

**Diseño de un Plan de Mantenimiento Preventivo para Hornos y Chillers de la Planta de
Producción de la empresa Baena Mora & Cia**

David Esteban Rodríguez Gaitán

Trabajo de Grado presentado para optar al título de Ingeniero Mecánico

Directora: Mgtr Cecilia Rivera Vergara



Universidad Santo Tomás
División de Ingenierías
Facultad de Ingeniería Mecánica
Bogotá D.C., Colombia

2023

Dedicatoria

Dedico este proyecto a mi madre y mi padre, quienes fueron fundamentales en mi formación personal y profesional, sin ellos esto no sería posible.

Agradecimientos

Mis agradecimientos principalmente a Dios y a mis padres por apoyarme en todos mis proyectos
y objetivos

Un agradecimiento especial a la ingeniera Cecilia Rivera por su acompañamiento y poner a
disposición sus conocimientos

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN.....	12
ABSTRACT	13
I. INTRODUCCIÓN	14
II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	15
A. Antecedentes de la compañía.....	16
III. JUSTIFICACIÓN.....	17
IV. OBJETIVOS	18
A. Objetivo general.....	18
B. Objetivos específicos.....	18
V. MARCO REFERENCIAL	19
A. MARCO CONCEPTUAL	19
Mantenimiento correctivo.....	19
Mantenimiento de uso.....	19
Mantenimiento Preventivo.....	19
Hoja de vida de equipo.	19
Plan de mantenimiento.....	19
Chiller de enfriamiento.	19
B. MARCO TEÓRICO	20
Mantenimiento	20
Mantenimiento Preventivo.....	21
Análisis causa raíz.....	21
Análisis de Pareto	22

Metodología 5 ¿Por qué?	22
AMEF	23
Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM)	23
Confiabilidad.....	24
Indicador de Confiabilidad MTBF.....	24
Porcentaje de Disponibilidad	24
Mantenibilidad	25
Indicador de Mantenibilidad MTTR	25
Valor Presente Neto (VPN)	25
Tasa interna de Rendimiento (TIR)	25
VI. EMPRESA	26
A. Información de la Empresa.....	26
1) Misión.....	26
2) Visión.....	26
3) Política de Calidad.....	26
4) Organigrama Dirección Producción	27
B. Proceso de Producción de Calzado y Marroquinería.....	27
1) Calzado	27
2) Marroquinería	29
C. Departamento de Mantenimiento	30
1) Repuestos	30
2) Herramientas.....	30
3) Presupuesto	33
VII. ANÁLISIS DE MAQUINARIA.....	34
A. Maquinaria en Estudio.....	34

B. Diagnóstico y Reconocimiento de Maquinaria	35
VIII. ANÁLISIS DE FALLAS DE MAQUINARIA.....	56
A. Maquinaria Crítica.....	60
B. Análisis Causa Efecto	63
IX. INDICADORES.....	70
A. Tiempo de Operación Programada.....	70
B. MTTR	73
C. MTBF	75
D. Disponibilidad	77
X. DOCUMENTACIÓN.....	79
A. Fichas de Inspección y Verificación	79
1) Mantenimiento Autónomo.....	79
2) Diseño de FIV por máquina.....	81
B. Rutinas de Mantenimiento.....	81
1) Diseño de rutinas de Mantenimiento por Máquina	82
2) Herramienta para la Ejecución de Rutinas	82
C. Cronograma de Actividades de Mantenimiento	83
1) Medición del Plan de Mantenimiento.....	85
2) Registro de Mantenimiento	85
XI. ANÁLISIS DE COSTOS.....	87
A. Costo de Hora de Parada	87
B. Costo de Implementación de Plan de Mantenimiento	88
1)Mano de obra	89
2) Herramientas.....	92
3)Repuestos.....	92

C. Beneficios de Implementación	93
D. Indicadores Financieros.....	94
1) VPN	94
2) TIR.....	94
XII. CONCLUSIONES	96
XIII. RECOMENDACIONES	97
REFERENCIAS	98
ANEXOS.....	100

LISTA DE TABLAS

TABLA I. INVENTARIO DE HERRAMIENTA DEL ÁREA DE MANTENIMIENTO ...	33
TABLA II. MAQUINARIA DE ANÁLISIS (HORNO)	34
TABLA III. MAQUINARIA DE ANÁLISIS (CHILLERS)	34
TABLA IV. FALLAS HORNO SECADOR REACTIVADOR RH-100 (BM00780).....	56
TABLA V. FALLAS HORNO SECADOR REACTIVADOR RH-100 (BM00798)	56
TABLA VI. FALLAS HORNO CONFORMADOR DOBLE BANDA TH-110 (BM00669)	57
TABLA VII. FALLAS HORNO CONFORMADOR TH-40 (BP00112)	57
TABLA VIII. FALLAS HORNO CONFORMADOR TH-130 (BM00778).....	57
TABLA IX. FALLAS HORNO SECADOR REACTIVADOR EN BANDA SRTD (BP00131)	57
.....	57
TABLA X. FALLAS HORNO SECADOR E-150-S (BP00255)	58
TABLA XI. FALLAS HORNO SECADOR DE CINTURONES TGV-20 (BM00838).....	58
TABLA XII. HORNO SECADOR DE CINTURONES TGV-20 (BM00860)	58
TABLA XIII. FALLAS VAPORIZADOR 068 (BM00772)	59
TABLA XIV. FALLAS CHILLER CC-140 (BP00104).....	59
TABLA XV. FALLAS CHILLER CC-1 (BM00802).....	59
TABLA XVI. FALLAS CHILLER CC (BM00784).....	59
TABLA XVII. FALLAS POR MÁQUINA (OCT 2021-OCT 2022).....	60
TABLA XVIII. AMEF HORNO SECADOR REACTIVADOR RH-100 (BM00780).....	64
TABLA XIX. AMEF HORNO SECADOR REACTIVADOR RH-100 (BM00798).....	65
TABLA XX. AMEF HORNO SECADOR DE CINTURONES TGV-20 (BM00838).....	66
TABLA XXI. RPN MAS RELEVANTES.....	68
TABLA XXII. ANÁLISIS DE FALLOS HORNO TH-110 (BM00669)	69
TABLA XXIII. TIEMPOS DE PRODUCCIÓN PROGRAMADOS (OCT 2021-OCT 2022)	70
.....	70
TABLA XXIV. TIEMPO TOTAL DE OPERACIÓN POR MÁQUINA	71
TABLA XXV. MTTR POR MÁQUINA	73
TABLA XXVI. MTBF POR MÁQUINA.....	75
TABLA XXVII. DISPONIBILIDAD POR MÁQUINA	77

TABLA XXVIII. CODIFICACIÓN DE ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	84
TABLA XXIX. COSTO DE HORA DE PRODUCCIÓN	87
TABLA XXX. COSTO DE INACTIVIDAD POR FALLAS	88
TABLA XXXI. TIEMPO TOTAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	89
TABLA XXXII. RELACIÓN DE PARAFISCALES DE MANO DE OBRA DE EJECUCIÓN	90
TABLA XXXIII. RELACIÓN DE PARAFISCALES DE MANO DE OBRA COORDINADOR.....	91
TABLA XXXIV. RELACIÓN DE PARAFISCALES DE MANO DE OBRA PROFESIONAL DE MANTENIMIENTO	91
TABLA XXXV. COSTO DE IMPLEMENTACIÓN.....	93
TABLA XXXVI. VPN DEL PROYECTO	94
TABLA XXXVII. TIR DEL PROYECTO	95

LISTA DE FIGURAS

Fig. 1. Preguntas de Metodología RCM.....	24
Fig. 2. Ecuación de MTBF	24
Fig. 4. Ecuación de Disponibilidad	25
Fig. 3. Ecuación de MTTR.....	25
Fig. 5. Organigrama Dirección de Producción Baena Mora	27
Fig. 6. Herramienta del Área de Mantenimiento.....	31
Fig. 7. Herramienta del Área de Mantenimiento.....	31
Fig. 8. Herramienta del Área de Mantenimiento.....	32
Fig. 9. Herramienta del Área de Mantenimiento.....	32
Fig. 10. Horno Secador Reactivador RH-100	35
Fig. 11. Identificación de Componentes Horno RH-100	36
Fig. 12. Horno Secador Reactivador RH-100	38
Fig. 13. Horno Conformador Doble Banda TH-100	39
Fig. 14. Identificación de Componentes Horno TH-100.....	39
Fig. 15. Horno Conformador TH-40	41
Fig. 16. Horno Conformador TH-130	42
Fig. 17. Horno Secador Reactivador SRTD	43
Fig. 18. Horno Secador E-150-S	44
Fig. 19. Horno Secador TGV-20.....	46
Fig. 20. Ventiladores y Resistencias de Horno TGV-20.....	46
Fig. 21. Acoples o bloqueos de caucho de ventiladores.....	47
Fig. 22. Horno Secador TGV-20.....	48
Fig. 23. Vaporizador 068.....	49
Fig. 24. Túnel de Vaporizador 068	49
Fig. 25. Identificación de Componentes Vaporizador 068.....	50
Fig. 26. Chiller CC-40.....	51
Fig. 27. Motores de Forzadores de Aire Chiller CC-40	52
Fig. 28. Identificación de Componentes Chiller CC-40.....	52
Fig. 29. Chiller CC-1.....	53

Fig. 30. Evaporador de Chiller CC-154

Fig. 31. Compresor y Condensador de Chiller CC-154

Fig. 32. Chiller CC55

Fig. 33. Gráfico de Tiempos de Intervención de Mantenimiento61

Fig. 34. Gráfico de Pareto de maquinaria.....62

Fig. 35. Gráfico TTO por Máquina72

Fig. 36. Gráfico MTTR por máquina74

Fig. 37. Gráfico MTBF por máquina76

Fig. 38. Gráfico Disponibilidad por máquina78

Fig. 39. Proceso de comunicación de irregularidades en maquinaria80

Fig. 40. Formato de Inspección y verificación.....80

Fig. 41. Formato de Rutinas de Mantenimiento.....82

Fig. 42.Cronograma Mantenimiento Preventivo.....83

Fig. 43. Formato de Orden de Trabajo86

RESUMEN

Baena Mora & Cia es una compañía colombiana dedicada a la fabricación de calzado y marroquinería masculina, para este fin cuenta con una amplia gama de maquinaria, parte de las cuales constituyen la línea de acondicionamiento térmico, que está distribuida a lo largo de todo el proceso convirtiéndose en equipos indispensables para el proceso de fabricación de los artículos. Actualmente la empresa viene desarrollando un mantenimiento correctivo, generando paradas inesperadas de la maquinaria, haciendo que la empresa no cumpla con las cuotas de producción establecidas y deba incurrir en sobre costos como lo son horas extras para dar cumplimiento a los compromisos productivos generando así pérdidas económicas e inconformidades con sus clientes. Por consiguiente el presente trabajo tiene como finalidad proponer la implementación de un plan de mantenimiento preventivo con el fin de reducir y controlar las fallas presentadas en los equipos y disminuir las pérdidas por inactividad de estos.

En este proyecto se realizó el reconocimiento del funcionamiento y estado actual de la maquinaria en estudio, que consta de 13 equipos entre hornos, chillers y vaporizadores, desarrollando un análisis de Pareto se reconoció la maquinaria crítica de este grupo de máquinas, para las cuales se aplicó el análisis AMEF y la metodología de causa y efecto de los 5 ¿Por qué?, siendo esta la base para el planteamiento de rutinas de mantenimiento preventivo las cuales se realizarán según el diseño del cronograma de actividades establecido a un año.

Finalmente se desarrolló el análisis de costos y beneficios de la implementación del plan de mantenimiento diseñado, siendo relevante que el valor de esta implementación representa aproximadamente un 0.16% del costo total de intervenciones de mantenimiento del periodo anterior periodo el cual abarcó del mes octubre del 2021 al mes de octubre del 2022. Este plan de mantenimiento permitirá disminuir gradualmente las posibles averías existentes en los equipos, el incremento de los tiempos de operación en las máquinas y la reducción de los costos de operación.

Palabras clave: Plan de Mantenimiento Preventivo, Pareto, Fallas, Calzado, Hornos, Chillers, AMEF.

ABSTRACT

Baena Mora & Cia is a Colombian company dedicated to the manufacturing of men's footwear and leather goods. For this purpose it has a wide range of machinery, one of which is the thermal conditioning line, machines which are distributed across all lines of production becoming indispensable equipment for the manufacturing process of the articles. Currently, the company is implementing corrective maintenance, causing unexpected shutdowns of the machinery. This partial stoppage of the production line where the equipment is located means that the company does not comply with the established production costs, and must incur additional costs due to working overtime to comply with production commitments, generating economic losses and non-compliance with their customers. Therefore, the present work has the purpose of proposing the implementation of a preventive maintenance plan in order to reduce and control the faults presented in the equipment and to reduce those lost due to inactivity.

In this project, the analysis of the functioning and current state of the machinery in the studio is carried out, which are 13 pieces of equipment between ovens, chillers, and vaporizers. Developing a Pareto analysis, the critical machinery of this group of machines were recognized, for which they applied the AMEF analysis and the methodology of cause and effect the 5 Whys. This being the basis for the approach of preventive maintenance routines which will be carried out according to the design of the schedule of activities established for one year.

Finally, the cost and benefit analysis of the implementation of the designed maintenance plan was developed, it being relevant that the value of this implementation represents approximately 0.16% of the total cost of maintenance interventions in the previous period, the period which covers the month of October 2021 to the month of October 2022. This system will gradually reduce the possible faults existing in the equipment, increase the operating times of the machines and reduce operating costs.

Keywords: Preventive Maintenance Plan, Pareto, Failures, Footwear, Furnaces, Chillers, AMEF.

I. INTRODUCCIÓN

Este proyecto se desarrolló con previa autorización del uso del nombre e información de la empresa Baena Mora siendo otorgada por el representante legal de la compañía. Baena Mora & Cia es una compañía colombiana dedicada a la fabricación de calzado y marroquinería masculina desde 1995, la cual hoy en día cuenta con un grupo de maquinaria de tratamiento térmico como lo son hornos, chillers y vaporizadores, estos equipos son indispensables para el proceso de producción de los artículos que Baena Mora fabrica, por lo tanto la empresa requiere que estos equipos se encuentren siempre en buenas condiciones de funcionamiento ya que una parada de estos equipos conlleva a la parada de toda la línea de producción de donde se sitúe el equipo. En el periodo de octubre del 2021 a octubre del 2022, la maquinaria mencionada presentó alrededor de 1.051 horas de paradas por reparación lo que costó alrededor de \$ 4.302.330.000 pesos colombianos, además de estos incumplimientos con las cuotas de producción se incurre en reprocesos y sobre costos, esto se debe a que el mantenimiento es netamente correctivo y sin ningún tipo de control o planeación de este.

Por esta razón se diseñó un plan de mantenimiento preventivo para las máquinas de acondicionamiento térmico de Baenamora, realizando un reconocimiento del funcionamiento y estado actual de las máquinas, reconocimiento de las fallas en el periodo mencionado y la frecuencia de estas. También se desarrollan una serie de rutinas de mantenimiento preventivo con el fin de actuar directamente sobre las causales de estas fallas, las cuales fueron identificadas mediante el uso de metodologías como el análisis AMEF y los 5 ¿Por qué?, herramientas que se utilizaron según la priorización de la maquinaria crítica que se determinó realizando un análisis de Pareto según la frecuencia de fallos de cada máquina.

El desarrollo de este plan contribuirá al mejoramiento del proceso productivo de la empresa, extender la vida útil de los equipos, mejorar la gestión de mantenimiento que se desarrolla en la compañía generando indicadores que permitan el reconocimiento de la condición y el comportamiento de la maquinaria, reducir el tiempo de intervenciones de mantenimiento y aumentar la confiabilidad de los equipos entre otros beneficios que trae la implementación del plan de mantenimiento preventivo.

II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En Colombia la industria de fabricación de calzado y marroquinería tiene una importancia significativa para la economía local, en 2018 este sector presentó una participación de 10.2% en el PIB nacional [1], además de esto, según el DANE, para febrero del 2022 las actividades económicas con productos derivados del cuero generaron un incremento del 16.2% en el IPI nacional (índice de producción industrial), esto con respecto al año anterior[2].

Baena Mora & Cia es una compañía colombiana dedicada a la fabricación de calzado y marroquinería masculina desde 1995, obteniendo así amplia experiencia en la fabricación de dichos productos. Para la fabricación de calzado es necesario incurrir en algunos métodos como lo son el corte y marcado de materiales, el aparado o guarnición de estos, el montaje, posteriormente el Halogenado (consiste en la aplicación productos halogenantes sobre las suelas para facilitar el posterior proceso de pegado al calzado), el pegado y por último el prensado del calzado[3], para estos procesos la compañía cuenta con una amplia gama de maquinaria y equipos que facilitan la ejecución de estas tareas, siendo la línea de hornos y chillers una de las más fuertes y avanzadas de la empresa; actualmente la compañía cuenta con 13 equipos entre hornos, chillers y vaporizadores, siendo así esta línea una de las más fuertes y avanzadas de la empresa.

La metodología de mantenimiento que tiene la empresa para los equipos de acondicionamiento térmico es netamente mantenimiento correctivo, lo cual genera paradas inesperadas que trae como consecuencias inestabilidad de índices de producción, incremento en los costos operativos sumados a los costos directos de reparación y afectaciones en la calidad del producto [4]. Las fallas y paradas no programadas en los equipos de acondicionamiento térmico de la empresa afecta directamente la productividad diaria, generando incumplimiento en las cuotas de entrega establecidas, además, un mal proceso térmico genera que el calzado sufra despegues, malformaciones entre otros daños que conllevan a pérdida de materiales o reprocesos los cuales hacen que la compañía tenga que incurrir en programación de horarios extras para el cumplimiento de las cuotas, generando sobre costos en el proceso de producción y pérdidas de tiempos productivos. Sumado a esto los formatos de hoja de vida de los equipos son confusos y poco funcionales por ende la recopilación de información en

las hojas de vida de los equipos no se efectúa de la mejor manera, haciendo difícil la identificación de fallas, suministro de repuestos y reconocimiento de maquinaria crítica.

A. Antecedentes de la compañía

El panorama inicial para el desarrollo de este proyecto es el siguiente: Baena Mora no ha implementado un plan de mantenimiento preventivo para su maquinaria en donde se planifiquen y ejecuten las actividades necesarias para mantener su maquinaria en óptimas condiciones de funcionamiento, por el contrario, siempre ha desarrollado el sistema de mantenimiento correctivo sin llevar una gestión estructurada de las actividades e intervenciones que requieren los equipos.

En años anteriores la manera en la que se llevaba el control de las actividades realizadas en la maquinaria era usando algunos formatos diligenciados de manera manual, que cumplían la función de hoja de vida de los equipos, los cuales no se continuaron diligenciando de manera regular. Además de esto desarrollaron varios formatos de hojas de inspección, como las denominaron, las cuales consisten en un documento en donde se puede encontrar alguna información general de la máquina, una lista de actividades que se deben tener en cuenta para el inicio y finalización de labores por parte de los colaboradores, no obstante estos formatos no se encuentran unificados ni implementados en el 100% de la maquinaria de la compañía.

En el año 2018 la compañía sufrió la pérdida de información importante, entre esta se encontraba la reducida información del área de mantenimiento, por lo tanto, para el desarrollo de este trabajo se cuenta con alguna documentación física que contiene los registros de las actividades que se desarrollaron en la maquinaria en estudio, también se cuenta con información por parte del técnico de mantenimiento y los mismos colaboradores que operan estos equipos.

III. JUSTIFICACIÓN

Los hornos y chillers de la compañía son indispensables para el buen funcionamiento de las líneas de producción, esto se debe a que el 100% del calzado que se fabrica debe pasar en algún momento por una etapa de calentamiento y enfriamiento, al igual que los artículos de marroquinería es seguro que algunos de sus componentes tienen que pasar por estas mismas etapas. Por ende, una intervención inesperada en estos equipos, que puede tardar como mínimo 40 minutos, genera una gran afectación en la productividad que debe garantizar la compañía.

Los 13 equipos de acondicionamiento térmico de la compañía generan un consumo energético de aproximadamente 948 KWh, el cual representa un 32% del consumo energético de las líneas de producción de calzado y marroquinería, lo cual hace que el funcionamiento de esta sea uno de los más costosos del proceso del proceso, además, las paradas repentinas de estos equipos hacen que el flujo de producción se detenga por completo, generando embotellamiento de producto lo que significa la pérdida del tiempo de producción de las líneas en las cuales laboran cerca de 33 personas cada una.

Por lo tanto, Baena Mora & Cia requiere disminuir las constantes intervenciones de mantenimiento correctivo, reducir los costos de reparaciones, mejorar la vida útil de la maquinaria, optimizar la productividad evitando intervenciones inesperadas en sus equipos, entre otras consecuencias que conlleva basarse únicamente en la metodología de mantenimiento correctivo.

Además, es necesario contar con información de la maquinaria para poder identificar sus características técnicas y llevar un historial de todas las intervenciones que se ejecutan en estas y con esto reconocer los problemas específicos que pueda presentar cada equipo.

IV. OBJETIVOS

A. Objetivo general

Diseñar un plan de mantenimiento preventivo para hornos y chillers de la planta de producción de la empresa Baenamora & Cia.

B. Objetivos específicos

- Determinar el estado actual de la maquinaria recopilando información a través de la observación directa y del personal operativo.
- Implementar la metodología de análisis de Pareto para reconocer las principales causas de los fallos en la maquinaria en estudio.
- Desarrollar documentación y rutinas de mantenimiento con base en información recolectada, como manuales de fabricantes y experiencia del técnico de mantenimiento de la compañía.
- Determinar el costo de la implementación y el desarrollo del plan de mantenimiento preventivo propuesto y la puesta a punto los equipos en estudio.

V. MARCO REFERENCIAL

A. MARCO CONCEPTUAL

Mantenimiento correctivo. “Consiste en la realización de inspecciones e intervenciones según un programa preestablecido cuya finalidad es reducir al mínimo posible la probabilidad de avería y la degradación de los componentes del sistema. Aún no se ha producido una avería” [5].

Mantenimiento de uso. “consiste en la realización de tareas cotidianas realizadas por el mismo operador de los equipos, básicamente se trata de trabajos de limpieza, inspección visual, toma de datos, lubricación, apriete de tornillos, etc.”.

Mantenimiento Preventivo. “Conformado por el conjunto de actividades que buscan anticiparse a la ocurrencia de un problema avería o falla, estas actividades son planificadas en el tiempo y espacio, buscando fortalecer puntos frecuentes de falla, localizando vulnerabilidades, reemplazando componentes antiguos o desgastados” [6].

Hoja de vida de equipo. “es un documento con el cual podemos identificar características técnicas del equipo además de incluir la información del historial de los mantenimientos que se le han realizado a este ya sean correctivos o preventivos, este documento también nos puede garantizar una forma correcta de realización del inventario del equipo y así nos sea más fácil el manejo de estos mismos” [7].

Plan de mantenimiento. “es el conjunto de tareas preventivas a realizar en una instalación con el fin de cumplir unos objetivos de disponibilidad, de fiabilidad, de coste y con el objetivo final de aumentar al máximo posible la vida útil de la instalación” [8].

Chiller de enfriamiento. “El enfriador de agua o chiller es un caso especial de máquina de refrigeración cuyo objetivo es enfriar un medio líquido, generalmente agua. En modo bomba de calor también puede servir para calentar ese líquido. El evaporador tiene un tamaño menor que el

de los enfriadores de aire, y la circulación del agua se proporciona desde el exterior mediante bombeo mecánico.” [9]

Falla “situación dada, afectando la capacidad de un equipo, de cumplir su función” [10]

Mantenimiento en Parada “acciones que se realizan solamente cuando el equipo o máquina está detenido o está en reposo”[10]

Mantenimiento Autónomo “éste se basa en la prevención del deterioro de los equipos y componentes de estos. Es responsabilidad de los preparadores y operadores llevarlo a cabo, ya que son quienes mantienen contacto directo con la máquina, por lo que son los más capacitados para determinar cuándo falla o existe alguna anomalía en el equipo”[11]

inspección “actividades que se realizan en el mantenimiento preventivo, usando rutas definidas con cierta periodicidad y corta duración en el momento de revisar el equipo, máquina, donde normalmente se utilizan instrumentos de medición o los sentidos del ser humano, para verificar el buen funcionamiento del equipo, sin provocar que esto genere pararlo”[10]

B. MARCO TEÓRICO

Mantenimiento

El mantenimiento es un conjunto de actividades que deben realizarse a instalaciones y equipos, con el fin de corregir o prevenir fallas, buscando que estos continúen prestando el servicio para el cual fueron diseñados [12].

Un plan de mantenimiento busca:

- Optimizar el inventario de repuestos disponibles en stock, sin tener que comprar de más, ni sufrir la carencia de repuestos cuando se requieran.
- Brindar seguridad al personal de campo en el cumplimiento de sus actividades diarias.
- Rebajar costos de producción, a fin de producir productos más competitivos en el mercado.
- Evitar el desperdicio de recursos: materia prima, energía, mano de obra.

- Optimizar el consumo de recursos y presupuesto asignado al departamento de mantenimiento.
- Optimizar la utilización de equipos y maquinaria, prolongando su tiempo de vida.
- Gestión y Planificación del Mantenimiento Industrial 5
- Cumplir estándares de calidad exigidos por los consumidores y organismos reguladores.
- Garantizar el cuidado del medio ambiente en el desarrollo de la actividad productiva.
- Mantener un control y supervisión sobre las tareas que ejecuta el departamento de mantenimiento.

Para la implementación de mantenimientos una compañía se puede basar en diferentes metodologías de mantenimiento una de ellas es el mantenimiento Preventivo-Correctivo el cual tiene por objetivo organizar tareas de prevención de fallas y realizar acciones correctivas cuando se presente una falla, no se enfocan en la planificación justificada de actividades sino más bien en la programación de actividades y asignación de recursos. Basándose en la ocurrencia de fallas se establece trabajos preventivos a fin de que se repitan las mismas fallas, así mismo basándose en pruebas y observaciones se analizan los equipos a fin de programar tareas que eviten la aparición de nuevas fallas [6].

Mantenimiento Preventivo

Es aquel que se hace mediante un programa de actividades previamente establecidas, con el fin de anticiparse la presencia de fallas en instalaciones y equipos.

El programa debe basarse en estudio de necesidades de servicio de un equipo o maquinaria, además, se estima el tiempo que se toma cada operación y la periodicidad con que se efectúa, con el fin de poder determinar así las horas-hombre que requiere una tarea de mantenimiento.

El éxito de un programa de mantenimiento preventivo se centra en el desarrollo de un buen análisis de cada una de las máquinas y en el cumplimiento de las actividades que se planteen, de la misma manera se debe realizar un buen control [12].

Análisis causa raíz

El análisis de causa raíz (RCA, Root Cause Analysis) es el proceso de descubrir las causas raíz de los problemas para identificar soluciones adecuadas. Este método considera que es mucho más efectivo prevenir y resolver sistemáticamente los problemas subyacentes en lugar de sólo tratar los síntomas, algunos de los objetivos y beneficios de este método son descubrir la causa raíz de un problema o evento, comprender completamente cómo reparar, compensar o aprender de cualquier

problema subyacente dentro de la causa raíz y aplicar lo que aprendemos de este análisis para prevenir problemas futuros o repetir éxitos [13], los pasos generales para desarrollar un ACR son:

1. Definir el problema
2. Entender el problema
3. Implementar acción inmediata
4. Implementar acción correctiva
5. Confirmar la solución

Análisis de Pareto

El principio de Pareto se basa en que el 20 % de los defectos afectan en el 80 % de los procesos. Entonces si se enfoca en solucionar el 20% de los problemas más relevantes que afectan a los procesos, es seguro que el 80% de los procesos mejoraran [14].

El análisis de Pareto “es un método gráfico para determinar cuáles son los problemas más importantes de una determinada situación y, por consiguiente, las prioridades de intervención. Además, permite identificar los factores o problemas más importantes y función de la premisa de que pocas causas producen la mayor parte de los problemas y muchas causas carecen de importancia relativa”[15] .

El diagrama de Pareto se puede desarrollar en 7 fases, las cuales son:

- Decidir cómo clasificar los datos.
- Elegir el período de observación.
- Obtener los datos y ordenarlos.
- Preparar los ejes cartesianos del diagrama.
- Diseñar el diagrama.
- Construir la línea acumulada.
- Añadir las informaciones básicas.

Metodología 5 ¿Por qué?

La metodología de los 5 ¿por qué? Se basa en realizar preguntas iterativas usadas para encontrar las relaciones de causa y efecto de un problema en específico, en esta técnica se repite la pregunta ¿Por qué? 5 o más veces de tal manera que cada respuesta forma la base de la siguiente pregunta.

El "5" en el nombre se deriva de la observación empírica en el número de iteraciones típicamente requeridas para resolver el problema [14]

AMEF

“El Análisis de modos y efectos de fallas potenciales, AMEF, es un proceso sistemático para la identificación de las fallas potenciales del diseño de un producto o de un proceso antes de que éstas ocurran, con el propósito de eliminarlas o de minimizar el riesgo asociado a las mismas” [17].

