



**UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ**

**PLAN DE ESTRATEGIAS PARA DISMINUIR LAS  
PARADAS NO PLANIFICADAS DE MÁQUINAS MULFI 1  
Y MULFI 2 EN LA PLANTA DE FILTROS DE CIGARRERA  
BIGOTT SUCS, DE VENEZUELA.**

**Autores:** Camacho, Juan  
Ríos, Luis

Urb. Yuma II, calle N°3, Municipio San Diego  
Teléfono: (0241) 8714240 (Master) - Fax: (0241) 8712394



**REPUBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA  
UNIVERSIDAD JOSE ANTONIO PAEZ  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA DE INGENIERIA INDUSTRIAL  
INGENIERIA INDUSTRIAL**

**PLAN DE ESTRATEGIAS PARA DISMINUIR LAS PARADAS NO  
PLANIFICADAS DE MÁQUINAS MULFI 1 Y MULFI 2 EN LA PLANTA  
DE FILTROS DE CIGARRERA BIGOTT SUCS, DE VENEZUELA.**

Proyecto del trabajo de grado para optar por el título de

**INGENIERO INDUSTRIAL**

**Autores:**

Camacho, Juan

C.I. 11.675.455

Ríos, Luis

C.I. 16.592.253

**Tutor Académico:** MSc. Zambrano, Kelly

**San diego, Junio de 2017**



Universidad José Antonio Páez  
Facultad de Ingeniería

FI-TG-2017-ICR-013

Valencia, 13 de Enero de 2017.

Ciudadanos:

Juan Camacho

C.I. 11.675.455

Luis Ríos

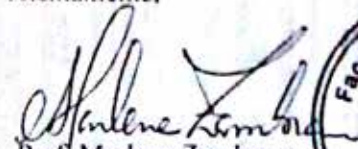
C.I. 16.592.253

Presente.-

Cumplo con informarle que la Comisión de Trabajo de Grado y Pasantías de la Facultad de Ingeniería en su reunión N° 1-2017 de fecha 13/01/2017 aprobó el proyecto de trabajo de grado titulado **"PLAN DE ESTRATEGIAS PARA LA REDUCCIÓN DE PARADAS NO PLANIFICADAS DE MÁQUINAS MULFI 1 Y MULFI 2 EN LA PLANTA DE FILTROS DE CIGARRERA BIGOTT SUCS, DE VENEZUELA."** Presentado por ustedes como requisito para optar al título de Ingeniero Industrial.

Se ratifica la designación de la Ing. Kelly Zambrano, C.I. 10.731.839 y la Ing. Alicia Pizzella, C.I. 4.598.880 como Tutotes Académicos que lo asesorarán en el desarrollo de este proyecto.

Atentamente,

  
Prof. Marlene Zambrano  
Decana (Encargada) de la Facultad de Ingeniería  
(CUI 502 de fecha 11/10/2016)



c. c. Coordinación de Pasantías y Trabajo de Grado (2).  
Archivo.

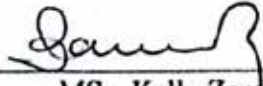


REPUBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA  
UNIVERSIDAD JOSE ANTONIO PAEZ  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA DE INGENIERIA INDUSTRIAL  
INGENIERIA INDUSTRIAL

### ACEPTACIÓN DEL TUTOR

Quien suscribe, MSc. Kelly Zambrano, portador de la cédula de identidad N° 10.731.839., en mi carácter de tutor del trabajo de grado presentado por los ciudadanos: Juan Camacho y Luis Ríos, portadores de la cédulas de identidad N° 11.675.455 y 16.592.253, respectivamente, titulado: **PLAN DE ESTRATEGIAS PARA DISMINUIR LAS PARADAS NO PLANIFICADAS DE MÁQUINAS MULFI 1 Y MULFI 2 EN LA PLANTA DE FILTROS DE CIGARRERA BIGOTT SUCS, DE VENEZUELA.** Presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Industrial, considero que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del jurado examinador que se designe.

En San Diego, a los 09 días del mes de junio del año dos mil diecisiete.

  
MSc. Kelly Zambrano  
C.I.: 10.731.839.



## **DEDICATORIA**

### **A DIOS.**

Por permitirme llegar hasta este punto y haberme dado salud para superar los obstáculos en el transcurso de todos estos años de estudio y así lograr unas de mis tan anhelados objetivos de mi vida.

### **AMI MADRE.**

Por haberme apoyado en todo momento, por tus consejos, tus valores y motivación constante, que me han permitido ser una persona de bien, pero más que nada por tu amor incondicional.

### **A MI HERMANO.**

Por haberme dado las fuerzas para seguir adelante, a pesar de tu partida física te dedico mi título de ingeniero. Sé que donde estas siempre estarás conmigo.

### **A MI HERMANA.**

Por ser ejemplo para la construcción de mi vida profesional, con su apoyo y motivación en el transcurso de mis estudios.

### **A MIS SOBRINOS.**

Para que vean en mí, un ejemplo a seguir de superación y constancia de buenos principios y valores en sus vidas.

**JUAN CAMACHO.**

## **AGRADECIMIENTOS**

Primeramente le doy gracias a DIOS. Por todas las fuerzas que me has dado y así poder cumplir unos de mis sueños más queridos de mi vida. Y seguir adelante en el crecimiento personal y profesional para contribuir en el desarrollo de mi país que tanto lo necesita en estos momentos de crisis.

Quiero darle las gracias a MI FAMILIA, por todo su apoyo incondicional que depositaron en mí para el logro de esta meta tan importante de mi vida.

A mi compañero de tesis LUIS RIOS, por haber confiado en mí para el desarrollo de este trabajo especial de grado ¡gracias pana!

A la Ing. KELLY ZAMBRANO, por ser nuestra tutora guía, con sus valiosos conocimientos profesionales en Ingeniería Industrial.

Al Ing. JESÚS GONZÁLEZ, Supervisor de Cigarrera Bigott Sucs, de Venezuela. Por apoyarnos en la realización de esta investigación

A mis PROFESORES Y A LA UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ, por sus enseñanzas y dedicación en mi formación como Ingeniero Industrial en el transcurso de mis estudios en esta casa del saber y conocimiento.

**GRACIAS A TODOS!!**

**JUAN CAMACHO**

## **DEDICATORIA**

A mi madre, ya que si no es por ella difícilmente habría logrado esta meta. Este trabajo es por ella y para ella. La vida no alcanzará para agradecerle todo lo que me ha dado y me ha enseñado.

A mi hijo, que a pesar de aun estar en el vientre de su mamá es uno de mis mayores motivaciones. El ser ese hombre del que te sientas orgullo es lo que me empuja cada día y a pesar de que no te voy a dar todo lo que quieras, quiero que sepas, desde hoy, que voy hacer el mejor esfuerzo para enseñarte a luchar por todo lo que anhelas.

Y a Chicho, que desde allá arriba sé que está disfrutando este momento y conociéndolo como lo conozco sé que debe estar alardeando y sacando el pecho. El logro de esta meta también está dedicado a él. Y en su momento lo celebraremos, BENDICIÓN.

**LUIS A. RIOS M.**

## **AGRADECIMIENTOS**

Primeramente a Dios por permitirme haber vivido todos los instantes de mi vida. Por haber colocado en mi camino a todas esas personas que sin darse cuenta me enseñaron algo y dieron aportes tan valiosos que me hicieron mejor persona cada día. Sobre todo le estoy muy agradecido por haberme permitido nacer y crecer en la familia en la cual lo hice.

Familia encabezada por Elyn Mendoza. Mujer que con esmero y mucha entrega me brindo esas lecciones de vida que no dan en ninguna universidad, mujer que gracias a ella y a su empuje estoy donde estoy y soy lo que soy. Muchas gracias Mamá, este logro también es suyo.

A mi esposa, por motivarme a ser mejor y a ir más allá, por tenerme paciencia y por hacerme mejor cada día con el simple hecho de estar a mi lado.

A la Universidad José Antonio Páez por hacerme crecer no solo profesionalmente, sino también de índole personal.

A la Planta de Filtros de Cigarrera Bigott Sucs, de Venezuela por brindarme la oportunidad de desarrollar este trabajo de grado en la organización. Y a la Tutora Kelly Zambrano por mostrarnos el mejor camino y orientarnos en esta última etapa de Carrera, ojala para Ud. haya sido tan gratificante trabajar con nosotros, como lo fue para mí trabajar bajo su tutela.

Y un especial agradecimiento a Manuel Cuadrado y Angélica Jaramillo por haber sido personas claves en mí desarrollo. Siempre los recordare como esos profesores ejemplares que más que querer enseñar un método de trabajo o una fórmula de Ingeniería, quisieron formar profesionales íntegros para que sean los líderes de ese mañana que tanto necesita Venezuela.

**GRACIAS A TODOS UDS.**

**LUIS A. RIOS M.**

**INDICE GENERAL**  
**CONTENIDO**

	<b>p.p</b>
AGRADECIMIENTOS .....	vi
ÍNDICE DE TABLAS.....	xiii
ÍNDICE DE FIGURAS .....	xiv
ÍNDICE DE GRAFICOS.....	xvi
ÍNDICE DE CUADROS .....	xvii
RESUMEN.....	xviii
INTRODUCCIÓN .....	1
CAPÍTULO I.....	3
EL PROBLEMA.....	3
1.1. Planteamiento del Problema. ....	3
1.2. Formulación del problema:.....	12
1.3. Objetivos de la investigación:.....	13
1.3.1. Objetivo general.....	13
1.3.2. Objetivos específicos:.....	13
1.4. Justificación de la Investigación:.....	13
1.5. Alcance.....	14
CAPÍTULO II.....	16
MARCO REFERENCIAL CONCEPTUAL .....	16
2.1. Antecedentes.....	16
2.2. Bases teóricas .....	20

2.2.1. Mejoramiento Continuo.....	20
2.2.2. Eficacia Global de Equipos Productivos (OEE).....	21
2.2.3. Análisis de Modo y Efecto de Falla (AMEF).....	22
2.2.3.1. Tipos de AMEF .....	22
2.2.3.2. Ventajas potenciales del AMEF .....	23
2.2.3.3. Pasos para hacer un AMEF .....	24
2.2.4. Método de los Cinco porque.....	24
2.2.5. Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (R.C.M.) .....	25
2.2.6. Mantenimiento de Clase Mundial (MCM).....	25
2.2.7. Mantenimiento Industrial. ....	26
2.2.8. Mantenimiento de Conservación.....	27
2.2.9 Mantenimiento correctivo.....	27
2.2.10. Ventajas del Mantenimiento Correctivo. ....	27
2.2.11. Desventajas del Mantenimiento Correctivo. ....	27
2.2.12. Mantenimiento Preventivo.....	28
2.2.13. Ventajas Del Mantenimiento Preventivo. ....	28
2.2.14. Desventajas del Mantenimiento Preventivo. ....	29
2.2.15. Mantenimiento de Actualización.....	29
2.2.16. Mantenimiento Productivo Total (TPM). ....	29
2.2.17. Objetivos del Mantenimiento Productivo Total (TPM). ....	30
2.2.18. Ventajas del TPM:.....	30
2.2.19. Desventajas del TPM:.....	30
2.2.20. Pilares del TPM: .....	30
2.2.20.1. Mejoras Enfocadas: .....	31

2.2.20.2. Mantenimiento Autónomo: .....	31
2.2.20.3. Mantenimiento Planificado: .....	31
2.2.20.4. Mantenimiento de la calidad: .....	32
2.2.20.5. Prevención del Mantenimiento: .....	32
2.2.20.6. Aéreas Administrativas: .....	32
2.2.20.7. Educación y Entrenamiento: .....	33
2.2.20.8. Seguridad y Medioambiente: .....	33
2.2.21. Plan de mejora estratégica: .....	34
2.3. Definición de Términos Básicos: .....	35
CAPÍTULO III .....	39
MARCO METODOLÓGICO .....	39
3.1 Tipo de Investigación.....	39
3.2. Diseño de la Investigación. ....	39
3.3. Nivel de la Investigación.....	40
3.4. Población y Muestra.....	40
3.5 Técnicas de Investigación, Recolección y Análisis de Datos. ....	40
3.6. Revisión Documental .....	41
3.7. Fases metodológicas .....	42
CAPITULO IV .....	45
RESULTADOS .....	45
4.1. Fase I: Identificar las fallas que generan las paradas no programadas de las maquinas MULFI 1 y MULFI 2 en la Planta de Filtros de Cigarrera Bigott sucs, planta Valencia – Venezuela, a través de las técnicas de recolección de información .....	45

4.1.1. Descripción del proceso de fabricación de varillas de filtros combinados.....	46
4.2. Fase II: Analizar las causas que producen las paradas no planificadas de las maquinas MULFI 1 y MULFI 2 en la Planta de Filtros de Cigarrera Bigott sucs, de Venezuela empleando técnicas de Ingeniería Industrial. ....	53
4.3. Fase III: Elaborar un plan de estrategias basada en la metodología de Mantenimiento Productivo Total (TPM) que permita disminuir las paradas no planificadas de las maquinas MULFI 1 y MULFI 2 en la Planta de Filtros de Cigarrera Bigott sucs, de Venezuela. ....	71
4.3.1. Estrategia 1. Inducción al personal de Planta de filtros de Cigarrera Bigott sucs. Planta Valencia – Venezuela sobre las condiciones actuales de la planta. ....	71
4.3.2. Estrategia 2. Estandarizar las posiciones de las pistolas del sistema de encolado interior y de costura de las maquinas MULFI. ....	72
4.3.3. Estrategia 3. Limpieza e inspección del sistema de alimentación de filtros.....	74
4.3.4. Estrategia 4. Cambiar las mangueras del sistema de succión tanto en la KDF como en la GC para mejorar la eficiencia de la maquina MULFI76	
4.3.5. Estrategia 5. Realizar un Checklist para el armado del módulo dispositivo cortador de varilla y capacitación teórica-práctica del personal para el mantenimiento preventivo y correctivo del mecanismo para disminuir las paradas no planificadas por desperfectos en este conjunto. 77	
4.3.6. Estrategia 6. Capacitar al personal técnico en los ajustes finos a la hora de sincronizar los tambores de corte y de traspaso de la GC y evitar que la fricción aumente la temperatura de las cuchillas de corte.....	81
4.3.7. Estrategia 7. Inspeccionar de forma rutinaria la sincronización del tambor de descarga y ajustarlo en cada mantenimiento programado. ....	84

4.4. Fase IV: Evaluar el comportamiento del costo de oportunidad de la mejora propuesta. ....	86
CONCLUSIÓN.....	103
RECOMENDACIÓN .....	106
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	109
ANEXOS .....	111
ANEXO A. Formato de entrevista usando el Método de Cinco ¿Por qué?.	112
ANEXO B. Formato de entrevista para priorizar las posibles causas de Ruptura de mecha. ....	113
ANEXO C. Análisis de Modo y Efecto de Falla de Sistema de encolado..	114
ANEXO D. Análisis de Modo y Efecto de Falla de Sistema de Succión (Ventiladores).....	115
ANEXO E. Análisis de Modo y Efecto de Falla de Sistema de Cortador de varilla.....	116
ANEXO F. Análisis de Modo y Efecto de Falla de Sistema de proceso de corte de Filtros de GC.....	117
ANEXO G. Análisis de Modo y Efecto de Falla de Sistema de proceso de ensamble de filtros de GC .....	118
ANEXO H. Análisis de Modo y Efecto de Falla de Sistema de alimentación de filtro de GC.....	119
ANEXO I. Análisis de Modo y Efecto de Falla de Sistema de Traspaso de filtros en línea recta. ....	120
ANEXO J. Diseño de charla de concientización de personal. ....	121

## ÍNDICE DE TABLAS

### Contenido

<b>Tabla N°</b>		<b>Pp.</b>
1	Evaluación del OEE.....	5
2	Parada no planificada MULFI-1.....	7
3	Parada no planificada MULFI-2.....	8
4	Fallas que generan el 80% de las paradas no planificadas.....	11
5	Código de causa raíz.....	55
6	Resumen de ejemplo de aplicación de Técnica 5 ¿Por qué?.....	57
7	Resumen de aplicación de herramienta “Cinco ¿Por qué?.....	57
8	Priorización de fallas encontradas.....	59
9	NPR de elementos críticos de las maquinas MULFI.....	62
10	Paradas no planificadas de la máquina MULFI 1.....	86
11	Desperdicio de materia prima en la máquina MULFI 1.....	88
12	Ruptura de mecha de la maquina MULFI 1.....	89
13	MTBF y MTTR de maquina MULFI 1.....	90
14	Paradas no planificadas de maquina MULFI 2.....	92
15	Desperdicio de materia prima en la máquina MULFI 2.....	93
16	Ruptura de mecha de la maquina MULFI 2.....	94
17	MTBF y MTTR de maquina MULFI 2.....	95
18	Eficiencia General de los Equipos (OEE) de planta filtros.....	96
19	Tiempo acumulado de paradas no planificadas de máquinas MULFI 1 y MULFI 2.....	98
20	Tiempo neto de producción en promedio diario.....	100
21	Producción Ideal vs Producción Real.....	101

## ÍNDICE DE FIGURAS

### Contenido

<b>Figura N°</b>		<b>Pp.</b>
1	Disposición de la planta de filtros Cigarrera Bigott.....	4
2	Estructura del MCM.....	26
3	Diagrama del proceso.....	46
4	Sistema de alimentación de varillas o VARIOS.....	47
5	Acumuladoras de varillas (tolvas).....	47
6	Sistema de proceso de corte de filtros.....	48
7	Ensamble de filtro.....	48
8	Dispositivo cortador.....	49
9	Máquina de enlace (Uniflow).....	49
10	Sistema de encolado.....	63
11	Dispositivo cortador de maquina MULFI.....	65
12	Sistema de tambores de corte.....	66
13	Sistema de tambores de ensamble de módulo GC de MULFI.....	67
14	Sección de traspaso de filtros en línea recta.....	69
15	Sistema de encolado de máquina MULFI.....	72
16	Pistolas de encolado de costura y de interior de máquina MULFI.....	73
17	Posición de las franjas de encolado frio y caliente en papel plug wrap	73
18	Marcas de ajuste estándar de las pistolas de pega.....	74
19	Sistema de transportación “VARIOS”.....	74
20	Esquema de succión de los tambores de la GC.....	76
21	Dispositivo cortador de varilla.....	78
22	Tubos de corte de máquina MULFI.....	80
23	Sistema de tambores de corte.....	82

24	Sistema de tambores de ensamble de módulo GC de MULFI.....	82
25	Tambores de ensamble (tambor 1 y tambor 2).....	82
26	Cuchillas circulares de GC.....	83
27	Tambor de descarga y tambores de traspaso de la salida de la MULFI	85

## ÍNDICE DE GRAFICOS

### Contenido

<b>Grafico N°</b>		<b>Pp.</b>
1	Eficiencia global de equipos productivos.....	6
2	Paradas no planificadas Mulfi 1.....	9
3	Paradas no planificadas Mulfi 2.....	10
4	Paradas no planificadas de las maquinas MULFI 1 y MULFI 2.....	50
5	Comparativo de las 5 fallas más significativas.....	51
6	Ruptura de mecha. Periodo Abril – Julio 2016.....	53
7	Diagrama de frecuencia de la aplicación “Cinco ¿Por qué?.....	57
8	Numero de prioridad de riesgo de las fallas analizadas.....	69
9	Rutina de inspección y limpieza de sistema de alimentación de filtro...	76
10	Frecuencia de inspección de tiempo de tambor de descarga.....	85
11	Tendencia de paradas no planificadas de maquina MULFI 1.....	87
12	Desperdicio generado por paradas de maquina MILFI 1.....	88
13	Paradas no planificadas de maquina MULFI 1 (Ruptura de mecha).....	89
14	MTBF y MTTR de la maquina MULFI 1.....	91
15	Paradas no planificadas de la maquina MULFI 2.....	92
16	Desperdicio de la materia prima en la máquina MULFI 2.....	93
17	Paradas no planificadas de maquina MULFI 2 (Ruptura de echa).....	94
18	MTBF y MTTR de la maquina MULFI 2.....	95
19	OEE de Planta de Filtros de Cigarrera Bigott Sucs.....	97
20	Tiempo acumulado de paradas no planifica de las maquinas MULFI....	99
21	Producción planificada vs Producción real.....	101

## ÍNDICE DE CUADROS

### Contenido

<b>Cuadro N°</b>		<b>Pp.</b>
1	Formato de análisis causal de falla 5 ¿Por qué?.....	56
2	Criterio de evaluación para la ocurrencia de modos de falla.....	60
3	Criterio de evaluación para la detección de falla.....	61
4	Criterio de evaluación y clasificación de la severidad de los efectos...	61
5	Ruta de inspección de Sistema de Alimentación de Filtro.....	75
6	Checklist de Mantenimiento de Porta-Cuchilla.....	79



**REPUBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA  
UNIVERSIDAD JOSE ANTONIO PAEZ  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA DE INGENIERIA INDUSTRIAL  
INGENIERIA INDUSTRIAL**

**PLAN DE ESTRATEGIAS PARA DISMINUIR LAS PARADAS NO  
PLANIFICADAS DE MÁQUINAS MULFI 1 Y MULFI 2 EN LA PLANTA  
DE FILTROS DE CIGARRERA BIGOTT SUCS, DE VENEZUELA.**

**Autores:**

Camacho, Juan C.I.: 11.675.455.

Ríos, Luis C.I.: 16.592.253.

**Tutor:** MSc. Zambrano, Kelly

**Fecha:** Junio 2017

**RESUMEN**

Un plan de estrategias es una serie de procedimientos, que comprenden una implementación activa para hacer una actividad de manera correcta. Tal conceptualización hace que las organizaciones ejecuten técnicas y estrategias para optar por normativas que ayuden a fortalecer su producción, calidad de trabajo, entre otros. Por lo tanto, este trabajo de grado tiene como objetivo general proponer un plan de estrategias para disminuir las paradas no planificadas de las maquinas MULFI 1 y MULFI 2 en la Planta de Filtros de Cigarrera Bigott sucs, de Venezuela, con la finalidad de mejorar la eficiencia de estos activos en la producción de varillas de filtros combinados; a través del diseño de un plan de actividades programadas para el mantenimiento industrial preventivo; basándose en los principios de mejoramiento continuo y mantenimiento productivo total (TPM). Y por otro lado lograr un aumento en la Eficacia Global de Equipos Productivos (OEE), ya que la organización usa este indicador de gestión a nivel global, para medir el desempeño de los equipos, y para el año 2017 la organización se plantea un aumento en el desempeño de los equipos de al menos un 60%. , en comparación del 48,7% de desempeño del año 2016. Esta investigación está enmarcada como un proyecto factible, con un diseño de campo, y con el apoyo de una investigación documental, empleando la observación directa y la entrevista como método de recolección de datos, utilizando la población de 5 operadores y 4 técnicos de procesos.

**Descriptor:** Paradas no planificadas, Mulfi, TPM, AMEF y Filtros.

## **INTRODUCCIÓN**

El presente proyecto de investigación titulado "Plan de estrategias para disminuir las paradas no planificadas de máquinas MULFI 1 y MULFI 2 en la Planta de Filtros de Cigarrera Bigott Sucs, de Venezuela." tiene como finalidad aumentar la Eficiencia Global de Equipos Productivos (OEE), la cual el año 2016 estuvo representada por un 48,7% y la meta de la organización era que esta fuera de al menos 60%. Unas de las variables que se considera en este indicador son la disponibilidad y el rendimiento de los activos de la planta. Las maquinas MULFI 1 y MULFI 2 son las que finalizan la línea de producción de la planta de filtros de Cigarrera Bigott sucs, de Venezuela, por ende son las que proporcionan del producto terminado o final a la planta. Estas máquinas presentan una gran cantidad de paradas no planificadas, afectando el rendimiento del equipo y a su vez esto genera un aumento de desperdicio de materia prima por características y condiciones de proceso. La organización está muy preocupada por estos bajos índices de OEE y está dispuesta a realizar los ajustes necesarios para alcanzar las metas establecidas.

Por otro lado, la presente investigación, tiene por objetivo realizar propuestas que ayuden a madurar o evolucionar la gestión de mantenimiento en dicha planta. Debido a que esta se encuentra basada en un mantenimiento programado y presenta pocas rutas de inspección que alimenten de información de condiciones de las máquinas y así poder desarrollar a un mantenimiento planificado.

Dentro de este orden de ideas, este proyecto se encuentra estructurado por capítulos, donde de manera consecutiva y organizada, se pretende identificar el área estudiada, enfocando las causas y efectos producidos en el área objeto de estudio y las posibles conclusiones y recomendaciones presentadas para el caso:

Por consiguiente, el **Capítulo I:** describe el Planteamiento del Problema, las interrogantes de los investigadores, las cuales han sido convertidas en acciones investigativas, de donde se desprenden el objetivo general y los objetivos específicos y finaliza con la exposición de la justificación.

Seguidamente, se presenta el **Capítulo II:** donde se desarrolla el marco teórico, donde se describen todos los hallazgos documentales y bibliográficos que guardan relación directa con la temática; es así como se presentan los antecedentes de la investigación y las bases teóricas, estas últimas permiten el entendimiento teórico de todo lo relacionado con el control interno y proporcionó los datos necesarios para la elaboración de la propuesta.

Así mismo, se describe el **Capítulo III:** el cual hace referencia al marco metodológico, donde se define el tipo de investigación, la población, la muestra, las técnicas e instrumentos de recolección de datos y las técnicas de análisis de datos.

Por último, el **Capítulo IV:** es donde se presentan los resultados obtenidos de las estrategias aplicadas. Es en este capítulo en donde se desarrolla todo lo referente a que se hizo, como se hizo y que obtuvimos. Los resultados se desarrollaran en cuatro fases, en donde la última de estas fases será para explicar la relación costo – beneficio de este trabajo de investigación y donde se evaluara la factibilidad del mismo.

## CAPÍTULO I

### EL PROBLEMA

#### 1.1. Planteamiento del Problema.

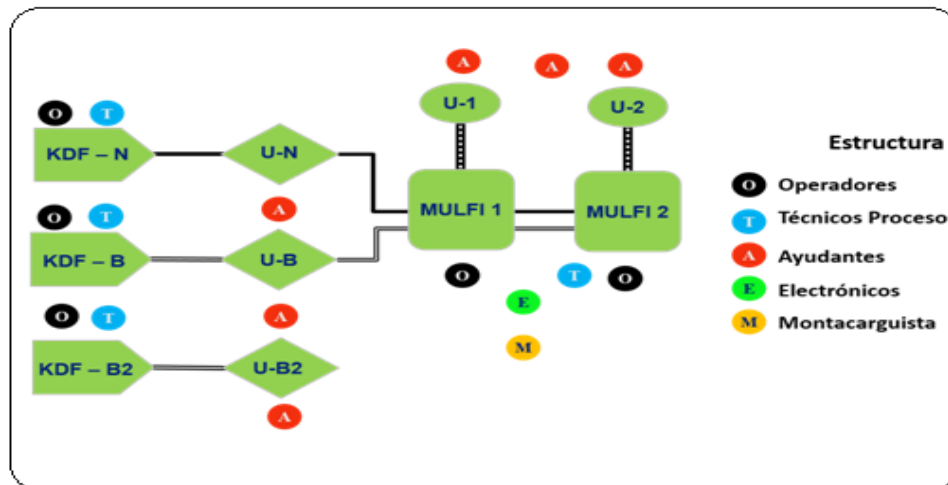
Cigarrera Bigott Sucs., es la compañía de cigarrillos líder de Venezuela, con más de noventa y cinco años de presencia en el país, su fórmula de éxito sigue siendo la misma “Sembramos confianza en Venezuela”, “Cosechamos excelencia”. Décadas de productividad distinguen las operaciones de Bigott, una de las compañías más antiguas y prestigiosas del país, organización que se caracteriza por su gran capacidad de adaptación y modernización.

La empresa Cigarrera Bigott, Planta Valencia, está ubicada en el Estado Carabobo, Municipio San Diego, avenida López Mendoza Goiticoa, Zona Industrial Castillito y se dedica al acondicionamiento y trillado de tabaco verde y a la producción de varillas de filtros. Pertenece al grupo transnacional British American Tobacco (BAT), grupo dedicado a la producción de cigarrillo a nivel mundial.

La planta de filtros donde se desarrolló esta investigación, nace en marzo del 2010, mediante una inversión realizada por la casa matriz BAT, esto con el fin de reducir costos, mediante la fabricación de los filtros, que anteriormente eran adquiridos mediante un proveedor. La planta cuenta con cinco máquinas (KDF2, KDF2E, KDF2ER, MULFI 1 y MULFI 2), y elabora dos tipos de producto, filtros de mono acetato y filtros combinados. En el proceso de elaboración de filtros, se utiliza como materia prima: Papel *plug wrap*, acetato, triacetina, carbón activado, pega blanca, pega caliente en pastillas sólidas, los cuales permiten el ensamble de varillas de filtros blancos, varillas de filtros activados o varillas de filtros combinadas.

El proceso de elaboración de filtros de mono acetato inicia con la elaboración de varillas de filtros blancos, los cuales están rellenos de acetato y envueltos con papel *plug wrap*. Este último se adhiere al acetato con dos líneas de pega blanca y una línea de pega caliente, además el acetato recibe una aplicación de triacetina para ser endurecido. En líneas generales, los filtros combinados, son resultantes de la unión de una varilla de forma intercalada de un filtro base blanco y un filtro negro (carbón), donde el filtro base blanco, tiene el mismo proceso descrito anteriormente. El proceso para elaborar las varillas de filtros activadas es totalmente análogo con la diferencia que se les añade carbón activado a las varillas y por ultimo estas varillas de filtros blancos y activadas son cortadas y combinadas por las maquinas MULFI 1 y MULFI 2 para formar varillas de filtros que se utilizan para el ensamble de cigarrillos.

En la Figura 1, se observa la distribución de la planta y los trabajadores que intervienen en el proceso productivo.



**Figura 1.** Disposición de la Planta de Filtros Cigarrera Bigott.  
**Fuente:** Cigarrera Bigott Planta de Filtros (2014).

