



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA DE LA
INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN**

ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

TEMA:

**“DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LAS
MÁQUINAS ELECSTER EA-5000 Y EA-8000 DE UHT EN LA PLANTA DE
LÁCTEOS PARMALAT – ECUADOR”**

Trabajo de titulación bajo la modalidad Propuesta Metodológica, previo a la obtención del título de Ingeniero Industrial.

Autora:

Lizbeth Tatiana Dávila Barahona

Tutor:

Ing. Andrés Morán Navarrete. Mg.

QUITO – ECUADOR

2019

**AUTORIZACIÓN POR PARTE DEL INVESTIGADOR PARA LA
CONSULTA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, Y PUBLICACIÓN
ELECTRÓNICA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

Yo, Dávila Barahona Lizbeth Tatiana, declaro ser la autora de la Propuesta Metodológica, titulado “DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LAS MÁQUINAS ELECSTER EA-5000 Y EA-8000 DE UHT EN LA PLANTA DE LÁCTEOS PARMALAT – ECUADOR”, como requisito para optar al grado de “Ingeniero Industrial”, autorizo al Sistema de Bibliotecas de la Universidad Tecnológica Indoamérica, para que con fines netamente académicos divulgue esta obra a través del Repositorio Digital Institucional (RDI-UTI).

Los usuarios del RDI-UTI podrán consultar el contenido de este trabajo en las redes de información del país y del exterior, con las cuales la Universidad tenga convenios. La Universidad Tecnológica Indoamérica no se hace responsable por el plagio o copia del contenido parcial o total de este trabajo.

Del mismo modo, acepto que los Derechos de la Autora, Morales y Patrimoniales, sobre esta obra, serán compartidos entre mi persona y la Universidad Tecnológica Indoamérica, y que no tramitaré la publicación de esta obra en ningún otro medio, sin autorización expresa de la misma. En caso de que exista el potencial de generación de beneficios económicos o patentes, producto de este trabajo, acepto que se deberán firmar convenios específicos adicionales, donde se acuerden los términos de adjudicación de dichos beneficios.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Quito, a los 11 días del mes de marzo 2019, firmo conforme:

Autora: Lizbeth Tatiana Dávila Barahona

Firma:

Número de Cédula: 1722185905

Dirección: Santo Domingo de los Tsáchilas–Valle Hermoso km15 vía 9 de octubre.

Correo Electrónico: lita_db@hotmail.es

Teléfono: 0985359495

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Titulación “DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LAS MÁQUINAS ELECSTER EA-5000 Y EA-8000 DE UHT EN LA PLANTA DE LÁCTEOS PARMALAT – ECUADOR” presentado por Lizbeth Tatiana Dávila Barahona, para optar por el Título de Ingeniero Industrial.

CERTIFICO

Que dicho trabajo metodológico ha sido revisado en todas sus partes y considero que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del Tribunal Examinador que se designe.

Quito, 11 de marzo de 2019

Ing. Andrés Eduardo Morán Navarrete. MSc.

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Quien suscribe, declaro que los contenidos y los resultados obtenidos en el presente trabajo metodológico, como requerimiento previo para la obtención del Título de Ingeniera Industrial, son absolutamente originales, auténticos y personales y de exclusiva responsabilidad legal y académica del investigador.

Quito, 11 de marzo del 2019

Lizbeth Tatiana Dávila Barahona
172218590-5

APROBACIÓN TRIBUNAL

El trabajo de Titulación, ha sido revisado, aprobado y autorizada su impresión y empastado, sobre el Tema: “DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LAS MÁQUINAS ELECSTER EA-5000 Y EA-8000 DE UHT EN LA PLANTA DE LÁCTEOS PARMALAT – ECUADOR”, previo a la obtención del Título de Ingeniera Industrial, reúne los requisitos de fondo y forma para que el estudiante pueda presentarse a la sustentación del trabajo de titulación.

Quito, 11 de marzo del 2019

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

VOCAL

VOCAL

DEDICATORIA

Esta meta la dedico a mi Padre celestial quien ha sido mi guía para alcanzar mis objetivos, a toda mi familia, a mi madre Marina Julia Barahona Jiménez por estar conmigo siempre en todas las circunstancias buenas y malas, a mi padre Holger Ramiro Dávila Espinosa por su apoyo incondicional, gracias papá por esas palabras y experiencias que me motivan día a día, a mis hermanas María José, Mari Blanca y Vivian Milena Dávila Barahona con quienes he compartido muchos momentos preciados que jamás olvidare, a mis tíos, especialmente a María Concepción Barahona Jiménez quien siempre ha estado pendiente emocionalmente de mi persona, a Sandra Alicia Dávila Espinosa por haberme brindado la oportunidad de compartir muchos años de bellos momentos que siempre llevare en mi corazón, a German Ramiro Pardo Palacios gracias por esa mano amiga, también quiero agradecer a una persona muy especial en vida a Emerson Marcelo Ipiales Gudiño, nunca podré agradecerte lo suficiente todo lo que haces por mí. Gracias a todos por ser el pilar fundamental para lograr las metas planteadas.

Dávila Barahona Lizbeth Tatiana

AGRADECIMIENTO

Agradezco a la Universidad Tecnológica Indoamérica, por haberme permitido ser parte de su familia, con una educación de calidad. A la empresa PARMALAT por brindarme las facilidades para realizar la presente investigación en la planta de lácteos, al Ing. César Xavier Tapia Toapanta jefe de mantenimiento de la planta Parmalat Lasso, a mi tutor Ing. Andrés Eduardo Morán Navarrete y a todos los docentes que supieron compartir sus conocimientos en el transcurso de mi formación como profesional, de la facultad de Ingeniería, carrera Industrial y personas que me apoyaron para la realización de este proyecto, les quedo profundamente agradecida.

Dávila Barahona Lizbeth Tatiana

ÍNDICE DE CONTENIDO

AUTORIZACIÓN POR PARTE DEL INVESTIGADOR.....	ii
APROBACIÓN DEL TUTOR.....	iii
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO	vii
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	viii
ÍNDICE DE TABLAS	x
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xiii
RESUMEN EJECUTIVO	xiv
ABSTRACT	xv
CAPÍTULO I:	1
INTRODUCCIÓN	1
Antecedentes	3
Justificación.....	5
Objetivo general.....	7
Objetivos específicos	7
CAPÍTULO II:	8
INGENIERÍA DE PROYECTOS	8
Diagnóstico de la situación actual de las máquinas Elecster ea-5000 y ea-8000.....	8
Gestión de mantenimiento.....	8
Análisis de la evaluación del conjunto de etapas.....	15
Diagrama de causa y efecto de paras de las máquinas Elecster EA-5000 y EA-8000	16
Modelo operativo	20
CAPÍTULO III:.....	21
PROPUESTA Y RESULTADOS ESPERADOS.....	21
Gestión de inventario	21
Análisis de rotación de repuestos	34
Mantenimiento correctivo actual no planificado en las envasadoras asépticas de leche UHT Elecster EA-5000 y EA-8000.....	42

Mantenimiento Preventivo a efectuar- Elecster EA-5000 yEA-8000.	43
Datos estadísticos de fallas de equipos.	45
Indicadores de gestión de mantenimiento.	49
Indicador tiempo promedio entre fallas (TPEF).	50
Indicador tiempo promedio entre paradas (TPEP).	51
Indicador de cumplimiento.	52
Indicador disponibilidad.	52
Resumen de los indicadores de gestión de mantenimiento.	53
Documentación básica para el control de kpi's.....	54
Formato de Control de Paras de Equipos.	55
Solicitud de Trabajo de Mantenimiento o Reportes de Fallas.	56
Orden de Trabajo de Mantenimiento.	56
Solicitud de Compra de Repuestos.	57
Elaboración del plan de mantenimiento.	58
Envasadora aséptica de leche UHT Elecster EA-5000.	69
Envasadora aséptica de leche UHT Elecster EA-8000.	69
Cronograma de mantenimientos anual para las maquinas Elecster EA-5000 y EA-8000.	71
Resultados esperados.	76
Análisis de costos.	81
CAPÍTULO IV.....	86
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	86
Conclusiones.	86
Recomendaciones.....	87
LITERATURA CITADA.....	89
ANEXOS	90
GLOSARIO DE TERMINOLOGÍA	105

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Etapas – Planificación.....	10
Tabla 2. Etapas – Organización.	11
Tabla 3. Etapas – Dirección.	12
Tabla 4. Etapas – Control.....	13
Tabla 5. Resumen conjunto de Etapas.	15
Tabla 6. Registro de Inventario – Repuestos Elecster EA-5000 y EA-8000. Área: empaque UHT funda.	22
Tabla 7. Registro de Inventario – Repuestos Elecster EA-8000. Área: empaque UHT funda	29
Tabla 8. Registro de Inventario – Repuestos Elecster EA-5000. Área: empaque UHT funda	30
Tabla 9. Registro de Inventario – Repuestos Elecsteamer.....	32
Tabla 10. Resumen de stock de repuestos Elecster EA-5000 y EA-8000.	33
Tabla 11. Resumen de stock de repuestos Elecster EA-8000.....	33
Tabla 12. Resumen de stock de repuestos Elecster EA-5000.....	33
Tabla 13. Resumen de stock de repuestos Elecsteamer.	33
Tabla 14. Resumen de inventario general de repuestos.	33
Tabla 15. Repuestos utilizados con mayor frecuencia.	34
Tabla 16. Tabla de frecuencias de rotación de repuestos.....	41
Tabla 17. Registro de Mtto. Correctivo – Llenadora Elecster EA-5000.....	46
Tabla 18. Registro de Mtto. Correctivo – Llenadora Elecster EA-8000.....	47
Tabla 19. Resumen de Mtto. Correctivo – Elecster EA-8000 y EA-5000.....	49
Tabla 20. Indicadores de Gestión de Mantenimiento.	54
Tabla 21. Plan de Mantenimiento Elecster EA-5000. Ubicación: empaque UHT funda.....	60
Tabla 22. Plan de Mantenimiento Elecster EA-8000. Ubicación: empaque UHT funda.....	62
Tabla 23. Carga de trabajo – Mtto. Preventivo Elecster EA-5000.....	65
Tabla 24. Carga de trabajo – Mtto. Preventivo Elecster EA-8000.....	67
Tabla 25. Cronograma de Mtto. Anual Elecster EA-5000.....	71

Tabla 26. Cronograma de Mtto. Anual Elecster EA-8000.....	73
Tabla 27. Costos de producción mes de diciembre.....	82
Tabla 28. Calculo de costos de afectación (Pérdida).	82
Tabla 29. Calculo de costos de recobro (Recuperado).....	84

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama Causa y Efecto de Paradas no Programadas en las máquinas Elecster EA-5000 y EA-8000.....	17
Figura 2. Organigrama modelo operativo de la investigación	20
Figura 3. Gráfico porcentaje de repuestos de mayor y menor rotación	41
Figura 4. Mtto. Correctivo actual - Elecster EA-5000 y EA-8000.	43
Figura 5. Mtto. Preventivo a Efectuar- Elecster EA-5000 y EA-8000.	44
Figura 6. Diagrama de flujo Limpieza y esterilización de máquinas Elecster EA-5000 y EA-8000	75
Figura 7. Formato del Registro de Mtto. y Control de Paradas de los Equipos....	78
Figura 8. Formato del Registro de Mtto. y Solicitud de Trabajo.	79
Figura 9. Formato del Registro de Mtto. y Orden de Trabajo.....	79
Figura 10. Formato del Registro de Mtto. y Respuesta de Orden de Trabajo.....	80
Figura 11. Formato del Registro de Mtto. y Solicitud de Compra de Repuestos.	80

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Etapas del Proceso administrativo.....	91
Anexo 2. Formato de control de paras de equipos.	92
Anexo 3. Formato Solicitud de trabajo	93
Anexo 4. Formato Orden de Trabajo	94
Anexo 5. Formato Respuesta Orden de Trabajo	95
Anexo 6. Solicitud de compra.....	96
Anexo 7. Encuesta de gestión de mantenimiento.....	97
Anexo 8. Ficha técnica de equipo - Gabinete de Película.....	98
Anexo 9. Ficha técnica de equipo - Gabinete de Peróxido de Hidrogeno	99
Anexo 10. Ficha técnica de equipo - Gabinete de Sello	100
Anexo 11. Ficha técnica de equipo - Gabinete de Lámpara UV.....	101
Anexo 12. Sugerencias de los mantenimientos según el manual del fabricante.	102

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA

**FACULTAD DE INGENIERÍAS Y TECNOLOGÍA DE LA
INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN**

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**TEMA: “DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO
PARA LAS MÁQUINAS ELECSTER EA-5000 Y EA-8000 DE UHT EN LA
PLANTA DE LÁCTEOS PARMALAT – ECUADOR”**

AUTORA: Lizbeth Tatiana Dávila Barahona

TUTOR: Ing. Andrés Eduardo Morán Navarrete. Mgs.

RESUMEN EJECUTIVO

Esta investigación propone un plan de mantenimiento para las máquinas Elecster EA-5000 y EA-8000 de UHT, las cuales funcionan como llenadoras asépticas destinadas al envasado de los productos generados por Parmalat en su planta de lácteos en Ecuador. El planteamiento surge motivado a las pérdidas de tiempo y material que se han ido generando en la empresa producto de diversas fallas que los equipos han estado presentando. Se diagnosticó mediante un análisis organizacional que la situación actual de los protocolos de mantenimiento aplicado a esas máquinas obedece a la falta de planificación y la misma depende del nivel estratégico de la empresa. Se determinó la errónea gestión de los inventarios teniendo que más del 80 % de los repuestos faltantes son los que tienen mayor rotación; también se planteó el uso de indicadores TPEF y TFPF, donde se obtuvo que para la máquina EA-5000 el TPEF es de 8 días, es decir que, en promedio, el equipo requerirá 8 días antes de volver a presentar una falla, mientras que para la EA-8000 este intervalo es de 16 días. Con respecto al TPEP para la EA-5000 es de 77 horas, lo que representa que una falla en este equipo tarda en promedio 77 horas en ser resuelta, mientras que para la EA-8000 este indicador sube a 132. Con ello, se levantó un registro estadístico que generó las bases para un plan de mantenimiento pertinente, reflejando principalmente el historial de fallas según la norma NTN INEN-EN 13306:2010. El plan de mantenimiento propuesto identifica el tipo de intervención, la periodicidad (entre 21 y 47 semanas) y las herramientas necesarias, lo cual representará una efectividad del 70% que, progresivamente, se irá mejorando conforme se ajusten los parámetros de frecuencia del mantenimiento por los registros que alimentan el plan.

Palabras Claves: Mantenimiento, plan, indicadores, preventivo, correctivo, diagnóstico.

TECHNOLOGICAL UNIVERSITY INDOAMERICA

**FACULTY OF ENGINEERING AND INFORMATION AND
COMMUNICATION TECHNOLOGY**

INDUSTRIAL ENGINEERING CAREER

**THEME: “DESIGN OF A PREVENTIVE MAINTENANCE PLAN FOR
THE ELECSTER EA-5000 AND EA-8000 UHT MACHINES IN THE
PARMALAT DAIRY PLANT - ECUADOR”**

AUTHOR: Lizbeth Tatiana Dávila Barahona

TUTOR: Ing. Andrés Eduardo Morán Navarrete. Mgs.

ABSTRACT

This research proposes a maintenance plan for the machines Elecster EA-5000 and EA-8000 UHT machines, which function as aseptic fillers for packaging the products generated by Parmalat in its dairy plant in Ecuador. The approach arises motivated to the losses of time and material that have been generated in the company product of various failures that the teams have been presenting. It was diagnosed through an organizational analysis that the current situation of the maintenance protocols applied to these machines obeys to the lack of planning and it depends on the strategic level of the company. The erroneous management of the inventories was determined, with more than 80% of the missing spare parts having the highest turnover; The use of TPEF and TPFM indicators was also proposed, where it was obtained that for the EA-5000 machine the TPEF is of 8 days, that is, on average, the equipment will require 8 days before returning to present a fault, while for the EA-8000 this interval is 16 days. With respect to the TPEF for the EA-5000 it is 77 hours, which represents that a failure in this equipment takes an average of 77 hours to be solved, while for the EA-8000 this indicator rises to 132. With this, it was raised a statistical record that generated the bases for a pertinent maintenance plan, mainly reflecting the history of failures according to the norm NTN INEN-EN 13306: 2010. The proposed maintenance plan identifies the type of intervention, the periodicity (between 21 and 47 weeks) and the necessary tools, which will represent an effectiveness of 70% that, progressively, will be improved as the maintenance frequency parameters are adjusted by the records that feed the plan.

Keywords: Maintenance, plan, indicators, preventive, corrective, diagnostic.

CAPÍTULO I:

INTRODUCCIÓN

Las disciplinas relacionadas con el mantenimiento, así como el ámbito industrial en general, se encuentran evolucionando de tal manera que ha cobrado mucha importancia desde el punto de vista de la productividad y rentabilidad. Nuevas técnicas están siendo constantemente desarrolladas, probadas e implementadas. Todas las compañías desean maximizar la producción al menor costo, con el mayor rendimiento, a la mejor tasa de eficiencia y por supuesto, sin llevar arriesgar sus activos. A medida que las empresas cambian, también lo hacen las sociedades de mantenimiento de las regiones.

Un plan de mantenimiento está constituido por una serie de tareas previas que se realizan en una instalación, a menudo industrial con la finalidad de complementar metas relativas a disponibilidad, fiabilidad, costos, con el fin de maximizar la vida útil de la instalación, maquinaria o equipo en particular.

Existen una multiplicidad de formas de realizar un plan de mantenimiento preventivo, sin embargo, las más comunes y recomendables se basan en los siguientes preceptos elementales:

1. Seguir las recomendaciones de los fabricantes.
2. Basar el plan en los protocolos genéricos, y
3. Usando la base estadística dado por las fallas potenciales y recurrentes (García., 2003, pág. 66).

La realidad es que las empresas no les dan la importancia requerida a los protocolos de mantenimiento preventivo como vía de incremento de sus tasas de producción y rentabilidad, sin embargo, la tendencia mundial implica que se debe migrar en ese sentido, puesto que los costos asociados a la corrección de desperfectos puntuales

e imprevistos y la incidencia sobre la rentabilidad de las paradas afectan las finanzas de las organizaciones de forma significativa.

Actualmente, Norteamérica parece estar mejorando a medida que los programas de mantenimiento comienzan a ganar fuerza y sofisticación. Sin embargo, alrededor del setenta y cinco por ciento (75 %) de las empresas aún se centran en el mantenimiento correctivo. Además, hay énfasis en la ingeniería de confiabilidad y no lo suficiente en la planificación y programación. En este particular, por ejemplo, a las empresas lácteas y farmacéuticas les está yendo bien, pero el sector metalúrgico y minero aún están rezagados en ese sentido. Algunas organizaciones como la sociedad de profesionales de mantenimiento y confiabilidad coadyuvan a educar y difundir información sobre la gestión de mantenimiento.

Desde otro punto de vista, en América del Sur solo se tiene información de los países más industrializados como Brasil, Colombia y Venezuela. La comunidad productiva dentro de Brasil parece tener un gran interés en la mejora del mantenimiento. Esto es claramente visible a través del rápido crecimiento de Abramam, la principal organización de mantenimiento de Brasil que se centra en ayudar y educar a sus miembros, entre los cuales se contempla empresas procesadoras de lácteos como INALE de Brasil. Además, muchas empresas como Wood Group parecen muy avanzadas en su estudio y aplicación de las mejores prácticas de mantenimiento. También “se ve la misma tendencia en las compañías petroleras de la región, que están implementando las mejoras en toda su organización” (Davis, 2004, pág. 45).

De forma particular se puede mencionar que Parmalat fue creada por el señor Calisto Tanzi y su familia el 15 de abril de 1961 en Colecchio, pequeña población cerca de Parma en Italia de donde proviene su nombre. A principios de la década de los 70 del siglo pasado se adquiere la primera máquina ultra pasteurizadora y se comienza a comercializar productos de larga vida en Italia y en 1974 se inicia exportación hacia Brasil. Parmalat inicia sus actividades en el Ecuador en 1995, comprando una planta productora de leche en Lasso provincia de Cotopaxi, Panamericana sur kilómetro 20. Siendo así la línea de productos más reconocida de

UHT en funda. Actualmente en el mundo se identifica como una de las empresas de alimentos con mayor crecimiento en los últimos años.

Uno de los pasos más importantes para Parmalat, con la renovación de sus plantas gracias a la adquisición del 83,5% de acciones a favor de la empresa francesa de nombre Grupo Lactalis en el año 2011 con lo cual, el mencionado grupo se posiciona como la empresa número uno en lácteos a nivel mundial, cubriendo operaciones en alrededor de 150 países y con más de 75.000 colaboradores.

Dentro del proceso de fabricación de leche UHT, se hace necesario la creación e implementación de un adecuado plan de mantenimiento preventivo enfocado a una de las máquinas más importantes de este proceso, como lo son las llenadoras asépticas Elecster, dedicada al envase de leche APP. Parmalat-Lasso implementa este tipo de equipos debido a su confiabilidad, eficiencia y seguridad en el proceso de llenado aséptico.

La marca Elecster es compañía líder en el mundo, como proveedor de sistemas para líneas UHT APP. La sede central de Elecster se encuentra en Europa, siendo su país de origen Finlandia, con más de 50 años de experiencia en ingeniería y fabricación de maquinaria para lácteos y material de embalaje, ha desarrollado el conocimiento superior de compatibilidad requerido para la tecnología de la bolsa de leche.

Antecedentes

La planta de Parmalat Ecuador con sede en Lasso se dedica a la comercialización y fabricación de productos lácteos, durante el año 2006 adquiere la primera llenadora aséptica de UHT Elecster EA-5000 y para el año 2014 se implementa a las operaciones de la planta una segunda máquina la Elecster EA-8000, teniendo respectivamente 12 y 4 años de operación, las cuales se encuentran en funcionamiento actualmente.

Las máquinas Elecster presentan problemas de paras no programadas como el jefe de mantenimiento lo menciona, atacando a la eficiencia de las mismas que generan bajo índice de disponibilidad de las máquinas, alto índice de pérdidas (materia

prima y material de empaque), incrementos de tiempos en entrega de productos, incrementos de costos de producción. FAÇON (aspectos en los que influye: materia prima, material de empaque, horas extras del personal, uso de combustibles, uso de energía eléctrica y problemas de calidad). En la actualidad Parmalat no cuenta con un plan de mantenimiento preventivo por lo cual se requiere dar solución a los siguientes problemas basados en la norma NTE INEN-EN 13306:2010 que contempla un método cuantitativo para evaluar los sistemas de mantenimiento.

- Planes de mantenimiento al detalle.

1. La falta de una programación de las actividades específicas de mantenimiento.
2. La inexistencia de un historial de mantenimientos correctivos por fallas inesperadas.
3. Búsqueda de estrategias para crear bitácoras de equipos y constancia de los sucesos ocurridos, facilitando el tiempo de respuesta para enfrentar dicha situación.

- Inadecuado Inventario de stock de repuestos.

Dentro de las instalaciones de la planta se verifica que se cuenta con una bodega destinada al almacenamiento de repuestos para los equipos, los mismos que se hallan en cantidades inadecuadas para cada máquina. La organización y control de los repuestos no es óptima, lo que conlleva a generar retrasos, así también ocasionando inseguridad y riesgos físicos para los operadores de mantenimiento.

- Deficiente operación y manejo de máquinas por parte de los operarios.

El perfil profesional de los operarios existentes no cumple con el requerimiento adecuado para este tipo de colaboradores, actualmente se encuentran personas con conocimiento limitado en manejo de equipos objeto del presente estudio, derivando esto en retraso de eficiencia productiva, poco aporte en la parte técnica, paradas no programadas, entre otras incidencias.

- Falta de capacitación a los operarios de las máquinas.

La ausencia de capacitaciones técnicas al personal sobre el manejo y cuidado de la maquinaria y equipos, ha provocado que los paros no programados dentro de una línea de producción se asocien y vinculen a esta problemática, siendo así un factor muy importante a tomar en cuenta dentro del plan de mantenimiento.

- Ausencia de una herramienta informática ERP.

Las herramientas de planificación de recursos empresariales, son muy importantes en el manejo de planes de mantenimiento, sin embargo, la planta carece de la creación de una herramienta informática de este tipo, que facilite el manejo y programación de los planes de mantenimiento.

Actualmente el departamento de mantenimiento asigna tareas transferidas al operario de producción como: limpieza, lubricación, ajustes, reapriete de tornillos y pequeñas reparaciones.

Desde su puesta en marcha, las máquinas llenadoras aséptica de UHT EA-5000 y EA-8000 han ocasionado paradas puntuales de la línea de producción, siendo necesario aplicar un mantenimiento correctivo con el fin de minimizar tal intervalo de tiempo relativo a la parada, esto ha llevado consigo, una baja en la productividad, costos asociados a las horas hombre y pérdida de materia prima y material de empaque durante la falla y el arranque de la misma. La empresa carece de registros que permitan establecer una tendencia estadística clara de estas incidencias.

Justificación

La falta de un plan de mantenimiento genera grandes pérdidas económicas y repercute en las metas de producción y ventas, lo cual afecta la rentabilidad y desarrollo de la empresa, por lo que es indispensable desarrollar una programación de actividades que anticipen paros repentinos de los equipos y alimenten de

información valiosa para el cálculo de indicadores de mantenimiento que se permitan cuantificar los progresos en los protocolos implementados en ese sentido.

Por otra parte, es indispensable controlar el stock de repuestos que son necesarios para ejecutar el plan de mantenimiento ya que esto afecta directamente a los tiempos de ejecución de las actividades, la producción de la planta y redonda en los balances contables de la empresa, puesto que un repuesto, pieza o parte en almacén, representa un activo aun cuando este sea un consumible.

El desarrollo del plan tiene un impacto económico ya que al ejecutar las tareas planteadas se puede incrementar la disponibilidad de los equipos, en otras palabras, se desacelera su depreciación y se aumenta su rendimiento lo cual está vinculado directamente a las tasas de producción y los períodos de paradas se vuelven menos frecuentes.

El beneficio que otorga un plan de mantenimiento, redonda en la gerencia organizativa de la empresa ya que al controlar parámetros de paradas no programadas se puede establecer metas reales basadas en el buen funcionamiento de las UHT con una mínima desviación, ya que las paradas que pudieran existir serán completamente eventuales y coyunturales, por otra parte, con la implementación de un plan de mantenimiento, es posible demostrar cuantitativamente la efectividad de su aplicación en los equipos, a través de mejoras en la producción de las máquinas de UHT, teniendo un stock de repuestos para cada maquinaria en particular, evitando pérdidas de producción, materia prima, material de empaque, energía, disminución de paradas imprevistas, horas extras por el personal, lo que conlleva a un decrecimiento sustancial en costos de producción que es lo que realmente preocupa en el tema de egresos financieros de la empresa.

La propuesta resulta completamente factible desde el punto de vista financiero por las razones antes mencionadas y desde una perspectiva técnica porque apunta a que la empresa eleve sus niveles de rendimiento, acoja la tendencia internacional con respecto a la gestión de mantenimiento que redundará en su competitividad, alarga la vida útil de los activos en operación y en stock y aumenta sus niveles de producción y sus índices de productividad.

Objetivo general

Diseñar un plan de mantenimiento preventivo para las máquinas llenadoras asépticas Elecster EA-5000 y EA-8000 de UHT en la Planta de Lácteos Parmalat – Ecuador.

Objetivos específicos

- Diagnosticar la situación actual de mantenimiento para las máquinas llenadoras asépticas Elecster EA-5000 y EA 8000 con herramientas de Ingeniería Industrial para obtener el levantamiento de información.
- Calcular el TPEF y el TPEP de las máquinas en estudio, usando los datos obtenidos en el periodo de evaluación para establecer indicadores kpi's básicos que permitan llevar un control de disponibilidad y cumplimiento de los equipos.
- Elaborar un plan de mantenimiento preventivo de las envasadoras asépticas basado en el análisis del porcentaje de saturación de las máquinas y la carga de los operarios para la planeación.