El desarrollo de un análisis AMEF consiste en cumplir los siguientes objetivos:

- Reconocer y evaluar los modos de fallas potenciales y las causas asociadas con el diseño y manufactura de un producto
- Determinar los efectos de las fallas potenciales en el desempeño del sistema
- Identificar las acciones que podrán eliminar o reducir la oportunidad de que ocurra la falla potencial
- Analizar la confiabilidad del sistema
- Documentar el proceso

Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM)

El mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM) es una para elaborar planes de mantenimiento que incluyan todo tipo de estrategias de mantenimiento preventivo, predictivo, búsqueda de fallas, etc. Esta metodología desarrollada en los Estados Unidos busca mejorar la seguridad y confiabilidad de sus equipos[18]

John Moubray [19]define el RCM como un proceso utilizado para determinar las acciones que se deben realizar para asegurar que cualquier activo continúe realizando la función que el usuario requiere en su contexto operacional.

La norma SAE JA1011[18] establece los criterios mínimos que debe cumplir una metodología para que pueda definirse como RCM; también especifica que cualquier proceso de RCM debe responder la secuencia de preguntas que se muestran en la Fig. 1.

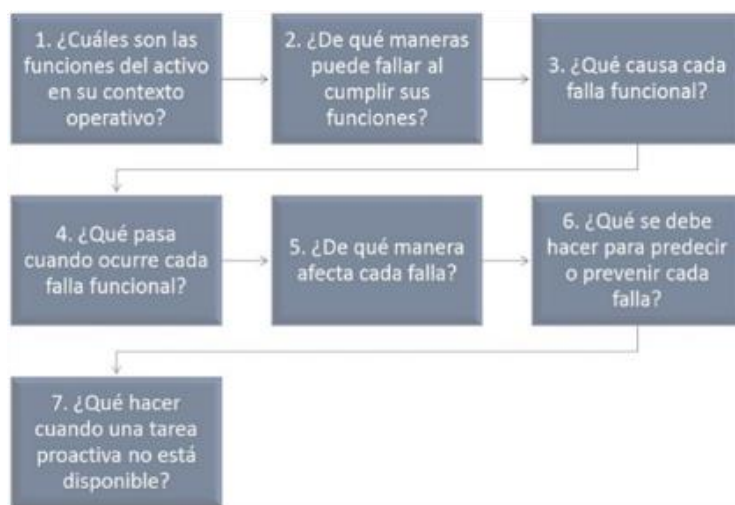


Fig. 1. Preguntas de Metodología RCM

Fuente: J. Moubray

Confiabilidad

La confiabilidad se define como la probabilidad de que un sistema desempeñe satisfactoriamente las funciones para las cuales se diseña, durante un período de tiempo específico y bajo condiciones normales de operación[20]

Indicador de Confiabilidad MTBF

Mid Time Between Failure o tiempo medio entre fallas, nos permite reconocer la frecuencia con la que suceden los fallos.

$$MTBF = \frac{N^{\circ} \text{ de Horas totales del periodo de tiempo analizado}}{N^{\circ} \text{ de averías}}$$

Fig. 2. Ecuación de MTBF

Fuente: Santiago P, Garrido G

Porcentaje de Disponibilidad

Como disponibilidad se define la probabilidad de que el equipo funcione satisfactoriamente en el momento en que sea requerido después del comienzo de su operación, cuando se usa bajo condiciones acordes, donde el tiempo total considerado incluye el tiempo de operación de reparación, el tiempo inactivo y el tiempo en mantenimiento preventivo [20].

$$\% \text{ Disponibilidad} = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} * 100$$

Fig. 3. Ecuación de Disponibilidad

Fuente: Mora G

Mantenibilidad

La mantenibilidad se define como la probabilidad de que una máquina o sistema, puedan retornar a su funcionamiento normal luego de presentar una falla, mediante una reparación o mantenimiento, para eliminar las causas inmediatas que generan la interrupción [20].

Indicador de Mantenibilidad MTTR

Mid Time To Repair o tiempo medio de reparación, nos permite reconocer el tiempo promedio que toma la reparación de un equipo [21].

$$MTTR = \frac{N^{\circ} \text{ de horas de paro por avería}}{N^{\circ} \text{ de averías}}$$

Fig. 4. Ecuación de MTTR

Fuente: Santiago P, Garrido G

Valor Presente Neto (VPN)

El método del Valor Presente Neto determina el valor del dinero en el tiempo en la determinación de los flujos de efectivo netos del negocio o proyecto, con el fin de poder hacer comparaciones correctas entre flujos de efectivo en periodos de tiempo [22].

Tasa interna de Rendimiento (TIR)

Es un método que proporciona otra medida de la rentabilidad de un negocio o proyecto, la tasa interna de rendimiento de un negocio o proyecto equivale a la tasa de interés que un negocio o proyecto dejara a la quien hace la inversión [22].

VI. EMPRESA

Baena Mora & Cia es una compañía colombiana dedicada a la fabricación de calzado y marroquinería masculina, creada en 1995, esta compañía se ha convertido en un referente nacional en el proceso de fabricación de artículos de cuero gracias a la modernización y tecnificación de sus plantas de producción, las cuales cuentan con instalaciones de aproximadamente 7.500 metros cuadrados distribuidos en 2 plantas de producción aledañas, las cuales son planta de calzado y planta de marroquinería y cuentan con alrededor de 600 colaboradores directos. Ubicadas en la Zona Industrial de Montevideo de la ciudad de Bogotá.

A. Información de la Empresa

1) Misión

Hacer del cuero una expresión de diseño, calidad y confort al mejor precio.

2) Visión

En el 2026 Baena Mora & Cia; estará posicionada a nivel nacional como la empresa número 1 en la producción de calzado y artículos de cuero, líder por su calidad, diseño y precio. Además, tendrá presencia en mercados internacionales con sus marcas.

3) Política de Calidad

Baena Mora & Cia diseña, fabrica y comercializa productos innovadores de cuero y materiales alternativos, que se destacan por la calidad, diseño, confort y precio. Su compromiso es satisfacer las necesidades de los clientes y otras partes interesadas, así como incrementar la eficacia del sistema de gestión de la calidad y cumplir con los requisitos aplicables.

Para lograrlo, trabaja por mantener y mejorar las competencias y el compromiso del personal. Cuenta con tecnología de punta e infraestructura adecuada para desarrollar en forma óptima la operación, y gestiona el desarrollo de materiales con proveedores para garantizar el suministro oportuno de materias primas e insumos de la mejor selección. La compañía piensa siempre en el cuidado del medio ambiente, en asegurar el éxito sostenido y en el continuo crecimiento para alcanzar los objetivos y las metas sin desconocer el entorno de la organización.

4) Organigrama Dirección Producción

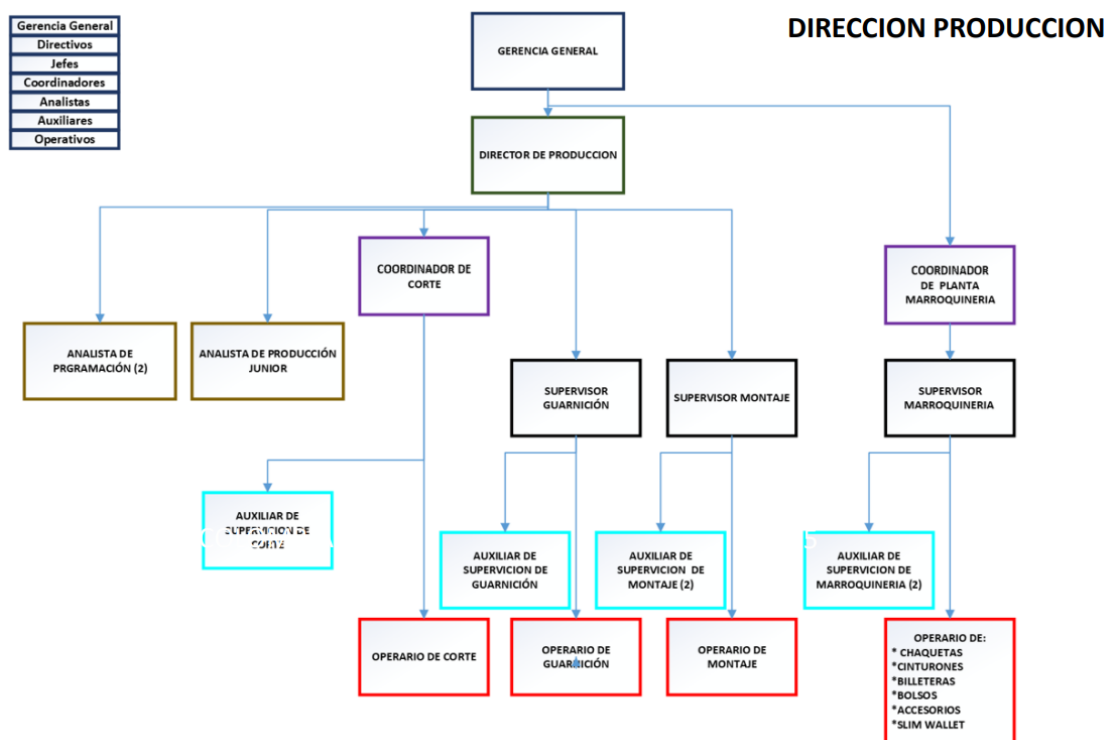


Fig. 5. Organigrama Dirección de Producción Baena Mora

Fuente: Baena Mora

B. Proceso de Producción de Calzado y Marroquinería

1) Calzado

El proceso de producción de calzado en la compañía cuenta con 3 fases principales las cuales son:

a) Corte

En esta fase se realiza el corte de todas las partes de materiales que se requieran para la fabricación de la capellada del calzado; como lo son el cuero y los forros textiles o sintéticos. Este corte se realiza con ayuda de máquinas troqueladoras, máquinas de corte láser, máquina de corte automatizado y cortes manuales ejecutados por colaboradores, posteriormente se realiza la clasificación de los cortes según talla y modelos para dar paso a la siguiente fase.

En esta fase se encuentra una de las máquinas en estudio la cual es el **Vaporizador**, este es utilizado cuando los modelos que se están produciendo son botas o calzados tubulares, los cuales requieren de un proceso de preformado previo a la fase de guarnición con el fin de facilitar su confección y montaje en las hormas.

b) Guarnición

En esta fase se guarnecen los cortes suministrados, se colocan broches y ojales y se rotulan según el modelo y especificaciones del calzado; para este fin se emplean cerca de 40 máquinas de confección de calzado, remachadoras, termo fijadoras entre otras, dando como resultado las capelladas armadas y listas para la última fase.

Para esta última fase se entra en detalle ya que tiene mayor relevancia para este trabajo debido a que en este proceso se encuentra la maquinaria en estudio.

c) Montaje

En esta fase inicialmente se realiza el proceso de montaje de las capelladas en las hormas requeridas; para esto se utilizan máquinas encintadoras (las cuales fijan la plantilla de armado a la horma), máquinas montadoras de puntas y de talones (las cuales dan la forma de la horma a la capellada), posteriormente pasan por un **Horno Conformador** (el cual hace que la capellada asiente de mejor manera en la horma y tome por completo la forma de esta), luego la horma ya montada pasa a una verificación de la calidad del montado y se perfecciona cualquier protuberancia en el cuero con un secador de calor industrial, posteriormente se marca en la horma el límite de donde irá la suela para ser lijada con ayuda de una máquina cardadora con el fin de lograr una mejor absorción del pegante. Para el siguiente paso las suelas pasaron previamente por un proceso de limpieza y halogenado (el cual consiste en la aplicación de agentes halogenantes los cuales contribuyen en el pegado y prensado del calzado), esto para ser sometidas junto con las hormas a pasar por la máquina **Horno Secador Reactivador** (en el cual al inicio el horno genera aire caliente para agilizar el proceso de secado de los pegantes y al finalizar una serie de resistencias aumentan considerablemente la temperatura para generar una reactivación de dichos adherentes), seguidamente se ensamblan las suelas a las hormas para ser sometidas a una especie de prensado, el cual se realiza con máquinas denominadas pegadoras de suelas en las cuales se introduce el calzado en unas membranas que generan vacío neumático y dan como resultado calzado listo para su descalce de la horma, alistamiento y empaque como producto final. El detalle de esta fase se encuentra en el Diagrama de Flujo de Montaje **Anexo 1**.

2) Marroquinería

El proceso de producción de artículos de marroquinería cuenta con 4 líneas de producción las cuales son: Cinturones, Maletines, Billeteras y Chaquetas. La única línea de producción que no requiere del uso de los hornos es la línea de Chaquetas, la cual se basa netamente en confección textil.

a) Cinturones

El proceso de fabricación de cinturones inicia con el corte en tiras de las hojas de cuero las cuales varían según requerimientos de tallas, este proceso se realiza con ayuda de una mesa de corte industrial y máquinas cortadoras de tiras, luego de esto se pasan todas las tiras de por una máquina trancheta, la cual hará los cortes, redondeos y agujeros según el diseño del cinturón, posteriormente los cinturones son pasados por máquinas pulidoras encintadoras, las cuales como su nombre lo indica se encargan de pulir y entintar los bordes de los cinturones, luego de esto los cinturones son sometidos a aire caliente para agilizar su secado, de este proceso se encarga el **Horno Secador**. Finalmente, los cinturones pasan a las mesas de alistamiento en donde de manera manual se colocan hebillas y demás artículos o arreglos que se requería según el diseño.

b) Billeteras

El Proceso de fabricación de billeteras es muy variable debido a la amplia gama de diseños que se pueden llegar a producir, sin embargo los procedimientos que siempre se llevan a cabo son, el corte de piezas los cuales se realizan de manera manual o en máquinas troqueladoras, el desbaste de piezas el cual se realiza en máquinas desbastadoras de cuero, posteriormente la confección y unión de todas las piezas, uno de los procesos en común de la mayoría de referencias de billeteras es el entintado de bordes de pequeñas partes cuero, el cual se realiza en máquinas entintadoras para luego pasarlas por un **Horno Secador**, luego de esto el producto pasa a el área de armado general, alistamiento y empaque.

c) Maletines

El proceso de fabricación de maletines sigue los mismos parámetros del proceso de producción de billeteras, pero con especificaciones diferentes, pero en general los mismos procesos, por ende, en esta línea también se hace uso del **Horno Secador**. El detalle de este proceso se puede encontrar en el Diagrama de Flujo de Maletines **Anexo 2**.

d) Chaquetas

El proceso de fabricación de chaquetas inicia con el área de mesas de corte en donde de manera manual y con ayuda de máquinas, como lo son cortadora circular y vertical, realizan el corte de todas las partes que componen la chaqueta según el diseño, luego de esto aparece el proceso de confección, en donde la empresa cuenta con por lo menos 12 máquinas de costura para la realización de este proceso, por último, el producto pasa a mesas de planchado limpieza y acabados para luego ser empacadas. En este proceso no se requiere ninguna máquina de acondicionamiento térmico en estudio.

C. Departamento de Mantenimiento

El departamento de mantenimiento de Baena Mora cuenta con 3 personas, el líder del proceso es el Coordinador Administrativo y de Mantenimiento, encargado de la planeación y el control de los procesos y actividades realizadas por su equipo de trabajo que lo compone el Profesional de Mantenimiento y el Técnico de Mantenimiento.

1) Repuestos

Actualmente la compañía cuenta con algunas piezas y repuestos los cuales se adquirieron con antelación, también algunas piezas reparadas las cuales ayudan a subsanar situaciones que se puedan presentar en la maquinaria, sin embargo la compañía no cuenta con un stock de repuestos establecido y controlado, lo que hace que cada intervención correctiva que se presenta requiera de más tiempo de intervención por parte del área de mantenimiento.

2) Herramientas

Se desarrolló el inventario de herramienta ya que la compañía no cuenta con este, inventario en el cual se tomó un registro fotográfico con el fin de determinar si se cuenta con la herramienta necesaria para la ejecución de las rutinas de mantenimiento.

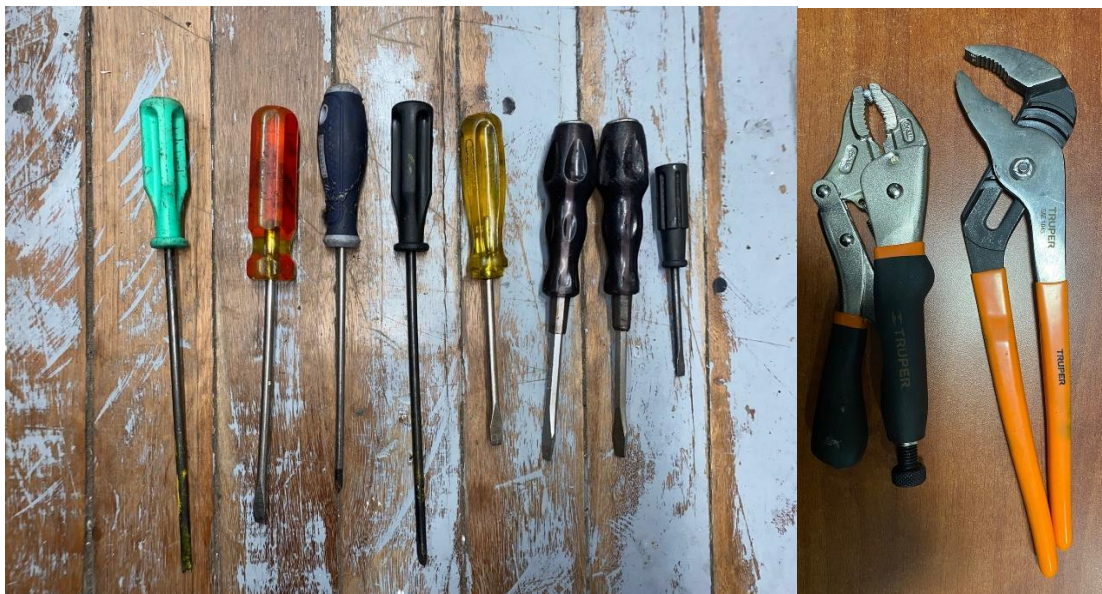


Fig. 8.Herramienta del Área de Mantenimiento

Fuente: Información de la empresa adaptada por el autor.



Fig. 9. Herramienta del Área de Mantenimiento

Fuente: Información de la empresa adaptada por el autor.

TABLA I. INVENTARIO DE HERRAMIENTA DEL ÁREA DE MANTENIMIENTO

Nombre de Herramienta	Cantidad	Medida
Llave de boca fija	13	19 a 6 mm
Destornillador de pala	5	5 mm
Destornillador de pala	3	4 mm
Destornillador de pala	1	3 mm
Hombre solo	1	10"
Hombre solo	1	5"
Alicate	2	8" y 6"
Pinzas	1	6"
Corta frio	2	8"
Llave Bristol	13	10 a 1 mm
Bristol en T	1	5 mm
Bristol en T	2	4 mm
Cautín	1	-
Espátula	1	10 cm
Destornillador con ratchet en T	1	-
Destornillador con ratchet	1	-
Bisturí	3	18 mm
Terraja macho	1	-
Grata en Bronce	2	-
Martillo maceta	1	-
Multímetro	1	1.000 V
Escofina plana	1	12 cm
Alicate pico loro	1	12"
Llave tubo	1	14"
Remachador manual	1	10,5"
Inyector de grasa	1	-
Taladro	1	-

Fuente: Información de la empresa adaptada por el autor.

3) Presupuesto

Financieramente la compañía relaciona los costos de mantenimiento con los costos del sector administrativo por ende el trato económico del área de mantenimiento no es independiente de las demás áreas, haciendo que no se realicen presupuestos concretos en donde se disponga de un presupuesto para la compra de insumos y herramientas para el desarrollo del mantenimiento, la

adquisición de repuestos y de más se realizan generando solicitudes a la gerencia la cual aprueba o no la compra de estos.

VII. ANÁLISIS DE MAQUINARIA

A. Maquinaria en Estudio

La maquinaria en estudio se distribuye en la mayoría de las líneas de producción de la compañía, en las Tablas 1 y 2 se presenta el listado de dichos equipos con su respectivo código activo de la empresa, el cual suele iniciar con las letras BM o BP.

TABLA II. MAQUINARIA DE ANÁLISIS (HORNO)

HORNOS					
Máquina	Fabricante	Modelo	Cod. Activo	Año de Fabricación	Ubicación en Planta
Horno Secador Reactivador	Máster	RH-100	BM00780	2013	Línea 3
Horno Secador Reactivador	Máster	RH-100	BM00798	2013	Línea 2
Horno Conformador Doble Banda	Máster	TH-110	BM00669	2003	Línea 2
Horno Conformador	Máster	TH-40	BP00112	2014	Línea 1
Horno Conformador	Máster	TH-130	BM00778	2007	Línea 3
Horno Secador Reactivador en Banda	Máster	SRTD	BP00131	2013	Línea 1
Horno Secador	OMAC	E-150-S	BP00255	2015	Billeteras
Horno Secador de Cinturones	Galli	TGV 20	BM00838	2012	Cinturones
Horno Secador de Cinturones	Galli	TGV 20	BM00860	2010	Cinturones
Vaporizador	Máster	068	BM00772	2014	Corte

Fuente: Información de la empresa adaptada por el autor.

TABLA III. MAQUINARIA DE ANÁLISIS (CHILLERS)

CHILLES					
Máquina	Marca	Modelo	Cod. Activo	Año	Ubicación en Planta
Chiller	Máster	CC-40	BP00104	2014	Línea 1
Chiller	Máster	CC-1	BM00802	2003	Línea 2
Chiller	Máster	CC	BM00784	2008	Línea 3

Fuente: Información de la empresa adaptada por el autor.

B. Diagnóstico y Reconocimiento de Maquinaria

Para el diagnóstico de los equipos en estudio, se realizó un trabajo de campo que consistió en la recopilación de información técnica de la máquina, la identificación del estado actual de cada máquina realizando un registro fotográfico de sus componentes, el reconocimiento de su funcionamiento y la función que cumple en el proceso de producción.

Además de esto con ayuda del técnico de la compañía se realizó un recuento de las fallas que presentaron cada una de las máquinas en el último año, desde octubre de 2021 hasta octubre de 2022.

El último mantenimiento general de toda la planta de producción de la compañía se desarrolló en el mes de diciembre del 2021, en donde a cada uno de los equipos se realizó una rutina de limpieza y lubricación general, sin hacer cambios considerables de repuestos o partes de las máquinas.

1) Horno Secador Reactivador (BM00780)

- Registro fotográfico



Fig. 10. Horno Secador Reactivador RH-100

Fuente: Información de la empresa adaptada por el autor.

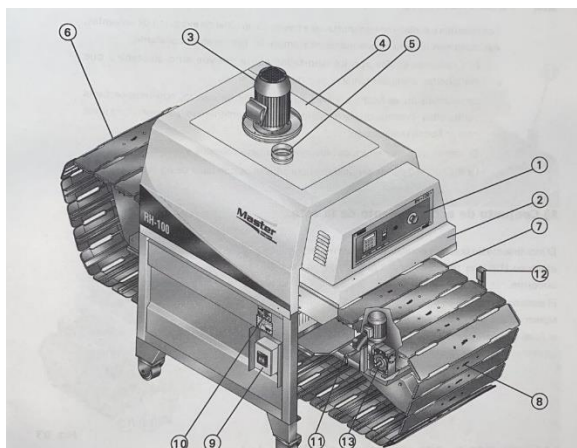


Fig. 11. Identificación de Componentes Horno RH-100

Fuente: Manual de Fabricante

- 1 - Panel de control y panel de control eléctrico
- 2 - Conjunto de reactivación
- 3 – Motor de ventilador
- 4 - Tapa del forzador de aire
- 5 - Gases de escape
- 6 - Cabezal de entrada (alimentación)
- 7 - Cabeza de salida (recogimiento del zapato)
- 8 - Cinta transportadora
- 9 - Disyuntor General
- 10- Placa del número de serie de la máquina
- 11- Sensor óptico
- 12 - Reflector
- 13 - Motor eléctrico para accionar la correa

• **Funcionamiento**

La función de este horno en el proceso es inicialmente secar los compuestos halogenantes de la suela y la solución adhesiva de las hormas montadas y luego de esto reactivar dicha solución y todos los agentes adhesivos que hayan sido aplicados, para posteriormente realizar el pegado de las suelas y el cansado.

Basado en el manual de instrucciones del fabricante (Máster) se tiene que: el funcionamiento de este Horno consiste transportar la horma (luego de la aplicación de la solución adhesiva) y la suela, “a través de un túnel equipado con un sensor que se encarga de mantener constante la temperatura requerida, el calzado y la suela con transportados sobre apoyos ajustables para hormas de cualquier tamaño”. “La reactivación es hecha a través de elementos de cuarzo, con temperaturas controladas, evitando supercalentamientos”, el control de temperatura es independiente para las dos secciones del horno [23].

El movimiento de la cadena y los soportes de transporte es realizado por un motor eléctrico (13), el sistema de parada es accionado por medio de un sensor óptico (11) que impide el avance de la cadena de transporte impidiendo la caída del calzado en caso de que no sea retirado por el colaborador. Para el proceso de secado el motor del ventilador principal (3) se encarga de transportar aire por el ducto central el cual se calienta con ayuda de una resistencia interna, de esta manera garantiza que fluya aire caliente a lo largo de todo el túnel. El sistema de Reactivación del RH-100/150 consiste en 2 conjuntos de resistencias de cuarzo (17) las cuales calientan el calzado de manera directa, este proceso tiene sistemas de regulación de temperatura independiente para ambos costados del horno, de la misma manera se puede regular el sensor óptico determinando el tiempo de reactivación deseado para el calzado.

- **Estado Actual**

Actualmente este equipo se encuentra en funcionamiento normal, con todos sus componentes en buen estado y en servicio.

2) Horno Secador Reactivador (BM00798)

- **Registro Fotográfico**



Fig. 12. Horno Secador Reactivador RH-100

Fuente: Información de la empresa adaptada por el autor.

- **Funcionamiento**

La descripción del funcionamiento de este equipo es igual a la del horno anterior ya que son máquinas del mismo modelo y funcionalidad.

- **Estado Actual**

Actualmente este equipo se encuentra en funcionamiento normal, con todos sus componentes en buen estado y en servicio.

3) Horno Conformador Doble Banda TH-100 (BM00669)

- Registro Fotográfico



Fig. 13. Horno Conformador Doble Banda TH-100

Fuente: Información de la empresa adaptada por el autor.

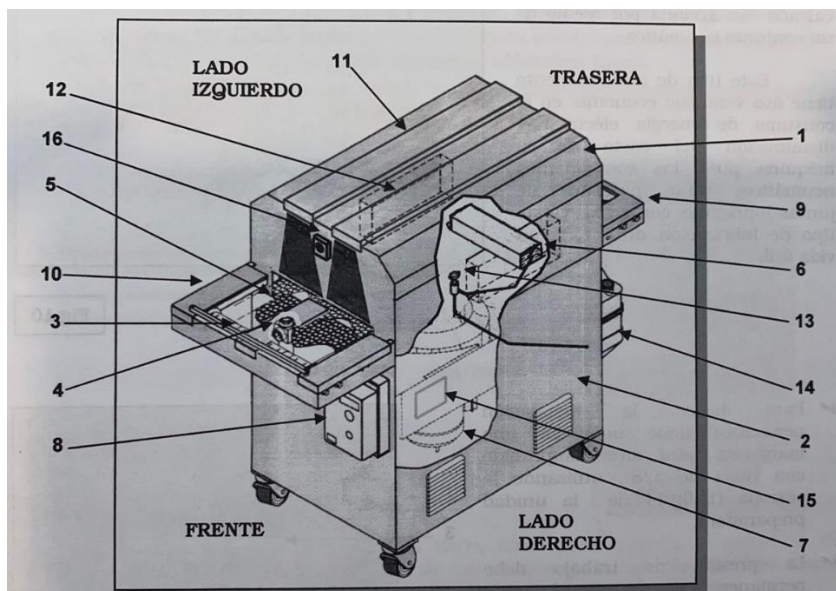


Fig. 14. Identificación de Componentes Horno TH-100

Fuente: Máster.

- 1 - Carenado Superior
- 2 - Estructura Inferior
- 3 - TOPE de fin de curso
- 4 - Unidad neumática
- 5 - Cinta transportadora de calzado
- 6 - Caldera
- 7- Ventilador
- 8 - Tablero de control
- 9 - Cabecera de alimentación (Entrada)
- 10 - Cabecera de salida
- 11- Tapas móviles para botas
- 12 - Resistencias: un conjunto de cada lado
- 13 - Bomba de agua
- 14 - Bidón de plástico (reservorio de agua p/ la caldera)
- 15 - Plaqueta de Identificación de la máquina
- 16 - Emergencia

- **Funcionamiento**

Según el manual de instrucciones del fabricante (Máster), este es un equipo utilizado en el proceso de conformación de calzado. El principio de funcionamiento es la aplicación de calor y vapor sobre la capellada de cuero montada en la horma.

Las partículas finas y calientes de humedad generadas por el vapor penetran en las fibras del cuero, ablandándolo y tornándolo más elástico permitiendo que reproduzca fielmente la forma de la horma además de eliminar las arrugas causadas por la colocación en frío de la capellada sobre la horma. En una segunda etapa, la capellada y la horma pasan por el proceso de secado cuya función es estabilizar la conformación lograda en el proceso anterior vaporización. El resultado de esas operaciones es un producto de formas bien definidas.