De acuerdo a directrices de British American Tobacco (BAT) La Eficiencia Global de Equipos Productivos (OEE) es el indicador que usa esta organización en todas sus plantas alrededor del mundo. Y Cigarrera Bigott Sucs. Valencia – Venezuela sigue estos lineamientos y así lograr medir la eficiencia de su gestión. El OEE no es más que una razón porcentual que sirve para medir la eficiencia productiva de la maquinaria industrial y se utiliza como una herramienta clave dentro de la cultura de mejora continua. El indicador OEE se calcula a partir de tres factores: disponibilidad, rendimiento y calidad, los cuales se determinan como se indica a continuación:

$$\text{OEE} = \text{Disponibilidad} \times \text{Rendimiento} \times \text{Calidad.}$$

Dónde:

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Tiempo productivo}}{\text{Tiempo disponible}}$$

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Produccion real}}{\text{Capacidad productiva}}$$

$$\text{Calidad} = \frac{\text{Piezas buenas (produccion dentro de parametros de calidad)}}{\text{Produccion real}}$$

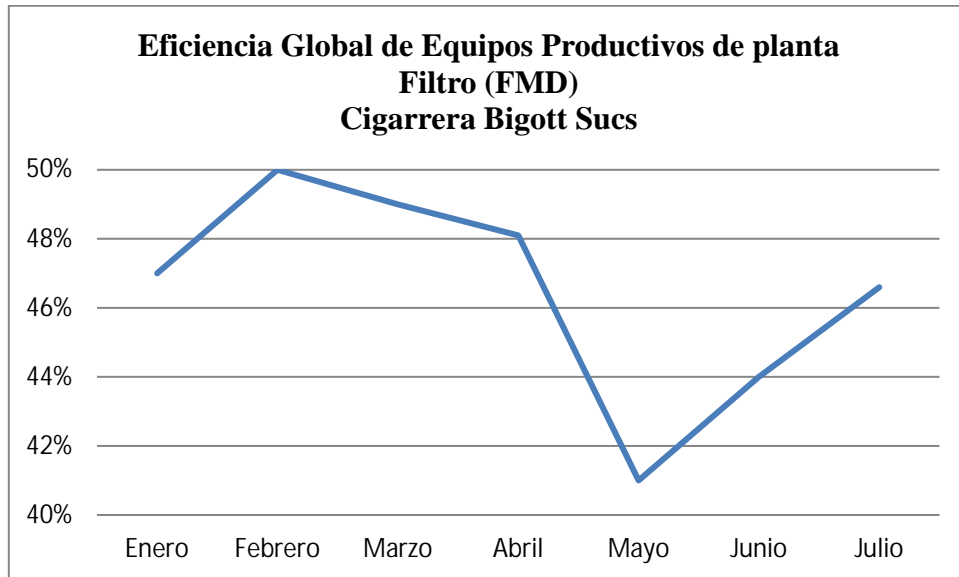
A continuación se presenta en la tabla 1 como se evalúa el resultado del OEE:

**Tabla 1.** Evaluación del OEE

OEE	Calificativo	Consecuencias
<65%	Inaceptable	Importantes pérdidas económicas. Bajo competitividad
≥65% <75%	Regular	Pérdidas económicas. Aceptable sólo si se está en proceso de mejora
≥75% <85%	Aceptable	Ligeras pérdidas económicas. Competitividad ligeramente baja
≥85% <95%	Buena	Buena competitividad. Entramos ya en valores considerados 'World Class'
≥95%	Excelente	Competitividad excelente

**Fuente:** González, A. (2009).

A continuación se presenta en la Grafico 1 el OEE de la planta durante este año 2016:



**Grafico 1.** Eficiencia Global de equipos productivos.

**Fuente:** Cigarrera Bigott Planta de Filtros (2016).

La Planta de Filtros de Cigarrera Bigott Sucs presentó en el 2016 en promedio un OEE de 48,7%. Su meta para el 2017 es una eficiencia de al menos 60%, y se plantea como objetivo para el año 2020 que esta sea de 75%. Como se puede observar se está muy por debajo de lo establecido y de las estandarizaciones internacionales de evaluación de OEE. Cigarrera Bigott Sucs está dispuesta a realizar los esfuerzos necesarios para cumplir con dichas metas, ya que del grupo transnacional British American Tobacco (BAT), Cigarrera Bigott Sucs es la que presenta el OEE más bajo en la región de América.

Cigarrera Bigott Sucs tiene bien identificado cuáles son sus debilidades que no le han permitido lograr estos objetivos y no son más que la baja eficiencia de sus equipos y el exceso de desperdicio en sus procesos de manufactura.

En ese sentido uno de los factores que más golpean la eficiencia de la planta son las paradas no planificadas. Las maquinas MULFI 1 y MULFI 2 son del mismo diseño y poseen las mismas características, la información se desglosó de forma separada para un mejor análisis y así un enfoque real de las condiciones de estos activos.

Seguidamente se muestra en la tabla 2 y 3 de las datas correspondientes a las paradas no planificadas de las maquinas MULFI 1 y MULFI 2 respectivamente:

**Tabla 2.** Parada no planificada MULFI 1

Periodo de estudio: Abril - Julio del 2016			
Falla	Tiempo de parada (Minutos)	Cantidad de paradas	% de Tiempo de falla
Ruptura mecha, barrera luz dinámica	8966,033	4415	32,174%
Máquina de enlace derecha	6338,000	225	22,743%
Máquina de enlace izquierda	4801,133	175	17,228%
Parada manual	2965,700	299	10,642%
Parada máquina enlace	779,467	356	2,797%
Rotura del papel	514,433	120	1,846%
Falla en bomba de pega	468,717	1	1,682%
Ajustes mecánicos	398,867	1	1,431%
Atasco en la salida	383,900	146	1,378%
Parada por refrigerante en 2ER	348,233	1	1,250%
Compás segmento posición de corte	285,800	117	1,026%
Protección traspaso	283,917	34	1,019%
Agregado refrigerador	245,033	55	0,879%
Bobina vacía	179,383	47	0,644%
Filtros faltantes	144,833	97	0,520%
Abandonar ventana medición de posición	121,067	28	0,434%
Atasco en la entrada	114,983	23	0,413%
Retraso en el arranque	98,900	1	0,355%
Cuchillas desgastadas	98,350	49	0,353%
Otras fallas	330,700	85	1,187%
<b>Total</b>	<b>27867,45</b>	<b>6275</b>	<b>100%</b>

**Fuente:** Cigarrera Bigott Planta de Filtros (2016).

En la tabla 2 se observa que durante los cuatro meses de levantamiento de data, existe un tiempo perdido por paradas no planificadas de 27.867,45 minutos, es decir; 6.966,86 minutos/mes en promedio. Se considera que un mes promedio cuenta con 22 días disponibles para producir, por ende, cuenta con 31.680 minutos/mes. Esto daría una pérdida de casi 22% de tiempo productivo debido a paradas no planificadas.

**Tabla 3.** Parada no planificada MULFI 2

<b>Periodo de estudio: Abril - Julio del 2016</b>			
<b>Falla</b>	<b>Tiempo de paradas (Minutos)</b>	<b>Cantidad de paradas</b>	<b>% de Tiempo de falla</b>
Ruptura mecha, barrera luz dinámica	10061,167	4037	35,453%
Máquina de enlace izquierda	5336,350	211	18,804%
Máquina de enlace derecha	5100,617	185	17,973%
Parada manual	2857,150	367	10,068%
Parada máquina enlace	912,983	351	3,217%
Rotura del papel	626,883	103	2,209%
Filtros faltantes	560,733	330	1,976%
El encolado fue desconectado	539,267	13	1,900%
Fuga de agua en KDF-2ER	514,800	1	1,814%
Cinta formadora cortada	266,600	14	0,939%
Atasco en la salida	261,033	100	0,920%
Falla de sincronización del cortador	240,000	1	0,846%
Falla refrigerante 2ER	201,967	1	0,712%
Rodillo deflector derecho	124,083	33	0,437%
Regleta refrigerante, posición	121,317	8	0,427%
Atasco en la entrada	113,117	8	0,399%
Compás segmento posición de corte	101,633	33	0,358%
KDF convertidor no listo	92,883	5	0,327%
Retraso en el arranque	91,517	1	0,322%
Otras fallas	254,517	133	0,897%
<b>Total</b>	<b>28.378,617</b>	<b>5935</b>	<b>100%</b>

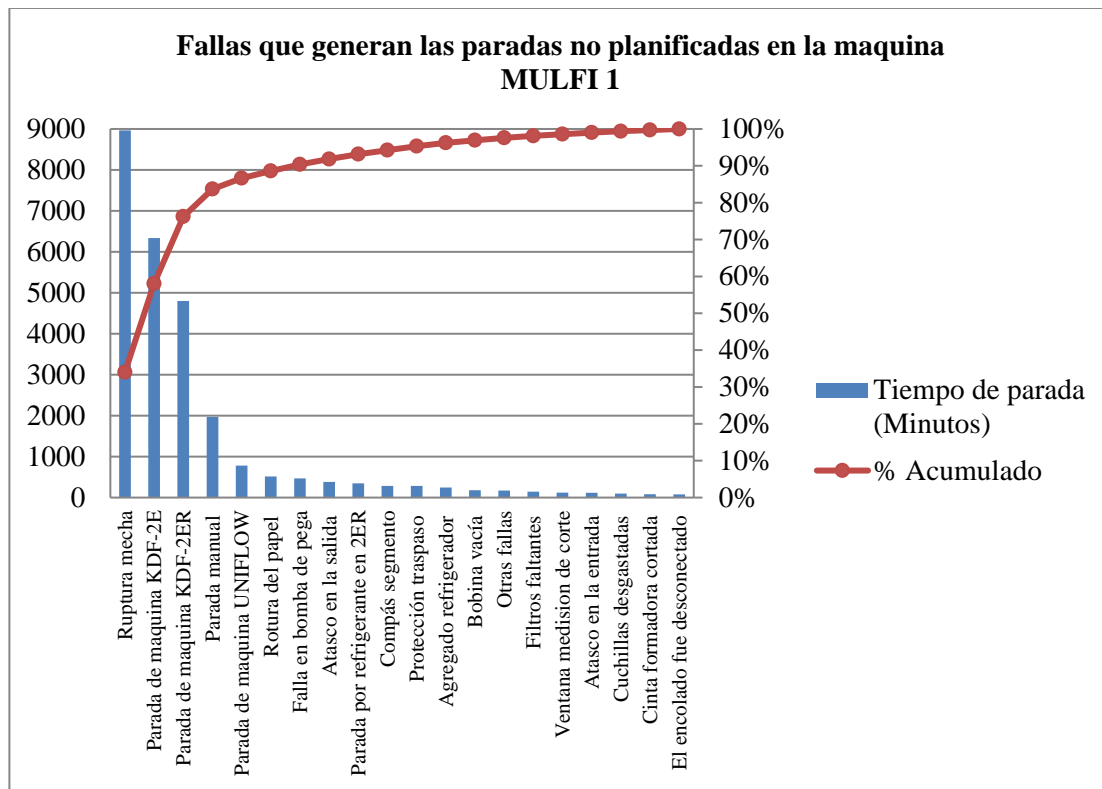
**Fuente:** Cigarrera Bigott Planta de Filtros (2016).

En la tabla 3 se evidencia que durante los cuatro meses de levantamiento de data, existe un tiempo perdido por paradas no planificadas de 28.378,617 minutos, es decir; 7.094,65 minutos/mes en promedio. Se considera que un

mes promedio cuenta con 22 días disponibles para producir, por ende, cuenta con 31.680 minutos/mes. Esto daría una pérdida de casi 23% de tiempo productivo debido a paradas no planificadas.

A fin de determinar cómo priorizar las fallas presentadas en las maquinas MULFI 1 y MULFI 2, se aplicó el principio de Pareto y con esto se determinó cuáles fallas generan la mayor cantidad de tiempo perdido.

A continuación se presenta el Grafico 2, que representa las fallas de la maquina MULFI 1:

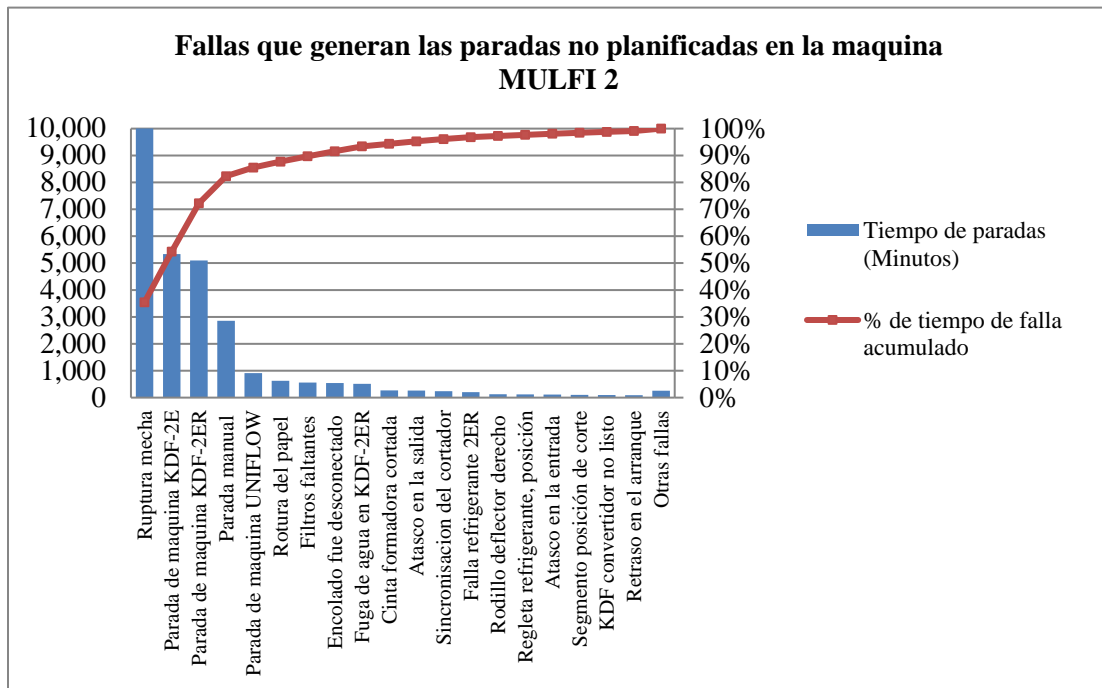


**Grafico 2.** Paradas no planificadas MULFI 1.  
**Fuente:** Cigarrera Bigott Planta de Filtros (2016).

En el Grafico 2, se puede apreciar que la ruptura de mecha, parada de máquina de enlace derecho, parada de máquina de enlace izquierda, parada manual y parada de máquina de enlace representan más del 80% del tiempo perdido por paradas no planificadas. Partiendo del principio de Pareto, se sabe

que enfocando los esfuerzos en las causas que generan estas 5 fallas, reduciríamos significativamente las paradas no planificadas

A continuación se presenta el Grafico 3, que representó las fallas de la maquina MULFI 2.



**Grafico 3.** Paradas no planificadas MULFI 2.  
**Fuente:** Cigarrera Bigott Planta de Filtros (2016).

En el Grafico 3 se aprecia que se repiten las mismas fallas que generan más del 80% del tiempo perdido por paradas no planificadas.

Por la condición antes mencionada, que la maquina MULFI 1 y MULFI 2 son máquinas con las mismas características y diseño, al definir la estrategia a aplicar para mitigar las paradas no planificadas en una de estas máquinas, solo se debe replicar dichas acciones a la otra.

Las 5 fallas que generan más del 80% del tiempo perdido por paradas no planificadas son: Ruptura de mecha, parada de máquina de enlace derecha (KDF-2E), parada de máquina de enlace izquierda (KDF-2ER), parada manual

y parada de máquina de enlace (UNIFLOW). En la siguiente tabla 4 se presentara un resumen de estas 5 fallas.

**Tabla 4.** Fallas que generan el 80% de las paradas no planificadas.

FALLA	TIEMPO DE PARADA (MINUTOS)		CANTIDAD DE PARADAS	
	MULFIS 1	MULFIS 2	MULFIS 1	MULFIS 2
Ruptura mecha, barrera luz dinámica	8.966,03	10.061,17	4.415	4.037
Máquina de enlace derecha (KDF NEGRA)	6.338,00	5.100,62	225	185
Máquina de enlace izquierda (KDF BLANCA)	4.801,13	5.336,35	175	211
Parada manual	2.965,70	2.857,15	299	367
Parada máquina enlace (UNIFLOW)	779,47	912,98	356	351
<b>TOTAL</b>	<b>23.850,33</b>	<b>24.268,27</b>	<b>5.470</b>	<b>5.151</b>

**Fuente:** Camacho y Ríos.

La gerencia programa 30 minutos de parada planificada por turno para realizar limpieza, inspección y lubricación del equipo, dejando un tiempo de 1350 minutos por día disponibles para producir. Las maquinas MULFI 1 y MULFI 2 debido a estas 5 fallas mencionadas están parando en promedio 13.279,65 minutos/mensuales. Es decir, más del 22% del tiempo disponible a producir no se aprovecha debido a que la maquina esta parada de manera no planificada por alguna de estas 5 fallas.

No menos importante es que si un día de producción ideal significa la manufactura de 4.445.000 varillas y se dejan de producir 23.201.475 varillas/mensuales en promedio debido a estas paradas no planificadas, se puede decir que tenemos alrededor de 5 días mensuales que debemos cubrir todos los costos fijos y hasta algunos costos variables de la planta, sin hablar de los costos de mantenimiento y de oportunidad que generan una parada no planificada, pero sin la producción de una varilla de filtro durante esos 5 días.

Es importante resaltar que por políticas de la empresa no fue suministrada la información de estos costos.

Estas paradas afectan directamente la productividad y eficiencia de la empresa, ya que si se proyectaba producir 28 paletas de varillas de filtro por día, por cada máquina MULFI 1 y MULFI 2, debido a esta condición solo se podrá producir 17 paletas de varillas de filtro por día, por máquina. Desde el mes de abril en promedio se están produciendo diariamente 19 paletas de varilla combinadas por máquina. Además, por información suministrada de la gerencia de planta se conoce que cada parada y posterior arranque de las maquinas en estudio genera 336,52 gramos de desperdicio aproximadamente; al estar hablando en promedio de 3052 paradas por mes, esto se traduce en 1.027 kilogramos aproximadamente de desperdicio mensuales atribuidas solamente a paradas no programadas. Y se debe considerar que toda la materia prima utilizada en este proceso es importada y por condiciones externas es difícil conseguir las divisas para estas importaciones.

De estas 5 fallas, la ruptura de mecha y la parada manual son producidas directamente por la máquina MULFI, ya que las paradas por máquina de enlace derecha (KDF 2E) y parada por máquina de enlace izquierda (KDF 2ER) son debido a máquinas que anteceden a esta en la línea de proceso y la máquina de enlace (UNIFLOW) es la continuación y esta se encarga de empacar las varillas de filtros. Por esta razón la gerencia ha solicitado priorizar el análisis en la ruptura de mecha ya que es la falla más repetitiva y la que genera el mayor tiempo de paradas no planificadas.

## **1.2. Formulación del problema:**

¿Qué estrategias deben aplicarse para reducir la cantidad de paradas no programadas de las maquinas MULFI 1 y MULFI 2 en la planta de filtros de Cigarrera Bigott Sucs, de Venezuela?

### **1.3. Objetivos de la investigación:**

#### **1.3.1. Objetivo general.**

Proponer un plan de estrategias para disminuir las paradas no planificadas de las maquinas MULFI 1 y MULFI 2 en la Planta de Filtros de Cigarrera Bigott sucs Planta Valencia – Venezuela, con la finalidad de aumentar la Eficacia Global de Equipos Productivos (OEE).

#### **1.3.2. Objetivos específicos:**

- a) Identificar las fallas que generan las paradas no programadas de las maquinas MULFI 1 y MULFI 2 en la Planta de Filtros de Cigarrera Bigott sucs, planta Valencia – Venezuela, a través de las técnicas de recolección de información
- b) Analizar las causas que producen las paradas no planificadas de las maquinas MULFI 1 y MULFI 2 en la Planta de Filtros de Cigarrera Bigott sucs, de Venezuela empleando técnicas de Ingeniería Industrial.
- c) Elaborar un plan de estrategias basada en la metodología de Mantenimiento Productivo Total (TPM) que permita disminuir las paradas no planificadas de las maquinas MULFI 1 y MULFI 2 en la Planta de Filtros de Cigarrera Bigott sucs, de Venezuela.
- d) Evaluar el comportamiento del costo de oportunidad de la mejora propuesta.

### **1.4. Justificación de la Investigación:**

Toda empresa enfocada intrínsecamente bajo un sistema de producción, tiene como propósito, elevar las utilidades de la organización, considerando aspectos económicos y técnicos de estudio de los procesos, con el objetivo de mantener satisfecho al cliente. Para esto es necesario aumentar la eficiencia y la efectividad de los activos con los que cuenta la organización, optimizando todos los recursos disponibles y garantizando la ejecución efectiva de las actividades que le agregan valor al producto.

Por ello, es de notable importancia, tener las condiciones ideales de operación en sus procesos, establecer estándares de procedimientos, programas de mantenimiento predictivo, preventivos y correctivos para disminuir costos y

asegurar un mejor funcionamiento de la planta. El limitante acceso a las divisas, ha conllevado a que la mejor utilización de los recursos sea más estricta con respecto a años anteriores, donde la administración de los mismos permitía flexibilidad para la reposición de cualquier material, repuesto o suministro utilizado en el proceso de producción.

El desarrollo de esta investigación permitió a la empresa contar con una propuesta que generó mejoras en la eficiencia de los activos de la planta, específicamente en las maquinas MULFI 1 y MULFI 2. Si Cigarrera Bigott sucs, planta valencia – Venezuela, logra disminuir la cantidad de paradas no planificadas en las maquinas en estudio, el rendimiento de estos equipos mejoraran significativamente y con eso su OEE aumentaría.

En ese sentido para Cigarrera Bigott sucs, planta Valencia - Venezuela es importante lograr un aumento significativo del OEE ya que con esto no solo se lograra un mejor aprovechamiento del tiempo destinado a la producción, sino también una mejor utilización de los tantos recursos que intervienen en el proceso de elaboración de varillas de filtros (Mano de obra, materia prima, repuestos, ahorros de servicios como el energético, entre otros). Las metas de la organización se cumplirán y la gestión de la gerencia de Cigarrera Bigott sucs, planta Valencia – Venezuela se verá afectada positivamente por este logro.

### **1.5. Alcance.**

La investigación se efectuó a las maquinas MULFI 1 y MULFI 2 de planta de filtros de la en la Empresa Cigarrera Bigott sucs, planta Valencia - Venezuela, ubicado en el Municipio San Diego, Estado Carabobo Venezuela. Estimando un tiempo de desarrollo de catorce (14) meses, iniciando el 1 de abril de 2016 hasta el 15 de mayo del 2017.

El objetivo de este trabajo es proponer estrategias que permitan disminuir las paradas no planificadas de las maquinas MULFI 1 y MULFI 2. La aplicación parcial o total de estas propuestas queda de parte de Cigarrera Bigott sucs, planta Valencia - Venezuela. No obstante, es importante recalcar que, este trabajo puede ser aplicado en otras áreas de la entidad objeto de estudio; ya que muchas de ellas poseen características semejantes; lo que aumenta el factor ambicioso del desarrollo del proyecto.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO REFERENCIAL CONCEPTUAL**

#### **2.1. Antecedentes.**

La disponibilidad de los recursos económicos en el país cada vez es más crítica, Debido a diversos factores económicos y políticos de estos últimos años. Por tal motivo las empresas se han visto obligadas a tomar decisiones que permitan prolongar la disponibilidad de los recursos a lo largo de esta crisis. En tal sentido cada empresa ha preparado planes estratégicos para cada área que las conforman, tales como: aéreas administrativas, financieras, mercadeo, producción, mantenimiento, entre otras.

Estos planes se desarrollan con el objetivo de optimizar los diferentes procesos productivos con la finalidad de obtener una mayor eficiencia de los equipos y sistemas y así obtener un aumento en la capacidad productiva, la disponibilidad y confiabilidad de los procesos.

Para iniciar el diseño de un plan de estrategias, es conveniente emplear diferentes conceptos y teorías, profundizando en aquellos términos y definiciones, asociadas al área de investigación, trabajos desarrollados previamente que guarden relación con el enfoque presentado, ya que los mismos servirán de soporte y referencia para el desarrollo de esta investigación y así tener un punto de inicio para el problema planteado. Los trabajos de investigación que se presentan a continuación, se usaran de referencia para este proyecto:

Aguilar J, y Monasterio L. (2013), en su trabajo de grado para optar por el título de ingeniero industrial, en la Universidad José Antonio

Páez desarrollo su trabajo de investigación titulado **“Propuesta de un plan de mejoras que permita reducir los tiempos de paradas no planificadas en la línea de envasado n° 10 en la empresa Cervecería Polar, San Joaquín”**, la presente investigación, tuvo por objetivo la construcción de un plan de mejoras debido a la problemática existente sobre la falla organizacional a la hora de gestionar la producción; basándose en la importancia que, los procedimientos dentro de un área de trabajo son determinantes en la fluidez de las acciones dentro de una empresa.

En el desarrollo de la investigación se utilizó diversas técnicas e instrumentos de recolección de datos como la observación directa, la revisión de documentos y la entrevista formal. También se hizo uso de herramientas industriales para el análisis de los mismos, tal es el caso del Diagrama de Pareto e Ishikawa con el propósito de establecer las conexiones entre los hallazgos encontrados y las posibles causas que generan la problemática en la línea de producción N° 10 para el envasado de cerveza.

Después de haber aplicado las diversas técnicas de recolección y análisis de datos se pudo determinar que las paradas no planificadas en un área de trabajo son los agentes causantes de inconformidades en los procesos relacionados a efectividad y eficiencia para el cumplimiento cabal de las metas diarias fijadas, en consecuencia se recomendó poner en funcionamiento la propuesta que ofrece mejoras continuas en el envasado de productos, ayudando el procesamiento de actividades y el equilibrio socio-industrial entre el cliente y la empresa; ya que se disminuyen las fallas no explícitas directamente en la solución, debido a que son causan derivadas de sucesos mayores como falta de mantenimiento preventivo y correctivo.

Por otra parte, es importante generar estudios sobre las diferentes áreas de la empresa con la finalidad de proveer nuevas estructuras de trabajo y Capacitación, para así optar por un manejo global y eficiente de actividades industriales.

Este estudio nos orienta en cómo desarrollar una estrategia para la reducción de paradas no planificadas de líneas de producción continua. Aprovechando la filosofía de trabajo de la empresa donde fue desarrollada esta investigación y buscando sumar toda buena práctica de gestiones de mantenimiento que permita hacer aportes positivos a nuestra investigación.

Dos Santos M. (2010), en su informe final de pasantías para optar por el título de Técnico Superior Universitario En Tecnología Mecánica, en la Universidad Simón Bolívar; donde presenta su investigación titulada **“Elaboración de manuales de mantenimiento preventivo para máquinas de la empresa Spilfer C.A.”**, siguió los lineamientos de un Proyecto Factible, donde se planteó como objetivo la elaboración de manuales de mantenimiento preventivo específicos para dos máquinas de la empresa Spilfer C.A.

En la elaboración de este trabajo el autor busca reducir al máximo las paradas imprevistas en el grupo piloto y completar el plan de mantenimiento preventivo diseñado por el Departamento de Mantenimiento, basado en fichas técnicas, que sirva de apoyo al personal técnico en el momento de realizar una inspección rutinaria o una reparación de la maquinaria.

Finalmente, se propuso la creación de manuales de rutinas de mantenimiento para asegurar la operación de las máquinas, objetos de este estudio, sea óptima y ayude a aumentar considerablemente la confiabilidad y disponibilidad de las mismas, siempre y cuando se ejecuten, contribuyendo también a minimizar las actividades de mantenimiento correctivo que se han presentado.

Este trabajo de investigación sirvió como guía y consulta a la hora de saber el cómo y el porqué de algunos aspectos en la gestión de mantenimiento en las organizaciones.

Castro L. y Ferreira C. (2014), Desarrollaron un proyecto en la Universidad Tecnológica de Pereira, Colombia, para obtener el título de Ingeniero Industrial, denominado **“Aplicación de la metodología Smed para el cambio de bobina de semielaborado en una maquina rebobinadora de papel higiénico en la empresa Papeles Nacionales S.A.”** en la investigación lo que se busca es determinar qué tipo de actividades se observan en el proceso de cambio de bobina de semielaborado en la máquina rebobinadora de papel higiénico que generan tiempos no productivos, y sugerir estrategias para la eliminación de las mismas basado en la herramienta SMED de la filosofía Lean Manufacturing, todo esto a través de la identificación de los procesos y actividades que generen desperdicios que sean cuantificables y poder así determinar el impacto que tienen en la rentabilidad, competitividad y satisfacción del cliente de la organización. Con la aplicación de la metodología Smed y el método de división del trabajo para el cambio de bobina de semielaborado en una máquina rebobinadora de papel higiénico en la empresa Papeles Nacionales S.A se pudo reducir el tiempo de esta operación en un 32% (183 segundos con SMED versus 270 segundos sin SMED).

Finalmente los autores recomendaron que durante la etapa de ejecución del proyecto se identificaran problemas de atascamiento del sistema de punzones al momento de liberar los ejes, situación que genera tiempos de cambio elevados, interviniendo con la práctica del método y la estandarización del tiempo de cambio. Se recomienda la revisión de este sistema por parte de mantenimiento mecánico, igualmente fomentar la cultura 5S's a todo el personal relacionado con el manejo de la rebobinadora a fin de mantener un ambiente de trabajo limpio y ordenado, condiciones que facilitan la realización de su trabajo de manera más eficiente.

El Smed es una herramienta en la filosofía del mejoramiento continuo que ayuda a disminuir los tiempos de cambios de piezas y hasta los tiempos de trabajo. Esta investigación nos orientó en lo referente a Lean Manufacturing y a Mantenimiento de clase mundial. Mostrándonos las nuevas herramientas y filosofías de trabajo en las empresas de elite mundial.

## **2.2. Bases teóricas**

A continuación, se presentan los conceptos básicos y teorías que ayudan a ampliar la descripción del problema permitiendo integrar la teoría con la investigación, complementando la comprensión y formando la plataforma sobre la cual se constituye el análisis de los resultados obtenidos en un trabajo de investigación.

### **2.2.1. Mejoramiento Continuo.**

Hernández A, y López, K. (2016); Refieren a Dale 2009, El mejoramiento continuo es una filosofía que en la actualidad, reúne un conjunto de herramientas fundamentales para todas las empresas ya que les permite modificar los procesos administrativos que se realizan, permiten que las organizaciones sean más competitivas y eficientes, fortaleza que le ayudaran a permanecer más en el mercado.

Para el empleo del mejoramiento es necesario que la empresa tenga una buena comunicación entre los diferentes departamentos que los conforman, y que a su vez los empleados estén comprometidos, ya que ellos pueden brindar mucha información importante para el desarrollo de los procesos de mejoramiento continuo.

Según Harrington (1993), para él mejorar un proceso, significa cambiarlo para hacerlo más efectivo, eficiente y adaptable, qué cambiar y cómo cambiar depende del enfoque específico del empresario y del proceso.