CAPÍTULO II:

INGENIERÍA DE PROYECTOS

Diagnóstico de la situación actual de las máquinas Elecster ea-5000 y ea-8000.

Gestión de mantenimiento.

El análisis de la gestión de mantenimiento inicia con la recolección de información mediante entrevista con el personal, quien indica que: Parmalat Ecuador, S.A. actualmente no genera un control, ni emite formatos para la gestión de mantenimiento que le permitan conocer de forma técnica factores claves para la toma de decisiones en el área de producción, por lo que no se puede cuantificar de forma exacta las pérdidas que se generan por el manejo inapropiado de las máquinas. Mencionan además que la mayor ocupación se centra en las máquinas envasadoras asépticas Elecster EA-5000 y EA-8000, transportadores, receptores de bolsas y el elecsteamer ES-44 que es el equipo encargado de esterilizar las fundas plásticas. Las envasadoras asépticas de UHT se componen de dos cabezales dosificadores cada una, de acuerdo a su capacidad de envasado.

En mención con lo anterior se plantea que el modelo operativo, según el diagnóstico debe versar sobre la implementación de protocolos sistematizados a fin de cumplir con un plan de mantenimiento adecuado, planificado y vinculado a las necesidades de la planta que debe atender tres líneas fundamentales:

1. La generación de indicadores para la toma de decisiones en cuanto a la producción.

2. Levantamiento de un historial estadístico y cualitativo de las fallas, su frecuencia, sus causas y sus soluciones.
3. La gestión de inventarios con el objeto de proveer lo necesario y hacer compras basadas en la estadística de las incidencias más comunes.

Con la finalidad de comprender la situación actual de la empresa referente a la gestión de mantenimiento en la Planta de Lácteos, se elaboró una matriz en base a conceptos contenidos en el "Proceso Administrativo" de (Cruelles., 2012), en donde se detallan cuatro puntos importantes como Planificación, Organización, Dirección, y Control, basados en las responsabilidades de la alta dirección. Ver Anexo 1.

Para el diseño de la matriz se consideran los puntos detallados por el referido autor, relacionados con aspectos de cómo se deben llevar los procesos administrativos en una empresa, y están cruzados con puntos que señala (García., 2003), en su libro Organización y Gestión Integral de Mantenimiento.

En ese sentido, a continuación, se presentan tabulados las herramientas a considerar, así como la ponderación asignada (que da cuenta de la importancia que se le otorga al aspecto), la situación relacionada en la Empresa Parmalat Ecuador, S.A. y la evaluación correspondiente producto de la observación de tales incisos en la empresa.

La Tabla 1, Tabla 2, Tabla 3, Tabla 4 y Tabla 5 representan las actividades propuestas por el autor citado con respecto a la situación actual de la empresa, lo cual se ha de sintetizar en una matriz resumen (Tabla 5) con el fin de valorar lo correspondiente a los datos determinados en un análisis diagnóstico de la Planificación, Organización, Control y Dirección, siendo estos los aspectos cualitativos del funcionamiento de la compañía.

Tabla 1. Etapas – Planificación.

Etapas			
<p>Gestión de Mantenimiento En la planificación se toma en consideración el libro Proceso Administrativo de José Agustín Cruelles Ruiz, versión 2012. Ver Anexo 1</p>			
PLANIFICACIÓN 30%			
Actividades	Ponderación Máxima	Descripción de la Situación	Evaluación
<p>Objetivos y Metas. – Garantizar un sistema de trabajo que permita administrar controlar y monitorear el mantenimiento preventivo con el propósito de disminuir el mantenimiento correctivo.</p>	10	<p>Como el objetivo de la planta de lácteos es mantener en óptima operatividad los equipos, pero no cuentan con una planificación de mantenimiento, lo cual atenta contra la operatividad de la misma..</p>	6 de 10
<p>Estrategias.- obtener repuestos originales de calidad, aprovechando sus propiedades físicas resistentes al impacto logrando una reutilización en el repuesto.</p>	10	<p>En la actualidad la planta posee una bodega (Almacén) de repuestos para el mantenimiento pero es desorganizada y no cuenta con todo lo esencial.</p>	5 de 10
<p>Planes de mantenimiento.-Puede realizarse a corto, mediano y largo plazo, teniendo presente los recursos disponibles.</p>	10	<p>El personal de Parmalat ejecuta actividades correctivas y preventivas básicas como limpieza y lubricación de forma inadecuada.</p>	6 de 10
Total			17 de 30

Fuente: El autor.

Elaborado por: El investigador.

Tabla 2. Etapas – Organización.

Etapas			
<p>Gestión de Mantenimiento En la planificación se toma en consideración el libro Proceso Administrativo de José Agustín Cruelles Ruiz, versión 2012. Ver Anexo 1</p>			
ORGANIZACIÓN 30%			
Actividades	Ponderación Máxima	Descripción de la Situación	Evaluación
<p>Estructura. - Poseer un organigrama bien distribuido y organizado para las diferentes funciones y responsabilidades dentro del área de mantenimiento.</p>	9	Dentro del departamento de mantenimiento se cuenta con un organigrama de responsabilidades, sin embargo no hay pleno cumplimiento en el trabajo encomendado por el exceso de carga laboral	5 de 9
<p>Autoridad y Autonomía.- El cumplimiento de las actividades cuenta con el apoyo de gerencia.</p>	9	La empresa está respaldada por las autoridades quienes brindan su apoyo constante pero los equipos dependen de su casa comercial y de la disponibilidad de repuestos que brindan lo que les resta autonomía.	6 de 9
<p>Administración de recursos. - Poseer un sistema que le permita manejar toda la información referente a mantenimiento (registro de fallas, programación de mantenimiento, información sobre equipos, u otros).</p>	12	Los operarios de mantenimiento usan hojas de control no oficiales de forma desorganizada y estas no alimentan un sistema que permita pleno control de los parámetros.	7de 12
Total			18 de 30

Fuente: El autor.

Elaborado por: El investigador.

Tabla 3. Etapas – Dirección.

Etapas			
Gestión de Mantenimiento En la planificación se toma en consideración el libro Proceso Administrativo de José Agustín Cruelles Ruiz, versión 2012. Ver Anexo 1			
DIRECCIÓN 20%			
Actividades	Ponderación Máxima	Descripción de la situación	Evaluación
Motivación. – El personal de mantenimiento está cociente de los costos de los recursos y del impacto de su trabajo, esto hace que el operador sea más eficiente.	5	La empresa sanciona a los empleados que no realizan bien el trabajo, siendo conscientes de la actividad a realizar.	2 de 5
Liderazgo.- Para que un sistema de gestión de mantenimiento se desarrolle de un modo eficaz es preciso establecer claramente la jerarquía de autoridad y que esta tenga influencia en su grupo de trabajo.	5	El líder jerárquico tiene influencia en la mayoría de los operadores, pero hay un grupo minoritario que está en desacuerdo y no brinda su apoyo en la ejecución de las actividades.	4 de 5
Comunicación.- Tener una comunicación efectiva con los empleados en lo que se desenvuelve la empresa	5	La comunicación dentro del área de mantenimiento se desenvuelve sin mayores problemas.	4 de 5
Comportamiento individual y de grupo. – Los actos del personal tratan concretamente en las acciones de su trabajo.	5	Los operarios de la planta no llevan una autogestión, no son conscientes de la percepción y la formación en equipos.	3 de 5
Total			13 de 20

Fuente: El autor.

Elaborado por: El investigador.

Tabla 4. Etapas – Control.

Etapas			
Gestión de Mantenimiento En la planificación se toma consideración el libro Proceso Administrativo de José Agustín Cruelles Ruiz, versión 2012. Ver Anexo 1			
CONTROL 20%			
Actividades	Ponderación Máxima	Descripción de la situación	Evaluación
Normas. –La empresa cuenta con una norma referente al mantenimiento y hay un control de su aplicación	7	La empresa tiene la norma NTE INEN – EN 13460: 2010 pero no la aplica.	5 de 7
Indicadores de Mantenimiento. - Los indicadores de mantenimiento sirven para planificar la producción y prevenir daños imprevistos en los equipos.	7	El jefe de mantenimiento está al tanto de los indicadores pero no tiene información que alimente y sustente los mismos.	3 de 7
Medidas y Acción. - Cuando se presenta un problema las acciones son inmediatas	6	Ante alguna eventualidad el Jefe de mantenimiento organiza su personal en consecuencia, pero no siempre hay la cantidad requerida disponible porque están ejecutando otras actividades de mantenimiento.	4 de 6
Total			12 de 20

Fuente: El autor.

Elaborado por: El investigador.

Tabla 5. Resumen conjunto de Etapas.

Tabla de resumen conjunto de Etapas			
PLANIFICACIÓN 30%			
Actividades	Ponderación	Ejecución	Evaluación
Objetivos y Metas	10	6	6 de 10
Estrategias	10	5	5 de 10
Planes de mantenimiento	10	6	6 de 10
Total			17 de 30
ORGANIZACIÓN 30%			
Actividades	Ponderación	Ejecución	Evaluación
Estructura	9	5	5 de 9
Autoridad y Autonomía	9	6	6 de 9
Administración de Recursos	12	7	7 de 12
Total			18 de 30
CONTROL 20%			
Actividades	Ponderación	Ejecución	Evaluación
Motivación	5	2	2 de 5
Liderazgo	5	4	4 de 5
Comunicación	5	4	4 de 5
Comportamiento individual y de grupo	5	3	3 de 5
Total			13 de 20
DIRECCIÓN 20%			
Actividades	Ponderación	Ejecución	Evaluación
Normas	7	5	5 de 7
Indicadores de Mantenimiento	7	4	3 de 7
Medidas y Acción	6	4	4 de 6
Total			12 de 20
Disponibilidad			60%

Fuente: El autor.

Elaborado por: El investigador.

Análisis de la evaluación del conjunto de etapas.

El análisis que se realizó con respecto a la Gestión de Mantenimiento en la planta de Lácteos Parmalat basado en la Planeación, Organización, Dirección y Control, con el grado de importancia que tienen estos cuatro aspectos, en lo que se refiere a mantenimiento se realizó esta evaluación con el propósito de alcanzar los objetivos que se desean, elaboró una matriz, (ver Tabla 5) con criterios de ponderación máxima de acuerdo a los rangos de importancia, con ayuda de la información que se hallan en documentos y conversación en sitio con operarios y técnicos de la planta. Las proporciones partieron de la base del 100% como es de esperarse, y se le asignó una ponderación a cada aspecto analizado, por ejemplo, 30% de relevancia

para planificación y organización y un 20% para dirección y control, tomando en cuenta que la planificación en este aspecto es una de las características que se debe adoptar dentro de la cultura organizacional.

El resultado de la matriz en cuanto a la planificación fue de una puntuación de diecisiete sobre treinta, (es decir, un 56,67%), obteniendo un cumplimiento parcial por no disponer de organización en su proceso. Con respecto a la organización de mantenimiento, se demuestra con una puntuación de dieciocho sobre treinta (60%), que las funciones asignadas son dependientes de autoridades superiores, y no cuentan con diagramas de flujo para el mantenimiento, limpieza y esterilización de las máquinas que faciliten los procedimientos y de esta manera cumplir con las reparaciones establecidas en los documentos respectivos.

Dentro de la dirección, la empresa existe una jerarquía de autoridad muy importante en motivación, liderazgo, comunicación y comportamiento individual y grupal, dando como referente que de veinte puntos de cumplimiento se obtiene trece (65%). El de mantenimiento por otra parte, se valoró con una puntuación de doce de los veinte posibles (60%), esto implica de forma directa que el mantenimiento de elementos, equipos y piezas críticas son fundamentales para garantizar el correcto funcionamiento de la planta de lácteos.

En consecuencia y considerando que los porcentajes asignados en la evaluación, determinaron que se cumple con un 60% de lo requerido; la ponderación restante implica la elaboración de un plan de mantenimiento preventivo adecuado para las máquinas Elecster EA-5000 y EA-8000.

Diagrama de causa y efecto de paras de las máquinas Elecster EA-5000 y EA-8000

El método de las 6M o Análisis de Dispersión permite agrupar las posibles causas que ocasionan las paradas inesperadas. Se dividen en seis ramas potenciales como lo son: métodos de trabajo, mano de obra, materiales, maquinaria, medición, medio ambiente. Estos elementos definen de manera global el problema y de esta manera se puede identificar la relación existente con algunas de estas ramas.

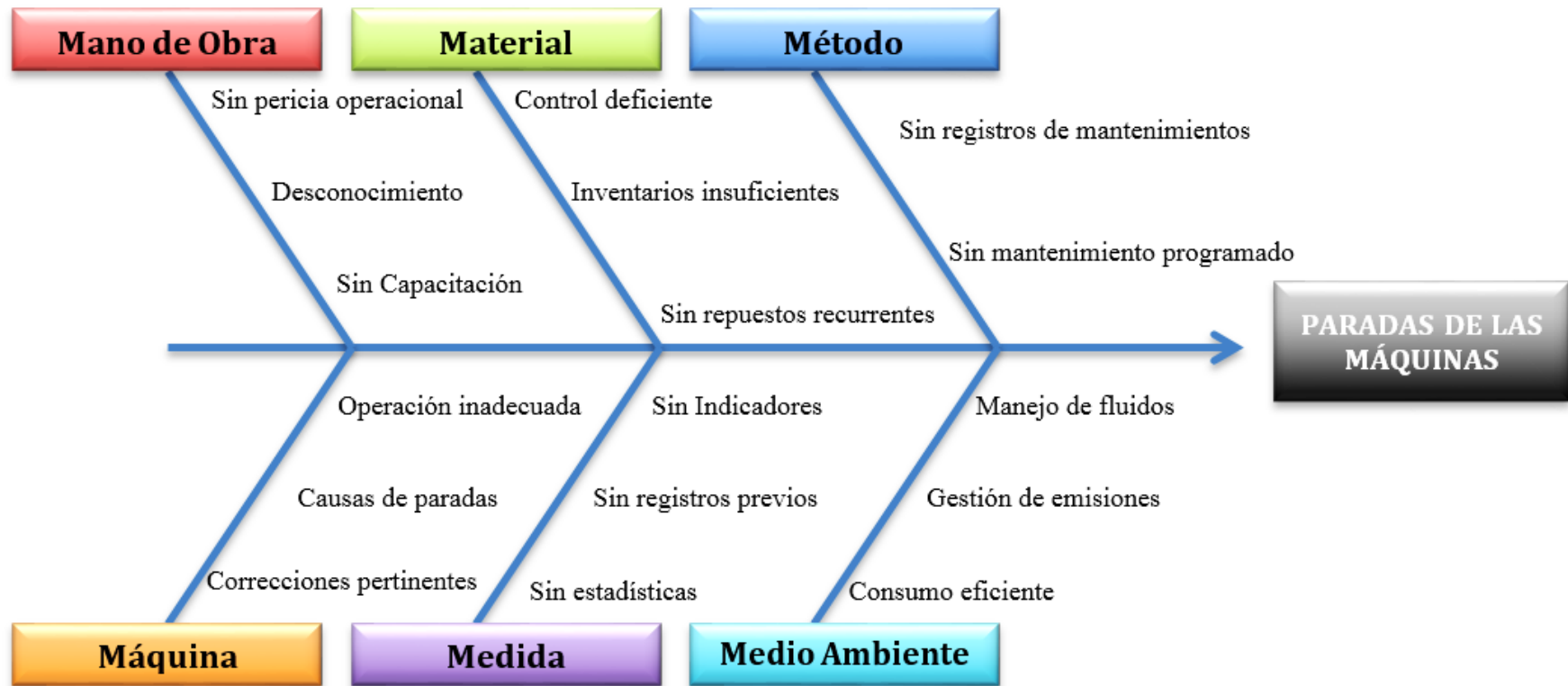


Figura 1. Diagrama Causa y Efecto de Paradas no Programadas en las máquinas Elecster EA-5000 y EA-8000

Fuente: El autor.

Elaborado por: El investigador.

De acuerdo con la Figura 1, los motivos puntualizados mediante el diagrama causa-efecto de las 6M, arroja que los causales generadores de las paradas de las máquinas EA-5000 y EA-8000 son multifactoriales y mutuamente dependientes. Una vez determinadas las causas de las paradas no programadas a través del método de las 6M. El análisis de las mismas deviene en las principales aristas de estudios de esta investigación.

El objeto de la investigación se deriva de las paradas que ha tenido las maquinarias asociadas a la producción de leche y que ha ocasionado distorsiones en los rendimientos, afectaciones en la productividad y acciones correctivas de emergencia. En resumen, sus causas son:

1. La principal causa de las paradas no programadas de la maquinaria en cuestión es la inexistencia de un plan de mantenimiento preventivo y un protocolo sistemático para atender las acciones correctivas a las que haya lugar en un momento determinado y, en consecuencia, se carecen de registros de este tipo de mantenimientos emergentes. Todo esto se enmarca en lo que corresponde a la primera M (Método).
2. Desde el punto de vista de la segunda M (Medio ambiente), un mantenimiento preventivo adecuado a las maquinarias redundante directamente en un eficiente uso de la energía, eleva la productividad de la máquina y con ello se controlan las posibles emisiones o consumos. Esto impacta directamente en los costes asociados a los servicios por concepto de operación de la planta (Agua, electricidad, gas, por ejemplo) y, por tanto, los costos son una de las causas que, desde la perspectiva de rentabilidad, la gerencia debe cuidar y garantizar un correcto mantenimiento.
3. Los inventarios -que se enmarcan en la tercera M, Materiales- destinados a partes, piezas, repuestos y consumibles para garantizar la correcta operación de las máquinas se gestionan de manera incorrecta (lo cual se comprueba en el inventario físico y contable que se realizará posteriormente, al igual que el diagrama de Pareto que demuestra que la existencia en los almacenes no

corresponde a la necesidad real de las maquinarias y sus procesos de mantenimiento).

4. En lo que corresponde a la Medida (cuarta M), la empresa carece de indicadores que le permitan determinar la pertinencia de un protocolo de mantenimiento a las maquinarias en un momento dado. No posee estadísticas que den cuenta de las principales fallas y las acciones tomadas para su corrección.
5. Con respecto a la Mano de Obra (Quinta M), lo que más afecta a la operatividad de las máquinas es la poca pericia de los operarios al identificar fallas o posibles desajustes en las mismas. Su falta de adiestramiento asociado a la carencia de mantenimiento genera grandes periodos de tiempo de paradas e improductividad.
6. Vinculado al anterior la sexta M, que hace referencia a la Máquina, debe propender a un conocimiento pericial de la misma, lo cual implica el saber cuáles son las causas de las paradas más comunes, formas de prevenirla y cómo corregir cualquier anomalía de forma expedita, sin recurrir a un sistema de mantenimiento que implique la paralización del proceso productivo en sí mismo.

De esta forma se visualiza que las causas que originan las paradas no programadas de las máquinas en estudio están relacionadas entre sí y las mismas son producto de una serie de procesos gerenciales y operativos que no se han llevado a cabo, por tanto, la no existencia de un plan de mantenimiento preventivo tributa a que la afectación sea multimodal y en diversas áreas de la compañía, siendo la más sensible la productividad que impide que se puedan ejecutar planificaciones con cierto nivel de confianza y lo mismo actúa en detrimento de cumplir con compromisos de producción y despacho en los tiempos idóneos.

Modelo operativo

A continuación, se detalla de manera secuencial y cronológico los ítems a resolver en el presente proyecto tomando en cuenta los objetivos planteados (Ver Figura 2).

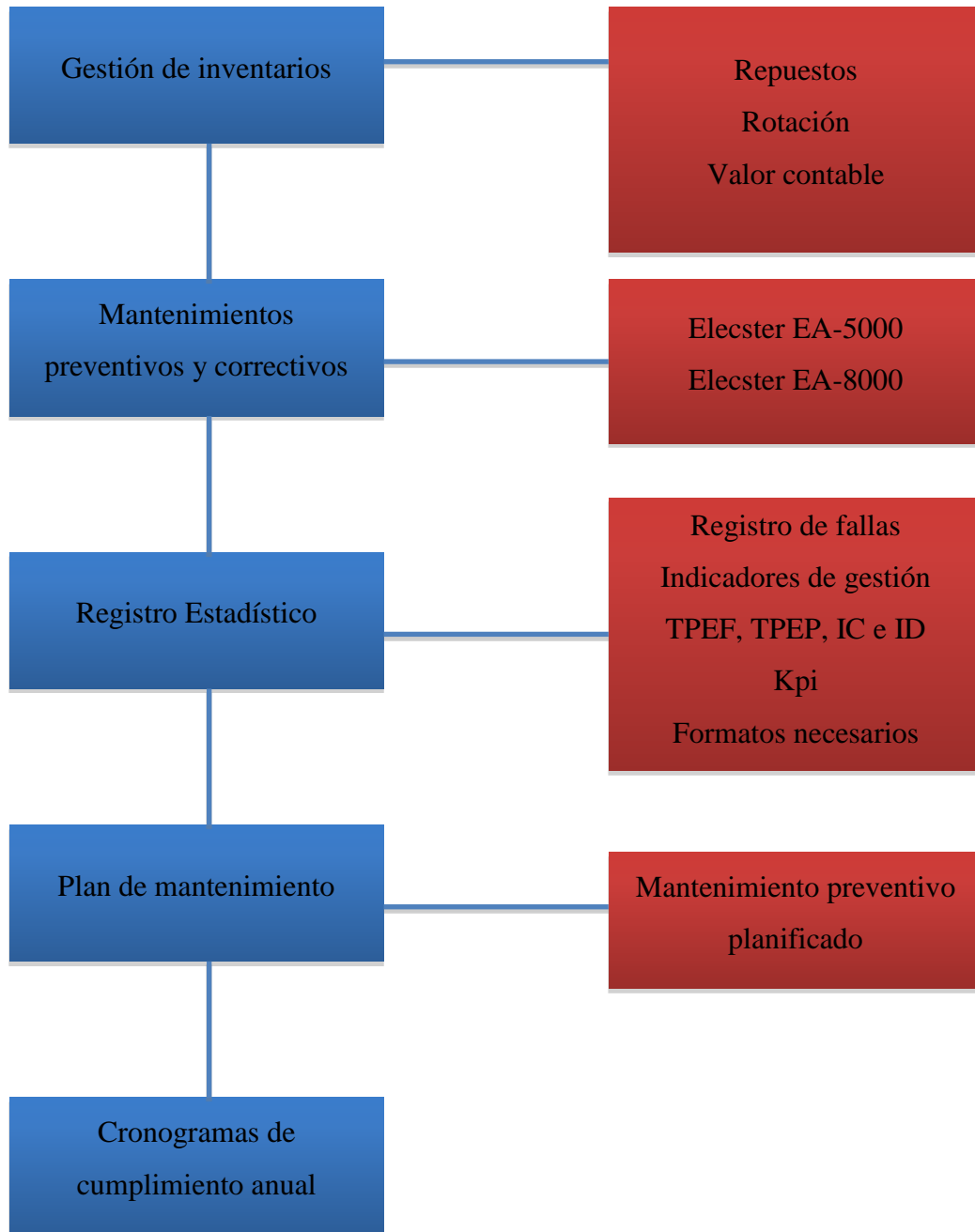


Figura 2. Organigrama modelo operativo de la investigación

Fuente: El autor.

Elaborado por: El investigador.

CAPÍTULO III:

PROPUESTA Y RESULTADOS ESPERADOS.

Gestión de inventario

Al realizar el inventario de repuestos referente a las máquinas -Elecster EA-5000 y EA-8000 de UHT, se encontraron algunos problemas, a saber:

- Existen repuestos en stock, que nunca se han utilizado, lo que representa un capital inmovilizado.
- Los repuestos de alta rotación, no se encuentran en el stock.
- Desorden en bodega, posibilitando la pérdida de los repuestos y desperdicio de tiempo real de reparación de una máquina.

Por estas razones es muy importante saber elegir los repuestos que se va a tener en el almacén, buscando un equilibrio entre la parte técnica y económica con el fin de asegurar la disponibilidad de los equipos (García., 2003). Por otro lado, la elección de los repuestos, partes, piezas y consumibles en almacén deben estar asociados a las necesidades reales identificadas con las fallas puntuales de las máquinas y los protocolos de mantenimiento preventivo establecidos. Esto es, por ejemplo, consumibles para el mantenimiento preventivo como lubricantes, solventes, cepillos, entre otras y repuestos para fallas puntuales a determinar según el levantamiento estadístico o equipos, partes y piezas para los sucesivos mantenimientos preventivos programados sobre la base de las necesidades. En este punto, el levantamiento estadístico tiene relevancia motivado a que a través de ese instrumento se puede inferir, los tiempos necesarios para los mantenimientos y las posibles causas que pueden generar una parada intempestiva que requieran una acción correctiva.

Tabla 6. Registro de Inventario – Repuestos Elecster EA-5000 y EA-8000. Área: empaque UHT funda.