La generación de vapor es realizada por una caldera eléctrica, la cual es alimentada por una pequeña bomba. El abastecimiento de agua de esta bomba lo hace un bidón plástico ubicado fuera de la máquina [24]

- **Estado Actual**

Actualmente este equipo se encuentra en funcionamiento, pero la función de vaporizador fue suspendida, por consideración de técnicos y directivos del proceso esta es innecesaria, ya que el flujo de aire caliente cumplía con los requerimientos del proceso. Además, las cortinas de entrada y salida de calzado no se encuentran en óptimas condiciones por deterioro.

4) Horno Conformador TH-40 (BP00112)

- **Registro Fotográfico**



Fig. 15. Horno Conformador TH-40

Fuente: Información de la empresa adaptada por el autor.

- **Funcionamiento**

Este horno para su funcionamiento emplea una resistencia la cual con ayuda de un motor conectado a un ventilador hacen circular aire caliente por ductos los cuales están direccionados el túnel de calentamiento, con ayuda de sensores el horno es capaz de variar y mantener su temperatura,

además de esto, su banda transportadora metálica es accionada por un motor eléctrico el cual varia su velocidad de avance , adicionalmente los ductos de ventilación también se gradúan de manera que se pueda controlar la manera en la que circula el aire dentro del túnel.

Este horno es empleado para la conformación y adaptación del cuero de la capellada con respecto a la horma en la cual se montó haciendo que el calzado tome la forma deseada.

- **Estado Actual**

Actualmente este equipo se encuentra en normal funcionamiento, pero la función de vaporizador fue suspendida, por consideración de técnicos y directivos del proceso esta es innecesaria, ya que el flujo de aire caliente cumplía con los requerimientos del proceso. Además, las cortinas de salida de calzado no se encuentran en óptimas condiciones por deterioro.

5) Horno Conformado TH-130 (BM00778)

- **Registro Fotográfico**



Fig. 16. Horno Conformador TH-130

Fuente: Información de la empresa adaptada por el autor.

- **Funcionamiento**

La descripción del funcionamiento de este equipo es igual a la del horno anterior, pese a no ser exactamente el mismo modelo, el horno TH-130 funciona bajo el mismo concepto su única diferencia con respecto al anterior son sus dimensiones.

- **Estado Actual**

Actualmente este equipo se encuentra en normal funcionamiento, pero la función de vaporizador fue suspendida, por consideración de técnicos y directivos del proceso esta es innecesaria, ya que el flujo de aire caliente cumplía con los requerimientos del proceso. Además, las cortinas de salida de calzado no se encuentran en óptimas condiciones por deterioro.

6) Horno Secador Reactivador en Banda SRTD (BP00131)

- **Registro Fotográfico**



Fig. 17. Horno Secador Reactivador SRTD

Fuente: Información de la empresa adaptada por el autor.

- **Funcionamiento**

El funcionamiento de este horno consiste en transportar aire caliente a lo largo del túnel con ayuda de una serie de resistencias y 2 ventiladores ubicados en la parte superior de la máquina,

cumpliendo con el proceso de secado de del calzado, simultáneamente las resistencias ubicadas en planchas al finalizar el túnel del horno son las encargadas del proceso de reactivación del calzado, calentando las hormas de manera directa.

En este equipo tanto la temperatura de secado como la de reactivación son controlables con ayuda de potenciómetros independientes de la misma manera cuenta con un controlador digital de la temperatura máxima a la cual queramos someter el proceso de secado. Una de las particularidades de este horno es que se encuentra ensamblado a la banda transportadora de toda la línea de producción, esto agiliza de gran manera el proceso en general.

- **Estado Actual**

Actualmente este equipo se encuentra en funcionamiento normal, con todos sus componentes en buen estado y en servicio.

7) Horno Secador E-150-S (BP00255)

- **Registro Fotográfico**



Fig. 18. Horno Secador E-150-S

Fuente: Información de la empresa adaptada por el autor.

- **Funcionamiento**

Este horno funciona principalmente con el accionamiento de 2 ventiladores de corriente transversal y con ayuda de 2 resistencias generan un flujo de aire caliente hacia el interior de todo el túnel de calentamiento, la temperatura de las resistencias es controlable como también lo es la velocidad de avance de la banda transportadora, la cual es accionada por un motor eléctrico; Para la preservación de la temperatura dentro del horno este se encuentra recubierto internamente con una capa de fibra de vidrio a su vez las compuertas de entrada y salida de material siempre se encuentran cerradas y con ayuda de sensores ópticos los cuales accionan la apertura y cierre de las compuertas. La regulación y control de la temperatura se realiza con ayuda de potenciómetros y controladores digitales.

- **Estado Actual**

Actualmente este equipo se encuentra en funcionamiento normal, con todos sus componentes en buen estado y en servicio.

8) Horno Secador de Cinturones TGV-20 (BM00838)

- Registro Fotográfico



Fig. 19. Horno Secador TGV-20

Fuente: Información de la empresa adaptada por el autor.



Fig. 20. Ventiladores y Resistencias de Horno TGV-20

Fuente: Información de la empresa adaptada por el autor.



Fig. 21. Acoples o bloqueos de caucho de ventiladores

Fuente: Información de la empresa adaptada por el autor.

- **Funcionamiento**

Este horno funciona principalmente con el accionamiento de 4 ventiladores de corriente transversal y con ayuda de 4 resistencias distribuidos 2 en cada costado del equipo, generan un flujo de aire caliente hacia el interior de todo el túnel, la temperatura de las resistencias es controlable como también lo es la velocidad de avance de la banda transportadora, la cual es accionada por un motor eléctrico, cada uno de los ventiladores cuenta con un motor eléctrico independiente de los demás, a su vez la banda transportadora se pone en marcha con ayuda de un motor eléctrico el cual por medio de potenciómetros brinda la posibilidad de regular su velocidad de avance y control de temperatura.

El grupo de ventiladores y resistencias consiste en 2 ventiladores de corriente transversal los cuales están acoplados al soporte y al eje del motor por medio de acoples o bloqueos de caucho, los cuales se encargan de transmitir la potencia del motor a los ventiladores[25].

- **Estado Actual**

Actualmente este equipo se encuentra en funcionamiento normal, con todos sus componentes en buen estado y en servicio.

9) Horno Secador de Cinturones TGV-20 (BM00860)

- **Registro Fotográfico**



Fig. 22. Horno Secador TGV-20

Fuente: Información de la empresa adaptada por el autor.

- **Funcionamiento**

La descripción del funcionamiento de este equipo es igual a la del horno anterior ya que son máquinas del mismo modelo y funcionalidad.

- **Estado Actual**

Actualmente este equipo se encuentra en funcionamiento normal, con todos sus componentes en buen estado y en servicio.

10) Vaporizador 068 (BM00772)

- Registro Fotográfico
-



Fig. 23. Vaporizador 068

Fuente: Información de la empresa adaptada por el autor.

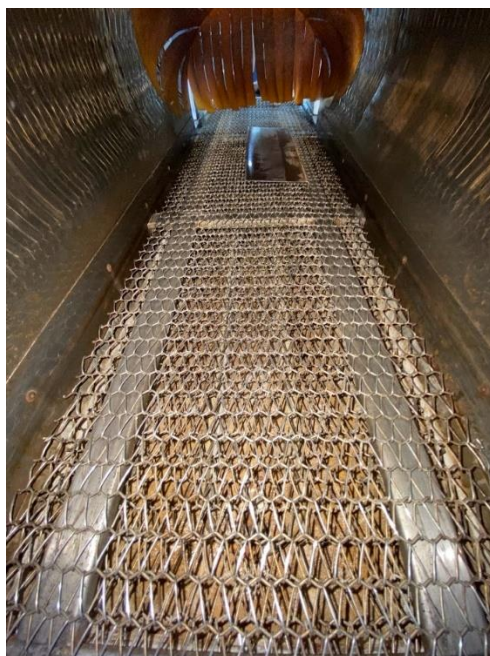


Fig. 24. Túnel de Vaporizador 068

Fuente: Información de la empresa adaptada por el autor.

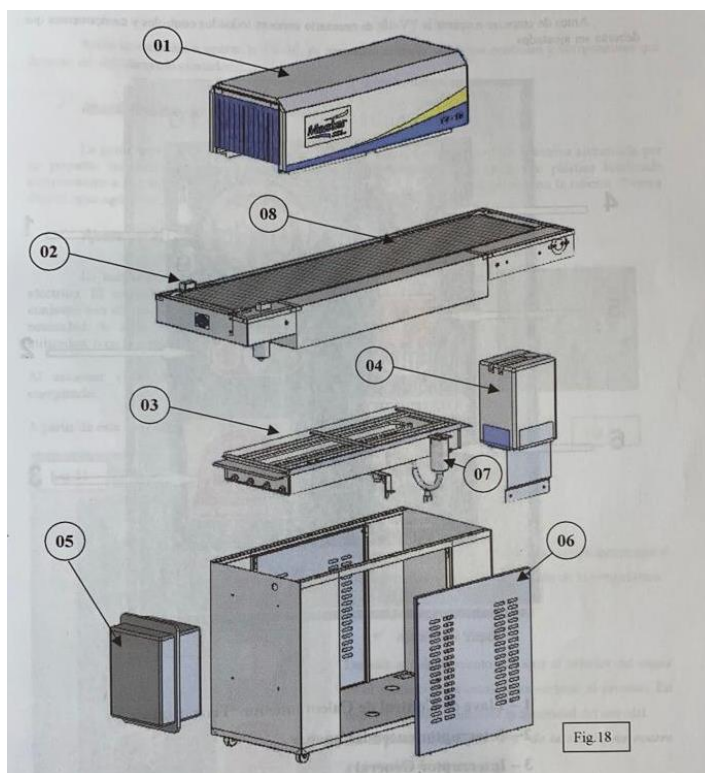


Fig. 25. Identificación de Componentes Vaporizador 068

Fuente: Máster.

- 01- Túnel de vaporización
- 02- Sensor de parada
- 03- Caldera
- 04- Tanque de agua
- 05- Tablero de control
- 06- Tapas
- 07- Controlador de nivel de agua
- 08- Banda transportadora

• **Funcionamiento**

Este equipo funciona principalmente con una caldera la cual tiene una resistencia que permanece a nivel del agua generando vapor, el cual se mantiene de forma uniforme en todo el túnel, del suministro de agua a la caldera se encarga una válvula con flotador la cual mantiene el agua a el

mismo nivel de la resistencia de la caldera; la banda transportadora metálica es accionada gracias a un motor eléctrico el cual responde a la señal de un sensor óptico el cual se encuentra al finalizar la banda haciendo que el avance se detenga cuando perciba objetos lo que previene caídas o enredos de material. En el controlador podemos regular la velocidad de avance de la máquina, la temperatura de la resistencia y la cantidad de vapor que se requiera [26].

- **Estado Actual**

Actualmente este equipo se encuentra en funcionamiento normal, con todos sus componentes en buen estado y en servicio.

11) Chiller CC-40 (BP00104)

- **Registro Fotográfico**



Fig. 26. Chiller CC-40

Fuente: Información de la empresa adaptada por el autor.



Fig. 27. Motores de Forzadores de Aire Chiller CC-40

Fuente: Información de la empresa adaptada por el autor.

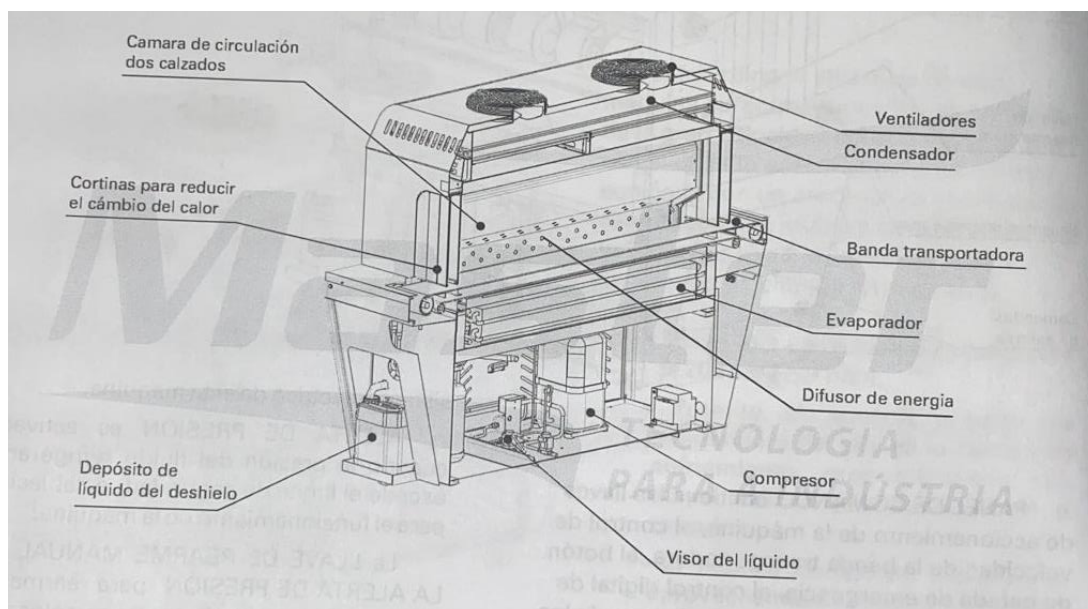


Fig. 28. Identificación de Componentes Chiller CC-40

Fuente: Máster.

• Funcionamiento

La función de este equipo en el proceso de producción estabilizar el proceso térmico al cual es sometido el calzado, hacer que el calzado tome formas compactas y minimizar las deformaciones que se puedan presentar en el proceso de descalzado del zapato. Para este fin la máquina cuenta

con un proceso de refrigeración el cual con ayuda de un condensador y compresor se transporta un líquido refrigerante el cual circula a bajas temperaturas por un evaporador interno que está acoplado a 3 ventiladores o forzadores de aire los cuales hacen que el aire frío circule a lo largo de todo el túnel, su temperatura es controlable por medio de un controlador programable de la misma manera es posible regular la velocidad de avance de la banda transportadora metálica la cual también es controlada por un sensor óptico que se encuentra al finalizar dicha banda, el cual genera una parada si percibe presencia de algún objeto [27].

- **Estado Actual**

Actualmente este equipo se encuentra en funcionamiento normal, con todos sus componentes en buen estado y en servicio.

12) Chiller CC-1 (BM00802)

- **Registro Fotográfico**



Fig. 29. Chiller CC-1

Fuente: Información de la empresa adaptada por el autor.



Fig. 30. Evaporador de Chiller CC-1

Fuente: Información de la empresa adaptada por el autor.



Fig. 31. Compresor y Condensador de Chiller CC-1

Fuente: Información de la empresa adaptada por el autor.

- **Funcionamiento**

El funcionamiento de este chiller se basa bajo el mismo principio que el Chiller CC-40 ya que es un modelo derivado del mismo, sus diferencias son las dimensiones y capacidad de carga de calzado, además el Chiller CC-1 dispone de su condensador en la parte inferior.

- **Estado Actual**

Actualmente este equipo se encuentra en funcionamiento normal, con todos sus componentes en buen estado y en servicio.

13) Chiller CC (BM00784)

- **Registro Fotográfico**



Fig. 32. Chiller CC

Fuente: Información de la empresa adaptada por el autor.

- **Funcionamiento**

El funcionamiento de este chiller se basa bajo el mismo principio que el Chiller CC-40 ya que es un modelo derivado del mismo, sus diferencias son las dimensiones y capacidad de carga de calzado, además el Chiller CC dispone de su condensador en la parte inferior.

- **Estado Actual**

Actualmente este equipo se encuentra en funcionamiento normal, con todos sus componentes en buen estado y en servicio.

VIII. ANÁLISIS DE FALLAS DE MAQUINARIA

Con base en la documentación del desarrollo de actividades de mantenimiento, la experiencia y colaboración del técnico de mantenimiento y los mismos colaboradores de los equipos, se realizó un recuento de las fallas que presento cada máquina desde el mes de octubre del 2021 hasta octubre del 2022, de la misma manera se promediaron los tiempos de intervención de mantenimiento de cada una de estas fallas y sus respectivas frecuencias de ocurrencia.

TABLA IV. FALLAS HORNO SECADOR REACTIVADOR RH-100 (BM00780)

Descripción de la Falla	Frecuencia de ocurrencia	Tiempo promedio por intervención (min)
Doblamiento de varillas de soportes de transportadores	29	300
Ruptura de eslabones de cadena de transporte	12	600
Falla de funcionamiento en sensor de parada	30	60
No circula el aire caliente dentro de túnel	31	60
Daño de potenciómetro de regulación de velocidad de avance de transporte	7	120
Total de fallas / Tiempo total de intervención	109	20400

Fuente: Información de la empresa adaptada por el autor.

TABLA V. FALLAS HORNO SECADOR REACTIVADOR RH-100 (BM00798)

Descripción de la Falla	Frecuencia de ocurrencia	Tiempo promedio por intervención (min)
Doblamiento de varillas de soportes de transportadores	25	300
Ruptura de eslabones de cadena de transporte	13	600
No circula el aire caliente dentro de túnel	29	60

Daño de potenciómetro de regulación de velocidad de avance de transporte	10	120
Total de fallas / Tiempo total de intervención	77	18240

Fuente: Información de la empresa adaptada por el autor.

TABLA VI. FALLAS HORNO CONFORMADOR DOBLE BANDA TH-110 (BM00669)

Descripción de la Falla	Frecuencia de ocurrencia	Tiempo promedio por intervención (min)
No circula el aire caliente dentro de túneles	4	120
Contactador de encendido con punto caliente	6	120
Total de fallas / Tiempo total de intervención	10	1200

Fuente: Información de la empresa adaptada por el autor.

TABLA VII. FALLAS HORNO CONFORMADOR TH-40 (BP00112)

Descripción de la Falla	Frecuencia de ocurrencia	Tiempo promedio por intervención (min)
Motor de ventilación inferior se recalienta	10	120
Total de fallas / Tiempo total de intervención	10	1200

Fuente: Información de la empresa adaptada por el autor.

TABLA VIII. FALLAS HORNO CONFORMADOR TH-130 (BM00778)

Descripción de la Falla	Frecuencia de ocurrencia	Tiempo promedio por intervención (min)
Motor de ventilación inferior se recalienta	6	120
No se mantiene la temperatura dentro del túnel	5	60
Total de fallas / Tiempo total de intervención	11	1020

Fuente: Información de la empresa adaptada por el autor.

TABLA IX. FALLAS HORNO SECADOR REACTIVADOR EN BANDA SRTD (BP00131)

Descripción de la Falla	Frecuencia de ocurrencia	Tiempo promedio por intervención (min)
Resistencias de reactivación quemadas	5	120
No se mantiene la temperatura dentro del túnel	3	60
Daño de potenciómetro de regulación de temperatura de resistencias de reactivación	2	100
Recalentamiento de motores de ventilación superior	1	120
Total de fallas / Tiempo total de intervención	11	1100

Fuente: Información de la empresa adaptada por el autor.

TABLA X. FALLAS HORNO SECADOR E-150-S (BP00255)

Fallas Horno Secador E-150-S (BP00255)		
Descripción de la Falla	Frecuencia de ocurrencia	Tiempo promedio por intervención (min)
Compuerta de entrada sube forzada	6	30
No sube la temperatura dentro del túnel	4	150
Banda transportadora desalineada en los rodillos	5	120
Total de fallas / Tiempo total de intervención	15	1380

Fuente: Información de la empresa adaptada por el autor.

TABLA XI. FALLAS HORNO SECADOR DE CINTURONES TGV-20 (BM00838)

Descripción de la Falla	Frecuencia de ocurrencia	Tiempo promedio por intervención (min)
Motores de ventiladores no encienden	15	200
Ventiladores no giran a pesar de funcionamiento de motor de accionamiento	10	600
Banda transportadora descarrilada	16	150
No circula el aire caliente dentro de túnel	20	120
Total de fallas / Tiempo total de intervención	61	13800

Fuente: Información de la empresa adaptada por el autor.

TABLA XII. HORNO SECADOR DE CINTURONES TGV-20 (BM00860)

Descripción de la Falla	Frecuencia de ocurrencia	Tiempo promedio por intervención (min)
Banda transportadora descarrilada	3	100
No sube la temperatura en el túnel	12	100
Total de fallas / Tiempo total de intervención	15	1500

Fuente: Información de la empresa adaptada por el autor.

TABLA XIII. FALLAS VAPORIZADOR 068 (BM00772)

Descripción de la Falla	Frecuencia de ocurrencia	Tiempo promedio por intervención (min)
Fugas en el tanque de agua	5	100
No sube el nivel de agua de la caldera	5	60
Banda transportadora se troza en bordes	6	120
Total de fallas / Tiempo total de intervención	16	1520

Fuente: Información de la empresa adaptada por el autor.

TABLA XIV. FALLAS CHILLER CC-140 (BP00104)

Descripción de la Falla	Frecuencia de ocurrencia	Tiempo promedio por intervención (min)
Máquina no enciende	6	20
No se mantiene la temperatura en el túnel	8	60
Motores de ventiladores recalentados	2	120
Total de fallas / Tiempo total de intervención	16	840

Fuente: Información de la empresa adaptada por el autor.

TABLA XV. FALLAS CHILLER CC-1 (BM00802)

Descripción de la Falla	Frecuencia de ocurrencia	Tiempo promedio por intervención (min)
Activación de emergencia de presostato	10	30
No se mantiene la temperatura en el túnel	5	60
Total de fallas / Tiempo total de intervención	15	600

Fuente: Información de la empresa adaptada por el autor.

TABLA XVI. FALLAS CHILLER CC (BM00784)

Descripción de la Falla	Frecuencia de ocurrencia	Tiempo promedio por intervención (min)
Activación de emergencia de presostato	10	30
Total de fallas / Tiempo total de intervención	10	300

Fuente: Información de la empresa adaptada por el autor.

A. Maquinaria Crítica

Para la determinación de la maquinaria crítica de la compañía se realizó un análisis de Pareto tomando como referencia la cantidad de fallas de cada máquina y un análisis de los tiempos de intervención de mantenimiento no programado.

En base a la información recolectada se presenta en la Tabla XVI la tabulación y organización de los tiempos de intervención de mantenimiento no programado y la frecuencia de ocurrencia de fallas para cada máquina.

TABLA XVII. FALLAS POR MÁQUINA (OCT 2021-OCT 2022)

Máquina	Modelo	Cod. Activo	No. Fallas último año	Tiempo Total de Reparación (min)	Porcentaje con respecto al Total
Horno Secador Reactivador	RH-100	BM00780	109	20400	32,33
Horno Secador Reactivador	RH-100	BM00798	77	18240	28,91
Horno de Secado de Cinturones	TGV 20	BM00838	61	13800	21,87
Vaporizador	068	BM00772	3	1520	2,41
Horno de Secado de Cinturones	TGV 20	BM00860	2	1500	2,38
Horno Secador	E-150-S	BP00255	3	1380	2,19
Horno Conformador doble banda	TH-110	BM00669	2	1200	1,90
Horno Conformador	TH-40	BP00112	1	1200	1,90
Horno Secador Reactivador en Banda	SRTD	BP00131	5	1100	1,74
Horno Conformador	TH-130	BM00778	2	1020	1,62
Chiller de Enfriamiento	CC-40	BP00104	5	840	1,33
Chiller de Enfriamiento	CC-1	BM00802	2	600	0,95
Chiller de Enfriamiento	CC	BM00784	1	300	0,48
Tiempo Total de Intervenciones (min)				63100	

Fuente: Información de la empresa adaptada por el autor.

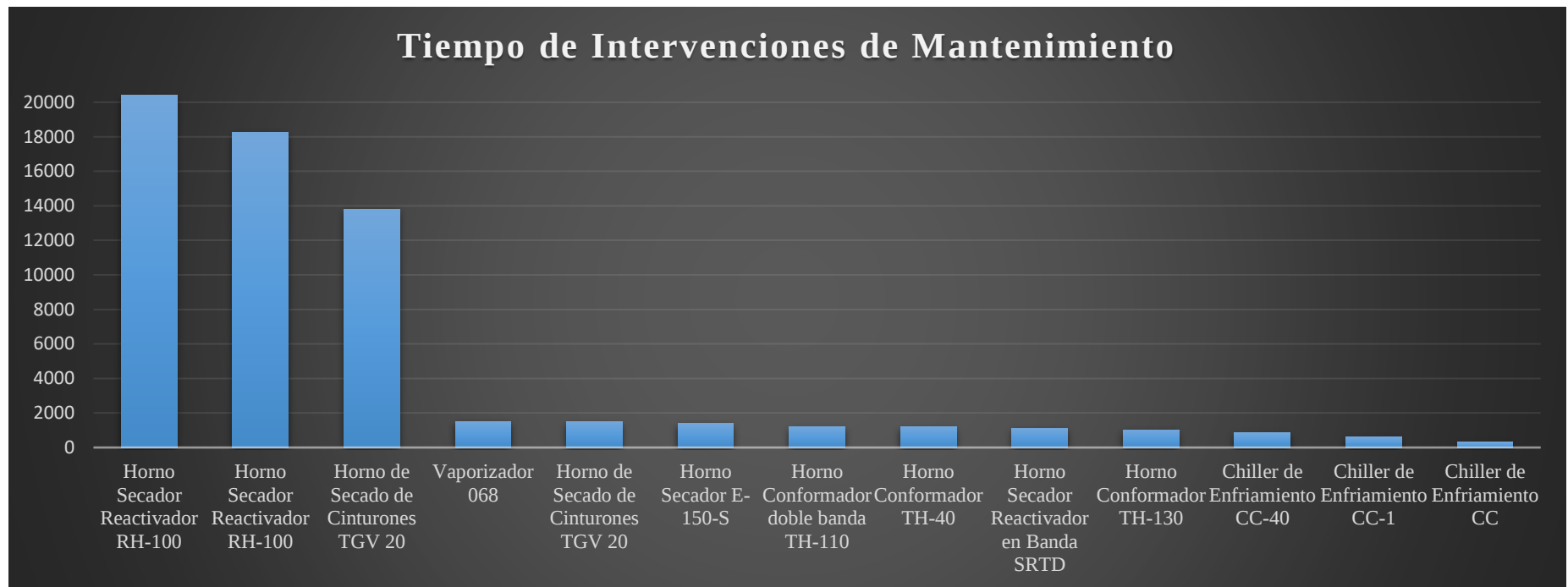


Fig. 33. Gráfico de Tiempos de Intervención de Mantenimiento

Fuente: Información de la empresa adaptada por el autor.

Con esto se evidencia que la máquina BM00780 estuvo 20.400 minutos en reparación, BM00798 estuvo 18.240 minutos en reparación y BM00838 estuvo 13.800 minutos en reparación, de esta manera estos 3 equipos representaron un 83,11% del tiempo total de intervención de mantenimiento de los equipos en estudio en el último año el cual fue de 1.051,66 horas.

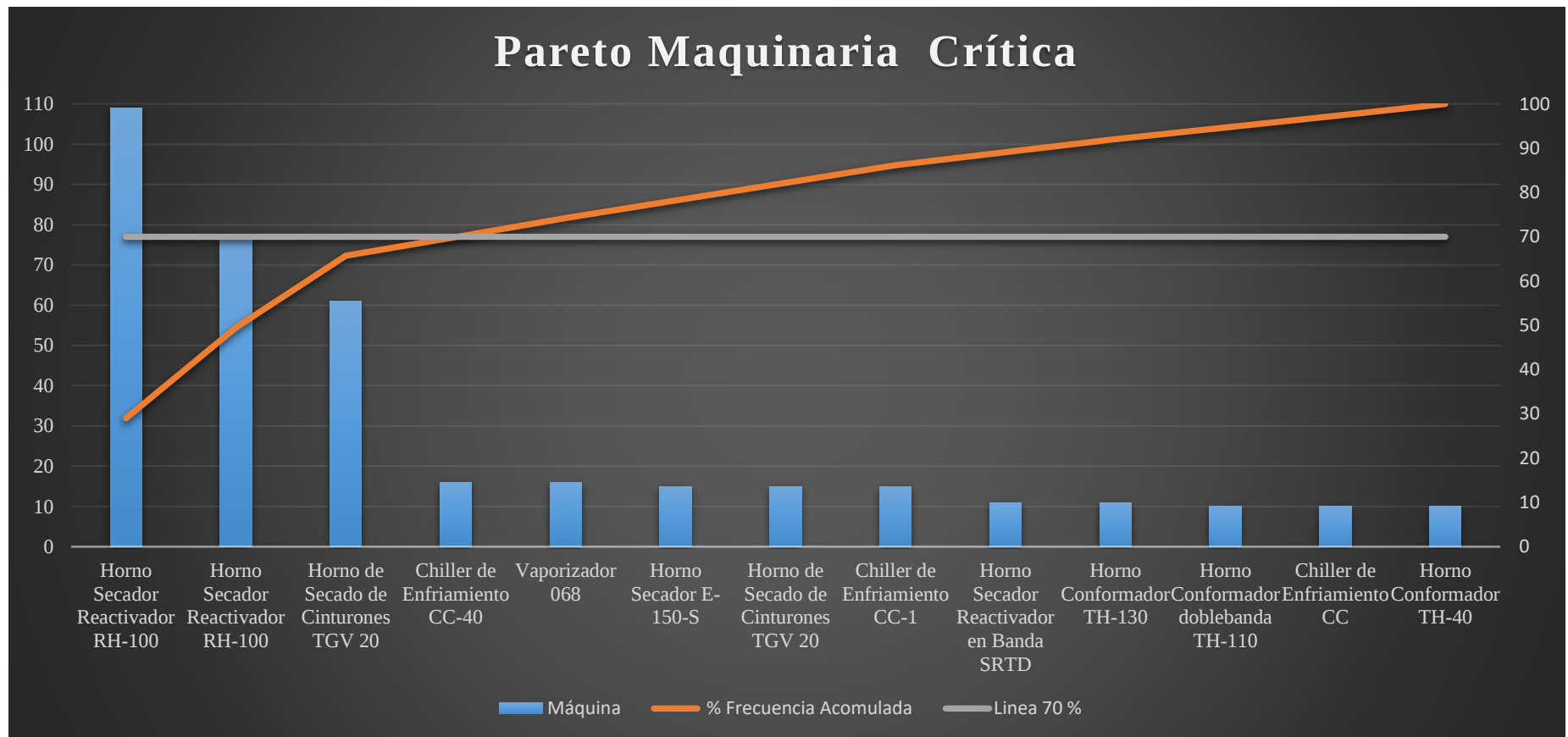


Fig. 34. Gráfico de Pareto de maquinaria

Fuente: Información de la empresa adaptada por el autor.