El autor Kabboul (1994), define el Mejoramiento Continuo como una conversión en el mecanismo viable y accesible al que las empresas de los países en vías de desarrollo cierran la brecha tecnológica que mantienen con respecto al mundo desarrollado.

Para Abell, D. (1994), da como concepto de Mejoramiento Continuo una mera extensión histórica de uno de los principios de la gerencia científica, establecida por Frederick Taylor, que afirma que todo método de trabajo es

susceptible de ser mejorado (tomado del Curso de Mejoramiento Continuo dictado por Fadi Kbbaul).

El autor Sullivan (1CC 994), define el Mejoramiento Continuo, como un esfuerzo para aplicar mejoras en cada área de las organizaciones a lo que se entrega a clientes.

Según Deming (1996), la óptica de este autor, la administración de la calidad total requiere de un proceso constante, que será llamado Mejoramiento Continuo, donde la perfección nunca se logra pero siempre se busca.

El Mejoramiento Continuo es un proceso que describe muy bien lo que es la esencia de la calidad y refleja lo que las empresas necesitan hacer si quieren ser competitivas a lo largo del tiempo.

### **2.2.2. Eficacia Global de Equipos Productivos (OEE).**

Según Gonzales, H. (2009). El OEE es un indicador que mide la eficacia de la maquinaria industrial, y que se utiliza como una herramienta clave dentro de la cultura de mejora continua. Sus siglas corresponden al término inglés "Overall Equipment Effectiveness" o "Eficacia Global de Equipos Productivos". Esta herramienta es capaz de indicar, mediante un porcentaje, la eficiencia real de cualquier proceso productivo. Esto es un factor clave, para poder identificar y paliar posibles ineficiencias que se originen durante el proceso de fabricación. El concepto de OEE nace como un KPI (Key Performance Indicator, en español Indicador Clave de Desempeño) asociado a un programa estándar de mejora de la producción llamado TPM. El OEE mide la efectividad de las máquinas y líneas a través de un porcentaje, que es Calculado combinando tres elementos asociados a cualquier proceso de producción:

- a) Disponibilidad: Tiempo real de la máquina produciendo.
- b) Rendimiento: Producción real de la máquina en un determinado periodo de tiempo.
- c) Calidad: Producción sin defectos generada.

Al mismo tiempo, el OEE analiza y califica los diferentes tipos de pérdidas que pueden producirse en un proceso productivo. La representación analítica del OEE es:

$$\text{OEE} = \text{Utilización} \times \text{Rendimiento} \times \text{Calidad}$$

La correcta implementación de un sistema OEE repercute directamente en el rendimiento que se va a obtener del proceso de manufactura. Esto se debe a que se reducen los tiempos en los que las máquinas están paradas, se identifican las causas por las que hay pérdidas de rendimiento (cuellos de botella y velocidades reducidas), y aumenta el índice de calidad del producto, minimizando re-trabajos y pérdidas ocasionadas por elaboración de producto defectuoso. Sin mencionar que mostrar información fiable en tiempo real del proceso aumenta significativamente la eficiencia de los empleados, y facilita su trabajo.

### **2.2.3. Análisis de Modo y Efecto de Falla (AMEF).**

De acuerdo con Bernal, J. (2013). El Análisis del Modo y Efecto de Fallas, también conocido como AMEF o FMEA por sus siglas en inglés (Failure Mode Effect Analysis), nació en Estados Unidos a finales de la década del 40. Esta metodología desarrollada por la NASA, se creó con el propósito de evaluar la confiabilidad de los equipos, en la medida en que determina los efectos de las fallas de los mismos, Es un procedimiento que permite identificar fallas en productos, procesos y sistemas, así como evaluar y clasificar de manera objetiva sus efectos, causas y elementos de identificación, para de esta forma, evitar su ocurrencia y tener un método documentado de prevención.

#### **2.2.3.1. Tipos de AMEF.**

El procedimiento AMEF puede aplicarse a:

- a) **Productos:** El AMEF aplicado a un producto sirve como herramienta predictiva para detectar posibles fallas en el diseño, aumentando las

probabilidades de anticiparse a los efectos que pueden llegar a tener en el usuario o en el proceso de producción.

- b) Procesos:** El AMEF aplicado a los procesos sirve como herramienta predictiva para detectar posibles fallas en las etapas de producción, aumentando las probabilidades de anticiparse a los efectos que puedan llegar a tener en el usuario o en etapas posteriores de cada proceso.
- c) Sistemas:** El AMEF aplicado a sistemas sirve como herramienta predictiva para detectar posibles fallas en el diseño del software, aumentando las probabilidades de anticiparse a los efectos que pueden llegar a tener en su funcionamiento.
- d) Otros:** El AMEF puede aplicarse a cualquier proceso en general en el que se pretendan identificar, clasificar y prevenir fallas mediante el análisis de sus efectos, y cuyas causas deban documentarse.

#### **2.2.3.2. Ventajas potenciales del AMEF.**

Este procedimiento de análisis tiene una serie de ventajas potenciales significativas, por ejemplo:

- a) Identificar las posibles fallas en un producto, proceso o sistema.
- b) Conocer a fondo el producto, el proceso o el sistema.
- c) Identificar los efectos que puede generar cada falla posible.
- d) Evaluar el nivel de criticidad (gravedad) de los efectos.
- e) Identificar las causas posibles de las fallas.
- f) Establecer niveles de confiabilidad para la detección de fallas.
- g) Evaluar mediante indicadores específicos la relación entre: gravedad, ocurrencia y detectabilidad.
- h) Documentar los planes de acción para minimizar los riesgos.
- i) Identificar oportunidades de mejora.
- j) Generar Know-how.

- k) Considerar la información del AMEF como recurso de capacitación en los procesos.

#### **2.2.3.3. Pasos para hacer un AMEF.**

- a) Determine el producto o proceso a analizar
- b) Determinar los posibles modos de falla
- c) Listar los efectos de cada potencial modo de falla
- d) Asignar el grado de severidad de cada efecto Severidad à La consecuencia de que la falla ocurra
- e) Asignar el grado de ocurrencia de cada modo de falla Ocurrencia à la probabilidad de que la falla ocurra
- f) Asignar el grado de detección de cada modo de falla Detección à la probabilidad de que la falla se detectada antes de que llegue al cliente
- g) Calcular el NPR (Numero Prioritario de Riesgo) de cada efecto
- h)  $NPR = \text{Severidad} * \text{Ocurrencia} * \text{detección}$
- i) Priorizar los modos de falla
- j) Tomar acciones para eliminar o reducir el riesgo del modo de falla
- k) Calcular el nuevo resultado del NPR para revisar si el riesgo ha sido eliminado o reducido.

#### **2.2.4. Método de los Cinco porque.**

Según Carvajal, D. (2014) Es una técnica de análisis para la resolución de problemas que consiste en realizar sucesivamente la pregunta “¿Por qué?” hasta obtener la causa raíz del problema, con el objeto de poder tomar las decisiones necesarias para erradicarlas y solucionar el problema. Este método se basa en un proceso de trazabilidad, donde se analizan las posibles causas al problema caminando hacia atrás, hasta llegar a la última causa que originó el problema. (Se debe tomar en cuenta que no tienen por qué ser exactamente 5 preguntas, pues esto va a depender de la longitud del proceso causal del problema). El objetivo de este método es descubrir información vital de modo sistemático, analizar las causas

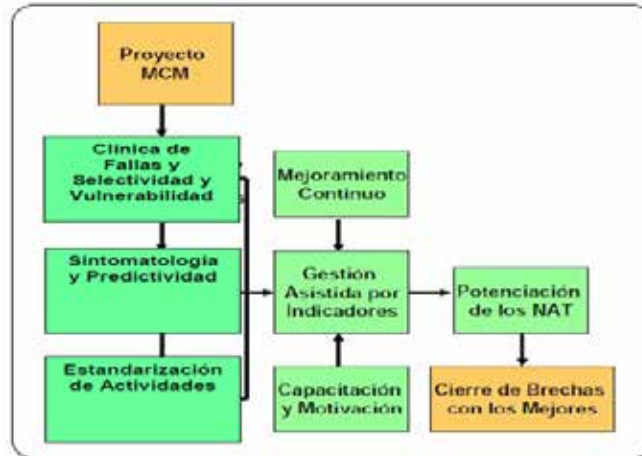
ocultas y desarrollar soluciones a las preguntas planteadas. Se puede aplicar a la resolución de un conflicto, toma de diagnóstico o la toma de decisiones.

#### **2.2.5. Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (R.C.M.)**

Según los autores Aguilar J, y Monasterio L. (2013); Refieren a Cárdenas, C. (2009), el mantenimiento centrado en confiabilidad es un proceso utilizado para determinar los requerimientos de mantenimiento de cualquier activo físico en su contexto operacional. Una filosofía de gestión de mantenimiento, en la cual un equipo multidisciplinario de trabajo, se encarga de optimizar la confiabilidad operacional de un sistema que funciona bajo condiciones de trabajos definidos, estableciendo las actividades más efectivas del mantenimiento en función de la criticidad de los activos. Pertenecientes ha dicho sistema, tomando en cuenta los posibles efectos que originaran los modos de falla de estos activos, a la seguridad, al ambiente y a las operaciones.

#### **2.2.6. Mantenimiento de Clase Mundial (MCM).**

Igualmente los autores Aguilar J, y Monasterio L. (2013); señalan que a Brush, J. (2003), es un conjunto de ideas-fuerza dirigidas a reorientar la estrategia de mantención hacia un enfoque de mantenimiento pro-activo, disciplinado en prácticas estandarizadas, gestión autónoma, competitivo y con índices de desempeño clase mundial, el cual trabaja con un conjunto denominado NAT. Donde, la formación de un NAT: constituye Núcleos Autonómicos Territoriales centrados en áreas claves del proceso y respetando la cadena del valor para constituirlos en las células base del desarrollo participativo y responsable del personal (Ver figura 2).



**Figura 2.** Estructura del M.C.M.

**Fuente:** Brush, J. (2003).

### 2.2.7. Mantenimiento Industrial.

Castillo, A. (2014), Es el conjunto de técnicas destinado a conservar equipos e instalaciones en servicio durante el mayor tiempo posible, buscando la más alta disponibilidad y con el máximo rendimiento. El mantenimiento industrial engloba las técnicas y sistemas que permiten prever las averías, efectuar revisiones, engrases y reparaciones eficaces, dando a la vez normas de buen funcionamiento a los operadores de las máquinas, a sus usuarios, y contribuyendo a los beneficios de la empresa. Es un órgano de estudio que busca lo más conveniente para las máquinas, tratando de alargar su vida útil de forma rentable para el usuario y dentro de los objetivos se tiene: Optimización de la disponibilidad del equipo productivo.

- a) Disminución de los costos de mantenimiento.
- b) Optimización de los recursos humanos.
- c) Maximización de la vida de la máquina.
- d) Alcanzar o prolongar la vida útil de los bienes.
- e) Evitar accidentes.
- f) Evitar incidentes y aumentar la seguridad para las personas.

### **2.2.8. Mantenimiento de Conservación.**

Castillo, A (2014), Está destinado a compensar el deterioro sufrido por el uso, los agentes meteorológicos u otras causas. En el mantenimiento de conservación tenemos:

### **2.2.9 Mantenimiento correctivo.**

Castillo, A (2014), Es el encargado de corregir defectos o averías en el momento en que ya ocurre la falla. Y este se divide en:

- a) **Inmediato:** Es el que se realiza inmediatamente de percibir la avería y defecto.
- b) **Diferido:** Es el que al momento de producirse la avería o defecto, se produce un paro de la instalación, equipamiento o línea de producción.

### **2.2.10. Ventajas del Mantenimiento Correctivo.**

El mantenimiento correctivo como base del mantenimiento tiene algunas ventajas:

- a) No genera gastos fijos.
- b) No es necesario programar ni prever ninguna actividad.
- c) Sólo se gasta dinero cuando se necesita hacerlo.
- d) A corto plazo puede ofrecer un buen resultado económico.
- e) Hay equipos en los que el mantenimiento preventivo no tiene ningún efecto, como los dispositivos electrónicos.

### **2.2.11. Desventajas del Mantenimiento Correctivo.**

- a) La producción se vuelve impredecible y poco fiable. Las paradas y fallos pueden producirse en cualquier momento.
- b) Supone asumir riesgos económicos que en ocasiones pueden ser importantes.
- c) La vida útil de los equipos se acorta.
- d) Impide el diagnóstico fiable de las causas que provocan la falla.

- e) Las averías y los comportamientos anormales no sólo ponen en riesgo la producción sino que también pueden originar accidentes con riesgos para las personas (operadores) o al medio ambiente.
- f) Basar el mantenimiento en la corrección de fallos supone contar con técnicos calificados a disposición, con un stock de repuestos importante, con medios técnicos muy variados.

#### **2.2.12. Mantenimiento Preventivo.**

Castillo, A (2014), Mantenimiento que está destinado a garantizar la fiabilidad de equipos o máquinas en funcionamiento, antes de que pueda producirse un accidente o avería por causas del deterioro de los elementos que la conforman. El mantenimiento preventivo puede clasificarse de la siguiente forma:

- a) **Programado:** Es Realizado mediante programas de revisiones en donde se realiza la observación y la evaluación de los parámetros del funcionamiento de cada dispositivo (tiempo de funcionamiento, kilometraje, vida útil de los componentes, entre otros) para luego realizar el mantenimiento según especificaciones del fabricante.
- b) **Predictivo:** Es aquel que realiza las intervenciones prediciendo el momento que el equipo quedara fuera de servicio mediante un seguimiento de su funcionamiento determinando su evolución, y por tanto el momento en el que las reparaciones deben efectuarse.
- c) **De oportunidad:** Es el que aprovecha las paradas o periodos de no uso de los equipos para realizar las operaciones de mantenimiento, realizando las revisiones o reparaciones necesarias para garantizar el buen funcionamiento de los equipos en el nuevo periodo de utilización.

#### **2.2.13. Ventajas Del Mantenimiento Preventivo.**

- a) Alarga la vida útil de los equipos hasta en un 50%.
- b) Previene paradas inesperadas de una línea de proceso o dispositivo.
- c) Mejora la productividad hasta en un 30%.

- d) Reduce los costos de mantenimiento.
- e) Previene accidentes laborales.
- f) Previene la suspensión de actividades laborales.
- g) Evitar hacer reparaciones emergentes.
- h) Permite llevar un mejor control y planeación sobre el propio mantenimiento a ser aplicado en los equipos.

#### **2.2.14. Desventajas del Mantenimiento Preventivo.**

- a) Se requiere tanto de experiencia del personal de mantenimiento como de las recomendaciones del fabricante para hacer el programa de mantenimiento a los equipos.
- b) No permite determinar con exactitud el desgaste o depreciación de las piezas de los equipos.

#### **2.2.15. Mantenimiento de Actualización.**

Castillo, A (2014), Es el mantenimiento cuyo propósito es compensar la obsolescencia tecnológica, o las nuevas exigencias, que en el momento de construcción no existían o no fueron tenidas en cuenta pero que en la actualidad si tienen que serlo.

#### **2.2.16. Mantenimiento Productivo Total (TPM).**

Según Palacios, A. (2013) Es un sistema japonés de mantenimiento industrial desarrollado a partir del concepto de "mantenimiento preventivo" creado en la industria de los estados unidos, 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. Ayuda a crear capacidades competitivas a través de la eliminación rigurosa y sistemática de las deficiencias de los sistemas operativos. 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 TPM se orienta a crear un sistema corporativo que maximiza la eficiencia de todo el sistema productivo, previniendo las pérdidas en todas las operaciones de la empresa. Se aplica en todos los sectores, incluyendo producción, diseño y áreas administrativas. Se apoya en la participación de todos los integrantes de la empresa, desde la alta dirección hasta los niveles operativos.

#### **2.2.17. Objetivos del Mantenimiento Productivo Total (TPM).**

- a) Reducción de las averías en los equipos.
- b) Reducción del tiempo de espera y de preparación de los equipos.
- c) Utilización eficaz de los equipos existentes.
- d) Control de la precisión de las herramientas y equipos.
- e) Promoción y conservación de los recursos naturales y economía de energéticos.
- f) Formación y entrenamiento del personal.

#### **2.2.18. Ventajas del TPM:**

- a) Al integrar toda la organización en los trabajos de mantenimiento se consigue un resultado final más enriquecido y participativo.
- b) El concepto está unido con la idea de calidad total y mejora continua.

#### **2.2.19. Desventajas del TPM:**

- a) Se requiere un cambio de cultura general para que el cambio tenga éxito, no puede ser introducido por imposición, requiere del convencimiento por parte de todos los componentes de la organización.
- b) La inversión en formación y cambios generales es costosa.
- c) El proceso de implementación requiere de varios años.

#### **2.2.20. Pilares del TPM:**

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

### **2.2.20.1. Mejoras Enfocadas:**

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 16 pérdidas existentes en las plantas industriales.

### **2.2.20.2. Mantenimiento Autónomo:**

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.

### **2.2.20.3. Mantenimiento Planificado:**

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.

#### **2.2.20.4. Mantenimiento de la calidad:**

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 la calidad es una clase de mantenimiento preventivo orientado al cuidado de las condiciones del producto resultante.

#### **2.2.20.5. Prevención del Mantenimiento:**

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.

#### **2.2.20.6. Áreas Administrativas:**

Esta clase de actividades no involucra el equipo productivo. 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 costes, oportunidad solicitada y con la más alta calidad. Su apoyo normalmente es ofrecido a través de un proceso que produce información. Allí también las pérdidas potenciales a ser recuperadas son enormes.

### **2.2.20.7. Educación y Entrenamiento:**

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 un personal que haya desarrollado habilidades para el desempeño de las siguientes actividades:

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

### **2.2.20.8. Seguridad y Medioambiente:**

El número de accidentes crece en proporción al número de pequeñas paradas. Por ese motivo el desarrollo del Mantenimiento Autónomo y una efectiva implementación de las 5S son la base de la seguridad. El Kobetsu Kaizen es el instrumento para eliminar riesgos en los equipos. La formación en habilidades de percepción es la base de la identificación de riesgos ya que el personal formado profundamente en el equipo asume mayor responsabilidad por su salud y su seguridad. La práctica de los procesos TPM crea responsabilidad por el cumplimiento de los reglamentos y estándares lo que disminuye las pérdidas y mejora la productividad.

### **2.2.21. Plan de mejora estratégica:**

Según López (2000) el desarrollo de un plan estratégico produce beneficios relacionados con la capacidad de realizar una gestión más eficiente, liberando recursos humanos y materiales, lo que redundará en eficiencia productiva y en una mejor calidad de vida y de trabajo para los miembros de la organización. Es decir; Un plan estratégico es un programa de actuación que consiste en aclarar lo que pretendemos conseguir y cómo nos proponemos conseguirlo. Esta programación se plasma en un documento de consenso donde concretamos las grandes decisiones que van a orientar nuestra marcha hacia la gestión excelente.

La finalidad del plan estratégico consiste en definir los objetivos y cuáles son las mejores acciones que deben llevarse a cabo para alcanzar dichos objetivos. De esta manera se facilita la gestión de la organización al hacerla más transparente, asignar políticas concretas a los diversos sectores implicados y permitir la evaluación en función del cumplimiento de las actuaciones especificadas. Esto genera coherencia entre las acciones que se realizan y las expectativas de la dirección, poniendo a la organización en relación con las necesidades del entorno.

En concreto, el asunto más importante para llevar a cabo un plan estratégico está muy directamente relacionado con la mejora de resultados de la organización. Además, el plan estratégico permite a la organización una gestión más profesional y menos basada en improvisaciones porque:

- a) Permite conocer mejor la realidad de la organización.
- b) Permite identificar los cambios y desarrollar que se puede esperar.
- c) Permite pensar en el futuro, visualizar nuevas oportunidades y amenazas.
- d) Permite preparar al futuro, aunque sea impredecible.
- e) Permite enfocar la misión de la organización y orientar de manera efectiva su rumbo.
- f) Permite plantear la estrategia y pilotarla y evaluarla correctamente.
- g) Permite mejorar la coordinación de las actividades.
- h) Permite mejorar manejo de recursos.

- i) Permite medir el impacto futuro de las decisiones estratégicas que se toma hoy.
- j) Permite mantener un enfoque sistémico.

### 2.3. Definición de Términos Básicos:

- a. **Acetato:** es un producto natural derivado de la madera. La celulosa es acetilada (esto es convirtiéndola en un material llamado acetato de celulosa o simplemente "acetato" para abreviar), disuelta, e hilada como fibras sintéticas continuas ordenadas en un atado llamado estopa.
- b. **Calidad:** La familia de normas ISO (ISO 9000:2000) lo define como el grado en que un conjunto de características inherentes cumple con unos requisitos.
- c. **Capacidad de producción:** es el máximo nivel de actividad que puede alcanzarse con una estructura productiva dada. El estudio de la capacidad es fundamental para la gestión empresarial en cuanto permite analizar el grado de uso que se hace de cada uno de los recursos en la organización y así tener oportunidad de optimizarlos.
- d. **Carbón activado:** o carbón activo es un término genérico que describe una familia de adsorbentes carbonáceos altamente cristalinos y una porosidad interna altamente desarrollada.
- e. **Confiability:** Es la capacidad de un activo o componente para realizar una función requerida bajo condiciones dadas para un intervalo de tiempo dado.
- f. **Conformidad:** cumplimiento de los requisitos.
- g. **Costos de Mantenimiento:** es la sumatoria en términos monetarios de los recursos humanos y materiales asociados a la gestión de mantenimiento.
- h. **Costo de oportunidad.** se entiende como aquel costo en que se incurre al tomar una decisión y no otra. Es aquel valor o utilidad que se sacrifica por elegir una alternativa A y despreñar una alternativa B. Tomar un camino significa que se renuncia al beneficio que ofrece el camino descartado.
- i. **Curva de la bañera:** Es un gráfica que representa los fallos durante el período de vida útil de un sistema o máquina. Se llama así porque tiene la forma una **bañera** cortada a lo largo.

- j. Diagrama:** representación gráfica de un procedimiento, el cual refleja el desarrollo de las actividades, indicando los responsables de su ejecución.
- k. Fallas:** se define como incapacidad de un bien de cumplir con las funciones que el usuario espera realice, para que cada bien cumpla con su función y se evite el deterioro, la capacidad inicial debe exceder el nivel de desempeño esperado. Por lo tanto, siempre que esto suceda, el usuario estará satisfecho. Por otro lado, si por alguna razón el bien es incapaz de cumplir con su función, el usuario considera este fallo.
- l. Filtro:** Los filtros de tabaco tienen como objetivo filtrar partículas tóxicas del humo que estos desprenden al quemarse para hacerlo menos nocivo para el fumador. Muchas de las partículas nocivas son cancerígenas, por lo que es importantísima su filtración. Sin embargo, no han demostrado que dan beneficios a la salud. Los filtros también reducen la dureza del humo y mantienen las hojuelas del tabaco fuera de la boca del fumador.
- m. Indicadores de gestión:** Se conoce como indicador de gestión a aquel dato que refleja cuáles fueron las consecuencias de acciones tomadas en el pasado en el marco de una organización. La idea es que estos indicadores sienten las bases para acciones a tomar en el presente y en el futuro.
- n. Kaizen:** Cambio a mejor o mejora en japonés, aunque traducido habitualmente al español como “mejora continua”. Es el nombre de un método de gestión de la calidad muy conocido en el mundo de la industria.
- o. Mecha:** La mecha de acetato es una banda de fibras compactadas en forma cilíndrica para formar la estructura del filtro una vez aplicado el plastificante.
- p. MTBF:** (acrónimo de Mean Time Between Failures) es la media aritmética (promedio) del tiempo entre fallos de un sistema. El MTBF es típicamente parte de un modelo que asume que el sistema fallido se repara inmediatamente (el tiempo transcurrido es cero), como parte de un proceso de renovación
- q. MTTR:** es el acrónimo de las palabras inglesas Medium Time To Repair, o tiempo medio hasta haber reparado la avería.

- r. **Paleta:** base de madera empleado para apilar y almacenar materia prima y productos.
- s. **Parada no planificada:** se dice de la parada de un flujo laboral (proceso), desligado a la planificación, o sea que no fue a juicio facultativo de un líder (Gerente), sino que se produjo por la avería de una actividad o falla, ya sea individual o colectiva.
- t. **Parada Planificada:** es aquella que se hace para evaluar el comportamiento de un área de trabajo, se toman mediciones de tiempo y se chequean los resultados para mejorar el trabajo operativo.
- u. **Parámetro:** variable o factor que debe ser considerado a la hora de analizar, criticar y hacer juicios de una situación determinada.
- v. **Proceso:** Conjunto de pasos con el fin de que determinados insumos interactúen entre sí, para obtener de esta interacción un determinado resultado.
- w. **Producción:** La producción es la actividad económica que aporta valor agregado por creación y suministro de bienes y servicios, es decir, consiste en la creación de productos o servicios y al mismo tiempo la creación de valor, más específicamente es la capacidad de un factor productivo para crear determinados bienes en un periodo de tiempo determinado. Desde un punto de vista económico, el concepto de producción parte de la conversión o transformación de uno o más bienes en otros diferentes. Se considera que dos bienes son diferentes entre sí cuando no son completamente intercambiables por todos los consumidores.
- x. **Productividad:** cociente resultante de dividir la producción (resultados obtenidos) entre los recursos (insumos utilizados), mientras mayor sea la producción y menores los recursos (o costos) utilizados en ella, mayor será la productividad.
- y. **Producto no conforme:** resultado de un proceso que no cumple con los requisitos especificados.

- z. Triacetina:** es un aditivo utilizado por sus propiedades humectantes, plastificantes y de viscosidad.
- aa. T.P.M.:** Es una filosofía originaria de Japón, el cual se enfoca en la eliminación de pérdidas asociadas con paros, calidad y costes en los procesos de producción industrial
- bb. Varilla:** Barra larga y delgada.
- cc. Varios:** es un reservorio que actúa bajo la modalidad FIFO (primero en entrar, primero en salir) el cual tiene una capacidad de almacenar 200.000 varillas.

## CAPÍTULO III

### MARCO METODOLÓGICO

En este capítulo la metodología del proyecto incluye el tipo o tipos de investigación, las técnicas y los procedimientos que fueron utilizados para llevar a cabo la indagación. Es el "cómo" se realizó el estudio para responder al problema planteado.

#### **3.1 Tipo de Investigación.**

Según Tamayo, M. (2004), el diseño de investigación es “la estructura a seguir en un estudio, ejerciendo el control de la misma, a fin de encontrar resultados confiables y su relación con las interrogantes surgidas de los supuestos problemas o hipótesis”, es decir, constituyen la mayor estrategia a seguir por el investigador para la adecuada solución al problema planteado.

En este particular los autores presentan el diseño planteado bajo una serie de actividades secuenciales y organizadas, las cuales deben adaptarse a las particulares de cada investigación y que indica los pasos y pruebas a efectuarse y las técnicas utilizadas para recolectar y almacenar los datos. El estudio que se presenta se encuentra enmarcado bajo la modalidad de proyecto factible, donde se busca desarrollar un plan de estrategias para solucionar la problemática planteada, estructuralmente mencionada en el capítulo I, la necesidad de reducir la cantidad de paradas no planificadas.

#### **3.2. Diseño de la Investigación.**

La presente investigación se apoyó metodológicamente bajo la modalidad de una investigación de campo. Tal como lo indica Méndez (2001), define la investigación de campo de la siguiente manera “Son las investigaciones en la

Que la recopilación de información se realizó enmarcada en el ambiente específico en el que se presenta el fenómeno de estudio”.

### **3.3. Nivel de la Investigación**

La presente investigación se enmarcó según la clasificación de Méndez (2001), dentro del tipo descriptiva, ya que indaga e interpreta de forma minuciosa la realidad y guarda relación con la problemática. Méndez, (2001), plantea que este tipo de investigación implica “la descripción de las características que identifica los diferentes elementos y componentes, y su interrelación; su propósito es delimitar los hechos que conforman el problema”

### **3.4. Población y Muestra.**

Según (Arias, 2004), La población, o en términos de población objetivo, es un conjunto finito o infinito de elementos con características comunes para los cuales serán extensivas las conclusiones de la investigación. Ésta queda delimitada por el problema y por los objetivos de estudio.

En la presente investigación, la población estuvo constituida por las maquinas del proceso de manufactura de varillas de filtro combinado de planta de filtros de Cigarrera Bigott sucs, Valencia- Venezuela

Por otro lado, la muestra se determina a partir de la población, cuando no es posible medir cada una de las entidades de esta. Es decir, la muestra es representativa de la población (Tamayo, 2004). La muestra estuvo comprendida por las maquinas MULFI 1 y MULFI 2.

### **3.5 Técnicas de Investigación, Recolección y Análisis de Datos.**

Según Arias, (2004), se entenderá por técnica, el procedimiento o forma particular de obtener datos e información”. Para la realización de esta investigación se manejó una gran cantidad de información, para así lograr el

cumplimiento de los objetivos planteados. La información recabada será de carácter teórica y práctica. Las técnicas a utilizar son las siguientes:

**a) Observación Directa.**

Se utilizó como técnica para identificar y describir el proceso productivo y así analizar los modos y los efectos de las fallas que causan las paradas no planificadas en la maquinas MULFI 1 y MULFI 2. Así como también para captar el entorno y procedimiento de todas las actividades realizadas por el personal operador, ayudante, mecánicos y electrónicos.

**b) Entrevistas con el Personal.**

Técnica fundamental para el desarrollo de la investigación, la cual va consistir en un dialogo o conversación, donde la información suministrada por parte de los entrevistados, tanto en el área de operaciones como de mantenimiento, va a consolidar la investigación y permitió conocer el funcionamiento de los equipos, las fallas de los equipos, las actividades que se realizarán, las opiniones para la toma de decisiones, entre otros.

**c) Herramientas de análisis de información.**

Una vez recolectada la información se hizo necesario el uso de técnicas que permitan realizar un análisis de los datos, con el propósito de organizarlos y cumplir con los objetivos planteados. Dentro de las cuales destacan:

- a) Tormenta de ideas
- b) Método de los Cinco ¿Por qué?
- c) Diagrama de Pareto
- d) Análisis de modo y efecto de falla.

### **3.6. Revisión Documental**

Durante el desarrollo de la investigación se recopiló, revisó, analizó, seleccionó y extrajo información de diversas fuentes, acerca de varios temas, con el propósito de llegar al conocimiento y comprensión más profundos del mismo.

