de que el aire entre en el sistema es empapado con aceite el cual sirve para proteger y lubricar las partes internas de los componentes neumáticos.

3.1.3.1 Clasificación de las partes de la máquina extrusora

- Conexión para el aire a presión
- Válvula reductora de presión RV ½"
- Manómetro MR 63*16
- Grifo de salida R ½" * 73
- Válvula de seguridad para el aire a presión S142
- Calderín de aire
- Presostato R1160 SSW
- Filtro de aire a presión E 30 BE – 4
- Pulverizador de aceite OP – B 113 12 – 1241
- Válvula de 3 vías F – 15 D, para apertura del paso del caudal
- Silenciador
- Conexión para el dispositivo de soplado de aire a presión
- Freno - embrague

3.1.3.2 Actividades de mantenimiento preventivo a realizar en el área neumática.

A continuación se describen las actividades del mantenimiento preventivo que se deberá realizar en el departamento de neumática:

Tabla V Actividades de mantenimiento área neumática

PARTE DE LA MÁQUINA	Actividad	Frecuencia(Semana)			
		1	3	6	12
Conexión para el aire a presión	Revisión			X	
Válvula reductora de presión RV ½"	Revisión				X
Manómetro MR 63 x 16	Revisión				X
valvula de seguridad para el aire a presión S142	Revisión		X		
Calderín de aire	Revisión				x
Presostato R1160 SSW	Revisión				X
Filtro de aire a presión E 30 BE – 4	Revisión y Limpieza			X	
Pulverizador de aceite OP – B 113 12 – 1241	Revisión				X
Válvula de 3 vías F – 15 D, para apertura del paso del caudal	Revisión	X			
Silenciador	Revisión	X			
Conexión para el dispositivo de soplado de aire a presión	Revisión	X			
Freno – embrague	Revisión	X			
Grifo de salida R ½" x 73	Revisión			X	

Fuente: Propuesta a la empresa

3.1.3.3 Frecuencia de realización de las mismas.

Las rutinas o la frecuencia de mantenimiento en las unidades del área de neumática deben de efectuarse por los menos 2 veces al día, de preferencia en el comienzo de las jornadas de trabajo. Estas limpiezas no llevan más de 5 minutos, y puede efectuarlas el operador de la máquina. Se debe de efectuar una purga en la trampa de agua, girando el tornillo que tiene en la parte de abajo, y dejar liberar el aire comprimido hasta que ya no tenga residuos de agua. La limpieza externa de las unidades de mantenimiento se deben realizar una vez por mes, de esta forma se evita que los contaminantes lleguen a tapar filtros y se liberan las entradas y salidas de aire en estos.

3.1.3.4 Razones para realizar las actividades de mantenimiento

continuación se describe las razones básicas que se han considerado para realizar las actividades de mantenimiento en el área de neumática:

Tabla VI Actividades de mantenimiento

ACTIVIDAD A DESARROLLAR	RAZÓN DEL MANTENIMIENTO
Revisión de conexión para el aire a presión	La presión debe de ser la adecuada, en la conexión no deben de haber fugas a través de la tubería
Revisión válvula reductora de presión RV ½"	Se deben verificar los retenedores y los <i>oring</i> , con el fin de mantener siempre la misma presión en el accionamiento de la máquina.
Revisión de manómetro MR 63 x 16	Es importante que ningún elemento se encuentre incompleto o quebrado, y que funcione en forma adecuada el manómetro es necesario, ya que debemos saber siempre la presión que nos están proporcionando los compresores.
Revisión de grifo de salida R ½" x 73	Evitan que el aire sea conectado innecesariamente por los operadores y de existir fugas es el aditamento donde se cierra para realizar la reparación.
Revisión de válvula de seguridad para el aire a presión S142	Es de suma importancia ya que al haber una sobre presión desactiva eléctricamente la máquina y al haber una presión muy baja pasa lo mismo.
Revisión de calderín de aire	Es un depósito adicional, que se encuentra en el block de la máquina, el cual debe de estar libre de polvo y partículas extrañas al aire, con el fin de que no tape la tubería.
Revisión de presostato R1160 SSW	Es un componente electro neumático que mantiene la presión del aire, y trasporta una señal a la computadora de la máquina, es de suma importancia que esté libre de humedad y polvo para su buen funcionamiento.