Cod.	Descripción	Entradas (unidades)	Salidas (unidades)	Repuestos sistema (unidades)	Repuestos en existencia real (unidades)	Diferencia física (unidades)	Costo unitario (\$)	Diferencia económica (\$)
8173936	1202153 guiding pistón	6	0	6	5	-1	1239,87	-1239,87
8172882	1319109 adjustment wheel asembl	8	-5	3	3	0	2669,20	0,00
8171249	1210067006filling tube nozzle ac. inox.	6	-2	4	4	0	1298,82	0,00
8172960	1311859 folding roller	30	0	30	30	0	170,42	0,00
8172627	buje de teflon ref 35*25*16	598	-424	174	150	-24	56,18	-1348,21
8172749	1425901 conter rubber, vertical	129	-26	103	83	-20	30,49	-609,72
8172939	1319264 sealing jaw	2	-1	1	3	2	1630,89	3261,78
8173737	1416284 shaft	20	-2	18	14	-4	127,65	-510,59
8172873	1209713 body counter sealing de	11	-9	2	1	-1	942,02	-942,02
8171228	tubo de luz ultravioleta 36w 1200v	181	-157	24	28	4	79,71	318,86
8173847	1320276 sealling jaw	4	-1	3	3	0	645,33	0,00
8173730	rodamiento 6900	175	-93	82	81	-1	21,17	-21,17
8173813	1423689 counter rubber 360	71	-10	61	39	-22	30,98	-681,63
8173965	1416247 fixin nut	8	0	8	8	0	230,24	0,00
8171319	1210067-207o ring 38 de caucho negro de 46x38x3mm	308	-149	159	160	1	12,63	12,63
8172869	1416303 guide bar vertical motion	10	-7	3	3	0	559,67	0,00
8172193	1318100-shaft	8	0	8	8	0	185,58	0,00
8173733	1427015 bearing housing	24	0	24	24	0	52,58	0,00
8173718	1416307 shaft	17	-6	11	11	0	115,05	0,00
8170550	0008-3008-010anillo protector de acero de rodamie ntos 30x615x5	12	-8	4	4	0	234,78	0,00
8171259	1210184201resistencia 36v 300w l = 180	41	-38	3	4	1	252,25	252,25
8173717	1416306 shaft	13	-5	8	6	-2	152,73	-305,46
8172907	1416308 stud bolt	53	-5	48	44	-4	24,62	-98,48
8171256	empaque de caucho 10x25mm	527	-477	50	54	4	20,69	82,77
8172886	1416715 bearing bushing	55	-5	50	50	0	23,35	0,00
8171265	1318452010drying rubber de caucho 23x5x425	1092	-1068	24	58	34	31,05	1055,64
8171318	1319305-204o ring 25 de caucho negro de 31x25x3m m	653	-572	81	11	-70	9,32	-652,32
8171195	lunas	33	-23	10	1	-9	79,69	-717,19
8173225	1519379-0000 knife fiat	6	-2	4	2	-2	255,83	-511,65

Continuación Tabla 6

Cod.	Descripción	Entradas (unidades)	Salidas (unidades)	Repuestos sistema (unidades)	Repuestos en existencia real (unidades)	Diferencia física (unidades)	Costo unitario (\$)	Diferencia económica (\$)
8173900	1319139 frame plate	8	0	8	8	0	122,85	0,00
8172859	1418702 film guide	2	0	2	2	0	477,27	0,00
8172903	41796 spare part set for peroxide pump	5	-3	2	2	0	448,95	0,00
8173868	5s00196005 push botton box without	26	-18	8	12	4	108,67	434,67
8173800	4241321 resistance cartridge 180	16	-12	4	3	-1	264,82	-264,82
8173706	1416710 bearing 30	36	0	36	36	0	23,84	0,00
8173984	1416303 guide bar vertical mottion	2	0	2	4	2	424,08	848,15
8172999	41564 ball valve	7	-5	2	4	2	414,88	829,76
8173727	5e25303238 fan	10	-4	6	2	-4	214,06	-856,23
8173983	1416302 guide bar horizontal motion	2	0	2	4	2	403,28	806,56
8173872	5s00197338 light push button with rubber	30	0	30	30	0	26,56	0,00
8173874	5h05193106 led element	30	0	30	30	0	26,33	0,00
8171246	termocupla fe-co	55	-51	4	0	-4	193,21	-772,83
8172860	1418701 film guide	12	-7	5	5	0	148,21	0,00
8172993	1416296 fixing shaft	20	-2	18	16	-2	42,78	-85,56
8171208	1105270013empaque lineal de silicon 8x2x190	853	-704	149	86	-63	7,67	-483,01
8173709	1416286 ring	20	0	20	20	0	38,04	0,00
8173712	4271020 lock ring a 20	44	-5	39	39	0	19,06	0,00
8171238	transformador de lámpara l15a	73	-53	20	29	9	33,60	302,38
8172192	1311861-shaft folding roller	6	-2	4	4	0	178,33	0,00
8172864	4070254 oil bronze bearing	77	-40	37	38	1	20,66	20,66
8171219	tubo florecente de 15w luz ultravioleta	288	-279	9	33	24	48,90	1173,59
8173844	1319769 fixing frame sealing jaw	2	0	2	0	-2	353,66	-707,32
8172892	1416730 bushing	64	-36	28	28	0	24,82	0,00
8172768	1416769 brake disc	12	-4	8	8	0	85,39	0,00
8171327	1319263-206seguro mecánico de 38x1.5mm	118	-52	66	64	-2	10,07	-20,13
8172194	1311864-shaft	4	-2	2	2	0	323,90	0,00
8171339	1105279-204bayonet contact conector para manguera	68	-48	20	7	-13	24,77	-321,97
8173911	41828 slotted ball bearing	30	-6	24	0	-24	26,57	-637,56
8171310	módulo electrónico de válvula v4es p2m1x4es p2d8v 32c5	20	-16	4	0	-4	133,72	-534,89
8173738	1421450 fixing screw	20	-6	14	14	0	42,01	0,00
8173967	1321472 hot sealing jaw 1320337	1	0	1	0	-1	582,38	-582,38

Continuación Tabla 6

Cod.	Descripción	Entradas (unidades)	Salidas (unidades)	Repuestos sistema (unidades)	Repuestos en existencia real (unidades)	Diferencia física (unidades)	Costo unitario (\$)	Diferencia económica (\$)
8173740	5k15156171 replay plc	20	0	20	20	0	28,36	0,00
8171243	boquilla de lámpara fastener	422	-402	20	9	-11	30,12	-331,31
8172909	1416323 cover plate	13	-6	7	7	0	74,99	0,00
8172893	1416742 bushing	36	-12	24	23	-1	22,76	-22,76
8173853	40537 cylinder c05	10	-6	4	4	0	142,01	0,00
8171442	6-4302049228oring de caucho 242x3	81	-40	41	73	32	12,33	394,67
8171230	contactor 24v	45	-41	4	4	0	131,21	0,00
8172861	1416290 guide bar	8	-4	4	4	0	119,60	0,00
8173944	1422029 adjustment sleeve	8	-2	6	6	0	84,39	0,00
8172781	5x05052136 connector 165298	16	-10	6	6	0	85,85	0,00
8173966	1427275 bearing housing w adjustment	8	0	8	8	0	62,73	0,00
8172888	1416714 clutch assembly	16	-13	3	6	3	82,05	246,16
8172940	1416299 fastener	19	-4	15	14	-1	32,58	-32,58
8173823	1427076 diaphragm 400	10	-7	3	4	1	157,90	157,90
8172783	5x05051646 connector 166442	6	0	6	6	0	78,26	0,00
8173832	1423036 screw for guide	53	-25	28	38	10	16,74	167,36
8171248	gasket 51 empaque de caucho negro de 60x62x6mm	466	-360	106	94	-12	5,43	-65,20
8173880	441153497 pressure regulator	9	-6	3	3	0	135,48	0,00
8172980	4188 connector	43	-9	34	32	-2	13,59	-27,18
8172901	5b05305141 analog sensor	21	-20	1	3	2	371,82	743,63
8172867	1416302 guide bar	10	-9	1	1	0	532,12	0,00
8173818	4004144 slotted ball bearing	39	-2	37	37	0	11,77	0,00
8173891	4296042 dairy nut 51	23	-8	15	15	0	28,77	0,00
8173731	4329100 double nipple	40	-6	34	34	0	12,33	0,00
8172931	tee a/i 3/8" od	53	-43	10	10	0	27,89	0,00
8172810	90042-0215 valve body 5/2 unistable	12	-7	5	5	0	79,29	0,00
8172944	1423814 bearing housing	14	-6	8	8	0	47,66	0,00
8173873	5s00197111 contact part	42	-10	32	35	3	12,36	37,08
8173816	1416294 fixing shaft for bearing	8	0	8	8	0	46,35	0,00
8171264	cable espiral 6hilos	447	-438	9	4	-5	5,10	-25,52
8172943	1421422 cable holder	26	-14	12	12	0	30,28	0,00
8171210	1319305213empaque 25 de caucho 25x485x4	318	-298	20	26	6	12,80	76,80

Continuación Tabla 6

Cod.	Descripción	Entradas (unidades)	Salidas (unidades)	Repuestos sistema (unidades)	Repuestos en existencia real (unidades)	Diferencia física (unidades)	Costo unitario (\$)	Diferencia económica (\$)
8173899	1416824 shaft	8	0	8	8	0	44,39	0,00
8176012	1319137 fastener	12	0	12	10	-2	29,57	-59,15
8172751	1426332 adjusting nut 1,0 l	8	-6	2	2	0	179,81	0,00
8171205	1105270205draw rubber de lona 1ox4x210	910	-832	78	42	-36	6,94	-249,84
8173836	1423115 adjustment screw	24	-10	14	14	0	24,11	0,00
8173812	5x05033107 connector male, angle	16	-9	7	7	0	47,86	0,00
8173864	1426028 cip - plug	4	-2	2	2	0	164,21	0,00
8173977	4273062 lock ring	20	0	20	20	0	15,66	0,00
8173726	1420815 screw for nozzle	10	0	10	10	0	31,24	0,00
8173892	41848 swinghandle	10	-4	6	4	-2	51,70	-103,40
8173888	1416297 lifting shaft	16	0	16	26	10	18,73	187,33
8171260	1319263201resistencia 36v 300w l = 300	59	-57	2	4	2	164,81	329,62
8172137	relé de 8 pines con base 10a 250v	119	-79	40	21	-19	8,76	-166,37
8173932	1416298 tightening shaft	10	0	10	10	0	29,75	0,00
8173989	460004010 hex screw full thread	100	0	100	128	28	2,97	83,30
8172786	5f15321006 protective switch	4	-3	1	2	1	148,52	148,52
8171227	rollo de plástico 33 de ancho bialon 90 pp	34	-33	1	2	1	418,33	418,33
8173837	1423114slide bearing	24	-10	14	14	0	21,27	0,00
8172784	5x05051610 connector 165062	6	0	6	6	0	48,74	0,00
8172807	90232-0103 ph.cell e3s-ct61-d-5m	4	-2	2	2	0	142,56	0,00
8171235	plug rojo	34	-22	12	35	23	15,72	361,50
8173506	40524 thermal condenser	6	-5	1	1	0	277,93	0,00
8172782	5x05052110 insert, female, 6-pole, 120020	6	0	6	6	0	46,25	0,00
8173878	5s00197405 switch	16	-6	10	10	0	26,44	0,00
8173722	1426216 guide, adjusting rod	3	-2	1	1	0	279,00	0,00
8173990	1427689 folding shaft	10	-3	7	16	9	37,29	335,57
8173875	5s00197304 push button red	16	0	16	16	0	16,23	0,00
8173898	1416820 shaft	6	0	6	6	0	42,79	0,00
8173208	1188543-0000 chain	7	0	7	7	0	36,38	0,00
8171542	empaque plano plástico 17x22x2	71	-31	40	40	0	5,97	0,00
8171627	bobina neumática msfg 24 v dc 42v ac	42	-29	13	12	-1	19,50	-19,50
8172889	4902519 elastic element for clutch	25	-10	15	19	4	17,87	71,46

Continuación Tabla 6

Cod.	Descripción	Entradas (unidades)	Salidas (unidades)	Repuestos sistema (unidades)	Repuestos en existencia real (unidades)	Diferencia física (unidades)	Costo unitario (\$)	Diferencia económica (\$)
8177031	0200 p0903625 ventana (grande	1	0	1	0	-1	250,69	-250,69
8171629	termocupla pt100	18	-15	3	3	0	97,15	0,00
8173810	5e55210012 hose connector	16	-12	4	4	0	61,52	0,00
8171234	banana plug	39	-29	10	40	30	12,68	380,38
8173720	1410369 o-ring removal tool	14	-10	4	3	-1	47,77	-47,77
8173716	1416380 bushing	6	-2	4	4	0	58,70	0,00
8172142	3vu9131-3aa00contactos auxiliares	16	-5	11	11	0	21,57	0,00
8171267	1319305201empaque ranurado 23x3x7	792	-784	8	44	36	28,70	1033,05
8173952	1428036 silicon plate	8	-2	6	6	0	36,80	0,00
8173943	5s00197337 push botton white	10	0	10	10	0	21,67	0,00
8173976	470031220 retainer crew	30	0	30	30	0	7,20	0,00
8173263	526690-0000 eje	13	-6	7	7	0	30,83	0,00
8173948	1320300 temp resistance body	4	0	4	4	0	53,89	0,00
8171263	fotosensor	21	-17	4	4	0	41,89	0,00
8172837	927441-0000 nut	4	0	4	4	0	49,60	0,00
8173924	5f100563110 circuit breaker	2	0	2	2	0	98,71	0,00
8173912	40782202320 sliding bearing	10	-3	7	6	-1	27,86	-27,86
8173734	4273032 lock ring	44	-16	28	73	45	6,89	310,05
8173923	5x25156090 fuse holder	10	0	10	9	-1	19,21	-19,21
8172805	581678-0000 spring	10	0	10	0	-10	18,96	-189,60
8173819	1426416 adjusting screw	6	-3	3	3	0	67,78	0,00
8172983	cable p8lmh20m2a	2	-1	1	1	0	218,06	0,00
8173849	40186 torsion spring	28	-12	16	31	15	11,50	172,47
8172994	1416252 locking nut	4	-3	1	1	0	177,91	0,00
8173893	42143 bearing bush	10	0	10	10	0	17,86	0,00
8172866	4070302 oil bronze bearing	40	-34	6	6	0	27,14	0,00
8173926	1427821 fastener brake belt	8	0	8	8	0	21,81	0,00
8173991	1427116 axie gude bearing	10	0	10	10	0	17,37	0,00
8173942	5s00197302 push botton	10	0	10	10	0	17,23	0,00
8171245	termocupla swit	50	-49	1	9	8	213,24	1705,92
8171242	termostato de electroválvula	5	-3	2	4	2	66,69	133,38
8173941	5s00197403 switch	10	-4	6	5	-1	27,67	-27,67

Continuación Tabla 6

Cod.	Descripción	Entradas (unidades)	Salidas (unidades)	Repuestos sistema (unidades)	Repuestos en existencia real (unidades)	Diferencia física (unidades)	Costo unitario (\$)	Diferencia económica (\$)
8173228	90044-0091 proximity switch	7	-5	2	4	2	53,92	107,83
8171328	1319263-007insulation	178	-169	9	0	-9	13,77	-123,91
8173930	1315449 photocell fastener	2	0	2	2	0	75,02	0,00
8173988	460806010 hex sockethead acrew	50	0	50	107	57	2,71	154,56
8172895	1408372 adjustment plate	12	-10	2	0	-2	100,79	-201,59
8173894	41822 lock cilynder	10	0	10	10	0	13,42	0,00
8173885	1426939 fastener safety lock	8	0	8	8	0	16,77	0,00
8173906	4296606 ring	20	0	20	20	0	6,58	0,00
8172790	1416320 spacer	18	-8	10	10	0	13,38	0,00
8172852	1064420-0000 washer	51	-15	36	36	0	3,49	0,00
8173811	5e55210009 hose connector	38	-13	25	25	0	4,98	0,00
8173705	1319311 adjustment tool	2	-1	1	1	0	120,86	0,00
8172788	1426228 studbolt	22	-11	11	11	0	10,58	0,00
8173978	4271025 lock ring	20	0	20	20	0	5,71	0,00
8177300	00313907 revisiedeel	1	0	1	1	0	109,62	0,00
8173850	1427527 guide teflon	4	-2	2	2	0	50,84	0,00
8173739	1319270 cover plate	4	-2	2	2	0	59,37	0,00
8172957	4271016 lock ring a 16	213	-173	40	81	41	2,50	102,46
8177027	0160 a2172551 anillo 0	40	-17	23	21	-2	4,24	-8,49
8172985	6540012 fuse t2a	23	-8	15	12	-3	4,85	-14,55
8177062	0510 a2172555 anillo 0	32	-9	23	20	-3	3,96	-11,89
8177339	00317049 muelle dn15	3	0	3	1	-2	31,27	-62,54
8172973	900300-0096 conexión codo w12l71	2	0	2	1	-1	46,86	-46,86
8173715	460610045 hex sockethead screw	40	-17	23	73	50	3,87	193,73
8173841	40184 slide bearing wsm	60	-56	4	0	-4	23,87	-95,50
8171329	1318452-209bearing rodamiento de bolas nurt1542 de 35 mm	40	-36	4	7	3	19,74	59,22
8173854	1426348 insulating aleeve for sensor	4	0	4	4	0	21,30	0,00
8170920	321105-203 buje unit drive de bronce de 20x16x16m m	111	-98	13	11	-2	6,06	-12,11
8173817	1416295 washer	10	-2	8	8	0	10,23	0,00
8171198	1210184204resorte de compresión 32x40x43x4	38	-35	3	15	12	25,24	302,93
8173833	4271012 lock ring a12	107	-68	39	84	45	2,08	93,48
8173735	476000061 grease nipple angle	26	-15	11	13	2	7,21	14,42

Continuación Tabla 6

Cod.	Descripción	Entradas (unidades)	Salidas (unidades)	Repuestos sistema (unidades)	Repuestos en existencia real (unidades)	Diferencia física (unidades)	Costo unitario (\$)	Diferencia económica (\$)
8171326	1210184-203lock ring	114	-88	26	13	-13	4,71	-61,24
8172789	4211236 star knob	19	-6	13	12	-1	5,86	-5,86
8172979	41876 connectors	63	-53	10	6	-4	6,77	-27,07
8177040	0290 a2172339 anillo 0	25	-9	16	0	-16	4,21	-67,38
8172132	zbe101contacto selector na	23	-18	5	5	0	14,60	0,00
8172958	4271010 lock ring	244	-93	151	151	0	2,30	0,00
8173947	1412195 fastener spring	7	0	7	5	-2	8,73	-17,45
8173970	460005040 hex screw bell bullthread	20	0	20	14	-6	3,00	-18,02
8172851	315755-0110 retaining ring shaft din 6799 9 a2	62	-18	44	44	0	1,31	0,00
8173968	460406012 hex socketthead screw	20	0	20	20	0	2,85	0,00
8173969	470100610 slot head screw a2	20	0	20	19	-1	2,71	-2,71
8173736	475003010 capped nut	32	-15	17	11	-6	3,09	-18,54
8173824	5e50000312 counter nut	10	-2	8	8	0	5,38	0,00
8173916	1417098 window sealing gabinet	2	-1	1	1	0	43,06	0,00
8173917	1417098 window peroxide gabinet	2	-1	1	1	0	43,06	0,00
8173918	1417098 window film gabinet	2	-1	1	1	0	43,06	0,00
8172947	4270017 lock ring	165	-14	151	132	-19	2,24	-42,51
8172949	4271020 lock ring	54	-42	12	49	37	3,57	132,01
8172948	4271008 lock ring	84	-60	24	39	15	1,60	23,99
8172858	1426431 widening bar	30	-29	1	11	10	41,98	419,82
8173804	475002506 nut nyloc	38	-17	21	20	-1	1,79	-1,79
8173835	4004128 slotted ball bearing	42	-41	1	42	41	39,28	1610,40
8172883	4076161 slide bearing	8	-6	2	1	-1	16,38	-16,38
8173704	1410172 piston removal tool	3	-2	1	2	1	32,81	32,81
8171337	nut connector neplo e3xagonal 1/8x8"	19	-13	6	0	-6	3,90	-23,40
8173829	460006010 hex screw	40	-18	22	22	0	1,35	0,00
8173974	470110412 slot head crew	30	-20	10	53	43	2,34	100,43
8170693	6-31437-01201nut tuerca m34	13	-5	8	8	0	0,78	0,00
		13939	-9987	3952	4146		24550,69	3948,69

Fuente: Bodega - Planta Parmalat - Lasso.

Elaborado por: El investigador

Como se puede observar en la tabla es un detalle de un inventario físico y contable, se puede apreciar que existen repuestos que no están registrados en el sistema, siendo un positivo para bodega, porque incrementa el inventario contable mientras que existen otros que están cargados en el sistema, pero inexistentes de manera física, lo que representa un problema al momento de levantar la información contable, hacer una planificación de mantenimiento o abordar una reparación repentina. Esta diferencia de negativos y positivos equivale contablemente a \$ **3.948,69** favorable para la bodega.

Tabla 7. Registro de Inventario – Repuestos Elecster EA-8000. Área: empaque UHT funda

Cod.	Descripción	Entradas (unidades)	Salidas (unidades)	Repuestos sistema (unidades)	Repuestos en existencia real (unidades)	Diferencia física (unidades)	Costo unitario (\$)	Diferencia económica (\$)
8173986	1210389 filling tube assembly	2	-1	1	1	0	4155,95	0,00
8173809	4241332 resistance cartridge 320 vertical	11	-2	9	8	-1	319,16	-319,16
8173937	1210112 filling tube	1	0	1	1	0	2860,87	0,00
8172185	variador de frecuencia 120w 60-120v	17	-14	3	3	0	964,04	0,00
8176010	1424627 axle	24	0	24	24	0	78,41	0,00
8173871	5b20552056 photoel. switch mlv41	5	-2	3	3	0	580,14	0,00
8173863	1423006 drawing roll	17	-8	9	27	18	259,61	4672,95
8173992	1320680 drawin roller	1	0	1	1	0	1613,20	0,00
8173828	40449 drum motor	5	-4	1	0	-1	1390,66	-1390,66
8173908	1424028 bearing housing	16	0	16	16	0	70,04	0,00
8172863	4070166 oil bronze bearing	64	-8	56	56	0	18,34	0,00
8173963	servomotor	2	-1	1	1	0	943,46	0,00
8173884	1416283 sleeve	14	-2	12	8	-4	74,25	-296,99
8173859	40139 cogged belt	10	-4	6	5	-1	110,30	-110,30
8172777	90025-0016 encoder module /modulo codificador tpmc	3	-2	1	1	0	541,90	0,00
8173886	5s17310441 magnetic switch 10m	4	-2	2	4	2	176,37	352,74
8173826	41524 conveyor belt	5	-3	2	1	-1	183,54	-183,54
8173839	1426087 cogged belt wheel machine	4	-2	2	2	0	114,39	0,00

Continuación Tabla 7

Cod.	Descripción	Entradas (unidades)	Salidas (unidades)	Repuestos sistema (unidades)	Repuestos en existencia real (unidades)	Diferencia física (unidades)	Costo unitario (\$)	Diferencia económica (\$)
8173860	1416375 counterpart	2	0	2	0	-2	58,64	-117,27
8173861	1422342 counterpart rof. rev. counter	2	-1	1	1	0	76,89	0,00
8171322	1311853-202elastic element pion plastico 6 dient es	5	-2	3	3	0	14,39	0,00
8173707	41555 nail bearing	10	-9	1	8	7	42,90	300,28
8172844	31211150335 screw iso4762 m5x30	8	0	8	8	0	1,31	0,00
		236	-69	167	184		14730,38	2908,05

Fuente: Bodega - Planta Parmalat - Lasso.

Elaborado por: El investigador

Como se puede observar en la tabla anterior, se repite la misma tendencia de repuestos en existencia sin registro en el sistema de gestión de inventario y algunos registrados que no se encuentran en existencia. Esta diferencia de negativos y positivos equivale a **\$ 2.908,05** favorable para la bodega.

Tabla 8. Registro de Inventario – Repuestos Elecster EA-5000. Área: empaque UHT funda

Cod.	Descripción	Entradas (unidades)	Salidas (unidades)	Repuestos sistema (unidades)	Repuestos en existencia real (unidades)	Diferencia física (unidades)	Costo unitario (\$)	Diferencia económica (\$)
8173840	4062415 support roller nutr	65	-14	51	43	-8	111,21	-889,65
8172798	rodamiento kr22 pp x a	123	-69	54	43	-11	68,77	-756,51
8172905	1210066 filling tube	2	-1	1	1	0	2864,90	0,00
8171323	1426676-202membrane for sterile nozzle membrana circular de caucho rojo de 36x2mm	100	-46	54	54	0	34,95	0,00
8173725	1319277 sterile air nozzle, sealing cabinet	6	-3	3	2	-1	521,43	-521,43
8172906	1204683 rear support for guide bars	10	-8	2	2	0	728,11	0,00
8173851	1311854 drawing roller	5	-3	2	2	0	937,55	0,00
8172868	4061120 joint bearing	78	-44	34	34	0	39,53	0,00
8171320	1210067-206o ring 24 de caucho negro de 40x34x3mm	333	-212	121	185	64	9,38	600,33

Continuación Tabla 8

Cod.	Descripción	Entradas (unidades)	Salidas (unidades)	Repuestos sistema (unidades)	Repuestos en existencia real (unidades)	Diferencia física (unidades)	Costo unitario (\$)	Diferencia económica (\$)
8173913	1426479 sleeve tuning collar	10	0	10	10	0	117,77	0,00
8172877	1319088 connecting rod	8	-7	1	0	-1	861,66	-861,66
8176015	5a603046 frequency converter	1	0	1	1	0	939,53	0,00
8173907	1424027 bearing housing	16	0	16	16	0	57,47	0,00
8173728	69910004 fan + mouting plate	8	-2	6	6	0	163,31	0,00
8172865	475825174 draw spring	36	-10	26	26	0	33,51	0,00
8171311	módulo electrónico de válvula vdee p2m1xdee p2m1v dee2cv	15	-13	2	4	2	206,39	412,78
8173940	1318930 adjusting rod	2	0	2	2	0	260,24	0,00
8172884	4060120 joint bearing	8	0	8	8	0	43,09	0,00
8172981	multi connector electrical head	5	-2	3	1	-2	55,12	-110,24
8173708	1418481 cylinder counterpart	2	0	2	2	0	78,04	0,00
8177032	0210 p0903688 empaquetadora de goma (grande ventana)	1	0	1	1	0	136,64	0,00
8172982	pneumatic head p2m2hxto1	12	-9	3	3	0	46,98	0,00
8173802	1423815 draw lever	2	0	2	2	0	65,06	0,00
8173714	1420924 cylinder fastener	1	0	1	1	0	126,41	0,00
8173323	0021-2858-000 zapata de embrague	9	-8	1	2	1	107,43	107,43
8173897	1416720 shaft	2	0	2	2	0	51,22	0,00
8173950	1427694 fastener	2	0	2	2	0	43,54	0,00
8170352	válvula succión descarga acero inoxidable	17	-16	1	1	0	89,60	0,00
8173896	1421201 distance plate	8	0	8	8	0	8,78	0,00
8171347	1318990receiving plate kit de 2 piezas de acero inoxidable	2	0	2	2	0	35,10	0,00
8173845	1427027 distance ring	4	0	4	4	0	17,14	0,00
8171172	retenedor 33x47x6 (caucho con resorte)	9	-6	3	4	1	14,55	14,55
8173702	41559 wall bracket	1	0	1	1	0	58,44	0,00
8170465	acople para ejes acero de transmisión ejes diámetro 42 y 35 mm dos piezas acople diámetro 110mm	2	-1	1	1	0	47,80	0,00
		927,001	-495,001	432	479		9988,27	10,93

Fuente: Bodega - Planta Parmalat - Lasso.

Elaborado por: El investigador

El comportamiento de los almacenes (Bodegas) se mantiene en cada caso analizado, en esta ocasión, la diferencia desde el punto de vista contable, representa **\$10,93** favorable para la bodega.

Tabla 9. Registro de Inventario – Repuestos Elecsteamer.

Cod.	Descripción	Entradas (unidades)	Salidas (unidades)	Repuestos sistema (unidades)	Repuestos en existencia real (unidades)	Diferencia física (unidades)	Costo unitario (\$)	Diferencia económica (\$)
8172952	1424595 filter housing, sterile filter	4	0,00	4	0	597,32	2389,29	0,00
8172984	5k10251651 dual level relay	4	-697,12	3	0	697,12	2091,35	0,00
8173710	4460141 filter mtp	5	-517,70	4	0	517,70	2070,80	0,00
8172996	1425265 filter housing assembly	2	0,00	2	0	556,94	1113,88	0,00
8173889	4460150 filter u100	2	0,00	2	0	438,30	876,60	0,00
8173821	42010 filter element, steam	9	-1922,63	3	0	320,44	961,31	0,00
8171217	mcy4463u6-402h4cartucho de filtro pall mcy de placas	21	-2685,41	4	-1	167,84	839,19	-167,84
8172899	1202324 resistance spiral	4	-2353,81	0	-1	784,60	784,60	-784,60
8170886	90042-0190valvula solenoide 550	25	-5279,14	0	-2	229,53	459,06	-459,06
8171244	guardamotor 07-1a	68	-3128,50	7	-1	52,14	417,13	-52,14
8173016	4404118 valve vf13 24vac	5	-416,16	3	0	208,08	624,24	0,00
8171269	mtp-95-550cartucho de filtro mtp	15	-5103,19	2	1	364,51	364,51	364,51
8171231	timer digital	7	-486,97	0	-1	81,16	81,16	-81,16
8173925	1427818 fastener spring	8	0,00	8	0	2,44	19,54	0,00
		179	-22590,61	42,00		5018,12	13092,67	-1180,29

Fuente: Bodega - Planta Parmalat - Lasso.

Elaborado por: El investigador

El último caso, arroja una diferencia contable desfavorable para la bodega, o lo que es lo mismo para la empresa, contablemente el almacén representa una deuda de \$ **1.180,29**.

Tabla 10. Resumen de stock de repuestos Elecster EA-5000 y EA-8000.

Valor en repuestos que constan al sistema	\$ 132268,34
Valor en repuestos en existencia real	\$ 136217,03
Diferencia económica (sistema vs bodega)	\$ 3948,69
Diferencia de repuestos (cantidad)	194

Fuente: Tabla 6 - Repuestos Elecster EA-5000 y EA-8000

Elaborado por: El investigador

Tabla 11. Resumen de stock de repuestos Elecster EA-8000.

Costo en stock real (sistema)	\$ 28332,25
Costo en stock actual (bodega)	\$ 31240,3
Diferencia económica (sistema vs bodega)	\$ 2908,05
Diferencia de repuestos (encontrados bodega)	17

Fuente: Tabla 7 - Repuestos Elecster EA-8000

Elaborado por: El investigador

Tabla 12. Resumen de stock de repuestos Elecster EA-5000.