### **3.7. Fases metodológicas**

Con el fin de lograr los objetivos propuestos, es necesario el establecimiento de una serie de pasos o fases que permitan conocer la realidad de la situación en estudio y conduzcan a diseño de la estrategia, lo cual es el fin último de este trabajo. En ese sentido a continuación se describió brevemente cada una de las fases:

#### **Fase I: Identificar las fallas que generan las paradas no programadas de las maquinas MULFI 1 y MULFI 2 en la Planta de Filtros de Cigarrera Bigott sucs, planta Valencia – Venezuela, a través de las técnicas de recolección de información**

Para alcanzar el primer objetivo específico de la investigación se llevó a cabo las siguientes actividades para la recolección de toda la información necesaria que permita la identificación de las fallas, debilidades y necesidades que presenta el área en estudio y sus posibles mejoras. El proceso de estudio y recolección se inicia mediante la observación directa, luego se realizó la entrevista no estructurada, seguidamente la revisión documental y luego la revisión de desempeño de actividades.

##### **a) La observación directa.**

A través de la observación directa durante un periodo estimado de 10 jornadas laborales completa en el proceso productivo, se evaluaron todas y cada una de las fallas que presentan las máquinas.

##### **b) Entrevistas no estructuradas con el personal.**

Mediante entrevistas realizadas a todos los trabajadores involucrados en el proceso y la gestión de mantenimiento, se pretendió obtener información de todas las posibles fallas que causan las paradas no planificadas de las maquinas MULFI 1 y MULFI 2.

**c) Revisión documental y desempeño de actividades.**

Se analizó los indicadores que registran el desempeño de las máquinas, los reportes de fallas, las metas de producción no logradas y por qué no se cumplieron los órdenes de trabajo de mantenimiento existentes.

**Fase II: Analizar las causas que producen las paradas no planificadas de las maquinas MULFI 1 y MULFI 2 en la Planta de Filtros de Cigarrera Bigott sucs, de Venezuela empleando técnicas de Ingeniería Industrial.**

Se analizó los resultados de la aplicación de la fase I, recopilando toda la información disponible para poder identificar las fallas de las máquinas y sus posibles causas. Asimismo se determinó las debilidades que inciden en la problemática planteada.

**a) Tormentas de ideas**

La principal herramienta empleada para la recopilación de información, fue la tormenta de ideas a través de involucramiento y experiencia del personal de área.

**b) Técnica de Grupo Nominal:**

Mediante la aplicación de la técnica de grupo nominal a los trabajadores que intervienen en el proceso, se les organizó la lluvia de ideas sobre los posibles factores relacionados con las paradas no planificadas, y llegar a una priorización o conceso sobre los mismos.

**c) Diagrama de Pareto:**

Con el cual se determinó las causas de mayor prioridad que están afectando el rendimiento de las maquinas en estudio y así llevar a cabo la realización de las propuestas de mejora.

**d) Método de los Cinco ¿Por qué?:**

Se involucra a la mayor cantidad de operadores y técnicos de proceso posible y se les aplica esta herramienta, con la finalidad de definir las causas raíz de las paradas no planificadas.

**e) Análisis de modo y efecto de falla**

En esta técnica se involucra tanto al personal de piso como al personal supervisor y coordinadores, con la finalidad identificar fallas potenciales y los puntos críticos de la máquina.

**Fase III: Elaborar un plan de estrategias basada en la metodología de Mantenimiento Productivo Total (TPM) que permita disminuir las paradas no planificadas de las maquinas MULFI 1 y MULFI 2 en la Planta de Filtros de Cigarrera Bigott sucs, de Venezuela.**

Luego de haber realizado el análisis de las fallas, actividades de mantenimiento y operaciones llevadas a cabo por la empresa en el proceso de producción de varillas de filtros, se procedió a plantear las mejoras correspondientes mediante la aplicación de herramientas de ingeniería industrial basadas en la filosofía de mejora continua, mantenimiento preventivo, mantenimiento predictivo y como Lean Manufacturing y Kaizen.

**Fase IV: Evaluar el comportamiento del costo de oportunidad de la mejora propuesta. .**

En esta fase se debe tomar en consideración el comportamiento de todos los indicadores de gestión usados por la organización y comparar lo que se dejó de producir debido a las paradas no planificadas antes del presente trabajo de investigación con las condiciones después de la implementación de las estrategias.

## **CAPITULO IV**

### **RESULTADOS**

En lo que concierne al análisis y presentación de los resultados, según el autor Tamayo y Tamayo, M 2004, opina lo siguiente: “los datos tienen su significado únicamente en función de las interpretaciones que les da el investigador. De nada sirve una abundante información si no se somete a un adecuado tratamiento analítico; pueden utilizarse técnicas lógicas y estadísticas”. (p.160).

En tal sentido, en este capítulo se desarrolló cada una de las fases establecidas, a fin de cumplir con el objetivo de hallar un plan de estrategias para la reducción de paradas no planificadas de las máquinas MULFI 1 y MULFI 2 utilizando para ello herramientas de Ingeniería Industrial.

#### **4.1. Fase I: Identificar las fallas que generan las paradas no programadas de las maquinas MULFI 1 y MULFI 2 en la Planta de Filtros de Cigarrera Bigott sucs, planta Valencia – Venezuela, a través de las técnicas de recolección de información**

Primeramente a través de un recorrido por la empresa, se realizó una observación directa, lo cual permitió el conocimiento de las actividades productivas realizadas por los trabajadores en la elaboración de los filtros, y de esta forma poder evaluar cada uno de los puntos observados, con la finalidad de detectar las debilidades en el área de trabajo. Aunque esta investigación se enfoca en las maquinas MULFI 1 y MULFI 2, primero se realizó una observación general de todo el proceso, a fin de evaluar variables tanto propias de la máquina, como indirectas de su entorno, para así poder identificar o descartar posibles influencias de condiciones externas.

#### 4.1.1. Descripción del proceso de fabricación de varillas de filtros combinados.

La planta de filtros se encuentra integrada por dos áreas, la cual tiene dos líneas donde se producen, filtros mono acetato, en presentación de 90 mm de largo y filtro combinados, de igual manera en presentación de 90 mm de longitud, ambas varillas tienen un diámetro de 7,79 milímetros. Es importante resaltar que el proceso es completamente automatizado, ya que el operador interviene solo para inspeccionar el producto y realizar ajustes cuando es necesario.

Antes de realizar una explicación detallada del proceso, se mostrará un diagrama de operaciones de proceso (ver Figura 3), siendo la materia prima la que nos dicte el recorrido con el fin de dar a conocer el proceso a través de esta herramienta.

RESUMEN							DIAGRAMA DEL PROCESO						
	Actual		Propuesto		Diferencia		Nombre del proceso: <b>Fabricación de varillas de filtro combinado.</b>						
	No.	Tiempo	No.	Tiempo	No.	Tiempo	<input type="checkbox"/> Hombre <input checked="" type="checkbox"/> Material Se inicia en: <b>Entrada de varilla de filtro base</b> Se termina en: <b>Traslado al almacén de producto terminado</b> Hecho por: <b>Camacho y Ríos</b> Fecha: <b>04/04/17</b>						
○ OPERACIONES	9	9,29											
⇨ TRANSPORTES	1	4											
□ INSPECCIONES	1	1											
□ DEMORAS	0	0											
▽ ALMACENAJES	0	0											
Distancia recorrida	4 mts.		mts.		mts.								

DESCRIPCION DEL METODO (ACTUAL: X PROPUESTO: )	OPERACIONES	TRANSPORTES	INSPECCIONES	DEMORAS	ALMACENAJES	Distancia en mts	ANALISIS						OBSERVACIONES	ACCION											
							Cantidad	Tiempo	¿POR QUÉ?					Eliminar	Cambiar	Cambio									
									¿qué es?	¿dónde es?	¿cuándo?	¿quién?				¿cómo?	Secuencia	Lugar	Persona	Mejorar					
1 Entrada de filtro base	●	⇨	□	□	▽	1	0,80																		
2 Corte de los filtros base en la GC	●	⇨	□	□	▽	1	0,92																		
3 Traspaso de tacos de filtros bases hasta salida de la GC	●	⇨	□	□	▽	1	0,76																		
4 Alimentación de tacos de filtros al sistema formador de mecha	●	⇨	□	□	▽	1	0,58																		
5 Alimentación de papel	●	⇨	□	□	▽	1	0,5																		
6 Alimentación de pega	●	⇨	□	□	▽	1	0,84																		
7 Formación de filtro	●	⇨	□	□	▽	1	0,70																		
8 Corte de filtro	●	⇨	□	□	▽	1	0,69																		
9 Expulsión de filtro	●	⇨	□	□	▽	1	0,50																		
10 Inspección de filtro	○	⇨	■	□	▽	1	1																		
11 Llenados de los tableros con filtro	●	⇨	□	□	▽	1	3																		
12 Traslado Almacén de Prod. Term.	○	⇨	□	□	▽	1	4																		

**Figura 3.** Diagrama del proceso.  
**Fuente:** Camacho y Ríos (2017).

El proceso parte del traslado de la materia prima: Paleta de 150 bobinas de papel *plugwrap*, caja de pega caliente *hotmelt*, un galón de pega blanca. Luego a través del VARIOS (ver Figura 4), que es el sistema de alimentación de filtro automatizado, se alimenta de varillas de filtros blancos y de varillas de filtros negros con una longitud ambos de 90 milímetros, en una proporción de 50 a 50 a las máquinas combinadoras de filtros MULFI 1 y MULFI 2, las cuales tienen respectivamente una tolva o cámara de acumulación para recibir las varillas de filtros blancos y las varillas de filtros negros (ver Figura 5)

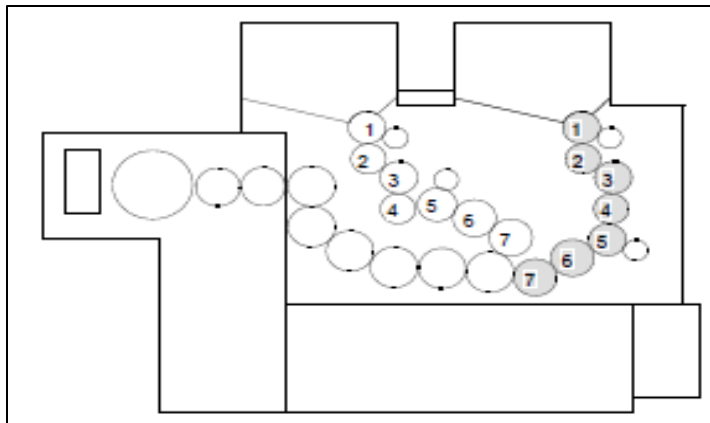


**Figura 4.** Sistema de alimentación de varillas o VARIOS.  
**Fuente:** Camacho y Ríos (2017).



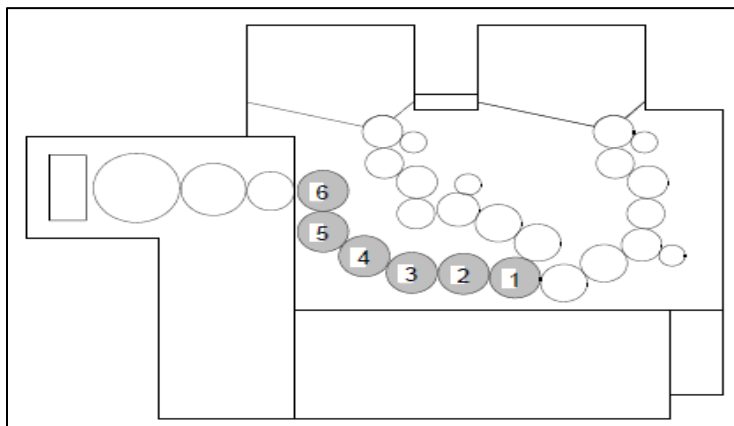
**Figura 5.** Acumuladoras de varillas (tolvas).  
**Fuente:** Camacho y Ríos. (2017)

Estas varillas pasan a través de un sistema de tambores de corte en las máquinas MULFI, que cortan las varillas en 3 segmentos primeramente de 30 milímetros de largo cada uno y luego cada uno de estos nuevos segmentos los corta a 15 milímetros de largo cada uno, llevando así la varilla de 90 milímetros original a 6 segmentos de 15 milímetros cada uno (ver Figura 6). Luego a través de los tambores de traspaso (ver Figura 7) posiciona los tacos de filtro de forma intercalada. De allí pasan al formador a través de unos tambores de traspaso y se unen al papel plugwrap por medio del sistema de encolado o de pega tanto fría como caliente, el cual permite generar la forma cilíndrica del filtro.



**Figura 6.** Sistema de proceso de corte de filtros.

**Fuente:** Manual de manejo y mantenimiento MULFI - HAUNI (2001).



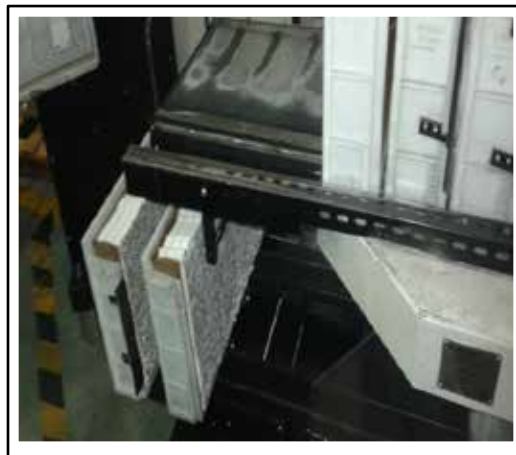
**Figura 7.** Ensamblaje de filtro.

**Fuente:** Manual de manejo y mantenimiento MULFI - HAUNI (2001).

En el formador se le aplica un choque térmico, primero temperatura 60 °C y después 5 °C, lo cual garantiza que las líneas de pega adhieran a los segmentos de filtros. Después de pasar por el formador, la mecha de filtros es cortada a una longitud de 90 mm, por un cortador automático (ver Figura 8), luego quedan listas las varillas combinadas con 3 segmentos de filtros negros y 3 segmentos de filtros blancos, ambos de manera intercalada, los cuales pasan al módulo de llenado UNIFLOW (ver Figura 9), el cual permite la colocación de las varillas en tableros de cartón, este tiene una capacidad para 4400 varillas de filtros.



**Figura 8.** Dispositivo cortador.  
**Fuente:** Camacho y Ríos (2017).



**Figura 9.** Máquina de enlace (Uniflow).  
**Fuente:** Camacho y Ríos (2017).

El proceso de manufactura de los filtros para cigarrillos aunque aparentemente no se ve de gran complejidad, es un proceso que al ser de alta velocidad (velocidad de la maquina = 3300 varillas/minutos) requiere de una sincronización absoluta. Los ajustes tanto en parámetros electrónicos como mecánicos son como se conoce, de ajustes fino. En donde la más mínima variación de estos valores o rangos crean una inestabilidad en el proceso.

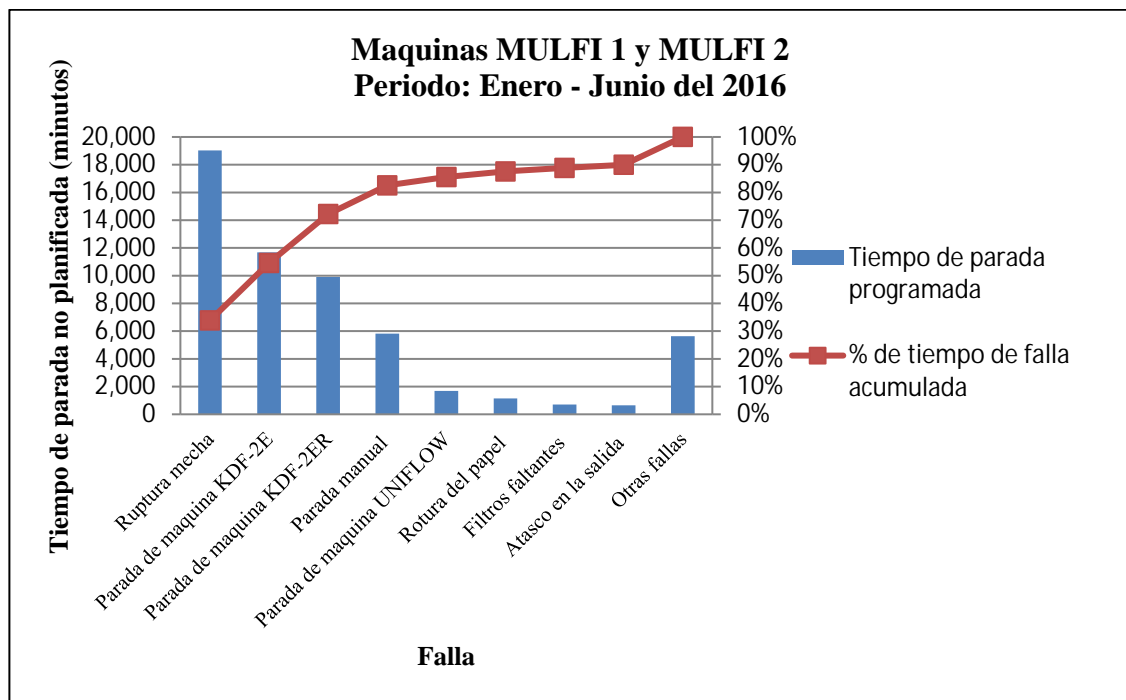
Ahora ya conociendo y entendiendo el proceso de elaboración de filtro, se evaluó la información, formatos, procedimientos y condiciones actuales con las que trabaja el personal de mantenimiento de la planta de filtros. Se habla con el personal; ya que la Planta de Filtros de Cigarrera Bigott Sucs, De Venezuela no cuenta con un departamento de mantenimiento en el organigrama de la organización. Nos encontramos con los siguientes puntos de mejoras:

- a) El mantenimiento es programado según recomendaciones del fabricante del equipo.
- b) La generación de avisos y de órdenes de trabajo presenta muchos problemas ya que la mayor parte del personal no posee acceso al sistema SAP para generar estos avisos y órdenes.
- c) El personal de mantenimiento no posee las herramientas adecuadas para los trabajos asignados.
- d) La capacitación técnica al personal involucrado en el mantenimiento no está actualizada.
- e) Más del 50% de las actividades de mantenimiento son correctivos.
- f) El personal operativo no está capacitado en lo que respecta al proceso, el cómo trabaja el equipo y sus principios básicos de funcionamiento.

Ya sabiendo las condiciones en las cuales estaba trabajando el personal de mantenimiento en su momento y el punto de partida que debíamos tomar, se empezó con el levantamiento de la data de paradas no planificadas. El panel de control del equipo presenta el nombre de la falla cada vez que el equipo de detiene. Esto nos

facilita ya que a final de cada turno solamente se respalda la información de la memoria interna de la máquina y luego en un computador se organiza y analiza todo esto de una mejor manera.

Cabe destacar que las maquinas MULFI 1 y MULFI 2 tienen las mismas características, mismo diseño, mismo modelo. A continuación en el Grafico 4 se presentó de manera global las paradas no planificadas de ambas maquina durante el primer semestre del año 2016:



**Grafico 4.** Paradas no planificadas de las maquinas MULFI 1 y MULFI 2.

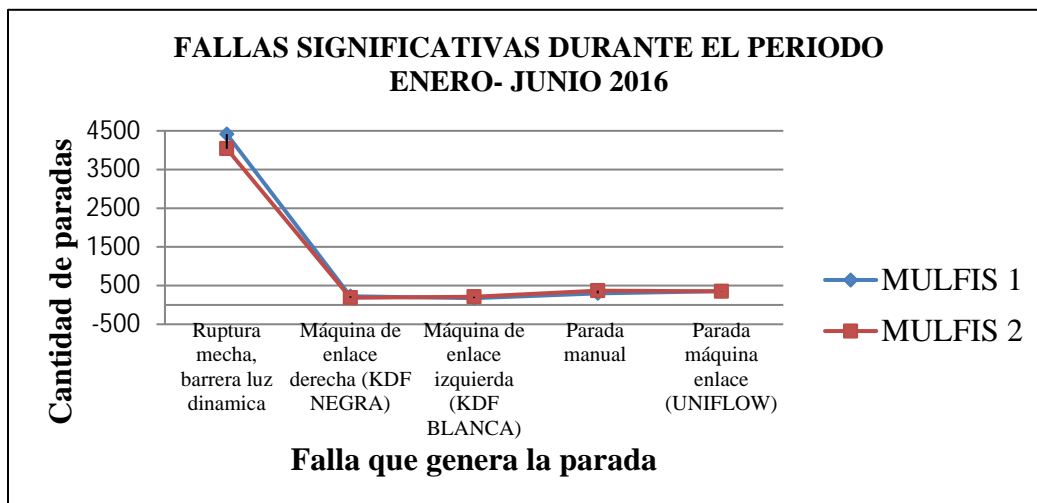
**Fuente:** Camacho y Ríos (2017).

La barra denominada “otras fallas”, es la sumatoria de todas aquellas fallas que vista de manera individual no representan más del 0,01% de tiempo de perdida. Como se puede observar en la Gráfica 4, solo 5 fallas representan más del 80% del tiempo perdido por paradas no planificadas. Estas 5 fallas son:

- a) Ruptura de mecha
- b) Falla en la máquina de enlace derecha (Maquina base KDF 2E, “NEGRA”)

- c) Falla en la máquina de enlace izquierda (Maquina base KDF 2ER , “BLANCA”)
- d) Parada manual.
- e) Parada de máquina de enlace (UNIFLOW)

Estas 5 paradas, como se mencionó anteriormente, representan más del 80% de las paradas totales de las MULFIS. Pero solo la ruptura de mecha y la parada manual son paradas netamente de esta máquina, ya que las paradas de máquina de enlace, son paradas de máquinas que a anteceden o continúan a la MULFI en el proceso de manufactura de varillas de filtro. A continuación se presenta en el Gráfico 5 la semejanza de ambas maquinas con respecto a estas fallas.



**Gráfico 5.** Comparativo de las 5 fallas más significativas  
**Fuente:** Camacho y Ríos (2017)

La falla más significativa en ambas maquinas como se puede observar es la ruptura de mecha. Por solicitud de la gerencia se ha decidido priorizar el análisis a esta falla y la urgencia de mitigarla lo antes posible.

A continuación el siguiente nivel en proceso de investigación es analizar estas causas y por qué se generan.

#### **4.2. Fase II: Analizar las causas que producen las paradas no planificadas de las maquinas MULFI 1 y MULFI 2 en la Planta de Filtros de Cigarrera Bigott sucs, de Venezuela empleando técnicas de Ingeniería Industrial.**

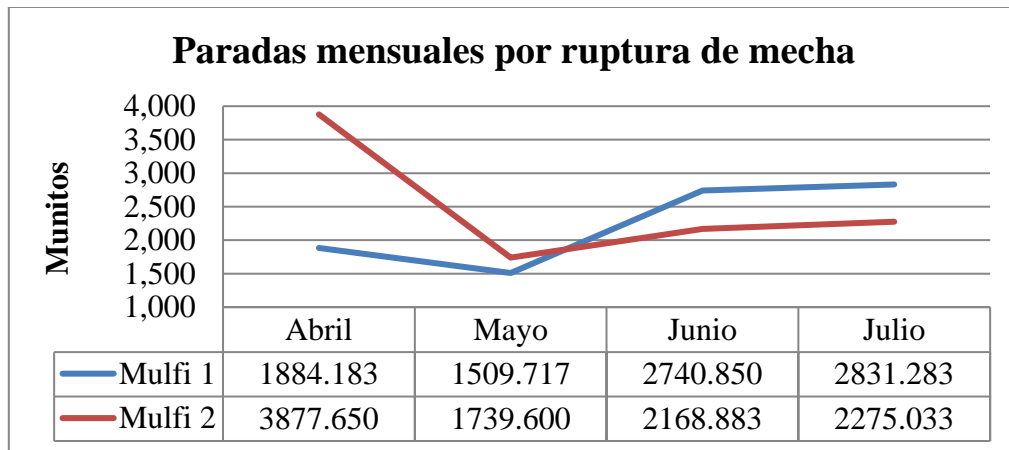
Para el análisis de estas fallas se seleccionó herramientas de Ingeniería para el análisis causal de falla como lo son:

- a) Tormenta de ideas.
- b) Entrevistas no estructuradas.
- c) Técnica de grupo nominal.
- d) Método de los Cinco ¿por qué?
- e) Análisis de modo y efecto de falla.

Uno de los pilares del mantenimiento productivo total (TPM) es el mantenimiento autónomo y esto es el involucramiento de los operadores en labores de mantenimiento (hasta donde su capacitación y descripción de cargo así lo permita). Por ende es de suma importancia involucrar a este personal en las decisiones de mejora continua ya que son ellos los que mejor conocen la máquina y saben cuáles son sus puntos débiles y de mejora. Sin mencionar que esto les crea un sentido de pertenencia y compromiso moral con su labor. Por este motivo se ha decidido trabajar de la mano con el personal técnico y operadores para mitigar esta problemática.

Como se explicó anteriormente se priorizara la ruptura de mecha en este estudio. Gracias a la tormenta de ideas, que es una técnica de pensamiento creativo utilizada para estimular la producción de un elevado número de ideas por parte de un grupo de personas acerca de un problema y de sus posibles soluciones con el personal de Producción y Técnicos de Proceso se llegó a la conclusión de que la ruptura de mecha más que una falla es una consecuencia. Pero ¿Que es una ruptura de mecha? quedo definida como la interrupción en el paso de la mecha de filtro combinada por el área del formador, zona de corte y zona de salida y traspaso, la cual es reflejada en el panel de control de la maquina gracias a un sensor de luz dinámica colocada en el riel prisma y en el tambor de traspaso. Al este interruptor no censar de forma constante el paso de la varilla esta se activa y detiene la máquina.

Para mitigar esta falla, se debe atacar la causa raíz del problema. A continuación en el Grafico 6 se presenta como ha sido la tendencia de la ruptura de mecha en el primer semestre del año 2016:



**Grafico 6.** Ruptura de mecha. Periodo Abril – Julio 2016

**Fuente:** Camacho y Ríos (2017)

En promedio la maquina MULFI 1 presentó durante este periodo 2.241,508 minutos de paradas no planificadas mensuales y la maquina MULFI 2 presentó la cantidad de 2.515,292 minutos de paradas no planificadas mensuales, esto debido solamente a ruptura de mecha. Si llevamos esto a disponibilidad diaria de producción, sabiendo que la planta planifica netamente para producción 22,5 horas/día, debido a los 30 minutos que dedica por turno a limpieza de la máquina, estos minutos de parada no planificada representan 1,66 días para MULFI 1 y 1,86 días para MULFI 2 mensual. Es decir, que mensualmente ambas maquinas pierden casi 2 días de producción debido a esta falla.

Pero ¿Qué interrumpe el paso de la mecha o que genera la ruptura de mecha? A esta pregunta se le busco dar respuesta a través de la herramienta “Cinco ¿por qué?” la cual es una técnica de análisis para la resolución de problemas que consiste en realizar sucesivamente la pregunta “¿Por qué?” hasta obtener la causa raíz del problema. En el anexo A se presenta el formato usado en la aplicación de este método:

La ruptura de mecha para los técnicos de proceso y operadores de las maquinas MULFI no nace de una sola causa, por eso se decidió dar a los entrevistados más de una posible causa raíz siempre y cuando puedan justificar esta opción.

El resultado de esta entrevista alimento significativamente el estudio, ya que no solo se obtuvo información referente a la ruptura de mecha, sino también a otros problemas que afectan al proceso y la eficiencia de las máquinas. Para un mejor enfoque de esfuerzo se decide clasificar cada posible causa raíz expuesta por cada entrevistado a una causa fundamental de falla en los procesos productivos. La cuales son:

- a) Equipo fuera de ajuste tanto de proceso como de diseño.
- b) Equipos sucios de tal manera que se ve afectado su buen rendimiento.
- c) Equipos con defectos, ya sean por desgaste debido al tiempo o por modificaciones hechas con anterioridad.
- d) Focos de contaminación en los equipos que hacen que el proceso se vea afectado.
- e) Fallas en el procedimiento de operación y mantenimiento.
- f) Falla en las maquinas bases.

Para una mejor y rápida asociación de cada causa expuesta por el entrevistado con una de las seis (6) causas fundamentales se ha decidido darle un código a estas. A continuación se presenta en a Tabla 5 los Código de Causas Raíz y en el Cuadro 1 un ejemplo de la aplicación de la técnica de los Cinco ¿Por qué?

**Tabla 5.** Código de Causa Raíz

Asociado a:	Código
Ajuste estándar	1
Limpieza e inspección de la maquina	2
Defecto de la maquina	3
Foco de contaminación	4
Falla en el procedimiento	5
Problemas con las maquinas base	6

**Fuente:** Camacho y Ríos (2017)

**Cuadro 1.** Formato de análisis causal de falla 5 ¿Por qué?

ANALISIS CAUSAL DE FALLA					
Maquina: MULFI		Operador: Edgar Abogal			
Turno: 1ro		Falla: Ruptura de mecha			
¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	Código asociado a la causa
Mal corte del cortador	Mala graduación de los esmeriles	Fuera de ajuste estándar	Vibración durante operación		3
			Mala ejecución de procedimiento		5
	Avance de las cuchillas	Falta de avance por daño de leva	Exceso de carbón en el cortador	Ambiente de proceso	4
				Viruta de esmeril	4
		Exceso de carbón en el cortador	Mal corte de las cuchillas	Mala graduación de los esmeriles	5
				Lubricación	2
			Soplado de la maquina cuando se limpia		5
	Falla en tambor de traspaso #6	Desgaste de carcasa	Erosión debido al carbón	Desperdicio de carbón	Cantidad de carbón
Desperdicio de carbón				Mal corte de cuchillas circulares	5
Tipo de material de carcasa					3
Ajuste de tiempo		Atascamiento por filtros sueltos	Filtros con defectos	Maquina base	6
			Mal corte de cuchillas circulares	Tiempo de uso	5
		Falta de torque en el aprieta del tambor			5
Mala formación de la mecha de filtro		Mal ajuste de las pistolas	Fuera de ajuste estándar		
	Mal ajuste de la araña	Fuera de tiempo			1
		Sucio	Mal ajuste de las pistolas	Fuera de ajuste estándar	1

**Fuente:** Camacho y Ríos (2017)

Ahora bien, en la Tabla 6 se presenta un resumen del Cuadro 1, en donde se puede observar cómo se asocia cada posible causa de la falla a una causa fundamental.