Fuente: Propuesta a la empresa

3.1.3.5 Personal encargado del programa de mantenimiento preventivo.

Las personas encargadas de las actividades de mantenimiento preventivo son las pertenecientes al área de mantenimiento del departamento de extrusión, siendo el supervisor de mantenimiento el encargado de la planificación y supervisión de dicho mantenimiento y los mecánicos encargados de ejecutar dicho mantenimiento.

Además el mantenimiento debe ser realizado por mecánicos del área, los cuales deben programar la limpieza de filtros y regular las caídas y cambios de aceite de ser necesario, para que el aire comprimido llegue en óptimas condiciones a los sistemas neumáticos, estos mantenimientos se pueden hacer una vez por semana, tomando una máquina por día.

3.2 Detección de necesidades de capacitación.

En el departamento de extrusión se ve la necesidad de un seguimiento en la capacitación del personal tanto de producción como de mantenimiento de nuevo ingreso para que tengan un mayor conocimiento de las tareas a realizar y así poder operar las máquinas de una forma eficiente y eficaz.

3.2.1 Brechas de capacitación identificadas en personal del departamento de mantenimiento.

Como parte de las operaciones en el proceso de extrusión se identificó las brechas que puede tener el personal de mantenimiento a las cuales se les dará seguimiento a través de un plan de acción.

3.2.1.1 Planes de acción.

Dentro de los planes de acción a tomar se dieron los siguientes:

- a. Inducción al puesto de trabajo al personal de mantenimiento por parte de un colaborador de antigüedad conjuntamente con el supervisor de mantenimiento.
- b. Pesar el desperdicio generado por los colaboradores del área de mantenimiento cuando realicen cualquier tipo de mantenimiento y así poder darle seguimiento a aquel colaborador que genere mayor desperdicio.

3.2.2 Brechas de capacitación identificadas en personal del departamento de producción.

Como parte de las operaciones en el proceso de extrusión se identifico las brechas que puede tener el personal de producción a las cuales se les dará seguimiento a través de un plan de acción.

3.2.2.1 Planes de acción

Dentro de los planes de acción a tomar se dieron los siguientes.

- Reuniones de 5 minutos cada día para tratar asuntos sobre el monitoreo de fallas y desperdicio.
- Visitas al área de los equipos para verificar el buen funcionamiento de los mismos.
- Capacitación sobre el uso de los formatos para la identificación de los desperdicios por áreas específicas.
- Colocar al personal adecuado en cada una de las áreas de producción, verificando cuáles son sus aptitudes y actitudes del personal operativo.

4 IMPLEMENTACIÓN DEL PROGRAMA PARA DETECCIÓN DE FALLAS Y CONTROL DE DESPERDICIO.

4.1 Procedimiento utilizado para identificar fallas en el departamento de extrusión.

El procedimiento a utilizar para identificar las fallas en el departamento de extrusión será a través de un formato en el cual se anotará qué máquina fue parada, la fecha, así como la hora a la que fue parada la máquina debido a una falla, la hora en que mantenimiento entregue la máquina y la falla por la cual fue parada.

El encargado de anotar la información en el formato será el operador asignado a cada puesto de trabajo.

La información que se anotará en el formato se estudiará por semana, la cual será la herramienta necesaria para la realización del gráfico de Pareto y así poder determinar las fallas que afectan más en el proceso de producción del vaso de zinc.

