

UNIVERSIDAD TECNICA FEDERICO SANTA MARIA

SEDE VIÑA DEL MAR – JOSE MIGUEL CARRERA

**PROPUESTA DE PLAN DE MANTENIMIENTO A FALLAS
DEL ACTIVO CRITICO CIGARRERA GRUPO 33, BRITISH
AMERICAN TOBACCO CHILE, PLANTA CASABLANCA.**

Trabajo de titulación para optar al título
de INGENIERO DE EJECUCION EN
MECÁNICA DE PROCESOS Y
MANTENIMIENTO INDUSTRIAL.

Alumnos:

Javiera Alvarado Silva

Diego Leiva Valenzuela

Profesor Guía:

Ing. Eduardo Vidal Sáez

DEDICATORIA

Quiero expresar mi profundo agradecimiento a mi familia por su inquebrantable apoyo a lo largo de mi travesía universitaria. Nunca dejaron que me desanimara ante los desafíos que enfrenté en este camino, y quiero destacar especialmente el inmenso mérito de Jacqueline, mi madre, quien siempre me brindó palabras de aliento, apoyo y amor incondicional durante toda mi vida... por eso mamá este título es nuestro.

También deseo agradecer a Eduardo, mi compañero de vida y apoyo fundamental en mi proceso universitario y personal, sus consejos y apoyo constante me han ayudado a crecer como persona y profesional.

Igualmente, a cada persona que cruzó mi camino durante mi tiempo en la universidad, todo aquel representó una valiosa lección.

Por eso y simplemente ..."gracias a la vida"...

Javiera Alvarado Silva.

Hoy, culminando este trabajo, quiero expresar mi profundo agradecimiento a mi familia, por estar a mi lado en cada paso del camino. Su confianza, aliento, paciencia y apoyo fueron el motor que me impulsó a alcanzar este logro.

A mis amigos, y a los que más que amigos los considero hermanos. Esta tesis es el resultado de no solo mi esfuerzo, sino también de vuestro constante respaldo emocional y apoyo práctico. Saber que contaba con ustedes hizo que los días largos y las noches de estudio fueran más llevaderos.

Agradezco de todo corazón por ser mi apoyo y por creer en mis capacidades. Sin ustedes, este logro no sería posible. Comparto este triunfo con cada uno de ustedes y espero que esta tesis sea un testimonio de la gratitud que siento por vuestra inquebrantable presencia en mi vida.

Diego Leiva Valenzuela.

RESUMEN

Keywords: PLAN DE MANTENIMIENTO ACTIVO CRITICO, MANTENIMIENTO CENTRADO EN LA CONFIABILIDAD, GESTION DEL MANTENIMIENTO

En esta propuesta de trabajo, se exploró y analizó una propuesta de plan de mantenimiento para un activo crítico; cigarrera grupo 33, el cual tenía como meta principal, la optimización de la operatividad y la reducción de los costos asociados a la indisponibilidad del activo.

Se propuso una metodología que facilitó la toma de decisiones, como contra medida a los modos de falla asociadas a las unidades VE, SE y MAX, esto se logró mediante la recopilación de la data histórica del activo, a través de un análisis de dispersión logarítmica, la que nos permitió determinar la criticidad de las fallas según su frecuencia y duración.

Dentro de este estudio, se identificaron un total de 25 modos de falla reales, estos modos de falla se asocian a un tiempo total de 352,28 [hrs] fuera de servicio en la proyección anual referencia a 6.000 [hrs] de trabajo.

De igual manera, a través del análisis FMECA, se pudo determinar de manera cuantitativa los costos asociados a las paradas no planeadas de las tres unidades evaluadas (VE, SE, MAX), en un periodo de 6.000 [hr] de trabajo. Estos valores alcanzaron un monto de \$816.091.848 pesos, lo que nos permitió evaluar la unidad con mayor cantidad de modos de fallos asociadas, siendo la unidad emboquilladora MAX con 15 de un total de 25 modos de fallo, no obstante, la unidad formadora de mecha SE, es la que alcanza los mayores costos, sumando un total de \$526.173.322 pesos en costos proyectados durante el periodo de un año. Con relación a lo anterior, es que se pudo identificar los 5 principales modos de fallos presentes en el equipo, representan un 72,7% del total de costos por indisponibilidad, totalizando en un monto de \$593.298.773 pesos, correspondientes a 256 [hrs] de inoperatividad.

En base a esto, es que propuso un plan de mantenimiento que incorporara; acciones, frecuencias de intervención, tiempos fuera de servicio, responsables y repuestos correctamente asociados al requerimiento del activo, el cual se monetiza en \$273.661.850 pesos (**7.571,38 UF**), con un total de 110,5 [hrs] fuera de servicio, por lo tanto, la propuesta no solo reduce los costos, sino también genera un margen de ahorro de \$542.429.998 pesos (**15.007,36 UF**), equivalentes a un 66,48% de la reducción de costos por pérdidas, y no solo eso, sino que también aumenta la disponibilidad del activo en un +4,03%, lo que en conclusión nos permite denotar que la nueva pauta propuesta, representa mayores beneficios, tales como reducción de pérdidas, costos asociados y en comparativa, un ahorro significativo en comparación a la pauta actual del activo.

INDICE

INTRODUCCIÓN..... 1

OBJETIVO GENERAL..... 2

OBJETIVOS ESPECIFICOS..... 2

CAPITULO 1: ANTECEDENTES GENERALES..... 3

1. ANTECEDENTES GENERALES 4

1.1. ANTECEDENTES DE LA EMPRESA..... 4

1.2. ANTECEDENTES HISTORICOS 4

1.3. PROCESO PRODUCTIVO 6

1.4. ÁREAS..... 7

1.4.1. ÁREA PRIMARIO (PMD) 7

1.4.2. ÁREA SECUNDARIO (SMD) 8

1.4.3. AREA FILTROS (FMD)..... 9

1.5. CONTEXTO OPERACIONAL..... 10

1.5.1. UNIDAD DISTRIBUIDORA DE TABACO VE 10

1.5.2. UNIDAD ELABORADORA DE VARILLA SE.....11

1.5.3. UNIDAD EMBOQUILLADORA MAX 12

1.6. PROBLEMÁTIC 13

CAPITULO 2: METODOLOGIA DE TRABAJO 14

2. METODOLOGIA..... 15

2.1. MANTENIMIENTO RCM 16

2.2. PROPUESTA DE PLAN DE MANTENIMIENTO 17

2.2.1. DATOS HISTORICOS DEL ACTIVO..... 18

2.2.2. ANALISIS DE DISPERSION LOGARITMICA 19

2.2.3. ANALISIS SIPOC..... 20

2.3. ANALISIS DE CRITICIDAD, MODOS Y EFECTOS DE FALLAS..... 21

2.3.1. DEFINICIONES 21

2.3.2. MATRIZ DE RIESGO..... 22

2.3.3. ANALISIS FMECA DEL ACTIVO 23

CAPITULO 3: EVALUACION DE LA PROPUESTA 26

3. EVALUACION DE LA PROPUESTA..... 27

3.1. DEFICIENCIAS DEL PLAN DE MANTENIMIENTO ACTUAL 27

3.2. COSTOS ESTIMADOS POR FALLA 28

3.3. FALLAS CON MAYOR COSTO ASOCIADO 28

3.4. POLITICA DEL NUEVO PLAN DE MANTENIMIENTO..... 29

3.4.1. ACCIONES..... 29

3.4.2. RESPONSABLES 32

3.4.3. TIEMPOS DE INTERVENCION..... 33

3.5.	PLAN DE MANTENIMIENTO APLICADO A MODOS DE FALLO DE LAS UNIDADES SE – VE - MAX	35
3.6.	EVALUACION ECONOMICA	39
3.6.1.	PROYECCION DE DISPONIBILIDAD DEL PLAN ACTUAL	39
3.6.2.	COSTOS ASOCIADOS PLAN ACTUAL.....	42
3.6.3.	COSTOS ASOCIADOS PLAN NUEVO	42
3.6.4.	COMPARATIVA DE COSTOS.....	43
	CONCLUSIÓN Y RESULTADOS	45
	BIBLIOGRAFIA	47
	ANEXOS	48

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1:	Ex Fabrica ChileTabacos, ubicada en Calle Colón, Valparaíso.....	5
Figura 1-2:	Fabrica ChileTabacos, ubicada en Casablanca, Valparaíso.....	5
Figura 1-3:	Proceso Productivo PMD, FMD y SMD.	6
Figura 1-4:	Soster, equipo encargado de la preparación del tabaco para luego ser enviado a SMD.	7
Figura 1-5:	Silos encargados de transportar el tabaco mediante tuberías hacia SMD desde el área de PMD.	8
Figura 1-6:	B21 y empaquetadora, encargados del transporte de cigarrillos.	9
Figura 1-7:	KDF encargada de fabricar los filtros, perteneciente a FMD.....	9
Figura 1-8:	Unidad distribuidora de tabaco VE, área SMD.....	11
Figura 1-9:	Unidad elaboradora de varilla SE, área SMD.	12
Figura 1-10:	Unidad emboquilladora MAX, área SMD.....	12
Figura 1-11:	Falla Ruptura de Mecha en la Unidad Formadora de Mecha SE.	13
Figura 2-1:	Diagrama de proceso modelo de la nueva propuesta de plan de mantenimiento.	17
Figura 2-2:	Data Base Activo Cigarrera Grupo 33.....	18
Figura 2-3:	Análisis de dispersión logarítmica del activo.....	19
Figura 2-4:	Criterios análisis FMECA.	22
Figura 2-5:	Matriz de riesgo.....	22
Figura 3-1:	Datos del grafico "Disponibilidad - Tiempo".....	40
Figura 3-2:	Grafico "Disponibilidad - Tiempo".	40
Figura 3-3:	Ecuación de la recta para la proyección del activo.	40
Figura 3-4:	Comparativa Grafica de Costos.....	44

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1:	Antecedentes de la Empresa.	4
Tabla 2-1:	Datos del activo para el análisis de dispersión logarítmica.....	18
Tabla 2-2:	Análisis SIPOC del Activo.	20
Tabla 2-3:	Análisis FMECA Unidad VE.....	23
Tabla 2-4:	Análisis FMECA Unidad SE.....	24
Tabla 2-5:	Análisis FMECA Unidad MAX parte 1.	24
Tabla 2-6:	Análisis FMECA Unidad MAX parte 2.	25

Tabla 3-1: Fallas con el mayor costo asociado..... 28

Tabla 3-2: Puntos de Transformación del activo..... 35

Tabla 3-3: Plan de mantenimiento nuevo, unidades VE - SE. 37

Tabla 3-4: Plan de mantenimiento nuevo, Unidad MAX. 38

Tabla 3-: Proyección De la disponibilidad a 6000 [Hrs]. 41

Tabla 3-6: Costos Anuales asociados al Plan actual..... 42

Tabla 3-7: Costos Anuales asociados al Plan nuevo. 42

Tabla 3-8: Comparativa de costos. 44

SIGLAS Y SIMBOLOS

BAT	:	British American Tobacco.
B21	:	Transportador Aéreo.
CIG	:	Cigarrillo.
CLP	:	peso chileno.
CIL	:	Limpieza, Inspección y Lubricación.
FMECA	:	Análisis de Criticidad, modos y efectos de falla.
FMD	:	Departamento de Filtros de Manufactura.
[Hrs]	:	Hora.
[Kg]	:	Kilogramo.
[mg]	:	Miligramos.
[mm]	:	Milímetro.
[min]	:	Minuto.
MTBF	:	Tiempo Medio Entre Fallos.
MTTR	:	Tiempo Medio de Reparación.
PMD	:	Departamento Primario de Manufactura.
RCM	:	Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad.
SIPOC	:	Suministros, Entradas, Procesos, Productos y Clientes.
SMD	:	Departamento Secundario de Manufactura.
TAO	:	Nomenclatura del sistema SAP.
VS	:	Versus.

INTRODUCCIÓN

British American Tobacco Chile es una compañía con más de un siglo de historia, el cual se origina en el año 1909 en la ciudad de Valparaíso, la que, al pasar los años, se vio desplazada a una fábrica de cigarrillos ubicada en Casablanca, V Región. A la actualidad cuenta con más de 1.000 empleados preparados y capacitados para altos estándares de calidad, paralelamente cuenta con una planta de desvenado de tabaco ubicada en la Ciudad de San Fernando en la VI Región. BAT, cuenta con el 93% del mercado accionario, siendo una compañía internacional con mayor incidencia en el mercado.

La compañía al poseer grandes marcas como Kent, Lucky Strike, Dunhil, Pallmall y Hilton, se ve en la disyuntiva de mantener sus altos estándares de calidad, por lo cual se trabaja en conjunto con un sistema integrado de gestión, denominado IWS, un método que se basa en reducir costos, aumentar la productividad y la fiabilidad de la fabricación de los productos.

En este contexto, el presente trabajo de título se adentra en el desarrollo y análisis, a través de una propuesta de plan de mantenimiento para un activo crítico; Cigarrera Grupo 33, trabajando como objetivo principal la optimización, operatividad y reducción de costos asociados a indisponibilidad o tiempos de detención, a lo largo de este estudio, se espera explorar nuevos desafíos asociados al correcto mantenimiento de los equipos, considerando factores como estándares de calidad, producción y exigencias propias del contexto operacional. De igual forma se inspeccionarán las estrategias de mantenimiento pre existente, como también la pauta de mantenimiento actual, de la cual se pretende evaluar sus costos versus disponibilidad, la que nos permitirá generar un plan más específico que se enfoque en las detenciones con mayor incidencia, llevándolo al mantenimiento preventivo, con el objetivo de mejorar la vida útil del activo, aumentar su eficiencia y de igual forma minimizar los costos asociados a FPC, micro paradas y detenciones.

OBJETIVO GENERAL

Generar una propuesta de Implementación de un plan de mantenimiento al activo cigarrera grupo 33, mediante mantenimiento centrado en la confiabilidad para el cumplimiento de los estándares fijados por la empresa.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Describir los antecedentes generales de la empresa BAT Chile, su contexto operacional, en la propuesta de implementación de un plan de mantenimiento, a través de información proporcionada por la empresa.
- Proponer metodología para facilitar la toma de decisiones en la contramedida de los modos de fallas asociados a las unidades VE, SE y MAX. Analizando los datos históricos del activo a través de un análisis de dispersión logarítmica, para determinar la criticidad de las fallas según su frecuencia y duración
- Evaluar la viabilidad de las propuestas realizadas a través de los costos asociados determinando la factibilidad de la implementación en la planta.

CAPITULO 1:
ANTECEDENTES GENERALES

ANTECEDENTES GENERALES

La actual sección describe los detalles técnicos de la producción de cigarrillos en BAT chile, para luego analizar y así crear una propuesta para el mantenimiento del activo en estudio.

1.1.ANTECEDENTES DE LA EMPRESA

A continuación, en la Tabla 1-1. Se presentan los antecedentes generales de la empresa British American Tobacco.

Empresa	British American Tobacco S.A
Rut de la Empresa:	90286000-2
Razón Social:	British American Tobacco S.A
Dirección:	Comuna de Casablanca, V Región
Página Web:	www.batchile.com

Tabla 0-1: Antecedentes de la Empresa.
Fuente: Elaboración Propia.

La compañía BAT se encuentra ubicada en el kilómetro 80 de la ruta 68, fundo La rotunda, en la Comuna de Casablanca en la región de Valparaíso, su teléfono de contacto es el +800 36 4444, y su plataforma web es www.batchile.com.

Por otro lado, BAT Chile, se encarga de la fabricación y distribución de cigarrillos a nivel nacional e internacional. Dentro de la compañía se trabajan marcas de gran posición nacional, como lo es: Kent, Lucky Strike, Viceroy, Pall Mall, Derby, Hilton, entre otras.

1.2.ANTECEDENTES HISTORICOS

British American Tobacco Chile es una compañía con más de un siglo de historia, el cual se origina en el año 1909 en la ciudad de Valparaíso, fundada por el empresario Fernando de la Rioja. Desde sus inicios, la compañía fue incorporando a su producción tecnologías y nuevas formas de trabajo, lo que a corto plazo la posicionó en una de las principales tabacaleras del país. La casa matriz, originalmente se encontraba ubicada en el edificio Colón en la Ciudad de Valparaíso, al costado del actual Hospital Dr. Carlos Van Buren.



*Figura 0-1: Ex Fabrica ChileTabacos, ubicada en Calle Colón, Valparaíso.
Fuente: <https://cerroconcepcion.org/content/residencia-artistas-valparaiso-invitan>.*

En el año 1985, sufrió uno de los terremotos más devastadores de la época, afectando directamente la infraestructura de la fábrica, sufriendo severos daños, por lo cual paralelamente se comienza la construcción de una nueva fábrica, la que es inaugurada en el año 1987 en la ubicación de Casablanca, kilómetro 80 de la ruta 68 que nos une a Santiago.

Después de diez años de su construcción, se consolida el nombre de “ChileTabacos S.A” conocida a lo largo del país como una de las fábricas con mayor incidencia laboral de la época. Ya para el año 2010, la junta de accionistas aprobó la modificación de la razón social, por la cual es conocida hasta la actualidad como; British American Tobacco Chile Operaciones S.A.