Con este análisis se puede determinar que los equipos BM00780, BM00798, BM00838, representan el 66% de las fallas de la maquinaria en estudio.

Teniendo en cuenta el análisis de tiempos de intervención y el diagrama de Pareto desarrollado se consideran como máquinas críticas los siguientes equipos:

- Horno Secador Reactivador RH-100 (BM00780)
- Horno Secador Reactivador RH-100 (BM00798)
- Horno de Secado de Cinturones TGV 20 (BM00838)

B. Análisis Causa Efecto

Para el análisis de la maquinaria crítica se tiene en cuenta la metodología **RCM** que propone 7 interrogantes clave para el buen desarrollo de un plan de mantenimiento, los cuales se resuelven con la actividad realizada de reconocimiento de funciones y funcionamiento de cada equipo y el desarrollo de la metodología AMEF en la maquinaria crítica de la compañía.

AMEF

Se desarrolló el análisis de causa efecto de las fallas de todas las máquinas implementando la herramienta de análisis AMEF en las máquinas consideradas como críticas y la herramienta de los 5 ¿Por qué? para el resto de la maquinaria. Esto con el fin de identificar los efectos y causas de cada falla presentadas en la maquinaria para plantear acciones que controlen o detengan por completo la presencia de estas e implementar dichas acciones en el plan de mantenimiento propuesto, la periodicidad de las actividades se plantea según la frecuencia con la que se presentan las fallas en la máquina y el RPN obtenido en el análisis.

Se presenta el desarrollo de los análisis AMEF para la maquinaria crítica.

TABLA XVIII. AMEF HORNO SECADOR REACTIVADOR RH-100 (BM00780)

Modo de Falla	Efecto Potencial de Falla	Causa Potencial	Severidad	Ocurrencia	Detección	NPR	Acciones Recomendadas	Frecuencia	Responsable
Doblamiento de varillas de soportes de transportadores	Soportes no quedan en la ubicación necesaria para sostener las hormas en el ciclo de funcionamiento	Desajuste de la posición axial de las paletas de soporte sobre el eje lo que genera atascamientos contra la estructura de la máquina	7	8	9	504	Diseñar un plan de mantenimiento en donde se desarrolle y se programe una rutina de inspección y alineación de todas las paletas de soporte de la máquina	Semanal	Coordinador, Técnico de Mantenimiento
Ruptura de eslabones de cadena de transporte	Parada total de la máquina, generando atascamientos de la cadena en piñones de funcionamiento	Desajuste de la posición axial de las paletas de soporte sobre el eje lo que genera atascamientos contra la estructura de la máquina haciendo que los eslabones de la cadena sufran fracturas y desprendimientos	10	7	9	630	Implementar las acciones recomendadas de la falla Doblamiento de varillas de soportes de transportadores, desarrollar una rutina de manteniendo preventivo en donde se verifique el estado de todos los eslabones de la cadena de transporte	Anual	Coordinador, Técnico de Mantenimiento
Falla de funcionamiento en sensor de parada	Prada de la máquina, el sistema de transporte no se activa haciendo que las paletas transportadoras queden estáticas y sea imposible el paso de las hormas por el túnel	El sensor acumula polvo en sus visores	10	6	5	300	Diseñar un plan de mantenimiento en donde se desarrolle y se programe una rutina de limpieza general de la máquina	Semanal	Coordinador, Técnico de Mantenimiento
No circula el aire caliente dentro de túnel	No sube la temperatura dentro del túnel afectando la calidad del montaje del calzado	Filtros y ductos de transporte de aire caliente se encuentran obstruidos por polvo y partículas que impiden el paso de aire	7	3	5	105	Diseñar un plan de mantenimiento en donde se desarrolle y se programe una rutina de limpieza general de la máquina	Semanal	Coordinador, Técnico de Mantenimiento

Daño de potenciómetro de regulación de velocidad de avance de transporte	No se logra regular el tiempo que la horma debe estar en el túnel haciendo que sea muy rápida o lenta incumpliendo los requerimientos de cada diseño	Calidad del potenciómetro de repuesto instalado no es la adecuada para el nivel de uso el cual se somete este componente en el proceso de producción	5	3	5	75	Suministrar potenciómetros de mejor calidad, realizar una rutina de verificación de funcionamiento de potenciómetro	Semanal	Coordinador, Técnico de Mantenimiento
--	--	--	---	---	---	----	---	---------	---------------------------------------

Fuente: Autor.

TABLA XIX. AMEF HORNO SECADOR REACTIVADOR RH-100 (BM00798)

Modo de Falla	Efecto Potencial de Falla	Causa Potencial	Severidad	Ocurrencia	Detección	RPN	Acciones Recomendadas	Frecuencia	Responsable
Doblamiento de varillas de soportes de transportadores	Soportes no quedan en la ubicación necesaria para sostener las hormas en el ciclo de funcionamiento	Desajuste de la posición axial de las paletas de soporte sobre el eje lo que genera atascamientos contra la estructura de la máquina	7	8	9	504	Diseñar un plan de mantenimiento en donde se desarrolle y se programe una rutina de inspección y alineación de todas las paletas de soporte de la máquina	Semanal	Coordinador, Técnico de Mantenimiento
Ruptura de eslabones de cadena de transporte	Parada total de la máquina, generando atascamientos de la cadena en piñones de funcionamiento	Desajuste de la posición axial de las paletas de soporte sobre el eje lo que genera atascamientos contra la estructura de la máquina haciendo que los eslabones de la cadena sufran fracturas y desprendimientos	10	7	10	700	Implementar las acciones recomendadas de la falla Doblamiento de varillas de soportes de transportadores, desarrollar una rutina de manteniendo preventivo en donde se verifique el estado de todos los eslabones de la cadena de transporte	Anual	Coordinador, Técnico de Mantenimiento
No circula el aire caliente dentro de túnel	No sube la temperatura dentro del túnel afectando la calidad del montaje del calzado	Filtros y ductos de transporte de aire caliente se encuentran obstruidos por polvo y partículas que impiden el paso de aire	7	3	5	105	Diseñar un plan de mantenimiento en donde se desarrolle y se programe una rutina de limpieza general de la máquina	Semanal	Coordinador, Técnico de Mantenimiento

Daño de potenciómetro de regulación de velocidad de avance de transporte	No se logra regular el tiempo que la horma debe estar en el túnel haciendo que sea muy rápida o lenta incumpliendo los requerimientos de cada diseño	Calidad del potenciómetro de repuesto instalado no es la adecuada para el nivel de uso el cual se somete este componente en el proceso de producción	5	3	5	75	Suministrar potenciómetros de mejor calidad, realizar una rutina de verificación de funcionamiento de potenciómetro	Semanal	Coordinador, Técnico de Mantenimiento
--	--	--	---	---	---	----	---	---------	---------------------------------------

Fuente: Autor.

TABLA XX. AMEF HORNO SECADOR DE CINTURONES TGV-20 (BM00838)

Modo de Falla	Efecto Potencial de Falla	Causa Potencial	Severidad	Ocurrencia	Detección	RPN	Acciones Recomendadas	Frecuencia	Responsable
Motores de ventiladores no encienden	No sube la temperatura en el túnel y no se genera un flujo de aire caliente dentro del mismo	Vibración de la máquina genera desajuste de tornillería, al no contar con una rutina de verificación y ajuste general se llega al punto de que el cableado no realice contacto o genere puntos calientes en las conexiones	7	3	7	147	Diseñar un plan de mantenimiento en donde se establezca la ejecución de una rutina de ajuste de tornillería de los circuitos eléctricos en general	Semestral	Coordinador, Técnico de Mantenimiento

Ventiladores no giran a pesar de funcionamiento de motor de accionamiento	No sube la temperatura en el túnel y no se genera un flujo de aire caliente dentro del mismo	El funcionamiento prolongado de la máquina general desajuste en la posición del rotor de los ventiladores, esto ocasiona que los bloqueos de caucho se desacoplen de los ventiladores y no se transporte el aire caliente dentro del túnel haciendo que no suba la temperatura	7	5	9	315	Diseñar un plan de mantenimiento en donde se establezca la ejecución de una rutina de inspección del estado de los bloqueos de caucho y su ajuste de posicionamiento	Semestral	Coordinador, Técnico de Mantenimiento
Banda transportadora descarrilada	Mal posicionamiento de los cinturones en el momento de pasar a lo largo del túnel, se generan enredos y atascamientos de la banda transportadora en los motores de transporte y en la estructura de la máquina	No se tiene un plan de mantenimiento que desarrolle una rutina de ajuste de tornillería para evitar que la vibración del equipo ocasiona de ajuste en la tornillería de alineación de la banda	6	6	7	252	Diseñar un plan de mantenimiento en donde se establezca la ejecución de una rutina de ajuste de tornillería y alineación de la banda transportadora	Semanal	Coordinador, Técnico de Mantenimiento
No circula el aire caliente dentro de túnel	No sube la temperatura dentro del túnel	Filtros y ductos de transporte de aire caliente se encuentran obstruidos por polvo y partículas que impiden el paso de aire	7	3	5	105	Diseñar un plan de mantenimiento en donde se desarrolle y se programe una rutina de limpieza general de la máquina	Semanal	Coordinador, Técnico de Mantenimiento

Fuente: Autor.

Con base del RPN arrojado en cada uno de los análisis se prioriza cada una de las actividades propuestas las cuales se tendrán en cuenta en el desarrollo del plan de mantenimiento. También se puede evidenciar que muchas de las fallas presentadas en la maquinaria centran su causa en la falta de un plan de mantenimiento que establezca rutinas o actividades de mantenimiento las cuales pueden controlar la presencia de estas fallas.

Los indicadores RPN de las fallas más altos que se reconocieron gracias al análisis fueron:

TABLA XXI. RPN MAS RELEVANTES

Máquina	Cod.	Falla	NPR
Horno Secador Reactivador RH-100	BM00780	Ruptura de eslabones de cadena de transporte	630
Horno Secador Reactivador RH-100	BM00798	Ruptura de eslabones de cadena de transporte	700
Horno Secador de Cinturones TGV-20	BM00838	Ventiladores no giran a pesar de funcionamiento de motor de accionamiento	315

Fuente: Autor.

5 ¿Por qué?

Se desarrolló un análisis de 5 ¿Por qué? Para las 10 máquinas restantes, en el cual se proponen actividades para atacar la causa raíz de todas las fallas que presenta cada máquina, a su vez se determina una frecuencia de ejecución de las actividades como se evidencia en la Tabla XXI.

TABLA XXII. ANÁLISIS DE FALLOS HORNO TH-110 (BM00669)

Análisis de Fallos Horno Conformador doble banda TH-110 (BM00669)								
Falla	1. ¿Por qué?	2. ¿Por qué?	3. ¿Por qué?	4. ¿Por qué?	Causa Raíz	Plan de Acción	Frecuencia de rutinas	Responsable
No circula el aire caliente dentro de los túneles	¿Por qué no circula aire caliente dentro de los túneles? • Los filtros y ductos de aire están obstruidos.	¿Por qué los filtros y ductos de aire están obstruidos? • No se realizó limpieza de filtros y ductos.	¿Por qué no se realizó limpieza de filtros y ductos? • No existe una rutina de limpieza programada	¿Por qué no existe una rutina de limpieza? • No existe un plan de mantenimiento preventivo	No se tiene un plan de mantenimiento que desarrolle una rutina de limpieza por lo tanto los ductos y filtros presentan taponamiento de polvo y partículas	Diseñar un plan de mantenimiento en donde se establezca la ejecución de una rutina de limpieza general con aire comprimido	Mensual	Coordinador, Técnico de Mantenimiento
Contactor de encendido con punto caliente	¿Por qué el contactor de encendido se recalienta? • Los tornillos de conexión estaban sueltos	¿Por qué los tornillos de conexión estaban sueltos? • La vibración inherente del equipo genera que el tablero de control vibre aun así no se realizan ajustes de tornillería	¿Por qué no se realizan ajustes de tornillería? • No existe una rutina de ajuste de tornillería programada	¿Por qué no existe una rutina ajuste de tornillería? • No existe un plan de mantenimiento preventivo	No se tiene un plan de mantenimiento que desarrolle una rutina de ajuste de tornillería para evitar que la vibración del equipo ocasiona desajustes en la tornillería de los circuitos eléctricos	Diseñar un plan de mantenimiento en donde se establezca la ejecución de una rutina de ajuste de tornillería	Mensual	Coordinador, Técnico de Mantenimiento

Fuente: Autor.

El análisis de las máquinas restantes se encuentra en el **Anexo 3**, en donde se puede evidenciar el desarrollo de la metodología y las actividades propuestas que se incluyen en el plan de mantenimiento, en este análisis se rescata que las fallas en estos equipos presentan una ocurrencia baja con respecto a la maquinaria crítica y gran parte de la causa de estas es la carencia de rutinas y revisiones gracias a la falta de un plan que las desarrolle.

IX. INDICADORES

Actualmente la compañía no cuenta con indicadores de mantenimiento, por lo tanto con base en la información recolectada se hace el levantamiento los siguientes indicadores, con el fin de reconocer y dimensionar la situación actual de la empresa y plantear los indicadores necesarios para el control del plan de mantenimiento en el momento en que se ejecute.

A. Tiempo de Operación Programada

Según el área de producción y planeación de la compañía los tiempos de producción programados desde el mes de octubre del 2021 hasta octubre del 2022, se establecieron de la siguiente manera.

TABLA XXIII. TIEMPOS DE PRODUCCIÓN PROGRAMADOS (OCT 2021-OCT 2022)

Máquina	Modelo	Cod. Activo	Tiempo programado de operación (horas)
Horno Secador Reactivador Horizontal	RH-100	BM00780	2331
Horno Secador Reactivador Horizontal	RH-100	BM00798	2331
Horno Conformador Doble Banda	TH-110	BM00669	2331
Horno Conformador	TH-40	BP00112	2331
Horno Conformador	TH-130	BM00778	720
Horno Secador Reactivador en Banda	SRTD	BP00131	2331
Horno Secador	E-150-S	BP00255	2331
Horno de Secado de Cinturones	TGV 20	BM00838	2331
Horno de Secado de Cinturones	TGV 20	BM00860	2331
Vaporizador	.068	BM00772	720
Chiller de Enfriamiento	CC-40	BP00104	2331
Chiller de Enfriamiento	CC-1	BM00802	2331
Chiller de Enfriamiento	CC	BM00784	2331

Fuente: Información de la empresa adaptada por el autor.

A partir de la información de la Tabla XXIII y los tiempos de intervención totales de la maquinaria se calcula el tiempo total de operación de cada uno de los equipos, expresados en la Tabla XXIV.

TABLA XXIV. TIEMPO TOTAL DE OPERACIÓN POR MÁQUINA

Máquina	Modelo	Cod. Activo	Tiempo programado de operación (horas)	Tiempo Total de Reparación (horas)	TTO (horas)
Horno Secador Reactivador Horizontal	RH-100	BM00780	2331	340,00	1991,00
Horno Secador Reactivador Horizontal	RH-100	BM00798	2331	304,00	2027,00
Horno Conformador Doble Banda	TH-110	BM00669	2331	20,00	2311,00
Horno Conformador	TH-40	BP00112	2331	20,00	2311,00
Horno Conformador	TH-130	BM00778	720	17,00	703,00
Horno Secador Reactivador en Banda	SRTD	BP00131	2331	18,33	2312,67
Horno Secador	E-150-S	BP00255	2331	23,00	2308,00
Horno de Secado de Cinturones	TGV 20	BM00838	2331	230,00	2101,00
Horno de Secado de Cinturones	TGV 20	BM00860	2331	25,00	2306,00
Vaporizador	.068	BM00772	720	25,33	694,67
Chiller de Enfriamiento	CC-40	BP00104	2331	14,00	2317,00
Chiller de Enfriamiento	CC-1	BM00802	2331	10,00	2321,00
Chiller de Enfriamiento	CC	BM00784	2331	5,00	2326,00

Fuente: Autor.

En donde TTO (Tiempo Total de Operación), Representados gráficamente de la siguiente manera:

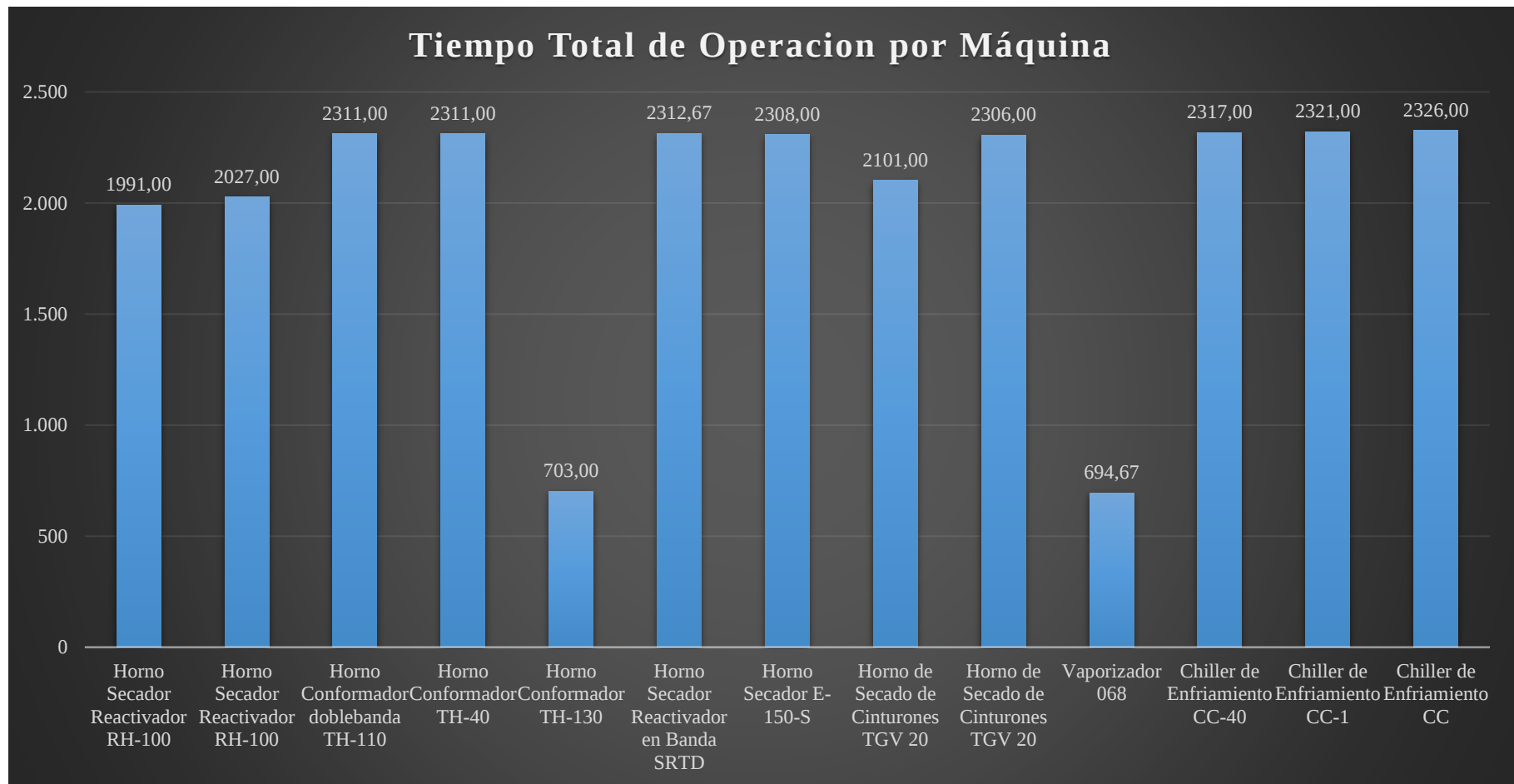


Fig. 35. Gráfico TTO por Máquina

Fuente: Autor.

Uno de los fines del plan de mantenimiento en desarrollo es hacer que este indicador, como resultado de las actividades propuestas, sea lo más cercano posible al tiempo que se plantea en la programación desarrollada en la compañía.

B. MTTR

El indicador de mantenibilidad MTTR (Tiempo Medio de Reparación), ayuda a reconocer el tiempo promedio de mantenimiento al cual se sometieron las máquinas analizadas en el último año, datos expresados en la Tabla XXV.

TABLA XXV. MTTR POR MÁQUINA

Máquina	Modelo	Cod. Activo	Tiempo Total de Reparación (horas)	No. Fallas último año	MTTR (horas)
Horno Secador Reactivador Horizontal	RH-100	BM00780	340,00	109	3,12
Horno Secador Reactivador Horizontal	RH-100	BM00798	304,00	77	3,95
Horno Conformador Doble Banda	TH-110	BM00669	20,00	10	2,00
Horno Conformador	TH-40	BP00112	20,00	10	2,00
Horno Conformador	TH-130	BM00778	17,00	11	1,55
Horno Secador Reactivador en Banda	SRTD	BP00131	18,33	11	1,67
Horno Secador	E-150-S	BP00255	23,00	15	1,53
Horno de Secado de Cinturones	TGV 20	BM00838	230,00	61	3,77
Horno de Secado de Cinturones	TGV 20	BM00860	25,00	15	1,67
Vaporizador	.068	BM00772	25,33	16	1,58
Chiller de Enfriamiento	CC-40	BP00104	14,00	16	0,88
Chiller de Enfriamiento	CC-1	BM00802	10,00	15	0,67
Chiller de Enfriamiento	CC	BM00784	5,00	10	0,50

Fuente: Autor.

Representado gráficamente de la siguiente manera.

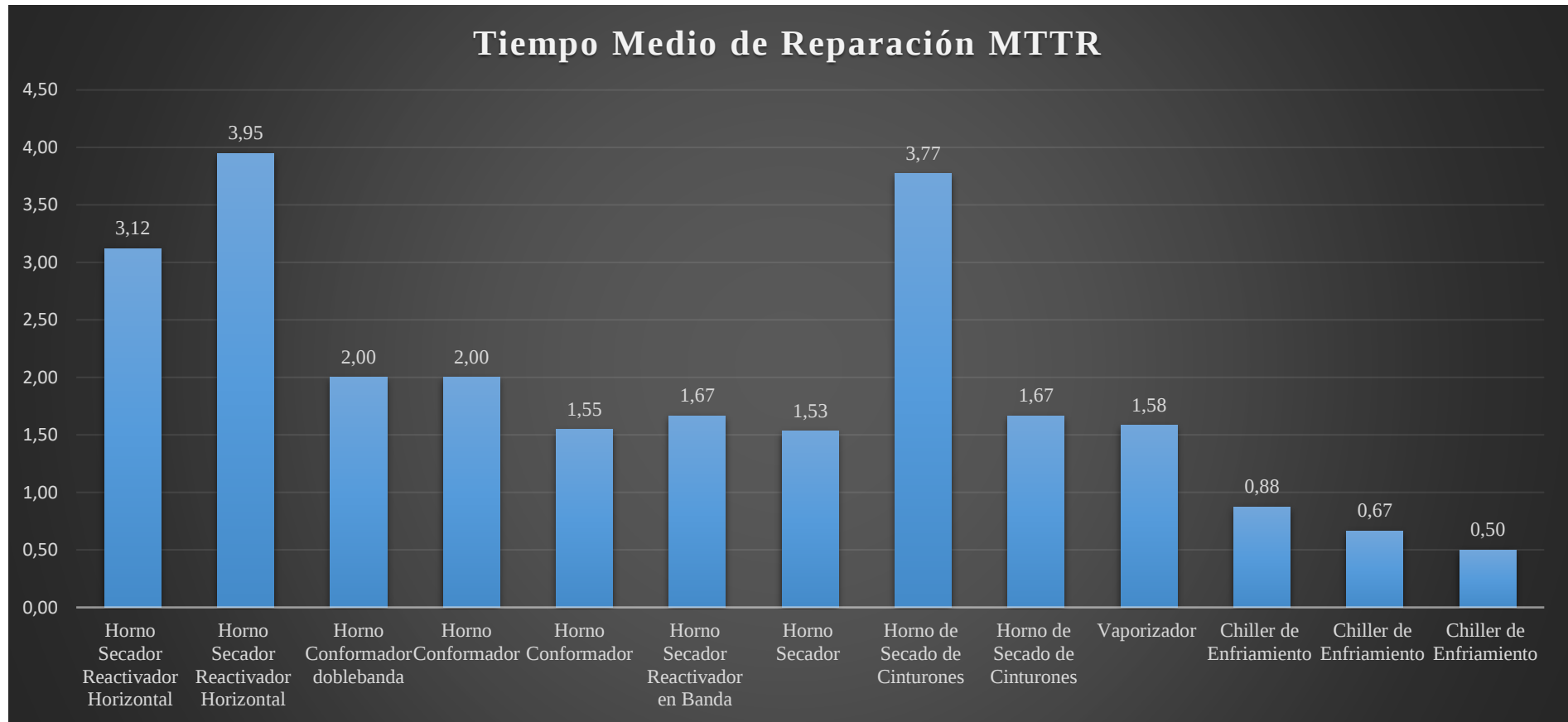


Fig. 36. Gráfico MTTR por máquina

Fuente: Autor.

El análisis de este indicador indica que la maquinaria crítica presenta los valores más altos, lo que indica que en promedio estos 3 equipo toman entre 3.12 a 3.77 horas de mantenimiento lo cual es crítico siendo maquinarias fundamentales para el proceso de producción.

C. MTBF

El indicador de confiabilidad MTBF (Tiempo Medio Entre Fallas), ayuda a reconocer el tiempo promedio en el cual las máquinas trabajaron sin interrupción antes de una falla funcional, en la Tabla XXVI se presentan este indicador para cada equipo.

TABLA XXVI. MTBF POR MÁQUINA

Máquina	Modelo	Cod. Activo	TTO (horas)	No. Fallas último año	MTBF (horas)
Horno Secador Reactivador	RH-100	BM00780	1991,00	109	18,27
Horno Secador Reactivador	RH-100	BM00798	2027,00	77	26,32
Horno Conformador Doble Banda	TH-110	BM00669	2311,00	10	231,10
Horno Conformador	TH-40	BP00112	2311,00	10	231,10
Horno Conformador	TH-130	BM00778	703,00	11	63,91
Horno Secador Reactivador en Banda	SRTD	BP00131	2312,67	11	210,24
Horno Secador	E-150-S	BP00255	2308,00	15	153,87
Horno de Secado de Cinturones	TGV 20	BM00838	2101,00	61	34,44
Horno de Secado de Cinturones	TGV 20	BM00860	2306,00	15	153,73
Vaporizador	.068	BM00772	694,67	16	43,42
Chiller de Enfriamiento	CC-40	BP00104	2317,00	16	144,81
Chiller de Enfriamiento	CC-1	BM00802	2321,00	15	154,73
Chiller de Enfriamiento	CC	BM00784	2326,00	10	232,60

Fuente: Autor.

Representado gráficamente de la siguiente manera.