**Tabla 6.** Resumen de ejemplo de aplicación de Técnica 5 ¿Por qué?

Causa asociada a las fallas comentadas	Cantidad
Ajuste estándar	3
Limpieza e inspección de la maquina	1
Defecto de la maquina	2
Foco de contaminación	3
Falla en el procedimiento	6
Problemas con las maquinas base	1
<b>Total</b>	<b>16</b>

**Fuente:** Camacho y Ríos (2017)

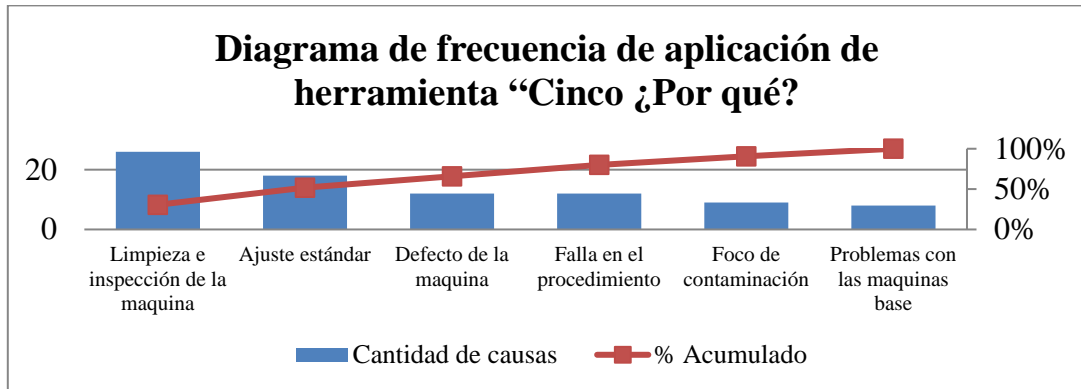
El operador Edgar Abogal dice que la Ruptura de Mecha es generada por 16 posibles causas. Siendo la falla en el procedimiento de trabajo la causa raíz de que se repitió 6 veces de estos posibles motivos de falla. El desglosar esta información de esta manera ayuda a direccionar las acciones a tomar, ya que indica en donde se está fallando. La técnica también fue aplicada a otros 4 operadores y 4 técnicos de proceso y la respuesta obtenida al último ¿Por qué? fue asociada a una causa fundamental de falla; visto anteriormente. A continuación se presenta una tabla resumen de los resultados de esta técnica gracias a la información obtenida de los 9 entrevistados (ver Tabla 7 y Grafico 7)

**Tabla 7.** Resumen de aplicación de herramienta “Cinco ¿Por qué?”

Causa asociada a las fallas comentadas	Cantidad de causas	%	% Acumulado
Limpieza e inspección de la maquina	26	30,59%	30,59%
Ajuste estándar	18	21,18%	51,76%
Defecto de la maquina	12	14,12%	65,88%
Falla en el procedimiento	12	14,12%	80,00%
Foco de contaminación	9	10,59%	90,59%
Problemas con las maquinas base	8	9,41%	100,00%

Total: 85

**Fuente:** Camacho y Ríos (2017).



**Grafico 7.** Diagrama de frecuencia de la aplicación "Cinco ¿Por qué?"  
**Fuente:** Camacho y Ríos (2017).

En el Grafico 7 se puede apreciar la relación de las causas de falla expuestas por los entrevistados con las causas fundamentales propuestas. Los operadores y técnicos de procesos creen que de las posibles razones por la cual se generan las paradas no planificadas en un 31% es debido a falta de limpieza e inspección de la máquina, un 21% debido a falla en los ajustes de la máquina, un 14% a defectos de la máquina y otros 14% a fallas en el procedimiento de operaciones y mantenimientos.

Gracias a la aplicación de esta herramienta se llegó a la conclusión de que mejorando el ajuste de proceso de la máquina y realizando una inspección – limpieza de la máquina de forma rutinaria se puede mitigar muchos problemas que repercuten negativamente en la eficiencia de la máquina. Lo segundo que se extrajo de esta entrevista es que muchos técnicos y operadores coincidieron en posibles causas que generan la ruptura de mecha y estas son:

- a) Falla en el procedimiento del ajuste de los esmeriles de las cuchillas del cortador ubicado en la KDF.
- b) Presencia de carbón en el interior del cortador.
- c) Mal corte de las cuchillas circulares ubicadas en la GC.
- d) Mal o indebido ajuste de los tambores de corte y traspaso de la GC.
- e) Mal posición de las pistolas de pega.
- f) Filtros torcidos en él varios y en la tolva de alimentación de la GC.

- g) Mal ajuste de los aceleradores en el área de corte de KDF.
- h) Mal avance de las cuchillas de corte en el área de corte de la KDF.
- i) Problemas de succión en la GC y en el área de salida y traspaso de la KDF.

Se decidió realizar una segunda entrevista a los operadores y técnicos de proceso para priorizar estas posibles causas, en el anexo B se presenta el formato usado. La entrevista fue aplicada a 4 técnicos de procesos y 5 operadores. El resultado de esta entrevista se observa en la tabla 7.

**Tabla 8.** Priorización de fallas encontradas.

Causa de la falla	% de significancia
Filtros torcidos en él varios y en la tolva de alimentación de la GC.	14,96%
La mala posición de las pistolas de pega generan sucios en la aguja, la araña, en el formador de mecha, en las boquillas de corte, en el riel prisma, en el cepilla del riel prisma y los aceleradores.	13,39%
Problema con la succión de la maquina en la GC y el tambor de traspaso.	12,60%
Debido a un mal corte de las cuchillas circulares en la GC, se presentan filtros mal cortados y exceso de carbón en el área. Provocando esto que los orificios de succión de los tambores se obstruyan con restos de acetato y carbón. También se genera un desgaste entre las guías y los tambores debido a esta presencia de carbón.	11,81%
Falla en el procedimiento del ajuste y calibración de los esmeriles de las cuchillas del cortador ubicado en la KDF	8,66%
Presencia de carbón en el interior del cortador. Provocando esto desgaste excesivo en las partes interna del conjunto y la pronta avería de este.	8,66%
El avance de las cuchillas del cortador no siempre presenta un avance constante y uniforme, generando esto un mal corte de la varilla.	8,66%
Problemas con los rodamientos de los aceleradores. Debido a que los elementos internos de los rodamientos se contaminan con carbón y a la pérdida del ajuste del rodamiento con su asiento.	7,87%
Problemas en el ajuste del asiento de los rodamientos de los aceleradores.	7,09%
El mal o indebido ajuste a la hora del torque a los tornillos que sujetan los tambores de traspaso está originando que con el pasar del tiempo se pierda la sincronización de los mismos.	6,30%
	<b>100%</b>

**Fuente:** Camacho y Ríos (2017)

La Tabla 8 se presenta de forma priorizada las acciones a tomar para mitigar estas condiciones indeseadas presentes en el día a día, que tanto han afectado de manera negativa la eficiencia de la planta.

Ahora, para complementar este análisis, se decidió realizar un Análisis de Modo y Efecto de Falla (A.M.E.F.) Un AMEF es una técnica analítica utilizada por el equipo responsable de Ingeniería de Manufactura y Mantenimiento como un apoyo para asegurar, que los modos de falla y sus causas o mecanismos han sido considerados y dirigidos. Un AMEF es un sumario de las experiencias del equipo de Ingeniería, con un AMEF se busca, entre muchas cosas, priorizar la planificación de los mantenimientos basándonos en el número de prioridad de riesgos (NPR), que es el producto de la severidad de la falla, la ocurrencia de la falla y su nivel de detección. La ocurrencia es la frecuencia con que ocurre una falla. A continuación se presenta en el Cuadro 2 el criterio que se tomó para ponderar esta condición.

**Cuadro 2.** Criterio de evaluación para la ocurrencia de modos de falla

<b>Muy alta</b> (La falla es casi inevitable)	Diaria	10
	Semanal	9
<b>Alta</b> La falla es frecuente	Mensual	8
	Cada 2 meses	7
<b>Moderada</b> La falla es ocasional	Cada 3 meses	6
	Cada 6 meses	5
	Anual	4
<b>Baja</b>	Cada 2 años	3
<b>Muy baja</b>	Cada 5 años	2
<b>Remota</b>	Mayor a 5 años	1

**Fuente:** Camacho y Ríos (2017).

Ahora la detección es la capacidad de detectar una falla. El que tan sensible o fácil sea detectar una falla, es de suma importancia en todo proceso, ya que eso influye directamente en cualquiera de los 7 desperdicios conocidos. Es muy importante detectar de una manera rápida y eficaz una falla. A continuación en el Cuadro 3 se presenta las ponderaciones con las que se trabajó en la realización del Análisis de Modo y Efecto de Falla.

**Cuadro 3.** Criterio de evaluación para la detección de falla

Baja ( Más de 1500 filtros)	3
Media (entre 500 y 1499 filtros)	2
Alta (Menor a 500 filtros)	1

**Fuente:** Camacho y Ríos (2017).

La ultima pero no menos importante condición tomada en cuenta para el cálculo de NPR es la severidad de la falla. A continuación en Cuadro 4 se presenta el criterio para evaluar esta condición.

**Cuadro 4.** Criterio de evaluación y clasificación de la severidad de los efectos.

<b>Efecto</b>	<b>Criterio</b>	<b>Severidad</b>
<b>Peligroso y sin aviso</b>	La falla ocurre sin previo aviso. Puede poner en peligro a otros sistemas y/o puede afectar la operación del sistema bajo análisis	10
<b>Peligro con aviso</b>	La falla ocurre con previo aviso. Puede poner en peligro a otros sistemas y/o puede afectar la operación del sistema bajo análisis	9
<b>Muy alto</b>	Falla menor del sistema. Los controles actuales no pueden mantener el sistema operativo y requiere fuerte intervención del operador o técnico responsable para su correcto funcionamiento.	8
<b>Alto</b>	Falla menor del sistema. Los controles actuales no pueden mantener el sistema operativo y requiere moderada intervención del operador o técnico responsable para su correcto funcionamiento.	7
<b>Moderadamente alto</b>	Falla menor del sistema. Los controles actuales no pueden mantener el sistema operativo y requiere ligera intervención del operador o técnico responsable para su correcto funcionamiento.	6
<b>Moderado</b>	Falla menor del sistema. Los controles actuales pueden mantener el sistema operativo pero requiere fuerte intervención del operador o técnico responsable para su correcto funcionamiento.	5
<b>Baja</b>	Falla menor del sistema. Los controles actuales pueden mantener el sistema operativo pero requiere moderada intervención del operador o técnico responsable para su correcto funcionamiento.	4
<b>Muy bajo</b>	Falla menor del sistema. Los controles actuales pueden mantener el sistema operativo pero requiere ligera intervención del operador o técnico responsable para su correcto funcionamiento.	3
<b>Menor</b>	Falla menor del sistema	2
<b>Ninguno</b>	La falla no tiene efecto en el sistema	1

**Fuente:** Camacho y Ríos (2017).

El NPR (Numero de Prioridad de Riesgo) se calcula de la siguiente manera:

$$\text{NPR} = \text{Severidad de la falla} \times \text{Ocurrencia de la falla} \times \text{Nivel de detección}$$

La severidad de una falla no solo se mide por que genere algún retraso en el proceso o un gasto extra o un incremento de algún costo. La severidad está directamente relacionada también con la seguridad tanto de la máquina, como del operador, así como el impacto que esta tenga con su medio ambiente y con la ergonomía.

Ahora para el Análisis de Modo y Efecto de Falla (AMEF) se decidió junto a la Gerencia de la Planta tomar como fallas de estudios las expuestas por los operadores en la aplicación de la herramienta de los cinco ¿Por qué? A continuación en la Tabla 9 se presenta un resumen de los NPR resultantes del AMEF.

**Tabla 9.** NPR de elementos críticos de las maquinas MULFI

Elemento	Severidad	Ocurrencia	Detección	NPR
Sistema de encolado	10	10	3	300
Ventiladores del sistema de succión	10	9	3	270
Dispositivo cortador de varilla	9	8	3	216
Sistema de corte de filtros (GC)	9	8	3	216
Sistema de ensamble de filtros (GC)	10	10	2	200
Sistema de alimentación de filtro	6	10	2	120
Sistema de traspaso de filtro (KDF)	6	3	3	54

**Fuente:** Camacho y Ríos (2017)

Obtenido en el NPR de cada elemento estudiado podemos ya enumerar en orden prioridades la secuencia de las estrategias a tomar.

El encolado fue el sistema que nos presentó el mayor NPR (ver anexo C), no es casualidad que en las entrevistas realizadas al personal de proceso nos diera como resultado que es la segunda causa que más afecta y genera inestabilidad en la máquina.

El sistema de encolado interior y de costura coloca franjas de cola sobre el papel de envoltura del filtro para realizar la formación de la mecha. Para el encolado de la costura se aplica siempre cola termofusible, mientras que para

el encolado interior se utiliza cola termofusible o cola fría. El fallo de este sistema es a causa de:

- a) Exceso o falta de cola termofusible.
- b) Exceso o falta de cola fría

Y trae como consecuencia las siguientes condiciones:

- a) El exceso de cola termofusible provoca que se ensucie la entrada del formador, el formador, tubos de corte, riel prima, cepillo de riel prisma y aceleradores. Provocando que la maquina se detenga por ruptura de mecha.
- b) La falta de cola termofusible provoca que la varilla combinada no esté cerrada y haya atrancamiento en la entrada del formador y/o se ensucie la entrada del formador, el formador, tubos de corte, riel prima, cepillo de riel prisma y aceleradores. Provocando que la maquina se detenga por ruptura de mecha.
- c) La varilla de filtro combinada sea rechazada por el departamento de calidad por no cumplir los atributos físicos.
- d) La variación en la cantidad de cola fría genera una variación en el peso final de varilla, provocando esto problemas con la calidad de la varilla combinada.

A continuación se presenta en la figura 10 el sistema de encolado.



**Figura 10.** Sistema de encolado.  
**Fuente:** Camacho y Ríos (2017).

El sistema de succión es el segundo NPR más alto de los AMEF realizados (ver anexo D). En la entrevista realizada al personal fue la tercera causa que según ellos más influye en el bajo rendimiento de la máquina.

El ventilador genera aire a succión para retener las varillas de filtro en las canaletas del tambor de descarga y del tambor de traspaso y para transportar los segmentos de filtros en los tambores y para aspirar el polvo. Por la falta de succión en los tambores del área de la GC y de la KDF no hay una entrega de filtro correcta entre los tambores. Lo que genera una interrupción del proceso y detención de la máquina. Las consecuencias de la ineficiencia de este sistema son:

- a) Filtro faltante en el área de GC.
- b) Filtro faltante en el área de traspaso de filtro en la KDF.
- c) Detención de la maquina por filtros faltantes o Ruptura de Mecha.

Ahora el dispositivo cortador de varilla es el que se encarga de cortar las varillas de filtros combinados a 90 milímetros de largo. En el anexo E presentamos el AMEF de este elemento. El grupo funcional "Dispositivo cortador" se compone fundamentalmente de los siguientes módulos:

- a) Mecanismo de accionamiento de los tubos.
- b) Porta-cuchillas.
- c) Dispositivo afilador.

Su finalidad es que las cuchillas del porta-cuchillas cortan la mecha de filtros circulante en varillas de filtros. Las cuchillas son afiladas simultáneamente a través del dispositivo afilador de cuchillas. A continuación en la Figura 11 se presenta el dispositivo:



**Figura 11.** Dispositivo cortador de maquina MULFI  
**Fuente:** Camacho y Ríos (2017).

Si cualquiera de estos elementos que conforman el dispositivo cortador falla las consecuencias serían:

- a) Varillas de filtro fuera de rango permitido en cuanto a largo de este.
- b) El corte de la varilla presenta una rebaba o desgarro en el corte.
- c) Varilla de filtro rechazada por atributos físicos.

De acuerdo a los resultados que se muestran en la tabla 9 de los NPR críticos de las maquinas MULFI, El sistema de corte de filtros de la GC obtuvo el tercer NPR más alto, en el anexo F se presenta el AMEF del sistema de corte de filtros. Este módulo de la maquina MULFI es el que se encarga de recibir los filtros de la tolva de alimentación y cortarlos primeramente en 3 segmentos de 30 milímetros cada uno y luego tomar cada uno de estos segmentos y cortarlos a 15 milímetros cada uno.

El grupo funcional "Proceso de corte de los filtros" existe dos veces, uno para la tolva de filtros blancos y otro para la tolva de filtros con carbón. Se compone fundamentalmente de los siguientes módulos.

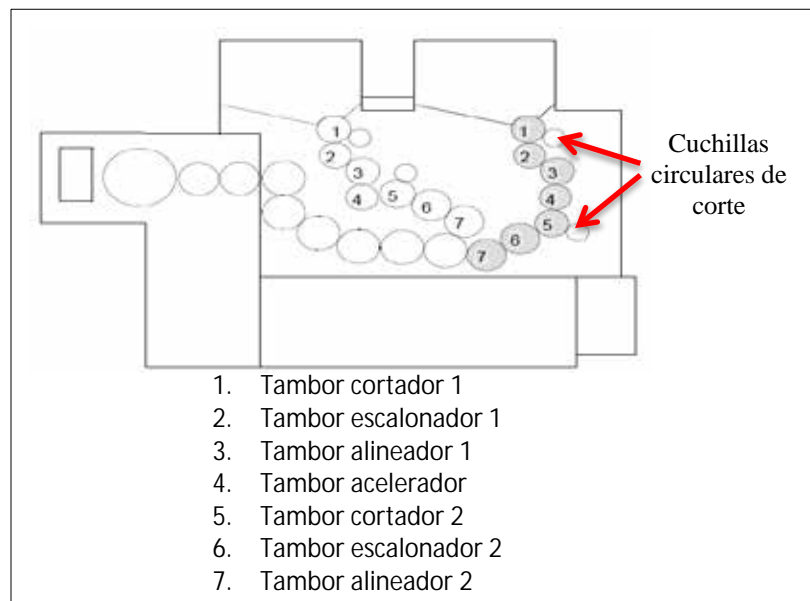
- a) Tambor cortador 1 con dispositivo cortador
- b) Tambor escalonador 1
- c) Tambor alineador 1
- d) Tambor acelerador
- e) Tambor cortador 2 con dispositivo cortador
- f) Tambor escalonador 2
- g) Tambor alineador 2

Y su finalidad es que los filtros básicos que se encuentran en los depósitos serán cortados varias veces y alineados, para ser unidos posteriormente formando nuevos filtros.

Al presentar un mal corte los segmentos de filtros provenientes de estos tambores genera como consecuencias:

- a) Tacos de filtros rasgados, más no cortados.
- b) Atascamiento entre tambores debido a segmentos de filtros mal cortados durante el proceso de corte de los filtros.
- c) Obstrucción en los conductos de succión de los tambores de traspaso de la GC.
- d) Exceso de carbón en el sistema de succión de la GC
- e) Se detiene la maquina por filtro faltante o atascamiento en la entrada del formador.

A continuación se presenta en la Figura 12 el módulo GC de la maquina MULFI, juntos con el esquema de sus tambores.



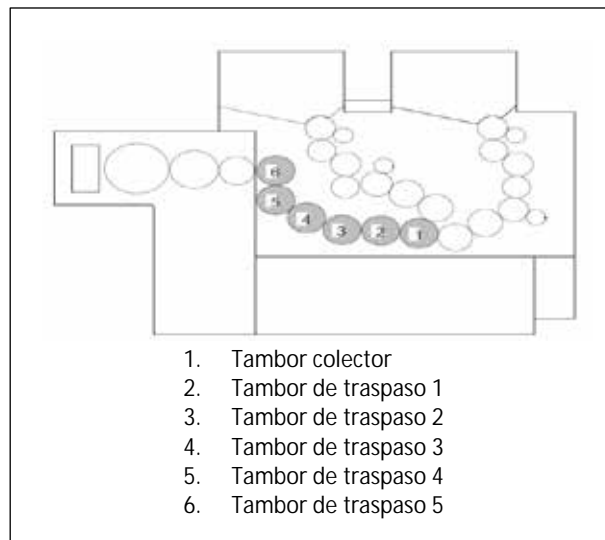
**Figura 12.** Sistema de tambores de corte

**Fuente:** Manual de manejo y mantenimiento MULFI - HAUNI (2001)

Seguidamente como elemento crítico de acuerdo a los NPR presentados en la Tabla 9, tenemos el sistema de ensamble, este se encarga de colocar los segmentos de filtros blancos y negros de forma intercalados para su posterior ensamble para la formación de la mecha de filtro combinado. El grupo funcional "Ensamble de filtros" está formado fundamentalmente por los siguientes módulos:

- a) Tambor colector
- b) Tambor de traspaso 1
- c) Tambor de traspaso 2
- d) Tambor de traspaso 3
- e) Tambor de traspaso 4
- f) Tambor de traspaso 5

En este grupo funcional son ensamblados dos tipos de filtros para formar un nuevo filtro. Los filtros son revisados en cuanto a integridad y en caso de anomalía son eyectados. Si la sincronización de estos tambores no es la requerida, esto podría traer como consecuencia que la maquina se detenga por filtro faltante. A continuación en la Figura 13 se presentan los tambores de ensamble de la GC:



**Figura 13.** Sistema de tambores de ensamble de módulo GC de MULFI  
**Fuente:** Manual de manejo y mantenimiento MULFI - HAUNI (2001).

En el anexo G se presenta el AMEF de manera detallada del sistema de ensamble de filtros de GC. Luego en la Tabla 9; se presenta el sistema de alimentación de filtro (ver anexo H), aquí las varillas de filtro son transportadas en flujos masivos a través de dos sistemas de transporte (por ej. RTS-M), las cámaras de acumulación y los cuerpos de desplazamiento hasta los depósitos y a la GC. Los modos de falla de este sistema son:

- a) Filtros torcidos en el RTS
- b) Filtros torcidos en la cámara de acumulación.

Y las consecuencias de este modo de falla son:

- a) Filtros torcidos provenientes de las maquinas bases
- b) Filtros torcidos por obstrucción en el RTS

Provocando atrancamiento en la tolva de alimentación o en el tambor cortador 1. Generando una parada no planificada.

Por ultimo en la tabla resumen de NPR (ver tabla 9) de los elementos críticos de las maquinas MULFI tenemos la sección de traspaso de filtro en línea recta (ver anexo I). Este grupo funcional se compone fundamentalmente de los siguientes módulos:

- a) Guía de la mecha
- b) Acelerador doble
- c) Tambor de descarga
- d) 3 tambores de traspaso, tambor angular
- e) Transporte por cinta

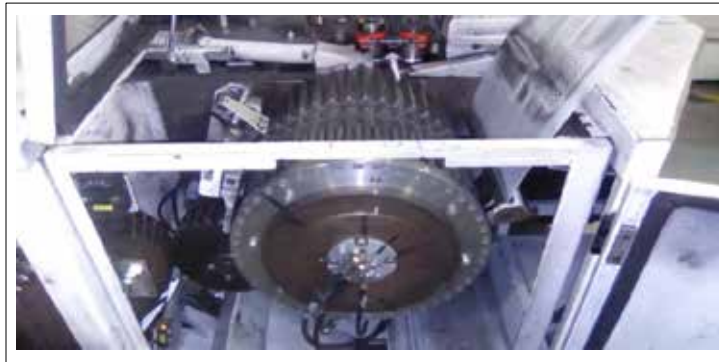
Después del proceso de corte, las varillas de filtro son entregadas a la máquina siguiente a través de tambores. Los tambores son accionados a través de un engranaje desde el accionamiento principal. Las varillas de filtros deficientes son expulsadas por aire.

Cuando este conjunto presenta fallas, estas se presentan de la siguiente manera:

- a) Atascamiento de filtros combinados en los aceleradores dobles.

- b) Atascamiento de filtros combinados en el tambor de descarga.
- c) Filtro faltante en los tambores de traspaso.
- d) Atascamiento en la salida (cinta transportadora).

Y esto trae como consecuencia una parada no planificada por ruptura de mecha. En la Figura 14 se presenta la sección de traspaso de filtros en línea recta.

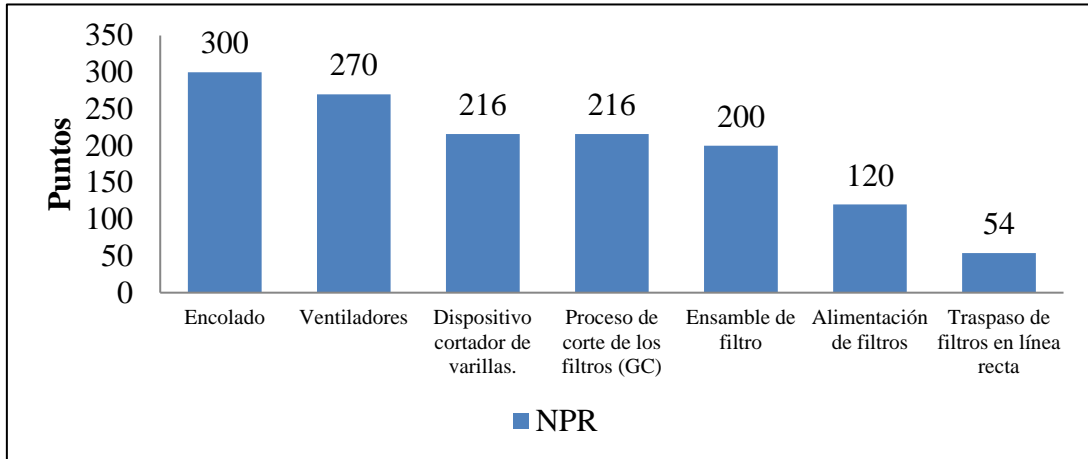


**Figura 14.** Sección de traspaso de filtros en línea recta  
**Fuente:** Camacho y Ríos (2017).

Ahora bien el análisis de modo y efecto de falla como se dijo anteriormente, ayuda a priorizar y enfocar mejor las acciones, para ser más eficiente en la gestión de mantenimiento. El AMEF dio como resultado que en función del número de prioridad de riesgo de cada falla se debe priorizar de la siguiente manera:

- a) El sistema de encalado de la maquina (pistolas de pega tanto fría como caliente)
- b) Ventiladores de succión tanto de GC como KDF.
- c) Dispositivo cortador de varilla
- d) Proceso de corte de varillas bases
- e) Ensamble de filtro (GC)
- f) La alimentación de filtro a través del varios y tolvas de acumulación.
- g) Los elementos de traspaso de línea recta (descarga y salida de filtros combinados a máquina de enlace UNIFLOW).

En el Grafico 8 se presenta un resumen donde se observara el posicionamiento de cada elemento en función de su NPR.



**Grafico 8.** Numero de prioridad de riesgo de las fallas analizadas.  
**Fuente:** Camacho y Ríos (2017).

Luego de analizar las fallas, ver los resultados de las entrevistas y los NPR de los AMEF obtenidos, se decidió junto con la gerencia de la planta atacar las fallas expuestas en el siguiente orden:

- a) De forma paralela en encolado de la máquina y el sistema de alimentación de filtros.
- b) Sistema de succión de la máquina.
- c) Dispositivo cortador de varilla.
- d) Proceso de corte y ensamble de filtros en la GC.
- e) Traspaso de filtro de línea recta.

### **4.3. Fase III: Elaborar un plan de estrategias basada en la metodología de Mantenimiento Productivo Total (TPM) que permita disminuir las paradas no planificadas de las maquinas MULFI 1 y MULFI 2 en la Planta de Filtros de Cigarrera Bigott sucs, de Venezuela.**

En esta fase se planteó y se desarrolló las estrategias para disminuir las paradas no planificadas. Estas estrategias están basadas en los análisis previos expresados en la fase 1 y fase 2 de esta investigación. Cualquier decisión, acción, estrategia o medida se planteó a la gerencia de Planta de Filtros de Cigarrera Bigott sucs. Planta Valencia – Venezuela., debido que para su implementación era necesario su aprobación. Siguiendo la filosofía de mantenimiento productivo total, en cada paso de esta investigación fuimos de la mano con el personal de operaciones y de los técnicos de procesos. Siguiendo el orden de prioridad ya establecido, las estrategias son las siguientes:

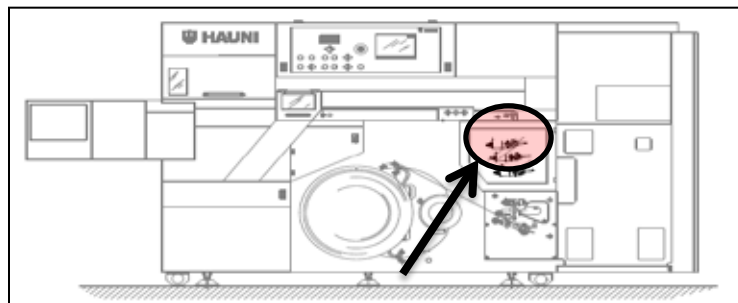
#### **4.3.1. Estrategia 1. Inducción al personal de Planta de filtros de Cigarrera Bigott sucs. Planta Valencia – Venezuela sobre las condiciones actuales de la planta.**

El personal debe estar consciente de la situación de la planta con respecto a las exigencias de la organización. Ya que de nada vale implementar estrategias extraordinarias, si el personal involucrado de forma directa con el proceso no sabe el por qué o la razón por la cual la organización hace el esfuerzo de esta implementación. El personal debe entender e internalizar que el cumplir las metas establecidas es la prioridad de todos los involucrados, saber cuál es su rol en el equipo y que tanto afecta que un eslabón de la cadena sea débil. A pesar de que la organización anualmente o cada vez que esta lo crea necesario, hace presentación de las metas establecidas a corto y mediano plazo, y presenta un cuadro comparativo de donde está la organización vs en donde debería estar, la Planta de Filtros de Cigarrera Bigott sucs. Planta Valencia – Venezuela. También debería hacer este trabajo a su personal interno de la planta. Hay que involucrar al personal, hacerlo sentir parte importante del proceso, hacerlos entender que ellos y cada uno son una pieza

fundamental de toda la maquinaria llamada Planta de filtros de cigarrera Bigott suscs. Planta Valencia – Venezuela. En el anexo J se presenta la estrategia recomendada y los puntos a tratar en dicha charla.

#### **4.3.2. Estrategia 2. Estandarizar las posiciones de las pistolas del sistema de encolado interior y de costura de las maquinas MULFI.**

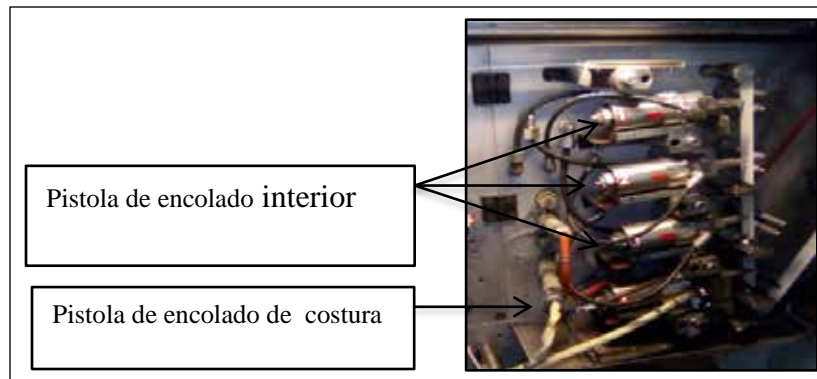
El sistema de encolado interior y de costura coloca franjas de cola sobre el papel de envoltura del filtro para realizar la formación de la mecha. Para el encolado de la costura se aplica siempre cola termofusible, mientras que para el encolado interior se utiliza cola termofusible o cola fría. A continuación se presenta en la figura15. La ubicación del sistema en la maquina MULFI.