Actualmente la compañía forma parte de una de las tabacaleras más grandes del mundo, con una amplia incidencia, abarcando un 99% del mercado accionario, de la cual, le corresponde el 93% del mercado chileno con las marcas Kent, Lucky Strike, Viceroy, Pall Mall, Belmont y Derby, en sus más de 40 versiones. Y gestiona aproximadamente 27 mil puntos de venta a lo largo del territorio nacional.



*Figura 0-2: Fabrica ChileTabacos, ubicada en Casablanca, Valparaíso.
Fuente: <https://e8.alamy.com/zoomses/9/725c5f63b0d648a7b74f557022b8ec19/2cxc2j7.jpg>.*

1.3.PROCESO PRODUCTIVO

El proceso productivo de los cigarrillos se basa en tres grandes áreas; primario (PMD), secundario (SMD), y filtro (FMD), en las cuales se trabaja de distinta manera la producción, pero que en un determinado instante se verán unidos. De esto dependerá características que se tienen al momento de fabricar un cigarrillo, que de ahora en adelante se denominará “cambio de marca” y “cambio de formato”. Puede variar desde su diámetro, su longitud y gramaje. En el área de primario se trabaja la preparación de tabaco para el cigarrillo, según la calidad de su materia prima, pero su origen proviene de la Planta de recolección de San Fernando, la cual es abastecida a través del pequeño y mediano agricultor de la zona, separando la “vena” y la “lamina” para obtener la hebra de tabaco. Luego, paralelamente está el área de Filtro, donde se puede encontrar filtros en base a composición de celulosa y glicerina. Finalmente, ambos procesos mencionados anteriormente se conectan en un área llamada Secundario, en la que se unen la materia prima, que es el tabaco, con el filtro, complementadas en el proceso con el papel tipping y papel cigarrero, generando una varilla de tabaco, conocida como cigarrillo. Luego es llevada a través de una cinta transportadora, donde es recibida por una maquina empaquetadora la cual genera a través de su línea de proceso, las conocidas cajetillas, las que podemos encontrar en formato de 10 o 20 cigarrillos en su interior.

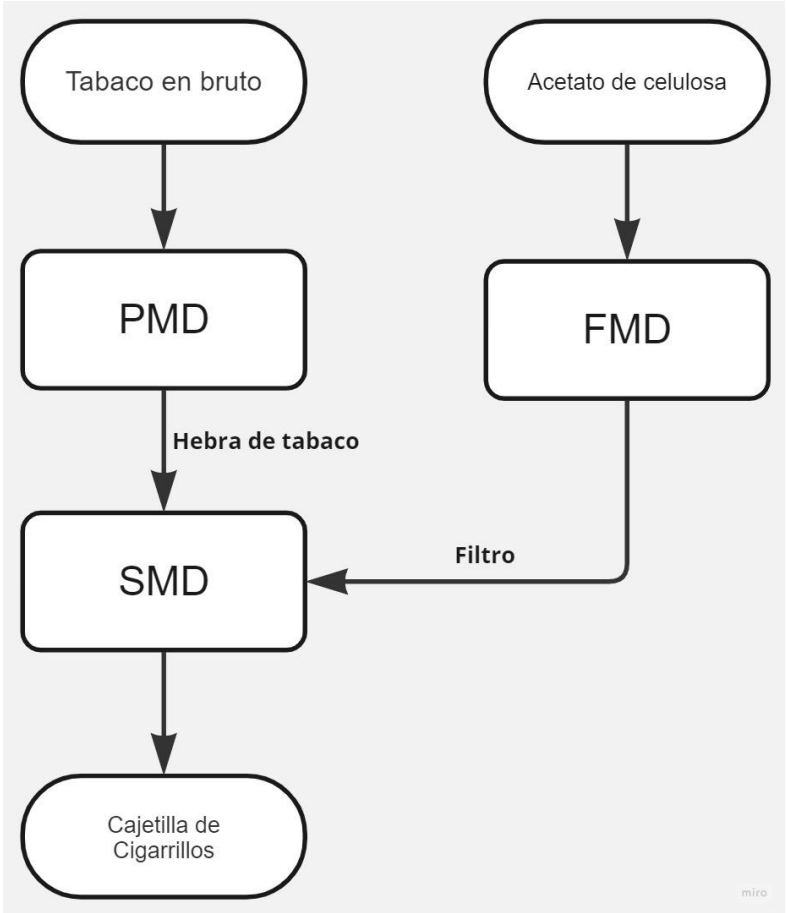


Figura 0-3:Proceso Productivo PMD, FMD y SMD.
Fuente: Elaboración propia.

1.4.ÁREAS

Nuestro proceso productivo se realiza principalmente en tres áreas de la planta, y cada una se encarga realizar una labor dentro del proceso, estas áreas son Primario (PMD), Secundario (SMD) y Filtros (FMD).

A continuación se explicará más en detalle las tareas que realiza cada área.

1.4.1. ÁREA PRIMARIO (PMD)

Antes de comenzar en área de primario, cabe comentar que, la compañía BAT (British American Tobacco) operaciones, cuenta con una planta de procesamiento y desvenado de tabaco ubicada en la región de O'Higgins en la ciudad de San Fernando, donde se aplican los estándares de calidad y gestión correspondientes. El tabaco de proceso es cultivado por pequeños y medianos agricultores de la zona, después de la fase I de recolectado, viene la fase de separación de la planta misma, siendo seccionada por su lamina y la vena de la hoja, para luego ser secada, prensada y distribuida en fardos de 200 [kg], los cuales posteriormente serán distribuidos como materia prima a la fábrica de Casablanca.



*Figura 0-4: Soster, equipo encargado de la preparación del tabaco para luego ser enviado a SMD.
Fuente: Elaboración propia.*

A partir de lo anterior, en el área de primario (PMD), se deben controlar algunas condiciones para aseverar la calidad del tabaco en su primera instancia, como lo es, el aumento de la temperatura y de la humedad del lugar, lo que nos hará óptimo el ensamble del cigarrillo.

El proceso productivo comienza con la unión de tabaco con diferentes tipos de proceso, mediante máquinas de dosificación que generan una fusión de distintos saborizantes (naturales), de modo, de obtener la esencia característica de cada marca, conformada por su aroma y sabor. Paralelamente el proceso trabaja con dos líneas de producción, la primera con el tallo (vena) del tabaco, y la otra con la hoja de este, que finalizan en un contenedor con la mezcla de ambas materias primas. Una vez fusionado, se tritura la materia generando la “hebra” de tabaco, tamaño requerido para el armado del cigarrillo. Finalmente se debe dejar en el área almacenaje, conocido como bodega de hebras, la cual cuenta con las condiciones necesarias para la mantención del tabaco. El transporte de la materia prima se hace a través de ductos distribuidos en la parte superior de la planta de SMD, hacia las diferentes maquinas cigarreras.



*Figura 0-5: Silos encargados de transportar el tabaco mediante tuberías hacia SMD desde el área de PMD.
Fuente: Elaboración propia.*

1.4.2. ÁREA SECUNDARIO (SMD)

El tabaco se transporta desde PMD hacia SMD mediante un sistema de producción que garantiza la recepción correcta de cada máquina, esta depende de la marca que cada máquina elabora. La capacidad máxima dada por el fabricante de las máquinas cigarreras cuando están nuevas son de 10.000 unidades por minuto (c/min), actualmente la capacidad está estandarizada a nivel de fábrica mediante un software.

El tabaco se envuelve en un papel especial (papel de cigarrillo) formando una mecha continua de tabaco y es cortado de forma precisa, el tamaño de la mecha dependerá de las dimensiones del producto a elaborar. Otra maquina trabaja de manera paralela y a la misma velocidad, se encarga de ensamblar el filtro e inspeccionar cada cigarro.

Ya ensamblado el cigarrillo éste se transporta a una maquina empaquetadora la cual los agrupa en conjuntos que varían según formato, se envuelven en papel aluminio para posteriormente imprimir la identificación de cada marca e incluye las disposiciones legales requeridas en el país. Por último, los paquetes terminados se almacenan en cajas listas para ser distribuidas.



*Figura 0-6: B21 y empaquetadora, encargados del transporte de cigarrillos.
Fuente: Elaboración propia.*

1.4.3. AREA FILTROS (FMD)

En esta área, se fabrican los distintos filtros según el tipo de cigarrillo que vayan a conformar, la materia prima para la producción de filtros es el acetato de celulosa en conjunto con un endurecedor a la cual se le da forma y se envuelve en una película de papel para que conserve su forma.

Este filtro base según la marca y el tipo de cigarrillo puede variar su largo y su diámetro, como también puede llevar capsulas de esencias según requiera el fabricante.



*Figura 0-7: KDF encargada de fabricar los filtros, perteneciente a FMD.
Fuente: Elaboración propia.*

1.5.CONTEXTO OPERACIONAL

Nuestro activo cigarrera grupo 33 Protos 90 ER, trabaja en el área secundaria donde recibe el tabaco listo para ser procesado. Esta puede trabajar a un máximo de 6000 [cig/min], pero su producción se ajusta a la demanda solicitada por el comprador, pero se utiliza a una velocidad de 5400 [cig/min].

El activo se compone de tres unidades, la primera, unidad distribuidora de tabaco VE, la cual se encarga de recibir el tabaco, el cual pasa por una molienda y lo entrega al segundo, SE, esta se encarga de armar la varilla del cigarrillo la cual entra al tercer componente, MAX, el cual se encarga de terminar el cigarrillo.

1.5.1. UNIDAD DISTRIBUIDORA DE TABACO VE

A través del sistema neumático de succión entramos a la unidad VE, cuya función es recibir y suministrar el tabaco uniformemente para la formación de la varilla.

Al dar arranque en el tablero de control, una fotocélula registra el nivel de tabaco en el primer depósito y envía una señal para abrir la exclusiva, la cual deja entrar al tabaco en el sistema, esta al vaciarse, envía una señal al cuarto de hebra en el área primaria, para un nuevo envío de tabaco, garantizando la disponibilidad permanente de tabaco, al abrir la exclusiva el tabaco cae en el primer deposito, donde es peinado por el dosificador para eliminar el comprimido y el flujo irregular de tabaco, desde ahí cae al segundo depósito de tabaco, donde la segunda fotocélula se asegura de contar con el nivel requerido de tabaco para el proceso, al caer al segundo depósito es elevado por la banda elevadora, hasta la cámara de acumulación, mientras los rodillos rechazadores nivelan la cantidad que sube en los peines de la banda.

Ya en la cámara de acumulación, un grupo de tres fotocélulas regulan el nivel de tabaco en la cámara de acumulación, dependiendo del nivel de tabaco en la cámara, estas regulan la velocidad de la cinta elevadora.

Al bajar de la cámara de acumulación, la regleta repartidora se encarga de realizar un movimiento de vaivén, repartiendo el tabaco uniformemente sobre el cilindro de agujas, el cual peina nuevamente el tabaco, desde aquí el tabaco cae sobre la faja de dispersión, que transporta el tabaco hacia la cámara de succión, una corriente de aire impulsa el tabaco hacia la cámara, pero con la potencia justa para permitir que solamente el tabaco suba y los palos y hojas que no fueron separados, sean llevados hacia un depósito desde donde volverá a entrar al primer depósito de tabaco.

En la cámara de succión se forma una columna de tabaco uniforme, que es entregada al canal de formación de varilla, y se elimina el polvo fino a través de una cinta de nylon perforada, al final de la cinta se encuentran los discos rozadores, los cuales cortan el exceso de tabaco, de acuerdo con el peso requerido que caja en la cinta, este exceso vuelve al alimentador a través de una cinta transportadora y un vibrador.

Luego de pasar los discos rozadores la columna de tabaco la recibe la unidad elaboradora de varilla SE.



*Figura 0-8: Unidad distribuidora de tabaco VE, área SMD.
Fuente: Elaboración propia.*

1.5.2. UNIDAD ELABORADORA DE VARILLA SE

El cual moldea la columna de tabaco enviándola con papel para formar la varilla y determinar el diámetro del cigarrillo, el formador se compone por la guía de entrada, la aguja, formador pequeño, formador grande, perilla de ajuste de diámetro y guías de salida, la guía de entrada inicia la formación de la varilla doblando el papel que va envolviendo el tabaco, la aguja comprime la columna de tabaco para su entrada al formador pequeño, el cual le da el primer doblez al papel, dejando afuera una solapa para la aplicación del pegamento, el formador grande hace el ultimo doblez al papel dándole la forma cilíndrica a la varilla este posee una perilla, la cual se encarga de regular el diámetro final de la varilla de tabaco, luego de esto la varilla viaja a través de una cinta transportadora hacia un calentador el cual se encarga de secar el pegamento sin quemar la varilla.

La varilla ya totalmente formada pasa al cortador de varilla donde la varilla se corta en secciones dobles de tabaco según el largo que se haya determinado para este tipo de cigarrillo, ya cortada la varilla esta se dirige hacia el sistema de traspaso “la araña” el cual a través de un sistema de succión recibe las varillas cortadas de tabaco y estas son recibidas por el tambor receptor en la unidad emboquilladora MAX.



*Figura 0-9: Unidad elaboradora de varilla SE, área SMD.
Fuente: Elaboración Propia.*

1.5.3. UNIDAD EMBOQUILLADORA MAX

La unidad emboquilladora MAX, transforma las varillas dobles de tabaco en secciones simples, para ello el tambor receptor entrega la varilla al tambor de corte de sección, el cual corta la varilla en dos partes iguales, ambas varillas son enviadas al tambor separador, que las distancia dejando un espacio para la colocación de la sección de filtro, la alimentación del depósito de varillas de filtro, es realizada automáticamente mediante un sistema de alimentación neumático de filtros, las varillas de filtro vienen de doble largo y estas son colocadas entre las dos varillas simple de tabaco a través del tambor de inserción, el material de emboquillado para unir las secciones de tabaco con los filtros llega a través de un sistema de bobinas, y el papel de emboquillado pasa a través de un dispositivo encolador y posteriormente por un tambor de cuchillas donde es cortado al tamaño adecuado y son colocadas sobre las secciones de tabaco con los filtros en medio, luego el tambor enrollador se encarga de hacer que el papel de emboquillado cierre sobre la sección de tabaco y filtro, creando un cigarrillo de largo doble unidos por el filtro, desde aquí pasan al tambor de inspección para ser evaluados, los cigarrillos que cumplan el estándar continúan hacia el tambor de corte final donde son separados en 2 cigarrillos individuales, una de las 2 líneas de cigarrillos pasan por un tambor extra, el cual se encarga de voltearlos en 180° para que todas las unidades queden hacia la misma dirección, luego un último sistema de verificación se encarga de revisar que cada cigarrillo posea su filtro y correcta forma, las unidades que no cumplan son descartadas y no continúan su proceso productivo. el resto de las unidades que no presentan fallas terminan su paso por el grupo 33 Protos 90ER, para iniciar el proceso de empaque.



*Figura 0-10: Unidad emboquilladora MAX, área SMD.
Fuente: Elaboración Propia.*

1.6.PROBLEMÁTICA

La problemática por evaluar se basa en el activo cigarrera grupo 33, correspondiente a la célula Focke en PMD, en el cual, mediante la recopilación de datos, se pudo encontrar que presentaba bastantes detenciones, algunas de ellas por micro-paradas y otras de mayor impacto como las fallas de proceso. Ahora bien, se analizó el plan de mantenimiento existente para el equipo, el cual presentaba deficiencia e incongruencias a las reales necesidades del activo, como lo son actividades de mantención, frecuencia, personal y repuestos, de igual forma secciones de la maquina sin pautas de mantención.

Por lo cual se propone levantar una propuesta de implementación de un nuevo plan de mantenimiento, centrado en la confiabilidad mediante herramientas de gestión, trabajando en base al modelo FMECA.



*Figura 0-11: Falla Ruptura de Mecha en la Unidad Formadora de Mecha SE.
Fuente: Elaboración Propia.*

De tal manera, de trabajar en un modelo en la mejora continua del activo, con la intención que en un corto plazo pueda ser implementado a los restantes equipos que componen la célula.

CAPITULO 2:
METODOLOGIA DE TRABAJO

METODOLOGIA

La metodología es un conjunto de técnicas, procedimientos y herramientas que se utilizan para llevar a cabo un proyecto o actividad específica de manera organizada y planificada. Es una forma estructurada y sistemática de lograr un objetivo determinado.

Cuando hablamos de mantenimiento, la metodología juega un papel importante en la gestión y ejecución de las tareas de mantenimiento. El mantenimiento implica acciones que se llevan a cabo para preservar, reparar o restaurar un sistema, equipo o infraestructura, con el propósito de asegurar su funcionamiento óptimo y prolongar su vida útil.

Una metodología de mantenimiento proporciona un enfoque sistemático para planificar, ejecutar y controlar las actividades relacionadas con el mantenimiento. Puede incluir la identificación de las necesidades de mantenimiento, programar las actividades, la asignar recursos, la realización de inspecciones y pruebas, monitorear el rendimiento y mantener registros de las labores realizadas.