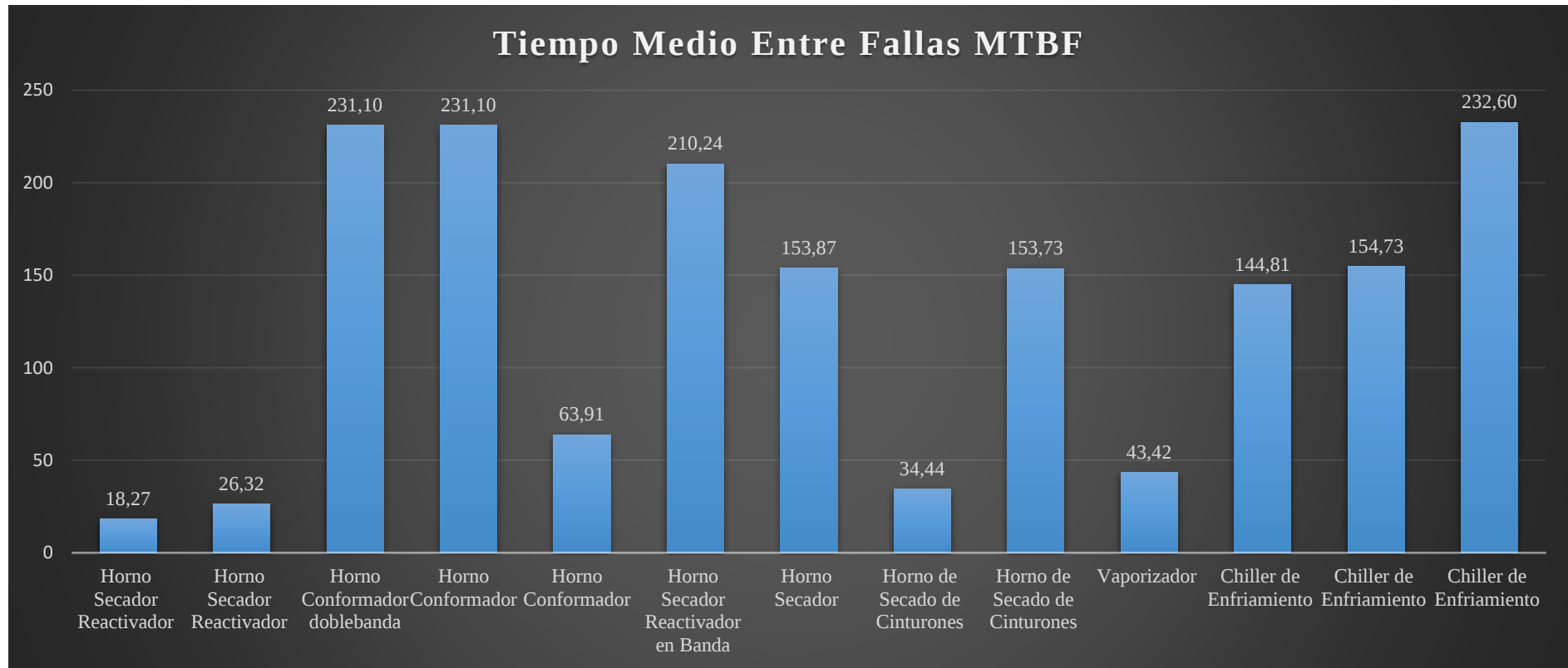


Fig. 37. Gráfico MTBF por máquina

Fuente: Autor.

El análisis de este indicador indica que la maquinaria crítica presenta los valores más bajos, lo que indica que en promedio estos 3 equipos toman entre 3.12 a 3.77 horas de mantenimiento lo cual es crítico siendo maquinarias fundamentales para el proceso de producción; lo que se busca con el desarrollo de un plan de mantenimiento es reducir este indicador, haciendo que las reparaciones de los equipos conlleven menos tiempo.

D. Disponibilidad

La disponibilidad permite estimar el porcentaje de tiempo que la máquina estuvo disponible para cumplir con su función, se presenta el cálculo de la disponibilidad que presento cada máquina en el último año.

TABLA XXVII. DISPONIBILIDAD POR MÁQUINA

Máquina	Modelo	Cod. Activo	MTBF	MTTR	Disponibilidad %
Horno Secador Reactivador	RH-100	BM00780	18,27	3,12	85,41
Horno Secador Reactivador	RH-100	BM00798	26,32	3,95	86,96
Horno Conformador Doble Banda	TH-110	BM00669	231,10	2,00	99,14
Horno Conformador	TH-40	BP00112	231,10	2,00	99,14
Horno Conformador	TH-130	BM00778	63,91	1,55	97,64
Horno Secador Reactivador en Banda	SRTD	BP00131	210,24	1,67	99,21
Horno Secador	E-150-S	BP00255	153,87	1,53	99,01
Horno de Secado de Cinturones	TGV 20	BM00838	34,44	3,77	90,13
Horno de Secado de Cinturones	TGV 20	BM00860	153,73	1,67	98,93
Vaporizador	.068	BM00772	43,42	1,58	96,48
Chiller de Enfriamiento	CC-40	BP00104	144,81	0,88	99,40
Chiller de Enfriamiento	CC-1	BM00802	154,73	0,67	99,57
Chiller de Enfriamiento	CC	BM00784	232,60	0,50	99,79

Fuente: Autor.

Representada gráficamente de la siguiente manera:

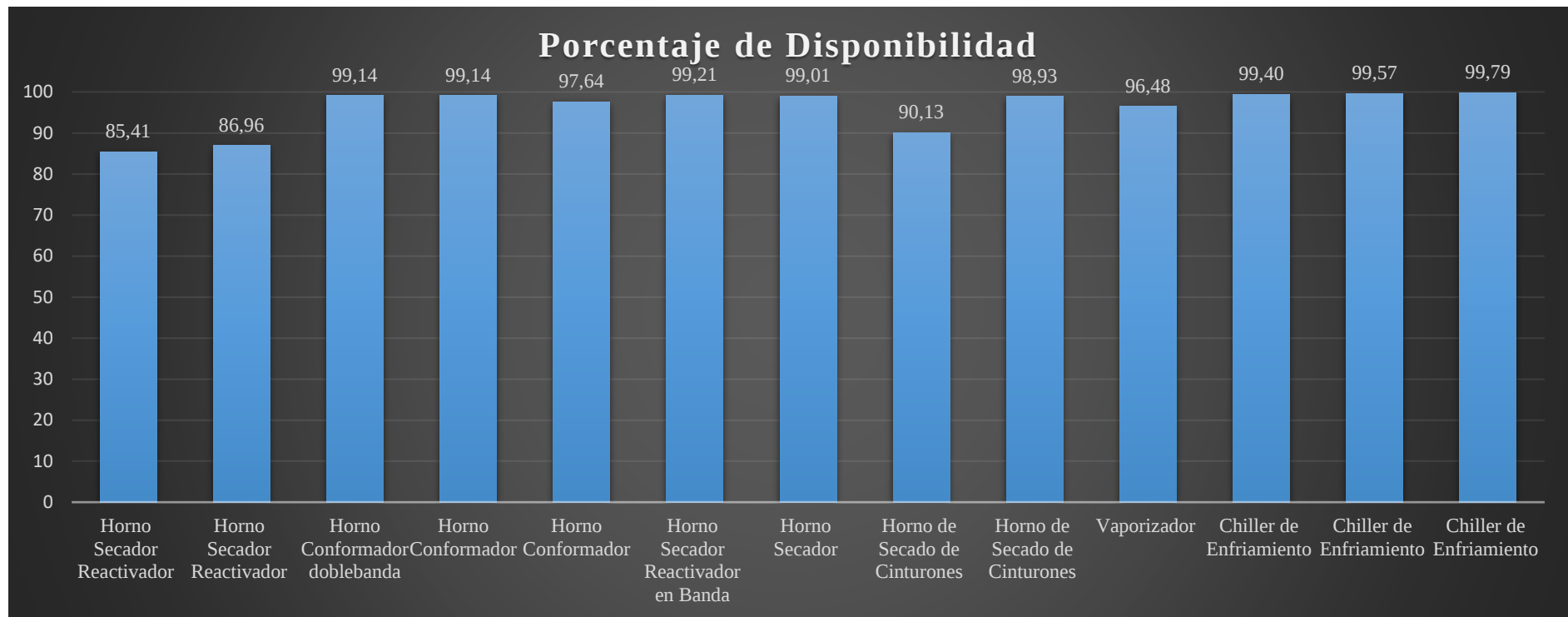


Fig. 38. Gráfico Disponibilidad por máquina

Fuente: Autor.

Con esto se reconoce que en general la disponibilidad de a maquinaria en general es buena, la mayoría de las máquinas presentaron más de un 98% de disponibilidad en el último año pero los 3 equipos considerados como máquinas críticas presentan un porcentaje más bajo siendo esto lo que se quiere mejorar y estabilizar con la implementación del plan.

A pesar de que los indicadores de disponibilidad de las máquinas son altos, la compañía requiere evitar y reducir los tiempos de parada de las máquinas ya que estas son indispensables para el proceso de producción, además te esto el área de mantenimiento requiere inicia la obtención de información para poder llevar un control y medición de las actividades que se realicen.

X. DOCUMENTACIÓN

A. Fichas de Inspección y Verificación

1) Mantenimiento Autónomo

Con el fin de reforzar y mejorar el plan de mantenimiento diseñado, se implementa el mantenimiento autónomo, teniendo en cuenta las actividades planteadas en el análisis AMEF y ¿5 por qué? se determina que algunas de estas actividades pueden ser desarrolladas por los colaboradores, para esto se diseña un documento en el cual se plasma la información general de la máquina y las recomendaciones que deben tener en cuenta los colaboradores al iniciar y finalizar la jornada de producción, estas fichas se encontraran en cada una de las máquinas en estudio, esto con el fin de que los colaboradores que operen en estos equipos tengan a la mano la información básica necesaria para el correcto funcionamiento de los equipos, además facilitar el reconocimiento de los datos y especificaciones básicas de cada equipo; este formato se representara con las siglas **FIV** (Ficha de Inspección y Verificación).

De esta manera se implementa un primer control del estado de la máquina el cual estará a cargo del operador, ya que si se evidencia una irregularidad en algún equipo el colaborador deberá informarlo a su supervisor de línea y este se encargará de comunicarlo al área de mantenimiento haciendo que las intervenciones de mantenimiento que puedan llegar a ser necesarias se hagan de manera oportuna evitando daños mayores en la maquinaria ; este proceso de comunicación de irregularidades se llevará acabo de la siguiente manera.

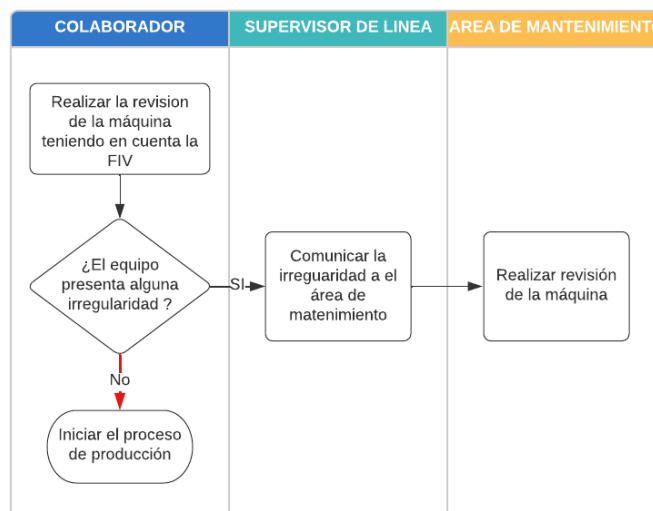


Fig. 39. Proceso de comunicación de irregularidades en maquinaria

Fuente: Autor.

El formato diseñado se realizó conforme a los lineamientos de disposición de documentos utilizados en la empresa, en la figura 35 se encuentran los datos que contendrá dicho formato.

FORMATO		INSPECCIÓN Y VERIFICACIÓN DE MAQUINARIA		 BAENAMORA TRADICIÓN E INNOVACIÓN	
CÓDIGO:					
FECHA:					
VERSIÓN:					
		DATOS DE LA MÁQUINA		RUTINA DE INSPECCIÓN	
		NOMBRE		ACT	DESCRIPCIÓN
				1	
		MARCA		2	
		MODELO		3	
		No SERIE		4	
		ÁREA		5	
		PLACA ACTIVO		6	
ESPECIFICACIONES					
FUNCIÓN					

Fig. 40. Formato de Inspección y verificación

Fuente: Autor.

Para la implementación de este formato es necesario que el operario tenga claros los nombres de los componentes básicos de la máquina, los cuales deben ser expuestos en el momento de la

inducción de funcionamiento la cual realiza el área encargada de la compañía, las rutinas de inspección son actividades que están dentro del alcance de los colaboradores como lo son inspecciones visuales y acciones que están dentro de la rutina que normalmente realizan en la manipulación de los equipos.

2) Diseño de FIV por máquina

Se desarrolla un FIV para cada una de las máquinas en estudio teniendo en cuenta las recomendaciones del fabricante y el personal de manteniendo, los formatos de cada máquina se encuentran plasmados en el **Anexo 4**.

B. Rutinas de Mantenimiento

Con base en los análisis realizados y manuales de fabricantes se desarrollaron las rutinas de actividades de mantenimiento preventivo para cada máquina, las cuales se plasman según la disposición del siguiente formato.

FORMATO		RUTINA MANTENIMIENTO PREVENTIVO		 BAENAMORA
CÓDIGO				
FECHA				
VERSIÓN				
NOMBRE				
MARCA				
NUMERO ACTIVO				
ÁREA				
RUTINA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO		COD.	FRECUENCIA	
NOTA: todas las rutinas de mantenimiento se deben realizar luego de apagar por completo la maquina y esperar a que se regule la temperatura, la maquina debe estar completamente desconectada de suministro eléctrico y neumático, al terminar la rutina se debe hacer una prueba del correcto funcionamiento de la máquina.				
INSUMOS Y HERRAMIENTAS			TIEMPO ESTIMADO DE RUTINA	

Fig. 41. Formato de Rutinas de Mantenimiento

Fuente: Autor.

Cada actividad tiene un código asignado y una frecuencia determinada según la importancia de la ejecución de la actividad basado en los análisis AMEF y 5 ¿Por qué?

1) Diseño de rutinas de Mantenimiento por Máquina

Se realizó el diseño de rutinas de mantenimiento preventivo siguiendo todos los lineamientos establecidos anteriormente, las rutinas se encuentran plasmadas en el **Anexo 5**. La codificación de cada actividad se estableció de la siguiente manera, esto con el fin de reconocer de manera más eficiente en el cronograma que actividad se debe realizar en cada máquina.

2) Herramienta para la Ejecución de Rutinas

Teniendo en cuenta el inventario de herramienta realizado en la **Tabla I** y las rutinas de mantenimiento planteadas, se determina que la empresa cuenta con la herramienta necesaria para la ejecución de las rutinas planteadas.

C. Cronograma de Actividades de Mantenimiento

Se establece el cronograma de actividades de mantenimiento preventivo, en donde se representan las semanas de cada mes como S1, S2, S3 y S4.

FORMATO		CRONOGRAMA DE PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA MÀQUINAS DE TRATAMIENTO TERMICO														BAENAMORA																																			
CÓDIGO																																																			
FECHA																																																			
VERSIÓN																																																			
Máquina	Cod. Activo	Actividad	Frecuencia	Enero				Febrero				Marzo				Abril				Mayo				Junio				Julio				Agosto				Septiembre				Octubre				Noviembre				Diciembre			
				S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4								
Horno Secador Reactivador	BM00780	A1/A2/LP1/A9/A10/A11/LP2	Semanal																																																
		CC/A5/LPT/A12/A7	Anual																																																
Horno Secador Reactivador	BM00798	A1/A2/LP1/A9/A10/A11/LP2	Semanal																																																
		CC/A5/LPT/A12/A7	Anual																																																
Horno Conformador doblebanda	BM00669	A1/A2/LP1/A3/A4/LP2	Mensual																																																
		CC/A5/LPT/A6	Anual																																																
Horno Conformador	BP00112	A1/A2/LP1/A3/A4/LP2	Mensual																																																
		CC/A5/LPT/A6	Anual																																																
Horno Conformador	BM00778	A1/A2/LP1/A3/A4/LP2	Mensual																																																
		CC/A5/LPT/A6	Anual																																																
Horno Secador Reactivador en Banda	BP00131	LP1	Mensual																																																
		A1/A2/A3/A8/A9	Trimestral																																																
		CC/A5/LPT/A7	Anual																																																
Horno Secador	BP00255	A1/A2/LP1/A3/A4/A13/LP2	Mensual																																																
		AS/LPT/A14/A6	Anual																																																
Horno de Secado de Cinturones	BM00838	A1/A2/LP1/A3/A4/LP2	Mensual																																																
		CC/A5/LPT/A6/VA/A14	Anual																																																
Horno de Secado de Cinturones	BM00860	A1/A2/LP1/A3/A4/VA	Mensual																																																
		AS/LPT/A14/A6	Anual																																																
Vaporizador	BM00772	A1/A2/LT/A4/LV/NV/LP2	Semanal																																																
		CC/A3/LPT/A6	Anual																																																
Chiller de Enfriamiento	BP00104	A1/A2/LP1	Semanal																																																
		A3/A4/A8/LP2	Trimestral																																																
		CC/A5/LPT/VLR	Anual																																																
Chiller de Enfriamiento	BM00802	A1/A2/LP1	Semanal																																																
		A3/A4/A8/LP2	Trimestral																																																
		CC/A5/LPT/VLR	Anual																																																
Chiller de Enfriamiento	BM000784	A1/A2/LP1	Semanal																																																
		A3/A4/A8/LP2	Trimestral																																																
		CC/A5/LPT/VLR	Anual																																																

Fig. 42.Cronograma Mantenimiento Preventivo

Fuente: Autor.

El cronograma de actividades de mantenimiento preventivo relaciona todas las rutinas diseñadas con su respectiva frecuencia de desarrollo, la ejecución de estas rutinas estará a cargo del *Técnico de Mantenimiento y Profesional de Mantenimiento*, quienes desarrollan estas actividades en el horario laboral cotidiano, haciendo provecho de que la jornada laboral del área de producción se desarrolla de 6 a.m. a 4:30 p.m. y para el personal de mantenimiento se desarrolla de 7 a.m. a 5:30 p.m. contando así con una hora en la cual el proceso de producción no está en marcha, así mismo se podrá desarrollar en el horario de almuerzo de las líneas de producción.

Para las rutinas mensuales, trimestrales y semestrales las cuales requieren más tiempo para su desarrollo se ejecutarán en horarios en donde no se intervenga la operación de producción, para esto puede llegar a ser necesario el reconocimiento de horas extra para el personal de mantenimiento, sin embargo la decisión del momento de ejecución es responsabilidad del *Coordinador de Mantenimiento* quien deberá acordar con los coordinadores de cada área el momento propicio para el desarrollo de las rutinas.

TABLA XXVIII. CODIFICACIÓN DE ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Actividad	Código
Verificar estado de conexión eléctrica de la máquina	A1
Verificar estado de botonera de máquina	A2
Realizar limpieza de filtros y ductos principales	LP1
Realizar el ajuste de tornillería y limpieza del circuito principal	A3
Verificar posicionamiento y recorrido de banda transportadora y ajustar tornillería	A4
Limpieza de sensores ópticos de parada	LP2
Evaluar el estado de las cortinas para un posible cambio	CC
Verificar estado de los motores y aspas de ventilación, realizar limpieza	A5
Limpieza de todos los componentes del equipo y latonería	LPT
Verificar el estado de las resistencias internas	A6
Verificar el estado de las resistencias internas y de reactivación	A7
Verificar el estado de las cortinas	A8
Verificar el estado y funcionamiento de potenciómetros	A9
Verificación del estado de las paletas de soporte y ajuste de la posición de estos	A10
Verificación del estado de los eslabones de cadena de transporte	A11
Verificar el estado de la cadena de transporte, verificar el estado del motor de accionamiento de esta y lubricar la cadena y mecanismo de accionamiento	A12
Verificar el estado y limpieza de todos los componentes del ciclo de refrigeración	VLR
Lubricación de guías de compuertas	A13

Verificar el estado de banda transportadora	A14
Verificación de estado de los acoples de ventiladores	VA
Verificación de fugas de tanque y lavado del mismo	LT
Limpieza de válvula de suministro de agua a caldera	LV
Verificación de la nivelación del agua dentro de la caldera	NV

Fuente: Autor.

La dirección de producción de la compañía cada año programa un cese de actividades de producción lo cual se desarrolla generalmente en el mes de diciembre, es allí en donde se desarrollarán todas las actividades de mantenimiento anual las cuales conllevan mucho más tiempo, teniendo a disposición todas las máquinas para el proceso de mantenimiento general.

1) Medición del Plan de Mantenimiento

Cada una de las tareas establecidas en las rutinas de mantenimiento tienen un tiempo estimado de ejecución, sin embargo al momento de la ejecución real puede llegar a variar, por esta razón los indicadores de control que se plantean aplicar en la ejecución del plan son los mismos que se realizaron en el desarrollo de indicadores, esto con el fin de controlar la ejecución del plan y obtener datos para realizar una comparativa en el tiempo y dimensionar el beneficio de la implementación del plan.

2) Registro de Mantenimiento

Para el registro de las actividades que se realizarán, se diseñó el formato de Orden de Trabajo de Mantenimiento Preventivo, la cual deberá ser emitida por el coordinador de mantenimiento para la realización de las rutinas planteadas en el cronograma.

FORMATO		ORDEN DE TRABAJO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO		 BAENAMORA
CÓDIGO				
FECHA				
VERSIÓN				
NOMBRE DE MAQ.		FECHA		
MARCA		NUMERO DE OT		
NUMERO ACTIVO		HORA DE EMISIÓN DE OT		
ÁREA		HORA DE FINALIZACIÓN DE ACTIVIDAD		
ACTIVIDAD REALIZADA		COD.	OBSERVACIONES	
SOLICITUD DE REPUESTOS				
QUIEN REALIZA		TIEMPO DE RUTINA		

Fig. 43. Formato de Orden de Trabajo

Fuente: Autor.

Este formato será diligenciado por el técnico de mantenimiento que desarrolle las actividades de mantenimiento, en donde deberá plasmar la información de la máquina a intervenir, las actividades realizadas y cualquier tipo de observación o novedad, se establece la casilla de repuestos que puede llegar a necesitar en el desarrollo de la operación los cuales serán solicitados al coordinador, de esta manera tendrá el registro del día de ejecución de la actividad, tiempo de desarrollo y la información más relevante de las condiciones de cada máquina.

XI. ANÁLISIS DE COSTOS

A. Costo de Hora de Parada

Según el área de ingeniería y costos de la compañía, el valor en pesos colombianos de hora de cada línea de producción en las cuales están involucradas directamente las máquinas en estudio siendo indispensables para su funcionamiento regular, está representado de la siguiente manera.

TABLA XXIX. COSTO DE HORA DE PRODUCCIÓN

Línea de Producción	Costo de Hora de Parada
Línea 1	\$ 4.680.000
Línea 2	\$ 4.680.000
Línea 3	\$ 4.000.000
Billeteras	\$ 930.000
Cinturones	\$ 3.900.000
Maletines	\$ 1.000.000
Corte	\$ 1.200.000

Fuente: Información de la empresa adaptada por el autor.

Con esta información y asumiendo que cada una de las máquinas en estudio es fundamental para el proceso de las líneas en las que actúan, se entiende que el tiempo de inactividad de la máquina por reparaciones y fallas represento una parada de la línea de producción en donde se encuentra, de esta manera se calcula un estimado del valor de parada de cada una de las máquinas en el último año y se concluye con el valor total de inactividad de los equipos en estudio, relacionado de la siguiente manera.

TABLA XXX. COSTO DE INACTIVIDAD POR FALLAS

Máquina	Cod. Activo	Ubicación en Planta	Tiempo Total de reparación (horas)	Costo Total de Inactividad por Fallas
Horno Secador Reactivador RH-100	BM00780	Línea 3	340	\$ 1.360.000.000
Horno Secador Reactivador RH-100	BM00798	Línea 2	304	\$ 1.422.720.000
Horno Conformador Doble Banda TH-110	BM00669	Línea 2	20	\$ 93.600.000
Horno Conformador TH-40	BP00112	Línea 1	20	\$ 93.600.000
Horno Conformador TH-130	BM00778	Línea 3	17	\$ 68.000.000
Horno Secador Reactivador en Banda SRTD	BP00131	Línea 1	18	\$ 85.800.000
Horno Secador E-150-S	BP00255	Billeteras	23	\$ 21.390.000
Horno de Secado de Cinturones TGV 20	BM00838	Cinturones	230	\$ 897.000.000
Horno de Secado de Cinturones TGV 20	BM00860	Cinturones	25	\$ 97.500.000
Vaporizador 068	BM00772	Corte	25	\$ 30.400.000
Chiller de Enfriamiento CC-40	BP00104	Línea 1	14	\$ 65.520.000
Chiller de Enfriamiento CC-1	BM00802	Línea 2	10	\$ 46.800.000
Chiller de Enfriamiento CC	BM00784	Línea 3	5	\$ 20.000.000
Costo Total				\$ 4.302.330.000

Fuente: Información de la empresa adaptada por el autor.

De esta manera se estima que el costo de inactividad por fallas de la maquinaria de acondicionamiento térmico de la compañía en el último año fue de aproximadamente \$4.302.330.000 pesos colombianos.

B. Costo de Implementación de Plan de Mantenimiento

Para el costo de implementación del plan se calcula el tiempo total de intervenciones que se plantean en el cronograma según el tiempo de ejecución de cada rutina, de esta manera se sabe cuántas horas en el año serán destinadas a la ejecución de actividades de mantenimiento preventivo.

TABLA XXXI. TIEMPO TOTAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Máquina	Cod. Activo	Tiempo Total de Intervenciones Anuales
Horno Secador Reactivador RH-100	BM00780	52
Horno Secador Reactivador RH-100	BM00798	52
Horno Conformador Doble Banda TH-110	BM00669	16
Horno Conformador TH-40	BP00112	16
Horno Conformador TH-130	BM00778	16
Horno Secador Reactivador en Banda SRTD	BP00131	11
Horno Secador E-150-S	BP00255	16
Horno de Secado de Cinturones TGV 20	BM00838	16
Horno de Secado de Cinturones TGV 20	BM00860	16
Vaporizador 068	BM00772	12
Chiller de Enfriamiento CC-40	BP00104	15
Chiller de Enfriamiento CC-1	BM00802	15
Chiller de Enfriamiento CC	BM00784	15
Total de Tiempo (horas)		267

Fuente: Información de la empresa adaptada por el autor.

1) Mano de obra

Debido a que la determinación del momento de ejecución de algunas de las rutinas depende de la organización por parte del coordinador, quien determinara si se realizan estas rutinas en horarios extra del personal de mantenimiento, se asume que el 30 % del tiempo ocupado en el desarrollo de las actividades se ejecutara en un horario extra, de tal manera que 80 de las 267 horas totales se pagaran como extras a los colaboradores.

De este modo se sabe que el valor promedio de la hora laboral del Técnico y Profesional de mantenimiento en la compañía es de \$5.185,18 por consiguiente el valor de la hora extra es de \$6.481,48 pesos colombianos, se calcula el costo de la mano de obra para la ejecución del plan.

$$(V \text{ hora ordinaria} * 186,9) + (V \text{ hora extraordinaria} * 80,1) = \text{Valor de mano de obra}$$

$$(\$ 5.185,18 * 186,9) + (\$ 6.481,48 * 80,1) = \$ 1.488.276,7$$

A este valor se suman los parafiscales, seguridad y prestaciones sociales relacionados de la siguiente manera:

TABLA XXXII. RELACIÓN DE PARAFISCALES DE MANO DE OBRA DE EJECUCIÓN

Valor de Mano de Obra			
Seguridad Social y Parafiscales		Prestaciones sociales	
Pensión	\$ 126.503,5	Prima	\$ 123.973,4
ARL	\$ 7.768,8	Cesantías	\$ 123.973,4
Caja de Compensación	\$ 59.531,1	Intereses de Cesantías	\$ 14.882,8
		Vacaciones	\$ 62.061,1
Total		\$ 518.694,2	
Total Mano de obra de ejecución		\$ 2.006.970,9	

Fuente: Autor.

De acuerdo con lo anterior el valor de la mano de obra para la ejecución del plan de mantenimiento preventivo es de \$2.006.970,9 pesos colombianos, este valor podría variar con relación el salario del personal de mantenimiento y con la cantidad de horas extra que se empleen para el desarrollo. adicional a esto se realiza un solo cálculo de mano de obra ya que las actividades planteadas las ejecutara el técnico de mantenimiento o el profesional de mantenimiento sumando así 267 horas de rutinas que se desarrollaran en el periodo de un año establecido en el cronograma.

Las actividades del coordinador se estima que se realicen en un periodo de tiempo de 2 horas semanales en cada una de las 48 semanas que establece el cronograma, arrojando un total de 96 horas en la dirección del plan de mantenimiento, se sabe que el valor de la hora del coordinador de mantenimiento es de \$10.000 pesos, se calcula el costo de la mano de obra del coordinador.

$$V \text{ hora Coordinador} * 96 = \text{Valor de mano de obra Coordinador}$$

$$96 * \$10.000 = \$ 1.488.276,7$$

A este valor se suman los parafiscales, seguridad y prestaciones sociales relacionados de la siguiente manera:

TABLA XXXIII. RELACIÓN DE PARAFISCALES DE MANO DE OBRA COORDINADOR

Seguridad Social y Parafiscales		Prestaciones sociales	
Pensión	\$ 81.600,0	Prima	\$ 79.968,0
ARL	\$ 5.011,2	Cesantías	\$ 79.968,0
Caja de Compensación	\$ 38.400,0	Intereses de Cesantías	\$ 9.600,0
		Vacaciones	\$ 40.032,0
Total		\$ 334.579,2	
Total Mano de obra Coordinador		\$ 1.294.579,2	

Fuente: Autor.