Costo en stock real (sistema)	\$ 31148,2
Costo en stock actual (bodega)	\$ 31159,12
Diferencia económica (sistema vs bodega)	\$ 10,93
Diferencia de repuestos (encontrados bodega)	47

Fuente: Tabla 8 - Repuestos Elecster EA-5000

Elaborado por: El investigador

Tabla 13. Resumen de stock de repuestos Elecsteamer.

Costo en stock real (sistema)	\$ 13092,67
Costo en stock actual (bodega)	\$ 11912,38
Diferencia económica (sistema vs bodega)	\$ -1180,29
Diferencia de repuestos (no encontrados bodega)	-5

Fuente: Tabla 9 - Repuestos elecsteamer

Elaborado por: El investigador

Tabla 14. Resumen de inventario general de repuestos.

Costo en stock real (sistema)	\$ 204841,46
Costo en stock actual (bodega)	\$ 210528,83
Diferencia económica (sistema vs bodega)	\$ 5687,38
Diferencia de repuestos (encontrados bodega)	253

Fuente: Bodega –Resumen de inventario general

Elaborado por: El investigador

De acuerdo a los datos levantados en campo y al análisis realizado en el cuadro anterior, se puede determinar que existe un inadecuado control del inventario de

repuestos, lo que conlleva a tener un desequilibrio de recursos y una mala administración financiera.

Según el sistema de control de repuestos debería existir \$ **204.841,46** en repuestos, pero realmente existen \$ **210.528,83**. Esta diferencia se determinó luego de realizar el inventario en bodega. La diferencia de \$ **5.687,38** es un valor positivo contable, y por ello poco perjudicial para los balances de activos, sin embargo, la omisión de tales cifras está restándole valor al activo general de la compañía y al mismo tiempo revela el poco control de repuestos que se lleva en la empresa; finalmente se encuentra una diferencia física de repuestos extraviados con respecto a los encontrados en bodega es de **253** unidades.

Análisis de rotación de repuestos

Luego de analizar los datos de entradas y salidas de repuestos se determina la lista de los repuestos más utilizados, lo cual se detalla en la Tabla 15 de donde se elaboró una tabla de dispersión para identificar los repuestos con mayor rotación, los cuales se debería procurar tener en bodega.

Tabla 15. Repuestos utilizados con mayor frecuencia.

Prod.	Descripción	Cant. repuestos utilizados	%	Cantidad acumulada	% acumulado
8171265	1318452010drying rubber de caucho 23x5x425	1068	10%	1068	10%
8171205	1105270205draw rubber de lona 1ox4x210	832	8%	1900	18%
8171267	1319305201empaques ranurados 23x3x7	784	7%	2684	25%
8171208	1105270013 counter rubber (sh) empaque lineal de silicon 8x2x190	704	7%	3388	32%
8171318	1319305+204o ring 25 de caucho negro de 31x25x3m m	572	5%	3960	37%
8171256	empaques de caucho 10x25mm (sv)	477	4%	4437	42%
8171264	cable espiral 6hilos	438	4%	4875	46%
8172627	buje de teflón ref 35*25*16	424	4%	5299	50%
8171243	boquilla de lámpara fastener	402	4%	5701	53%
8171248	gasket 51 empaque de caucho negro de 60x62x6mm	360	3%	6061	57%
8171210	1319305213empaques 25 de caucho 25x485x4	298	3%	6359	60%
8171219	tubo fluorescente de 15w luz ultravioleta	279	3%	6638	62%
8171207	1320017204empaques lineales de silicon 10x2x360	222	2%	6860	64%
8171320	1210067+206o ring 24 de caucho negro de 40x34x3mm	212	2%	7072	66%

Continuación Tabla 15

Prod.	Descripción	Cant. repuestos utilizados	%	Cantidad acumulada	% acumulado
8172957	4271016 lock ring a 16	173	2%	7245	68%
8171328	1319263+007insulation	169	2%	7414	69%
8171228	tubo de luz ultravioleta 36w 1200v	157	1%	7571	71%
8171319	1210067+207o ring 38 de caucho negro de 46x38x3mm	149	1%	7720	72%
8170920	321105+203 buje unit drive de bronce de 20x16x16m m	98	1%	7818	73%
8173730	rodamiento 6900	93	1%	7911	74%
8172958	4271010 lock ring	93	1%	8004	75%
8171326	1210184+203lock ring	88	1%	8092	76%
8172137	relé de 8 pines con base 10a 250v	79	1%	8171	76%
8172798	rodamiento kr22 pp x a	69	1%	8240	77%
8173833	4271012 lock ring a12	68	1%	8308	78%
8171244	guardamotor 07+1a	60	1%	8368	78%
8172948	4271008 lock ring	60	1%	8428	79%
8171260	1319263201resistencia 36v 300w l = 300	57	1%	8485	79%
8173841	40184 slide bearing wsm	56	1%	8541	80%
8171238	transformador de lámpara l15a	53	0%	8594	80%
8172979	41876 connectors	53	0%	8647	81%
8171327	1319263+206seguro mecánico de 38x1.5mm	52	0%	8699	81%
8171246	termocupla fe+co	51	0%	8750	82%
8171245	termocupla swit	49	0%	8799	82%
8171339	1105279+204bayonet contact conector para manguera	48	0%	8847	83%
8171323	1426676+202membrane for sterile nozzle membrana circular de caucho rojo de 36x2mm	46	0%	8893	83%
8172868	4061120 joint bearing	44	0%	8937	84%
8172931	tee a/i 3/8" od	43	0%	8980	84%
8172949	4271020 lock ring	42	0%	9022	84%
8171230	contactor 24v	41	0%	9063	85%
8173835	4004128 slotted ball bearing	41	0%	9104	85%
8172864	4070254 oil bronze bearing	40	0%	9144	86%
8171442	6+4302049228oring de caucho 242x3	40	0%	9184	86%
8171259	1210184201resistencia 36v 300w l = 180	38	0%	9222	86%
8172892	1416730 bushing	36	0%	9258	87%
8171329	1318452+209bearing rodamiento de bolas nurt1542 de 35 mm	36	0%	9294	87%
8171198	1210184204resorte de compresión 32x40x43x4	35	0%	9329	87%
8172866	4070302 oil bronze bearing	34	0%	9363	88%
8171227	rollo de plástico 33 de ancho bialon 90 pp	33	0%	9396	88%
8171542	empaque plano plástico 17x22x2	31	0%	9427	88%
8171627	bobina neumática msfg 24 v dc 42v ac	29	0%	9456	89%
8171234	banana plug	29	0%	9485	89%
8172858	1426431 widening bar	29	0%	9514	89%
8172749	1425901 conter rubber, vertical	26	0%	9540	89%
8173832	1423036 screw for guide	25	0%	9565	90%
8171195	lunas	23	0%	9588	90%
8170886	90042+0190válvula solenoide 550	23	0%	9611	90%
8171235	plug rojo	22	0%	9633	90%
8171262	kt5g+2p1112fotocelda+cable 10+30v 100ma dc	21	0%	9654	90%
8172901	5b05305141 analog sensor	20	0%	9674	91%
8173974	470110412 slot head crew	20	0%	9694	91%
8173868	5s00196005 push botton box without	18	0%	9712	91%
8172132	zbe101contacto selector na	18	0%	9730	91%

Continuación Tabla 15

Prod.	Descripción	Cant. repuestos utilizados	%	Cantidad acumulada	% acumulado
8172851	315755+0110 retaining ring shaft din 6799 9 a2	18	0%	9748	91%
8173829	460006010 hex screw	18	0%	9766	91%
8171263	fotosensor	17	0%	9783	92%
8177027	0160 a2172551 anillo 0	17	0%	9800	92%
8173715	460610045 hex sockethead screw	17	0%	9817	92%
8173804	475002506 nut nyloc	17	0%	9834	92%
8171217	mcy4463u6+402h4cartucho de filtro pall mcy de placas	16	0%	9850	92%
8171310	módulo electrónico de válvula v4es p2m1x4es p2d8v 32c5	16	0%	9866	92%
8173734	4273032 lock ring	16	0%	9882	93%
8170352	válvula succión descarga acero inoxidable	16	0%	9898	93%
8171629	termocupla pt100	15	0%	9913	93%
8172852	1064420+0000 washer	15	0%	9928	93%
8173735	476000061 grease nipple angle	15	0%	9943	93%
8173736	475003010 capped nut	15	0%	9958	93%
8173840	4062415 support roller nutr	14	0%	9972	93%
8172185	variador de frecuencia 120w 60+120v	14	0%	9986	93%
8171269	mtp+95+550cartucho de filtro mtp	14	0%	10000	94%
8172943	1421422 cable holder	14	0%	10014	94%
8172947	4270017 lock ring	14	0%	10028	94%
8171311	módulo electrónico de válvula vdee p2m1xdee p2m1v dee2cv	13	0%	10041	94%
8172888	1416714 clutch assembly	13	0%	10054	94%
8173811	5e55210009 hose connector	13	0%	10067	94%
8171337	nut connector neplo e3xagonal 1/8x8"	13	0%	10080	94%
8173800	4241321 resistance cartridge 180	12	0%	10092	94%
8172893	1416742 bushing	12	0%	10104	95%
8173810	5e55210012 hose connector	12	0%	10116	95%
8173849	40186 torsion spring	12	0%	10128	95%
8172788	1426228 studbolt	11	0%	10139	95%
8173813	1423689 counter rubber 360	10	0%	10149	95%
8172865	475825174 draw spring	10	0%	10159	95%
8172781	5x05052136 connector 165298	10	0%	10169	95%
8173873	5s00197111 contact part	10	0%	10179	95%
8173836	1423115 adjustment screw	10	0%	10189	95%
8173837	1423114slide bearing	10	0%	10199	95%
8172889	4902519 elastic element for clutch	10	0%	10209	96%
8173720	1410369 o+ring removal tool	10	0%	10219	96%
8172895	1408372 adjustment plate	10	0%	10229	96%
8172873	1209713 body counter sealing de	9	0%	10238	96%
8172980	4188 connector	9	0%	10247	96%
8172867	1416302 guide bar	9	0%	10256	96%
8173812	5x05033107 connector male, angle	9	0%	10265	96%
8172982	pneumatic head p2m2hxto1	9	0%	10274	96%
8177062	0510 a2172555 anillo 0	9	0%	10283	96%
8177040	0290 a2172339 anillo 0	9	0%	10292	96%
8173707	41555 nail bearing	9	0%	10301	96%
8173863	1423006 drawing roll	8	0%	10309	96%
8172906	1204683 rear support for guide bars	8	0%	10317	97%
8170550	0008+3008+010anillo protector de acero de rodamic ntos 30x615x5	8	0%	10325	97%
8172863	4070166 oil bronze bearing	8	0%	10333	97%
8173891	4296042 dairy nut 51	8	0%	10341	97%
8172790	1416320 spacer	8	0%	10349	97%
8173323	0021+2858+000 zapata de embrague	8	0%	10357	97%
8172985	6540012 fuse t2a	8	0%	10365	97%
8172869	1416303 guide bar vertical motion	7	0%	10372	97%

Continuación Tabla 15

Prod.	Descripción	Cant. repuestos utilizados	%	Cantidad acumulada	% acumulado
8172877	1319088 connecting rod	7	0%	10379	97%
8172860	1418701 film guide	7	0%	10386	97%
8173823	1427076 diaphragm 400	7	0%	10393	97%
8172810	90042+0215 valve body 5/2 unistable	7	0%	10400	97%
8173718	1416307 shaft	6	0%	10406	97%
8173821	42010 filter element, steam	6	0%	10412	97%
8173911	41828 slotted ball bearing	6	0%	10418	98%
8173738	1421450 fixing screw	6	0%	10424	98%
8172909	1416323 cover plate	6	0%	10430	98%
8173853	40537 cylinder c05	6	0%	10436	98%
8173880	441153497 pressure regulator	6	0%	10442	98%
8173731	4329100 double nipple	6	0%	10448	98%
8172944	1423814 bearing housing	6	0%	10454	98%
8172751	1426332 adjusting nut 1,0 l	6	0%	10460	98%
8173878	5s00197405 switch	6	0%	10466	98%
8173263	526690+0000 eje	6	0%	10472	98%
8171231	timer digital	6	0%	10478	98%
8172789	4211236 star knob	6	0%	10484	98%
8171172	retenedor 33x47x6 (caucho con resorte)	6	0%	10490	98%
8172883	4076161 slide bearing	6	0%	10496	98%
8172882	1319109 adjustment wheel assembl	5	0%	10501	98%
8173717	1416306 shaft	5	0%	10506	98%
8172907	1416308 stud bolt	5	0%	10511	98%
8172886	1416715 bearing bushing	5	0%	10516	98%
8172999	41564 ball valve	5	0%	10521	98%
8173712	4271020 lock ring a 20	5	0%	10526	99%
8173506	40524 thermal condenser	5	0%	10531	99%
8172142	3vu9131+3aa00contactos auxiliares	5	0%	10536	99%
8173228	90044+0091 proximity switch	5	0%	10541	99%
8170693	6+31437+01201nut tuerca m34	5	0%	10546	99%
8173828	40449 drum motor	4	0%	10550	99%
8173727	5e25303238 fan	4	0%	10554	99%
8172768	1416769 brake disc	4	0%	10558	99%
8173859	40139 cogged belt	4	0%	10562	99%
8172861	1416290 guide bar	4	0%	10566	99%
8172940	1416299 fastener	4	0%	10570	99%
8173892	41848 swinghandle	4	0%	10574	99%
8173941	5s00197403 switch	4	0%	10578	99%
8173725	1319277 sterile air nozzle, sealing cabinet	3	0%	10581	99%
8173851	1311854 drawing roller	3	0%	10584	99%
8172903	41796 spare part set for peroxide pump	3	0%	10587	99%
8172899	1202324 resistance spiral	3	0%	10590	99%
8173826	41524 conveyor belt	3	0%	10593	99%
8172786	5f15321006 protective switch	3	0%	10596	99%
8173990	1427689 folding shaft	3	0%	10599	99%
8173912	40782202320 sliding bearing	3	0%	10602	99%
8173819	1426416 adjusting screw	3	0%	10605	99%
8172994	1416252 locking nut	3	0%	10608	99%
8171242	termostato de electroválvula	3	0%	10611	99%
8171249	1210067006filling tube nozzle ac. inox.	2	0%	10613	99%
8173809	4241332 resistance cartridge 320 vertical	2	0%	10615	99%
8173737	1416284 shaft	2	0%	10617	99%
8173871	5b20552056 photoel. switch mlv41	2	0%	10619	99%
8173225	1519379+0000 knife fiat	2	0%	10621	99%
8173728	69910004 fan + mouting plate	2	0%	10623	99%
8173884	1416283 sleeve	2	0%	10625	99%

Continuación Tabla 15

Prod.	Descripción	Cant. repuestos utilizados	%	Cantidad acumulada	% acumulado
8172993	1416296 fixing shaft	2	0%	10627	99%
8172192	1311861+shaft folding roller	2	0%	10629	99%
8172194	1311864+shaft	2	0%	10631	100%
8173016	4404118 valve vf13 24vac	2	0%	10633	100%
8173944	1422029 adjustment sleeve	2	0%	10635	100%
8172777	90025+0016 encoder module /modulo codificador tpmc	2	0%	10637	100%
8173818	4004144 slotted ball bearing	2	0%	10639	100%
8173886	5s17310441 magnetic switch 10m	2	0%	10641	100%
8173864	1426028 cip + plug	2	0%	10643	100%
8172807	90232+0103 ph.cell e3s+ct61+d+5m	2	0%	10645	100%
8173722	1426216 guide, adjusting rod	2	0%	10647	100%
8173716	1416380 bushing	2	0%	10649	100%
8173839	1426087 cogged belt wheel machine	2	0%	10651	100%
8173952	1428036 silicon plate	2	0%	10653	100%
8172981	multi connector electrical head	2	0%	10655	100%
8173719	intermediate supply module p2m2bxvoa	2	0%	10657	100%
8173850	1427527 guide teflón	2	0%	10659	100%
8173739	1319270 cover plate	2	0%	10661	100%
8173817	1416295 washer	2	0%	10663	100%
8171322	1311853+202elastic element pion plástico 6 dientes	2	0%	10665	100%
8173824	5e50000312 counter nut	2	0%	10667	100%
8173704	1410172 piston removal tool	2	0%	10669	100%
8173986	1210389 filling tube assembly	1	0%	10670	100%
8172905	1210066 filling tube	1	0%	10671	100%
8172939	1319264 sealing jaw	1	0%	10672	100%
8172984	5k10251651 dual level relay	1	0%	10673	100%
8173710	4460141 filter mtp	1	0%	10674	100%
8173847	1320276 sealling jaw	1	0%	10675	100%
8173963	servomotor	1	0%	10676	100%
8172983	cable p8lmh20m2a	1	0%	10677	100%
8173705	1319311 adjustment tool	1	0%	10678	100%
8173861	1422342 counterpart rof. rev. counter	1	0%	10679	100%
8170465	acople para ejes acero de transmisión ejes diámetro 42 y 35 mm dos piezas acople diámetro 110mm	1	0%	10680	100%
8173916	1417098 window sealing gabinet	1	0%	10681	100%
8173917	1417098 window peroxide gabinet	1	0%	10682	100%
8173918	1417098 window film gabinet	1	0%	10683	100%
8173936	1202153 guiding piston	0	0%	10683	100%
8172960	1311859 folding roller	0	0%	10683	100%
8173937	1210112 filling tube	0	0%	10683	100%
8172952	1424595 filter housing, sterile filter	0	0%	10683	100%
8176010	1424627 axle	0	0%	10683	100%
8173965	1416247 fixin nut	0	0%	10683	100%
8173992	1320680 drawin roller	0	0%	10683	100%
8172193	1318100+shaft	0	0%	10683	100%
8173733	1427015 bearing housing	0	0%	10683	100%
8173913	1426479 sleeven tuming collar	0	0%	10683	100%
8173908	1424028 bearing housing	0	0%	10683	100%
8172996	1425265 filter housing assembly	0	0%	10683	100%
8173900	1319139 frame plate	0	0%	10683	100%
8172859	1418702 film guide	0	0%	10683	100%
8176015	5a603046 frequency converter	0	0%	10683	100%
8173907	1424027 bearing housing	0	0%	10683	100%
8173889	4460150 filter u100	0	0%	10683	100%
8173706	1416710 bearing 30	0	0%	10683	100%

Continuación Tabla 15.

Prod.	Descripción	Cant. repuestos utilizados	%	Cantidad acumulada	% acumulado
8173984	1416303 guide bar vertical mottion	0	0%	10683	100%
8173983	1416302 guide bar horizontal motion	0	0%	10683	100%
8173872	5s00197338 light push button with rubber	0	0%	10683	100%
8173874	5h05193106 led element	0	0%	10683	100%
8173709	1416286 ring	0	0%	10683	100%
8173844	1319769 fixing frame sealing jaw	0	0%	10683	100%
8173967	1321472 hot sealing jaw 1320337	0	0%	10683	100%
8173740	5k15156171 replay plc	0	0%	10683	100%
8173982	41868 angle seat valve	0	0%	10683	100%
8173940	1318930 adjusting rod	0	0%	10683	100%
8173966	1427275 bearing housing w adjustment	0	0%	10683	100%
8172783	5x05051646 connector 166442	0	0%	10683	100%
8173816	1416294 fixing shaft for bearing	0	0%	10683	100%
8173899	1416824 shaft	0	0%	10683	100%
8176012	1319137 fastener	0	0%	10683	100%
8172884	4060120 joint bearing	0	0%	10683	100%
8173977	4273062 lock ring	0	0%	10683	100%
8173726	1420815 screw for nozzle	0	0%	10683	100%
8173888	1416297 lifting shaft	0	0%	10683	100%
8173932	1416298 tightening shaft	0	0%	10683	100%
8173989	460004010 hex screw full thread	0	0%	10683	100%
8172784	5x05051610 connector 165062	0	0%	10683	100%
8172782	5x05052110 insert, female, 6+pole, 120020	0	0%	10683	100%
8173875	5s00197304 push button red	0	0%	10683	100%
8173898	1416820 shaft	0	0%	10683	100%
8173208	1188543+0000 chain	0	0%	10683	100%
8177031	0200 p0903625 ventana (grande	0	0%	10683	100%
8173943	5s00197337 push botton white	0	0%	10683	100%
8173976	470031220 retainer crew	0	0%	10683	100%
8173948	1320300 temp resistance body	0	0%	10683	100%
8172837	927441+0000 nut	0	0%	10683	100%
8173924	5f100563110 circuit breaker	0	0%	10683	100%
8173923	5x25156090 fuse holder	0	0%	10683	100%
8172805	581678+0000 spring	0	0%	10683	100%
8173893	42143 bearing bush	0	0%	10683	100%
8173926	1427821 fastener brake belt	0	0%	10683	100%
8173991	1427116 axie gude bearing	0	0%	10683	100%
8173942	5s00197302 push botton	0	0%	10683	100%
8173708	1418481 cylinder counterpart	0	0%	10683	100%
8173930	1315449 photocell fastener	0	0%	10683	100%
8177032	0210 p0903688 empaquetadora de goma (grande ventana)	0	0%	10683	100%
8173988	460806010 hex sockethead acrew	0	0%	10683	100%
8173894	41822 lock cilynder	0	0%	10683	100%
8173885	1426939 fastener safety lock	0	0%	10683	100%
8173906	4296606 ring	0	0%	10683	100%
8173802	1423815 draw lever	0	0%	10683	100%
8173714	1420924 cylinder fastener	0	0%	10683	100%
8173860	1416375 counterpart	0	0%	10683	100%
8173978	4271025 lock ring	0	0%	10683	100%
8177300	00313907 revisiedeel	0	0%	10683	100%
8173897	1416720 shaft	0	0%	10683	100%
8177339	00317049 muelle dn15	0	0%	10683	100%
8172973	900300+0096 conexión codo w12l71	0	0%	10683	100%
8173950	1427694 fastener	0	0%	10683	100%
8173854	1426348 insulating aleeve for sensor	0	0%	10683	100%
8173896	1421201 distance plate	0	0%	10683	100%

Continuación Tabla 15.

Prod.	Descripción	Cant. repuestos utilizados	%	Cantidad acumulada	% acumulado
8171347	1318990receiving plate kit de 2 piezas de acero i noxidable	0	0%	10683	100%
8173845	1427027 distance ring	0	0%	10683	100%
8173947	1412195 fastener spring	0	0%	10683	100%
8173970	460005040 hex screw bell bullthread	0	0%	10683	100%
8173702	41559 wall bracket	0	0%	10683	100%
8173968	460406012 hex socketthead screw	0	0%	10683	100%
8173969	470100610 slot head screw a2	0	0%	10683	100%
8173925	1427818 fastener spring	0	0%	10683	100%
8172844	31211150335 screw iso4762 m5x30	0	0%	10683	100%
		10683	100%		

Fuente: El autor.

Elaborado por: El investigador.

Con los datos de rotación de repuestos presentados en la Tabla 15 se calculan datos necesarios para construir la tabla de frecuencia. (Rustom, 2012)

Número de observaciones $n = 292$

<i>Rango</i>	<i>Intervalo</i>	<i>Amplitud</i>
$R = X_{max} - X_{min}$	<i>Regla de Sturges</i>	$A = \frac{R}{K}$
$R = 1068 - 0$	$K = 1 + 3,322 \log n$	
$R = 1068$	$K = 1 + 3,322 \log 292$	$A = \frac{1068}{9}$
	$K = 9,19$	$A = 118,66$
	$K \approx 9$	$A \approx 119$

Finalmente, con los datos obtenidos se construye la tabla de frecuencia, el cual nos dio un intervalo de clase de 9 con una amplitud de 119 y un rango de 1068.

Tabla 16. Tabla de frecuencias de rotación de repuestos.

		Intervalos	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa	Frecuencia absoluta acumulada	Frecuencia relativa acumulada
Menor rotación	A	[0 ; 119)	274	93.84	274	93.84
	B	[119 ; 237)	6	2.05	280	95.89
	C	[237 ; 356)	2	0.68	282	96.58
	D	[356 ; 475)	4	1.37	286	97.95
	E	[475 ; 593)	2	0.68	288	98.63
Mayor rotación	F	[593 ; 712)	1	0.34	289	98.97
	G	[712 ; 831)	1	0.34	290	99.32
	H	[831 ; 949)	1	0.34	291	99.66
	I	[949 ; 1068]	1	0.34	292	100.00
Total			292	100		

Fuente: El autor.

Elaborado por: El investigador.

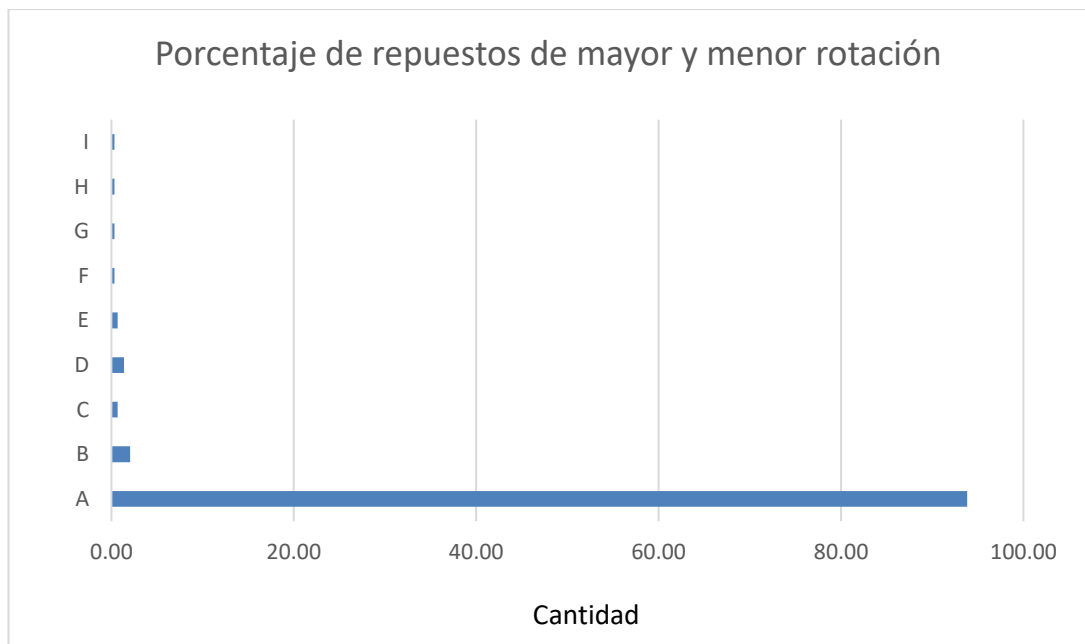


Figura 3. Gráfico porcentaje de repuestos de mayor y menor rotación

Fuente: El autor.

Elaborado por: El investigador.

Una vez realizado el cálculo de Frecuencias Rotacionales de Repuestos (Ver Tabla 16), que dentro de todos los intervalos de productos, el rango de 0 a 119 contiene 274 repuestos en stock, siendo así el intervalo de menor rotación con un porcentaje de 93.84% de repuestos disponibles, mientras que los intervalos de rango de 119 a 237, de 593 a 712, de 712 a 831, de 831 a 949 y de 949 a 1068, contiene un solo repuesto en stock por cada intervalo, siendo estos intervalos los de mayor rotación con un porcentaje de repuestos disponibles del 0,34% por cada intervalo de productos

Cruzando la información de los repuestos que se tiene en bodega versus los repuestos que usa la empresa encontramos que 83 ítems de repuestos que se almacenan no han sido utilizados en ninguna ocasión en un universo de 292 repuestos en existencia. Los recursos invertidos en repuestos de baja rotación alcanzan los \$ **14.723,61**.

Mantenimiento correctivo actual no planificado en las envasadoras asépticas de leche UHT Elecster EA-5000 y EA-8000.