La metodología del mantenimiento puede variar según las necesidades propias de cada empresa. Algunos enfoques comunes incluyen el mantenimiento preventivo (realizado de forma regular para evitar fallos), el mantenimiento correctivo (realizado después de una falla para reparar el sistema), el mantenimiento predictivo (basado en análisis y seguimiento para predecir fallos) y el mantenimiento basado en la confiabilidad (enfocado en mantener equipos críticos).

En resumen, la metodología proporciona la estructura y el enfoque necesarios para llevar a cabo de manera eficiente las tareas de mantenimiento. Asegura que se realicen de manera planificada y controlada, con el objetivo de mantener los equipos y sistemas en condiciones óptimas de funcionamiento.

2.1.MANTENIMIENTO RCM

El Mantenimiento centrado en la confiabilidad, o Mantenimiento RCM por sus siglas en inglés, es una metodología utilizada para desarrollar estrategias de mantenimiento que buscan mejorar la confiabilidad y rendimiento de los activos físicos de una empresa, El enfoque del RCM se centra en identificar las funciones críticas de los activos y determinar las acciones de mantenimiento adecuadas para garantizar su funcionamiento confiable y seguro. Esta metodología implica analizar en detalle los posibles modos de falla, sus efectos y las medidas de mantenimiento necesarias para prevenir o reducir dichas fallas.

la implementación del mantenimiento RCM sigue los siguientes pasos:

- Definir el alcance: se establecerá que sistemas, equipos o componentes serán analizados a través del proceso RCM.
- Equipo RCM: se formará un equipo el cual puede ser compuesto por personal de operaciones, mantenimiento e ingeniería, los cuales tengan conocimiento en el o los activos en cuestión.
- Identificar las funciones críticas: se identificarán las funciones críticas y los criterios que están deben cumplir.
- Realizar el análisis de modos de falla: se analizarán los posibles modos de falla que podría presentar las funciones del activo.
- Evaluar causas y efectos de las fallas: se analizarán las causas de cada modo de falla y los efectos que estos tendrían en términos de seguridad, medio ambiente, operación y costos. Determinando la criticidad de cada falla.
- Determinar estrategias de mantenimiento: se determinarán cuáles son las acciones, tareas y estrategias de mantenimiento más adecuadas para atacar cada modo de falla.
- Desarrollar el plan de mantenimiento: en base a las acciones, tareas y estrategias determinadas, se procederá a desarrollar un plan de mantenimiento, documentando las tareas específicas, intervalos de tiempo y los responsables de llevar a cabo estas actividades.
- Implementar el plan de mantenimiento: se ejecutará el plan de mantenimiento desarrollado, confirmando la realización de la totalidad de las tareas que fueron determinadas con anterioridad.
- Monitorear y mejorar: se realizará un seguimiento periódico del plan de mantenimiento para ver la efectividad de este. Este seguimiento nos permitirá identificar oportunidades de mejora y ajustes a las estrategias de mantenimiento de ser necesario.

2.2.PROPUESTA DE PLAN DE MANTENIMIENTO

Para lograr que el plan de mantenimiento que se está proponiendo funcione, se necesita la estandarización del proceso de análisis de fallas, por lo cual se propuso el siguiente diagrama de proceso como modelo a seguir para analizar futuras fallas, o para la posibilidad de implementarlo en otros activos de la empresa.

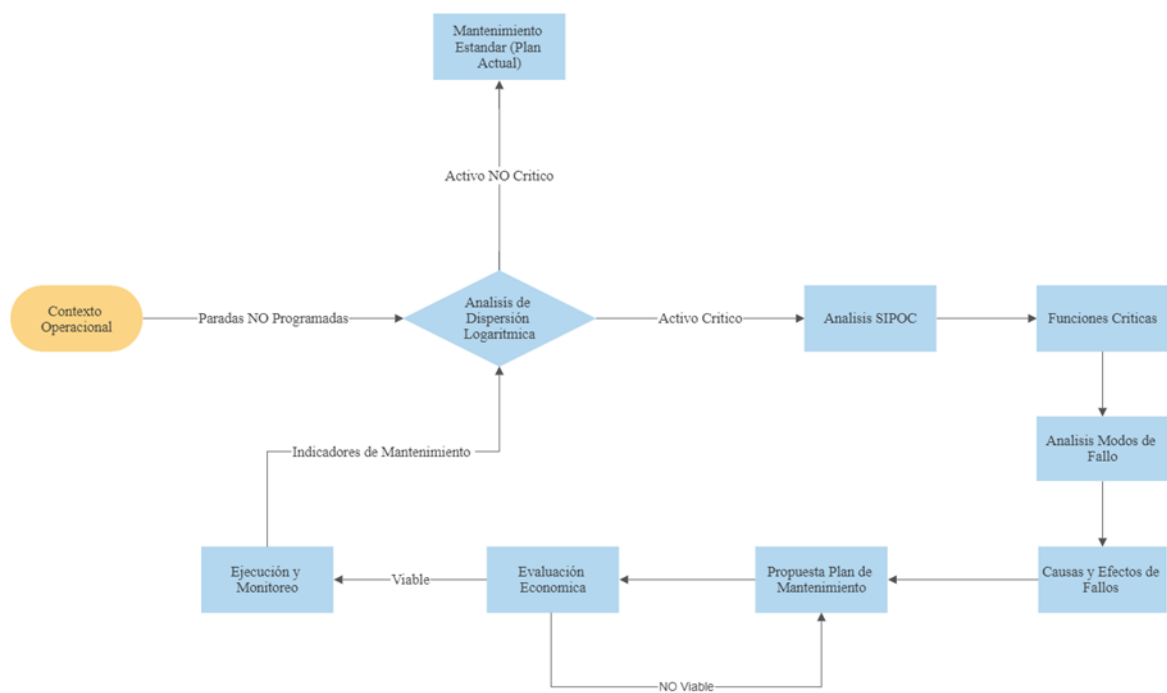


Figura 0-1: Diagrama de proceso modelo de la nueva propuesta de plan de mantenimiento.
Fuente: Elaboración Propia, Basado en Análisis de modos de falla, efectos y criticidad (AMFEC) para la planeación del mantenimiento empleando criterios de riesgo y confiabilidad. Tecnología, Ciencia, Educación, vol. 25(1), 15-26.

Iniciaremos estudiando el contexto operacional de nuestro activo para conocer de qué manera trabaja, a partir de los datos recopilados de las paradas no programadas procederemos a generar nuestro análisis de dispersión logarítmica para determinar cuáles son las fallas del equipo que requieren mayor atención y en que unidad del activo se presentan, nuestro activo al ser una activo crítico, procederá a ser analizado a través de un análisis SIPOC para determinar las funciones críticas del mismo, para así poder determinar sus modos de fallo como también las causas y los efectos que estas tendrán en seguridad, costos, operaciones y medio ambientalmente. Determinando la criticidad de cada falla en cuestión.

A partir de esto se propondrán las nuevas estrategias a emplear como contramedida a las fallas, generando el plan de mantenimiento a ejecutar en el activo. Para determinar la viabilidad del plan, se deberá realizar una evaluación económica, si se determina que el plan no es viable, se deberá proponer nuevas contramedidas, y de ser viable, se procederá a planificar la propuesta de implementación del plan de mantenimiento y su posterior monitoreo para asegurarse el cumplimiento de las tareas determinadas. Posteriormente, si se lleva a cabo la propuesta, podremos hacer nuevamente los análisis correspondiente, para evaluar los resultado respecto a cambios en las fallas del activo.

2.2.1. DATOS HISTORICOS DEL ACTIVO

A partir de la base de datos del activo se obtuvieron el historial de paradas junto con la duración, a partir de estas, se realizaron los cálculos de tiempo medio entre fallas (MTBF), el tiempo promedio de reparación (MTTR), el límite promedio de la cantidad de fallas y el límite promedio del MTTR.

Inicio Datos:		31-07-2022 8:00	
Fin Datos:		02-10-2022 8:00	

INPUT MACHINE	INPUT LINE
F350	Grupo 33

Sum of Downtime and Uptime (of Keep)		Uptime	53.719
		Total Time	60232
		Weeks as Value	8,0000000

Start Time	End Time	Machine Stop Reason	Downtime	Uptime	PDT or UPDT	Ignore?
02-08-2022 16:48:27	02-08-2022 16:49:06	Control dinámico de la mecha	0,65	18,43	UNPLANNED	Keep
02-08-2022 16:49:29	02-08-2022 16:58:51	SE ruptura mecha	9,37	0,38	UNPLANNED	Keep
02-08-2022 16:59:46	02-08-2022 17:01:35	Control dinámico de la mecha	1,82	0,92	UNPLANNED	Keep
02-08-2022 18:23:53	02-08-2022 18:26:48	Control dinámico de la mecha	2,92	80,18	UNPLANNED	Keep
02-08-2022 19:03:51	02-08-2022 19:06:58	MAX Contr.varillas filtros arr.	3,12	37,05	UNPLANNED	Keep
02-08-2022 20:37:44	02-08-2022 20:38:58	Control dinámico de la mecha	1,23	57,37	UNPLANNED	Keep
02-08-2022 21:01:21	02-08-2022 21:01:54	Control dinámico de la mecha	0,55	1,85	UNPLANNED	Keep
02-08-2022 21:07:31	02-08-2022 21:08:50	MAX Contr.varillas filtros arr.	1,32	5,62	UNPLANNED	Keep
02-08-2022 21:10:57	02-08-2022 21:12:01	SE ruptura mecha	1,07	2,12	UNPLANNED	Keep
02-08-2022 23:30:30	02-08-2022 23:31:23	Control dinámico de la mecha	0,88	18,75	UNPLANNED	Keep
03-08-2022 09:15:36	03-08-2022 09:16:45	SE ruptura mecha	1,15	15,50	UNPLANNED	Keep
03-08-2022 11:10:59	03-08-2022 11:11:36	SE ruptura mecha	0,62	1,18	UNPLANNED	Keep
03-08-2022 11:37:10	03-08-2022 11:38:05	MAX Circuito de seguridad láser abierto	0,92	25,57	UNPLANNED	Keep
03-08-2022 12:13:01	03-08-2022 12:15:46	Control dinámico de la mecha	2,75	1,65	UNPLANNED	Keep
03-08-2022 13:17:07	03-08-2022 13:19:16	MAX Contr.varillas filtros arr.	2,15	11,08	UNPLANNED	Keep
03-08-2022 13:20:42	03-08-2022 13:21:18	MAX Láser atasco en la placa de enrollamiento	0,60	1,43	UNPLANNED	Keep
03-08-2022 14:02:04	03-08-2022 14:03:59	MAX Contr.varillas filtros arr.	1,92	40,77	UNPLANNED	Keep
03-08-2022 14:17:46	03-08-2022 14:20:17	Control dinámico de la mecha	2,52	13,78	UNPLANNED	Keep
03-08-2022 15:15:54	03-08-2022 15:17:17	SE ruptura mecha	1,38	5,82	UNPLANNED	Keep
03-08-2022 15:24:25	03-08-2022 15:26:57	Control dinámico de la mecha	2,53	7,13	UNPLANNED	Keep
03-08-2022 16:45:05	03-08-2022 16:50:38	Control dinámico de la mecha	5,55	15,08	UNPLANNED	Keep
03-08-2022 16:59:46	03-08-2022 17:01:35	Control dinámico de la mecha	1,82	9,13	UNPLANNED	Keep
03-08-2022 17:06:31	03-08-2022 17:07:05	SE ruptura mecha	0,57	2,82	UNPLANNED	Keep

Figura 0-2: Data Base Activo Cigarrera Grupo 33.
Fuente: Elaboración Propia.

En la siguiente tabla se indicarán los datos a utilizar para la realización del siguiente análisis de dispersión logarítmica.

N°	Falla	N° Paradas	TTP[min]	MTBF[min]	MTTR[min]	Promedio Fallas[min]	Promedio MTTR[min]
1	SE Cargador de bobinas	44	406,05	1368,91	9,23	31,84	6,66
2	VE Cinta formadora error de configuración	1	9,68	60231,98	9,68	31,84	6,66
3	SE Control dinámico de la mecha	94	976,19	640,77	10,39	31,84	6,66
4	FPC ajuste de calidad por la desviación de la ventilación, ajuste compresion, leva rodadura y la posición del cigarrillo en leva....	1	26,65	60231,98	26,65	31,84	6,66
5	MAX atasco dispositivo girador	1	30,08	60231,98	30,08	31,84	6,66
6	MAX Atasco salida	49	79,85	1229,22	1,63	31,84	6,66
7	MAX atasco tamb. inspección	26	51,08	2316,61	1,96	31,84	6,66
8	MAX Atasco traspaso	23	80,15	2618,78	3,48	31,84	6,66
9	MAX Capota dispos. cambiador de bobinas	1	2,26	60231,98	2,26	31,84	6,66
10	MAX Circuito de seguridad láser abierto	9	11,38	6692,44	1,26	31,84	6,66
11	MAX Contr.varillas filtros aba.	3	12,04	20077,33	4,01	31,84	6,66
12	MAX Contr.varillas filtros arr.	101	350,28	596,36	3,47	31,84	6,66
13	MAX Eyección cola emboq. alta	11	20,25	5475,63	1,84	31,84	6,66
14	MAX Filtro atascado en rodillo deflector	2	12,48	30115,99	6,24	31,84	6,66
15	MAX HID Resistencia a la succión máxima	2	20,58	30115,99	10,29	31,84	6,66
16	MAX Láser atasco en la placa de enrollamiento	113	247,17	533,03	2,19	31,84	6,66
17	MAX Parada manual	25	95,86	2409,28	3,83	31,84	6,66
18	MAX Parada nivel del filtro	22	154,17	2737,82	7,01	31,84	6,66
19	MAX Parada programada máquina de enlace	152	1517,25	396,26	9,98	31,84	6,66
20	MAX Ruptura papel emboq. levanta-papel	14	129,44	4302,28	9,25	31,84	6,66
21	MAX Ruptura papel emboquillado quita-rigidez	32	138,09	1882,25	4,32	31,84	6,66
22	MAX sensor cola eyección	1	0,90	60231,98	0,90	31,84	6,66
23	MAX sensor de cola delant. encolado	5	2,86	12046,40	0,57	31,84	6,66
24	MAX sensor de cola tras. encolado	2	2,10	30115,99	1,05	31,84	6,66
25	MAX tensor bobina	2	1,02	30115,99	0,51	31,84	6,66
26	MAX Parada láser	2	6,58	30115,99	3,29	31,84	6,66
27	SE avance de cuchillas terminado	2	9,01	30115,99	4,51	31,84	6,66
28	SE Parada manual	101	691,94	596,36	6,85	31,84	6,66
29	SE Posición plancha-costura izquierda	2	1,03	30115,99	0,52	31,84	6,66
30	SE protección planchas-costura	1	1,10	60231,98	1,10	31,84	6,66
31	SE Rotura del papel entrada del formador	84	318,11	717,05	3,79	31,84	6,66
32	SE Rotura papel abajo	3	19,77	20077,33	6,59	31,84	6,66
33	SE ruptura mecha	156	465,15	386,10	2,98	31,84	6,66
34	VE Bloqueo del cilindro de paletas	1	37,42	60231,98	37,42	31,84	6,66
35	VE Extracción de venas atascada	1	4,52	60231,98	4,52	31,84	6,66
36	VE Nivel en acum. tabaco demasiado bajo	88	574,08	684,45	6,52	31,84	6,66
37	VE Tensión cinta de succión	1	6,23	60231,98	6,23	31,84	6,66

Tabla 0-1: Datos del activo para el análisis de dispersión logarítmica.
Fuente Elaboración Propia.

2.2.2. ANALISIS DE DISPERSION LOGARITMICA

En relación a los datos obtenidos, procederemos a generar el análisis de dispersión logarítmica, para lograr determinar cuáles son las fallas más frecuentes, así como las que más tiempo consumen en reparaciones.