De acuerdo con lo anterior el valor de la mano de obra del coordinador en el desarrollo del plan de mantenimiento preventivo es de \$ 1.294.579,2 pesos colombianos, de la misma manera se estima que las funciones administrativas que pueda llegar a desarrollar el profesional de mantenimiento se ejecutaran en un periodo de tiempo de 2 horas semanales en cada una de las 48 semanas de duración del plan, arrojando un total de 96 horas y teniendo en cuenta que el valor de la hora de trabajo del profesional de mantenimiento es de \$5.185,18 pesos, se calcula el costo de la mano de obra del profesional de mantenimiento.

*V hora Profesional de Manto. * 96 = Valor de mano de obra Profesional de Manto.*

$$96 * 5.185,18 = \$ 497.777,3$$

TABLA XXXIV. RELACIÓN DE PARAFISCALES DE MANO DE OBRA PROFESIONAL DE MANTENIMIENTO

Seguridad Social y Parafiscales		Prestaciones sociales	
Pensión	\$ 42.311,1	Prima	\$ 41.464,8
ARL	\$ 2.598,4	Cesantías	\$ 41.464,8
Caja de Compensación	\$ 19.911,1	Intereses de Cesantías	\$ 4.977,8
		Vacaciones	\$ 20.757,3
Total		\$ 173.485,3	
Total Mano de obra		\$ 671.262,6	

Fuente: Autor.

De esta manera se estima que el costo de la mano de obra total para la ejecución y control del plan de mantenimiento planteado es de **\$ 3.972.812,7** pesos.

2) Herramientas

Actualmente la compañía cuenta con la herramienta necesaria para la ejecución de las rutinas de mantenimiento, sin embargo se considera necesario que el plan de mantenimiento cuente con un presupuesto de por lo menos **\$ 800.000** pesos destinado a la compra o recambio de la herramienta de la empresa, con el fin de garantizar la buena ejecución y desarrollo del plan.

3)Repuestos

Ya que los equipos en su mayoría presentan un principio de funcionamiento similar los repuestos que requieren con regularidad son: rodamientos, tornillería, potenciómetros, resistencias, fieltros de alta temperatura, entre otros, para esto se estima que el área de mantenimiento debe contar con un presupuesto de al menos **\$ 1.500.000** pesos para garantizar y agilizar la ejecución de las rutinas de mantenimiento preventivo.

De esta manera para la implementación de las rutinas es necesario tener en cuenta la mano de obra, las herramientas necesarias, el costo estimado de los repuestos y además de esto la obtención de artículos de limpieza y lubricación para la ejecución de las rutinas que lo exijan, a esto se suma el costo de papelería necesario para la materialización de documentación como lo son las rutinas, las FIV y el cronograma, estimado de la siguiente manera.

TABLA XXXV. COSTO DE IMPLEMENTACIÓN

Requerimiento	Valor
Herramientas	\$ 800.000
Repuestos	\$ 1.500.000
Mano de obra	\$ 3.972.813
Lubricantes	\$ 300.000
Artículos de Limpieza	\$ 300.000
Papelería	\$ 80.000
TOTAL	\$ 6.952.813

Fuente: Autor.

De esta manera el costo estimado de la implementación del plan de mantenimiento preventivo es de **\$ 6.952.813** pesos colombianos.

C. Beneficios de Implementación

El desarrollo de la propuesta de plan de mantenimiento preventivo se realiza debido a la necesidad de la compañía por disminuir las paradas repentinas de una línea de equipos fundamentales para su proceso de producción, por ende se busca reducir los costos que a la empresa le está representado estas averías, de esta manera y según las estimaciones propuestas, el costo de implementación de este plan representa tan solo un **0.16 %** del costo de las paradas no programadas en el año anterior, el bajo costo de la implementación del plan se debe a que la mayoría de las actividades que se deben realizar para prevenir fallos son rutinas de limpieza verificación y ajuste de componentes de los equipos.

Se estima que con la ejecución del plan de mantenimiento se pueda reducir por lo menos un 10% de las paradas no programadas del proceso de producción de la compañía, por lo tanto en el mejor de los casos y asumiendo que las fallas se proyecten con la misma frecuencia de ocurrencia, al implementar el plan la compañía podría evitar un costo de \$ 430.233.000 pesos de paradas de la maquinaria en cuestión, representando la siguiente relación de costo beneficio.

$$\frac{\text{Beneficio}}{\text{Costo}} = \frac{\$ 430.233.000}{\$ 6.952.813}$$

Lo que indica que por cada peso que se invierta en la implementación del plan, el beneficio sería de **\$ 61,88** pesos.

A los beneficios de la implementación del plan se suma la reducción considerable del tiempo total de intervención de la maquinaria del último año con respecto a el tiempo de intervención estipulado en el cronograma, los cuales fueron 1.051,66 y 267 horas respectivamente, reduciendo este tiempo en un 74%.

D. Indicadores Financieros

1) VPN

Para el cálculo del VPN, se reconoce que el porcentaje promedio de rendimiento de la inversión en la empresa es de 20%, por lo tanto se usa este valor como la tasa de descuento del proyecto, arrojando como resultado. Asumiendo que el ahorro anual con la implementación de este plan de mantenimiento es de c y la inversión inicial es de \$ 2.986.970 pesos, se estima que:

TABLA XXXVI. VPN DEL PROYECTO

Inversión inicial	-\$ 6.952.813
Ahorro Anual	\$ 430.233.000
Tasa de Descuento	20%
VPN	\$ 351.574.687

Fuente: Autor.

Con esto se determina que la empresa ganaría cerca de \$ 351.574.687 pesos colombianos con la inversión de este plan de mantenimiento.

2) TIR

Con las mismas condiciones anteriores de inversión inicial y ahorro potencial para el siguiente año, estimada contra la tasa promedio de inversión de un CDT que es de 15%, la tasa interna de retorno de este proyecto se da de la siguiente manera:

TABLA XXXVII. TIR DEL PROYECTO

Inversión inicial	-\$ 6.952.813
Ahorro Anual	\$ 430.233.000
TIR	6088%

Fuente: Autor.

Lo que indica que la implementación de este plan de mantenimiento es muy rentable, ya que la TIR supera de gran manera la rentabilidad que plantea la compañía.

D. Beneficios No cuantificables

La implementación del plan de mantenimiento puede llegar a traer beneficios, como lo son.

- Mejorar las condiciones de trabajo de los colaboradores poniendo a su disposición equipos en buen estado.
- Reducir considerablemente los tiempos de parada de la maquinaria.
- Fortalecer el área de mantenimiento de la compañía, gracias a la obtención de datos e información que ayude a mejorar los controles y la gestión del mantenimiento en la empresa.
- Incrementar el tiempo de vida de la maquinaria.
- Mejorar la conformidad del cliente evitando incumplimientos en las cuotas de producción.
- Garantizar el proceso térmico al cual se somete el calzado mejorando así su calidad.

XII. CONCLUSIONES

En este trabajo se diseñó el plan de mantenimiento preventivo para hornos y chillers de la planta de producción de la empresa Baenamora & Cia, en donde tomaron gran relevancia los beneficios económicos y la reducción de tiempo de intervención que se pueden obtener con la implementación del plan de mantenimiento, ya que la compañía podría reducir alrededor de un 74 % el tiempo de intervención de la maquinaria , generando una retribución de 61,88 pesos por cada peso invertido en la implementación del plan.

Se logró determinar el estado actual de la maquinaria recopilando información a través de la observación directa y la experiencia del personal operativo y de mantenimiento, reconociendo que el estado de la maquinaria en general es bueno. Se demuestra que el porcentaje de disponibilidad calculado, el cual para la mayoría de los equipos está por encima del 98%; pese a la poca información con la que contaba el área de mantenimiento se logró reconocer las fallas más concurrentes presentadas en estos equipos para el desarrollo del análisis de causas y efectos, en donde la implementación de la metodología de los 5 ¿por qué? y el análisis AMEF para la maquinaria crítica, fueron fundamentales y de gran incidencia en el desarrollo de las rutinas de mantenimiento.

En el desarrollo del análisis de Pareto, se logró identificar que las máquinas Horno Secador Reactivador RH-100, Horno Secador Reactivador RH-100, Horno de Secado de Cinturones TGV 20, representaron un 66 % del total de las fallas de la maquinaria en estudio el cual fue de 376 fallas y de la misma manera significaron un 83.11% del total de tiempo de intervención por mantenimiento del último año, el cual fue de 1.051,66 horas, por esta razón se consideraron estos tres equipos como maquinaria crítica en el plan de mantenimiento.

Se desarrolló la documentación como lo son las rutinas de mantenimiento, las FIV (Fichas de Información y Verificación) y el cronograma de actividades con proyección a un año, basados en información recolectada y con ayuda de las metodologías de análisis de causa efecto se llegó a la conclusión gran parte de las causas raíz de la mayoría de las fallas presentadas en los equipos, son la falta de implementación de rutinas de limpieza, lubricación y ajuste de tornillería de los

componentes de la máquinas, como las que se desarrollarán con la implementación de este plan de mantenimiento.

A su vez en el análisis de costos fue relevante la conclusión de que el costo de implementación de este plan representa tan solo un 0.16 % del costo de las paradas no programadas en el año anterior, lo que demuestra la conveniente que puede llegar a ser la implementación del plan diseñado. Además de esto con el desarrollo de los indicadores financieros VPN y TIR, se concluye que la ejecución de este proyecto podría llegar a tener una rentabilidad del 6088% generando una ganancia de por lo menos \$ 351.574.687 pesos colombianos, lo que ratifica la cantidad de beneficios que generaría este proyecto.

Gracias al desarrollo de este plan de mantenimiento se concluye que el área de mantenimiento podría fortalecer de gran manera la gestión del mantenimiento en general de la maquinaria de la empresa, incurriendo en el desarrollo de inventarios de repuestos y priorizando el requerimiento y la obtención de esos, Se posibilita el hecho de que cada intervención de mantenimiento tome menos tiempo y a su vez la ejecución de este plan brindaría la información necesaria para dar paso a la implementación de nuevos indicadores y procesos de control mejorando así la gestión del mantenimiento en la compañía.

XIII. RECOMENDACIONES

- Para mejorar la gestión de mantenimiento de la compañía, se recomienda el desarrollo y la articulación de formatos de hoja de vida de la maquinaria, no solo para los equipos en estudio sino de toda la maquinaria de la compañía.
- Por último se recomienda implementar un sistema de inventario de repuestos necesarios para dar solvencia a las actividades de reparación y mantenimiento preventivo, reduciendo los tiempos de mantenibilidad de los equipos de la compañía.

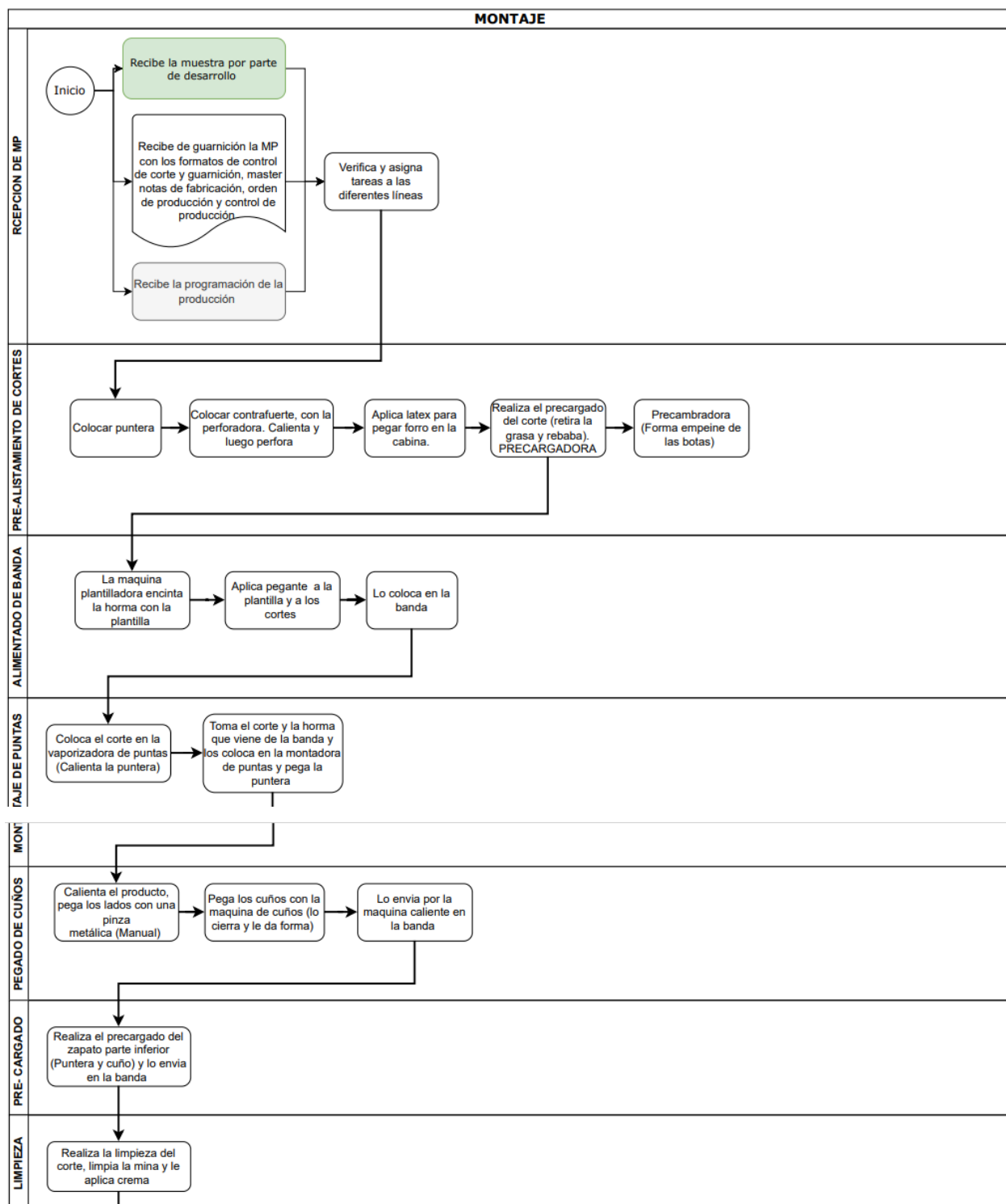
REFERENCIAS

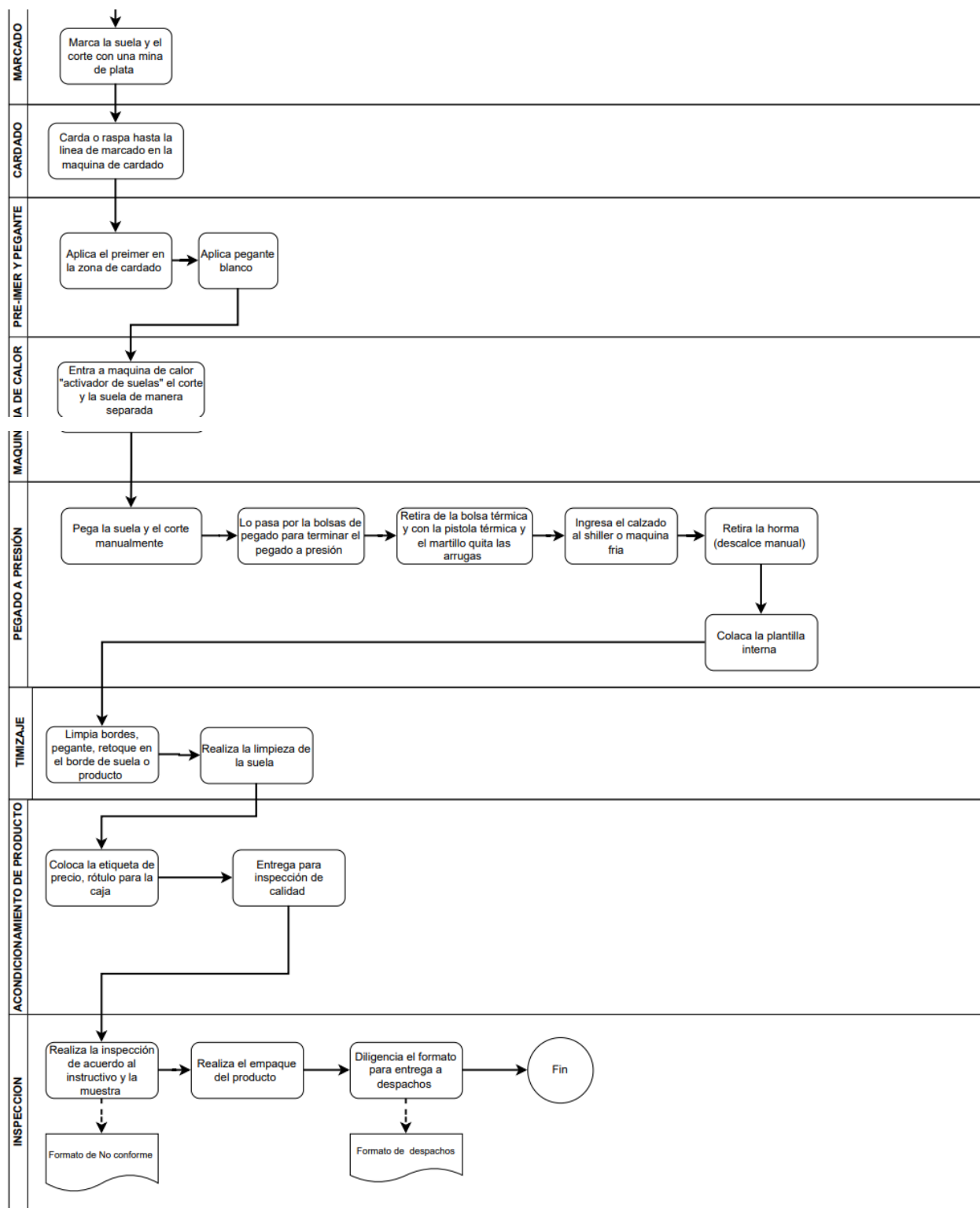
- [1] “Cluster de Cuero, Calzado y Marroquinería, Cámara de Comercio de Bogotá”. <https://www.ccb.org.co/Clusters/Cluster-de-Cuero-Calzado-y-Marroquineria/Noticias/2019/Junio-2019/En-2018-el-sector-textil-confecciones-calzado-y-marroquineria-tuvo-una-participacion-en-el-PIB-industrial-de-10.2> (consultado may 03, 2022).
- [2] DANE, “Boletín técnico: Cuenta Ambiental y Económica de Flujo de Materiales – Residuos Sólidos 2012 - 2016”, 2018.
- [3] “Equipamiento para una fábrica de calzado: ¿Qué necesito para hacer zapatos? - How Shoes are Made: The Sneaker Factory”. <https://www.sneakerfactory.net/2020/07/2equipo-para-una-fabrica-de-calzado-que-es-lo-que-necesito-para-hacer-un-par-de-zapatos/> (consultado abr. 17, 2022).
- [4] J. Moubray, *Mantenimiento centrado en la confiabilidad*, Segunda ed. Industrial Press Inc.
- [5] SERGIO MUÑOZ GARCIA., “MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE INSTALACIONES CALORÍFICAS. IMAR0408”, 2022.
- [6] IntegraMarkets, *Gestión y Planificación del Mantenimiento Industrial*, IntegraMar. IntegraMarkets, 2018.
- [7] “HOJA DE VIDA DE LOS EQUIPOS - Gestión de mantenimiento”. <https://sites.google.com/site/gestiondemantenimiento/dgd/hoja-de-vida-de-los-equipos> (consultado abr. 24, 2022).
- [8] “Plan de Mantenimiento”. <http://mantenimiento.renovetec.com/plan-de-mantenimiento> (consultado abr. 24, 2022).
- [9] H. Caballero, O. López, Z. Ricardo, R. Gutiérrez, M. C. Nombre, y D. Tema, “PROGRAMA PARA ARRANQUE Y PARO DE UN SISTEMA CHILLER”.
- [10] A. Pérez, “Conceptos generales en la gestión del mantenimiento industrial”, USTA, 2021.
- [11] L. Enrique y J. Luis MERÁZ-MÉNDEZ, “Implementación del mantenimiento autónomo Implementation of autonomous maintenance”, doi: 10.35429/P.2019.1.47.68.
- [12] C. Botero, “Manual de mantenimiento. Parte I: ¿qué es el mantenimiento?”, *Informador Técnico*, vol. 47, núm. 47, p. 35, 1993, doi: 10.23850/22565035.1188.

- [13] “Análisis de la causa raíz: Definición, ejemplos y guía de instrucciones.” <https://www.tableau.com/es-mx/learn/articles/root-cause-analysis> (consultado may 10, 2022).
- [14] J. I. González Gómez, “TD III Pareto e Intervalos”.
- [15] Carlos. Boero, “Mantenimiento industrial”, 2020.
- [16] O. Serrat, “The Five Whys Technique”, 2009, Consultado: oct. 16, 2022. [En línea]. Available: <http://www.adb.org/documents/information/knowledge-solutions/assessing-effectiveness-assistance-ca->.
- [17] J. F. A. Rosales, “Análisis de modos y efectos de fallas potenciales (AMEF)”. El Cid Editor | apuntes.
- [18] S. of A. Engineers, “SAE JA1011: Evaluation criteria for reliability-centered maintenance (RCM) processes”. SAE International, 2009.
- [19] M. J., “RCM II Reliability-Centred Maintenance”. Industrial Press Inc., 1997.
- [20] L. Alberto. Mora Gutiérrez, *Mantenimiento: planeación, ejecución y control*. Alfaomega, 2009.
- [21] P. Santiago y G. Garrido, “INDICADORES EN MANTENIMIENTO”.
- [22] Nacional Financiera, “Fundamentos de negocio”, 2004.
- [23] E. para C. Master, *Manual de instrucciones de Secador Reactivador Horizontal RH-100*, 01 ed. Novo Hamburgo, 2003.
- [24] E. para calzados Master, *Manual de Instrucciones Horno Conformador TH-100*, 3.0. Novo Hamburgo, 2004.
- [25] Galli S.p.A, “Manual de Instrucciones Horno TGV 20”, 2004.
- [26] Master, *Manual de Instrucciones Vaporizadora y reactivadora*, 01 ed. 2004.
- [27] Master, *Manual de Instrucciones Conformadora Compacta (Chiller) CC-40*, 1.02. 2011.

ANEXOS

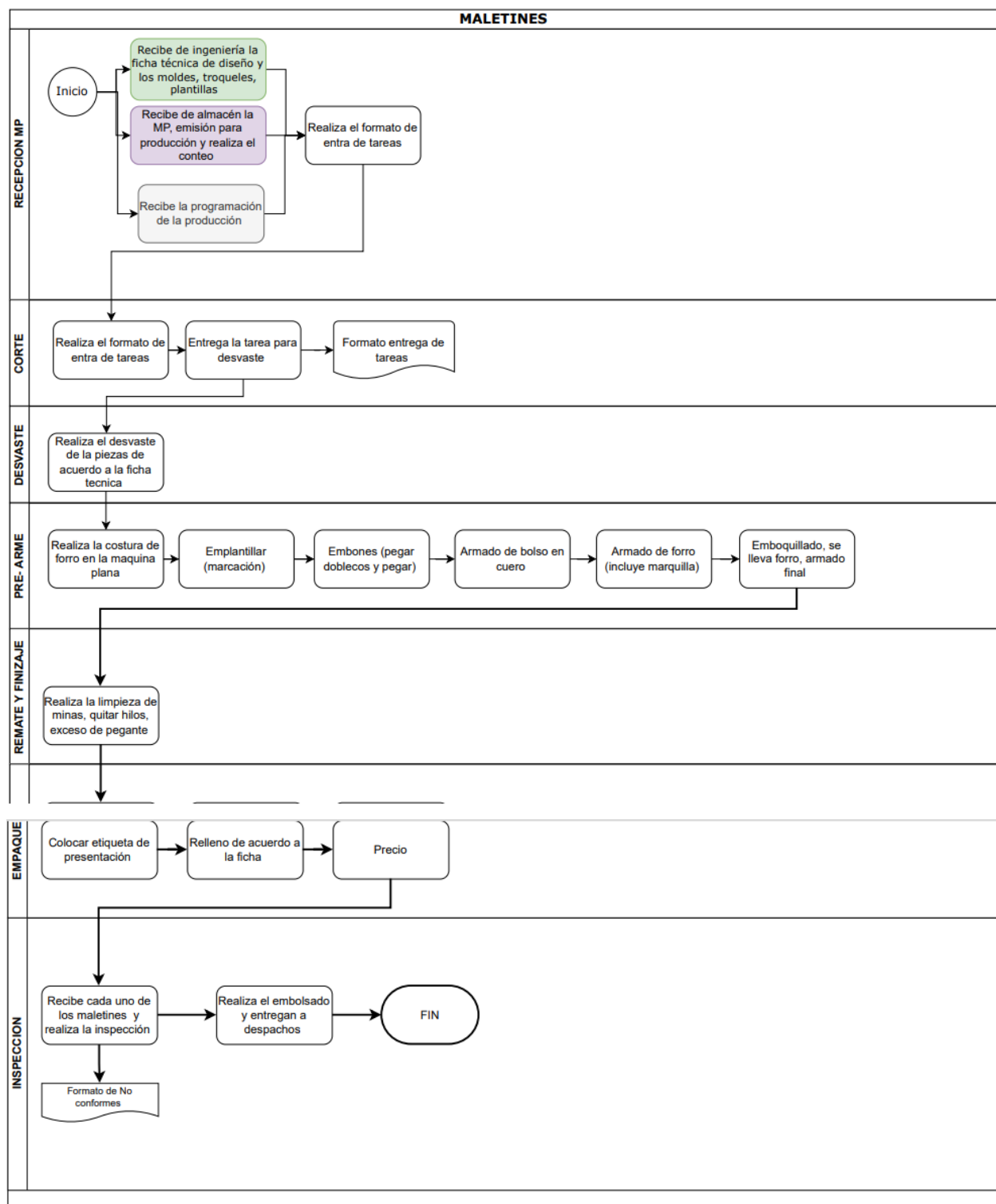
Anexo 1. Diagrama de Flujo de Montaje





Fuente: Empresa Baena Mora & Cia

Anexo 2. Diagrama de Flujo de Maletines



Fuente: Empresa Baena Mora & Cia

Anexo 3. Análisis 5 ¿Por qué?