Figura 4 Formato para identificación de fallas

DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN

DEPARTAMENTO DE EXTRUSIÓN

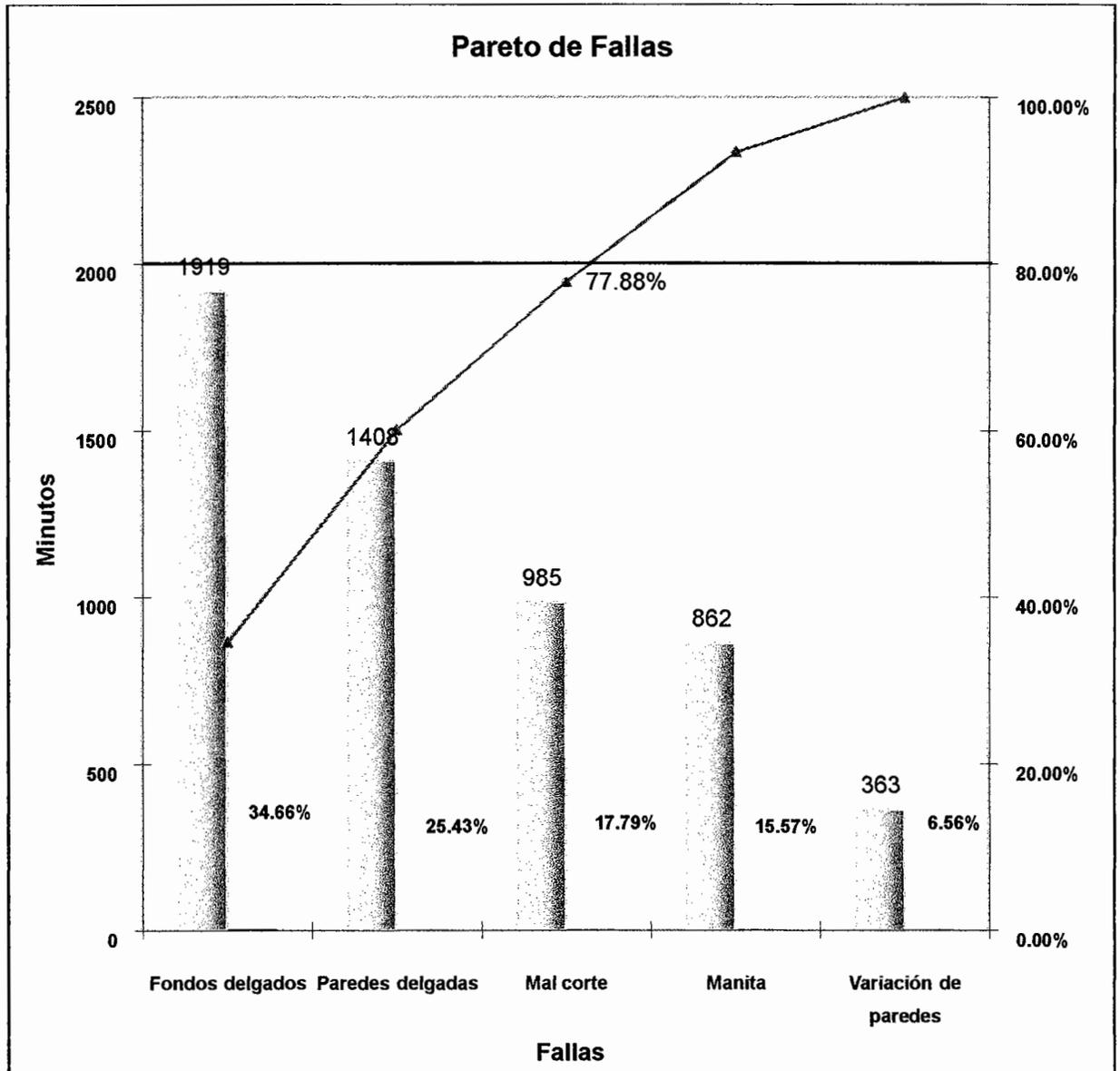
FORMATO DE REGISTROS DE PAROS

FECHA	HORA PARO DE MÁQUINA	HORA DE ARRANQUE DE MÁQUINA	TIEMPO DE PARO (min.)	OBSERVACIONES

Fuente: Propuesta a la Empresa

En la siguiente figura se detalla un diagrama de Pareto para determinar los paros por fallas dentro del departamento en estudio.

Figura 5 Diagrama de Pareto de identificación de fallas



En el diagrama anterior se puede observar claramente que las tres principales causas de paros mecánicos son: fondos delgados (34.66%), paredes delgadas (25.43%), y mal corte (17.79%), los cuales sumados significan el 77.88%. Este ejemplo cumple cabalmente con el principio de Pareto, sin embargo no en todos los casos estos porcentajes son similares, ayudándonos más que todo a tener una idea de los problemas primordiales que hay que atacar para que las máquinas sean más eficientes.

Con los datos anteriores se pueden ser más certero a la hora de tomar una decisión tomando el ejemplo anterior se puede tomar de la siguiente forma.

- a. Se desglosa nuevamente un Pareto para las causas principales, en este caso los fondos delgados.
- b. Se toma las causas principales nuevamente y se empiezan a proponer soluciones.
- c. Se puede utilizar lluvia de ideas, o simplemente deducir cuales son las soluciones óptimas.