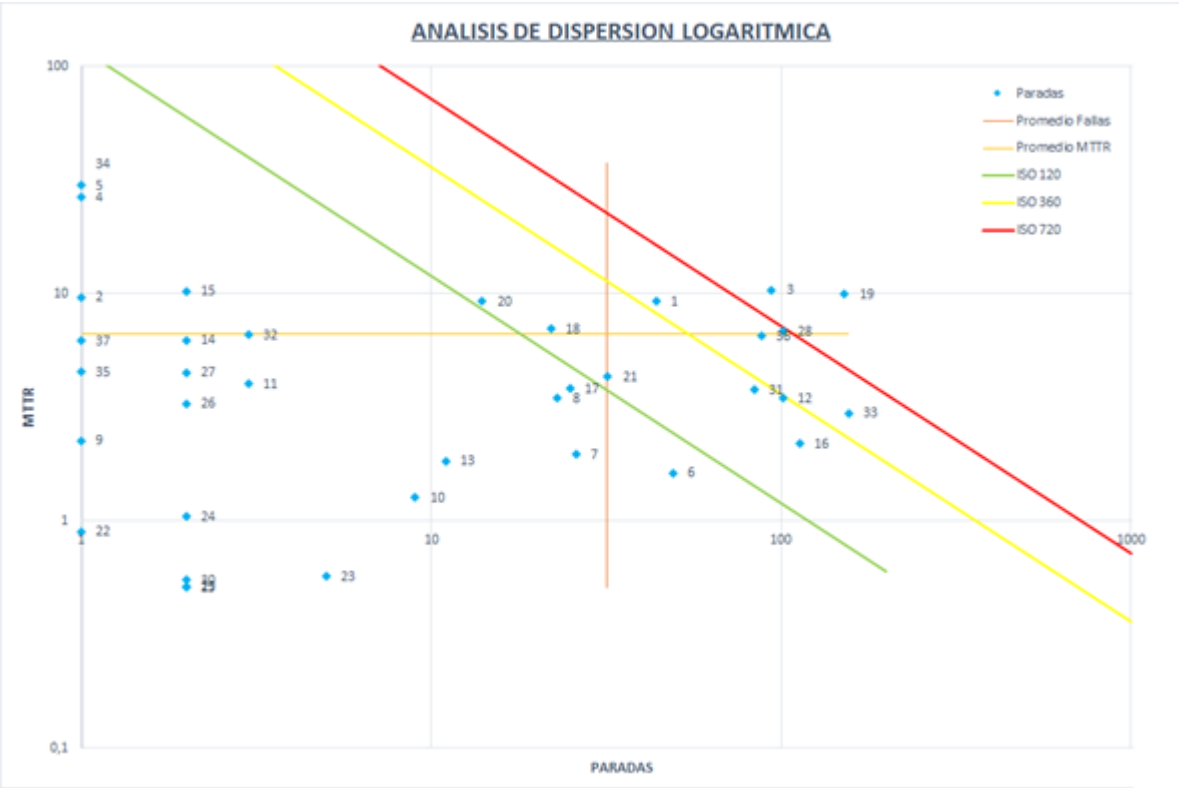


Figura 0-3: Análisis de dispersión logarítmica del activo.
Fuente: Elaboración Propia.

El grafico presenta las 37 fallas que son parte de nuestro activo, excluyendo las fallas que no son producidas por el activo como tal (empaquetado, BOB-ME).

A partir del gráfico, se puede apreciar que la gran mayoría de las paradas están dentro del área de control, por esto nos concentraremos en las paradas presentes en los cuadrantes restantes, Existen paradas que se deberán excluir ya que no son fallas como tal, sino detenciones de control automáticas o detenciones de otro equipo que produce la detención del nuestro equipo, bajo este criterio se excluirán las paradas: “MAX Parada programada máquina de enlace (19)”, “VE Nivel de acumulación de tabaco demasiado bajo (36)”, “MAX Parada manual (17)”; “SE Parada manual (28)” y “MAX Parada nivel de filtro (18)”.

Sin estos puntos en consideración, determinamos que nuestras fallas críticas son: “SE Control dinámico de la mecha (3)”, SE Cargador de bobinas (1) y “SE Ruptura mecha (33)”. Ya que estas son las fallas que mayor indisponibilidad producen en el activo tanto por su MTTR, como cantidad de eventos presentados.

2.2.3. ANALISIS SIPOC

El análisis SIPOC es una herramienta utilizada en la gestión de procesos para entender un proceso de inicio a fin, SIPOC es un acrónimo el cual representa los elementos del análisis: Suppliers (Proveedores), Inputs (Entradas), Process (Proceso), Outputs (Salidas) y Customers (Clientes).

Para nuestro activo, utilizaremos este análisis para determinar las funciones críticas, las cuales serán nuestros procesos, por la forma en la que trabaja el activo se realizará un análisis a cada una de las unidades: Unidad Distribuidora de Tabaco VE, Unidad formadora de mecha SE y Unidad Emboquilladora MAX.

SIPOC				
Unidad Distribuidora de Tabaco VE				
Suppliers	Inputs	Process	Outputs	Customers
PMD	Hebra de Tabaco	Acopio y Distribucion de tabaco a un flujo de 2,91 ± 0,16 [Kg/Min]	Columna de tabaco Tamizada	Unidad formadora de Mecha SE
Unidad Formadora de Mecha SE				
Suppliers	Inputs	Process	Outputs	Customers
Unidad Distribuidora de Tabaco VE	Columna de tabaco Tamizada	Transportar y cortar 2700 varillas dobles de cigarrillo por minuto, de 1458 ± 40 [mg] y con longitud 126 [mm].	Varillas cilindricas de tabaco	Unidad emboquilladora MAX
Bomba de Adhesivo	Adhesivo			
BOB-ME	Papel Cigarrero			
Unidad emboquilladora MAX				
Suppliers	Inputs	Process	Outputs	Customers
Unidad formadora de Mecha SE	Varillas cilindricas de tabaco	Cortar varillas dobles y emboquillar 1350 filtros, para la formacion de 5400 cigarrillos por minuto, de 731 [mg] ± 40 [mg].	Cigarrillo Emboquillado	Almacenamiento aéreo B21 - Empaquetadora
FMD	Filtros			
Bobinado	papel Boquilla			
Bomba de Adhesivo	Adhesivo			

Tabla 0-2: Análisis SIPOC del Activo.
Fuente: Elaboración Propia.

2.3.ANALISIS DE CRITICIDAD, MODOS Y EFECTOS DE FALLAS

El análisis de criticidad, modos y efectos de fallas FMECA por sus siglas en inglés, es un método muy utilizado en el mantenimiento y en la gestión de riesgos para identificar y analizar los modos potenciales de falla de un sistema, componente o activo, para determinar los riesgos que estas tendrán y las acciones que se utilizarán para prevenir la aparición de estas.

Realizaremos el análisis FMECA a través de una tabla la cual contendrá la unidad a evaluar del activo, la función crítica, sus modos de fallos, causas y efectos de estas, junto con el análisis de criticidad, el cual tendrá un valor cualitativo, que será determinado a través de una matriz de riesgo la cual nos entregará los valores a asignar a que falla según su frecuencia y severidad. Además del análisis cualitativo, también se agregará un valor cuantitativo asociado a cada falla, tanto por pérdidas por no producción, personal de mantenimiento y gastos de repuestos.

2.3.1. DEFINICIONES

Dentro del proceso productivo, debemos prevalecer que todos los elementos que componen el principio de funcionamientos se encuentren en buen estado, vale decir, componentes; mecánicos, eléctricos, electrónicos y neumáticos, de no ser el caso, podríamos presentar intermitencias durante el proceso, generando retrasos en la producción, gastos y mal utilización de los tiempos de trabajo. Dentro de estos factores podemos encontrar los siguientes ítems:

Falla de proceso cigarrera (FPC): Detención que supera los 10 minutos, no obstante, no requerirá un cambio de pieza o repuesto.

Quebraduras (BDE): Cambios de piezas o repuestos "no" planificados, vale decir, sin importar duración de la detención.

Micro detenciones: Detención que no supera los 10 minutos, de igual forma, no tiene intervención de ningún tipo, ni cambio de piezas o repuestos.

2.3.2. MATRIZ DE RIESGO

Una matriz de riesgo es una herramienta de control utilizada para evaluar y clasificar los riesgos en función de su severidad y probabilidad de ocurrir. Para nuestro análisis determinamos como primer parámetro, criterios de severidad que consideren seguridad del personal, operabilidad del activo y riesgos ambientales. Nuestro siguiente parámetro por considerar, fue la frecuencia de falla la cual determinamos a través del previo análisis de dispersión logarítmica, lo cual nos facilita la obtención de este parámetro.

A continuación, se adjunta los criterios a utilizar, como la matriz para la determinación de riesgos.

Severidad	
Rango	Descripcion
Muy Alta	Falla resulta en muerte de personal, pérdida total del activo o daño ambiental de gran escala.
Alta	Falla resulta en lesiones mayores (incapacidad parcial o permanente), se producen quebraduras dentro del activo y detencion de la produccion (detencion mayor a 4 horas) o Contaminacion ambiental mayor.
Media	Falla resulta en lesiones temporales (incapacidad mayor a 1 día), se producen fallas de proceso y detencion de la produccion (detencion entre 10 minutos a 1 hora) o contaminacion menor.
Baja	Falla resulta en lesiones menores (sin incapacidad), Se producen microdetenciones (detencion menor a 10 minutos) o contaminacion leve.
Muy Baja	Falla resulta en molestias funcionales (sin lesion), No se producen detenciones pero se presenta una baja en el rendimiento del activo, sin efecto ambiental.

Frecuencia	
Rango	Descripcion
Frecuente	Una falla cada 1[h] o menos
Ocacional	Una falla cada 10[h] o menos
Probable	Una falla cada 100[h] o menos
Poco probable	Una falla cada 1000[h] o menos
Improbable	Una falla cada 10000[h] o menos

Rangos		
Color	Criticidad	Matriz
	Critica	A1 - A2 - A3 - B1 - B2 - C1
	Riesgosa	B3 - C2 - D1
	Moderada	A4 - B4 - C4 - C3 - D2 - E1
	Aceptable	A5 - B5 - C5 - D3 - D4 - D5 - E2 - E3 - E4 - E5

Figura 0-4: Criterios análisis FMECA.
Fuente: Elaboración Propia.

Probabilidad	Frecuente	A	A5	A4	A3	A2	A1
	ocacional	B	B5	B4	B3	B2	B1
	probable	C	C5	C4	C3	C2	C1
	Poco probable	D	D5	D4	D3	D2	D1
	Improbable	E	E5	E4	E3	E2	E1
Matriz de Riesgo			5	4	3	2	1
			Muy Baja	Baja	Media	Alta	Muy Alta
			Severidad				

Figura 0-5: Matriz de riesgo.
Fuente: Elaboración Propia.

2.3.3. ANALISIS FMECA DEL ACTIVO

A partir de los criterios y las definiciones anteriormente mencionadas se llegó a la realización de las siguientes tablas de análisis para el activo Cigarrera grupo 33 PROTOS 90-ER, en un trabajo en conjunto con el equipo de mantenimiento de FMD.

Para mejor entendimiento con relación a la información presentada en ítem 2.2.1 (Datos históricos del Activo), cabe mencionar que hay 7 modos de fallos, los cuales fueron ubicados como causas de fallo, debido a que, dentro de las detenciones presentadas en el sistema, muchas de ellas tenían correlación ante otros modos de fallo, por lo que sería redundante crear un ítem de modo de fallo por una parada que podía ser agregada paralelamente a la causa propiamente tal.

A continuación, se presentará un listado explicativo de lo mencionado anteriormente, destacando que, en las modificaciones presentes, siguen siendo considerados los MTTR y el número de fallas para el análisis que se explicara más adelante (FMECA).

Modos de fallo a Causa de fallo

- SE posición plancha- costura izquierda (2.1)
- SE Ruptura papel abajo (2.2)
- MAX FPC ajuste de calidad (3.10)
- MAX capota dispositivo cambiador de bobinas (3.14)
- MAX control varillas filtro abajo (3.7)
- MAX Ruptura papel emboq. Levanta-papel (3.13)
- MAX sensor cola trasero encolado (3.4)

Descripción Unidad			Descripción Fallo					Efecto Fallo		N° Fallas	MTTR [Min]	Perdidas no Produccion [CLP/Hr]	Costos Asociados a la falla [CLP/Falla]	Riesgo Cualitativo
N°	Unidad	Funcion	Falla Funcional	N°	Modo de Fallo	causa de fallo	Prob. Fallo	Efecto de Fallo	Severidad de la Fallo					
1	Unidad distribuidora de tabaco VE	Acopio y Distribucion de tabaco a un flujo de 3,94 ± 0,16 [Kg/Min], desde PMD hacia SE	Detencion o funcionamiento fuera de los parametros.	1.1	Error cinta formadora	Tension cinta no adecuada	Poco Probable	Detencion del equipo	Baja	1	9,68	\$ 2.316.600	\$ 373.745	D4
				1.2	Atasco de Tabaco	Venas de tabaco atascadas	Poco Probable	Sobrecarga de las bombas de vacio	Baja	1	4,52	\$ 2.316.600	\$ 174.517	D4
						Mal ajuste pernos disco escretor		Holgura en el disco escretor						
				1.3	tension cinta de succion	Perdida de aire sistema neumatico piston tension defectuoso contaminacion polvillo	Poco Probable	Ruptura de Mecha Ruptura papel formador	baja	1	6,23	\$ 2.316.600	\$ 240.540	D4
				1.4	Bloqueo cilindro de paletas	Dientes del cilindro rotos	Poco Probable	Detencion del equipo	Media	1	37,42	\$ 2.316.600	\$ 1.444.786	D3
						Venas de tabaco atascadas								
						Desgaste dientes del cilindro								
TOTAL												\$ 2.233.589		

Tabla 0-3: Análisis FMECA Unidad VE.
Fuente: Elaboración Propia.

Descripcion Unidad			Descripcion Falla					Efecto Falla		N° Fallas	MTTR [Min]	Perdidas no Produccion [CLP/Hr]	Costos Asociados a la falla [CLP/Falla]	Riesgo Cualitativo
N°	Unidad	Funcion	Falla Funcional	N°	Modo de Fallo	causa de fallo	Prob. Fallo	Efecto de Fallo	Severidad de la Falla					
2	Unidad formadora de mecha SE	Transportar y cortar 2700 varillas dobles de cigarrillo por minuto, de 1460 ± 40 [mg], con longitud 106 [mm].	Detencion o funcionamiento fuera de los parametros.	2.1	Proteccion planchas de costura	Posición plancha-costura izquierda	Probable	Detencion del equipo	Baja	2	0,52	\$ 2.316.600	\$ 40.154	C4
						Tapa seguro secador de adhesivo levantada	Probable	Detencion del equipo	Baja	2	0,55	\$ 2.316.600	\$ 42.471	C4
				2.2	Rotura papel formador	Suciedad en el formdor	Probable	Varilla de tabaco defectuosa	Baja	84	6,52	\$ 2.316.600	\$ 21.145.925	C4
						Tension del papel no adecuada								
						Rotura papel abajo	Probable	Detencion del equipo	Media	3	6,59	\$ 2.316.600	\$ 763.320	C3
				2.3	Ruptura Mecha	CIL no realizado o mal hecho	Ocasional	Detencion del equipo	Baja	156	2,98	\$ 2.316.600	\$ 17.949.017	B4
						Circunferencia de la varrilla inadecuado								
				2.4	Control Dinamico de la Mecha	desalineacion planchas de costura	Probable	Detencion del equipo	Media	94	10,39	\$ 2.316.600	\$ 37.708.843	C3
						Mala Limpieza								
						Varilla no formada								
				2.5	Cargador de bobinas	Falta de Papel Cigarrero	Probable	Detencion del equipo	Baja	44	9,23	\$ 2.316.600	\$ 15.680.293	C4
						Bobina no empalmada								
				2.6	Avance de cuchillas	Suciedad y Desgaste de las cuchillas	Probable	Detencion del equipo	Baja	2	9,01	\$ 2.316.600	\$ 695.752	C4
TOTAL												\$	94.025.775	

Tabla 0-4: Análisis FMECA Unidad SE.
Fuente: Elaboración Propia.

Descripcion Unidad			Descripcion Falla					Efecto Falla		N° Fallas	MTTR [Min]	Perdidas no Produccion [CLP/Hr]	Costos Asociados a la falla [CLP/Falla]	Riesgo Cualitativo	
N°	Unidad	Funcion	Falla Funcional	N°	Modo de Fallo	causa de fallo	Prob. Fallo	Efecto de Fallo	Severidad de la Falla						
3	Unidad emboquilladora MAX	Cortar varillas dobles y emboquillar 1350 filtros, para la formacion de 5400 cigarrillos por minuto, de 731 [mg] ± 40 [mg].	Detencion o funcionamiento fuera de los parametros.	3.1	Atasco traspaso	Correas planas con desgaste, excesivo rechazo de cigarrillos.	Probable	Detencion del equipo	Baja	23	3,48	\$ 2.316.600	\$ 3.090.344	C4	
				3.2	Parada laser	Sobrecalentamiento del laser	Probable	Detencion del equipo	Baja	2	3,29	\$ 2.316.600	\$ 254.054	C4	
						Mal funcionamiento bomba refrigerante									
				3.3	Sensor cola eyeccion	Falta calibracion electronica	Poco Probable	Papel no centrado	Baja	1	0,9	\$ 2.316.600	\$ 34.749	D4	
						Error por despl. Papel boquilla (no centrado)									
				3.4	Sensor cola delantero	Desgaste en el rodillo encolador	Probable	Desgaste del rodillo encolador	Baja	5	0,57	\$ 2.316.600	\$ 110.039	C4	
						Alimentacion de adhesivo desigual	Probable	Detencion del equipo	Baja	2	1,05	\$ 2.316.600	\$ 81.081		
						sensor de cola tras. encolado									
				3.5	Resistencia a la succión maxima (calibracion marca desde pantalla)	Parametros no especificos y no corresponden a la marca actual	Probable	Deficiencia de succión	Media	2	10,29	\$ 2.316.600	\$ 794.594	C3	
				3.6	Circuito de seguridad laser abierto	Microswitch en mal estado	Probable	Detencion del equipo	Baja	9	1,26	\$ 2.316.600	\$ 437.837	C4	
						Puerta mal cerrada									
				3.7	Control varillas de filtro	Atasco de filtros, en tambor corte de filtros	Ocasional	Detencion del equipo	Baja	101	3,67	\$ 2.316.600	\$ 14.311.569	B4	
						Caída de seccion de filtros en el tambor escalonador									
						Deteccion de presencia/no presencia de segmentos de filtro									
							Contr.varillas filtros aba.	Probable	Detencion del equipo	Media	3	12,04	\$ 2.316.600	\$ 1.394.593	C3

Tabla 0-5: Análisis FMECA Unidad MAX parte 1.
Fuente: Elaboración Propia.