Análisis de Fallos Horno Conformador doble banda TH-110 (BM00669)								
Falla	1. ¿Por qué?	2. ¿Por qué?	3. ¿Por qué?	4. ¿Por qué?	Causa Raíz	Plan de Acción	Frecuencia de rutinas	Responsable
No circula el aire caliente dentro de los túneles	¿Por qué no circula aire caliente dentro de los túneles? • Los filtros y ductos de aire están obstruidos.	¿Por qué los filtros y ductos de aire están obstruidos? • No se realizo limpieza de filtros y ductos.	¿Por qué no se realizo limpieza de filtros y ductos? • No existe una rutina de limpieza programada	¿Por qué no existe una rutina de limpieza? • No existe un plan de mantenimiento preventivo	No se tiene un plan de mantenimiento que desarrolle una rutina de limpieza por lo tanto los ductos y filtros presentan taponamiento de polvo y partículas	Diseñar un plan de mantenimiento en donde se establezca la ejecución de una rutina de limpieza general con aire comprimido	Mensual	Coordinador, Técnico de Mantenimiento
Contactor de encendido con punto caliente	¿Por qué el contactor de encendido se recalienta? • Los tornillos de conexión estaban sueltos	¿Por qué los tornillos de conexión estaban sueltos? • La vibración inherente del equipo genera que el tablero de control vibre aun así no se realizan ajustes de tornillería	¿Por qué no se realizan ajustes de tornillería? • No existe una rutina de ajuste de tornillería programada	¿Por qué no existe una rutina ajuste de tornillería? • No existe un plan de mantenimiento preventivo	No se tiene un plan de mantenimiento que desarrolle una rutina de ajuste de tornillería para evitar que la vibración del equipo ocasionen desajustes en la tornillería de los circuitos eléctricos	Diseñar un plan de mantenimiento en donde se establezca la ejecución de una rutina de ajuste de tornillería	Mensual	Coordinador, Técnico de Mantenimiento

Análisis de Fallas Horno Conformador TH-40 (BP00112)								
Falla	1. ¿Por qué?	2. ¿Por qué?	3. ¿Por qué?	4. ¿Por qué?	Causa Raíz	Plan de Acción	Frecuencia de rutinas	Responsable
Motor de ventilación inferior se recalienta	¿Por qué el motor de ventilación se recalienta? • El ventilador del motor se llena de polvo	¿Por qué el ventilador del motor se llena de polvo? • No se realiza limpieza del motor	¿Por qué no se realizo limpieza del motor? • No existe una rutina de limpieza programada	¿Por qué no existe una rutina de limpieza? • No existe un plan de mantenimiento preventivo	No se tiene un plan de mantenimiento que desarrolle una rutina de limpieza por lo tanto el motor presenta acumulación de polvo en su sistema	Diseñar un plan de mantenimiento en donde se establezca la ejecución de una rutina de limpieza general con aire comprimido	Mensual	Coordinador, Técnico de Mantenimiento

Análisis de Fallas Horno Conformador doble banda TH-130 (BM00778)								
Falla	1. ¿Por qué?	2. ¿Por qué?	3. ¿Por qué?	4. ¿Por qué?	Causa Raíz	Plan de Acción	Frecuencia de rutinas	Responsable
Motor de ventilación inferior se recalienta	¿Por qué el motor de ventilación se recalienta? • El ventilador del motor se llena de polvo	¿Por qué el ventilador del motor se llena de polvo? • No se realiza limpieza del motor	¿Por qué no se realizo limpieza del motor? • No existe una rutina de limpieza programada	¿Por qué no existe una rutina de limpieza? • No existe un plan de mantenimiento preventivo	No se tiene un plan de mantenimiento que desarrolle una rutina de limpieza por lo tanto el motor presenta acumulación de polvo en su sistema	Diseñar un plan de mantenimiento en donde se establezca la ejecución de una rutina de limpieza general con aire comprimido	Mensual	Coordinador, Técnico de Mantenimiento
No se mantiene la temperatura dentro del túnel	¿Por qué no se mantiene la temperatura dentro del túnel ? • El aire caliente no queda represado dentro del túnel	¿Por qué el aire caliente no queda represado dentro del túnel? • Las cortinas se encuentran en mal estado	¿Por qué las cortinas se encuentran en mal estado? • Deterioro por uso	-	Las cortinas del horno no realizan el aislamiento necesario debido a mal estado y desgaste	Suministrar cortinas según requerimientos e incluirlas en los consumibles de la maquina, Cambiar cortinas con tela resistente a la temperatura, realizar una inspección del estado general del equipo	Anual	Coordinador, Técnico de Mantenimiento

Análisis de Fallas Horno Secador Reactivador en Banda SRTD (BP00131)									
Falla	1. ¿Por qué?	2. ¿Por qué?	3. ¿Por qué?	4. ¿Por qué?	5. ¿Por qué?	Causa Raíz	Plan de Acción	Frecuencia de rutinas	Responsable
Resistencias de reactivación quemadas	¿Por qué las resistencias de reactivación se quemaron ? • Las resistencias sufrieron fatiga térmica	¿Por qué las resistencias sufrieron fatiga térmica ? • Las resistencias se expusieron a su máximo funcionamiento durante tiempo prolongado	¿Por qué las resistencias se expusieron a su máximo funcionamiento durante tiempo prolongado? • No se logro regular la temperatura de las resistencias	¿Por qué no se logro regular la temperatura de las resistencias? • El potenciómetro de regulación se encontraba averiado	¿Por qué el potenciómetro de regulación se encontraba averiado? • Potenciómetro no es apto para el nivel de exigencia de la maquina	El potenciómetro de regulación de temperatura de las resistencias no cumple con las características técnicas para su correcto funcionamiento por ende presento avería y no permitió el control de la temperatura, exponiendo las resistencias a funcionamiento prolongado superando su máxima capacidad	Suministrar potenciómetros de mejor calidad, cambiar potenciómetro, realizar una rutina de verificación de funcionamiento de potenciómetro	Trimestral	Coordinador
No se mantiene la temperatura dentro del túnel	¿Por qué no se mantiene la temperatura dentro del túnel ? • El aire caliente no queda represado dentro del túnel	¿Por qué el aire caliente no queda represado dentro del túnel? • Las cortinas se encuentran en mal estado	¿Por qué las cortinas se encuentran en mal estado? • Deterioro por uso	-	-	Las cortinas del horno no realizan el aislamiento necesario debido a mal estado y desgaste	Suministrar cortinas según requerimientos e incluirlas en los consumibles de la maquina, Cambiar cortinas con tela resistente a la temperatura, realizar una inspección del estado general del equipo	Trimestral	Coordinador, Técnico de Mantenimiento
Daño de potenciómetro de regulación de temperatura de resistencias de reactivación	¿Por qué se daño el potenciómetro de regulación? • El potenciómetro no cumple con las características de calidad requeridas	¿Por qué el potenciómetro no cumple con las características de calidad requeridas? • Se realiza elección errónea en la compra del repuesto	-	-	-	La elección del potenciómetro fue errónea y este no cumplió con los requerimientos para el correcto funcionamiento	Suministrar potenciómetros de mejor calidad, cambiar potenciómetro, realizar una rutina de verificación de funcionamiento de potenciómetro	Trimestral	Coordinador, Técnico de Mantenimiento
Recalentamiento de motores de ventilación superior	¿Por qué los motores de ventilación se recalientan? • Los ventiladores de los motores acumulan polvo el exceso	¿Por qué ventiladores de los motores acumulan polvo el exceso ? • No se realiza limpieza de los motores	¿Por qué no se realizo limpieza de los motores? • No existe una rutina de limpieza programada	¿Por qué no existe una rutina de limpieza ? • No existe un plan de mantenimiento preventivo	-	No se tiene un plan de mantenimiento que desarrolle una rutina de limpieza por lo tanto el motor presenta acumulación de polvo en su sistema	Diseñar un plan de mantenimiento en donde se establezca la ejecución de una rutina de limpieza general con aire comprimido	Mensual	Coordinador, Técnico de Mantenimiento

Análisis de Fallas Horno Secador E-150-S (BP00255)									
Falla	1. ¿Por qué?	2. ¿Por qué?	3. ¿Por qué?	4. ¿Por qué?	5. ¿Por qué?	Causa Raíz	Plan de Acción	Frecuencia de rutinas	Responsable
Compuerta de entrada sube forzada	¿Por qué compuerta de entrada sube forzada? • La compuerta se atora al deslizarse por las guías de posición	¿Por qué la compuerta se atora al deslizarse por las guías de posición ? • Las guías no están lubricadas	¿Por qué las guías no están lubricadas? • No se realiza una rutina de lubricación	¿Por qué no se realiza una rutina de lubricación? • No existe un plan de mantenimiento preventivo	-	No se tiene un plan de mantenimiento que desarrolle una rutina de lubricación por lo las guías por donde se desliza la compuerta no esta lubricada y genera atascamientos de la compuerta al subir y bajar	Diseñar un plan de mantenimiento en donde se establezca la ejecución de una rutina de lubricación general	Mensual	Técnico de Mantenimiento
No sube la temperatura dentro del túnel	¿Por qué no sube la temperatura dentro del túnel? • No circula aire caliente dentro del túnel	¿Por qué no circula aire caliente dentro del túnel ? • Los filtros y ductos de aire están obstruidos.	¿Por qué los filtros y ductos de aire están obstruidos? • No se realizo limpieza de filtros y ductos.	¿Por qué no se realizo limpieza de filtros y ductos? • No existe una rutina de limpieza programada	¿Por qué no existe una rutina de limpieza ? • No existe un plan de mantenimiento preventivo	No se tiene un plan de mantenimiento que desarrolle una rutina de limpieza por lo tanto los ductos y filtros presentan taponamiento de polvo y partículas	Diseñar un plan de mantenimiento en donde se establezca la ejecución de una rutina de limpieza general con aire comprimido	Mensual	Técnico de Mantenimiento
Banda transportadora desalineada en los rodillos	¿Por qué la banda transportadora esta desalineada? • Se desajustan los tornillos de alineación de la banda	¿Por qué se desajustan los tornillos de alineación de la banda? • La vibración inerte del equipo y el constante movimiento de la banda generan desajuste en la tornillería aun así no se realizan ajustes de tornillería	¿Por qué no se realizan ajustes de tornillería? • No existe una rutina de ajuste de tornillería programada	¿Por qué no existe una rutina ajuste de tornillería? • No existe un plan de mantenimiento preventivo	-	No se tiene un plan de mantenimiento que desarrolle una rutina de ajuste de tornillería para evitar que la vibración del equipo ocasiona de ajuste en la tornillería de los circuitos eléctricos	Diseñar un plan de mantenimiento en donde se establezca la ejecución de una rutina de ajuste de tornillería	Mensual	Coordinador, Técnico de Mantenimiento

Análisis de Fallas Horno Secador de Cinturones TGV-20 (BM00860)								
Falla	1. ¿Por qué?	2. ¿Por qué?	3. ¿Por qué?	4. ¿Por qué?	Causa Raíz	Plan de Acción	Frecuencia de rutinas	Responsable
Banda transportadora descarrilada	¿Por qué la banda transportadora esta descarrilada? • Se desajustan los tornillos de alineación de la banda	¿Por qué se desajustan los tornillos de alineación de la banda? • La vibración inerte del equipo y el constante movimiento de la banda generan desajuste en la tornillería aun así no se realizan ajustes de tornillería	¿Por qué no se realizan ajustes de tornillería? • No existe una rutina de ajuste de tornillería programada	¿Por qué no existe una rutina de ajuste de tornillería? • No existe un plan de mantenimiento preventivo que la desarrolle	No se tiene un plan de mantenimiento que desarrolle una rutina de ajuste de tornillería para evitar que la vibración del equipo ocasiona de ajuste en la tornillería	Diseñar un plan de mantenimiento en donde se establezca la ejecución de una rutina de ajuste de tornillería	Mensual	Coordinador, Técnico de Mantenimiento
No sube la temperatura en el túnel	¿Por qué no sube la temperatura en el túnel? • Los ventiladores no giran	¿Por qué no giran los ventiladores? • Los bloques de caucho de los ventiladores se desacoplaron y no transmiten el movimiento	¿Por qué los bloques de caucho de los ventiladores se desacoplaron? • Desajuste en la posición del rotor de los ventiladores	¿Por qué se desajusta la posición del rotor de los ventiladores? • Desajuste natural debido al funcionamiento prolongado del equipo	El funcionamiento prolongado de la maquina genera desajuste en la posición del rotor de los ventiladores, esto ocasiona que los bloques de caucho se desacoplen de los ventiladores y no se transporte el aire caliente dentro del túnel haciendo que no suba la temperatura	Ajustar la posición de los rotores de los ventiladores verificando que todos los bloques de caucho estén acoplados y en buen estado, diseñar un plan de mantenimiento en donde se establezca la verificación del correcto funcionamiento	Mensual	Coordinador, Técnico de Mantenimiento

Análisis de Fallas Vaporizador 068 (BM00772)									
Falla	1. ¿Por qué?	2. ¿Por qué?	3. ¿Por qué?	4. ¿Por qué?	5. ¿Por qué?	Causa Raíz	Plan de Acción	Frecuencia de rutinas	Responsable
Fugas en el tanque de agua	¿Por qué hay fugas en el tanque de agua? • El tanque presenta grietas	¿Por qué el tanque presenta grietas ? • El tanque recibió golpes accidentales	-	-	-	El tanque recibió golpes accidentales los cuales generaron grietas lo que provoca filtraciones de agua	Realizar inspecciones del estado del tanque y la verificación de la presencia de fugas	Semanal	Técnico de Mantenimiento
No sube el nivel de agua de la caldera	¿Por qué no sube el nivel de agua de la caldera? • La válvula de nivelación de agua se encuentra tapada	¿Por qué la válvula de nivelación de agua se encuentra tapada ? • El tanque contiene residuos y suciedad	¿Por qué el tanque contiene residuos y suciedad? • No se realiza limpieza del tanque	¿Por qué no se realizo limpieza del tanque ? No existe una rutina de limpieza programada	¿Por qué no existe una rutina de limpieza ? • No existe un plan de mantenimiento preventivo	No se tiene un plan de mantenimiento que desarrolle una rutina de limpieza y lavado del tanque lo que ocasiona taponamiento por residuos en la válvula de nivelación de agua	Diseñar un plan de mantenimiento en donde se establezca la ejecución de una rutina de limpieza del tanque	Semanal	Técnico de Mantenimiento
Banda transportadora se troza en bordes	¿Por qué la banda transportadora se troza en los bordes? • Se desajustan los tornillos de alineación de la banda	¿Por qué se desajustan los tornillos de alineación de la banda? • La vibración inerte del equipo y el constante movimiento de la banda generan desajuste en la tornillería aun así no se realizan ajustes de tornillería	¿Por qué no se realizan ajustes de tornillería? • No existe una rutina de ajuste de tornillería programada	¿Por qué no existe una rutina de ajuste de tornillería? • No existe un plan de mantenimiento preventivo que la desarrolle	-	No se tiene un plan de mantenimiento que desarrolle una rutina de ajuste de tornillería para evitar que la vibración del equipo ocasiona de ajuste en la tornillería de los circuitos eléctricos	Diseñar un plan de mantenimiento en donde se establezca la ejecución de una rutina de ajuste de tornillería	Semanal	Coordinador, Técnico de Mantenimiento

Análisis de Fallas Chiller CC-40 (BP00104)								
Falla	1. ¿Por qué?	2. ¿Por qué?	3. ¿Por qué?	4. ¿Por qué?	Causa Raíz	Plan de Acción	Frecuencia de rutinas	Responsable
Máquina no enciende	¿Por qué la máquina no enciende? • La clavija de conexión principal esta rota	¿Por qué la clavija de conexión principal esta rota ? • Colaboradores halaron el cable y la forzaron accidentalmente	¿Por qué se halo el cable de conexión? • El cable se encuentra en el suelo sin ningún tipo de aseguramiento que impida enredos o accidentes	-	El cable de conexión principal se encuentra en el suelo sin ningún tipo de aseguramiento, lo que provoco que accidentalmente se halara haciendo que la clavija de conexión se rompiera impidiendo el suministro de energía a la máquina	Realizar la instalación de una canaleta para el cable de conexión con su respectiva señalización, realizar inspección del estado de la conexión de la máquina	Trimestral	Coordinador, Técnico de Mantenimiento
No se mantiene la temperatura en el túnel	¿Por qué no se mantiene la temperatura dentro del túnel ? • El aire frio no queda represado dentro del túnel	¿Por qué el aire frio no queda represado dentro del túnel? • Las cortinas se encuentran en mal estado	¿Por qué las cortinas se encuentran en mal estado? • Deterioro por uso	-	Las cortinas del chiller no realizan el aislamiento necesario debido a mal estado y desgaste	Suministrar cortinas según requerimientos e incluirlas en los consumibles de la maquina, Cambiar cortinas del material adecuado, realizar una inspección del estado general del equipo	Trimestral	Coordinador, Técnico de Mantenimiento
Motores de ventiladores recalentados	¿Por qué se recalentaron los motores ? • Se acumuló polvo y residuos en las aspas y motores de los ventiladores	¿Por qué se acumuló polvo y residuos en las aspas y motores de los ventiladores ? • No se realizo limpieza de estos componentes	¿Por qué no se realizo limpieza? • No existe una rutina de limpieza programada	¿Por qué no existe una rutina de limpieza ? • No existe un plan de mantenimiento preventivo	No se tiene un plan de mantenimiento que desarrolle una rutina de limpieza por lo tanto los ventiladores y sus motores acumularon polvo y se presento recalentamiento	Diseñar un plan de mantenimiento en donde se establezca la ejecución de una rutina de limpieza general con aire comprimido	Trimestral	Coordinador, Técnico de Mantenimiento

Análisis de Fallas Chiller CC-1 (BM00802)									
Falla	1. ¿Por qué?	2. ¿Por qué?	3. ¿Por qué?	4. ¿Por qué?	5. ¿Por qué?	Causa Raíz	Plan de Acción	Frecuencia de rutinas	Responsable
Activación de emergencia de presostato	¿Por qué se activo la parada de emergencia del presostato? • El condensador no es capaz de enfriar el fluido de refrigeración	¿Por qué el condensador no es capaz de enfriar el fluido de refrigeración? • El ducto de circulación del fluido y la rejilla de soporte se encuentran con polvo acumulado y no permite que el condensador enfríe el fluido	¿Por qué el ducto y las rejillas se encuentran cubiertas de polvo acumulado ? • No se realizo la limpieza de estos componentes	¿Por qué no se realizo limpieza? • No existe una rutina de limpieza programada	¿Por qué no existe una rutina de limpieza ? • No existe un plan de mantenimiento preventivo	No se tiene un plan de mantenimiento que desarrolle una rutina de limpieza por lo tanto los el ducto de circulación del fluido refrigerante y sus rejillas de soporte se encuentran con polvo acumulado no que no permite que el se baje la temperatura del fluido generando que el presostato active su parada de emergencia	Diseñar un plan de mantenimiento en donde se establezca la ejecución de una rutina de limpieza general con aire comprimido	Semanal	Coordinador, Técnico de Mantenimiento
No se mantiene la temperatura en el túnel	¿Por qué no se mantiene la temperatura dentro del túnel ? • El aire frio no queda represado dentro del túnel	¿Por qué el aire frio no queda represado dentro del túnel? • Las cortinas se encuentran en mal estado	¿Por qué las cortinas se encuentran en mal estado? • Deterioro por uso	-	-	Las cortinas del chiller no realizan el aislamiento necesario debido a mal estado y desgaste	Suministrar cortinas según requerimientos e incluirlas en los consumibles de la maquina, Cambiar cortinas del material adecuado, realizar una inspección del estado general del equipo	Trimestral	Coordinador, Técnico de Mantenimiento

Análisis de Fallas Chiller CC (BM00784)									
Falla	1. ¿Por qué?	2. ¿Por qué?	3. ¿Por qué?	4. ¿Por qué?	5. ¿Por qué?	Causa Raíz	Plan de Acción	Frecuencia de rutinas	Responsable
Activación de emergencia de presostato	¿Por qué se activo la parada de emergencia del presostato? • El condensador no es capaz de enfriar el fluido de refrigeración	¿Por qué el condensador no es capaz de enfriar el fluido de refrigeración? • El ducto de circulación del fluido y la rejilla de soporte se encuentran con polvo acumulado y no permite que el condensador enfríe el fluido	¿Por qué el ducto y las rejillas se encuentran cubiertas de polvo acumulado ? • No se realizo la limpieza de estos componentes	¿Por qué no se realizo limpieza? • No existe una rutina de limpieza programada	¿Por qué no existe una rutina de limpieza ? • No existe un plan de mantenimiento preventivo	No se tiene un plan de mantenimiento que desarrolle una rutina de limpieza por lo tanto los el ducto de circulación del fluido refrigerante y sus rejillas de soporte se encuentran con polvo acumulado no que no permite que el se baje la temperatura del fluido generando que el presostato active su parada de emergencia	Diseñar un plan de mantenimiento en donde se establezca la ejecución de una rutina de limpieza general con aire comprimido	Semanal	Coordinador, Técnico de Mantenimiento

Fuente: Autor.

Anexo 4. Formatos de Inspección y verificación

FORMATO		INSPECCIÓN Y VERIFICACIÓN DE MAQUINARIA			
CÓDIGO:				RUTINA DE MANTENIMIENTO	
FECHA:		DATOS DE LA MÁQUINA			
VERSIÓN:					
		EQUIPO	HORNO CONFORMADOR DOBLE BANDA	ÍTEM	DESCRIPCIÓN
				1	Encendido general de la máquina
		MARCA	MASTER	2	Verificar la temperatura programada
		MODELO	TH 110	3	Verificar el tiempo de avance de bandas de transporte
		No SERIE	1522	4	Esperar que la máquina alcance 100 °C de temperatura
		ÁREA	LÍNEA 2	5	Limpieza general con aire comprimido al finalizar labores
		PLACA ACTIVO	BM00669	6	
ESPECIFICACIONES		COLOR AZUL BLANCO/12KW /220V/ 60HZ/TOPE DE TEMPERATURA RECOMENDADO 120 °C/2 BANDAS DE TRANSPORTE/ 291 Kg			
FUNCIÓN		Hacer que la capellada se compacte según la horma			

FORMATO		INSPECCIÓN Y VERIFICACIÓN DE MAQUINARIA		 BAENAMORA TRADICIÓN E INNOVACIÓN		
CÓDIGO:				DATOS DE LA MÁQUINA		RUTINA DE MANTENIMIENTO
FECHA:			EQUIPO	HORNO CONFORMADOR	ÍTEM	DESCRIPCIÓN
VERSIÓN:					1	Encendido general de la máquina
			MARCA	MASTER	2	Verificar la temperatura programada
			MODELO	TH130	3	Verificar el tiempo de avance de bandas de transporte
			No SERIE	17	4	Esperar que la máquina alcance 100 °C de temperatura
			ÁREA	LINEA 1	5	Limpieza general con aire comprimido al finalizar labores
			PLACA ACTIVO	BM00778	6	
ESPECIFICACIONES		COLOR AZUL BLANCO/12KW /220V/ 60HZ/TOPE DE TEMPERATURA RECOMENDADO 120 °C				
FUNCIÓN		Hacer que la capellada se compacte según la horma				

FORMATO		INSPECCIÓN Y VERIFICACIÓN DE MAQUINARIA		 BAENAMORA TRADICIÓN E INNOVACIÓN	
CÓDIGO:					
FECHA:					
VERSIÓN:		DATOS DE LA MÁQUINA		RUTINA DE MANTENIMIENTO	
		EQUIPO	HORNO SECADOR REACTIVADOR	ÍTEM	DESCRIPCIÓN
		MARCA	MASTER	1	Encendido general de la máquina
		MODELO	RH100	2	Verificar la temperatura programada
		No SERIE	65	3	Verificar el estado de las paletas de soporte de la cadena de transporte
		ÁREA	LINEA 3	4	Verificar el tiempo de avance de bandas de transporte
		PLACA ACTIVO	BM00780	5	Esperar que la máquina alcance 100 °C de temperatura
				6	Limpieza general con aire comprimido al finalizar labores
ESPECIFICACIONES		COLOR AZUL BLANCO/11,3KW /220V/ 60HZ/TOPE DE TEMPERATURA RECOMENDADO 150 °C/364 Kg			
FUNCIÓN		Calentar suela y horma para reactivar la adherencia de soluciones			

FORMATO		INSPECCIÓN Y VERIFICACIÓN DE MAQUINARIA		 BAENAMORA TRADICIÓN E INNOVACIÓN	
CÓDIGO:					
FECHA:					
VERSIÓN:					
		DATOS DE LA MÁQUINA		RUTINA DE MANTENIMIENTO	
		EQUIPO	HORNO SECADOR REACTIVADOR	ÍTEM	DESCRIPCIÓN
		MARCA	MASTER	1	Encendido general de la máquina
		MODELO	RH100	2	Verificar la temperatura programada
		No SERIE	65	3	Verificar el estado de las paletas de soporte de la cadena de transporte
		ÁREA	LINEA 3	4	Verificar el tiempo de avance de bandas de transporte
		PLACA ACTIVO	BM00798	5	Esperar que la máquina alcance 100 °C de temperatura
				6	Limpieza general con aire comprimido al finalizar labores
ESPECIFICACIONES		COLOR AZUL BLANCO/11,3KW /220V/ 60HZ/TOPE DE TEMPERATURA RECOMENDADO 150 °C/364 Kg			
FUNCIÓN		Calentar suela y horma para reactivar la adherencia de soluciones			

FORMATO		INSPECCIÓN Y VERIFICACIÓN DE MAQUINARIA		 BAENAMORA TRADICIÓN E INNOVACIÓN			
CÓDIGO:				DATOS DE LA MÁQUINA		RUTINA DE MANTENIMIENTO	
FECHA:				EQUIPO	HORNO CONFORMADOR	ÍTEM	DESCRIPCIÓN
VERSIÓN:						1	Encendido general de la máquina
				MARCA	MASTER	2	Verificar la temperatura programada
				MODELO	TH40	3	Verificar el tiempo de avance de bandas de transporte
				No SERIE	TH40	4	Verificar el nivel del agua de la máquina
				ÁREA	LINEA 1	5	Esperar que la máquina alcance 100 °C de temperatura
				PLACA ACTIVO	BP00112	6	Limpieza general con aire comprimido al finalizar labores
ESPECIFICACIONES		COLOR BLANCO/KW /220V/ 60HZ/TOPE DE TEMPERATURA RECOMENDADO 120 °C					
FUNCIÓN		Hacer que la capellada se compacte según la horma					

FORMATO		INSPECCIÓN Y VERIFICACIÓN DE MAQUINARIA		 BAENAMORA TRADICIÓN E INNOVACIÓN	
CÓDIGO:					
FECHA:					
VERSIÓN:					
		DATOS DE LA MÁQUINA		RUTINA DE MANTENIMIENTO	
		EQUIPO	HORNO SECADOR REACTIVADOR EN BANDA	ÍTEM	DESCRIPCIÓN
		MARCA	MASTER	1	Encendido general de la máquina
		MODELO	SRTD	2	Verificar la temperatura programada
		No SERIE	44555	3	Verificar el tiempo de avance de bandas de transporte
		ÁREA	LÍNEA 1	4	Verificar el nivel del agua de la máquina
		PLACA ACTIVO	BP00131	5	Esperar que la máquina alcance 100 °C de temperatura
				6	Limpieza general con aire comprimido al finalizar labores
ESPECIFICACIONES		COLOR AZUL BLANCO/12KW /220V/ 60HZ/TOPE DE TEMPERATURA RECOMENDADO 120 °C/2 BANDAS DE TRANSPORTE			
FUNCIÓN		Calentar suela y horma para reactivar la adherencia de soluciones			

FORMATO		INSPECCIÓN Y VERIFICACIÓN DE MAQUINARIA		 BAENAMORA TRADICIÓN E INNOVACIÓN	
CÓDIGO:					
FECHA:					
VERSIÓN:		DATOS DE LA MÁQUINA		RUTINA DE MANTENIMIENTO	
		EQUIPO	HORNO SECADOR	ÍTEM	DESCRIPCIÓN
				1	Encendido general de la máquina
		MARCA	OMAC	2	Verificar la temperatura programada
		MODELO	E-150-S	3	Verificar el tiempo de avance de banda de transporte y el funcionamiento de los sensores de las compuertas
		No SERIE	67	4	Esperar que la máquina alcance 100 °C de temperatura
		ÁREA	BILLETERAS	5	Limpieza general con aire comprimido al finalizar labores
		PLACA ACTIVO	BP00255	6	
ESPECIFICACIONES		COLOR GRIS ROJO/4,5KW /220V/ 60HZ/TOPE DE TEMPERATURA RECOMENDADO 120 °C			
FUNCIÓN		Secar pintura y adherentes del material			

FORMATO		INSPECCIÓN Y VERIFICACIÓN DE MAQUINARIA			
CÓDIGO:				DATOS DE LA MÁQUINA	RUTINA DE MANTENIMIENTO
FECHA:					
VERSIÓN:					
		EQUIPO	VAPORIZADOR	ÍTEM	DESCRIPCIÓN
		MARCA	MASTER	1	Encendido general de la máquina
		MODELO	68	2	Verificar el nivel del agua del tanque, realizar una inspeccion de presencia de fugas de agua
		No SERIE	-	3	Verificar el tiempo de avance de bandas de transporte
		ÁREA	CORTE	4	Verificar de manera visual el nivel del agua la caldera y nivelacion del agua
		PLACA ACTIVO	BM00772	5	Esperar alrededor de 4 minutos que la máquina genere el vapor suficiente para iniciar el proceso
				6	Limpieza general con aire comprimido al finalizar labores
ESPECIFICACIONES		COLOR BLANCO / 7 KW / 220V / 60HZ / 152 Kg /T OPE DE TEMPERATURA RECOMENDADA 150°C			
FUNCIÓN		Preparar cortes de cuero para posteriormente cambrar			

FORMATO		INSPECCIÓN Y VERIFICACIÓN DE MAQUINARIA		 BAENAMORA TRADICIÓN E INNOVACIÓN		
CÓDIGO:				DATOS DE LA MÁQUINA		RUTINA DE MANTENIMIENTO
FECHA:			EQUIPO	HORNO SECADOR DE CINTURONES	ÍTEM	DESCRIPCIÓN
VERSIÓN:					1	Encendido general de la máquina
			MARCA	GALLI	2	Verificar la temperatura programada
			MODELO	TGV 20	3	Verificar el tiempo de avance de banda de transporte
			No SERIE	-	4	Esperar que la máquina alcance 130 °C de temperatura
			ÁREA	CINTURONES	5	Limpieza general con aire comprimido al finalizar labores
			PLACA ACTIVO	BM00838	6	
ESPECIFICACIONES		COLOR AZUL BLANCO / 4KW / 220V / 60HZ / TOPE DE TEMPERATURA RECOMENDADO 150 °C / 130Kg				
FUNCIÓN		Secar pintura de cinturones				

FORMATO		INSPECCIÓN Y VERIFICACIÓN DE MAQUINARIA		 BAENAMORA TRADICIÓN E INNOVACIÓN		
CÓDIGO:				DATOS DE LA MÁQUINA		RUTINA DE MANTENIMIENTO
FECHA:			EQUIPO	HORNO SECADOR DE CINTURONES	ÍTEM	DESCRIPCIÓN
VERSIÓN:					1	Encendido general de la máquina
			MARCA	GALLI	2	Verificar la temperatura programada
			MODELO	TGV 20	3	Verificar el tiempo de avance de banda de transporte
			No SERIE	-	4	Esperar que la máquina alcance 100 °C de temperatura
			ÁREA	CINTURONES	5	Limpieza general con aire comprimido al finalizar labores
			PLACA ACTIVO	BM00660	6	
ESPECIFICACIONES		COLOR AZUL BLANCO / 4KW / 220V / 60HZ / TOPE DE TEMPERATURA RECOMENDADO 150 °C / 130Kg				
FUNCIÓN		Secar pintura de cinturones				