**Figura 15:** Sistema de encolado de máquina MULFI.

**Fuente:** Manual de manejo y mantenimiento MULFI - HAUNI (2001).

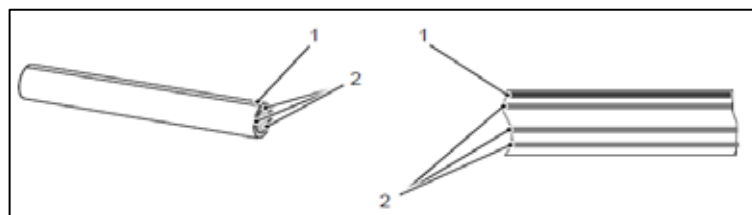
En las MULFI 1 y MULFI 2 existen 4 pistolas de encolado, 3 para cola fría y 1 para cola de costura (Pega caliente). A continuación se presenta en la Figura 16 la posición de estos mecanismos.



**Figura 16** Pistolas de encolado de costura y de interior de máquina MULFI.

**Fuente:** Camacho y Ríos (2017).

A continuación se presenta en la figura 17. La posición de cada hilo de cola en el papel plug wrap.



**Figura 17:** Posición de las franjas de encolado frío y caliente en el papel plug wrap.

**Fuente:** Manual de manejo y mantenimiento MULFI - HAUNI (2001).

En el borde del papel (encolado de costura (1)) es aplicada una franja de cola termofusible y en el papel (encolado interior (2)) son aplicadas franjas de cola fría. Y es aquí en donde se presenta la raíz de muchas de las fallas.

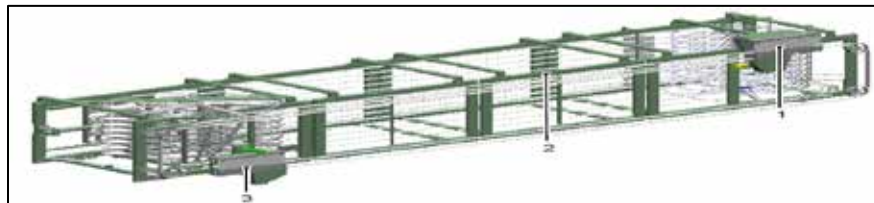
La condición ideal de proceso recomendada por el departamento de calidad es que la punta de la tobera encoladora debe entrar aprox. 0,5 mm (costura sobrante libre de cola) en la pista del papel de envoltura de filtros y debe quedar formando un ángulo de aprox. 90° respecto de la pista del papel. Si esta condición no se respeta, existen altas posibilidades de caer en alguna falla de proceso y en consecuencia en la parada de la máquina. Para minimizar la posibilidad de caer en este error se colocaron marcas en las pistolas de encolado, para que el operador sepa que es en esa posición y solo en esa posición en la que deben ir estas pistolas. Con eso se asegura que el método de trabajo de este mecanismo sea estándar en todos los turnos y todas las máquinas. A continuación se presenta la figura 18 en donde se podrán apreciar estas marcas.



**Figura 18.** Marcas de ajuste estándar de las pistolas de pega.  
**Fuente:** Camacho y Ríos (2017).

#### 4.3.3. Estrategia 3. Limpieza e inspección del sistema de alimentación de filtros

Los filtros que son manufacturado en las maquinas MULFI provienen de las llamadas maquinas bases, que son las maquinas KDF-2E y KDF-2ER. El traslado de los filtros entre maquinas bases y MULFI es a través de un sistema de transportación llamado VARIOS. (Ver Figura 19)



**Figura 19.** Sistema de transportación “VARIOS”  
**Fuente:** Manual de manejo y mantenimiento MULFI - HAUNI (2001).

En la Figura 19 se puede observar las partes de VARIOS, que están enumerados de la siguiente manera:

1. Entrada al RTS
2. Deposito (FMR)
3. Salida del RTS.

A partir de la salida del RTS se transporta hasta las maquinas MULFI por unas bandas transportadoras. Y es en este grupo de elementos en donde se generan las causas de la falla en análisis. La recomendación está basada en aprovechar los 30

minutos que se disponen por turno para la limpieza, inspección y lubricación de las máquinas, para hacer una inspección y limpieza del sistema VARIOS. En el Cuadro 5 se presenta el formato recomendado para esta inspección.

**Cuadro 5.** Ruta de inspección de Sistema de Alimentación de Filtros.

Limpieza e inspección de sistema de alimentación de filtros de las maquinas MULFI.																						
Fecha: _____																						
Supervisor: _____																						
Elemento	Lunes			Martes			Miércoles			Jueves			Viernes									
	1er	2do	3ro	1er	2do	3ro	1er	2do	3ro	1er	2do	3ro	1er	2do	3ro							
Entrada del RTS de KDF-2E																						
RTS de KDF-2E																						
Bandeja de RTS de KDF-2E																						
Compuertas de RTS de KDF-2E																						
Entrada del RTS de KDF-2ER																						
RTS de KDF-2ER																						
Bandeja de RTS de KDF-2ER																						
Compuertas de RTS de KDF-2ER																						
Responsable																						
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Condición:</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Limpia</td> <td>L</td> </tr> <tr> <td>Ajustada</td> <td>A</td> </tr> <tr> <td>Pendiente</td> <td>P</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;"><b>Colocar las siglas del nombre de la persona que realiza la inspección en la casilla de responsable.</b></p> <p>Observación (En caso de quedar pendiente algún Ítem explicar la razón): _____</p>															Condición:		Limpia	L	Ajustada	A	Pendiente	P
Condición:																						
Limpia	L																					
Ajustada	A																					
Pendiente	P																					
<p style="text-align: center;"><b>Nota: Si se requiere la intervención de algún técnico de proceso, favor realizar el aviso en el sistema SAP, para planificar la actividad.</b></p>																						

**Fuente:** Camacho y Ríos (2017)

Como se puede observar en el formato de inspección, la frecuencia de esta, es de cada dos turnos aproximadamente. De igual manera se presenta a continuación en el Grafico 9 un diagrama de Gantt para una mejor observación de la frecuencia y el turno en el que toda esta inspección.

<b>Actividad: Limpieza e inspección del sistema de alimentación de filtros</b>												
Duración: 15 minutos												
Ejecutor: Ayudante de proceso												
Turno	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes							
1er	■											■
2do			■									
3ro						■						

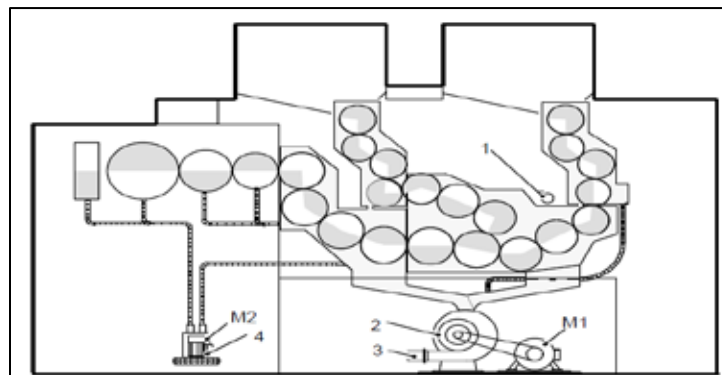
**Grafico 9.** Rutina de inspección y limpieza de sistema de alimentación de filtro.

**Fuente:** Camacho y Ríos (2017)

Esta Grafica debe colocarse en un lugar visible, preferiblemente en la cartelera de planificación diaria. Para así asegurar que el supervisor de turno se percate de esta actividad.

#### 4.3.4. Estrategia 4. Cambiar las mangueras del sistema de succión tanto en la KDF como en la GC para mejorar la eficiencia de la maquina MULFI

La máquina MULFI cuenta con un sistema de ventiladores que generan aire a succión para retener las varillas de filtro en las canaletas del tambor de descarga y del tambor de traspaso (KDF) y para transportar los segmentos de filtros en los tambores de corte, ensamble y traspaso, a su vez también es utilizado para aspirar el polvo (GC). A continuación en la Figura 20 presenta un ejemplo de la importancia de la succión en la GC de la máquina MULFI.



**Figura 20.** Esquema de succión de los tambores de la GC.

**Fuente:** Manual de manejo y mantenimiento MULFI - HAUNI (2001).

El Motor M1 acciona el ventilador de aire a succión 2. El motor M2 acciona el ventilador tangencial 4. El ventilador 2 genera la depresión requerida para el depósito y los grupos de tambores de la máquina. La presión debe ser aprox. de 90 a 110 mbar en los tambores ocupados con varillas de filtro y aprox. 40 mbar en los tambores desocupados. Indicación a través del manómetro 1.

La estrategia propuesta es cambiar todas las mangueras perforadas por mangueras nuevas en una primera etapa. Así como también que se planifique como rutina anual de mantenimiento el cambiar de manera segmentada las mangueras del sistema de succión para así evitar el colocar TIRRO PLOMO ya que esto le resta eficiencia a la máquina.

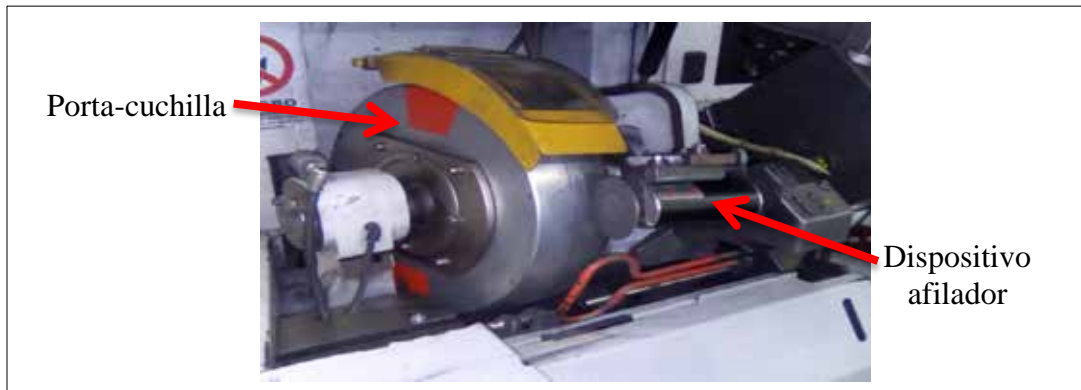
**4.3.5. Estrategia 5. Realizar un Checklist para el armado del módulo dispositivo cortador de varilla y capacitación teórica-práctica del personal para el mantenimiento preventivo y correctivo del mecanismo para disminuir las paradas no planificadas por desperfectos en este conjunto.**

El grupo funcional "Dispositivo cortador" se compone fundamentalmente de los siguientes módulos:

- a) Mecanismo de accionamiento de los tubos
- b) Porta-cuchillas
- c) Dispositivo afilador

Su finalidad es que las cuchillas del porta-cuchillas cortan la mecha de filtros circulante en varillas de filtros. Las cuchillas son afiladas simultáneamente a través del dispositivo afilador de cuchillas.

A continuación se presenta en la figura 21 los distintos elementos que componen el sistema cortador de varilla:



**Figura 21.** Dispositivo cortador de varilla.

**Fuente:** Camacho y Ríos (2017).

Primeramente se recomienda planificar el mantenimiento del módulo porta-cuchillas. Llevando un historial de cada conjunto para tener un control de la durabilidad de cada módulo. Se propone un Checklist del desarmado y armado de este conjunto para así asegurar la estandarización de este procedimiento. En el Cuadro 6 se presenta el formato del Checklist recomendado junto con el despiece de las distintas piezas para estandarizar el mantenimiento de este conjunto.

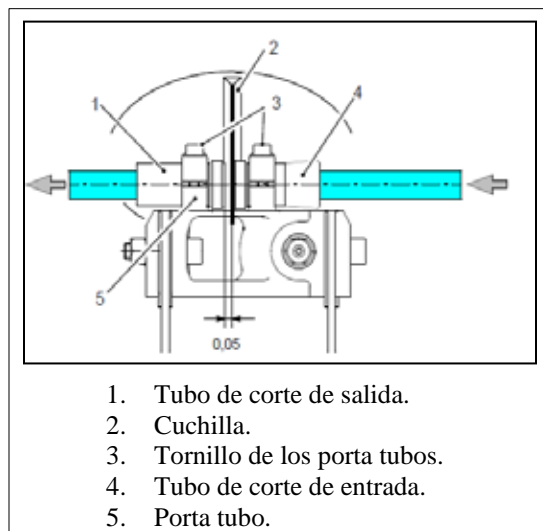
**Cuadro 6. Checklist de Mantenimiento de Porta-Cuchilla**

Técnico Responsable: _____						
Código de Porta-Cuchilla: _____						
Fecha: ____/____/____						
		Condición del elemento			¿Se cambio?	
Elemento	Código de Pieza (HAUND)	Buena	Defecto.	Critica	Si	No
Cojinete laterales	2550318					
Arandelas de compensación	104 DF 38					
	104 DF 37					
Bola y resorte de compensación	2573644					
	2536253					
Cojinetes deslizantes de plástico	2783681					
	2781506					
Cruceta	2574217					
	3115927					
	5857425					
	2500647					
	2786281					
	2537974					
Resorte de cruceta	2572397					
Sujeta cuchilla	2500655					
	8087024					
	2802902					
	5859616					
	2550008					
	7302509					
	7302673					
	7303424					
	7297580					
	2523140					
	7303599					
	2524554					
	8192146					
	5659035					
	2573695					
7179340						

Fuente: Camacho y Ríos (2017)

Este formato proporciona información para identificar las posibles debilidades del mantenimiento de los cortadores, disminuyendo las probabilidades de que este falle, Una vez implementando la utilización de este formato, la siguiente recomendación es la capacitación teórica-práctica al personal técnico de proceso en lo que se refiere a los ajustes del conjunto, sus tolerancias, partes críticas, forma de armado y desarmado. Así como la habilitación de un banco de prueba para estos conjuntos y con esto asegurar que cuando este sea instalado en las KDF, su nivel de confianza sea bastante alto.

La tercera recomendación es colocar un sistema de succión en los porta tubo de corte del conjunto, para así evitar que toda la viruta generado por el corte de la varilla debido al paso de cuchilla penetre el cortado y se acumula en los elementos internos del porta-cuchilla, generando esto que estas partes sufran un desgaste por la abrasión producida por la presencia de carbón, acortando considerablemente la vida útil de este conjunto. A continuación en la figura 22 se presenta la porta-tubos.



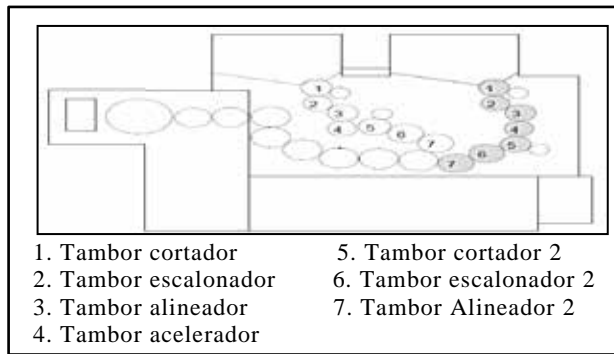
**Figura 22.** Tubos de corte de máquina MULFI.

**Fuente:** Manual de manejo y mantenimiento MULFI - HAUNI (2001).

Una vez obtenida una data histórica del comportamiento de estos elementos, se puede planificar intervenciones periódicas, basándonos en este historial. El objetivo de toda data de mantenimiento es asignar periodos de vida útil de un elemento y apoyándonos en gráficos como del tipo Gantt, poder planificar las intervenciones y las ejecuciones de estos mantenimientos.

#### **4.3.6. Estrategia 6. Capacitar al personal técnico en los ajustes finos a la hora de sincronizar los tambores de corte y de traspaso de la GC y evitar que la fricción aumente la temperatura de las cuchillas de corte.**

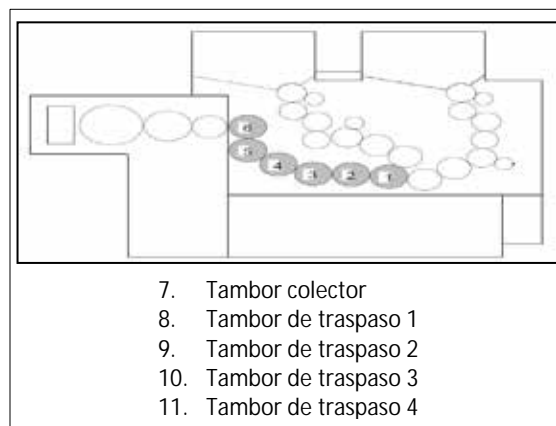
En este módulo de la MULFI es donde están presentes los ajustes que se conocen como ajustes finos. Mientras mayor sea la velocidad de la máquina, más preciso debe ser la sincronización de estos tambores. La gerencia de la planta en busca de poder dominar esta situación ha decidido iniciar la aplicación de las contramedidas necesarias bajo una la condición inicial de una velocidad máxima de trabajo de la máquina de 3300 varillas/minutos, con la intención de que cuando a esta velocidad de trabajo se consiga la estabilidad deseada, se pueda aumentar paulatinamente hasta alcanzar la velocidad para cual está diseñada el equipo, que es de 4500 varillas/minutos. El módulo GC esta sub-divido en dos partes, área de tambores de corte y área de tambores de ensamble, la sincronización de todos estos tambores debe ser similar a la existente en un tren de engranajes, si en este caso, un engrane esta fuera de tiempo, los dientes de este y de todo engrane con el que él tenga contacto se parten y falla el sistema. En el caso de la GC, si los tambores no están sincronizados de manera correcta, la entrega del filtro entre un tambor y otro no se hará de manera efectiva y daría la falla llamada filtro faltante. Pudiendo ser esto una causa de la ruptura de mecha que detendría la máquina e interrumpiera el proceso productivo. A continuación en la Figura 23 se mostrara en sistema de tambores cortadores de GC:



**Figura 23.** Sistema de tambores de corte.

**Fuente:** Manual de manejo y mantenimiento MULFI - HAUNI (2001).

Ahora en la figura 24 se presentara el sistema de tambores de ensamble de filtro de la GC.



**Figura 24.** Sistema de tambores de ensamble de módulo GC de MULFI.

**Fuente:** Manual de manejo y mantenimiento MULFI - HAUNI (2001).

Estos tambores tienen como función ensamblar los dos tipos de filtros para formar un nuevo filtro. Los filtros son revisados en cuanto a integridad y en caso de anomalía son eyectados. A continuación se presenta en la figura 25 como se realiza la entrega entre dos tambores de ensamble.



**Figura 25.** Tambores de ensamble (tambor 1 y tambor 2).

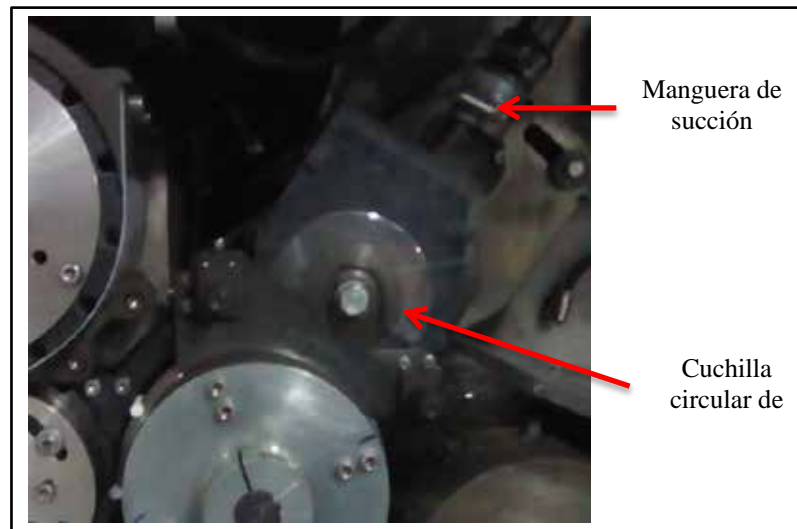
**Fuente:** Camacho y Ríos (2017).

Como se puede observar en la figura en ambos tambores existen muecas en forma de media luna, que es donde reposa el segmento de filtro. Esas dos media lunas deben coincidir a tal punto que deben simular una circunferencia perfecta, es en este punto en donde se hace al entrega del segmento y así el segmento de filtro puede desplazarse hasta el formador.

Para disminuir las fallas en esta etapa del proceso se recomienda:

Primero capacitar al personal técnico de proceso en el ajuste del tiempo de tambores tanto de corte como de ensamble de varilla. Para unificar el criterio de trabajo y mejorar la velocidad de respuesta a la hora de presentarse estas fallas. Esta capacitación debe ser teórica-practica, para asegurar que el objetivo sea logrado.

En segundo lugar se recomienda mejorar el sistema de succión en las guardas de las cuchillas. El objetivo es aumentar la presión de vacío en este conjunto, para así disminuir la presencia de materiales (Carbón, acetato, etc.) en el conjunto ya que esto aumenta la fricción entre las cuchillas y el segmento de filtro, provocando que se corte la vida útil. A continuación se presenta en la figura 26 las cuchillas circulares de corte y su guarda.



**Figura 26.** Cuchillas circulares de GC.  
**Fuente.** Camacho y Ríos (2017).

Al aumentar la presión de succión en las guardas de las cuchillas circulares se busca disminuir el sucio dentro del conjunto, ya que esto se acumula en las cuchillas y genera un mal corte de la varilla. Recordando que la limpieza es la primera y más eficiente herramienta a la hora de hacer mantenimiento.

Ahora, como se puede ver en la figura 26, la cuchilla circular está en constante contacto con las varillas de filtro, esto a pesar del aumento de la succión en la guarda, es inevitable que la fricción caliente la cuchilla y provoque que esta pierda el filo. Partiendo del método de trabajo en las maquinas herramientas, que en las herramientas de corte se usa refrigerante para alargar la vida útil de las mismas. Se quiere copiar esta filosofía y en las cuchillas circulares se recomienda colocar ventilación forzada para refrigerar en la zona de corte y así evitar aumentos de temperaturas en las cuchillas debido a la fricción generada por el corte. Ahora bien, la fricción hace más estrago en los tambores de corte de la tolva de filtros negros, debido a la presencia de carbón. Se debe priorizar la instalación de este sistema en estas cuchillas, ya que es la que más sufre y más corta es su vida útil.

#### **4.3.7. Estrategia 7. Inspeccionar de forma rutinaria la sincronización del tambor de descarga y ajustarlo en cada mantenimiento programado.**

El tambor de descarga tiene como finalidad atajar las varillas de filtros combinadas provenientes del área de corte y estas son frenadas y retenidas gracias al aire de succión, siendo transportada a los tambores de traspaso. La sincronización de este tambor con la salida de los filtros combinados debe ser precisa, ya que si esta condición no está ajustada, el traspaso y descarga de las varillas se verá interrumpida y la maquina se detendría por ruptura de mecha.

Hasta ahora la verificación de tiempo del tambor de descarga se hace de manera correctiva, cada vez que existe problema con paso de las varillas combinadas hacia los tambores de traspaso. El sistema de succión del tambor de descarga está a la disposición de la subjetividad del operador, dando esto como resultado una no-estandarización del método de operación de la máquina.

A continuación en la Figura 27 se observara el tambor de descarga y sus tambores de traspaso.



**Figura 27.** Tambor de descarga y tambores de traspaso de la salida de la MULFI.  
**Fuente:** Camacho y Ríos (2017).

Se recomienda ajustar el tiempo del tambor de descarga y agregar a la lista de limpieza, inspección y lubricación el verificar el tiempo de este tambor con una frecuencia inter-diaria o inter-turno.

Y una vez hecho el mantenimiento requerido del sistema de succión del área de traspaso – salida de filtros de la MULFI, se recomienda agregar a las pautas de mantenimiento planificado mensual la inspección de este sistema (mangueras, tuberías, ventiladores, etc.) para asegurar su condición optima de trabajo.

A continuación en el Grafico 10 se puede observar la frecuencia de esta inspección.

<b>Actividad: Chequeo de tiempo de tambor de descarga de KDF.</b>															
Duración: 5 minutos															
Ejecutor: Técnico de proceso															
Turno	Lunes			Martes			Miércoles			Jueves			Viernes		
1er	■												■		
2do					■										
3ro									■						

**Grafico 10.** Frecuencia de inspección de tiempo de tambor de descarga.  
**Fuente:** Camacho y Ríos (2017)

#### 4.4. Fase IV: Evaluar el comportamiento del costo de oportunidad de la mejora propuesta.

Debido a la poca informacion sobre el costo de Horas – Hombres, costo de materia prima, costo de suministros de servicios entre otros, que nos suministró el departamento de Finanzas de la Planta de Filtros de Cigarrera Bigott Sucs, De Venezuela, el enfoque dado a la realización de esta fase fue netamente porcentual y técnico en referencia a la mejora de producción y de disminución de paradas no planificadas. A continuación presentaremos Gráficos comparativos de las paradas no planificadas de las maquinas MULFI 1 y MULFI 2 de los periodos de trabajos anteriores a este estudio y después de la implementación del mismo.

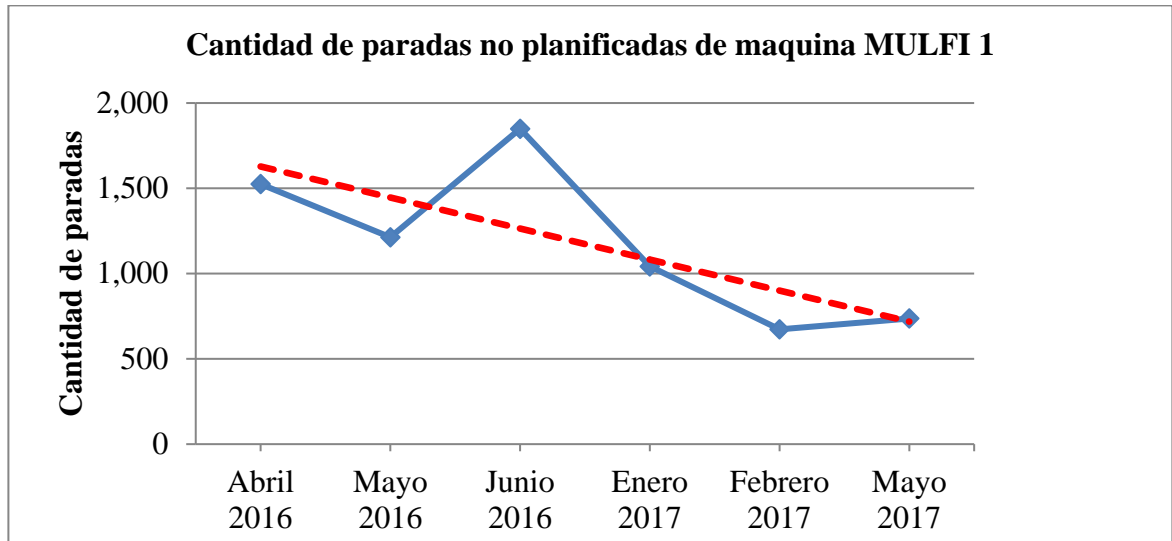
A continuación en la Tabla 10 se presenta información sobre la cantidad de paradas y tiempo de cada periodo en minutos de la máquina MULFI 1.

**Tabla 10.** Paradas no planificadas de la máquina MULFI 1

Periodo	Paradas no planificadas	Tiempo acumulado de paradas de MULFI 1 (minutos)
Abril 2016	1.525	8.053,58
Mayo 2016	1.213	11.528,88
Junio 2016	1.849	9.093,28
Enero 2017	1.042	7.532,38
Febrero 2017	673	3.950,58
Mayo 2017	737	4.117,23

**Fuente:** Camacho y Ríos (2017)

A continuacion en el Grafico 11 se presenta la tendencia de la cantidad de paradas no planificadas de la maquina MULFI 1 durante el segundo trimestre del año 2016 y el primer trimestre del año 2017.



**Grafico 11.** Tendencia de paradas no planificadas de maquina MULFI 1  
**Fuente:** Camacho y Ríos (2017).

La cantidad de paradas no planificadas han ido disminuyendo en el tiempo, como se puede observar la recta de tendencia de el grafico tiene una pendiente negativa. Esto demuestra que las estrategias planteadas han dado el resultado esperado. Se ha decido tomar estos periodos en especifico ya que en abril del año 2016 fue que se empezó este estudio y su levantamiento de data. Por factor tiempo se ha debido tomar para los resultados de este trabajo investigativo el primer trimestre del año 2017.

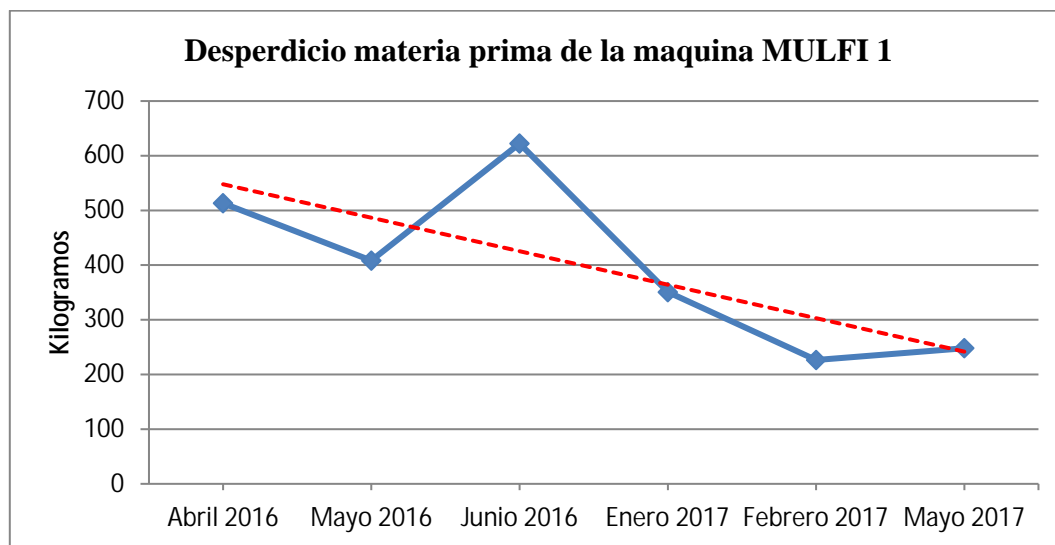
Ahora recordando que cada parada y posterior arranque de la maquina genera un desperdicio de materia prima debido a condiciones netamente de proceso, el cual fue calculado y es de 336,52 gramos de desperdicio por parada y arranque aproximadamente. Se entiende que si hubo una reducción de paradas no panificadas de la máquina, eso es directamente proporcional a una disminución de desperdicio de materia prima.