La planta de lácteos Parmalat, registra retrasos en su producción de leche UHT, en consecuencia, se provocan pérdidas económicas para la empresa y la insatisfacción de sus clientes. Por lo tanto, es indispensable realizar y ejecutar un plan de mantenimiento preventivo, que garantice la vida útil de las máquinas evitando las paradas no programadas.

En el siguiente esquema se visualiza el tipo de mantenimiento que se ejecuta actualmente en las máquinas:

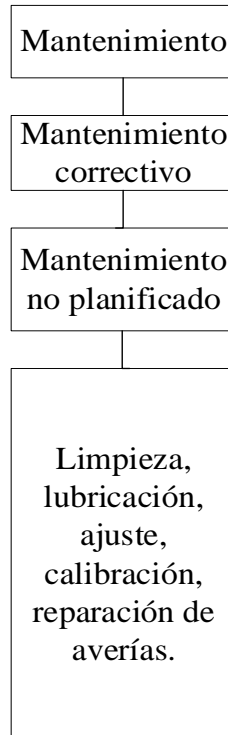


Figura 4. Mtto. Correctivo actual - Elecster EA-5000 y EA-8000.

Fuente: Organización y gestión integral de mantenimiento- Santiago García Garrido 2003.

Elaborado por: El investigador.

El mantenimiento correctivo no programado no solo genera pérdidas por las paradas repentinas del equipo que descontrolan la planificación de la producción, sino que además es el tipo de mantenimiento más costoso. Un equipo al que no se le proporciona un mantenimiento programado, reacciona con un desgaste de componentes que normalmente no deberían ser afectados, los cuales suelen ser más costosos y no se encuentran fácilmente en stock. Estos detalles son decisivos para considerar un cambio de tipo de gestión de mantenimiento.

Mantenimiento Preventivo a efectuar- Elecster EA-5000 yEA-8000.

La empresa de fabricación de productos Lácteos “Parmalat” Ecuador al no hacer énfasis en la reducción de la cantidad de paradas no programadas de las máquinas, a través de un sistema que ayude y facilite la planificación de un mantenimiento preventivo, corre el riesgo de la reducción de los niveles de producción y competitividad, debido a la necesidad de requerir recursos adicionales que permitan

reducir las paradas no programadas dentro del proceso de la elaboración del producto.

El mantenimiento preventivo programado presenta varias ventajas, como llevar un control del estado de los equipos, reduce costos asociados al mismo y las reparaciones, promueve una mejor programación y ejecución de la producción. No se puede asegurar que los equipos no fallarán de manera repentina, pero se puede predecir de forma más exacta su disponibilidad. Para ello se ha seleccionado una alternativa que pretende ser más eficiente y se presenta a continuación:

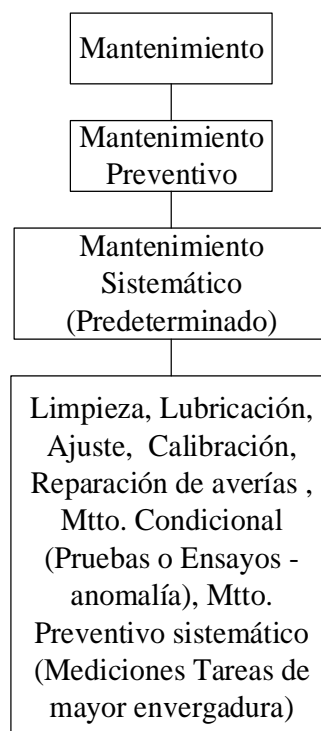


Figura 5. Mtto. Preventivo a Efectuar- Elecster EA-5000 y EA-8000.

Fuente: Organización y gestión integral de mantenimiento- Santiago García Garrido 2003.

Elaborado por: El investigador.

Como se observa, en la Figura 5, se ha seleccionado el mantenimiento sistemático para las actividades que se deben realizar permanentemente en los equipos y adicionalmente se selecciona el mantenimiento correctivo planificado para realizar las reparaciones que sean necesarias por la fatiga normal de los componentes de las diferentes maquinarias. Con esto se pretende reducir los parámetros como el TPEF y TPEP los cuales serán analizados a posteriori.

Datos estadísticos de fallas de equipos.

Actualmente la planta de lácteos no cuenta con un historial documental de fallas de los equipos. Esto, como ya se ha indicado imposibilita una acertada toma de decisiones respecto a la planificación de la producción por cuanto no existe una tendencia que indique si hay probabilidades o no de que cualquier equipo incurra en una falla.

- **Número de Mantenimientos.**

Antes de calcular los parámetros de mantenimiento es necesario citar y analizar la información que se ha ido recopilando en el periodo de análisis. La Tabla 17 y Tabla 18 muestran los datos de mantenimiento correctivo que se ha realizado en las máquinas Elecster EA-5000 y EA-8000 respectivamente. Estos datos fueron tomados a partir del mes de agosto de 2018.

En ella es posible detallar, el tipo de mantenimiento (que es correctivo, ya que, como se ha indicado, Parmalat Ecuador, S.A., no posee una cultura de mantenimiento preventivo), indicando el motivo de la parada en concreto, y aspectos tan medulares como la fecha y el tiempo de duración de la parada que es obviamente, igual al tiempo de improductividad de la línea de producción o de la máquina y los repuestos, partes y piezas necesarias para llevar a cabo el mencionado proceso de mantenimiento.

Tabla 17. Registro de Mtto. Correctivo – Llenadora Elecster EA-5000.

Agosto															
Cant.	Código	Detalle de Mtto. Correctivo	Mantenimiento correctivos					Paradas	Horas totales Mtto.	Horas operación		Horas en reposo	Horas pérdidas en producción	Observaciones	
			Hora inicio	Fecha inicio	Hora final	Fecha de final	FDS (hora / fecha)			Hora inicio	Hora fin				
4	8171256	Empaque de caucho 10x25mm	8:10	21/08/2018	9:50	21/08/2018		1	1:40	6:00	22:00	8:00	1:40	O ring 49	
4	8171211	1319397214oring de caucho 69x55	11:30	21/08/2018	18:20	21/08/2018			6:50	6:00	22:00	8:00	6:50	O ring 69	
Septiembre															
Cant.	Código	Detalle de Mtto. Correctivo	Mantenimiento correctivos					Paradas	Horas totales Mtto.	Horas operación		Horas en reposo	Horas pérdidas en producción	Observaciones	
			Hora inicio	Fecha inicio	Hora final	Fecha de final	FDS (hora / fecha)			Hora inicio	Hora fin				
2	8171208	1105270013empaques lineal de silicón 8x2x190	6:50	06/09/2018	17:10	06/09/2018		1	10:20	6:00	22:00	8:00	10:20	Counter rubber horizontal	
1	8171205	1105270205draw rubber de lona 1ox4x210	18:00	06/09/2018	22:45	06/09/2018			4:45	6:00	22:00	8:00	4:45	Goma amarilla verde	
Octubre															
Cant.	Código	Detalle de Mtto. Correctivo	Mantenimiento correctivos					Paradas	Horas totales Mtto.	Horas operación		Horas en reposo	Horas pérdidas en producción	Observaciones	
			Hora inicio	Fecha inicio	Hora final	Fecha de final	FDS (hora / fecha)			Hora inicio	Hora fin				
1	8171256	Empaque de caucho 10x25mm	8:30	13/10/2018	11:15	13/10/2018		1	2:45	6:00	22:00	8:00	2:45	O ring 49	
1	8171211	1319397214oring de caucho 69x55	16:10	13/10/2018	18:18	13/10/2018			2:08	6:00	22:00	8:00	2:08	O ring 69	
1	8171319	1210067-207o ring 38 de caucho negro de 46x38x3mm	18:55	13/10/2018	9:35	14/10/2018	6:00		15/10/2018	35:05	6:00	22:00	8:00	6:40	O ring 38 tapones
1	8171315	Gasket 42 empaque de caucho negro de 48x42x3mm	14:24	29/10/2018	18:40	30/10/2018			1	28:16	6:00	22:00	8:00	20:16	O ring 42 tapones
Noviembre															
Cant.	Código	Detalle de Mtto. Correctivo	Mantenimiento correctivos					Paradas	Horas totales Mtto.	Horas operación		Horas en reposo	Horas pérdidas en producción	Observaciones	
			Hora inicio	Fecha inicio	Hora final	Fecha de final	FDS (hora / fecha)			Hora inicio	Hora fin				
1	8173853	1321161 harness counter assembly	7:20	08/11/2018	8:13	08/11/2018		1	0:53	6:00	22:00	8:00	0:53	Cylinder, prensas verticales cabezales c y d	
1	8171341	Nut conector 1/8" racor de 1/8"x6"	8:33	08/11/2018	18:03	08/11/2018			9:30	6:00	22:00	8:00	1:30	Nut connector, prensas verticales cabezales c y d	
4	8173040	Rodamiento 5302 2rs	18:35	08/11/2018	18:50	08/11/2018			0:15	6:00	22:00	8:00	0:15	Rodamientos presas horizontales	
4	8171208	1105270013empaques lineal de silicon 8x2x190	21:30	08/11/2018	23:10	08/11/2018			1:40	6:00	22:00	8:00	1:40	Counter rubber	
1	8171204	1210184002hot seal jaw	17:00	24/11/2018	8:32	25/11/2018	6:00	26/11/2018	1	37:00	6:00	22:00	8:00	7:32	Cabezal d
Diciembre															
Cant.	Código	Detalle de Mtto. Correctivo	Mantenimiento correctivos					Paradas	Horas totales Mtto.	Horas operación		Horas en reposo	Horas pérdidas en producción	Observaciones	
			Hora inicio	Fecha inicio	Hora final	Fecha de final	FDS (hora / fecha)			Hora inicio	Hora fin				
4	8171205	1105270205draw rubber de lona 1ox4x210	16:08	15/12/2018	17:46	15/12/2018		1	1:38	6:00	22:00	8:00	1:38	Draw rubber, cabezales c y d	
2	8171208	1105270013empaques lineal de silicon 8x2x190	18:08	15/12/2018	19:58	15/12/2018			1:50	6:00	22:00	8:00	1:50	Counter rubber, cabezales c y d	
2	8171207	1320017204empaques lineal de silicon 10x2x360	21:00	15/12/2018	8:00	16/12/2018	6:00		17/12/2018	33:00	6:00	22:00	8:00	3:00	Counter rubber vertical
12	8171267	1319305201empaques ranurado 23x3x7	6:30	17/12/2018	8:03	17/12/2018		1	1:33	6:00	22:00	8:00	1:33	Retenedor de peróxido	
4	8172627	Buje de teflón ref 35*25*16	15:10	17/12/2018	18:00	17/12/2018			2:50	6:00	22:00	8:00	2:50	Bujes de teflón	
12	8171211	1319397214oring de caucho 69x55	20:13	17/12/2018	10:09	18/12/2018			13:56	6:00	22:00	8:00	5:56	O ring 69	
8	8171256	Empaque de caucho 10x25mm	16:18	17/12/2018	8:12	22/12/2018			111:54	6:00	22:00	8:00	71:54	O ring 49	
2	8171268	Membrana para tanque de expansión ø18 con 8 agujeros (diafragma de silicon)	9:20	17/12/2018	12:15	20/12/2018			74:55	6:00	22:00	8:00	50:55	Membrana para tanque de expansión	

Continuación Tabla 17

Diciembre														
2	8171195	Lunas	16:28	17/12/2018	8:18	24/12/2018			159:50	6:00	22:00	8:00	103:50	Visor
2	8171315	Gasket 42 empaque de caucho negro de 48x42x3mm	7:10	17/12/2018	8:23	18/12/2018			25:13	6:00	22:00	8:00	17:13	O ring 42
6	8171318	1319305-204o ring 25 de caucho negro de 31x25x3m m	11:38	17/12/2018	14:26	20/12/2018			74:48	6:00	22:00	8:00	50:48	O ring 25
4	8171319	1210067-207o ring 38 de caucho negro de 46x38x3mm	19:43	17/12/2018	21:27	19/12/2018			49:44	6:00	22:00	8:00	33:44	O ring 38
4	8171320	1210067-206o ring 24 de caucho negro de 40x34x3mm	16:48	29/12/2018	7:20	30/12/2018	6:00	31/12/2018	37:12	6:00	22:00	8:00	6:32	O ring 34
1	8171215	Mcy4463phhcartucho para filtro pall mcs	16:53	29/12/2018	18:33	29/12/2018			1:40	6:00	22:00	8:00	1:40	Filtro de vapor elecsteamer
Enero														
Cant.	Código	Detalle de Mtto. Correctivo	Mantenimiento correctivos				FDS (hora / fecha)	Paradas	Horas totales Mtto.	Horas operación		Horas en reposo	Horas pérdidas en producción	Observaciones
			Hora inicio	Fecha inicio	Hora final	Fecha de final				Hora inicio	Hora fin			
2	8171204	1210184002hot seal jaw	17:00	02/01/2019	9:10	05/01/2019		1	64:10	6:00	22:00	8:00	40:10	Mantenimiento parte motriz
1	8171311	Modulo electrónico de válvula vdee p2m1xdee p2m1v dee2cv	10:36	18/01/2019	13:30	21/01/2019		1	74:54	6:00	22:00	8:00	50:54	Electroválvula parker
2	8171310	Modulo electrónico de válvula v4es p2m1x4es p2d8v 32c5	15:38	18/01/2019	18:50	19/01/2019			27:12	6:00	22:00	8:00	19:12	Electroválvula parker
4	8173869	Push button box	14:40	18/01/2019	17:00	18/01/2019			2:20	6:00	22:00	8:00	2:20	Caja de botones pulsadores
6	8173873	Contact part	7:15	18/01/2019	11:40	18/01/2019			4:25	6:00	22:00	8:00	4:25	Contactos de caja de control operacional
2	8172578	353101-133 cable at-sl	18:00	22/01/2019	8:20	23/01/2019		1	14:20	6:00	22:00	8:00	6:20	Cable sensor balancín, cabezal c y d
								11	918:31:00				543:58	

Fuente: El autor.

Elaborado por: El investigador.

La Tabla 16 refleja los mantenimientos específicos realizados a la máquina Elecster EA-5000, se pueden identificar repuestos resaltados en amarillo los cuales son recurrentes en el periodo analizado, están relacionados con el sistema eléctrico del equipo y evidencian fallos repetitivos los cuales deben ser estudiados para encontrar su raíz. Por otra parte, se registran 12 reparaciones en el semestre analizado, que suman 918:31 horas, lo cual es sinónimo de tiempo improductivo por parada de la máquina generado por las correcciones necesarias para operativizar de nuevo el equipo.

Tabla 18. Registro de Mtto. Correctivo – Llenadora Elecster EA-8000

Agosto															
Cant.	Código	Detalle de Mtto. Correctivo	Mantenimiento correctivos				FDS (hora / fecha)	Paradas	Horas totales Mtto.	Horas operación		Horas en reposo	Horas pérdidas en producción	Observaciones	
			Hora inicio	Fecha inicio	Hora final	Fecha de final				Hora inicio	Hora fin				
4	8173040	Rodamiento 5302 2rs	16:37	11/08/2018	21:10	11/08/2018		1	4:33	6:00	22:00	8:00	4:33	Rodamientos presas horizontales	
4	8171208	1105270013empaque lineal de silicon 8x2x190	16:00	11/08/2018	6:10	12/08/2018	6:00		13/08/2018	38:00	6:00	22:00	8:00	6:10	Counter rubber
1	8171204	1210184002hot seal jaw	6:46	11/08/2018	21:00	11/08/2018			14:14	6:00	22:00	8:00	14:14	Cabezal d	
Septiembre															
Cant.	Código	Detalle de Mtto. Correctivo	Mantenimiento correctivos				FDS (hora / fecha)	Paradas	Horas totales Mtto.	Horas operación		Horas en reposo	Horas pérdidas en producción	Observaciones	
			Hora inicio	Fecha inicio	Hora final	Fecha de final				Hora inicio	Hora fin				
4	8171205	1105270205draw rubber de lona 10x4x210	20:07	13/09/2018	8:12	14/09/2018		1	12:05	6:00	22:00	8:00	4:05	Draw rubber, cabezales c y d	
2	8171208	1105270013empaque lineal de silicon 8x2x190	18:47	13/09/2018	7:03	14/09/2018			12:16	6:00	22:00	8:00	4:16	Counter rubber, cabezales c y d	

Continuación Tabla 18

Octubre														
Cant.	Código	Detalle de Mtto. Correctivo	Mantenimiento correctivos				FDS (hora / fecha)	Paradas	Horas totales Mtto.	Horas operación		Horas en reposo	Horas pérdidas en producción	Observaciones
			Hora inicio	Fecha inicio	Hora final	Fecha de final				Hora inicio	Hora fin			
2	8171208	1105270013empaques lineales de silicona 8x2x190	10:36	22/10/2018	17:46	23/10/2018	1	31:10	6:00	22:00	8:00	23:10	Counter rubber, cabezales c y d	
4	8171205	1105270205draw rubber de lona 10x4x210	15:38	22/10/2018	19:58	22/10/2018		4:20	6:00	22:00	8:00	4:20	Draw rubber, cabezales c y d	
2	8171207	1320017204empaques lineales de silicona 10x2x360	7:15	22/10/2018	8:00	23/10/2018		24:45	6:00	22:00	8:00	16:45	Counter rubber vertical	
12	8171267	1319305201empaques ranurados 23x3x7	18:00	22/10/2018	8:03	23/10/2018		14:03	6:00	22:00	8:00	6:03	Retenedor de peróxido	
4	8172627	Buje de teflon ref 35*25*16	8:33	22/10/2018	16:48	23/10/2018		32:15	6:00	22:00	8:00	24:15	Bujes de teflón	
12	8171211	1319397214oring de caucho 69x55	18:35	22/10/2018	16:00	23/10/2018		21:25	6:00	22:00	8:00	13:25	O ring 69	
8	8171256	Empaque de caucho 10x25mm	11:38	22/10/2018	21:00	22/10/2018		9:22	6:00	22:00	8:00	9:22	O ring 49	
2	8171268	Membrana para tanque de expansión ø18 con 8 agujeros (diafragma de silicona)	13:43	22/10/2018	8:33	23/10/2018		18:50	6:00	22:00	8:00	10:50	Membrana para tanque de expansión	
2	8171195	Lunas	9:48	22/10/2018	18:35	22/10/2018		8:47	6:00	22:00	8:00	8:47	Visor	
2	8171315	Gasket 42 empaque de caucho negro de 48x42x3mm	16:00	22/10/2018	21:30	23/10/2018		29:30	6:00	22:00	8:00	21:30	O ring 42	
6	8171318	1319305-204o ring 25 de caucho negro de 31x25x3mm	12:48	22/10/2018	12:15	24/10/2018		47:27	6:00	22:00	8:00	31:27	O ring 25	
4	8171319	1210067-207o ring 38 de caucho negro de 46x38x3mm	19:20	22/10/2018	8:18	23/10/2018		12:58	6:00	22:00	8:00	4:58	O ring 38	
4	8171320	1210067-206o ring 24 de caucho negro de 40x34x3mm	12:48	22/10/2018	8:23	23/10/2018		19:35	6:00	22:00	8:00	11:35	O ring 34	
1	8171215	Mcy4463phcartucho para filtro pall mcs	19:18	22/10/2018	7:12	24/10/2018		35:54	6:00	22:00	8:00	19:54	Filtro de vapor elecsteamer	
Noviembre														
Cant.	Código	Detalle de Mtto. Correctivo	Mantenimiento correctivos				FDS (hora / fecha)	Paradas	Horas totales Mtto.	Horas operación		Horas en reposo	Horas pérdidas en producción	Observaciones
			Hora inicio	Fecha inicio	Hora final	Fecha de final				Hora inicio	Hora fin			
1	8171311	Módulo electrónico de válvula vdee p2m1xdee p2m1v dee2cv	15:13	15/11/2018	6:35	19/11/2018	1	87:22	6:00	22:00	8:00	55:22	Electroválvula parker	
2	8171310	Módulo electrónico de válvula v4es p2m1x4es p2d8v 32c5	8:48	15/11/2018	19:58	16/11/2018		35:10	6:00	22:00	8:00	27:10	Electroválvula parker	
4	8173869	Push button box	13:37	15/11/2018	6:30	16/11/2018		16:53	6:00	22:00	8:00	8:53	Caja de botones pulsadores	
6	8173873	Contact part	20:49	15/11/2018	15:10	19/11/2018		90:21	6:00	22:00	8:00	58:21	Contactos de caja de control operacional	
1	8172901	5s10380016 door switch	10:01	15/11/2018	20:13	16/11/2018		34:12	6:00	22:00	8:00	26:12	Sensor balancín, cabezal d	
2	8172578	353101-133 cable at-sl	12:13	16/11/2018	7:10	17/11/2018		18:57	6:00	22:00	8:00	10:57	Cable sensor balancín, cabezal c y d	
Diciembre														
Cant.	Código	Detalle de Mtto. Correctivo	Mantenimiento correctivos				FDS (hora / fecha)	Paradas	Horas totales Mtto.	Horas operación		Horas en reposo	Horas pérdidas en producción	Observaciones
			Hora inicio	Fecha inicio	Hora final	Fecha de final				Hora inicio	Hora fin			
2	8171204	1210184002hot seal jaw	11:48	21/12/2018	7:00	26/12/2018	1	115:12	6:00	22:00	8:00	115:12	Mantenimiento parte motriz	

6 789:36:00

347:57

Fuente: El autor.

Elaborado por: El investigador.

La Tabla 18 muestra los mantenimientos de la Elecster EA-8000, se pueden identificar repuestos resaltados en amarillo los cuales poseen la misma tendencia a la repetición que en el caso anterior en el periodo analizado, estos también están relacionados con el sistema eléctrico del equipo y muestran desperfectos que se repiten y que deben ser estudiados para encontrar su raíz. Por otra parte, se registran 6 reparaciones en el semestre en cuestión, con un total de 789:36 horas utilizadas en el mantenimiento correctivo aplicado.

Es necesario resumir estos valores en un cuadro que permita visualizar de forma más clara los datos para hacer un análisis, para lo cual se presenta la Tabla 19.

Tabla 19. Resumen de Mtto. Correctivo – Elecster EA-8000 y EA-5000.

Número de paradas por mantenimiento correctivo							
Máquinas	ago.	sep.	oct.	nov.	dic.	ene.	Total
Elecster ea-5000	1	1	2	2	3	3	12
Elecster ea-8000	1	1	1	2	1	0	6
paras							18

Fuente: El autor.

Elaborado por: El investigador.

Aunado a los 18 mantenimientos correctivos aplicados, estos tuvieron en conjunto una duración total de 1.708:07 horas, lo cual representa un tiempo improductivo, invertido en un mantenimiento que se pudo abordar en un protocolo planificado que, solventase las posibles fallas que presentase cada maquinaria.

Actualmente el mantenimiento correctivo arranca en el momento que la máquina se detiene, posteriormente el supervisor a cargo comunica al mecánico asignado sobre las dificultades e inconvenientes, para que finalmente tome acciones frente a este problema e inicie las actividades inherentes a la corrección a la que haya lugar.

El número de mantenimientos correctivos en la ELECSTER EA-5000 suma 12, mientras que en la ELECSTER EA-8000 suman 6, durante el periodo agosto del 2018 a enero del 2019, como se demuestra en la Tabla 18.

Indicadores de gestión de mantenimiento.

Los indicadores de gestión son medidas utilizadas para determinar resultados cuantificables del comportamiento y desempeño de un proceso, permite medir la calidad de los trabajos y el grado de cumplimiento de los planes de mantenimiento. Para el presente proyecto se considera la utilización de los siguientes indicadores de mantenimiento:

- Indicador Tiempo Promedio Entre Fallas TPEF.
- Indicador Tiempo Promedio Entre Paradas TPEP.

- Indicador de Disponibilidad.
- Indicador de Cumplimiento de Actividades de Mantenimiento.

Es importante mencionar que el estudio fue realizado en un periodo de 6 meses, en donde las máquinas operan 16 horas diarias correspondientes a dos turnos del personal, durante 6 días a la semana y 24 días al mes.

Indicador tiempo promedio entre fallas (TPEF).

Permite conocer la frecuencia con que suceden las averías, este indicador proporciona el tiempo promedio que un equipo puede funcionar sin detenerse (el tiempo que transcurrió hasta que se presentó una falla) (García., 2003).

Ecuación 1. Ecuación para calcular el tiempo promedio entre fallas (TPEF) Elecster EA-5000:

$$TPEF = \frac{\text{tiempototaldefuncionamiento}}{\text{númerodefallos}}$$

Tiempo total de funcionamiento = 2304 horas de trabajo

$$TPEF_{EA-5000} = \frac{2304}{12}$$

$$TPEF_{EA-5000} = 192 \text{ horas/fallo}$$

Según datos establecidos la máquina Elecster EA-5000 va presentar una falla cada 192 horas (cada 8 días).

Ecuación 2. Ecuación para calcular el tiempo promedio entre fallas (TPEF) Elecster EA-8000:

$$TPEF = \frac{\text{tiempototaldefuncionamiento}}{\text{númerodefallos}}$$

Tiempo total de funcionamiento = 2304 horas de trabajo

$$TPEF_{EA-8000} = \frac{2304}{6}$$

$$TPEF_{EA-8000} = 384 \text{ horas/fallo}$$

Según datos establecidos la máquina Elecster EA-8000 va presentar una falla cada 384 horas (cada 16 días).

Indicador tiempo promedio entre paradas (TPEP).

Este indicador permite determinar el tiempo promedio que se demora en reparar un equipo tras una falla (García., 2003).

Ecuación 3. Ecuación para calcular el tiempo promedio entre paradas (TPEP) Elecster ea-5000:

$$TPEP = \frac{\text{tiempo total de inactividad por mtto. correctivo}}{\text{numero de fallos}}$$

$$TPEP_{EA-5000} = \frac{\text{tiempo total de inactividad por mtto. correctivo}}{\text{numero de fallos}}$$

$$TPEP_{EA-5000} = \frac{918.31}{12}$$

$$TPEP_{EA-5000} = 76,53 \text{ horas/para}$$

Este cálculo indica el TPEP para la Elecster 5000 que cada fallo tiene un tiempo promedio de 77 horas en ser resuelto.

Ecuación 4. Ecuación para calcular el tiempo promedio entre paradas (TPEP) Elecster ea-8000:

$$TPEP_{EA-8000} = \frac{\text{tiempo total de inactividad por mtto. correctivo}}{\text{numero de fallos}}$$

$$TPEP_{EA-8000} = \frac{789.36}{6}$$

$$TPEP_{EA-8000} = 131,56 \text{ horas/para}$$

El TPEP para la Elecster 8000 indica que las fallas demoran aproximadamente 132 horas en ser rehabilitadas.

Estos valores son altos debido al manejo inadecuado de los repuestos, los cuales no se encuentran ordenados o sencillamente no hay en existencia y deben ser importados desde la empresa fabricante.

Indicador de cumplimiento.

Es la proporción de órdenes que se acabaron en la fecha programada. Miden el grado de acierto de la planificación, permite ver la situación del proceso en todo momento y disponer de los recursos necesarios para prevenir y cumplir realmente con las necesidades de producción de la Planta (García., 2003).

Ecuación 5. Ecuación para calcular el indicador de cumplimiento del equipo.

$$IC = \frac{\text{Mantenimiento ejecutado}}{\text{Mantenimiento programado}} * 100\%$$

No se puede calcular porque no se programa ningún tipo de mantenimiento para ninguna de las máquinas, razón por la cual se establecerán formatos necesarios para contar con este indicador.

Indicador disponibilidad.

Es el cociente de dividir el número de horas que un equipo ha estado disponible para producir y el número de horas totales de un periodo. Es el indicador que muestra el porcentaje de tiempo en el que el equipo estuvo disponible para la producción. Para un estudio mensual, trimestral, semestral o anual, se contabiliza las horas calendario del periodo y se les resta las horas en el que el equipo fue sometido a cualquier tipo de mantenimiento, siempre y cuando este mantenimiento requiera de una parada obligatoria por averías o ajustes, durante el ciclo de vida del proyecto, de esta etapa son responsables el Jefe y el Técnico de mantenimiento (García., 2003).