Descripcion Unidad			Descripcion Falla					Efecto Falla		N° Fallas	MTTR [Min]	Perdidas no Produccion [CLP/Hr]	Costos Asociados a la falla [CLP/Falla]	Riesgo Cualitativo
N°	Unidad	Funcion	Falla Funcional	N°	Modo de Fallo	causa de fallo	Prob. Fallo	Efecto de Fallo	Severidad de la Falla					
3	Unidad emboquilladora MAX	Cortar varillas dobles y emboquillar 1350 filtros, para la formacion de 5400 cigarrillos por minuto, de 731 [mg] ± 40 [mg].	Detencion o funcionamiento fuera de los parametros.	3.8	Eyeccion cola de emboquillado alta	Reiterados rechazos por eyeccion de cola Detencion directa con sensor cola eyeccion	Probable	Detencion del equipo	Baja	11	1,84	\$ 2.316.600	\$ 781.466	C4
				3.9	Filtro atascado en rodillo deflector	Filtros rotos/doblados atascados en tambor de corte	Probable	Detencion del equipo	Baja	2	6,24	\$ 2.316.600	\$ 481.853	C4
				3.10	Atasco dispositivo girador	Paletas saturadas de polvillo	Poco Probable	Bajo rendimiento	Media	1	30,08	\$ 2.316.600	\$ 1.161.389	D3
						Perdida de succion								
				3.10	Atasco dispositivo girador	FPC ajuste de calidad, Cambio de las correas de leva de rodadura	Poco Probable	Detencion del equipo	Media	1	26,65	\$ 2.316.600	\$ 1.028.957	D3
						3.11	Atasco salida	desgaste cuchullo circular final	Probable	Desgaste cuchillo	Baja	49	1,63	\$ 2.316.600
				desgaste cuchillo circular seccion de tabaco										
				3.12	Atasco placa de enrollamiento	tambor enrollador sucio	Ocasional	Detencion del equipo	Baja	113	2,39	\$ 2.316.600	\$ 10.427.403	B4
						filtro rodillo de succion sucio								
				3.13	Ruptura Papel boquilla	Ruptura papel emboq. levanta-papel	Probable	Detencion del equipo	Baja	14	9,25	\$ 2.316.600	\$ 4.999.995	C4
						Gomero y rascadores sucios	Probable	Detencion del equipo	Baja	32	4,32	\$ 2.316.600	\$ 5.337.446	C4
				3.14	Tension bobina	MAX Capota dispos. cambiador de bobinas	Poco Probable	Detencion del equipo	Baja	1	2,26	\$ 2.316.600	\$ 87.259	D4
						tension papel boquilla no adecuado	Probable	Detencion del equipo	Baja	2	0,51	\$ 2.316.600	\$ 39.382	C4
				3.15	Atasco tambor inpeccion	conjunto rodillo oscilador sucio	Probable	Detencion del equipo	Baja	26	1,63	\$ 2.316.600	\$ 1.636.292	C4
TOTAL												\$	49.574.082	

Tabla 0-6: Análisis FMECA Unidad MAX parte 2.
Fuente: Elaboración Propia.

CAPITULO 3:
EVALUACION DE LA PROPUESTA

EVALUACION DE LA PROPUESTA

Para considerar como exitosa nuestra propuesta de mejora al plan de mantenimiento, debemos cumplir con la reducción de las fallas asociadas a cada modo de fallo, como también el tiempo de no producción al presentarse una falla con el fin de lograr la reducción de costos.

Por ende, en esta evaluación compararemos los beneficios estimados de ser llevado a cabo la propuesta, con los gastos actuales del activo, para determinar la viabilidad de esta.

3.1. DEFICIENCIAS DEL PLAN DE MANTENIMIENTO ACTUAL

El plan de mantenimiento actual se basa en primera instancia del CIL (limpieza, inspección y lubricación). El cual es realizado por el operario al momento de iniciar su turno. Se han presentado instancias que el operario no realiza esta operación lo cual aumenta la probabilidad de tener fallas durante el funcionamiento del activo.

Los mantenimientos programados del activo (reemplazos, limpiezas e inspecciones no realizables por el operario) son realizadas en base a las horas de funcionamiento del activo, el problema es que estas mantenciones son realizadas a partir de estimaciones de otros activos similares en la planta, los cuales no necesariamente poseen los mismos componentes, lo cual hace posible que fallas se presenten antes de ser llevado a cabo el mantenimiento, produciéndose instancias donde no se cuenta con stock de repuestos en la bodega de mantenimiento o también repuestos que permanecen meses en bodega sin ser utilizados.

El actual sistema de recolección de datos almacena los datos de paradas programadas y no programadas, de estas últimas no agrupa las detenciones propias del activo, sino que proporciona una lista completa de detenciones sin clasificación, no identificando si la falla fue una quebradura, falla de proceso o simplemente una micro detención, produciendo que deba realizarse un filtrado de las fallas lo cual provoca que se dificulte la realización del análisis de datos.

3.2. COSTOS ESTIMADOS POR FALLA

Para determinar los costos asociados a las fallas, se debe considerar los factores que influyen en ella, estos costos dependerán tanto del tiempo fuera de servicio del activo, repuestos, personal, entre otros, y el análisis FMECA nos permitirá estimar los costos a través de los siguientes factores:

- Costos por no producción: nuestro activo produce 5400 [cig/min], los cuales, tienen un valor de producción de \$7,15 [CLP] por unidad, una hora de no producción se traduce en pérdidas de \$2.316.600 [CLP].
- Costos por quebraduras: las fallas que se producen por quebraduras implican la necesidad de un repuesto para su reparación, de los cuales se cuenta con el valor de estos y se solicitaran a bodega al momento de la falla.
- Costos de Personal: las fallas que requieran intervención del personal de mantenimiento implicaran un costo mayor por mano de obra y horas hombre requeridas.

3.3. FALLAS CON MAYOR COSTO ASOCIADO

Dentro del análisis presentado anteriormente, se destacan 5 grandes fallas con mayor costo asociado, siendo estas:

- SE/ Control dinámico de la mecha (26,7%)
- SE/ Rotura Papel formador (15%)
- SE/ Ruptura de Mecha (12,7%)
- SE/ Cargador de bobinas (11,1%)
- MAX/ Control de varillas de filtro (9,6%)

Abarcando en su totalidad un 75,16% del total de costos por fallas. Aquellas son fallas y detenciones que generan una pérdida en producción, cuantificada en 148.274 cigarrillos en total, lográndose denotar que la unidad más crítica sería el subsistema SE.

Unidad	Falla	Costos Asociados
SE	Control Dinamico de la Mecha	\$ 37.708.843
SE	Rotura Papel Formador	\$ 21.145.925
SE	Ruptura Mecha	\$ 17.949.017
SE	Cargador de bobinas	\$ 15.680.293
MAX	Control varillas de Filtro	\$ 13.531.647

Tabla 0-1: Fallas con el mayor costo asociado.
Fuente: Elaboración Propia.

3.4.POLITICA DEL NUEVO PLAN DE MANTENIMIENTO

Las "Políticas de Mantenimiento" se basan en estrategias y procedimientos diseñados para el correcto mantenimiento, funcionamiento y conservación de activos físicos en una organización. Uno de sus objetivos principales es maximizar la eficiencia operativa y prolongar la vida útil de los activos, intentando reducir los tiempos de inactividad y las intervenciones correctivas. A continuación, se presenta la siguiente descripción:

- **Plan de mantenimiento:** Se establece una pauta calendarizada que detalla las actividades de mantenimiento preventivo para cada unidad del activo
Esto puede incluir inspección, limpieza, reajuste, reemplazo y revisión.
- **Capacitación:** Proporcionar capacitación continua al personal de mantenimiento para que estén actualizados en las mejores prácticas y tecnologías. Brindando la oportunidad de crecimiento laboral, dando estudios a operador, soporte y mecánico.
- **Responsabilidades:** Se definen las responsabilidades de cada miembro de equipo en el proceso de mantenimiento, incluyendo operador, soporte y mecánico.
- **Gestión de repuestos:** Mantener un inventario adecuado de piezas de repuesto para facilitar la reparación rápida del activo y minimizar los tiempos de inactividad.
- **Registro y seguimiento:** Mantener registros detallados de todas las actividades de mantenimiento realizadas, incluyendo fechas, responsable, repuestos, presupuesto y resultados.

Al implementar una política de mantenimiento, podemos obtener beneficios, tales como; reducción de costos, aumentar la disponibilidad de los activos, mejorar el manejo el de los recursos, obteniendo como resultados una mejora en la producción y en la calidad de los productos.

3.4.1. ACCIONES

A continuación, se describirán las acciones a ejecutar dentro una visión en un mantenimiento preventivo, siendo estas acciones, una herramienta que nos permite dar una evaluación del estado del equipo, de modo de identificar cualquier daño o anomalía presente en el principio de funcionamiento del activo, previniendo a través de una inspección o revisión, la detección de problemas potenciales en etapas tempranas, evitando la detención del equipo.

De igual manera, medidas preventivas y auxiliares, como lo es la limpieza, reajuste y cambio de los componentes asociados, donde se potencia la prevención del estado del equipo, con el objetivo principal de reducir, fallas de proceso (FPC), micro detenciones, quebraduras y en conjunto la baja en la producción del activo.

3.4.1.1. INSPECCIÓN

Inspección Visual General:

El objetivo principal en una inspección es detallar e identificar signos visibles de desgaste, daño en las superficies o en algún componente, abarcando fugas o filtraciones de los componentes mecánicos asociados.

Inspección de Lubricación

Verificar a través de la inspección, que los elementos específicos, cuenten con la lubricación o engrase correspondiente, para evitar la fricción o desgaste, prolongando la vida útil de los componentes y la reducción de costos asociados por repuestos.

Inspección Componentes Mecánicos

A través de esta inspección, se tiene como objetivo al igual que en los puntos anteriores, la identificación de posibles signos de desgaste o daño de elementos, debido a no contar con lubricación-engrase adecuados, limpieza o respectiva revisión. No obstante, de ser necesario, se debe desmontar y dar mantenimiento correspondiente, la que puede ser en terreno o en un área específica (subconjunto) para ser inspeccionadas en mayor detalle o de requerir alguna prueba de funcionamiento.

3.4.1.2. REVISIÓN

En una revisión, se tiene como objetivo, el identificar, detectar y localizar a tiempo problemas potenciales. Evaluando acciones de mantenimiento del tipo preventivo, dando revisión a componentes mecánicos (rodamientos, cojinetes, bandas, sistemas de transmisión, rodillos, entre otros) o elementos propiamente tal del equipo.

En comparativa, la inspección se enfoca en una observación visual y de carácter superficial, tiende a tener una frecuencia de periodicidad diaria y regular, llevando un monitoreo constante. En cambio, la revisión se centra, en una evaluación más profunda de los componentes del equipo (vibraciones, ruidos, holguras entre otros), su frecuencia es menor, debido a que requieren más tiempo y recursos. De modo de, detectar a tiempo y lograr la toma de decisiones, En comparativa, una revisión es más detallada que una inspección visual,

debido a que implica mayor análisis, y de requerir, la utilización de herramientas técnicas y de medición. De igual forma comparten similitudes, ya que ambas comparten objetivos semejantes.

3.4.1.3. LIMPIEZA

El concepto, hace referencia al proceso de limpieza en el área del mantenimiento, esto se basa en la supresión de elementos contaminantes, como lo son; el polvo, grasa, líquidos y residuos contaminantes. El ejecutar esta acción, nos permite mantener un entorno de trabajo seguro, la prevención de problemas de funcionamiento y a largo plazo, prolongar la vida útil de nuestras maquinarias. A continuación, se describirán algunas actividades correspondientes:

- Aspirado.
- Soplado.
- Cepillado.
- Barrido.

3.4.1.4. REAJUSTE

A través del reajuste, podemos realizar modificaciones o ajustes propiamente tal del sistema, con el fin de restaurar el funcionamiento óptimo. Generalmente se debe hacer un reajuste cuando se tienen desgastes naturales o provocados por las condiciones de trabajo. Dentro de estos reajustes, podemos encontrar:

- Calibración.
- Alineación (Ajuste debido a vibraciones o cargas).
- Lubricación.
- Ajuste de componentes.
- Corrección de parámetros de control (sensores).

3.4.1.5. CAMBIO

Se hace referencia a la acción de ejecutar la sustitución de piezas o componentes mecánicos de un equipo, las cuales han sufrido desgaste, daños o, en consecuencia, generan un daño o detención al principio de funcionamiento. Para ejecutar el reemplazo de una pieza, se debe como primera instancia, utilizar la inspección del tipo visual, paralelamente a una pauta o sugerencia de cambio (catálogo o manual), dentro de estos cambios, podemos encontrar; Cambio de Insertos, sellos, rodamientos, juntas, rodillos o algún otro componente del activo. El contar con cambios de piezas mecánicas, se vuelve de carácter esencial en un correcto mantenimiento, de modo de, garantizar la confiabilidad y vida útil del activo.

3.4.2. RESPONSABLES

3.4.2.1. Operador

Profesional capacitado en las actividades de operación y control del equipo. De tal forma, de llevar a cabo las instrucciones de producción en la fabricación de los productos (maquina cigarrera o empaquetado). Responsable de la supervisión del correcto principio de funcionamiento, limpieza, y primeros mantenimientos. Dentro de estas actividades podemos encontrar:

- Preparación y Ajuste de Parámetros
- Monitoreo (operación y monitorización constante del funcionamiento)
- Identificación de Problemas
- Registro de Producción (datos)
- Cumplimiento medidas de Seguridad

3.4.2.2. Soporte

Se hace referencia a un mecánico, catalogado como mecánico de soporte, el cual brinda asistencia y reparación a los equipos que sean solicitados, dentro de sus funciones, está la solución a problemas técnicos, lo que abarca desde una inspección visual general hasta un cambio o reajuste de una pieza o elemento mecánico. De igual forma, el soporte debe cumplir con conocimientos técnicos, prácticos y de especialización, siendo capacitado por la misma empresa (en específico la célula a la cual pertenece), con módulos relacionados a las fallas o detenciones frecuentes por los equipos, de igual forma, buenas prácticas de trabajo. A continuación, se detallarán funciones del soporte:

- Identificación de diagnóstico de problemas (causa raíz)
- Ejecución de planificación asociada al equipo
- Reparación y asistencia (cambio de repuestos)
- Calibración y Parámetros
- Centralizado en la mejora continua
- Revisión y manejo de documentación (registros, pautas, repuestos).
- Cumplimiento de medidas de Seguridad

3.4.2.3. Subconjunto

Se define como mecánico de subconjunto a un profesional del área mecánica, especializado en el área de mantención que, dentro del departamento ha obtenido mayor grado, tanto por su experiencia o por estudios especializados, suelen ser mecánicos senior o mecánicos que obtuvieron mayor grado en su evaluación de desempeño. Sus actividades son de mayor responsabilidad y son llamados en situaciones de carácter crítico (mantenimiento

correctivo) o según la pauta de planificación del activo (mantenimiento preventivo), acudiendo a secciones del equipo que han sido catalogados como “subconjuntos” (ventilador de soplado, succión, bomba de adhesivo, transferidor de cig, entre otros). El profesional, se encuentra localizado en un departamento también llamado Subconjunto y esta área existe debido a que las piezas de mayor costo, funcionamiento o de carácter esencial, deben tener un remplazo de manera inmediata ante un desperfecto o cambio. Al igual que los mecánicos de soporte, deben cumplir a cabalidad las actividades y normativas. A continuación, se describirían alguna de sus funciones:

- Interpretación de planos (diagramas, catálogos y piezas).
- Ensamblaje de Subconjuntos (respecto a pauta).
- Ajustes específicos
- Revisión estado de funcionamiento de las partes montadas o retiradas.
- Revisión y manejo de documentación (registros, pautas, repuestos y fechas de entrega).
- Cumplimiento de medidas de Seguridad.

No obstante, el profesional trabaja en conjunto con información proporcionada por el operador, y en conjunto con soporte, ingenieros, producción y personas relacionadas a lo que conlleva una intervención a los equipos.