A continuación se presenta en la Tabla 11 la relación entre paradas no planificadas y desperdicio de la máquina MULFI 1 y posteriormente en el Grafico 10 se observa de mejor manera esta información.

**Tabla 11.** Desperdicio de materia prima en la máquina MULFI 1.

Periodo	Cantidad de paradas de MULFI 1	Desperdicio en gramos	Desperdicio (Kilogramos)
Abril 2016	1.525	513.193,00	513,19
Mayo 2016	1.213	408.198,76	408,20
Junio 2016	1.849	622.225,48	622,23
Enero 2017	1.042	350.653,84	350,65
Febrero 2017	673	226.477,96	226,48
Mayo 2017	737	248.015,24	248,02

**Fuente:** Camacho y Ríos (2017)



**Grafico 12.** Desperdicio generado por paradas de maquina MILFI 1

**Fuente:** Camacho y Ríos (2017).

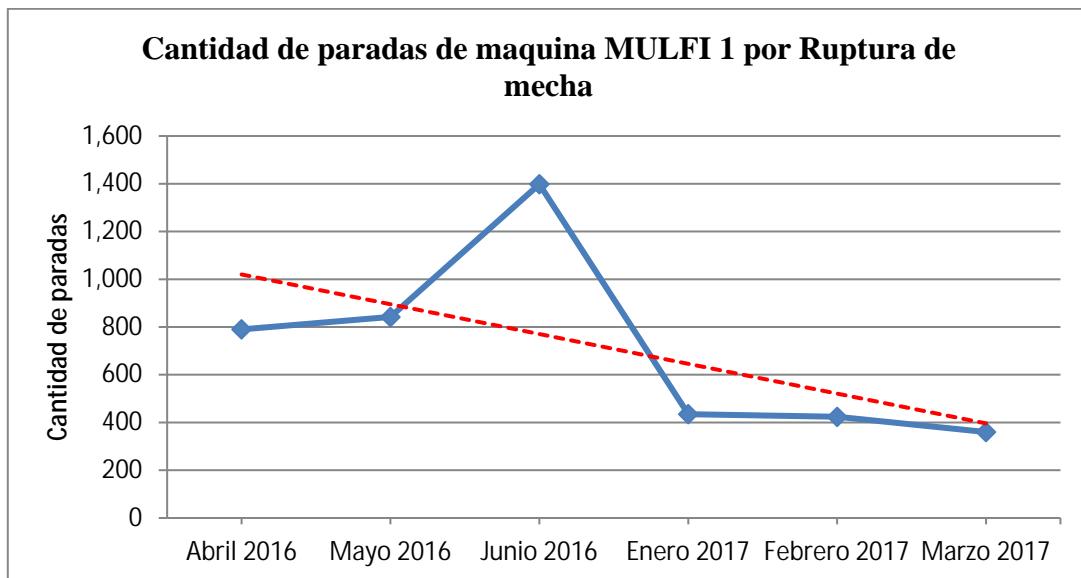
La pendiente de la recta de tendencia de el grafico 10 es negativa, esto quiere decir que el desperdicio generado por la maquina debido a la cantidad de paradas no planificada ha disminuido y esto impacta positivamente en los costos operacionales de la plata. Este comportamiento de la recta es gracias a efectividad de las estrategias planteadas.

Ahora enfocandonos solamente en la Ruptura de mecha en la Tabla 12 se observa la informacion de como se redujo esta condicion y en el Grafico 13 podemos observar el comportamiento de esta falla en los mismos periodos estudiados con anterioridad.

**Tabla 12.** Ruptura de mecha de la maquina MULFI 1

Mes	Cantidad de paradas	Tiempo acumulado de paradas
Abril 2016	790	1.884,18
Mayo 2016	842	1.509,72
Junio 2016	1.398	2.740,85
Enero 2017	435	1.112,07
Febrero 2017	424	1.386,48
Marzo 2017	360	761,57

**Fuente:** Camacho y Ríos (2017)



**Grafico 13.** Paradas no planificadas de maquina MULFI 1 (Rorura de mecha)

**Fuente:** Camacho y Ríos (2017).

La Ruptura de mecha al igual que todas las paradas no planificadas en general tambien ha tenido una disminucion en su comportamiento en el tiempo. Como se puede ver en el Grafico 11 la tendencia demuestra que esta ha mermado en comparacion con el periodo inicial de estudio.

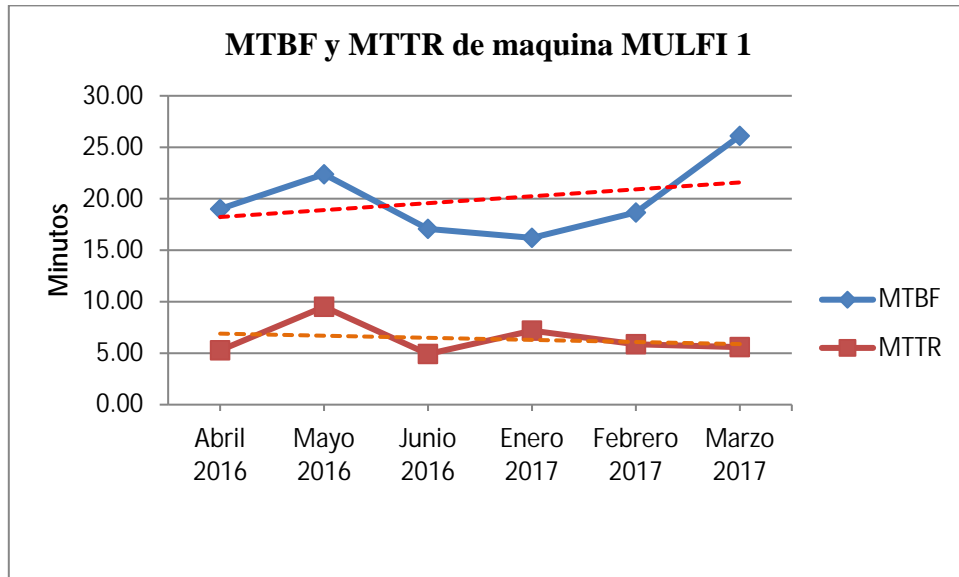
Visualizando mas alla y utizando indicadores de gestion de mantenimiento tambien podemos comparar el comportamiento de la maquina MULFI 1 en el tiempo.

A continuacion en la Tabla 13 se presenta informacion basica pero elemental en toda gestion de mantenimiento, como lo son el MTBF que es el acrónimo de las palabras inglesas Medium Time Between Failures, o tiempo medio entre fallos. Y también presentaremos el MTTR que es el "Tiempo Medio Para Reparar" (MTTR) es el tiempo promedio que toma reparar algo después de una falla. En el Grafico 14 se presentan dichos valores de la maquina MULFI 1 para una mejor visualizacion.

**Tabla 13.** MTBF y MTTR de maquina MULFI 1

<b>Periodo</b>	<b>MTBF</b>	<b>MTTR</b>
Abril 2016	19,01	5,28
Mayo 2016	22,38	9,50
Junio 2016	17,07	4,92
Enero 2017	16,20	7,19
Febrero 2017	18,67	5,87
Marzo 2017	26,11	5,59

**Fuente:** Camacho y Ríos (2017)



**Grafico 14.** MTBF y MTTR de la maquina MULFI 1  
**Fuente:** Camacho y Ríos (2017).

El MTBF es un indicador de suma importancia en toda gestion de mantenimiento, ya que provee mucha informacion si se sabe unir con otros indicadores. Los valores de MTBF presentado en el Grafico 12 nos dicen que entre falla y falla en la maquina MULFI 1 el tiempo cada vez fue mayor, a medida que las estrategias fueron madurando y profundizando la maquina fue siendo mas estable.

Y como se dijo, el MTTR es el tiempo promedio que dura una reparacion de la maquina luego de alguna parada no planificada. El objetivo de una buena gestion de mantenimiento es hacer cada vez mas eficiente la intervencion y con esto disminuir este valor. Como se observa en el grafico 15 la tendencia de este indicador va en descenso, la recta tiene una pendiente negativa, esto es positivo para la gestion. Esto indica que las intervenciones post-parada no planificada estan siendo mejor direccionadas.

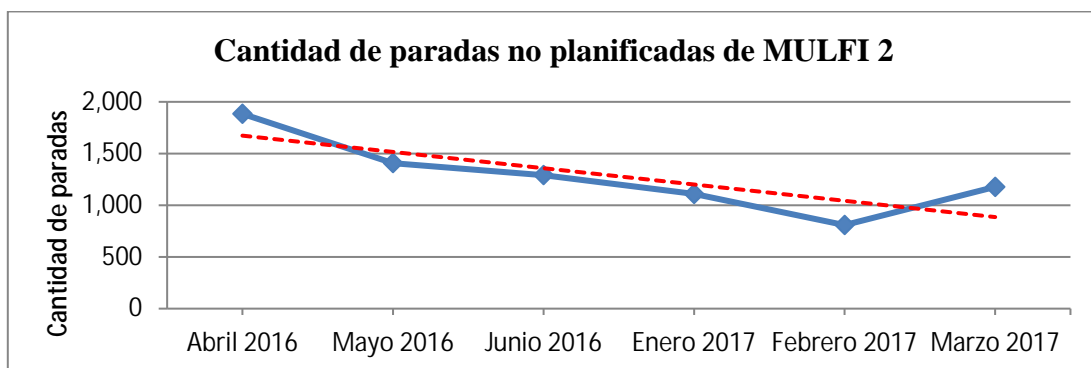
Para la maquina MULFI 2 se analizó primeramente sus paradas no planificadas totales, en la Tabla 14 se observa la informacion recolectada de

los periodos de estudios. Y en el Grafico 13 se podra comparar este comportamiento entre los periodos seleccionados.

**Tabla 14.** Paradas no planificadas de maquina MULFI 2.

Periodo	Cantidad de paradas	Tiempo acumulado de paradas
Abril 2016	1.884	22.723,83
Mayo 2016	1.407	12.623,35
Junio 2016	1.291	9.638,43
Enero 2017	1.109	7.467,42
Febrero 2017	808	4.122,12
Marzo 2017	1.177	4.791,10

**Fuente:** Camacho y Ríos (2017)



**Grafico 15.** Paradas no planificadas de la maquina MULFI 2.

**Fuente:** Camacho y Ríos (2017).

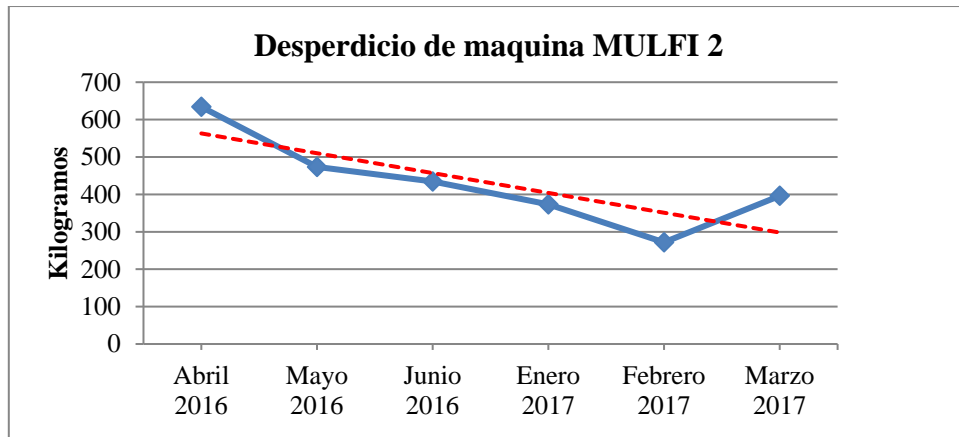
Como se puede observar la pendiente de la recta de tendencia es negativa, esto quiere decir que las cantidades de paradas no planificadas va disminuyendo en el tiempo. El objetivo de este trabajo investigativo se ha cumplido, cuando hay menos paradas no planificadas, esto brinda unas maquinas mas eficientes, con mayor fiabilidad y logicamente mas productivas.

Al igual que con la maquina MILFI 1, con la maquina MULFI 2 se evaluò como fue el comportamiento de los desperdicios de materia prima debido directamente a las paradas no planificadas. En la Tabla 15 se observa la informacion y en el Grafico 16 se puede realizar un mejor analisis.

**Tabla 15.** Desperdicio de materia prima en la máquina MULFI 2.

Periodo	Cantidad de paradas	Desperdicio KG
Abril 2016	1.884	634,00
Mayo 2016	1.407	473,48
Junio 2016	1.291	434,45
Enero 2017	1.109	373,20
Febrero 2017	808	271,91
Marzo 2017	1.177	396,08

**Fuente:** Camacho y Ríos (2017)



**Grafico 16.** Desperdicio de la materia prima en la maquina MULFI 2

**Fuente:** Camacho y Ríos (2017).

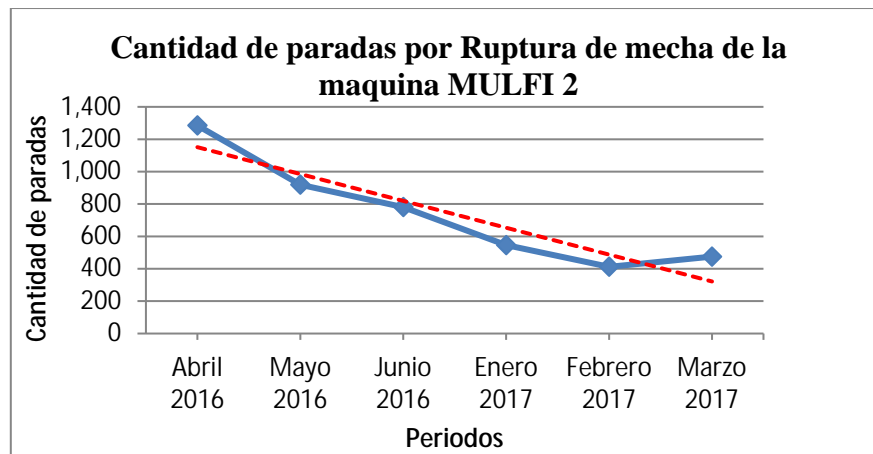
Como era de esperar el desperdicio de materia prima disminuyo, ya que las paradas no planificadas y esta variable van de la mano. Al existir una disminucion de desperdicio esto se traduce en mayor materia prima disponible para producir, osea, un mayor aprovechamiento de los recursos. Esto siempre se traduce en reduccion de costo de operaciones, ya que se esta maximizando la utilizacion de los recursos disponible.

Ahora enfocandonos unicamente en la ruptura de mecha, una de las solicitudes de la gerencia, se podra observar en la Tabla 16 la informacion recolectada de los periodos de estudio. Y en el Grafico 17 vamos a poder observar como fue el comportamiento de esta condicion en el tiempo.

**Tabla 16.** Ruptura de mecha de la maquina MULFI 2

Mes	Cantidad de paradas	Tiempo acumulado de paradas
Abril 2016	1.285	3.877,65
Mayo 2016	919	1.739,60
Junio 2016	781	2.168,88
Enero 2017	546	1.030,65
Febrero 2017	412	1.502,55
Marzo 2017	475	1.302,63

**Fuente:** Camacho y Ríos (2017)



**Grafico 17.** Paradas no planificada de la maquina MULFI 2 (Rutura de mecha).

**Fuente:** Camacho y Ríos (2017).

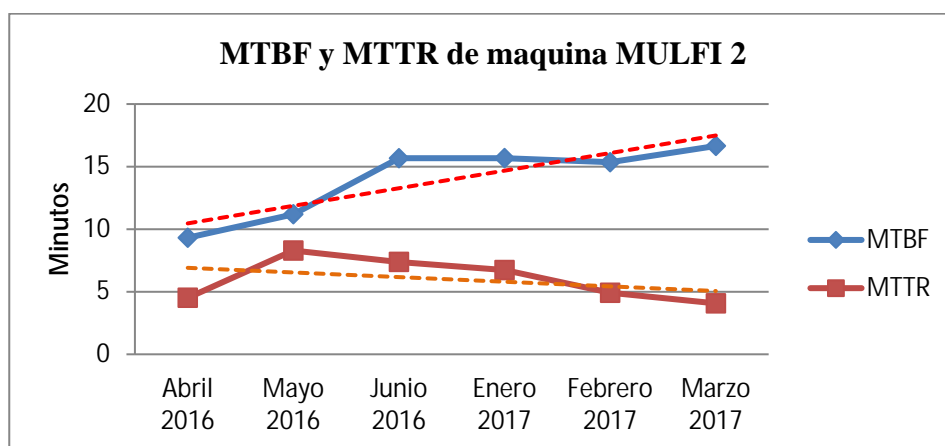
La parada no planificada por Rutura de mecha ha tenido una caída significativa en la tendencia en el periodo de estudio. Este grafico lo que hace es afienzar que las estrategias usadas para la reduccion de paradas no planificadas fueron correctas. Se logro una maquina mas estable, menos paradas, menos desperdicio de materia prima. Esto al final siempre repercute en la eficiencia de la organización.

Ahora en la Tabla 17 y en el grafico 18 se presenta los indicadores de gestion de mantenimiento (MTBF y MTTR) y se analisara como fue el comportamiento de estos en la maquina MULFI 2 durante el periodo establecido.

**Tabla 17.** MTBF y MTTR de maquina MULFI 2

Periodo	MTBF	MTTR
Abril 2016	9,32	4,51
Mayo 2016	11,19	8,29
Junio 2016	15,67	7,38
Enero 2017	15,68	6,73
Febrero 2017	15,35	4,92
Marzo 2017	16,65	4,07

**Fuente :** Camacho y Ríos (2017)



**Grafico 18.** MTBF y MTTR de maquina MULFI 2

**Fuente:** Camacho y Ríos (2017).

Como se puede ver en el grafico 16, el comportamiento de estos indicadores es el esperado. El MTBF incremento, brindando esto mayores lapsos de tiempos ininterrumpidos de producción. Y el MTTR fue cada vez menor, esto gracias a intervenciones mejor planificadas y más enfocadas.

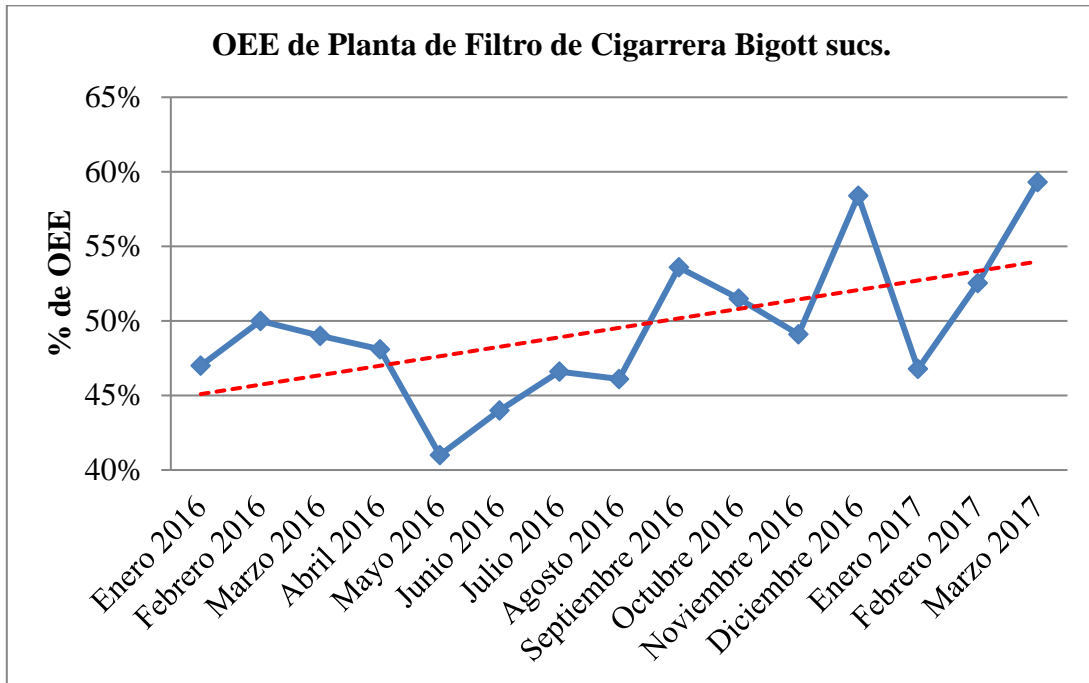
Realizando la evaluación de cada máquina en forma individual, después de haber explorado los números para que nos dieran la información necesaria y ver si las estrategias planteadas son lo suficientemente rentable. Ahora veamos las máquinas MULFI 1 y MULFI 2 como parte de un sistema, para así saber que tanto afectado estas mejoras en la eficiencia global de la planta (OEE de la planta).

A continuacion se presenta la tabla 18 con la informacion relevante y en el grafico 19 se presentaran los valores OEE del año 2016 mas el primer trimestre del año 2017.

**Tabla 18.** Eficiencia General de los Equipos (OEE) de la planta de filtros.

<b>Periodo</b>	<b>OEE</b>
Enero 2016	47,0%
Febrero 2016	50,0%
Marzo 2016	49,0%
Abril 2016	48,1%
Mayo 2016	41,0%
Junio 2016	44,0%
Julio 2016	46,6%
Agosto 2016	46,1%
Septiembre 2016	53,6%
Octubre 2016	51,5%
Noviembre 2016	49,1%
Diciembre 2016	58,4%
Enero 2017	46,8%
Febrero 2017	52,5%
Marzo 2017	59,3%

**Fuente:** Camacho y Ríos (2017)



**Grafico 19.** OEE de Planta de Filtros de Cigarrera Bigott succs.  
**Fuente:** Camacho y Ríos (2017).

El OEE (Eficiencia Global de Equipos Productivos) es el indicador por excelencia usado a nivel mundial para medir la eficiencia global de una planta. El grupo transnacional British American Tobacco (BAT) hace muchos años decidió que este también sería su indicador y con el cual iba a mantener monitoreado a todas sus filiales a nivel mundial. La planta de filtros de Cigarrera Bigott succs, de Venezuela está muy por debajo de los objetivos exigidos por la casa matriz, pero está haciendo los esfuerzos necesarios para el cumplimiento de estos. Para muestra tenemos el grafico 19 presentada anteriormente, en donde la tendencia del OEE va en incremento, poco a poco va aumentando su valor. Las estrategias planteadas repercuten directamente en el rendimiento de la máquina y en la cantidad de desperdicio de la misma, por ende influyen en las variables contempladas del OEE. La mejora ha sido significativa gracias a este trabajo de investigación.

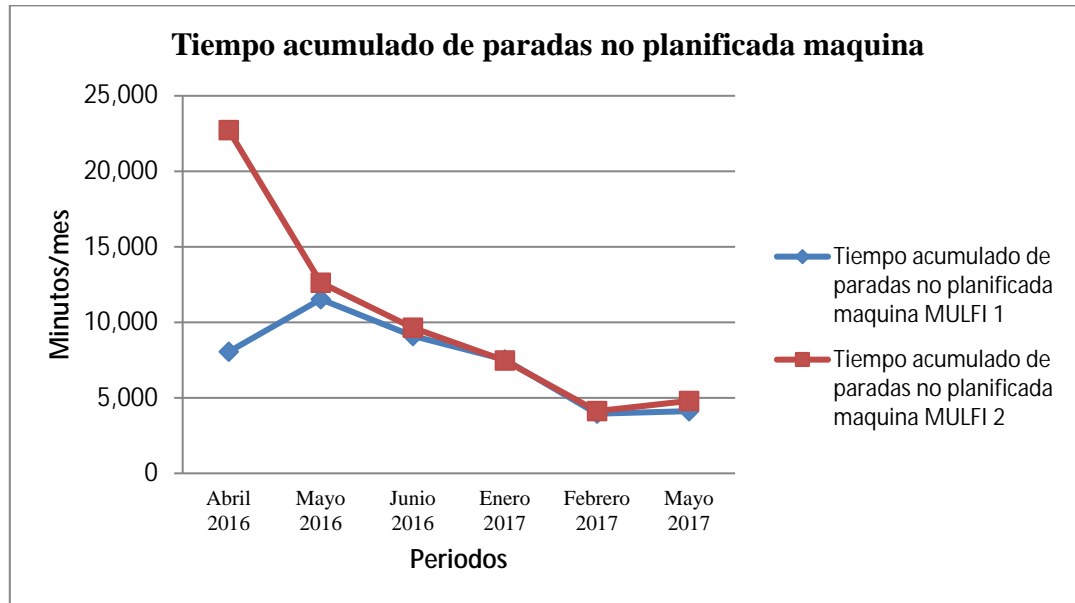
Las paradas no planificadas de las maquinas MULFI 1 y MULFI 2 generan tiempo perdido que evita producir varillas de filtros combinadas. El disminuir este tiempo perdido, se traduce en mayor tiempo disponible a produccion. Al igual que las paradas no planificadas, la información de los tiempo es suministrada por la maquina directamente, esta en su memoria interna guarda un registro de todas la paradas, que la causa, hora de inicio, hora de arranque y duración de esta. Gracias a esta información vamos a comparar la eficiencia de la produccion del periodo anterior al estudio y el periodo posterior al estudio.

Basandodnos en este hecho vamos a verificar la factibilidad de las estrategias planteadas. A continuacion en la Tabla 19 se presentara los tiempo perdidos (en minutos) generados por las paradas no planificadas en ambas maquinas y en el Grafico 20 se presenta la informacion para observar de mejor forma su tendencia MULFI 1 y MULFI 2:

**Tabla 19.** Tiempo acumulado de paradas no planificadas de maquinas MULFI 1 y MULFI 2.

Mes	Tiempo acumulado de paradas no planificada maquina MULFI 1	Tiempo acumulado de paradas no planificada maquina MULFI 2
Abril 2016	8.053,58	22.723,83
Mayo 2016	11.528,88	12.623,35
Junio 2016	9.093,28	9.638,43
Enero 2017	7.532,38	7.467,42
Febrero 2017	3.950,58	4.122,12
Mayo 2017	4.117,23	4.791,10

**Fuente:** Camacho y Ríos (2017)



**Grafico 20.** Tiempo acumulado de paradas no planifica en las maquinas MULFI 1 y MULFI 2  
**Fuente:** Camacho y Ríos (2017).

El tiempo perdido que generan estas paradas no planificadas en las maquinas MULFI 1 y MULFI 2 ha disminuido en el transcurrir del tiempo como se puede observar en la grafica, esto quiere decir que se ha usado de manera mas eficiente el tiempo de produccion. Pero a pesar de esto , igual existe un costo de oportunidad debido al tiempo perdido por las paradas no planificadas de las maquinas y su incapacidad de manufacturar a su capacidad. Si estas paradas no planificadas no se presentaran, la produccion de la maquina seria a su maxima capacidad, algo que jamas se ha visto en ninguna gestion de mantenimiento, pero que debe ser el objetivo. El la tabla 20 se presenta la informacion del tiempo neto de produccion en promedio de ambas maquinas. En la tabla 21 se presenta la informacion comparativa de la capacidad de produccion teorica de la maquina versus su capacidad real en el periodo de estudio y el Grafico 21 nos muestra como fue este comportamiento.

**Tabla 20.** Tiempo neto de producción en promedio diario de las máquinas MULFI 1 y MILFI 2.

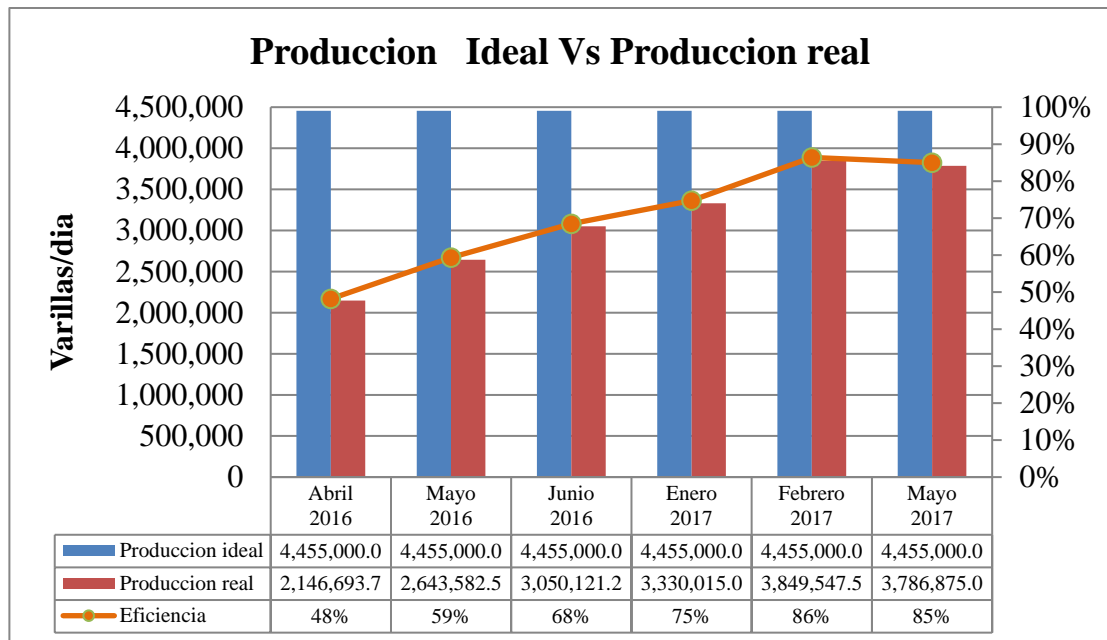
	Abril 2016	Mayo 2016	Junio 2016	Enero 2017	Febrero 2017	Marzo 2017
<b>Tiempo acumulado de paradas no planificada maquina MULFI 1 (MINUTOS/MES)</b>	8.053,58	11.528,88	9.093,28	7.532,38	3.950,58	4.117,23
<b>Tiempo acumulado de paradas no planificada maquina MULFI 2 (MINUTOS/MES)</b>	22.723,83	12.623,35	9.638,43	7.467,42	4.122,12	4.791,10
<b>Promedio mensual de tiempo de paradas no planificadas de las maquinas MULFI MINUTOS/MES</b>	15.388,71	12.076,12	9.365,86	7.499,90	4.036,35	4.454,17
<b>Promedio diario de tiempo de paradas no planificadas de las maquinas MULFI (1 mes = 22 días en promedio) MINUTOS/DIAS</b>	699,49	548,91	425,72	340,90	183,47	202,46
<b>Tiempo diario disponible a producción por maquina MULFI MINUTOS/DIAS</b>	1350	1350	1350	1350	1350	1350
<b>Tiempo neto aprovechado para producción MINUTOS/DIAS</b>	<b>650,51</b>	<b>801,09</b>	<b>924,28</b>	<b>1.009,10</b>	<b>1.166,53</b>	<b>1.147,54</b>

**Fuente:** Camacho y Ríos (2017)

**Tabla 21.** Produccion Ideal vs Produccion Real

Mes	Tiempo disponible ideal (Minutos/Día)	Producción ideal (Varillas/Día)	Tiempo aprovechado para producción (Minutos/Día)	Producción real (Varillas/día)	Eficiencia
Abril 2016	1.350,00	<b>4.455.000,00</b>	650,51	<b>2.146.693,75</b>	48%
Mayo 2016	1.350,00	<b>4.455.000,00</b>	801,09	<b>2.643.582,50</b>	59%
Junio 2016	1.350,00	<b>4.455.000,00</b>	924,28	<b>3.050.121,25</b>	68%
Enero 2017	1.350,00	<b>4.455.000,00</b>	1.009,10	<b>3.330.015,00</b>	75%
Febrero 2017	1.350,00	<b>4.455.000,00</b>	1.166,53	<b>3.849.547,50</b>	86%
Mayo 2017	1.350,00	<b>4.455.000,00</b>	1.147,54	<b>3.786.875,00</b>	85%

Fuente: Camacho y Ríos (2017)



**Gráfico 21.** Produccion planificada vs Produccion real

Fuente. Camacho y Ríos (2017).