Ecuación 6. Ecuación para calcular la disponibilidad de la máquina Elecster EA-5000

$$DISPONIBILIDAD = \frac{\text{horas totales} - \sum \text{horas parada por mtto.}}{\text{horas totales}}$$

$$DISP_{EA-5000} = \frac{2304 - 918.31}{2304}$$

$$DISP_{EA-5000} = \frac{1452}{2304}$$

$$DISP_{EA-5000} = 0.60 * 100$$

$$DISP_{EA-5000} = 60\% \text{ disponibilidad}$$

Ecuación 7. Ecuación para calcular la disponibilidad de la máquina Elecster EA-8000.

$$DISPONIBILIDAD = \frac{\text{horas totales} - \sum \text{horas parada por mtto.}}{\text{horas totales}}$$

$$DISP_{EA-8000} = \frac{2304 - 789.36}{2304}$$

$$DISP_{EA-8000} = \frac{1585}{2304}$$

$$DISP_{EA-8000} = 0.66 * 100$$

$$DISP_{EA-8000} = 66\% \text{ disponibilidad}$$

Resumen de los indicadores de gestión de mantenimiento.

Es importante mencionar que antes de iniciar la investigación no se llevaba un control de Indicadores de Gestión Clave periódico, por lo cual no se tiene un histórico que se respalde los datos obtenidos en la investigación. En el periodo de agosto del 2018 a enero del 2019, se logró obtener los datos de fallas antes presentados. Estos indicadores permitirán llevar un control adecuado de los mantenimientos y servirán al departamento de producción para realizar planes de producción reales basados en la disponibilidad de sus equipos.

Tabla 20. Indicadores de Gestión de Mantenimiento.

Indicadores de Gestión de Mantenimiento				
N°	Descripción	Formula	Responsable	Documentos
1	Indicador Tiempo Promedio Entre Fallas	$TPEF = \frac{TFuncionamiento}{N^{\circ} \text{ fallos}}$	Jefe del Mantenimiento	Historial de fallas
2	Indicador Tiempo Promedio Entre Paradas	$TPEP = \frac{TInactividad}{N^{\circ} \text{ fallos}}$	Jefe del Mantenimiento y Técnico de Mantenimiento	Reportes de Mantenimiento Correctivo e Historial de fallas
3	Indicador de Disponibilidad	$DISP = \frac{TPEF}{TPEF+TPEP} * 100\%$	Jefe del Mantenimiento y el Analista de Mantenimiento	Historial de fallas, Ordenes de trabajo.
4	Indicador de Cumplimiento	$IC = \frac{Mtto. Ejecutado}{Mtto. Programado} * 100\%$	Analista de Mantenimiento	Reportes de Mantenimiento, Plan de Mantenimiento Preventivo

Fuente: El autor.

Elaborado por: El investigador.

Un buen manejo de los indicadores es de suma importancia por cuanto a través de los mismos se puede evaluar los parámetros para la planificación de la producción, de un mantenimiento preventivo o incluso saber si los protocolos de mantenimiento aplicados han sido efectivos, con miras a mejorar los mismos o implementar reingeniería en lo estipulado. Con los indicadores propuestos se puede estimar las horas de operación continua de una máquina o el nivel de rendimiento de la misma desde el último mantenimiento implementado, por tanto, resulta de suma utilidad la buena gestión de los indicadores para los procedimientos operativos relacionados con la producción.

Documentación básica para el control de kpi's.

Luego de analizar los indicadores de gestión de mantenimiento es necesario establecer documentos que permitan alimentar el historial de fallas y arrojen

resultados más precisos, con la intención de generar las tendencias estadísticas que puedan orientar un cambio en la concepción del plan de mantenimiento. Para lo cual se ha tomado como referencia la norma NTN INEN-EN 13306:2010 la cual fue adquirida por Parmalat y cuenta con segmentos exclusivos para la empresa. Es una norma mejorada de la EN 13306:2009, donde se establece la documentación necesaria para llevar una gestión del mantenimiento adecuada.

Como se mencionó anteriormente la empresa no maneja registros para la gestión de mantenimiento, por lo cual es necesario establecer la documentación básica que permita llevar un manejo adecuado. Por lo tanto, se ha desarrollado los siguientes formatos que brindarán la información necesaria para el cálculo de los KPI propuestos y permitirán mejorar la gestión de mantenimiento.

Formato de Control de Paras de Equipos.

- **Descripción del Documento:**

Sirve para llevar una inspección de las paradas o averías en los equipos, los responsables de este registro son el Técnico de Mantenimiento y Jefe de Mantenimiento. (Ver Anexo 2).

- **Elementos que componen el formato de control de paradas de equipos:**

- a) Código de la solicitud, con formato CPE- PLP-0001 (Ver Figura 7).
- b) A qué departamento pertenece.
- c) Fecha de edición.
- d) Ente encargado de la revisión.
- e) Descripción de las primicias como, área a la que pertenezca, equipo, motivo de la para, tiempo total de mantenimiento realizado en horas, tipo de mantenimiento, puede ser preventivo, correctivo u otros, revisado por, y observación en caso de haberla.
- f) Nombre del técnico de mantenimiento.
- g) Nombre Gerente Industrial.

Solicitud de Trabajo de Mantenimiento o Reportes de Fallas.

- Descripción del Documento:

La solicitud es la petición de servicio que está diseñada elementalmente para el control y programación de actividades de mantenimiento, el responsable de llevar este documento es el Jefe de Mantenimiento. (Ver Anexo 3).

- Elementos que componen la Solicitud de Trabajo de Mantenimiento:
 - a) Código con formato STM-PLP-0001 (Ver Figura 8).
 - b) Prioridad con la que tiene que ser ejecutado el trabajo, estándar, significativo, urgente, sirve para la toma de decisiones.
 - c) Fecha de solicitud del trabajo.
 - d) Área solicitante del servicio.
 - e) Nombre de la máquina y código de la misma para el servicio.
 - f) Descripción del trabajo.
 - g) Indicaciones de las acciones a tomar por parte de quien realice el trabajo.
 - h) Nombre de quien genera el trabajo, cargo dentro de la empresa y la firma.
 - i) Nombre, fecha, hora y firma por parte de quien recibe la solicitud de trabajo.
 - j) Número de orden de trabajo asignada a la solicitud.

Orden de Trabajo de Mantenimiento.

- Descripción del Documento:

Es un documento escrito de los trabajos llevados a cabo, en determinados equipos o instalaciones de la planta. Se deberá efectuar la orden de trabajo, de distintas labores de mantenimiento programado y no programado que se presenten, los responsables de llevar este documento son el Técnico de Mantenimiento y el Jefe de Mantenimiento. (Ver Anexo 4 y Anexo 5).

- Elementos que componen la Orden de Trabajo de Mantenimiento:

- a) Código de la orden de trabajo, indicando con el formato OTM- PLP-0001 (Ver Figura 9 y Figura 10).
- b) Tipo de mantenimiento a efectuar, puede ser preventivo, correctivo u otro tipo de acción.
- c) Prioridad con la que se debe ejecutar el trabajo, alta, media o baja esta será para la toma de medidas en el cumplimiento de las áreas de mantenimiento.
- d) Fecha de inicio y fecha de entrega del mantenimiento realizado.
- e) Descripción de la Solicitud, área, código de la máquina, tipo de acción a realizar.
- f) Tiempo de inicio y fin estimado, tiempo ocupado en la ejecución y tiempo que la máquina está paralizada.
- g) Observaciones generales y estado del equipo sobre la orden de trabajo.
- h) Nombre y firma de quien genera la orden, y recibe la orden.
- i) Trabajo de mantenimiento realizado, descripción, área, cantidad, código.
- j) Repuestos utilizados, número de área donde será utilizado, código interno, descripción, unidad de medida, cantidad y costos unitario y totales.

Solicitud de Compra de Repuestos.

- Descripción del Documento:

Una solicitud de compra es un pedido interno, que indica lo que la empresa necesita, servirá para realizar la petición de repuestos y materiales, el responsable de llevar este documento es el Jefe de Mantenimiento. Siendo un respaldo útil para determinar responsabilidades cuando hay fallas en el proceso. (Ver Anexo 6).

- Elementos que componen la Solicitud de Compra de repuestos:
 - a) Número de la solicitud de compra, indicando con el formato SCM- PLP-0001 (Ver Figura 11).
 - b) Nombre de la máquina o equipo, código, marca, tipo, matricula o serie, modelo, año de fabricación, voltaje y frecuencia propias de cada una de

ellas, todos estos datos para el caso de requerimientos de repuestos provistos por el fabricante.

- c) Para los requerimientos de materiales estos no son necesarios.
- d) Código del ítem solicitado.
- e) Para el caso de los repuestos provistos por los fabricantes de las máquinas se requieren los datos del manual de repuestos del cual son necesarios los datos como: página o tabla, grupo, posición o número de la pieza, código del fabricante y descripción de la pieza de repuesto solicitada.

Elaboración del plan de mantenimiento.

La frecuencia de mantenimiento que se ha estimado está en función del cuadro de mantenimiento básico definido por el fabricante de los equipos y considera adaptaciones respecto a los daños repetitivos que los equipos han presentado en los últimos años y que se mencionaron anteriormente. Es importante acotar que los equipos cuentan con actividades básicas de mantenimiento en su manual de operación, pero no se especifican actividades internas que la empresa fabricante las ejecuta con su personal. Este servicio especializado de la marca tiene un alto costo ya que provienen de Finlandia y no existe un punto de apoyo en el continente americano.

En la Tabla 21 y Tabla 22 se describe el diseño de un plan de mantenimiento preventivo para las máquinas Elecster llenadoras asépticas UHT EA-5000 y EA-8000 en la planta de lácteos Parmalat, las actividades, herramientas y las condiciones de trabajo de las máquinas.

El plan de mantenimiento contempla las actividades que se deben realizar de forma programada y repetida a lo largo de toda la vida útil de las máquinas. Estas pueden ser realizadas por el mismo operario antes de operativizar el equipo y forma diaria, así como mantenimientos especializados que requieran conocimientos adicionales a los del operador y uso de herramientas especializadas.

El tiempo que se ha considerado para diseñar el plan de mantenimiento se divide en dos vertientes, a saber:

1. Los tiempos necesarios y recurrentes para efectuar una parada en las operaciones para un mantenimiento adecuado (profundo o no) en las máquinas. Estos periodos de tiempo son determinados por la operación y las consideraciones de diseño plasmadas en (Elecster, 2017) donde se definen adecuadamente las horas de operación y las recomendaciones generales para las paradas y los distintos mantenimientos que se deben aplicar (rutinario, mecánico, eléctrico, entre otros). Por tanto, este plan de mantenimiento se ha desarrollado bajo las recomendaciones del fabricante oficial de la maquinaria.
2. Los otros tiempos considerados, son aquellos relativos a la duración aproximada que debe tener un operario en una tarea puntual. Estos fueron estimados en el registro realizado de los mantenimientos aplicados a las paradas repentinas de las máquinas entre agosto y enero, también cabe mencionar que las horas estimadas se dieron a base de las salidas de los repuestos de alta y media rotación de bodega. Con tales registros, se hizo una estimación de las horas hombre necesarias para ciertas tareas inherentes al mantenimiento por operario y por jornada.

En consecuencia, la propuesta de plan de mantenimiento se basa específicamente en las recomendaciones del fabricante y la casa comercial de las máquinas para medir los tiempos entre cada tipo de mantenimiento y en la observación experimental para inferir el tiempo estimado en que un operario realizará una actividad asociada con el mantenimiento. Los indicadores, conforme avance el plan deberían ser ajustados para que se acoplen a lo establecido por el fabricante.

Para ilustrar mejor las referencias de los tiempos asumidos (ver Anexo 12) donde se especifican los tiempos necesarios que se llevan los mantenimientos puntuales y cuáles protocolos se deben realizar cada cierto intervalo de tiempo de operación.

Es importante destacar que el manual del fabricante discrimina las fallas más comunes del equipo.

Tabla 21. Plan de Mantenimiento Elecster EA-5000. Ubicación: empaque UHT funda.

Item	Descripción tareas programadas	Horas	Frecuencia	Frec. Días	Responsable
1	Verificar funcionamiento de la transmisión principal	20	Diaria	1	Ope_equ
2	Cilindro dosificador limpieza / reengrasado	20	Diaria	1	Ope_equ
3	Purgar unidad de mantenimiento neumático	20	Diaria	1	Ope_equ
4	Revisar cantidad de aceite del engranaje angular	20	Diaria	1	Ope_equ
5	Lubricar levas y cojinetes de levas.	20	Diaria	1	Ope_equ
6	Lubricar varas guías y cojinetes guías.	20	Diaria	1	Ope_equ
7	Cambiar counter rubber, sellado horizontal (no parte 1416315).	50	3/c semana	3	Ope_equ
8	Limpieza y lubricación de cilindro de control	50	3/c semana	3	Ope_equ
9	Revisar empaques unidad de dosificado, reemplazar si es necesario.	50	3/c semana	3	Ope_equ
10	Cambiar draw rubber, (no parte 4230907).	100	Semanal	6	Ope_equ
11	Limpieza de contenedor de h2o2	100	Semanal	6	Ope_equ
12	Limpieza de rodillos recorrido lámina app	100	Semanal	6	Ope_equ
13	Limpiar y lubricar cadenas y ruedas de cadena.	100	Semanal	6	Tec_man
14	Cambiar counter rubber (no parte 1425901) sellado vertical.	100	Semanal	6	Ope_equ
15	Lubricar cojinetes.	100	Semanal	6	Tec_man
16	Lubricar eje vertical.	100	Semanal	6	Tec_man
17	Revisar estado de empaques en válvulas apv sdm4 (asientos y barreras de vapor), reemplazar si es necesario	100	Semanal	6	Tec_man
18	Revisar tensión de cadena de transmisión, ajustar si es necesario.	200	2 semanas	12	Tec_man
19	Revisar estado de resortes de los mecanismos de sellado, cambiar si es necesario.	200	2 semanas	12	Tec_man
20	Revisar estado de filtro de ventilador eléctrico, limpiar y/o reemplazar si es necesario.	200	2 semanas	12	Tec_man
21	Revisar estado de diafragma de inyector de aire estéril, reemplazar si es necesario.	200	2 semanas	12	Ope_equ
22	Limpieza y/o reemplazo de filtros en gabinetes eléctricos	600	Mensual	24	Tec_man
23	Cambiar dryng rubber (no parte 1416724).	600	Mensual	24	Ope_equ
24	Cambiar silicone rubber (no parte 1423689), empalmadora.	600	Mensual	24	Tec_man
25	Lubricar rodamientos de sistema de arrastre de lámina	600	Mensual	24	Tec_man
26	Revisar / ajustar calibración 0,4 mm.	600	Mensual	24	Ope_equ

Continuación Tabla 21

Item	Descripción tareas programadas	Horas	Frecuencia	Frec. Días	Responsable
27	Cambiar o-ring 69 (no parte 4280695).	1200	2 meses	48	Ope_equ
28	Cambiar o-ring 49 (no parte 4280495).	1200	2 meses	48	Ope_equ
29	Cambiar o-ring 42 (no parte 4280424).	1200	2 meses	48	Ope_equ
30	Cambiar o-ring 38 (no parte 4280384).	1200	2 meses	48	Ope_equ
31	Cambiar o-ring 34 (no parte 4280344).	1200	2 meses	48	Ope_equ
32	Cambiar o-ring 25 (no parte 4280254).	1200	2 meses	48	Ope_equ
33	Cambiar gasket 38 (no parte 4296621).	1200	2 meses	48	Ope_equ
34	Cambiar gasket 25 (4296620).	1200	2 meses	48	Ope_equ
35	Cambiar bearing bushing (no parte 1408170).	1200	2 meses	48	Ope_equ
36	Cambiar groover ring (no parte 4571251).	1200	2 meses	48	Ope_equ
37	Cambiar membrana for expansión (no parte 1408988)	1200	2 meses	48	Ope_equ
38	Cambiar membrana (no parte 1408986).	1200	2 meses	48	Tec_man
39	Cambiar kit válvula cpmi (no parte 41884).	1200	2 meses	48	Tec_man
40	Cambiar resistance wire (no parte 1427913).	1600	4 meses	96	Tec_man
41	Revisar estado de empaques de puertas, reemplazar si es necesario.	2000	6 meses	144	Tec_man
42	Cambio de aceite en motor de desbobinado de película.	2000	6 meses	144	Tec_man
43	Reajuste de terminales eléctricos	2000	6 meses	144	Tec_man
44	Cambio de aceite en engranaje angular.	3200	8 meses	192	Tec_man
45	Cambiar resistance cartridge (no parte 4241318).	3200	8 meses	192	Tec_man
46	Cambiar resistance cartridge (no parte 4241330) h2o2	3200	8 meses	192	Tec_man
47	Cambiar temperature sensor (no parte 5b15037126).	3200	8 meses	192	Tec_man
48	Cambio de aceite engranaje cónico	6000	Anual	288	Tec_man
49	Revisar y/o cambiar lámparas uv si es necesario	6000	Anual	288	Tec_man
50	Revisión de sistema motriz, leva de sellado vertical, reparar o cambiar si es necesario	6000	Anual	288	Tec_man
51	Revisión de sistema motriz, acople mecánico moto reductor - caja reductora, cambiar embrague si es necesario	6000	Anual	288	Tec_man
52	Revisión de sistema motriz, acople mecánico moto reductor - caja reductora, revisar estado de rodamientos, lubricar y/o cambiar si es necesario	6000	Anual	288	Tec_man

Continuación Tabla 21

Item	Descripción tareas programadas	Horas	Frecuencia	Frec. Días	Responsable
53	Evaluar condición de estado mecánico de eje principal, limpiar, lubricar, reparar y/o cambiar si es necesario	6000	Anual	288	Tec_man
54	Cambio de chumaceras de soporte de eje principal	6000	Anual	288	Tec_man
55	Revisión de tablero eléctrico, cambiar elementos averiados de ser necesario, reajustar terminales.	6000	Anual	288	Tec_man

Fuente: El autor.

Elaborado por: El investigador.

Tabla 22. Plan de Mantenimiento Elecster EA-8000. Ubicación: empaque UHT funda.

Item	Descripción tareas programadas	Horas	Frecuencia	Frec. Días	Responsable
1	Verificar funcionamiento de la transmisión principal	20	Diaria	1	Ope_equ
2	Cilindro dosificador limpieza / re- engrasado	20	Diaria	1	Ope_equ
3	Purgar unidad de mantenimiento neumático	20	Diaria	1	Ope_equ
4	Revisar cantidad de aceite del engranaje angular	20	Diaria	1	Ope_equ
5	Lubricar levas y cojinetes de levas.	20	Diaria	1	Ope_equ
6	Lubricar varas guías y cojinetes guías.	20	Diaria	1	Ope_equ
7	Cambiar counter rubber, sellado horizontal (no parte 1416315).	50	3/c semana	3	Ope_equ
8	Limpieza y lubricación de cilindro de control	50	3/c semana	3	Ope_equ
9	Revisar empaques unidad de dosificado, reemplazar si es necesario.	50	3/c semana	3	Ope_equ
10	Cambiar draw rubber, (no parte 4230907).	100	Semanal	6	Ope_equ
11	Limpieza de contenedor de h2o2	100	Semanal	6	Ope_equ
12	Limpieza de rodillos recorrido lámina app	100	Semanal	6	Ope_equ
13	Limpiar y lubricar cadenas y ruedas de cadena.	100	Semanal	6	Tec_man
14	Cambiar counter rubber (no parte 1425901) sellado vertical.	100	Semanal	6	Ope_equ
15	Revisar estado de empaques en válvulas apv sdm4 (asientos y barreras de vapor), reemplazar si es necesario	200	2 semanas	12	Tec_man
16	Lubricar cojinetes.	200	2 semanas	12	Tec_man
17	Lubricar eje vertical.	200	2 semanas	12	Tec_man
18	Revisar tensión de cadena de trasmisión, ajustar si es necesario.	200	2 semanas	12	Tec_man

Continuación Tabla 22

Item	Descripción tareas programadas	Horas	Frecuencia	Frec. Días	Responsable
19	Revisar estado de resortes de los mecanismos de sellado, cambiar si es necesario.	200	2 semanas	12	Tec_man
20	Revisar estado de filtro de ventilador eléctrico, limpiar y/o reemplazar si es necesario.	200	2 semanas	12	Tec_man
21	Revisar estado de diafragma de inyector de aire estéril, reemplazar si es necesario.	200	2 semanas	12	Ope_equ
22	Limpieza y/o reemplazo de filtros en gabinetes eléctricos	600	Mensual	24	Tec_man
23	Cambiar dryng rubber (no parte 1416724).	600	Mensual	24	Ope_equ
24	Cambiar silicone rubber (no parte 1423689), empalmadora.	600	Mensual	24	Ope_equ
25	Lubricar rodamientos de sistema de arrastre de lámina	600	Mensual	24	Tec_man
26	Cambiar o-ring 69 (no parte 4280695).	900	Mes y 1/2	36	Ope_equ
27	Cambiar o-ring 49 (no parte 4280495).	900	Mes y 1/2	36	Ope_equ
28	Cambiar o-ring 42 (no parte 4280424).	900	Mes y 1/2	36	Ope_equ
29	Cambiar o-ring 38 (no parte 4280384).	900	Mes y 1/2	36	Ope_equ
30	Cambiar o-ring 34 (no parte 4280344).	900	Mes y 1/2	36	Ope_equ
31	Cambiar o-ring 25 (no parte 4280254).	900	Mes y 1/2	36	Ope_equ
32	Cambiar gasket 38 (no parte 4296621).	900	Mes y 1/2	36	Ope_equ
33	Cambiar gasket 25 (4296620).	900	Mes y 1/2	36	Ope_equ
34	Cambiar bearing bushing (no parte 1408170).	900	Mes y 1/2	36	Ope_equ
35	Cambiar groover ring (no parte 4571251).	900	Mes y 1/2	36	Ope_equ
36	Cambiar membrana for expansión (no parte 1408988)	900	Mes y 1/2	36	Ope_equ
37	Cambiar membrana (no parte 1408986).	900	Mes y 1/2	36	Ope_equ
38	Cambiar kit válvula cpmi (no parte 41884).	900	Mes y 1/2	36	Tec_man
39	Revisar / ajustar calibración 0,4 mm.	900	Mes y 1/2	36	Tec_man
40	Revisar estado de empaques de puertas, reemplazar si es necesario.	2000	6 meses	144	Tec_man
41	Cambio de aceite en motor de desbobinado de película.	2000	6 meses	144	Tec_man
42	Reajuste de terminales eléctricos	2000	6 meses	144	Tec_man
43	Cambio de aceite en engranaje angular.	2000	6 meses	144	Tec_man
44	Cambiar resistance cartridge (no parte 4241318).	3200	8 meses	192	Tec_man
45	Cambiar resistance cartridge (no parte 4241330) h2o2	3200	8 meses	192	Tec_man
47	Cambio de aceite engranaje cónico	3200	8 meses	192	Tec_man

Continuación Tabla 22

Item	Descripción tareas programadas	Horas	Frecuencia	Frec. Días	Responsable
48	Revisar y/o cambiar lámparas uv si es necesario	6000	Anual	288	Tec_man
49	Revisar estado de leva de sellado vertical, reparar y/o reemplazar si es necesario	6000	Anual	288	Tec_man
50	Limpiar contactos de electroválvulas de control, reemplazar elementos si es necesario	6000	Anual	288	Tec_man
51	Revisión de sistema motriz, acople mecánico moto reductor - caja reductora, cambiar embrague si es necesario	6000	Anual	288	Tec_man
52	Revisión de sistema motriz, acople mecánico moto reductor - caja reductora, revisar estado de rodamientos, lubricar y/o cambiar si es necesario	6000	Anual	288	Tec_man
53	Evaluar condición de estado mecánico de eje principal, limpiar, lubricar, reparar y/o cambiar si es necesario	6000	Anual	288	Tec_man
54	Cambio de chumaceras de soporte de eje principal	6000	Anual	288	Tec_man
55	Revisión de tablero eléctrico, cambiar elementos averiados de ser necesario, reajustar terminales.	6000	Anual	288	Tec_man
56	Verificar estado de mangueras neumáticas, reemplazar si es necesario	6000	Anual	288	Tec_man

Fuente: El autor.

Elaborado por: El investigador.

Con la elaboración del plan de mantenimiento y la implementación del mismo, se espera reducir los tiempos improductivos debido a fallos o averías en las máquinas, permitiendo al área de producción realizar su planificación de mejor forma. Adicionalmente el plan de mantenimiento permite mantener las máquinas en óptimas condiciones, evitando paros imprevistos que reducen la disponibilidad de la maquinaria para la elaboración de leche en funda UHT.

Este plan de mantenimiento, aplicado comprende el plan operativo que evidencia la culminación de la presente propuesta ya que se aborda para su concreción la gestión de inventarios, el manejo de indicadores y la generación de estadísticas mediante protocolos normalizados. Todos estos aspectos se relacionan de forma directa por razones ya asumidas en anteriores apartados.

Tabla 24. Carga de trabajo – Mto. Preventivo Elecster EA-8000.