3.4.3. TIEMPOS DE INTERVENCION

Dentro del área del mantenimiento, tenemos varios factores que nos complementan para llevar acabo un correcto funcionamiento de los equipos, en ellos encontramos actividades como las mencionadas anteriormente (cambio de piezas, limpieza, reajustes, etc.), sin embargo, otro factor importante, es contar con un equipo de trabajo correctamente capacitado para acudir y dar solución a los problemas presentes a diario en los equipos, como lo son las áreas de soporte, subconjunto, jefes de célula (Cell manager), y Shift Leader (Jefe de Turno), que dan reparación en terreno, así mismo gestionan las actividades, repuestos y pautas de mantenimiento entre otras. En relación con estos temas, encontramos los tiempos de intervención, los cuales nos refieren a periodos según frecuencias (500h, 1000h, 1500h, etc.), para dar mantenimiento a los equipos, y uno de sus objetivos principales es asegurar un óptimo funcionamiento, rendimiento, y prevención de fallas.

En esta propuesta, se utilizaron tres factores para definir un tiempo correcto de intervención:

- Recomendación del Fabricante / Manuales.
- Pauta de mantenimiento antigua.
- Experiencia mecánicos Senior.

En referencia a esa información, en primera instancia, se hizo la identificación del activo a través de una inspección visual del principio de funcionamiento, evaluando las unidades que componen la cigarrera grupo 33, siendo VE, SE y MAX. Para luego dar revisión a la pauta de mantenimiento antigua.

Dentro de esta pauta, se pudo encontrar varios errores e incongruencias, debido a que no estaba actualizada desde hace años atrás, en esta pauta, no se consideraba ítems importantes, como lo son, duración de la actividad, responsables, cantidad de personas a intervenir, repuesto y actividades propiamente tal del equipo, de igual manera, las frecuencias de cambio registradas no correspondían a las verdaderas de intervención del activo, por lo cual no eran referenciales a la ejecución de actividades.

Lo que al momento de ocurrir una detención o falla en el equipo no contaban con repuestos asociados en bodega (rodamientos, correas, púas, cintas, etc.), lo que atrasaba la puesta en marcha del activo, no obstante, se debían intervenir otros equipos cigarreros para obtener repuestos de manera urgente (piezas de subconjunto u otra específicas), ocurriendo en más de una ocasión. Esto sucedía debido a que la cigarrera grupo 33, al ser mayoritariamente de componentes electrónicos tenía repuestos característicos, que muy pocas veces compartía con el resto de las máquinas, lo que lo volvía “crítico” y motivo principal, por el cual se solicita dar solución a través de una nueva pauta de mantenimiento acorde a las necesidades, repuestos, actividades reales y fundamentales del equipo en sus condiciones actuales de funcionamiento.

Una vez evaluado estos factores de trabajo, se hace un levantamiento de recopilación de información correspondiente a catálogos, manuales y recomendaciones del fabricante, acompañado de la experiencia de operadores especializados en la máquina, como de mecánicos senior y mecánicos de soporte, de igual forma, del área de subconjunto, que cuentan con más de 30 años de experiencia con formación tanto en equipos como capacitaciones en el área modular de la célula, donde se les enseña cómo resolver y gestionar los problemas presentes en el piso (área de máquinas en el área secundario SMD).

Como primera medida de ejecución, se decide trabajar en base a el sistema de gestión implementado en la fábrica, correspondiente a los *“puntos de transformación” (PT)*, los cuales dividen y seccionan los tres subsistemas correspondientes al activo cigarrera. Cabe destacar que un punto de *transformación ocurre cuando un objeto cambia intencionalmente cualquiera de sus características físicas o químicas, se ensambla o desensambla de otro objeto*, u se organiza para otra operación.

A través de este sistema, se lograron encontrar 70 puntos de transformación, los cuales trabajaremos 64, a solicitud del área gerencial de la empresa, como herramientas para la formación de la pauta a proponer.

A continuación, se mostrarán los PT correspondientes:

N°	PUNTOS DE TRANSFORMACION	UNIDAD	N°	PUNTOS DE TRANSFORMACION	UNIDAD
1	CHAPAleta DE CIERRE	VE	24	TAMBOR CORTE CIGARILLOS DOBLES	MAX
2	RODILLO DOSIFICADOR		25	TAMBOR DISTANCIADOR	
3	TRANSPORTADOR ASCENDENTE		26	TAMBOR DE INSErCION	
4	IMAN EXTRACCION DE PARTICULAS		27	TAMBOR DE DISCOS OSCILANTES	
5	REGLETA REPARTIDORA		28	TAMBOR MULTIROLL	
6	CILINDRO DE AGUJAS		29	PLACA DE ENROLLAMIENTO	
7	RODILLO BATIDOR		30	TAMBOR PERFORADOR	
8	VENTILADOR DE SOPLADO		31	LEVA DE RODADURA	
9	VENTILADOR DE SUCCIÓN		32	CABEZAL DIVISOR DE RAYOS	
10	CANAL DE TOBERAS NEUMATICA		33	TAMBOR CORTE FINAL	
11	SEPARADOR PRIMARIO		34	TAMBOR VOLVEDOR	
12	SEPARADOR SECUNDARIO		35	TAMBOR DE EXPULSION	
13	RUEDA CELULAR		36	APILADOR DE CIGARILLOS	
14	DISCOS ECRETORES		52	RODILLO DESACELERADOR	
15	GUIA MECHA		53	RODILLO ACELERADOR	
16	FORMACIÓN DE VARILLA GUIA MOVIL	SE	54	CASETERA RECEPTORA	
17	PUNTERA DE ADHESIVO		55	TAMBOR DE CORTE FILTRO	
18	PLANCHAS CALEFACTORAS		56	DISPOSITIVO CORTADOR DE FILTROS	
19	CORTADOR DE MECHA		57	TAMBOR ESCALONADOR	
20	PLATO CORTADOR		58	TAMBOR ALINEADOR	
21	RIEL PRISMA		60	TAMBOR ACELERADOR	
22	TRANSFERIDOR DE CIGARILLOS		60	EMPALMADOR PAPEL BOQUILLA	
23	TAMBOR RECEPTOR		61	RODILLO DE TIRAJE PAPEL BOQUILLA	
43	CABEZAL DE ENTRADA		62	ALISADOR	
44	CABEZAL DE SALIDA		63	RODILLO ENCOLADOR	
45	RODILLO DE TIRAJE 1		64	RODILLO APLICADOR	
46	COMPENSADOR		65	RODILLOS PALANCA LEVANTAMIENTO	
47	RODILLO DE TIRAJE 2		66	CONJUNTO OSCILADOR	
48	BOMBA DE TINTA		67	PREPLACA	
49	RODILLO DE IMPRENTA		68	RODILLO DE SUCCIÓN	
50	CUÑO		69	PORTA CUCHILLOS	
51	BOMBA DE ADHESIVO		70	BOMBA ADHESIVO	

Tabla 0-2: Puntos de Transformación del activo.
Fuente: Elaboración Propia.

3.5.PLAN DE MANTENIMIENTO APLICADO A MODOS DE FALLO DE LAS UNIDADES SE – VE - MAX

Dicho lo anterior, se dio disposición para generar un análisis que nos permitirá visualizar las fallas y su acción de contramedida, identificando los responsables, su frecuencia de mantención y la duración de la tarea, la cual nos permitirá tener mayor control sobre las acciones a ejecutar en las diferentes unidades, optimizando los tiempos de trabajo e insumos, debido a que se menciona la cantidad de repuestos que utilizaran para cada sección y su respectivo costo, no obstante, para mayor entendimiento del sistema interno de trabajo, se

anexaron los diferentes “TAO’s”, que permiten el rastreo del repuesto, su ubicación y si se encuentra stock en el país o en otras fábricas, de modo de ser solicitado, y este pueda ser traído a la fábrica siendo almacenado en bodega.

Con relación a los costos presentados en la tabla, el primer costo de “CLP/Hora de intervención”, corresponde al valor de las perdidas por no producción del equipo, mientras que más adelante en el segundo ítem de costos, que seria, “costo total de mantención”, hace referencia a la duración de la intervención multiplicado por las pérdidas de producción, más los repuestos asociados a la actividad, lo que nos permite saber el costo total de la intervención. Mientras que el ultimo ítem de costos, hace referencia a la proyección de costos asociadas a la frecuencia de cambio de la actividad, vale decir, si trabajamos una de las tareas mencionadas, con una actividad asociada a un cambio de repuesto a las 3.000 [hrs], con un valor hora de intervención, de \$579.150, su cambio se ejecutaría solo dos veces al año, lo que nos da como resultado de proyección, un monto de \$1.158.300 pesos como valor total de la acción.

Otro punto importante, es que dentro de estos costos, no están asociados valores de HH, debido a que por políticas de empresa, no se ejecutan horas extras de trabajo a menos que sea solicitado como caso especial, esto porque la modalidad de trabajo en fabrica es de 24/5, lo que significa que la maquina es operada 24 [hrs] por 5 días a la semana en una modalidad de turno rotativo de 3 equipos de trabajo (turno día, tarde y noche), lo que no nos proporciona un costo adicional a la pauta, ya que los mecánicos y soporte cumplen sus funciones y las actividades estipuladas, dentro de su horario de trabajo, según corresponda.

Unidad	Funcion	Falla Funcional	N°	Falla	Accion	Responsable	N° de personas	Frecuencia de intervencion	Duracion Intervencion [hrs]	Costo [CLP/HORA] Intervencion	REPUESTO	TAO	Valor Repuesto	CANT.	Costo Total Mantencion	Valor Anual Mantencion	
Unidad distribuidora de tabaco VE	Acopio y Distribucion de tabaco a un flujo de 3,94 ± 0,16 [Kg/Min], desde PMD hacia SE	Detencion	1.1	Error cinta formadora	Inspeccion de Ejes - Chavetas - Cilindro neumatico de accionamiento	operario	1	3000	0,25	\$ 2.316.600	N/A	N/A	N/A	N/A	\$ 579.150	\$ 1.158.300	
					Cambiar Cilindro neumatico de tension de la cinta de nylon	mecanico	1	12000	0,3	\$ 2.316.600	Cilindro N° 8288828-000-00 (DSNU 25 160)	80008993	\$ 51.424	1	\$ 746.404	\$ 373.202	
			1.2	Atasco de Tabaco	Inspeccion general y limpieza de partes moviles	operario	1	3000	0,25	\$ 2.316.600	N/A	N/A	N/A	N/A	\$ 579.150	\$ 1.158.300	
					Reajustar pernos del disco escretor y parametros de forma de la columna de tabaco	subconjunto	1	5600	0,25	\$ 2.316.600	N/A	N/A	N/A	N/A	\$ 579.150	\$ 620.518	
			1.3	tension cinta de succion	Inspeccion y limpieza del cilindro neumatico por posible contaminacion con polvillo	operario	1	3000	0,2	\$ 2.316.600	N/A	N/A	N/A	N/A	\$ 463.320	\$ 926.640	
					Cambiar fuelle del cilindro neumatico	mecanico	1	6000	0,5	\$ 2.316.600	GuardaPolvo (1025/1101)	80007375	\$ 6.424	2	\$ 1.171.148	\$ 1.171.148	
				1.4	Bloqueo cilindro de paletas	Inspeccion del desgaste de los dientes del cilindro y estado de los rodamientos	soporte	1	3000	0,2	\$ 2.316.600	N/A	N/A	N/A	N/A	\$ 463.320	\$ 926.640
						Cambiar rodamientos del cilindro de paletas	mecanico	1	12000	1	\$ 2.316.600	Rodamientos 6005 2RS	80000549	\$ 2.707	2	\$ 2.322.014	\$ 1.161.007
						Cambiar dientes del cilindro de paletas	mecanico	1	12000	0,5	\$ 2.316.600	Dientes cilindro	89505882	\$ 27.918	6	\$ 1.325.808	\$ 662.904

Unidad	Funcion	Falla Funcional	N°	Falla	Accion	Responsable	N° de personas	Frecuencia de intervencion	Duracion Intervencion [hrs]	Costo [CLP/HORA] Intervencion	REPUESTO	TAO	Valor Repuesto	CANT.	Costo Total Mantencion	Valor Anual Mantencion			
Unidad formadora de mecha SE	Transportar y cortar 2700 varillas dobles de cigarrillo por minuto, de 1460 ± 40 [mg], con longitud 106 [mm].	Detencion	2.1	Proteccion planchas de costura	Inspeccion de estado rieles de calefaccion	OPERARIO	1	6000	0,25	\$ 2.316.600	N/A	N/A	N/A	N/A	\$ 579.150	\$ 579.150			
					cambio riel de calefaccion	SOPORTE	1	12000	1	\$ 2.316.600	RIEL - 4304393 000 01	89505629	\$2.961.442	2	\$ 2.316.600	\$ 1.158.300			
					cambio sistema de accionamineto de planchas de costura	SOPORTE	1	12000	1	\$ 2.316.600	PISTON - 1659872 000 00 NB 2252	89529322	\$210.799	2	\$ 2.316.600	\$ 1.158.300			
			2.2	Rotura papel formador	revision y limpieza de la guia movil, remover polvillo y hebras de la guia.	OPERARIO	1	500	0,5	\$ 2.316.600	N/A	N/A	N/A	N/A	\$ 1.158.300	\$ 13.899.600			
					inspeccion de los raspadores	SOPORTE	1	1500	0,5	\$ 2.316.600	N/A	N/A	N/A	N/A	\$ 1.158.300	\$ 4.633.200			
			2.3	Ruptura Mecha	Inspeccion rodillo de ceramica	SOPORTE	1				N/A	N/A	N/A	N/A					
					inspeccion pasadores de tungsteno	SOPORTE	1				N/A	N/A	N/A	N/A					
					cambio raspadores	MECANICO	1	6000	1,5	\$ 2.316.600	Raspador 80003149	80003149	\$ 5.606	3	\$ 3.474.900	\$ 3.474.900			
					cambio rodillos de ceranica	MECANICO	1				Raspador 89611024	89611024	\$ 23.449	2					
					cambio de los insertos de tungtено	MECANICO	1				Rodillo N°610060000	80003086	\$ 9.585	38					
			2.4	Control dinamico de la mecha	Inspeccion pasadores de tungsteno	SOPORTE	1	12000	0,3	\$ 2.316.600	CONJUNTO INSERTO	89665948	\$ 1.909.628	2	\$ 694.980	\$ 347.490			
					Limpieza y Revision de estado del riel prisma (alineacion)	SOPORTE	1				500	0,1	\$ 2.316.600	N/A	N/A	N/A	N/A	\$ 231.660	\$ 2.779.920
					limpieza de paletas del dispositivo transferidor	SOPORTE	1				500	0,5	\$ 2.316.600	N/A	N/A	N/A	N/A	\$ 1.158.300	\$ 13.899.600
					limpieza del ventilador tangencial	SOPORTE	1	1000	1,5	\$ 2.316.600	N/A	N/A	N/A	N/A	\$ 3.474.900	\$ 20.849.400			
					inspeccion giro del motor	SOPORTE	1				N/A	N/A	N/A	N/A					
					Inspeccion interior de los brazos del dispositivo trasferidor	SOPORTE	1	3000	1	\$ 2.316.600	N/A	N/A	N/A	N/A	\$ 2.316.600	\$ 4.633.200			
					Inspeccion del dispositivo transferidor	subconjunto	2	5600	3	\$ 2.316.600	N/A	N/A	N/A	N/A	\$ 6.949.800	\$ 7.446.214			
					Reajuste posicion cinta cigarrera	MECANICO	1	6000	0,2	\$ 2.316.600	N/A	N/A	N/A	N/A	\$ 463.320	\$ 463.320			
					inspeccion rodillos derecho e izquierdo base tubo	MECANICO	1	6000	0,3	\$ 2.316.600	N/A	N/A	N/A	N/A	\$ 694.980	\$ 694.980			
					inspeccion estado de rodamientos	MECANICO	1				N/A	N/A	N/A	N/A					
					Cambio de rodamientos rodillos derecho e izquierdo	MECANICO	1	12000	1	\$ 2.316.600	Rod. 6003-2Z	80008523	\$ 1.749	4	\$ 2.316.600	\$ 1.158.300			
					inspeccion nivel de glicerina bomba PVA	OPERARIO	1	1000	0,1	\$ 2.316.600	N/A	N/A	N/A	N/A	\$ 231.660	\$ 1.389.960			
					Revisión estado bomba PVA	subconjunto	1	2400	2	\$ 2.316.600	N/A	N/A	N/A	N/A	\$ 4.633.200	\$ 11.583.000			
					Cambio boquilla PVA	subconjunto	1				\$ 2.316.600	N/A	N/A	N/A			N/A		
			2.5	Cargador de bobinas	inspeccion diametro de la bobina	OPERARIO	1	N/A	N/A	\$ 2.316.600	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A			
					revision sistema de empalme	OPERARIO	1	N/A	N/A	\$ 2.316.600	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A			
																TOTAL	\$ 90.148.834		

Tabla 0-3: Plan de mantenimiento nuevo, unidades VE - SE.
Fuente: Elaboración Propia.