4.1.1 Cuantificación de tiempos de paro como resultado de fallas encontradas.

A través de la información recaudada en el inciso anterior nos ayudará a obtener los tiempos de paro por las diferentes fallas que se presenten en el proceso de producción del vaso de zinc, los cuales se presentarán en gráficos de Pareto para determinar las máquinas que estén mayor tiempo paradas por las fallas.

4.1.2 Procedimiento utilizado para identificar focos más comunes de desperdicio.

Al finalizar cada turno de producción los operadores son los encargados de pesar el desperdicio que hayan generado en cada máquina, así como cada mecánico de pesar el desperdicio que generen en cada reparación que realicen, ya que es importante que el desperdicio se pese por áreas, para la identificación de los focos de desperdicio.

El desperdicio se anotará en un formato, el cual se encontrará en la compactadora de zinc, siendo el operador asignado a este puesto de trabajo el que verifique lo que han pesado el resto de operadores y mecánicos el desperdicio que generen.

Figura 6 Formato para registros de desperdicio

DEPARTAMENTO DE PRODUCCION DEPARTAMENTO DE EXTRUSION FORMATO DE REGISTROS DE DESPERDICIO FORMATO DE REGISTRO DE DESPERDICIO FECHA: _____ ENCARGADO: _____											
ANILLO			VASO								
2LP	X150-1	X150-2	X150-3	X150-4	X150-5	X150-4	X150-5	X150-6	X150-7	X150-8	X150-9
TRIMMERS						TORRES					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	

Fuente: Propuesta para el control desperdicio

4.2 Procedimiento utilizado para el control de materia prima.

El procedimiento a utilizar en el control de la ficha de zinc será a través de un Kardex interno, el cual constará de anotar las entradas de materia prima al departamento, así como las salidas de materia prima del departamento, las cuales se le llamarán pulidas, siendo estas las toneladas de ficha que se utilicen en el transcurso de la producción por día.

Los responsables de llevar el Kardex en el departamento de extrusión será los supervisores de producción, con el cual se espera tener un óptimo control con respecto a la materia prima que se utiliza en el departamento, en este caso que es la ficha de zinc.

El procedimiento que hará el supervisor de producción para llevar el Kardex serán los siguientes:

- a. Al finalizar la producción del día contará las toneladas de ficha que queden en el suelo.
- b. Tomará nota de las pulidas que se produjeron en el transcurso del día.
- c. Hará diferencias entre las toneladas de ficha requeridas en el día y las pulidas producidas en el día, las cuales tendrán que cuadrar con las toneladas que se encuentren en el suelo.

5. SEGUIMIENTO DEL PROGRAMA.

5.1 Índices de paro

Para llevar la información de los índices de paro y que dicha información sea confiable y se mantenga retroalimentando, es importante que se monitoreen los avances de los trabajos y mantenimientos que se realizan en las máquinas. Estos pueden llevarse a cabo por medio de formatos para poder establecer estadísticamente los índices por paro.

5.1.1 Tiempos de paro producidos por las fallas.

A continuación se detalla en la tabla el reporte diario de la producción y también se describe el desperdicio que se obtiene por una falla en la maquinaria.

Tabla VII Reporte diario de producción

Fecha:								
Máquina	Operador	MOD	MOI	Paro no programado MIN	Paro programado MIN	Tiempo en maquina	Producción	Desperdicio (kG)
1	1126	3.75	0.2 5	20	5	470	35,562	45
2	1126	4		40	10	470	28,652	25
3	1422	3.75	0.2 5		15	470	40,256	65
4	1422	4			26	470	31,623	32
5	1082	3.75	0.2 5		15	470	40,251	32

Fuente: Visita al área de estudio

5.1.2 Disponibilidad de maquinaria.

Para poder tener en plena disposición el equipo y la maquinaria dentro del área de la fabricación, es importante que todos los que están involucrados en la operación como en el mantenimiento tengan en cuenta el funcionamiento de cada uno de los equipos, a continuación se detalla la operación de la maquina Shuler X - 150