RUTINA	Frec Ref.	Tiemp. Trabajo (min)	horas reales (h)	# hombres (#h)	(h) * (#h)	ENERO				FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO				JUNIO				JULIO				AGOSTO				SEPTIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE				MTOS/año por Rutina
						6	12	18	24	30	36	42	48	54	60	66	72	78	84	90	96	102	108	114	120	126	132	138	144	150	156	162	168	174	180	186	192	198	204	210	216	222	228	234	240	246	252	258	264	270	276	282	288	
Verificar funcionamiento de la transmisión principal	DIARIA	5,00	0,08	1	0,08	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	288				
Cilindro dosificador limpieza / re-engrasado	DIARIA	10,00	0,17	1	0,17	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	288								
Purgar unidad de mantenimiento neumático	DIARIA	10,00	0,17	1	0,17	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	288								
Revisar cantidad de aceite del Engranaje Angular	DIARIA	5,00	0,08	1	0,08	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	288												
Lubricar Levas y Cojinetes de levas.	DIARIA	10,00	0,17	1	0,17	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	288												
Lubricar Varas guías y cojinetes guías.	DIARIA	10,00	0,17	1	0,17	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	288												
Cambiar Counter Rubber, sellado horizontal (No Parte 1416315).	3/c semana	10,00	0,17	1	0,17	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	96												
Limpieza y lubricación de Cilindro de Control	3/c semana	10,00	0,17	1	0,17	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	96												
Revisar empaques unidad de dosificado, reemplazar si es necesario.	3/c semana	5,00	0,08	1	0,08	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	96												
Cambiar Draw Rubber, (No Parte 4230907).	SEMANAL	20,00	0,33	1	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	48												
Limpieza de contenedor de H2O2	SEMANAL	20,00	0,33	1	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	48												
Limpieza de rodillos recorrido lámina APP	SEMANAL	20,00	0,33	1	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	48												
Limpieza y lubricar Cadenas y ruedas de cadena.	SEMANAL	20,00	0,33	1	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	48												
Cambiar Counter Rubber (No Parte 1425901) sellado vertical.	SEMANAL	20,00	0,33	1	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	48												
Revisar estado de empaques en válvulas APV SDM4 (Asientos y Barreras de Vapor)	2 SEMANAS	10,00	0,17	1	0,17	0,17		0,17		0,17		0,17		0,17		0,17		0,17		0,17		0,17		0,17		0,17		0,17		0,17		0,17		0,17		0,17		0,17		0,17		24												
Lubricar Cojinetes.	2 SEMANAS	10,00	0,17	1	0,17		0,17		0,17		0,17		0,17		0,17		0,17		0,17		0,17		0,17		0,17		0,17		0,17		0,17		0,17		0,17		0,17		0,17		0,17	24												
Lubricar Eje Vertical.	2 SEMANAS	10,00	0,17	1	0,17	0,17		0,17		0,17		0,17		0,17		0,17		0,17		0,17		0,17		0,17		0,17		0,17		0,17		0,17		0,17		0,17		0,17		0,17		24												
Revisar tensión de cadena de trasmisión, ajustar si es necesario.	2 SEMANAS	5,00	0,08	1	0,08		0,08		0,08		0,08		0,08		0,08		0,08		0,08		0,08		0,08		0,08		0,08		0,08		0,08		0,08		0,08		0,08		0,08		0,08	24												
Revisar estado de resortes de los mecanismos de sellado, cambiar si es necesario.	2 SEMANAS	5,00	0,08	1	0,08	0,08		0,08		0,08		0,08		0,08		0,08		0,08		0,08		0,08		0,08		0,08		0,08		0,08		0,08		0,08		0,08		0,08		0,08		24												
Revisar estado de filtro de ventilador eléctrico, limpiar y/o reemplazar si es necesario.	2 SEMANAS	5,00	0,08	1	0,08		0,08		0,08		0,08		0,08		0,08		0,08		0,08		0,08		0,08		0,08		0,08		0,08		0,08		0,08		0,08		0,08		0,08		0,08	24												
Revisar estado de diafragma de inyector de aire estéril, reemplazar si es necesario.	2 SEMANAS	5,00	0,08	1	0,08	0,08		0,08		0,08		0,08		0,08		0,08		0,08		0,08		0,08		0,08		0,08		0,08		0,08		0,08		0,08		0,08		0,08		0,08		24												
Limpieza y/o reemplazo de filtros en gabinetes eléctricos	MENSUAL	8,00	0,13	1	0,13		0,13				0,13				0,13				0,13				0,13				0,13				0,13				0,13				0,13			12												
Cambiar Dryng Rubber (No Parte 1416724).	MENSUAL	8,00	0,13	1	0,13			0,13				0,13				0,13				0,13				0,13				0,13				0,13				0,13				0,13		12												
Cambiar Silicone Rubber (No Parte 1423689), Empalmadora.	MENSUAL	15,00	0,25	1	0,25			0,25				0,25				0,25				0,25				0,25				0,25				0,25				0,25				0,25		12												
Lubricar rodamientos de sistema de arrastre de lámina	MENSUAL	10,00	0,17	1	0,17	0,17				0,17				0,17				0,17				0,17				0,17				0,17				0,17				0,17				12												
Cambiar O-ring 69 (No Parte 4280695).	MES Y 1/2	30,00	0,50	1	0,50		0,50				0,50					0,50				0,50				0,50				0,50				0,50				0,50				0,50		6												
Cambiar O-ring 49 (No Parte 4280495).	MES Y 1/2	30,00	0,50	1	0,50			0,50				0,50				0,50				0,50				0,50				0,50				0,50				0,50				0,50		6												
Cambiar O-ring 42 (No Parte 4280424).	MES Y 1/2	30,00	0,50	1	0,50				0,50				0,50				0,50				0,50				0,50				0,50				0,50				0,50				0,50	6												
Cambiar O-ring 38 (No Parte 4280384).	MES Y 1/2	30,00	0,50	1	0,50		0,50					0,50					0,50				0,50				0,50				0,50				0,50				0,50				0,50	6												
Cambiar O-ring 34 (No Parte 4280344).	MES Y 1/2	30,00	0,50	1	0,50			0,50					0,50				0,50				0,50				0,50				0,50				0,50				0,50				0,50	6												
Cambiar O-ring 25 (No Parte 4280254).	MES Y 1/2	30,00	0,50	1	0,50				0,50				0,50				0,50				0,50				0,50				0,50				0,50				0,50				0,50	6												
Cambiar Gasket 38 (No Parte 4296621).	MES Y 1/2	45,00	0,75	1	0,75				0,75				0,75				0,75				0,75				0,75				0,75				0,75				0,75				0,75	6												
Cambiar Gasket 25 (4296620).	MES Y 1/2	45,00	0,75	1	0,75	0,75					0,75				0,75				0,75				0,75				0,75				0,75				0,75				0,75			6												
Cambiar Bearing Bushing (No Parte																																																						

Análisis de la Tabla 23 y Tabla 24 con sus gráficas.

La carga de trabajo de cada una de las máquinas implica el tiempo especificado para el mantenimiento preventivo en un primer momento, además estiman las horas necesarias, las efectivas y el talento humano requerido para culminar con éxito la tarea asignada.

La importancia de la carga de trabajo tal y como se muestra en las tablas anteriores versa sobre la información que aporta de cara a la planificación para abordar de manera efectiva un plan de mantenimiento preventivo, contemplando los recursos mínimos necesarios para llevar a cabo un procedimiento de calidad, abarcando todas las áreas susceptibles de mantenimiento dentro de la planta.

Envasadora aséptica de leche UHT Elecster EA-5000.

De acuerdo al calendario de actividades de mantenimiento, en la implementación del mismo se evidencia la existencia de un "pico" de tiempo requerido entre la semana veinte y dos (22) y cuarenta y cinco (45) donde se planificó hacer el mantenimiento más intenso del año en la citada máquina, con una jornada laboral por semana de veinte (20) horas, teniendo una efectividad del setenta por ciento (70%) del mantenimiento planificado, con un total de catorce (14) horas semanales efectivas por mantenimiento y un treinta por ciento (30%) con relación a correctivos.

Envasadora aséptica de leche UHT Elecster EA-8000.

De acuerdo al calendario de actividades de mantenimiento se tiene un "pico" de tiempo requerido entre las semanas veinte y uno (21) y cuarenta y siete (47) donde se planificó hacer el mantenimiento más intenso del año en la mencionada máquina, con una jornada laboral por semana de veinte (20) horas, teniendo una efectividad del setenta por ciento (70%) de mantenimiento preventivo, con un total

de catorce (14) horas semanales efectivas por mantenimiento y un treinta por ciento (30%) con relación a correctivos.

Estos datos son satisfactorios por cuanto se muestra que la relación de 70:30 entre el mantenimiento preventivo y correctivo respectivamente, da cuenta que la tendencia se ajusta en busca de un equilibrio que minimicé las correcciones y se empleé más tiempo y recursos en la prevención por cuanto esta es planificada científicamente con las herramientas contempladas en este plan de mantenimiento. Este protocolo es el primer mantenimiento preventivo en la empresa por lo tanto el que su eficiencia esté por el orden del setenta por ciento (70%) es buen indicador. Se deben esperar ajustes conforme se avanza en la concreción de las actividades programadas y sobre todo en las respuestas de los equipos y la postre la calidad del producto.

Cronograma de mantenimientos anual para las maquinas Elecster EA-5000 y EA-8000.

Tabla 25. Cronograma de Mtto. Anual Elecster EA-5000.

**MANTENIMIENTO INDUSTRIAL
PLAN DE MANTENIMIENTO ANUAL PLANTA LASSO**

DESCRIPCIÓN	ENERO				FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO				JUNIO				JULIO				AGOSTO				SEPTIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
Verificar funcionamiento de la transmisión principal	[Green]																																															
Cilindro dosificador limpieza / re-engrasado	[Green]																																															
Purgar unidad de mantenimiento neumático	[Green]																																															
Revisar cantidad de aceite del Engranaje Angular	[Green]																																															
Lubricar Levas y Cojinetes de levas.	[Green]																																															
Lubricar Varas guías y cojinetes guías.	[Green]																																															
Cambiar Counter Rubber, sellado horizontal (No Parte 1416315).	[Blue]																																															
Limpieza y lubricación de Cilindro de Control	[Blue]																																															
Revisar empaques unidad de dosificado, reemplazar si es necesario.	[Blue]																																															
Cambiar Draw Rubber, (No Parte 4230907).	[Yellow]																																															
Limpieza de contenedor de H2O2	[Yellow]																																															
Limpieza de rodillos recorrido lámina APP	[Yellow]																																															
Limpiar y lubricar Cadenas y ruedas de cadena.	[Yellow]																																															
Cambiar Counter Rubber (No Parte 1425901) sellado vertical.	[Yellow]																																															
Lubricar Cojinetes.	[Yellow]																																															
Lubricar Eje Vertical.	[Yellow]																																															
Revisar estado de empaques en válvulas APV SDM4 (Asientos y Barreras de Vapor)	[Yellow]																																															
Revisar tensión de cadena de transmisión, ajustar si es necesario.	[Purple]																																															
Revisar estado de resortes de los mecanismos de sellado, cambiar si es necesario.	[Purple]																																															
Revisar estado de filtro de ventilador eléctrico, limpiar y/o reemplazar si es necesario.	[Purple]																																															
Revisar estado de diafragma de inyector de aire estéril, reemplazar si es necesario.	[Purple]																																															
Limpieza y/o reemplazo de filtros en gabinetes eléctricos	[Red]																																															
Cambiar Dryng Rubber (No Parte 1416724).	[Red]																																															
Cambiar Silicone Rubber (No Parte 1423689), Empalmadora.	[Red]																																															
Lubricar rodamientos de sistema de arrastre de lámina	[Red]																																															
Revisar / Ajustar calibración 0,4 mm.	[Red]																																															

Tabla 26. Cronograma de Mtto. Anual Elecster EA-8000.

MANTENIMIENTO INDUSTRIAL
PLAN DE MANTENIMIENTO ANUAL PLANTA LASSO

DESCRIPCIÓN	ENERO				FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO				JUNIO				JULIO				AGOSTO				SEPTIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
Verificar funcionamiento de la transmisión principal	Green																																															
Cilindro dosificador limpieza / re-engrasado	Green																																															
Purgar unidad de mantenimiento neumático	Green																																															
Revisar cantidad de aceite del Engranaje Angular	Green																																															
Lubricar Levas y Cojinetes de levas.	Green																																															
Lubricar Varas guías y cojinetes guías.	Green																																															
Cambiar Counter Rubber, sellado horizontal (No Parte 1416315).	Blue																																															
Limpieza y lubricación de Cilindro de Control	Blue																																															
Revisar empaques unidad de dosificado, reemplazar si es necesario.	Blue																																															
Cambiar Draw Rubber, (No Parte 4230907).	Yellow																																															
Limpieza de contenedor de H2O2	Yellow																																															
Limpieza de rodillos recorrido lámina APP	Yellow																																															
Limpiar y lubricar Cadenas y ruedas de cadena.	Yellow																																															
Cambiar Counter Rubber (No Parte 1425901) sellado vertical.	Yellow																																															
Revisar estado de empaques en válvulas APV SDM4 (Asientos y Barreras de Vapor).	Purple																																															
Lubricar Cojinetes.	Purple																																															
Lubricar Eje Vertical.	Purple																																															
Revisar tensión de cadena de transmisión, ajustar si es necesario.	Purple																																															
Revisar estado de resortes de los mecanismos de sellado, cambiar si es necesario.	Purple																																															
Revisar estado de filtro de ventilador eléctrico, limpiar y/o reemplazar si es necesario.	Purple																																															
Revisar estado de diafragma de inyector de aire estéril, reemplazar si es necesario.	Purple																																															
Limpieza y/o reemplazo de filtros en gabinetes eléctricos	Light Green																																															
Cambiar Dryng Rubber (No Parte 1416724).	Light Green																																															
Cambiar Silicone Rubber (No Parte 1423689), Empalmadora.	Light Green																																															
Lubricar rodamientos de sistema de arrastre de lámina	Light Green																																															
Cambiar O-ring 69 (No Parte 4280695).	Red																																															
Cambiar O-ring 49 (No Parte 4280495).	Red																																															
Cambiar O-ring 42 (No Parte 4280424).	Red																																															
Cambiar O-ring 38 (No Parte 4280384).	Red																																															

Continuación Tabla 26.

DESCRIPCIÓN	ENERO			FEBRERO				MARZO					ABRIL				MAYO				JUNIO				JULIO				AGOSTO				SEPTIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48							
Cambiar O-ring 34 (No Parte 4280344).																																																							
Cambiar O-ring 25 (No Parte 4280254).																																																							
Cambiar Gasket 38 (No Parte 4296621).																																																							
Cambiar Gasket 25 (4296620).																																																							
Cambiar Bearing Bushing (No Parte 1408170).																																																							
Cambiar Groover Ring (No Parte 4571251).																																																							
Cambiar Membrana Fo.r Expansión (No Parte 1408988)																																																							
Cambiar Membrana (No Parte 1408986).																																																							
Cambiar Kit Válvula CPMI (No Parte 41884).																																																							
Revisar / Ajustar calibración 0,4 mm.																																																							
Revisar estado de empaques de puertas, reemplazar si es necesario.																																																							
Cambio de aceite en motor de desbobinado de película.																																																							
Reajuste de Terminales Eléctricos																																																							
Cambio de aceite en Engranaje Angular.																																																							
Cambiar Resistance Cartridge (No Parte 4241318).																																																							
Cambiar Resistance Cartridge (No Parte 4241330) H2O2																																																							
Cambiar Temperature Sensor (No Parte 5B15037126).																																																							
Cambio de aceite Engranaje Cónico																																																							
Revisar y/o Cambiar Lámparas UV si es necesario																																																							
Revisar estado de leva de sellado vertical, reparar y/o reemplazar si es necesario																																																							
Limpiar contactos de electroválvulas de control, reemplazar elementos si es necesario																																																							
Revisión de sistema motriz, acople mecánico moto reductor - caja reductora.																																																							
Revisión de sistema motriz, acople mecánico moto reductor - caja reductora, revisar rodamientos.																																																							
Evaluar condición de estado mecánico de eje principal, limpiar, lubricar.																																																							
Cambio de chumaceras de soporte de eje principal																																																							
Revisión de tablero eléctrico, cambiar elementos averiados de ser necesario, reajustar terminales.																																																							
Verificar estado de mangueras neumáticas, reemplazar si es necesario																																																							

FRECUENCIA DE MANTENIMIENTO



Fuente: El autor.

Elaborado por: El investigador.

Es importante tener en cuenta que los mantenimientos preventivos no se ejecutan en la misma fecha, es decir, según el proceso, la especificidad de la máquina y las exigencias de producción hay mantenimientos que se deben aplicar de forma diaria, semanal, mensual, trimestral, etc., con ese fin se elaboraron los cronogramas para ambas máquinas, al nivel de detalle que sea posible obtener información de la frecuencia del mantenimiento de forma clara, explícita y sencilla.

Antes de empezar el funcionamiento de las máquinas se realiza un mantenimiento en uso y esterilización de las máquinas.

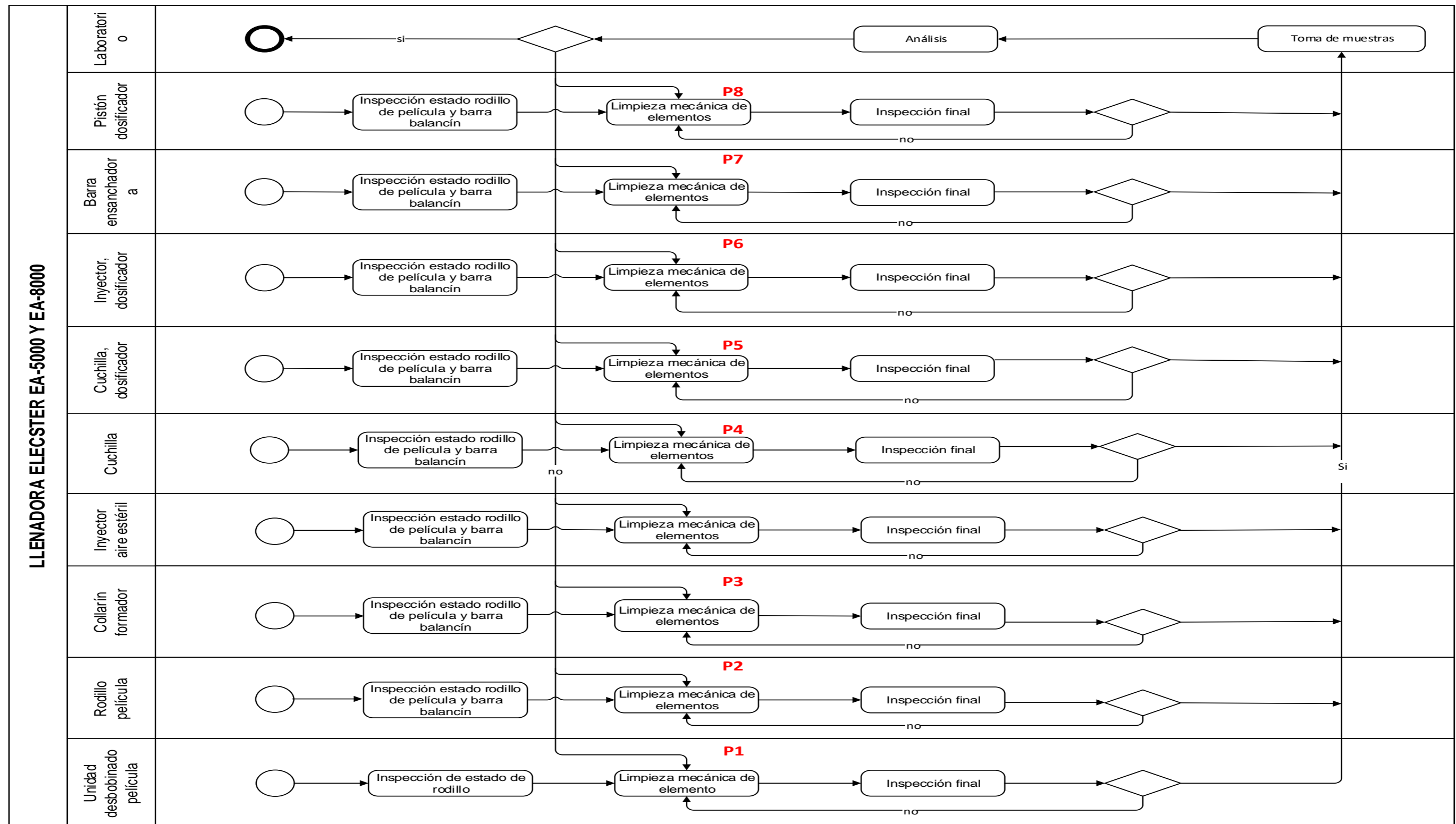


Figura 6. Diagrama de flujo Limpieza y esterilización de máquinas Elecster EA-5000 y EA-8000

Fuente: Manual de partes Elecster EA-5000 y EA-8000.

Es importante destacar, que previo al arranque y funcionamiento de las máquinas de envasado y sellado Elecster EA-5000 y EA-8000, se debe realiza una inspección rápida y posteriormente un proceso manual y automatizado de limpieza y esterilización de las máquinas, dicho proceso obedece la metodología ASME, sin embargo, el problema radica en la mala y en ocasiones ausencia al ejecutar dicha inspección y proceso de limpieza y esterilización, provocando ser una factor más dentro de las paradas de la maquina durante la producción diaria. A continuación, se muestra el proceso de limpieza y esterilización de las máquinas.

El diagrama de flujo muestra el proceso de limpieza y esterilización de las máquinas Elecster EA 5000 y EA 8000, desde su inicio hasta el previo arranque, posterior a mantenimientos realizados en los que conlleve abrir los gabinetes vulnerables a contaminaciones externas. En este diagrama podemos observar que la esterilización por parte del sistema de filtración estéril Elecsteamer conlleva un recorrido desde el Gabinete de Película (ver Anexo 8), hasta el Gabinete de Sellado (ver Anexo 10) de manera ordenada abarcando toda la parte interna de los gabinetes priorizando los componentes internos en contacto con la láminas de UHT a ser envasadas, este proceso permite la protección, cuidado de los accesorios internos de las máquinas y el correcto funcionamiento de las mismas.

Dicho diagrama debe ser utilizado permanentemente por los operarios como guía para la limpieza y esterilización de las máquinas, permitiendo tener un mayor control a paradas no programadas de las máquinas.

Resultados esperados.

Luego de evaluar el manejo de las herramientas de la Planificación, Organización y Control del mantenimiento aplicado en la planta, fue posible analizar la gestión de repuestos que se maneja en la bodega de Parmalat, identificando que existe un problema de organización el cual fue mejorado utilizando señalización alfanumérica para las estanterías de los equipos ELECSTER.

Estanterías de repuestos desorganizados de las máquinas Llenadoras ELECSTER EA-5000 y EA-8000 en bodega (Antes).



Imagen 1. Desorden en bodega.
Fuente: Parmalat – Ecuador.



Imagen 2. Desorden en bodega.
Fuente: Parmalat – Ecuador.



Imagen 3. Desorden en bodega.
Fuente: Parmalat – Ecuador.

Estanterías de repuestos organizados de las máquinas Llenadoras ELECSTER EA-5000 y EA-8000 en bodega (Después).



Imagen 4. Bodega ordenada.
Fuente: Parmalat – Ecuador.

Con los datos tomados de mantenimiento y reparaciones efectuadas se pudo determinar los repuestos más utilizados por el departamento, donde se obtuvo que 83 de los 292 repuestos que se encuentran en bodega corresponden a los de mayor rotación. Se propone migrar de un mantenimiento netamente correctivo no planificado a un mantenimiento preventivo sistemático y mantenimiento correctivo planificado.

Luego se tomaron datos de mantenimientos correctivos no planificados que se dieron en el periodo de estudio, de donde se obtuvo tiempos de reparación y número de fallas. Estos valores sirvieron para calcular los indicadores clave de gestión TPEF, TPEP, Cumplimiento y Disponibilidad. Estos kpi's servirán a la empresa para controlar la calidad y realizar una adecuada planificación de la producción. Posteriormente se realizó la documentación básica para alimentar los kpi's y poder llevar un control de los mismos.

PARMALAT DEL ECUADOR. S.A. Planta Lasso Página 1 de 1										
REGISTRO DE MANTENIMIENTO - CONTROL DE PARAS DE EQUIPO										
Departamento de Mantenimiento								N° CPE-PLP-0001		
Responsable:								Fecha:		
DESCRIPCIÓN										
FECHA	ÁREA	MÁQUINA	MOTIVO DE PARA	TIEMPO TOTAL MANTENIMIENTO	TIPO DE MANTENIMIENTO			REVISADO POR:	OBS.	
					Preventivo	Correctivo	Otros			
Técnico de Mantenimiento:					Gerente industrial:					

Figura 7. Formato del Registro de Mtto. y Control de Paradas de los Equipos.

Fuente: El investigador.

PARMALAT DEL ECUADOR. S.A. Planta Lasso			
		Página 1 de 1	
REGISTRO DE MANTENIMIENTO – SOLICITUD DE TRABAJO			
Departamento de Mantenimiento		N° STM-PLP-0001	
Prioridad	Estándar:	Significativo:	Urgente:
Fecha de solicitud:		Área de solicitud:	
Equipo:		código:	
Descripción:			
Indicaciones:			
Generado por:	Recibido por COORD. MTTO:	Orden de trabajo N°	
Firma:	Firma	Solicitud	
Cargo:	Fecha:	Fecha:	

Figura 8. Formato del Registro de Mtto. y Solicitud de Trabajo.

Fuente: El investigador.

PARMALAT DEL ECUADOR. S.A. Planta Lasso									
					Página 1 de 1				
REGISTRO DE MANTENIMIENTO - ORDEN DE TRABAJO									
Departamento de Mantenimiento					N° OIM-PLP-0001				
Reporte de anomalías									
Fecha inicio:					Hora de Solicitud:				
Área / Equipo					Solicitante				
Tipo de Mantenimiento					Prioridad de Ejecución				
Correctivo		Preventivo		Otros		Alta		Media	Baja
Descripción de la Solicitud:									
Generado por supervisor:					Recibido por coord. mto:			Observaciones:	
Nombre:					Nombre:				
Firma:					Firma:				

Figura 9. Formato del Registro de Mtto. y Orden de Trabajo.

Fuente: El investigador.

PARMALAT DEL ECUADOR, S.A. Planta Lasso		
RE GISTRO DE MANTENIMIENTO – RESPUESTA ORDEN DE TRABAJO		Página 1 de 1
Departamento de Mantenimiento	N° OTM-PLP-0001	
Repuesta a Solicitud		
Fecha entrega:	Equipo:	
Inicio mto: _____ horas.	Fin mto: _____ horas.	
Trabajo de mantenimiento realizado:		
Repuestos utilizados:		
Generado por supervisor:	Recibido por coord. mto:	Estados del equipo:
Nombre:	Nombre:	
Firma:	Firma:	

Figura 10. Formato del Registro de Mtto. y Respuesta de Orden de Trabajo.

Fuente: El investigador.

PARMALAT DEL ECUADOR, S.A. Planta Lasso							
REGISTRO DE MANTENIMIENTO - SOLICITUD DE COMPRA DE REPUESTOS							Página 1 de 1
Departamento de Mantenimiento					N° SCM-PLP-0001		
Fecha de orden:				Equipo:			
Código:		Marca:	Modelo:	Tipo:	Numero:		
ítems solicitado							
N°	Código Técnico	Código de Fabrica	Descripción Técnica	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
Observaciones:							
Generado por:			Recibido por:			Aprobado por:	
Firma:			Firma:			Firma:	
Fecha:			Fecha:			Fecha:	

Figura 11. Formato del Registro de Mtto. y Solicitud de Compra de Repuestos.

Fuente: El investigador.

Además, se establecen las actividades del plan de mantenimiento preventivo para las envasadoras asépticas ELECSTER EA-5000 y ELECSTER EA-8000. Con esta información se realiza una distribución de actividades programadas de forma semanal durante el año, de tal manera que no haya picos de carga de trabajo para el personal técnico de mantenimiento. En este punto se determinó que se necesita una persona para dar mantenimiento a cada envasadora. Finalmente se estableció un cronograma para la ejecución de las actividades propuestas.

Análisis de costos.

La implementación del plan de mantenimiento contempla varias ventajas operativas y de planificación que permitirán aumentar los ingresos debido a que se espera incrementar la disponibilidad de los equipos. Los tiempos en los que las máquinas permanecían detenidas ahora se deben reducir y por lo tanto se seguirá procesando los productos para la venta.

Para analizar los costos que se estima recuperar con la implementación y aplicación del plan propuesto, en el mes de diciembre se tomó los volúmenes que se envasó de leche UHT, las unidades de producción y los costos de venta, tomando en cuenta las horas de pérdida de producción en el mes ya mencionado y el porcentaje promedio de disponibilidad (63%) de ambas máquinas.

Tabla 27. Costos de producción mes de diciembre.

Descripción de producto	Mensual						Diario		
	Acumulado (lts)	Promedio día (lts)	Volumen (lts)	Cantidad (unid)	Precio (\$)	Ingreso mensual (\$)	Cantidad (unid)	Precio de venta (\$)	Ingreso diario (\$)
Leche uht bolsa zymil 900ml	72424	2336	0,90	80471	\$0,84	\$67.596,01	2781	\$0,84	\$2.336,27
Leche uht bolsa semidescremada 900ml	112959	3644	0,90	125510	\$0,80	\$100.407,73	4555	\$0,80	\$3.643,83
Leche uht bolsa entera 900ml	706560	22792	0,90	785067	\$0,80	\$628.053,51	28490	\$0,80	\$22.792,26
Leche uht bolsa entera 450ml	159833	5156	0,45	355184	\$0,40	\$142.073,60	12890	\$0,40	\$5.155,90
Leche uht bolsa entera 200ml	39416	1271	0,20	197080	\$0,21	\$41.386,80	6055	\$0,21	\$1.271,48
Leche uht bolsa descremada 900ml	31344	1011	0,90	34827	\$0,80	\$27.861,24	1264	\$0,80	\$1.011,09
Leche uht bolsa vainilla 900ml	4951	160	0,90	5501	\$1,13	\$6.216,13	141	\$1,13	\$159,71
Leche uht bolsa vainilla 200ml	0	0	0,20	0	\$0,35	\$0,00	0	\$0,35	\$0,00
Leche uht bolsa fresa 900ml	4048	131	0,90	4498	\$1,13	\$5.082,36	116	\$1,13	\$130,58
Leche uht bolsa fresa 200ml	310	10	0,20	1550	\$0,35	\$542,50	29	\$0,35	\$10,00
Leche uht bolsa chocolate 900ml	22899	739	0,90	25444	\$1,13	\$28.751,22	654	\$1,13	\$738,68
Leche uht bolsa chocolate 200ml	5489	177	0,20	27444	\$0,35	\$9.605,40	506	\$0,35	\$177,06
Crema de leche en bolsa uht 900 ml	9298	300	0,90	10331	\$2,61	\$26.963,62	115	\$2,61	\$299,93
Crema de leche en bolsa uht 450 ml	9273	299	0,45	20606	\$1,50	\$30.909,00	199	\$1,50	\$299,12
Crema de leche en bolsa uht 200 ml	11681	377	0,20	58404	\$0,82	\$47.891,28	460	\$0,82	\$376,80
Crema de leche en bolsa culinaria uht 900 ml	1536	50	0,90	1707	\$2,91	\$4.967,37	17	\$2,91	\$49,56
Crema de leche en bolsa culinaria uht 450 ml	6008	194	0,45	13352	\$1,66	\$22.164,32	117	\$1,66	\$193,82
Crema de leche en bolsa culinaria uht 200 ml	1529	49	0,20	7644	\$0,92	\$7.032,48	54	\$0,92	\$49,32
Leche uht bolsa entera 200 ml pae	0	0	0,20	0	\$0,17	\$0,00	0	\$0,17	\$0,00
Leche uht bolsa entera fresa 200 ml pae	0	0	0,20	0	\$0,19	\$0,00	0	\$0,19	\$0,00
Leche uht bolsa entera vainilla 200 ml pae	0	0	0,20	0	\$0,19	\$0,00	0	\$0,19	\$0,00
						\$1.129.908,57			\$36.359,14

Fuente: El autor.