Gracias a la actual fiabilidad de las maquinas MULFI 1 y MULFI 2, se ha disminuido esa larga brecha que existia entre la produccion ideal y la produccion real, antes esta eficiencia era de un 48% y ahora ha alcanzado hasta

un 85%. Esto se puede traducir en hacer mas, con la misma cantidad de recursos.¿Que se necesita para planificar y ejecutar estas estrategias? El recurso mas usado fue el humano, una gran cantidad de horas-hombres para el analisis, planificacion e implementación de estas estrategias. Estrategias ya existente en los libros, filosofia ya implementada por otras organizaciones y hasta por la misma Planta de Filtros de Cigarrera Bigott sucs, de Venezuela, pero en este caso de una manera desorganizada, sin formatos, sin control, sin llevar indicadores. Lo que se quiere con este trabajo es estandarizar, aplicar técnicas y métodos de trabajos primeramente basado en Mantenimiento Productivo Total, pero que nos lleve a lo que se conoce como Mantenimiento de Clase Mundial.

## CONCLUSIÓN

Durante el desarrollo de este trabajo especial de grado, se logró mediante las distintas herramientas de ingeniería industrial desarrollar un plan de estrategia para disminuir las paradas no planificadas de las maquinas MULFI 1 y MULFI 2 de planta de filtros de Cigarrera Bigott sucs, de Venezuela, con la finalidad de mejorar la eficiencia de la planta a mediano plazo y así poder lograr las metas establecidas por el grupo transnacional British American Tobacco (BAT). Las estrategias propuestas en esta investigación fueron fundamentadas en lo que se conoce como Mantenimiento Productivo Total (TPM), ya que Cigarrera Bigott – Venezuela trabaja con una versión tropicalizada de esta filosofía.

Durante la fase I se indentifico las fallas que generan las paradas no planificadas de las maquinas MULFI 1 y MULFI 2. Esto se hizo mediante entrevistas no estructuradas a los operadores y tecnicos de proceso, ya que uno de los pilares del TPM es el mantenimiento autonomo. Debido a esto se involucra al personal operativo durante todo el camino de este trabajo, para hacerlos sentir parte de la mejora y autores indirectos del aumento del rendimiento de los equipos.

Una vez identificada estas fallas se continuo con la fase II, que es el analizar las causas que producen las paradas no planificadas de las maquinas MULFI 1 y MULFI 2, en mantenimiento existe un pensamiento y es:”Si usted tortura suficientemente sus datos, ellos confesaran”. Y esta fase se dedico a esto, a exprimir al maximo la información y sacar el máximo de provecho de ella. Buscar la causa raiz de las fallas es el objetivo principal de esta fase y se hizo aplicando técnicas básicas de la Ingenieria Industrial, sencillas pero muy eficaces como: tormenta de ideas, técnica de grupo nominal, la técnica de los Cinco ¿Por qué? y el Analisis de Modo y Efecto de Falla (AMEF). Estas

heramientas nos sirvieron para identificar y priorizar las causas de las fallas que generaban las paradas no planificadas de las maquinas en estudio.

Ahora en la fase III se generaron las estrategias para disminuir estas paradas no planificadas. Basandonos en la informacion recolectada y analizada, junto con sugerencias tanto de la gerencia de planta como del personal operativo, se hicieron una seria de recomendaciones. Estas estrategias tuvieron como punto de partida primeramente concientizar al personal de las condiciones de la planta, el que ellos sepan como estamos con respecto a las metas es clave para que se comprometan con el proceso de mejoramiento continuo. El resto de las estrategias fueron basadas en cinco condiciones basicas de la maquina, condiciones necesarias para un buen fucionamiento y asi poder cumplir con las activiades a la cual fue diseñada, estas condiciones basicas son: Una maquina limpia, una maquina ajustada, una maquina lubricada, una ruta de inspeccion puntual y rapida y metodos estandarizados de trabajo. Basandonos en criterios de mantenimiento de clase mundial se sabe que una maquina que cumpla con estas cinco condiciones basicas, su eficiencia seria mayor al 75%. Ahora bien, lograr esto no es facil, esto requiere un compromiso absoluto, primeramente por la alta gerencia, ya que esto logicamente requiere una inversion, sobre todo de tiempo. La gerencia debe cree en esta filosofia.

Luego viene convencer al personal de piso, que los operadores y tecnicos de proceso sepan que todo lo que hacen y toda la informacion que suministran son de gran valor para la organizaci3n. Entendiendo que si todos hacemos el trabajo de la misma forma, existe menos probabilidades de falla, si todos hablamos el mismo idioma, el camino sera mas facil. Basando una gestion de produccion y mantenimiento en comunicacion, levantamiento y almacenamiento de data, seguimiento a las tareas y estandarizacion de trabajo , seguramente las metas se alcanzaran.

La ultima fase es de demostrar que todas estas estrategias si dieron el resultado esperado. El analisis costo beneficio es primordial en todo trabajo de investigacion, ya que se debe justificar el gasto de los recursos usado en dicha investigacion. La manera mas facil de justificar un proyecto es a traves de valores monetarios, pero cuando es dificil llevarlo a esta condicion, lo mejor es demostrar mejoras porcentuales de condiciones puntuales. En el caso de esta investigacion se presentó una disminucion de las paradas no planificadas, que fue el objetivo de este trabajo. Pero tambien se demostro que gracias a estas estrategias hubo:

- a) Reduccion de desperdicio.
- b) Aumento del indicador MTBF.
- c) Disminucion del indicador MTTR.
- d) Aumento del indicador global OEE.

La factibilidad de esta investigacion esta mas que demostrada. Con un costo de aplicacion casi nulo, se logro aumentar significativamente la produccion y mejoraron considerablemente los indicadores de gestion aplicados.

## RECOMENDACIÓN

Basandonos en la metodología KAIZEN que es no es mas que el mejoramiento continuo, toda esta mejora lograda con este trabajo de investigacion se puede potenciar e ir a niveles mayores. Pero se requiere de cambios un pocos mas drasticos. A continuacion presentaremos algunas recomendaciones:

- a) **Capacitacion del personal operativo.** El mantenimiento autonomo tiene como pilar la figura del operador mantenedor y para esto se necesita operadores capacitados, en las distintas ramas necesarias. Pulsar un boton es facil, pero analizar fallas desde el punto de vista mecanico, neumatico, electrico o de proceso es otra cosa. Se recomienda preparar y capacitar a los operadores en todo lo referente a Mantenimiento Productivo Total (T.P.M), ya que esto mejoraria los tiempos de respuesta cuando una falla se presente.
- b) **Reubicacion de la maquina MULFI 2.** La maquina MULFI 2 es mas propensa a presentar falla, historicamente esto esta demostrado. Y esto es Basicamente debido a la forma de como esta ubicada. A diferencia de la MULFI 1, para MULFI 2 las varillas de filtro proveniente de las maquinas bases deben pasar por una curvatura en el sistema VARIOS para poder ingresar a la tolva de alimentacion, es muy comun que este trayecto algun filtro se doble y obstruya el paso a los filtros siguiente y dando como resultado constantes paradas de esta maquina.
- c) **Utilizar indicadores de gestion de mantenimiento.** El MTBF y el MTTR no son los unicos indicadores de mantenimiento, hay muchos mas, solo que se deben saber escoger según las condiciones y necesidades de la planta. Si el departamento de mantenimiento se administrara basandose en los pilares fundamentales de cualquier administracion (Planificacion, organización,

direccion, control e integracion del personal) seguramente los numeros de esta gestion mejorarian en gran medida.

- d) **Implementar un plan de mantenimiento predictivo.** Como gestor de mantenimiento se aprende a leer e interpretar los sintomas de una posible falla de una maquina, se podria anticipar e intervenir la maquina justo en su punto ideal, que no es mas que aquel en donde la vida util del elemento de la maquina esta a punto de finalizar, pero no ha sido capaz de acarrear alguna consecuencia mayor. Esto se logra a traves de mantenimiento predictivo. Por esta razon se sabe que este tipo de mantenimiento es el mas economico de todos. La planta de filtros de Cigarrera Bigott succs, de Venezuela trabaja bajo una filosofia de mantenimiento programado o planificado basado en recomendaciones del fabricante o de experiencias anteriores. Este mantenimiento es menos costoso que el mantenimiento correctivo, pero igual sigue teniendo un costo mayor al predictivo, ya que muchas de las piezas se cambian aun cuando esta no ha llegado a final de su vida útil.
- e) **Explotar el Analisis de Modo y Efecto de Falla (A.M.E.F.).** El numero de prioridad de riesgo es un indicador muy efectivo para medir que tanto hemos mejorado como sistema. Cuando alguna de sus tres variables (ocurrencia, deteccion y severidad) presenta un cambio, el NPR varia. Si una falla ocurre con menos frecuencia, es mas facil detectar y se logra que impacte cada vez menos el proceso, eso se llama mejorar.
- f) **Actualizacion mensual de los N.P.R. :** Con esto se lograria comparar como ha sido la eficiencia del departamento de mantenimiento, saber si ha existido una mejora y en donde estan las actuales debilidades.
- g) **Mejorar la metodologia de trabajo del personal de mantenimiento.** El personal tecnico a la hora de hacer cualquier actividad de mantenimiento debe tener la Orden de Trabajo (OT). El trabajar con OT alimenta de mucha informacion en la gestion de mantenimiento, ya que sirve para desarrollar varios indicadores de gestion muy importantes. Pero para un mejor analisis de

esta metodología de trabajo se debe desglosar estas OT y así aplicar conceptos básicos de mantenimiento de clase mundial como:

- a) Muchas OT de emergencia es una planta poco fiable.
- b) Muchas OT repetidas son mantenimientos pocos fiables.
- c) El deber ser es: 75% OT preventivas y 25% correctivas, si las OT correctivas son mayor a 25% algo está mal en la gestión.
- d) Se debe cumplir con más del 90% de la planificación en las OT de mantenimiento.

El saber cuáles son las debilidades de la organización, ayudara a enfocar mejor los esfuerzos y así ser más eficiente a la hora de resolver los problemas. Ahora sabiendo esto, lo siguiente es tener claro que los objetivos de toda gestión de mantenimiento son:

- a) Tener equipos disponibles para producción.
- b) Tener equipos fiables.
- c) Cumplir los dos objetivos anteriores al menor costo posible.
- d) Alargar la vida útil de los equipos más allá de para lo que fueron diseñados.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar J, y Monasterio L. (2013). **“Propuesta de un plan de mejoras que permita reducir los tiempos de paradas no planificadas en la línea de envasado n°10 en la empresa cervecera polar”**, Trabajo de grado, Universidad José Antonio Páez, Edo. Carabobo-Venezuela. 101 Pag.
- Bernal, J. (2013). AMFE: Análisis Modal de Fallos y Efectos – Guía y ejemplos de uso. (Disponible en: <http://www.pdcahome.com/3891/amfe-guia-de-uso-del-analisis-modal-de-fallos-y-efectos/>. Consultado el 19 de diciembre de 2016).
- Castro L. y Ferreira C. (2014), **“Aplicación de la metodología smed para el cambio de bobina de semielaborado en una maquina rebobinadora de papel higiénico en la empresa papeles nacionales s.a.”** Tesis, Universidad Tecnológica de Pereira. Colombia. 115 Pag.
- Castillo, A. (2014). El mantenimiento Industrial. (Disponible en <http://www.monografias.com/trabajos101/el-mantenimiento-industrial/el-mantenimiento-industrial.shtml>. Consultado el 20 de diciembre de 2016).
- Carvajal, D. (2014). TECNICA "5 PORQUES" & 5W2H. (Disponible en <https://prezi.com/up9jkopjo41u/tecnica-5-porques-5w2h/>. Consultado 19 de diciembre de 2016)
- Dos Santos M. (2010), **“Elaboración de manuales de mantenimiento preventivo para máquinas de la empresa spilfer c.a.”**, informe de pasantía, Universidad Simón Bolívar, Distrito Federal-Venezuela. 147 Pag.
- González, A. (2009). Una herramienta de mejora, el OEE (Efectividad Global del Equipo)" en Contribuciones a la Economía. (Disponible en: <http://www.eumed.net/ce/2009b/> . Consultado el 19 de diciembre de 2016).

- Hernández A, y López, K. (2016). **“Plan de mejoras a fin de reducir producto no conforme en la planta de filtros de Cigarrera Bigott Sucs, de Venezuela”**, Trabajo de grado, Universidad José Antonio Páez, Edo. Carabobo-Venezuela. 115 Pag.
- López A, (2000). “10 Ventajas de realizar un plan estratégico”, (Disponible en: <https://renatamarciniak.wordpress.com/2013/08/22/10-ventajas-de-realizar-un-plan-estrategico/>). Consultado el 6 de enero del 2017).
- Palacio P, (2013). "Total Productive Maintenance: Implementando el TPM", (Disponible en: [www.autoreseditores](http://www.autoreseditores.com) . Consultado el 28 de diciembre de 2016).

## **ANEXOS**

**ANEXO A. Formato de entrevista usando el Método de Cinco ¿Por qué?**

<b>ANALISIS CAUSAL DE FALLA</b>					
Maquina: MULFI I					
Turno:					
Operador:					
<b>Falla: Ruptura de mecha</b>					
¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	

**ANEXO B. Formato de entrevista para priorizar las posibles causas de Ruptura de mecha.**

<b>Análisis causal de falla</b>		
<b>Falla en estudio: Ruptura de mecha</b>		
Operador / Técnico de proceso:		
A continuación se presentara una lista de posibles causas que generan la "RUPTURA DE MECHA" , califique según su criterio cuales son las causas más significativas según el siguiente tabulador:		
	<b>Muy frecuente</b>	<b>3</b>
	<b>Frecuente</b>	<b>2</b>
	<b>Esporádico</b>	<b>1</b>
<b>Causa de la falla</b>	<b>Tipo de falla asociada a:</b>	<b>Ponderación</b>
Falla en el procedimiento del ajuste y calibración de los esmeriles de las cuchillas del cortador ubicado en la KDF	Falla de procedimiento	
Presencia de carbón en el interior del cortador. Provocando esto desgaste excesivo en las partes interna del conjunto y la pronta avería de este.	Fuente de contaminación.	
Debido a un mal corte de las cuchillas circulares en la GC, se presentan filtros mal cortados y exceso de carbón en el área. Provocando esto que los orificios de succión de los tambores se obstruyan con restos de acetato y carbón. También se genera un desgaste entre las guías y los tambores debido a esta presencia de carbón.	Limpieza, inspección y lubricación de la máquina.	
El mal o indebido ajuste a la hora del torque a los tornillos que sujetan los tambores de traspaso está originando que con el pasar del tiempo se pierda la sincronización de los mismos.	Falla de procedimiento	
La mala posición de las pistolas de pega generan sucios en la aguja, la araña, en el formador de mecha, en las boquillas de corte, en el riel prisma, en el cepilla del riel prisma y los aceleradores.	Ajuste estándar.	
Filtros torcidos en él varios y en la tolva de alimentación de la GC.	Limpieza, inspección y lubricación de la máquina.	
Problemas con los rodamientos de los aceleradores. Debido a que los elementos internos de los rodamientos se contaminan con carbón y a la pérdida del ajuste del rodamiento con su asiento.	Falla de procedimiento	
Problemas en el ajuste del asiento de los rodamientos de los aceleradores.	Falla de procedimiento	
El avance de las cuchillas del cortador no siempre presenta un avance constante y uniforme, generando esto un mal corte de la varilla.	Limpieza, inspección y lubricación de la máquina.	
Problema con la succión de la maquina en la GC y el tambor de traspaso.	Defecto de la máquina.	

### ANEXO C. Análisis de Modo y Efecto de Falla de Sistema de encolado

Elemento	Encolado
<b>Función</b>	El sistema de encolado interior y de costura coloca franjas de cola sobre el papel de envoltura del filtro para realizar la formación de la mecha. Para el encolado de la costura se aplica siempre cola termofusible, mientras que para el encolado interior se utiliza cola termofusible o cola fría.
<b>Modo de Falla</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Exceso o falta de cola termofusible.</li> <li>• Exceso o falta de cola fría</li> </ul>
<b>Efecto de Falla</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El exceso de cola termofusible provoca que se ensucie la entrada del formador, el formador, tubos de corte, riel prima, cepillo de riel prisma y aceleradores. Provocando que la maquina se detenga por ruptura de mecha.</li> <li>• La falta de cola termofusible provoca que la varilla combinada no esté cerrada y haya atrancamiento en la entrada del formador y/o se ensucie la entrada del formador, el formador, tubos de corte, riel prima, cepillo de riel prisma y aceleradores. Provocando que la maquina se detenga por ruptura de mecha.</li> <li>• La varilla de filtro combinada sea rechazada por el departamento de calidad por no cumplir los atributos físicos.</li> <li>• La variación en la cantidad de cola fría genera una variación en el peso final de varilla, provocando esto problemas con la calidad de la varilla combinada.</li> </ul>
<b>Severidad</b>	10
<b>Causa Potencial de la Falla</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mal ajuste de la posición de las pistolas de encolado</li> <li>• Calibración de la cantidad de pega.</li> </ul>
<b>Ocurrencia</b>	10
<b>Controles Actuales de Prevención</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ajuste estándar de las pistolas</li> <li>• Limpieza, inspección y lubricación de la máquina.</li> <li>• Calibración de la cantidad de pega en la puesta a punto semanal.</li> </ul>
<b>Controles Actuales de Detección</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inspección de atributos físicos de la varilla cada 20 minutos por parte del operador.</li> </ul>
<b>Detección</b>	3
<b>NPR</b>	300

**ANEXO D. Análisis de Modo y Efecto de Falla de Sistema de Succión  
(Ventiladores)**

<b>Elemento</b>	<b>Ventiladores</b>
<b>Función</b>	El ventilador genera aire a succión para retener las varillas de filtro en las canaletas del tambor de descarga y del tambor de traspaso y para transportar los segmentos de filtros en los tambores y para aspirar el polvo
<b>Modo de Falla</b>	Por la falta de succión en los tambores del área de la GC y de la KDF no hay una entrega de filtro correcta entre los tambores. Lo que genera una interrupción del proceso y detención de la máquina.
<b>Efecto de Falla</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Filtro faltante en el área de GC</li> <li>• Filtro faltante en el área de traspaso de filtro en la KDF</li> <li>• Detención de la maquina por filtros faltantes</li> </ul>
<b>Severidad</b>	10
<b>Causa Potencial de la Falla</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ventilador averiado</li> <li>• Mangueras averiadas</li> <li>• Conexiones averiadas</li> </ul>
<b>Ocurrencia</b>	9
<b>Controles Actuales de Prevención</b>	Rutina de inspección visual del sistema de succión.
<b>Controles Actuales de Detección</b>	No hay.
<b>Detección</b>	3
<b>NPR</b>	270

**ANEXO E. Análisis de Modo y Efecto de Falla de Sistema de Cortador de varilla**

<b>Elemento</b>	Dispositivo cortador de varillas (KDF)
<b>Función</b>	<p>El grupo funcional "Dispositivo cortador" se compone fundamentalmente de los siguientes módulos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mecanismo de accionamiento de los tubos <ul style="list-style-type: none"> <li>• Porta-cuchillas</li> <li>• Dispositivo afilador</li> </ul> </li> </ul> <p>Su Finalidad es que las cuchillas del porta-cuchillas cortan la mecha de filtros circulante en varillas de filtros. Las cuchillas son afiladas simultáneamente a través del dispositivo afilador de cuchillas.</p>
<b>Modo de Falla</b>	Mal corte de la varilla de filtro.
<b>Efecto de Falla</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Varillas de filtro fuera de rango permitido en cuanto a largo de este.</li> <li>• El corte de la varilla presenta una rebaba o desgarró en el corte.</li> <li>• Varilla de filtro rechazada por atributos físicos</li> </ul>
<b>Severidad</b>	9
<b>Causa Potencial de la Falla</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desajuste del mecanismo de accionamiento de tubo</li> <li>• Problema en el mecanismo interno del porta-cuchilla</li> <li>• Mal ajuste del dispositivo afilador</li> </ul>
<b>Ocurrencia</b>	8
<b>Controles Actuales de Prevención</b>	Lubricación del porta-cuchillas en parada planificada mensual.
<b>Controles Actuales de Detección</b>	Inspección visual de la varilla de filtro
<b>Detección</b>	3
<b>NPR</b>	216

**ANEXO F. Análisis de Modo y Efecto de Falla de Sistema de proceso de corte de Filtros de GC.**

<b>Elemento</b>	<b>Proceso de corte de los filtros (GC)</b>
<b>Función</b>	<p>El grupo funcional "Proceso de corte de los filtros" existe dos veces. Se compone fundamentalmente de los siguientes módulos.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tambor cortador 1 con dispositivo cortador               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tambor escalonador 1</li> <li>• Tambor alineador 1</li> <li>• Tambor acelerador</li> </ul> </li> <li>• Tambor cortador 2 con dispositivo cortador               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tambor escalonador 2</li> <li>• Tambor alineador 2</li> </ul> </li> </ul> <p>Y su finalidad es que los filtros básicos que se encuentran en los depósitos serán cortados varias veces y alineados, para ser unidos posteriormente formando nuevos filtros.</p>
<b>Modo de Falla</b>	Mal corte de la varilla de filtro bases.
<b>Efecto de Falla</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tacos de filtros rasgados, más no cortados.</li> <li>• Atascamiento entre tambores debido a segmentos de filtros mal cortados durante el proceso de corte de los filtros.</li> <li>• Obstrucción en los conductos de succión de los tambores de traspaso de la GC.               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Exceso de carbón en el sistema de succión de la GC</li> </ul> </li> <li>• Se detiene la maquina por filtro faltante o atascamiento en la entrada del formador.</li> </ul>
<b>Severidad</b>	9
<b>Causa Potencial de la Falla</b>	Desgaste de las cuchillas circulares.
<b>Ocurrencia</b>	8
<b>Controles Actuales de Prevención</b>	Cambio de las cuchillas circulares en la parada mensual de la máquina.
<b>Controles Actuales de Detección</b>	Inspección visual de la varilla de filtro
<b>Detección</b>	3
<b>NPR</b>	216

**ANEXO G. Análisis de Modo y Efecto de Falla de Sistema de proceso de ensamble de filtros de GC**

<b>Elemento</b>	<b>Ensamble de filtro</b>
<b>Función</b>	<p>El grupo funcional "Ensamble de filtros" está formado fundamentalmente por los siguientes módulos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tambor colector</li> <li>• Tambor de traspaso 1</li> <li>• Tambor de traspaso 2</li> <li>• Tambor de traspaso 3</li> <li>• Tambor de traspaso 4</li> <li>• Tambor de traspaso 5</li> </ul> <p>En este grupo funcional son ensamblados dos tipos de filtros para formar un nuevo filtro. Los filtros son revisados en cuanto a integridad y en caso de anomalía son eyectados.</p>
<b>Modo de Falla</b>	Segmento de filtro base faltante en el ensamble del filtro combinado.
<b>Efecto de Falla</b>	Se detiene la maquina por filtro faltante.
<b>Severidad</b>	10
<b>Causa Potencial de la Falla</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistema de succión de los tambores de traspaso obstruido por algún segmento de filtro base.</li> <li>• Falla en el ajuste del tiempo de sincronización de los tambores de traspaso.</li> </ul>
<b>Ocurrencia</b>	10
<b>Controles Actuales de Prevención</b>	Limpieza de la maquina al empezar el turno de trabajo.
<b>Controles Actuales de Detección</b>	No hay.
<b>Detección</b>	2
<b>NPR</b>	200

**ANEXO H. Análisis de Modo y Efecto de Falla de Sistema de alimentación de filtro de GC**

<b>Elemento</b>	Alimentación de filtros
<b>Función</b>	Las varillas de filtro son transportadas en flujos masivos a través de dos sistemas de transporte (por ej. RTS-M), las cámaras de acumulación y los cuerpos de desplazamiento hasta los depósitos y a la GC.
<b>Modo de Falla</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Filtros torcidos en el RTS</li> <li>• Filtros torcidos en la cámara de acumulación</li> </ul>
<b>Efecto de Falla</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Atascamiento del cámara de acumulación</li> <li>• Detención de la maquina por filtros faltantes</li> </ul>
<b>Severidad</b>	6
<b>Causa Potencial de la Falla</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Filtros torcidos provenientes de las maquinas bases</li> <li>• Filtros torcidos por obstrucción en el RTS</li> </ul>
<b>Ocurrencia</b>	10
<b>Controles Actuales de Prevención</b>	Limpieza semanal del RTS
<b>Controles Actuales de Detección</b>	Inspección visual del sistema.
<b>Detección</b>	2
<b>NPR</b>	120

**ANEXO I. Análisis de Modo y Efecto de Falla de Sistema de Traspaso de filtros en línea recta.**

<b>Elemento</b>	Traspaso de filtros en línea recta
<b>Función</b>	<p>El grupo funcional "Traspaso de filtros en línea recta" se compone fundamentalmente de los siguientes módulos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Guía de la mecha</li> <li>• Acelerador doble</li> <li>• Tambor de descarga</li> <li>• 3 tambores de traspaso, tambor angular</li> <li>• Transporte por cinta</li> </ul> <p>Después del proceso de corte, las varillas de filtro son entregadas a la máquina siguiente a través de tambores. Los tambores son accionados a través de un engranaje desde el accionamiento principal (M202). Las varillas de filtros deficientes son expulsadas por aire.</p>
<b>Modo de Falla</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Atascamiento de filtros combinados en los aceleradores dobles</li> <li>• Atascamiento de filtros combinados en el tambor de descarga <ul style="list-style-type: none"> <li>• Filtro faltante en los tambores de traspaso.</li> <li>• Atascamiento en la salida (cinta transportadora)</li> </ul> </li> </ul>
<b>Efecto de Falla</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Detención de la maquina por ruptura de mecha</li> </ul>
<b>Severidad</b>	6
<b>Causa Potencial de la Falla</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Residuos de pega o restos de varilla en los aceleradores doble <ul style="list-style-type: none"> <li>• Desajuste en los aceleradores dobles</li> </ul> </li> <li>• Rodamientos de los aceleradores dobles dañados</li> <li>• Falla en la sincronización del tambor de descarga</li> <li>• Falla en la succión en los tambores (descarga y/o traspaso)</li> <li>• Problemas en las correas de transporte por cinta</li> </ul>
<b>Ocurrencia</b>	3
<b>Controles Actuales de Prevención</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Limpieza e inspección rutinaria a principio de turno en la verificación de residuos en los aceleradores dobles</li> <li>• Para el resto de los efecto de las fallas no hay plan de prevención</li> </ul>
<b>Controles Actuales de Detección</b>	Inspección visual del sistema
<b>Detección</b>	3
<b>NPR</b>	54

## ANEXO J. Diseño de charla de concientización de personal.

<b>Objetivo</b>	
Concientizar al personal de Planta de filtros de cigarrera Bigott sucs. Planta valencia – Venezuela de lo importante de su labor para el logro de las metas de la organización.	
<b>1ra Etapa: Identificar los resultados deseados</b>	
<b>Idea Central</b>	<b>Lo perdurable</b>
Eres parte importante de nuestro equipo, por eso te necesitamos.	Crear conciencia en todos y cada uno de los involucrados dentro del proceso productivo de filtros para cigarrillos. Dándoles saber que su buen desempeño es fundamental para lograr los objetivos.
<b>Lo importante</b>	<b>Lo que vale la pena saber</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Metas de la organización a corto y mediano plazo</li> <li>• Indicadores de gestión del último año</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Historial de fallas por maquina</li> <li>• Cantidad promedio mensual de paradas no planificadas</li> <li>• Cantidad promedio mensual de tiempo perdido por paradas no planificadas</li> <li>• Cuantas paletas se dejan de producir mensualmente por las paradas no planificadas</li> </ul>
<b>Metas de comprensión</b>	<b>Preguntas esenciales</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• El historial de falla es una herramienta que ayuda a identificar y clasificar fallas pasadas. Alimentándonos de información para poder prevenir fallas futuras.</li> <li>• Las cantidades de paradas no planificadas y el cuanto tiempo duro la maquina detenida, nos ayuda a saber cuántas paletas de filtro se dejaron de producir. Este número impactara de mayor manera cualquier persona involucrada en el proceso.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Cuantas paradas no planificadas tiene mensualmente en promedio una MULFI?</li> <li>• ¿Cuánto tiempo dura parada una MULFI mensualmente en promedio, debido a estas paradas no planificadas?</li> <li>• ¿Cuantas paletas se dejan producir mensualmente debido a estas paradas no planificadas?</li> </ul>
<b>2da Etapa: Determinar evidencia aceptable</b>	
<b>Actividades de desempeño</b>	<b>Otras evidencias</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Indicadores de gestión (OEE)</li> <li>• Historiales de falla</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entrevistas no estructuradas</li> <li>• Experiencias anteriores</li> <li>• Debates entre el personal</li> </ul>
<b>3ra Etapa: Planificar experiencias didácticas y de aprendizaje</b>	
<b>Operador</b>	<b>Facilitador</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Opinar sobre el tema en cuestión</li> <li>• Sentido de pertenecía con la organización y sus activos</li> <li>• Identificar sus puntos débiles y fortalecerlos</li> <li>• Aportar al mejoramiento continuo del proceso productivo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hacer preguntas sobre las condiciones actuales de trabajo y rendimiento del equipo</li> <li>• Dar a entender que todos y cada uno forma parte de un equipo y que el éxito de uno es el éxito de todos. El fracaso de uno, es el fracaso de todos.</li> </ul>