- a. **Máquina Shuler:** la máquina Shuler está provista de un motor principal de 22 HP acoplado por medio de una faja para altas revoluciones que une al eje central del motor con el volante de la maquina, el motor es arrancado por medio de una conexión eléctrica, la cual permite que el motor arranque de una manera que no se produzcan muchos picos de corriente eléctrica por el tipo de potencia eléctrica que el motor consume al momento del arranque. El volante esta acoplado con discos de pastilla para hacer funcionar la máquina, dicho acople se une a través de aire comprimido por medio de una electro válvula que une el volante con el disco, de esta manera la maquina queda acoplada al volante y empieza a funcionar.
- b. La máquina también está provista por un motor auxiliar que lubrica las partes mecánicas en movimiento a través de tuberías de cobre que están por toda la maquina, también tiene un moto reductor que sirve para introducir la ficha hacia el carril de baja de la maquina.
- c. La máquina posee un carril que sirve para traer la ficha de zinc de tómbola hacia el dado de la maquina, el carril de ficha está provista de tres resistencias eléctricas que están acopladas a lo largo del carril para calentar dicha ficha, la temperatura del carril es controlada por medio de temperatura digital, que regula la temperatura a un promedio predeterminado en el aparato, también en la maquina están instalados dos resistencias que están alrededor del dado de ficha y sirven para mantener todo el bloque de la maquina a una temperatura

adecuada para poder hornear el vaso de zinc, estas resistencias también son controladas por un sistema digital de temperatura analógico por medio de un sensor que envía la información al mando de control.

5.1.3 Eficiencia de máquinas extrusoras.

Un aporte importante dentro del proceso de producción de vaso de zinc es que las máquinas a disposición tengan un rendimiento acorde a las necesidades de la empresa, por ejemplo si se requiere el 100% de eficiencia del equipo es de vital importancia que el departamento de mantenimiento tome las medidas y adopte estándares para poder permitir el máximo rendimiento de los mismos, actualmente se desarrollan en la empresa en estudio, varios casos para poder incrementar la eficiencia y uno de ellos es la mejora continua dentro del departamento de mantenimiento, la mejora continua se entiende como una sucesión de decisiones tomadas dentro de una organización, las cuales resultan año tras año en una gran cantidad de pequeñas mejoras.

La mejora continua está regida por las metas de brincar mayor calidad (en los trabajos de mantenimiento), elevar la eficiencia (menos paros no programados), y responder a las necesidades de los clientes (departamento de producción). En correspondencia con ello, por lo general las mejoras sirven para:

Incrementar el valor que se ofrece mediante productos y servicios mejorados.

5.1.3.1 Reducir errores, defectos y desperdicios.

5.1.3.2 Incrementar la sensibilidad a cambios y expectativas de los clientes.

5.1.3.3 Elevar la productividad y la eficiencia en el uso de todos los recursos.

Esa es una de las actitudes que se pretende implementar en el departamento de ingeniería, debido a que los seguimientos a los proyectos no son constantes y muchas veces quedan en el olvido, se debe crear un sistema en el que todos participen y aporten mejoras en la máquinas básicas. Una mejora que se desea implementar es el mantenimiento diario en las máquinas de extrusión, de esta forma se puede tener un mejor control de estas y se puede dar seguimiento a los proyectos de restauración e implementación de nuevos sistemas.

5.2 Índices de desperdicio

Medir el desperdicio generado por las diferentes operaciones en las maquinas extrusoras es de suma importancia para poder tener los índices relacionados al desaprovechamiento de la materia prima y poder tomar decisiones con respecto al tema en mención.

5.2.1 Porcentajes de desperdicio.

Es importante tener identificados los porcentajes de desperdicio que generen los colaboradores para llevar los controles estadísticos relacionados con el aprovechamiento de la materia prima y así no elevar el costo de producción de la pila seca de carbono.

5.2.2 Porcentajes de desperdicio por focos.

Encontrar los porcentajes de desperdicio por focos ayudara a tomar medidas de corrección o seguimiento para ver las habilidades y conocimientos de los diferentes colaboradores de los departamentos de producción y mantenimiento en la operación de las maquinas extrusoras. Además de observar algunos puntos en el proceso de fabricación del vaso de zinc en donde por fallas mecánicas estén generando desperdicio de vaso.