Elaborado por: El investigador.

Tabla 28. Calculo de costos de afectación (Pérdida).

Paradas mes diciembre ea-5000	3	Paradas en mes diciembre
Paradas mes diciembre ea-8000	1	

Porcentaje de disponibilidad

Ea-8000	308:48	Horas netas trabajadas	63% Disponibilidad máquinas (actual)	\$1.129.908,57	Ingreso mensual neto	\$663.597,10	Pérdidas estimadas por paradas durante el mes de diciembre
Ea-5000	276:32						
Ea-8000 Ea-5000	585:20	Total horas trabajadas dos máquinas					
Ea-8000	384:00	Horas trabajo sin paras	100% Disponibilidad máquinas (sin paradas)	\$1.793.505,67	Ingreso mensual estimado sin paras	\$663.597,10	Pérdidas estimadas por paradas durante el mes de diciembre
Ea-5000	384:00						
Ea-8000 Ea-5000	768:00	Total horas trabajadas dos máquinas					
Ea-8000	75:12	Horas de parada mes	37% No disponibles máquinas (actual)	\$663.597,10	Pérdida mensual por paras diciembre	1.793.505,67	Ingreso mensual estimado sin paras
Ea-5000	107:28						
Ea-8000 Ea-5000	182:40	Total horas paradas dos máquinas					
Ea-8000 Ea-5000	585:20	Total horas trabajadas dos máquinas	63% Disponibilidad máquinas (actual)	\$1.129.908,57	Ingreso mensual neto	1.793.505,67	

Horas de parada diciembre	
Ea-5000	Ea-8000
1:38	75:12
1:50	
1:00	
97:48	
5:12	
107:28	75:12

182:40

Total horas paradas dos máquinas

Fuente: El autor.

Elaborado por: El investigador.

En la Elaborado por: El investigador.

Tabla 28 se calculó las horas perdidas dentro del tiempo de producción de las máquinas Elecster EA-5000 y EA-8000 establecido por la empresa, correspondientes a 16 horas, con el fin de calcular y obtener los costos de pérdidas por producción que causan las repentinas paralizaciones de las máquinas por mantenimientos correctivos, teniendo como resultado un estimado de pérdida económica de \$ 663.597,10, con la que se trabaja actualmente, lo cual representa una cifra exorbitante porque son más de medio millón de dólares en pérdidas que se pueden reducir a su mínima expresión con un mantenimiento adecuadamente planificado y concatenado con las necesidades reales de la maquinaria y la planta en general.

Tabla 29. Calculo de costos de recobro (Recuperado).

		Porcentaje de disponibilidad					
Ea-8000	308:48	Horas netas trabajadas	70% Disponibilidad máquinas (plan de Mtto. Preventivo)	\$1.255.453,97	Ingreso mensual neto	\$538.051,70	Pérdidas estimadas por paradas durante el mes de diciembre
Ea-5000	276:32						
Ea-8000 Ea-5000	585:20	Total horas trabajadas dos máquinas					
Ea-8000	384:00	Horas trabajo sin paras	100% Disponibilidad máquinas (sin paradas)	\$1.793.505,67	Ingreso mensual estimadas sin paras		
Ea-5000	384:00						
Ea-8000 Ea-5000	768:00	Total horas trabajadas dos máquinas					

Continuación Tabla 29

Ea-8000	75:12	Horas de parada mes					
Ea-5000	107:28						
Ea-8000 Ea-5000	182:40	Total horas paradas dos máquinas	30% No disponibles máquinas (plan de Mtto. Preventivo)	\$538.051,70	Pérdida mensual por paras diciembre	1.793.505,67	Ingreso mensual estimado sin paras
Ea-8000 Ea-5000	585:20	Total horas trabajadas dos máquinas	70% Disponibilidad máquinas (plan de Mtto. Preventivo)	\$1.255.453,97	Ingreso mensual neto		

Ingreso mensual neto al 63%	\$1.129.908,57	63%	Porcentaje de disponibilidad recuperada
Ingreso mensual neto al 70%	\$1.255.453,97	70%	
Ingreso incrementado al 70% de disponibilidad	\$125.545,40	7%	

Fuente: El autor.

Elaborado por: El investigador.

Con la implementación del plan de mantenimiento se logrará elevar la disponibilidad de las máquinas a un 70%, así reducir la pérdida económica de producción en \$ 125.545,40, valor que representa la diferencia del 7% de disponibilidad promedio entre las dos máquinas, cálculo que se realizó en la Tabla 29.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

Conclusiones.

- El diagnóstico de la gestión de mantenimiento permite concluir que la empresa Parmalat no aplica procesos organizados de mantenimiento enfocados en actividades preventivas lo que deja en incertidumbre aspectos de producción con respecto a las paradas no programadas, lo que impide llevar un control adecuado. El análisis organizacional arroja un resultado de 56,67% porque la planificación del mantenimiento no existe para ninguna de las dos máquinas.
- El cálculo de los indicadores seleccionados, arrojaron el tiempo promedio entre fallas (TPEF), el tiempo promedio entre paradas (TPEP), que son valores que estadísticamente proporcionan datos que permiten estimar el tiempo promedio que transcurre entre falla en cada máquina y los tiempos que deben cumplirse entre cada parada, teniendo en cuenta que una parada se programa y una falla es eventual, coyuntura o circunstancial. En el marco de esta investigación se obtuvo que para la máquina EA-5000 el TPEF es de 8 días, es decir que, en promedio, el equipo requerirá 8 días antes de volver a presentar una falla, mientras que para la EA-8000 este intervalo es de 16 días. Con respecto al TPEP para la EA-5000 es de 77 horas, lo que representa que una falla en este equipo tarda en promedio 77 horas en ser resuelta, mientras que para la EA-8000 este indicador sube a 132, También se identificaron y calcularon los indicadores de cumplimiento y disponibilidad y arrojaron datos sumamente valiosos para la planificación de un protocolo de mantenimiento preventivo. En primer lugar, no existe un valor para el indicador de cumplimiento por cuanto

este requiere necesariamente los datos del último mantenimiento programado, al no existir el mismo, es nulo el indicador. Y el de cumplimiento hace notar de manera porcentual la disponibilidad de la maquinaria en una jornada laboral o un período determinado y para ambos equipos la misma supera el 60%. La utilidad de estos indicadores, concierne a la información que maneja de para elaborar una planificación certera del mantenimiento preventivo que permita establecer los ciclos productivos en consideración a las demandas, los cuales quedaron establecidos entre 21 y 47 semanas, incluyendo ambas máquinas, se logró establecer una base estadística para el análisis de kpi's referentes a mantenimientos los cuales revelan que la disponibilidad está bajo el 70% y que una mejora en ese sentido impactaría de forma directa a la productividad de la empresa en general.

- Se realizó el plan de mantenimiento preventivo identificando las actividades que de forma directa van a contribuir a mejorar los parámetros de disponibilidad y fiabilidad al advertir los daños que se han suscitado de forma recurrente en los equipos objeto de estudio y se pueda intervenir dentro de los tiempos adecuados para los correctivos pertinentes, el plan de mantenimiento diseñado, ofrece una eficiencia del 70% considerando que siempre habrá fallas inesperadas que deben ser resueltas y que afectarán a los indicadores dentro de un parámetro controlable en las características del proceso. Sin embargo, este plan debe contribuir a minimizar las frecuencias de tales fallas puntuales y al disminuir la frecuencia de las fallas, la efectividad del plan estaría incrementándose.

Recomendaciones

- Se recomienda que la documentación básica para el control de los kpi's solicitada por el personal de mantenimiento, sea registrada en una base de datos para mejorar la clasificación de la documentación y llevar un orden adecuado.

- Se recomienda alimentar de forma continua los kpi's ya que son los indicadores claves para conocer la disponibilidad de los equipos y poder realizar la planificación de la producción.
- Se recomienda aplicar el plan de mantenimiento planteado y evaluar su efectividad al final del periodo para hacer ajustes que sean necesarios ya que la gestión de mantenimiento se retroalimenta con los resultados presentados en su ejecución.
- Se recomienda llevar un control de la documentación básica solicitado por el personal de mantenimiento que sea registrada en una base de datos para mejorar la clasificación de la documentación y llevar un orden adecuado.

LITERATURA CITADA.

- Cruelles. (2012). Proceso Administrativo. Distrito Federal, México, México: Tercer Milenio.*
- García. (2003). Organización y gestión integral de mantenimiento. Madrid, Madrid, España: Ediciones Díaz de Santos, S.A.*
- Cruelles. (2012). Proceso Administrativo. Distrito Federal, México, México: Tercer Milenio.*
- Davis. (2004). Strategic planning for asset management. Boston, Massachusset, Estados Unidos: Universidad de Harvard.*
- Elecster. (2017). EA-4000 / 8000 / 12000 Máquina envasadora aséptica. Manual de Operación y mantenimiento. Bruselas, Bélgica.*
- García Oliverio, P. (2013). Gestión Moderna del Mantenimiento. Bogotá: Ediciones la U.*
- García. (2003). Organización y gestión integral de mantenimiento. Madrid, Madrid, España: Ediciones Díaz de Santos, S.A.*
- Peterson. (2018). Reliableplant. Recuperado el 12 de Enero de 2019, de <https://www.reliableplant.com>*
- Rustom, A. (2012). Estadística Descriptiva . Santiago de Chile: http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/120284/Rustom_Antonio_Estadistica_descriptiva.pdf?sequence=1.*
- Vargas. (2016). Evaluación, planificación, organización y control. (K. University, Ed.) Estados Unidos: Bussines 500.*

ANEXOS

Anexo 1. Etapas del Proceso administrativo.



Planeación	Organización	Dirección	Control
¿Qué es lo que se quiere hacer? ¿Qué se va hacer?	¿Cómo se va hacer?	Verificar que se haga	¿Cómo se ha hecho?

Fuente: Libro Productividad Industrial: métodos de trabajo, tiempos y su aplicación a la planificación ya la mejora continua, de José Agustín Cruelles Ruiz, versión 2012.

Anexo 2. Formato de control de paras de equipos.

PARMALAT DEL ECUADOR. S.A. Planta Lasso										
Página 1 de 1										
REGISTRO DE MANTENIMIENTO - CONTROL DE PARAS DE EQUIPO										
Departamento de Mantenimiento					N° CPE-PLP-0001					
Responsable:							Fecha:			
DESCRIPCIÓN										
FECHA	ÁREA	MÁQUINA	MOTIVO DE PARA	TIEMPO TOTAL MANTENIMIENTO	TIPO DE MANTENIMIENTO			REVISADO POR:	OBS.	
					Preventivo	Correctivo	Otros			
Técnico de Mantenimiento:					Gerente industrial:					

Fuente: El investigador.

Anexo 3. Formato Solicitud de trabajo

PARMALAT DEL ECUADOR. S.A. Planta Lasso			
REGISTRO DE MANTENIMIENTO – SOLICITUD DE TRABAJO			
Departamento de Mantenimiento		N° STM-PLP-0001	
Prioridad	Estándar:	Significativo:	Urgente:
Fecha de solicitud:		Área de solicitud:	
Equipo:		código:	
Descripción:			
Indicaciones:			
Generado por:	Recibido por COORD. MTTO:	Orden de trabajo N°	
Firma:	Firma	Solicitud	
Cargo:	Fecha:	Fecha:	

Fuente: El investigador.

Anexo 4. Formato Orden de Trabajo

PARMALAT DEL ECUADOR. S.A. Planta Lasso										
Página 1 de 1										
REGISTRO DE MANTENIMIENTO - ORDEN DE TRABAJO										
Departamento de Mantenimiento					N° OTM-PLP-0001					
Reporte de anomalías										
Fecha inicio:					Hora de Solicitud:					
Área / Equipo					Solicitante					
Tipo de Mantenimiento					Prioridad de Ejecución					
Correctivo		Preventivo		Otros		Alta		Media		Baja
Descripción de la Solicitud:										
Generado por supervisor:					Recibido por COORD. MTTO:			Observaciones:		
Nombre:					Nombre:					
Firma;					Firma;					

Fuente: El investigador.

Anexo 5. Formato Respuesta Orden de Trabajo

PARMALAT DEL ECUADOR. S.A. Planta Lasso		
Página 1 de 1		
REGISTRO DE MANTENIMIENTO –RESPUESTA ORDEN DE TRABAJO		
Departamento de Mantenimiento		N° OTM-PLP-0001
Repuesta a Solicitud		
Fecha entrega:	Equipo:	
Inicio MTTO: _____ horas.	Fin MTTO: _____ horas.	
TRABAJO DE MANTENIMIENTO REALIZADO:		
REPUESTOS UTILIZADOS:		
Generado por supervisor:	Recibido por COORD. MTTO:	Estados del equipo:
Nombre:	Nombre:	
Firma;	Firma;	

Fuente: El investigador.

Anexo 6. Solicitud de compra.

PARMALAT DEL ECUADOR. S.A. Planta Lasso									
Página 1 de 1									
REGISTRO DE MANTENIMIENTO - SOLICITUD DE COMPRA DE REPUESTOS									
Departamento de Mantenimiento					N° SCM-PLP-0001				
Fecha de orden:						Equipo:			
Código:			Marca:	Modelo:	Tipo	Numero			
ítems solicitado									
N°	Código Técnico	Código de Fabrica	Descripción Técnica			Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
Observaciones:									
Generado por:				Recibido por:			Aprobado por:		
Firma;				Firma;			Firma;		
Fecha:				Fecha:			Fecha:		

Fuente: El investigador.

Anexo 7. Encuesta de gestión de mantenimiento.

% DE GESTIÓN DE MTTO.	ASPECTOS	Sub Aspectos	PREGUNTA	
20%	CONTROL	Inspección de Mantenimiento	¿Cómo considera usted el periodo de tiempo empleado de trabajo de las máquinas?	
			Favorable	Desfavorable
			Bueno	Malo
		Indicadores de Mantenimiento	¿Existe un sistema de registro de entradas y salidas de repuestos de bodega?	
			Favorable	Desfavorable
			Si	No
		Gestión de Control de documentos	¿Se emite un informe periódico que analiza la evolución del departamento de mantenimiento?	
			Favorable	Desfavorable
			Si	No
30%	PLANIFICACIÓN	Políticas para la Planificación	¿Existen procedimientos para las intervenciones más habituales en las máquinas?	
			Favorable	Desfavorable
			Si	No
		Planes de Mantenimiento	¿Se lleva registros de mantenimiento que se les da a las máquinas en la Planta?	
			Favorable	Desfavorable
			Si	No
		Objetivos y Metas	¿Cómo califica la facilidad de obtener los repuestos de las máquinas en la Planta?	
			Favorable	Desfavorable
			Bueno	Malo
30%	ORGANIZACIÓN	Funciones y Responsabilidades	¿Existe una lista de repuesto mínimo a mantener en stock?	
			Favorable	Desfavorable
			Si	No
		Autoridad y Autonomía	¿Los repuestos de bodega están colocados adecuadamente?	
			Favorable	Desfavorable
			Si	No
		Sistema de Información documental	¿Considera usted que la Planta cuenta con la documentación necesaria?	
			Favorable	Desfavorable
			Si	No
20%	DIRECCIÓN	Comunicación	¿Recibe usted algún tipo de capacitación técnica por parte del personal de mantenimiento?	
			Favorable	Desfavorable
			Si	No
		Liderazgo	¿El personal tiene la formación adecuada?	
			Favorable	Desfavorable
			Si	No

Fuente: Santiago García Garrido; Pág.: 212-218.

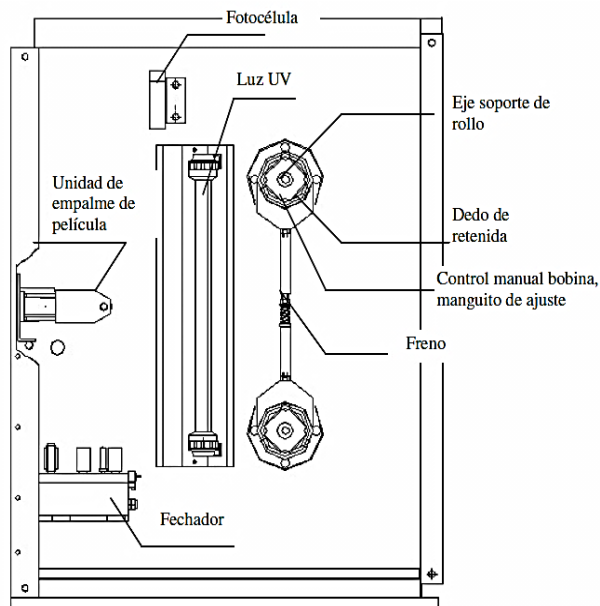
El objetivo de recolectar información necesaria para identificar que tanto conoce el personal sobre las principales condiciones para poner en funcionamiento el sistema de gestión de mantenimiento preventivo

Anexo 8. Ficha técnica de equipo - Gabinete de Película



**FICHA TÉCNICA DE EQUIPO
GABINETE DE PELÍCULA**

DESCRIPCIÓN FÍSICA:	Cajón Cuadrado Fabricado en Acero Inoxidable		
MODELO	EA-5000 LL	FECHA DE COMPRA	-----
MARCA	Elecster OYJ		
UBICACIÓN	PLANTA PARMALAT LASSO - ECUADOR		



PARTES.

1. Fotocélula.
2. Luz UV.
3. Eje soporte de rollo.
4. Dedo de retenida.
5. Control manual bobina, manguito de ajuste.
6. Freno.
7. Unidad de empalme de película.
8. Fechador.

FUNCIÓN. Los rollos de material de empaque están situados en soportes de los rollos de película dentro del gabinete de película y trabados en su lugar al girar el dedo de retenida. Los soportes de película están equipados con un freno a resorte, que previene que el rollo gire libremente mientras la película es arrastrada hacia adelante.

Fuente: Manual de Instrucciones Versión 1.03 ELECSTER EA 2500/6000/9000 LL Máquina Envasadora Aséptica de Bolsas.

Anexo 9. Ficha técnica de equipo - Gabinete de Peróxido de Hidrogeno



**FICHA TÉCNICA DE EQUIPO
GABINETE DE PERÓXIDO DE HIDROGENO**

DESCRIPCIÓN FÍSICA:	Cajón Cuadrado Fabricado en Acero Inoxidable		
MODELO	EA-5000 LL	FECHA DE COMPRA -----	
MARCA	Elecster OYJ		
UBICACIÓN	PLANTA PARMALAT LASSO - ECUADOR		
<p>PARTES.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Contra rollo. 2. Unidad de desbobinado de película. 3. Sensor. 4. Rodillo de arrastre de película. 5. Barra Balancín. 6. Baño de H₂O₂. 7. Barra elevadora. 			
<p>FUNCIÓN. En este gabinete de peróxido de hidrogeno (H₂O₂), la película sigue una trayectoria a través de los rodillos, en la que se produce el baño de H₂O₂ que esteriliza la superficie de la película.</p>			

Fuente: Manual de Instrucciones Versión 1.03 ELECSTER EA 2500/6000/9000 LL Máquina Envasadora Aséptica de Bolsas.

Anexo 10. Ficha técnica de equipo - Gabinete de Sello



**FICHA TÉCNICA DE EQUIPO
GABINETE DE SELLADO.**

DESCRIPCIÓN FÍSICA:	Cajón Cuadrado Fabricado en Acero Inoxidable		
MODELO	EA-5000 LL	FECHA DE COMPRA	-----
MARCA	Elecster OYJ		
UBICACIÓN	PLANTA PARMALAT LASSO - ECUADOR		
PARTES.		6. Unidad de sellado horizontal.	
1. Inyectador de aire estéril.		7. Cuchilla de pre-corte	
2. Tubo dosificador.		8. Cuchilla	
3. Barra ensanchadora de película.		9. Fotocélula lectora de la marca del registro.	
4. Rodillos ajustadores del vacío.		10. Unidad de sellado vertical.	
5. Ajuste de los rodillos ajustadores del vacío..			
<p>FUNCIÓN. En este gabinete el collarín plegador pliega la película en una manga, también la envuelve alrededor del tubo dosificador dentro del gabinete de sellado. El inyector de aire estéril inyecta aire estéril dentro del gabinete para asegurar las condiciones asépticas. El sellado horizontal tira de la película hacia abajo y hacia el extremo abierto del tubo dosificador. La barra ensanchadora de película y la cuchilla unida al tubo dosificador mantienen la película estirada.</p>			

Fuente: Manual de Instrucciones Versión 1.03 ELECSTER EA 2500/6000/9000 LL Máquina Envasadora Aséptica de Bolsas.

Anexo 11. Ficha técnica de equipo - Gabinete de Lámpara UV



**FICHA TÉCNICA DE EQUIPO
GABINETE DE LÁMPARA UV.**

DESCRIPCIÓN FÍSICA:	Cajón Cuadrado Fabricado en Acero Inoxidable		
MODELO	EA-5000 LL	FECHA DE COMPRA	-----
MARCA	Elecster OYJ		
UBICACIÓN	PLANTA PARMALAT LASSO - ECUADOR		
<p>PARTES.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Montaje de la fotocélula. 2. Fotocélulas de ajuste de bobina. 3. Inyector de aire estéril. 4. Lámparas UV. 			
<p>FUNCIÓN. En este gabinete la película es dirigida desde la unidad de desbobinado de película, hacia el gabinete de lámparas UV, donde es enrollada en el collarín plegador debajo de las lámparas UV, que pliega la película en forma de manga alrededor de tubo dosificador en el gabinete de sellado.</p>			

Fuente: Manual de Instrucciones Versión 1.03 ELECSTER EA 2500/6000/9000 LL Máquina Envasadora Aséptica de Bolsas.

Anexo 12. Sugerencias de los mantenimientos según el manual del fabricante

Duración aproximada de algunas tareas específicas relativas al mantenimiento

Proceso de Limpieza	Intervalo	Temp.	Presión	Duración	Agente Limpiador/método
Pre-esterilización	antes de cada producción	> 121 °C	3-5 bar	> 20 min	agua caliente, 140 °C
SIP (ESA)	Durante cada pre-esteril.	> 121 °C	1.5-3 bar	> 20 min	vapor caliente, 121°C
Enfriado	Después de cada pre-esteril.	20 °C	3-5 bar		Agua estéril, 20 °C
AIC (esterilizador)	Varias veces al día				Líquidos para lavar
CIP	Diario ATENCIÓN:	20 °C	1.5-3 bar	5 min	Enjuague con Agua

Diferentes mantenimientos que se deben aplicar según el intervalo de tiempo de operación

Trabajo de Mantenimiento - Cada 10 horas*)	Control	Cambie/Realice un Servicio	Atención!
Calidad de las juntas de la bolsa	Durante cada producción		
Volumen de dosificado	Durante cada producción		Controle el volumen de dosificado pesando las bolsas
Tiempo de dosificado	Durante cada producción		El dosificado debe empezar inmediatamente después de que las mordazas del sellado horizontal se han cerrado.
Limpieza/ re-engrase del Cilindro de dosificado		X	
Cinta de sellado de teflon y gomas siliconas		X	
Cuchilla de pre-corte	X		
Fechador		X	
Cubetas de Peróxido / bobina de película	X		Limpie tan seguido como haga falta.
Lámparas UV	X		Intervalo para el reemplazo de las lámparas 3000...7200 horas.
Posibles pérdidas en las tuberías de producto o de aire	X		
Funcionamiento de la transmisión principal	X		
Lavado y Limpieza del Equipo		X	

Trabajo de Mantenimiento - Cada 50 horas*)	Control	Cambie/Realice un Servicio	Atención!
Limpieza/ re-engrase del Cilindro de Control		X	
Cojinetes y empaques de la Unidad de Dosificado	X		
Juntas tóricas de la Unidad de Dosificado	X		
Anillos ranurados de la Unidad de Dosificado	X		
Mordazas, cartuchos de resistencia y sensores de temperatura de los mecanismos de sellado	X		
Recipiente de Peróxido de Hidrógeno y componentes relacionados	X		
Suministro / Sistema de Aire Comprimido	X		
Cojinetes del rodillo	X		

Trabajo de Mantenimiento - Cada 100 horas*)	Controle	Cambie/Realice un Servicio	Atención!
Membrana de expansión del recipiente	X		Intervalo de reemplazo cada 2 meses, aprox. 400 horas.
Tensión de la cinta transportadora receptora	X		
Trabajo de Mantenimiento - Cada 200 horas*)	Controle	Cambie/Realice un Servicio	Atención!
Resortes de los selladores	X		
Resistencia de sellado de la empalmadora	X		
Contra goma y cintas de teflon de la empalmadora	X		
Tensión de la cadena de transmisión	X		
Filtro del ventilador eléctrico		X	
Trabajo de Mantenimiento - Cada 2000 horas*)	Controle	Cambie/Realice un Servicio	Atención!
Motor Principal		X	Cambio de aceite
Motor liberador de película		X	Cambio de aceite
Engranaje angular		X	Cambio de aceite
Marcas de seguridad y etiquetas	X		
Puertas: empaques	X	Si fuera necesario	

Punto de Lubricación	Intervalo para el control	Lubricante	Intervalo para la recarga	Cantidad de aceite
Levas y Cojinetes de levas	10h	Mobilplex 44		
Barras deslizadoras y cojinetes de deslizamientos	10h	Shell Tellus Oel 32		Capa fina
Eje portador	10h	Shell Tellus Oel 32		Capa fina
Cilindro dosificador	10h	Grasa para uso alimenticio		
Empaques	10h	Grasa para uso alimenticio		
Engranaje Angular	50h	Shell Tellus Oel 32 or 46	2000 h	0.6 L
Cilindro de Control	50h	Grasa para uso alimenticio		
Cadenas y Ruedas de Cadenas	100h	Mobilplex 44		
Cojinete	200h	Mobilplex 33		
Eje Vertical	200h	Mobilplex 44		
Engranaje Cónico	Cada 6 meses / ~1200h	Shell Omala Oel 100	3000 h	3.3 L

GLOSARIO DE TERMINOLOGÍA

Acrónimos

APP = Aseptic Poli Propilene (Propileno Aséptico) – Lider Mundial de Tetrapack

FAÇSON= Costo de Producción

ERP= Enterprise Resource Planning (Planificación de Recursos Empresariales)

TBA= Tetrabrik Aseptic (Tetrabrik Aséptico)

CIP= Cleaning in Place (Limpieza en el Lugar)

SIP= Sterilización in Place (Esterilización en el Lugar)

OEE= Overall Equipment Efficiency (Eficiencia General del Equipo)

KPI= Key Management Indicator (Indicador Clave de Gestión)