unidad	Funcion	Falla Funcional	N°	Modo de Fallo	Accion	Responsable	N° de personas	Frecuencia de intervencion	Duracion Intervencion [hrs]	Costo [CLP/HORA] Intervencion	REPUESTO	TAO	Valor Repuesto	CANT.	Costo Total Mantencion	Valor Anual Mantencion
Unidad emboquilladora MAX	Cortar varillas dobles y emboquillar 1350 filtros, para la formacion de 5400 cigarrillos por minuto, de 731 [mg] ± 40 [mg].	Detencion	3.1	Atasco traspaso	Retirar tambor para limpieza (relacion directo a atasco tambor de inspección)	OPERARIO	1	500	0,6	\$ 2.316.600	N/A	N/A	N/A	N/A	\$ 1.389.960	\$ 16.679.520
			3.2	Parada laser	Inspeccion y limpieza del cabezal divisor laser	SOPORTE	1	500	0,6	\$ 2.316.600	N/A	N/A	N/A	N/A	\$ 1.389.960	\$ 16.679.520
			3.3	Sensor cola eyeccion	Inspeccion estado sensor cola de eyeccion	OPERARIO	1	1000	0,2	\$ 2.316.600	N/A	N/A	N/A	N/A	\$ 463.320	\$ 2.779.920
					Limpieza sensor cola de eyeccion (Soplado)	OPERARIO	1	500	0,1	\$ 2.316.600	N/A	N/A	N/A	N/A	\$ 231.660	\$ 2.779.920
			3.4	Sensor cola delantero	Inspeccion estado sensor cola delantero	OPERARIO	1	500	0,2	\$ 2.316.600	N/A	N/A	N/A	N/A	\$ 463.320	\$ 5.559.840
					Limpieza sensor cola delantero (soplado)	OPERARIO	1	1000	0,1	\$ 2.316.600	N/A	N/A	N/A	N/A	\$ 231.660	\$ 1.389.960
			3.5	Resistencia a la succión maxima (calibracion marca desde pantalla)	Inspeccionar rodillo, retirar y limpiar	SOPORTE	1	1000	1,5	\$ 2.316.600	N/A	N/A	N/A	N/A	\$ 3.474.900	\$ 20.849.400
					Revisar desgaste rodillo de succión	SOPORTE	1	6000	0,5	\$ 2.316.600	N/A	N/A	N/A	N/A	\$ 1.158.300	\$ 1.158.300
					Cambiar insertos de rodillo de succión	SOPORTE	1	12000	1	\$ 2.316.600	Insertos 5921193-000-01	80011277	\$49554	12	\$ 2.911.248	\$ 1.455.624
			3.6	Circuito de seguridad laser abierto	Revisión estado de las defensas (defensas abiertas)	OPERARIO	1	N/A	N/A	\$ 2.316.600	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
			3.7	Control varillas de filtro	Inpeccion estado guia desprendedora	OPERARIO	1	3000	0,3	\$ 2.316.600	N/A	N/A	N/A	N/A	\$ 694.980	\$ 1.389.960
			3.8	Eyeccion cola de emboquillado alta	Inspeccion estado sensor cola de eyeccion (detencion en conjunto)	OPERARIO	1	1000	0,2	\$ 2.316.600	N/A	N/A	N/A	N/A	\$ 463.320	\$ 2.779.920
			3.9	Filtro atascado en rodillo deflector	Retirar tambor corte de filtro para limpiar ranura sector corte filtro	SOPORTE	1	3000	2	\$ 2.316.600	N/A	N/A	N/A	N/A	\$ 4.633.200	\$ 9.266.400
					Cambiar guia desprendedora de filtro (2)	SOPORTE	1	3000	2	\$ 2.316.600	GUIA 170FA40/ 6852785 000-00	80003742	\$39796	2	\$ 4.712.792	\$ 9.425.584
			3.10	Atasco dispositivo girador	Limpieza del tambor perforador y cuerpo de mando	SOPORTE	1	500	0,3	\$ 2.316.600	N/A	N/A	N/A	N/A	\$ 694.980	\$ 8.339.760
					Cambio de las correas de leva de rodadura	SOPORTE	1	1500	1,5	\$ 2.316.600	Banda plana 4406753-000-01	80009108	\$7.992	2	\$ 3.490.884	\$ 13.963.536
											banda plana 952FA15-1 10x430x1.2	80009113	\$6.135	2	\$ 3.487.170	\$ 13.948.680
			3.11	Parada nivel de filtros	Inspeccion y cambio Rodillo desacelerador	SUBCONJUNTO	1	N/A	N/A	\$ 2.316.600	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
					Inspeccion y cambio Rodillo acelerador	SUBCONJUNTO	1	N/A	N/A	\$ 2.316.600	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
					Inspeccion y cambio Casettera	SUBCONJUNTO	1	N/A	N/A	\$ 2.316.600	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
			3.12	Atasco salida	Limpieza tambor de expulsión	OPERARIO	1	1500	0,2	\$ 2.316.600	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
					cambio de la valvula de expulsion	SOPORTE	1	6000	0,3	\$ 2.316.600	Valvula 6107265 000-01	80008578	\$165.021	1	\$ 860.001	\$ 860.001
					inspeccion estado de la polea, correa, y rodamiento	SOPORTE	1	500	0,1	\$ 2.316.600	N/A	N/A	N/A	N/A	\$ 231.660	\$ 2.779.920
					cambio rodamiento	SOPORTE	1	3000	1	\$ 2.316.600	Rod. N°608-2RS	80008557	\$2.040	6	\$ 2.328.840	\$ 4.657.680
					Cambio correas	SOPORTE	1	500	0,5	\$ 2.316.600	Roller 7379838-000-00	80006632	\$77.663	4	\$ 1.468.952	\$ 17.627.424
			3.13	Atasco placa de enrollamiento	Cambio del mazo, mas revision de (ajuste pletina de arranque)	SOPORTE	1	6000	0,6	\$ 2.316.600 \$ 2.316.600	Mazo 56FN14F-2	80010763	\$1.060.728	1	\$ 2.450.688	\$ 2.450.688
			3.14	Corte papel boquilla	Inspeccion estado rodillos, rodamientos y rascador	SOPORTE	1	1500	0,3	\$ 2.316.600	N/A	N/A	N/A	N/A	\$ 694.980	\$ 2.779.920
					Cambiar rodillo encolador	SUBCONJUNTO	1	12000	N/A	\$ 2.316.600	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
					Cambio de rodamiento	SUBCONJUNTO	1	3000	N/A	\$ 2.316.600	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
					Cambio rascador	SUBCONJUNTO	1	12000	N/A	\$ 2.316.600	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
			3.15	Tension bobina	Revisión Portabobinas	OPERARIO	1	N/A	N/A	\$ 2.316.600	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
			3.16	Atasco tambor inpeccion	Cambio del tambor volverdor	SUBCONJUNTO	1	4800	N/A	\$ 2.316.600	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
					Revison estado raspador del tambor de corte final	OPERARIO	1	1500	0,2	\$ 2.316.600	N/A	N/A	N/A	N/A	\$ 463.320	\$ 1.853.280
															TOTAL	\$ 161.454.757

Tabla 0-4: Plan de mantenimiento nuevo, Unidad MAX.
Fuente: Elaboración Propia.

3.6.EVALUACION ECONOMICA

Una evaluación económica, es un análisis el cual nos permite saber, si un proyecto o inversión, es factible en relación con los aspectos financieros, los cuales implican costos, beneficios e ingresos, de modo de dar seguridad, si el proyecto se podrá ejecutar, esta herramienta nos complementa al momento de hacer la toma de decisiones, debido a que se consideran todos los factores necesarios para una correcta ejecución.

Para realizar esta evaluación, utilizaremos como criterio de análisis, los costos asociados a la indisponibilidad del activo con relación al plan de mantenimiento actual vs., los costos asociados al nuevo plan de mantenimiento preventivo y su respectiva indisponibilidad. Teniendo como objetivo principal, la reducción de costos y la optimización de los recursos disponibles para el mantenimiento del activo.

3.6.1. PROYECCION DE DISPONIBILIDAD DEL PLAN ACTUAL

La proyección de la indisponibilidad hace referencia al tiempo estimado en el cual un equipo estará fuera de operación o servicio, esto es debido a actividades de mantenimiento planificadas previamente, a través de una pauta de mantención.

En referencia a nuestro espacio muestral, la información que pudimos obtener solo abarcaba la data de dos meses, lo que correspondería a un periodo de 1000 [hr], por lo que no era posible con estos datos dar un costo estimado anual, es debido a esto, que se decide generar una ecuación que proporcione la información para poder proyectar el comportamiento del equipo a un periodo de un año, equivalente a 6000 [Hr].

En base a esta disyuntiva, es que se generó un gráfico considerando las dos variables presentes, de disponibilidad vs el tiempo de funcionamiento del activo, en el cual ocurrió la falla, de modo de poder graficar la indisponibilidad en función del tiempo. Tomando como valores para los puntos del grafico la duración de las fallas más el tiempo acumulado en el cual ocurrió la falla para lograr graficar el incremento en la indisponibilidad en el tiempo.

Machine Stop Reason			Downtime	Uptime	DT acum.	DT+OT acum.	Disponibilidad
16:48:27	16:49:06	Control dinámico de la mecha	0,65	18,43	0,65	18,43	93,72
16:49:29	16:58:51	SE ruptura mecha	9,37	0,38	10,02	28,18	94,80
16:59:46	17:01:35	Control dinámico de la mecha	1,82	0,92	11,83	30,92	95,59
18:23:53	18:26:48	Control dinámico de la mecha	2,92	80,18	14,75	114,02	95,91
19:03:51	19:06:58	MAX Contr.varillas filtros arr.	3,12	37,05	17,87	154,18	93,49
20:37:44	20:38:58	Control dinámico de la mecha	1,23	57,37	19,10	212,78	93,73
21:01:21	21:01:54	Control dinámico de la mecha	0,55	1,85	19,65	215,18	94,16
21:07:31	21:08:50	MAX Contr.varillas filtros arr.	1,32	5,62	20,97	222,12	94,52
21:10:57	21:12:01	SE ruptura mecha	1,07	2,12	22,03	225,30	93,83
23:30:30	23:31:23	Control dinámico de la mecha	0,88	18,75	22,92	244,93	94,15
9:15:36	9:16:45	SE ruptura mecha	1,15	15,50	24,07	261,58	93,54
11:10:59	11:11:36	SE ruptura mecha	0,62	1,18	24,68	263,38	94,22
11:37:10	11:38:05	MAX Circuito de seguridad láser abi	0,92	25,57	25,60	289,87	93,76
12:13:01	12:15:46	Control dinámico de la mecha	2,75	1,65	28,35	294,27	92,98

Figura 0-1: Datos del grafico "Disponibilidad - Tiempo".
Fuente: Elaboración Propia.

En base a los datos presentados anteriormente, es que, se generó el grafico: “Disponibilidad vs Tiempo de funcionamiento”. Dicho grafico se presenta a continuación:



Figura 0-2: Grafico "Disponibilidad - Tiempo".
Fuente: Elaboración Propia.

Lo que al generar la línea de tendencia del grafico se determinó que, la línea de tendencia que más se ajustaba a nuestro modelo de datos, era una función lineal. A través de la herramienta de Excel, fue que se pudo descifrar la ecuación de la recta, la que nos permitirá proyectar un aproximado de la disponibilidad a las 6000 [hrs].

$$y = 2E-05x + 92,502$$

Figura 0-3: Ecuación de la recta para la proyección del activo.
Fuente: Elaboración Propia.

Con relación a la ecuación presentada, se define que:

“X”, representa la variable tiempo, evaluada en un tiempo de proyección de 6000 [hrs].

“Y”, representa la disponibilidad, en función a la variable “X”.

Respecto a la información presentada, se generó una estimación de modo de poder obtener un valor promedio de la proyección analizada en una frecuencia de 6000 [hr], De la ecuación, se obtuvo una proyección de la disponibilidad en el tiempo, la cual se fue proyectando a valores de 1000 [hrs] hasta lograr la proyección de un año, equivalente a 6000 [hrs] de servicio, a partir de estos datos se obtuvo una disponibilidad promedio de 94,13%, con este valor estimado podemos calcular las horas fuera de servicio del activo las que corresponderían a un total de 352,28 [hrs], este valor nos permite cuantificar monetariamente la indisponibilidad anual en un total de \$816.091.848 pesos.

Tiempo [hrs]	1000	2000	3000	4000	5000	6000	Total
Disponibilidad	93,70%	93,86%	94,04%	94,18%	94,40%	94,58%	94,13%
%ind.	6,30%	6,14%	5,96%	5,82%	5,60%	5,42%	5,87%
Horas ind.	62,98	61,38	59,58	58,18	55,98	54,18	352,28
Costos por ind.	\$ 145.899.468	\$ 142.192.908	\$ 138.023.028	\$ 134.779.788	\$ 129.683.268	\$ 125.513.388	\$ 816.091.848

Tabla 0-5: Proyección De la disponibilidad a 6000 [Hrs].
Fuente: Elaboración Propia.

3.6.2. COSTOS ASOCIADOS PLAN ACTUAL

Dicho lo anterior, en la presente tabla, se genera una proyección sugerida al periodo de un año, lo que corresponde a una frecuencia de 6000 [hrs], la que nos permite evaluar cuales serían los costos asociados de continuar con la pauta de mantenimiento antigua, la que no considera actividades ni repuestos correctos para dar solución a los problemas presentes, es por ello, que podemos evaluar que en las tres unidades, vemos que el total nos adjudica un total de \$816.091.848 pesos **(22.578,73 UF)**, los cuales se asocian a costos por no producción, que pueden ser llevados a horas dando un total de 352,3 [hrs] en un periodo de 6000 [hrs], por un mantenimiento del tipo correctivo, más que uno preventivo.

COSTOS ANUALES POR UNIDAD (PLAN ACTUAL)		
Unidad distribuidora de tabaco VE	\$	12.499.282
Unidad formadora de mecha SE	\$	526.173.322
Unidad emboquilladora MAX	\$	277.419.243
TOTAL		\$ 816.091.848
Ind. [Hrs]		352,3

Tabla 0-6: Costos Anuales asociados al Plan actual.
Fuente: Elaboración Propia.

3.6.3. COSTOS ASOCIADOS PLAN NUEVO

Con relación a la siguiente tabla, podemos evaluar, al igual que el caso anterior, una proyección a un año, la que nos permite ver considerablemente, una disminución en los costos totales asociados al mantenimiento del activo, generando un costo final tentativo de \$273.661.850 pesos **(7.571,38 UF)**, incluyendo tiempos de detención y repuestos, representando un total de 110,5 [hrs] de detención en un periodo de 6000[hrs].

COSTOS ANUALES POR UNIDAD (NUEVO PLAN)		
Unidad distribuidora de tabaco VE	\$	8.158.659
Unidad formadora de mecha SE	\$	104.048.434
Unidad emboquilladora MAX	\$	161.454.757
TOTAL		\$ 273.661.850
Ind. [Hrs]		110,5

Tabla 0-7: Costos Anuales asociados al Plan nuevo.
Fuente: Elaboración Propia.

3.6.4. COMPARATIVA DE COSTOS

En el área del mantenimiento la correcta toma de decisiones es una acción fundamental para optimizar la productividad del equipo, y a su vez reducir las pérdidas por detención. Por esta relación, es que se presenta una comparativa de costos, donde se hace referencia a la pauta actual versus la nueva propuesta de mantenimiento.

La pauta de mantenimiento actual, tiene un valor de \$816.091.848 pesos **(22.578,73 UF)** anuales, la que ha sido llevada durante innumerables periodos, donde ha sido la única gestión presentada para dar solución a los problemas del activo, sin embargo esto ha significado grandes costos asociados por detención, repuestos no correspondientes a la actividad y perdidas de horas de trabajo, no obstante, al invertir grandes cantidades de dinero en una pauta de mantenimiento, esta no refleja una mejora eficiente en la operatividad del equipo, lo que a largo plazo comienza a acumular errores tras errores, contribuyendo a nuevas paradas no planificadas, por no dar solución raíz a los problemas presentes, es así, como podemos ver reflejados estos costos en las tablas mostradas anteriormente.

Por otro lado, la nueva propuesta de mantenimiento surge como una alternativa prometedora, con un costo de \$273.661.850 pesos **(7.571,38 UF)** anuales, esta cifra incluye las tres unidades del activo, VE, SE y MAX, de igual forma repuestos, responsables, tiempos de intervención, actividades de mantenimiento correctamente planificadas y gestionadas con el personal adecuado para cada actividad, mejorando a largo plazo la disponibilidad del activo,

Aunque es significativo el costo con relación a la pauta actual, esta propuesta también se enfoca en los tiempos de detención, los cuales generan perdidas por producción afectando económicamente a la productividad del área SMD, donde cabe destacar que las perdidas por no producción son \$2.316.600 [CLP/hora], lo que corresponde aproximadamente a 324.000 [CIG/hora]. Es por ello por lo que, al minimizar las interrupciones no planeadas y maximizar la eficiencia, esta se representara como una inversión estratégica en la continuidad operativa del activo.

En resumen, la comparativa entre las dos pautas es que, la actual refleja una diferencia significativa, tanto en planificación, valores y costos no visibles como lo son: repuestos incorrectos, frecuencias sin respaldo, perdidas por horas de trabajo en intervención, como también los de producción, siendo netamente un error ejecutado por no dar un seguimiento correcto ante la sintomatología del equipo, sus fallas y detenciones. Mientras que la nueva pauta, presenta una baja significativa en costos e incluye una estrategia de carácter preventivo, correspondiente a un 66,46%, de reducción de perdidas.