FORMATO		INSPECCIÓN Y VERIFICACIÓN DE MAQUINARIA		 BAENAMORA TRADICIÓN E INNOVACIÓN	
CÓDIGO:				DATOS DE LA MÁQUINA	
FECHA:				ÍTEM	DESCRIPCIÓN
VERSIÓN:				1	Encendido general de la máquina
		EQUIPO	CHILLER	2	Verificar la temperatura programada
		MARCA	MASTER	3	Verificar el tiempo de avance de banda de transporte
		MODELO	CC1	4	Verificar el nivel del agua del deposito de deshielo
		No SERIE	148.11.3	5	Limpieza general con aire comprimido al finalizar labores
		ÁREA	LINEA 2	6	NO ubicar cajas cerca a las rejillas laterales de la maquina
		PLACA ACTIVO	BM00802		
ESPECIFICACIONES		COLOR BLANCO / 4KW / 220V / 60HZ			
FUNCIÓN		Enfriar el carzado finalizar el proceso termico para el descalce			

FORMATO		INSPECCIÓN Y VERIFICACIÓN DE MAQUINARIA		 BAENAMORA TRADICIÓN E INNOVACIÓN	
CÓDIGO:					
FECHA:					
VERSIÓN:					
		DATOS DE LA MÁQUINA		RUTINA DE MANTENIMIENTO	
		EQUIPO	CHILLER	ÍTEM	DESCRIPCIÓN
				1	Encendido general de la máquina
		MARCA	MASTER	2	Verificar la temperatura programada
		MODELO	CC-40	3	Verificar el tiempo de avance de banda de transporte
		No SERIE	-	4	Verificar el nivel del agua del deposito de deshielo
		ÁREA	LINEA 1	5	Limpieza general con aire comprimido al finalizar labores
		PLACA ACTIVO	BP00104	6	NO ubicar cajas cerca a las rejillas laterales de la maquina
ESPECIFICACIONES		COLOR AZUL BLANCO/12KW /220V/ 60HZ/TOPE DE TEMPERATURA RECOMENDADO 120 °C/2 BANDAS DE TRANSPORTE			
FUNCIÓN		Enfriar el carzado finalizar el proceso termico para el descalce			

FORMATO		INSPECCIÓN Y VERIFICACIÓN DE MAQUINARIA			
CÓDIGO:				DATOS DE LA MÁQUINA	RUTINA DE MANTENIMIENTO
FECHA:					
VERSIÓN:					
		EQUIPO	CHILLER	ÍTEM	DESCRIPCIÓN
		MARCA	MASTER	1	Encendido general de la máquina
		MODELO	CC	2	Verificar la temperatura programada
		No SERIE	11.2.3	3	Verificar el tiempo de avance de banda de transporte
		ÁREA	LINEA 3	4	Verificar el nivel del agua del deposito de deshielo
		PLACA ACTIVO	BM00784	5	Limpieza general con aire comprimido al finalizar labores
				6	NO ubicar cajas cerca a las rejillas laterales de la maquina
ESPECIFICACIONES		COLOR AZUL BLANCO/12KW /220V/ 60HZ/TOPE DE TEMPERATURA RECOMENDADO 120 °C/2 BANDAS DE TRANSPORTE			
FUNCIÓN		Enfriar el carzado finalizar el proceso termico para el descalce			

Fuente: Autor

Anexo 5. Rutinas de Mantenimiento

FORMATO		RUTINA MANTENIMIENTO PREVENTIVO HORNO SECADOR REACTIVADOR EN BANDA 	BAENAMORA
CÓDIGO			
FECHA			
VERSIÓN			
NOMBRE	Horno Secador Reactivador en Banda		
MARCA	Master		
NUMERO ACTIVO	BP00131		
ÁREA	Línea 1		
RUTINA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO		COD.	FRECUENCIA
REALIZAR LIMPIEZA DE FILTROS Y DUCTOS PRINCIPALES		LP1	MENSUAL
VERIFICAR ESTADO DE CONEXIÓN ELÉCTRICA DE LA MÁQUINA		A1	TRIMESTRAL
VERIFICAR ESTADO DE BOTONERA DE MÁQUINA		A2	
REALIZAR EL AJUSTE DE TORNILLERÍA Y LIMPIEZA DEL CIRCUITO PRINCIPAL		A3	
VERIFICAR EL ESTADO DE LAS CORTINAS		A8	
VERIFICAR EL ESTADO Y FUNCIONAMIENTO DE POTENCIÓMETROS		A9	
EVALUAR EL ESTADO DE LAS CORTINAS PARA UN POSIBLE CAMBIO		CC	ANUAL
VERIFICAR ESTADO DEL MOTORES Y ASPAS DE VENTILACIÓN, REALIZAR LIMPIEZA		A5	
LIMPIEZA DE TODOS LOS COMPONENTES DEL EQUIPO Y LATONERÍA		LPT	
VERIFICAR EL ESTADO DE LAS RESISTENCIAS INTERNAS Y DE REACTIVACIÓN		A7	
NOTA: todas las rutinas de mantenimiento se deben realizar luego de apagar por completo la maquina y esperar a que se regule la temperatura, la maquina debe estar completamente desconectada de suministro eléctrico y neumático, al terminar la rutina se debe hacer una prueba del correcto funcionamiento de la máquina.			
INSUMOS Y HERRAMIENTAS	Artículos de limpieza, herramienta, manguera fuente neumática, lubricante	TIEMPO ESTIMADO DE RUTINA	Mensual: 10 min Trimestral: 60 min Anual : 300 min

FORMATO			 BAENAMORA
CÓDIGO			
FECHA			
VERSIÓN			
NOMBRE			Horno Secador Reactivador
MARCA			Master
NUMERO ACTIVO			BM00780
ÁREA			Línea 3
ROUTINA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO			COD.
VERIFICAR ESTADO DE CONEXIÓN ELÉCTRICA DE LA MÁQUINA			A1
VERIFICAR ESTADO DE BOTONERA DE MÁQUINA			A2
REALIZAR LIMPIEZA DE FILTROS Y DUCTOS PRINCIPALES			LP1
VERIFICAR EL ESTADO Y FUNCIONAMIENTO DE POTENCIÓMETROS			A9
VERIFICACIÓN DEL ESTADO DE LAS PALETAS DE SOPORTE Y AJUSTE DE LA POSICIÓN DE ESTOS			A10
VERIFICACIÓN DEL ESTADO DE LOS ESLABONES DE CADENA DE TRANSPORTE			A11
LIMPIEZA DE SENSORES ÓPTICOS DE PARADA			LP2
EVALUAR EL ESTADO DE LAS CORTINAS PARA UN POSIBLE CAMBIO			CC
VERIFICAR ESTADO DEL MOTORES Y ASPAS DE VENTILACIÓN, REALIZAR LIMPIEZA			A5
LIMPIEZA DE TODOS LOS COMPONENTES DEL EQUIPO Y LATONERÍA			LPT
VERIFICAR EL ESTADO DE LA CADENA DE TRANSPORTE, VERIFICAR EL ESTADO DEL MOTOR DE ACCIONAMIENTO DE ESTA Y LUBRICAR LA CADENA Y MECANISMO DE ACCIONAMIENTO			A12
VERIFICAR EL ESTADO DE LAS RESISTENCIAS INTERNAS Y DE REACTIVACIÓN			A7
NOTA: todas las rutinas de mantenimiento se deben realizar luego de apagar por completo la maquina y esperar a que se regule la temperatura, la maquina debe estar completamente desconectada de suministro eléctrico y neumático, al terminar la rutina se debe hacer una prueba del correcto funcionamiento de la máquina.			
INSUMOS Y HERRAMIENTAS	Artículos de limpieza, herramienta, manguera fuente neumática, lubricante, grasa		TIEMPO ESTIMADO DE ROUTINA Semanal: 60 min Anual: 240 min

FORMATO			RUTINA MANTENIMIENTO PREVENTIVO HORNO SECADOR REACTIVADOR	 BAENAMORA
CÓDIGO				
FECHA				
VERSIÓN				
NOMBRE		Horno Secador Reactivador		
MARCA		Master		
NUMERO ACTIVO		BM00798		
ÁREA		Línea 2		
RUTINA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO			COD.	FRECUENCIA
VERIFICAR ESTADO DE CONEXIÓN ELÉCTRICA DE LA MÁQUINA			A1	SEMANAL
VERIFICAR ESTADO DE BOTONERA DE MÁQUINA			A2	
REALIZAR LIMPIEZA DE FILTROS Y DUCTOS PRINCIPALES			LP1	
VERIFICAR EL ESTADO Y FUNCIONAMIENTO DE POTENCIÓMETROS			A9	
VERIFICACIÓN DEL ESTADO DE LAS PALETAS DE SOPORTE Y AJUSTE DE LA POSICIÓN DE ESTOS			A10	
VERIFICACIÓN DEL ESTADO DE LOS ESLABONES DE CADENA DE TRANSPORTE			A11	
LIMPIEZA DE SENSORES ÓPTICOS DE PARADA			LP2	
EVALUAR EL ESTADO DE LAS CORTINAS PARA UN POSIBLE CAMBIO			CC	ANUAL
VERIFICAR ESTADO DEL MOTORES Y ASPAS DE VENTILACIÓN, REALIZAR LIMPIEZA			A5	
LIMPIEZA DE TODOS LOS COMPONENTES DEL EQUIPO Y LATONERÍA			LPT	
VERIFICAR EL ESTADO DE LA CADENA DE TRANSPORTE, VERIFICAR EL ESTADO DEL MOTOR DE ACCIONAMIENTO DE ESTA Y LUBRICAR LA CADENA Y MECANISMO DE			A12	
VERIFICAR EL ESTADO DE LAS RESISTENCIAS INTERNAS Y DE REACTIVACIÓN			A7	
NOTA: todas las rutinas de mantenimiento se deben realizar luego de apagar por completo la maquina y esperar a que se regule la temperatura, la maquina debe estar completamente desconectada de suministro eléctrico y neumático, al terminar la rutina se debe hacer una prueba del correcto funcionamiento de la máquina.				
INSUMOS Y HERRAMIENTAS	Artículos de limpieza, herramienta, manguera fuente neumática, lubricante, grasa		TIEMPO ESTIMADO DE RUTINA	Semanal: 60 min Anual: 240 min

FORMATO			RUTINA MANTENIMIENTO PREVENTIVO HORNO CONFORMADOR	 BAENAMORA
CÓDIGO				
FECHA				
VERSIÓN				
NOMBRE	Horno Conformador			
MARCA	Master			
NUMERO ACTIVO	BM00778			
ÁREA	Línea 3			
RUTINA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO			COD.	FRECUENCIA
VERIFICAR ESTADO DE CONEXIÓN ELÉCTRICA DE LA MÁQUINA			A1	MENSUAL
VERIFICAR ESTADO DE BOTONERA DE MÁQUINA			A2	
REALIZAR LIMPIEZA DE FILTROS Y DUCTOS PRINCIPALES			LP1	
REALIZAR EL AJUSTE DE TORNILLERÍA Y LIMPIEZA DEL CIRCUITO PRINCIPAL			A3	
VERIFICAR POSICIONAMIENTO Y RECORRIDO DE BANDA TRANSPORTADORA Y AJUSTAR TORNILLERÍA			A4	
LIMPIEZA DE SENSORES ÓPTICOS DE PARADA			LP2	
EVALUAR EL ESTADO DE LAS CORTINAS PARA UN POSIBLE CAMBIO			CC	ANUAL
VERIFICAR ESTADO DEL MOTORES Y ASPAS DE VENTILACIÓN, REALIZAR LIMPIEZA			A5	
LIMPIEZA DE TODOS LOS COMPONENTES DEL EQUIPO Y LATONERÍA			LPT	
VERIFICAR EL ESTADO DE LAS RESISTENCIAS INTERNAS			A6	
NOTA: todas las rutinas de mantenimiento se deben realizar luego de apagar por completo la maquina y esperar a que se regule la temperatura, la maquina debe estar completamente desconectada de suministro eléctrico y neumático, al terminar la rutina se debe hacer una prueba del correcto funcionamiento de la máquina.				
INSUMOS Y HERRAMIENTAS	Artículos de limpieza, herramienta, manguera fuente neumática		TIEMPO ESTIMADO DE RUTINA	Mensual: 60 min Anual: 240 min

FORMATO			RUTINA MANTENIMIENTO PREVENTIVO HORNO CONFORMADOR	 BAENAMORA
CÓDIGO				
FECHA				
VERSIÓN				
NOMBRE	Horno Conformador			
MARCA	Master			
NUMERO ACTIVO	BP00112			
ÁREA	Línea 1			
RUTINA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO			COD.	FRECUENCIA
VERIFICAR ESTADO DE CONEXIÓN ELÉCTRICA DE LA MÁQUINA			A1	MENSUAL
VERIFICAR ESTADO DE BOTONERA DE MÁQUINA			A2	
REALIZAR LIMPIEZA DE FILTROS Y DUCTOS PRINCIPALES			LP1	
REALIZAR EL AJUSTE DE TORNILLERÍA Y LIMPIEZA DEL CIRCUITO PRINCIPAL			A3	
VERIFICAR POSICIONAMIENTO Y RECORRIDO DE BANDA TRANSPORTADORA Y AJUSTAR TORNILLERÍA			A4	
LIMPIEZA DE SENSORES ÓPTICOS DE PARADA			LP2	
EVALUAR EL ESTADO DE LAS CORTINAS PARA UN POSIBLE CAMBIO			CC	ANUAL
VERIFICAR ESTADO DEL MOTORES Y ASPAS DE VENTILACIÓN, REALIZAR LIMPIEZA			A5	
LIMPIEZA DE TODOS LOS COMPONENTES DEL EQUIPO Y LATONERÍA			LPT	
VERIFICAR EL ESTADO DE LAS RESISTENCIAS INTERNAS			A6	
NOTA: todas las rutinas de mantenimiento se deben realizar luego de apagar por completo la maquina y esperar a que se regule la temperatura, la maquina debe estar completamente desconectada de suministro eléctrico y neumático, al terminar la rutina se debe hacer una prueba del correcto funcionamiento de la máquina.				
INSUMOS Y HERRAMIENTAS	Artículos de limpieza, herramienta, manguera fuente neumática		TIEMPO ESTIMADO DE RUTINA	Mensual: 60 min Anual: 240 min

FORMATO			RUTINA MANTENIMIENTO PREVENTIVO HORNO CONFORMADOR DOBLE BANDA  BAENAMORA
CÓDIGO			
FECHA			
VERSIÓN			
NOMBRE	Horno Conformador Doble Banda		
MARCA	Master		
NUMERO ACTIVO	BM00669		
ÁREA	Línea 2		
RUTINA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO		COD.	FRECUENCIA
VERIFICAR ESTADO DE CONEXIÓN ELÉCTRICA DE LA MÁQUINA		A1	MENSUAL
VERIFICAR ESTADO DE BOTONERA DE MÁQUINA		A2	
REALIZAR LIMPIEZA DE FILTROS Y DUCTOS PRINCIPALES		LP1	
REALIZAR EL AJUSTE DE TORNILLERÍA Y LIMPIEZA DEL CIRCUITO PRINCIPAL		A3	
VERIFICAR POSICIONAMIENTO Y RECORRIDO DE BANDA TRANSPORTADORA Y AJUSTAR TORNILLERÍA		A4	
LIMPIEZA DE SENSORES ÓPTICOS DE PARADA		LP2	
EVALUAR EL ESTADO DE LAS CORTINAS PARA UN POSIBLE CAMBIO		CC	ANUAL
VERIFICAR ESTADO DEL MOTORES Y ASPAS DE VENTILACIÓN, REALIZAR LIMPIEZA		A5	
LIMPIEZA DE TODOS LOS COMPONENTES DEL EQUIPO Y LATONERÍA		LPT	
VERIFICAR EL ESTADO DE LAS RESISTENCIAS INTERNAS		A6	
NOTA: todas las rutinas de mantenimiento se deben realizar luego de apagar por completo la maquina y esperar a que se regule la temperatura, la maquina debe estar completamente desconectada de suministro eléctrico y neumático, al terminar la rutina se debe hacer una prueba del correcto funcionamiento de la máquina.			
INSUMOS Y HERRAMIENTAS	Artículos de limpieza, herramienta, manguera fuente neumática	TIEMPO ESTIMADO DE RUTINA	Mensual: 60 min Anual: 240 min

FORMATO			RUTINA MANTENIMIENTO PREVENTIVO CHILLER  BAENAMORA
CÓDIGO			
FECHA			
VERSIÓN			
NOMBRE	Chiller		
MARCA	Master		
NUMERO ACTIVO	BM00802		
ÁREA	Línea 2		
RUTINA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO		COD.	FRECUENCIA
VERIFICAR ESTADO DE CONEXIÓN ELÉCTRICA DE LA MÁQUINA		A1	SEMANAL
VERIFICAR ESTADO DE BOTONERA DE MÁQUINA		A2	
REALIZAR LIMPIEZA DE FILTROS Y DUCTOS PRINCIPALES		LP1	
REALIZAR EL AJUSTE DE TORNILLERÍA Y LIMPIEZA DEL CIRCUITO PRINCIPAL		A3	TRIMESTRAL
VERIFICAR POSICIONAMIENTO Y RECORRIDO DE BANDA TRANSPORTADORA Y AJUSTAR TORNILLERÍA		A4	
VERIFICAR EL ESTADO DE LAS CORTINAS		A8	
LIMPIEZA DE SENSORES ÓPTICOS DE PARADA		LP2	
EVALUAR EL ESTADO DE LAS CORTINAS PARA UN POSIBLE CAMBIO		CC	ANUAL
VERIFICAR ESTADO DEL MOTORES Y ASPAS DE VENTILACIÓN, REALIZAR LIMPIEZA		A5	
LIMPIEZA DE TODOS LOS COMPONENTES DEL EQUIPO Y LATONERÍA		LPT	
VERIFICAR EL ESTADO Y LIMPIEZA DE TODOS LOS COMPONENTES DEL CICLO DE REFRIGERACIÓN		VLR	
NOTA: todas las rutinas de mantenimiento se deben realizar luego de apagar por completo la maquina y esperar a que se regule la temperatura, la maquina debe estar completamente desconectada de suministro eléctrico y neumático, al terminar la rutina se debe hacer una prueba del correcto funcionamiento de la máquina.			
INSUMOS Y HERRAMIENTAS	Artículos de limpieza, herramienta, manguera fuente neumática	TIEMPO ESTIMADO DE RUTINA	Semanal: 10 min Trimestral: 40 min Anual: 240 min

FORMATO			RUTINA MANTENIMIENTO PREVENTIVO CHILLER	 BAENAMORA
CÓDIGO				
FECHA				
VERSIÓN				
NOMBRE	Chiller			
MARCA	Master			
NUMERO ACTIVO	BP00104			
ÁREA	Línea 1			
RUTINA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO			COD.	FRECUENCIA
VERIFICAR ESTADO DE CONEXIÓN ELÉCTRICA DE LA MÁQUINA			A1	SEMANAL
VERIFICAR ESTADO DE BOTONERA DE MÁQUINA			A2	
REALIZAR LIMPIEZA DE FILTROS Y DUCTOS PRINCIPALES			LP1	
REALIZAR EL AJUSTE DE TORNILLERÍA Y LIMPIEZA DEL CIRCUITO PRINCIPAL			A3	TRIMESTRAL
VERIFICAR POSICIONAMIENTO Y RECORRIDO DE BANDA TRANSPORTADORA Y AJUSTAR TORNILLERÍA			A4	
VERIFICAR EL ESTADO DE LAS CORTINAS			A8	
LIMPIEZA DE SENSORES ÓPTICOS DE PARADA			LP2	
EVALUAR EL ESTADO DE LAS CORTINAS PARA UN POSIBLE CAMBIO			CC	ANUAL
VERIFICAR ESTADO DEL MOTORES Y ASPAS DE VENTILACIÓN, REALIZAR LIMPIEZA			A5	
LIMPIEZA DE TODOS LOS COMPONENTES DEL EQUIPO Y LATONERÍA			LPT	
VERIFICAR EL ESTADO Y LIMPIEZA DE TODOS LOS COMPONENTES DEL CICLO DE REFRIGERACIÓN			VLR	
NOTA: todas las rutinas de mantenimiento se deben realizar luego de apagar por completo la maquina y esperar a que se regule la temperatura, la maquina debe estar completamente desconectada de suministro eléctrico y neumático, al terminar la rutina se debe hacer una prueba del correcto funcionamiento de la máquina.				
INSUMOS Y HERRAMIENTAS	Artículos de limpieza, herramienta, manguera fuente neumática		TIEMPO ESTIMADO DE RUTINA	Semanal: 10 min Trimestral: 40 min Anual: 240 min

FORMATO			RUTINA MANTENIMIENTO PREVENTIVO CHILLER	 BAENAMORA
CÓDIGO				
FECHA				
VERSIÓN				
NOMBRE		Chiller		
MARCA		Master		
NUMERO ACTIVO		BM00784		
ÁREA		Línea 3		
RUTINA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO			COD.	FRECUENCIA
VERIFICAR ESTADO DE CONEXIÓN ELÉCTRICA DE LA MÁQUINA			A1	SEMANAL
VERIFICAR ESTADO DE BOTONERA DE MÁQUINA			A2	
REALIZAR LIMPIEZA DE FILTROS Y DUCTOS PRINCIPALES			LP1	
REALIZAR EL AJUSTE DE TORNILLERÍA Y LIMPIEZA DEL CIRCUITO PRINCIPAL			A3	TRIMESTRAL
VERIFICAR POSICIONAMIENTO Y RECORRIDO DE BANDA TRANSPORTADORA Y AJUSTAR TORNILLERÍA			A4	
VERIFICAR EL ESTADO DE LAS CORTINAS			A8	
LIMPIEZA DE SENSORES ÓPTICOS DE PARADA			LP2	
EVALUAR EL ESTADO DE LAS CORTINAS PARA UN POSIBLE CAMBIO			CC	ANUAL
VERIFICAR ESTADO DEL MOTORES Y ASPAS DE VENTILACIÓN, REALIZAR LIMPIEZA			A5	
LIMPIEZA DE TODOS LOS COMPONENTES DEL EQUIPO Y LATONERÍA			LPT	
VERIFICAR EL ESTADO Y LIMPIEZA DE TODOS LOS COMPONENTES DEL CICLO DE REFRIGERACIÓN			VLR	
NOTA: todas las rutinas de mantenimiento se deben realizar luego de apagar por completo la maquina y esperar a que se regule la temperatura, la maquina debe estar completamente desconectada de suministro eléctrico y neumático, al terminar la rutina se debe hacer una prueba del correcto funcionamiento de la máquina.				
INSUMOS Y HERRAMIENTAS	Artículos de limpieza, herramienta, manguera fuente neumática		TIEMPO ESTIMADO DE RUTINA	Semanal: 10 min Trimestral: 40 min Anual: 240 min

FORMATO			RUTINA MANTENIMIENTO PREVENTIVO HORNO SECADOR	 BAENAMORA
CÓDIGO				
FECHA				
VERSIÓN				
NOMBRE	Horno Secador			
MARCA	OMAC			
NUMERO ACTIVO	BP00255			
ÁREA	Billeteras			
RUTINA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO			COD.	FRECUENCIA
VERIFICAR ESTADO DE CONEXIÓN ELÉCTRICA DE LA MÁQUINA			A1	MENSUAL
VERIFICAR ESTADO DE BOTONERA DE MÁQUINA			A2	
REALIZAR LIMPIEZA DE FILTROS Y DUCTOS PRINCIPALES			LP1	
REALIZAR EL AJUSTE DE TORNILLERÍA Y LIMPIEZA DEL CIRCUITO PRINCIPAL			A3	
VERIFICAR POSICIONAMIENTO Y RECORRIDO DE BANDA TRANSPORTADORA Y AJUSTAR TORNILLERÍA			A4	
LUBRICACIÓN DE GUÍAS DE COMPUERTAS			A13	
LIMPIEZA DE SENSORES ÓPTICOS DE PARADA			LP2	
VERIFICAR ESTADO DEL MOTORES Y ASPAS DE VENTILACIÓN, REALIZAR LIMPIEZA			A5	ANUAL
LIMPIEZA DE TODOS LOS COMPONENTES DEL EQUIPO Y LATONERÍA			LPT	
VERIFICAR EL ESTADO DE BANDA TRASPORTADORA			A14	
VERIFICAR EL ESTADO DE LAS RESISTENCIAS INTERNAS			A6	
NOTA: todas las rutinas de mantenimiento se deben realizar luego de apagar por completo la maquina y esperar a que se regule la temperatura, la maquina debe estar completamente desconectada de suministro eléctrico y neumático, al terminar la rutina se debe hacer una prueba del correcto funcionamiento de la máquina.				
INSUMOS Y HERRAMIENTAS	Artículos de limpieza, herramienta, manguera fuente neumática		TIEMPO ESTIMADO DE RUTINA	Mensual: 60 min Anual: 240 min

FORMATO			RUTINA MANTENIMIENTO PREVENTIVO HORNO SECADOR DE CINTURONES	 BAENAMORA
CÓDIGO				
FECHA				
VERSIÓN				
NOMBRE		Horno Secador de Cinturones		
MARCA		Galli		
NUMERO ACTIVO		BM00860		
ÁREA		Cinturones		
RUTINA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO			COD.	FRECUENCIA
VERIFICAR ESTADO DE CONEXIÓN ELÉCTRICA DE LA MÁQUINA			A1	MENSUAL
VERIFICAR ESTADO DE BOTONERA DE MÁQUINA			A2	
REALIZAR LIMPIEZA DE FILTROS Y DUCTOS PRINCIPALES			LP1	
REALIZAR EL AJUSTE DE TORNILLERÍA Y LIMPIEZA DEL CIRCUITO PRINCIPAL			A3	
VERIFICAR POSICIONAMIENTO Y RECORRIDO DE BANDA TRANSPORTADORA Y AJUSTAR TORNILLERÍA			A4	
VERIFICACIÓN DE ESTADO DE LOS ACOPLER DE VENTILADORES			VA	
VERIFICAR ESTADO DEL MOTORES Y ASPAS DE VENTILACIÓN, REALIZAR LIMPIEZA			A5	ANUAL
LIMPIEZA DE TODOS LOS COMPONENTES DEL EQUIPO Y LATONERÍA			LPT	
VERIFICAR EL ESTADO DE BANDA TRASPORTADORA			A14	
VERIFICAR EL ESTADO DE LAS RESISTENCIAS INTERNAS			A6	
NOTA: todas las rutinas de mantenimiento se deben realizar luego de apagar por completo la maquina y esperar a que se regule la temperatura, la maquina debe estar completamente desconectada de suministro eléctrico y neumático, al terminar la rutina se debe hacer una prueba del correcto funcionamiento de la máquina.				
INSUMOS Y HERRAMIENTAS		Artículos de limpieza, herramienta, manguera fuente neumática		TIEMPO ESTIMADO DE RUTINA Mensual: 60 min Anual: 240 min

FORMATO			RUTINA MANTENIMIENTO PREVENTIVO VAPORIZADOR	 BAENAMORA
CÓDIGO				
FECHA				
VERSIÓN				
NOMBRE		Vaporizador		
MARCA		Master		
NUMERO ACTIVO		BM00772		
ÁREA		Corte		
RUTINA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO			COD.	FRECUENCIA
VERIFICAR ESTADO DE CONEXIÓN ELÉCTRICA DE LA MÁQUINA			A1	MENSUAL
VERIFICAR ESTADO DE BOTONERA DE MÁQUINA			A2	
VERIFICACIÓN DE FUGAS DE TANQUE Y LAVADO DEL MISMO			LT	
VERIFICAR POSICIONAMIENTO Y RECORRIDO DE BANDA TRANSPORTADORA Y AJUSTAR TORNILLERÍA			A4	
LIMPIEZA DE VÁLVULA DE SUMINISTRO DE AGUA A CALDERA			LV	
VERIFICACIÓN DE LA NIVELACIÓN DEL AGUA DENTRO DE LA CALDERA			NV	
LIMPIEZA DE SENSORES ÓPTICOS DE PARADA			LP2	ANUAL
EVALUAR EL ESTADO DE LAS CORTINAS PARA UN POSIBLE CAMBIO			CC	
REALIZAR EL AJUSTE DE TORNILLERÍA Y LIMPIEZA DEL CIRCUITO PRINCIPAL			A3	
LIMPIEZA DE TODOS LOS COMPONENTES DEL EQUIPO Y LATONERÍA			LPT	
VERIFICAR EL ESTADO DE LAS RESISTENCIAS INTERNAS			A6	
NOTA: todas las rutinas de mantenimiento se deben realizar luego de apagar por completo la maquina y esperar a que se regule la temperatura, la maquina debe estar completamente desconectada de suministro eléctrico y neumático, al terminar la rutina se debe hacer una prueba del correcto funcionamiento de la máquina.				
INSUMOS Y HERRAMIENTAS	Articulos de limpieza, herramienta, manguera fuente neumatica		TIEMPO ESTIMADO DE RUTINA	Mensual: 40 min Anual: 240 min

Fuente: Autor.