CONCLUSIONES

- 1 Con la implementación del Formato de Registros de Paros se puede proponer un programa para detectar las fallas que originan los paros en las máquinas extrusoras y así contabilizar los paros más recurrentes a través del Diagrama de Pareto, el cual ayudará a tomar las medidas correspondientes para minimizar paros en las máquinas.
- 2 Se da a conocer el proceso del vaso de zinc a través del diagrama de proceso, en el cual se puede observar que las operaciones para la fabricación del vaso son pocas pero requieren de un estricto control en la calibración de las máquinas.
- 3 Se determina la importancia de un buen control de inventarios de materia prima en el departamento, ya que el mal control de inventarios puede provocar aumento en los costos de producción
- 4 Contar con los conocimientos básicos sobre el mantenimiento tanto en el personal operativo como el administrativo es importante para determinar qué ocurre cuando un equipo no contribuye en un proceso productivo.
- 5 A través de un plan de mantenimiento preventivo en las tres áreas importantes que componen una máquina extrusora se puede minimizar los tiempos de paro en las máquinas. El cual beneficiaría en un aumento a la productividad del departamento en la fabricación del vaso de zinc de la línea D. En el plan se indica las partes a las que se le realizaría el mantenimiento, así como la frecuencia con que se debe realizar.

- 6 A través del Diagrama de Pareto se pudo identificar que las fallas más comunes que se dan en la fabricación del vaso de zinc son: fondos delgados en el vaso, paredes delgadas en el vaso, mal corte, manita, variación de paredes.
- 7 Con la implementación del formato para registros de desperdicios se determinará identificar los focos que más producen desperdicios, porcentajes de desperdicios y los porcentajes por foco de desperdicio.
- 8 Durante el proceso de producción se debe dar un estricto control,
- 9 mediante formatos en el cual se garantice la fidelidad de los datos recopilados para determinar las causas probables que ocasionaron un paro en el servicio de los equipos.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda la implementación del formato de registros de paros para que los datos que aquí se recolecten ayuden a determinar las fallas más recurrentes en la producción del vaso de zinc.
2. Llevar un estricto control de los formatos o documentos que se generen en el departamento de mantenimiento y producción para tener un historial de los equipos que colabore a la calibración de las máquinas.
3. Se recomienda llevar el Kardex de materia prima para optimizar el uso de la ficha de zinc, éste tipo de control da valor agregado al espacio físico con el que se cuenta en el Departamento como en el tiempo de los colaboradores del Departamento de Bodega al estar pasando materia prima innecesaria para la producción.
4. El recurso humano es el principal recurso para el adecuado funcionamiento de una empresa, por lo que es importante darle capacitación al personal operativo como administrativo de producción sobre los conocimientos básicos de mantenimiento que contribuyen al buen funcionamiento de las máquinas del Departamento de Extrusión.
5. Se recomienda la implementación del programa de mantenimiento preventivo, para poder disminuir los paros en las máquinas extrusoras se debe realizar una capacitación para reforzar los conocimientos con respecto de los equipos utilizados en el área de extrusión.

6. Se recomienda llevar un control estadístico de producción de cada máquina extrusora que ayudará a ver las unidades producidas y llevar a cabo el mantenimiento preventivo que necesite cada máquina, tanto en el punzón como en el dado que son los que generan las paredes, y fondos delgados respectivamente y evitar desperdicios por unidades que no cumplen con las especificaciones.

7. Se recomienda la implementación del Formato para registros de desperdicio, el cual ayudará a determinar en qué áreas o máquinas se generan los diferentes porcentajes de desperdicio y sus posibles causas

BIBLIOGRAFÍA

1. Brincker Lemus, Jorge Danilo. Aseguramiento de la calidad de extrusión de película de polietileno para la empresa Helenoplast, S. A.
2. Reynoso Ruiz, Miguel Esau. Control de calidad estadístico en el proceso de extrusión de películas de plástico polipropileno.
3. Motta Estrada, Erick Oswaldo. Diseño del sistema de enfriamiento para extrusores de polietileno y polipropileno en la planta Olefinas S. A.
4. Vega Ruiz, Waldemar Estuardo. Elaboración de un extruido que contenga terbufos.
5. Cárdenas García, Jorge Gerardo. Mejoramiento del proceso de producción de cereales de hojuelas a través de un proceso de extrusión
6. García Criollo, Roberto. Estudio del Trabajo: Ingeniería de Métodos.
7. García Criollo, Roberto. Estudio del Trabajo; Medición del Trabajo.
8. Morton, Jone D. H. Procesamiento de plásticos