COMPARATIVA DE COSTOS PLAN ACTUAL-NUEVO PLAN	Costos Asociados	Disponibilidad %	Indisponibilidad [Hrs]
Plan Actual	\$ 816.091.848	94,13%	352,3
Plan Nuevo	\$ 273.661.850	98,2%	110,5
Beneficios Esperados	\$ 542.429.998	4,03%	241,8

Tabla 0-8: Comparativa de costos.
Fuente: Elaboración Propia.

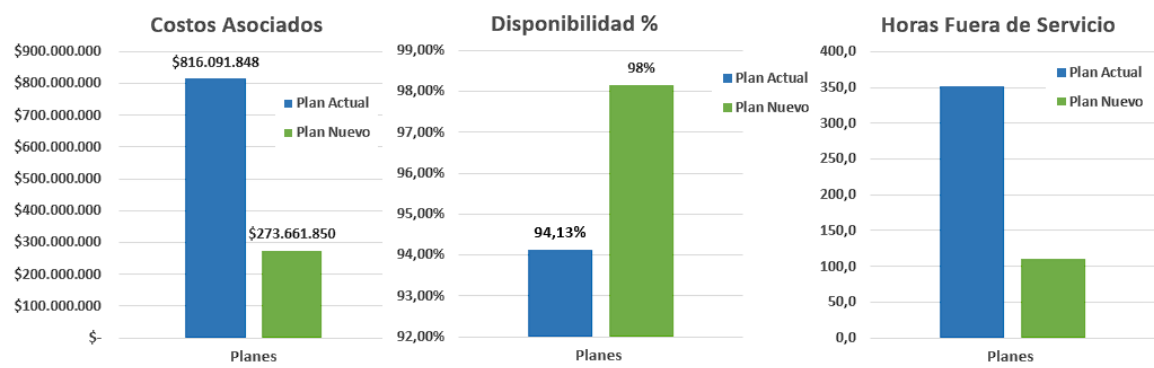


Figura 0-4: Comparativa Grafica de Costos.
Fuente: Elaboración Propia.

Finalizando, con relación a ambas pautas, es que se debe evaluar no únicamente los números, que por cierto es una constante significativa al momento de generar una toma de decisiones, sino también evaluar y velar por la búsqueda activa de la optimización de los recursos, la productividad y la eficiencia operacional tanto del activo con relación a la producción, sino también la eficiencia operacional de la planificación estratégica.

CONCLUSIÓN Y RESULTADOS

La evaluación detallada de los modos de fallo y los costos asociados a la indisponibilidad del activo, nos permite ver el estado respecto a la gestión del mantenimiento asociada al equipo, lo que en el transcurso de este estudio permitió identificar los 37 modos de fallos iniciales, de los cuales 5 no pertenecen a modos de falla, sino más bien a detenciones planeadas o programadas, que por error del equipo, estas las detectaba como fallas, mientras que paralelamente había 7 modos de fallo podían incluirse dentro de otras causas de falla, dejando como resultante un total de 25 modos de fallas, las cuales se asocian un total de 62,98 [hr] fuera de servicio en un periodo de 1.000 [hr] de trabajo, las cuales ascienden a 352,28 [hr] fuera de servicio en la proyección anual referencial a 6.000 [hr] de trabajo.

También a través del análisis FMECA, se pudo determinar de manera cuantitativa que los costos asociados a las paradas no planeadas de las tres unidades evaluadas, VE, SE y MAX, en un periodo de 6.000 [hr] de trabajo, logran ascender a un valor de \$816.091.848 pesos (**22.578,73 UF**), lo que a partir de este análisis, se puede ver que la unidad que presenta mayor cantidad de modos de fallo asociados es la unidad emboquilladora MAX, con 15 de un total de 25 modos de fallo, no obstante, la unidad formadora de Mecha denominada SE, es la que incurre en los costos mayoritariamente significativos, sumando un total de \$526.173.322 pesos en costos proyectados durante el periodo de un año.

Cabe mencionar que las principales 5 causas de fallo; 1° Control dinámico de la mecha (**SE**), 2° rotura papel formador (**SE**), 3° ruptura mecha (**SE**), 4° cargador de bobinas (**SE**), 5° control varillas de filtro (**MAX**) presentes en el activo, se representan con un 72,7% del total de costos por indisponibilidad, totalizando un valor de \$593.298.773 pesos, correspondiente a 256 [hrs] de inoperatividad. Esta nueva propuesta de plan de mantenimiento que se elaboró incorpora; acciones, responsables, frecuencias de intervenciones, tiempos fuera de servicio y costos por repuestos, lo cual se cuantifica en \$273.661.850 pesos, con un total de 110,5 [hrs] fuera de servicio.

La comparativa entre nuestra propuesta y la metodología de mantenimiento anterior (pauta actual), es notoriamente destacada, debido a que la propuesta

no solo reduce los costos sino también genera un margen de ahorro de **\$542.429.998 pesos (15.007,36 UF)**, equivalentes a **un 66,48% de la reducción de costos por perdidas**, sino que también aumenta la disponibilidad del activo en comparativa de un 94,13% a un 98,2%, generando una diferencia beneficiosa de un +4,03% , además se logra la reducción de las horas fuera de servicio de 352,28 [hr] de paradas no planeadas a 110,5 [hr] fuera de servicio por mantenimiento.

En retrospectiva, este estudio destaca la importancia de una estrategia de mantenimiento correctamente definida, de modo de, aumentar la eficiencia y minimizar los costos asociados por indisponibilidad. La propuesta de implementación de nuestro plan de mantenimiento no solo brinda una gestión estratégica del mantenimiento, sino también refleja los beneficios que genera ejecutar y planificar un mantenimiento de carácter preventivo, que da como resultado la optimización de los recursos, la productividad y la eficiencia operacional.

En conclusión, se puede decir, que se han cumplido de manera satisfactoria los objetivos planteados al comienzo de esta investigación, por lo que se generó una propuesta de implementación de un plan de mantenimiento para el activo cigarrera grupo 33, basado en un enfoque centrado en la confiabilidad.

Además se ha propuesto una metodología de trabajo sólida, para abordar todos los modos de fallas asociados a las tres unidades principales del activo, los cuales son VE, SE y MAX, utilizando diferentes herramientas de gestión, como lo es el análisis de dispersión logarítmica, SIPOC y FMECA, instruyéndoles con la data histórica del activo, de modo de poder obtener resultados que más adelante transformaríamos en propuesta de mantenimiento, esto permitirá tomar decisiones informadas respecto a las contramedidas acordes a las fallas presente en el activo. Y como última instancia, es que se ha llevado a cabo una evaluación más precisa de la viabilidad de la propuesta de mantenimiento, considerando factores como; costos, perdidas, beneficios esperados y comparativas de trabajo.

BIBLIOGRAFIA

- [1] NORMA CHILENA NCh-ISO 31010. (2013). Gestión del riesgo - Técnicas de evaluación del riesgo.
- [2] Aguilar-Otero, J. R., Torres-Arcique, R., & Magaña-Jiménez, D. (2010). Análisis de modos de falla, efectos y criticidad (AMFEC) para la planeación del mantenimiento empleando criterios de riesgo y confiabilidad.
- [3] SEMATECH. (1992). Failure Modes and Effects Analysis (FMEA): A Guide for Continuous Improvement for the Semiconductor Equipment Industry.
- [4] Moubray J. (2004). Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM).
- [5] Aránguiz A. (2021). Jerarquización de activos y componentes críticos: Generación de diagrama de dispersión logarítmica.
- [6] Antecedentes de la Empresa
https://www.batchile.com/group/sites/BAT_9YFD2P.nsf/vwPagesWebLive/DO9T5K3S?opendocument

ANEXOS

ANEXO 1: Presupuesto general unidades VE, SE y MAX, incluye repuestos del plan de mantención con su respectivo TAO y repuestos no pertenecientes al plan los cuales de igual manera se consideraron en la cotización.

Unidad distribuidora VE	Tao	Unidad	Unitario UF	Total UF
Spiked Plate	89505882	6	0,77	4,6
Tamiz 1133DR34	80003116	1	7,65	7,6
Disco Chapaleta	80008076	1	2,28	2,3
Rodamiento 6006 2RS	80008531	1	0,11	0,1
Rodamiento 6305 2RS	80008723	1	0,14	0,1
Rodamientos 704 119 5 nt 1006	89730981	6	0,46	2,8
Rodamientos 6208	80008657	2	0,41	0,8
Rodamientos 6005 2RS	80000549	2	0,08	0,2
Rod. 6007-2RS	80004516	1	0,14	0,1
Rod. 6008-2RS	80008536	1	0,15	0,1
728 106 4 NT 3670 / 540H100	89517822	1	1,17	1,2
381716 4 TA 0000 0000 00 /3817164 000-00	89505821	1	4,79	4,8
381 280 4 TA 0000 000 00 / 3812804 000-00	80003120	1	3,07	3,1
1144DR19/3817164-000-00	89505821	1	4,79	4,8
1144DR18/3812804-000-00	80003120	1	3,07	3,1
U11444DR49/2604302-000-00	80009531	1	40,72	40,7
Rodamientos 6208-2RS	80008656	2	0,28	0,6
711 811 2 TA 0000 000 00 / 1312192-000-00	80003402	1	5,50	5,5
GuardaPolvo (1025/1101)	80002882	2	0,07	0,1
Rodillo KR16PP-R9 25S1268-000-00	80009344	2	0,34	0,7
Rodamiento INA F 82435 RLF 25X36X45	89529839	2	1,11	2,2
Correa XP2 1362	89519052	2	0,10	0,2
Polea conducida 1102 DR 62F	80003013	1	5,29	5,3
Polea motriz 2102 DR 52F	80035443	1	30,57	30,6
Correa XP2 1340 /8927782	80009689	2	0,20	0,4
Polea conducida 102 DR 18F/ 3814920	80002884	1	3,78	3,8
Polea motriz 2DR30-1/2702797-000	80005558	1	7,91	7,9
Countersunk screw. cross recessed	89530292	11	5,52	60,8
Placa N° 3898814000-02/1106DR22-2	80003019	1	27,38	27,4
Concavo Sup. U1109DR1	80003025	1	9,54	9,5
Concavo Inf. U1108DR1	89530860	1	14,67	14,7
Laminas	80003022	6	1,70	10,2
Dedo de entrada 1431567-107-01	80075625	1	30,32	30,3
Bearing N° STK909-408 (608-2RS)	80008557	2	0,06	0,1
Cilindro N° 8288828-000-00 (DSNU 25 160)	80008993	1	1,42	1,4
GuardaPolvo (1025/1101)	80007375	1	0,18	0,2
Rodillo Ceramica N° 6100600000 (1117DR493-1)	80003086	38	0,27	10,1
Raspador	80003149	3	0,16	0,5
Raspador	89611024	2	0,65	1,3
Perno de Cilindro	89531399	12	0,12	1,5
Perno de Cilindro	89531745	26	0,09	2,4
Rodamiento de bolas de contacto angular	80011953	2	3,35	6,7
Polea	89611855	2	6,55	13,1
Flanged wheel	89609659	4	0,76	3,0
Flange	89606327	1	3,06	3,1
Disco	89663054	1	4,45	4,4
Rodillo	89564178	1	4,01	4,0
Rodillo	89564179	2	3,79	7,6
Perno de Localización	89542605	1	0,64	0,6
Cilindro neumatico	80008993	1	1,42	1,4
Piñon	80003053	1	4,80	4,8
Rueda de Ajuste 1117 DR 492-1	89539359	1	3,94	3,9
Segmento 2248695-000-00	89665947	1	10,59	10,6
Eje excentrico 2213693-000-00	89665948	1	33,49	33,5
Eje cilindrico (Pasador) 2521873-000-00	80008846	1	0,01	0,0
Sello Tapa guia [mt]	80000163	6	0,03	0,2

Unidad formadora de mecha SE	TAO	Unidad	Unitario UF	Total UF
4304393 000 01	89505629	2	81,93	163,87
1659872 000 00 NB 2252	89529322	1	5,83	5,83
1135091-000-01	89530179	1	1,36	1,36
Rodillo N° 4275659-000-00	89505347	1	1,83	1,83
Rodamiento 600822	80008558	2	0,06	0,11
1814966-000-02	80005133	1	2,03	2,03
Rodamientos 6005-2RS	80000549	2	0,08	0,15
Resorte DIN 2093-K6204	89505912	2	0,01	0,03
Rodillo n° 1814966-000-00	80005133	1	2,03	2,03
Rodillo N° 4275659-000-00	89505347	1	1,83	1,83
Rodamiento 600822	80008558	2	0,06	0,11
Rodillo tinta 56DS221	80008438	1	4,00	4,00
Rodillo 56DS222	80008439	1	10,73	10,73
Rod. 6201-ZZ	80008638	2	0,06	0,12
Rod. 61902-2Z	80000587	2	0,21	0,42
Rodillo derecho 1602594-000-02	80005292	1	1,72	1,72
Rodillo izquierdo 8228345-000-02	80002937	1	2,06	2,06
Rod. 6003-2Z	80008523	4	0,05	0,19
Rodillo 1602594-000-02	80005292	1	1,72	1,72
Rod. 6003-2Z	80008523	2	0,05	0,10
Correa 1281223-000-00	89555334	1	1,71	1,71
Rodillo 1602594-000-02	80005292	1	1,72	1,72
Rod. 6003-2Z	80008523	2	0,05	0,10

Unidad emboquilladora MAX	TAO	Unidad	Unitario UF	Total UF
Rodamientos 625-2RS	80000546	2	0,46	0,93
BEARING ASSEMBLY	89530074	2	0,55	1,11
Segmentos de puas 1735330-106-02	89675263	18	0,16	2,81
Mazo	80010763	1	29,35	29,35
Banda plana 4406753-000-01	80009108	2	0,22	0,44
Banda plana 952FA15-1 10X430X1.2	80009113	2	0,17	0,34
Válvula 6107265 000-01	80008578	1	4,57	4,57
BEARING No. STK909-408 (608-2RS)	80008557	6	0,06	0,34
Roller 7379838-000-00	80006632	4	2,15	8,59
170FA40/ 6852785 000-00	80003742	2	1,10	2,20
166FA 14/ 85251269 000-02	80003713	2	0,73	1,46
9174FA4F/1167398 000-00	80003713	1	0,73	0,73
9200FA4/1088545 000-00	80031424	3	0,06	0,17
9100FA8 1092425 000-00	80071388	3	5,80	17,39
Palanca de sistema alisador	80009609	1	2,28	2,28
Rodamiento 6001-2RS SKF 12X28X8	80008518	1	0,03	0,03
Rodamiento STK909-408 (608-2RS)	80008557	1	0,06	0,06
Rod. Metalico 1577285-103-00	80053615	1	42,07	42,07
Rod. Interior 46FA553 /4737040-000-00	89538961	1	5,76	5,76
Rod. Exterior 46FA554/4737059-000-00	89552114	1	5,63	5,63
Rasc. Fijo 4596FA89F/9624119-102-02	89529784	1	2,79	2,79
Rasc. Movil 2046FA91F/1969730-101-00	80010242	1	2,53	2,53
Rod. Metalico 1211961-101-00	80011709	1	11,55	11,55
Rod. 61801-2Z/1034146 000-00	89505579	1	0,34	0,34
Rod. 61800-2Z/2811790 000 00	80008612	1	0,07	0,07
Rod.WZ-RNA4901-2RS/2781107 000-00	80000677	1	0,39	0,39
Rod 61901-2RS/2177854 000-00	89506136	1	0,18	0,18
Cubeta WB-IR12X16X20 / 2549328 000-00	89529797	1	0,12	0,12
Correa R43-90XL037 /2562170 000-00	89505486	1	0,03	0,03
5921193-000-01	80011277	12	1,37	16,45

ANEXO 2: Costos asociados al plan actual llevados a Unidad de fomento (UF).

COSTOS ANUALES POR UNIDAD (PLAN ACTUAL) UF		
Unidad distribuidora de tabaco VE		346
Unidad formadora de mecha SE		14558
Unidad emboquilladora MAX		7675
TOTAL UF		22579
Ind. [Hrs]		352,3

ANEXO 3: Costos asociados al plan nuevo llevados a Unidad de Fomento (UF).

COSTOS ANUALES POR UNIDAD (NUEVO PLAN) UF		
Unidad distribuidora de tabaco VE		226
Unidad formadora de mecha SE		2879
Unidad emboquilladora MAX		4467
TOTAL UF		7571
Ind. [Hrs]		110,5

ANEXO 4: Comparativa de costos llevada a Unidad de Fomento (UF).

COMPARATIVA DE COSTOS PLAN ACTUAL-NUEVO PLAN	Costos Asociados UF	Disponibilidad %	Indisponibilidad [Hrs]
Plan Actual	22579	94,13%	352,3
Plan Nuevo	7571	98,2%	110,5
Beneficios Esperados UF	15007	4,03%	241,8